

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202290341** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.06.06

(51) Int. Cl. **H05B 3/34** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2020.08.28

(54) ТОНКОПЛЕНОЧНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬ

(31) 19196024.4

(32) 2019.09.06

(33) EP

(86) PCT/EP2020/074150

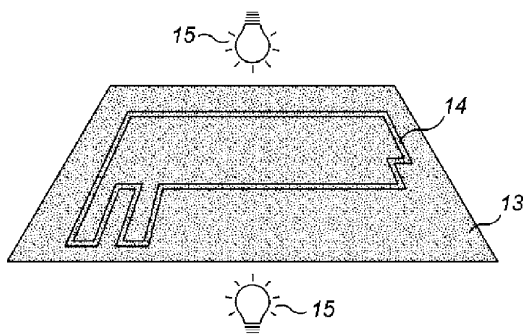
(87) WO 2021/043692 2021.03.11

(71) Заявитель:
ДжейТи ИНТЕРНЕШНЛ СА (СН)

(72) Изобретатель:
Ривелл Тони (GB)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)

(57) Описан способ изготовления тонкопленочного нагревателя. Способ включает первый этап травления металлического листа с двух противоположных сторон с обеспечением плоского нагревательного элемента; и второй этап прикрепления нагревательного элемента к гибкой электроизоляционной защитной пленке. Способ обеспечивает возможность изготовления тонкопленочного нагревателя, который обеспечивает более равномерный нагрев и обеспечивает больший диапазон выбора свойств гибкой электроизоляционной защитной пленки и параметров процесса травления. Также описаны нагревательный узел и устройство, генерирующее аэрозоль, в которых задействована тонкая пленка.



A1

202290341

202290341

A1

ТОНКОПЛЕНОЧНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к тонкопленочному нагревателю и способу изготовления тонкопленочного нагревателя

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Тонкопленочные нагреватели используют для широкого диапазона применений, которые обычно требуют гибкого низкопрофильного нагревателя, который может соответствовать поверхности или объекту, которые подлежат нагреву. Одно такое применение находится в рамках области устройств, генерирующих аэрозоль, таких как продукты для доставки никотина с пониженным риском, включая е-сигареты и продукты для табачного пара. Такие устройства нагревают вещество, генерирующее аэрозоль, внутри нагревательной камеры для создания пара и, таким образом, могут задействовать тонкопленочный нагреватель, который соответствует поверхности нагревательной камеры, для обеспечения эффективного нагрева вещества, генерирующего аэрозоль, внутри камеры.

Тонкопленочные нагреватели обычно содержат резистивный нагревательный элемент, заключенный в загерметизированный оберточный слой гибкой электроизоляционной тонкой пленки, с контактными точками, идущими к нагревательному элементу для соединения с источником питания, причем контактные точки обычно напаяны на открытые части нагревательного элемента.

Такие тонкопленочные нагреватели обычно изготавливают посредством осаждения слоя металла на подложку для электроизоляционной тонкой пленки, вытравливая металлический слой, лежащий на тонкой пленке, с приданием необходимой формы нагревательному элементу, нанося второй слой электроизоляционной тонкой пленки на вытравленный нагревательный элемент и выполняя тепловую прессовку для герметизации нагревательного элемента оберточным слоем электроизоляционной тонкой пленки. Затем электроизоляционную тонкую пленку высекают штампом для создания отверстий для контактов, которые напаяны на части нагревательного элемента, открытые отверстиями.

Травление слоя металла обычно достигается посредством трафаретной печати защитного слоя на поверхности металлической фольги, нанесения схемы сопротивления, которая может быть разработана в CAD, и переноса на фольгу посредством выборочного открытия защитного слоя, а затем распыления на открытую поверхность слоя металла подходящих химических веществ для травления для предпочтительного травления слоя

металла так, чтобы оставить желаемую схему нагревательного элемента с подложкой в виде пленки.

Такие традиционные тонкопленочные нагреватели имеют относительно низкую стоимость и широко доступны, но имеют ряд недостатков. В частности, точность в отношении толщины вытравленного узора нагревателя ограничена, что приводит в результате к соответствующему ограничению точности в отношении сопротивления в пределах нагревательной дорожки. Это может привести к нежелательным изменениям локальной температуры нагревательного элемента во время использования. Выбор параметров процессов травления также затруднен ограниченным выбором в отношении электроизоляционной защитной пленки и, в некоторых случаях, тем фактом, что химические вещества для травления могут повредить пленку. Кроме того, этот известный процесс не допускает существенного отклонения в конструкции нагревателя, поскольку вытравленный узор ограничен размером пленки-подложки и ограничениями, налагаемыми процессом химического травления.

Настоящее изобретение направлено на достижение прогресса в решении этих проблем для обеспечения улучшенного тонкопленочного нагревателя и способа изготовления тонкопленочного нагревателя.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Согласно первому аспекту настоящего изобретения предоставлен способ изготовления тонкопленочного нагревателя, включающий: травление металлического листа с двух противоположных сторон для обеспечения плоского нагревательного элемента; и прикрепление нагревательного элемента к гибкой электроизоляционной защитной пленке.

Иначе говоря, в данном способе задействовано травление металлического листа с образованием нагревательного элемента перед последующим прикреплением нагревательного элемента к гибкой электроизоляционной защитной пленке, так что травление металлического листа происходит независимо от прикрепления нагревательного элемента к защитной пленке.

В силу того, что травление металлического листа происходит перед прикреплением на защитную пленку, т. е. обе плоские поверхности металлического листа являются открытыми, процесс травления может выполняться на обеих противоположных плоских поверхностях металлического листа для достижения увеличенной точности в размерах вытравленного нагревательного элемента в сравнении со способами, в которых металлический лист вытравлен, опираясь на поверхность. Эта увеличенная точность в

отношении ширины и/или толщины нагревательной дорожки нагревательного элемента приводит в результате к увеличенной точности в отношении сопротивления и, соответственно, большей однородности температуры нагрева в пределах области нагрева нагревательного элемента. Травление обеих сторон металлического листа является особенно преимущественным благодаря последующему прикреплению гибкой защитной пленки. Хотя одностороннее травление может быть подходящим для поверхностных нагревательных элементов общего назначения, которые крепятся к жестким поверхностям, гибкие защитные пленки могут требовать осторожного обращения, и поэтому дефекты, возникающие при травлении нагревательного элемента, с большей вероятностью приводят к повреждению пленки и уменьшению структурной устойчивости нагревателя. Благодаря травлению обеих сторон металлической фольги и последующему прикреплению к гибкой пленке обеспечивается более прочный тонкопленочный нагреватель.

Кроме того, поскольку процесс травления и последующее приращение на защитную пленку являются отдельными независимыми этапами, на выбор параметров процесса травления не влияет конкретная использованная защитная пленка. Подобным образом, на выбор свойств защитной пленки, таких как материал и толщина, не влияет используемый процесс травления, так что выбор этого может быть оптимизирован под задуманные требования итогового применения.

Травление нагревательного элемента перед нанесением защитной пленки также обеспечивает большую свободу конструирования в отношении формы нагревательного элемента. При первоначальном нанесении металлического листа на защитную пленку размер металлического листа ограничен защитной пленкой, и поэтому размер нагревательного элемента ограничен этой областью. Благодаря травлению металлического листа независимо от защитной пленки размер и сложность узора нагревательного элемента не ограничены.

Этап травления предпочтительно включает: фототравление металлического листа, например путем нанесения фоторезиста на обе стороны металлического листа;

выборочное экспонирование частей обеих сторон металлического листа под светом для переноса узора, соответствующего нагревательному элементу, на фоторезист; и применение веществ для химического травления к обеим сторонам листов для выборочного травления металлического листа в соответствии с перенесенным узором. Выборочное экспонирование частей обеих сторон металлического листа под светом может подразумевать использование создания прямого лазерного изображения для экспонирования металлического листа под ультрафиолетовым светом. Этот процесс позволяет перенести сложный узор нагревательного элемента, например из CAD-файла, на

металлический лист с высокой точностью и воспроизводимостью, что приводит в результате к очень небольшим различиям между нагревательными элементами.

Предпочтительно нагревательный элемент прикрепляют к поверхности гибкой электроизоляционной защитной пленки с применением клея, например кремнийсодержащего клея. Это обеспечивает простое средство надежного закрепления нагревательного элемента на защитной пленке. Гибкая электроизоляционная защитная пленка может содержать слой клея, например, это может быть полиимидная пленка со слоем кремнийсодержащего клея. Нагревательный элемент может быть прикреплен посредством последующего нагрева гибкой электроизоляционной защитной пленки, слоя клея и соответственно расположенного нагревательного элемента для связывания нагревательного элемента с поверхностью с использованием клея.

Этап травления может включать травление металлического листа с обеспечением двух или более соединенных нагревательных элементов. Этап травления может дополнительно включать травление металлического листа для обеспечения двух или более соединенных нагревательных элементов, опирающихся на опорную конструкцию, например в виде нагревательных элементов, подвешенных внутри опорной рамы. Два или более соединенных нагревательных элементов могут иметь форму набора, содержащего совокупность соединенных нагревательных элементов. Это позволяет одновременно подготавливать несколько нагревательных элементов, что увеличивает эффективность способа. Соединенные нагревательные элементы могут быть легко оформлены в виде единой структуры.

При травлении металлического листа для обеспечения двух или более соединенных нагревательных элементов способ может дополнительно включать отсоединение каждого нагревательного элемента, т. е. удаление нагревательного элемента из набора из двух или более соединенных нагревательных элементов, и прикрепление каждого нагревательного элемента к соответствующему куску гибкой электроизоляционной защитной пленки. Таким образом, соединенные нагревательные элементы легко оформляются в виде единой структуры, при этом отдельный нагревательный элемент высвобождается непосредственным образом во время производственного процесса и крепится к куску гибкой электроизоляционной защитной пленки. Соединенные нагревательные элементы могут быть соединены соединительными частями ослабленной секции, например разламываемыми частями, которые соединяют нагревательные элементы друг с другом и/или с опорной рамой таким образом, что они могут быть высвобождены путем разламывания или разрезания соединительных частей.

Альтернативно при травлении металлического листа для обеспечения двух или более соединенных нагревательных элементов способ может дополнительно включать прикрепление соединенных нагревательных элементов к общей гибкой электроизоляционной защитной пленке и разрезание гибкой электроизоляционной защитной пленки между нагревательными элементами для обеспечения нескольких узлов, содержащих единственный нагревательный элемент, прикрепленный к гибкой защитной пленке. Таким образом можно одновременно собирать несколько тонкопленочных нагревателей, что тем самым увеличивает эффективность производства. Когда соединенные нагревательные элементы поддерживаются внутри опорной рамы, опорная рама может содержать совокупность отверстий для выравнивания, размещенных так, чтобы обеспечивать выравнивание соединенных нагревательных элементов относительно гибкой электроизоляционной защитной пленки. Способ может включать расположение ряда из двух или более соединенных нагревательных элементов на клеевой поверхности полосы гибкой электроизоляционной защитной пленки, прикрепление второго куска гибкой пленки таким образом, чтобы по меньшей мере частично заключить два или более соединенных нагревательных элементов между гибкой электроизоляционной защитной пленкой и второй гибкой пленкой; и выполнение разрезов между соединенными нагревательными элементами для высвобождения двух или более загерметизированных тонкопленочных нагревательных элементов.

Предпочтительно способ включает травление металлического листа с образованием плоского нагревательного элемента, содержащего нагревательную дорожку, которая следует по круговому пути, покрывая область нагрева внутри плоскости нагревательного элемента; и две удлиненные контактные ножки для соединения с источником питания. Контактные ножки могут быть достаточно длинными, чтобы сделать возможным непосредственное соединение с источником питания, когда в устройстве задействован тонкопленочный нагреватель. Например, длина контактных ножек может быть по существу равна или больше, чем один или оба размера, определяющих область нагрева. Круговой путь может быть выполнен так, чтобы оставлять свободный участок внутри области нагрева. Область нагрева может представлять собой область, ограниченную максимальной длиной и максимальной шириной нагревательного элемента. Способ может дополнительно включать расположение датчика температуры на свободном участке.

Предпочтительно способ дополнительно включает прикрепление второго слоя гибкой пленки таким образом, чтобы заключить нагревательную дорожку между защитной пленкой и вторым слоем гибкой пленки. Предпочтительно нагревательная дорожка заключена между защитной пленкой и вторым слоем гибкой пленки, одновременно

оставляя контактные ножки открытыми для обеспечения возможности соединения с источником питания. Второй слой гибкой пленки может содержать термоусадочный материал. За счет использования термоусадочного материала вторую гибкую пленку можно использовать для прикрепления тонкопленочного нагревателя к поверхности нагревательной камеры. Более конкретно, слой прикрепленной термоусадочной пленки содержит участок прикрепления, который выходит за пределы гибкой защитной пленки в направлении обертывания, при этом участок прикрепления может быть обернут вокруг внешней поверхности нагревательной камеры для удержания тонкопленочного нагревателя плотно прижатым к поверхности; затем узел может быть нагрет для усадки термоусадочной пленки с закреплением тонкопленочного нагревателя на поверхности нагревательной камеры.

Гибкая электроизоляционная защитная пленка может содержать полиимид, фторполимер, такой как политетрафторэтилен (PTFE), или полиэфирэфиркетон (PEEK). Толщина гибкой электроизоляционной защитной пленки составляет предпочтительно менее 50 мкм, более предпочтительно менее 30 мкм. Например, защитная пленка может содержать односторонний полиимид толщиной 25 мкм с кремнийсодержащим клеем толщиной 37 мкм. Термоусадочный материал может также содержать полиимид, фторполимер, такой как политетрафторэтилен (PTFE), или полиэфирэфиркетон (PEEK). Защитная пленка предпочтительно непроницаема для жидкости. Обеспечение толщины гибкой электроизоляционной защитной пленки менее 50 мкм обеспечивает оптимальные свойства в области теплопередачи для применения тонкопленочного нагревателя в устройстве, генерирующем аэрозоль. В частности, это обеспечивает хорошую теплопередачу через защитную пленку, в то же время обеспечивая достаточную структурную устойчивость для обеспечения опоры нагревательному элементу. Структурная устойчивость может быть дополнительно улучшена благодаря предоставлению защитной пленки с минимальной толщиной 5 мкм.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения предоставлен тонкопленочный нагреватель, изготовленный согласно способу, определенному выше, или по любому из пунктов прилагаемой формулы изобретения. В частности, тонкопленочный нагреватель согласно настоящему изобретению содержит плоский нагревательный элемент, прикрепленный к поверхности гибкой электроизоляционной защитной пленки. Плоский нагревательный элемент вытравлен из металлического листа с двух противоположных сторон для обеспечения плоского нагревательного элемента. Предпочтительно плоский нагревательный элемент содержит: нагревательную дорожку, которая следует по круговому пути, покрывая область нагрева в плоскости нагревательного

элемента; и две удлиненные контактные ножки для соединения с источником питания. Предпочтительно длина контактных ножек по существу равна размерам области нагрева или превышает их. Предпочтительно тонкопленочный нагреватель дополнительно содержит второй слой гибкой пленки, чтобы заключить нагревательную дорожку между защитной пленкой и вторым слоем гибкой пленки, предпочтительно оставляя контактные ножки свободными. Предпочтительно второй слой гибкой пленки содержит термоусадочный материал.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения предоставлен узел плоского нагревательного элемента, содержащий два или более соединенных нагревательных элементов, причем плоский нагревательный узел получен травлением металлического листа с двух противоположных сторон. Предпочтительно узел нагревательного элемента дополнительно содержит опорную раму и два или более соединенных нагревательных элементов, имеющих опору внутри опорной рамы. Предпочтительно каждый нагревательный элемент содержит нагревательную дорожку, которая следует по круговому пути, покрывая область нагрева внутри плоскости нагревательного элемента; и две удлиненные контактные ножки для соединения с источником питания.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения предоставлен нагревательный узел, содержащий тонкопленочный нагреватель, изготовленный в соответствии со способом, описанным в прилагаемой формуле изобретения, и нагревательную камеру; причем тонкопленочный нагреватель обернут вокруг внешней поверхности нагревательной камеры.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения предоставлено устройство, генерирующее аэрозоль, содержащее тонкопленочный нагреватель, изготовленный согласно способу, как определен в прилагаемой формуле изобретения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Варианты осуществления настоящего изобретения далее будут описаны лишь в качестве примеров со ссылкой на прилагаемые графические материалы, на которых:

на фиг. 1A–1F изображен способ травления металлического листа с двух противоположных сторон с обеспечением плоского нагревательного элемента;

на фиг. 2A изображен плоский нагревательный элемент согласно настоящему изобретению;

на фиг. 2B изображена совокупность соединенных нагревательных элементов, изготовленных согласно способу настоящего изобретения;

на фиг. 3А и 3В изображен тонкопленочный нагреватель, изготовленный согласно способу настоящего изобретения;

на фиг. 4А–4F изображен способ сборки нагревательного узла с применением тонкопленочного нагревателя, изготовленного согласно способу настоящего изобретения;

на фиг. 5 изображен способ изготовления нескольких тонкопленочных нагревателей согласно способу настоящего изобретения;

на фиг. 6 изображено устройство, генерирующее аэрозоль, содержащее тонкопленочный нагреватель, изготовленный согласно способу настоящего изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Настоящее изобретение относится к способу изготовления тонкопленочного нагревателя, включающему этапы травления металлического экрана с двух противоположных сторон, как показано на фиг. 1, с целью обеспечения плоского нагревательного элемента, как показано на фиг. 2А; и прикрепления нагревательного элемента к гибкой электроизоляционной защитной пленке, как показано на фиг. 3А.

На фиг. 1 схематически изображен иллюстративный способ травления металлического листа 10 с двух противоположных сторон 11, 12 с обеспечением плоского нагревательного элемента 20. Для травления металлического листа 10 могут быть использованы различные возможные методы, при этом важным общим аспектом является то, что травление металлического листа происходит независимо от гибкой защитной пленки 30, обеспечивая травление металлического листа 10 с обеих сторон 11, 12, что приводит в результате к улучшенной точности, большей свободе конструирования в отношении конкретной формы нагревательного элемента 20 и более широкому выбору конкретных параметров процесса травления.

Способ начинается с выбора подходящего материала для тонкого металлического листа (или металлической «фольги») 10. Листы нержавеющей стали, например марки 18 SR или SUS 304, с толщиной приблизительно 50 микрон обеспечивают подходящие свойства при изготовлении из них нагревательного элемента, при этом обращение с ними и их травление являются сравнительно простыми. Конкретный металл и толщину металлического листа 10 выбирают так, чтобы полученный в результате нагревательный элемент 20 был гибким и мог деформироваться вместе со служащей подложкой гибкой тонкой пленкой 30, чтобы соответствовать форме поверхности, подлежащей нагреву.

Металлическая фольга 10 может сначала быть очищена и обезжирена для удаления любых загрязнений или остатков веществ, применяемых при изготовлении, таких как воски и прокатные масла, для улучшения нанесения фоторезиста и увеличения эффективности

химических веществ для травления. Следующим этапом, показанным на фиг. 1В, является нанесение фоторезиста 13 на обе стороны 11, 12 металлического листа 10. Фоторезист 13 может быть нанесен с применением автоматического процесса ламинирования в чистых условиях для обеспечения приклеивания слоя фоторезиста к поверхностям 11, 12 металлического листа 10.

Далее, как показано на фиг. 1С, узор 14, соответствующий нагревательному элементу 20, переносят на слои 13 фоторезиста на обеих сторонах металлического листа 10 путем выборочного экспонирования частей обеих сторон 11, 12 под ультрафиолетовым светом 15. Узор предпочтительно переносят, используя управляемый компьютером лазер 15 для переноса конструкционного узора 14 нагревательного элемента (например в соответствии с САD-файлом) на фоторезист 13 с использованием лазера 15. Создание прямого лазерного изображения (LDI) может быть использовано для аккуратного переноса сложного узора нагревательного элемента на фоторезист с применением ультрафиолетового света лазера.

Далее, как показано на фиг. 1D, неэкспонированный фоторезист удаляют для открывания поверхности металлического листа. Части фоторезиста 13, экспонированные под УФ-светом, затвердевают, что позволяет фоторезисту защитить остальную часть металлического листа во время травления. Во время этого этапа проявления наносят соответствующие химические вещества 16, которые удаляют неэкспонированный резист, но не оказывают действия на затвердевший фоторезист, экспонированный под УФ-светом.

После этапа проявления на обе стороны 11, 12 металлического листа 10 наносят соответственно выбранные химические вещества 17 для травления с целью травления открытой части 14 металлического листа 10 для отделения вытравленного нагревательного элемента 20 от металлического листа 10. Химические вещества 17 для травления выбирают исходя из конкретного материала и толщины, используемых для металлического листа 10. Наконец, как показано на фиг. 1F, происходит нанесение дополнительных химических веществ для удаления оставшегося фоторезиста 13 с металлического листа 10 для обнажения вытравленного нагревательного элемента 20, отделенного от металлического листа 10.

Благодаря травлению металлического листа 10 с обеих сторон, в отличие от способов из уровня техники, в которых нанесенный слой металла травят на подложке, обеспечивается отдельно стоящий вытравленный металлический нагревательный элемент 20, как показано на фиг. 2А, или обеспечивается несколько соединенных металлических нагревательных элементов 20, как показано на фиг. 2В. Как показано на фиг. 2А, нагревательный элемент 20 содержит нагревательную дорожку 21, которая следует по круговому пути для значительного покрытия области 22 нагрева внутри плоскости

нагревательного элемента 20, и две удлиненные контактные ножки 23 для соединения нагревательного элемента 20 с источником питания. Нагревательный элемент 20 выполнен так, что когда контактные ножки 23 соединены с источником питания и через нагревательный элемент 20 проходит ток, то сопротивление в нагревательной дорожке 21 вызывает нагрев нагревательного элемента 20. Предпочтительно нагревательная дорожка 21 имеет такую форму, чтобы обеспечивать по существу равномерный нагрев по всей области 22 нагрева. В частности, нагревательная дорожка 21 имеет такую форму, что она не содержит острых углов и имеет однообразную толщину и ширину, при этом зазоры между соседними частями нагревательной дорожки по существу постоянны для минимизации усиленного нагрева в конкретных областях в пределах области 22 нагрева. Нагревательная дорожка 21 проходит по пути обмотки по области 22 нагрева и, в то же время, удовлетворяет вышеприведенным критериям. Нагревательная дорожка 21 в примере на фиг. 2А разделена на два параллельных пути 21а и 21b нагревательной дорожки, каждый из которых проходит по извилистому пути по области 22 нагрева. Ножки 23 нагревателя могут быть припаяны в точках 24 соединения для обеспечения возможности присоединения проводов для прикрепления нагревателя к печатной плате и источнику питания.

Существует несколько преимуществ в отношении нагревательного элемента 20, выполненного способом согласно настоящему изобретению, в сравнении с нагревательными элементами, выполненными традиционными способами, в которых металлический лист сначала наносят на электроизоляционную подложку и после травят с открытой стороны для обеспечения узора нагревателя, нанесенного на подложку. В частности, благодаря травлению с обеих плоских сторон 11, 12 металлического листа 10 может быть достигнута увеличенная точность в отношении ширины нагревательных дорожек 21. Это приводит в результате к увеличенной точности сопротивления вдоль нагревательных дорожек 21 (которое связано с толщиной) и, как следствие, к более равномерному обеспечению температуры в области 22 нагрева. Кроме того, поскольку металлический лист 10 травится независимо от электроизоляционной подложки, свойства электроизоляционной подложки не нужно принимать во внимание при выборе различных химических веществ, применяемых в процессе травления. В традиционном способе при первоначальном нанесении металлического листа на подложку перед травлением свойства электроизоляционной подложки могут ограничить выбор в конкретных применяемых этапах травления. Подобным образом, выбор материала для электроизоляционной защитной пленки может быть ограничен, поскольку он должен быть стойким к процессу травления. Таким образом, в способах из уровня техники электроизоляционный слой должен быть выбран так, чтобы противостоять химическим веществам, применяемым в

процессе травления, и он должен иметь соответствующую толщину, с тем чтобы он не разрушался существенно во время процесса травления. Очевидно, что при обеспечении увеличенной толщины электроизоляционного слоя эффективность теплопередачи ограничена из-за большего количества материала, окружающего нагревательный элемент 20. Благодаря травлению металлического листа 10 на отдельном этапе перед прикреплением к электроизоляционной защитной пленке может быть использована более тонкая электроизоляционная защитная пленка, так что конечный нагревательный элемент обеспечивает лучшую эффективность теплопередачи.

Как описано выше, одним из преимуществ настоящего метода является то, что он обеспечивает большую свободу конструирования в отношении выбора конкретной формы нагревательного элемента. На фиг. 2В изображен набор соединенных нагревательных элементов 20, которые могут быть изготовлены путем травления одного металлического листа 10. Конкретный набор нагревательных элементов, изображенный на фиг. 2В, содержит три полосы из шести нагревательных элементов 20, каждый из которых имеет опору внутри окружающей опорной рамы 41, причем эта композитная конструкция целиком вытравлена из одного металлического листа 10 с применением способа, изображенного на фиг. 1. Разумеется, способ не ограничен количеством или компоновкой нагревательных элементов 20 или конкретной формой опорной рамочной конструкции 41.

Благодаря травлению металлического листа с образованием совокупности соединенных нагревательных элементов 20 процесс сборки нагревательных элементов с получением конечного тонкопленочного нагревателя 100 может быть сильно упрощен и сделан более эффективным. Кроме того, свойства нагревательных элементов 20, выполненных вместе таким образом, могут быть более однородными. При ручной сборке нагревательные элементы могут просто высвободиться из опорной рамы путем разламывания или разрезания хрупких разламываемых соединительных частей листового материала нагревателя, которые соединяют нагревательные элементы 20 с соседними опорными стойками 42 рамы 41. Высвобожденные нагревательные элементы 20 могут затем просто быть прикреплены к соответствующим гибким электроизоляционным защитным пленкам.

Альтернативно, как будет описано ниже, набор 40 нагревательных элементов 20 может быть прикреплен вместе к одному общему куску защитной пленки 30 перед вырезанием из листа защитной пленки отдельных нагревательных элементов 20 и соответствующих участков защитной пленки, к которым они прикреплены. Это позволяет производить несколько тонкопленочных нагревателей 100 одновременно в упрощенном и эффективном процессе. Для содействия такому процессу опорные стойки 42 могут

содержать некоторое количество отверстий 43 для выравнивания, которые могут быть использованы для выравнивания набора нагревательных элементов 40 в производственном оборудовании для правильной ориентации относительно электроизоляционного слоя, к которому они прикреплены.

На фиг. 2В дополнительно изображено, как конкретная форма нагревательного элемента 20 может быть оптимизирована при изготовлении нагревательного элемента 20 с применением способа согласно настоящему изобретению. Например, ножки 23 нагревателя могут быть продлены так, чтобы в конечном собранном устройстве контактные ножки 23 нагревателя могли быть соединены непосредственно с печатной платой, устраняя потребность в паяных контактах 24, как показано на фиг. 2А, с последующим соединением ножек 23 нагревателя проводами с печатной платой. Причина этого в том, что размеры узора нагревательного элемента не ограничены размерами опорной пленки, на которую нанесен металлический лист, как в способах из уровня техники.

Как показано на фиг. 3А, вытравленный нагревательный элемент 20 затем крепят к гибкой электроизоляционной защитной пленке 30 с образованием тонкопленочного нагревателя 100. Подходящие материалы для гибкой защитной пленки 30 включают полиимид, фторполимеры, такие как политетрафторэтилен (PTFE), или полиэфирэфиркетон (PEEK), к которым нагревательный элемент 20 может быть прикреплен на одну поверхность тонкой пленки. Нагревательный элемент 20 прикрепляют с применением клея, например кремнийсодержащего клея, для приклеивания плоского нагревательного элемента к гибкой защитной пленке 30. Этот способ позволяет использовать более тонкие защитные пленки, поскольку они не подвергаются процессу травления. Например, может быть использована пленка из полиимида толщиной 25 микрон со слоем кремнийсодержащего клея толщиной 37 микрон, причем нагревательный элемент 20 приклеен к клеевому слою на полиимидной пленке. Подобным образом, способ согласно настоящему изобретению позволяет использовать альтернативные материалы защитной пленки, которые иначе бы разрушились во время процесса травления. Например, гибкий электроизоляционный защитный слой 30 может представлять собой PTFE или другие возможные термостойкие электроизоляционные полимерные материалы, как те, что были указаны выше.

Процесс прикрепления нагревательного элемента 20 к защитной пленке 30 посредством клея может быть достигнут несколькими разными способами. Сначала один нагревательный элемент 20 может быть просто помещен на клейкую сторону полиимидной пленки, как показано на фиг. 3А. Альтернативно, если нагревательные элементы 20 выполнены в виде компоновки 40, содержащей совокупность соединенных нагревательных

элементов 20, как показано на фиг. 2В, нагревательный элемент может быть индивидуально высвобожден из опорной рамы 41 перед прикреплением к полиимидной защитной пленке 30. Полученный в результате тонкопленочный нагреватель 100, показанный на фиг. 3А, может затем быть наложен на наружную поверхность нагревательной камеры путем оборачивания тонкопленочного нагревателя вокруг нагревательной камеры. Перед прикреплением к нагревательной камере тонкопленочный нагреватель 100 может храниться путем нанесения слоя 31 для высвобождения на поверхность защитной пленки 30, как показано на фиг. 3В, которая служит опорой для нагревательного элемента 20. Поскольку клеевой слой открыт на участках вокруг нагревательного элемента 20, слой для высвобождения может просто быть приклеен на этот слой кремнийсодержащего клея и нагреватель может храниться в этом состоянии.

На фиг. 4 показан способ прикрепления тонкопленочного нагревателя 100 к нагревательной камере 60 с применением второй гибкой пленки 50. Во-первых, при использовании разделительный слой 31 удаляют для открывания нагревательного элемента 20, который опирается на сторону с кремнийсодержащим клеем полиимидной защитной пленки 30. Вторую гибкую пленку 50 располагают так, чтобы заключить область 22 нагрева нагревательного элемента между защитной пленкой 30 и второй пленкой 50, одновременно оставляя ножки 23 нагревателя открытыми для соединения с источником питания. В этом примере вторая гибкая пленка 50 представляет собой термоусадочный материал, который позволяет тонкопленочному нагревателю 100 быть крепко и надежно прикрепленным к наружной поверхности трубчатой нагревательной камеры 60. В частности, термоусадочная пленка 50 содержит термоусадочную ленту, которая предпочтительно усаживается в одном направлении, такую как термоусадочная полиимидная лента (например 208х, изготовленная компанией Dunstone). Благодаря обертыванию слоя предпочтительной термоусадочной ленты вокруг тонкопленочного нагревателя 100 для фиксации его на нагревательной камере в направлении предпочтительной термоусадки, выровненном с направлением обертывания, при нагреве термоусадочный слой сжимается, чтобы удерживать тонкопленочный нагреватель плотно прижатым к нагревательной камере 60.

В примере на фиг. 4 термоусадочная пленка 50 расположена поверх области 22 нагрева нагревательного элемента 20 на поверхности тонкопленочного нагревателя 100. Термоусадочная пленка 50 выходит за пределы области гибкой электроизоляционной защитной пленки 30 в направлении 51, соответствующем направлению, в котором нагревательный узел 100 обернут вокруг гильзы 60 нагревателя (а также предпочтительном направлении усадки термоусадочной пленки 50). В частности, термоусадочная пленка 50 выходит за пределы защитной пленки 30 и поддерживаемого нагревательного элемента 20

в направлении 51, приблизительно перпендикулярном направлению, в котором контактные ножки 23 нагревательного элемента проходят из области 22 нагрева. Это соответствует направлению 51 обертывания таким образом, что при обертывании вокруг нагревательной камеры 60 область нагрева выровнена надлежащим образом для прохождения по окружности нагревательной камеры, в то время как выступающую часть термоусадочной пленки 50 обертывают по окружности камеры 60 второй раз для покрытия области 22 нагрева.

Термоусадочная пленка 50 предпочтительно проходит в основном в направлении 51, перпендикулярном контактным ножкам нагревателя в направлении обертывания, так чтобы часть обертывания могла проходить по окружности нагревательной камеры, когда тонкопленочный нагреватель 100 обернут вокруг нагревательной камеры 60. Клей на полиимидной защитной пленке 30 может влиять на сжатие термоусадочной пленки при нагреве в областях, в которых термоусадочная пленка входит в контакт с клеем и, следовательно, необходимо обеспечить достаточный выступающий участок 51 без слоя клея, который может быть обернут вокруг нагревательной камеры для обеспечения того, что тонкая пленка 100 надежно и плотно прикреплена к нагревательной камере после термоусадки.

Термоусадочная пленка 50 также предпочтительно проходит вверх (в направлении, соответствующем продолговатой оси нагревательной камеры 60) за пределы нагревательного элемента 20 в направлении 52, противоположном направлению прохождения контактных ножек нагревателя. Путем измерения этого расстояния в направлении 52, в котором термоусадочная пленка проходит над областью 22 нагрева, область 22 нагрева может быть правильно выровнена по высоте вдоль длины нагревательной камеры 60 в соответствии с требованиями. В частности, благодаря обеспечению того, что длина, на которую термоусадочная пленка выступает в направлении 52, является правильной, и выравниванию этого верхнего края выступающей вверх части термоусадочной пленки с верхним краем 62 нагревательной камеры область 22 нагрева может быть надежно размещена в правильной точке вдоль длины нагревательной камеры 60 во время сборки нагревателя 110.

Как показано на фиг. 4В, датчик температуры, называемый для примера далее терморезистором 61, может быть введен между полиимидной защитной пленкой 30 и термоусадочным слоем 50. Терморезистор 61 предпочтительно прикрепляют рядом с нагревательной дорожкой 21 на слое кремнийсодержащего клея защитной пленки 30. Нагревательная дорожка 21 может быть вытравлена в виде некоторого узора, так чтобы путь, который проходит нагревательная дорожка, оставлял участок области 22v нагрева

свободным, так чтобы на эту область мог быть нанесен терморезистор 61 в непосредственной близости от нагревательного элемента 20. В этом иллюстративном способе термоусадочная пленка 50 может быть расположена так, чтобы оставлять свободный краевой участок 32 защитной пленки 30 рядом с областью 20 нагрева. Этот свободный участок 32 защитной пленки может быть на стороне области 20 нагрева, противоположной выступающей части 51 обертывания термоусадочного материала 50. Затем эту часть 32 клейкого края можно загнуть для закрепления термоусадочного слоя 50 и заключенного терморезистора 61 на защитной пленке 30.

Предварительного прикрепления тонкопленочного нагревательного узла 100 к наружной поверхности нагревательной камеры 60 можно достичь несколькими разными способами. В способе, изображенном на фиг. 4, куски клейкой ленты 55 крепят к каждой стороне тонкопленочной нагревательной узла 100 (на каждом дальнем краю термоусадочной пленки 50 в направлении обертывания). Затем, как показано на фиг. 4D, тонкопленочный нагревательный узел 100 крепят к нагревательной камере 60 куском липкой ленты 55a, расположенной смежно с терморезистором 61, причем электроизоляционная защитная пленка 30 входит в контакт с наружной поверхностью нагревательной камеры 60, а термоусадочная пленка 50 обращена наружу. Область 20 нагрева располагают посредством выравнивания верхней стороны выступающей части 52 выравнивания электроизоляционной пленки с верхним краем нагревательной камеры 60. Терморезистор 61, удерживаемый между термоусадочной пленкой 60 и защитной пленкой 30, может быть выровнен так, чтобы он был расположен внутри углубления, обеспеченного на наружной поверхности нагревательной камеры 60. По окружности нагревательной камеры 60 могут быть предусмотрены продолговатые углубления, которые выступают во внутренний объем, для улучшения теплопередачи на расходную часть во время использования в устройстве. Благодаря обеспечению терморезистора 61 так, что он лежит внутри такого углубления, получают более точное считывание внутренней температуры нагревательной камеры.

Затем тонкопленочный нагревательный узел 100 оборачивают по окружности нагревательной камеры 60 так, что область 20 нагрева находится вокруг всей окружности нагревательной камеры 60. Выступающую часть 51 термоусадочной пленки 50 оборачивают вокруг нагревательной камеры 60 для покрытия нагревательного элемента 20 дополнительным слоем на его наружной поверхности. Затем выступающую часть 51 обертывания термоусадочного материала 50 прикрепляют с использованием соответствующей прикрепленной части липкой ленты 55b. Затем обернутый нагревательный узел 110, показанный на фиг. 4E, нагревают для термоусадки

тонкопленочного нагревателя на наружную поверхность нагревательной камеры 60. Наконец, электроизоляционная тонкая пленка 56, например полиимидная пленка, может быть нанесена вокруг наружной поверхности нагревательного узла 110 для образования одного или нескольких дополнительных электроизоляционных слоев. Пленка может содержать внутренний слой клея (например кремнийсодержащего клея) для удерживания обернутой пленки на месте.

Способ согласно фиг. 4, таким образом, обеспечивает особенно эффективный способ, в котором термоусадочная пленка обеспечивает ряд функций, а именно герметизации нагревательного элемента, прилегающего к защитной пленке 30, обеспечения элементов для выравнивания с целью обеспечения возможности выравнивания нагревательного элемента 20 относительно нагревательной камеры 60 и обеспечения средств крепления нагревательного узла 100 к нагревательной камере 60. В других примерах термоусадочная пленка 50 может быть прикреплена иными способами. Например, нагревательный элемент 20 может сначала быть загерметизирован второй электроизоляционной пленкой с образованием герметичного диэлектрического оберточного слоя, содержащего нагревательный элемент 20. Этот узел затем может быть скреплен термоусадочной пленкой путем оборачивания термоусадочной пленки поверх узла тонкопленочного нагревателя с по меньшей мере частичным перекрытием с ним и прикреплением его к камере 60. В этом случае, поскольку нагревательный элемент 20 уже загерметизирован между двумя электроизоляционными пленками, термоусадочная пленка не должна закрывать область 22 нагрева, как показано на фиг. 4. Например, край термоусадочной пленки 50 может быть прикреплен к краю загерметизированного тонкопленочного нагревателя и затем использован для приматывания его к нагревательной камере 60. Термоусадочная пленка 50 может быть свернута в форме спирали; могут быть использованы несколько кусков термоусадочной пленки, например для прикрепления только краев тонкопленочного нагревателя к нагревательной камере 60; или это может быть термоусадочная трубка, надетая поверх нагревательной камеры 60 и тонкопленочного нагревателя перед термоусадкой.

На фиг. 5 изображен альтернативный способ сборки тонкопленочного нагревателя 100 с применением набора 40 соединенных нагревательных элементов, как показано на фиг. 2В. В способе, изображенном на фиг. 5, используют набор 40 нагревательных элементов, вытравленных из одного металлического листа, как описано выше, для упрощения производственного процесса и увеличения числа тонкопленочных нагревателей, которые могут быть произведены за данное время. Набор 40 содержит совокупность соединенных нагревательных элементов 20, подвешенных внутри опорной рамы 40, содержащей

удлиненные стойки 42. Набор 40 помещают на одну общую полосу защитной пленки 30 из полиимида/кремнийсодержащего клея достаточной длины, чтобы она служила опорой ряду из нескольких нагревательных элементов. Подобным образом, могут быть использованы другие электроизоляционные материалы, такие как фторполимерные пленки или пленки из РЕЕК. Может быть применен вакуумный держатель для точного удержания полиимидной ленты 30 стороной с кремнийсодержащим клеем вверх. Набор 40 нагревательных элементов 20 из вытравленного металла может затем быть помещен на поверхность с кремнийсодержащим клеем защитной пленки 30. Отверстия 43 в металлических опорных стойках 42 могут использоваться для помощи в точном выравнивании набора нагревательных элементов 20 на защитной пленке 30.

Далее, полосы 31 высвобождаемого при отслаивании материала (например полиэфира) наносят вдоль каждого бокового края полосы 30 защитной пленки. Эти высвобождаемые при отслаивании полосы могут отслаиваться при сборке тонкопленочного нагревателя для открытия клейкого слоя ленты из полиимида/кремнийсодержащего клея и, таким образом, заменять куски клейкой ленты 55 из способа по фиг. 4. Полосы 31 высвобождаемого при отслаивании материала могут быть выровнены с опорными стойками 42 металлической рамы для способствования выравниванию. Например, они могут иметь отверстия, соответствующие таковым в опорных стойках 42, которые могут быть выровнены с использованием штырей, обеспеченных на выравнивающем монтажном элементе, таком как вакуумный держатель.

Затем может быть нанесен второй слой 33 пленки из полиимида/кремнийсодержащего клея, который будет представлять собой верхнюю поверхность узла для герметизации области нагрева одного или нескольких нагревательных элементов между двумя слоями полиимидной ленты. Предпочтительно, как показано на фиг. 5, наносят вторую полосу 33 ленты из полиимида/кремнийсодержащего клея для закрывания областей нагрева двух нагревательных элементов, оставляя контактные ножки 23 открытыми на верхней поверхности первого куска 30 защитной пленки. Два куска 30, 33 пленки из полиимида/кремнийсодержащего клея могут затем быть прижаты вакуумом для герметизации областей 22 нагрева соседних нагревательных элементов 20 между двумя кусками 30, 33 электроизоляционной пленки. Опорные стойки 42 затем удаляют с нагревательных элементов 20 (опорная рама 40 может быть удалена до или после герметизации нагревательных элементов 20) путем разламывания разламываемых частей 44, которые соединяют нагревательные элементы 20 с опорными стойками 42. Наконец, отдельные загерметизированные нагреватели высекаются штампом, как показано пунктирной линией 34, для высвобождения отдельных загерметизированных

нагревательных элементов 20. Таким образом, каждый отдельный загерметизированный нагревательный элемент содержит два куса высвобождаемой ленты 31a, 31b, которые могут быть удалены с краев защитной пленки для открывания клейкой поверхности пленки 33 из полиимида/кремнийсодержащего клея, чтобы обеспечить прикрепление к нагревательной камере 60. Таким образом, способ не требует крепления дополнительных кусков клейкой ленты 55 к защитной пленке 30 для первоначального прикрепления узла 100 нагревательного элемента к нагревательной камере 60.

Загерметизированный отдельный нагревательный элемент также имеет контактные ножки 23, открытые для простоты соединения с блоком питания и печатной платой. После высвобождения отдельных загерметизированных нагревательных элементов они могут быть прикреплены к нагревательной камере с применением полосок термоусадочной пленки 50. Этот способ, таким образом, отличается от способа, показанного на фиг. 4, тем что нагревательные элементы 20 загерметизированы оберточными слоями полиимидной защитной пленки на обеих сторонах, тогда как узел на фиг. 4 имеет только один слой пленки из полиимида/кремнийсодержащего клея, на который крепят нагревательный элемент перед нанесением термоусадочной пленки. В случае способа, показанного на фиг. 5, как следствие, термоусадочная пленка не должна герметизировать тонкопленочный нагреватель, а используется только для целей крепления, так что термоусадочная пленка может нанесена любым способом для прикрепления тонкопленочного нагревателя к нагревательной камере 60. Способ согласно фиг. 5 достижим, поскольку способ согласно настоящему изобретению, который включает травление металлического листа независимо от защитной пленки, позволяет вытравливать более сложные и масштабные конструкции, так что могут быть использованы наборы нагревательных элементов 40, как показано на фиг. 5.

Нагревательный узел 110, содержащий тонкопленочный нагреватель 100, изготовленный согласно способу настоящего изобретения, обернутый вокруг наружной поверхности нагревательной камеры 60, может быть использован в ряде разных применений. На фиг. 6 показано применение тонкопленочного нагревателя 100, собранного согласно способу настоящего изобретения, примененного в устройстве 200, генерирующем аэрозоль, с нагревом без горения. Такое устройство 200 управляемым образом нагревает расходную часть 210, генерирующую аэрозоль, в нагревательной камере 60 для генерирования пара для вдыхания без сжигания материала расходной части. На фиг. 6 изображена расходная часть 210, размещенная в нагревательной камере 60 устройства 200. Нагревательный узел 110 устройства 200 содержит по существу цилиндрическую

теплопроводную камеру 60 с тонкопленочным нагревателем 100 согласно настоящему изобретению, обернутым вокруг наружной поверхности.

Поскольку в тонкопленочном нагревателе 100 согласно настоящему изобретению используется материал уменьшенной толщины, передача тепла на нагревательную камеру гораздо более эффективна, чем в известных устройствах. В частности, поскольку независимое травление нагревательного элемента 20 обеспечивает больший выбор в плане толщины и материалов защитной пленки 30, могут быть использованы защитные пленки 30 с уменьшенной теплоемкостью для улучшения теплопередачи на расходную часть 210 внутри нагревательной камеры 60, тем самым улучшая характеристики устройства. Кроме того, поскольку способ согласно настоящему изобретению использует травление с обеих сторон металлического нагревательного листа, нагревательный элемент может быть изготовлен с гораздо большей точностью в том отношении, что ширина и толщина нагревательных дорожек 21 одинаковы в пределах области 22 нагрева нагревательного элемента 20. Это приводит в результате к более равномерному нагреву нагревательной камеры, что приводит в результате к более точному нагреву всего предполагаемого объема расходной части 210 до требуемой температуры для создания пара. Кроме того, благодаря тому, что способ обеспечивает большую свободу конструирования в отношении конкретной формы нагревательного элемента 20, может быть изготовлен нагревательный элемент 20 с удлиненными контактными ножками 23. Таким образом, как изображено на фиг. 6, контактные ножки 23 могут проходить непосредственно к печатной плате 201, где может быть выполнено их соединение. Это уменьшает необходимое число производственных этапов и число компонентов, поскольку больше не нужны дополнительные провода, которые нужно припаивать между контактными ножками 23 и печатной платой 201. Это делает устройство более отказоустойчивым и более прочным. Тонкопленочный нагреватель, изготовленный в соответствии со способом согласно настоящему изобретению, как следствие, обеспечивает ряд улучшений в отношении рабочих характеристик при реализации в устройстве, например устройстве, генерирующем аэрозоль.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления тонкопленочного нагревателя, включающий:
 травление металлического листа с двух противоположных сторон для обеспечения плоского нагревательного элемента; и
 прикрепление нагревательного элемента к гибкой электроизоляционной защитной пленке.
2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что этап травления включает фототравление металлического листа.
3. Способ по п. 1 или п. 2, отличающийся тем, что нагревательный элемент прикрепляют к поверхности гибкой электроизоляционной защитной пленки с применением клея.
4. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что этап травления включает травление металлического листа с обеспечением двух или более соединенных нагревательных элементов.
5. Способ по п. 4, отличающийся тем, что этап травления включает травление металлического листа с обеспечением двух или более соединенных нагревательных элементов, подвешенных внутри опорной рамы.
6. Способ по п. 4 или п. 5, отличающийся тем, что дополнительно включает:
 отсоединение каждого нагревательного элемента и прикрепление каждого нагревательного элемента к соответствующему куску гибкой электроизоляционной защитной пленки.
7. Способ по п. 4 или п. 5, отличающийся тем, что дополнительно включает:
 прикрепление соединенных нагревательных элементов к общей гибкой электроизоляционной защитной пленке;
 разрезание общей гибкой электроизоляционной защитной пленки между нагревательными элементами для обеспечения нескольких узлов, содержащих единственный нагревательный элемент, прикрепленный к гибкой защитной пленке.

8. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что этап травления включает травление металлического листа с образованием плоского нагревательного элемента, содержащего:

нагревательную дорожку, которая следует по круговому пути, покрывая область нагрева внутри плоскости нагревательного элемента; и

две удлиненные контактные ножки для подключения к источнику питания.

9. Способ по п. 8, отличающийся тем, что длина контактных ножек по существу равна размерам области нагрева или превышает их.

10. Способ по п. 8 или п. 9, отличающийся тем, что дополнительно включает:

прикрепление второго слоя гибкой пленки таким образом, чтобы заключить нагревательную дорожку между защитной пленкой и вторым слоем гибкой пленки.

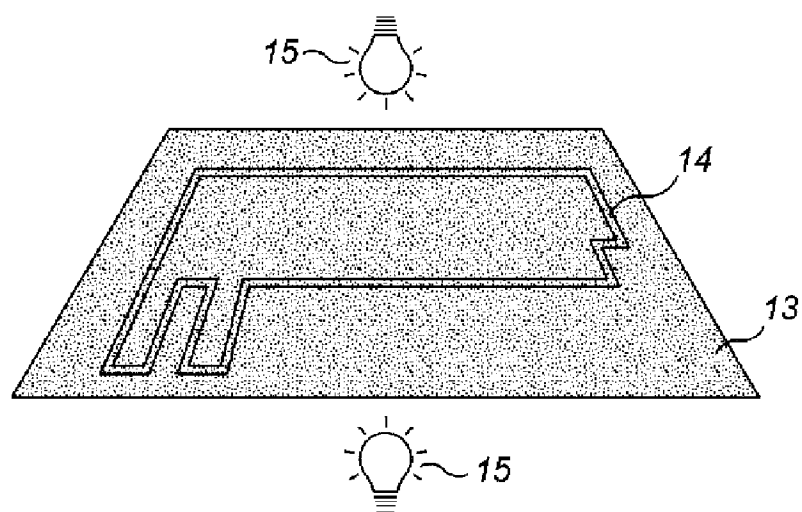
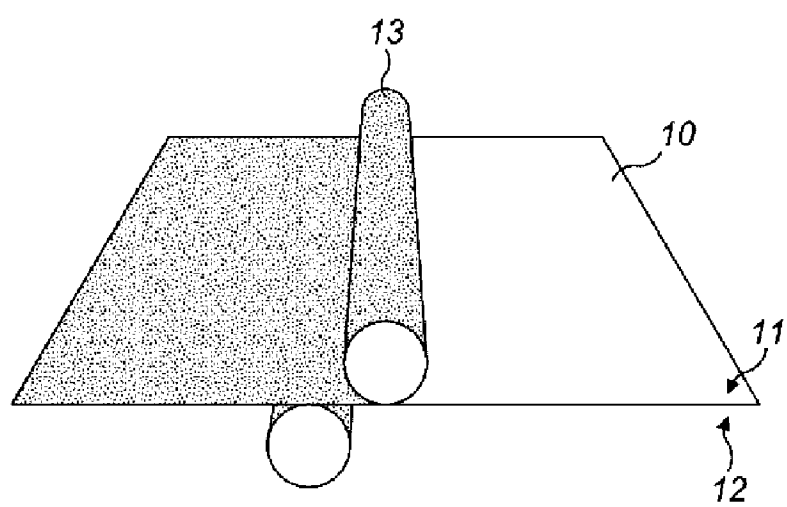
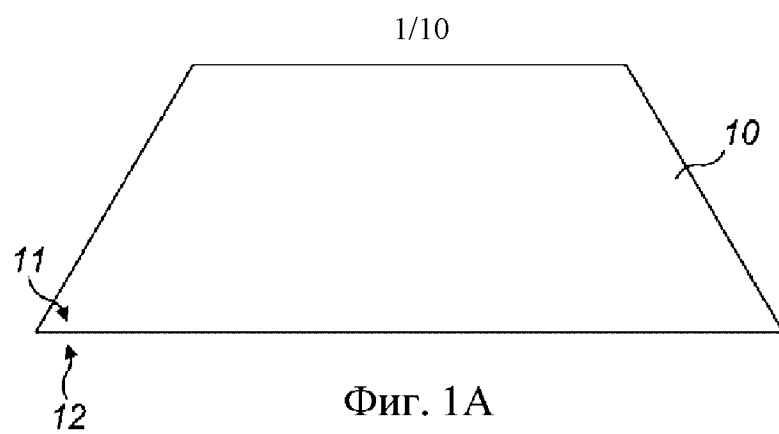
11. Способ по п. 10, отличающийся тем, что второй слой гибкой пленки содержит термоусадочный материал.

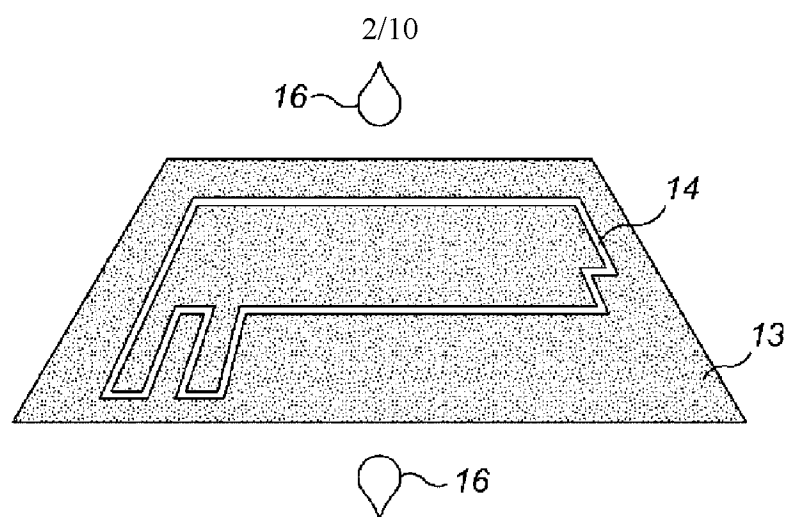
12. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что гибкая электроизоляционная защитная пленка содержит полиимид.

13. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что гибкая электроизоляционная защитная пленка содержит PTFE.

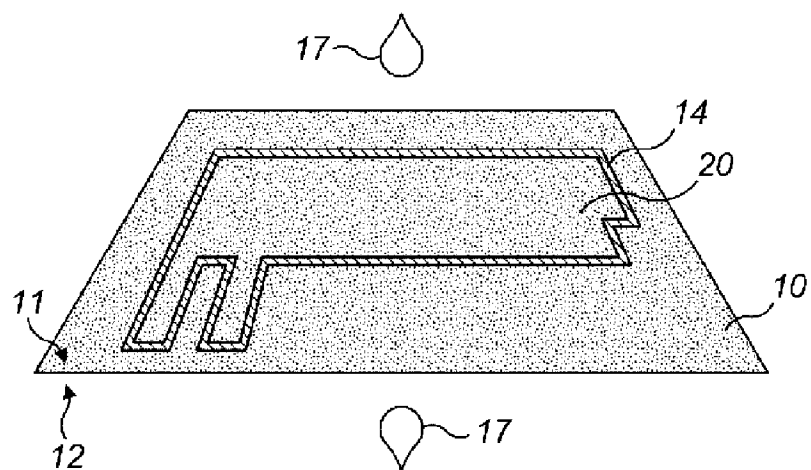
14. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что гибкая электроизоляционная защитная пленка имеет толщину менее 50 мкм.

15. Тонкопленочный нагреватель, изготовленный с помощью способа по любому из предыдущих пунктов.

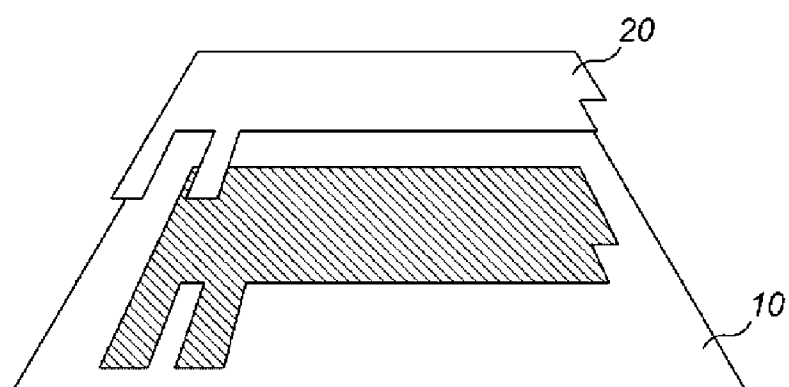




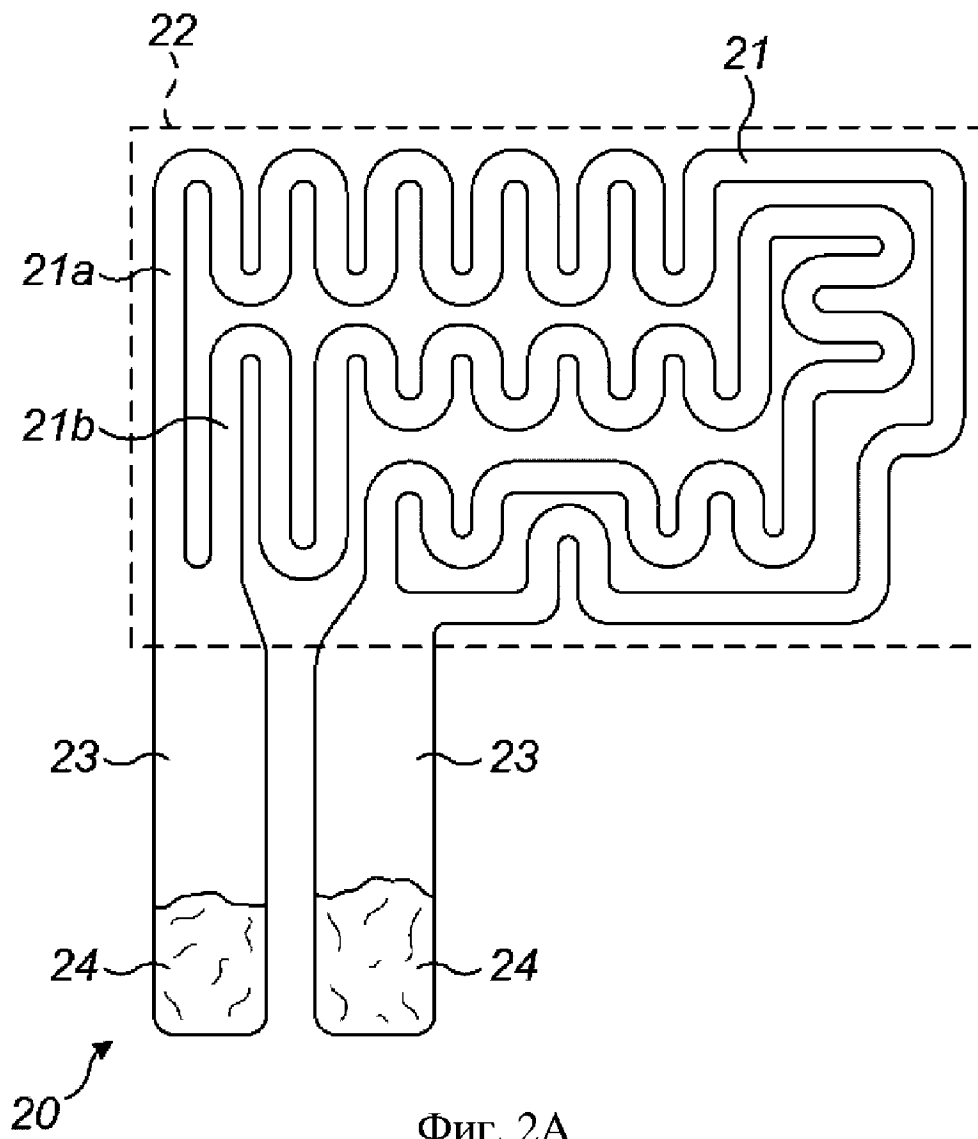
Фиг. 1D

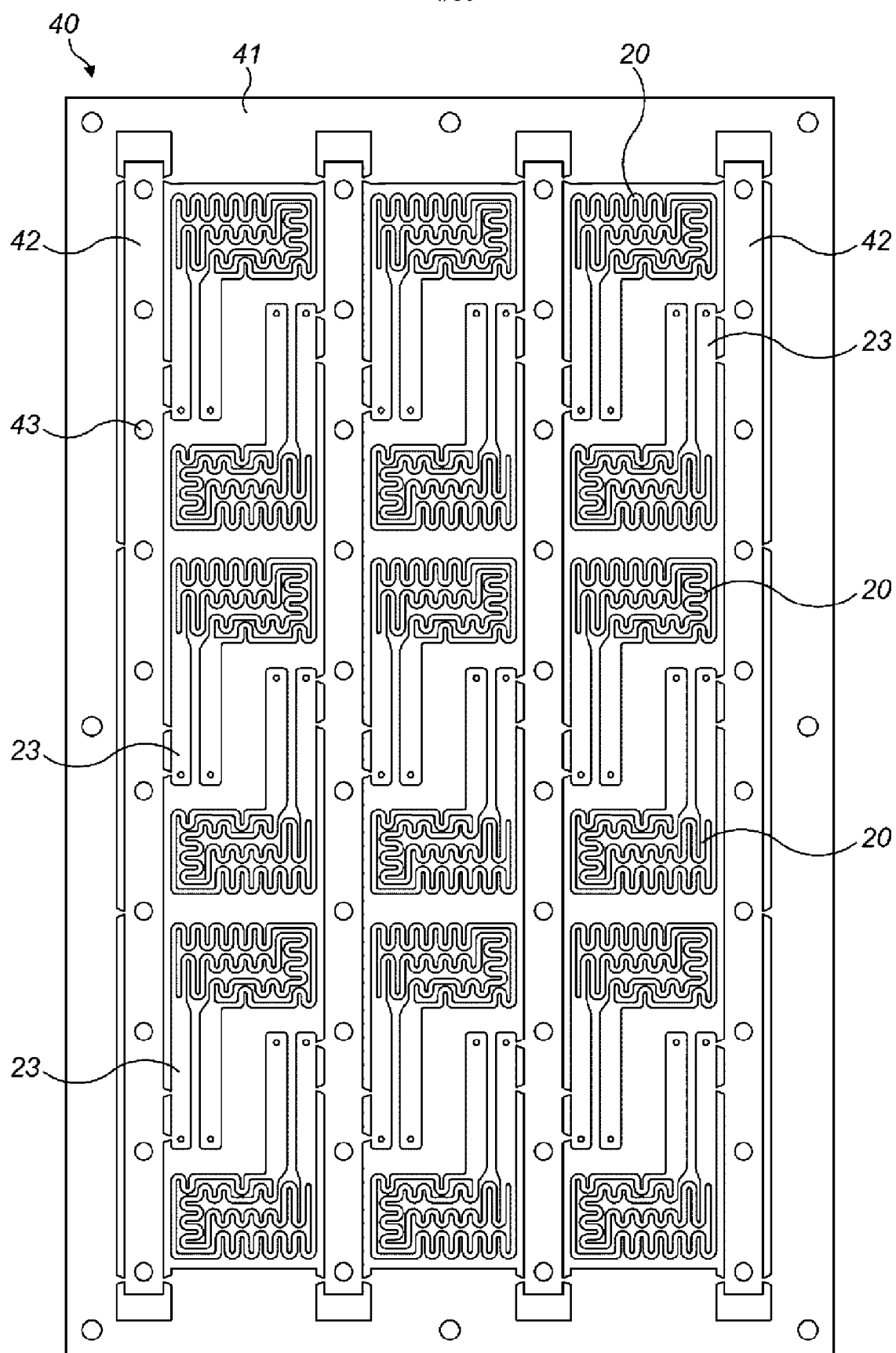


Фиг. 1E

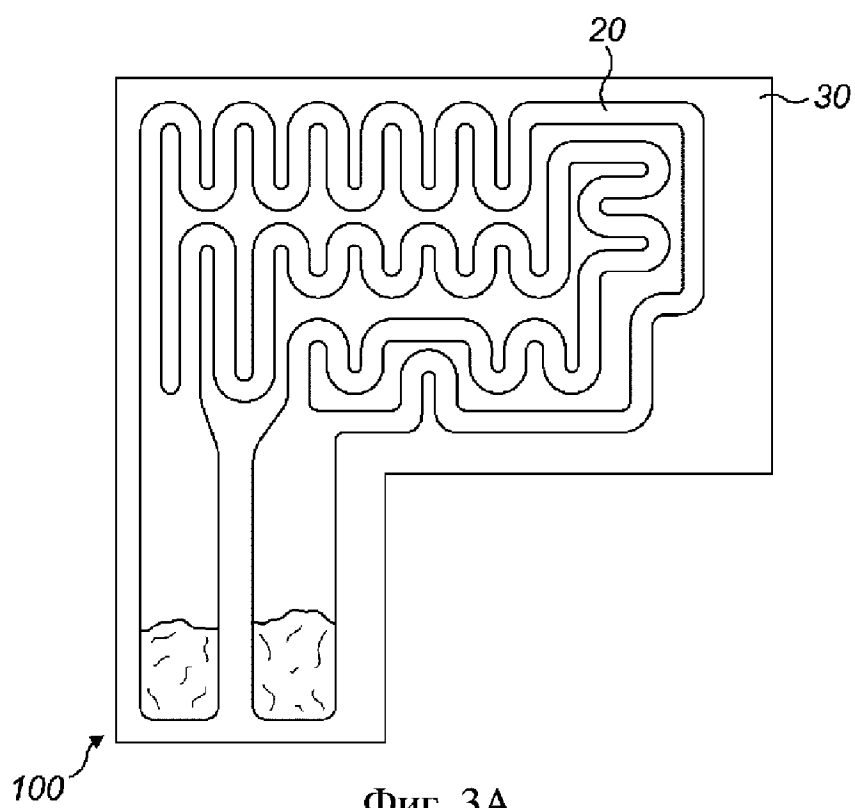


Фиг. 1F

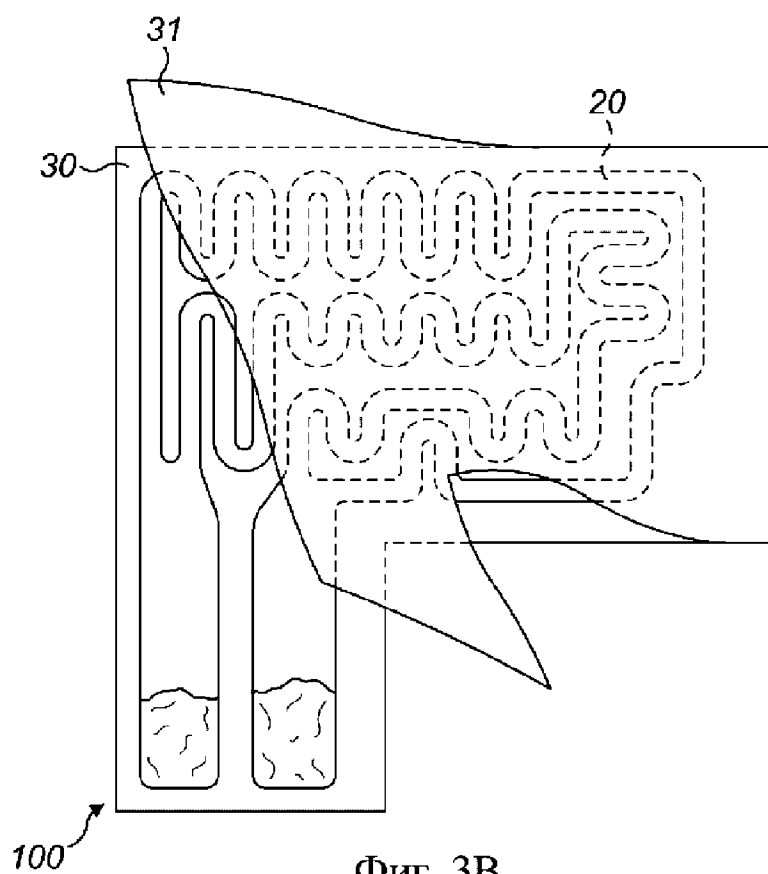




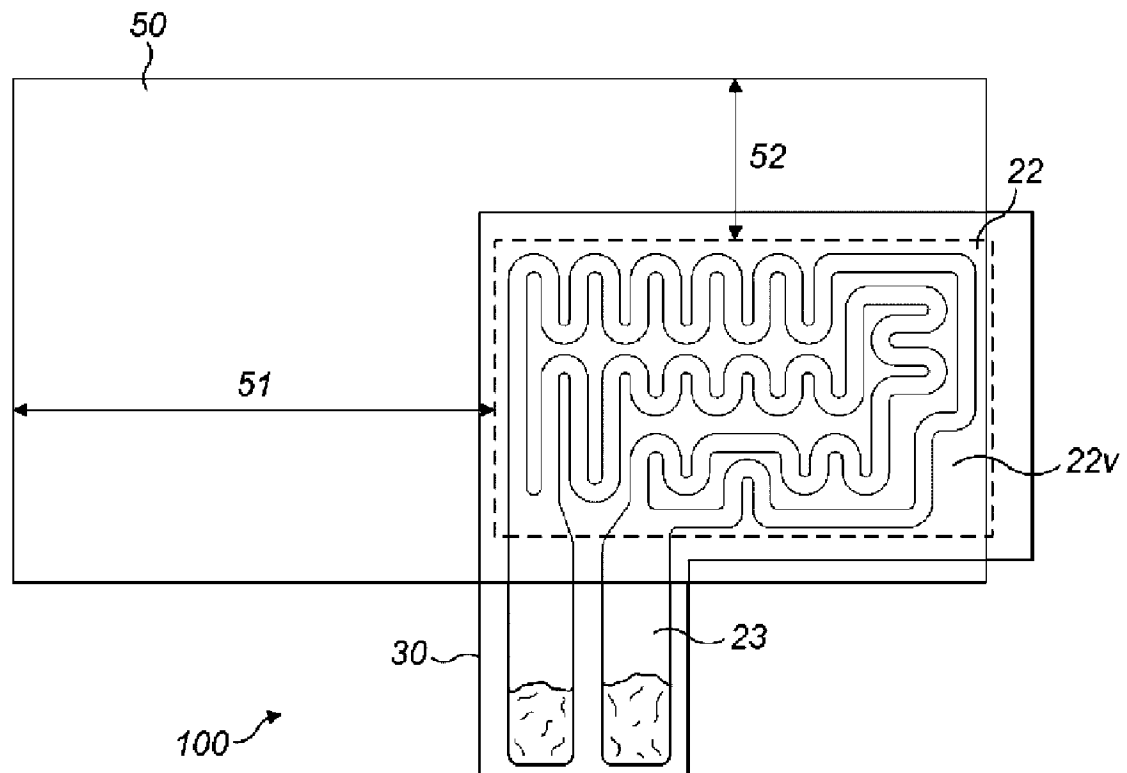
Фиг. 2В



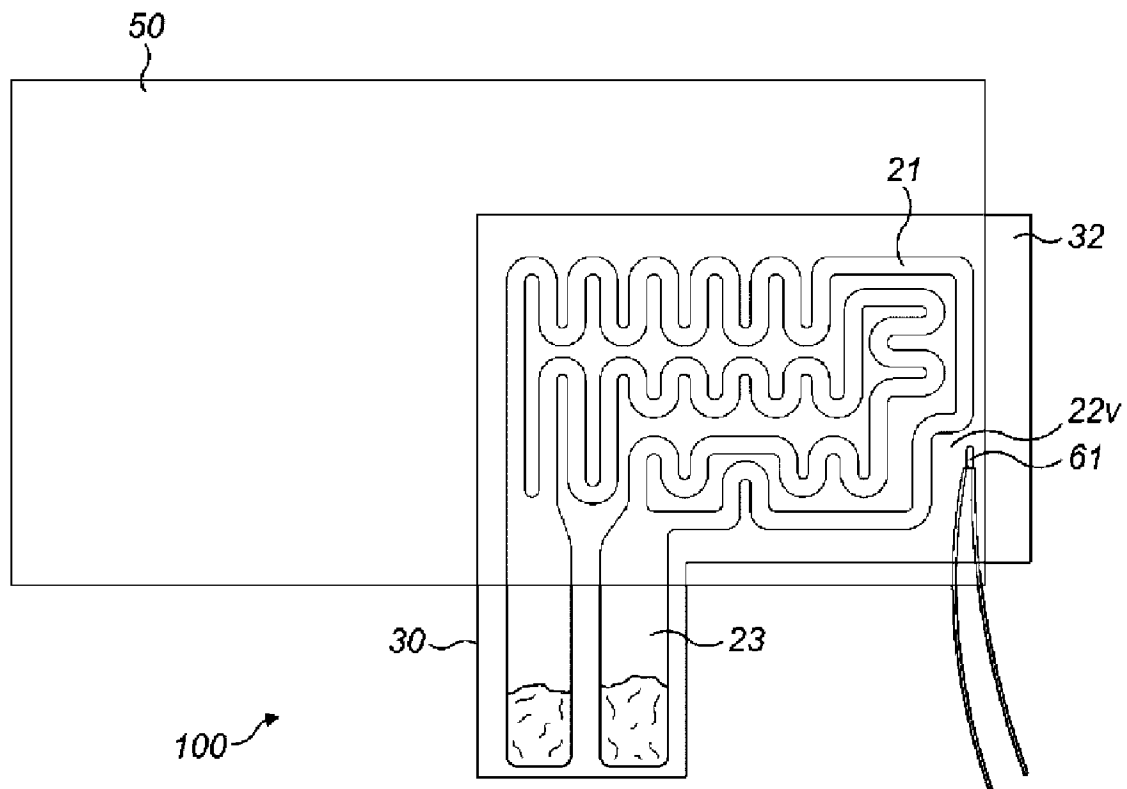
Фиг. 3А



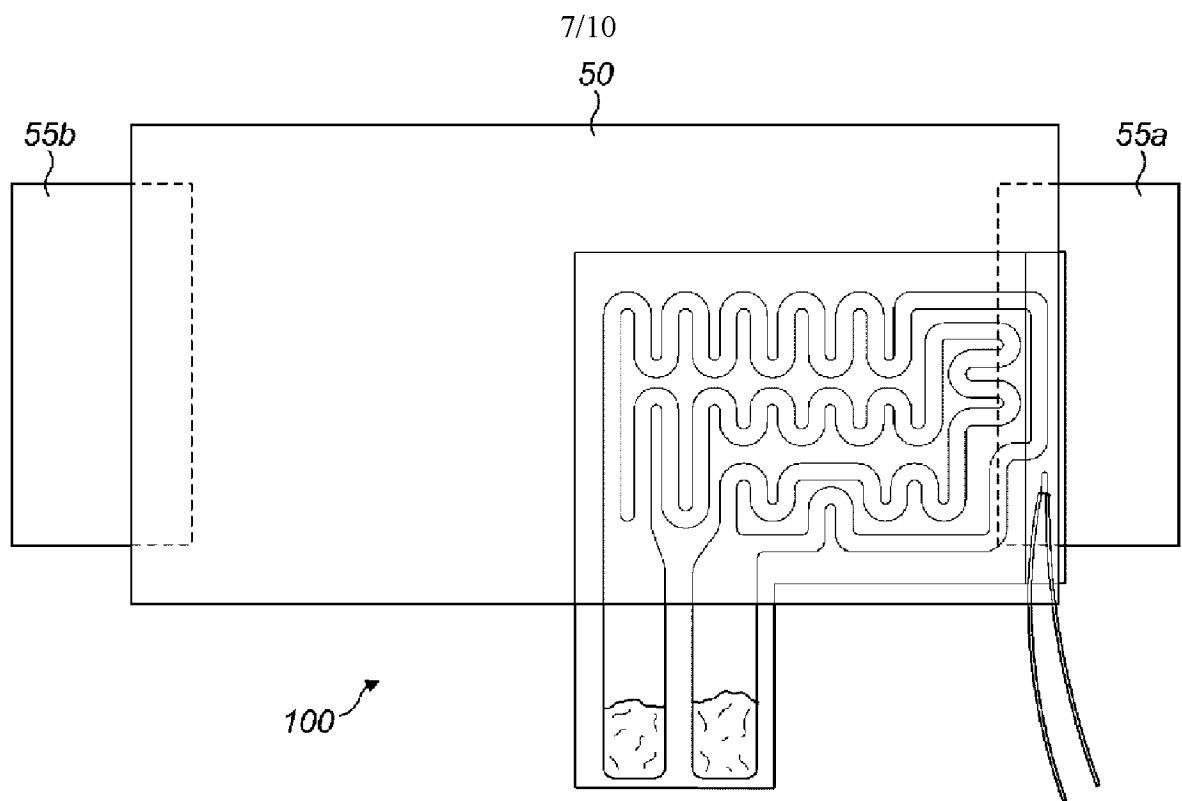
Фиг. 3В



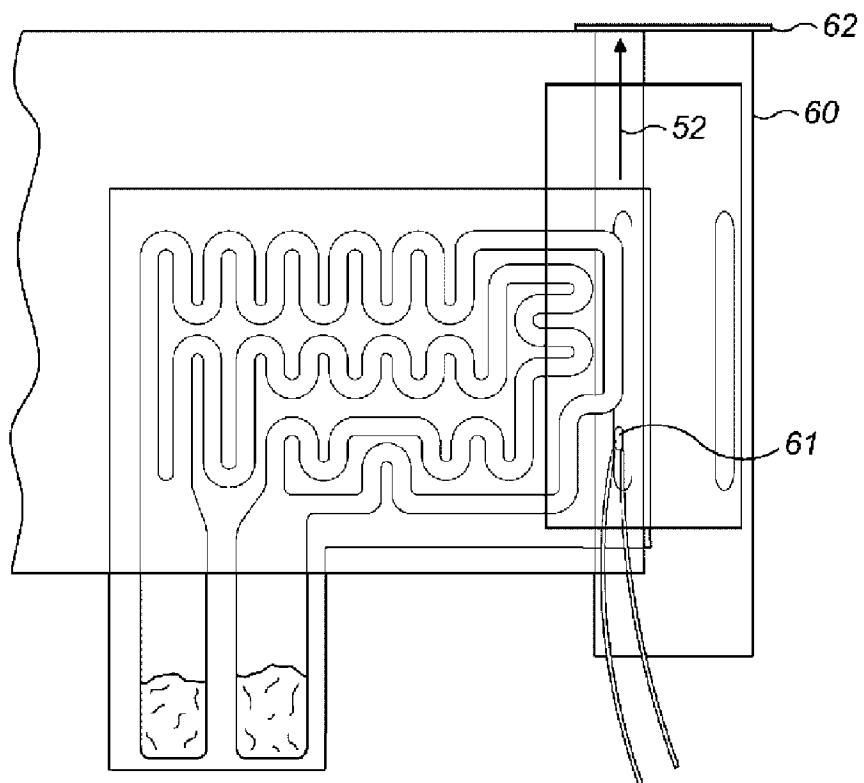
Фиг. 4А



ФИГ. 4В

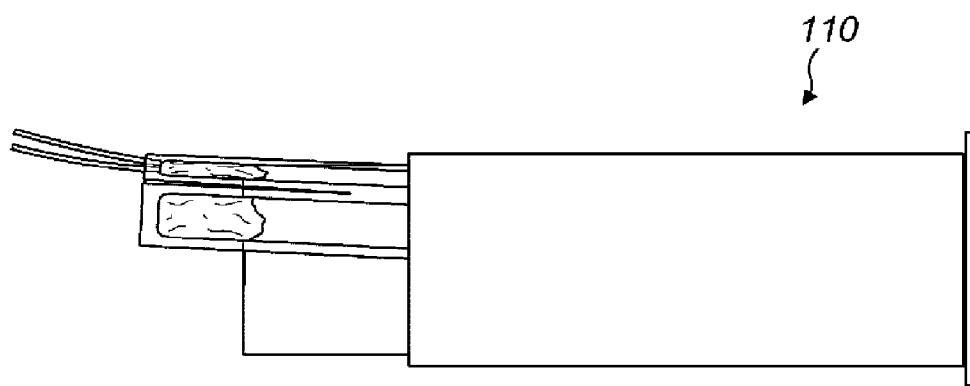


Фиг. 4С

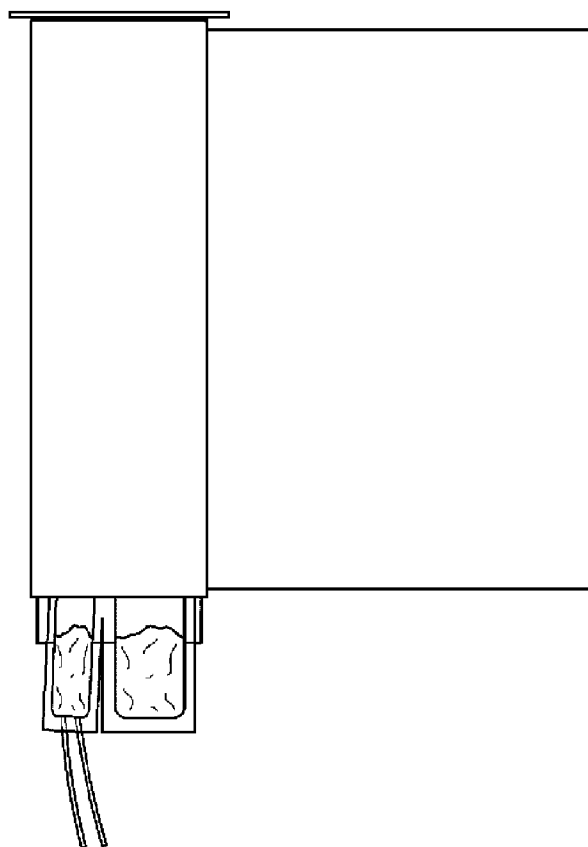


Фиг. 4D

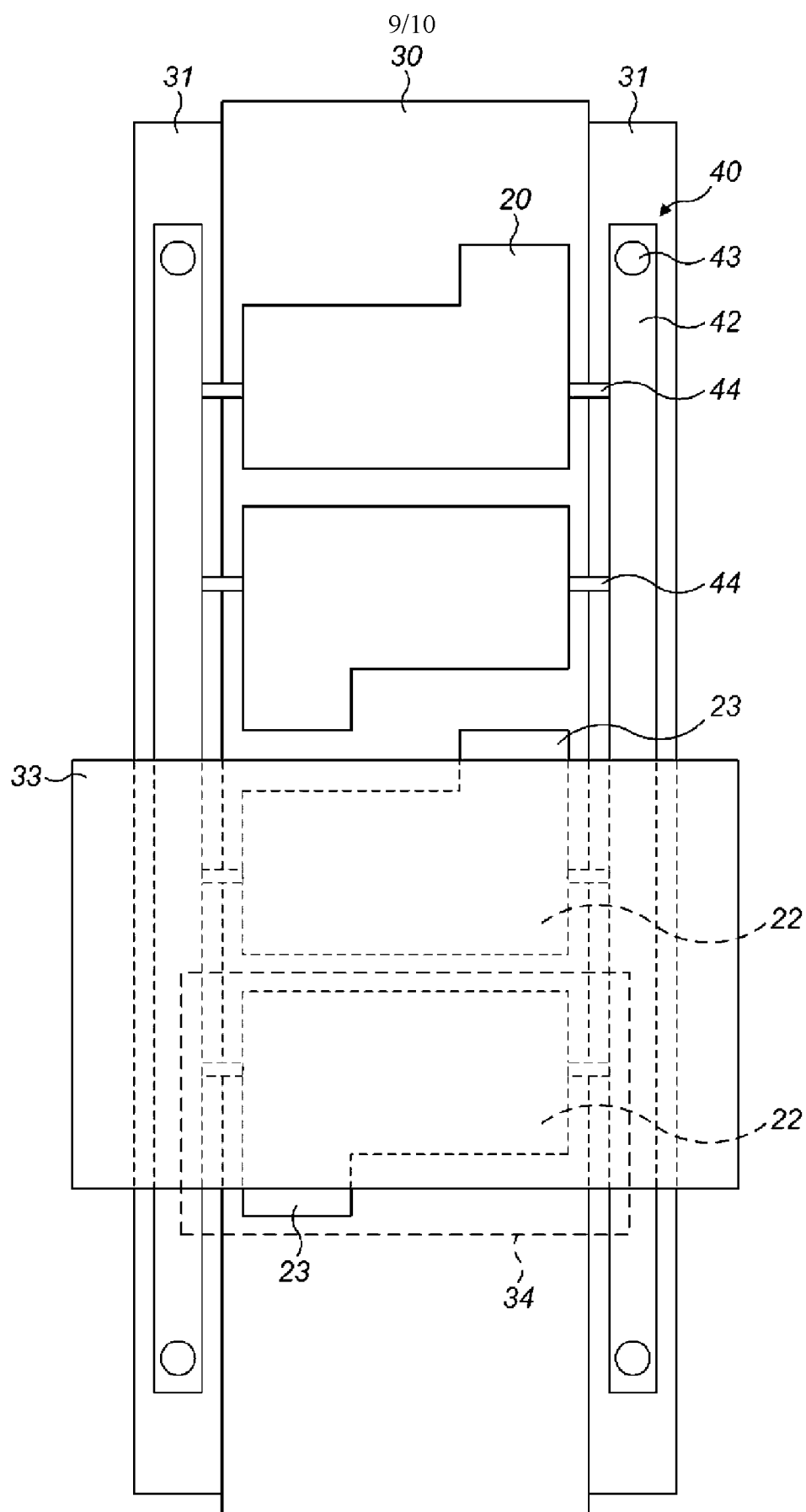
8/10



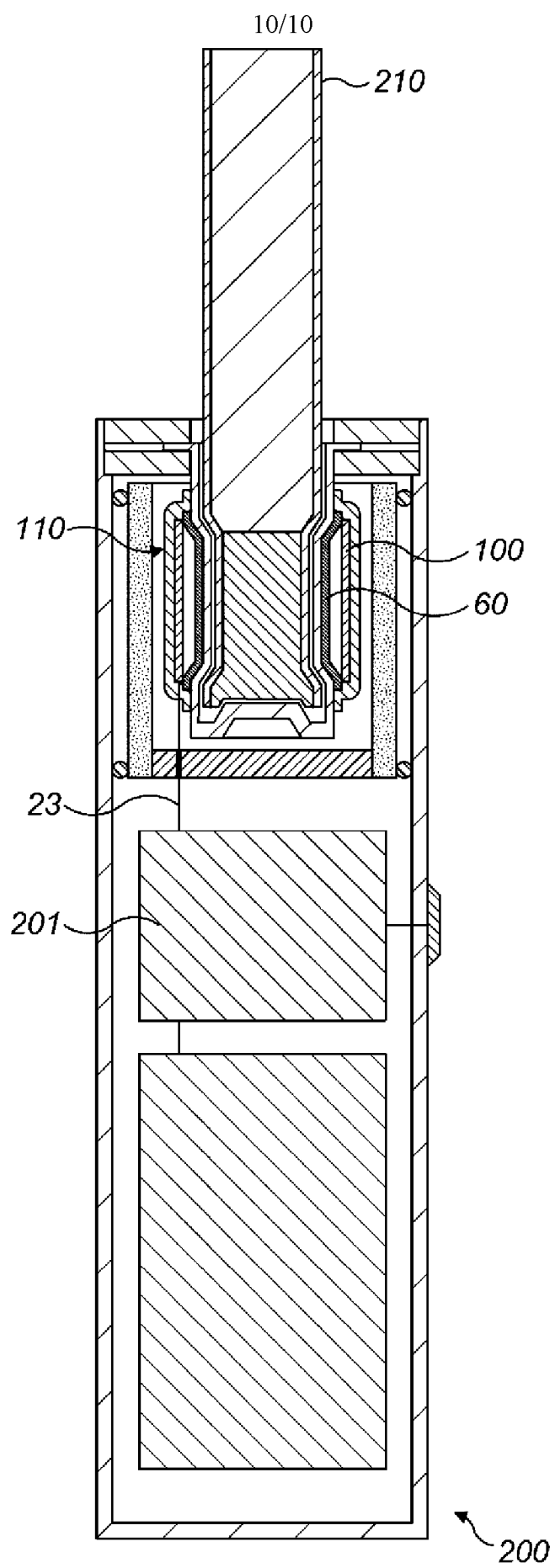
Фиг. 4Е



Фиг. 4F



Фиг. 5



Фиг. 6