

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202291892 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.05.31

(51) Int. Cl. G02B 6/26 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2020.12.09

(54) СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ БОКОВОГО ОСВЕЩЕНИЯ ВОЛНОВОДОВ

(31) 62/945,584

(32) 2019.12.09

(33) US

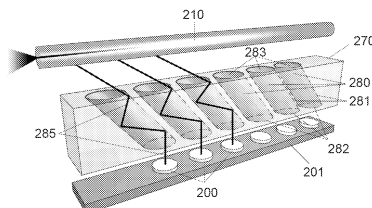
(86) PCT/US2020/064053

(87) WO 2021/119153 2021.06.17

(71)(72) Заявитель и изобретатель:
ОЛИВЕЙРА ЭГАЛОН КЛАУДИО (BR)

(74) Представитель:
Джумалиева Г.А. (KG)

(57) Раскрыты системы и способы бокового соединения, бокового освещения или боковой инъекции (в отличие от осевого соединения, освещения или инъекции) волновода. Более конкретно, это относится к увеличению связи на порядки величины и, следовательно, к увеличению передачи вдоль волновода любой волны за счет боковой связи, бокового освещения или боковой инъекции.



A1

202291892

202291892

A1

СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ БОКОВОГО ОСВЕЩЕНИЯ ВОЛНОВОДОВ

[0001] Эта заявка претендует на приоритет перед Предварительной заявкой США Сер. № 62/945,584, поданной 9 декабря 2019 года. Все внешние материалы, указанные в настоящем документе, включены путем ссылки в полном объеме.

Область применения изобретения

[0002] Область изобретения относится, в общем, к боковому соединению, боковому освещению или боковой инъекции (в отличие от осевого соединения, освещения или инъекции) волновода. Более конкретно, это относится к увеличению связи и, следовательно, к увеличению передачи вдоль волновода любой волны путем бокового соединения, освещения или инъекции. Кроме того, это изобретение относится к улучшенной передаче сигнала, путем бокового соединения, вдоль их соответствующих волноводов, следующих волн:

- а. Электромагнитные волны, такие как радиоволны, микроволновые, инфракрасные, видимый свет, ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-лучи.
- б. Акустические волны, такие как звук, инфразвук и ультразвук.
- в. Волны материи; и
- г. Любой другой тип волн.

Происхождение

[0003] Справочное описание включает информацию, которая будет полезна для понимания настоящего изобретения. Это не означает, что какая-либо информация, представленная здесь, является уровнем техники или имеет отношение к заявленному в настоящее время изобретению, или любая публикация, на которую конкретно или косвенно можно ссылаться.

[0004] В настоящее время боковое или боковое освещение волноводов, таких как оптические волокна, обычно выполняется под углом 0 градусов по отношению к норму боковой поверхности волновода. Однако такой тип освещения может привести к тому, что только небольшая часть света будет инжектироваться и передаваться вдоль волновода, что приводит к (1) короткой длине распространения (например, не более 2 метров), (2) волоконно-оптическим датчикам с низким сигналом и, следовательно, низкой чувствительности и разрешающей способности, и (3) низкоэффективные связующие

элементы и другие.

[0005] Небольшая работа была проделана над оптическими волокнами с боковой подсветкой и волноводами с боковой подсветкой в целом. Галлон (Патент США. № 8 463 083; 8 909 004 и 10 088,410) раскрывает оптическое волокно с боковой подсветкой. Пулидо и Эстебан (С. Пулидо, О. Эстебан, "Множественное флуоресцентное зондирование с помощью полимерного волокна с боковой лентой", Датчики и приводы В, 157 (2011), стр. 560-564) раскрывают оптическое волокно с флуоресцентной оболочкой с боковой подсветкой. Гониометр использовался для определения угла освещения, при котором связанная флуоресценция выше. Наконец, Граймс и др. (патент США № 4898444) раскрывают первое волокно, используемое для освещения второго волокна сбоку с использованием соединительной среды для минимизации потерь из-за отражений Френеля.

[0006] Эти и все другие внешние материалы, обсуждаемые здесь, включены путем ссылки во всей их полноте. Если определение или использование термина во включенной ссылке несовместимо или противоречит определению этого термина, приведенному в настоящем документе, применяется определение этого термина, приведенное в настоящем документе, а определение этого термина в ссылке не применяется.

[0007] Хотя эти ссылки вносят вклад в область волноводов с боковой подсветкой, сохраняется потребность в усовершенствованных системах и способах соединения с волноводом с помощью боковой подсветки.

[0008] Различные объекты, признаки, аспекты и преимущества предмета изобретения станут более очевидными из следующего подробного описания вариантов осуществления, наряду с прилагаемыми чертежными рисунками, на которых подобные цифры представляют подобные компоненты.

Краткое описание изобретения

[0009] Объект изобретения обеспечивает устройства, системы и способы, в которых количество света, подаваемого в волновод (например, оптическое волокно) за счет бокового освещения, увеличивается в несколько раз. Эксперименты, проведенные с боковым освещением, показали, что можно увеличить эту величину до 100 раз, если угол бокового освещения по отношению к норме боковой поверхности волновода очень крутой. Были признаны следующие преимущества:

- а. Более высокая эффективность связи приводит к увеличению длины распространения вдоль волокна.;
- б. Волоконно-оптические датчики с более высокой чувствительностью и лучшим разрешением;
- в. Более эффективные ответвители с боковой подсветкой; и
- г. Более простая конфигурация, которая не требует линз для подачи света.

[0010] Кроме того, повышение эффективности сцепления может обеспечить следующие преимущества:

- i. Было бы возможно использовать недорогие источники света с меньшей интенсивностью в сочетании с волноводными устройствами в целом такими как волоконные датчики и ответвители;
- ii. Становится доступным более широкий спектр применений волноводов с боковой подсветкой, например, для применений, требующих распространения света вдоль волновода на большие расстояния; и
- iii. Повышенная эффективность связи приводит к увеличению сигнала, что требует менее чувствительной и недорогой системы обнаружения.

[0011] Таким образом, варианты осуществления этого изобретения обеспечивают волновод с боковой подсветкой, который является более простым и пропускает больше света, чем предшествующий уровень техники. Эти и другие преимущества одного или нескольких аспектов становятся очевидными при рассмотрении описания продукта и прилагаемых чертежей.

[0012] Для краткости настоящего документа следующие термины используются в соответствующем смысле:

- а. Свет определяется как волна любого типа: электромагнитная волна; акустическая волна; волна материи или любой другой тип.
- б. Волоконная оптика определяется как любой тип волноводной структуры, которая может направлять волну. В случае волн материи лазерный луч также можно рассматривать как волновод, поскольку он может улавливать и направлять

волны материи по своей длине.

в. Боковая поверхность волновода относится к поверхности, которая параллельна общему распространению волны внутри волновода.

г. Клеммные концы волновода относятся к поверхности волновода, которая перпендикулярна общему распространению волны внутри волновода.

д. Термин "side illumination" используется как синоним бокового освещения, боковой связи и боковой инъекции любого типа волны, в любой тип волновода. Кроме того, боковое освещение упоминается как освещение боковой поверхности волновода. Боковое освещение отличается от осевого освещения, которое представляет собой освещение клеммных концов волновода.

[0013] Ниже приводится краткое изложение вариантов осуществления, описанных и показанных здесь:

а. Первый вариант осуществления, показанный на рис. 1, описывает коллимированный свет от источника света, такого как лазер, который распространяется через свободную среду (воздух, вакуум, воду и т.д.) в направлении собирающего волновода. Свет падает на боковую поверхность собирающего волновода под углом до 85 градусов по отношению к нормали поверхности волновода, хотя меньшие углы все еще могут давать приемлемые результаты.

б. Во втором варианте осуществления используется источник света, необязательно коллимированный, который излучает свет, который распространяется через отверстие или туннель, просверленный в полоске, от источника света к поверхности собирающего волновода. Это отверстие направляет свет и может создавать углы до 85 градусов по отношению к нормали поверхности волновода, хотя меньшие углы все еще могут давать приемлемые результаты. Поперечное сечение отверстия может быть как равномерным, так и сужающимся по длине и может иметь любую геометрию: это может быть цилиндрическое отверстие с круглым поперечным сечением, как показано на рис. 6, прямоугольное поперечное сечение, выполненное в виде правильного или неправильного многоугольника и т.д. Сужающееся отверстие, как следует из названия, предпочтительно должно иметь размер поперечного сечения, который увеличивается от источника света к боковой

поверхности собирающего волновода: волновода, который освещается сбоку. Коническое отверстие, просверленное в полосе, как показано на рис. 7 является примером этой конической геометрии с меньшим диаметром, обращенным к источнику света, и большим диаметром, обращенным к боковой поверхности собирающего волновода. Также приемлемы другие геометрические формы поперечного сечения. Внутренние стенки отверстия или туннеля могут быть либо отполированы, либо покрыты отражающим материалом для увеличения количества света, направленного к собирающему волноводу, который освещается сбоку. Во всех этих случаях отверстие или туннель должны составлять угол с нормой боковой поверхности собирающего волновода до 85 градусов.

в. В третьем варианте осуществления используется второй волновод, осветительный волновод, для направления света от источника света к собирающему волноводу, как показано на рис. 9-10. Этот осветительный волновод развернут в наклонном направлении, чтобы образовать крутой угол по отношению к норме боковой поверхности собирающего волновода. Осветительный волновод может иметь поперечные сечения, аналогичные отверстиям предыдущего элемента: либо равномерное поперечное сечение (как в цилиндрическом волокне), либо размер поперечного сечения, который увеличивается от источника света к поверхности собирающего волновода, как в коническом волокне. Поверхность осветительного волновода также может быть покрыта отражающим материалом для увеличения количества света, направляемого от источника к освещаемой боковой поверхности собирающего волновода. Ближний конец осветительного волновода, обращенный к источнику света, предпочтительно должен касаться поверхности источника, тогда как клеммный конец, обращенный к собирающему волноводу, предпочтительно должен быть перпендикулярен оси осветительного волновода.

г. В четвертом варианте осуществления используется вертикальный осветительный волновод для направления света от источника света к собирающему волноводу, как показано на рис. 12-13. Этот осветительный волновод имеет клеммный конец, который образует угол с горизонталью для перенаправления света от источника под более крутым углом к собирающему волноводу. Преимущество этой конфигурации состоит в том, что она занимает меньше продольного пространства, чем конфигурации наклонного волновода и отверстий (пункты b и c выше).

д. Пятый вариант осуществления объединяет характеристики третьей и четвертой конфигураций: наклонный осветительный волновод с клеммным концом под углом, как показано на рис. 15-16.

[0014] Различные объекты, признаки, аспекты и преимущества предмета изобретения станут более очевидными из следующего подробного описания предпочтительных вариантов осуществления, наряду с прилагаемыми чертежными фигурами, на которых подобные цифры представляют подобные компоненты.

Краткое описание чертежей

[0015] Рисунок 1 представляет собой перспективный вид варианта осуществления источника света, такого как лазерная указка, освещающего собирающий волновод коллимированным световым лучом. Источник света установлен над гониометром и может освещать коллекторный волновод под разными углами, Θ , и положениями, x .

[0016] Рисунок 2 представляет собой график зависимости интенсивности света от угла освещения, Θ , относительно нормали поверхности собирающего волновода для трех различных положений, x , вдоль собирающего волновода, в соответствии с настройкой на рис. 1, но с собирающим волноводом, имеющим коническую геометрию. Положения, x , измеряются относительно кончика или конца собирающего волновода, ближайшего к фотоприемнику. Во всех случаях наблюдается экспоненциальное увеличение, вплоть до определенного угла, интенсивности по отношению к углу, который также может зависеть от угла сужения волновода в точке освещения.

[0017] Рисунок 3 представляет собой график, показанный на рис. 2 в логарифмической шкале.

[0018] Рисунок 4 представляет собой график зависимости интенсивности от угла освещения и положения вдоль коллекторного волновода в соответствии с настройкой на рисунке 1, но с коллекторным волноводом, имеющим коническую геометрию.

[0019] Рисунок 5 представляет собой график соотношения между максимальной интенсивностью, $I_{\max}$ и интенсивностью при нулевом угле освещения, I_0 , для заданной позиции x , или $I_{\max}/I_0$.

[0020] На Рисунке 6 показан перспективный вид полосы, содержащей цилиндрические отверстия, каждое из которых расположено под определенным углом для освещения

коллекторного волновода.

[0021] Рисунок 7 представляет собой перспективный вид варианта осуществления полосы, имеющей конические отверстия для освещения коллекторного волновода.

[0022] Рисунок 8А представляет собой иллюстрацию варианта осуществления наклонного цилиндрического осветительного волновода.

[0023] Рисунок 8В представляет собой иллюстрацию варианта осуществления наклонного конического осветительного волновода.

[0024] Рисунок 9 представляет собой перспективный вид опоры, содержащей наклонные цилиндрические осветительные волноводы.

[0025] Рисунок 10 представляет собой перспективный вид опоры, содержащей конические волноводы с наклонным освещением

[0026] Рисунок 11А это иллюстрация вертикального цилиндрического осветительного волновода.

[0027] Рисунок 11В представляет собой вертикальный конический осветительный волновод.

[0028] Рисунок 12 представляет собой перспективный вид опоры, содержащей несколько вертикальных цилиндрических световодов освещения.

[0029] Рисунок 13 представляет собой перспективный вид опоры, содержащей несколько вертикальных конических световодов освещения.

[0030] Рисунок 14А представляет собой иллюстрацию цилиндрического оптического волновода освещения.

[0031] Рисунок 14В иллюстрирует конический осветительный волновод.

[0032] Рисунок 15 представляет собой перспективный вид опоры, содержащей цилиндрические осветительные волноводы, изображенные на рис. 14А.

[0033] Рисунок 16 представляет собой перспективный вид опоры, содержащей конические световоды освещения на рис. 14В.

[0034] Рисунок 17 иллюстрирует массив источников света, установленных под фиксированным углом для освещения коллекторного волновода под заданным углом.

Подробное описание

[0035] В следующем обсуждении приведены примеры осуществления предмета изобретения. Хотя каждый вариант осуществления представляет собой единственную комбинацию элементов изобретения, считается, что объект изобретения включает в себя все возможные комбинации раскрытых элементов. Таким образом, если один вариант осуществления содержит элементы А, В и С, а второй вариант осуществления содержит элементы В и D, тогда считается, что объект изобретения также включает другие оставшиеся комбинации А, В, С или D, даже если они не раскрыты.

[0036] Рисунок 1 показан вариант осуществления предмета изобретения. Соответственно, источник 100 света освещает боковую поверхность собирающего волновода 110 коллимированным световым пучком 120. Часть коллимированного светового пучка 120 вводится в собирающий волновод 110 в виде собранного светового пучка 130, и такой собранный световой пучок 130 направляется к концу собирающего волновода 110, где фотодетектор 140 измеряет интенсивность света собранного светового пучка 130.

[0037] Как показано на рис. 1, коллекторный волновод 110 может быть цилиндрическим. Однако предполагается, что собирающий волновод 110 может иметь коническую геометрию (например, цилиндрическое тело, имеющее диаметр, который уменьшается по его длине). Предполагается, что собирающий волновод 110 может быть оптическим волокном или любой другой структурой из любого материала, способной принимать и направлять волны (например, электромагнитную волну, акустическую волну или волну частиц). Аналогично, источник света может быть источником волн любого типа, будь то электромагнитная волна, акустическая волна или волна частиц. Дополнительно, хотя световой луч 120 показан на рис. 1, предполагается любой тип волны (например, электромагнитная волна; акустическая волна; волна вещества или любой другой тип).

[0038] Источник 100 света установлен над гониометром 150, способным позиционировать источник 100 света для освещения собирающего волновода 110 под разными углами, 0. Гониометр 150 можно использовать для определения угла освещения, который пропускает наибольшее количество света в собирающий волновод 110. Как показано на фиг. 1, точка 160 освещения собирающего волновода 110 совпадает с осью гониометра 150. Хотя световой луч 120 показан как освещающий коллекторный волновод при угле освещения

Θ , равном 50 градусам, предполагается, что угол освещения составляет от 1 до 89 градусов, и более предпочтительно от 40 до 60 градусов. В вариантах осуществления, имеющих конический коллекторный волновод 110, следует понимать, что точный угол зависит (1) от угла сужения коллекторного волновода в точке освещения и (2) от практической возможности освещения коллекторного волновода под крутыми углами.

[0039] Рисунок 2 показана серия экспериментальных результатов, полученных с помощью гониометра на рис. 1. Соответственно, конический коллекторный волновод, в данном случае оптическое волокно, освещался под несколькими разными углами и в трех разных положениях: $x = 12$ см; $x = 16$ см и $x = 18$ см. Как показано на рис. 1, положение, x , измеряется от конца собирающего волновода 110, который находится ближе всего к фотоприемнику 140, до положения (например, 12 см, 16 см, 18 см и т.д.) по длине собирающего волновода 100. Собранные данные показывают, что угол максимального соединения с коллекторным волноводом, $\Theta_{\max}$, составляет около 83 градусов. Теоретическая модель этой конфигурации показывает, что этот угол максимальной связи изменяется для различных углов сужения коллекторного волновода с боковой подсветкой: другими словами, он является функцией угла относительно нормали боковой поверхности коллекторного волновода в точке освещения. На рис. 2 также показано, что увеличение сигнала происходит экспоненциально вплоть до угла максимальной связи.

[0040] Рисунок 3 отображает те же данные, что и на рис. 2 с осью интенсивности в логарифмической шкале, чтобы проиллюстрировать кажущееся линейное увеличение интенсивности в этой шкале, подтверждающее ее экспоненциальное увеличение с увеличением угла.

[0041] Рисунок 4 отображает интенсивность в зависимости от положения, x и угла освещения. Самая высокая интенсивность, $I_{\max}$, составляет 139 320 Гц и достигается при положении $x = 18$ см и угле освещения, $\Theta_{\max}$, равном 83 градусам.

[0042] Рисунок 5 представляет собой график отношения между максимальной интенсивностью, $I_{\max}$, в каждом положении освещения x , и интенсивностью при угле нулевого градуса (или нормальном освещении), I_{00} , $I_{\max} / I_{00}$. Согласно этим данным, три самых больших соотношения наблюдаются в положениях 17 см, 20 см и 13 см со значениями 92.56, 89.06 и 82.11 соответственно: почти в 100 раз. Эти явные различия обусловлены различными углами сужения, обнаруженными вдоль коллекторного волновода.

[0043] Рисунок 6 представляет собой перспективный вид полосы 270, которая может использоваться для бокового освещения коллекторного волновода 210 под заданными углами. Полоса 270 содержит несколько цилиндрических отверстий 280, расположенных под определенным углом. Каждое из цилиндрических отверстий 280 предназначено для пропускания света 285 от соответствующего источника 200 света через первый конец 282 ко второму концу 283, где свет 285 подается в собирающий волновод 210. Источники света 200 установлены на опоре 201, образующей массив источников 200 света. Предполагается, что внутренняя стенка 281 каждого из цилиндрических отверстий 280 предпочтительно отполирована или покрыта отражающей поверхностью для лучшего направления света 285 от соответствующего источника 200 света в собирающий волновод 210.

[0044] Как показано на рис. 2, 3 и 4, в общем, чем круче угол освещения, Θ , относительно норми к оси собирающего волновода, тем выше связь с собирающим волноводом. В этом случае, хотя углы каждого из цилиндрических отверстий 280 показаны одинаковыми, предполагается, что могут быть предусмотрены разные углы. Дополнительно или в качестве альтернативы предполагается, что угол освещения Θ , обеспечиваемый цилиндрическими отверстиями 280, составляет от 1 до 89 градусов и, более предпочтительно, от 40 до 60 градусов.

[0045] Рисунок 7 показан вариант осуществления полосы 370, имеющей конические отверстия 390, расходящиеся от их соответствующих источников 300 света в направлении собирающего волновода 310. Следует отметить, что конические отверстия 390 являются лучшей альтернативой цилиндрическим отверстиям 280 из-за их способности увеличивать коллимацию света 385 от источника 300 света. Как показано на рис. 7, диаметр конических отверстий 390 увеличивается от первого конца 382 ко второму концу 383. Источники 300 света установлены на опоре 301, образующей массив источников 300 света. Предполагается, что внутренняя стенка 381 каждого из конических отверстий 390 предпочтительно отполирована или покрыта отражающей поверхностью для лучшего направления света 385 от соответствующего источника 300 света в собирающий волновод 310.

[0046] Рисунок 8А иллюстрирует наклонный цилиндрический осветительный волновод (например, оптическое волокно) 410, а на рис. 8В показан наклонный конический осветительный волновод (например, оптическое волокно) 550. Их проксимальные концы, 420 и 520, обращены к источнику света, тогда как их клеммные концы 430 и 530,

обращены к коллекторному волноводу. В обоих случаях проксимальные концы, 420 и 520, отполированы и либо параллельны, либо касательны к поверхности источника света, чтобы увеличить поглощение света от источника света: другими словами, проксимальный конец не обязательно должен быть плоским. С другой стороны, клеммные концы 430 и 530, перпендикулярны оси осветительного волновода, чтобы минимизировать количество отражений Френеля, которые уменьшают выходной сигнал осветительного волновода в направлении собирающего волновода.

[0047] Рисунок 9 показаны наклонные цилиндрические осветительные волноводы, 410, на рис. 8А, установленный внутри опоры 640 для освещения коллекторного волновода 610. Цилиндрические осветительные волноводы 410 развернуты под заранее определенным углом по отношению к боковой поверхности собирающего волновода 610 для увеличения количества света 685, подаваемого в собирающий волновод 610. Предполагается, что заданный угол составляет от 1 до 89 градусов, и более предпочтительно от 40 до 60 градусов. Показано, что свет 685 распространяется от источника 600 света через цилиндрический осветительный волновод 410, чтобы, наконец, достичь собирающего волновода 610. Предполагается, что угол освещения, Θ , составляет от 1 до 89 градусов, и более предпочтительно, от 40 до 60 градусов.

[0048] Рисунок 10 показан наклонный конический осветительный волновод 550 на рис. 8В, установленный в опоре 740. Конические осветительные волноводы 550 развернуты под заранее определенным углом по отношению к боковой поверхности собирающего волновода 710 для увеличения количества света 785, подаваемого в собирающий волновод 710. Предполагается, что заданный угол составляет от 1 до 89 градусов, и более предпочтительно от 40 до 60 градусов. Конические осветительные волноводы 550 используются для освещения коллекторного волновода 710 при благоприятном угле освещения Θ . Предполагается, что угол освещения, Θ , находится между 1 и 89 градусами, и более предпочтительно, между 40 и 60 градусами. Как описано ранее, коническая геометрия конических световодов 550 освещения помогает коллимировать свет 785 от источника 700 света.

[0049] Рисунок 11А иллюстрирует вертикальный цилиндрический осветительный волновод (например, оптическое волокно) 860, а рисунок 11В иллюстрирует вертикальный конический волновод (например, оптическое волокно) 980. Эти волноводы имеют соответствующие клеммные концы 830 и 930, которые образуют угол с горизонтальной плоскостью. Эта функция предназначена для преломления света

освещения под заранее определенным углом по отношению к норму поверхности собирающего волновода. Этот угол, контрольных цифр 870 и 970, должен быть достаточно крутым, чтобы обеспечить высокий угол падения относительно нормы поверхности собирающего волновода, и в то же время достаточно мелким, чтобы предотвратить полное внутреннее отражение света освещения на границе раздела соответствующих концевых соединений 830 и 930. Максимальный угол контрольных цифр 870 и 970 зависит от (1) показателя преломления световодов 860 и 980 освещения и (2) угла падения света освещения на клеммных концах 830 и 930. Для показателя преломления 1,5 и угла падения света освещения, параллельного оси световодов 860 и 980 освещения, предполагается, что угол опорных цифр 870 и 970 не должен превышать 41,8 градуса.

[0050] Следует понимать, что вертикальный осветительный волновод является предпочтительным, поскольку можно использовать меньшую опору по сравнению с соответствующими опорами на рис. 6, 7, 9 и 10 из-за вертикальной природы вертикальных осветительных волноводов.

[0051] Рисунки 12 и 13 показывает установку световодов 860 и 980 освещения в их соответствующих опор 1040 и 1140. Как показано на рис. 12 и 13, свет 1085 и 1185 первоначально распространяется вдоль оси соответствующих осветительных волноводов (860 и 980) от источника света 1000 и 1100 к концевым концам 830 и 930, где он отклоняется от этого направления и направляется к собирающему волноводу 1010 и 1110, создавая освещение под заранее определенным углом наклона. освещенность, Θ . Предполагается, что этот угол освещения, Θ , находится между 1 и 89 градусами, и более предпочтительно, между 40 и 60 градусами.

[0052] Рисунки 14А и 14В иллюстрируют различную конфигурацию световодов освещения (например, оптических волокон), 1282 и 1384, которые сочетают в себе характеристики наклонных и вертикальных оптических волокон фигур 8А-В и 11А-В, соответственно. Гибридная конфигурация сочетает в себе наклонную конфигурацию и проксимальные концы, 1220 и 1320, волноводов на рис. 8А-В, и угловые клеммные концы, 1230 и 1330, на рис. 11 А-В для дальнейшего увеличения угла освещения собирающего волновода.

[0053] Рисунки 15 и 16 показаны осветительные волноводы 1282 и 1384, установленные внутри их соответствующих опор 1440 и 1540, и поведение их соответствующих

осветительных ламп 1485 и 1585. На этих иллюстрациях свет 1485 и 1585:

- а. Распространяется от источника света 1400 и 1500;
- б. Падает на проксимальные концы 1220 и 1320 световодов 1282 и 1384 освещения под углом от 0 до 89 градусов, и более предпочтительно под углом от 40 до 60 градусов, по отношению к проксимальным концам 1220 и 1320, соответственно;
- в. распространяется через осветительные волноводы 1282 и 1384 к клеммным концам 1230 и 1330; и
- г. Преломляется под углом освещения от 1 до 89 градусов и более предпочтительно под углом от 40 до 60 градусов по отношению к нормальному направлению поверхности собирающих волноводов 1410 и 1510 к поверхности собирающих волноводов 1410 и 1510.

[0054] Рисунок 17 иллюстрирует вариант осуществления наклонного источника света 1601, непосредственно освещающего коллекторный волновод 1610. Следует понимать, что эта конфигурация устраняет необходимость в опорах в других вариантах осуществления. Предполагается, что наклонные источники света 1601 могут быть установлены на печатной плате. Наклонные источники 1601 света установлены под фиксированным углом для освещения коллекторного волновода 1610 светом 1685 при заранее определенном угле освещения Θ . Предполагается, что этот угол освещения, Θ , составляет от 1 до 89 градусов и, более предпочтительно, от 40 до 60 градусов. Следует понимать, что свет 1685 передается через свободную среду. Предполагаемая свободная среда — это воздух, вакуум и воду.

[0055] На всех иллюстрациях, хотя свет от источника показан коллимированным, это не является требованием для изобретения.

[0056] Как используется в описании здесь и во всей формуле изобретения, которые следуют, значение "a", "an" и "the" включает ссылку во множественном числе, если контекст явно не диктует иное. Кроме того, как используется в описании здесь, значение "в" включает в себя "в" и "на", если контекст явно не диктует иное.

[0057] Однако специалистам в данной области должно быть очевидно, что возможны многие другие модификации, помимо уже описанных, без отступления от описанных здесь концепций изобретения. Следовательно, объект изобретения не должен быть

ограничен, кроме как в раскрытии. Более того, при объяснении раскрытия информации все термины должны толковаться как можно шире в соответствии с контекстом. В частности, термины "содержит" и "содержащий" следует интерпретировать как относящиеся к элементам, компонентам или этапам неисключительным образом, указывая, что упомянутые элементы, компоненты или этапы могут присутствовать, или использоваться, или комбинироваться с другими элементами, компонентами или этапами, которые являются прямо не упоминается.

Формула

Утверждается, что это:

1. Способ увеличения количества волны, подаваемой в боковой освещенный волновод,
упомянутая волна, излучаемая источником,
указанный волновод с боковой подсветкой является волноводом для сбора волн,
указанный собирающий волновод, имеющий две концевые поверхности и боковую поверхность между этими двумя концевыми поверхностями,
указанную волну, падающую на боковую поверхность собирающего волновода под углом, измеренным относительно нормального направления боковой поверхности указанного собирающего волновода,
часть указанной волны соединяется внутри собирающего волновода в виде направленной волны.,
указанная направленная волна, подвергающаяся либо полному внутреннему отражению, и/или частичному внутреннему отражению,
указанная направленная волна, распространяющаяся от своей точки падения к фотоприемнику, расположенному на одной или обеих концевых поверхностях терминала,
указанный фотоприемник измеряет более высокую интенсивность направленной волны по сравнению с интенсивностью, когда указанная волна падает на указанную боковую поверхность под углом, нормальным к боковой поверхности волновода.
2. Способ по п.1, при этом указанная волна является электромагнитной волной, акустической волной или волной частиц.
3. Способ по п.1, при этом указанный собирающий волновод направляет электромагнитную волну, акустическую волну или волну частиц.
4. Способ по п.1, при этом указанный собирающий волновод представляет собой либо цилиндрическое оптическое волокно, либо коническое оптическое волокно.

5. Способ по п.1, при этом указанная волна является одной из коллимированных или неколлимированных волн.

6. Способ по п.1, при этом указанный собирающий волновод установлен на опоре,

указанная опора имеет одно или несколько наклонных отверстий,

указанное наклонное отверстие имеет внутреннюю стенку, которая отражает указанную волну,

указанные наклонные отверстия имеют проксимальный и конечный концы,

указанный проксимальный конец отверстия обращен к указанному источнику волны,

указанный концевой конец отверстия обращен к указанному собирающему волноводу,

указанная волна испускается исходной волной,

указанная волна распространяется от проксимального конца отверстия к его конечному концу,

указанная волна падает на боковую поверхность собирающего волновода под углом.

7. Способ по п.6, при этом внутренняя стенка упомянутого наклонного отверстия либо отполирована, либо изготовлена из материала, который отражает волну.

8. Способ по п.6, при этом указанное наклонное отверстие является либо цилиндрическим, либо коническим.

9. Способ по п.1, при этом указанный собирающий волновод установлен на опоре,

указанная опора имеет один или несколько световодов освещения,

указанный осветительный волновод, имеющий ближний и конечный концы,

указанный проксимальный конец осветительного волновода обращен к указанному источнику волны,

указанный конечный конец осветительного волновода обращен к указанному собирающему волноводу,

указанная волна испускается исходной волной,

указанная волна распространяется от проксимального конца осветительного волновода к его конечному концу,

указанная волна падает на боковую поверхность собирающего волновода под углом.

10. Способ по п.9, при этом осветительный волновод представляет собой наклонный осветительный волновод.

11. Способ по п.10, в то время как проксимальный конец волновода наклонного освещения имеет геометрию, позволяющую минимизировать потери на связь волны от источника волны.

12. Способ по п.10, в то время как терминальный конец волновода наклонного освещения имеет геометрию, позволяющую минимизировать внутренние потери на отражение волны через указанный интерфейс терминала.

13. Способ по п.9, при этом осветительный волновод представляет собой вертикальный осветительный волновод.

14. Способ по п.13, в то время как проксимальный конец вертикального осветительного волновода имеет геометрию, позволяющую минимизировать потери на связь волны от источника волны.

15. Способ по п.13, в то время как терминальный конец вертикального осветительного волновода имеет угловую геометрию для преломления волны в направлении боковой поверхности собирающего волновода для направления волны к торцевой поверхности, где расположен фотоприемник.

16. Способ по п.9, при этом осветительный волновод представляет собой наклонный осветительный волновод.

17. Способ по п.13, в то время как терминальный конец волновода наклонного освещения имеет угловую геометрию для преломления волны к боковой поверхности собирающего волновода под углом и направлен на торцевую поверхность собирающего волновода, где расположен фотоприемник.

18. Способ по п.1, при этом указанный источник указанной волны имеет геометрию для увеличения угла освещения собирающего волновода.

19. Способ по п.1, при этом указанный источник имеет наклон для увеличения угла освещения собирающего волновода.

20. Система для ввода света в волновод, содержащая:

источник света, сконфигурированный для генерации света;

собирающий волновод, содержащий боковую поверхность, которая расположена между первым и вторым концами собирающего волновода.;

в котором свет направляется для контакта с боковой поверхностью собирающего волновода под углом от 1 до 89 градусов по отношению к нормали боковой поверхности собирающего волновода; и

в котором свет пропускается одним или несколькими из (1) отверстия, которое расположено между источником света и собирающим волноводом, (2) световодом освещения, который расположен между источником света и собирающим волноводом, и (3) несвязанной средой.

21. Система по п.20, в которой свет содержит электромагнитную волну, акустическую волну или материальную волну.

22. Система по п.20, в которой собирающий волновод представляет собой оптическое волокно.

23. Система по п.20, в которой свет передается световодом освещения.

24. Система по п.23, в которой осветительный волновод является цилиндрическим или коническим.

25. Система по п.23, дополнительно содержащая опору, которая сконфигурирована для размещения осветительного волновода.

26. Система по п.20, в которой свет пропускается через отверстие и дополнительно содержит полосу, которая содержит отверстие.

27. Система по п.26, в которой отверстие расположено под углом от верхней части полосы к нижней части полосы.

28. Система по п.20, дополнительно содержащая фотоприемник, расположенный проксимально к первому концу собирающего волновода.

29. Система по п.20, в которой свет пропускается несвязанной средой,

30. Система по п.29, в которой несвязанной средой являются воздух, вакуум и вода.

ИЗМЕНЕННАЯ ФОРМУЛА

получено Международным бюро 11 мая 2021 года (11.05.2021)

1. Способ тестирования различных углов падения для освещения коллекторного волновода с боковой подсветкой, имеющего боковую поверхность между первой и второй концевыми поверхностями, способ, включающий:

обеспечение гониометра, сконфигурированного для освещения части боковой поверхности собирающего волновода коллимированным пучком при выбранных различных углах падения, меньших, чем нормальные;

направление луча для освещения волновода под выбранными различными углами падения; и

определение требуемого угла падения из различных интенсивностей, излучаемых на первой торцевой поверхности, в ответ на освещение собирающего волновода лучом при выбранных различных углах падения.

2. Способ по п.1, при этом пучок содержит любую из электромагнитных волн, акустических волн или волн частиц.

3. Способ по п.1, в котором собирающий волновод выполнен с возможностью направления по меньшей мере одной электромагнитной волны, акустической волны или волны частиц.

4. Способ по п.1, при этом собирающий волновод представляет собой либо цилиндрическое оптическое волокно, либо коническое оптическое волокно.

5. (Отменено)

6. Способ по п.1, в котором участок боковой поверхности содержит удлиненное отверстие и дополнительно включает направление луча в удлиненное отверстие.

7. Способ по п.6, при этом внутренняя стенка удлиненного отверстия либо отполирована, либо изготовлена из материала, отражающего волну.

8. Способ по п.6, при этом удлиненное отверстие является либо цилиндрическим, либо коническим.

9. Способ по п.1, дополнительно включающий поддержку собирающего волновода опорой и направление луча путем перемещения гониометра относительно опоры.

10-19. (Отменено)

20. Система для соединения луча света в собирающий волновод, имеющий боковую поверхность, расположенную между первым и вторым концами, система, содержащая:

источник света, сконфигурированный для генерации луча;

угломер, сконфигурированный для направления луча на боковую поверхность собирающего волновода, отклоняется от нормального на несколько различных углов;

отверстие, расположенное в боковой поверхности; и

дополнительный осветительный волновод, расположенный между источником света и отверстием.

21. Система по п.20, в которой луч содержит электромагнитную волну, акустическую волну или материальную волну.

22. Система по п.20, отличающаяся тем, что. собирающий волновод содержит оптическое волокно.

23. (Отменено)

24. Система по п.20, в которой осветительный волновод является цилиндрическим или коническим.

25. Система по п.20, дополнительно содержащая опору, выполненную с возможностью размещения осветительного волновода.

26. Система по п.20, в которой отверстие имеет вытянутую форму.

27. Система по п.26, в которой отверстие расположено под углом от верхней части полосы к нижней части полосы.

28. Система по п.20, дополнительно содержащая фотоприемник, расположенный вблизи первого конца собирающего волновода.

29. Система по п.20, в которой отсутствует дополнительный осветительный волновод, так что луч пропускается в отверстие свободной среды,

30. Система по п.29, в которой свободной средой являются воздух, вакуум и вода.

31. Способ по п.1, дополнительно включающий использование лазера для генерации коллимированного луча.

32. Способ по п.1, в котором один из различных углов падения составляет 85° по отношению к норме.

33. Способ по п.1, в котором по меньшей мере один из различных углов падения составляет от 40° до 60° по отношению к норме.

34. Способ повышения эффективности связи между падающим пучком и волноводом, содержащий:

освещающий волновод падающим лучом под углом, меньшим, чем нормаль к стороне волновода; и

обеспечивающий воздушный зазор между источником света падающего луча и

стороной волновода.

35. Способ по п.34, в котором волновод имеет удлиненное отверстие и дополнительно включает направление падающего луча для входа в волновод через удлиненное отверстие.

36. Способ по п.34, в котором угол составляет до 89° .

37. Способ по п.34, в котором падающий световой луч направляется световодом освещения.

38. Способ по п.37, в котором осветительный волновод имеет дистальную торцевую поверхность, расположенную под углом для преломления светового луча под более крутым углом к собирающему волноводу.

39. Способ по п.37, в котором собирающий волновод сконфигурирован для направления, по меньшей мере, одной из электромагнитных волн, акустической волны или импульсной волны.

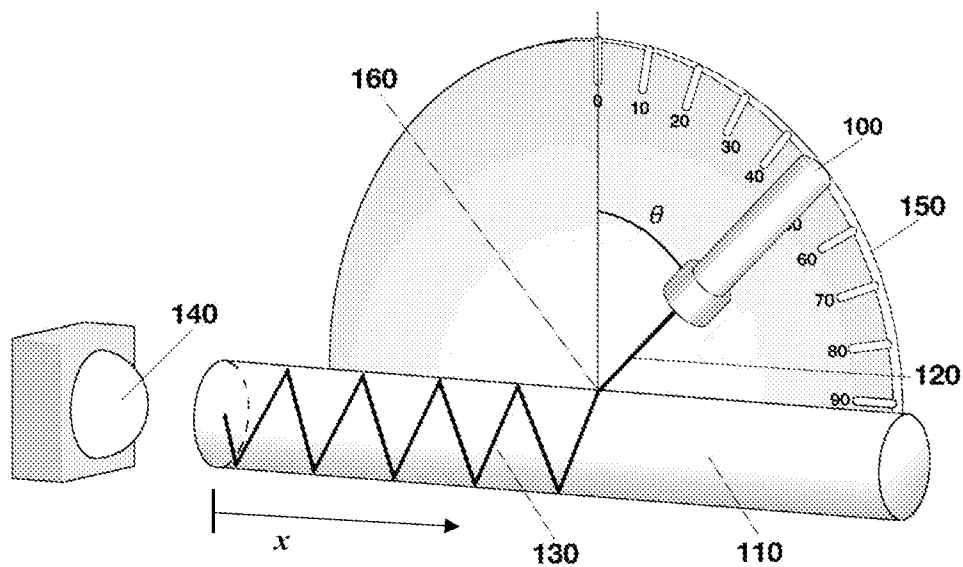


Рисунок 1

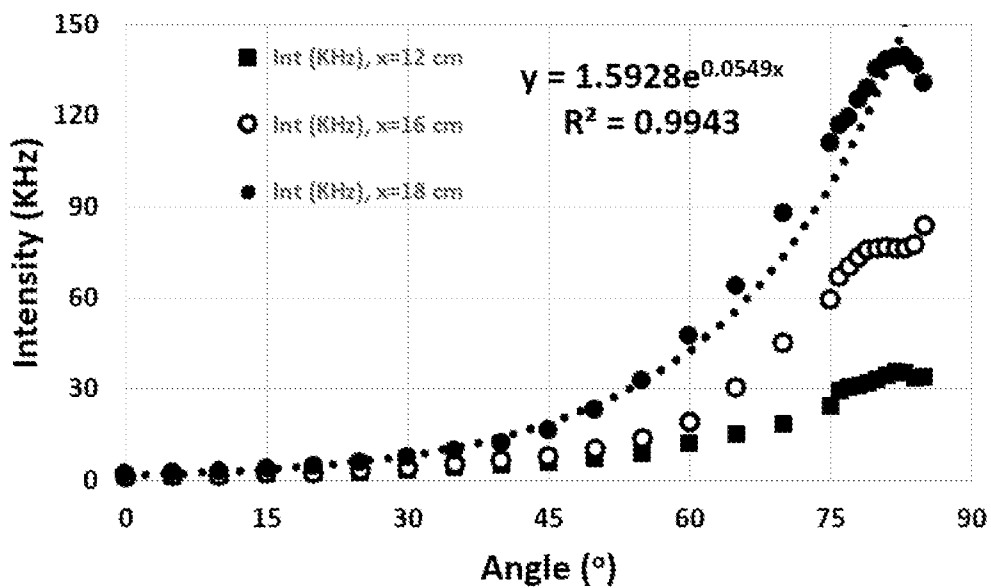


Рисунок 2

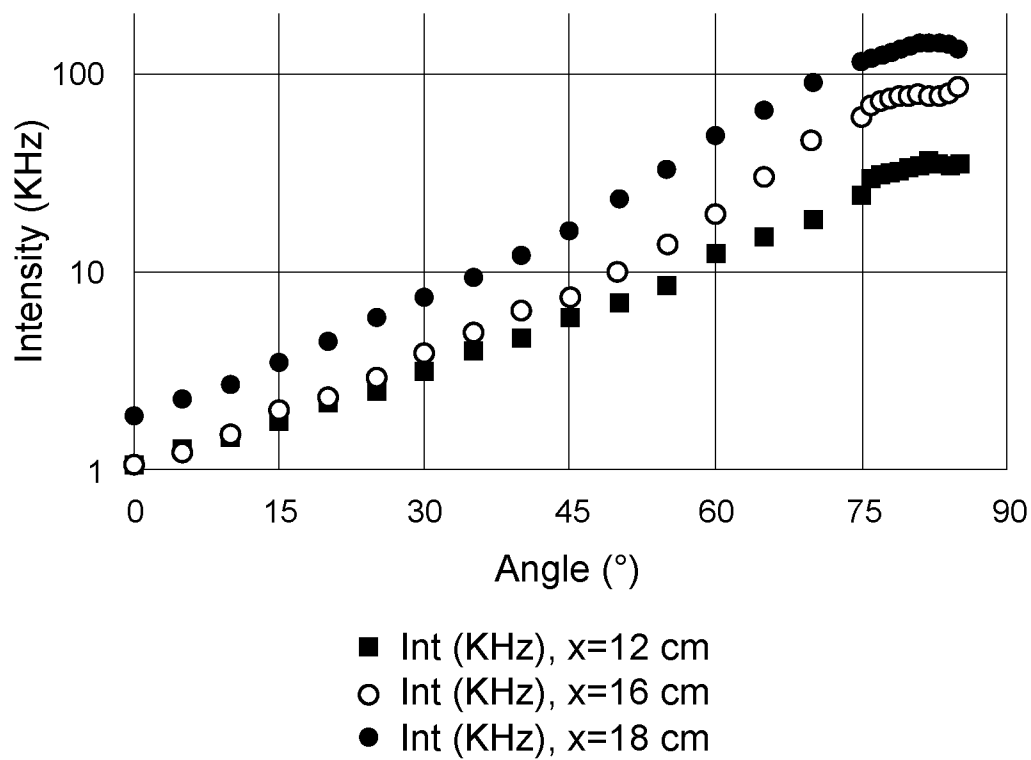


Рисунок 3

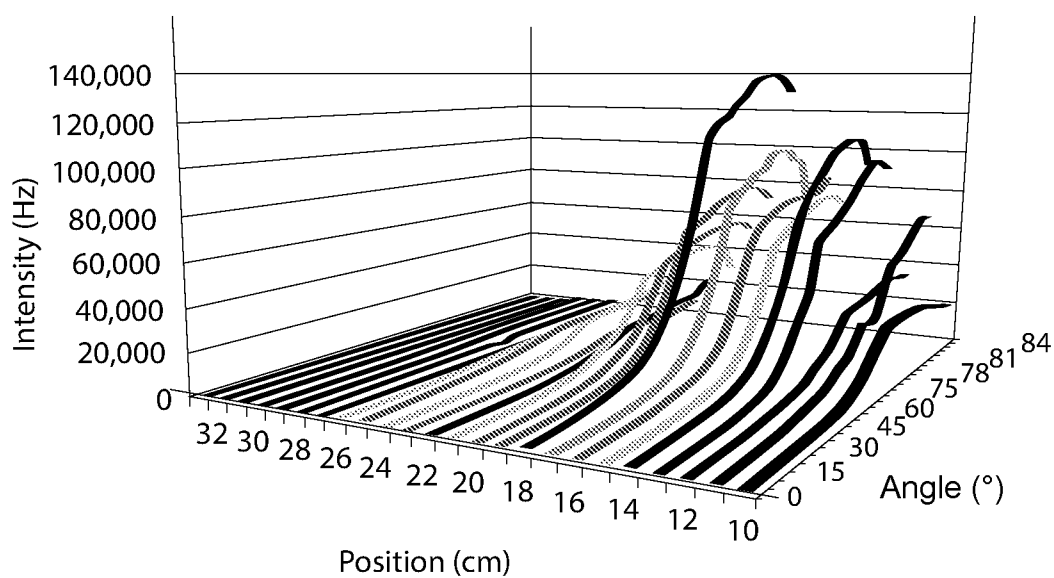


Рисунок 4

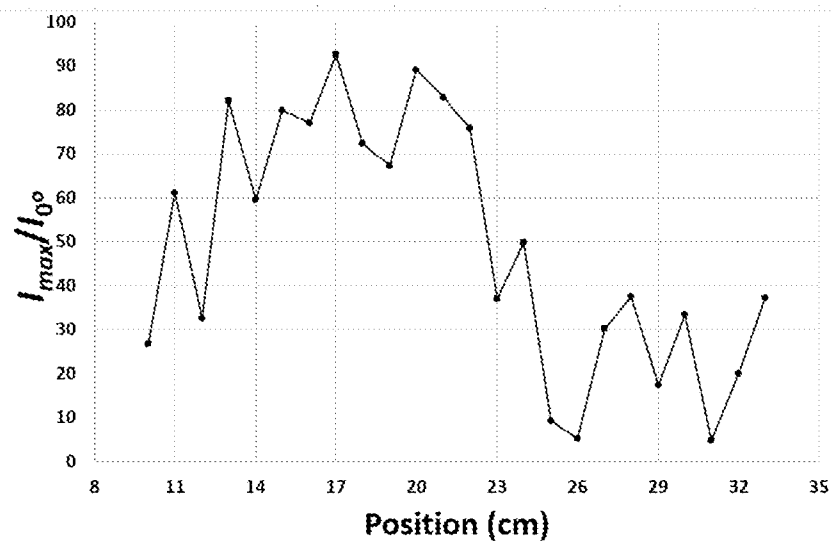


Рисунок 5

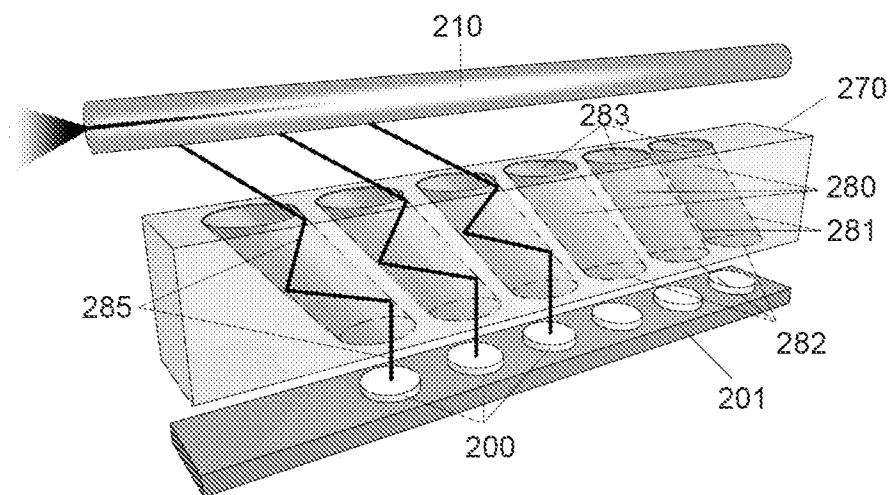


Рисунок 6

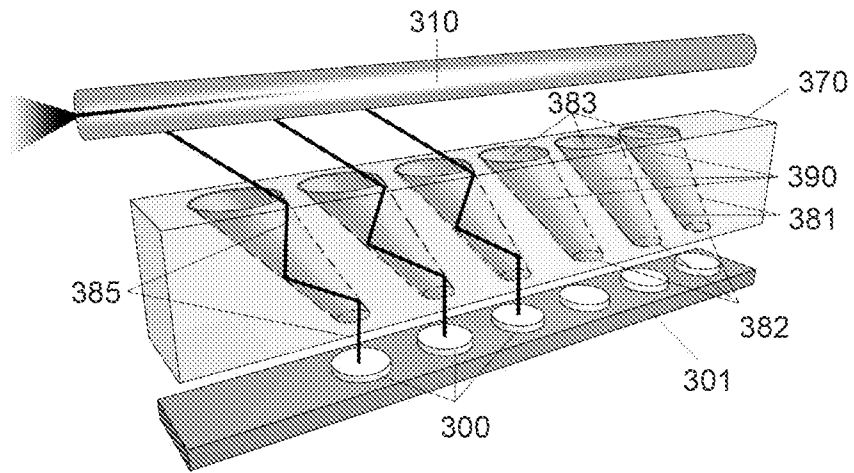


Рисунок 7

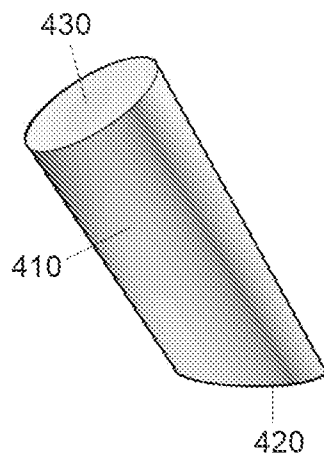


Рисунок 8А

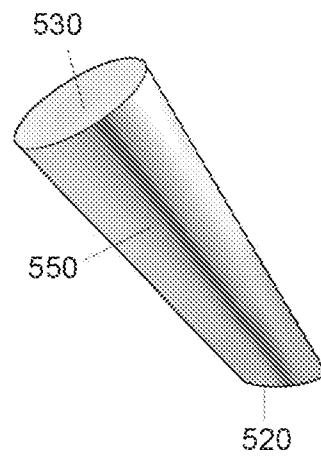


Рисунок 8Б

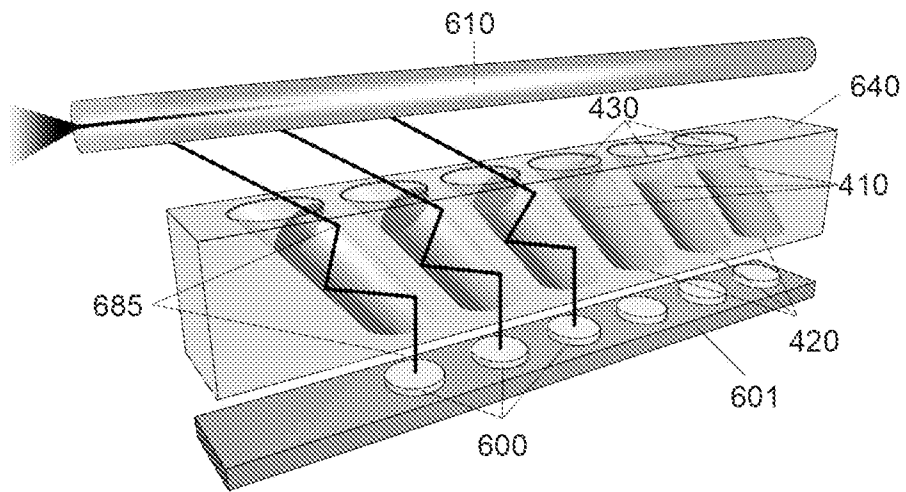


Рисунок 9

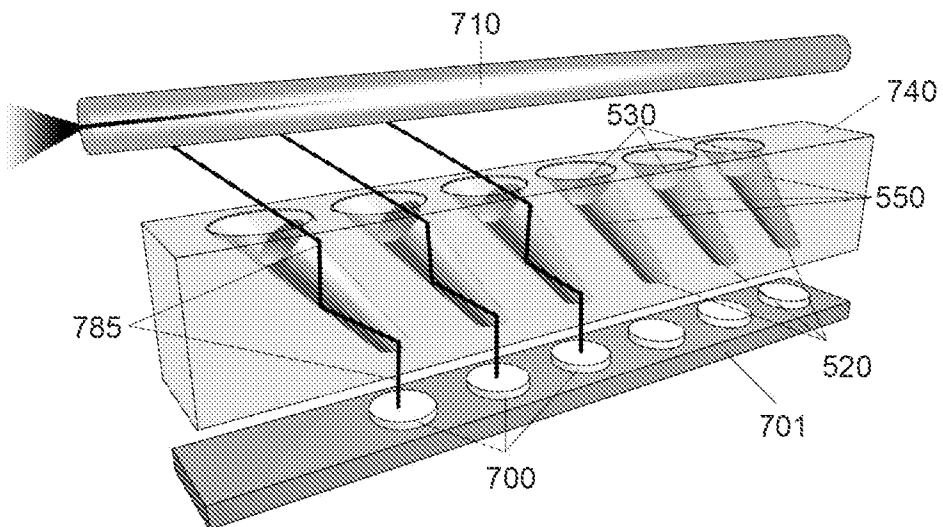


Рисунок 10

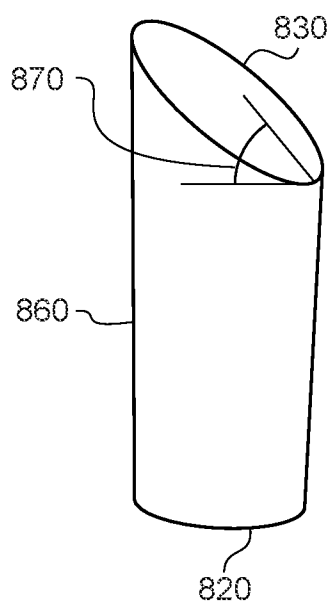


Рисунок 11А

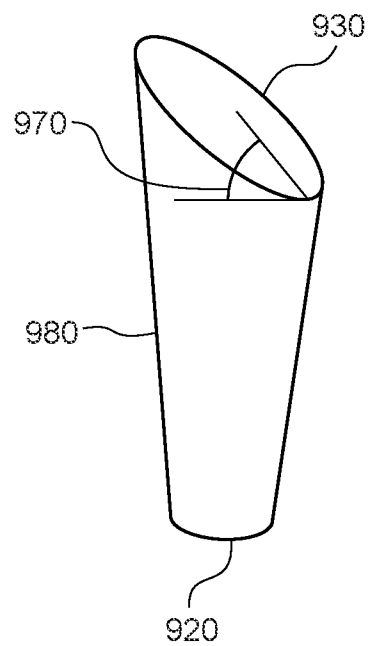


Рисунок 11Б

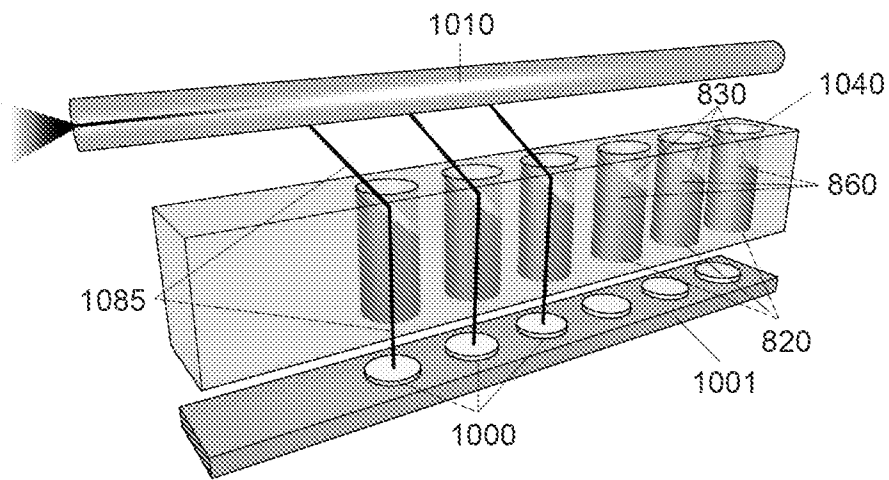


Рисунок 12

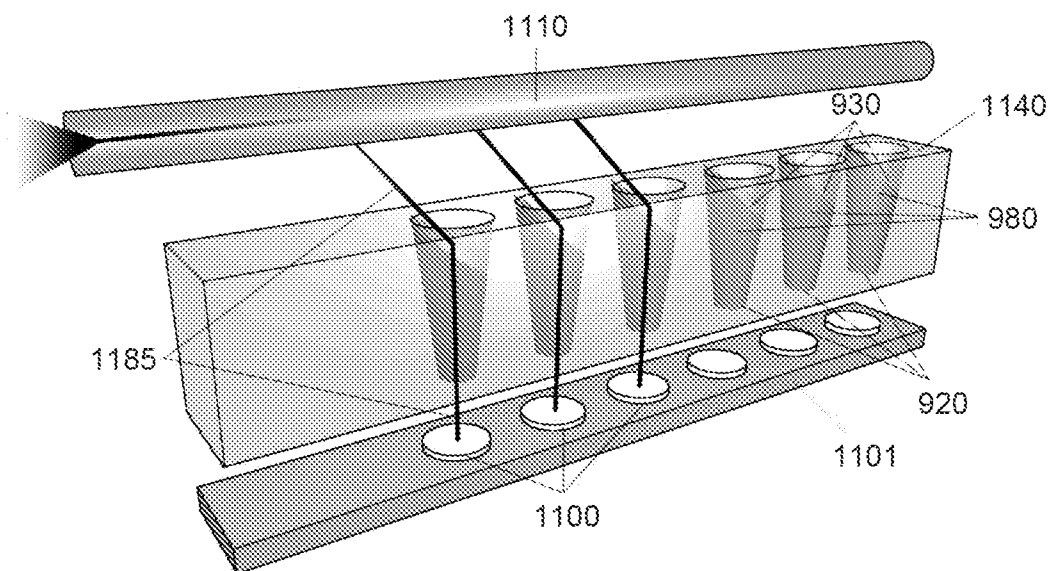


Рисунок 13

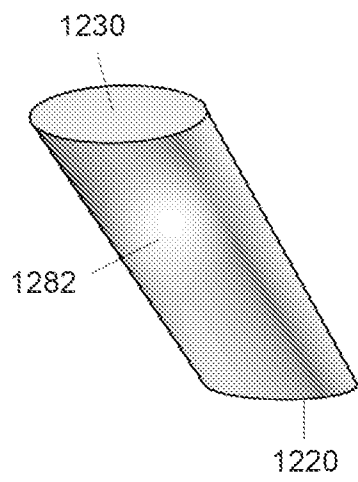


Рисунок 14А

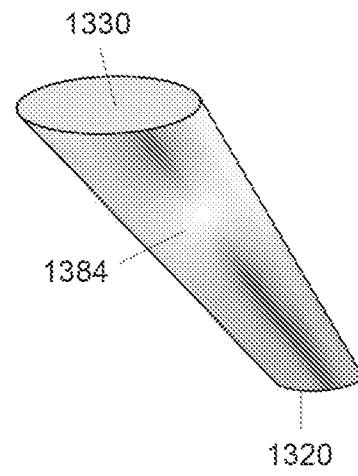


Рисунок 14Б

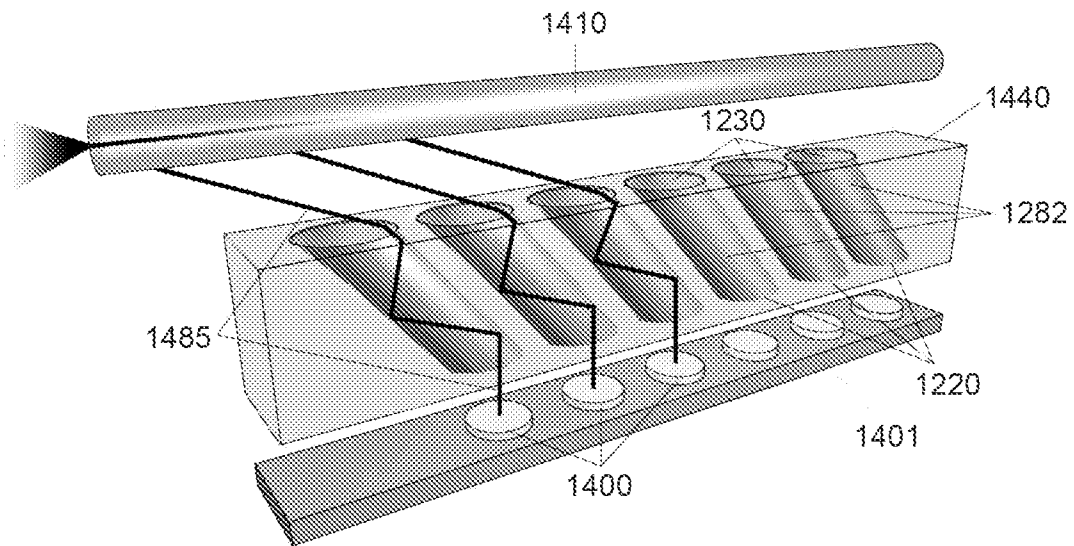


Рисунок 15

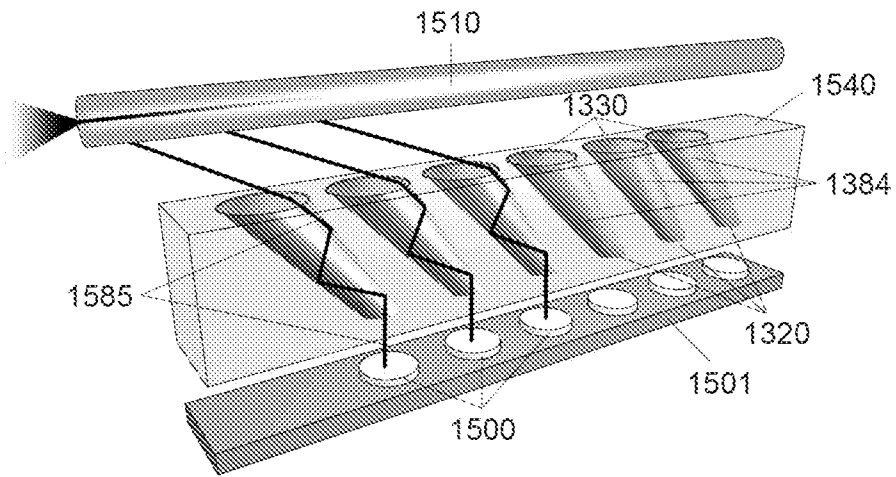


Рисунок 16

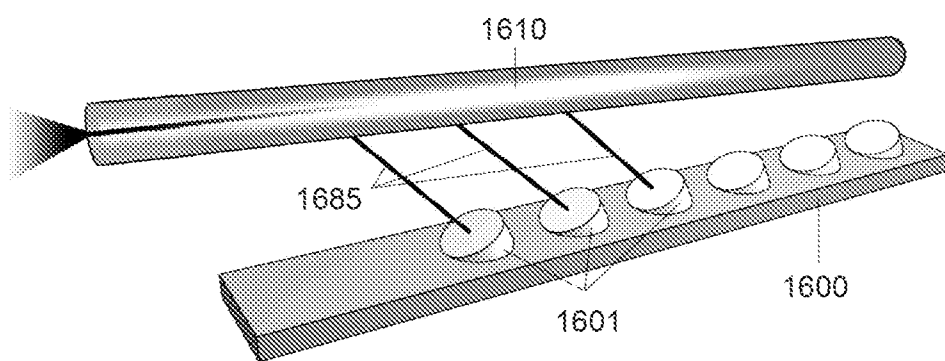


Рисунок 17