

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202391209 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.07.19

(22) Дата подачи заявки
2021.10.18

(51) Int. Cl. *A61M 1/02* (2006.01)
A61M 1/36 (2006.01)
A61L 2/00 (2006.01)
A61N 5/06 (2006.01)
A01N 1/02 (2006.01)

(54) МОДУЛЬНОЕ СВЕТОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ
БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

(31) 63/093,722

(32) 2020.10.19

(33) US

(86) PCT/US2021/071920

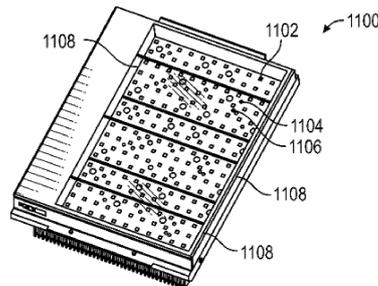
(87) WO 2022/087580 2022.04.28

(71) Заявитель:
СИРУС КОРПОРЕЙШН (US)

(72) Изобретатель:
Черч Даниэл, Айсон Ллойд (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Созданы системы и способы реализации модульного светового устройства для применения в электронном устройстве обработки в соответствии с примерами настоящего изобретения. В одном или более примерах модульное световое устройство может быть реализовано как автономный компонент, который можно вставлять в устройство обработки и извлекать из него. В одном или более примерах световое устройство может включать в себя камеру массива источников света, выполненную с возможностью передачи УФ-излучения с выбранной длиной волны, причем камера массива источников света включает в себя один или более массивов источников света и датчики света, совместно выполненные как часть светового устройства для доставки света к биологическому образцу.



A1

202391209

202391209

A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-577944EA/023

МОДУЛЬНОЕ СВЕТОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Перекрестная ссылка на родственные заявки

[01] Настоящая заявка испрашивает приоритет по предварительной заявке США № 63/093,722, поданной 19 октября 2020 г., полное содержание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Область техники

[02] Настоящее изобретение в целом относится к системам, способам и устройствам обработки биологических жидкостей, включая смеси биологических жидкостей и фотохимических агентов, светом, а более конкретно, к архитектуре модульного светового устройства для применения в системе обработки биологических жидкостей.

Уровень техники

[03] Системы и способы обработки биологических жидкостей светом хорошо известны. Например, в патентах США № 7459695, 6986867 и 5593823 описана система обработки биологической жидкости светом для инактивации патогенов в биологической жидкости. Свет излучается в выбранном диапазоне длин волн, которые эффективны для инактивации патогенов в биологической жидкости, в частности, путем фотохимической инактивации патогенов. Другие системы и способы обработки биологических жидкостей светом могут включать, например, системы и способы, описанные в патентах США № 6843961, 7829867, 9320817 и 8778263, WO 2019133929A1 и публикации Schlenke, 2014, Transfus. Med. Hemother. 41:309-325.

[04] Для продуктов крови, включая, например, тромбоциты и компоненты плазмы, а также их производные, важно убедиться, что продукты крови не содержат патогенов, чтобы свести к минимуму риск заражения индивидуума, получающего продукт крови. Тестирование на наличие патогена в крови ограничено патогенами, для которых доступны тесты, и чувствительностью анализа. В качестве альтернативы или дополнения к тестированию на наличие патогенов в данной области техники известны способы инактивации патогенов с помощью различных способов инактивации на основе соединений (*например*, химических, фотохимических) для снижения риска инфекций, передающихся при переливании крови (*например*, как описано в публикации Schlenke et al., Transfus Med Hemother, 2014, 41, 309-325 и Prowse, Vox Sanguinis, 2013, 104, 183-199). Системы фотохимической инактивации патогенов на основе псораленов и ультрафиолетового излучения для обработки продуктов крови включают коммерчески доступную систему INTERCEPT® Blood System (Cerus Corporation), в которой применяются одноразовые наборы для обработки и устройство для облучения ультрафиолетовым излучением (INT-100). Продукты крови, такие как плазма или тромбоциты, смешивают с псораленом, амотосаленом в наборах для обработки, а затем

облучают ультрафиолетовым излучением диапазона А. Можно применять несколько различных одноразовых наборов для обработки в зависимости от типа обрабатываемого продукта крови и конкретных свойств этих продуктов крови, таких как, например, объем и число тромбоцитов.

[05] Обработка биологических жидкостей светом для инактивации патогенов в биологической жидкости может потребовать доставки точного количества (например, дозы) желаемого типа света (например, ультрафиолетового излучения) равномерно ко всей биологической жидкости. Таким образом, в одном или более примерах электронное устройство, выполненное с возможностью обработки биологических жидкостей, часто может включать в себя специальный компонент источника света, расположенный внутри электронного устройства, который может быть выполнен с возможностью доставки определенного количества света к обрабатываемому биологическому образцу. Выделенный компонент источника света должен быть выполнен с возможностью доставки точного количества света, при этом электронное устройство должно отвечать ряду критичных рабочих требований, таких как температура, энергопотребление и занимаемая площадь. Таким образом, архитектура и компоновка выделенного компонента источника света могут иметь решающее значение для обеспечения того, чтобы компонент источника света соответствовал требованиям, необходимым для эффективной инактивации патогенов в биологической жидкости. Например, определенное количество ультрафиолетового излучения (например, в сочетании с соединением для инактивации патогена) может потребоваться для доставки в биологическую жидкость в течение определенного периода времени и с определенной интенсивностью, чтобы гарантировать эффективное и необратимое сшивание ультрафиолетовым излучением нуклеиновых кислот патогена, тем самым делая патогены неактивными. Таким образом, компонент источника света должен быть выполнен так, чтобы соответствовать необходимым требованиям к инактивации патогенов, и в то же время соответствовать другим необходимым требованиям к проектированию, чтобы гарантировать, что электронное устройство в целом является коммерчески жизнеспособным.

[06] Принимая во внимание точную спецификацию, в соответствии с которой должны работать компоненты источника света, и необходимость замены компонентов источника света (возможно, несколько раз в течение срока службы устройства обработки), существует неудовлетворенная потребность в реализации компонентов источника света таким образом, чтобы он мог работать в соответствии с точными электрическими и механическими требованиями, в то же время обеспечивая модульную конструкцию, которая позволяет легко заменять световое устройство в случае необходимости.

Краткое описание изобретения

[07] Проектирование компонентов источника света электронного устройства обработки в соответствии с конкретными требованиями может представлять множество проблем. Например, требования, предъявляемые к компоненту источника света, могут требовать, чтобы компонент источника света включал в себя не только источники света,

применяемые для облучения образца, такого как, например, биологическая жидкость, но также мог включать в себя различные датчики, электрические элементы управления и другие функции безопасности, необходимые для обеспечения безопасной работы компонента источника света в соответствии с его техническими характеристиками. В течение срока службы электронного устройства характеристики компонентов источника света могут ухудшиться из-за старения источника света и/или перегорания источников света (например, светоизлучающих диодов (LED)), ожидаемого срока службы источников света или других непредвиденных условий эксплуатации, вследствие которых компонент источника света становится непригодным для применения по своему назначению. Однако, хотя компонент источника света может работать не в соответствии с его требованиями, остальная часть электронного устройства может работать нормально. Поэтому было бы экономически неэффективно просто заменить все электронное устройство, а вместо этого было бы более практично просто заменить один или более неисправных компонентов источника света. Однако доступ к отдельным компонентам источника света может быть сложным и неэффективным с точки зрения использования ресурсов. Вместо замены отдельных компонентов источника света можно просто заменить все световое устройство. Однако, если световое устройство встроено в электронное устройство таким образом, что его удаление затруднено или требует значительного времени и ресурсов, то каждый раз, когда отдельный компонент светового устройства выходит из строя, покупатель или пользователь устройства может столкнуться со значительными задержками при возврате устройства в рабочее состояние или может потратить значительные ресурсы на ремонт. Кроме того, замена компонентов источника света может потребовать сложных механических и электрических процедур для обеспечения того, чтобы сменные компоненты источника света после установки работали совместно с другими компонентами устройства. Однако если для замены компонентов источника света требуются сложные процедуры, то простая замена компонентов источника света в случае их неисправности или иного неудовлетворительного состояния для применения в устройстве обработки может быть экономически неэффективной.

[08] В некоторых вариантах осуществления настоящее изобретение обеспечивает модульное световое устройство для применения вместе с электронным устройством (например, электронным устройством обработки) для обработки биологической жидкости, причем модульное световое устройство включает в себя множество компонентов, совместно выполненных с возможностью передачи света к одной или более биологическим жидкостям для обработки, причем модульное световое устройство содержит: корпус, выполненный с возможностью размещения одного или более компонентов модульного светового устройства; камеру массива источников света, выполненную с возможностью передачи света (например, ультрафиолетового (УФ) излучения с выбранной длиной волны (например, пиковой длины волны)), причем камера массива источников света содержит: один или более массивов источников света, каждый из которых содержит множество источников света, выполненных с возможностью

генерирования УФ-излучения; и один или более датчиков света, выполненных с возможностью обнаружения (например, измерения) света; часть окна (например, отверстие окна, прозрачное окно, пропускающее окно), расположенную на модульном световом устройстве (т. е. на или внутри) и выполненную с возможностью пропускания УФ-излучения, генерируемого множеством источников света, к одной или более биологическим жидкостям для обработки; драйвер (например, драйвер источника света), соединенный с возможностью связи с одним или более компонентами модульного светового устройства (например, камерой массива источников света модульного светового устройства) и выполненный с возможностью управления одним или более компонентами; и контроллер, соединенный с возможностью связи с драйвером (например, драйвером источника света) и выполненный с возможностью управления драйвером (например, драйвером источника света).

[09] В некоторых вариантах осуществления камера массива источников света модульного светового устройства содержит один или более датчиков температуры, выполненных с возможностью измерения температуры (например, светового устройства).

[010] В некоторых вариантах осуществления каждый источник света из множества источников света испускает свет, имеющий спектральную полосу с полной шириной на половине максимума (FWHM) менее 20 нанометров.

[011] В некоторых вариантах осуществления каждый источник света из множества источников света представляет собой светоизлучающий диод (LED).

[012] В некоторых вариантах осуществления каждый из одного или более массивов источников света содержит соответствующий первый канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения с первой пиковой длиной волны массива.

[013] В некоторых вариантах осуществления электронное устройство содержит камеру обработки, выполненную с возможностью приема (например, удержания, переноса) по меньшей мере одной из одной или более биологических жидкостей (например, для обработки).

[014] В некоторых вариантах осуществления модульное световое устройство выполнено с возможностью размещения внутри электронного устройства для передачи света к одной или более биологическим жидкостям в камере обработки электронного устройства.

[015] В некоторых вариантах осуществления корпус выполнен с возможностью механического взаимодействия с электронным устройством, чтобы механически закрепить модульное световое устройство при помещении в электронное устройство. В некоторых вариантах осуществления корпус содержит одну или более направляющих, выполненных с возможностью механического сопряжения с одной или более рейками электронного устройства, чтобы механически закрепить модульное световое устройство при помещении в электронное устройство.

[016] В некоторых вариантах осуществления одна или более направляющих

выполнены так, чтобы модульное световое устройство могло перемещаться с возможностью скольжения, чтобы модульное световое устройство можно было извлекать из электронного устройства и вставлять в него.

[017] В некоторых вариантах осуществления модульное световое устройство содержит один или более теплообменников, выполненных с возможностью отвода тепла от массива источников света и/или модульного светового устройства.

[018] В некоторых вариантах осуществления один или более теплообменников имеют ребристую форму.

[019] В некоторых вариантах осуществления один или более теплообменников выполнены с возможностью обмена теплом с воздухом, который пропускается (например, продувается, перемещается) через один или более теплообменников для отвода тепла от массива источников света и/или модульного светового устройства.

[020] В некоторых вариантах осуществления один или более теплообменников выполнены с возможностью обмена теплом с воздухом, который продувается через один или более теплообменников с помощью одного или более вентиляторов, расположенных в электронном устройстве.

[021] В некоторых вариантах осуществления световое устройство содержит один или более вентиляторов, выполненных с возможностью пропускания (например, продувания, втягивания, перемещения) воздуха через один или более теплообменников для отвода тепла, передаваемого одним или более теплообменниками.

[022] В некоторых вариантах осуществления часть окна представляет собой отверстие в модульном световом устройстве (например, отверстие в корпусе модульного светового устройства, открывающееся в камеру массива источников света модульного светового устройства).

[023] В некоторых вариантах осуществления часть окна содержит материал окна, покрывающий или закрывающий отверстие в модульном световом устройстве (например, отверстие в корпусе модульного светового устройства, открывающееся в камеру массива источников света модульного светового устройства).

[024] В некоторых вариантах осуществления часть окна (например, материал окна) выполнена из стекла.

[025] В некоторых вариантах осуществления часть окна (например, материал окна) выполнена из полимерного материала (например, пластика).

[026] В некоторых вариантах осуществления часть окна пропускает по меньшей мере 80% УФ-излучения с выбранной длиной волны.

[027] В некоторых вариантах осуществления часть окна пропускает по меньшей мере 90% УФ-излучения с выбранной длиной волны.

[028] В некоторых вариантах осуществления модульное световое устройство содержит один или более датчиков света, расположенных на части окна и выполненных с возможностью обнаружения (например, измерения) света, генерируемого модульным световым устройством (например, одним или более массивами источников света

модульного светового устройства, одним или более источниками света модульного светового устройства).

[029] В некоторых вариантах осуществления модульное световое устройство содержит одну или более схем (например, гибких схем), расположенных на части окна (например, на ней или поперек (по меньшей мере частично)) и при этом одна или более схем (например, гибких схем) содержит один или более датчиков света, расположенных на схемах (например, гибких схемах) и выполненных с возможностью обнаружения (например, измерения) света, генерируемого модульным световым устройством (например, одним или более массивами источников света модульного светового устройства, одним или более источниками света модульного светового устройства).

[030] В некоторых вариантах осуществления камера массива источников света включает в себя множество отражающих панелей, расположенных вдоль одного или более краев камеры массива источников света.

[031] В некоторых вариантах осуществления множество отражающих панелей расположены в камере массива источников света таким образом, чтобы свести к минимуму потери световой энергии по периметру камеры массива источников света.

[032] В некоторых вариантах осуществления один или более датчиков света камеры массива источников света ориентированы так, чтобы обнаруживать (например, измерять) свет, генерируемый отдельным модульным световым устройством (например, расположенным на массиве источников света, чтобы обнаруживать (например, измерять) свет, генерируемый отдельным модульным световым устройством).

[033] В некоторых вариантах осуществления один или более датчиков света реализованы с помощью фотодиодов.

[034] В некоторых вариантах осуществления один или более датчиков температуры реализованы с помощью термисторов.

[035] В некоторых вариантах осуществления один или более из одного или более датчиков температуры выполнены с возможностью измерения температуры на стыке между источником света из одного или более источников света и печатной платой (PCB) (массива источников света), на которой расположен источник света.

[036] В некоторых вариантах осуществления множество источников света выполнено с возможностью генерирования УФ-излучения диапазона А.

[037] В некоторых вариантах осуществления множество источников света выполнено с возможностью генерирования света с первой пиковой длиной волны от около 315 нм до около 350 нм. В некоторых вариантах осуществления множество источников света выполнено с возможностью генерирования света с первой пиковой длиной волны от около 315 нм до около 335 нм. В некоторых вариантах осуществления множество источников света выполнено с возможностью генерирования света с первой пиковой длиной волны от около 320 нм до около 330 нм. В некоторых вариантах осуществления множество источников света выполнено с возможностью генерирования света с первой пиковой длиной волны от около 330 нм до около 350 нм. В некоторых вариантах

осуществления множество источников света выполнено с возможностью генерирования света с первой пиковой длиной волны от около 340 нм до около 350 нм. В некоторых вариантах осуществления множество источников света выполнено с возможностью генерирования света с первой пиковой длиной волны в диапазоне 345 ± 5 нм.

[038] В некоторых вариантах осуществления множество источников света выполнено с возможностью генерирования УФ-излучения диапазона В или диапазона С.

[039] В некоторых вариантах осуществления каждый из одного или более массивов источников света содержит соответствующий второй канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения со второй пиковой длиной волны массива, причем вторая пиковая длина волны отличается от первой пиковой длины волны на по меньшей мере 5 нанометров.

[040] В некоторых вариантах осуществления каждый из одного или более массивов источников света содержит соответствующий первый канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения с первой пиковой длиной волны массива в спектре УФ-А, и соответствующий второй канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения со второй пиковой длиной волны массива в спектре УФ-В или УФ-С.

[041] В некоторых вариантах осуществления корпус содержит один или более электронных интерфейсов, выполненных для соединения с возможностью связи модульного светового устройства с электронным устройством.

[042] В некоторых вариантах осуществления один или более электронных интерфейсов включают в себя блокировочное соединение, выполненное с возможностью обеспечения выключения электронным устройством модульного светового устройства.

[043] В некоторых вариантах осуществления один или более электронных интерфейсов включают в себя коммуникационный порт, выполненный с возможностью обеспечения передачи команд электронным устройством в модульное световое устройство, а также выполненный с возможностью обеспечения передачи данных модульным световым устройством в электронное устройство.

[044] В некоторых вариантах осуществления один или более электронных интерфейсов включают в себя порт питания, выполненный с возможностью передачи питания от электронного устройства к модульному световому устройству.

[045] В некоторых вариантах осуществления несколько источников света камеры массива источников света выполнены с возможностью предоставления света (например, передачи света) для заданного объема облучения (например, плотности) к одной или более биологическим жидкостям.

[046] В некоторых вариантах осуществления один или более источников света камеры массива источников света совместно генерируют по существу одинаковую дозу (например, количество) света (например, на поверхности биологической жидкости, в плоскости внутри объема биологической жидкости, который передается от модульного светового устройства в пределах объема облучения). В некоторых вариантах

осуществления один или более источников света камеры массива источников света совместно генерируют по существу однородное излучение (*например*, на или по поверхности биологической жидкости (например, контейнера с биологической жидкостью) в пределах объема облучения, которое передается от модульного светового устройства). В некоторых вариантах осуществления отклонение интенсивности излучения света на поверхности биологической жидкости составляет менее 25%. В некоторых вариантах осуществления один или более источников света камеры массива источников света совместно облучают любую площадь 5 см² на биологической жидкости (например, контейнера с биологической жидкостью) с отклонением менее 25% от интегральной интенсивности излучения (усредненной по площади поверхности) для всей плоскости пересечения биологической жидкости (например, контейнера с биологической жидкостью).

[047] В некоторых вариантах осуществления один или более источников света камеры массива источников света представляют собой LED, выполненные так, чтобы обеспечивать угол луча (например, ширину луча) от около 110 градусов до около 130 градусов. В некоторых вариантах осуществления один или более источников света камеры массива источников света представляют собой LED, выполненные так, чтобы обеспечивать угол луча (например, ширину луча) около 120 градусов.

[048] В некоторых вариантах осуществления доза света, доставляемая от модульного светового устройства к биологической жидкости в процессе обработки, основана (например, основана частично, основана по меньшей мере частично) на свете, обнаруженном (например, измеренном) с помощью одного или более из одного или более датчиков света.

[049] В некоторых вариантах осуществления количество времени, в течение которого модульное световое устройство активируется (например, испускает свет) в процессе обработки, основано (например, основано частично, основано по меньшей мере частично) на свете, обнаруженном (например, измеренном) с помощью одного или более из одного или более датчиков света. В некоторых вариантах осуществления количество времени, в течение которого модульное световое устройство активируется, представляет собой количество времени, в течение которого активируется один или более источников света (например, испускающих свет). В некоторых вариантах осуществления количество времени, в течение которого модульное световое устройство активируется, представляет собой количество времени, в течение которого один или более источников света активируются в каждом цикле широтно-импульсной модуляции (например, цикле широтно-импульсной модуляции). В некоторых вариантах осуществления количество времени, в течение которого модульное световое устройство активируется, представляет собой совокупное количество времени, в течение которого один или более источников света активируются посредством широтно-импульсной модуляции в процессе обработки.

[050] В некоторых вариантах осуществления интенсивность света, генерируемого модульным световым устройством в процессе обработки, основана (например, основана

частично, основана по меньшей мере частично) на свете, обнаруженном (например, измеренном) с помощью одного или более из одного или более датчиков света. В некоторых вариантах осуществления интенсивность света, генерируемого модульным световым устройством в процессе обработки, может представлять собой функцию широтно-импульсной модуляции, применяемую к одному или более источникам света (например, на основе света, обнаруженного с помощью одного или более из одного или более датчиков света).

[051] В некоторых вариантах осуществления электронное устройство обработки биологической жидкости содержит первое модульное световое устройство (например, в камере обработки электронного устройства), направленное на обрабатываемую биологическую жидкость, причем первое модульное световое устройство доставляет свет (например, выполнено с возможностью доставки света) к биологической жидкости для обработки (например, доставки некоторого количества или дозы света, доставки заданного или указанного количества или дозы света). В некоторых вариантах осуществления электронное устройство обработки биологической жидкости содержит первое модульное световое устройство и второе модульное световое устройство (например, в камере обработки электронного устройства), причем первое и второе модульные световые устройства направлены друг на друга (например, каждое направлено на биологическую жидкость, подлежащую обработке), причем первое и второе модульные световые устройства совместно доставляют свет к биологической жидкости для обработки. В некоторых вариантах осуществления биологическая жидкость содержит (например, смешана с) фотохимическое соединение (например, соединение для инактивации патогена).

[052] В некоторых вариантах осуществления первое и второе световые устройства выполнены с возможностью выполнения теста (например, рабочего теста, теста на целостность, теста на работоспособность), включающего в себя: передачу света от первого модульного светового устройства; обнаружение (например, измерение) света, передаваемого первым устройством, с помощью одного или более датчиков света второго модульного светового устройства; определение наличия или отсутствия одной или более преград (например, препятствий, помех) для света, передаваемого первым модульным световым устройством, путем сравнения обнаруженного света с заданным количеством света (например, сравнения с базовым количеством света, сравнения для определения уменьшения (например, частичного уменьшения, блокирования) света по сравнению с заданным уровнем). В некоторых вариантах осуществления тест дополнительно включает в себя определение базового количества света, переданного первым модульным световым устройством (например, переданного ко второму модульному световому устройству). В некоторых вариантах осуществления тест дополнительно включает в себя калибровку первого модульного светового устройства и установку базового количества света, передаваемого первым модульным световым устройством.

[053] В некоторых вариантах осуществления тест дополнительно включает в себя:

передачу света от второго модульного светового устройства; обнаружение (например, измерение) света, передаваемого вторым модульным световым устройством, с помощью одного или более датчиков света первого модульного светового устройства; определение наличия или отсутствия одной или более преград (например, препятствий, помех) для света, передаваемого вторым модульным световым устройством, путем сравнения обнаруженного света с заданным уровнем света (например, сравнения с исходным количеством света, сравнения для определения уменьшения (например, частичного уменьшения, блокирования) света по сравнению с заданным уровнем). В некоторых вариантах осуществления тест дополнительно включает в себя определение базового количества света, переданного вторым модульным световым устройством (например, переданного первому модульному световому устройству). В некоторых вариантах осуществления тест дополнительно включает в себя калибровку второго модульного светового устройства и установку базового количества света, передаваемого вторым модульным световым устройством.

[054] В некоторых вариантах осуществления тест представляет собой тест для определения наличия препятствия на пути прохождения света в электронном устройстве (например, царапины или постороннего материала (например, пыли) на окне модульного источника света или на платформе/лотке в электронном устройстве).

[055] В некоторых вариантах осуществления тест представляет собой тест для определения наличия биологического образца, подлежащего обработке, в электронном устройстве.

[056] В некоторых вариантах осуществления модульное световое устройство выполнено с возможностью выполнения теста (например, рабочего теста, теста на целостность, теста на работоспособность), включающего в себя: передачу света от одного или более массивов источников света камеры массива источников света модульного светового устройства; обнаружение света, передаваемого одним или более массивами источников света, с помощью одного или более датчиков света модульного светового устройства (например, камеры массива источников света модульного светового устройства); сравнение обнаруженного света с заданным количеством света (например, для определения уменьшения/изменения света по сравнению с заданным количеством). В некоторых вариантах осуществления один или более датчиков света представляют собой датчики света, расположенные на части окна (например, расположенные на схемах, расположенных на части окна) модульного светового устройства.

[057] В некоторых вариантах осуществления тест дополнительно включает в себя сравнение обнаруженного света с заданным количеством света.

[058] В некоторых вариантах осуществления тест дополнительно включает в себя определение целостности (например, функциональной целостности, работоспособности, рабочего состояния) одного или более (например, каждого) из одного или более датчиков (например, путем сравнения друг с другом, путем сравнения с базовым уровнем или стандартом).

[059] В некоторых вариантах осуществления тест дополнительно включает в себя определение целостности (например, функциональной целостности, работоспособности, рабочего состояния) одного или более (например, каждого) источников света из одного или более массивов источников света (например, путем сравнения друг с другом, путем сравнения с базовым уровнем или стандартом).

[060] В некоторых вариантах осуществления модульные световые устройства выполнены с возможностью выполнения процесса калибровки, включающего в себя: передачу света от одного или более массивов источников света модульного светового устройства; обнаружение света, передаваемого массивом(-ами) источников света модульного светового устройства, с помощью одного или более датчиков света калибровочного устройства (например, радиометра), внешнего по отношению к модульному световому устройству, причем калибровочное устройство расположено внутри электронного устройства; сравнение обнаруженного света с заданным количеством света; и регулировку (например, регулировку интенсивности) одного или более источников света из массива(-ов) источников света. В некоторых вариантах осуществления регулировка (например, регулировка интенсивности) одного или более источников света из массива(-ов) источников света осуществляется посредством регулировки отдельных источников света. В некоторых вариантах осуществления регулировка (например, регулировка интенсивности) одного или более источников света из массива(-ов) источников света осуществляется посредством регулировки канала источников света. В некоторых вариантах осуществления регулировка (например, регулировка интенсивности) одного или более источников света из массива(-ов) источников света осуществляется посредством регулировки массива источников света.

[061] В другом аспекте настоящего изобретения способ обработки биологической жидкости включает: предоставление биологической жидкости; и облучение биологической жидкости одним или более модульными световыми устройствами по любому из вышеуказанных вариантов осуществления в течение времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости.

[062] В некоторых вариантах осуществления способ обработки биологической жидкости включает: предоставление биологической жидкости в смеси с соединением для инактивации патогена; и облучение биологической жидкости одним или более модульными световыми устройствами по любому из вышеуказанных вариантов осуществления в течение времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости.

Краткое описание чертежей

[063] На фиг. 1 представлено иллюстративное устройство обработки биологических жидкостей в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[064] На фиг. 2 представлен другой иллюстративный вид устройства, описанного со ссылкой на фиг. 1, для обработки биологических жидкостей в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[065] На фиг. 3 представлено другое иллюстративное устройство обработки биологических жидкостей в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[066] На фиг. 4 представлена иллюстративная технологическая схема системы обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[067] На фиг. 5 представлен вид в перспективе иллюстративной системы обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[068] На фиг. 6 представлен вид в перспективе иллюстративной системы обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[069] На фиг. 7 представлен вид в перспективе иллюстративной системы обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[070] На фиг. 8А-8В представлен вид в перспективе иллюстративной системы обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[071] На фиг. 9 представлена иллюстративная компоновка внутреннего аппаратного обеспечения системы обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[072] На фиг. 10 представлено иллюстративное модульное световое устройство для применения в системе обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[073] На фиг. 11 представлено иллюстративное модульное световое устройство для применения в системе обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[074] На фиг. 12 представлен вид сбоку иллюстративного модульного светового устройства для применения в системе обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[075] На фиг. 13 представлен вид снизу иллюстративного модульного светового устройства для применения в системе обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[076] На фиг. 14 представлены иллюстративные архитектуры управления температурным режимом для реализации модульного светового устройства для применения в системе обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[077] На фиг. 15А представлен другой вид иллюстративной компоновки внутреннего аппаратного обеспечения системы обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[078] На фиг. 15В представлен другой вид сбоку иллюстративного модульного светового устройства для применения в системе обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[079] На фиг. 16 представлен иллюстративный процесс тестирования модульного светового устройства в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[080] На фиг. 17А представлен иллюстративный процесс калибровки в

соответствии с примерами настоящего изобретения.

[081] На фиг. 17В представлен другой иллюстративный процесс калибровки в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[082] На фиг. 18 представлена схема иллюстративной системы облучения для обработки биологических жидкостей в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[083] На фиг. 19 представлена другая схема иллюстративной системы облучения для обработки биологических жидкостей в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[084] На фиг. 20 представлена другая схема иллюстративной системы обработки биологических жидкостей в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[085] На фиг. 21 представлена иллюстративная реализация предметно-ориентированного протокола связи в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[086] На фиг. 22 представлен иллюстративный способ работы иллюстративной системы обработки биологических жидкостей в соответствии с примерами настоящего изобретения.

[087] На фиг. 23 представлен пример вычислительного устройства в соответствии с примерами настоящего изобретения.

Подробное описание изобретения

[088] В нижеследующем описании приведены иллюстративные способы, параметры и т. п. Однако следует понимать, что такое описание не предназначено для ограничения объема настоящего изобретения, а вместо этого представлено в качестве описания иллюстративных вариантов осуществления.

[089] В нижеследующем описании настоящего изобретения и его вариантов осуществления делается ссылка на прилагаемые графические материалы, в которых в качестве иллюстрации показаны конкретные варианты осуществления, которые могут быть реализованы. Следует понимать, что могут быть реализованы другие варианты осуществления и примеры, и могут быть внесены изменения без отступления от объема изобретения.

[090] Кроме того, также следует понимать, что формы единственного числа, применяемые в нижеследующем описании, предназначены для включения также форм множественного числа, если контекст явно не указывает иное. Также следует понимать, что в контексте настоящего документа термин «и/или» относится к любым и всем возможным комбинациям одного или более связанных перечисленных элементов и охватывает их. Кроме того, следует понимать, что термины «включает», «включающий», «содержит» и/или «содержащий», если они применяются в настоящем документе, определяют наличие заявленных признаков, целых чисел, этапов, операций, элементов, компонентов и/или единиц, но не исключают наличие или добавление одного или более других признаков, целых чисел, этапов, операций, элементов, компонентов, единиц и/или их групп.

[091] Некоторые части последующего подробного описания представлены в виде алгоритмов и символических представлений операций с битами данных в памяти компьютера. Эти алгоритмические описания и представления являются средствами, применяемыми специалистами в области обработки данных для наиболее эффективной передачи сути своей работы другим специалистам в данной области техники. Алгоритм в контексте настоящего документа и в целом понимается как логичная последовательность этапов (команд), ведущих к желаемому результату. Эти этапы требуют физических манипуляций с физическими величинами. Обычно, хотя и не обязательно, эти величины принимают форму электрических, магнитных или оптических сигналов, которые можно хранить, передавать, комбинировать, сравнивать или которыми можно иным образом манипулировать. Иногда удобно, в основном по причинам общего применения, называть эти сигналы битами, значениями, элементами, знаками, символами, терминами, числами и т. п. Кроме того, иногда также удобно называть определенные схемы этапов, требующих физических манипуляций с физическими величинами, модулями или кодовыми устройствами без потери общности.

[092] Однако все эти и подобные термины должны быть связаны с соответствующими физическими величинами и являются просто удобными обозначениями, применяемыми к этим величинам. Если специально не указано иное, как следует из последующего описания, следует понимать, что в описании все пояснения с применением таких терминов, как «обработка», «вычисление», «определение», «отображение» и т. п., относятся к действию и процессам компьютерной системы или аналогичного электронного вычислительного устройства, которое обрабатывает и преобразует данные, представленные в виде физических (электронных) величин в памяти или регистрах компьютерной системы или других подобных устройствах хранения, передачи или отображения информации.

[093] Некоторые аспекты настоящего изобретения могут включать этапы процесса и команды, описанные в настоящем документе в форме алгоритма. Следует отметить, что этапы процесса и команды по настоящему изобретению могут быть осуществлены в программном обеспечении, программно-аппаратном обеспечении или аппаратном обеспечении, и, когда они осуществлены в программном обеспечении, они могут быть загружены для размещения на различных платформах, применяемых различными операционными системами, и работы с них.

[094] На фиг. 1 представлена иллюстративная система 100 обработки биологических жидкостей. В контексте настоящего документа термин «биологическая жидкость» относится к любой жидкости, которая находится в организме или получена из него (*например*, человека, животного, растения, микроорганизма) или которая содержит один или более компонентов (*например*, биологических препаратов), обнаруженных в организме, выделенных или полученных из него, включая их синтетические версии (*например*, включая варианты). Биологические жидкости могут включать, помимо прочего, кровь и продукты крови, вакцины, клетки (*например*, первичные клетки,

клеточные линии, клеточные культуры), природные и рекомбинантные пептиды или белки (*например*, терапевтические средства, антитела), бактериальные культуры, вирусные суспензии и т. п. В контексте настоящего документа термин «продукт крови» относится к крови (*например*, цельной крови) или компоненту или производному крови, такому как, например, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, плазма или их компоненты (например, факторы свертывания крови, альбумин, фибриноген), криопреципитат и криосупернатантная (например, криообедненная) плазма или комбинациям одного или более таких компонентов, выделенных из крови. В еще одном примере биологическая жидкость может дополнительно содержать небιологическую жидкость, такую как, например, физиологический раствор (*например*, раствор разбавителя), включая, помимо прочего, физиологический раствор, буферный раствор, питательный раствор, добавочный раствор для хранения тромбоцитов (PAS) и/или раствор антикоагулянта. В еще одном примере, когда биологическая жидкость находится (например, биологическая жидкость находится в контейнере, таком как мешок для обработки, расположенный или переносимый на платформе) в камере (не показана) системы обработки биологической жидкости, биологическая жидкость облучается светом (например, видимым светом, ультрафиолетовым излучением), имеющим определенный спектральный профиль с определенной интенсивностью в течение заданного периода времени.

[095] Система 100 включает в себя выключатель 110 питания, дисплей 120, сканер 130, платформу 140 и платформу 150. Хотя система 100 на фиг. 1 включает описанные элементы, примеры системы 100 могут включать различные комбинации описанных элементов или дополнительных элементов без отступления от объема настоящего изобретения. В некоторых примерах система 100 может подключаться через проводное или беспроводное соединение к вычислительному устройству (например, компьютеру, мобильному устройству) (не показано).

[096] В некоторых примерах в ответ на входной сигнал выключателя 110 питания в систему 100 предоставляется питание. Например, выключатель 110 питания может представлять собой механическую кнопку. Когда система 100 выключена, в ответ на нажатие выключателя 110 питания в систему 100 предоставляется питание (например, система 100 включается). Когда система 100 включена, в ответ на нажатие выключателя 110 питания предоставление питания в систему 100 прекращается (например, система 100 выключается). В некоторых примерах во время обработки система 100 остается включенной и не выключается в ответ на нажатие выключателя питания.

[097] В качестве другого примера, выключатель 110 питания может представлять собой емкостный выключатель, который можно активировать с помощью сенсорного ввода (например, путем помещения пальца пользователя на выключатель питания). В качестве еще одного примера, выключатель питания может представлять собой кнопку с двумя или более состояниями. Выключатель питания может находиться в состоянии «выключено», когда выключатель питания находится в первом положении (например, не нажат, переведен в первую сторону). Выключатель питания может находиться в

состоянии «включено», когда выключатель питания находится во втором положении (например, нажат, переведен во вторую сторону).

[098] В некоторых примерах дисплей 120 представляет собой сенсорный экран. Например, дисплей 120 может представлять собой емкостный сенсорный экран или резистивный сенсорный экран. В некоторых примерах дисплей 120 выполнен с возможностью отображения графического пользовательского интерфейса (GUI) для управления системой 100. В некоторых вариантах осуществления дисплей 120 выполнен с возможностью приема ввода от сканера 130. В еще одном примере дисплей 120 выполнен с возможностью приема ввода в GUI. Например, объект GUI из множества объектов GUI, отображаемых в GUI, может быть выбран путем предоставления ручного ввода пользователя (например, касания или наведения) на сенсорном экране. В ответ на прием ввода система 100 может выполнить операцию, связанную с выбранным объектом GUI. Например, объект GUI может быть связан с инициированием обработки биологической жидкости, и в ответ на прием ввода, выбирающего объект GUI, система 100 иницирует процесс обработки биологической жидкости. В еще одном примере дисплей 120 выполнен с возможностью отображения команд пользователю-оператору (например, команд оператору) в GUI. В некоторых вариантах осуществления дисплей 120 выполнен с возможностью отображения ввода от сканера 130 для пользователя-оператора. В некоторых вариантах осуществления дисплей 120 выполнен с возможностью отображения ввода от звука, который обнаружен с помощью аудиовхода (например, одного или более микрофонов) и обработан (например, путем преобразования речи в текст) с помощью одного или более процессоров в визуальную форму (например, текст команды, код команды) на дисплее 120, которую пользователь может распознать как команду ввода, такого как, например, голосовая команда пользователя, которая обнаруживается одного или более микрофонов (например, расположенных в любой конфигурации внутри, снаружи наружного корпуса системы 100 и/или являющихся его частью) и преобразуется с помощью одного или более процессоров в текст команды на дисплее 120, который пользователь может распознать как команду ввода. В некоторых вариантах осуществления дисплей 120 выполнен с возможностью отображения ввода от визуального движения пользователя (например, движения руки или жеста, проведения объектом), которое обнаруживается с помощью датчика движения (например, одной или более камер) и обрабатывается (например, путем преобразования движения в текст, преобразования движения в графику) с помощью одного или более процессоров в визуальную форму (текст команды, код команды, значок команды, графическое изображение команды) на дисплее 120, которую пользователь может распознать как команду ввода, такого как, например, жест рукой пользователя (например, проведение рукой), который обнаруживается с помощью одной или более камер (например, расположенных в любой конфигурации внутри, снаружи наружного корпуса системы 100 и/или являющихся его частью) и преобразуется с помощью одного или более процессоров в визуальный текст команды или визуальную графику на дисплее 120, которую

пользователь может распознать как команду ввода. Хотя на фиг. 1 показан один дисплей 120, в некоторых примерах система 100 может включать в себя более одного дисплея.

[099] При применении сенсорного экрана в качестве компонента ввода и/или ввода от сканера 130 пользовательский интерфейс системы 100 может быть упрощен. Например, применение сенсорного экрана может уменьшить потребность в физических кнопках, соответствующих функциям, которые можно аналогичным образом выполнять с помощью сенсорного экрана. Обработка биологической жидкости с помощью системы 100 может быть более эффективной при применении упрощенного пользовательского интерфейса.

[0100] Хотя выключатель 110 питания и дисплей 120 описаны как элементы системы 100, которые могут быть выполнены с возможностью приема пользовательского ввода, другие элементы или средства ввода могут быть включены в систему 100 без отступления от объема настоящего изобретения. Например, система 100 может включать в себя навигационные клавиши ввода, сенсорную панель или колесо прокрутки, выполненные с возможностью навигации по GUI, отображаемому на дисплее 120. В некоторых вариантах осуществления система 100 выполнена с возможностью приема ввода пользователя от звука, который обнаружен с помощью аудиовхода (например, одного или более микрофонов) и обработан (например, путем преобразования речи в текст) с помощью одного или более процессоров в языковую форму (например, текст команды, код команды), которую система 100 может распознать как команду ввода, такого как, например, голосовая команда пользователя, которая обнаруживается одного или более микрофонов (например, расположенных в любой конфигурации внутри, снаружи наружного корпуса системы 100 и/или являющихся его частью) и преобразуется в текст команды с помощью одного или более процессоров, который система 100 может распознать как команду ввода. В некоторых вариантах осуществления система 100 выполнена с возможностью приема ввода от визуального движения пользователя (например, движения руки или жеста, проведения объектом), которое обнаруживается с помощью датчика движения (например, одной или более камер) и обрабатывается (например, путем преобразования движения в текст) с помощью одного или более процессоров в языковую форму (текст команды, код команды), такого как, например, жест рукой пользователя (например, проведение рукой), который обнаруживается с помощью одной или более камер (например, расположенных в любой конфигурации внутри, снаружи наружного корпуса системы 100 и/или являющихся его частью) и преобразуется в текст команды с помощью одного или более процессоров, который система 100 может распознать как команду ввода. Альтернативно или дополнительно система 100 может быть выполнена с возможностью приема ввода, отличного от ввода пользователя, такого как, например, от одного или более датчиков, реализованных для системы 100. Неограничивающие примеры различных датчиков, которые могут быть реализованы (например, в камере обработки с компонентом источника света), включают один или более датчиков света, выполненных с возможностью измерения интенсивности света в различных частях камеры для обработки и/или интенсивности света, падающего на

различные части одной или более биологических жидкостей; один или более датчиков расхода воздуха; один или более тепловых датчиков для измерения температуры камеры обработки и/или температуры одной или более биологических жидкостей; один или более датчиков для обнаружения наличия и/или типа одной или более биологических жидкостей (например, датчики давления, оптические световозвращающие датчики, оптические пропускающие датчики, считыватели этикеток, сканеры, сканеры штрих-кодов, датчики RFID и т.д.); один или более датчиков для обнаружения свойства (например, пропускаемости) биологической жидкости (например, оптические датчики, спектроскопические датчики); один или более датчиков для обнаружения фотохимического соединения в биологической жидкости (например, флуоресцентная спектрометрия); и один или более датчиков (например, ультразвуковых датчиков), расположенных так, чтобы определять глубину части (например, различных частей) одной или более биологических жидкостей.

[0101] В некоторых вариантах осуществления система 100 может быть выполнена с возможностью приема ввода от одного или более сканеров, реализованных для системы 100. В некоторых примерах сканер 130 выполнен с возможностью получения информации, относящейся к биологическим жидкостям. В некоторых примерах сканер 130 может быть выполнен с возможностью получения идентифицирующей информации, относящейся к биологическим жидкостям, подлежащим обработке. Например, биологическая жидкость может храниться в контейнере (например, гемосовместимом мешке, мешке для обработки) (не показан), а контейнер или другие контейнеры в сборке из нескольких контейнеров (например, одноразовом наборе для обработки жидкости) могут включать метку или этикетку, или обозначенную область, содержащую идентифицирующую информацию в некоторой форме, такой как видимая форма (например, штрих-код, QR-код и т.д.) и/или передаваемая форма (например, электронный идентификатор, метка радиочастотной идентификации (RFID)). В некоторых примерах идентифицирующая информация может представлять информацию о продукте биологической жидкости, такую как биологические или другие параметры (например, идентификатор донации, код продукта, код набора, номер партии, тип биологической жидкости, объем биологической жидкости, содержание биологической жидкости, например, число тромбоцитов), а также параметры обработки. В некоторых примерах биологические или другие параметры, необязательно в сочетании с вводом от одного или более датчиков и/или вводами пользователя, могут определять параметр обработки. В некоторых случаях можно получить несколько наборов идентифицирующей информации. Например, несколько наборов идентифицирующей информации могут быть расположены на одном или более соответствующих контейнерах, связанных с биологической жидкостью (например, содержащих биологическую жидкость или являющихся частью сборки из нескольких контейнеров, содержащей биологическую жидкость), причем наборы идентифицирующей информации могут быть получены от соответствующих контейнеров с помощью сканера 130. В некоторых примерах сканер может представлять

собой мультисканер (например, камеру с функцией мультисканирования, камеру в сочетании со схемой (например, аппаратным и/или программным обеспечением) с функцией мультисканирующей обработки, ручной сканер с функцией мультисканирования, ручной сканер в сочетании со схемой (например, аппаратным и/или программным обеспечением) с функцией мультисканирующей обработки, считыватель этикеток с функцией мультисканирования, считыватель этикеток в сочетании со схемой (например, аппаратным и/или программным обеспечением) с функцией мультисканирования), выполненный с возможностью последовательного или по существу одновременного захвата (например, получения) нескольких наборов идентифицирующей информации (например, нескольких штрих-кодов, нескольких QR-кодов, нескольких меток, оптическое распознавание символов (OCR) различных строк или компоновок буквенно-цифрового текста и/или символов, распознавание изображений и т.д.), расположенных на одном или более контейнерах, например, для захвата нескольких наборов идентифицирующей информации в «пакетном» режиме (например, в ответ на одиночный ввод пользователя или одиночный ввод устройства, который командует, запускает или иным образом инициирует операцию мультисканирования, которая получает несколько наборов идентифицирующей информации). Одна операция мультисканирования может захватывать последовательно или по существу одновременно (например, одновременно) несколько наборов идентифицирующей информации (например, за одну операцию камера может захватывать одно или более изображений одной или более этикеток, на которых указаны несколько параметров биологического продукта, например, идентификатор донации, код продукта, код набора, номер партии, тип биологической жидкости, объем биологической жидкости, содержание биологической жидкости; за одну операцию мультисканер может выполнить одно или более сканирований одной или более этикеток, на которых указаны несколько приведенных выше параметров). В некоторых вариантах осуществления мультисканер или система 100 выполнены с возможностью распознавания (и/или преобразования в другую форму, распознаваемую мультисканером или системой 100) захваченных нескольких наборов идентифицирующей информации (например, распознавание (и/или дешифрование) штрих-кодов, QR-кодов, буквенно-цифрового текста и/или символов, изображений), полученных в ходе операции мультисканирования. После захвата нескольких наборов идентифицирующей информации (например, в захваченном изображении(-ях), выполненном сканировании(-ях)) мультисканер может отправлять или передавать их (например, через проводное или беспроводное соединение) в систему 100 в распознанной (и/или преобразованной) форме (например, в языковой форме, которую система 100 уже может распознать, например, как данные параметров) или в нераспознанной форме (например, захваченное изображение(-я), выполненное сканирование(-я)). В нераспознанной форме система 100 может преобразовать захваченные несколько наборов идентифицирующей информации в распознанную форму. Система 100 может назначать несколько наборов идентифицирующей информации соответствующим полям (например,

автоматически заполняемым информационным полям) GUI дисплея 120 при отображении GUI для камеры обработки, связанной с биологической жидкостью, подлежащей обработке. Таким образом, операция мультисканирования может обеспечить ввод всех или большинства данных параметров биологической жидкости в несколько конкретных полей данных с помощью метода автоматического заполнения, который может быть удобным, эффективным и экономящим время. Например, при операции мультисканирования пользователю не нужно выполнять несколько сканирований в каком-либо конкретном порядке для захвата нескольких наборов идентифицирующей информации, которые могут быть представлены в определенном порядке (например, нет необходимости выполнять сканирование каждой этикетки на контейнере в визуальном порядке определенных полей данных, представленных пользователю в GUI).

[0102] В некоторых примерах идентифицирующая информация может попадать в поле обзора сканера 130, причем сканер 130 может получать идентифицирующую информацию, когда эта информация находится в поле обзора. Например, пользователь может держать контейнер для обработки биологической жидкости (например, мешок) со штрих-кодом, обращенным к сканеру 130, причем сканер 130 может захватывать изображение, сканировать или считывать штрих-код; на основании полученного штрих-кода система 100 может определить информацию о продукте биологической жидкости. В некоторых примерах идентифицирующая информация может попадать в диапазон обнаружения сканера 130, причем сканер 130 может получать идентифицирующую информацию, когда информация находится в диапазоне обнаружения. Например, пользователь может держать мешок для обработки биологической жидкости с меткой RFID рядом со сканером 130, причем сканер 130 может обнаруживать метку RFID; на основе информации, полученной от обнаруженной метки RFID, система 100 может определить информацию о продукте биологической жидкости.

[0103] Хотя сканер 130 показан расположенным снаружи системы 100 на фиг. 1, сканер 130 может быть расположен в разных местах системы 100. В еще одном примере сканер 130 расположен внутри системы 100. Например, сканер 130 может быть расположен в верхней части камеры обработки системы 100. Сканер 130 может получать информацию, относящуюся к биологической жидкости, после того, как биологическая жидкость будет помещена на платформу и/или в камеру.

[0104] В некоторых примерах сканер 130 может быть включен в устройство, соединенное с системой 100. Например, сканер 130 может быть включен в портативный сканер (например, сканер штрих-кода, сканер QR-кода), соединенный с системой 100. В некоторых примерах сканер 130 подключается к системе 100 через проводное соединение. В некоторых примерах сканер 130 подключается к системе 100 через беспроводное соединение.

[0105] Хотя на фиг. 1 показан один сканер 130, система 100 может включать в себя более одного сканера 130. Например, система 100 может включать в себя множество камер обработки, причем каждая камера обработки может иметь соответствующий сканер

(например, внутренний сканер). В качестве другого примера, система 100 может включать в себя множество платформ, причем каждая платформа может иметь соответствующий сканер (например, внешний сканер), расположенный рядом или в отверстии для соответствующей платформы. При перемещении платформы через отверстие контейнера (например, мешок для обработки), содержащий биологическую жидкость, может пересекать поле обзора соответствующего сканера, причем информация, связанная с биологической жидкостью, в видимой форме на контейнере или соответствующем контейнере в сборке из нескольких контейнеров может быть получена с помощью соответствующего сканера. В качестве другого примера, система 100 может включать в себя как первый сканер, встроенный в систему (например, расположенный снаружи системы 100, расположенный в камере обработки системы 100), так и второй сканер, соединенный с системами 100 (например, ручной сканер).

[0106] В некоторых примерах платформа 140 (например, выдвижной ящик, лоток, лунка, пластина, столик) выполнена с возможностью переноса биологической жидкости (например, контейнера, содержащего биологическую жидкость) во время обработки. В некоторых примерах платформа является перемещаемой (например, перемещаемой с возможностью скольжения, выполнена с возможностью перемещения из внутренней части камеры обработки наружу) между внутренней и наружной частью камеры обработки (например, частично из камеры обработки). В некоторых примерах платформа дополнительно содержит первую панель 180, перемещаемую между закрытым положением и открытым положением, причем первая панель 180 закрывает первое отверстие в первую камеру обработки в закрытом положении, причем первая панель 180 открывает первое отверстие в первую камеру обработки в открытом положении. В некоторых вариантах осуществления первая панель прикреплена к платформе 140, встроена в нее или сформирована вместе с ней (например, в выдвижной конфигурации). В некоторых примерах первая панель 180 представляет собой конструкцию, отдельную от платформы 140 (например, отдельную дверцу на петлях, которая закрывает и открывает первое отверстие в первую камеру обработки), причем платформа 140 может входить в первую камеру обработки и выходить из нее отдельно от первой панели 180.

[0107] В некоторых примерах платформа и/или первая панель могут быть заблокированы, чтобы оставаться в закрытом положении во время обработки. Система 100 может предотвратить преждевременный доступ пользователя к содержимому платформы 140 (например, доступ к камере обработки) во время обработки путем блокировки первой панели, чтобы она оставалась в закрытом положении. В еще одном примере первая панель может быть заблокирована с помощью штифта (например, соленоида и штифта) или механизма магнитного замка. Система 100 может предоставлять пользователю доступ путем разблокировки первой панели к содержимому платформы 140 до и после обработки (например, для загрузки биологической жидкости на платформу 140, для выгрузки биологической жидкости с платформы 140) или после ввода (например, ввода в GUI, ввода для открытия защелки, ввода для кнопочного переключателя).

[0108] Как показано на фиг. 1, конструкция платформы 150 симметрично отражает конструкцию платформы 140 относительно вертикальной оси. В еще одном примере платформа 150 по существу аналогична платформе 140 по размеру, форме или ориентации. Как показано, платформы 140 и 150 расположены горизонтально, так что первая биологическая жидкость и вторая биологическая жидкость при размещении на первой платформе и на второй платформе соответственно находятся в одной плоскости. Поскольку первая панель 180 может быть связана с платформой 140, как описано выше, вторая панель 190 может быть связана с платформой 150.

[0109] Хотя две платформы показаны на фиг. 1 как часть системы 100, система 100 может включать в себя одну платформу или более двух платформ, которые по существу аналогичны платформе 140 или платформе 150, без отступления от объема настоящего изобретения. В общем, число проиллюстрированных платформ и камер обработки, связанных с системами 100-300, является иллюстративным; варианты осуществления систем 100-300 могут включать различное число и комбинации платформ, камер обработки и связанных с ними элементов (например, сканеров, световых массивов, отделений), без отступления от объема настоящего изобретения. Например, в одном или более примерах система может включать в себя только одну камеру только с одной платформой. В одном или более примерах система может включать в себя только одну камеру с двумя или более платформами. В некоторых вариантах осуществления система может включать в себя две камеры, каждая из которых имеет только одну платформу. В некоторых вариантах осуществления система может включать в себя две камеры, каждая из которых имеет две или более платформ.

[0110] В некоторых примерах платформа содержит первое отделение и второе отделение, отдельное от первого отделения. В некоторых примерах первое отделение выполнено с возможностью удержания (например, переноса) контейнера (например, контейнера в сборке из нескольких контейнеров), содержащего биологическую жидкость в положении для облучения. В некоторых примерах второе отделение выполнено с возможностью удержания контейнера (например, контейнера в сборке из нескольких контейнеров), не содержащего биологической жидкости, в положении, не предназначенном для облучения. В некоторых примерах платформа выполнена с возможностью отдельного переноса по меньшей мере первого контейнера с первой биологической жидкостью и второго контейнера со второй биологической жидкостью. В некоторых примерах платформа является прозрачной (например, изготовлена из материала, выбранного для пропускания света с выбранной длиной волны, является по существу прозрачной, прозрачной на более 95%, прозрачной на более 90%, прозрачной на более 80%, прозрачной на более 80%, прозрачной на более 70%, прозрачной на более 60%, прозрачной на более 50%) для света с длиной волны в пределах 100 нм (например, 75 нм, 50 нм, 40 нм, 30 нм, 20 нм) от пиковой длины волны света, применяемого для облучения. В некоторых примерах платформа является прозрачной (например, по существу прозрачной, прозрачной на более 95%, прозрачной на более 90%, прозрачной на более

80%, прозрачной на более 80%, прозрачной на более 70%, прозрачной на более 60%, прозрачной на более 50%) для ультрафиолетового излучения (например, УФ-А, УФ-В и/или УФ-С).

[0111] На фиг. 2 представлена иллюстративная система 200 обработки биологических жидкостей. В еще одном примере система 200 по существу аналогична системе 100, показанной на фиг. 1. Выключатель 210 питания может соответствовать выключателю 110 питания. Дисплей 220 может соответствовать дисплею 120. Платформы 240 и 250 могут соответственно соответствовать платформам 140 и 150. Панели 280 и 290 могут соответственно соответствовать панелям 180 и 190.

[0112] В некоторых примерах система 200 включает в себя внешний сканер 230. Как показано, внешний сканер 230 расположен снаружи корпуса, в котором размещены другие элементы, и может быть функционально соединен с процессором системы 200. В некоторых примерах внешний сканер 230 представляет собой ручной сканер. Хотя внешний сканер 230 показан с беспроводным соединением на фиг. 2, внешний сканер 230 может быть функционально соединен с помощью проводного соединения.

[0113] Как показано на фиг. 2, платформы 240 и 250 в выдвинутых конфигурациях находятся в открытом положении, в отличие от платформ 140 и 150, находящихся в закрытом положении на фиг. 1. Хотя на ФИГ. 2 обе платформы 240 и 250 в выдвинутых конфигурациях показаны открытыми, одна платформа в выдвинутой конфигурации также может одновременно открываться (например, когда другая остается закрытой).

[0114] В некоторых вариантах осуществления первая панель 280 и вторая панель 290, связанные с платформами 240 и 250, не имеют ручек. В некоторых вариантах осуществления в закрытом положении панель можно открыть, приложив усилие, противоположное направлению открывания (например, надавив на наружную часть панели, чтобы задействовать нажимную защелку, которая освобождает панель для открывания). В некоторых вариантах осуществления в закрытом положении панель можно открыть с помощью механических компонентов (например, двигателей, сервоприводов) для приведения в действие панели (например, в виде дверцы на петлях, как части платформы в выдвинутой конфигурации). В некоторых вариантах осуществления система может обеспечивать пользователю доступ к содержимому платформы путем открытия панели (например, с помощью пружинного механизма), что позволяет пользователю дополнительно выдвигать платформу вручную. Например, при определении того, что процедура обработки начинается или завершена, система может механически открывать одну или более панелей, соответствующих обработке, для загрузки или выгрузки одного или более контейнеров с биологической жидкостью (например, мешков для обработки).

[0115] В некоторых примерах платформы включают в себя отделение 260, по существу аналогичное отделениям, описанным в настоящем документе. Хотя фиг. 2 показана платформа с одним видимым отделением (например, для платформы в выдвинутой конфигурации в открытом положении), каждая из платформ в системе 200

может включать в себя любое число отделений без отступления от объема настоящей заявки.

[0116] На фиг. 3 представлена иллюстративная система 300 обработки биологических жидкостей. В некоторых примерах система 300 по существу аналогична системе 100 с той разницей, что камеры обработки и платформы расположены вертикально. Выключатель 310 питания может соответствовать выключателю 110 питания. Дисплей 320 может соответствовать дисплею 120. Сканер 330 может соответствовать сканеру 130. В отличие от системы 100, в которой платформы 140 и 150 расположены горизонтально, платформы 340 и 350 расположены вертикально, так что первая биологическая жидкость и вторая биологическая жидкость при размещении на первой платформе и на второй платформе соответственно находятся в параллельных плоскостях. Также в отличие от системы 300, в которой панели 180 и 190 расположены горизонтально, панели 380 и 390 расположены вертикально.

[0117] Примеры на фиг. 1-3 предназначены для предоставления иллюстративного контекста для системных архитектур, подробно описанных ниже, и никоим образом не предназначены для их ограничения. Представленные в настоящем документе системные архитектуры могут применяться в различных устройствах обработки биологических жидкостей, не описанных выше со ссылкой на фиг. 1-3.

[0118] На фиг. 4 представлена иллюстративная технологическая схема системы обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения. Схема 400 на фиг. 4 показывает различные компоненты системы обработки биологической жидкости и показывает, какую функцию выполняет каждый компонент в отношении процесса обработки. В примере на фиг. 4 схема может включать в себя множество процессов 402, 404, 406, 408 и 410, которые могут совместно работать друг с другом для обработки биологической жидкости. В одном или более примерах устройство и система обработки образца биологической жидкости могут включать в себя процесс 402 обнаружения света, который выполнен с возможностью контроля количества света (например, УФ-излучения), воздействующего на конкретную биологическую жидкость. В одном или более примерах в процессе 402 обнаружения света может применяться (например, осуществляться взаимодействие) один или более датчиков 412 света (например, фотодиодов). Датчики 412 света могут быть выполнены с возможностью преобразования света в электрический ток. В одном или более примерах электрический ток, создаваемый датчиком 412 света, может быть пропорционален количеству света, принятому датчиком света. В процессе 402 обнаружения света также может осуществляться взаимодействие с одним или более источниками 414 света (например, источниками УФ-излучения). В одном примере процесс 402 обнаружения света может включать применение одного или более датчиков 412 света для обнаружения света, генерируемого одним или более источниками 414 света (например, источниками УФ-излучения). В одном или более примерах ток, генерируемый датчиками 412 света на основе света, генерируемого источниками 414 света (например, источниками УФ-

излучения), может передаваться в контроллер 416 для обеспечения контроллером 416 получения обрабатываемой биологической жидкостью соответствующего количества света, необходимого для обработки биологической жидкости.

[0119] В одном или более примерах устройство и система обработки биологической жидкости могут включать в себя процесс 404 облучения, который выполнен с возможностью генерирования света (например, УФ-излучения), воздействующего на конкретную биологическую жидкость. Процесс 404 облучения может включать в себя генерирование света (например, УФ-излучения) (как описано выше) с помощью одного или более источников 414 света (например, источников УФ-излучения) для обработки биологической жидкости. Как показано на схеме 400, процесс 404 облучения может воздействовать как на биологическую жидкость, такую как, например, компонент 428 крови (например, тромбоциты/плазма), так и на фотоактивное соединение 430 для инактивации патогена, такое как псорален (например, амотосален) в биологической жидкости (например, в смеси с ней).

[0120] В одном или более примерах устройство может включать в себя процесс 406 перемешивания. Процесс 406 перемешивания может быть выполнен с возможностью перемешивания содержимого контейнера для обработки (например, во время обработки биологической жидкости облучением) для распределения (например, равномерного распределения) биологической жидкости и/или соединения для инактивации патогена в биологической жидкости (например, в смеси с ней). Перемешивание может облегчить обработку, например, обеспечивая смешивание соединения (например, фотохимического соединения, соединения для инактивации патогена) с биологической жидкостью или поддерживая компонент (например, тромбоциты, клетки) биологической жидкости во взвешенном состоянии. В одном или более примерах процесс 406 перемешивания может включать в себя перемешивание биологической жидкости (например, биологической жидкости с фотоактивным соединением 430 для инактивации патогена) с помощью механической мешалки 418. В одном или более примерах контроллер 416 может управлять мешалкой 418 для выполнения процесса 406 перемешивания. В одном или более примерах один или более двигателей или сервоприводов (например, установленных на платформе) могут быть выполнены в виде механической мешалки 418. Один или более двигателей или сервоприводов могут быть физически соединены с платформой или ее частью и могут перемещать платформу или ее часть (например, соответствующий лоток) вперед и назад (например, вдоль реек или направляющих) для перемешивания биологической жидкости, переносимой на платформе (например, биологической жидкости в контейнере). Один или более двигателей или сервоприводов могут быть частью любой подходящей конструкции перемешивания (например, конструкции с ходовым винтом, в которой один или более двигателей или сервоприводов перемещают ходовой винт, прикрепленный к платформе или ее части; конструкции с ременным приводом, в которой один или более двигателей или сервоприводов приводят в движение один или более ремней, которые вращают одно или более зубчатых колес (например,

шестерен с зубьями), которые входят в зацепление и перемещают одну или более направляющих, прикрепленных к платформе или ее части) и могут работать на основе сигналов управления, передаваемых по электропроводке, которая электрически соединена со схемой управления. В одном или более примерах система может быть выполнена с возможностью управления (например, регулируемого управления) одним или более аспектами движения перемешивания, такими как смещение (т. е. длина хода возвратно-поступательного движения (например, линейного, в прямом и обратном направлении и т.д.) при перемешивании), скорость, ускорение и замедление. В некоторых вариантах осуществления скорость перемешивания может регулироваться (например, регулироваться таким образом, чтобы обеспечивать разные скорости между различными обработками; регулироваться таким образом, чтобы обеспечивать разные скорости во время одной обработки; регулироваться на основе заданного плана скорости; динамически регулироваться в реальном времени на основе ввода пользователя). Такая схема управления может управлять мешалкой (например, одним или более двигателями или сервоприводами) на основе программы управления, реализованной в виде программного и/или аппаратного обеспечения схемы управления.

[0121] В одном или более примерах устройство может включать в себя процесс 408 переноса. В одном или более примерах процесс 408 переноса может включать операции, необходимые для переноса биологической жидкости в камеру обработки и из нее. Например, процесс 408 переноса может включать в себя открытие, закрытие и блокировку или разблокировку одной или более дверей камеры 420 облучения в зависимости от того, в какой части процесса обработки в настоящее время задействовано устройство. В одном или более примерах контроллер 416 может управлять камерой 420 облучения для выполнения процесса 408 переноса.

[0122] В одном или более примерах устройство может включать в себя процесс 410 управления температурой. В одном или более примерах процесс 410 управления температурой может включать в себя работу одного или более аппаратных компонентов (например, датчика 422 расхода воздуха и/или температуры, теплообменника 424, вентилятора 426), которые в совокупности выполнены с возможностью поддержания устройства (например, обрабатываемой биологической жидкости) в определенном диапазоне температур. В одном или более примерах процесс 410 управления температурой может быть выполнен с возможностью управления одним или более вентиляторами 426, которые могут воздействовать на наружный воздух 432 (например, в сочетании с теплообменником 424) для охлаждения устройства в случае, если внутренняя температура устройства превышает заданный температурный порог (например, как определено датчиком температуры 422 (например, термистором)). В одном или более примерах контроллер 416 может управлять одним или более вентиляторами 426 для выполнения процесса 410 управления температурой.

[0123] На фиг. 5 представлен вид в перспективе иллюстративной системы 500 обработки биологической жидкости. В некоторых вариантах осуществления система 500

по существу аналогична системе 100, показанной фиг. 1. Иллюстративная система 500 обработки биологических жидкостей включает в себя первую камеру 502 обработки и вторую камеру 504 обработки для приема одной или более биологических жидкостей 510 и массив источников 506 света, расположенных для облучения одной или более биологических жидкостей 510. В некоторых вариантах реализации массив источников 506 света может содержать единственные источники света в камере 502 и 504, расположенные для облучения одной или более биологических жидкостей 510. В других вариантах осуществления, описанных ниже со ссылкой на фиг. 6, несколько массивов источников света могут применяться для облучения одной или более биологических жидкостей, расположенных в различных вариантах осуществления камеры 502 и 504. В контексте настоящего документа «массив источников света» означает один или более источников света, расположенных на любой двух- или трехмерной поверхности (например, на смежной поверхности, несмежной поверхности).

[0124] Один или более каналов источников света могут быть включены в массив источников света по настоящему изобретению. В некоторых вариантах осуществления один или более каналов 508 источников света включены в массив источников 506 света. Хотя конкретные источники света проиллюстрированы как относящиеся к конкретному каналу источников света, следует понимать, что различные комбинации источников света могут образовывать разные каналы источников света. Каждый канал 508 источников света может представлять собой набор из одного или более источников света, имеющих одинаковую или по существу одинаковую длину волны (например, пиковую длину волны, максимальную пиковую длину волны). В иллюстративном наборе один источник света может иметь пиковую длину волны. В другом иллюстративном наборе два источника света могут иметь одинаковую пиковую длину волны по отношению друг к другу. В еще одном иллюстративном наборе каждый из множества источников света может иметь пиковые длины волн, отличные друг от друга. В дополнительном иллюстративном наборе первое подмножество из одного или более источников света может иметь одну пиковую длину волны, а второе подмножество из одного или более источников света может иметь другую пиковую длину волны. В канале источников света, имеющем множество источников света, все источники света могут иметь соответствующие пиковые длины волн (например, максимальные пиковые длины волн), все из которых находятся в пределах диапазона длин волн (например, диапазона 1-20 нм, 1-10 нм; например, 1 нм, 2 нм, 3 нм, 4 нм, 5 нм или более, больше и/или меньше определенной длины волны) для канала источников света. Например, в некоторых вариантах осуществления в канале источников света, имеющем множество источников света, все источники света могут иметь пиковые длины волн в пределах диапазона, указанного в настоящем изобретении, например, от около 315 нм до около 350 нм (например, от около 315 нм до около 335 нм, от около 330 нм до около 350 нм, от около 340 нм до около 350 нм). В канале источников света каждый источник света может представлять собой любой источник света, обеспечивающий свет с желаемыми свойствами (например, пиковой длиной волны,

максимальной пиковой длиной волны, шириной спектральной полосы), включая, помимо прочего, твердотельное освещение (SSL), светоизлучающие светодиоды (LED), органические светодиоды (OLED), полимерные светодиоды (PLED) и лазерные диоды. Каналы источников света массива источников света могут быть соединены в последовательную цепь, в параллельную цепь или в комбинацию последовательных и параллельных цепей. В канале источников света, имеющем множество источников света, этими источниками света можно управлять вместе или по отдельности.

[0125] Каждый канал источников света можно отрегулировать или установить на излучение света с различной интенсивностью (например, отрегулировать дозировку света, отрегулировать дозировку энергии), при которой свет с одной или более пиковыми длинами волн подается к одной или более частям биологической жидкости. Например, каждый канал источников света может испускать свет с максимальной интенсивностью (например, 100%) или с интенсивностью ниже максимальной (например, около 90%, около 80%, около 70%, около 60%, около 50%, около 40%, около 30%, около 20% или менее).

[0126] Каждый канал источников света может испускать различные типы света. Например, каждый канал источников света может испускать ультрафиолетовое излучение, ультрафиолетовое излучение диапазона А, ультрафиолетовое излучение диапазона В, ультрафиолетовое излучение диапазона С и/или видимый свет. Кроме того, каждый канал источников света может испускать свет с различными пиковыми длинами волн. Например, испускаемая(-ые) пиковая(-ые) длина(-ы) волны (волн) может (могут) находиться в ультрафиолетовом спектре А (например, 315-400 нм), ультрафиолетовом спектре В (например, 280-315 нм), ультрафиолетовом спектре С (например, 100-280 нм, 200-280 нм, 240-280 нм) или спектре видимого света (например, 400-800 нм). В некоторых вариантах осуществления испускаемая(-ые) пиковая(-ые) длина(-ы) волны (волн) может (могут) находиться в диапазоне от около 240 нм до около 250 нм, от около 245 нм до около 255 нм, от около 250 нм до около 260 нм, от около 255 нм до около 265 нм, от около 260 нм до около 270 нм, от около 265 нм до около 275 нм, от около 270 нм до около 280 нм или от около 275 нм до около 285 нм. В некоторых вариантах осуществления испускаемая(-ые) пиковая(-ые) длина(-ы) волны (волн) может (могут) находиться в диапазоне от около 280 нм до около 290 нм, от около 285 нм до около 295 нм, от около 290 нм до около 300 нм, от около 300 нм до около 310 нм, от около 305 нм до около 315 нм или от около 310 нм до около 320 нм. В некоторых вариантах осуществления испускаемая(-ые) пиковая(-ые) длина(-ы) волны (волн) может (могут) находиться в диапазоне от около 315 нм до около 325 нм, от около 320 нм до около 330 нм, от около 325 нм до около 335 нм, от около 330 нм до около 340 нм, от около 335 нм до около 345 нм, от около 340 нм до около 350 нм, от около 345 нм до около 355 нм, от около 350 нм до около 360 нм, от около 355 нм до около 365 нм, от около 360 нм до около 370 нм, от около 365 нм до около 375 нм, от около 370 нм до около 380 нм, от около 375 нм до около 385 нм, от около 380 нм до около 390 нм, от около 385 нм до около 395 нм, от около 390 нм до

около 400 нм. В некоторых вариантах осуществления испускаемая пиковая длина волны может составлять около 240 нм, около 245 нм, около 250 нм, около 255 нм, около 260 нм, около 265 нм, около 270 нм, около 275 нм, около 280 нм, около 285 нм, около 290 нм, около 295 нм, около 300 нм, около 305 нм, около 310 нм, около 315 нм, около 320 нм, около 325 нм, около 330 нм, около 335 нм, около 340 нм, около 345 нм, около 350 нм, около 355 нм, около 360 нм, около 365 нм, около 370 нм, около 375 нм, около 380 нм, около 385 нм, около 390 нм, около 395 нм или около 400 нм. В некоторых вариантах осуществления испускаемая пиковая длина волны может составлять от около 255 нм до около 275 нм (например, от около 260 нм до около 270 нм, около 265 нм). В некоторых вариантах осуществления испускаемая пиковая длина волны может составлять от около 275 нм до около 295 нм (например, от около 280 нм до около 290 нм, около 285 нм). В некоторых вариантах осуществления испускаемая пиковая длина волны может составлять от около 300 нм до около 320 нм (например, от около 305 нм до около 315 нм, около 310 нм). В некоторых вариантах осуществления испускаемая пиковая длина волны может составлять от около 315 нм до около 335 нм (например, от около 320 нм до около 330 нм, около 325 нм). В некоторых вариантах осуществления испускаемая пиковая длина волны может составлять от около 330 нм до около 350 нм (например, от около 335 нм до около 345 нм, от около 340 нм до около 350 нм, около 340 нм, около 345 нм). В некоторых вариантах осуществления испускаемая пиковая длина волны может составлять от около 355 нм до около 375 нм (например, от около 360 нм до около 370 нм, около 365 нм). В некоторых вариантах осуществления испускаемая пиковая длина волны может составлять от около 375 нм до около 395 нм (например, от около 380 нм до около 390 нм, около 385 нм). В некоторых вариантах осуществления испускаемые пиковые длины волн могут находиться в (1) ультрафиолетовом спектре А (например, 315-400 нм); и (2) ультрафиолетовом спектре В (например, 280-315 нм) или ультрафиолетовом спектре С (например, 100-280 нм, 200-280 нм, 240-280 нм). В некоторых вариантах осуществления испускаемая пиковая длина волны находится в ультрафиолетовом спектре А, в диапазоне от около 315 нм до около 350 нм (например, от около 320 нм до около 345 нм, от около 315 нм до около 335 нм, от около 330 нм до около 350 нм, от около 340 нм до около 350 нм).

[0127] В некоторых вариантах осуществления все каналы источников света массива источников света могут испускать свет примерно с одинаковой (например, в пределах отклонения +1 нм, +2 нм, +3 нм, +4 нм, +5 нм, +6 нм, +7 нм, +8 нм, +9 нм, +10 нм) пиковой длиной волны (например, максимальной пиковой длины волны). Например, в некоторых вариантах осуществления все каналы источников света массива источников света могут испускать свет с максимальной длиной волны 325+10 нм, 330+10 нм, 335+10 нм, 340+10nm, 325+5 нм, 330+5 нм, 335+5 нм, 340+5nm, 345+5 нм, 345+4 нм, 345+3 нм или 345+2 нм. Каналы источников света могут включать в себя множество источников света с разными пиковыми длинами волн (например, измеренными пиковыми длинами волн) в диапазоне отклонения. В некоторых вариантах осуществления средняя пиковая

длина волны для множества источников света одного канала источников света может быть такой же, как конкретная пиковая длина волны для конкретного источника света в одном канале источников света. В других вариантах осуществления средняя пиковая длина волны для множества источников света одного канала источников света может быть разной (например, на около 1 нм, 2 нм, 3 нм, 4 нм, 5 нм или более, больше или меньше), чем все конкретные пиковые длины волн каждого источника света в одном канале источников света. В некоторых вариантах осуществления некоторые каналы источников света могут испускать свет с первой пиковой длиной волны, а другие каналы источников света могут испускать свет со второй пиковой длиной волны. Первая пиковая длина волны может отличаться от второй пиковой длины волны на по меньшей мере (например, на более чем) 5 нм, 10 нм, 15 нм или 20 нм или более. Например, в неограничивающем варианте осуществления первый канал источников света может испускать свет с пиковой длиной волны в ультрафиолетовом спектре А, как описано выше (например, от около 315 нм до около 335 нм, от около 330 нм до около 350 нм, от около 340 нм до около 350 нм), а второй канал источников света может испускать свет с пиковой длиной волны в ультрафиолетовом спектре С, как описано выше (например, от около 250 нм до около 260 нм, от около 260 нм до около 270 нм) или ультрафиолетовом спектре В, как описано выше (например, от около 305 нм до около 315 нм). В другом неограничивающем варианте осуществления первый канал источников света может испускать свет с пиковой длиной волны в ультрафиолетовом спектре А, как описано выше (например, от около 330 нм до около 350 нм, от около 340 нм до около 350 нм), а второй канал источников света может испускать свет с пиковой длиной волны также в ультрафиолетовом спектре А, как описано выше (например, от около 315 нм до около 335 нм, от около 355 нм до около 375 нм). В некоторых вариантах осуществления первая пиковая длина волны представляет собой среднюю пиковую длину волны одного или более источников света первого канала источников света. В некоторых вариантах осуществления массив источников света может содержать первый, второй и третий каналы источников света, каждый из которых соответственно испускает свет с первой, второй и третьей пиковой длиной волны. В некоторых вариантах осуществления первая пиковая длина волны может отличаться от второй пиковой длины волны на по меньшей мере (например, на более чем) 5 нм, 10 нм, 15 нм или 20 нм или более, и/или вторая пиковая длина волны может отличаться от третьей пиковой длины волны на по меньшей мере (например, на более чем) 5 нм, 10 нм, 15 нм, 20 нм или более. Альтернативно каждая из первой, второй и третьей пиковых длин волны может отличаться друг от друга на по меньшей мере (например, на более чем) 5 нм, 10 нм, 15 нм или 20 нм или более. В некоторых вариантах осуществления массив источников света может содержать первый, второй, третий и четвертый каналы источников света, каждый из которых соответственно испускает свет с первой, второй, третьей и четвертой пиковой длиной волны. В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере две, по меньшей мере три или по меньшей мере четыре из первой, второй, третьей и четвертой пиковых длин волн могут отличаться друг от друга на по меньшей

мере (например, на более чем) 5 нм, 10 нм, 15 нм, 20 нм или более. Альтернативно каждая из первой, второй, третьей и четвертой пиковых длин волн может отличаться друг от друга на по меньшей мере (например, на более чем) 5 нм, 10 нм, 15 нм, 20 нм или более. Альтернативно, первая пиковая длина волны может быть примерно такой же (например, равной, в пределах отклонения +1 нм, +2 нм, +3 нм, +4 нм, +5 нм) как третья пиковая длина волны, вторая пиковая длина волны может быть примерно такой же (например, равной) как четвертая пиковая длина волны, а первая пиковая длина волны может отличаться от второй пиковой длины волны на по меньшей мере (например, на более чем) 5 нм, 10 нм, 15 нм или 20 нм.

[0128] В некоторых вариантах осуществления каждый канал источников света может излучать свет с узкой спектральной полосой. Например, спектральная полоса с полной шириной на половине максимума (FWHM) света (например, ширина спектральной полосы при максимальной пиковой интенсивности), излучаемого каждым каналом источников света, может составлять менее 20 нм, менее 18 нм, менее 16 нм, менее 14 нм, менее 12 нм, менее 10 нм, менее 9 нм, менее 8 нм, менее 7 нм, менее 6 нм или менее 5 нм. В некоторых вариантах осуществления спектральная полоса с полной шириной на половине (FWHM) света, испускаемого каждым каналом источников света, находится в пределах 10 нм меньше и/или в пределах 10 нм больше пиковой длины волны (например, не более чем на 10 нм больше, не более чем на 10 нм меньше пиковой длины волны). В некоторых вариантах осуществления спектральная полоса с полной шириной на половине (FWHM) света, испускаемого каждым каналом источников света, может составлять более 1 нм, более 2 нм, более 3 нм, более 4 нм или более. В других примерах 50% максимальной пиковой интенсивности света, испускаемого каждым каналом источников света, находится в пределах 10 нм, в пределах 9 нм, в пределах 8 нм, в пределах 7 нм, в пределах 6 нм, в пределах 5 нм, в пределах 4 нм или в пределах 3 нм от пиковой длины волны (например, не более чем на 10 нм больше, не более чем на 10 нм меньше пиковой длины волны; в пределах 10 нм меньше, в пределах 10 нм больше пиковой длины волны). В других примерах интенсивность света при 50% максимальной пиковой интенсивности света, испускаемого каждым каналом источников света, находится в пределах ширины спектра менее 20 нм, менее 18 нм, менее 16 нм, менее 14 нм, менее 12 нм, менее 10 нм, менее 9 нм, менее 8 нм, менее 7 нм, менее 6 нм или менее 5 нм (например, не более чем на 10 нм больше, не более чем на 10 нм меньше пиковой длины волны; в пределах 10 нм меньше, в пределах 10 нм больше пиковой длины волны). Коммерчески доступные LED и лазерные диоды являются неограничивающими примерами источников света, которые могут обеспечивать облучение с такой узкой спектральной полосой при рассмотренных выше пиковых длинах волн.

[0129] В некоторых вариантах осуществления может быть отрегулировано или установлено одно или более из следующего: пиковая длина волны испускания, ширина спектральной полосы испускания, продолжительность испускания и интенсивность испускания для каждого канала 508 источников света.

[0130] Регулировка этих различных параметров канала источников света может выполняться с помощью схемы 520 управления, функционально соединенной (например, соединенной с возможностью связи) с камерами 502 и 504 обработки, массивами 506 источников света и/или с компьютерной системой 524. В контексте настоящего документа термин «функционально соединенный» относится к любому проводному или беспроводному соединению между двумя или более компонентами, которое позволяет двум или более компонентам обмениваться информацией, командами управления и/или сигналами управления. Как будет более подробно описано ниже, схема 520 управления может принимать команды управления и/или сигналы управления от компьютерной системы 524 и отправлять команды управления и/или сигналы управления различным компонентам камер 502 и 504 обработки для регулировки или установки различных параметров, связанных с различными компонентами камер 502 и 504. Может быть желаемой регулировка различных параметров камер 502 и 504 для обеспечения того, чтобы параметры обработки камеры соответствовали профилям обработки одной или более биологических жидкостей 510. Следует понимать, что в некоторых примерах схема 520 управления и/или функция схемы 520 управления может быть включена в компьютерную систему 524. В некоторых примерах схема 520 управления может включать в себя компьютерную систему 524 и/или функцию компьютерной системы 524. В некоторых примерах схема 520 управления может быть конструктивно прикреплена к камерам 502 и 504 обработки (например, прикреплена к наружной стороне, верхней и/или нижней поверхности камер 502 и 504 обработки). В некоторых примерах схема 520 управления может быть встроена в камеры 502 и 504 обработки (например, расположена внутри камер 502 и 504 обработки или образует часть конструкции камер 502 и 504 обработки).

[0131] Компьютерная система 524 может быть функционально соединена (проводным или беспроводным образом) со схемой 520 управления и/или с любым из различных датчиков, описанных в настоящем документе. Компьютерная система может включать в себя один или более процессоров 544 (544 на фиг. 5, 644 на фиг. 6), память 542 (542 на фиг. 5, 642 на фиг. 6), интерфейс 546 ввода-вывода (I/O) (546 на фиг. 5, 646 на фиг. 6) и пользовательский интерфейс 548 (UI) (548 на фиг. 5, 648 на фиг. 6). Один или более процессоров 544 могут представлять собой один или более компьютерных процессоров общего назначения любого типа. Память или машиночитаемый носитель 542 может включать в себя одно или более легкодоступных запоминающих устройств, таких как оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), гибкий диск, жесткий диск, оптический носитель данных (например, компакт-диск или цифровой видео диск), флэш-накопитель или любое другое цифровое хранилище, локальное или удаленное. В некоторых примерах энергонезависимый машиночитаемый носитель данных памяти 542 может применяться для хранения команд по облучению одной или более биологических жидкостей в соответствии с их одним или более профилями обработки, как будет описано в настоящем документе. Компьютерная система

524 может включать в себя любое разнообразие компьютеров, таких как персональный компьютер (ПК), настольный компьютер, портативный компьютер, компьютерный терминал, серверный компьютер, планшетный компьютер, смартфон, карманный персональный компьютер (КПК) и т.д. В некоторых примерах схема 520 управления и/или функция схемы 520 управления может быть включена в компьютерную систему 524.

[0132] В UI 548 пользователь может ввести одну или более характеристик из набора характеристик одной или более биологических жидкостей (например, биологической жидкости 510). Альтернативно или дополнительно одна или более характеристик из набора характеристик одной или более биологических жидкостей могут быть определены на основе обратной связи, поступающей в компьютерную систему 524 и/или схему 520 управления от одного или более датчиков для камеры обработки (например, камеры 502 обработки, камеры 504 обработки). Характеристики из набора характеристик биологической жидкости могут включать, например, тип биологической жидкости (например, продукт крови, такой как плазма, тромбоциты, эритроциты; клетки, такие как эукариотические клетки; белки, такие как антитела; вакцины), фотохимический агент в биологической жидкости (например, тип, объем, концентрация), объем биологической жидкости, пропускаемость биологической жидкости, тип и/или форма контейнера, содержащего биологическую жидкость, и температуру биологической жидкости.

[0133] В UI 548 пользователь может ввести один или более параметров, которые составляют профили обработки одной или более биологических жидкостей (например, биологической жидкости 510). Альтернативно или дополнительно компьютерная система 524 может автоматически определять один или более параметров одного или более профилей обработки одной или более биологических жидкостей (например, биологических жидкостей 510) на основе соответствующего набора характеристик одной или более биологических жидкостей. В частности, в памяти 542 может храниться компьютерная программа, содержащая команды, которые сопоставляют одну или более характеристик биологической жидкости с одним или более параметрами профиля обработки биологической жидкости для каждой биологической жидкости. Команды, которые сопоставляют одну или более характеристик биологической жидкости с одним или более параметрами профиля обработки биологической жидкости для каждой биологической жидкости, могут быть реализованы в виде набора программируемых пользователем правил.

[0134] В некоторых вариантах осуществления массив источников 506 света может быть термически соединен с теплообменником 528 (например, теплоотводом, ребристым теплоотводом, теплообменником, который может быть функционально соединен со схемой 520 управления и управляться ею). Теплообменник 528 может отводить тепловую энергию от массива 506, обращенного к одной или более биологическим жидкостям 510, таким образом сводя к минимуму воздействие тепловой энергии на биологические жидкости 510 (например, тепловой энергии, которая может повредить биологическую

функцию). Дополнительное управление температурой камер 502 и 504 и/или температурой одной или более биологических жидкостей 510 может обеспечиваться блоком 526 нагрева/охлаждения, который может быть функционально соединено со схемой 520 управления и управляться ею и выполнен с возможностью регулировки или установки температуры камер 502 и 504. Блок 526 нагрева/охлаждения может представлять собой любую подходящую технологию, известную в данной области техники, такую как, например, вентилятор, тепловой насос, охладитель Пельтье и/или тепловую трубку. Блок 526 нагрева/охлаждения может быть расположен снаружи, внутри камер 502 и 504 и/или быть встроен в них. Например, один или более вентиляторов могут быть расположены в задней части камеры (камер) обработки, чтобы втягивать воздух через впускное отверстие на наружном корпусе системы 500 и выталкивать воздух через выпускное отверстие на задней стороне наружного корпуса.

[0135] В некоторых вариантах осуществления блок 526 нагрева/охлаждения может представлять собой блок нагрева, блок охлаждения или блок нагрева и охлаждения. Благодаря применению блока 526 нагрева/охлаждения система 500 может управлять блоком 526 нагрева/охлаждения для поддержания температуры биологической жидкости в определенном диапазоне температур (например, в диапазоне 1 °C, в диапазоне 2 °C, в диапазоне 3 °C и т.д.) при обработке биологической жидкости облучением. Например, датчики тепла или температуры могут обеспечивать показания или измерения температуры для схемы 520 управления или компьютерной системы 524 через схему 520 управления. Если схема 520 управления и/или компьютерная система 524 обрабатывает или интерпретирует показания или измерения температуры как указывающие на пересечение определенного порога или условия, связанного с заданным значением или профилем температуры, схема 520 управления и/или компьютерная система 524 может дать указание или команду, или активировать, включить или привести в действие блок 526 нагрева/охлаждения для выполнения регулировки температуры камеры 502 или 504 и/или температуры одной или более биологических жидкостей 510. Например, схема 520 управления и/или компьютерная система 524 могут дать указание или команду, или активировать, включить или привести в действие один или более вентиляторов, чтобы начать нагнетание воздуха для инициирования охлаждения, чтобы нагнетать воздух быстрее для обеспечения повышенной скорости охлаждения, чтобы нагнетать воздух медленнее для обеспечения пониженной скорости охлаждения или прекратить нагнетание воздуха для прекращения охлаждения. Во время обработки биологической жидкости облучением один или более вентиляторов могут работать в рабочих циклах под управлением схемы 520 управления и/или компьютерной системы 524, чтобы поддерживать температуру биологической жидкости в определенном диапазоне температур (например, диапазоне 1 °C, диапазоне 2 °C, диапазоне 3 °C и т.д.). Схема 520 управления и/или компьютерная система 524 могут дать указание или команду, или активировать, включить или привести в действие любую другую подходящую технологию, известную в данной области техники, такую как, например, вентилятор,

тепловой насос, охладитель Пельтье и/или тепловую трубу, или любое сочетание таких технологий, для выполнения регулировки температуры камеры 502 или 504 и/или температуры одной или более биологических жидкостей 510.

[0136] В некоторых вариантах осуществления один или более вентиляторов могут быть расположены в задней части камеры (камер) обработки. Один или более вентиляторов могут нагнетать воздух в направлении вперед-назад, или в направлении назад-вперед, или в обоих направлениях. В некоторых вариантах осуществления один или более вентиляторов могут всасывать воздух для прохождения через камеру обработки и выталкивать воздух через выпускное отверстие в задней части системы. Воздух, входящий в один или более вентиляторов, может поступать через вентиляционные отверстия, расположенные спереди или сбоку камеры (камер) обработки или рядом с ними, а воздух, выходящий из одного или более вентиляторов, может выходить через вентиляционные отверстия, расположенные в задней части камеры (камер) обработки.

[0137] Камеры 502 и 504 обработки могут дополнительно включать в себя множество внутренних поверхностей, выполненных с возможностью поглощения света (например, каждая из которых выполнена с возможностью поглощения света), таких как, например, одна или более стенок, выполненных из материала (или покрытых им) (*например*, черного пластика, черного силиката, черной краски), который по существу поглощает свет определенных длин волн. Альтернативно или дополнительно к некоторым вариантам осуществления камеры 502 и 504 обработки могут дополнительно включать в себя одну или более внутренних поверхностей, выполненных с возможностью отражения света (например, каждая из которых выполнена с возможностью отражения света), например, одна или более стенок, выполнены из материала (или покрыты им), который по существу отражает свет определенных длин волн.

[0138] Камеры 502 и 504 обработки могут дополнительно содержать платформу 530, выполненную с возможностью хранения одной или более биологических жидкостей 510 (например, контейнеров с биологическими жидкостями). Платформа 530 может представлять собой любую опорную конструкцию, подходящую для переноса биологических жидкостей или контейнеров с биологическими жидкостями. Платформа 530 может быть расположена в выдвижной конфигурации, чтобы ее можно было со скольжением перемещать вручную в камеры 502 и 504 и из них. Платформа 530 может автоматически перемещаться со скольжением с помощью любого подходящего привода, такого как электродвигатель или сервопривод. Платформа 530, переносящая биологические жидкости 510, может быть расположена над массивом 506 источников света, причем массив 506 источников света обращен к платформе 530. Однако в других вариантах осуществления платформа 530, переносящая одну или более биологических жидкостей, может быть расположена под массивом 506 источников света, причем массив 506 источников света обращен к платформе 530.

[0139] В некоторых вариантах осуществления система 500 включает один или более сканеров 532 в камерах 502 и 504 обработки. Один или более сканеров 532 могут

быть расположены над биологическими жидкостями 510, когда жидкости располагаются для обработки (например, сканер 532А в первой камере обработки, сканер 532В во второй камере обработки). Как показано, один или более сканеров 532 (например, сканер 532С) также могут быть расположены между первой и второй камерами обработки снаружи (например, на наружном корпусе, наружной поверхности) системы 500. Один или более сканеров 532 могут быть по существу аналогичны сканерам, описанным в настоящем документе. При загрузке биологических жидкостей в соответствующую камеру обработки соответствующий сканер в соответствующей камере может получать идентифицирующую информацию о биологических жидкостях, как описано в настоящем документе. В некоторых вариантах осуществления один или более сканеров могут быть расположены у первого отверстия первой камеры 502 обработки, у второго отверстия второй камеры 504 обработки или у отверстий обеих камер.

[0140] На фиг. 6 представлен вид в перспективе иллюстративной системы 600 обработки биологической жидкости. В некоторых вариантах осуществления система 600 по существу аналогична системе 500, показанной на фиг. 5. Иллюстративная система 600 обработки биологических жидкостей включает в себя первую камеру 602 обработки и вторую камеру 604 обработки для приема одной или более биологических жидкостей 610, первый массив источников 606 света в каждой камере, расположенный для облучения снизу одной или более биологических жидкостей 610, второй массив источников 608 света в каждой камере, расположенный для облучения сверху одной или более биологических жидкостей 610, платформу 630 в каждой камере, выполненную с возможностью удержания одной или более биологических жидкостей 610 (например, контейнеров с биологическими жидкостями), и датчик 632 (например, сканер), выполненный с возможностью получения идентифицирующей информации о биологической жидкости, загруженной в камеру обработки. Первый массив источников 606 света и второй массив источников 608 света, расположенные над и под одной или более биологическими жидкостями 610 в каждой из камер 602 и 604 обработки, обеспечивают облучение биологической жидкости либо с одного (т. е. сверху или снизу), либо с двух (т. е. с обеих) направлений.

[0141] Система 600 может включать в себя сканер 632А, расположенный снаружи (например, на наружном корпусе, наружной поверхности) системы 600 в месте, связанном с первой камерой 602 обработки (например, на отверстии первой камеры 602 обработки или рядом с ним), и сканер 632В, расположенный снаружи (например, на наружном корпусе, наружной поверхности) системы 600 в месте, связанном со второй камерой 604 обработки (например, на отверстии второй камеры 604 обработки или рядом с ним). Система 600 также может включать в себя сканер 632С, расположенный внутри системы 600 (например, на внутренней стене, потолке, полу) между первой и второй камерами 602 и 604 обработки. В некоторых вариантах осуществления сканер 632С может быть выполнен с возможностью получения информации от контейнеров, расположенных либо в одной из камер обработки, либо в обеих камерах обработки.

[0142] На фиг. 7 представлен вид в перспективе иллюстративной системы 700 обработки биологической жидкости. В некоторых вариантах осуществления система 700 по существу аналогична системе 300, показанной на фиг. 3, и системе 600, показанной на фиг. 6, отличаясь тем, что первая камера 702 обработки и вторая камера 704 обработки расположены вертикально (над и под друг другом) в системе 700. Иллюстративная система 700 обработки биологических жидкостей включает в себя первую камеру 702 обработки и вторую камеру 704 обработки для приема одной или более биологических жидкостей 710, первый массив источников 706 света в каждой камере, расположенный для облучения снизу одной или более биологических жидкостей 710, платформу 730 в каждой камере, выполненную с возможностью удержания одной или более биологических жидкостей 710 (например, контейнеров с биологическими жидкостями), и датчик 732 (например, сканер), выполненный с возможностью получения идентифицирующей информации о биологической жидкости, загруженной в камеру обработки. Платформа 730, переносящая биологические жидкости 710, может быть расположена над массивом 706 источников света, причем массив 706 источников света обращен к платформе 730. Однако в других вариантах осуществления платформа 730, переносящая одну или более биологических жидкостей, может быть расположена под массивом 706 источников света, причем массив 706 источников света обращен к платформе 730. Каждая из камер 702 и 704 источников света может дополнительно содержать второй массив источников света (не показаны), расположенных над и под одной или более биологическими жидкостями 710, например, аналогично системе 600, показанной на фиг. 6.

[0143] Система 700 может включать в себя сканеры 732А и 732В, расположенные внутри первой камеры 702 обработки (например, в потолке над отделениями для биологических жидкостей 710А и 710В), и два сканера, аналогичным образом расположенные внутри второй камеры 704 обработки (например, в потолке над отделениями для биологических жидкостей 710С и 710D). Система 700 также может включать в себя сканер 732Е, расположенный снаружи (например, на наружном корпусе, наружной поверхности) системы 700 между первой и второй камерами 702 и 704 обработки. В некоторых вариантах осуществления сканер 732Е может быть выполнен с возможностью получения информации от контейнеров, расположенных либо в одной из камер обработки, либо в обеих камерах обработки (например, когда платформа в выдвижной конфигурации находится в открытом положении в поле обзора сканера 732Е, когда метки RFID находятся в диапазоне обнаружения сканера 732Е).

[0144] На фиг. 8А представлен вид в перспективе иллюстративной системы 800 обработки одной или более биологических жидкостей 806 и 808, содержащей массив 804 источников света, расположенный в камере 812 обработки. Массив 804 источников света обращен к платформе 810 для биологических жидкостей. Массив 804 источников света может быть термически соединен с теплообменником 816. Камера 812 обработки может включать платформу 810, расположенную под массивом 804 источников света, причем платформа выполнена с возможностью удержания одной или более биологических

жидкостей 806 и 808. Каждое из камеры 812 обработки, массива 804 источников света, теплообменника 816 и платформы 810 может быть функционально соединено со схемой 818 управления, которая может регулировать или устанавливать свои соответствующие параметры. На фиг. 8В показано, что иллюстративная система 800 может также включать в себя барьер 858 (например, световой барьер, защитный барьер) и различные датчики 812, 866, 868, 880 в камере 812 обработки. В некоторых вариантах осуществления барьер является прозрачным (например, по существу прозрачным, прозрачным на более 95%, прозрачным на более 90%, прозрачным на более 80%, прозрачным на более 80%) для света с длиной волны в пределах 30 нм от первой пиковой длины волны (например, в пределах 15 нм меньше, в пределах 15 нм больше первой пиковой длины волны; не более чем на 15 нм больше, не более чем на 15 нм меньше первой пиковой длины волны). В некоторых вариантах осуществления барьер является прозрачным (например, по существу прозрачным, прозрачным на более 95%, прозрачным на более 90%, прозрачным на более 80%, прозрачным на более 80%) для ультрафиолетового излучения, такого как, например, свет с длиной волны в ультрафиолетовом спектре А. В некоторых вариантах осуществления барьер представляет собой световой барьер (например, светофильтр), выполненный с возможностью снижения (например, минимизации, ослабления, блокирования) пропускания света, такого как, например, свет, длина волны которого меньше длины волны света в спектре УФ-А. В некоторых вариантах осуществления барьер представляет собой световой барьер, выполненный с возможностью снижения пропускания света, длина волны которого меньше длины волны света в спектре УФ-В. В некоторых вариантах осуществления барьер представляет собой световой барьер (например, светофильтр), выполненный с возможностью снижения (например, минимизации, ослабления, блокирования) пропускания света с длиной волны по меньшей мере на 20 нм меньше (например, по меньшей мере на 25 нм меньше, по меньшей мере на 30 нм меньше) первой пиковой длины волны и/или другой пиковой длины волны (например, по меньшей мере на 20 нм меньше второй, третьей или четвертой пиковой длины волны). В некоторых вариантах осуществления барьер представляет собой световой барьер (например, светофильтр), выполненный с возможностью снижения пропускания света с длиной волны по меньшей мере на 20 нм больше (например, по меньшей мере на 25 нм больше, по меньшей мере на 30 нм больше) первой пиковой длины волны и/или другой пиковой длины волны (например, по меньшей мере на 20 нм больше второй, третьей или четвертой пиковой длины волны). Барьер 858 расположен между массивом 804 источников света и платформой 810 (например, одной или более биологическими жидкостями 806 и 808). Датчики 812, 866, 868 могут быть прикреплены к платформе 810 или расположены на ней. Датчики 880 могут быть прикреплены к барьеру 858 (например, сверху или снизу) или расположены на нем.

[0145] Массив 804 источников света может содержать массив каналов источников света. Каждый канал источников света массива 804 источников света может быть выполнен с возможностью испускания света с различными пиковыми длинами волн,

описанными выше, а также в различных конфигурациях источников света и каналов источников света, описанных выше.

[0146] Массив 804 источников света и платформа 810 могут быть выполнены с возможностью перемещения относительно друг друга для увеличения или уменьшения расстояния 826 между ними, как в описанном выше перемещении. Платформа 810 может быть опущена на дно камеры 812 обработки, которая может быть приподнята над (например, с помощью любого конструктивного основания, включая любые компоненты, такие как датчики или электрические схемы) наружной нижней поверхностью (например, полом, землей, столом и т.д.) или располагаться заподлицо с ней. Массив 804 источников света может быть поднят вверх камеры 812 обработки. На фиг. 8В, массив 804 источников света, барьер 858 и платформа 810 могут быть выполнены с возможностью перемещения относительно друг друга для увеличения или уменьшения расстояний 826, 882 и 884 между любой парой следующего: массив 804 источников света, барьер 858 и платформа 810. Это перемещение может осуществляться с помощью любого числа приводов (например, электродвигатель, сервопривод и т.д.), управляемых схемой 818 управления, которая может отдельно управлять перемещением массива 804 источников света, барьера 858 и платформы 810. В некоторых вариантах осуществления один или два из массива 804 источников света, барьера 858 и платформы 810 могут быть закреплены на месте в камере 812 обработки. Например, барьер 858 может быть закреплен на месте в камере 812 обработки. В качестве другого примера, барьер 858 и массив 804 источников света могут быть закреплены на месте относительно друг друга на фиксированном расстоянии 882 в камере 812 обработки, где платформа 810 может быть выполнена с возможностью перемещения для увеличения или уменьшения расстояний 826 и 884. В качестве другого примера барьер 858 и платформа 810 могут быть закреплены на месте относительно друг друга на фиксированном расстоянии 884 в камере 812 обработки, где массив 804 источников света может быть выполнен с возможностью перемещения для увеличения или уменьшения расстояний 826 и 882.

[0147] Как описано выше со ссылкой на фиг. 1-8(а и b), система обработки биологических жидкостей (например, электронное устройство обработки) может включать в себя множество компонентов и систем, которые должны работать скоординировано друг с другом, чтобы безопасно и эффективно обрабатывать биологические жидкости. Вышеприведенные примеры могут показывать иллюстративное расположение компонентов, применяемых для обработки одной или более биологических жидкостей в устройстве, в котором две камеры обработки ориентированы горизонтально по отношению друг к другу и/или в котором камеры обработки также могут быть ориентированы вертикально по отношению друг к другу. На фиг. 9 представлена другая иллюстративная компоновка внутреннего аппаратного обеспечения системы обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения. В примере устройства 900 камеры обработки могут быть ориентированы вертикально по отношению друг к другу, так что, когда устройство обрабатывает две биологические жидкости

одновременно, биологические жидкости могут располагаться в устройстве одна над другой.

[0148] Система 900 (например, электронное устройство обработки биологической жидкости) может включать в себя две отдельные камеры 918 и 920 обработки, так что в примере системы 900 камеры 918 и 920 обработки могут быть ориентированы вертикально по отношению друг к другу. В одном или более примерах каждая камера 918 и 920 обработки может включать в себя одну или более платформ 908 (например, выдвижных ящиков) и связанных с ними лотков, которые выполнены с возможностью переноса биологической жидкости (например, в контейнере) и обеспечивают доступ к биологической жидкости для пользователя, который может удалить и/или поместить биологическую жидкость в устройство. В еще одном примере система 900 может быть выполнена с мешалкой (например, двигателем, сервоприводом), такой как, например, мешалка, выполненная (например, соединенная, выполненная заодно целое) с платформой 908, так что любая биологическая жидкость переносимая на платформе 908 (например, в выдвижном ящике и связанном с ним лотке), может перемешиваться во время обработки. В одном или более примерах каждая платформа 908 (например, выдвижной ящик) может быть выполнена с мешалкой (например, двигателем, сервоприводом), такой как, например, встроенная мешалка, так что любая биологическая жидкость, переносимая на платформе 908 (например, в выдвижном ящике и связанном с ним лотке), может перемешиваться во время обработки для распределения (например, равномерного распределения) биологической жидкости и/или соединения для инактивации патогена в биологической жидкости (например, в смеси с ней).

[0149] В одном или более примерах каждая камера 918 и 920 обработки может также включать в себя один или более компонентов 910 модульного светового устройства (например, источника света). В одном или более примерах компоненты 910 модульного светового устройства каждой камеры 918 и 920 обработки могут включать в себя один или более массивов источников света (например, источников УФ-излучения), которые выполнены с возможностью доставки желаемого количества света (например, УФ-излучения) к биологической жидкости, расположенной в каждой из камер обработки (например, на платформе в камере обработки).

[0150] В одном или более примерах и как более подробно описано ниже, система 900 (например, электронное устройство) может включать в себя системную плату 904 управления (CSB), которая выполнена с возможностью координации работы одного или более компонентов устройства, таких как, например, критичные для безопасности компоненты устройства. В одном или более примерах критичный для безопасности компонент может относиться к одному или более компонентам электронного устройства, которые взаимодействуют с обрабатываемой биологической жидкостью и ненадлежащая работа которых может поставить под угрозу безопасность и эффективность (например, соответствие требуемым спецификациям) процесса обработки биологической жидкости. В одном или более примерах CSB 904 может быть выполнена с возможностью связи с

каждым из критичных для безопасности компонентов (описанных более подробно ниже) и выдачи им команд с помощью предметно-ориентированного, настраиваемого протокола связи, выполненного с возможностью защиты критичных для безопасности компонентов от доступа неавторизованного (например, злонамеренного) пользователя, и выполнена таким образом, чтобы устройство было как модульным, так и масштабируемым с минимальным нарушением работы и/или поддержанием соответствия устройства нормативным требованиям. В одном или более примерах CSB 904 может быть выполнена с возможностью связи с платформой 908 (например, выдвижным ящиком и связанным с ним лотком) и компонентами светового устройства 910, *среди прочего*, и управления их работой, поскольку эти компоненты непосредственно взаимодействуют с биологическим образцом и ненадлежащая работа этих компонентов может поставить под угрозу безопасность и/или эффективность процесса обработки. В одном или более примерах CSB 904 также может быть выполнена с возможностью управления одним или более вентиляторами 912, чтобы перемещать воздух через электронное устройство (например, вытягивать воздух из передней части электронного устройства и нагнетать в заднюю часть устройства) для охлаждения устройства и обрабатываемой биологической жидкости, а также предотвращения перегрева. Помимо управления каждым из компонентов, системная CSB 904 может быть выполнена с возможностью оценки результатов от каждого из компонентов, которые в одном или более примерах могут непрерывно передаваться ей. CSB 904 может быть выполнена с возможностью применения указанных результатов для определения последующих этапов работы устройства, например, для прекращения перемешивания, запуска и/или прекращения облучения или завершения процесса обработки.

[0151] В дополнение к компонентам, специфичным для камеры обработки, описанным выше, в одном или более примерах электронное устройство 900 может включать в себя один или более компонентов, которые не предназначены для конкретной камеры обработки, а вместо этого выполнены с возможностью управления всем устройством и, таким образом, являются общими для обеих камер обработки. В одном или более примерах электронное устройство 900 может включать в себя контроллер пользовательского интерфейса 902 (UIC), который может быть выполнен с возможностью управления работой одного или более компонентов устройства 900. В одном или более примерах UIC 902 может быть выполнен с возможностью координации операций одного или более некритичных для безопасности аппаратных и программных компонентов (более подробно описанных ниже). Например, и в одном или более примерах UIC 902 может быть выполнен с возможностью управления одним или более графическими пользовательскими интерфейсами, которые отображаются на дисплее 914. Один или более графических пользовательских интерфейсов могут быть выполнены с возможностью направления пользователя в процессе обработки и получения ввода от пользователя для определения информации о биологической жидкости, подлежащей обработке, а также любой другой информации, которая может потребоваться устройству для выполнения

процесса обработки. В одном или более примерах дисплей 914 может быть реализован как «сенсорный дисплей», в котором пользователь может касаться поверхности дисплея для ввода любых данных или иным образом взаимодействовать с устройством в процессе обработки.

[0152] В одном или более примерах UIC 902 также может связываться со сканером 916 (например, сканером штрих-кодов) и управлять им. Сканер 916 может быть выполнен с возможностью сканирования одного или более источников идентифицирующей информации (например, штрих-кодов), находящейся на контейнере с биологической жидкостью, который содержит информацию, относящуюся к идентификации биологической жидкости, а также другую информацию, необходимую для обеспечения надлежащей обработки материала.

[0153] Как показано на фиг. 8В, система может включать в себя несколько компонентов и датчиков, которые работают совместно друг с другом для доставки света к образцу для обработки. Например, как описано выше со ссылкой на фиг. 8В, камера 812 обработки может включать в себя массив 804 источников света и один или более датчиков 812, 866, 868 и 880, которые работают совместно друг с другом для облучения обрабатываемого образца. В одном или более примерах настоящего изобретения датчики 812, 866, 868 и 880 могут включать в себя комбинацию датчиков света (например, фотодиодов) и датчиков температуры (например, термисторов), которые выполнены (например, совместно выполнены) с возможностью обеспечения того, чтобы обрабатываемая биологическая жидкость облучалась точным количеством (например, дозой) света, равномерно, а источники света и/или процесс облучения работали при температуре, которая не вызывает перегрева устройства в целом.

[0154] Однако, если один из компонентов, которые работают вместе для доставки УФ-излучения к биологической жидкости, выйдет из строя, должен быть модернизирован или подойдет к концу своего срока службы, простая замена этого компонента может быть трудным и сложным процессом. Например, если один или более LED в массиве 804 источников света выходят из строя, так что массив источников света в целом не может доставить необходимое количество УФ-излучения к биологической жидкости, простой замены массива источников света может быть недостаточно, чтобы вернуть электронное устройство в нормальное рабочее состояние. Например, поскольку датчики могли быть размещены и настроены по отношению к массиву источников света, который был первоначально установлен в устройстве, замена этого массива источников света может также потребовать перенастройки одного или более датчиков. Например, в примере с фотодиодами может потребоваться изменить положение одного или более фотодиодов в случае изменения массива источников света, поскольку LED в массиве источников света могут быть не в том же положении, что и в предыдущем массиве источников света. Если положение фотодиодов не изменить, они могут не точно улавливать свет, создаваемый массивом источников света, чтобы определить, передается ли достаточный свет к обрабатываемому образцу. Альтернативно или дополнительно если один или более

массивов 804 источников света должны быть заменены другим массивом источников света, простой замены массива источников света может быть недостаточно для возврата электронного устройства в нормальное рабочее состояние. Например, модернизация или замена источников света (например, LED) в массиве источников света, например, для включения различных пиковых длин волн, повышения эффективности источников света, изменения ширины луча и т.д., могут потребовать внесения изменений в фотодиоды датчиков света.

[0155] В дополнение к перенастройке любого или всех компонентов, связанных с доставкой света, замена компонента(-ов) может также потребовать трудоемких и времязатратных работ для повторного электрического подключения всех различных компонентов (например, массива источников света и датчиков) и обеспечения (например, проверки) того, что компоненты работают вместе, чтобы доставить необходимое количество УФ-излучения к обрабатываемой биологической жидкости. Например, при замене массива 804 источников света в одном или более примерах может потребоваться повторное подключение массива источников света к различным датчикам 812, 866, 868 и 880, чтобы обеспечить возможность взаимодействия компонентов друг с другом для безопасной и эффективной работы всего устройства.

[0156] Таким образом, в одном или более примерах может быть выгодно разместить несколько или все из компонентов, связанных с доставкой света (т. е. массив источников света, датчики и другую управляющую электронику) в одном корпусе, так что если один из компонентов выходит из строя или модернизируется, вся система доставки света может быть заменена вместе, что устраняет необходимость перенастройки каждого из других компонентов и их повторного подключения к замененному компоненту. Возвращаясь к примеру на фиг. 9, в одном или более примерах каждое световое устройство 910 может включать в себя по существу все из компонентов и датчиков, связанных с доставкой УФ-излучения к обрабатываемой биологической жидкости. Как будет более подробно описано ниже, при предоставлении светового устройства, которое является автономным и включает в себя датчики и компоненты, необходимые для доставки света, световое устройство может быть выполнено «модульным», так что все световое устройство может быть заменено в случае выхода из строя одного или более компонентов светового устройства, модернизации или окончания срока их службы.

[0157] Как показано на фиг. 9, электронное устройство обработки биологической жидкости может включать в себя четыре компонента 910 светового устройства и две платформы 908 (например, и связанные с ними лотки). Число компонентов 910 светового устройства и платформ 908, показанных на ФИГ. 9, предназначено только в качестве примера и не должно рассматриваться как ограничивающее. Электронное устройство обработки биологических жидкостей может включать в себя более или меньшее число каждого компонента. В одном или более примерах настоящего изобретения каждая платформа 908 (которая во время применения будет содержать биологическую жидкость (например, контейнер с биологической жидкостью) для обработки) может иметь два

направленных к ней компонента 910 светового устройства, один из которых расположен над платформой, а другой расположен под платформой, с источниками света каждого компонента светового устройства, направленными (например, ориентированными) в сторону платформы и выполненными с возможностью доставки определенного количества УФ-излучения к биологической жидкости на платформе (например, и к связанному с ней лотку). Таким образом, в одном или более примерах компоненты 910 светового устройства, расположенные над платформой 908, могут быть ориентированы таким образом, что свет, генерируемый указанными компонентами, может быть направлен вниз к платформе 908, в то время как компоненты 910 светового устройства, расположенные под платформой 908, могут быть направлены вверх к платформе 908. Таким образом, платформа 908 (например, и связанный с ней лоток), содержащая биологическую жидкость, может быть обработана УФ-излучением, испускаемым сверху и снизу. Как описано выше, если один из компонентов в любом из компонентов 910 светового устройства выйдет из строя или иным образом потребует замены (например, модернизации), было бы выгодно иметь возможность просто заменить один блок, в котором размещены все из компонентов доставки света, вместо замены неисправного или подлежащего модернизации компонента. Таким образом, в одном или более примерах настоящего изобретения компоненты светового устройства могут быть размещены в одном устройстве, которое выполнено модульным и легко заменяемым, если один из компонентов выйдет из строя или потребует замены иным образом.

[0158] В одном или более примерах компоненты 910 светового устройства могут быть по существу идентичными в том смысле, что все они содержат идентичные компоненты с одинаковой конфигурацией. Однако в одном или более примерах каждый набор компонентов 910 светового устройства (которые могут быть размещены в одном световом устройстве) может быть выполнен иначе, чем другой. Например, один из компонентов 910 светового устройства, связанный с данной камерой обработки, может быть выполнен с возможностью испускания определенной пиковой длины волны света (например, УФ-излучения диапазона А), в то время как другой из компонентов 910 светового устройства может быть выполнен с возможностью испускания другой пиковой длины волны света (например, УФ-излучения диапазона В или УФ-излучения диапазона С). Таким образом, в таком сценарии биологическая жидкость, находящаяся на платформе 908 во время процесса обработки, может обрабатываться одновременно двумя источниками света, испускающими свет с разными длинами волн (например, пиковыми длинами волн). Такая необходимость может возникнуть, если обнаружится, что процесс инактивации патогенов может быть эффективнее при обработке как УФ-излучением диапазона А, так и УФ-излучением диапазона В или УФ-излучением диапазона С.

[0159] На фиг. 10 представлено иллюстративное модульное световое устройство для применения в системе (например, электронном устройстве) для обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения. Как показано в примере на фиг. 10, и, как будет подробно описано ниже, модульное световое

устройство 1000 может быть выполнено с возможностью размещения нескольких, например, по существу всех из компонентов (например, источников света) и датчиков, необходимых для генерирования и передачи света (например, желаемой дозы УФ-излучения) к обрабатываемой биологической жидкости (например, автономное световое устройство). В одном или более примерах настоящего изобретения модульное световое устройство 1000 может включать в себя корпус 1002, выполненный с возможностью размещения компонентов внутри светового устройства. В одном или более примерах корпус 1002 может включать в себя часть 1004 окна (например, часть из прозрачного материала, часть из пропускающего материала), которая выполнена так, чтобы источники света, размещенные внутри модульного светового устройства 1000, могли передавать свет к обрабатываемой биологической жидкости (т. е. выполнена с возможностью пропускания света от источников света). В одном или более примерах часть окна может представлять собой отверстие в корпусе. В одном или более примерах часть окна может защищать массив(-ы) источников света и источник(-и) света от возможного загрязнения (например, от биологической жидкости, от пыли). В одном или более примерах часть окна может содержать материал окна, покрывающий/закрывающий отверстие в камеру массива источников света. В одном или более примерах часть 1004 окна (например, часть из прозрачного материала, часть из пропускающего материала) может быть выполнена прозрачной для УФ-излучения (например, выполнена из материала, выбранного для передачи или пропускания света с выбранной длиной волны). В одном или более примерах часть 1004 окна (например, часть из прозрачного материала, часть из пропускающего материала) может быть выполнена из материала (например, из прозрачного материала, из пропускающего материала), такого как стекло, на основе кварца, пластика или акрила, или другого полимерного (например, термопластичного) материала, который выполнен с возможностью передачи значительного количества световой энергии, генерируемой устройством. В одном или более примерах часть 1004 окна может быть выполнена пропускающей УФ-излучение (т. е. прозрачной на более 50%, прозрачной на более 60%, прозрачной на более 70%, прозрачной на более 80%, прозрачной на более 90%, прозрачной на более 95%). В одном или более примерах пропускательная способность части 1004 окна может быть соотнесена с количеством света, доставляемого модульным световым устройством 1000. Таким образом, в одном или более примерах модульное световое устройство 1000, имеющее окно 1004 с пропусканием только 80%, может быть выполнено с возможностью генерирования света с более высокой интенсивностью, чем окно 1004 с пропусканием 90% для доставки точного количества света к обрабатываемой биологической жидкости. В одном или более вариантах осуществления часть окна может быть выполнена с частью окна (например, из материала окна), которая является плоской (например, плоскостной). В одном или более вариантах осуществления часть окна может быть выполнена с изогнутой (например, выпуклой, вогнутой) частью материала.

[0160] В одном или более примерах настоящего изобретения часть 1004 окна

может включать в себя один или более датчиков света (например, фотодиодов), расположенных на окне 1004 или в его пределах (например, обращенных к источникам света, массивам источников света). В одном или более примерах часть 1004 окна может включать в себя одну или более схем 1006 (например, кабели, дорожки РСВ, проводящие дорожки гибких печатных плат), расположенных на окне 1004 или в его пределах (например, обращенных к источникам света, массиву(-ам) источников света) и выполненных с возможностью поддержки одного или более датчиков света (например, фотодиодов, обращенных к источникам света, массива(-ов) источников света). Как будет более подробно описано ниже, фотодиоды, расположенные на схемах 1006 (например, гибких печатных платах), могут быть выполнены с возможностью измерения количества света, передаваемого источниками света, такими как, например, массив источников света (например, массив LED), размещенный внутри модульного светового устройства 1000. В одном или более примерах датчики света могут быть реализованы с помощью любого количества светочувствительных технологий, включая, например, УФ-фотоэлементы и/или фотодиоды. В одном или более примерах каждая схема представляет собой гибкую печатную плату, и поскольку каждая гибкая печатная плата может создавать тень на пути света, гибкие печатные платы могут иметь размер, например, около 5 миллиметров или менее, около 4 миллиметров или менее, или около 3 миллиметров или менее, чтобы свести к минимуму помехи, которые они могут создавать для света, доставляемого к биологической жидкости. В то время как гибкие печатные платы 1006 могут создавать затенение на пути света модульного светового устройства, затенение (представляющее источник шума) может в одном или более примерах быть смодулировано (т. е. усреднено) за счет перемешивания биологической жидкости в камере обработки и/или числа, и/или расположения источников света в массиве источников света. Таким образом, в некоторых примерах процесс перемешивания, применяемый для обработки биологической жидкости, также может способствовать минимизации ухудшения характеристик, связанного с затенением. В одном или более примерах каждая из трех гибких печатных плат может быть выполнена с возможностью содержания трех датчиков света (например, фотодиодов), так что три гибкие печатные платы 1006 могут вместе содержать девять датчиков света (например, фотодиодов). Хотя добавление большего числа датчиков света (например, фотодиодов) и/или гибких печатных плат может привести к более точным измерениям света, генерируемого модульным световым устройством 1000, это может привести к большему числу преград или помех для передачи света к биологической жидкости. Аналогично, включение меньшего числа (т. е. меньшего количества) датчиков света (например, фотодиодов) и/или гибких печатных плат может уменьшить тени, создаваемые гибкими печатными платами 1006, но может привести к потере точности измерения света. Таким образом, количество фотодиодов и гибких печатных плат может представлять собой конструктивный компромисс между точностью измерения и затенением света, генерируемого модульным световым устройством 1000.

[0161] В одном или более примерах настоящего изобретения модульное световое

устройство 1000 может включать в себя камеру/полость 1008 массива источников света (например, камеру массива LED), расположенную под (например, внутри) окна 1004 и выполненную с возможностью содержания нескольких источников света (например, LED), датчиков и других компонентов, необходимых для генерирования света для обработки (как более подробно описано ниже). В одном или более примерах камера 1008 массива источников света (например, камера массива LED) может включать в себя один или более массивов 1010 источников света (например, массивов LED). Массив 1010 источников света (например, массив LED) (более подробно описанный ниже со ссылкой на фиг. 11) может включать в себя один или более источников света (например, LED) и датчиков света (например, фотодиодов) и необязательно один или более датчиков температуры. В дополнение к одному или более массивам 1010 источников света (например, массиву LED), камера 1008 массива источников света (например, камера массива LED) может включать в себя один или более отражателей 1012, расположенных по бокам камеры 1008 и выполненных с возможностью окружения периметра массива(-ов) 1010 источников света (например, массива LED). Рефлекторы 1012 могут быть выполнены с возможностью перенаправления света, генерируемого источниками света (например, LED) по периметру массива 1010 источников света (массива LED), обратно к окну 1004 (например, центральной части окна), чтобы свести к минимуму потери световой энергии на краях камеры 1008 массива источников света (например, камеры массива LED). Таким образом, хотя источники света (например, LED) по периметру массива(-ов) источников света (например, массива LED) могут направлять свет (например, часть света) к стенке камеры 1008 массива источников света (например, камеры массива LED), а не к обрабатываемой биологической жидкости, отражатели 1012 могут перенаправлять этот свет обратно к окну 1004 и через него, чтобы он не терялся и мог применяться для обработки биологической жидкости, тем самым улучшая общую эффективность массива(-ов) 1010 источников света (например, массива LED). Таким образом, отражатели 1012 помогают сохранить потенциально потерянную световую энергию, а также гарантируют, что модульное световое устройство 1000 будет генерировать более однородное количество света (например, по всему устройству, по поверхности биологической жидкости, подлежащей обработке, в пределах облучения).

[0162] В одном или более примерах настоящего изобретения модульное световое устройство 1000 может включать в себя один или более интерфейсов (например, портов) для электрического соединения модульного светового устройства с различными компонентами электронного устройства обработки. В одном или более примерах модульное световое устройство 1000 может включать в себя интерфейсную панель 1014, расположенную сбоку корпуса 1002. Интерфейсная панель 1014 может включать в себя один или более интерфейсов для электрического соединения модульного светового устройства 1010 с различными компонентами электронного устройства обработки. В одном или более примерах интерфейсная панель 1014 может включать в себя блокировочный соединитель 1016. При подключении к электронному устройству

блокировочный соединитель 1016 может быть выполнен так, чтобы позволять электронному устройству быстро и эффективно отключать модульное световое устройство, если устройство сталкивается с условием, неисправностью или состоянием, при котором продолжение работы модульного светового устройства 1010 может быть нежелательным. Например, если электронное устройство обнаруживает проблему с обрабатываемой биологической жидкостью (т. е. она неправильно загружена на лоток или в камеру обработки) или неисправна мешалка, устройство может быстро отключить модульное световое устройство 1000 с помощью блокировочного соединителя 1016.

[0163] В одном или более примерах интерфейсная панель 1014 может включать в себя порт 1018 питания, который выполнен с возможностью подключения модульного светового устройства 1000 к источнику питания электронного устройства обработки. Таким образом, модульному световому устройству 1000 может не потребоваться наличие собственного источника питания, а вместо этого его можно подключить к источнику питания электронного устройства после того, как модульное световое устройство 1000 будет установлено в электронном устройстве. В одном или более примерах настоящего изобретения порт 1018 питания может быть выполнен с возможностью подключения внешнего источника питания к внутренним компонентам электронного устройства, которым требуется питание, таким как источники света (например, LED), датчики и т.д. В одном или более примерах порт 1018 питания может быть выполнен с возможностью передачи мощности от внешнего источника питания к одному или более контроллерам/драйверам (более подробно описанным ниже), которые могут быть выполнены с возможностью распределения электропитания между различными компонентами в модульном световом устройстве 1000. В одном или более примерах порт 1018 питания может быть рассчитан на 48 В, а само модульное световое устройство может быть выполнено с возможностью потребления приблизительно 225 Вт мощности.

[0164] В одном или более примерах интерфейсная панель 1014 может включать в себя коммуникационный порт, такой как, например, порт 1020 Ethernet. Порт 1020 Ethernet может быть выполнен так, чтобы при подключении к устройству предоставлять сетевые возможности модульному световому устройству 1000. Как более подробно описано ниже, порт Ethernet может позволять модульному световому устройству обмениваться данными с другими критичными для безопасности компонентами электронного устройства с помощью специализированного, предметно-ориентированного протокола связи, выполненного с возможностью изоляции критичных для безопасности компонентов электронного устройства от помех внешних источников.

[0165] В одном или более примерах настоящего изобретения модульное световое устройство 1000 может включать теплообменник 1022, расположенный в нижней части (например, в основании) корпуса 1002. Как более подробно описано ниже, теплообменник может иметь такую форму и исполнение, чтобы уменьшать или отводить тепло, выделяемое различными компонентами модульного светового устройства, от модульного светового устройства (например, и от биологической жидкости), чтобы поддерживать

модульное световое устройство, камеру обработки и/или биологическую жидкость при желаемой рабочей температуре (например, в пределах желаемого диапазона рабочих температур).

[0166] На фиг. 11 представлен вид сверху иллюстративного модульного светового устройства 1100 для применения в системе обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения. На фиг. 11 дополнительно показаны компоненты, находящиеся внутри камеры 1008 массива источников света (например, камеры массива LED) по фиг. 10. Как показано на фиг. 11, модульное световое устройство 1100 может включать в себя множество источников света, таких как УФ LED 1102, выполненные с возможностью генерирования УФ-излучения во время работы модульного светового устройства 1100. В одном или более примерах множество LED источников 1102 света из массива(-ов) источников света могут быть распределены на одной или более панелях 1108. Например, в примере на фиг. 11, камера 1008 массива источников света (например, камера массива LED) может включать в себя три панели 1108, расположенные у внутреннего основания камеры, причем LED источники 1102 света могут быть распределены по трем панелям таким образом, что часть LED источников света расположены на каждой панели 1108. Число источников 1102 света (например, LED) в камере 1008 массива источников света может зависеть от ряда факторов. В одном или более примерах каждое модульное световое устройство 1100 электронного устройства обработки может быть выполнено с возможностью генерирования света на поверхности мешка для обработки или другого контейнера для обработки (например, содержащего биологическую жидкость) на определенной глубине биологической жидкости в мешке для обработки и/или вокруг заданного объема облучения, который окружает мешок для обработки (например, жидкости, содержащейся в заданном объеме облучения). В одном или более примерах заданный объем облучения может представлять собой трехмерное пространство вокруг платформы (например, и связанного с ней лотка), в направлении которого световые устройства доставляют по существу однородное количество света. Таким образом, в заданном объеме облучения модульные световые устройства могут быть выполнены с возможностью обеспечения по существу однородного количества света в соответствии с заданной спецификацией. Размер объема облучения и интенсивность света, который должен быть доставлен в объем облучения, могут служить факторами при определении числа источников света (например, LED источников света), включенных в каждое модульное световое устройство 1100.

[0167] В одном или более примерах однородность света в пределах объема облучения может быть определена количественно как функция интенсивности излучения источников света. Таким образом, в одном или более примерах множество источников света могут быть совместно выполнены таким образом, что источники света облучают биологическую жидкость в камере обработки с менее 25% (например, менее 20%, менее 15%, менее 10%) отклонением интенсивности излучения по поверхности биологической жидкости (например, контейнера с жидкостью, плоскости пересечения контейнера с

жидкостью), обращенной к источникам света. В одном или более примерах источники света выполнены таким образом, что источники света облучают любую площадь 5 см^2 на биологической жидкости (например, контейнера с биологической жидкостью) в камере обработки с отклонением менее 25% от интегральной интенсивности излучения (усредненной по площади поверхности) для всей плоскости пересечения биологической жидкости (например, контейнера с биологической жидкостью).

[0168] В одном или более примерах поверхность биологической жидкости может быть образована, например, поверхностью контейнера с биологической жидкостью, содержащего жидкость, или плоскостью, пересекающей любую часть биологической жидкости. В одном примере источники света могут быть выполнены (например, расположены в массиве) таким образом, что источники света облучают биологическую жидкость с менее 25% (например, менее 20%, менее 15%, менее 10%) отклонением интенсивности излучения на поверхности биологической жидкости, обращенной к массиву источников света. Другими словами, интенсивность света на любой одной части поверхности биологической жидкости, обращенной к массиву источников света, может отличаться от интенсивности света на любой другой части поверхности биологической жидкости, обращенной к массиву источников света, менее чем на 25% (например, менее чем на 20%, менее чем на 15%, менее чем на 10%).

[0169] В одном или более примерах модульное световое устройство 1100 может включать в себя 216 LED 1102 внутри камеры 1008 массива LED. В одном или более примерах камера 1008 массива LED может включать в себя большее или меньшее число LED. В дополнение к объему облучения и требованиям процесса обработки на число LED также может влиять размер камеры 1008 массива светодиодов (например, расстояние массива светодиодов от окна), требования к мощности модульного светового устройства 1000, а также желаемое время обработки обрабатываемой биологической жидкости. Например, в примере, где желаемая доза УФ-обработки биологической жидкости составляет $6,3 \text{ Дж/см}^2$ при желаемом сочетании времени и интенсивности обработки, 216 LED могут обеспечить желаемую дозу света. Однако в одном или более примерах применение меньшего числа LED и/или пониженной интенсивности в модульном световом устройстве может снизить потребность в энергии, но может потребовать больше времени для обработки биологической жидкости. И наоборот, применение большего числа LED и/или повышенной интенсивности в камере может сократить время, необходимое для обработки, но может привести к увеличению энергозатрат и температуры, связанных с увеличением числа LED и/или повышенной интенсивностью. В одном или более примерах настоящего изобретения модульное световое устройство 1000 может включать в себя 5 или более, 10 или более, 25 или более, 50 или более, 100 или более, 150 или более, 200 или более, 250 или более, 300 или более, или 400 или более источников света (например, LED) в камере 1008 массива источников света. В одном или более примерах настоящего изобретения модульное световое устройство 1000 может включать в себя 500 или менее, 400 или менее, 300 или менее, 250 или менее, 200 или

менее, 150 или менее, или 100 или менее источников света (например, LED), например, от 50 до 400, от 100 до 300 или от 150 до 250 источников света в камере 1008 массива источников света.

[0170] В одном или более примерах настоящего изобретения, как показано на фиг. 11, камера массива источников света (например, камера массива LED) может включать в себя один или более датчиков 1104 света (например, фотодиодов), расположенных на печатной плате(-ах), на которой расположены сами LED. Фотодиоды 1104 могут быть включены в дополнение к фотодиодам, расположенным на гибкой печатной плате(-ах) 1006, описанной выше (фотодиоды 1104, расположенные на гибкой печатной плате(-ах) 1006, видны на виде, представленном на фиг. 12). В отличие от фотодиодов, расположенных на гибкой печатной плате(-ах) 1006, фотодиоды 1104 могут быть ориентированы на улавливание света, передаваемого вторым модульным световым устройством, расположенным на противоположной стороне камеры обработки (например, платформы, мешка для обработки) от модульного светового устройства 1000, и, таким образом, могут быть выполнены с возможностью измерения света, передаваемого вторым модульным световым устройством. Как описано выше, фотодиоды на гибкой печатной плате(-ах) 1006 могут быть ориентированы и выполнены с возможностью улавливания света, который непосредственно передается самим модульным световым устройством к камере обработки (например, платформе, мешку для обработки).

[0171] В одном или более примерах модульное световое устройство 1100 может включать в себя всего восемнадцать фотодиодов, причем девять фотодиодов 1104 расположены на печатной плате(-ах) (например, по 3 на каждой печатной плате) камеры 1008 массива источников света, а другие девять расположены на гибкой печатной плате(-ах) 1006 (например, по 3 на каждой гибкой печатной плате), описанной выше. Число фотодиодов, входящих в состав любого данного модульного светового устройства, может определяться, например, требуемой точностью измерения, конфигурацией массива(-ов) источников света и ограничениями по пространству, обусловленными модульными световыми устройствами. Таким образом, в одном или более примерах модульное световое устройство может включать в себя больше фотодиодов, которые обеспечивают повышенную точность измерения, но за счет, например, более плотного размещения компонентов или увеличения объема источника света. И наоборот, модульное световое устройство 1000 может включать в себя меньше фотодиодов, что может, например, уменьшить занимаемую площадь всего светового устройства, но за счет точности измерения. В одном или более примерах настоящего изобретения модульное световое устройство 1000 может включать в себя 2 или более, 4 или более, 6 или более, 8 или более, 10 или более, 15 или более, 20 или более, 25 или более, или 30 или более фотодиодов (например, расположенных на одной или обеих из печатной платы (плат) и гибкой печатной платы (плат), описанных выше). В одном или более примерах фотодиоды могут быть подключены к управляющей электронике (более подробно описанной ниже), так что, если будет установлено, что модульное световое устройство не испускает надлежащее

количество света (или если модульное световое устройство на другой стороне камеры обработки не испускает надлежащее количество света) устройство может предпринять корректирующие действия (например, предупредив оператора о состоянии, отрегулировав интенсивность источников света, отрегулировав электрический ток, подаваемый к источникам света, прекратив процесс обработки). Альтернативно или дополнительно в одном или более примерах, фотодиоды могут быть подключены к управляющей электронике (более подробно описанной ниже), так что наличие или отсутствие биологической жидкости в камере обработки можно определить на основе количества света, передаваемого модульным световым устройством на другой стороне камеры обработки.

[0172] В одном или более примерах камера 1008 массива источников света модульного светового устройства 1000 может включать в себя один или более датчиков 1106 температуры. Датчики 1106 температуры могут быть выполнены с возможностью измерения температуры модульного светового устройства 1000. При работе модульного светового устройства источники света (например, LED) помимо передачи световой энергии могут также генерировать значительное количество тепловой энергии. Датчики 1106 температуры могут быть выполнены с возможностью измерения тепла, выделяемого LED источниками света, для обеспечения того, чтобы они работали в соответствии со своими спецификациями и/или спецификациями профиля биологической очистки. В одном или более примерах датчики температуры могут быть подключены к управляющей электронике (более подробно описанной ниже), так что, если будет определено, что модульное световое устройство работает при температуре, превышающей его спецификацию, то световое устройство может быть отключено или могут быть приняты другие корректирующие меры. В некоторых вариантах осуществления светодиодные источники света можно модулировать, например, циклически включать и выключать (например, импульсная модуляция) в ответ на измерение температуры датчиком(-ами). Датчики 1106 температуры (например, каждый датчик температуры) могут быть установлены, например, на стыке LED (т. е. стыке между LED и PCB, на которой расположен LED), поскольку части LED отвечают за большую часть тепла, выделяемого световым устройством. Альтернативно или дополнительно датчики 1106 температуры (например, каждый датчик температуры) могут быть установлены, например, на печатной плате камеры 1008 массива источников света. В одном или более примерах датчики температуры могут быть реализованы с помощью термисторов (или любого другого компонента, выполненного с возможностью измерения изменений температуры), которые могут изменять сопротивление пропорционально температуре камеры 1008 массива источников света. Дополнительно один или более датчиков температуры могут быть реализованы с помощью различных типов датчиков, включая термопары, инфракрасные датчики, биметаллические устройства, термометры, датчики изменения состояния и кремниевые диоды. В одном или более примерах модульное световое устройство 1000 может включать в себя всего шесть датчиков температуры. Подобно фотодиодам 1104,

камера 1008 массива источников света может включать в себя большее или меньшее число датчиков температуры (например, 1 или более, 2 или более, 3 или более, 4 или более, 5 или более, 8 или более, или 10 или более). Хотя большее число датчиков температуры может означать более высокую точность измерений, для их установки может потребоваться больше места. И наоборот, хотя меньшее число датчиков температуры может, например, занимать меньше места, это может привести к снижению точности измерений.

[0173] На фиг. 12 представлен вид сбоку (например, в разрезе) иллюстративного модульного светового устройства для применения в системе обработки биологической жидкости (например, электронном устройстве обработки) в соответствии с примерами настоящего изобретения. Вид 1200 сбоку светового устройства 1000, показанного на фиг. 12, может лучше проиллюстрировать некоторые дополнительные признаки светового устройства в соответствии с одним или более примерами настоящего изобретения. Например, как показано на виде 1200 сбоку, световое устройство 1000 включает в себя схему 1202 управления, содержащуюся внутри корпуса светового устройства 1002 (для иллюстрации корпус 1002 схемы управления был удален, чтобы открыть схему управления). Схема 1202 управления может включать в себя как РСВ 1204 контроллера, так и одну или более РСВ 1206 драйвера источника света (например, LED). В одном или более примерах настоящего изобретения РСВ 1204 контроллера может быть выполнена с возможностью работы в качестве блока управления светового устройства. В одном или более примерах настоящего изобретения РСВ 1204 контроллера может обеспечивать связь между более широким устройством обработки и самим световым устройством 1000 и может быть выполнена с возможностью управления одной или более РСВ 1206 LED. В одном или более примерах настоящего изобретения РСВ 1204 контроллера может включать в себя один или более микропроцессоров, память и интерфейс связи.

[0174] В одном или более примерах настоящего изобретения РСВ 1206 драйвера LED могут быть выполнены с возможностью регулирования тока и мощности каждого LED 1102, расположенного в массиве источников света камеры 1008 массива источников света. В одном или более примерах модульное световое устройство 1000 может включать в себя две РСВ 1206 драйверов LED, причем каждый драйвер включает в себя 18 микросхем драйверов, выполненных с возможностью совместного регулирования тока и мощности 216 LED 1102, расположенных в камере 1008 массива источников света. В одном или более примерах РСВ 1206 драйвера LED могут быть выполнены так, чтобы обеспечивать соответствие светового устройства 1000 стандарту IEC 61010. Например, каждый драйвер РСВ 1206 драйвера LED может включать в себя собственный датчик температуры. Число РСВ драйверов LED, а также общее число микросхем драйверов может быть больше или меньше и может в значительной степени зависеть от числа LED 1102, расположенных в камере 1008 массива источников света. В одном или более примерах настоящего изобретения каждая микросхема драйвера РСВ 1206 драйвера LED может включать в себя специальный датчик температуры, выполненный с возможностью

контроля температуры модульного светового устройства. В другом иллюстративном варианте осуществления светового устройства 1000 схема управления, включающая в себя РСВ 1204 контроллера и РСВ 1206 драйвера LED, может быть интегрирована в системный контроллер CSB, описанный выше. При этом интеграция указанных блоков управления в само световое устройство 1000 может сделать конструкцию более модульной в том смысле, что замена (например, модернизация) светового устройства может заключаться в простой замене всего блока, а не только в доступе к системному контроллеру CSB для модернизации управляющей электроники, связанной со световым устройством 1000.

[0175] Вид 1200 сбоку на фиг. 12 также может помочь проиллюстрировать угол 1208 луча каждого отдельного источника света (например, LED), расположенного на РСВ 1206 LED. В одном или более примерах угол луча LED может представлять собой угол, под которым распространяется или испускается свет, генерируемый с помощью LED. Как описано выше, на расположение LED в значительной степени может влиять желаемая площадь поверхности облучения или объем мешка для обработки. Таким образом, в одном или более примерах можно выбрать LED с соответствующим углом 1208 луча, чтобы удовлетворить спецификации облучения. В одном или более примерах настоящего изобретения выбранный угол луча может составлять около 120° , но угол может быть больше или меньше (например, от около 100° до около 140° , от около 110° до около 130° , от около 115° до около 125° , около 100° , около 110° , около 115° , около 125° , около 130° , около 140°). В одном или более примерах настоящего изобретения каждый LED может обеспечивать желаемый угол луча за счет включения линзы и/или корпуса в каждый LED, которые могут фокусировать свет под желаемым углом луча. Дополнительно вид 1200 сбоку позволяет проиллюстрировать световые датчики 1212 (например, фотодиоды) гибкой печатной платы (плат) 1006, расположенной на окне 1004, обращенных к источникам света на массиве(-ах) источников света модульного светового устройства для обнаружения света, испускаемого ими.

[0176] На фиг. 13 представлен вид снизу иллюстративного модульного светового устройства для применения в системе обработки биологической жидкости (например, электронном устройстве обработки) в соответствии с примерами настоящего изобретения. Вид 1300 снизу светового устройства 1000, показанного на фиг. 13, может лучше проиллюстрировать теплообменник 1302, который может быть выполнен с возможностью отвода тепла, выделяемого световым устройством во время работы. В одном или более примерах настоящего изобретения теплообменники 1302 могут иметь такую форму, чтобы максимально увеличить площадь поверхности устройства, подвергаемую воздействию воздуха, втягиваемого или нагнетаемого мимо теплообменников от одного или более вентиляторов (например, внешних вентиляторов), расположенных на электронном устройстве обработки. В одном или более примерах теплообменники 1302 могут быть выполнены таким образом, что воздух, проходящий мимо них (например, нагнетаемый) от вентилятора(-ов) или к нему, может передаваться от светового устройства 1000 к проходящему воздуху, тем самым обеспечивая эффект охлаждения, который снижает

общую температуру массива источников света и/или модульного светового устройства.

[0177] Как показано в примере на фиг. 13, в одном или более примерах теплообменники 1302 могут иметь форму ребер определенной высоты и ширины. Можно выбрать большую высоту и большую ширину, чтобы максимально увеличить площадь поверхности, подвергаемую воздействию воздуха, проходящего мимо теплообменника, однако увеличение высоты и ширины может увеличить занимаемую площадь всего светового устройства, и, таким образом, высота и ширина теплообменников 1302 могут быть ограничены любыми требованиями к размеру, предъявляемыми к световому устройству. Форма теплообменников 1302 может быть выполнена таким образом, чтобы воздух, втягиваемый или нагнетаемый мимо теплообменника, циркулировал над отдельными ребрами теплообменников 1302 и между ними. Таким образом обеспечивается максимальная площадь поверхности, подвергаемая воздействию воздушного потока.

[0178] В одном или более примерах, вместо применения воздуха для отвода тепла от модульного светового устройства 1000, в одном или более примерах световое устройство 1000 может включать другие формы активного охлаждения, такие как, например, активное охлаждение, при котором жидкий хладагент циркулирует (например, вокруг теплообменников 1302) для охлаждения светового устройства 1000. В одном или более примерах в световом устройстве 1000 также может применяться пассивное охлаждение для охлаждения светового устройства, причем один или более теплообменников 1302 выполнены с возможностью применения естественной теплопроводности, конвекции и излучения для охлаждения светового устройства 1000.

[0179] Как указано выше, в одном или более примерах настоящего изобретения модульное световое устройство 1000 может включать в себя множество теплоотводов, которые выполнены с возможностью обмена теплом с воздухом, проходящим над ними, обеспечиваемым одним или более вентиляторами, которые являются внешними по отношению к световому устройству (т. е. расположен на устройстве обработки). Однако, как описано ниже, в одном или более примерах световое устройство 1000 может включать в себя собственный вентилятор или вентиляторы, которые размещены внутри светового устройства и могут быть частью модульной конструкции.

[0180] На фиг. 14 представлены иллюстративные архитектуры вентиляторов для реализации светового устройства для применения в системе обработки биологической жидкости в соответствии с примерами настоящего изобретения. В одном или более примерах, как показано на фиг. 14, модульное световое устройство 1402 может включать в себя один или более вентиляторов 1404 как часть светового устройства. В примере светового устройства 1402 один или более вентиляторов 1404 могут быть выполнены с возможностью втягивать или нагнетать воздух мимо камеры массива источников света, например, мимо множества внутренних теплоотводов или теплообменников, которые выполнены с возможностью отвода тепла от LED в световом устройстве. Включение вентиляторов в состав светового устройства может привести к более модульной

конструкции, поскольку дополнительные компоненты, управляющие световым устройством 1402, расположены в одном световом устройстве. Это может обеспечить более эффективную модульность, поскольку само световое устройство может непосредственно управлять своими собственными механизмами охлаждения.

[0181] Однако в одном или более примерах включение одного или более вентиляторов в состав модульного светового устройства 1402 также может увеличить общую массу и размер светового устройства. Например, как показано на фиг. 14, световое устройство 1406, которое не включает в себя один или более вентиляторов как часть светового устройства, может иметь меньшую занимаемую площадь, чем световое устройство 1402, которое включает в себя вентиляторы как часть светового устройства. Например, световое устройство 1402, которое включает в себя внутренние вентиляторы 1404, может иметь большую высоту и массу, чем световое устройство 1406, которое не включает в себя внутренние вентиляторы. Таким образом, применение «безвентиляторной» конструкции, в которой световое устройство применяет внешние вентиляторы (например, вентиляторы, являющиеся компонентами электронного устройства обработки) или пассивное охлаждение, может привести к созданию более компактного и легкого светового устройства, что обеспечит более модульную (т. е. легче заменяемую) конструкцию светового устройства. В одном или более примерах модульное световое устройство, которое не включает в себя внутренние вентиляторы (например, с «безвентиляторной» конструкцией), может иметь высоту 6 дюймов или менее, 5 дюймов или менее, 4 дюйма или менее, или 3 дюйма или менее.

[0182] Для обеспечения модульной конструкции светового устройства (т. е. позволяющей легко снимать и заменять световое устройство, например, в случае его неисправности или иным образом не функционирующего в соответствии с желаемой операцией, или для модернизации), электронное устройство обработки само по себе может быть выполнено с возможностью обеспечения модульности светового устройства. Другими словами, устройство обработки может быть выполнено так, чтобы механически поддерживать модульное световое устройство и облегчить его удаление или добавление. Конструкция устройства обработки, облегчающая эффективное удаление и замену светового устройства, может сделать замену светового устройства более эффективной, поскольку это позволяет пользователю, обслуживающему устройство, просто выдвинуть модульное световое устройство (например, сбоку, спереди, сзади) и вставить сменное световое устройство, причем для этого потребуется выполнить минимальное число электрических подключений (например, электропитание, Ethernet, блокировки, как описано выше).

[0183] На фиг. 15А представлен другой вид иллюстративной компоновки внутреннего аппаратного обеспечения системы обработки биологической жидкости (например, электронного устройства обработки) в соответствии с примерами настоящего изобретения. Вид 1500 на фиг. 15А представляет собой вид сбоку (например, в разрезе) устройства обработки. В одном или более примерах, если необходимо заменить

модульное световое устройство, то в одном или более примерах боковая панель устройства обработки может быть удалена, как показано на фиг. 15А, чтобы обеспечить доступ к одному или более модульным световым устройствам, находящимся внутри устройства. Как показано на виде 1500 сбоку на фиг. 15А, устройство 1502 обработки может включать в себя четыре отдельных модульных световых устройства 1504, 1506, 1508 и 1510. Подобно примерам, описанным выше, световые устройства 1504 и 1506 могут быть выполнены и расположены таким образом, чтобы обеспечивать доставку по существу однородного света (например, УФ-излучения) к платформе 1512 для обработки (например, и связанному с ней лотку) и биологической жидкости, расположенной на платформе. Световые устройства 1508 и 1510 могут быть выполнены и расположены таким образом, чтобы обеспечивать доставку по существу однородного света (например, УФ-излучения) к платформе 1514 для обработки (например, и биологической жидкости, расположенной на платформе).

[0184] В одном или более примерах электронное устройство 1502 обработки может включать в себя четыре отдельных набора (например, пары) механических реек 1516, 1518, 1520 и 1522, ориентированных в направлении от одной стороны к другой стороне электронного устройства и выполненных так, чтобы каждое световое устройство могло скользить в них, так что световые устройства механически поддерживаются устройством обработки. В одном или более примерах каждый набор реек 1516, 1518, 1520 и 1522 может включать в себя две рейки, расположенные на противоположных сторонах электронного устройства. На фиг. 15 показана одна рейка для каждого набора реек 1516, 1518, 1520 и 1522. Вторая рейка для каждого комплекта расположена на противоположной стороне электронного устройства и на фигуре не видна. Таким образом, в одном или более примерах направляющие, предусмотренные на корпусе модульного светового устройства 1504, могут быть вставлены в рейки 1516 устройства 1502 обработки (например, сбоку устройства 1502 обработки) для механической поддержки светового устройства 1504. Направляющие, предусмотренные на корпусе светового устройства 1506, могут быть вставлены в рейки 1518 устройства 1502 обработки для механической поддержки светового устройства 1506. Направляющие, предусмотренные на корпусе светового устройства 1508, могут быть вставлены в рейки 1520 устройства 1502 обработки для механической поддержки светового устройства 1508. Наконец, направляющие, предусмотренные на корпусе светового устройства 1510, могут быть вставлены в рейки 1522 устройства 1502 обработки для механической поддержки светового устройства 1510. Благодаря набору направляющих на каждом модульном световом устройстве, которые являются комплементарными для набора реек на устройстве обработки, так что световое устройство можно вставить в устройство обработки при замене, замена модульного светового устройства может представлять собой эффективный и простой процесс.

[0185] На фиг. 15В представлен другой иллюстративный вид модульного светового устройства в соответствии с примерами настоящего изобретения. Вид 1524 на фиг. 15В позволяет проиллюстрировать направляющие 1526 светового устройства (описанные

выше со ссылкой на фиг. 15А), которые в одном или более примерах выполнены с возможностью скольжения по любой из реек 1516, 1518, 1520 и 1522 устройства 1502 обработки, чтобы механически поддерживать световое устройство 1508. Как показано на виде 1524 на фиг. 15В, направляющая 1526 может иметь такую форму, чтобы при скольжении по рейкам 1516, 1518, 1520 и 1522 она могла входить в зацепление с рейками для предотвращения выскальзывания или бокового перемещения светового устройства после того, как направляющая 1526 была размещена на рейке 1516, 1518, 1520 и 1522.

[0186] В одном или более примерах настоящего изобретения модульные световые устройства могут быть подвергнуты процессу проверки (например, процессу проверки работоспособности), чтобы гарантировать, что каждое из модульных световых устройств в электронном устройстве обработки работает в соответствии с их требованиями, т. е. на окне светового устройства нет препятствий для прохождения света или других преград (например, пыль, царапина, загрязнение), и/или на платформе (например, на связанном с ней лотке) устройства обработки отсутствуют препятствия для прохождения света (например, пыль, царапины, загрязнения). В одном или более примерах процесс проверки (например, процесс проверки работоспособности) может выполняться, когда световое устройство или световые устройства впервые устанавливаются/заменяются в устройстве обработки, и/или может выполняться периодически в течение всего срока службы устройства (например, до каждого процесса обработки). В одном или более примерах процесс проверки может быть выполнен для определения наличия или отсутствия биологической жидкости (например, контейнера с биологической жидкостью), подлежащей обработке (например, в камере обработки, на платформе электронного устройства обработки).

[0187] На фиг. 16 представлен иллюстративный процесс проверки модульного светового устройства (например, для определения наличия какого-либо препятствия или другой преграды (например, загрязнения) на окне и/или платформе, из-за которой свет не полностью и/или неравномерно облучает обрабатываемый образец), в соответствии с примерами настоящего изобретения. В одном или более примерах настоящего изобретения процесс 1600, изображенный на фиг. 16, может начинаться с этапа 1602, на котором один или более процессоров, либо связанных с самим световым устройством, либо связанных с устройством обработки, как правило, могут инициировать процесс проверки светового устройства и/или устройства обработки. В одном или более примерах процесс проверки светового устройства и/или электронного устройства обработки (например, процесс проверки работоспособности) может быть инициирован, когда в устройстве нет обрабатываемой биологической жидкости и на платформу не загружена биологическая жидкость (например, в связанный с ней лоток). Таким образом, процесс проверки работоспособности светового устройства не будет мешать общему процессу обработки, поскольку он выполняется в то время, когда обработка не проводится, и наличие биологической жидкости, расположенной на платформе, не будет мешать процессу проверки работоспособности.

[0188] После инициирования процесса на этапе 1602 процесс 1600 может перейти к этапу 1604, на котором оба световых устройства, связанные с одной платформой (например, со связанным с ней лотком) (см. описание выше), выключены (например, если в данный момент они включены), так что ни одно из световых устройств не передает свет. Как только оба световых устройства, связанные с платформой, выключены или были отключены на этапе 1604, процесс 1600 может перейти к этапу 1606, на котором активируется первое световое устройство из двух световых устройств. Как будет видно из приведенного ниже описания, при одновременном включении только одного светового устройства для проверки работоспособности можно узнать точный источник света, измеряемый во время проверки работоспособности. Напротив, если оба световых устройства одновременно активируются во время проверки работоспособности, может быть трудно установить или точно измерить, откуда исходит измеряемый свет.

[0189] Как только первое световое устройство активировано на этапе 1606, процесс 1600 может перейти к этапу 1608, на котором свет, исходящий от первого светового устройства (например, проходящий через платформу камеры обработки), может быть измерен с помощью фотодиодов на втором световом устройстве. Как описано выше, один или более фотодиодов, расположенных непосредственно на световых массивах (например, PCB LED), ориентированы специально для улавливания света, передаваемого от другого светового устройства, расположенного напротив платформы (например, и связанного с ней лотка). Напротив, один или более фотодиодов, расположенных на гибких печатных платах (описанных выше), могут быть ориентированы для измерения света, передаваемого самим световым устройством. В одном или более примерах настоящего изобретения фотодиоды на гибких печатных платах первого светового устройства также могут измерять свет, исходящий от того же (например, первого) светового устройства.

[0190] Как только свет, передаваемый первым световым устройством, измерен вторым световым устройством на этапе 1608, процесс может перейти к этапу 1610, на котором источники света (например, LED) первого светового устройства могут быть отключены. После отключения процесс может перейти непосредственно к этапу 1616 (описанному ниже) или к этапу 1612, на котором активируются источники света (например, LED) второго светового устройства (например, для проверки работоспособности второго светового устройства и /или электронного устройства). После включения второго светового устройства на этапе 1612 процесс 1600 может перейти к этапу 1614, на котором свет, передаваемый вторым световым устройством (например, проходящий через платформу камеры обработки), может быть измерен одним или более фотодиодами первого светового устройства способом, по существу аналогичным описанному выше процессу с этапами 1606-1610. В одном или более примерах настоящего изобретения фотодиоды на гибких печатных платах второго светового устройства также могут измерять свет, исходящий от того же (например, второго) светового устройства.

[0191] После того как свет от второго светового устройства измерен первым

световым устройством на этапе 1614, процесс 1600 может перейти к этапу 1616, на котором выполняется определение работоспособности светового устройства (устройств) и/или электронного устройства (например, платформы) на основе измерений, полученных на этапах 1608 и 1614. В одном или более примерах, если определено, что одно или более световых устройств или электронное устройство не проходят проверку работоспособности, устройство обработки может отправить пользователю предупреждение в виде графического пользовательского интерфейса (GUI), отображаемое на дисплее устройства обработки. После того как на этапе 1616 определена работоспособность светового устройства (устройств), процесс 1600 может перейти к этапу 1618, на котором он завершается.

[0192] Хотя процесс, описанный выше со ссылкой на фиг. 16, может определить, исправно ли работает модульное световое устройство, а также передается ли свет от каждого светового устройства на (например, через) платформу (например, и связанный с ней лоток), которая будет содержать контейнер для обработки, в одном или более примерах проверка работоспособности, описанная выше, может оказаться недостаточной для определения того, достигается ли желаемая доза света (например, объем облучения). Например, процесс, описанный выше со ссылкой на фиг. 16, может не обеспечивать возможность измерения (например, адекватного измерения) общей доставленной дозы света (например, к поверхности биологической жидкости, к объему облучения), поскольку описанный выше процесс выполнен с возможностью определения того, передают ли свет источники света (например, LED) каждого светового устройства и нет ли преград, блокирующих передаваемый свет. Таким образом, в одном или более примерах процедура калибровки может выполняться с периодичностью в течение всего срока службы светового устройства, чтобы определить, обеспечивают ли отдельные и/или комбинированные световые устройства желаемую дозу света (например, создают надлежащий объем облучения, создают надлежащее излучение). На основе такой процедуры калибровки могут быть выполнены регулировки, такие как, например, увеличение интенсивности одного или более источников света (например, LED) для компенсации снижения светоотдачи с течением времени. В одном варианте осуществления такое увеличение интенсивности позволяет устройству поддерживать (например, по опыту оператора) по существу неизменное время обработки на протяжении всего срока службы источников света.

[0193] На фиг. 17А представлен иллюстративный процесс калибровки светового устройства в соответствии с примерами настоящего изобретения. В процессе 1700 может применяться калибровочное устройство, которое может быть реализовано как компонент (например, независимый от модульного светового устройства, независимый от электронного устройства), выполненный с возможностью размещения на платформе (например, и связанном с ним лотке) устройства и выполненный с множеством фотодиодов или других датчиков света, которые могут измерять количество света, принятого от одного или обоих модульных световых устройств, и вычислять различные

параметры, включая общую дозу доставленного облучения (например, объем облучения). В одном или более примерах процесс 1700 калибровки световых устройств может начинаться на этапе 1702, на котором калибровочное устройство помещается на платформу (например, связанный с ним лоток) устройства обработки (которая обычно содержит биологическую жидкость/контейнер для обработки во время работы устройства обработки).

[0194] В одном или более примерах после размещения калибровочного устройства на платформе на этапе 1702, процесс 1700 может перейти к этапу 1704, на котором активируются одно или более световых устройств, выполненных с возможностью облучения платформы (т. е. LED светового устройства (устройств) включаются и передают свет к калибровочному устройству). После активации одного или более световых устройств на этапе 1704 процесс 1700 может перейти к этапу 1706, на котором одно или более устройств измерения света калибровочного устройства (т. е. фотодиоды) могут регистрировать измерения света, принятого от одного или более световых устройств. В одном или более примерах после выполнения измерений на этапе 1706 процесс 1700 может перейти к этапу 1708, на котором калибровочное устройство (или процессор, подключенный к калибровочному устройству) может вычислить величину облучения (например, дозу света, объем облучения). В одном или более примерах на этапе 1708 калибровочное устройство может передать указание пользователю устройства относительно того, получило ли устройство надлежащее количество света во время теста или тест не пройден. После вычисления величины облучения на этапе 1708, процесс 1700 может перейти к этапу 1710, на котором он завершается.

[0195] На фиг. 17В представлен другой иллюстративный процесс калибровки в соответствии с примерами настоящего изобретения. В одном или более примерах процесс 1712, показанный на фиг. 17В, может быть по существу аналогичен процессу, показанному на фиг. 17А. Например, этапы 1714, 1716 и 1718 могут быть по существу аналогичны этапам 1702, 1704 и 1706, показанным на фиг. 17А. Таким образом, для понимания деталей этапов 1714, 1716 и 1718 соответственно можно обратиться к приведенному выше описанию этапов 1702, 1704 и 1706. В одном или более примерах после выполнения измерений света на этапе 1718 процесс 1714 может перейти к этапу 1720, на котором измерения, полученные на этапе 1718, можно сравнить с заданным пороговым значением (например, заданным количеством света). В одном или более примерах, если значение, измеренное на этапе 1718 ниже заданного порогового значения, это указывает на то, что текущее время обработки, которое требуется устройству для инактивации патогенов, будет недостаточным (например, недостаточное облучение, недостаточная доза света). В одном или более примерах заданное пороговое значение может быть определено эмпирически. В одном или более примерах калибровочное устройство может получать измерения и передавать измерения в устройство обработки или модульное световое устройство (например, посредством электронного устройства) для выполнения сравнения на этапе 1720. Дополнительно или альтернативно

калибровочное устройство может само выполнять сравнение на этапе 1720.

[0196] В одном или более примерах, в ответ на калибровочный тест, в котором измерение, выполненное на этапе 1718, отличается от ожидаемой или желаемой величины (например, от заданного порогового значения на этапе 1720), может быть выполнена корректировка света, испускаемого одним или более источниками света светового устройства, например, на основе связи между электронным устройством и световым устройством. В одном или более примерах, в ответ на калибровочный тест, в котором значение, измеренное на этапе 1718, ниже заданного порогового значения на этапе 1720, устройство может увеличить время обработки, чтобы компенсировать меньшее количество света, принятого в биологической жидкости в процессе обработки. Однако в одном или более примерах увеличение времени обработки может быть нежелательным, поскольку это может снизить общую эффективность и производительность устройства обработки. Таким образом, в одном или более примерах, если значение, измеренное на этапе 1718, ниже заданного порогового значения на этапе 1720, то в одном или более примерах процесс 1714 может перейти к этапу 1722, на котором интенсивность источников света (например, источников света светового устройства), применяемых во время процесса 1714 калибровки может быть скорректирована (т. е. увеличен) с учетом (например, для компенсации) меньшего количества света. Таким образом, вместо того, чтобы увеличивать время обработки с учетом низкой светоотдачи от источников света, можно увеличить интенсивность источников света, тем самым оставляя время обработки по существу постоянным на протяжении всего срока службы светового устройства. В примере, в котором калибровочное устройство выполняет сравнение, описанное со ссылкой на этап 1720, затем в одном или более примерах калибровочное устройство может передать указание электронному устройству на регулировку интенсивности, как описано выше со ссылкой на этап 1722.

[0197] Модульное световое устройство можно считать критичным для безопасности компонентом, поскольку отказ или злонамеренная эксплуатация светового устройства могут привести к неудачному (например, несоответствующему установленным критериям) или небезопасному процессу обработки. В одном или более примерах, если модульное световое устройство выходит из строя или злонамеренный пользователь получает доступ к световому устройству для непосредственного управления им, тогда обрабатываемая биологическая жидкость может быть поставлена под угрозу или стать небезопасной для применения. Таким образом, как подробно описано ниже, модульное световое устройство, описанное выше, может быть выполнено с возможностью работы в более широком электронном устройстве обработки и может быть выполнено совместимым с одной или более функциями устройства обработки (такими как функции безопасности, аспекты модульных компонентов и/или предметно-ориентированный протокол связи), описанными ниже.

[0198] На фиг. 18 представлена схема иллюстративной системы облучения (например, электронного устройства обработки) для обработки биологических жидкостей

в соответствии с примерами настоящего изобретения. В одном или более примерах биологические жидкости, обрабатываемые с помощью системы 1800, могут включать одно или более из следующего: тромбоциты, плазмы, кровь и продукт крови. Как описано выше со ссылкой на фиг. 1-3, устройство может обрабатывать биологическую жидкость, подвергая жидкость воздействию света (например, ультрафиолетового излучения), как, например, в нескольких примерах с длинами волн в ультрафиолетовом спектре А (УФ-А), ультрафиолетовом спектре В (УФ-В) и/или ультрафиолетовом спектре С (УФ-С). Для обработки жидкостей с помощью света устройство может быть выполнено с возможностью доставки света (например, ультрафиолетового излучения, УФ-А излучения) к биологической жидкости с заданной интенсивностью в течение определенного периода времени (например, для достижения желаемой дозы света) для инактивации патогенов. В одном или более примерах устройство может обрабатывать светом (например, УФ-излучением) биологическую жидкость, смешанную с соединением для инактивации патогена (например, фотоактивным соединением).

[0199] В одном или более примерах настоящего изобретения система 1800 может включать в себя модуль 1816 управления и модуль 1802 обработки. В одном или более примерах настоящего изобретения модуль 1802 обработки может включать в себя две подсистемы: (1) основную подсистему 1804 и подсистему 1814 безопасности. В одном или более примерах настоящего изобретения основная подсистема 1804 может включать в себя компоненты и системы, которые выполняют обработку светом (например, обработку УФ-А излучением), при этом подсистема безопасности (подробно описанная ниже) может включать в себя компоненты и системы, выполненные с возможностью контроля действий, выполняемых основной подсистемой 1804.

[0200] В одном или более примерах основная подсистема 1804 может содержать одно или более модульных световых устройств 1806, которые включают в себя источник(-и) света (например, массив(-ы) источников света) для обработки биологической жидкости. Каждое модульное световое устройство 1806 может включать в себя один или более источников света, которые могут быть выполнены так, чтобы излучать свет переменной интенсивности (например, УФ-А излучение), и расположены внутри устройства таким образом, что при испускании света источником света биологическая жидкость внутри устройства подвергается воздействию света (например, световых волн), исходящего от источника света. В некоторых примерах настоящего изобретения биологическая жидкость может содержаться в контейнере (например, мешке) и может быть расположена внутри устройства, например, на платформе (например, и связанном с ней лотке) так, чтобы она могла подвергаться воздействию света (например, световых волн), исходящего от источника света.

[0201] Основная подсистема 1804 может также включать в себя одну или более камер (не показаны) для приема контейнеров для обработки (например, мешков), содержащих биологическую жидкость, подлежащую обработке. Контейнер для обработки может быть помещен на платформу 1808 (например, связанный с ней лоток для продукта)

внутри камеры обработки. Каждая камера обработки может иметь одно или более связанных с ней модульных световых устройств. Например, каждая камера может принимать свет (например, УФ-А излучение) от одного или более световых устройств 1806 для обработки биологической жидкости в контейнере для обработки внутри камеры обработки. В одном или более примерах обработка может выполняться одновременно на нескольких контейнерах для обработки (например, мешках) в нескольких камерах обработки.

[0202] В некоторых примерах основная подсистема может включать в себя мешалку 1810. Мешалку 1810 можно применять для перемешивания содержимого контейнера для обработки для распределения (например, равномерного распределения) биологической жидкости и/или соединения для инактивации патогена в биологической жидкости (например, в смеси с ней). Основная система может дополнительно содержать различные компоненты 1812 для выполнения различных других функций, способствующих процессу обработки. Эти функции могут включать, помимо прочего, один или более датчиков (например, для обнаружения света, интенсивности света, дозировки света), обнаружение размещения контейнера для обработки и механизмы маркировки для демонстрации того, что обработка произошла на конкретном контейнере для обработки.

[0203] В некоторых примерах настоящего изобретения подсистема 1814 безопасности в модуле 1802 обработки может применяться для контроля действий по обработке, происходящих в основной подсистеме 1804. Функциональные возможности подсистемы 1814 безопасности могут включать в себя, помимо прочего, блокировки, отключения, аппаратные и программные сторожевые схемы и т. п.

[0204] В некоторых примерах система 1800 обработки облучением может содержать модуль 1816 управления, который может позволить пользователю сделать запрос на обработку и взаимодействовать с системой 1800 облучения. В некоторых примерах модуль 1816 управления может быть физически отделен от системы 1800 облучения. Будучи физически отделенным, модуль 1816 управления может быть подключен к системе 1800 облучения с помощью проводов или беспроводным способом с помощью заданного стандарта беспроводной связи, такого как, например, Bluetooth или Wi-Fi. В некоторых примерах один модуль 1816 управления может быть связан с несколькими системами, такими как система 1800 облучения.

[0205] В одном или более примерах настоящего изобретения модуль 1816 управления может включать в себя пользовательский интерфейс 1818. Пользовательский интерфейс 1818 может представлять собой дисплей, который позволяет пользователю взаимодействовать с системой 1800 облучения. В одном или более примерах пользовательский интерфейс 1818 может быть реализован в виде ЖК-дисплея с интерфейсом сенсорного экрана, в котором применяются выбираемые пользователем кнопки, значки и текст для облегчения взаимодействия пользователя с устройством. Пользовательский интерфейс может включать в себя устройства ввода-вывода, такие как

сенсорная панель, клавиатура, мышь, камера для считывания штрих-кодов и т.д.

[0206] В одном или более примерах настоящего изобретения система 1800 может включать в себя общий интерфейс 1822. В некоторых примерах система 1800 представляет собой электронное устройство обработки биологической жидкости, а общий интерфейс 1822 представляет собой интерфейс обработки электронного устройства.

[0207] В некоторых вариантах осуществления общий интерфейс 1822 соединен с возможностью связи с модулем 1816 управления (например, подсистемой 1820 управления модуля 1816 управления), основной подсистемой 1804 и подсистемой 1814 безопасности. Общий интерфейс 1822 может быть выполнен с возможностью обеспечения канала связи между модулем 1816 управления и основной подсистемой 1804 или подсистемой 1814 безопасности. В некоторых вариантах осуществления связь между модулем управления и подсистемой обусловлена вводом данных в пользовательский интерфейс 1818. В некоторых вариантах осуществления связь между модулем управления и подсистемой обусловлена введением подсистемы или компонента в систему облучения (например, при установке модульного светового устройства в систему).

[0208] Модули, компоненты и системы, указанные выше, могут включать в себя различные компоненты, связанные с их функциональными возможностями. Указанные компоненты могут быть организованы в архитектуру системы, которая может обеспечить координацию этих компонентов друг с другом, чтобы облегчить действенную и эффективную обработку одной или более биологических жидкостей.

[0209] На фиг. 19 представлена другая схема иллюстративной системы облучения для обработки биологических жидкостей в соответствии с примерами настоящего изобретения. В некоторых примерах настоящего изобретения архитектура 1900 системы может включать в себя модуль 1916 управления и модуль 1902 обработки. Модуль 1916 управления может включать в себя подсистему 1920 управления, которая может выполнять различные функции. Например, подсистема 1920 управления может управлять графическими значками, переходами между экранами, нажатиями кнопок и другими действиями пользователя в пользовательском интерфейсе 1918. Она может выводить на печать записи о проведенной обработке. Она может действовать как диспетчер связи, взаимодействуя с сетью, внешней по отношению к системе 1900 облучения, например, через Ethernet. В одном или более примерах подсистема 1920 управления может также действовать как диспетчер данных, поддерживая базу данных о проведенных обработках. В одном или более примерах подсистема 1920 управления также может действовать как диспетчер журнала событий, регистрируя различные события, происходящие (например, внутри и/или снаружи) системы 1900 облучения. Эти события могут включать в себя, помимо прочего, нормальные и ненормальные условия окружающей среды, сигналы тревоги, неисправности и т. п. В одном или более примерах контроллер может представлять собой ЦП или микропроцессор и может включать в себя энергозависимую и энергонезависимую память.

[0210] В одном или более примерах подсистема 1920 управления может

обеспечивать связь между модулем 1916 управления и внешней сетью через порт 1926 (например, порт Ethernet). Например, любые устройства, внешние по отношению к системе 1900 облучения, могут быть подключены к подсистеме 1920 управления через порт 1926. Эти устройства могут включать в себя, помимо прочего, внешний персональный компьютер, внешнюю систему управления кровью для передачи данных в систему 1900 облучения и из нее, и т. п. Например, система управления кровью может собирать отчеты из системы 1900 облучения. Она также может передавать программное обеспечение и данные в систему 200 облучения для выполнения различных функций управления. Указанные функции могут включать в себя, помимо прочего, программирование системы 1900 облучения различными профилями обработки и пользовательской информацией, выполнение технического обслуживания и проверки работоспособности (например, диагностики) системы 1900 облучения и т. п.

[0211] В одном или более примерах модуль 1916 управления может быть изолирован от модуля 1902 обработки с помощью общего интерфейса 1922 (более подробно описанного ниже). Например, такая изоляция может помочь физически отделить критичные функции в модуле 1902 обработки от некритичных функций в модуле 1916 управления. В одном или более примерах настоящего изобретения изоляция между критичными и некритичными компонентами может позволить поместить критичное для безопасности программное и аппаратное обеспечение, требующее более строгого тестирования, в модуль 1902 обработки, а некритичное для безопасности программное и аппаратное обеспечение, требующее менее строгого тестирования, в модуль 1916 управления. Таким образом, влияние замены или модификации некритичных компонентов на критичные компоненты устройства может быть сведено к минимуму.

[0212] В некоторых вариантах осуществления общий интерфейс обеспечивает связь между модулем 1916 управления и модулем 1902 обработки с помощью заданного предметно-ориентированного протокола связи. Например, подсистема 1920 управления (которая в одном или более примерах может быть реализована как контроллер) в модуле 1916 управления может взаимодействовать с отдельным контроллером 1924 в модуле 1902 управления.

[0213] В одном или более примерах подсистема 1920 управления может быть связана с возможностью связи с одним или более некритичными для безопасности компонентами, расположенными в модуле 1916 управления, а также может быть связана с возможностью связи с модулем 1902 обработки через контроллер 1924. Контроллер 1924 в модуле 1902 обработки может быть соединен с возможностью связи с одним или более критичными для безопасности компонентами, такими как световое устройство 1928 и мешалка 1910, а также может быть соединен с возможностью связи с подсистемой 1920 управления модуля 1916 управления.

[0214] В одном или более примерах единственный интерфейс подсистемы 1920 управления с компонентами модуля 1902 обработки может осуществляться через контроллер 1924, а единственный интерфейс контроллера 1924 с компонентами в модуле

1916 управления может осуществляться через подсистему 1920 управления. Таким образом, может обеспечиваться изоляция между некритичным для безопасности компонентом в модуле 1916 управления и критичными для безопасности компонентами в модуле 1902 обработки. Обеспечивая эту изоляцию с помощью двух отдельных контроллеров, можно свести к минимуму воздействие, вызванное будущими изменениями компонентов (т. е. изменением или расширением компонентов) в модуле 1916 управления, на модуль 502 обработки. Таким образом, изменения в модуле 1916 управления могут не требовать обременительного повторного тестирования компонентов модуля 1902 обработки, которые должны пройти нормативную проверку. Кроме того, за счет применения заданного предметно-ориентированного протокола 1922 связи для облегчения связи между подсистемой 1920 управления и контроллером 1924 может дополнительно обеспечиваться дополнительная изоляция между некритичными для безопасности компонентами в модуле 1916 управления и модулем 1902 обработки. Предметно-ориентированный интерфейсный протокол 522, применяемый для связи между подсистемой 1920 управления и контроллером 1924, может обеспечивать согласованной двух модулей 1916 и 1920, несмотря на любые изменения в компонентах, составляющих модуль 1916 управления и модуль 1902 обработки.

[0215] В одном или более примерах контроллер 1924 может выполнять функции, связанные с безопасностью, в модуле 1902 обработки. Например, контроллер 1924 может контролировать безопасное и надлежащее обращение с системой 1900 облучения, и может реализовывать механизм блокировки или отключения при обнаружении небезопасных или ненадлежащих условий. Контроллер 1924 также может реализовывать сигналы тревоги, запрограммированные для отображения ошибок, возникающих в процессе обработки, и отображать информацию о сигналах тревоги пользователю через пользовательский интерфейс 1918. В некоторых вариантах осуществления контроллер 1924 может также выполнять задачи по обработке, управляя различными компонентами в системе 1900 облучения в соответствии с конкретным профилем обработки. Например, контроллер 1924 может управлять количеством световой энергии (например, УФ-А энергии), воздействующей на биологическую жидкость (например, мешок для обработки, содержащий биологическую жидкость), управляя временем включения и выключения модульных световых устройств 1906 и интенсивностью света. В некоторых примерах контроллер 1924 может также управлять длиной волны света, испускаемого световыми устройствами, и/или скоростью мешалки 1910. В некоторых вариантах осуществления контроллер 1924 может представлять собой одноплатный компьютер или пользовательскую печатную плату с процессором. Контроллер 1924 может включать в себя энергозависимую и энергонезависимую память.

[0216] В одном или более примерах настоящего изобретения система 1900 облучения может включать в себя один или более интеллектуальных компонентов 1928. Эти интеллектуальные компоненты 1928 могут включать в себя такие компоненты, как модульные световые устройства 1906, контроллер 1924, пользовательский интерфейс

1918, подсистема 1920 управления, но со встроенным вычислительным аппаратным обеспечением, независимым от каждого компонента. Вычислительное аппаратное обеспечение каждого интеллектуального компонента может быть запрограммировано для выполнения функций, уникальных для этого компонента. Например, вычислительное аппаратное обеспечение в контроллере 1924 может выполнять алгоритмы для управления взаимодействиями между всеми компонентами для выполнения процесса обработки. В некоторых вариантах осуществления интеллектуальный компонент светового устройства 1906 может иметь алгоритм для контроля доставляемой световой (например, УФ) энергии, а также регулирования времени обработки и мощности дозы. Кроме того, световое устройство 1906 может быть выполнено с возможностью приема указаний и команд от контроллера 1924. В некоторых вариантах осуществления вычислительное аппаратное обеспечение в интеллектуальных компонентах 1928 может быть реализовано с помощью пользовательской печатной платы, программируемой пользователем вентильной матрицы (FPGA), специализированной интегральной схемы (ASIC) и может включать в себя энергозависимую и энергонезависимую память.

[0217] В одном или более примерах настоящего изобретения система 1900 облучения может включать в себя один или более датчиков (не показаны). Например, модульное световое устройство 1906 может включать в себя датчик света (например, фотодиод) для определения количества (например, общей дозы) света (например, световой энергии), испускаемого источником(-ами) света (например, выходящего из LED) в световом устройстве 1906, и/или количества света (например, световой энергии), доставляемого к биологической жидкости, например, в контейнере для обработки. Другие примеры датчиков могут включать, помимо прочего, датчики приближения, датчики массы, датчики воздуха, датчики температуры и т. п.

[0218] В некоторых примерах система 1900 представляет собой электронное устройство обработки биологической жидкости, а общий интерфейс 1922 представляет собой интерфейс обработки электронного устройства. В некоторых примерах модуль управления (например, модуль 1016 управления, модуль 1916 управления) системы включает в себя первый контроллер и второй контроллер. Первый контроллер может быть соединен с возможностью связи со множеством некритичных для безопасности компонентов, таких как описанные в настоящем документе, а второй контроллер может быть соединен с возможностью связи со множеством критичных для безопасности компонентов, таких как описанные в настоящем документе, посредством интерфейса обработки.

[0219] В некоторых вариантах осуществления, в ответ на соединение с возможностью связи множества некритичных для безопасности компонентов с интерфейсом обработки и соединение с возможностью связи множества критичных для безопасности компонентов с интерфейсом обработки система обнаруживает с помощью модуля управления наличие множества некритичных для безопасности компонентов и множества критичных для безопасности компонентов в электронном устройстве.

[0220] В некоторых примерах система может передавать первые сообщения, связанные с некритичными для безопасности компонентами, между первым контроллером и критичным для безопасности компонентом через интерфейс обработки, и система может передавать вторые сообщения между вторым контроллером и критичным для безопасности компонентом через интерфейс обработки. В некоторых вариантах осуществления первые и вторые сообщения основаны на предметно-ориентированном языке интерфейса. Например, предметно-ориентированный язык интерфейса представляет собой ТСР/ІР. В некоторых вариантах осуществления в ответ на прием сообщения модуль контроллера или компонент может отправить отправителю ответ (например, сообщение принято, сообщение отклонено, сообщение отсутствует, получатель занят) для подтверждения получения соответствующего сообщения.

[0221] В некоторых примерах система определяет состояния некритичных для безопасности компонентов на основе первых сообщений, а состояния критичных для безопасности компонентов на основе вторых сообщений. Например, состояния могут представлять собой одно или более из следующего: «неинициализировано», «инициализировано», «готово», «работает», «калибровка», «выключение», «обслуживание» и «сбой». Следует понимать, что состояния не ограничиваются состояниями описанными в настоящем документе.

[0222] В некоторых примерах сообщение может включать в себя заголовок сообщения и данные сообщения. Заголовок сообщения может включать в себя информацию, связанную со следующим: одна или более команд, номер транзакции, тип сообщения и размер сообщения. Данные сообщения могут включать в себя информацию, связанную с одним или более состояниями, описанными в настоящем документе.

[0223] В некоторых вариантах осуществления сообщение может включать в себя информацию о системе. Например, информация о системе может включать в себя дозу обработки, связанную с обрабатываемой биологической жидкостью, максимальное время обработки биологической жидкости, максимальное время выдержки после завершения обработки, интерфейс обновления данных (например, периодичность информирования системы о ходе обработки), частота компонента (например, текущая частота мешалки в Гц). Следует понимать, что перечисленная информация является иллюстративной и не носит ограничивающего характера. В некоторых вариантах осуществления информация в сообщении представляет собой параметры, определенные пользователем (например, информация, полученная из определенных пользователем параметров обработки).

[0224] В некоторых примерах сообщение может включать в себя информацию об обработке. Например, информация об обработке может включать в себя прошедшее время обработки, примененную дозу, температуру камеры, температуру биологической жидкости и частоту компонента (например, текущая частота мешалки в Гц). Следует понимать, что перечисленная информация является иллюстративной и не носит ограничивающего характера.

[0225] В некоторых примерах сообщение может включать в себя информацию,

которая заставляет систему отменить цикл (например, прекратить обработку). В некоторых примерах сообщение может включать в себя информацию для уведомления системы о завершении цикла (например, завершении обработки) и данные (например, статистику), связанные с завершенной обработкой.

[0226] В некоторых вариантах осуществления сообщение может быть связано с обслуживанием системы. В некоторых примерах сообщение может представлять собой запрос на начало обслуживания в системе. В некоторых примерах сообщение включает в себя информацию о текущем обслуживании (например, техническом обслуживании), выполняемом в системе. В некоторых примерах сообщение включает в себя информацию о выполненном обслуживании (например, уведомление, журнал обслуживания).

[0227] В некоторых вариантах осуществления сообщение может быть связано с завершением работы системы (например, запросом на завершение работы системы, запросом на завершение работы системы в определенное время). В некоторых вариантах осуществления сообщение может быть связано с системным сбоем (например, идентификацией неисправного компонента, указанием по устранению сбоя, журналом, связанным со сбоем). В некоторых вариантах осуществления сообщение может быть связано с калибровкой системы (например, передачей файла калибровки, передачей файла конфигурации). В некоторых вариантах осуществления сообщение может быть связано с версией подсистемы или компонента (например, версией интерфейса, версией программно-аппаратного обеспечения, версией операционной системы, версией BIOS, версией аппаратного обеспечения, версией компонента, серийным номером подсистемы). Например, сообщения, связанные с версиями подсистемы или компонента, могут обеспечить актуальность требований к безопасности, надежности или совместимости системы.

[0228] В некоторых примерах некритичные для безопасности компоненты или критичные для безопасности компоненты могут изменять свое состояние. Например, некритичный для безопасности компонент или критичный для безопасности компонент находится в первом состоянии. Система может изменять состояние (например, в ответ на ввод пользователя) некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с первого состояния на второе состояние. В некоторых примерах в ответ на изменение состояния система отправляет из некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента в модуль управления через общий интерфейс второе сообщение (например, отличное от первого сообщения). В некоторых вариантах осуществления система принимает в первом контроллере или втором контроллере второе сообщение, и в ответ на прием второго сообщения система определяет второе состояние компонента обработки.

[0229] В некоторых примерах в систему предоставляется питание, причем в ответ на предоставление питания в систему обнаруживается наличие множества некритичных для безопасности компонентов и множества критичных для безопасности компонентов. Например, наличие указанных компонентов обнаруживается при включении питания и

инициализации системы.

[0230] В некоторых примерах, в ответ на предоставление питания в систему, система назначает локальные сетевые адреса (например, IP-адреса, MAC-адреса) и порты (например, TCP-порты) множеству некритичных для безопасности компонентов и множеству критичных для безопасности компонентов. В некоторых вариантах осуществления локальные сетевые адреса и порты основаны на предметно-ориентированном языке интерфейса. Например, локальные адреса могут представлять собой IP-адреса или MAC-адреса, а локальные порты могут представлять собой порты TCP.

[0231] На фиг. 20 представлена схема иллюстративной системы обработки биологических жидкостей в соответствии с примерами настоящего изобретения. Иллюстративная система 2000, показанная на фиг. 20, может служить дополнительной схемой иллюстративной системы по отношению к примеру, представленному выше со ссылкой на фиг. 19. В одном или более примерах система 2000 может включать в себя контроллер 2002 пользовательского интерфейса, который может взаимодействовать с одним или более некритичными для безопасности компонентами устройства. В одном или более примерах некритичные для безопасности компоненты могут включать в себя дисплей 2008 (например, сенсорный дисплей), сканер 2010 (например, сканер штрих-кодов), порт 2012 Ethernet и один или более портов 2014 USB. Некритичные для безопасности компоненты могут относиться к компонентам системы 2000, которые не взаимодействуют напрямую с одной или более биологическими жидкостями, обрабатываемыми устройством, и работа которых не оказывает существенного влияния на безопасность и эффективность процесса обработки.

[0232] В одном или более примерах UIC 2002 может управлять и взаимодействовать с одним или более компонентами системы, которые доступны внешнему пользователю устройства. Например, в одном или более примерах UIC 2002 может взаимодействовать с сенсорным дисплеем 2008, который может быть выполнен с возможностью отображения одного или более графических пользовательских интерфейсов и выполнен с возможностью приема одного или более сенсорных вводов от пользователя. В одном или более примерах UIC 2002 может управлять и взаимодействовать с одним или более сканерами 2010 штрих-кодов, которые могут быть выполнены с возможностью сканирования одного или более штрих-кодов, связанных с биологической жидкостью (например, на контейнере, связанного с биологической жидкостью) и которые могут содержать идентифицирующую информацию о биологической жидкости. В одном или более примерах UIC 2002 может взаимодействовать с портом 2012 Ethernet, который может быть выполнен с возможностью обеспечения подключения устройства к внешней вычислительной сети (такой как Интернет или корпоративная вычислительная система), чтобы устройством можно было управлять или получить доступ к нему извне с помощью компьютера, подключенного к устройству через порт 2012 Ethernet. В одном или более примерах UIC

2002 может быть выполнен с возможностью управления одним или более портами 2014 универсальной последовательной шины (USB) и взаимодействия с ними. Порты 2014 USB обеспечивают возможность подключения внешних устройств, таких как мышь или клавиатура, к системе 2000.

[0233] В одном или более примерах UIC 2002 может взаимодействовать с одним или более внешними компонентами (т. е. компонентами, которыми может управлять пользователь или устройство, не являющееся частью системы), не позволяя пользователю или устройству непосредственно управлять одним или более критичными для безопасности компонентами 2018 устройства. Как будет подробно описано ниже, UIC 2002 может взаимодействовать с системной платой 2006 управления (CSB), которая может быть выполнена с возможностью приема команд от UIC 2002 и преобразования этих команд в одну или более операций, которые выполняются одним или более критичными для безопасности компонентами 2018.

[0234] В одном или более примерах настоящего изобретения система 2000 может включать в себя сетевой коммутатор 2004, который выполнен с возможностью маршрутизации передачи между компонентами системы с помощью коммутации пакетов для приема и пересылки данных конкретному компоненту в системе. В одном или более примерах сетевой коммутатор 2004 может быть выполнен с возможностью приема одного или более пакетов (содержащих команды или информацию) от UIC 2002 к CSB 2006. Например, UIC 2002 может принимать один или более вводов от внешнего пользователя через сенсорный дисплей 2008, а затем может отправлять эти команды в CSB 2006 через сетевой коммутатор 2004, так что CSB 2004 может управлять критичными для безопасности компонентами устройства на основе вводов пользователя. В одном или более примерах сетевой коммутатор 2004 также может принимать один или более пакетов от CSB 2004 и может направлять один или более пакетов в один или более критичных для безопасности компонентов 2018 (связанных с модулем обработки, который может включать в себя обе камеры 2020 и 2022 обработки), чтобы обеспечить работу критичных для безопасности компонентов для обработки биологических жидкостей в камерах 2020 и 2022 обработки.

[0235] Как кратко описано выше, каждая из камер 2020 и 2022 обработки может включать в себя один или более критичных для безопасности компонентов 2018. Критичные для безопасности компоненты 2018 могут относиться к датчикам и аппаратному обеспечению, применяемому устройством для обработки одной или более биологических жидкостей. В одном или более примерах критичные для безопасности компоненты, содержащиеся в каждой камере обработки, могут включать в себя модуль 2024 модульного светового устройства, датчик 2026 температуры, датчик 2028 защелки платформы (например, выдвижного ящика), датчик 2030 обнаружения набора, датчик 2032 положения лотка, платформу 2034 (например, выдвижной ящик), замок 2036 платформы (например, выдвижного ящика) и мешалку 2038.

[0236] В одном или более примерах модуль 2024 модульного светового устройства

может включать в себя один или более источников света (например, источников УФ-излучения) и датчиков света, и выполнен с возможностью доставки света (например, УФ-излучения) к биологической жидкости, а также для контроля количества света, доставляемого к биологической жидкости и/или принимаемого ей. В одном или более примерах настоящего изобретения критичные для безопасности компоненты 2018 могут включать в себя мешалку, которая может быть выполнена с возможностью перемешивания содержимого контейнера для обработки для распределения (например, равномерного распределения) биологической жидкости и/или соединения для инактивации патогена в биологической жидкости (например, в смеси с ней). В одном или более примерах мешалка 2038 может включать в себя механическую мешалку (например, двигатель, сервопривод), выполненную с возможностью перемешивания биологической жидкости или фотоактивного соединения для инактивации патогена в биологической жидкости (например, в смеси с ней). В одном или более примерах критичные для безопасности компоненты могут включать в себя замок 2036 платформы (например, выдвижного ящика), который выполнен с возможностью блокировки или разблокировки платформы (например, выдвижного ящика) камеры обработки (т. е. предотвращения открытия платформы (например, выдвижного ящика)) на основе команды от CSB 2006.

[0237] Критичные для безопасности компоненты 2018 могут дополнительно включать в себя множество датчиков, которые выполнены с возможностью предоставления CSB 2006 информации о работе устройства. В одном или более примерах датчик 2026 температуры может быть выполнен с возможностью контроля температуры системы и/или биологической жидкости и может быть выполнен с возможностью передачи обновлений в CSB 2006, указывающих на температуру биологической жидкости и/или устройства. В одном или более примерах настоящего изобретения датчик 2028 защелки платформы (например, выдвижного ящика) может быть выполнен с возможностью определения того, находится ли защелка (например, замок) на платформе (например, выдвижном ящике) устройства (подробно описанного выше) в открытом или закрытом положении, и может быть выполнен с возможностью передачи сигнала в CSB 2006, указывающего на положение защелки. В одном или более примерах датчик 2030 обнаружения набора (например, набора для обработки, набора для обработки жидкости) может быть выполнен с возможностью обнаружения наличия контейнера (например, мешка), содержащего биологическую жидкость, на или в платформе (например, выдвижном ящике, связанном с ней лотке) и/или внутри камеры обработки и может быть выполнен с возможностью передачи сигнала в CSB 2006, указывающего на наличие или отсутствие контейнера (например, мешка). В одном или более примерах настоящего изобретения датчик 2032 положения лотка может быть выполнен с возможностью определения наличия лотка и/или положения лотка устройства (подробно описанного выше), например, наличия лотка и/или положения (например, перемещения) лотка внутри платформы (например, выдвижного ящика), и может быть выполнен с возможностью передачи сигнала в CSB 2006, указывающего на положение платформы/лотка/выдвижного

ящика. В одном или более примерах платформа (например, выдвижной ящик) и/или связанный с ней датчик 2034 могут быть выполнены с возможностью определения положения платформы (например, выдвижного ящика) камеры обработки (например, определения того, находится ли платформа (например, выдвижной ящик) в закрытом положении внутри камеры обработки) и могут быть выполнены с возможностью передачи сигнала в CSB 2006, указывающего на положение выдвижного ящика. В одном или более примерах термин «лоток» может относиться к съемной части или компоненту платформы, которая содержит биологическую жидкость во время обработки и которая может быть прозрачной (например, полностью или частично прозрачной, чтобы пропускать свет) на одной или более поверхностях, таких как, например, пол (например, дно) лотка. В одном или более примерах термин «ящик» может относиться к платформе и связанной с ней раме, которая удерживает лоток и которая может обеспечивать крепление двигателя мешалки. В одном или более примерах выдвижной ящик может быть выполнен с возможностью предоставления лотка оператору. В одном или более примерах лоток можно встряхивать во время обработки, например, путем движения вперед и назад по линейной траектории внутри платформы (например, выдвижного ящика).

[0238] В одном или более примерах настоящего изобретения CSB 2006 может быть выполнен с возможностью прямой связи с кнопкой питания устройства, чтобы включать или выключать устройство, и впоследствии выдавать команды каждому из критичных для безопасности компонентов 2018 для прекращения операции или начала работы. Система 2000 также может включать в себя источник 2040 питания, который можно применять для предоставления электрического сигнала в каждый из компонентов системы 2000 для обеспечения их работы.

[0239] Как показано на фиг. 20, система 2000 может включать в себя два отдельных контроллера, UIC 2002 и CSB 2006, для управления некритичными для безопасности компонентами и критичными для безопасности компонентами 2018 соответственно. За счет включения в себя двух отдельных контроллеров система 2000 может обеспечивать, чтобы мошенническое или ошибочное управление устройством со стороны внешних пользователей или устройств минимально влияло на работу критичных для безопасности компонентов 2018. Для дополнительной изоляции критичных для безопасности компонентов от некритичных для безопасности компонентов UIC 2002 может быть выполнен с возможностью связи с некритичными для безопасности компонентами по первому протоколу связи, а CSB 2006 может быть выполнен с возможностью связи с критичными для безопасности компонентами по второму протоколу связи, отличному от первого. В одном или более примерах система 2000 может дополнительно применять предметно-ориентированный протокол связи, обеспечивающий связь системы с критичными для безопасности компонентами 2018 и управление ими. В примере, показанном на фиг. 20, предметно-ориентированный протокол связи может упоминаться как протокол интерфейса модуля обработки (ТМІ).

[0240] В одном или более примерах протокол ТМІ может быть выполнен таким

образом, что критичные для безопасности компоненты будут реагировать только на команды, отправленные из CSB 2006. Таким образом, UIC 2002, который выполнен с возможностью управления всеми внешними компонентами (т. е. компонентами, доступ к которым может получить внешний пользователь или устройство), не может применяться для непосредственного управления критичными для безопасности компонентами 2018, тем самым обеспечивая дополнительный уровень безопасности процесса обработки. Таким образом, в одном или более примерах, когда пользователь выполняет ввод в один из некритичных для безопасности компонентов, таких как сенсорный дисплей 2008, и если команда требует действия от одного из критичных для безопасности компонентов 2018, команда может быть передана от UIC 2002 к CSB 2006 через сетевой коммутатор 2004. В одном или более примерах сетевой коммутатор 2004 может быть необязательным и не требоваться. После приема CSB 2006 желаемого действия от UIC 2002 он может сгенерировать одну или более команд для критичного для безопасности компонента 2018 с помощью протокола TMI для управления указанными компонентами в соответствии с желаемым действием, зарегистрированным UIC 2002.

[0241] Для облегчения описанных выше взаимодействий протокол TMI в одном или более примерах может быть выполнен с возможностью идентификации отправителя/инициатора любых пакетов, чтобы получатель пакета мог определить, была ли команда выдана от CSB 2006. В одном или более примерах настоящего изобретения протокол TMI может быть выполнен таким образом, чтобы только команды, исходящие от CSB 2006, воздействовали на любые критичные для безопасности компоненты 2018. Таким образом, любой компонент, считающийся критичным для безопасности, может быть выполнен с возможностью приема пакетов TMI только от CSB 2006.

[0242] В одном или более примерах протокол TMI может быть выполнен как настраиваемый интерфейс связи, который может служить в качестве средства передачи сообщений и команд между CSB 2006 и компонентами модуля обработки. TMI может быть выполнен для обеспечения безопасности и киберзащиты (как описано выше) путем разделения не критичных для безопасности функций и критичных для безопасности функций. Помимо обеспечения безопасности, протокол TMI может быть дополнительно выполнен с возможностью обеспечения модульности и масштабируемости устройства, а также повышения надежности и возможности тестирования устройства. В одном или более примерах протокол TMI может применять транспортную среду Ethernet, UDP/IP для ретрансляции сообщений, записанных в протоколе.

[0243] На фиг. 21 представлена иллюстративная реализация предметно-ориентированного протокола связи в соответствии с примерами настоящего изобретения. Иллюстративная схема 2100, представленная на фиг. 21, показывает процесс, посредством которого команда, выдаваемая внешним пользователем, преобразуется в одну или более команд, которые применяются для управления отдельными компонентами электронного устройства обработки биологической жидкости.

[0244] В одном или более примерах процесс, показанный на схеме 2100, может

начинаться с того, что пользователь 2102 выдает команду устройству начать обработку биологической жидкости. В одном или более примерах пользователь 2102 может выдать команду 2116 через пользовательский интерфейс 2104. Пользовательский интерфейс 2104 может включать в себя дисплей (например, дисплей с сенсорным экраном), компонент распознавания голоса, компонент обнаружения движения, клавиатуру или любое другое устройство, которое может быть выполнено так, чтобы обеспечить возможность пользователю вводить желаемые действия в электронное устройство, чтобы устройство могло действовать в соответствии с этими командами.

[0245] В одном или более примерах, после приема пользовательским интерфейсом 2104 команды 2116 от пользователя 2102 пользовательский интерфейс 2104 может преобразовать команду пользователя в команду 2118, которая специально отформатирована для совместимости с контроллером пользовательского интерфейса 2106 (UIC) (подробно описанного выше). После приема команды 2118 UIC 2106 может обработать и подтвердить команду, как показано на этапе 2120. Если команда 2118, принятая UIC, успешно подтверждена (т. е. команда является надлежащей и в одном или более примерах аутентифицирована), то UIC 2106 может передать сигнал 2122 в пользовательский интерфейс 2104, так что пользовательский интерфейс 2104 может обеспечить отображение пользователю 2102 через интерфейс 2104 того, что обработка была успешно начата.

[0246] В одном или более примерах, после обработки и проверки принятой команды 2118 UIC 2106 может сгенерировать и передать команду 2124, отформатированную с помощью предметно-ориентированного протокола связи TMI, который выполнен с возможностью оповещения системного контроллера 2108 (описанного выше со ссылкой на фиг. 20) о желаемой пользователем работе электронного устройства. В одном или более примерах команда 2124, отформатированная в протоколе TMI, может включать в себя информацию об отправителе команды 2124 (в данном случае UIC 2106), а системный контроллер может быть выполнен с возможностью приема только команд для инициирования обработки, отправленных с помощью UIC 2106. Когда системный контроллер 2108 принимает сообщение 2124 в формате TMI от UIC 2106, системный контроллер 2108 может обработать и проверить команду, как указано на этапе 2126.

[0247] В одном или более примерах после того, как системный контроллер 2108 обработает и проверит сообщение 2124 в формате TMI от UIC 2106 на этапе 2126, системный контроллер может сгенерировать и передать одну или более команд каждому из компонентов 2110, 2112 и 2114, чтобы инициировать процесс обработки биологической жидкости. В одном или более примерах компоненты 2110, 2112 и 2114 могут представлять собой критичные для безопасности компоненты, расположенные в камерах обработки устройства, которые в одном или более примерах могут включать в себя компоненты светового устройства, мешалки, замки платформы/лотка/выдвижного ящика и датчики, подробно описанные выше со ссылкой на фиг. 12. В одном или более примерах

системный контроллер может генерировать отдельные команды 2128, 2132 и 2136 для каждого из компонентов 2110, 2112 и 2114, которые могут быть задействованы в обработке биологической жидкости. В одном или более примерах команды 2128, 2132 и 2136 могут быть отформатированы с помощью предметно-ориентированного протокола связи ТМІ, который известен только компонентам в электронном устройстве. Кроме того, команды 2128, 2132 и 2136, сгенерированные с помощью протокола связи ТМІ, могут включать в себя информацию об источнике команды (в данном случае системный контроллер 2108), причем каждый из компонентов 2110, 2112 и 2114 может быть выполнен так, чтобы отвечать только на те команды, которые, как определено, исходят от системного контроллера 2108.

[0248] В одном или более примерах системный контроллер 2108 может генерировать сообщение 2128 ТМІ для первого компонента 2110 камеры обработки, указывающее на действие, которое компонент должен выполнить, и идентифицирующее источник сообщения. После того, как первый компонент 2110 принимает команду 2128, он может обработать и проверить команду на этапе 2130, чтобы убедиться, что команда не только является надлежащей, но и исходит от системного контроллера 2108. В случае, если компонент 2110 определяет, что команда 2128 является ненадлежащей, или что он не может определить, что команда 2128 исходит от системного контроллера 2108, компонент может передать системному контроллеру 2108 сообщение, предупреждающее его об ошибке (не показано). Однако, если команда надлежащим образом проверена и аутентифицирована, то в одном или более примерах компонент 2110 может выполнить действие, указанное в сообщении 2128. После того, как компонент 2110 выполнит действие, он может затем сгенерировать сообщение 2144, которое также отформатировано с помощью протокола ТМІ, которое позволяет системному контроллеру 2108 узнать, что запрошенное действие было выполнено.

[0249] В одном или более примерах системный контроллер 2108 может генерировать сообщение 2132 ТМІ для второго компонента камеры 2112 обработки, указывающее на действие, которое компонент должен выполнить, и идентифицирующее источник сообщения. После того, как второй компонент 2112 принимает команду 2132, он может обработать и проверить команду на этапе 2134, чтобы убедиться, что команда не только является надлежащей, но и исходит от системного контроллера 2108. В случае, если компонент 2112 определяет, что команда 2132 является ненадлежащей, или что он не может определить, что команда 2132 исходит от системного контроллера 2108, компонент 2112 может передать системному контроллеру 2108 сообщение, предупреждающее его об ошибке (не показано). Однако, если команда надлежащим образом проверена и аутентифицирована, то в одном или более примерах компонент 2112 может выполнить действие, указанное в сообщении 2132. После того, как компонент 2112 выполнит действие, он может затем сгенерировать сообщение 2140, которое также отформатировано с помощью протокола ТМІ, которое позволяет системному контроллеру 2108 узнать, что запрошенное действие было выполнено.

[0250] В одном или более примерах системный контроллер 2108 может генерировать сообщение 2136 TMI для третьего компонента 2114 камеры обработки, указывающее на действие, которое компонент должен выполнить, и идентифицирующее источник сообщения. После того, как третий компонент 2114 принимает команду 2136, он может обработать и проверить команду на этапе 2138, чтобы убедиться, что команда не только является надлежащей, но и исходит от системного контроллера 2108. В случае, если компонент 2114 определяет, что команда 2136 является ненадлежащей, или что он не может определить, что команда 2136 исходит от системного контроллера 2108, компонент 2114 может передать системному контроллеру 2108 сообщение, предупреждающее его об ошибке (не показано). Однако, если команда надлежащим образом проверена и аутентифицирована, то в одном или более примерах компонент 2114 может выполнить действие, указанное в сообщении 2136. После того, как компонент 2114 выполнит действие, он может затем сгенерировать сообщение 2142, которое также отформатировано с помощью протокола TMI, которое позволяет системному контроллеру 2108 узнать, что запрошенное действие было выполнено.

[0251] Хотя пример, показанный на фиг. 21, иллюстрирует процесс связи для устройства, которое включает в себя три компонента 2110, 2112, 2114, указанный пример может быть легко применен к устройству с любым числом компонентов без отклонения от способов и процесса, описанных выше со ссылкой на фиг. 21. Таким образом, компоненты 2110, 2112 и 2114 предназначены для иллюстративных целей и не должны рассматриваться как ограничивающие.

[0252] В одном или более примерах после того, как системный контроллер 2108 принял сообщения 2140, 2142 и 2144 от компонентов 2110, 2112 и 2114, системный контроллер 2108 может обработать и проверить принятые сообщения на этапе 2146, а затем может сгенерировать и передать сообщение 2148 в формате TMI в UIC 2106, указывающее на то, что обработка окончена (например, обработка завершена). В одном или более примерах после приема сообщения 2148 от системного контроллера 2108, указывающего на то, что обработка завершена, UIC может передать сообщение 2150 (либо в формате TMI, либо в другом формате, понятном дисплею) в пользовательский интерфейс 2104, давая указание пользовательскому интерфейсу отобразить один или более графических пользовательских интерфейсов, которые указывают пользователю на то, что процесс обработки завершен.

[0253] Как показано выше со ссылкой на пример, показанный на фиг. 21, устройство может быть выполнено с возможностью обеспечения изоляции между компонентами, управляемыми UIC 2106, и компонентами, управляемыми системным контроллером 2108, с помощью предметно-ориентированного протокола связи TMI. Поскольку протокол TMI выполнен таким образом, что критичные для безопасности компоненты, применяемые для обработки биологической жидкости, могут принимать только команды, сгенерированные в протоколе TMI (который известен только внутри устройства), и принимать только команды, сгенерированные системным контроллером

2108, вероятность управления устройством злонамеренным пользователем или другим внешним субъектом без авторизации, сведена к минимуму. В одном или более примерах протокол связи TMI может быть дополнительно выполнен с возможностью облегчения введения новых или сменных компонентов в камеры обработки с минимальным нарушением работы устройства, поскольку системный контроллер может быть выполнен с возможностью обнаружения новых компонентов и обеспечения того, чтобы только он мог выдавать команды для управления ими.

[0254] В одном или более примерах протокол связи TMI может служить для передачи сообщений и команд между контроллером 2108 и компонентами, расположенными внутри каждой камеры обработки. Протокол связи TMI может обеспечивать требования к безопасности и киберзащите устройства, отделяя и изолируя критичные для безопасности компоненты от некритичных для безопасности компонентов, обеспечивая модульность и масштабируемость, а также повышая надежность и возможность тестирования. В одном или более примерах протокол связи TMI может быть выполнен с помощью архитектуры на основе состояний, которая может уменьшить сложность конструкции, уменьшить количество изменений для неправильного применения, изолировать ошибки среди компонентов и эффективно сообщать о событиях устройству. В одном или более примерах протокол связи TMI может применять готовый коммерческий транспортный протокол, такой как Ethernet или UDP/IP, для двусторонней передачи сообщений между различными компонентами устройства.

[0255] На фиг. 22 представлен иллюстративный способ 2200 работы иллюстративной системы обработки биологических жидкостей в соответствии с примерами настоящего изобретения. В некоторых примерах способ 2200 может выполняться с помощью устройств или систем, описанных в настоящем документе.

[0256] Способ 2200 включает соединение (этап 2202) некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента к интерфейсу обработки. Например, со ссылками на фиг. 18 и 19, один из некритичных для безопасности компонентов или критичных для безопасности компонентов соединен с возможностью связи с общим интерфейсом 1822 или 1822.

[0257] Способ включает в себя: в ответ на соединение некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки обнаружение (этап 2204) с помощью контроллера наличия некритичного для безопасности компонента в электронном устройстве. Например, со ссылками на фиг. 18 и 19 наличие некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента обнаруживается в ответ на соединение, выполненное на этапе 2202.

[0258] Способ включает в себя передачу (этап 2206) сообщения между контроллером и некритичным для безопасности компонентом или критичным для безопасности компонентом через интерфейс обработки, причем сообщение основано на предметно-ориентированном языке интерфейса. Например, со ссылками на фиг. 18 и 19 сообщение, как описано в настоящем документе, передается между соединенным

компонентом и модулем контроллера.

[0259] Способ включает в себя определение (этап 2208) состояния некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента на основе сообщения. Например, со ссылками на фиг. 18 и 19 состояние связанного компонента, как описано в настоящем документе, определяется на основе переданного сообщения на этапе 2206.

[0260] Хотя общий интерфейс описан в отношении системы, которая включает в себя множество некритичных для безопасности компонентов и критичных для безопасности компонентов, следует понимать, что приведенное выше описание также применимо к отдельному некритичному для безопасности компоненту или отдельному критичному для безопасности компоненту. Например, система включает в себя модуль управления, некритичный для безопасности компонент, критичный для безопасности компонент и общий интерфейс (например, интерфейс обработки электронного устройства обработки биологической жидкости). Взаимодействие между модулем управления и некритичным для безопасности компонентом или критичным для безопасности компонентом с помощью общего интерфейса может быть по существу аналогичным взаимодействиям с помощью общего интерфейса между модулем управления, некритичными для безопасности компонентами и критичными для безопасности компонентами, описанными в настоящем документе. Для краткости взаимодействия между модулем управления и некритичным для безопасности компонентом или критичным для безопасности компонентом не описываются. Следует понимать, что эти взаимодействия также входят в объем настоящего изобретения.

[0261] На фиг. 23 показан пример вычислительного устройства в соответствии с одним вариантом осуществления. Устройство 2300 может представлять собой главный компьютер, подключенный к сети. Устройство 2300 может представлять собой клиентский компьютер или сервер. Как показано на фиг. 23, устройство 2300 может представлять собой микропроцессорное устройство любого подходящего типа, такое как персональный компьютер, рабочая станция, сервер или портативное вычислительное устройство (портативное электронное устройство), такое как телефон или планшет. Устройство может включать в себя, например, один или более процессоров 2302, устройство 2306 ввода, устройство 2308 вывода, запоминающее устройство 2310 и устройство 2304 связи. Устройство 2306 ввода и устройство 2308 вывода в целом могут соответствовать описанным выше и могут быть либо подсоединяемыми, либо встроенными в компьютер.

[0262] Устройство 2306 ввода может представлять собой любое подходящее устройство, обеспечивающее ввод, такое как сенсорный экран, клавиатура или клавишная панель, мышь или устройство распознавания голоса. Устройство 2308 вывода может представлять собой любое подходящее устройство, обеспечивающее вывод, такое как сенсорный экран, тактильное устройство или динамик.

[0263] Запоминающее устройство 2310 может представлять собой любое

подходящее устройство, обеспечивающее хранение данных, например, электрическую, магнитную или оптическую память, включая ОЗУ, кэш-память, жесткий диск или съемный диск для хранения. Устройство 2304 связи может включать в себя любое подходящее устройство, выполненное с возможностью передачи и приема сигналов по сети, такое как микросхема или устройство сетевого интерфейса. Компоненты компьютера могут быть соединены любым подходящим способом, например, через физическую шину или по беспроводной связи.

[0264] Программное обеспечение 2312, которое может храниться в запоминающем устройстве 2310 и выполняться процессором 2310, может включать в себя, например, программу, реализующую функциональные возможности по настоящему изобретению (например, реализованные в устройствах, описанных выше).

[0265] Программное обеспечение 2312 также может храниться и/или транспортироваться на любом энергонезависимом, машиночитаемом носителе данных для применения системой, аппаратурой или устройством выполнения команд или в связи с ними, такими как описанные выше, которые выполнены с возможностью получения команд, связанных с программным обеспечением, от системы, аппаратуры или устройства выполнения команд, и выполнения команд. В контексте настоящего изобретения машиночитаемый носитель данных может представлять собой любой носитель данных, такой как запоминающее устройство 2310, которое может содержать или хранить программы для применения системой, аппаратурой или устройством выполнения команд или в связи с ними.

[0266] Программное обеспечение 2312 также может распространяться в любой транспортной среде для применения системой, аппаратурой или устройством выполнения команд или в связи с ними, такими как описанные выше, которые выполнены с возможностью получения команд, связанных с программным обеспечением, от системы, аппаратуры или устройства выполнения команд, и выполнения команд. В контексте настоящего изобретения транспортная среда может представлять собой любую среду, которая может обмениваться данными, распространять или транспортировать программы для применения системой, аппаратурой или устройством выполнения команд или в связи с ними. Транспортная считываемая среда может включать, помимо прочего, электронную, магнитную, оптическую, электромагнитную, инфракрасную проводную или беспроводную среду распространения.

[0267] Устройство 2300 может быть подключено к сети, которая может представлять собой взаимосвязанную систему связи любого подходящего типа. Сеть может реализовать любой подходящий протокол связи и может быть защищена любым подходящим протоколом безопасности. Сеть может содержать сетевые каналы любой подходящей компоновки, которые выполнены с возможностью осуществления передачи и приема сетевых сигналов, такие как беспроводные сетевые соединения, линии T1 или T3, кабельные сети, DSL или телефонные линии.

[0268] Устройство 2300 может реализовать любую операционную систему,

подходящую для работы в сети. Программное обеспечение 2312 может быть написано на любом подходящем языке программирования, таком как C, C++, Java или Python. В различных вариантах осуществления прикладное программное обеспечение, воплощающее функциональные возможности настоящего изобретения, может быть развернуто в различных конфигурациях, таких как конфигурация клиент/сервер или через веб-браузер, например, как веб-приложение или веб-служба.

[0269] В одном аспекте электронное устройство обработки биологической жидкости включает в себя: множество некритичных для безопасности компонентов; первый контроллер, соединенный с возможностью связи со множеством некритичных для безопасности компонентов и выполненный с возможностью управления множеством некритичных для безопасности компонентов; множество критичных для безопасности компонентов, причем критичные для безопасности компоненты содержат: одну или более платформ, причем каждая платформа из одной или более платформ выполнена с возможностью переноса одной или более биологических жидкостей; одно или более модульных световых устройств, причем каждое световое устройство выполнено с возможностью облучения биологической жидкости; и один или более компонентов безопасности, причем один или более компонентов безопасности выполнены с возможностью контроля работы критичных для безопасности компонентов; и второй контроллер, соединенный с возможностью связи со множеством критичных для безопасности компонентов и соединенный с возможностью связи с первым контроллером, причем второй контроллер выполнен с возможностью координации одной или более операций, включающих множество критичных для безопасности компонентов, причем первый контроллер и второй контроллер взаимодействуют друг с другом с помощью предметно-ориентированного языка интерфейса, выполненного с возможностью изоляции множества некритичных для безопасности компонентов от множества критичных для безопасности компонентов.

[0270] Хотя конкретные компоненты, конфигурации, признаки и функции представлены выше, специалисту в данной области техники будет понятно, что могут быть применены другие варианты. Кроме того, хотя функция может быть описана в связи с конкретным вариантом осуществления, специалисту в данной области техники будет понятно, что различные функции описанных вариантов осуществления могут быть объединены. Более того, аспекты, описанные в связи с вариантом осуществления, могут быть самостоятельными.

[0271] В некоторых вариантах осуществления любая из описанных выше систем и устройств обработки может быть применена для инактивации патогена(-ов) в одной или более биологических жидкостях, включая, например, биологические жидкости, смешанные с одним или более соединениями для инактивации патогена (*например*, фотоактивным соединением для инактивации патогена, псораленом). В частности, любая из описанных выше систем и устройств обработки может облучать смесь из одного или более соединений для инактивации патогена и биологической жидкости, такой как,

например, кровь или продукт крови (например, составы тромбоцитов, составы плазмы и их производные) светом определенных длин волн (*например*, ультрафиолетовым излучением), чтобы вызвать фотохимическую реакцию и инактивировать патоген(-ы), такие как вирусы, бактерии, паразиты и другие загрязнители, такие как, например, клеточные загрязнители (*например*, *лейкоциты*), которые могут присутствовать в биологической жидкости. В некоторых вариантах осуществления соединение для инактивации патогена, нацеливается на нуклеиновые кислоты для фотохимического образования аддуктов и/или поперечных связей. Например, устройство по настоящему изобретению может применяться в способе обработки биологической жидкости, включающем в себя: предоставление биологической жидкости в смеси с фотоактивным соединением для инактивации патогена (например, псорален, амотосален) и облучение биологической жидкости ультрафиолетовым излучением, таким как, например, ультрафиолетовое излучение с первой пиковой длиной волны от около 315 нм до около 350 нм (например, от около 315 нм до около 335 нм, от около 330 нм до около 350 нм, от около 340 нм до около 350 нм, около 340 нм, около 345 нм), испускаемым набором из одного или более первых источников света, причем облучение биологической жидкости происходит в течение времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости. В некоторых примерах устройство по настоящему изобретению может применяться в способе обработки биологической жидкости, включающем в себя: облучение биологической жидкости ультрафиолетовым излучением (например, УФ-А, УФ-В, УФ-С), испускаемым набором из одного или более первых источников света, причем облучение биологической жидкости происходит в течение времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости. В некоторых вариантах осуществления каждый из одного или более первых источников света испускает свет, имеющий спектральную полосу с полной шириной на половине максимума (FWHM) менее 20 нанометров. В некоторых вариантах осуществления каждый из одного или более первых источников света представляет собой светоизлучающий диод (LED).

[0272] Термин «соединение для инактивации патогена» означает любое подходящее соединение, такое как небольшое органическое соединение, которое можно применять для инактивации патогена, который может присутствовать в биологической жидкости, такой как, например, кровь или продукт крови. Соединение для инактивации патогена, которое является «фотоактивным» или «фотоактивируемым», или «фотохимическим», или «фотосенсибилизатором», представляет собой подходящее соединение, которое требует некоторого уровня света для достаточной инактивации патогена. Такие соединения предпочтительны для инактивации патогенов в биологических продуктах, поскольку они обеспечивают контроль над процессом инактивации. В некоторых вариантах осуществления соединение для инактивации патогена представляет собой фотоактивное соединение для инактивации патогена, выбранное из группы, состоящей из псоралена, изоаллоксазина, аллоксазина,

фталоцианина, фенотиазина, порфирина и мероцианина 540. В некоторых вариантах осуществления соединение для инактивации патогена представляет собой псорален. В некоторых вариантах осуществления соединение для инактивации патогена представляет собой амотосален (*например*, S-59). Такие фотоактивируемые или фотохимические соединения для инактивации патогена, описанные в настоящем документе, могут включать, помимо прочего, псоралены, изоаллоксазины, аллоксазины, фталоцианины, фенотиазины и порфирины, причем указанные термины следует понимать как охватывающие общий класс соединений, *т. е.* основное соединение и его подходящие производные. Например, псоралены или псорален обычно означают основное соединение псоралена и любое его производное (*например*, амотосален), изоаллоксазины или изоаллоксазин обычно означают изоаллоксазиновое ядро и любое его производное (*например*, рибофлавин) и т.д. Такие производные включают структуру основного соединения, а также дополнительные заместители в ядре. Описания таких соединений включают любые их соли.

[0273] Термин «амотосален» означает соединение 3-(2-аминоэтоксиметил)-2,5,9-триметилфуоро[3,2-g]хромен-7-он и любые его соли. Соединение также может называться 4'-(4-амино-2-окса)бутил-4,5',8-триметилпсорален. В тех случаях, когда способы по настоящему изобретению включают добавление амотосалена HCl (гидрохлоридной соли амотосалена), удаление этого соединения из биологической жидкости, такой как, например, продукт крови (*например*, состав тромбоцитов, единица тромбоцитарной массы, состав плазмы, состав цельной крови, состав плазмы) не ограничивается удалением амотосалена HCl, так как амотосален может присутствовать в растворе в виде других солей или в виде свободного основания. Как применяется в способах, описанных в настоящем документе, удаление амотосалена означает удаление соединения в любой форме, *т. е.* как свободное основание или как любая соль, как измерено с помощью анализов, описанных в настоящем документе.

[0274] В некоторых вариантах осуществления соединения для инактивации патогена представляет собой 4-первично-аминозамещенный псорален, который представляет собой соединение псоралена, имеющее группу NH₂, связанную с 4'-положением псоралена углеводородной цепью, имеющей общую длину от 2 до 20 атомов углерода, где от 0 до 6 из указанных атомов углерода независимо заменены на NH или O, и каждая точка замещения отделена от каждой другой точки замещения по меньшей мере двумя атомами углерода и отделена от псоралена по меньшей мере одним атомом углерода. 4'-первично-замещенные псоралены могут иметь дополнительные замены в положениях 4, 5' и 8 псоралена, причем указанные замены включают, помимо прочего, следующие группы: H и (CH₂)_nCH₃, где n=0-6. В некоторых вариантах осуществления 4'-первично-аминозамещенный псорален содержит: а) заместитель R₁ у 4' атома углерода, выбранный из группы, включающей: -(CH₂)_u-NH₂, -(CH₂)_w-R₂-(CH₂)_z-NH₂, -(CH₂)_w-R₂-(CH₂)_x-R₃-(CH₂)_z-NH₂ и -(CH₂)_w-R₂-(CH₂)_x-R₃-(CH₂)_y-R₄-(CH₂)_z-NH₂; где R₂, R₃ и R₄ независимо выбраны из группы, включающей O и NH, где u представляет собой целое

число от 1 до 10, w представляет собой целое число от 1 до 5, x представляет собой целое число от 2 до 5, y представляет собой целое число от 2 до 5, а z представляет собой целое число от 2 до 6; и b) заместители R₅, R₆, и R₇ у 4, 5' и 8 атомов углерода соответственно, независимо выбранные из группы, включающей Н и (СН₂)_vСН₃, где v представляет собой целое число от 0 до 5; или его соли.

[0275] В некоторых вариантах осуществления соединение для инактивации патогена представляет собой 5-первично-аминозамещенный псорален, который представляет собой соединение псоралена, имеющее группу NH₂, связанную с 5'-положением псоралена углеводородной цепью, имеющей общую длину от 1 до 20 атомов углерода, где от 0 до 6 из указанных атомов углерода независимо заменены на NH или O, и каждая точка замещения отделена от каждой другой точки замещения по меньшей мере двумя атомами углерода и отделена от псоралена по меньшей мере одним атомом углерода. 5'-первично-аминозамещенные псоралены могут иметь дополнительные замены в положениях 4, 4' и 8 псоралена, причем указанные замены включают, помимо прочего, следующие группы: Н и (СН₂)_nСН₃, где n=0-6. В некоторых вариантах осуществления 5'-первично-аминозамещенный псорален содержит: а) заместитель R₁ у 5' атома углерода, выбранный из группы, включающей: -(СН₂)_u-NH₂, -(СН₂)_w-R₂-(СН₂)_z-NH₂, -(СН₂)_w-R₂-(СН₂)_x-R₃-(СН₂)_z-NH₂ и -(СН₂)_w-R₂-(СН₂)_x-R₃-(СН₂)_y-R₄-(СН₂)_z-NH₂; где R₂, R₃ и R₄ независимо выбраны из группы, содержащей O и NH, и где u представляет собой целое число от 1 до 10, w представляет собой целое число от 1 до 5, x представляет собой целое число от 2 до 5, y представляет собой целое число от 2 до 5, z представляет собой целое число от 2 до 6; и b) заместители R₅, R₆, и R₇ у 4, 4' и 8 атомов углерода соответственно, независимо выбранные из группы, включающей Н и (СН₂)_vСН₃, где v представляет собой целое число от 0 до 5, где, когда R₁ выбран из группы, включающей (СН₂)_u-NH₂, R₇ представляет собой (СН₂)_vСН₃, и где, когда R₅, R₆ и R₇ представляют собой (СН₂)_vСН₃, u представляет собой целое число от 3 до 10; или его соли. Примеры соединений псоралена описаны, например, в патенте США № 5593823.

[0276] В некоторых вариантах осуществления биологическая жидкость находится в смеси с соединением для инактивации патогена (PIC), в растворе для хранения тромбоцитов (PAS). В некоторых вариантах осуществления PIC смешивают с PAS до смешивания с биологической жидкостью. Растворы для хранения тромбоцитов известны в данной области техники, например, как описано в публикациях Alhumaidan et al. и Ringwald et al. (Alhumaidan, H. and Sweeney, J., J Clin Apheresis, 27: 93-98 (2012); Ringwald et al., Transfusion Medicine Reviews, 20: 158-64 (2006)), которые полностью включены в настоящий документ посредством ссылки. В некоторых вариантах осуществления раствор для хранения тромбоцитов (PAS) содержит одно или более из следующего: хлорид, ацетат, цитрат, калий, магний, фосфат, глюконат, глюкоза и бикарбонат. В некоторых вариантах осуществления раствор для хранения тромбоцитов (PAS) представляет собой PAS, одобренный регулирующим органом или аккредитующей организацией, общепринятой в данной области.

[0277] В некоторых вариантах осуществления способы дополнительно включают перемешивание биологической жидкости. В некоторых вариантах осуществления любого из способов согласно настоящему изобретению общая доза ультрафиолетового излучения, облучающего биологическую жидкость (например, испускаемого одним или более источниками света, испускаемого набором из одного или более источников света, испускаемого массивом источников света), составляет от около 0,5 Дж/см² до около 50 Дж/см², например, любое из от около 0,5 Дж/см² до около 10 Дж/см², от около 0,5 Дж/см² до около 15 Дж/см², от около 0,5 Дж/см² до около 25 Дж/см², от около 1 Дж/см² до около 10 Дж/см², от около 1 Дж/см² до около 15 Дж/см², от около 1 Дж/см² до около 25 Дж/см², от около 3 Дж/см² до около 10 Дж/см², от около 3 Дж/см² до около 15 Дж/см², от около 3 Дж/см² до около 25 Дж/см², от около 5 Дж/см² до около 10 Дж/см², от около 5 Дж/см² до около 15 Дж/см², от около 5 Дж/см² до около 25 Дж/см², от около 10 Дж/см² до около 30 Дж/см², от около 10 Дж/см² до около 20 Дж/см², от около 15 Дж/см² до около 50 Дж/см², от около 15 Дж/см² до около 35 Дж/см², от около 20 Дж/см² до около 30 Дж/см², от около 25 Дж/см² до около 50 Дж/см², от около 30 Дж/см² до около 40 Дж/см² или от около 40 Дж/см² до около 50 Дж/см². В некоторых вариантах осуществления общая доза ультрафиолетового излучения, облучающего биологическую жидкость, составляет около 0,5 Дж/см² или более, например, любое из около 1 Дж/см² или более, 2 Дж/см² или более, 3 Дж/см² или более, 4 Дж/см² или более, 5 Дж/см² или более, 6 Дж/см² или более, 7 Дж/см² или более, 8 Дж/см² или более, 9 Дж/см² или более, 10 Дж/см² или более, 15 Дж/см² или более, 20 Дж/см² или более, 25 Дж/см² или более, 30 Дж/см² или более, 35 Дж/см² или более, 40 Дж/см² или более, 45 Дж/см² или более, или 50 Дж/см² или более. В некоторых вариантах осуществления общая доза ультрафиолетового излучения, облучающего биологическую жидкость, составляет менее около 50 Дж/см², менее около 40 Дж/см², менее около 30 Дж/см², менее около 25 Дж/см², менее около 20 Дж/см², менее около 15 Дж/см² или менее около 10 Дж/см². В некоторых вариантах осуществления облучение биологической жидкости происходит в течение времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости (например, если он присутствует в биологической жидкости). Например, в некоторых вариантах осуществления облучение биологической жидкости происходит в течение времени и с интенсивностью, достаточными для обеспечения общей дозы (*например*, желаемой общей дозы, заданной общей дозы, вышеупомянутой общей дозы) ультрафиолетового излучения, облучающего биологическую жидкость (*например*, любая подходящая комбинация продолжительности и интенсивности, достаточная для обеспечения полной дозы ультрафиолетового излучения). В некоторых вариантах осуществления интенсивность составляет от 1 до 1000 мВт/см² (*например*, от 1 до 100 мВт/см²). В некоторых вариантах осуществления продолжительность составляет от 1 секунды до 2 часов (*например*, от 1 минуты до 60 минут).

[0278] Следует понимать, что обработка биологической жидкости для инактивации патогена(-ов), который(-е) может (могут) присутствовать, не обязательно полностью

инактивирует все патогены, которые могут присутствовать, но существенно уменьшает количество патогенов, чтобы значительно снизить риск, связанный с наличием патогена (*например*, инфекции, связанной с введением биологической жидкости, зараженной патогеном, заболевания, связанного с переливанием продукта крови, инфекции, передающейся при переливании продукта крови). Инактивацию патогена можно оценить путем измерения количества инфекционных патогенов (*например*, вирусных частиц, бактерий) в определенном объеме, а уровень инактивации обычно выражается в виде логарифмического уменьшения инфекционности патогена или логарифмического уменьшения титра. Способы анализа логарифмического уменьшения титра и их измерения для оценки уровней инактивации патогенов хорошо известны в данной области техники. В некоторых вариантах осуществления системы, устройства и/или способы обработки достаточны для инактивации по меньшей мере 1 log (*например*, по меньшей мере 2 log, по меньшей мере 3 log, по меньшей мере 4 log или более) патогена в биологической жидкости, если он присутствует. В некоторых вариантах осуществления биологическая жидкость после облучения подходит для инфузии субъекту без дополнительной обработки для удаления остаточного соединения для инактивации патогена или его фотопродукта(-ов). В некоторых вариантах осуществления системы, устройства и/или способы обработки достаточны для инактивации по меньшей мере 1 log (*например*, по меньшей мере 2 log, по меньшей мере 3 log, по меньшей мере 4 log или более) патогена в биологической жидкости, если он присутствует, причем биологическая жидкость содержит 10 мкМ или менее соединения для инактивации патогена после облучения биологической жидкости. В некоторых вариантах осуществления системы, устройства и/или способы обработки являются достаточными для инактивации по меньшей мере 1 log (*например*, по меньшей мере 2 log, по меньшей мере 3 log, по меньшей мере 4 log или более) патогена в биологической жидкости, если он присутствует, причем биологическая жидкость содержит 7,5 мкМ или менее соединения для инактивации патогена после облучения. В некоторых вариантах осуществления системы, устройства и/или способы обработки являются достаточными для инактивации по меньшей мере 1 log (*например*, по меньшей мере 2 log, по меньшей мере 3 log, по меньшей мере 4 log или более) патогена в биологической жидкости, если он присутствует, причем биологическая жидкость содержит 5 мкМ или менее (*например*, 4 мкМ или менее, 3 мкМ или менее, 2 мкМ или менее, 1 мкМ или менее, 0,5 мкМ или менее) соединения для инактивации патогена после облучения. В некоторых вариантах осуществления концентрация соединения для инактивации патогена в смеси с биологической жидкостью до облучения составляет по меньшей мере около 10 мкМ (*например*, по меньшей мере около 30 мкМ, по меньшей мере около 60 мкМ, по меньшей мере около 90 мкМ, по меньшей мере около 110 мкМ). В некоторых вариантах осуществления концентрация соединения для инактивации патогена в смеси с биологической жидкостью до облучения составляет от около 15 мкМ до около 150 мкМ (*например*, от около 30 мкМ до около 110 мкМ, от около 60 мкМ до около 90 мкМ, около 75 мкМ). В некоторых вариантах осуществления концентрация

соединения для инактивации патогена в смеси с биологической жидкостью после облучения по меньшей мере в 3 раза меньше, концентрации соединения для инактивации патогена в смеси с биологической жидкостью до облучения. В некоторых вариантах осуществления биологическая жидкость после облучения сохраняет достаточную биологическую активность, так что биологическая жидкость подходит для инфузии субъекту. В любом из вышеупомянутых вариантов осуществления биологическая жидкость может представлять собой продукт крови (например, тромбоциты, плазму).

[0279] В некоторых аспектах вышеуказанного устройства первый контроллер включает в себя порт вывода, причем первый контроллер выполнен с возможностью связи с внешним вычислительным устройством с помощью порта вывода.

[0280] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств изоляция множества некритичных для безопасности компонентов от множества критичных для безопасности компонентов включает в себя выполнение предметно-ориентированного языка интерфейса таким образом, чтобы свести к минимуму влияние на множество критичных для безопасности компонентов одной или более модификаций некритичных для безопасности компонентов.

[0281] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств устройство дополнительно включает в себя одну или более камер обработки, выполненных с возможностью приема биологической жидкости, причем каждая платформа из одной или более платформ выполнена с возможностью размещения в камере обработки одной из одной или более камер обработки.

[0282] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств критичные для безопасности компоненты дополнительно содержат одну или более мешалок, причем каждая мешалка выполнена с возможностью перемешивания на по меньшей мере одной из одной или более платформ.

[0283] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств критичные для безопасности компоненты дополнительно содержат один или более датчиков, выполненных с возможностью обнаружения световой энергии от одного или более световых устройств.

[0284] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств одно или более модульных световых устройств включают в себя один или более массивов источников света, расположенных для облучения биологической жидкости, причем один или более массивов источников света выполнены с возможностью испускания света в спектре ультрафиолетового излучения.

[0285] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств один или более массивов источников света содержат множество источников света, причем каждый источник света из множества источников света испускает свет, имеющий спектральную полосу с полной шириной на половине максимума (FWHM) менее 20 нанометров.

[0286] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств один или более массивов источников света содержат множество источников света, причем каждый источник света

из множества источников света представляет собой светоизлучающий диод (LED).

[0287] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств каждый из одного или более массивов источников света содержит соответствующий первый канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения с первой пиковой длиной волны массива.

[0288] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств каждый из одного или более массивов источников света содержит первый канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения с первой пиковой длиной волны от около 315 нм до около 350 нм.

[0289] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств первый канал источников света содержит один или более источников света, каждый из которых испускает свет, имеющий спектральную полосу с полной шириной на половине максимума (FWHM) менее 20 нанометров.

[0290] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств первый канал источников света содержит один или более источников света, причем один или более источников света представляют собой светоизлучающие диоды (LED).

[0291] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств одно или более световых устройств дополнительно содержат один или более датчиков, выполненных с возможностью обнаружения световой энергии от одного или более массивов источников света.

[0292] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств один или более критичных для безопасности компонентов включают в себя вычислительное аппаратное обеспечение, выполненное с возможностью выполнения одного или более алгоритмов и выполненное с возможностью хранения информации, касающейся работы электронного устройства.

[0293] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств второй контроллер выполнен с возможностью включения или выключения одного или более критичных для безопасности компонентов на основе одного или более эксплуатационных состояний устройства.

[0294] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств один или более компонентов безопасности совместно выполнены с возможностью реализации аппаратной сторожевой схемы.

[0295] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств один или более компонентов безопасности совместно выполнены с возможностью реализации программной сторожевой схемы.

[0296] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств один или более некритичных для безопасности компонентов включают в себя дисплей, выполненный с возможностью предоставления информации пользователю устройства и/или приема ввода от пользователя устройства.

[0297] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств для применения в способе обработки биологической жидкости, включающем в себя: предоставление биологической

жидкости в смеси с фотоактивным соединением для инактивации патогенов, и облучение биологической жидкости ультрафиолетовым излучением с первой пиковой длиной волны от около 315 нм до около 350 нм, испускаемым набором из одного или более первых источников света, причем: 1) каждый из одного или более первых источников света испускает свет, имеющий спектральную полосу с полной шириной на половине максимума (FWHM) менее 20 нанометров, или 2) каждый из одного или более первых источников света представляет собой светоизлучающий диод (LED), причем указанное облучение биологической жидкости происходит в течение времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости.

[0298] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств устройство дополнительно включает в себя: интерфейс обработки, в котором первый контроллер соединен с возможностью связи со множеством некритичных для безопасности компонентов, а второй контроллер соединен с возможностью связи со множеством критичных для безопасности компонентов через интерфейс обработки; один или более процессоров; память; и одну или более программ, причем одна или более программ хранятся в памяти и выполнены с возможностью исполнения одним или более процессорами, причем одна или более программ включают в себя команды для выполнения следующих операций: в ответ на соединение с возможностью связи множества некритичных для безопасности компонентов с интерфейсом обработки и соединение множества критичных для безопасности компонентов с интерфейсом обработки обнаружение с помощью контроллера наличия множества некритичных для безопасности компонентов и множества критичных для безопасности компонентов в электронном устройстве; передача первых сообщений между первым контроллером и некритичным для безопасности компонентом через интерфейс обработки; передача вторых сообщений между вторым контроллером и критичным для безопасности компонентом через интерфейс обработки, причем первое и второе сообщения основаны на предметно-ориентированном языке интерфейса; определение состояний некритичных для безопасности компонентов на основе первых сообщений; и определение состояний критичных для безопасности компонентов на основе вторых сообщений.

[0299] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств некритичный для безопасности компонент или критичный для безопасности компонент находится в первом состоянии, а одна или более программ дополнительно включают в себя команды для выполнения следующих операций: изменение состояния некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с первого состояния на второе состояние; в ответ на изменение состояния отправка от некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента к первому контроллеру или второму контроллеру через интерфейс обработки второго сообщения; прием в первом контроллере или втором контроллере второго сообщения; и в ответ на прием второго сообщения определение второго состояния компонента обработки.

[0300] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств одна или более программ

дополнительно включают в себя команды для предоставления питания в электронное устройство, причем в ответ на предоставление питания в электронное устройство дополнительно обнаруживается наличие множества некритичных для безопасности компонентов и множества критичных для безопасности компонентов.

[0301] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств одна или более программ дополнительно содержат команды для выполнения следующих операций: в ответ на предоставление питания в электронное устройство назначение локальных сетевых адресов и портов множеству некритичных для безопасности компонентов и множеству критичных для безопасности компонентов, причем локальные сетевые адреса или порты основаны на предметно-ориентированном языке интерфейса устройства.

[0302] В некоторых аспектах вышеуказанных устройств одно или более сообщений, написанных на предметно-ориентированном языке интерфейса, могут быть переданы с помощью TCP/IP.

[0303] В другом аспекте способ обработки биологической жидкости включает в себя: предоставление биологической жидкости в смеси с фотоактивным соединением для инактивации патогена и облучение биологической жидкости любым из вышеуказанных устройств в течение времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости.

[0304] В другом аспекте предложен способ работы электронного устройства обработки биологической жидкости, причем электронное устройство включает в себя контроллер, некритичный для безопасности компонент, критичный для безопасности компонент и интерфейс обработки, причем способ включает в себя: соединение некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки; в ответ на соединение некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки обнаружение с помощью контроллера наличия некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента в электронном устройстве; передачу сообщения между контроллером и некритичным для безопасности компонентом или критичным для безопасности компонентом через интерфейс обработки, причем сообщение основано на предметно-ориентированном языке интерфейса; и определение состояния некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента на основе сообщения.

[0305] В некоторых аспектах вышеуказанного способа электронное устройство дополнительно содержит второй контроллер, соединенный с интерфейсом обработки, и критичный для безопасности компонент, соединенный с интерфейсом обработки, причем способ дополнительно включает в себя: соединение некритичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки; и изоляцию некритичного для безопасности компонента от критичного для безопасности компонента, причем изоляция включает в себя выполнение предметно-ориентированного языка интерфейса таким образом, чтобы свести к минимуму влияние на критичный для безопасности компонент одной или более

модификаций некритичного для безопасности компонента.

[0306] В некоторых аспектах вышеуказанных способов некритичный для безопасности компонент или критичный для безопасности компонент находится в первом состоянии, причем способ дополнительно включает в себя: изменение состояния некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с первого состояния на второе состояние; в ответ на изменение состояния отправку от некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента к контроллеру через интерфейс обработки второго сообщения; прием в контроллере второго сообщения; и в ответ на прием второго сообщения определение второго состояния компонента обработки

[0307] В некоторых аспектах вышеуказанных способов критичным для безопасности компонентом является платформа, световое устройство, мешалка и компонент безопасности, причем один или более компонентов безопасности выполнены с возможностью контроля работы критичных для безопасности компонентов.

[0308] В некоторых аспектах вышеуказанных способов способ дополнительно включает в себя изоляцию интерфейса обработки от внешней сети с помощью предметно-ориентированного языка интерфейса.

[0309] В некоторых аспектах вышеуказанных способов способ дополнительно включает в себя предоставление питания в электронное устройство, причем в ответ на предоставление питания в электронное устройство дополнительно обнаруживается наличие компонента обработки.

[0310] В некоторых аспектах вышеуказанных способов способ дополнительно включает в себя в ответ на предоставление питания в электронное устройство назначение локального сетевого адреса или порта некритичному для безопасности компоненту или критичному для безопасности компоненту, причем локальный сетевой адрес или порт основан на предметно-ориентированном языке интерфейса.

[0311] В некоторых аспектах вышеуказанных способов одно или более сообщений, написанных на предметно-ориентированном языке интерфейса, могут быть переданы с помощью TCP/IP.

[0312] В другом аспекте электронное устройство обработки биологической жидкости включает в себя: контроллер, некритичный для безопасности компонент, критичный для безопасности компонент, интерфейс обработки, один или более процессоров; память и одну или более программ, причем одна или более программ хранятся в памяти и выполнены с возможностью исполнения одним или более процессорами, причем одна или более программ включают в себя команды для выполнения следующих операций: в ответ на соединение некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки обнаружение с помощью контроллера наличия некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента в электронном устройстве; передача сообщения между контроллером и некритичным для безопасности компонентом

или критичным для безопасности компонентом в интерфейс обработки через интерфейс обработки, причем сообщение основано на предметно-ориентированном языке интерфейса; и определение состояния некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента на основе сообщения.

[0313] В другом аспекте энергонезависимый машиночитаемый носитель данных, хранящий одну или более программ, причем одна или более программ содержат команды, которые при исполнении электронным устройством с одним или более процессорами и памятью обуславливают выполнение устройством следующих операций: соединение некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки; в ответ на соединение некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки обнаружение с помощью контроллера наличия некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента в электронном устройстве; передача сообщения между контроллером и некритичным для безопасности компонентом или критичным для безопасности компонентом в интерфейс обработки через интерфейс обработки, причем сообщение основано на предметно-ориентированном языке интерфейса; и определение состояния некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента на основе сообщения.

[0314] В некоторых вариантах осуществления электронное устройство включает в себя множество некритичных для безопасности компонентов, первый контроллер, соединенный с возможностью связи со множеством некритичных для безопасности компонентов, множество критичных для безопасности компонентов и второй контроллер, соединенный с возможностью связи со множеством критичных для безопасности компонентов. В некоторых вариантах осуществления электронное устройство включает в себя интерфейс обработки.

[0315] В некоторых вариантах осуществления электронное устройство обработки биологической жидкости включает в себя: множество некритичных для безопасности компонентов; первый контроллер, соединенный с возможностью связи со множеством некритичных для безопасности компонентов и выполненный с возможностью управления множеством некритичных для безопасности компонентов; множество критичных для безопасности компонентов, причем критичные для безопасности компоненты содержат: одну или более платформ, причем каждая платформа из одной или более платформ выполнена с возможностью переноса одной или более биологических жидкостей; одно или более световых устройств, причем каждое световое устройство выполнено с возможностью облучения биологической жидкости; и один или более компонентов безопасности, причем один или более компонентов безопасности выполнены с возможностью контроля работы критичных для безопасности компонентов; и второй контроллер, соединенный с возможностью связи со множеством критичных для безопасности компонентов и соединенный с возможностью связи с первым контроллером, причем второй контроллер выполнен с возможностью координации одной или более

операций, включающих множество критичных для безопасности компонентов, причем первый контроллер и второй контроллер взаимодействуют друг с другом с помощью предметно-ориентированного языка интерфейса, выполненного с возможностью изоляции множества некритичных для безопасности компонентов от множества критичных для безопасности компонентов.

[0316] В некоторых вариантах осуществления первый контроллер включает в себя порт вывода, причем первый контроллер выполнен с возможностью связи с внешним вычислительным устройством с помощью порта вывода.

[0317] В некоторых вариантах осуществления изоляция множества некритичных для безопасности компонентов от множества критичных для безопасности компонентов включает в себя выполнение предметно-ориентированного языка интерфейса таким образом, чтобы свести к минимуму влияние на множество критичных для безопасности компонентов одной или более модификаций некритичных для безопасности компонентов.

[0318] В некоторых вариантах осуществления устройство дополнительно включает в себя одну или более камер обработки, выполненных с возможностью приема биологической жидкости, причем каждая платформа из одной или более платформ выполнена с возможностью размещения в камере обработки одной из одной или более камер обработки.

[0319] В некоторых вариантах осуществления критичные для безопасности компоненты дополнительно содержат одну или более мешалок, причем каждая мешалка выполнена с возможностью перемешивания на по меньшей мере одной из одной или более платформ.

[0320] В некоторых вариантах осуществления критичные для безопасности компоненты дополнительно содержат один или более датчиков, выполненных с возможностью обнаружения световой энергии от одного или более модульных световых устройств.

[0321] В некоторых вариантах осуществления одно или более модульных световых устройств включают в себя один или более массивов источников света, расположенных для облучения биологической жидкости, причем один или более массивов источников света выполнены с возможностью испускания света в спектре ультрафиолетового излучения.

[0322] В некоторых вариантах осуществления каждый из одного или более массивов источников света содержит первый канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения с первой пиковой длиной волны от около 315 нм до около 350 нм.

[0323] В некоторых вариантах осуществления первый канал источников света содержит один или более источников света, каждый из которых испускает свет, имеющий спектральную полосу с полной шириной на половине максимума (FWHM) менее 20 нанометров.

[0324] В некоторых вариантах осуществления первый канал источников света

содержит один или более источников света, причем один или более источников света представляют собой светоизлучающие диоды (LED).

[0325] В некоторых вариантах осуществления одно или более световых устройств дополнительно содержат один или более датчиков, выполненных с возможностью обнаружения световой энергии от одного или более массивов источников света.

[0326] В некоторых вариантах осуществления один или более критичных для безопасности компонентов включают в себя вычислительное аппаратное обеспечение, выполненное с возможностью выполнения одного или более алгоритмов и выполненное с возможностью хранения информации, касающейся работы электронного устройства.

[0327] В некоторых вариантах осуществления второй контроллер выполнен с возможностью включения или выключения одного или более критичных для безопасности компонентов на основе одного или более эксплуатационных состояний устройства.

[0328] В некоторых вариантах осуществления один или более компонентов безопасности совместно выполнены с возможностью реализации аппаратной сторожевой схемы.

[0329] В некоторых вариантах осуществления один или более компонентов безопасности совместно выполнены с возможностью реализации программной сторожевой схемы.

[0330] В некоторых вариантах осуществления один или более некритичных для безопасности компонентов включают в себя дисплей, выполненный с возможностью предоставления информации пользователю устройства и/или приема ввода от пользователя устройства.

[0331] В некоторых вариантах осуществления для применения в способе обработки биологической жидкости, включающем в себя: предоставление биологической жидкости в смеси с фотоактивным соединением для инактивации патогенов, и облучение биологической жидкости ультрафиолетовым излучением с первой пиковой длиной волны от около 315 нм до около 350 нм, испускаемым набором из одного или более первых источников света, причем: 1) каждый из одного или более первых источников света испускает свет, имеющий спектральную полосу с полной шириной на половине максимума (FWHM) менее 20 нанометров, или 2) каждый из одного или более первых источников света представляет собой светоизлучающий диод (LED), причем указанное облучение биологической жидкости происходит в течение времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости.

[0332] В некоторых вариантах осуществления устройство дополнительно включает в себя: интерфейс обработки, в котором первый контроллер соединен с возможностью связи со множеством некритичных для безопасности компонентов, а второй контроллер соединен с возможностью связи со множеством критичных для безопасности компонентов через интерфейс обработки; один или более процессоров; память; и одну или более программ, причем одна или более программ хранятся в памяти и выполнены с возможностью исполнения одним или более процессорами, причем одна или более

программ включают в себя команды для выполнения следующих операций: в ответ на соединение с возможностью связи множества некритичных для безопасности компонентов с интерфейсом обработки и соединение множества критичных для безопасности компонентов с интерфейсом обработки обнаружение с помощью контроллера наличия множества некритичных для безопасности компонентов и множества критичных для безопасности компонентов в электронном устройстве; передача первых сообщений между первым контроллером и некритичным для безопасности компонентом через интерфейс обработки; передача вторых сообщений между вторым контроллером и критичным для безопасности компонентом через интерфейс обработки, причем первое и второе сообщения основаны на предметно-ориентированном языке интерфейса; определение состояний некритичных для безопасности компонентов на основе первых сообщений; и определение состояний критичных для безопасности компонентов на основе вторых сообщений.

[0333] В некоторых вариантах осуществления некритичный для безопасности компонент или критичный для безопасности компонент находится в первом состоянии, а одна или более программ дополнительно включают в себя команды для выполнения следующих операций: изменение состояния некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с первого состояния на второе состояние; в ответ на изменение состояния отправка от некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента к первому контроллеру или второму контроллеру через интерфейс обработки второго сообщения; прием в первом контроллере или втором контроллере второго сообщения; и в ответ на прием второго сообщения определение второго состояния компонента обработки.

[0334] В некоторых вариантах осуществления одна или более программ дополнительно включают в себя команды для предоставления питания в электронное устройство, причем в ответ на предоставление питания в электронное устройство дополнительно обнаруживается наличие множества некритичных для безопасности компонентов и множества критичных для безопасности компонентов.

[0335] В некоторых вариантах осуществления одна или более программ дополнительно содержат команды для выполнения следующих операций: в ответ на предоставление питания в электронное устройство назначение локальных сетевых адресов и портов множеству некритичных для безопасности компонентов и множеству критичных для безопасности компонентов, причем локальные сетевые адреса или порты основаны на предметно-ориентированном языке интерфейса.

[0336] В некоторых вариантах осуществления одно или более сообщений, написанных на предметно-ориентированном языке интерфейса, могут быть переданы с помощью TCP/IP.

[0337] В некоторых вариантах осуществления способ обработки биологической жидкости включает в себя: предоставление биологической жидкости в смеси с фотоактивным соединением для инактивации патогена и облучение биологической

жидкости любым из вышеуказанных устройств в течение времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости.

[0338] В некоторых вариантах осуществления предложен способ работы электронного устройства обработки биологической жидкости, причем электронное устройство включает в себя контроллер, некритичный для безопасности компонент, критичный для безопасности компонент и интерфейс обработки, причем способ включает в себя: соединение некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки; в ответ на соединение некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки обнаружение с помощью контроллера наличия некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента в электронном устройстве; передачу сообщения между контроллером и некритичным для безопасности компонентом или критичным для безопасности компонентом через интерфейс обработки, причем сообщение основано на предметно-ориентированном языке интерфейса; и определение состояния некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента на основе сообщения.

[0339] В некоторых вариантах осуществления электронное устройство дополнительно содержит второй контроллер, соединенный с интерфейсом обработки, и критичный для безопасности компонент, соединенный с интерфейсом обработки, причем способ дополнительно включает в себя: соединение некритичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки; и изоляцию некритичного для безопасности компонента от критичного для безопасности компонента, причем изоляция включает в себя выполнение предметно-ориентированного языка интерфейса таким образом, чтобы свести к минимуму влияние на критичный для безопасности компонент одной или более модификаций некритичного для безопасности компонента.

[0340] В некоторых вариантах осуществления некритичный для безопасности компонент или критичный для безопасности компонент находится в первом состоянии, причем способ дополнительно включает в себя: изменение состояния некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с первого состояния на второе состояние; в ответ на изменение состояния отправку от некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента к контроллеру через интерфейс обработки второго сообщения; прием в контроллере второго сообщения; и в ответ на прием второго сообщения определение второго состояния компонента обработки

[0341] В некоторых вариантах осуществления критичным для безопасности компонентом является платформа, модульное световое устройство, мешалка и компонент безопасности, причем один или более компонентов безопасности выполнены с возможностью контроля работы критичных для безопасности компонентов.

[0342] В некоторых вариантах осуществления способ дополнительно включает в себя изоляцию интерфейса обработки от внешней сети с помощью предметно-

ориентированного языка интерфейса.

[0343] В некоторых вариантах осуществления способ дополнительно включает в себя предоставление питания в электронное устройство, причем в ответ на предоставление питания в электронное устройство дополнительно обнаруживается наличие компонента обработки.

[0344] В некоторых вариантах осуществления способ дополнительно включает в себя в ответ на предоставление питания в электронное устройство назначение локального сетевого адреса или порта некритичному для безопасности компоненту или критичному для безопасности компоненту, причем локальный сетевой адрес или порт основан на предметно-ориентированном языке интерфейса.

[0345] В некоторых вариантах осуществления одно или более сообщений, написанных на предметно-ориентированном языке интерфейса, могут быть переданы с помощью TCP/IP.

[0346] В некоторых вариантах осуществления электронное устройство обработки биологической жидкости включает в себя: контроллер, некритичный для безопасности компонент, критичный для безопасности компонент, интерфейс обработки, один или более процессоров; память и одну или более программ, причем одна или более программ хранятся в памяти и выполнены с возможностью исполнения одним или более процессорами, причем одна или более программ включают в себя команды для выполнения следующих операций: в ответ на соединение некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки обнаружение с помощью контроллера наличия некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента в электронном устройстве; передача сообщения между контроллером и некритичным для безопасности компонентом или критичным для безопасности компонентом в интерфейс обработки через интерфейс обработки, причем сообщение основано на предметно-ориентированном языке интерфейса; и определение состояния некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента на основе сообщения.

[0347] В некоторых вариантах осуществления энергонезависимый машиночитаемый носитель данных, хранящий одну или более программ, причем одна или более программ содержат команды, которые при исполнении электронным устройством с одним или более процессорами и памятью обуславливают выполнение устройством следующих операций: соединение некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки; в ответ на соединение некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента с интерфейсом обработки обнаружение с помощью контроллера наличия некритичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента в электронном устройстве; передача сообщения между контроллером и некритичным для безопасности компонентом или критичным для безопасности компонентом в интерфейс обработки через интерфейс обработки, причем сообщение основано на предметно-

ориентированном языке интерфейса; и определение состояния не критичного для безопасности компонента или критичного для безопасности компонента на основе сообщения.

[0348] Вариации вариантов осуществления, представленные в настоящем документе, могут стать очевидными для специалистов в данной области техники после прочтения вышеизложенного описания. Ожидается, что квалифицированные специалисты смогут применять такие вариации по мере необходимости, а также композиции, способы и наборы, описанные в настоящем документе, иначе, чем конкретно описано в настоящем документе. Соответственно системы и способы, описанные в настоящем документе, включают в себя все модификации и эквиваленты предмета настоящего изобретения, изложенного в прилагаемой формуле изобретения, как это разрешено применимым законодательством. Более того, любое сочетание вышеописанных элементов во всех их возможных вариациях охватывается настоящим описанием, если иное не указано в настоящем документе или иным образом явно не противоречит контексту. Ниже приведен список конкретных вариантов осуществления настоящего изобретения. Список является иллюстративным и не предназначен для ограничения изобретения, представленного в настоящем документе.

Вариант осуществления 1: модульное световое устройство для применения вместе с электронным устройством обработки биологической жидкости, причем модульное световое устройство включает в себя множество компонентов, совместно выполненных с возможностью передачи света к одной или более биологическим жидкостям для обработки, причем модульное световое устройство содержит:

корпус, выполненный с возможностью размещения одного или более компонентов модульного светового устройства;

камеру массива источников света, выполненную с возможностью передачи света, причем камера массива источников света содержит:

один или более массивов источников света, каждый из которых содержит множество источников света, выполненных с возможностью генерирования УФ-излучения;

один или более датчиков света, выполненных с возможностью обнаружения света;

часть окна, выполненную с возможностью пропускания УФ-излучения, генерируемого множеством источников света, к одной или более биологическим жидкостям для обработки;

драйвер, соединенный с возможностью связи с одним или более компонентами модульного светового устройства и выполненный с возможностью управления одним или более компонентами.

Вариант осуществления 2: модульное световое устройство по варианту осуществления 1, в котором камера массива источников света содержит один или более датчиков температуры, выполненных с возможностью измерения температуры.

Вариант осуществления 3: модульное световое устройство по варианту

осуществления 1 или варианту осуществления 2, в котором каждый источник света из множества источников света испускает свет, имеющий спектральную полосу с полной шириной на половине максимума (FWHM) менее 20 нанометров.

Вариант осуществления 4: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-3, в котором каждый источник света из множества источников света представляет собой светоизлучающий диод (LED).

Вариант осуществления 5: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-4, в котором каждый из одного или более массивов источников света содержит соответствующий первый канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения с первой пиковой длиной волны массива.

Вариант осуществления 6: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-5, в котором электронное устройство содержит камеру обработки, выполненную с возможностью приема по меньшей мере одной из одной или более биологических жидкостей.

Вариант 7: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-6, причем модульное световое устройство выполнено с возможностью размещения внутри электронного устройства для передачи света к одной или более биологическим жидкостям в камере обработки электронного устройства.

Вариант осуществления 8: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-7, в котором корпус содержит одну или более направляющих, выполненных с возможностью механического сопряжения с одной или более рейками электронного устройства, чтобы механически закрепить модульное световое устройство при помещении в электронное устройство.

Вариант осуществления 9: модульное световое устройство по варианту осуществления 8, в котором одна или более направляющих выполнены так, чтобы модульное световое устройство могло перемещаться с возможностью скольжения, чтобы модульное световое устройство можно было извлекать из электронного устройства и вставлять в него.

Вариант осуществления 10: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-9, причем модульное световое устройство содержит один или более теплообменников, выполненных с возможностью отвода тепла от массива источников света и/или модульного светового устройства.

Вариант осуществления 11: модульное световое устройство по варианту осуществления 10, в котором один или более теплообменников выполнены с возможностью обмена теплом с воздухом, который пропускается через один или более теплообменников для отвода тепла от массива источников света и/или модульного светового устройства.

Вариант осуществления 12: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 10-11, в котором один или более теплообменников выполнены с

возможностью обмена теплом с воздухом, который пропускается через один или более теплообменников от одного или более вентиляторов электронного устройства.

Вариант осуществления 13: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-12, в котором часть окна содержит материал окна, покрывающий или закрывающий отверстие модульного светового устройства, причем материал окна выполнен из стекла.

Вариант осуществления 14: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-12, в котором часть окна содержит материал окна, покрывающий или закрывающий отверстие модульного светового устройства, причем материал окна выполнен из полимерного материала.

Вариант осуществления 15: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-14, в котором часть окна пропускает по меньшей мере 80% УФ-излучения с выбранной длиной волны.

Вариант осуществления 16: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-15, причем модульное световое устройство содержит один или более датчиков света, расположенных на одном или более массивах источников света.

Вариант осуществления 17: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-16, причем модульное световое устройство содержит один или более датчиков света, расположенных в части окна и выполненных с возможностью обнаружения света, генерируемого модульным световым устройством.

Вариант осуществления 18: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-17, причем модульное световое устройство содержит одну или несколько схем, расположенных на части окна, причем одна или более схем содержат один или более датчиков света, расположенных на схемах и выполненных с возможностью обнаружения света, генерируемого модульным световым устройством.

Вариант осуществления 19: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-18, в котором камера массива источников света включает в себя множество отражающих панелей, расположенных вдоль одного или более краев камеры массива источников света.

Вариант осуществления 20: модульное световое устройство по варианту осуществления 19, в котором множество отражающих панелей расположены в камере массива источников света таким образом, чтобы свести к минимуму потери световой энергии по периметру камеры массива источников света.

Вариант осуществления 21: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-20, в котором один или более датчиков света камеры массива источников света ориентированы так, чтобы обнаруживать свет, генерируемый отдельным модульным световым устройством.

Вариант осуществления 22: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-21, в котором один или более датчиков света реализованы с помощью фотодиодов.

Вариант осуществления 23: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-22, в котором один или более датчиков температуры реализованы с помощью термисторов.

Вариант осуществления 24: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-23, в котором один или более из одного или более датчиков температуры выполнены с возможностью измерения температуры на стыке между источником света из одного или более источников света и печатной платой (PCB), на которой расположен источник света.

Вариант осуществления 25: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-24, в котором множество источников света выполнено с возможностью генерирования УФ-излучения диапазона А.

Вариант осуществления 26: модульное световое устройство по варианту осуществления 25, в котором множество источников света выполнено с возможностью генерирования света с первой пиковой длиной волны от около 315 нм до около 350 нм.

Вариант осуществления 27: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-24, в котором множество источников света выполнено с возможностью генерирования УФ-излучения диапазона В или УФ-излучения диапазона С.

Вариант осуществления 28: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 5-27, в котором каждый из одного или более массивов источников света содержит соответствующий второй канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения со второй пиковой длиной волны массива, причем вторая пиковая длина волны отличается от первой пиковой длины волны на по меньшей мере 5 нанометров.

Вариант осуществления 29: модульное световое устройство по варианту осуществления 28, в котором каждый из одного или более массивов источников света содержит соответствующий первый канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения с первой пиковой длиной волны массива в спектре УФ-А, и соответствующий второй канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения со второй пиковой длиной волны массива в спектре УФ-В или УФ-С.

Вариант осуществления 30: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-29, в котором корпус содержит один или более электронных интерфейсов, выполненных для соединения с возможностью связи модульного светового устройства с электронным устройством.

Вариант осуществления 31: модульное световое устройство по варианту осуществления 30, в котором один или более электронных интерфейсов включают в себя блокировочное соединение, выполненное с возможностью обеспечения выключения электронным устройством модульного светового устройства.

Вариант осуществления 32: модульное световое устройство по варианту осуществления 30, в котором один или более электронных интерфейсов включают в себя

коммуникационный порт, выполненный с возможностью обеспечения передачи команд электронным устройством в модульное световое устройство, а также выполненный с возможностью обеспечения передачи данных модульным световым устройством в электронное устройство.

Вариант осуществления 33: модульное световое устройство по варианту осуществления 30, в котором один или более электронных интерфейсов включают в себя порт питания, выполненный с возможностью передачи питания от электронного устройства к модульному световому устройству.

Вариант осуществления 34: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-33, в котором несколько источников света камеры массива источников света выполнены с возможностью предоставления света для заданного объема облучения к одной или более биологических жидкостей.

Вариант осуществления 35: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-34, в котором один или более источников света камеры массива источников света совместно генерируют свет, так что интенсивность излучения света является по существу однородной на поверхности биологической жидкости.

Вариант осуществления 36: модульное световое устройство по варианту осуществления 35, в котором отклонение интенсивности излучения света на поверхности биологической жидкости составляет менее 25%.

Вариант осуществления 37: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-36, в котором один или более источников света камеры массива источников света представляют собой LED, выполненные так, чтобы обеспечивать угол луча от около 110 градусов до около 130 градусов.

Вариант осуществления 38: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-37, в котором доза света, доставляемая от модульного светового устройства к биологической жидкости в процессе обработки, основана на свете, обнаруженном с помощью одного или более из одного или более датчиков света.

Вариант осуществления 39: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-38, в котором количество времени, в течение которого модульное световое устройство активируется в процессе обработки, основано на свете, обнаруженном с помощью одного или более из одного или более датчиков света.

Вариант осуществления 40: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-39, в котором интенсивность света, генерируемого модульным световым устройством в процессе обработки, основана на свете, обнаруженном с помощью одного или более из одного или более датчиков света.

Вариант осуществления 41: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-40, в котором электронное устройство обработки биологической жидкости содержит первое модульное световое устройство, направленное на биологическую жидкость, подлежащую обработке, причем первое модульное световое устройство доставляет свет к биологическому образку для обработки.

Вариант осуществления 42: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-41, в котором электронное устройство обработки биологической жидкости содержит первое модульное световое устройство и второе модульное световое устройство, причем первое и второе модульные световые устройства направлены друг на друга, и причем первое и второе модульные световые устройства совместно доставляют свет к биологической жидкости для обработки.

Вариант осуществления 43: модульное световое устройство по варианту осуществления 42, в котором первое и второе световые устройства выполнены с возможностью выполнения теста, включающего:

передачу света от первого модульного светового устройства;

обнаружение света, передаваемого первым устройством, с помощью одного или более датчиков света второго модульного светового устройства; и

определение наличия или отсутствия одной или более преград для света, передаваемого первым модульным световым устройством, путем сравнения обнаруженного света с заданным количеством света.

Вариант осуществления 44: модульное световое устройство по варианту осуществления 43, в котором тест дополнительно включает в себя:

передачу света от второго модульного светового устройства;

обнаружение света, передаваемого вторым модульным световым устройством, с помощью одного или более датчиков света первого модульного светового устройства; и

определение наличия или отсутствия одной или более преград для света, передаваемого вторым модульным световым устройством, путем сравнения обнаруженного света с заданным уровнем света.

Вариант осуществления 45: модульное световое устройство по варианту осуществления 43 или 44, в котором тест дополнительно включает в себя: определение базового количества света, переданного первым модульным световым устройством ко второму модульному световому устройству.

Вариант осуществления 46: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 43-45, в котором тест представляет собой тест для определения наличия препятствия на пути прохождения света в электронном устройстве.

Вариант осуществления 47: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 43-45, в котором тест представляет собой тест для определения наличия биологической жидкости, подлежащей обработке, в электронном устройстве.

Вариант осуществления 48: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 17-47, причем модульное световое устройство выполнено с возможностью выполнения теста, включающего в себя:

передачу света от одного или более массивов источников света камеры массива источников света модульного светового устройства;

обнаружение света, передаваемого одним или более массивами источников света, с помощью одного или более датчиков света модульного светового устройства.

Вариант осуществления 49: модульное световое устройство по варианту осуществления 48, в котором один или более датчиков света представляют собой датчики света, расположенные в части окна модульного светового устройства.

Вариант осуществления 50: модульное световое устройство по варианту осуществления 48 или варианту осуществления 49, в котором тест дополнительно включает в себя: сравнение обнаруженного света с заданным количеством света.

Вариант осуществления 51: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 48-50, в котором тест дополнительно включает в себя одно или оба из следующего:

a) определение целостности одного или более из одного или более датчиков; и

b) определение целостности одного или более источников света одного или более массивов источников света.

Вариант осуществления 52: модульное световое устройство по любому из вариантов осуществления 1-51, причем модульное световое устройство выполнено с возможностью выполнения процесса калибровки, включающего в себя:

передачу света от одного или более массивов источников света модульного светового устройства;

прием данных от калибровочного устройства, выполненного с возможностью обнаружения света, передаваемого массивом(-ами) источников света модульного светового устройства, с помощью одного или более датчиков света калибровочного устройства, причем калибровочное устройство расположено внутри электронного устройства;

сравнение принятых данных с заданным количеством света; и

регулировку интенсивности одного или более источников света из массива(-ов) источников света на основе сравнения.

Вариант осуществления 53: способ обработки биологической жидкости, включающий в себя:

предоставление биологической жидкости; и

облучение биологической жидкости одним или более модульными световыми устройствами по любому из вариантов осуществления 1-52 в течение времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости.

Вариант осуществления 54: способ обработки биологической жидкости, включающий в себя:

предоставление биологической жидкости в смеси с соединением для инактивации патогена; и

облучение биологической жидкости одним или более модульными световыми устройствами по любому из вариантов осуществления 1-52 в течение времени и с интенсивностью достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости.

[0349] Вышеприведенное описание, в целях пояснения, было приведено со ссылкой на конкретные варианты осуществления. Однако, вышеприведенное описание не является

исчерпывающим и не ограничивает изобретение конкретными описанными формами. С учетом изложенного выше возможны многие модификации и вариации. Варианты осуществления были выбраны и описаны для лучшего объяснения принципов приведенных методик их практического применения. Другие специалисты в данной области техники могут наилучшим образом применять методики и различные варианты осуществления с различными модификациями, которые пригодны для конкретного предполагаемого применения.

[0350] Несмотря на то, что настоящее изобретение и примеры были полностью описаны со ссылкой на прилагаемые фигуры, следует отметить, что различные изменения и модификации станут очевидными для специалистов в данной области техники. Такие изменения и модификации следует понимать как включенные в объем настоящего изобретения и примеры, определенные формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Модульное световое устройство для применения вместе с электронным устройством обработки биологической жидкости, причем модульное световое устройство включает в себя множество компонентов, совместно выполненных с возможностью передачи света к одной или более биологическим жидкостям для обработки, при этом модульное световое устройство содержит:

корпус, выполненный с возможностью размещения одного или более компонентов модульного светового устройства;

камеру массива источников света, выполненную с возможностью передачи света, причем камера массива источников света содержит:

- один или более массивов источников света, каждый из которых содержит множество источников света, выполненных с возможностью генерирования УФ-излучения; и

- один или более датчиков света, выполненных с возможностью обнаружения света;

часть окна, выполненную с возможностью пропускания УФ-излучения, генерируемого множеством источников света, к одной или более биологическим жидкостям для обработки; и

драйвер, соединенный с возможностью связи с одним или более компонентами модульного светового устройства и выполненный с возможностью управления упомянутыми одним или более компонентами.

2. Модульное световое устройство по п. 1, в котором камера массива источников света содержит один или более датчиков температуры, выполненных с возможностью измерения температуры.

3. Модульное световое устройство по п.1 или 2, в котором каждый источник света из множества источников света испускает свет, имеющий спектральную полосу с полной шириной на половине максимума (FWHM) менее 20 нанометров.

4. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-3, в котором каждый источник света из множества источников света представляет собой светоизлучающий диод (LED).

5. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-4, в котором каждый из одного или более массивов источников света содержит соответствующий первый канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения с первой пиковой длиной волны массива.

6. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-5, в котором электронное устройство содержит камеру обработки, выполненную с возможностью приема по меньшей мере одной из одной или более биологических жидкостей.

7. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-6, выполненное с возможностью размещения внутри электронного устройства для передачи света к одной или более биологическим жидкостям в камере обработки электронного устройства.

8. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-7, в котором корпус содержит одну или более направляющих, выполненных с возможностью механического сопряжения с одной или более рейками электронного устройства, чтобы механически закрепить модульное световое устройство при помещении в электронное устройство.

9. Модульное световое устройство по п. 8, в котором одна или более направляющих выполнены так, чтобы модульное световое устройство могло перемещаться с возможностью скольжения, чтобы модульное световое устройство можно было извлекать из электронного устройства и вставлять в него.

10. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-9, содержащее один или более теплообменников, выполненных с возможностью отвода тепла от массива источников света и/или модульного светового устройства.

11. Модульное световое устройство по п. 10, в котором один или более теплообменников выполнены с возможностью обмена теплом с воздухом, который пропускается через один или более теплообменников, для отвода тепла от массива источников света и/или модульного светового устройства.

12. Модульное световое устройство по п. 10 или 11, в котором один или более теплообменников выполнены с возможностью обмена теплом с воздухом, который проходит через один или более теплообменников от одного или более вентиляторов электронного устройства.

13. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-12, в котором указанная часть окна содержит материал окна, покрывающий или закрывающий отверстие модульного светового устройства, причем материал окна выполнен из стекла.

14. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-12, в котором указанная часть окна содержит материал окна, покрывающий или закрывающий отверстие модульного светового устройства, причем материал окна выполнен из полимерного материала.

15. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-14, в котором указанная часть окна пропускает по меньшей мере 80% УФ-излучения с выбранной длиной волны.

16. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-15, содержащее один или более датчиков света, расположенных на одном или более массивах источников света.

17. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-16, содержащее один или более датчиков света, расположенных в указанной части окна и выполненных с возможностью обнаружения света, генерируемого модульным световым устройством.

18. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-17, содержащее одну или более схем, расположенных на указанной части окна, причем одна или более схем содержат один или более датчиков света, расположенных на схемах и выполненных с возможностью обнаружения света, генерируемого модульным световым устройством.

19. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-18, в котором камера массива источников света включает в себя множество отражающих панелей, расположенных вдоль одного или более краев камеры массива источников света.

20. Модульное световое устройство по п. 19, в котором множество отражающих панелей расположены в камере массива источников света таким образом, чтобы свести к минимуму потери световой энергии по периметру камеры массива источников света.

21. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-20, в котором один или более датчиков света камеры массива источников света ориентированы так, чтобы обнаруживать свет, генерируемый отдельным модульным световым устройством.

22. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-21, в котором один или более датчиков света реализованы с помощью фотодиодов.

23. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-22, в котором один или более датчиков температуры реализованы с помощью термисторов.

24. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-23, в котором один или более из одного или более датчиков температуры выполнены с возможностью измерения температуры на стыке между источником света из одного или более источников света и печатной платой (PCB), на которой расположен источник света.

25. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-24, в котором множество источников света выполнено с возможностью генерирования УФ-излучения диапазона А.

26. Модульное световое устройство по п. 25, в котором множество источников света выполнено с возможностью генерирования света с первой пиковой длиной волны от около 315 нм до около 350 нм.

27. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-24, в котором множество источников света выполнено с возможностью генерирования УФ-излучения диапазона В или УФ-излучения диапазона С.

28. Модульное световое устройство по любому из пп. 5-27, в котором каждый из одного или более массивов источников света содержит соответствующий второй канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения со второй пиковой длиной волны массива, причем вторая пиковая длина волны отличается от первой пиковой длины волны на по меньшей мере 5 нанометров.

29. Модульное световое устройство по п. 28, в котором каждый из одного или более массивов источников света содержит соответствующий первый канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения с первой пиковой длиной волны массива в спектре УФ-А, и соответствующий второй канал источников света, выполненный с возможностью испускания ультрафиолетового излучения со второй пиковой длиной волны массива в спектре УФ-В или УФ-С.

30. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-29, в котором корпус содержит один или более электронных интерфейсов, выполненных для соединения с возможностью связи модульного светового устройства с электронным устройством.

31. Модульное световое устройство по п. 30, в котором один или более электронных интерфейсов включают в себя блокировочное соединение, выполненное с возможностью обеспечения выключения электронным устройством модульного светового устройства.

32. Модульное световое устройство по п. 30, в котором один или более электронных интерфейсов включают в себя коммуникационный порт, выполненный с возможностью обеспечения передачи команд электронным устройством в модульное световое устройство, а также выполненный с возможностью обеспечения передачи данных модульным световым устройством в электронное устройство.

33. Модульное световое устройство по п. 30, в котором один или более электронных интерфейсов включают в себя порт питания, выполненный с возможностью передачи питания от электронного устройства к модульному световому устройству.

34. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-33, в котором несколько источников света камеры массива источников света выполнены с возможностью предоставления света для заданного объема облучения к одной или более биологическим жидкостям.

35. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-34, в котором один или более источников света камеры массива источников света совместно генерируют свет, так что интенсивность излучения света является по существу однородной на поверхности биологической жидкости.

36. Модульное световое устройство по п. 35, в котором отклонение интенсивности излучения света на поверхности биологической жидкости составляет менее 25%.

37. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-36, в котором один или более источников света камеры массива источников света представляют собой LED, выполненные так, чтобы обеспечивать угол луча от около 110 градусов до около 130 градусов.

38. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-37, в котором доза света, доставляемая от модульного светового устройства к биологической жидкости в процессе обработки, основана на свете, обнаруженном с помощью одного или более из одного или более датчиков света.

39. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-38, в котором количество времени, в течение которого модульное световое устройство активируется в процессе обработки, основано на свете, обнаруженном с помощью одного или более из одного или более датчиков света.

40. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-39, в котором интенсивность света, генерируемого модульным световым устройством в процессе обработки, основана на свете, обнаруженном с помощью одного или более из одного или более датчиков света.

41. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-40, в котором электронное устройство обработки биологической жидкости содержит первое модульное световое устройство, направленное на биологическую жидкость, подлежащую обработке, причем первое модульное световое устройство доставляет свет к биологическому образцу для обработки.

42. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-41, в котором электронное

устройство обработки биологической жидкости содержит первое модульное световое устройство и второе модульное световое устройство, причем первое и второе модульные световые устройства направлены друг на друга, при этом первое и второе модульные световые устройства совместно доставляют свет к биологической жидкости для обработки.

43. Модульное световое устройство по п. 42, в котором первое и второе световые устройства выполнены с возможностью выполнения теста, включающего:

передачу света от первого модульного светового устройства;

обнаружение света, передаваемого первым устройством, с помощью одного или более датчиков света второго модульного светового устройства; и

определение наличия или отсутствия одной или более преград для света, передаваемого первым модульным световым устройством, путем сравнения обнаруженного света с заданным количеством света.

44. Модульное световое устройство по п. 43, в котором тест дополнительно включает в себя:

передачу света от второго модульного светового устройства;

обнаружение света, передаваемого вторым модульным световым устройством, с помощью одного или более датчиков света первого модульного светового устройства; и

определение наличия или отсутствия одной или более преград для света, передаваемого вторым модульным световым устройством, путем сравнения обнаруженного света с заданным уровнем света.

45. Модульное световое устройство по п. 43 или п. 44, в котором тест дополнительно включает в себя:

определение базового количества света, переданного первым модульным световым устройством ко второму модульному световому устройству.

46. Модульное световое устройство по любому из пп. 43-45, в котором тест представляет собой тест для определения наличия препятствия на пути прохождения света в электронном устройстве.

47. Модульное световое устройство по любому из пп. 43-45, в котором тест представляет собой тест для определения наличия биологической жидкости, подлежащей обработке, в электронном устройстве.

48. Модульное световое устройство по любому из пп. 17-47, выполненное с возможностью выполнения теста, включающего:

передачу света от одного или более массивов источников света камеры массива источников света модульного светового устройства;

обнаружение света, передаваемого одним или более массивами источников света, с помощью одного или более датчиков света модульного светового устройства.

49. Модульное световое устройство по п. 48, в котором один или более датчиков света представляют собой датчики света, расположенные в указанной части окна модульного светового устройства.

50. Модульное световое устройство по п. 48 или 49, в котором тест дополнительно включает в себя:

сравнение обнаруженного света с заданным количеством света.

51. Модульное световое устройство по любому из пп. 48-50, в котором тест дополнительно включает в себя:

определение целостности одного или более из одного или более датчиков; и/или

определение целостности одного или более источников света одного или более массивов источников света.

52. Модульное световое устройство по любому из пп. 1-51, выполненное с возможностью выполнения процесса калибровки, включающего:

передачу света от одного или более массивов источников света модульного светового устройства;

прием данных от калибровочного устройства, выполненного с возможностью обнаружения света, передаваемого массивом(-ами) источников света модульного светового устройства, с помощью одного или более датчиков света калибровочного устройства, причем калибровочное устройство расположено внутри электронного устройства;

сравнение принятых данных с заданным количеством света; и

регулировку интенсивности одного или более источников света из массива(-ов) источников света на основе сравнения.

53. Способ обработки биологической жидкости, включающий:

предоставление биологической жидкости; и

облучение биологической жидкости одним или более модульными световыми устройствами по любому из пп. 1-52

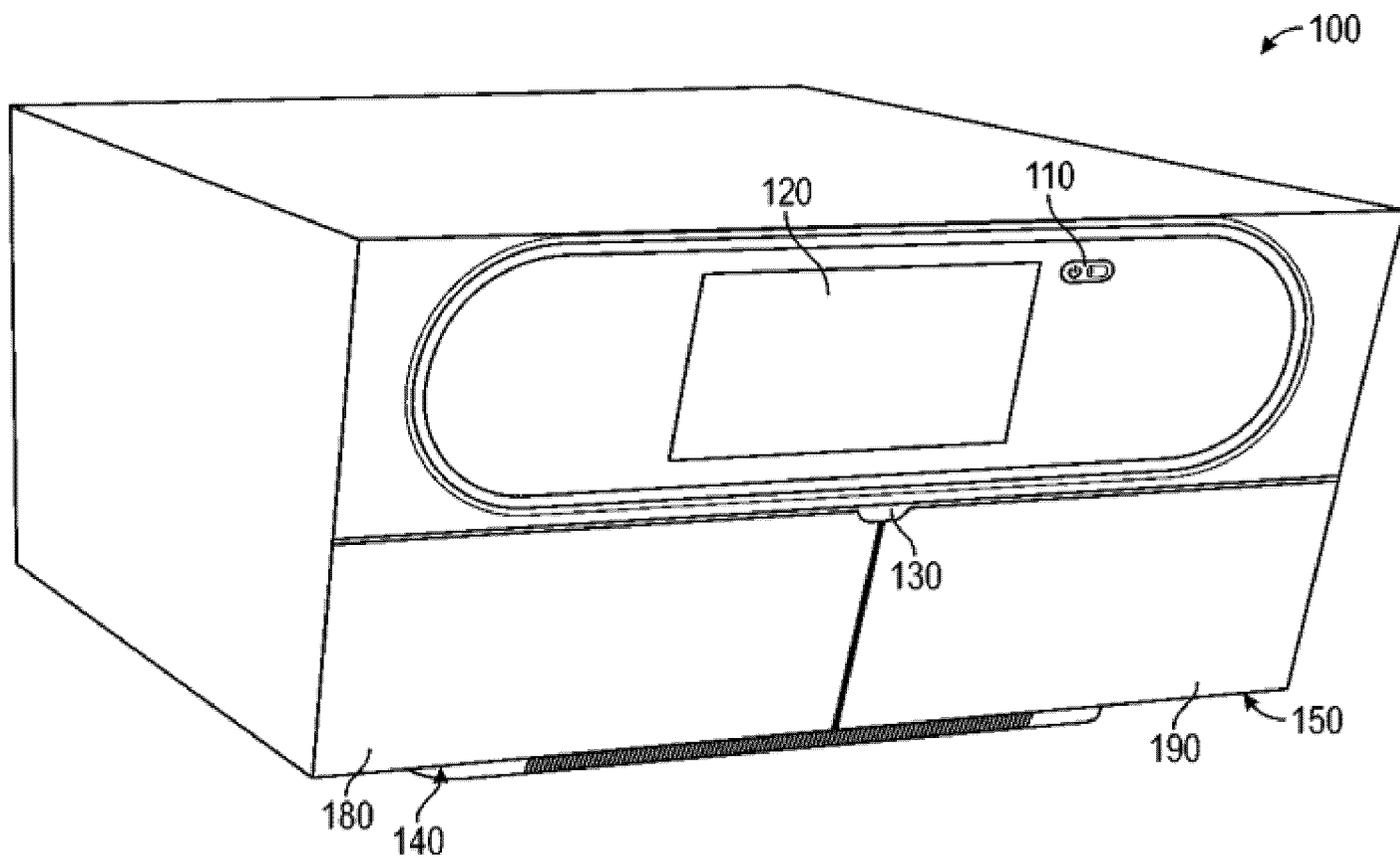
в течение периода времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости.

54. Способ обработки биологической жидкости, включающий:

предоставление биологической жидкости в смеси с соединением для инактивации патогена; и

облучение биологической жидкости одним или более модульными световыми устройствами по любому из пп. 1-52 в течение периода времени и с интенсивностью, достаточными для инактивации патогена в биологической жидкости.

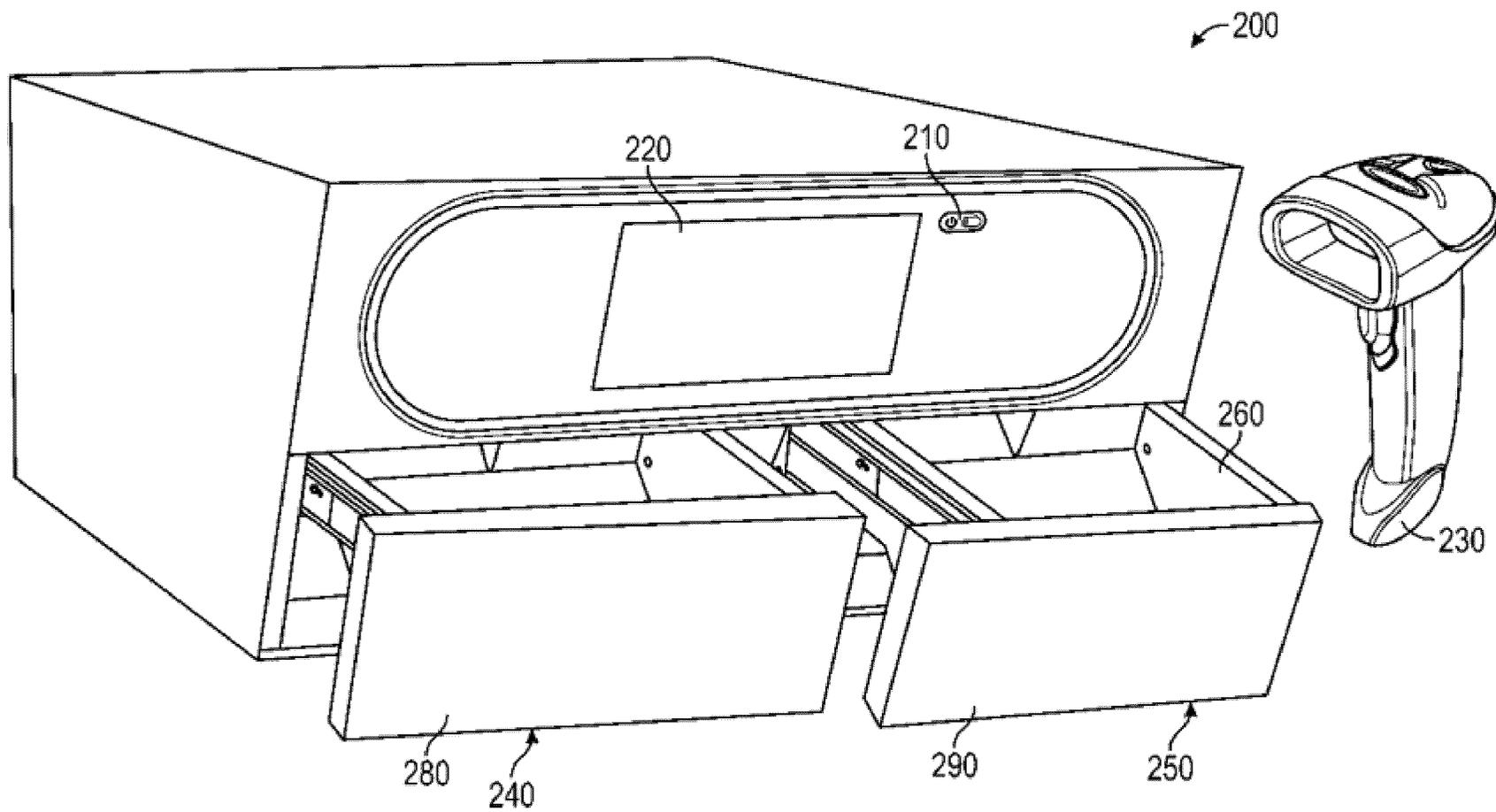
По доверенности



ФИГ. 1

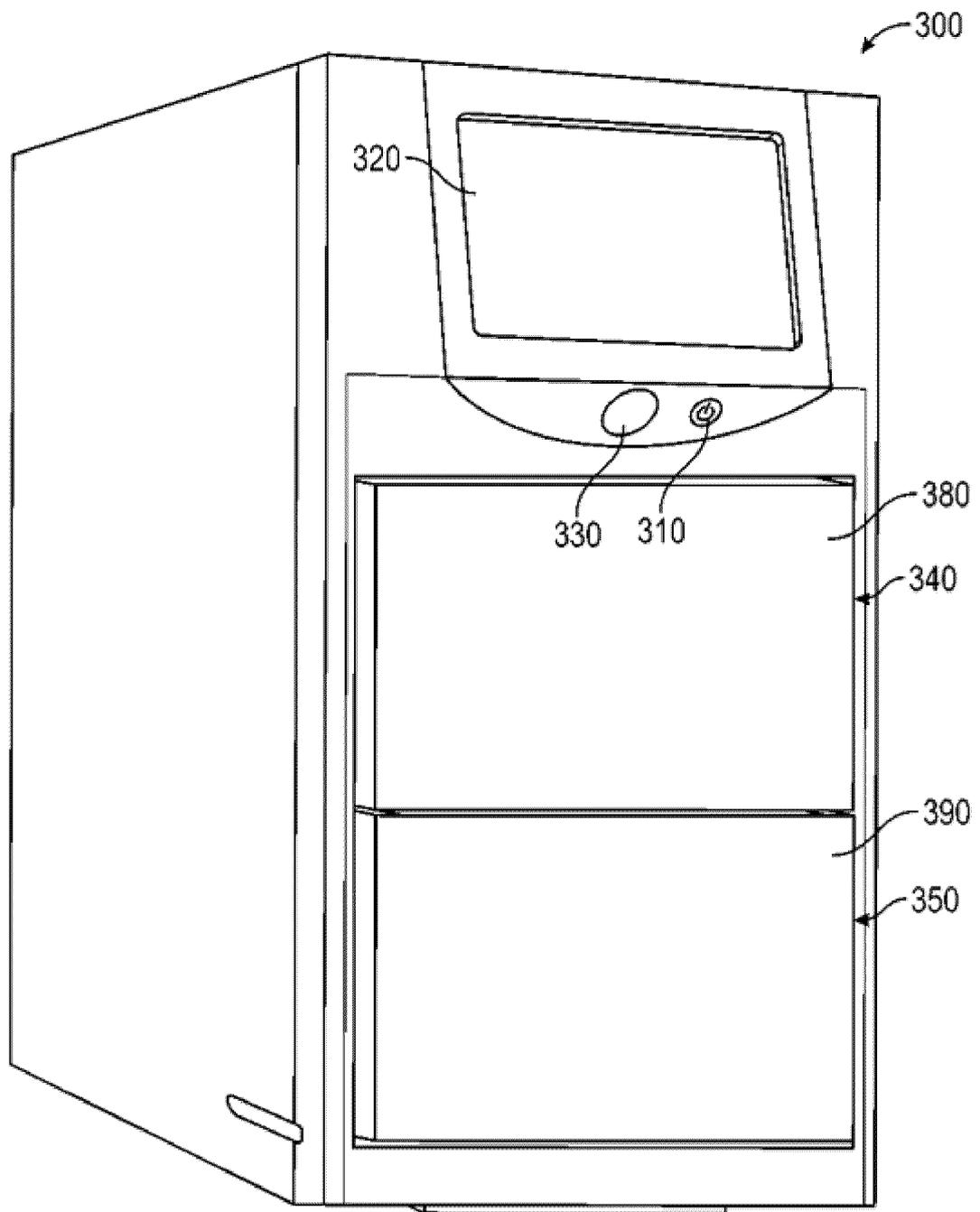
1/22

577944



2/22

ФИГ. 2



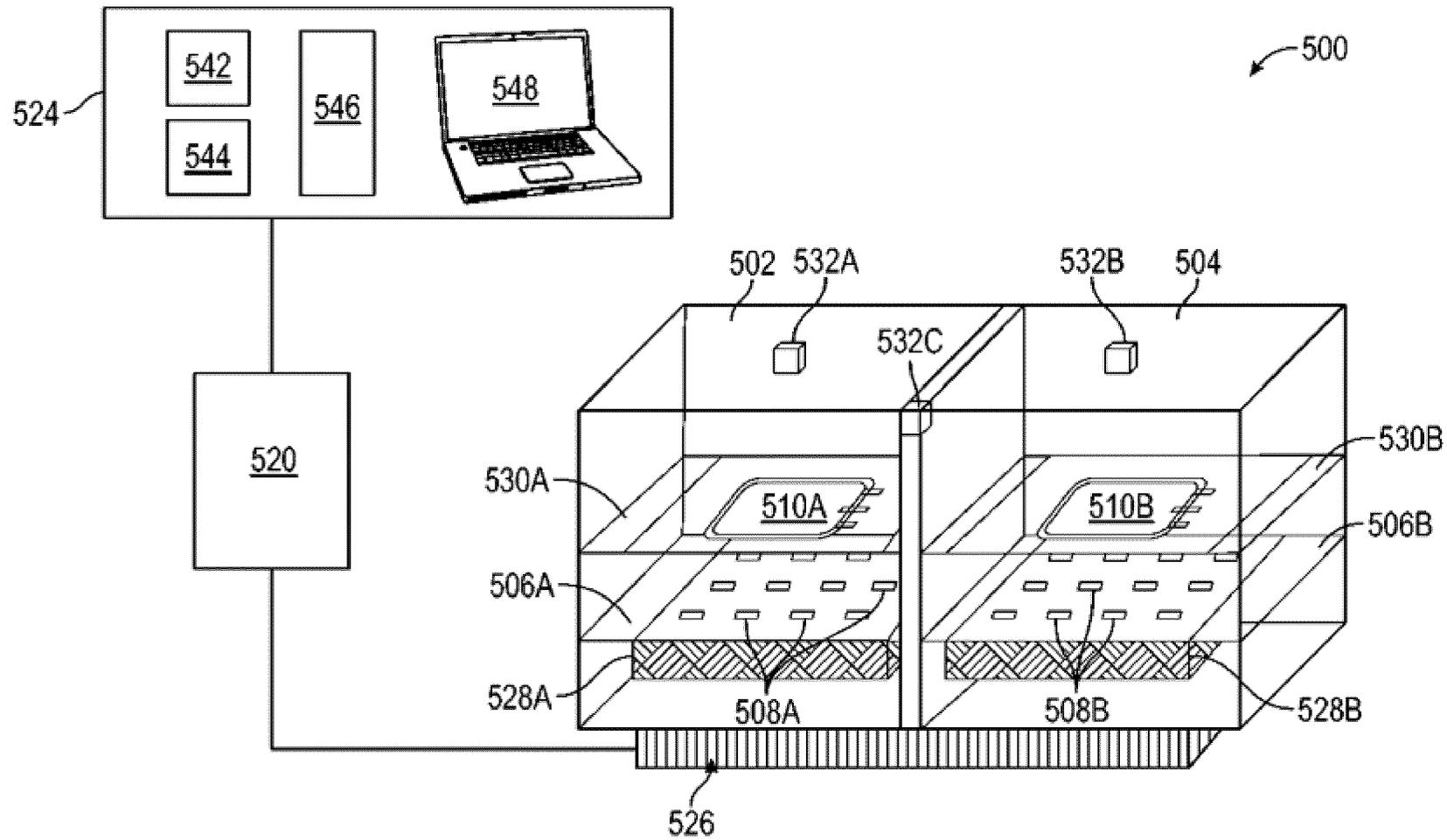
ФИГ. 3

LED облучающее устройство

Архитектура и конструкция системы — структурная разбивка

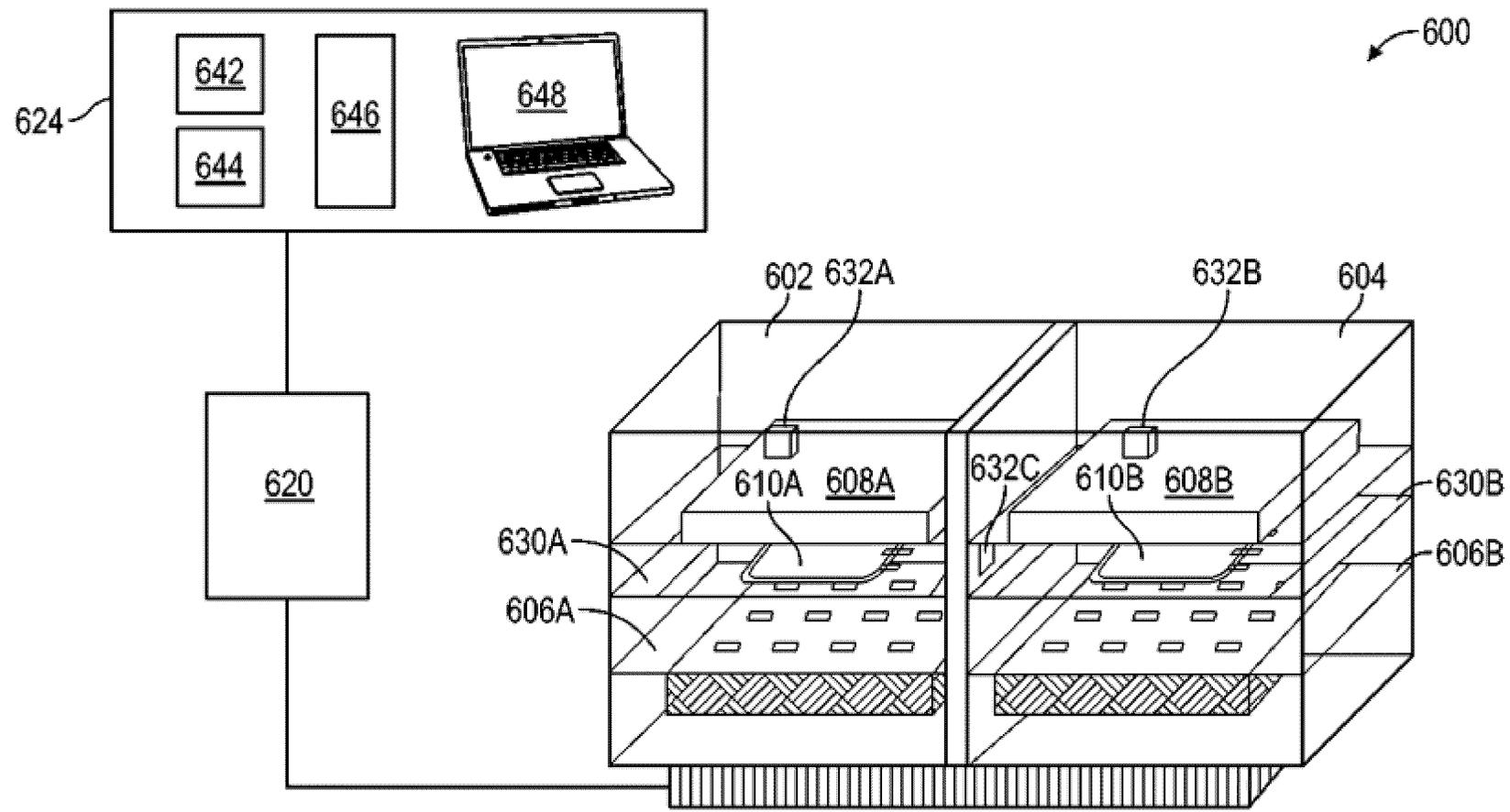


ФИГ. 4



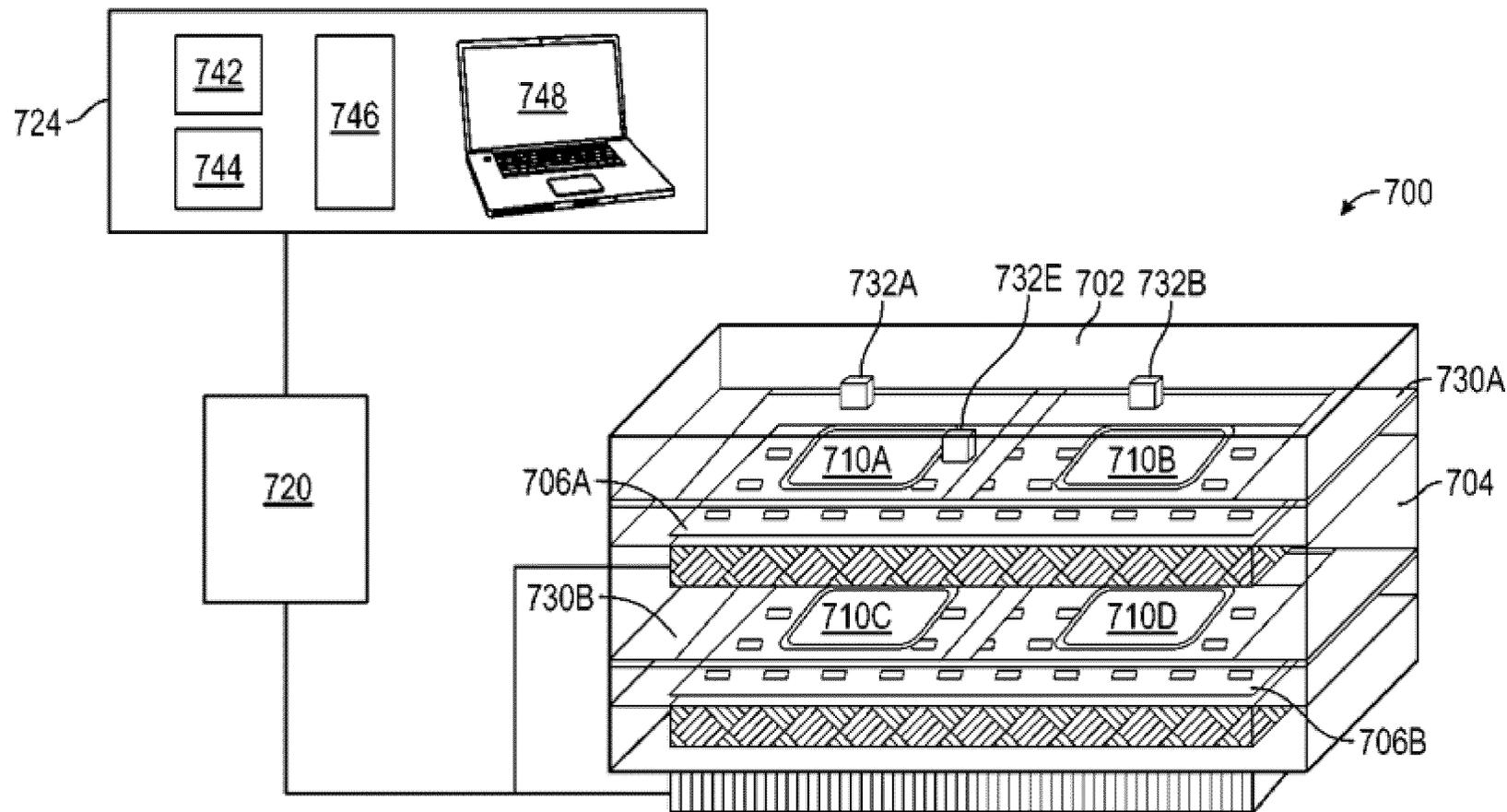
5/22

ФИГ. 5



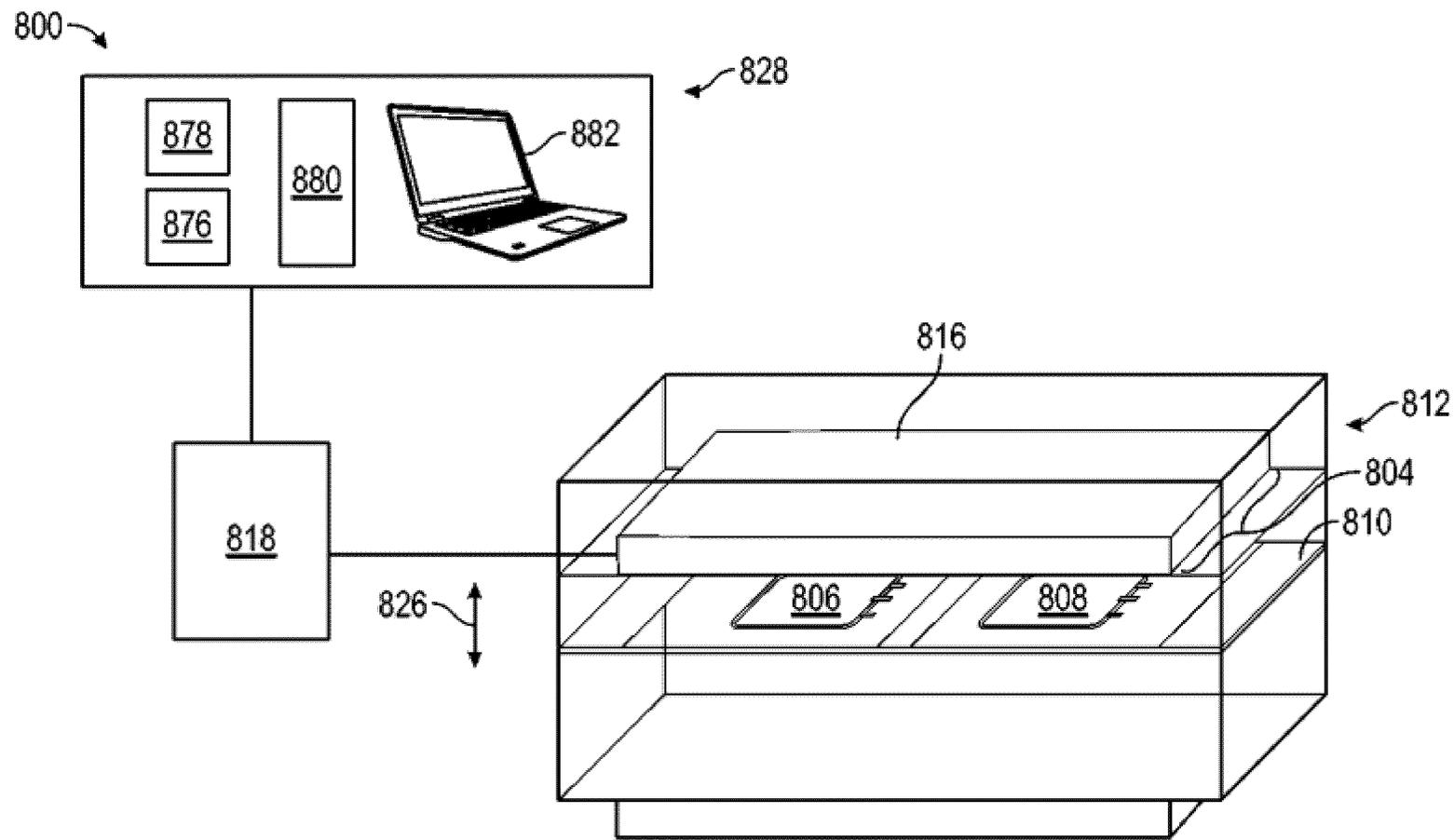
6/22

ФИГ. 6

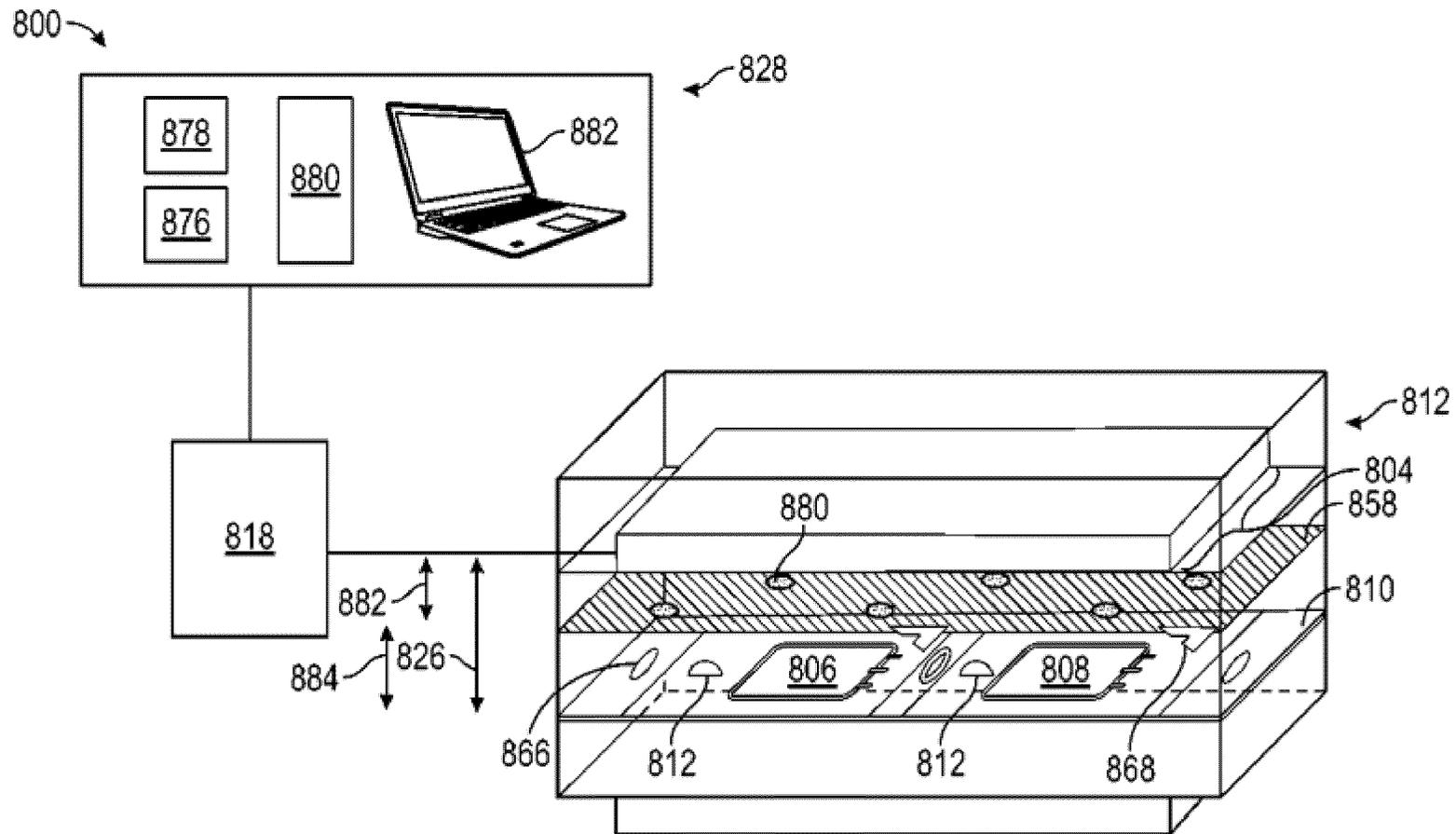


7/22

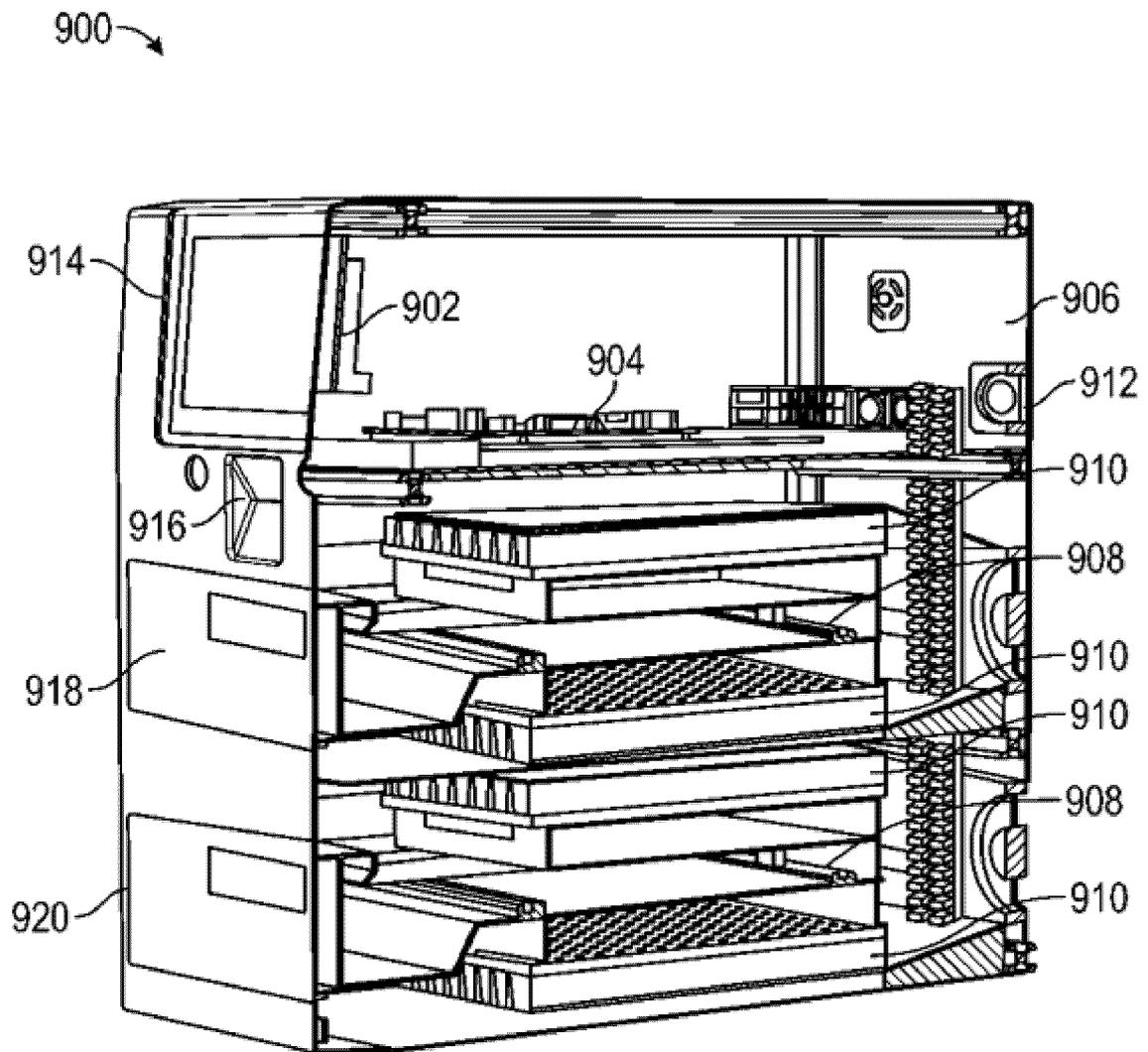
ФИГ. 7



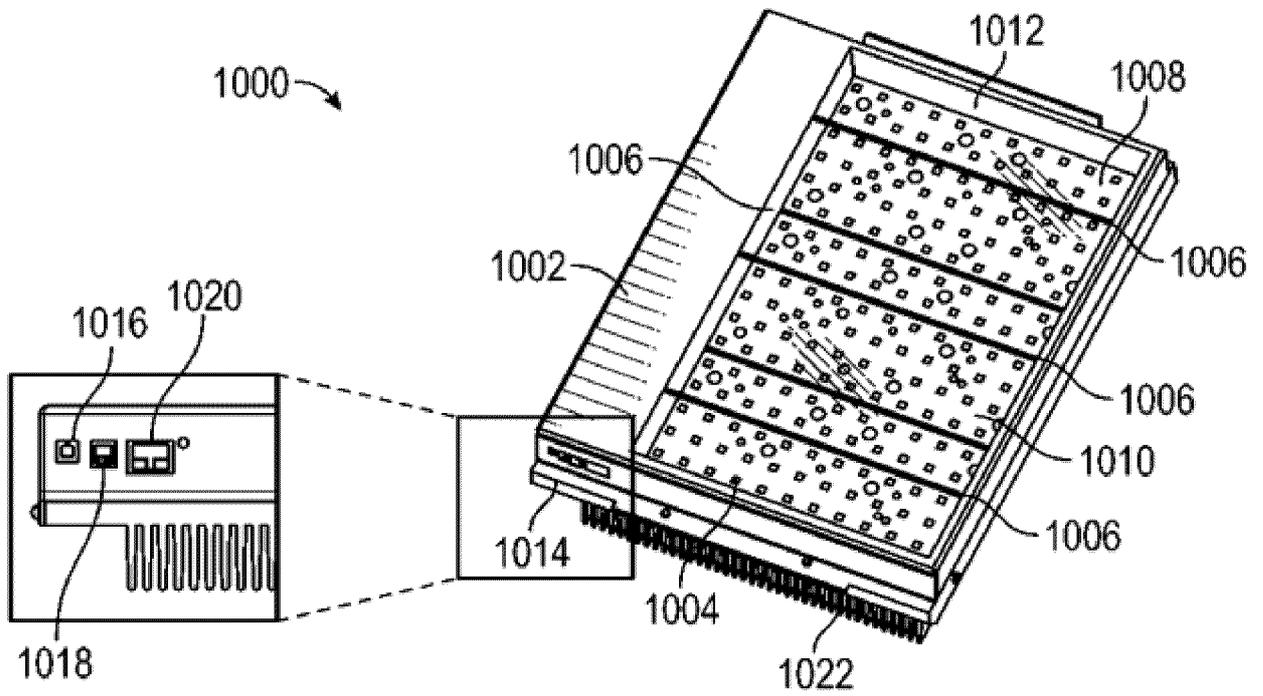
ФИГ. 8А



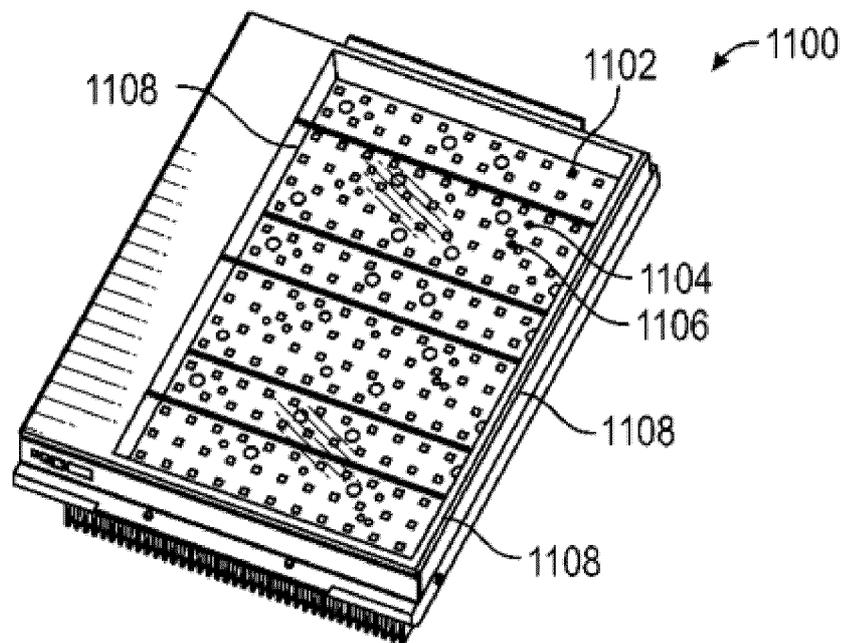
ФИГ. 8В



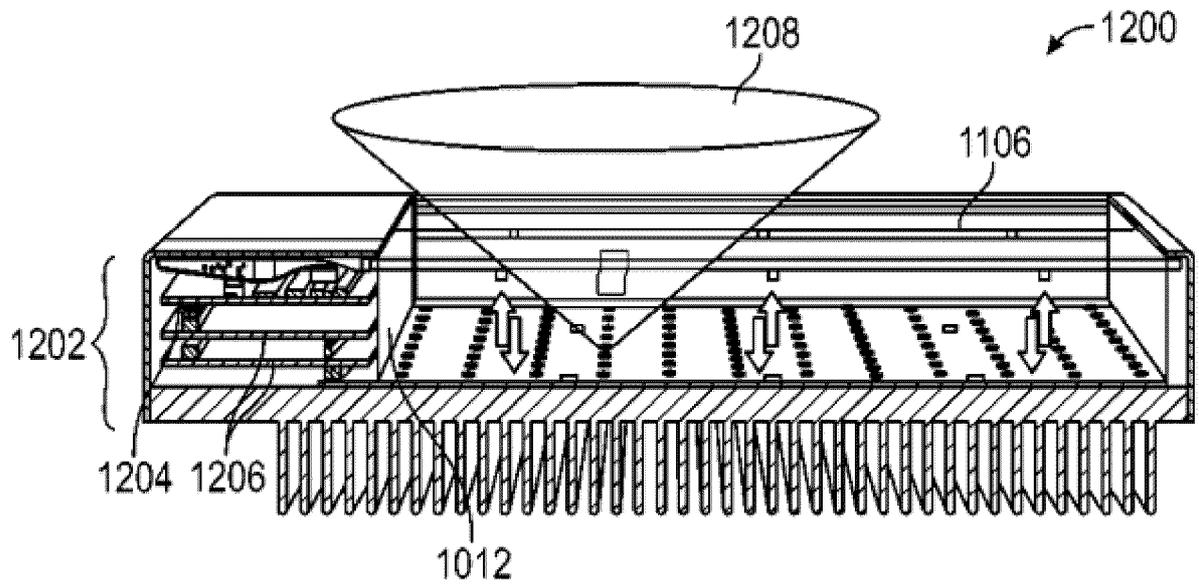
ФИГ. 9



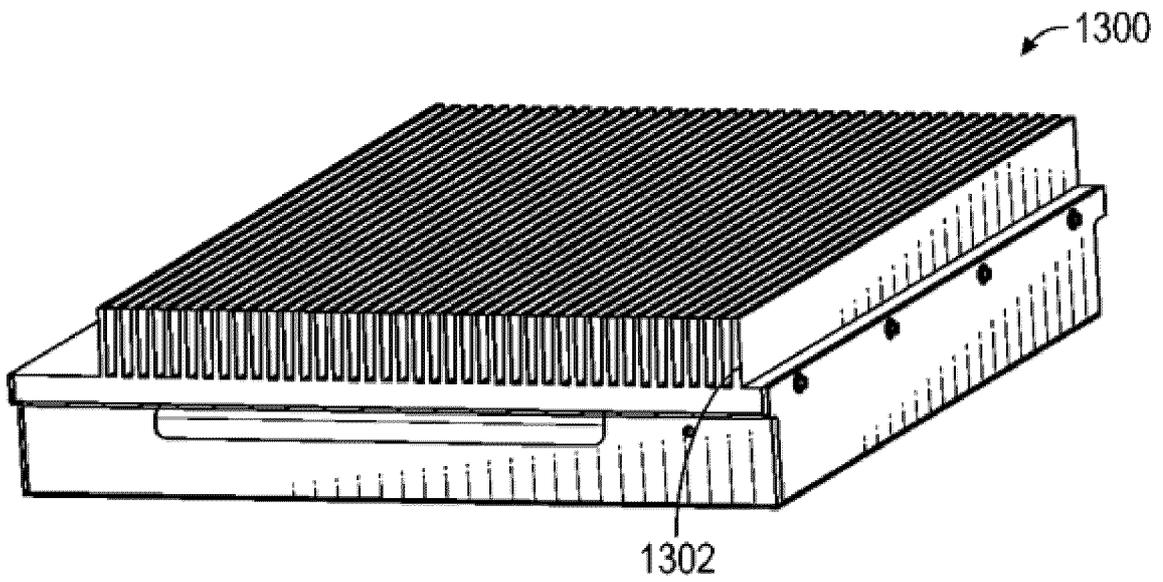
ФИГ. 10



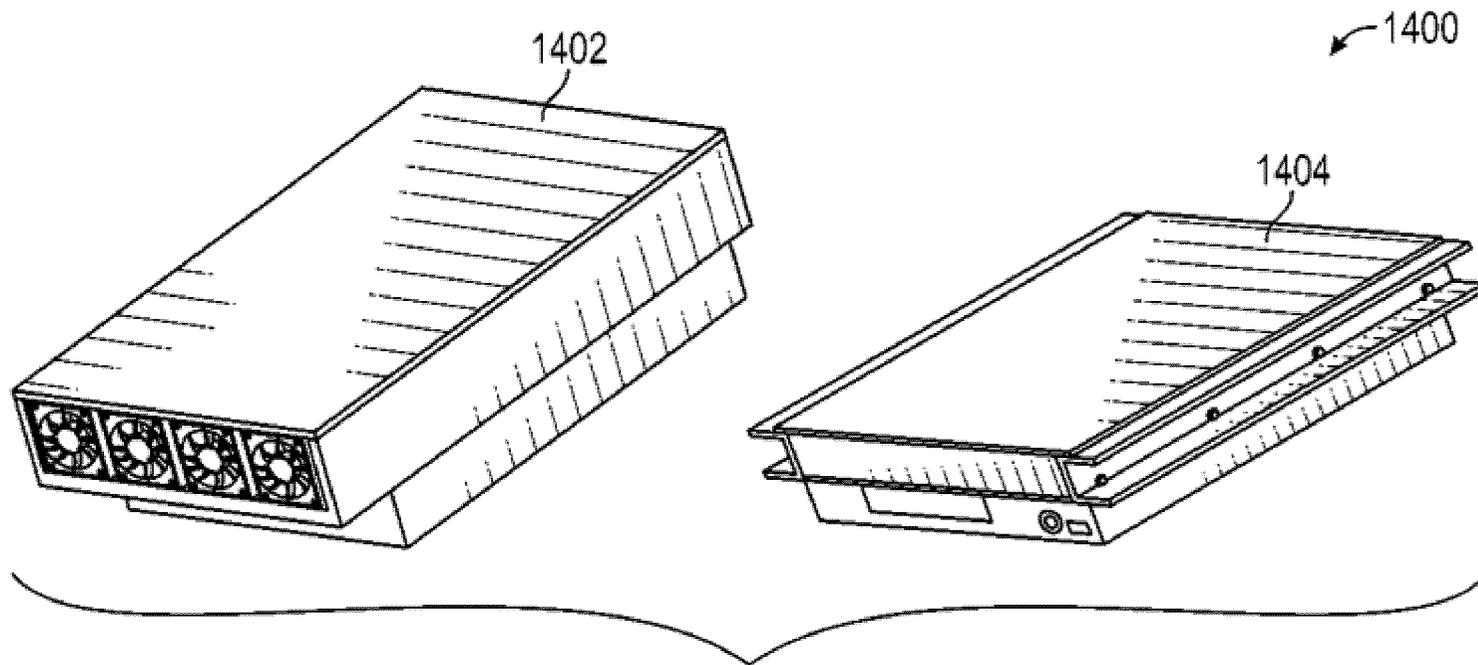
ФИГ. 11



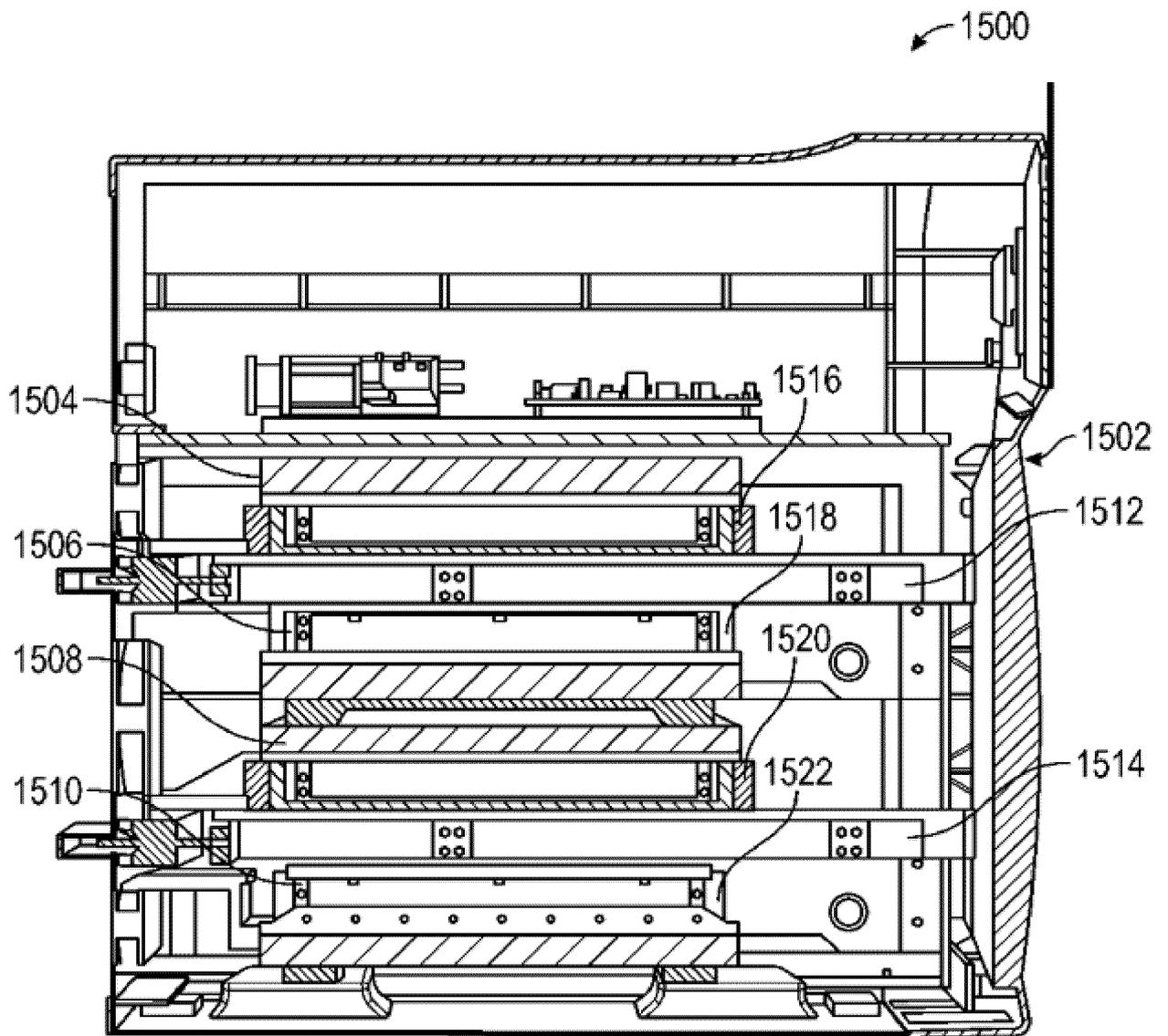
ФИГ. 12



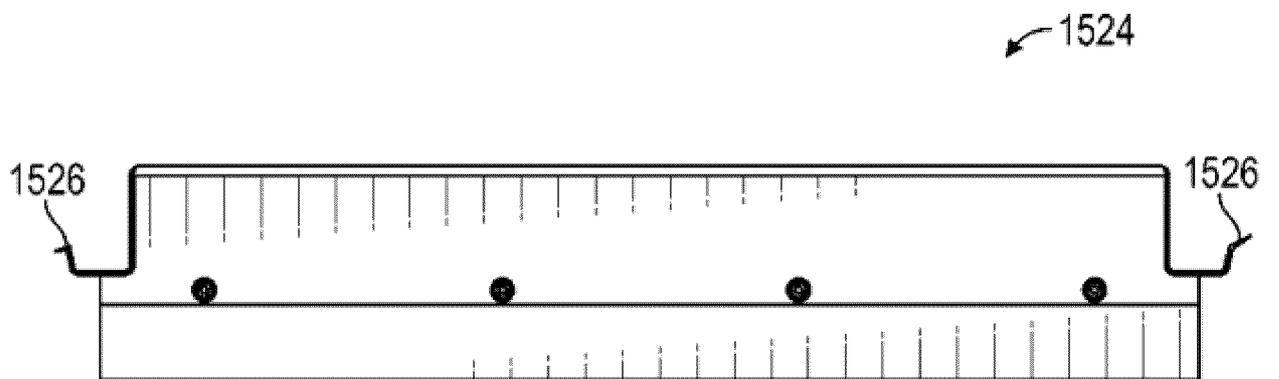
ФИГ. 13



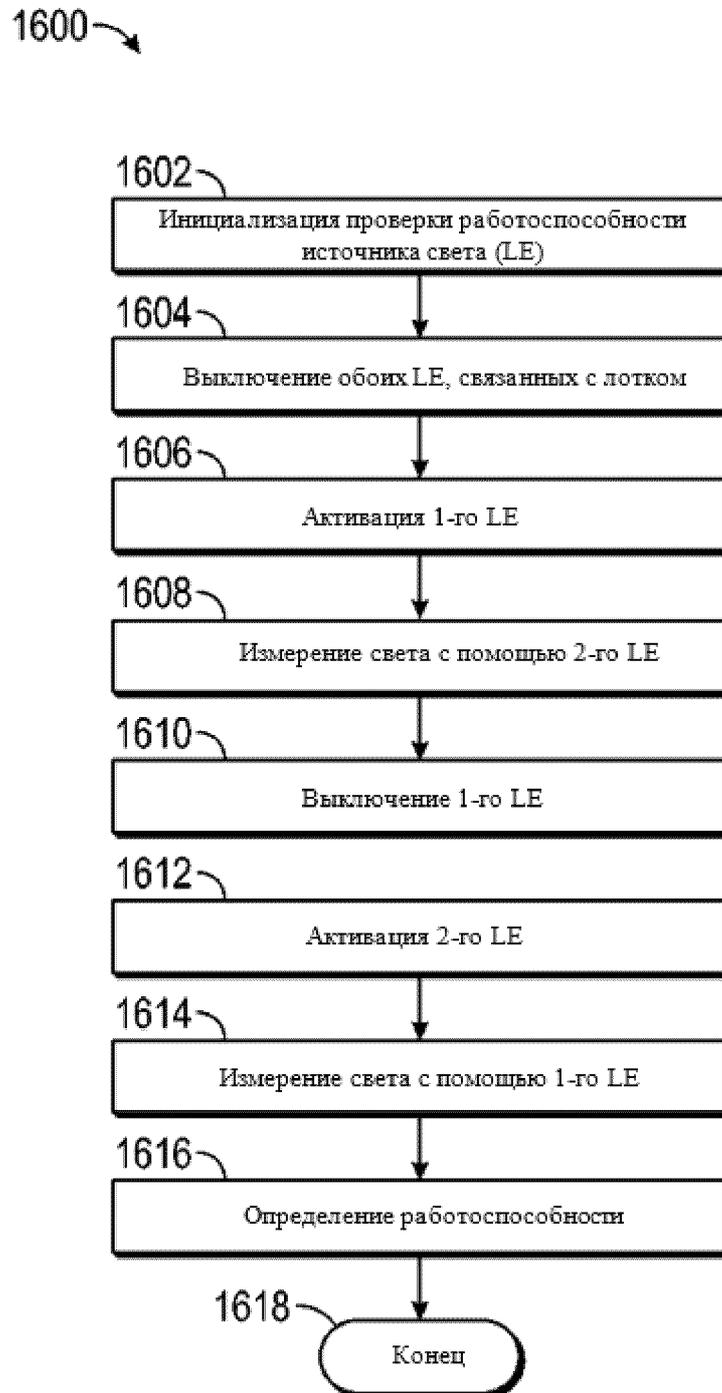
ФИГ. 14



ФИГ. 15А

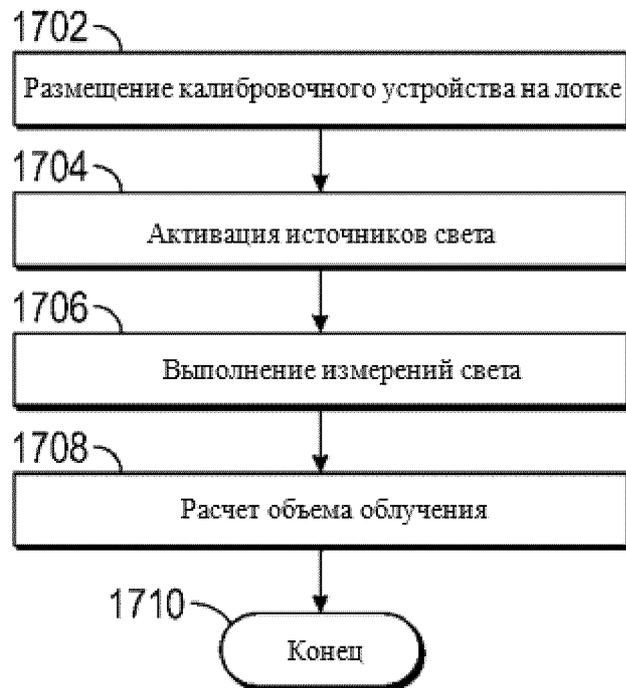


ФИГ. 15В



ФИГ. 16

1700

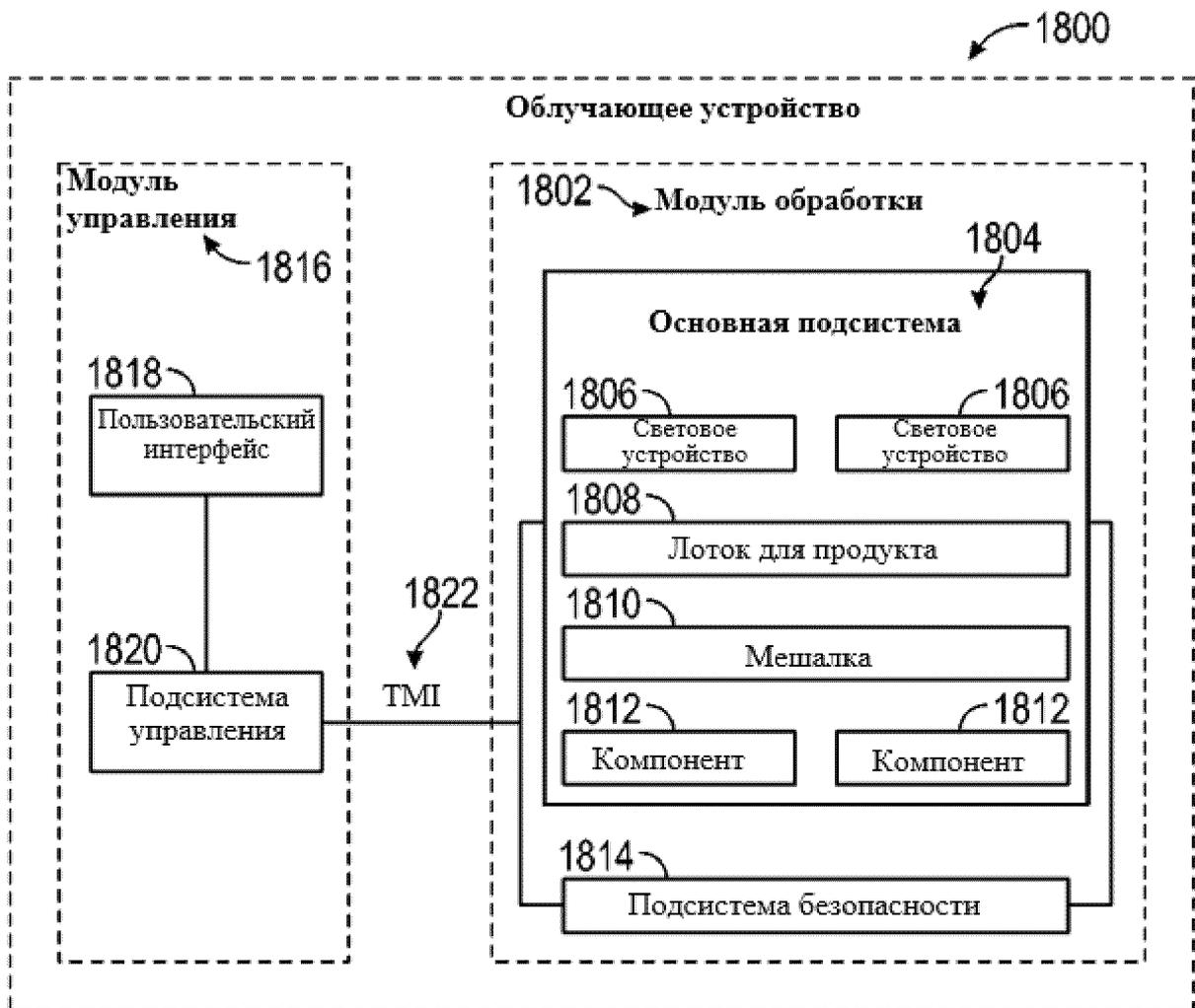


ФИГ. 17А

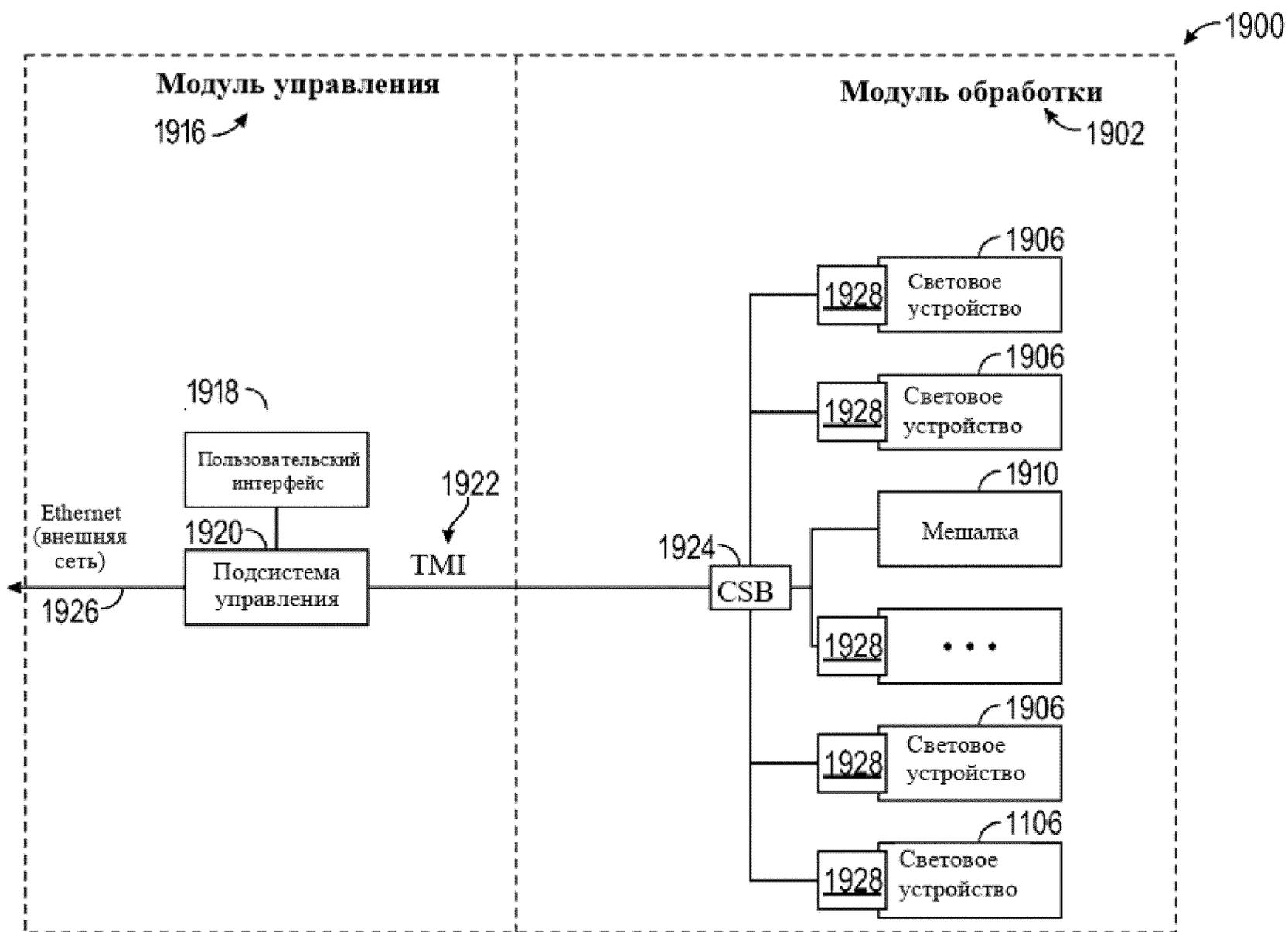
1712



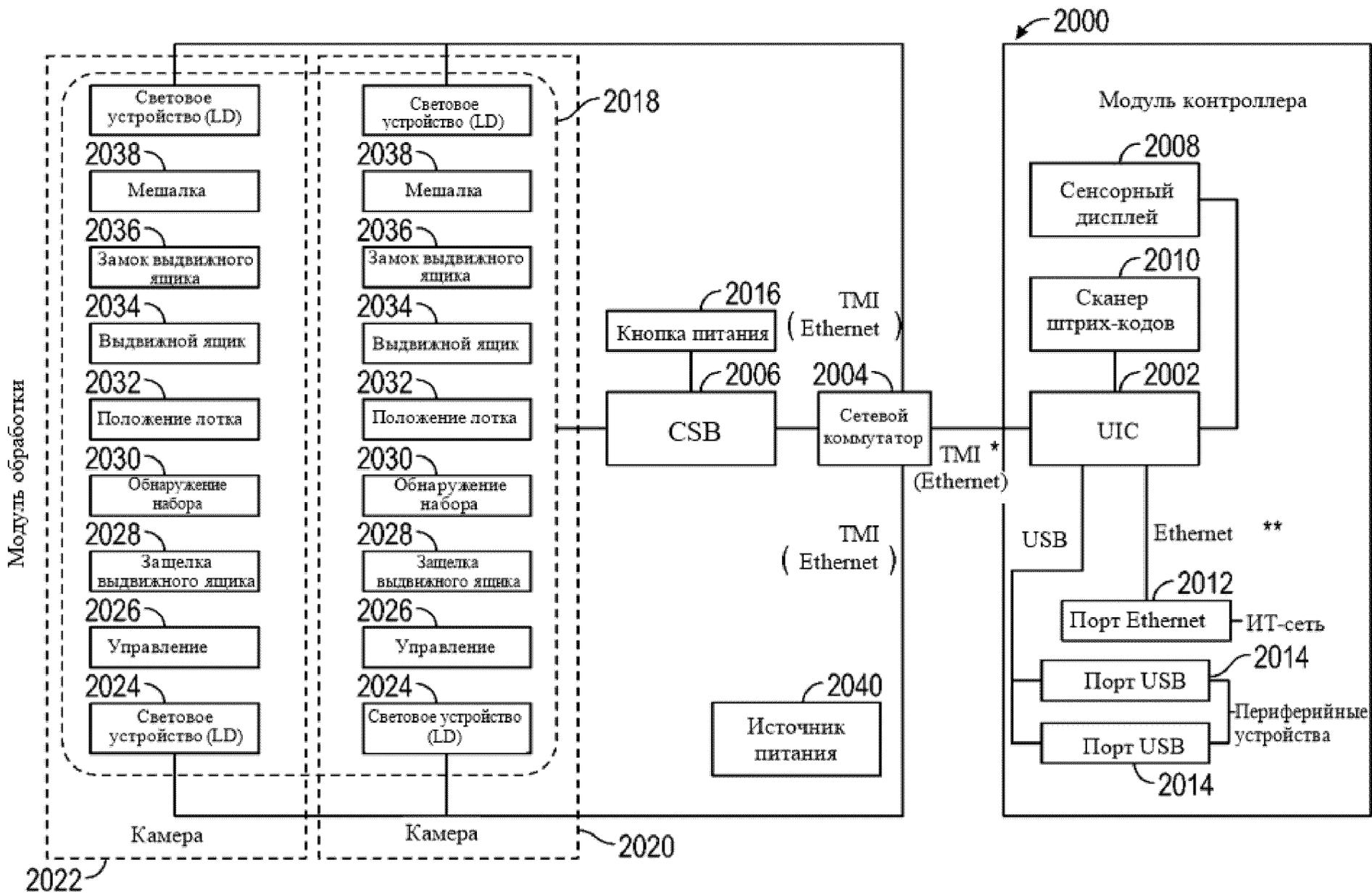
ФИГ. 17В



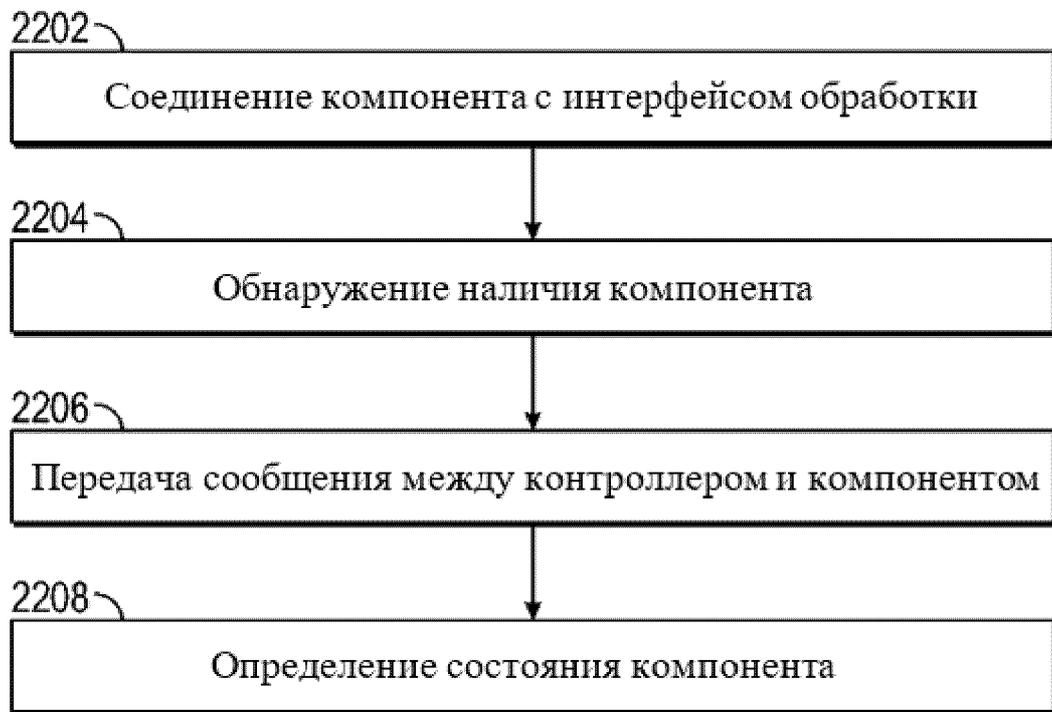
ФИГ. 18



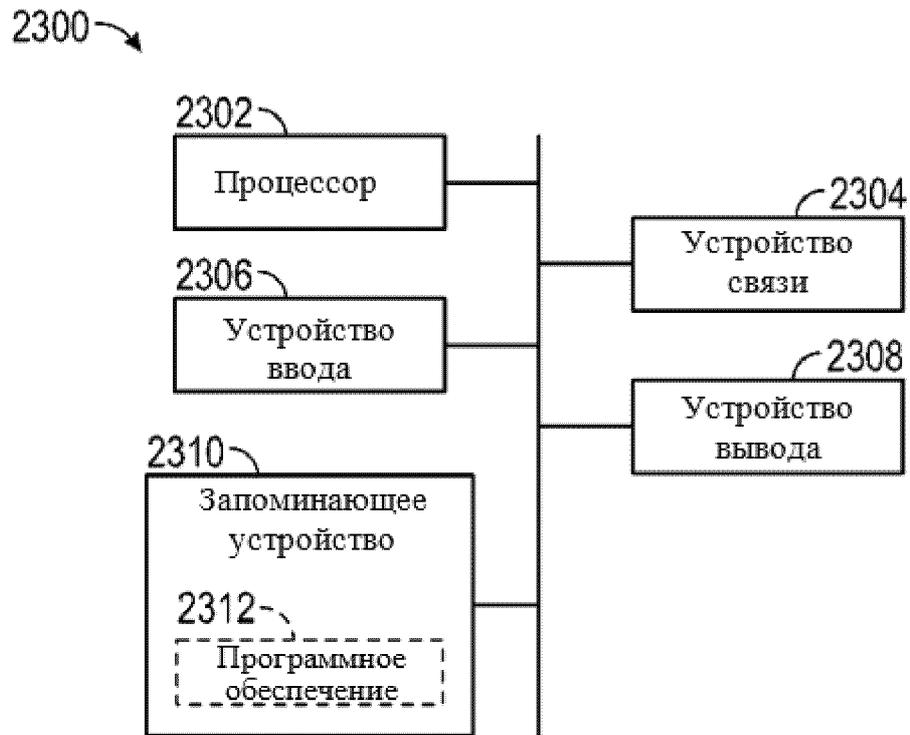
ФИГ. 19



ФИГ. 20



ФИГ. 22



ФИГ. 23