



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
B41J 2/05 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016102322, 26.01.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.01.2016

Дата регистрации:  
21.02.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
27.01.2015 JP 2015-013197;  
30.11.2015 JP 2015-233689

(43) Дата публикации заявки: 01.08.2017 Бюл. № 22

(45) Опубликовано: 21.02.2018 Бюл. № 6

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Большая Спасская, д. 25,  
строение 3, ООО "Юридическая фирма  
Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):

КАСАИ, Рио (JP),  
ХИРАЯМА, Нобуюки (JP),  
САКУРАИ, Масатака (JP),  
УМЕДА, Кенго (JP),  
ЯМАТО, Хиденори (JP),  
ТАКАГИ, Макото (JP),  
ГОДЕН, Тацухито (JP),  
САКУМА, Садайоси (JP),  
СУДЗУКИ, Нобуюки (JP),  
ЭТО, Тору (JP)

(73) Патентообладатель(и):

КЭНОН КАБУСИКИ КАЙСЯ (JP)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 2010245486 A1, 30.09.2010. US  
5774147 A, 30.06.1998. US 2010149280 A1,  
17.06.2010. EP 0924080 A2, 23.06.1999.

## (54) ЭЛЕМЕНТНАЯ ПОДЛОЖКА И ГОЛОВКА ДЛЯ ВЫБРОСА ЖИДКОСТИ

(57) Реферат:

Элементная подложка головки для выброса жидкости включает в себя: материал основания; изолирующую пленку, расположенную на материале основания; резистивный нагревательный элемент для формирования тепловой энергии для выброса жидкости; защитную пленку для покрытия резистивного нагревательного элемента; первый слой электрических проводников, размещенный в изолирующей пленке, для подачи тока к резистивному нагревательному элементу; второй слой электрических проводников, размещенный на слое, отличном от первого слоя электрических проводников в изолирующей пленке, для подачи тока к резистивному нагревательному элементу;

по меньшей мере один соединительный элемент, проходящий в изолирующую пленку для соединения первого слоя электрических проводников и резистивного нагревательного элемента, чтобы вызывать протекание тока в первом направлении, причем резистивный нагревательный элемент включает в себя область соединения, проходящую во втором направлении, пересекающем первое направление, с которой соединен по меньшей мере один соединительный элемент. Предложенное решение обеспечивает повышенную скорость выдачи жидкости при равном потреблении энергии. 3 н. и 28 з.п. ф-лы, 16 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
**B41J 2/05** (2006.01)

(21)(22) Application: **2016102322**, **26.01.2016**

(24) Effective date for property rights:  
**26.01.2016**

Registration date:  
**21.02.2018**

Priority:

(30) Convention priority:  
**27.01.2015 JP 2015-013197;**  
**30.11.2015 JP 2015-233689**

(43) Application published: **01.08.2017** Bull. № **22**

(45) Date of publication: **21.02.2018** Bull. № **6**

Mail address:  
**129090, Moskva, ul. Bolshaya Spasskaya, d. 25,**  
**stroenie 3, OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij**  
**i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**KASAI, Rio (JP),**  
**KHIRAYAMA, Nobuyuki (JP),**  
**SAKURAI, Masataka (JP),**  
**UMEDA, Kengo (JP),**  
**YAMATO, Khidenori (JP),**  
**TAKAGI, Makoto (JP),**  
**GODEN, Tatsukhito (JP),**  
**SAKUMA, Sada-josi (JP),**  
**SUDZUKI, Nobuyuki (JP),**  
**ETO, Toru (JP)**

(73) Proprietor(s):

**KENON KABUSIKI KAJSYA (JP)**

(54) **ELEMENT SUBSTRATE AND HEAD FOR LIQUID EJECTION**

(57) Abstract:

FIELD: machine engineering.

SUBSTANCE: element substrate of the liquid ejection head includes: a base material; an insulating film, a resistive heating element for generating thermal energy for ejecting liquid; a protective film for coating the resistive heating element; a first layer of electric conductors placed in the insulating film to supply current to the resistive heating element; a second layer of electrical conductors placed on a layer that is different from the first layer of electrical conductors in the insulating film to supply current to the resistive

heating element; at least one connecting element passing into the insulating film for connecting the first layer of electric conductors and resistive heating element in order to cause current flow in the first direction, the resistive heating element including a junction zone passing in the second direction crossing the first direction to which at least one connecting element is connected.

EFFECT: increased liquid delivery rate at equal energy consumption.

31 cl, 16 dwg

[0001] Настоящее изобретение относится к элементной подложке головки для выброса жидкости, в частности к структуре соединения резистивного нагревательного элемента и электрических проводников.

#### Уровень техники

5 [0002] В качестве устройства вывода информации в текстовом процессоре, персональном компьютере, факсимильном аппарате и т.п., обычно и широко используется записывающее устройство, выполненное с возможностью записи информации желаемым шрифтом или изображения на листовом носителе записи, таком как бумага или пленка. В публикации заявки на патент Японии № H04-320849 описана  
10 головка для выброса жидкости, в которой используется резистивный нагревательный элемент. Пара электрических проводников соединена с резистивным нагревательным элементом, который размещен на подложке. Участок резистивного нагревательного элемента, который находится между парой электрических проводников, определяет фактическую область резистивного нагревательного элемента. Электрические  
15 проводники размещены на лицевой поверхности резистивного нагревательного элемента, если смотреть от подложки, а именно, на поверхности резистивного нагревательного элемента на стороне сопла для выброса. Концевые участки электрических проводников имеют сужающуюся форму. Для защиты электрических проводников и резистивного нагревательного элемента от жидкости, электрические проводники и резистивный  
20 нагревательный элемент покрыты защитной пленкой. Пленочное кипение жидкости, такой как чернила, происходит посредством приложения тока к резистивному нагревательному элементу от электрических проводников, что побуждает резистивный нагревательный элемент формировать тепло. Жидкость выбрасывается из сопла для выброса как воздушный пузырь, созданный посредством пленочного кипения, чтобы  
25 тем самым выполнять запись. С помощью такой головки для выброса жидкости представляется возможным простым способом плотно размещать множество сопел для выброса и резистивных нагревательных элементов, чтобы тем самым обеспечить возможность получения записываемого изображения высокого разрешения.

[0003] С увеличением количества сопел для выброса и скорости выброса в последние  
30 годы, потребление энергии головкой для выброса жидкости увеличилось. Чтобы сдерживать потребление энергии головкой для выброса жидкости, важно, чтобы тепло резистивного нагревательного элемента эффективно передавалось жидкости. Для эффективной передачи тепла полезным представляется уменьшение толщины защитной пленки, покрывающей резистивный нагревательный элемент. В то же время,  
35 определенная толщина требуется для того, чтобы гарантировать защитную характеристику защитной пленки для электрических проводов и резистивного нагревательного элемента. В частности, поскольку электрические проводники толще резистивного нагревательного элемента, защитная пленка должна быть достаточно толстой, чтобы надежно покрывать ступеньку, сформированную в пограничном участке  
40 между электрическими проводниками и резистивным нагревательным элементом. В головке для выброса жидкости, описанной в публикации заявки на патент Японии № H04-320849, концевые участки электрических проводников имеют сужающуюся форму, и, следовательно, улучшается покрытие защитной пленки, в результате чего толщина защитной пленки может уменьшаться. Однако, чтобы реализовать даже более тонкую  
45 защитную пленку, угол сужения электрических проводников необходимо уменьшать. Однако, когда угол сужения уменьшается, трудно гарантировать размерную точность эффективной длины резистивного нагревательного элемента, определенной концевыми участками электрических проводников. Когда размер эффективной длины резистивного

нагревательного элемента варьируется, свойства теплообразования между резистивными нагревательными элементами колеблются. Следовательно, становится трудным добиваться высококачественной печати.

#### **Раскрытие изобретения**

5 [0004] Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения предложена элементная подложка головки для выброса жидкости, элементная подложка включает в себя: материал основы; изолирующую пленку, расположенную на материале основы; резистивный нагревательный элемент, выполненный с возможностью формирования тепловой энергии для выброса жидкости; защитную пленку, выполненную с  
10 возможностью покрытия резистивного нагревательного элемента; первый слой электрических проводников, который размещен в изолирующей пленке и выполнен с возможностью подачи тока к резистивному нагревательному элементу; второй слой проводников, который размещен на слое, отличном от первого слоя электрических проводников в изолирующей пленке и выполнен с возможностью подачи тока к  
15 резистивному нагревательному элементу; и по меньшей мере один соединительный элемент, выполненный с возможностью проходить в изолирующую пленку, чтобы соединять первый слой электрических проводников и резистивный нагревательный элемент, причем резистивный нагревательный элемент выполнен с возможностью вызывать протекание тока в первом направлении, причем резистивный нагревательный  
20 элемент содержит область соединения, с которой соединен по меньшей мере один соединительный элемент, причем область соединения проходит во втором направлении, пересекающем первое направление.

[0005] Дополнительные признаки настоящего изобретения станут очевидными из нижеприведенного описания примерных вариантов осуществления со ссылкой на  
25 прилагаемые чертежи.

#### **Краткое описание чертежей**

[0006] Фиг. 1А представляет собой вид сверху вблизи резистивного нагревательного элемента согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения, и фиг. 1В представляет собой вид в поперечном разрезе, взятый вдоль линии 1В-1В на фиг.  
30 1А.

[0007] Фиг. 2 представляет собой схему для иллюстрации примера распределения плотности тока резистивного нагревательного элемента согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения.

[0008] Фиг. 3 представляет собой вид сверху вблизи резистивного нагревательного  
35 элемента согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения.

[0009] Фиг. 4А, фиг. 4В и фиг. 4С представляют собой схемы для иллюстрации примеров распределений плотности тока резистивного нагревательного элемента согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения.

[0010] Фиг. 5 представляет собой вид сверху вблизи резистивного нагревательного  
40 элемента согласно третьему варианту осуществления настоящего изобретения.

[0011] Фиг. 6 представляет собой схему для иллюстрации примера распределения плотности тока резистивного нагревательного элемента согласно третьему варианту осуществления настоящего изобретения.

[0012] Фиг. 7А, фиг. 7В и фиг. 7С представляют собой схемы для иллюстрации  
45 изменений в распределении плотности тока на основании различных положений соединительного элемента согласно третьему варианту осуществления настоящего изобретения.

[0013] Фиг. 8 представляет собой укрупненную схему области токового контура на

фиг. 7С.

[0014] Фиг. 9 представляет собой вид сверху вблизи резистивного нагревательного элемента согласно четвертому варианту осуществления настоящего изобретения.

[0015] Фиг. 10 представляет собой схему для иллюстрации примера распределения плотности тока резистивного нагревательного элемента согласно четвертому варианту осуществления настоящего изобретения.

[0016] Фиг. 11А и фиг. 11В представляют собой схемы для иллюстрации изменений в распределении плотности тока на основании различных положений соединительного элемента согласно четвертому варианту осуществления настоящего изобретения.

[0017] Фиг. 12 представляет собой вид сверху вблизи резистивного нагревательного элемента согласно пятому варианту осуществления настоящего изобретения.

[0018] Фиг. 13 представляет собой схему для иллюстрации примера распределения плотности тока резистивного нагревательного элемента согласно пятому варианту осуществления настоящего изобретения.

[0019] Фиг. 14А, фиг. 14В и фиг. 14С представляют собой схемы для иллюстрации изменений в распределении плотности тока на основании различных положений соединительного элемента согласно пятому варианту осуществления настоящего изобретения.

[0020] Фиг. 15 представляет собой вид сверху элементной подложки головки для выброса жидкости.

[0021] Фиг. 16 представляет собой вид сверху элементной подложки согласно шестому варианту осуществления настоящего изобретения, и фиг. 16В представляет собой укрупненный вид участка А, иллюстрированного на фиг. 16А.

#### **Осуществление изобретения**

[0022] Предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения будут теперь подробно описаны в соответствии с сопровождающими чертежами.

[0023] (Первый вариант осуществления)

Теперь со ссылкой на чертежи описана элементная подложка головки для выброса жидкости согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения. Фиг.

15 представляет собой вид сверху элементной подложки 100 головки для выброса жидкости. На фиг. 15 элемент, образующий сопло для выброса, не показан. Фиг. 1А и фиг. 1В являются укрупненными схематичными видами окружающей области одного из резистивного нагревательного элемента, иллюстрированных на фиг. 15. Фиг. 1А представляет собой вид сверху вблизи резистивного нагревательного элемента, а фиг.

1В представляет собой вид в поперечном разрезе, взятый вдоль линии 1В-1В на фиг. 1А. В последующем описании, направление в котором ток протекает к резистивному нагревательному элементу, называется первым направлением X или направлением X,

а направление, ортогональное первому направлению X, называется вторым направлением Y или направлением Y. Направление Y является направлением, в котором размещены резистивные нагревательные элементы и сопла для выброса. Направление, ортогональное направлению X и направлению Y, называется направлением Z.

Направление Z, которое является направлением, ортогональным поверхности формирования сопел для выброса, является направлением, в котором выбрасывается жидкость. В вариантах осуществления настоящего изобретения, описанных ниже, описана головка струйного принтера, выполненная с возможностью выброса чернил для печати символов. Однако настоящее изобретение может применяться к любой головке для выброса жидкости, выполненной с возможностью выброса жидкости.

[0024] Элементная подложка 100 (фиг. 15) головки для выброса жидкости включает

в себя подложку 114 и элемент 108, образующий сопло для выброса. Подложка 114 включает в себя материал 113 основания, сформированный из кремния, и изолирующую пленку 104, сформированную на материале 113 основания. Резистивный нагревательный элемент 101, выполненный с возможностью формирования тепловой энергии для

5 выброса жидкости, защитная пленка 105 и антикавитационная пленка 106 размещены на подложке 114. Изолирующая пленка 104 выполнена из изолятора, такого как диоксид кремния. Как иллюстрировано на фиг. 15, отверстие 202 для подачи чернил, проходящее в продольном направлении (соответствующем направлению Y в этом варианте осуществления), размещено в центральном участке элементной подложки 100.

10 Множество резистивных нагревательных элементов 101 размещены в линиях с обеих сторон отверстия 202 для подачи чернил. Резистивные нагревательные элементы 101 выполнены из соединения тантала, такого как танталовый нитрид кремния. Толщина (размер в направлении Z) резистивных нагревательных элементов 101 равен приблизительно от 0,01 мкм до 0,5 мкм, что значительно меньше толщины

15 электрического проводника 103, которая описана ниже. Элемент 108, образующий сопло для выброса, размещен на поверхности, на которой сформированы резистивные нагревательные элементы 101 подложки 114. Элемент 108, образующий сопло для выброса, включает в себя сопла 109 для выброса, соответствующие резистивным нагревательным элементам 101. Вместе с подложкой 114 элемент 108, образующий

20 сопло для выброса, формирует камеру 107 давления для каждого сопла 109 для выброса. Камеры 107 давления находятся в сообщении с отверстием 202 для подачи чернил. Чернила, подаваемые из отверстия 202 для подачи чернил, вводятся в камеры 107 давления.

[0025] Как иллюстрировано на фиг. 15, возбуждающие схемы 203, выполненные с

25 возможностью возбуждения резистивных нагревательных элементов 101, размещены по обеим сторонам отверстия 202 для подачи чернил элементной подложки 100. Возбуждающие схемы 203 соединены с электродными площадками 201, размещенными на обоих концах подложки 114 в продольном направлении Y. Возбуждающие схемы 203 выполнены с возможностью формирования тока возбуждения резистивных

30 нагревательных элементов 101 на основании записывающего сигнала, подаваемого снаружи головки для выброса жидкости через электродные площадки 201. Электрические проводники 103 для подачи тока резистивным нагревательным элементам 101 проходят в изолирующую пленку 104, размещенную на подложке 114. Электрические проводники 103 размещены таким образом, чтобы входить в изолирующую пленку 104.

35 Электрические проводники 103 электрически соединяют возбуждающие схемы 203 и резистивные нагревательные элементы 101 через соединительные элементы 102, которые описаны ниже. Электрические проводники 103 выполнены из алюминия и имеют толщину (размер в направлении Z) приблизительно от 0,6 мкм до 1,2 мкм. Подаваемый ток побуждает резистивные нагревательные элементы 101 формировать тепло, в

40 результате чего резистивные нагревательные элементы 101 становятся горячими. Горячие резистивные нагревательные элементы 101 нагревают чернила в камерах 107 давления, вызывая формирование воздушных пузырьков. Чернила вблизи сопел 109 для выброса выбрасываются из сопел 109 для выброса посредством воздушных пузырьков, чтобы, тем самым, выполнить запись.

45 [0026] Резистивные нагревательные элементы 101 покрываются защитной пленкой 105. Защитная пленка 105 выполнена из нитрида кремния и имеет толщину приблизительно от 0,15 мкм до 0,3 мкм. Защитная пленка 105 может также формироваться из диоксида кремния или карбида кремния. Защитная пленка 105

покрыта антикавитационной пленкой 106. Антикавитационная пленка 106 выполнена из тантала и имеет толщину приблизительно от 0,2 мкм до 0,3 мкм.

[0027] Множество соединительных элементов 102 для соединения электрических проводников 103 и резистивных нагревательных элементов 101 размещаются в изолирующей пленке 104. Множество соединительных элементов 102, проходящих в направлении толщины (направлении Z), расположены таким образом, что существует зазор между соседними соединительными элементами 102 во втором направлении Y. Соединительные элементы 102 соединяют электрические проводники 103 и резистивные нагревательные элементы 101 вблизи концевых участков по обеим сторонам резистивных нагревательных элементов 101 в направлении X. Следовательно, ток протекает через резистивные нагревательные элементы 101 в первом направлении X. Каждый из множества соединительных элементов 102 размещен вблизи концевого участка каждой стороны резистивных нагревательных элементов 101 в направлении X. Каждый резистивный нагревательный элемент 101 включает в себя, на одной торцевой стороне резистивного нагревательного элемента 101 и на другой торцевой стороне резистивного нагревательного элемента 101, соответственно, область 110 соединения, с которой соединяются множество соединительных элементов 102. Соединительные элементы 102 представляют собой штекер, проходящий в направлении Z от ближних концевых участков электрических проводников 103. В этом варианте осуществления соединительные элементы 102 имеют приблизительно квадратное по форме поперечное сечение. Однако, соединительные элементы 102 не ограничиваются наличием квадратной формы и могут иметь прямоугольную форму. Соединительные элементы 102 могут иметь закругленные углы и могут иметь некоторую другую форму, такую как круглая форма или овальная форма. В этом случае, соединительные элементы 102 формируются из вольфрама. Однако, соединительные элементы 102 могут формироваться из любого одного из титана, платины, кобальта, никеля, молибдена, тантала или кремния или их смеси. Соединительные элементы 102 могут целиком формироваться с электрическими проводниками 103. Другими словами, соединительные элементы 102 могут формироваться объединенными с электрическими проводниками 103 посредством отрезания части электрических проводников 103 в направлении толщины.

[0028] Области 110 соединения являются минимальной прямоугольной областью, включающей в себя все соединительные элементы 102 (внешняя соединяющая область). Области 110 соединения проходят во втором направлении Y, которое ортогонально первому направлению X. Однако, второе направление необязательно ортогонально первому направлению X. Другими словами, области 110 соединения могут проходить во втором направлении, которое пересекает первое направление X в диагональном направлении. Область в резистивных нагревательных элементах 101, фактически участвующая во вспенивании чернил, называется областью 111 вспенивания. Область 111 вспенивания находится ближе к внутренней стороне резистивного нагревательного элемента 101, чем к внешней периферии резистивного нагревательного элемента 101. Область между областью 111 вспенивания и внешней периферией резистивного нагревательного элемента 101 (далее в материалах настоящей заявки называемая «областью 112 рамки») является областью, которая не участвует во вспенивании чернил. Хотя тепло также формируется в области 112 рамки, когда подается электричество, большое количество этого тепла рассеивается по окрестностям, и, следовательно, чернила не вспениваются. Размеры области 111 вспенивания в направлении X и в направлении Y определяются на основании структуры окрестностей резистивных нагревательных элементов 101 и теплопроводности резистивных нагревательных

элементов 101. Области 110 соединения размещаются по обеим сторонам от области 112 рамки, рядом с областью 111 вспенивания в первом направлении X и проходят через область, включающую в себя всю длину области 111 вспенивания во втором направлении Y. Другими словами, если смотреть с первого направления X, концевые участки 110a и 110b обеих сторон областей 110 соединения в направлении Y находятся ближе к периферийным участкам 101a и 101b обеих сторон резистивных нагревательных элементов 101 в направлении Y, чем периферийные участки 111a и 111b обеих сторон области 111 вспенивания в направлении Y. В результате, плотность тока по всей области 111 вспенивания является равномерной.

[0029] Как иллюстрировано на фиг. 1В, электрические проводники 103 размещаются в изолирующей пленке 104 и соединяются с резистивными нагревательными элементами 101 посредством соединительных элементов 102. Таким образом, электрическое соединение с резистивными нагревательными элементами 101 выполнено с обратной поверхности, и, следовательно, электрические проводники, покрывающие лицевую поверхность резистивных нагревательных элементов 101, не нужны. В конфигурации из уровня техники, в которой электрические проводники соединены с лицевой поверхностью резистивных нагревательных элементов 101, электрические проводники, имеющие толщину приблизительно от 0,6 мкм до 1,2 мкм, наслаиваются на резистивные нагревательные элементы 101, и, следовательно, сравнительно толстую защитную пленку необходимо размещать для того, чтобы гарантировать хорошее покрытие ступенек, которые имеют высоту приблизительно от 0,6 мкм до 1,2 мкм. Напротив, в этом варианте осуществления, нет необходимости, чтобы электрические проводники были размещены на лицевой поверхности резистивных нагревательных элементов 101. Толщина резистивных нагревательных элементов 101 равна приблизительно от 0,01 мкм до 0,05 мкм, и, следовательно, ступеньки являются значительно меньшими, чем в конфигурации из уровня техники. Поэтому, поскольку достаточное покрытие может гарантироваться посредством защитной пленки 105, имеющей толщину приблизительно от 0,15 мкм до 0,3 мкм, толщина защитной пленки 105 может уменьшаться, что позволяет значительно улучшить теплопроводность чернил. В результате может быть снижено энергопотребление, и может быть получено более высокое качество изображения благодаря устойчивому вспениванию. Дальнейшие улучшения в точности формирования изображения и надежности антикавитационной пленки 106 и улучшенные свойства адгезии элемента 108, образующего сопло для выброса, к подложке 114 и точность обработки можно ожидать. Кроме того, существуют преимущества не только с точки зрения улучшенного качества изображения, но также и в аспектах производства.

[0030] Положения соединения соединительных элементов 102 с резистивными нагревательными элементами 101 определяют фактическую длину (эффективную длину L) резистивных нагревательных элементов 101 в направлении X (см. фиг. 3). Эффективная длина L резистивных нагревательных элементов 101 равна зазору областей 110 соединения с обеих сторон в направлении X. Увеличение размерной точности эффективной длины L резистивных нагревательных элементов 101 позволяет повысить размерную точность длины области 111 вспенивания в направлении X. Для головки для выброса жидкости из уровня техники, представленной, описанием в опубликованной заявке на патент Японии № H04-320849, форма резистивных нагревательных элементов обычно образуется посредством удаления электрических проводников 103 влажным травлением, что означает, что трудно повысить размерную точность эффективной длины L резистивных нагревательных элементов 101. Напротив, в этом варианте осуществления, соединительные элементы 102 сформированы посредством



формирования отверстий в плоской изолирующей пленке 104 посредством сухого травления и внедрения материала соединительных элементов 102 в отверстия.

Следовательно, по сравнению с конфигурацией из уровня техники, размерная точность эффективной длины  $L$  резистивных нагревательных элементов 101 является относительно 5 высокой. Резистивные нагревательные элементы 101 могут формироваться посредством формирования рисунка тонкой пленки резистивных нагревательных элементов 101, что позволяет повысить размерную точность ширины  $W$  резистивных нагревательных элементов 101 в направлении  $Y$ . В результате улучшения в размерной точности резистивных нагревательных элементов 101 имеет место меньшая неравномерность 10 вспенивающих свойств среди резистивных нагревательных элементов 101. Это не только позволяет головке для выброса жидкости иметь более хорошее качество изображения, но избыточная энергия, которая подается, чтобы принимать такую неравномерность во внимание, не должна подаваться, и, следовательно, потребление энергии может уменьшаться. Кроме того, в конфигурации согласно настоящему изобретению, 15 поскольку пленка резистивного нагревательного элемента сформирована на плоском слое основания, даже когда соединительные элементы 102 не введены в отверстия, а непосредственно соединены с электрическими проводниками 103 из отверстий, могут быть сформированы высоконадежные резистивные нагревательные элементы.

[0031] Для того, чтобы получать более единообразные свойства выброса чернил, 20 неравномерность вспенивания и неравномерность значения сопротивления должны быть более точными. Следовательно, предпочтительно, чтобы слой основания резистивных нагревательных элементов 101 (область нижнего участка) был плоским. До настоящего времени было трудно размещать рисунок проводника и т.п.

непосредственно под резистивными нагревательными элементами или поблизости от 25 них таким образом, чтобы избежать создания ступенек. С конфигурацией согласно настоящему изобретению, плоскостность электрических проводников 103 каждого слоя и плоскостность участка слоя основания резистивных нагревательных элементов 101 увеличиваются посредством выполнения обработки, такой как химико-механическая планаризация (CMP). В результате, как иллюстрировано на фиг. 1В, прилегающая 30 поверхность соединительных элементов 102 с резистивными нагревательными элементами 101 и прилегающая поверхность изолирующей пленки 104 с резистивными нагревательными элементами 101 размещены в одной плоскости. Таким образом, увеличение плоскостности слоя основания (области нижнего участка) резистивного нагревательного слоя позволяет электрическим проводникам 103, имеющим рисунок 35 для сигнального проводника, проводника электропитания, и т.п., проходить непосредственно под резистивными нагревательными элементами 101 или в их окрестностях. Кроме того, поскольку транзистор может также размещаться в этой области, площадь поверхности подложки 100 элемента может уменьшаться, стоимость головки для выброса жидкости может уменьшаться, и плотность сопел 109 для выброса 40 может увеличиваться. В этом варианте осуществления, как иллюстрировано на фиг. 1В. Возбуждающие схемы 203 и защитная оксидная пленка 132 сформированы в пограничной области материала 113 основания, выполненного из кремния с изолирующей пленкой 104.

[0032] Вышеупомянутая конфигурация позволяет формировать множество слоев 45 электрических проводников 103, в то же время исключая воздействия на характеристики резистивных нагревательных элементов 101. Таким образом, размещение множества слоев соединений для электрических проводников 103 позволяет значительно уменьшить сопротивление проводников электропитания, улучшить потребление энергии и более

равномерно подавать энергию к резистивным нагревательным элементам 101. На фиг. 1В электрические проводники 103 выполнены в четырехслойной конфигурации.

Электрические проводники 103a и 103b на стороне нижнего слоя размещены в качестве сигнальных проводников и проводников логического электропитания (третий слой электрических проводников и четвертый слой электрических проводников) для возбуждения резистивных нагревательных элементов 101. Кроме того, электрические проводники 103c и 103d на стороне верхнего слоя размещены в виде проводников для подачи тока к резистивным нагревательным элементам 101. В этом варианте осуществления оба из проводника 103d заземления (GNDH) (первый слой электрических проводников) и проводника 103c электропитания (VH) (второй слой электрических проводников), представляют собой так называемые сплошные проводники. Таким образом, применение конфигурации (сплошных проводников), в которой первый слой проводников и второй слой проводников системы электропитания размещены в виде слоев проводников, сформированных в различных слоях, и оба слоя проводников размещены поверх всей поверхности элементной подложки, позволяет уменьшить сопротивление проводников до очень небольшого значения, в то же время сдерживая увеличение в размере элементной подложки 100.

[0033] В этом варианте осуществления изолирующая пленка 104 включает в себя четыре слоя электрических проводников, слои 103c и 103d электрических проводников, вызывающие протекание тока к резистивным нагревательным элементам 101, и слои 103a и 103b электрических проводников, действующие в качестве сигнальных проводников и проводников логического электропитания для возбуждения резистивных нагревательных элементов. Слои 103c и 103d электрических проводников размещены ближе к резистивным нагревательным элементам, чем слои 103a и 103b электрических проводников. Предпочтительно, чтобы эти проводники были толстыми, принимая во внимание тот факт, что более толстые проводники являются относительно более эффективными. Наоборот, слои 103a и 103b электрических проводников размещены ближе к возбуждающим схемам 203, чем слои 103c и 103d электрических проводников. Предпочтительно, чтобы толщина этих проводников была относительно меньшей.

[0034] Как иллюстрировано на фиг. 1В, резистивные нагревательные элементы 101 делятся в первом направлении X на две электродные области 121, каждая включает в себя область 110 соединения, и центральную область 122, расположенную между двумя электродными областями 121. Две электродные области 121 и центральная область 122 имеют одинаковый размер во втором направлении Y. В частности, резистивные нагревательные элементы 101 имеют прямоугольную плоскую форму в плоскости X-Y. В этом варианте осуществления ширина a соединительных элементов 102, зазор b соединительных элементов 102 и ширина c перекрытия резистивных нагревательных элементов 101 оптимизированы на основании такой формы резистивных нагревательных элементов 101. В этом случае, ширина a соединительных элементов 102 является шириной соединительных элементов 102 в направлении Y, зазор b соединительных элементов 102 является зазором во втором направлении Y между соседними соединительными элементами 102, и ширина c перекрытия является расстоянием между соединительными элементами 102 на обоих концах и периферийными участками 101a и 101b резистивных нагревательных элементов 101.

[0035] Желательно, чтобы размещение соединительных элементов 102 было определено на основании следующей формулы.

$$W=(a_{\min} \times n)+(b_{\min} \times (n-1))+(c \times 2) \quad (1)$$

где удовлетворяется условие  $c < a_{\min} + b_{\min} + c_{\min}$ . Каждый из символов в формуле (1)

является таким, как иллюстрировано на фиг. 1А. Термины  $a_{\min}$ ,  $b_{\min}$  и  $c_{\min}$ , которые представляют минимальный размер для компоновки, зависят от характеристики производящего устройства, такой как отклонение маски во время формирования рисунка, отклонения травления и отклонения соединительных элементов 102. Формула (1) показывает, что максимальное число  $n$  соединительных элементов 102 размещено на основании ширины  $W$  резистивных нагревательных элементов 101 в направлении  $Y$ . Любая оставшаяся ширина относится к ширине с перекрытия.

[0036] В этом варианте осуществления, в каждой электродной области 121, ширина  $a$  каждого из соединительных элементов 102 является одинаковой, каждый зазор  $b$  является одинаковым (соединительные элементы 102 размещены с равноудаленными интервалами), и каждая ширина  $c$  перекрытия обеих сторон в направлении  $Y$  является одинаковой. Кроме того, ширина  $a$  и зазор  $b$  соединительных элементов 102 и ширина  $c$  перекрытия являются одинаковыми для двух электродных областей 121 также. Более конкретно, соединительные элементы 102 двух электродных областей 121 размещены в симметричной форме в направлении  $Y$ . Сумма длин  $a$   $n$ -го числа соединительных элементов 102 равна 50% или менее от ширины  $W$  резистивных нагревательных элементов 101 в направлении  $Y$ .

[0037] На фиг. 2 иллюстрируется результат моделирования распределения плотности тока в резистивном нагревательном элементе 101 согласно этому варианту осуществления. Ширина области 112 рамки равна 2 мкм. Моделирование выполняется с помощью программы моделирования с ориентацией на интегральные схемы (SPICE), в которой резистивные нагревательные элементы 101 смоделированы в двухмерной решетке сопротивления, имеющей ячейки 0,1 мкм, и соединительные элементы 102 смоделированы в трехмерной решетке. Контурные плотности тока показаны в диапазоне от -5% до +5% на основании плотности тока центрального участка области 111 вспенивания резистивного нагревательного элемента 101. Более темные секции на фиг. 2 представляют высокую плотность тока, а более светлые секции на фиг. 2 представляют низкую плотность тока. Эффективная длина  $L$  резистивного нагревательного элемента 101 равна 20 мкм, ширина  $W$  резистивного нагревательного элемента 101 в направлении  $Y$  равна 20 мкм, ширина  $a$  соединительных элементов 102 равна 0,6 мкм, зазор  $b$  соединительных элементов 102 равен 0,6 мкм и ширина  $c$  перекрытия равна 0,7 мкм. Каждая ширина  $a$  соединительных элементов 102, каждый зазор  $b$  соединительных элементов 102 и каждая ширина  $c$  перекрытия резистивного нагревательного элемента 101 является одинаковой. Число  $n$  соединительных элементов 102 равно 16 с каждой стороны.

[0038] На основании результата моделирования подтверждается улучшение в равномерности распределения тока области 111 вспенивания посредством размещения множества соединительных элементов 102 в одну линию. Хотя существует некоторая неравномерность в плотности тока области 112 рамки поблизости от соединительных элементов 102, поскольку эта неравномерность находится за пределами области 111 вспенивания, не существует воздействия на вспенивание чернил. Ток концентрируется на стороне соединительных элементов 102, которая обращена к центру резистивного нагревательного элемента 101. Одним возможным способом предотвращения концентрации тока может быть размещение двух линий соединительных элементов 102 с каждой стороны. Однако, поскольку в таком случае ток, главным образом, протекает через линию, более близкую к центру резистивного нагревательного элемента 101, не существует преимуществ в размещении соединительных элементов 102 в две линии, пока сопротивление слоя резистивного нагревательного элемента 101 не сможет

уменьшиться до очень низкого уровня. Кроме того, при конфигурации, в которой ток течет по двум линиям соединительных элементов 102, может быть затруднительно определить эффективную длину  $L$  резистивного нагревательного элемента 101.

Следовательно, желательно, чтобы множество соединительных элементов 102 было

5 размещено в одну линию.

[0039] (Второй вариант осуществления)

В первом варианте осуществления, как показано посредством результата моделирования на фиг. 2, распределение тока в четырех углах резистивных

10 нагревательных элементов 101 может уменьшаться. Хотя это не является проблемой,

зависит от структуры пленки и теплопроводности резистивных нагревательных элементов 101, когда ширина области 112 рамки уменьшена, уменьшение в

распределении тока в четырех углах может быть проблемой. Во втором варианте

15 осуществления настоящего изобретения, в конфигурации, в которой множество

соединительных элементов 102 размещено в одну линию, равномерность распределения тока повышена.

[0040] Размещение резистивного нагревательного элемента 101 и соединительных элементов 102 согласно этому варианту осуществления иллюстрируется на фиг. 3.

Выражение отношения показано в формуле (2).

20  $c=b/2$  (2)

[0041] Каждый из символов в формуле (2) является таким же, что и в первом варианте осуществления, и как иллюстрировано на фиг. 1А и 1В. Согласно этому варианту осуществления, распределение тока вокруг соединительных элементов 102 является практически одинаковым независимо от положения соединительных элементов 102.

25 На фиг. 4А-4С иллюстрируются результаты моделирования распределений плотности тока для размещений соединительных элементов 102, удовлетворяющих формуле (2).

Условия моделирования являются такими же, что и в первом варианте осуществления. Иллюстрированные положения находятся в нижней левой части резистивного

нагревательного элемента 101. Ширина области 112 рамки равна 2 мкм, также как и в

30 первом варианте осуществления. Зазор  $b$  соединительных элементов 102 равен 0,6 мкм

на фиг. 4А, 1,2 мкм на фиг. 4В и 1,8 мкм на фиг. 4С. Когда выполняются условия

формулы (2), направление, в котором ток протекает для соединительных элементов

102 в концевых участках, также как для соединительных элементов 102 в центральном

участке, является практически одинаковым, и, следовательно, такое явление, которое

35 видно на фиг. 2, в котором плотность тока в четырех углах уменьшена, является менее

вероятным. Однако, поскольку зазор  $b$  соединительных элементов 102 становится все

шире и шире, область, в которой распределение тока поблизости от соединительных

40 элементов 102 является неравномерным, расширена. Приблизительно от  $b=1,2$  мкм (не

показано) область неравномерности начинает расширяться в область 111 вспенивания.

По этой причине, желательно, чтобы зазор  $b$  соединительных устройств 102 был

настолько малым, насколько возможно. В частности, желательно, чтобы зазор  $b$  был

1,2 мкм или меньше.

[0042] В идеальном случае, формула (2) и формула (3) одновременно справедливы для ширины  $W$  резистивных нагревательных элементов 101 в направлении  $Y$ .

45  $W=(a_{\min} \times n)+(b_{\min} \times (n-1))+c \times 2$  (3)

[0043] Каждый из символов в формуле (3) является таким же, что и в первом варианте осуществления, и как иллюстрировано на фиг. 1А и 1В. Как и в первом варианте

осуществления, термины  $a_{\min}$  и  $b_{\min}$  представляют минимальный размер компоновки.

Когда одновременно выполняются формула (2) и формула (3), это означает, что выполняется соотношение  $c=b/2$ , и что соединительные элементы 102 размещены в минимально возможном размере и с минимально возможным зазором с точки зрения процесса производства.

5 [0044] Для того, чтобы сделать распределение тока резистивных нагревательных элементов 101 равномерным относительно ширины центральной области 122 в направлении Y, которая определяется на основании вспенивающих свойств резистивных нагревательных элементов 101, желательно, чтобы ширина  $a$  или зазор  $b$  соединительных элементов 102 были, в то же время, удовлетворяя формуле (2) настолько, насколько  
10 возможно, близки к  $a_{\min}$  или  $b_{\min}$ . Когда ширина  $a$  соединительных элементов 102 увеличивается, область, имеющая высокую плотность тока, расширяется. Когда зазор  $b$  соединительных элементов 102 расширяется, область, имеющая низкую плотность тока, расширяется. Следовательно, при уменьшении размера области, имеющей высокую плотность тока, желательно, чтобы зазор  $b$  соединительных элементов 102 был  
15 расширен, а при уменьшении размера области, имеющей низкую плотность тока, желательно, чтобы ширина  $a$  соединительных элементов 102 была расширена. Ширина  $a$  и зазор  $b$  соединительных элементов 102, оба могут расширяться. Однако, во всех случаях, для того, чтобы делать распределение тока настолько равномерным, насколько возможно, желательно, чтобы увеличение в  $a_{\min}$  или  $b_{\min}$  было одинаково распределено  
20 между всеми соединительными элементами 102. Аналогично первому варианту осуществления, желательно, чтобы зазор  $b$  соединительных элементов 102 был 1,2 мкм или менее.

[0045] Когда трудно одинаково распределять увеличение в  $a_{\min}$  или  $b_{\min}$  между всеми  
25 соединительными элементами 102, приемлемо, чтобы ширина  $a$  или зазор  $b$  соединительных элементов 102 были неравномерными. В этом случае, желательно, чтобы  $b$  в формуле (2) было средним значением зазора  $b$  соединительных элементов 102, основанных на одной линии. Когда формула (2) не может удовлетворяться, предпочтительно, чтобы ширина  $c$  перекрытия обоих концевых участков была 1/4 или  
30 более до менее чем однократного среднего зазора  $n$ -го числа соединительных элементов 102 во втором направлении Y. В частности, для того, чтобы увеличивать плотность тока в четырех углах резистивных нагревательных элементов 101, желательно, чтобы ширина  $c$  перекрытия обоих концевых участков была 1/4 или более до менее чем 1/2 среднего зазора.

35 [0046] (Третий вариант осуществления)

Второй вариант осуществления особенно эффективен, когда ширина  $c$  перекрытия может приниматься небольшого значения. Однако, когда ширина  $c$  перекрытия большая, как иллюстрировано на фиг. 4С, область, в которой плотность тока неравномерна, может распространяться по мере области 111 вспенивания. В третьем варианте  
40 осуществления настоящего изобретения не только уменьшение в плотности тока в четырех углах резистивных нагревательных элементов 101 может пресекаться, но и изменение в распределении тока возникает с меньшей вероятностью, которое может происходить вследствие изменения ширины  $c$  перекрытия и неравномерности в положениях производства соединительных элементов 102.

45 [0047] Фиг. 5 – это вид сверху вблизи резистивного нагревательного элемента 101 согласно третьему варианту осуществления. По аналогии с первым вариантом осуществления, резистивный нагревательный элемент 101 делится в первом направлении X на две электродные области 121, каждая включает в себя область 110 соединения, и

центральную область 122, расположенную между двумя электродными областями 121. Однако, в отличие от первого варианта осуществления, две электродные области 121 длиннее центральной области 122 во втором направлении Y. Ширина электродных областей 121 в направлении Y может задаваться независимо от ширины центральной области 122 в направлении Y. В результате, соединительные элементы 102 могут размещаться в электродных областях 121 без подвергания ограничению ширины центральной области 122 в направлении Y, что позволяет получать области 110 соединения, которые являются большими в направлении Y. Согласно этому варианту осуществления, плотность тока в четырех углах резистивных нагревательных элементов 101 может увеличиваться. Даже если отклонение происходит в положениях выполнения соединительных элементов 102, плотность тока в четырех углах не уменьшается. Кроме того, в этом варианте осуществления, больше соединительных элементов 102 может размещаться, чем в первом варианте осуществления или во втором варианте осуществления. В результате, число соединительных элементов 102 (резисторов), соединенных параллельно друг другу, увеличивается, и потеря напряжения соединительных элементов 102 уменьшается, приводя к уменьшенному потреблению энергии.

[0048] В этом варианте осуществления также множество соединительных элементов 102 расположены таким образом, что существует зазор между соседними соединительными элементами 102 во втором направлении Y. В каждой электродной области 121 ширина a каждого из соединительных элементов 102 является практически одинаковой, каждый зазор b является практически одинаковым (соединительные элементы 102 размещены с равноудаленными интервалами), и каждая ширина c перекрытия обеих сторон в направлении Y является практически одинаковой. Кроме того, ширина a и зазор b соединительных элементов 102 и ширина c перекрытия являются практически одинаковыми для двух электродных областей 121 также. Более конкретно, в двух электродных областях 121 соединительные элементы 102 размещены в симметричной форме в направлении Y. Сумма ширин n-го числа соединительных элементов 102 в направлении Y равна 50% или меньше от ширины электродных областей 121 в направлении Y. Аналогично первому варианту осуществления, желательно, чтобы зазор b соединительных элементов 102 был 1,2 мкм или менее. Области 110 соединения размещены в пределах центральной области 122 во втором направлении Y. В частности, два соединительных элемента 102, расположенных на концевых участках в направлении Y (далее в материалах настоящей заявки называемых соединительными элементами 102a и 102b концевого участка), размещены ближе к внутренней части, чем периферийные участки центральной области 122. В других вариантах осуществления часть областей 110 соединения может размещаться за пределами центральной области 122 во втором направлении Y. В последующем описании, расстояние между стороной соединительных элементов 102a и 102b концевых участков на внешней стороне и периферийными участками 122a и 122b центральной области 122 (расстояние, на которое втянута сторона соединительных элементов 102a и 102b концевых участков на внешней стороне из периферийных участков 122a и 122b центральной области 122) называется расстоянием d отступа.

[0049] На фиг. 6 иллюстрируется результат моделирования распределения тока согласно этому варианту осуществления. Условия моделирования те же, что и в первом варианте осуществления и втором варианте осуществления. Ширина a соединительных элементов 102 равна 0,6 мкм, зазор b соединительных элементов 102 равен 0,6 мкм, ширина c перекрытия равна 0,6 мкм, а расстояние d отступа равно 0,1 мкм. Ширина

электродных областей 121 в направлении Y больше, чем в первом варианте осуществления, и, следовательно, размещено 17 соединительных элементов 102, что на один больше, чем в первом варианте осуществления. Ширина области 112 рамки равна 2 мкм, также как и в первом варианте осуществления и втором варианте осуществления. Как иллюстрировано на фиг. 6, ширина электродных областей 121 в направлении Y является широкой, и, следовательно, сдерживается уменьшение в плотности тока в четырех углах.

[0050] На фиг. 7А-7С иллюстрируются плотности тока в различных положениях соединительных элементов 102. Фиг. 7А является увеличенной схемой нижнего левого участка резистивного нагревательного элемента 101, иллюстрированного на фиг. 6. На фиг. 7В и фиг. 7С положения соединительных элементов 102а и 102b концевых участков смещены к внутренней стороне резистивного нагревательного элемента 101 от положений, иллюстрированных на фиг. 7А. В первом варианте осуществления, когда положения соединительных элементов 102а и 102b концевых участков смещены к внутренней стороне, область, в которой ток является неравномерным, расширяется, но в этом варианте осуществления, как иллюстрировано на фиг. 7С, область, в которой ток является неравномерным, уменьшается в размере. Однако, когда соединительные элементы 102а и 102b концевых участков смещены на большую величину к внутренней стороне, расширяется область, в которой ток является неравномерным. Следовательно, расстояние d отступа предпочтительно равно 1,2 мкм или меньше, более предпочтительно, 0,9 мкм или меньше. Фиг. 8 является схемой, в которой контурная область результата моделирования на фиг. 7С расширена. Как можно видеть из фиг. 8, ток протекает через сторону соединительного элемента 102а концевого участка. Поскольку ширина электродных областей 121 в направлении Y является широкой, ток, протекающий от концевых участков областей 110 соединения наружу в направлении Y, увеличивается, что приводит в результате к распределению тока, отличному от первого варианта осуществления. Даже в этом варианте осуществления распределение тока может выполняться равномерным посредством расширения областей 110 соединения в направлении Y. Однако область, в которой распределение тока неравномерно, может сводиться к минимуму посредством размещения соединительных элементов 102 только на стороне ближе к внутренней части, чем ширина центральной области 122 в Y-направлении. Кроме того, желательно, чтобы ширина с перекрытия с обеих сторон в направлении Y была больше зазора b соединительных элементов 102, и в более общем плане желательно, чтобы ширина с перекрытия с обеих сторон в направлении Y была больше среднего зазора соединительных элементов 102 во втором направлении Y.

[0051] (Четвертый вариант осуществления)

Фиг. 9 представляет собой вид сверху вблизи резистивного нагревательного элемента 101 согласно четвертому варианту осуществления настоящего изобретения. Две электродные области 121 и центральная область 122 имеют одинаковый размер во втором направлении Y, а резистивный нагревательный элемент 101 имеет прямоугольную плоскую форму. Соединительные элементы 102 размещены непрерывно во втором направлении Y. Другими словами, области 110 соединения полностью заполнены соединительными элементами 102. Соединительные элементы 102 выполнены имеющими щелевидную прямоугольную форму, которая позволяет плотности тока в резистивных нагревательных элементах 101 быть более равномерной, чем в первом-третьем вариантах осуществления.

[0052] На фиг. 10 иллюстрируется результат моделирования согласно этому варианту

осуществления. В первом-третьем вариантах осуществления сопротивление соединительных элементов 102 является большим, поскольку соединительные элементы 102 делятся в направлении Y. Например, в результате моделирования, иллюстрированном на фиг. 2, падение напряжения около 1% происходит для идеального четырехугольного по форме резистивного нагревательного элемента 101 (в котором ток протекает равномерно по всей ширине резистивного нагревательного элемента 101). В отличие от этого, в результате моделирования, иллюстрированном на фиг. 10, падение напряжения равно 0,1% или меньше, что означает, что энергия может подаваться к резистивному нагревательному элементу 101 без каких-либо падений напряжения.

Таким образом, в этом варианте осуществления, кроме концевых участков соединительных элементов 102, распределение тока является равномерным, и может быть получена идеальная конфигурация резистивного нагревательного элемента 101.

[0053] На фиг. 11А и фиг. 11В иллюстрируются результаты моделирования, когда положения концевых участков соединительных элементов 102 были смещены. На фиг. 11А увеличен нижний левый участок резистивного нагревательного элемента 101, иллюстрированного на фиг. 10. На фиг. 11В положения концевых участков соединительных элементов 102, иллюстрированных на фиг. 10, были смещены в направлении Y (ширина соединительных элементов 102 в направлении Y была изменена). На фиг. 11А ширина с перекрытия равна 0,6 мкм, а на фиг. 11В ширина с перекрытия равна 0,1 мкм. В случае прямоугольного резистивного нагревательного элемента 101, поскольку ширина с перекрытия становится все меньше и меньше, область, в которой ток является неравномерным, становится все меньше и меньше, и распределение тока является более идеальным.

[0054] (Пятый вариант осуществления)

Фиг. 12 представляет собой вид сверху вблизи резистивного нагревательного элемента 101 согласно пятому варианту осуществления настоящего изобретения. Две электродные области 121 и центральная область 122 имеют различные размеры во втором направлении Y, а форма резистивного нагревательного элемента 101 является такой же, что и в третьем варианте осуществления. Соединительные элементы 102 размещены непрерывно во втором направлении Y. Форма соединительных элементов 102 является такой же, что и в четвертом варианте осуществления. Поэтому, аналогично четвертому варианту осуществления, падение напряжения соединительных элементов 102 очень мало. В этом варианте осуществления также формирование соединительных элементов 102 в щелевидной прямоугольной форме позволяет плотности тока резистивного нагревательного элемента 101 быть более равномерной, чем в первом-третьем вариантах осуществления. На фиг. 13 иллюстрируется результат моделирования согласно этому варианту осуществления. Аналогично четвертому варианту осуществления, падение напряжения равно 0,1% или меньше, что означает, что энергия может подаваться к резистивному нагревательному элементу 101 без каких-либо падений напряжения. В этом варианте осуществления также, кроме концевых участков соединительных элементов 102, распределение тока является равномерным, и может получаться идеальная конфигурация резистивного нагревательного элемента 101.

[0055] На фиг. 14А-14С иллюстрируются результаты моделирования, когда положения концевых участков соединительных элементов 102 были смещены. На фиг. 14А увеличен нижний левый участок резистивного нагревательного элемента 101, иллюстрированного на фиг. 13. На фиг. 14В и фиг. 14С положения концевых участков соединительных элементов 102, иллюстрированных на фиг. 13, были смещены в направлении Y (ширина соединительных элементов 102 в направлении Y была изменена). На фиг. 14А ширина



с перекрытия равна 1,1 мкм, а расстояние  $d$  отступа равно 0,6 мкм. На фиг. 14В ширина с перекрытия равна 0,6 мкм, а расстояние  $d$  отступа равно 0,1 мкм. На фиг. 14С ширина с перекрытия равна 0,9 мкм, а расстояние  $d$  отступа равно 0,4 мкм. На фиг. 14А и фиг. 14В можно видеть, что в случае резистивного нагревательного элемента 101, в котором электродные области 121 шире центральной области 122, когда ширина с перекрытия уменьшается, область, в которой ток является неравномерным, наоборот увеличивается в размере. Аналогично принципам, описанным в третьем варианте осуществления, это связано с тем, что ток возвращается от концевых участков соединительных элементов 102. В случае формы резистивного нагревательного элемента согласно этому варианту осуществления предпочтительно задавать ширину с перекрытия и расстояние  $d$  отступа, чтобы они имели определенный размер, для того, чтобы получать равномерное распределение плотности тока. Область, в которой ток является неравномерным, сводится к минимуму, когда  $s$  на фиг. 14С равна 0,9 мкм, а  $d$  на фиг. 14С равно 0,4 мкм. Предпочтительно, чтобы расстояние  $d$  отступа было 0,6 мкм или меньше.

[0056] Различные результаты моделирования показаны в вышеописанных вариантах осуществления. Однако относительные положения фактических резистивных нагревательных элементов 101 и соединительных элементов 102 могут отличаться от результатов моделирования в зависимости от точности производства и неравномерности. Оптимальные значения или предпочтительные значения ширины  $a$  и зазора  $b$  соединительных элементов 102, ширины с перекрытия и расстояния  $d$  отступа, показанных в результатах моделирования, могут изменяться в диапазоне около  $\pm 0,1$  мкм. Например, в вышеупомянутом пятом варианте осуществления оптимальный диапазон ширины с перекрытия, который сводит к минимуму область, в которой ток является неравномерным, равен от 0,8 мкм или больше до 1,0 мкм или меньше, а оптимальный диапазон расстояния  $d$  отступа равен от 0,3 мкм или больше до 0,5 мкм или меньше.

[0057] (Шестой вариант осуществления)

На фиг. 16А и фиг. 16В иллюстрируется конфигурация элементной подложки 100 согласно шестому варианту осуществления настоящего изобретения. Фиг. 16А представляет собой вид сверху поверхности элементной подложки 100, в которой сформированы сопла 109 для выброса. Фиг. 16В представляет собой увеличенный вид участка А, иллюстрированного на фиг. 16А. Внешняя периферия элементной подложки 100 согласно этому варианту осуществления приблизительно имеет форму параллелограмма. В элементе 108, образующем сопло для выброса, элементной подложки 100, четыре линии сопел выброса, соответствующих голубому, пурпурному, желтому и черному (СМΥК), соответственно, сформированы в двух измерениях. Следует отметить, что в последующем описании направление, в котором проходят линии сопел выброса, в которых размещено множество сопел 109 выброса, называется «направлением линии сопел выброса».

[0058] Как иллюстрировано на фиг. 16В, записывающие элементы 101, которые являются резистивными нагревательными элементами, побуждающими жидкость вспениваться посредством энергии тепла, размещены в положениях, соответствующих соплам 109 выброса, соответственно. Камеры 107 давления, которые включают в себя записывающие элементы 101, разделены разделителем 303. Записывающие элементы 101 электрически соединены с электродными площадками 201, иллюстрированными на фиг. 16А, посредством электрических проводников 103с и 103d (см. фиг. 1В), размещенных в элементной подложке 100. Записывающие элементы 101 выполнены с возможностью побуждать жидкость кипеть посредством формирования тепла на

основании импульсного сигнала, вводимого из управляющей схемы записывающего устройства (не показано). Жидкость выбрасывается из сопел 109 выброса посредством усилия воздушных пузырьков, создаваемых этим кипением. Как иллюстрировано на фиг. 16В, в направлении линии сопел выброса канал 301 подачи жидкости проходит по одной стороне каждой линии сопел выброса, а канал 302 возвращения жидкости проходит по другой стороне. Канал 301 подачи жидкости и канал 302 возврата жидкости являются каналами потока, которые размещены на материале 113 основания элементной подложки 100 и выполнены с возможностью проходить в направлении линии сопел выброса. Канал 301 подачи жидкости и канал 302 возврата жидкости, оба находятся в сообщении с соплами 109 выброса через подающее отверстие 300а и возвращающее отверстие 300b, соответственно. Подающее отверстие 300а и возвращающее отверстие 300b являются сквозными отверстиями, проходящими через подложку 114 элементной подложки 100 (см. фиг. 1В). На основании этой конфигурации канала жидкость, протекающая через канал 301 подачи жидкости, подается к записывающим элементам 101 через множество подающих отверстий 300а и выбрасывается из сопел 109 выброса. Из жидкости, поданной к записывающим элементам 101, жидкость, которая не была выброшена, возвращается в канале 302 возврата жидкости через множество возвращающих отверстий 300b. Жидкость, возвращаемая в канале 302 возврата жидкости, снова подается к головке для выброса жидкости через участок резервуара, размещенного в записывающем устройстве. Жидкость движется этим маршрутом потока, чтобы циркулировать. Однако, настоящее изобретение не ограничивается конфигурацией циркуляции, описанной в этом варианте осуществления. Например, жидкость может подаваться к записывающим элементам 101 из канала 302 возврата жидкости через возвращающие отверстия 300b. Такая конфигурация является предпочтительной, поскольку эта конфигурация позволяет подавать жидкость к записывающим элементам 101 из отверстий (300а и 300b), сформированных по обеим сторонам записывающих элементов 101, предоставляет возможность получения симметрии выброса, а также позволяет сравнительно быстро выполнять повторное заполнение после выброса жидкости.

[0059] В элементной подложке 100, такой как подложка в этом варианте осуществления, которая включает в себя множество линий сопел выброса (линий записывающих элементов 101) и множество отверстий для жидкости (например, подающее отверстие 300а и возвращающее отверстие 300b), которые проходят через подложку 114, конфигурация многослойных проводников, иллюстрированная на фиг. 1В, особенно предпочтительна. В такой конфигурации, в которой записывающие элементы 101 размещены двумерно, элементная подложка 100, которая сдерживает увеличение в размере подложки, может быть получена с помощью многослойных проводников из электрических проводников 103а и 103b и конфигурации со сквозными отверстиями.

[0060] Кроме того, размещение множества элементных подложек 100 позволяет создать головку для выброса жидкости линейного типа, имеющую длину, соответствующую ширине носителя записи. В частности, посредством формирования внешней периферии элементных подложек 100, приблизительно похожих на параллелограмм, и размещения множества элементных подложек 100 в прямую линию (в ряд), как в этом варианте осуществления, может быть создана компактная головка для выброса жидкости линейного типа, которая имеет сдерживаемую длину в коротком направлении.

[0061] При том, что настоящее изобретение было описано со ссылкой на примерные

варианты осуществления, следует понимать, что изобретение не ограничено раскрытыми примерными вариантами осуществления. Объем нижеследующей формулы изобретения должен соответствовать самой широкой интерпретации таким образом, чтобы охватывать все такие модификации и эквивалентные структуры и функции.

5

### (57) Формула изобретения

1. Элементная подложка головки для выброса жидкости, содержащая:  
материал основания;

изолирующую пленку, расположенную на материале основания;

10 резистивный нагревательный элемент, выполненный с возможностью формирования пузырьков в жидкости для выброса жидкости;

защитную пленку, выполненную с возможностью покрытия резистивного нагревательного элемента;

15 первый слой электрических проводников, который размещен в изолирующей пленке и выполнен с возможностью подачи тока к резистивному нагревательному элементу;  
и

по меньшей мере один первый соединительный элемент и по меньшей мере один второй соединительный элемент, выполненные с возможностью проходить в изолирующую пленку для соединения первого слоя электрических проводников и резистивного нагревательного элемента,

20 причём резистивный нагревательный элемент содержит первую область соединения, с которой соединен по меньшей мере один первый соединительный элемент, и вторую область соединения, с которой соединён по меньшей мере один второй соединительный элемент,

25 причём первая область соединения и вторая область соединения расположены на расстоянии друг от друга в первом направлении, причём резистивный нагревательный элемент выполнен с возможностью вызывать протекание тока в первом направлении между первой областью соединения и второй областью соединения,

30 причём первая область соединения и вторая область соединения проходят во втором направлении, пересекающем первое направление,

причём длина первой области соединения во втором направлении больше длины первой области соединения в первом направлении, а длина второй области соединения во втором направлении больше длины второй области соединения в первом направлении.

35 2. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1, в которой каждая прилегающая поверхность по меньшей мере одного первого соединительного элемента и по меньшей мере одного второго соединительного элемента с резистивным нагревательным элементом и прилегающая поверхность изолирующей пленки с резистивным нагревательным элементом расположены в одной плоскости.

40 3. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, в которой каждый из по меньшей мере одного первого соединительного элемента и второго соединительного элемента покрыт резистивным нагревательным элементом, если смотреть с направления, ортогонального поверхности, на которой размещается резистивный нагревательный элемент.

45 4. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, дополнительно содержащая на слое, отличном от первого слоя электрических проводников в изолирующей пленке, второй слой электрических проводников, выполненный с возможностью подачи тока к резистивному нагревательному элементу, и на слое,

отличном от первого слоя электрических проводников и второго слоя электрических проводников в изолирующей пленке, третий слой электрических проводников, содержащий проводники логического электропитания для возбуждения резистивного нагревательного элемента.

5 5. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, дополнительно содержащая на слое, отличном от первого слоя электрических проводников в изолирующей пленке, второй слой электрических проводников, выполненный с  
возможностью подачи тока к резистивному нагревательному элементу, и на слое, отличном от первого слоя электрических проводников и второго слоя электрических  
10 проводников в изолирующей пленке, четвертый слой электрических проводников, содержащий сигнальные проводники для возбуждения резистивного нагревательного элемента.

6. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 4, в которой первый слой электрических проводников и второй слой электрических проводников размещены  
15 на стороне, более близкой к резистивному нагревательному элементу, чем третий слой электрических проводников.

7. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, в которой резистивный нагревательный элемент содержит область вспенивания, которая размещена между первой областью соединения и второй областью соединения  
20 в первом направлении и в которой жидкость вспенивается, и при этом каждая из первой области соединения и второй области соединения проходит через область, включающую в себя полную длину области вспенивания во втором направлении.

8. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, в которой  
25 каждый из по меньшей мере одного первого соединительного элемента и по меньшей мере одного второго соединительного элемента содержит штекер, выполненный с возможностью проходить в изолирующую пленку.

9. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, в которой резистивный нагревательный элемент разделен в первом направлении на  
30 первую электродную область, содержащую по меньшей мере один первый соединительный элемент, вторую электродную область, содержащую по меньшей мере один второй соединительный элемент, и центральную область, расположенную между первой электродной областью и второй электродной областью, и при этом первая электродная область, вторая электродная область и центральная  
35 область имеют одинаковый размер во втором направлении.

10. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, в которой множество первых соединительных элементов расположены во втором направлении с зазором между первыми соседними соединительными элементами, и множество вторых соединительных элементов расположены во втором направлении с зазором между  
40 соседними вторыми соединительными элементами.

11. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 10, в которой сумма длин множества первых соединительных элементов во втором направлении равна 50% или менее от длины первой электродной области во втором направлении.

12. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 10, в которой два из  
45 множества первых соединительных элементов на обоих концевых участках во втором направлении разделены одинаковым расстоянием от периферийного участка резистивного нагревательного элемента во втором направлении.

13. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 12, в которой

расстояние между каждым из двух из множества первых соединительных элементов на обоих концевых участках во втором направлении и периферийным участком резистивного нагревательного элемента равно от 1/4 или более до менее одного среднего зазора множества первых соединительных элементов во втором направлении.

5 14. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, в которой каждый из первого соединительного элемента и второго соединительного элемента непрерывно размещен во втором направлении.

15. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 14, в которой каждый из первого соединительного элемента и второго соединительного элемента отделен  
10 одинаковым расстоянием от периферийного участка обеих сторон резистивного нагревательного элемента во втором направлении.

16. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, в которой резистивный нагревательный элемент разделен в первом направлении на первую электродную область, содержащую по меньшей мере один первый  
15 соединительный элемент, вторую электродную область, содержащую по меньшей мере один второй соединительный элемент, и центральную область, расположенную между первой электродной областью и второй электродной областью, и

при этом каждая из первой электродной области и второй электродной области имеет размер, более длинный, чем размер центральной области во втором направлении.

20 17. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 16, в которой каждая из первой области соединения и второй области соединения размещена в пределах центральной области во втором направлении.

18. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 16, в которой множество первых соединительных элементов расположены во втором направлении  
25 с зазором между соседними первыми соединительными элементами и множество вторых соединительных элементов расположены во втором направлении с зазором между соседними вторыми соединительными элементами.

19. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 18, в которой расстояние между каждым из двух из множества первых соединительных элементов на  
30 обоих концевых участках во втором направлении и периферийным участком резистивного нагревательного элемента первой электродной области больше среднего зазора множества первых соединительных элементов во втором направлении.

20. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 16, в которой каждый из первого соединительного элемента и второго соединительного элемента непрерывно  
35 размещен во втором направлении.

21. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, в которой резистивный нагревательный элемент разделен в первом направлении на первую электродную область, содержащую по меньшей мере один первый  
40 соединительный элемент, вторую электродную область, содержащую по меньшей мере один второй соединительный элемент, и центральную область, расположенную между первой электродной областью и второй электродной областью, и

при этом часть первого слоя электрических проводников и часть второго слоя электрических проводников размещены в области нижнего участка центральной области.

22. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, в которой резистивный нагревательный элемент разделен в первом направлении на  
45 первую электродную область, содержащую по меньшей мере один первый соединительный элемент, вторую электродную область, содержащую по меньшей мере один второй соединительный элемент, и центральную область, расположенную между

первой электродной областью и второй электродной областью, и

при этом транзистор размещен в области нижнего участка центральной области.

23. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 1 или 2, в которой резистивный нагревательный элемент имеет толщину в диапазоне от 0,01 мкм до 0,05 мкм, и

защитная пленка имеет толщину в диапазоне от 0,15 мкм до 0,3 мкм.

24. Элементная подложка головки для выброса жидкости по п. 10, в которой зазор множества первых соединительных элементов во втором направлении составляет 1,2 мкм или менее и зазор множества вторых соединительных элементов во втором направлении составляет 1,2 мкм или менее.

25. Головка для выброса жидкости, содержащая элементную подложку, причем элементная подложка содержит:

материал основания;

изолирующую пленку, расположенную на материале основания;

резистивный нагревательный элемент, выполненный с возможностью формирования пузырьков в жидкости для выброса жидкости;

защитную пленку, выполненную с возможностью покрытия резистивного нагревательного элемента;

первый слой электрических проводников, который размещен в изолирующей пленке и выполнен с возможностью подачи тока к резистивному нагревательному элементу;

и по меньшей мере один первый соединительный элемент и по меньшей мере один второй соединительный элемент, выполненные с возможностью проходить в изолирующую пленку для соединения первого слоя электрических проводников и обратной поверхности резистивного нагревательного элемента, на которой не размещена защитная пленка,

причем резистивный нагревательный элемент содержит первую область соединения, с которой соединен по меньшей мере один первый соединительный элемент, на одном конце в первом направлении, и вторую соединительную область, с которой соединен по меньшей мере один второй соединительный элемент, на другом конце в первом направлении,

причем первая область соединения и вторая область соединения выполнены с возможностью проходить во втором направлении, пересекающем первое направление,

причем длина первой области соединения во втором направлении больше длины первой области соединения в первом направлении и длина второй области соединения во втором направлении больше длины второй области соединения в первом направлении.

26. Головка для выброса жидкости по п. 25, дополнительно содержащая на слое, отличном от первого слоя электрических проводников в изолирующей пленке, второй слой электрических проводников, выполненный с возможностью подачи тока на резистивный нагревательный элемент, и на слое, отличном от первого слоя электрических проводников и второго слоя электрических проводников в изолирующей пленке, третий слой электрических проводников, содержащий проводники логического электропитания для возбуждения резистивного нагревательного элемента.

27. Головка для выброса жидкости по п. 25 или 26, дополнительно содержащая на слое, отличном от первого слоя электрических проводников в изолирующей пленке, второй слой электрических проводников, выполненный с возможностью подачи тока на резистивный нагревательный элемент, и на слое, отличном от первого слоя

электрических проводников и второго слоя электрических проводников в изолирующей плёнке, четвёртый слой электрических проводников, содержащий сигнальные проводники для возбуждения резистивного нагревательного элемента.

28. Головка для выброса жидкости по п. 26, в которой первый слой электрических проводников и второй слой электрических проводников размещены на стороне, более близкой к резистивному нагревательному элементу, чем третий слой электрических проводников.

29. Головка для выброса жидкости по п. 26, дополнительно содержащая возбуждающую схему, которая выполнена с возможностью возбуждения резистивного нагревательного элемента и размещена на материале основания на стороне изолирующей пленки,

при этом третий слой электрических проводников размещен на стороне, более близкой к возбуждающей схеме, чем первый слой электрических проводников и второй слой электрических проводников.

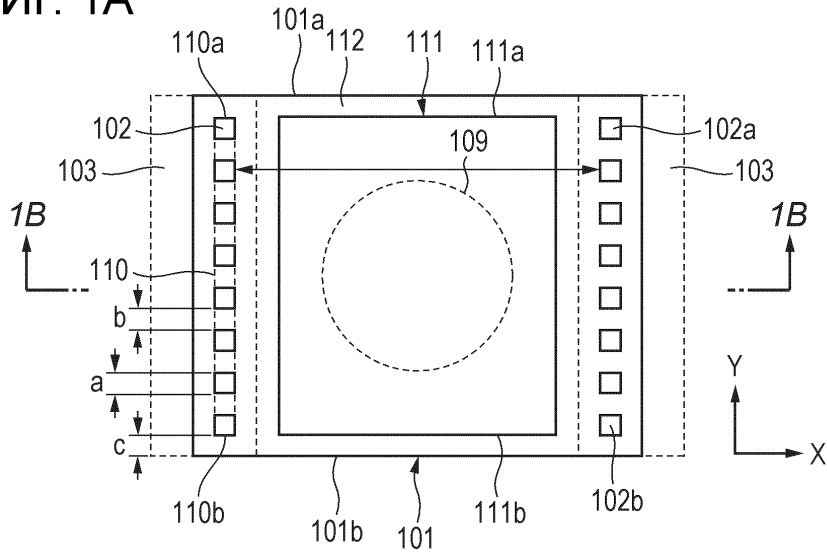
30. Головка для выброса жидкости, содержащая:

элементную подложку по п. 1; и

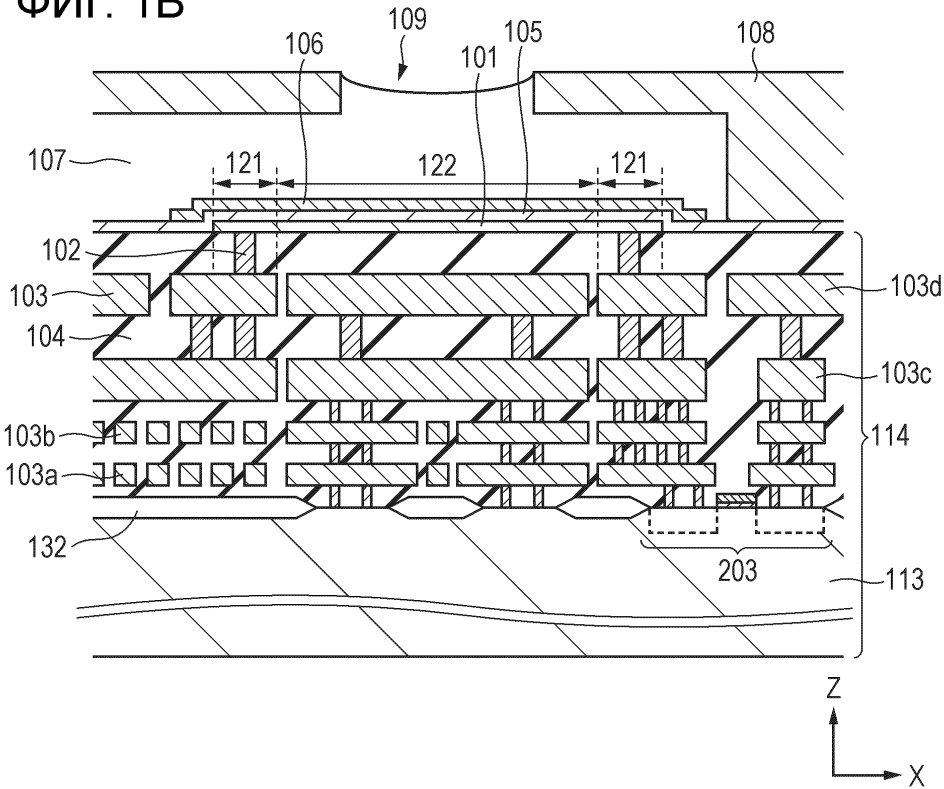
элемент, образующий сопло для выброса, который снабжён соплом для выброса и который приклеен к стороне защитной плёнки элементной подложки.

31. Головка для выброса жидкости по п. 30, причём головка для выброса жидкости является головкой для выброса жидкости линейного типа, содержащей множество элементных подложек.

ФИГ. 1А



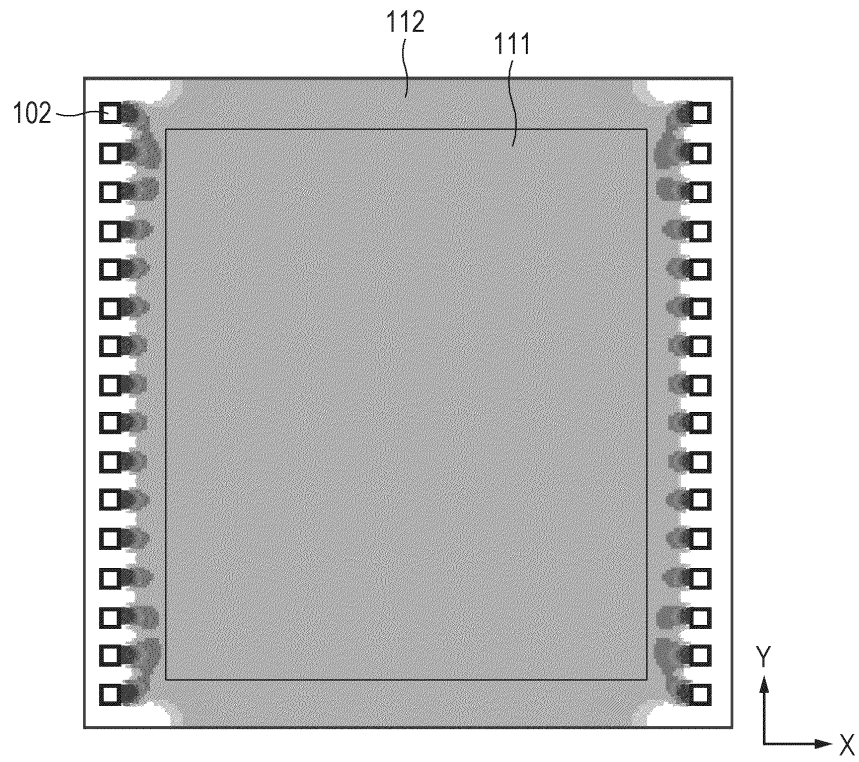
ФИГ. 1В



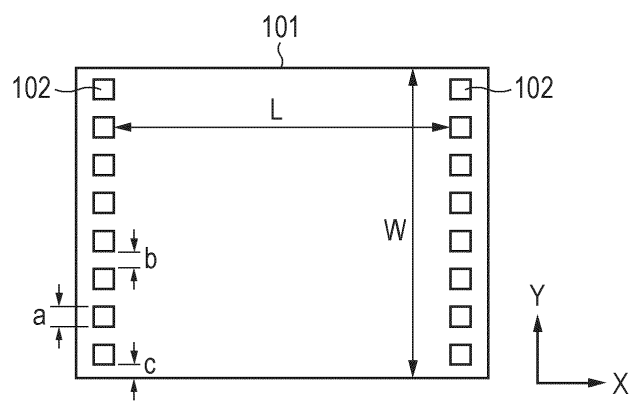


2/12

ФИГ. 2

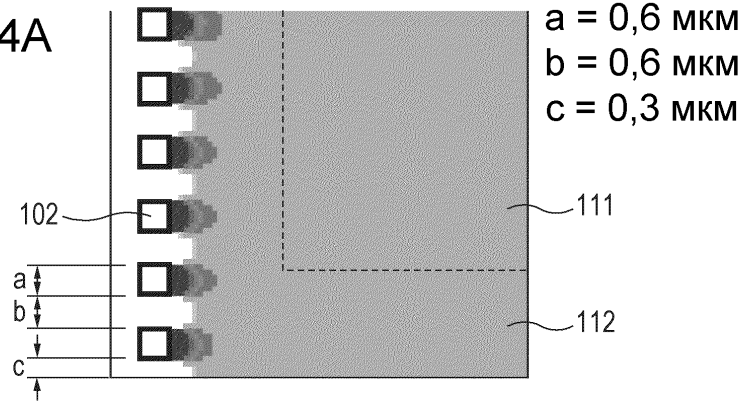


ФИГ. 3

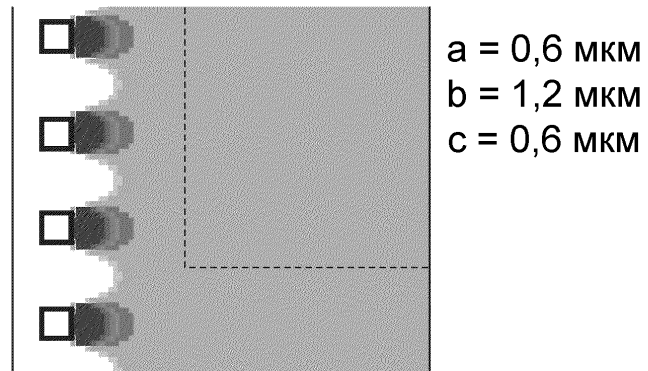


3/12

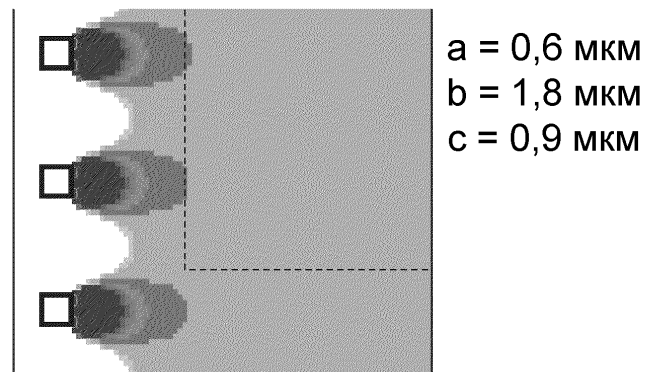
ФИГ. 4А



ФИГ. 4В

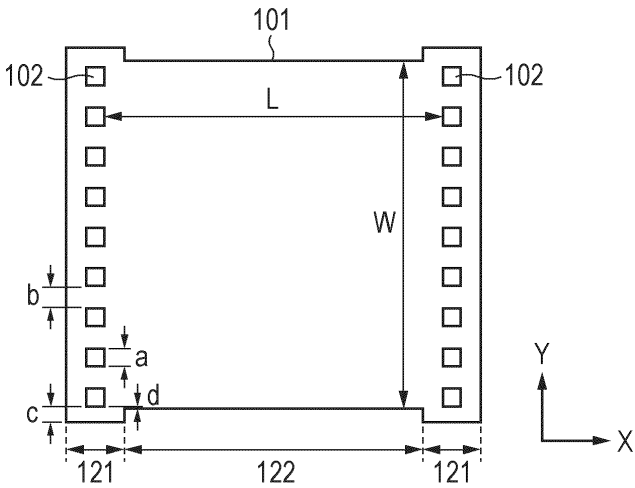


ФИГ. 4С

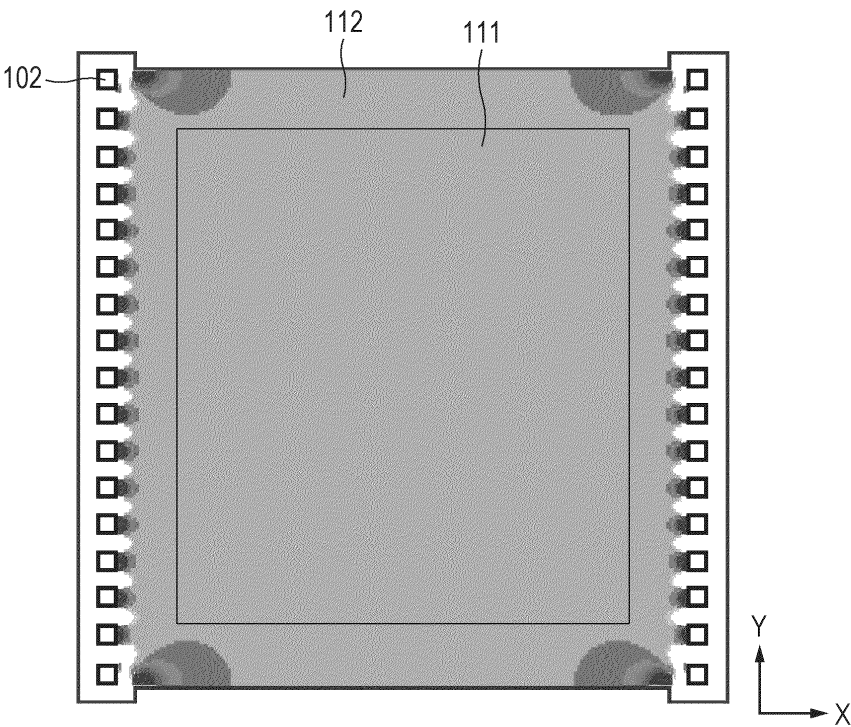


4/12

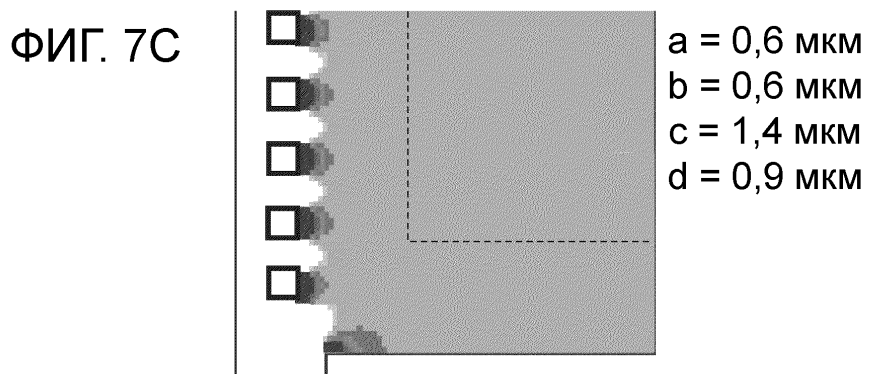
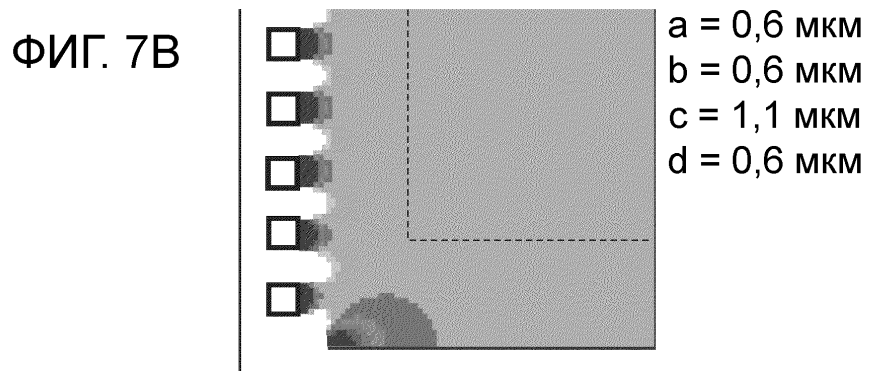
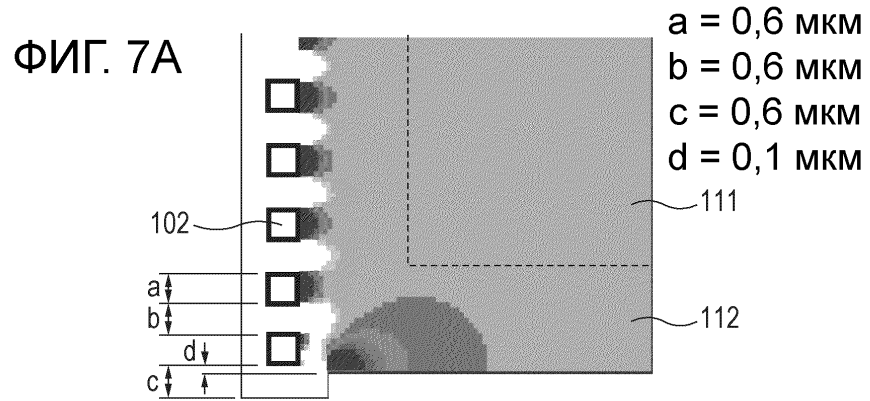
ФИГ. 5



ФИГ. 6

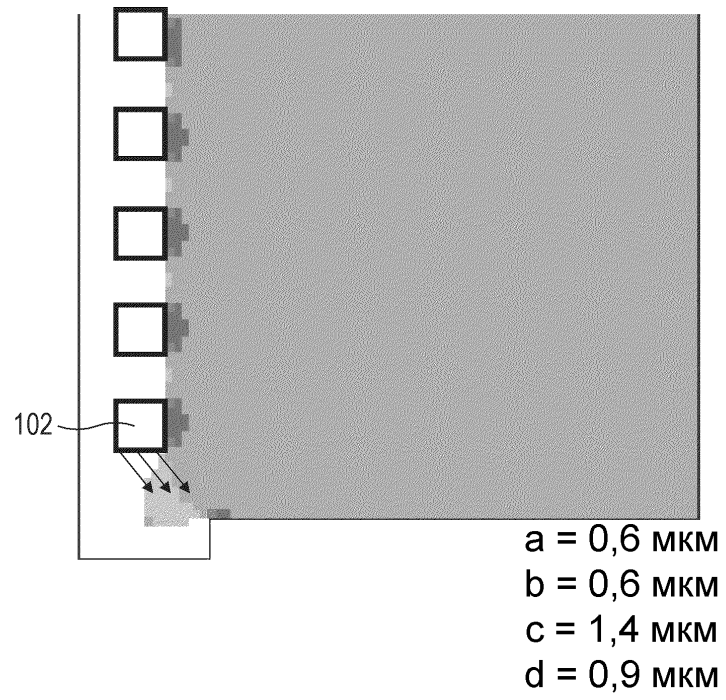


5/12

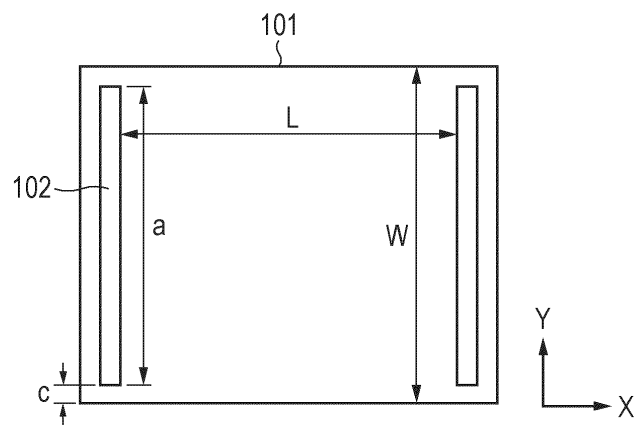


6/12

ФИГ. 8

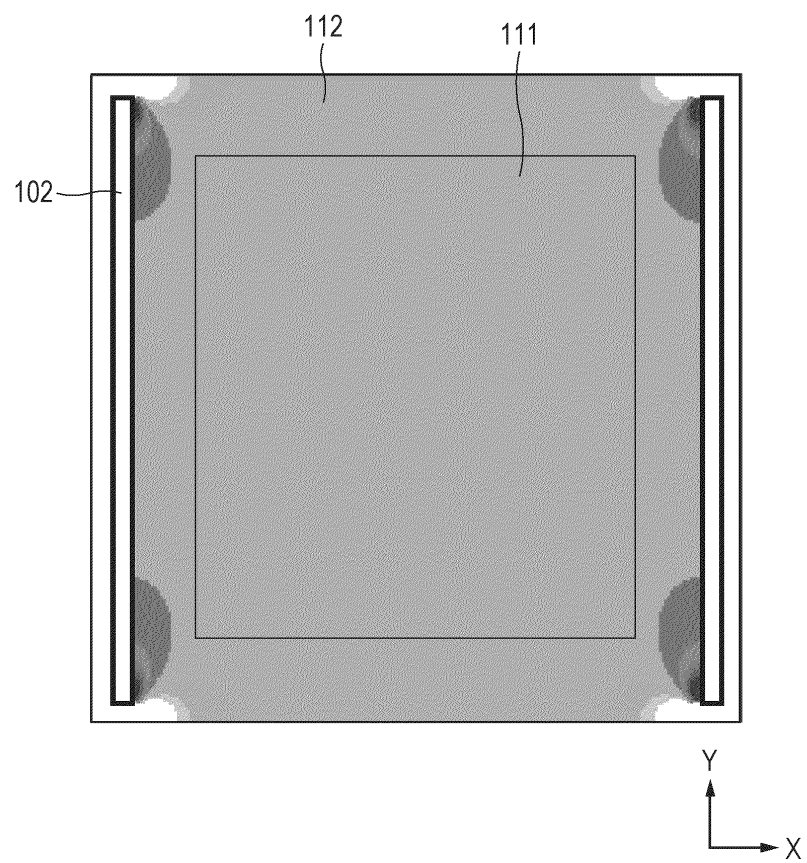


ФИГ. 9



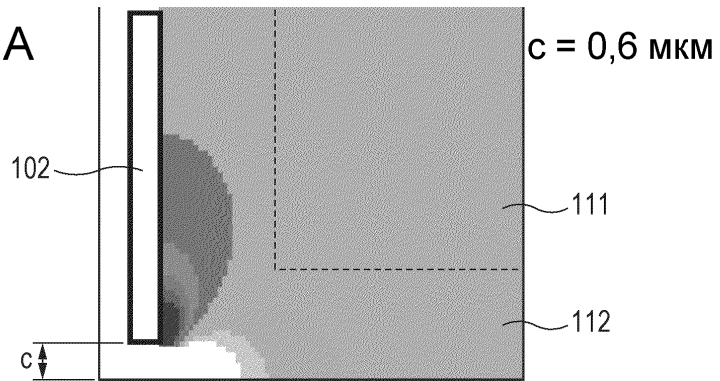
7/12

ФИГ. 10

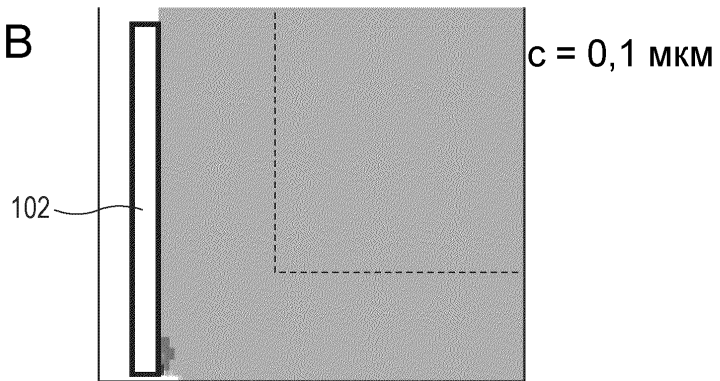


8/12

ФИГ. 11А

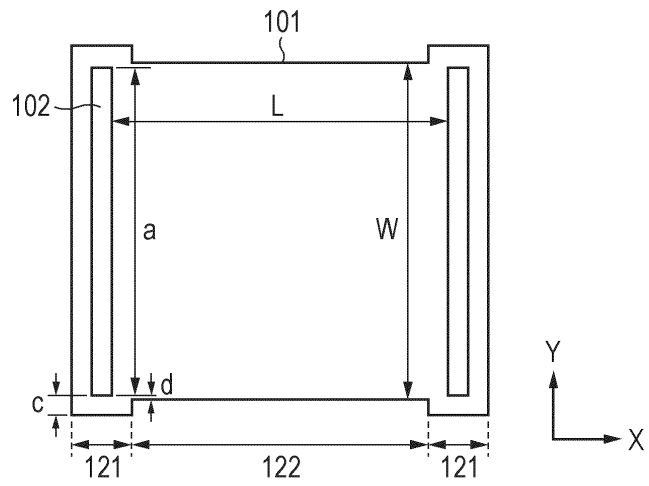


ФИГ. 11В

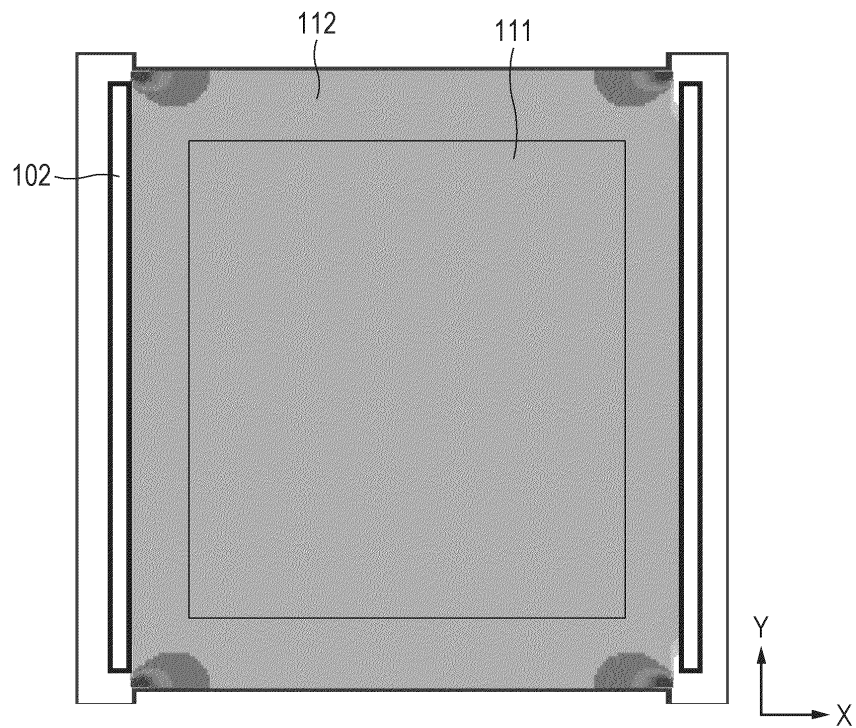


9/12

ФИГ. 12



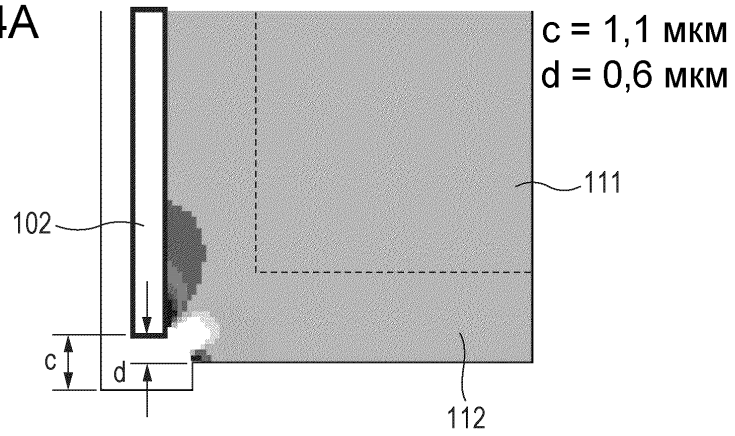
ФИГ. 13



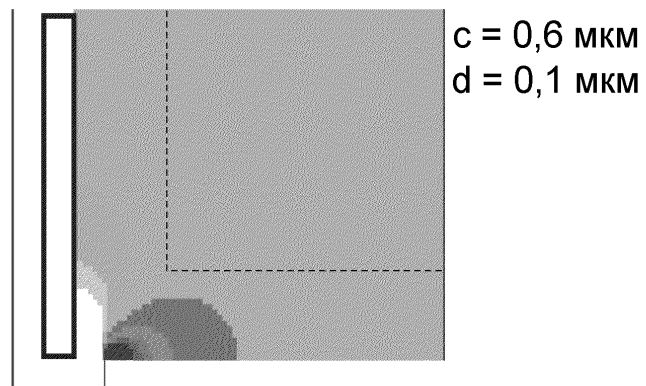


10/12

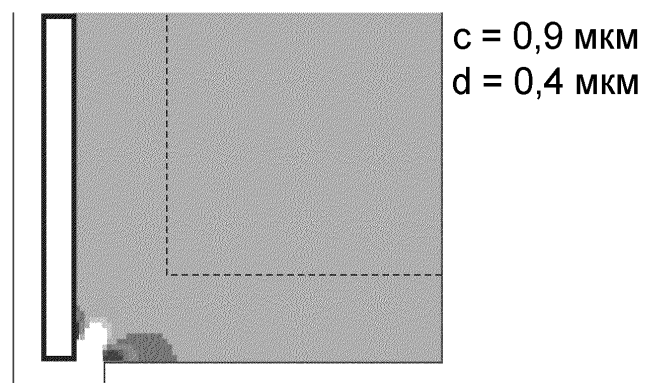
ФИГ. 14А



ФИГ. 14В

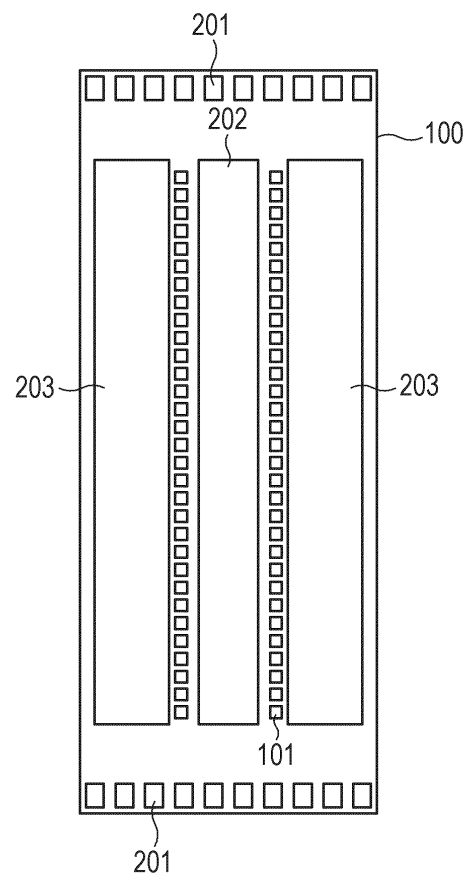


ФИГ. 14С



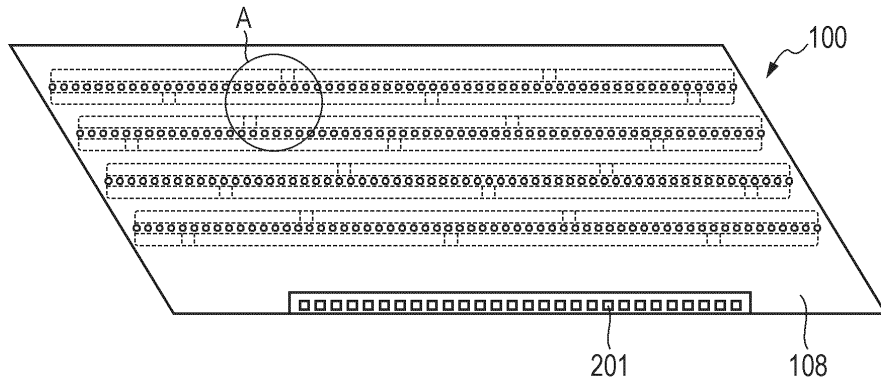
11/12

ФИГ. 15



12/12

ФИГ. 16А



ФИГ. 16В

