



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2008126284/12**, **29.11.2006**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.11.2006(30) Конвенционный приоритет:
29.11.2005 JP 2005-343943(45) Опубликовано: **10.12.2009** Бюл. № **34**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **JP 10-235874 A**, **08.09.1998**. **EP 0317300**
A2, **24.05.1989**. **EP 1024008 A2**, **02.08.2000**. **RU**
2259924 C2, **10.09.2005**.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: **30.06.2008**(86) Заявка РСТ:
JP 2006/324315 (29.11.2006)(87) Публикация РСТ:
WO 2007/064021 (07.06.2007)Адрес для переписки:
**129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. А.В.Мицу, рег.№ 364**

(72) Автор(ы):

**МУРАКАМИ Суити (JP),
ТАКЕЙ Ясунори (JP)**

(73) Патентообладатель(и):

КЭНОН КАБУСИКИ КАЙСЯ (JP)**(54) СПОСОБ ВЫБРАСЫВАНИЯ ЖИДКОСТИ, ГОЛОВКА, ВЫБРАСЫВАЮЩАЯ ЖИДКОСТЬ,
И УСТРОЙСТВО, ВЫБРАСЫВАЮЩЕЕ ЖИДКОСТЬ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к головке, выбрасывающей жидкость, которая осуществляет печать посредством выбрасывания капель на носитель, устройству, выбрасывающему жидкость, и способу выбрасывания жидкости. Головка, выбрасывающая жидкость, в которой жидкость выбрасывается из канала выбрасывания за счет приложения к жидкости энергии, причем канал выбрасывания включает в себя один выступ, который имеет выпуклую форму и выполнен внутри канала выбрасывания, первую область для удержания поверхности жидкости, которая должна быть

связана с жидкостью в форме столбика, растянутой наружу из канала выбрасывания, когда жидкость выбрасывается из него, и, в состоянии, когда образована первая область, вторую область, в которую должна всасываться жидкость в канале выбрасывания в направлении, противоположном направлению выбрасывания жидкости, и которая обладает гидравлическим сопротивлением, которое ниже, чем гидравлическое сопротивление первой области, при этом первая область образована в направлении, в котором обращена выпуклость формы выступа от дистального конца выступа, а вторая область образована по обе стороны от

выступа. Изобретение позволяет сделать момент отделения выбрасываемой жидкости наступающим раньше и уменьшить хвост

летающей капли жидкости. 7 н. и 12 з.п. ф-лы, 5 табл., 37 ил.

RU 2 3 7 5 1 9 6 C 1

RU 2 3 7 5 1 9 6 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

B41J 2/135 (2006.01)**B41J 2/16** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2008126284/12, 29.11.2006**(24) Effective date for property rights:
29.11.2006(30) Priority:
29.11.2005 JP 2005-343943(45) Date of publication: **10.12.2009 Bull. 34**(85) Commencement of national phase: **30.06.2008**(86) PCT application:
JP 2006/324315 (29.11.2006)(87) PCT publication:
WO 2007/064021 (07.06.2007)

Mail address:

**129090, Moskva, ul.B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364**

(72) Inventor(s):

**MURAKAMI Suiti (JP),
TAKEJ Jasunori (JP)**

(73) Proprietor(s):

KEhNON KABUSIKI KAJJSa (JP)

(54) METHOD FOR LIQUID EJECTION, HEAD THAT EJECTS LIQUID, AND DEVICE THAT EJECTS LIQUID

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention is related to head that ejects liquid, which carries out printing by means of drops ejection onto carrier, device that ejects liquid and method of liquid ejection. Liquid-ejecting head, in which liquid is ejected from ejection channel due to application of energy to liquid, besides ejection channel comprises one ledge having convex shape and arranged inside ejection channel, the first area for maintenance of liquid surface, which must be related to liquid in the form of column stretched outside from ejection channel, when liquid is ejected from it, and, in

condition when the first area is created, the second area, to which liquid must be sucked in ejection channel in direction opposite to direction of liquid ejection, and which has hydraulic resistance that is lower than hydraulic resistance of the first area, at the same time the first area is created in direction, in which ledge shape convexity is inverted from distal end of ledge, and the second area is created on both sides from ledge.

EFFECT: possibility to arrange moment of ejected liquid separation as occurring earlier and to reduce tail of flying drop of liquid.

19 cl, 37 dwg

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к головке, выбрасывающей жидкость, которая осуществляет печать посредством выбрасывания капель жидкости на носитель, устройству, выбрасывающему жидкость, и способу выбрасывания жидкости.

Предшествующий уровень техники

В качестве системы для выбрасывания жидкости, такой как чернила, разработана система выбрасывания жидкости (система струйной печати), и в качестве элемента, генерирующего энергию выбрасывания, используемого для выбрасывания капель жидкости, - способ, в котором предусматривается использование теплогенерирующего элемента (нагревателя).

На Фиг.10 представлена схематическая диаграмма, иллюстрирующая обычный процесс выбрасывания для системы, осуществляющей пузырьково-струйное (ПС) выбрасывание, в которой применяется обычная головка струйной печати, для предотвращения сообщения пузырьков с атмосферой. Следует отметить, что для удобства, в этом случае, часть жидкости, выбрасываемая наружу через сопловую пластину, в которой сформирован канал выбрасывания, называется выбрасываемой жидкостью, а жидкость, остающаяся внутри канала выбрасывания, называется проточной жидкостью, чтобы описать различие между этими частями жидкости.

Прежде всего, в состоянии (a) согласно Фиг.1 вызывается явление пленочного кипения на поверхности нагревателя за счет подачи электропитания на нагреватель (этап (b) согласно Фиг.1). За счет энергии, вырабатываемой посредством этого пленочного кипения, жидкость нагнетается во внешнее пространство с поверхности сопловой пластины, в которой сформирован канал выбрасывания (этап (c) согласно Фиг.1). В этот момент, движимая силой инерции, обуславливаемой энергией, вырабатываемой посредством пленочного кипения, жидкость, находящаяся около нагревателя, движется в форме пузырька, удаляясь от нагревателя. Поскольку состояние поверхности раздела пузырька и жидкости изменяется этим движением жидкости, газ, находящийся около нагревателя, ведет себя так, как если бы он расширялся. Вместе с тем, состояние в этот момент таково, что не испытывается влияние тепла, вырабатываемого нагревателем, и это тепло не передается пузырьку, так что когда пузырек растет, давление газа уменьшается. Кроме того, сила инерции также увеличивает количество выбрасываемой жидкости. Когда сила инерции этой жидкости, в конце концов, становится пропорциональной восстанавливающей силе, которая сопровождает снижение давления газа, рост пузырька прекращается, и достигается состояние максимального пузырька (этап (d) согласно Фиг.10). Поскольку часть газа в состоянии максимального пузырька находится под давлением, которое существенно ниже, чем атмосферное, в результате этого пузырек начинает исчезать, а жидкость в окружающей области быстро всасывается в пространство, которое только что было занято пузырьком (этап (e) согласно Фиг.10). В соответствии с движением проточной жидкости, которое сопровождает исчезновение пузырька, также прикладывается сила, которая всасывает жидкость, находящуюся около канала выбрасывания, в нагреватель. Поскольку вектор скорости согласно этой силе проходит в направлении, противоположном направлению вектора скорости для летящей выбрасываемой жидкости, между сферической частью, которая служит в качестве основной капли, и проточной жидкостью образуется и растягивается жидкость, имеющая форму столбика (столбик жидкости). В результате часть столбика жидкости удлиняется (этап (f) согласно Фиг.10). А по истечении некоторого времени после исчезновения пузырька, выбрасываемая жидкость, которая больше не может

поддерживать состояние столбика жидкости, отделяется, испытывая противодействие влиянию вязкости жидкости, и становится отдельной каплей жидкости (этап (g) согласно Фиг.10). Во время этого рассеивания, которое и дает каплю жидкости, образуется мелкодисперсный туман. В конце концов, летящая капля жидкости дополнительно разделяется, образуя основную каплю и второстепенную каплю (спутник) в соответствии с разностью скоростей между ними и поверхностным натяжением жидкости (этап (h) согласно Фиг.10). Поскольку спутник летит позади основной капли, то, когда он соприкасается с поверхностью бумаги, положение «посадки» сдвинуто от положения «посадки» основной капли. Это приводит к ухудшению качества изображения.

На Фиг.12 представлена схематическая диаграмма, иллюстрирующая обычный процесс выбрасывания, реализуемый системой, осуществляющей сквозное пузырьково-струйное (СПС) выбрасывание, в которой применяется обычная головка струйной печати, вследствие чего пузырьки сообщаются с атмосферой. Высота протока сделана меньшей, чем в системе, осуществляющей СП выбрасывание, показанной на Фиг.10. Для такой же части процесса, как в случае системы, осуществляющей СП выбрасывание и показанной на Фиг.1, объяснение будет опущено. Согласно процессу исчезновения пузырька (этапы (e)-(g) согласно Фиг.12), между местом спереди в проточном канале чернил и сзади в проточном канале чернил есть различие в том, как происходит оттягивание мениска внутри канала выбрасывания, вследствие чего мениск становится асимметричным (этап (f) согласно Фиг.12). Следовательно, когда выбрасываемая капля отделяется от мениска, задняя хвостовая концевая часть выбрасываемой капли изгибается (этап (g) на Фиг.12). Таким образом, спутник, образующийся в изогнутой хвостовой части, будет лететь по траектории, сдвинутой от траектории основной капли, и «сядет» в положении, отстоящем от положения «посадки» основной капли.

В последние годы, для струйного принтера, для которого требуется изображение с высоким разрешением, таким как при выдаче фотографических отпечатков, предпочтительным является уменьшение, насколько это возможно, образования спутников, которые вызывают ухудшение качества изображения. В связи с процессом уменьшения образования спутников, который описан, например, в выложенной заявке № Н10-235874 на патент Японии, известно, что длина хвоста (чернильного хвоста) летящей капли жидкости уменьшается. В выложенной заявке № Н10-235874 на патент Японии также описано, что интервал между каналами выбрасывания локально уменьшают для увеличения силы мениска, а флуктуация поверхности жидкости в канале выбрасывания уменьшается силой мениска и сокращает хвост летящей капли чернил.

Краткое изложение существа изобретения

Задачи, решаемые изобретением

Вместе с тем, конструкция, описанная в выложенной заявке № Н10-235874 на патент Японии, разработана в предположении, что для головки, обеспечивающей высококачественное изображение, такой как головка для выдачи фотографических отпечатков, используется размер, больший, чем канал выбрасывания, и что размер капли жидкости, которую надлежит выбрасывать, тоже велик. Когда конструкцию, описанную в выложенной заявке № Н10-235874 на патент Японии, применяют для головки, такой как головка для выдачи фотоотпечатков, которая выбрасывает очень маленькие капли жидкости, механизм отделения капель жидкости, в основном, не отличается от обычного, а значение, которого можно добиться, урезая хвост (длину

капли чернил), составляет не более чем примерно 5 мкм, хотя это зависит от скорости выбрасывания. То есть в соответствии с конструкцией, описанной в выложенной заявке № H10-235874 на патент Японии, когда выбрасываемый объем велик, как в
 5 обычном случае, достигаются эффекты уменьшения спутников. Но когда уровень выбрасываемого объема так же мал, как используемый для головки, соответствующей той, которую применяют для получения вышеописанного фотографического качества, эффекты уменьшения спутников почти не достигаются.

Поэтому авторы настоящего изобретения учли тот факт, что для дальнейшего
 10 сокращения длины хвоста с целью уменьшения спутника следует сделать адекватно более ранним момент отделения выбрасываемой жидкости. То есть в течение периода, в пределах которого выбрасываемая жидкость, растянувшаяся наружу из канала выбрасывания, отделяется от жидкости внутри канала выбрасывания, головка
 15 выбрасываемой жидкости продолжает двигаться вперед. Таким образом, чем раньше наступает момент, когда выбрасываемая жидкость отделяется от жидкости в канале выбрасывания, тем короче становится хвост летящей капли жидкости. С этой точки зрения, предпочтительно сделать момент отделения выбрасываемой жидкости наступающим раньше, передвигая его вплоть до середины процесса исчезновения
 20 пузырька.

Тем не менее, трудно сделать момент отделения выбрасываемой жидкости наступающим раньше, соблюдая при этом обычный механизм отделения.

Средства решения задач

В качестве средств решения вышеописанных задач в соответствии с изобретением
 25 головка, выбрасывающая жидкость, в которой жидкость выбрасывается из канала выбрасывания за счет приложения к жидкости энергии из элемента, генерирующего энергию, выполнена таким образом, что канал выбрасывания включает в себя в поперечном сечении канала выбрасывания, связанном с направлением выбрасывания
 30 жидкости, по меньшей мере один выступ, который имеет выпуклую форму и выполнен внутри канала выбрасывания, первую область для удержания поверхности жидкости, которая должна быть связана с жидкостью в форме столбика, растянутой наружу из канала выбрасывания, когда жидкость выбрасывается из канала жидкости, и вторую область, в которую должна всасываться жидкость в канале выбрасывания в
 35 направлении, противоположном направлению выбрасывания жидкости, и которая обладает гидравлическим сопротивлением, которое ниже, чем гидравлическое сопротивление первой области, и первая область образована в направлении, в котором обращена выпуклость формы выступа, а вторая область образована по обе
 40 стороны от выступа.

Кроме того, головка, выбрасывающая жидкость, в которой жидкость выбрасывается из канала выбрасывания за счет приложения к жидкости энергии из
 элемента, генерирующего энергию, выполнена таким образом, что канал
 45 выбрасывания включает в себя в поперечном сечении канала выбрасывания, связанном с направлением выбрасывания жидкости, три выпуклых выступа или менее, которые имеют выпуклые формы внутри канала выбрасывания, и при этом удовлетворяется неравенство $1,6 \geq (x_2/x_1) > 0$, где x_1 обозначает длины выступов,
 связанные с направлением, в котором обращена выпуклость формы выступов, а x_2
 50 обозначает ширины оснований выступов, связанные с направлением ширины выступов.

Кроме того, головка, выбрасывающая жидкость, в которой жидкость выбрасывается из канала выбрасывания за счет приложения к жидкости энергии из

элемента, генерирующего энергию, выполнена таким образом, что канал выбрасывания включает в себя в поперечном сечении канала выбрасывания, связанном с направлением выбрасывания жидкости, два выступа или менее, которые имеют выпуклые формы внутри выступов, при этом устанавливается неравенство $M \geq (L-a)/2 > H$, где L - в поперечном сечении канала выбрасывания, связанном с направлением выбрасывания жидкости, H обозначает расстояния от дистальных концов выступов до наружного края канала выбрасывания в направлении, в котором обращена выпуклость формы выступов, L обозначает максимальный диаметр канала выбрасывания, «а» обозначает полуширину выступов и M обозначает минимальный диаметр виртуального наружного края канала выбрасывания, а дистальные концы выступов в поперечном сечении канала выбрасывания имеют форму, обладающую кривизной, или форму, имеющую линейный участок, перпендикулярный направлению, в котором обращена выпуклость формы выступов.

Способ выбрасывания жидкости согласно настоящему изобретению, посредством которого жидкость выбрасывают из канала выбрасывания путем приложения к жидкости энергии из элемента, генерирующего энергию, заключается в том, что приводят жидкость в движение по каналу выбрасывания, который включает в себя в поперечном сечении канала выбрасывания, связанном с направлением выбрасывания жидкости, первую область и множество вторых областей, гидравлические сопротивления которых ниже, чем у первой области, так что жидкость в форме столбика растягивается наружу из канала выбрасывания; удерживают в первой области поверхность жидкости, которая связана с жидкостью в форме столбика, растянутой наружу из канала выбрасывания, и одновременно оттягивают жидкость в канале выбрасывания в направлении, противоположном упомянутому направлению; и, удерживая поверхность жидкости в первой области, отделяют жидкость в форме столбика, растянутую наружу из канала выбрасывания, от поверхности жидкости в первой области и выбрасывают жидкость из канала выбрасывания.

Преимущества изобретения

Как описано выше, в соответствии с настоящим изобретением момент, когда выбрасываемая жидкость, растянутая наружу из канала выбрасывания, должна быть отделена от жидкости, которая остается в канале выбрасывания, можно сделать наступающим значительно раньше, и при этом гарантируется большее уменьшение спутников и тумана, которые ухудшают качество изображения.

Краткое описание чертежей

На Фиг.1А, 1В и 1С представлены поперечное сечение сопла для головки, выбрасывающей жидкость, применительно к настоящему изобретению и чертежи, соответственно иллюстрирующие форму нагревателя и проток, видимый из канала выбрасывания, а также форму канала выбрасывания.

На Фиг.2 представлена диаграмма, иллюстрирующая процесс выбрасывания в поперечном сечении головки, выполненном вдоль линии А-А, показанной на Фиг.1В.

На Фиг.3 представлена диаграмма, иллюстрирующая процесс выбрасывания в поперечном сечении головки, выполненном вдоль линии В-В, показанной на Фиг.1В.

На Фиг.4 представлен график, иллюстрирующий соотношение между минимальными диаметрами для толщин столбиков жидкости и процессов выбрасывания, показанных на Фиг.2 и 10.

На Фиг.5А, 5В и 5С представлены схематические чертежи, иллюстрирующие формы канала выбрасывания, который выполнен в головке, выбрасывающей жидкость, применительно к настоящему изобретению, когда вдоль круглого канала

выбрасывания выполнен один выступ, выполнены три выступа и выполнены два выступа соответственно.

На Фиг.6А, 6В и 6С представлены схематические чертежи, иллюстрирующие варианты выбрасывания жидкости с использованием головки, показанной на Фиг.1А, 1В и 1С.

На Фиг.7 представлено схематическое перспективное изображение существенной части устройства, выбрасывающего жидкость, применительно к настоящему изобретению.

На Фиг.8 показан картридж, устанавливаемый в печатающем устройстве, выбрасывающем жидкость, применительно к настоящему изобретению.

На Фиг.9А и 9В представлены схематическое перспективное изображение существенной части головки, выбрасывающей жидкость, применительно к настоящему изобретению и чертеж канала выбрасывания в увеличенном масштабе.

На Фиг.10 представлена диаграмма, иллюстрирующая процесс выбрасывания для системы, осуществляющей ПС выбрасывание, в которой применяется обычный круглый канал выбрасывания.

На Фиг.11А, 11В, 11С, 11D, 11Е и 11F представлены схематические чертежи, иллюстрирующие технологию изготовления печатающей головки, выбрасывающей жидкость, применительно к настоящему изобретению.

На Фиг.12 представлена диаграмма, иллюстрирующая процесс выбрасывания для системы, осуществляющей СПС выбрасывание, в которой применяется обычный круглый канал выбрасывания.

На Фиг.13 представлена диаграмма, иллюстрирующая процесс выбрасывания для системы, осуществляющей СПС выбрасывание, в соответствии с одним вариантом осуществления, рассматриваемый в направлении, перпендикулярном выступу.

На Фиг.14 представлена диаграмма, иллюстрирующая процесс выбрасывания, рассматриваемый в направлении выступа, для системы, осуществляющей СПС выбрасывание, в соответствии с упомянутым вариантом осуществления.

На Фиг.15 представлен схематический чертеж, иллюстрирующий примерную головку для этого варианта осуществления.

На Фиг.16А и 16В представлены схематические чертежи, иллюстрирующие примерную головку в соответствии с упомянутым вариантом осуществления.

На Фиг.17 представлен схематический чертеж канала выбрасывания применительно к этому варианту осуществления.

На Фиг.18А и 18В представлены схематические чертежи канала выбрасывания в сравнительном примере.

На Фиг.19А и 19В представлены схематические чертежи канала выбрасывания в сравнительном примере.

На Фиг.20 представлен схематический чертеж, иллюстрирующий выступы для этого варианта осуществления и движение жидкости, образующейся между ними.

На Фиг.21А и 21В представлены схематические диаграммы, иллюстрирующие выступы в сравнительных примерах и движение жидкостей, образующихся между ними.

Лучший вариант осуществления изобретения

В этом описании термин «печать» определяет формирование значимой информации, такой, как чертежи. Кроме того, термин «печать» включает в себя общую информацию об изображении, эскизе, рисунке и т.д. на носителе печатной информации, независимо от того, значима она или не значима, или от того,

визуализирована ли информация с тем, чтобы ее можно было воспринимать
визуально. Кроме того, термин «печать» также включает в себя случай обработки
носителя путем нанесения жидкости на этот носитель. Помимо этого, термин
«носитель печатной информации» распространяется не только на бумагу,
5 используемую обычным печатающим устройством, но и также в широком смысле
распространяется на носитель, который может принимать чернила, такой как ткань,
пластиковая пленка, металлическая пластина, стекло, керамика, древесина или кожа.
Более того, термин «чернила» или «жидкость» распространяется на материал,
10 который надлежит нанести на носитель печатной информации для формирования
изображений, эскизов, рисунков и т.д. Помимо этого, сюда также относится жидкость,
которая применяется в качестве обрабатывающего вещества для обработки носителя
печатной информации или для коагуляции жидкости, нанесенной на носитель
печатной информации, или для предотвращения разбавления такой жидкости. Термин
15 «гидравлическое сопротивление» характеризует беспрепятственность движения
жидкости: например, когда движение жидкости в пределах узкого участка не является
беспрепятственным, гидравлическое сопротивление увеличивается, а когда движение
жидкости в пределах узкого участка является беспрепятственным, гидравлическое
20 сопротивление уменьшается. Предполагается, что такие термины, как
«параллельный», «перпендикулярный» и «линейный», употребляются в этом описании
с учетом допуска, который примерно эквивалентен погрешности изготовления.

Об устройстве, выбрасывающем жидкость

На Фиг.7 представлено схематическое перспективное изображение,
25 иллюстрирующее головку, выбрасывающую жидкость, для которой применимо
настоящее изобретение, и существенную часть примерного устройства,
выбрасывающего жидкость (струйного принтера), служащего в качестве устройства,
выбрасывающего жидкость, в котором применяется эта головка.

30 Печатающее устройство, выбрасывающее жидкость, включает в себя находящийся
в корпусе 1008 транспортирующий узел 1030, который с прерываниями
транспортирует лист 1028, являющийся носителем печатной информации, в
направлении, обозначенном стрелкой Р. Кроме того, печатающее устройство,
выбрасывающее жидкость, включает в себя печатающий узел 1010, который движется
35 параллельно направлению S, перпендикулярному направлению Р, в котором
транспортируется лист 1028, и именно для этого узла предназначена головка,
выбрасывающая жидкость; и узел 1006 привода движения, который служит в качестве
движущего средства для возвратно-поступательного движения печатающего узла 1010.

40 Транспортирующий узел 1030 включает в себя пару узлов 1022a и 1022b валиков и
пару узлов 1024a и 1024b валиков, которые расположены параллельно друг другу и
напротив друг друга, и узел 1020 привода, который приводит эти узлы валиков в
движение. Когда узел 1020 привода работает, лист 1028 захватывается узлами 1022a
и 1022b валиков, а также узлами 1024a и 1024b валиков, и транспортируется с
45 перерывами в направлении Р.

Узел 1006 привода движения включает в себя ремень 1016 и электродвигатель 1018.
Ремень 1016 обвит вокруг шкивов 1026a и 1026b, которые установлены на
вращающихся валах через заданный интервал, так что они располагаются друг
50 против друга и проходят параллельно узлам 1022a и 1022b валиков.
Электродвигатель 1018 движет в направлении вперед и направлении назад
ремень 1016, который связан с кареточным элементом 1010a печатающего узла 1010.

Когда электродвигатель 1018 работает, а ремень 1016 вращается в направлении,

обозначенном стрелкой R, кареточный элемент 1010 перемещается в направлении, обозначенном стрелкой S, на заданное расстояние. Кроме того, когда ремень 1016 движется в противоположном направлении, обозначенном стрелкой R, кареточный элемент 1010a перемещается противоположно направлению, обозначенному стрелкой S, на заданное расстояние. Помимо этого, в положении, используемом в качестве исходного положения для кареточного элемента 1010a, напротив выбрасывающей чернила грани печатающего узла 1010 расположен восстанавливающий узел 1026.

Печатающий узел 1010 включает в себя картриджи 1012, устанавливаемые с возможностью снятия на кареточный элемент 1010a. Для отдельных цветов, таких как желтый, пурпурный, голубой и черный, соответственно подготовлены картриджи 1012Y, 1012M, 1012C и 1012B.

О картридже

На Фиг.8 показан примерный картридж, который можно установить на вышеописанном печатающем устройстве, выбрасывающем жидкость. Картридж 1012 согласно этому варианту осуществления является серийным, а основная секция образована головкой 100, выбрасывающей жидкость, и резервуаром 1001 для жидкости, в котором хранится жидкость, такая как чернила. Головка 100, выбрасывающая жидкость, в которой для выбрасывания жидкости выполнены многочисленные каналы 32 выбрасывания, совместима с отдельными вариантами осуществления, которые будут описаны позже. Жидкость, такая как чернила, должна вводиться из резервуара 1001 жидкости по каналу подачи жидкости (не показан) в обычную камеру жидкости головки 100, выбрасывающей жидкости. Для картриджа 1012 согласно этому варианту осуществления, головка 100, выбрасывающая жидкость, и резервуар 1001 для жидкости выполнены как единое целое. Вместе с тем, возможно применение конструкции, в которой резервуар 1001 для жидкости может быть соединен с головкой 100, выбрасывающей жидкость.

Теперь будет дано пояснение для головки, выбрасывающей жидкость, устанавливаемой на вышеописанном печатающем устройстве, выбрасывающем жидкость.

Конструкция головки, выбрасывающей жидкость

На Фиг.9А представлено схематическое перспективное изображение, более конкретно иллюстрирующее существенную часть головки, выбрасывающей жидкость, применительно к настоящему изобретению, а, например, электрическая проводка для возбуждения теплогенерирующего элемента не показана. Стрелки S на Фиг.9А указывают направления (основного направления сканирования), в которых движутся головка и носитель печатной информации относительно друг друга во время операции печати, при которой головка выбрасывает капли жидкости. В этом варианте осуществления, как показано на Фиг.7, приведен пример, в котором головка движется относительно носителя печатной информации во время операции печати.

Подложка 34 включает в себя канал 33 подачи, который представляет собой сквозной проем, имеющий форму длинной канавки, для подачи жидкости в проток. Теплогенерирующие элементы (нагреватели) 31, которые являются средствами, генерирующими тепловую энергию, расположены в виде матрицы через интервалы, эквивалентные параметру 600 точек на дюйм (т/д), а эта матрица расположена зигзагообразно с любой стороны от канала подачи в продольном направлении, так что получается 1200 т/д. Для подложки 34 предусмотрены стенка 36 с протоками и пластина 35 с каналами выбрасывания, имеющая каналы 32 выбрасывания, в качестве

элементов, образующих протоки.

Форма каналов выбрасывания

Форма канала выбрасывания применительно к настоящему изобретению будет пояснена с помощью Фиг.1А, 1В и 1С. На Фиг.1А представлено поперечное сечение сопла, на Фиг.1В представлено изображение форм нагревателя и протока. На Фиг.1С показана форма канала выбрасывания.

Как показано на Фиг.1С, форма канала выбрасывания согласно изобретению имеет отличительный признак, заключающийся в том, что в канале выбрасывания изнутри от наружного края выполнен по меньшей мере один выступ. Выступы выполнены симметрично, а минимальный диаметр Н канала выбрасывания образуется в промежутке между выступами. Ширина выступа или промежутка между выступами становится областью 55 высокого гидравлического сопротивления, которая является первой областью, в которой гидравлическое сопротивление заметно выше, чем гидравлическое сопротивление другого участка канала выбрасывания. А с обеих сторон (в положениях по обе стороны от выступов) на границе области 55 высокого сопротивления предусмотрены области 56 низкого гидравлического сопротивления в качестве вторых областей. Сущность этого изобретения состоит в том, что между областью высокого гидравлического сопротивления и областью низкого гидравлического сопротивления существует достаточная разница в гидравлическом сопротивлении. Поэтому предпочтительно, чтобы выступ был локальным и чтобы гидравлическое сопротивление в областях низкого гидравлического сопротивления не было таким же высоким, как в случае, когда выступов нет. Поскольку применяется эта конструкция, для наружного края канала выбрасывания применима произвольная форма, такая как окружность, эллипс или четырехугольник.

На Фиг.9В представлен в увеличенном масштабе чертеж, который иллюстрирует примерный канал выбрасывания, показанный на Фиг.9А. Вообще говоря, ухудшение качества изображения из-за «посадки» капель чернил в смещенных положениях на лицевой поверхности бумаги происходит потому, что капли чернил, которые выбрасываются через один и тот же канал выбрасывания, образуют линию на носителе печатной информации. То есть качество изображения испытывает более сильное негативное влияние сдвига положений капель чернил в направлении, перпендикулярном направлению сканирования головки, чем сдвига положений капель чернил в направлении S сканирования головки. В случае показанной на Фиг.9В формы канала выбрасывания, который имеет пару выступов, следует отметить, что, когда эти выступы выполнены асимметрично, ввиду различия в формах этих выступов, особенно - длин выступов, капли чернил, которые уже «сели», сдвинуты в направлении, в котором проходят выступы (направление S на Фиг.9А и 9В). Таким образом, предпочтительно, чтобы выступы в канале выбрасывания располагались параллельно основному направлению S сканирования головки. При таком расположении можно уменьшить негативное влияние на качество изображения из-за несоответствий в формах выступов. Кроме того, а также для случая, в котором головка полного спектра осуществляет печать с использованием головки, ширина которой равна ширине носителя печатной информации или превышает ее, по той же самой причине, которая указана выше, предпочтительно, чтобы выступ был выполнен в основном направлении сканирования (направлении, в котором головка и носитель печатной информации движутся относительно друг друга во время операции печати, при которой головка выбрасывает капли чернил).

Помимо этого, предпочтительно, чтобы для поверхности 35а с каналами

выбрасывания (поверхности напротив носителя печатной информации) происходил процесс водоотталкивания и чтобы обращенная к поверхности с каналами выбрасывания сторона выступа представляла собой выступ выпуклой формы.

Поскольку на поверхности с каналами выбрасывания и на обращенной к поверхности с каналами выбрасывания стороне выступов выполнен водоотталкивающий слой, отделение задней части выбрасываемой жидкости проходит более гладко.

О принципе выбрасывания

Чтобы уменьшить капли-спутники жидкости, как описано выше, следует эффективно сократить длину капли жидкости от дистального конца до заднего конца. Соответственно, в этом изобретении применяется новый механизм отделения капли жидкости, чтобы сделать более ранним момент отделения капли жидкости. Этот принцип выбрасывания будет пояснен с помощью диаграмм процесса выбрасывания.

Пример с пузырьково-струйным выбрасыванием

На Фиг.2 представлена диаграмма процесса выбрасывания согласно этому варианту осуществления. На Фиг.2 показано состояние выбрасывания системы, осуществляющей пузырьково-струйное (ПС) выбрасывание, в которой пузырьки не сообщаются с атмосферой. Этапы (a)-(g) согласно Фиг.2 представляют собой поперечные сечения головки вдоль линии А-А, показанной на Фиг.1В, а этапы (a)-(g) согласно Фиг.3 представляют собой поперечные сечения головки вдоль линии В-В, показанной на Фиг.1В. Отдельные этапы (a)-(g) согласно Фиг.2 соответствуют отдельным этапам на этапах (a)-(g) согласно Фиг.3.

Прежде всего, поскольку процесс роста пузырька от состояния, показанного на этапе (a) согласно Фиг.2, до состояния максимального пузырька, показанного на этапе (d) согласно Фиг.2, является таким же, как в обычном случае, его пояснение приведено не будет. Пузырек в состоянии максимального пузырька, показанном на этапе (d) согласно Фиг.2, вырос, находясь внутри канала выпуска.

Газ в состоянии минимального пузырька находится под давлением, которое существенно ниже, чем атмосферное. Следовательно, объем пузырька вследствие этого уменьшается, а окружающая жидкость быстро всасывается на то место, где был пузырек. Ввиду этого движения, которое также происходит внутри канала выбрасывания, жидкость возвращается к нагревателю. Вместе с тем, поскольку каналу выбрасывания придана форма, показанная на Фиг.1С, жидкость самопроизвольно всасывается из места, в котором нет выступа, т.е. с участка низкого гидравлического сопротивления. В этот момент поверхность жидкости, образовавшаяся на участке низкого гидравлического сопротивления, который находится между внутренней стенкой, обращенной вовнутрь поверхностью канала выбрасывания и жидкостью в форме столбика, в значительной степени оттягивается, предположительно приобретая вогнутую форму, к теплогенерирующему элементу. С другой стороны, жидкость при этом пытается остаться на участке между выступами, т.е. на участке высокого гидравлического сопротивления. Таким образом, как показано на этапе (e) согласно Фиг.2, жидкость, находящаяся внутри канала выбрасывания, остается около открытого конца канала выбрасывания, так что поверхность жидкости (пленка жидкости) простирается только между выступами на участке высокого гидравлического сопротивления. То есть поверхность жидкости, которая связана с жидкостью в форме столбика, растянутой наружу из канала выбрасывания, удерживается в области высокого гидравлического сопротивления (первой области), а также во множестве областей низкого гидравлического сопротивления (вторых областей), тогда как жидкость внутри канала выбрасывания

всасывается к нагревателю. В полученном состоянии поверхность жидкости оказывается значительно опустившейся, образуя вогнутую форму на множестве участков низкого гидравлического сопротивления (в этом варианте осуществления - на двух таких участках). Это состояние, полученное для жидкости 52 в форме столбика (т.е. для столбика жидкости), показано в трехмерном изображении на Фиг.6А, 6В и 6С.

При этом количество жидкости, которое остается между выступами на участке высокого гидравлического сопротивления, меньше, чем количество жидкости, ограниченное в соответствии с диаметром жидкости в форме столбика, причем жидкость в форме столбика локально сужается выступами, и образуется «зауженная часть».

В данном случае, на Фиг.6А представлено перспективное изображение модели, иллюстрирующей состояние столбика жидкости, видимое с направления, перпендикулярного выступам. На Фиг.6В представлено в увеличенном масштабе перспективное изображение модели, иллюстрирующее «зауженную часть» столбика жидкости. Эта «зауженная часть», образованная в основании столбика жидкости верхними участками выступов, изображена в обоих направлениях на Фиг.6А, 6В.

Вследствие вышеизложенного, поверхность жидкости (пленка жидкости), связанная со столбиком жидкости, растягивающимся наружу из канала выбрасывания, удерживается в области высокого гидравлического сопротивления между выступами, а отделение столбика жидкости, растягивающегося наружу из канала выбрасывания, происходит в ограниченной части столбика жидкости, которая образована в области высокого гидравлического сопротивления у верхних участков выступов (Фиг.6С). Поскольку выбрасываемая жидкость отделяется в соответствии с этим согласованием во времени, момент отделения можно отрегулировать так, что он будет наступать раньше, чем обычный момент, на 1-2 микросекунды или более. То есть в предположении, что скорость выбрасывания капли жидкости составляет 15 м/с, длина хвоста уменьшается на величину, которая равна или превышает 15-30 мкм.

При этом к жидкости между выступами почти не прикладывается сила для оттягивания жидкости к нагревателю в связи с исчезновением пузырька. Следовательно, в отличие от обычного случая, вектор скорости не указывает направление, противоположное направлению вектора скорости летящей, выбрасываемой жидкости, а скорость на заднем конце капли жидкости становится адекватно большей, чем обычная скорость. Кроме того, явление, при котором участок столбика выбрасываемой жидкости растягивается и существенно удлиняется, не возникает, а в результате выбрасываемая жидкость плавно отделяется. И туман, который обычно возникает при отделении выбрасываемой жидкости (столбика жидкости), в значительной степени подавляется.

Затем задний конец летящей капли жидкости становится сферическим благодаря поверхностному натяжению и разделяется с образованием основной капли и второстепенной капли (спутника). Следует отметить, что когда разность между скоростью на заднем конце капли чернил и скоростью на ее дистальном конце становится очень малой, отделившийся спутник объединяется с основной каплей, либо во время полета, либо на лицевой поверхности бумаги, и предотвращается образование, по существу, отдельного спутника.

На Фиг.4 представлен график соотношения между минимальными диаметрами для толщин столбиков жидкости, показанных на Фиг.2 (линия Р), и иллюстрируется процесс выбрасывания согласно этому изобретению, а согласно Фиг.10 (линия Q)

иллюстрируется традиционный процесс выбрасывания, а также обозначены этапы выбрасывания. Следует отметить, что минимальный диаметр для толщины столбика жидкости представляет собой диаметр части столбика жидкости, которая выбрасывается по каналу выбрасывания и имеет наименьшее поперечное сечение в направлении выбрасывания, за исключением сферической части, которая служит в качестве капли чернил. Кроме того, этапы (d)-(g) вдоль горизонтальной оси соответствуют отдельным этапам на Фиг.2 и 10.

На Фиг.4 толщины исходных столбиков жидкости являются разными, потому что канал выбрасывания для этого варианта осуществления образован посредством разделения обычного круглого канала выбрасывания на два полукруглых сегмента и введения выступов между полукруглыми сегментами, так что максимальный диаметр канала выбрасывания увеличивается по сравнению с обычным.

Как показано на графике, в соответствии с обычной компоновкой, с истечением времени, минимальный диаметр для толщины столбика жидкости уменьшается с почти постоянной скоростью. С другой стороны, в соответствии с компоновкой согласно изобретению, обнаруживается, что во время процесса исчезновения пузырька скорость изменения резко меняется из-за того, что на достижение минимального диаметра для толщины столбика жидкости требуется время. Вероятно, это происходит потому, что, как пояснялось выше, вследствие оттягивания локального мениска, сопровождаемого исчезновением пузырьков, количество жидкости, которая контактирует со столбиком жидкости, удерживаемым выступами, резко уменьшается, а у основания столбика жидкости образуется ограниченная часть. Таким образом, на этапе (e) ощущается, что толщина столбика жидкости становится исключительно малой, а момент отделения выбрасываемой жидкости становится опережающим и наступает раньше, чем обычный момент.

Пример со сквозным пузырьково-струйным выбрасыванием

На Фиг.13 представлена схематическая диаграмма процесса выбрасывания согласно этому варианту осуществления для сквозного пузырьково-струйного (СПС) выбрасывания, во время которого пузырьки сообщаются с атмосферой. Этапы (a)-(g) согласно Фиг.13 представляют собой поперечные сечения головки, выполненные с направления, перпендикулярного выступу, а этапы (a)-(g) согласно Фиг.14 представляют собой поперечные сечения головки, выполненные с направления на выступе. Этапы (a)-(g) согласно Фиг.13 соответствуют этапам (a)-(g) согласно Фиг.14. Пояснение в той части, которая соответствует пояснению вышеописанной системы, осуществляющей ПС выбрасывание, будет опущено. В качестве условия работоспособности СПС, нужно лишь уменьшить расстояние ОН от нагревателя до канала выбрасывания (до 20-30 мкм) по сравнению с предыдущим примером с ПС (Фиг.1А, 1В и 1С). Соответственно, пузырек также растет вверх (в направлении канала выбрасывания) (этап (d) согласно Фиг.13), а мениск также оттягивается далее внутрь, в канал выбрасывания и сообщается с пузырьком в сопле (этап (f) согласно Фиг.13). Таким образом, в областях низкого гидравлического сопротивления мениск легко оттягивается, а состояние, в котором пленка жидкости простирается между выступами, подготавливается раньше, и момент отделения капли жидкости делается более ранним.

Кроме того, в показанном на Фиг.12 случае применения, обычного канала выбрасывания, который не имеет выступа, задний конец хвоста выбрасываемой капли чернил изгибается, а спутник летит по траектории, которая сдвинута от траектории основной капли. Вместе с тем, когда выступы выполнены как в этом варианте

осуществления, по сравнению с обычным СПС, то не только получается эффект, выражающийся в том, что момент отделения выбрасываемой капли жидкости делается более ранним, а хвост укорачивается, но и предотвращается эффект, вследствие которого хвост изгибается в момент отделения, как показано на этапе (g) согласно п.12. Как показано на Фиг.13 и 14, это происходит потому, что отделение капли чернил происходит между выступами в канале выбрасывания, и при этом капля чернил отделяется всегда в центре канала выбрасывания. Следовательно, при полете выбрасываемой капли чернил поддерживается линейность траектории, и можно предотвратить возникновение спутника и ухудшение изображения.

О форме выступов

Теперь будет подробнее описана предпочтительная форма выступа, применяемого для этого изобретения. Форма выступа в данном случае представляет собой форму выступа, воспринимаемую при рассмотрении канала выбрасывания с направления выбрасывания жидкости, т.е. представляет собой поперечное сечение канала выбрасывания, связанное с направлением, в котором должно происходить выбрасывание жидкости.

Форма канала выбрасывания в этом варианте осуществления показана на Фиг.17. Для надлежащего формирования вышеописанных области 55 высокого гидравлического сопротивления и областей 56 низкого гидравлического сопротивления предпочтительно, чтобы длина W кратчайшего участка в области низкого гидравлического сопротивления была больше, чем кратчайшее расстояние H (промежуток между выступами), образованное выступами.

Следует отметить, что когда количество равно двум или меньше и когда ширина выступа, по существу, одна и та же, за исключением участка дистального конца, имеющего кривизну, и участка основания, должно удовлетворяться неравенство $M \geq (L - a)/2 > H$, где M обозначает минимальный диаметр наружного края канала выбрасывания, когда выступа нет (в случае двух выступов, как в данном варианте осуществления, это расстояние от основания одного выступа до основания другого; в случае одного выступа, это расстояние от основания выступа до соответствующего края), L обозначает максимальный диаметр канала выбрасывания, «а» обозначает полуширину выступов и H обозначает расстояние от дистального конца выступа до наружного края канала выбрасывания в направлении, в котором обращена выпуклость выступа. Тогда между областью круглого участка канала выбрасывания и областью между выступами достигается баланс, подходящий для способа выбрасывания согласно изобретению. В более предпочтительном варианте, $M \geq (L - a)$. Кроме того, промежуток H между выступами больше 0, и когда пленка жидкости удерживается между выступами, обеспечивается система, осуществляющая выбрасывание, для этого варианта воплощения.

X на Фиг.17 обозначает площадь выступа. Площадь X выступа представляет собой прямоугольник или квадрат, образованный двумя сторонами: длиной выступа (x_1 : длина от основания до дистального конца выступа) в направлении, в котором проходит выступ внутри канала выбрасывания (в направлении, в котором обращена выпуклость выступа), и шириной основания выступа в направлении ширины выступа (x_2 : линейное расстояние от точки изгиба в основании выступа до точки изгиба на противоположной стороне поперек дистального конца выступа). Когда точки изгиба для определения x_2 не ясны, точками изгиба считают две точки касательной, проведенной от наружной окружности канала выбрасывания до основания выступа. В

этом варианте осуществления, поскольку выступы находятся в диапазоне $0 < x_2/x_1 \leq 1,6$, можно увеличить силу удержания поверхности жидкости между выступами, можно надлежащим образом удерживать мениск между выступами в окрестности поверхности канала выбрасывания до того момента, когда отделяется капля
 5 жидкости, и можно уменьшить длину хвоста. Кроме того, поскольку устанавливается неравенство $M \geq (L-a)/2 > H$, баланс между областью полукруглых участков канала выбрасывания и областью между выступами оказывается более подходящим для осуществления способа выбрасывания согласно этому изобретению.

10 Поскольку в данном изобретении пленка жидкости образуется и удерживается между выступами на более ранней стадии после формирования столбика жидкости, этот столбик жидкости срезается на стороне пленки жидкости, ближней к поверхности канала выбрасывания, и выбрасывается в виде капли чернил. Таким образом, хвост
 15 выбрасываемой капли чернил становится коротким. То есть важно, что пленка жидкости удерживается между выступами до того момента, когда отделяется капля жидкости, и необходимо придавать дистальному концу выступов такую форму, которая легко удержит пленку жидкости между выступами (т.е. можно будет легко поддерживать поверхностное натяжение).

20 На Фиг.20 представлен схематический чертеж для пояснения движения жидкости внутри канала выбрасывания в процессе исчезновения пузырька в соответствии с этим вариантом осуществления. Канал выбрасывания согласно этому варианту осуществления имеет такую форму, что в ней выполнены полукруглые участки, а
 25 между ними вставлены выступы. Следовательно, в процессе исчезновения пузырьков к областям низкого гидравлического сопротивления, показанным на Фиг.20, прикладывается сила, так что мениск понижается к стороне нагревателя в полукруглой форме, как показано незаштрихованной частью, а пленка жидкости между выступами склонна удерживаться, что показано штриховкой. Кроме того, для
 30 обеих сторон выступов предусмотрены линейные участки, а поскольку эти линейные участки параллельны друг другу, мениск в областях низкого гидравлического сопротивления склонен понижаться в форме полукруга. Далее в этом варианте осуществления показан пример, в котором дистальный конец выступа имеет кривизну;
 35 однако дистальному концу выступа можно придать форму, имеющую линейные участки, перпендикулярные направлению, в котором обращена выпуклость выступа, например, дистальный конец выступа может быть четырехугольным, а эффекты согласно этому варианту осуществления все равно будут достигнуты.

Поскольку применяются вышеописанные выступы и форма канала выбрасывания,
 40 описанные выше, сила для удержания пленки жидкости между выступами велика, как показано в модели на Фиг.6В и 6С. В течение периода, показанного на Фиг.6В, когда формируется столбик жидкости, и после момента, показанного на Фиг.6С, когда столбик жидкости отделяется от пленки жидкости и улетает, между выступами поддерживается пленка жидкости. Следовательно, место, где надлежит отделить
 45 столбик жидкости от пленки жидкости, находится близко к поверхности канала выбрасывания, так что можно укоротить длину хвоста капли жидкости, подлежащей выбрасыванию, и это приводит к уменьшению спутников.

Кроме того, как показано в поперечном сечении на Фиг.1А, ввиду симметрий
 50 положений мениска и стабильности выбрасывания, предпочтительно, чтобы центральная ось участка канала выбрасывания в направлении выбрасывания жидкости была перпендикулярной поверхности канала выбрасывания и элемента, генерирующего энергию. В случае когда центральная ось участка канала

выбрасывания не перпендикулярна поверхности канала выбрасывания или теплогенерирующего элемента, на стадии исчезновения пузырька, когда положение мениска на участке канала выбрасывания смещается к теплогенерирующему элементу, асимметрии положений мениска становятся значительными, а

Формы выступов для сравнительных примеров

На Фиг.18А и 18В показаны формы выступов для сравнительных примеров. Канал выбрасывания, показанный на Фиг.18А, имеет форму, образованную путем соединения двух кругов. Длинная сторона канала выбрасывания ограничена размером 20,0 мкм, а короткая сторона ограничена размером 4,5 мкм. Для площади X выступа, обозначенной на Фиг.18А пунктирным прямоугольником, x_1 (расстояние в направлении к центру канала выбрасывания) составляет 2,9 мм, а x_2 (ширина основания выступа) составляет 9,8 мкм. $x_2/x_1=3,4$. На Фиг.18В показана модель выбрасывания, которая соответствует интервалу между этапами (е) и (f) согласно Фиг.3 или этапами (е) и (f) согласно Фиг.14. Обращаясь к Фиг.18В, отмечаем, что перед тем, как столбик жидкости отделяется от жидкости, находящейся в канале выбрасывания, начинает прекращаться удержание жидкости между выступами, а срезаемый участок столбика жидкости опускается к стороне нагревателя в канале выбрасывания. Поэтому длина хвоста капли жидкости, подлежащей выбрасыванию, оказывается не такой же короткой, как в случае формы, обеспечиваемой вариантом осуществления, и это вызывает появление спутников.

Это происходит по следующим причинам. Поскольку выступы, показанные на Фиг.18В, имеют резкие переходы вблизи дистальных концов, а формы дистальных концов заострены, к мениску прикладывается сила, отличающаяся от той, которая соответствует варианту осуществления, когда пузырек исчезает, а жидкость в канале выбрасывания отводится к стороне нагревателя. Во время исчезновения пузырька чернила движутся к стороне нагревателя медленно, поскольку они находятся вблизи внутренней стенки канала выбрасывания. Таким образом, как показано посредством заштрихованной части на Фиг.21А, жидкость остается располагающейся вдоль внутренней поверхности канала выбрасывания и, как показано посредством не заштрихованной части, в центре канала выбрасывания прикладывается сила, обеспечивающая опускание мениска в форме, аналогичной соединению двух кругов. Таким образом, жидкость, находящаяся между двумя выступами, оттягивается к стороне нагревателя, и маловероятно, чтобы эта жидкость удержалась между выступами.

С другой стороны, для канала выбрасывания, показанного на Фиг.19А, форма выступов весьма притуплена. Длинная сторона канала выбрасывания ограничена размером 20,6 мкм, а короткая сторона ограничена размером 7,7 мкм. Для площади X выступа, обозначенной на Фиг.19А пунктирным прямоугольником, x_1 (расстояние в направлении к центру канала выбрасывания) составляет 2,2 мм, а x_2 (ширина основания выступа) составляет 8,2 мкм. $x_2/x_1=3,7$. На Фиг.19В показана модель для этого случая, которая соответствует интервалу между этапами (е) и (f) согласно Фиг.3 или этапами (е) и (f) согласно Фиг.14. На Фиг.19В, как и на Фиг.18В, показано, что перед тем, как столбик жидкости отделяется от жидкости, находящейся в канале выбрасывания, начинает прекращаться удержание жидкости между выступами, а срезаемый участок столбика жидкости опускается к стороне нагревателя в канале выбрасывания. Поэтому длина хвоста капли жидкости, подлежащей выбрасыванию,

оказывается не такой же короткой, как в случае формы, обеспечиваемой вариантом осуществления, и это вызывает появление спутников.

Это происходит потому, что когда пузырек исчезает, а жидкость в канале выбрасывания отводится к стороне нагревателя, к мениску прикладывается сила, отличающаяся от той, которая соответствует варианту осуществления. Поскольку выступы, показанные на Фиг.19В, весьма затуплены, почти нет разницы между участком высокого гидравлического сопротивления, который удерживает жидкость, и участками низкого гидравлического сопротивления, которые опускают мениск к стороне нагревателя. Таким образом, во время исчезновения пузырька, как обозначено заштрихованной частью на Фиг.21В, жидкость остается располагающейся вдоль внутренней стенки канала выбрасывания и, как показано посредством незаштрихованной части, в центре канала выбрасывания прикладывается сила, обеспечивающая оттягивание жидкости к стороне нагревателя, и маловероятно, чтобы эта жидкость удержалась между выступами.

Другие формы каналов выбрасывания, применимые для настоящего изобретения

Далее в соответствии с этим вариантом осуществления на Фиг.15, 16А и 16В показаны примеры, рассматриваемые с направления, перпендикулярного поверхности нагревателя. Конструкция головки на Фиг.15 имеет форму, в которой выполнены выступы для двухступенчатого канала выбрасывания. Первый канал 6 выбрасывания выполнен сообщающимся с протоком 5 над нагревателем, второй канал 7 выбрасывания, меньший, чем первый канал выбрасывания, выполнен над первым каналом 6 выбрасывания, а выступы 10 выполнены на втором канале 7 выбрасывания. Поскольку первый канал выбрасывания является большим, можно подавить закупоривание жидкости, подлежащей выбрасыванию, и можно сформировать маленькую каплю жидкости во втором канале выбрасывания. Кроме того, можно уменьшить хвост выбрасываемой жидкости на выступах второго канала выбрасывания, а в дополнение к этому, поскольку предусмотрен первый участок канала выбрасывания, имеющий малое сопротивление, повышается эффективность выбрасывания. Далее, поскольку уменьшается сопротивление сопла в направлении вперед, пузырек легко растет вверх в канале выбрасывания, а во время исчезновения пузырька можно оттягивать мениск в сопле с большой силой, так что состояние, в котором пленка жидкости простирается между выступами, может быть подготовлено раньше, и тогда момент отделения капли жидкости наступает с опережением.

На Фиг.16А и 16В представлены чертежи, показывающие выступы с клиновидными формами. На Фиг.16А показано, что канал выбрасывания выполнен линейно в направлении выбрасывания, а выступы являются клиновидными, сужаясь в направлении выбрасывания. На Фиг.16В выбрасывающий участок и выступы являются клиновидными, вследствие чего оказываются сужающимися в направлении выбрасывания. Поскольку сопротивление в направлении выбрасывания уменьшается за счет применения такой формы, можно получить такие же эффекты, как в вышеописанном двухступенчатом канале выбрасывания, и достигаются эффекты, как увеличение эффективности выбрасывания и уменьшение периода отделения капли чернил. Далее на Фиг.16В показано, что можно применять один и тот же угол клина для канала выбрасывания и для выступов, вместе с тем, предпочтительно, чтобы выступы имели больший клин в направлении выбрасывания. Когда промежуток между выступами оказывается более узким на верхней стороне канала выбрасывания (стороне, которая ближе к поверхности пластины с каналами выбрасывания), чем на нижней стороне (стороне нагревателя), поверхностная энергия в жидкости,

удерживаемой между выступами, имеет тенденцию к увеличению. Пленка жидкости вряд ли будет двигаться вниз к нижней стороне, где промежуток между выступами увеличивается, и легко удерживается на верхней стороне. Поэтому достигается тот эффект, что жидкость, подлежащая выбрасыванию, легко отделяется в положении, близком к поверхности пластины с каналами выбрасывания, а хвост капли жидкости, подлежащей выбрасыванию, сокращается.

В любом случае предпочтительно, чтобы центральная ось участка канала выбрасывания в направлении выбрасывания жидкости была перпендикулярной поверхности канала выбрасывания и теплогенерирующего элемента и чтобы обе формы - двухступенчатая и клиновидная - были симметричными относительно центральной оси участка канала выбрасывания, с учетом симметрий положений мениска и стабильности выбрасывания.

Кроме того, количество выступов не ограничено двумя, и в рамках изобретения не исключается случай одного выступа, как показано на Фиг.5А, или случай трех выступов, как показано на Фиг.5В. Когда количество выступов равно единице, промежуток Н между выступами показывает кратчайшее расстояние от дистального конца выступа до наружного края канала выбрасывания. Помимо этого, выступ может быть тоньше, чем элемент, в котором надлежит сформировать канал выбрасывания. Далее, когда имеется множество выступов, для этих выступов можно предусмотреть разные размеры. Формирование чересчур большого количества выступов не является предпочтительным, потому что форма канала выступа становится сложной и легко происходит закупоривание жидкости.

Способ изготовления головки, выбрасывающей жидкость

Поскольку подложка 34 может служить в качестве одной части элемента, образующего протоки, и может функционировать в качестве несущего элемента для теплогенерирующего элемента, протока, пластины с каналами выбрасывания и т.д., на материал подложки особых ограничений нет, и можно применять, например, стекло, керамику, пластмассу или металл. В этом варианте осуществления в качестве подложки 34 применяется кремниевая подложка (пластина). Формирование каналов выбрасывания можно проводить с помощью лазерного луча или также можно применять экспонирующее устройство, такое как ЗУПЛ (зеркальная установка проекционной литографии), для использования светочувствительной смолы в качестве материала пластины 35 с каналами выбрасывания с целью формирования каналов выбрасывания. Кроме того, стенка 36 с протоками выполнена на подложке 34 таким способом, как нанесение покрытия центрифугированием, при этом стенка 36 с протоками для чернил и пластина 35 с каналами выбрасывания могут быть получены одновременно в виде одного элемента. Или рисунок каналов выбрасывания может быть получен посредством литографии.

На Фиг.11А, 11В, 11С, 11D, 11Е и 11F представлены схематические чертежи, иллюстрирующие технологию изготовления печатающей головки для этого варианта осуществления. Подготавливают кремниевую подложку 34, на которой монтируют схему возбуждения и нагреватели 31 (Фиг.11А). На кремниевую подложку 34, показанную на Фиг.11А, наносят светочувствительную смолу и осуществляют экспонирование и проявление для формирования рисунка участка 38, служащего в качестве протоков (Фиг.11В). Потом наносят светочувствительную смолу 36, которая становится стенкой с протоками и пластиной с каналами выбрасывания, чтобы покрыть участок 38, служащий в качестве протоков (Фиг.11С). Осуществляют экспонирование и проявление светочувствительной смолы 36 для формирования

рисунка каналов 32 выбрасывания, которые включают в себя выступы 10 выпуклой формы (Фиг.11D). За счет применения метода анизотропного травления, в котором используется разность скоростей травления, обуславливаемая ориентацией кристаллов, формируют канал 33 подачи чернил с обратной стороны поверхности, образующей протоки, кремниевой подложки 34 (Фиг.11E). И, наконец, светочувствительную смолу 36, находящуюся на участках протоков, растворяют посредством растворителя, и участки, где произошло растворение, становятся протоками чернил, а формирование полой головки завершается (Фиг.11F). Для полученного таким образом участка головки осуществляют электрический монтаж и формируют канал подачи, предназначенный для подачи чернил, а также обеспечивают картридж головки.

Чтобы удостовериться в эффектах настоящего изобретения, изготавливали головки, имеющие разные конструкции, в соответствии со следующими вариантами осуществления, и проводили оценку отдельных головок.

Вариант 1 осуществления, сравнительный пример 1

В этом варианте осуществления и в этом сравнительном примере состояние, в котором выбрасывали жидкость, наблюдали посредством стробоскопической фотографии и непосредственно после отделения выбрасываемой жидкости измеряли период, необходимый для отделения выбрасываемой жидкости, и длину капли жидкости от дистального конца до заднего конца капли жидкости. Следует отметить, что периодом отделения выбрасываемой жидкости называется период с момента приложения напряжения к нагревателям до отделения столбика жидкости от пленки жидкости. Электропитание для нагревателей регулировали во времени таким образом, что получали скорость выбрасывания 13 м/с. Значения физических параметров чернил были следующими: вязкость 2,1 сантипуаза (сП), поверхностное натяжение 30 дин/см и плотность 1,06 г/см³. Количество спутников является средним по десяти выборкам количества спутников, наблюдавшегося при одном выбрасывании. Кроме того, измеряли также количество изменяющихся частиц в виде тумана. Конструкции головок для варианта 1 осуществления и сравнительного примера 1, а также результаты измерений, приведены в нижеследующей таблице 1.

Таблица 1

Форма канала выбрасывания	Диаметр ϕ канала выбрасывания [мкм]	ОН [мкм]	Высота h протока [мкм]	Параметры формы выступа [мкм]				Период отделения выбрасываемой жидкости [мкс]	Длина капли жидкости [мкм]	Количество спутников (среднее по десяти выборкам)
				Ширина a	Длина $b=x_1$	x_2	x_2/x_1			
Вариант 1 осуществления	16,6	25	14	3	5,9	4,7	0,8	8,5	117	1,1
Сравнительный пример 1-1: круг	16,6	25	14	-	-	-	-	11	156	3
Сравнительный пример 1-2: круг	13	25	14	-	-	-	-	10	116	2,2

Внутри канала выбрасывания имеется пара выступов 10, выполненных таким образом, что в поперечное сечение канала выбрасывания в направлении выбрасывания дистальные концы выступов направлены к центру тяжести канала выбрасывания, а прямая линия, соединяющая дистальные концы, проходит через центр канала выбрасывания. В площади X выступов, длина x_1 выступов в направлении, в котором обращена выпуклость выступов, равна длине b выступа. В случае если выступов нет, минимальный диаметр M виртуального края канала выступа определяет расстояние от основания одного выступа до основания другого выступа и равен диаметру ϕ канала выбрасывания, указанному в таблице. Наибольший диаметр L канала выбрасывания представляет собой значение, полученное путем сложения ширины « a » выступа со значением ϕ , указанным в таблице. Минимальный диаметр H канала выбрасывания определяет промежуток между выступами и имеет значение, полученное путем вычитания значения $b \times 2$ из значения ϕ . Что касается

соотношения ширины «а» выступа со значением области x_2 выступа, то, поскольку основание выступа расширяется за счет экспонирования посредством фотолитографии, область x_2 выступа оказывается на несколько микронов длиннее, чем ширина «а» выступа. В этом варианте осуществления $x_2/x_1=0,8$ и $x_1 \geq x_2$.

Как показано на Фиг.1А, 1В и 1С, высота h протоков 5 составляет 14 мкм. Расстояние (ОН) от нагревателей 31, которые являются теплогенерирующими элементами, до поверхности пластины 35 с каналами выбрасывания составляет 25 мкм. Размеры каждого нагревателя 31, расположенного в камере пузырьков, где образуются пузырьки, составляют $17,6 \times 17,6$ мкм. Длинная сторона L каждого канала выбрасывания составляет 19,6 мкм. Короткая сторона M виртуального наружного края канала выбрасывания, которая представляет собой расстояние от основания одного выступа 10 до основания другого выступа, составляет 16,6 мкм. Длина b выступа составляет 5,9 мкм, полуширина «а» дистального конца составляет 3 мкм, а расстояние N от дистального конца одного выступа до дистального конца другого выступа составляет 4,2 мкм. Дистальные концы выступов 10 имеют диаметр R кривизны 2,2 мкм, и эти концы скруглены. Объем выброса составляет примерно 5,4 нг. Следует отметить, что выступы имеют такую же толщину, как пластина с каналами выбрасывания. Канал выбрасывания имеет такую форму, что круг диаметра ϕ 16,6 мкм делится на два полукруглых участка, и выступы вставляются между этими полукруглыми участками. Электропитание для нагревателей регулировали таким образом, что получали скорость выбрасывания капель чернил, составлявшую 13 м/с, и посредством этой головки осуществляли выбрасывание.

В качестве головки для сравнительного примера 1-1 применяли круглый канал выбрасывания, имеющий диаметр ϕ 16,6 мкм. Другая конструкция является такой же, как для варианта 1 осуществления. Объем выброса составлял 5,8 нг. В соответствии с головкой, применяемой в сравнительном примере 1-1, период отделения выбрасываемой капли жидкости составлял 11 мкс, тогда как в варианте 1 осуществления требовалось 8,5 мкс, и в варианте 1 осуществления период до момента, когда выбрасываемая жидкость отделялась, был значительно меньшим. Длина капли составляла 117 мкм в варианте 1 осуществления и была равна 156 мкм для головки в сравнительном примере 1-1. Это показывает, что длина капли уменьшилась на величину, равную разности во времени отделения для выбрасываемой жидкости или превышающую эту разность, скорость выбрасывания $\times$ разность во времени отделения: $13 \text{ м/с} \times (11 \text{ мкс} - 8,5 \text{ мкс}) = 32,5 \text{ мкм}$. Количество спутников в этот момент составляло в среднем 1,1 в варианте 1 осуществления и было равно 3 для головки в сравнительном примере 1-1. Кроме того, когда измеряли количество изменяющихся частиц в виде тумана, оно составляло 15 в упомянутом варианте осуществления и было равно 3800 для головки в сравнительном примере 1-1. Как явствует из вышеизложенных результатов, количество спутников резко уменьшилось в конструкции согласно этому варианту осуществления, если сопоставить его со сравнительным примером 1-1.

Помимо этого, чтобы удостовериться в эффектах уменьшения спутников согласно этому изобретению, реализовали сравнительный пример 1-2, иллюстрирующий примерный канал выбрасывания, который имеет скорость выбрасывания, отличающуюся от той, которая была в варианте 1 осуществления, но имеет, по существу, такую же длину капли жидкости, а в качестве формы канала выбрасывания используется круг, имеющий диаметр 13 мкм. Объем выброса на этот раз составлял 3 мг. В случае головки, применявшейся в сравнительном примере 1-2, период отделения

выбрасываемой жидкости составлял 10 мкс, длина капли жидкости составляла 116 мкм, а количество спутников составляло 2,2.

При сопоставлении этого варианта осуществления со сравнительным примером 1-2 обнаружено, что количество спутников мало в случае головки, применявшейся в этом варианте осуществления, хотя длины хвостов являются почти одинаковыми. Это показывает, что даже когда длину капли чернил укорачивают за счет сокращения периода, который должен пройти до момента отделения выбрасываемой жидкости, возникает не только эффект уменьшения спутников. То есть, в соответствии с конструкцией согласно этому изобретению, в то время, как хвост имеет малую длину, разность скоростей между частью, являющейся основной каплей, и задним концом выбрасываемой жидкости очень мала из-за различия в механизме и определении момента отделения выбрасываемой жидкости. Это также можно считать действенным для уменьшения спутников. Помимо этого, с помощью механизма отделения выбрасываемой жидкости, который обеспечивается конструкцией согласно этому изобретению, также значительно уменьшается количество изменяющихся частиц в виде тумана, по сравнению с обычной конструкцией.

Вариант 2 осуществления, сравнительный пример 2

В таблице 2 приведены результаты, полученные в таких же условиях, как в варианте 1 осуществления, описанном выше, за исключением конструкции (диаметра канала выбрасывания, протоков, расстояния ОН и форм выступов) головки. Вариант 2-1 осуществления представляет собой пример, в котором между полукруглыми участками диаметром 11 мкм, как показано на Фиг.17, вставлены выступы, а зависимость между М, L и Н и значениями, приведенными в таблице, является такой же, как для варианта 1 осуществления. В этом варианте осуществления, $x_2/x_1=1,35$ и $x_2 \geq x_1$, а объем выброса составляет 1,7 нг. В сравнительном примере 2 применяется круглый канал выбрасывания диаметром 11 мкм, а объем выброса составляет 1,5 нг. В соответствии с головкой, имеющей выступы в этом варианте осуществления, момент отделения жидкости становится более ранним по сравнению с круглым каналом в сравнительном примере. Кроме того, можно было бы подтвердить, что капля выбрасываемой жидкости укоротилась, а количество спутников уменьшилось. Кроме того, резко уменьшилось количество изменяющихся частиц в виде тумана.

Таблица 2										
Форма канала выбрасывания	Диаметр ϕ канала выбрасывания [мкм]	ОН [мкм]	Высота h протока [мкм]	Параметры формы выступа [мкм]				Период отделения выбрасываемой жидкости [мкс]	Длина капли жидкости [мкм]	Количество спутников (среднее по десяти выборкам)
				Ширина a	Длина $b=x_1$	x_2	x_2/x_1			
Вариант 2 осуществления	11	17,5	7,5	3,5	4	5,4	1,35	4,5	55	0
Сравнительный пример 2-2: круг	11	17,5	7,5	-	-	-	-	8	108	2,9

Вариант 3 осуществления, сравнительный пример 3

В таблице 3 приведены результаты, полученные в таких же условиях, как в варианте 2 осуществления, описанном выше, за исключением конструкции (диаметра канала выбрасывания, протоков, расстояния ОН и форм выступов) головки.

Варианты с 3-1 по 3-5 осуществления представляют собой примеры, в которых между полукруглыми участками диаметром 11 мкм, как показано на Фиг.17, вставлены выступы, размеры которых приведены в таблице, а зависимость между М, L

и Н, и значениями, приведенными в таблице, является такой же, как для варианта 1 осуществления. В этих вариантах осуществления, объем выброса составляет 1,7 нг. В диапазоне $1,6 \geq x_2/x_1$, как показано в вариантах с 3-1 по 3-5 осуществления, было

получено малое количество спутников. В сравнительном примере 3-1 применяется круглый канал выбрасывания диаметром 11 мкм, а объем выброса составляет 1,6 нг. В сравнительном примере 3-2 применяется форма, в которой между полукруглыми участками диаметром 11 мкм вставлены выступы длиной 0,7, а объем выброса составляет 1,7 нг. В данном случае, в сравнительном примере 3-2, x_1 для площади Х выступов составляет 0,7 мкм, а x_2 составляет 3,0 мкм, и $x_2/x_1=4,3$. Время отделения выбрасываемой жидкости укоротилась, длина капли жидкости, количество спутников - все эти параметры увеличились по сравнению с вариантами осуществления.

Таблица 3										
Форма канала выбрасывания	Диаметр ϕ канала выбрасывания [мкм]	ОН [мкм]	Высота h протока [мкм]	Параметры формы выступа [мкм]				Период отделения выбрасываемой жидкости [мкс]	Длина капли жидкости [мкм]	Количество спутников (среднее по десяти выборкам)
				Ширина a	Длина $b=x_1$	x_2	x_2/x_1			
Вариант осуществления 3-1	11	20	7,5	2,1	3,3	3,5	1,1	6	79	1
Вариант осуществления 3-2	11	20	7,5	3,3	3,5	4,9	1,4	6	79	1
Вариант осуществления 3-3	11	20	7,5	3,5	4	5,4	1,4	6	76	1
Вариант осуществления 3-4	11	20	7,5	3,2	5,3	5,0	0,9	6,5	76	1
Вариант осуществления 3-5	11	20	7,5	2,6	2,9	4,6	1,6	6	79	1
Сравнительный пример 3-1: круг	11	20	7,5	-	-	-	-	7,5	95	1,7
Сравнительный пример 3-2: круг	11	20	7,5	2	0,7	3,0	4,3	9	127	3,3

Вариант 4 осуществления, сравнительный пример 4

В таблице 4 приведены результаты, полученные в таких же условиях, как в варианте 3 осуществления, описанном выше, за исключением того, что диаметр канала выбрасывания более увеличен.

Вариант 4 осуществления представляет собой пример, в котором между полукруглыми участками диаметром 13 мкм, как показано на Фиг.17, вставлены выступы, размеры которых приведены в таблице, а зависимость между М, L и Н и значениями, приведенными в таблице, является такой же, как для варианта 1 осуществления. В этом варианте осуществления $x_2/x_1=0,8$ и $x_1 \geq x_2$. Объем выброса составляет 2,3 нг. В сравнительном примере 4 применяется круглый канал выбрасывания, имеющий диаметр 13 мкм, а объем выброса составляет 2,3 нг. В соответствии с этим, для головки, применявшейся в этом варианте осуществления, которая имеет выступы, при сопоставлении со сравнительным примером подтвердилось, что момент отделения жидкости стал более ранним, капля выбрасываемой жидкости укоротилась, а спутники уменьшились. Количество изменяющихся частиц в виде тумана резко уменьшилось.

Таблица 4										
Форма канала выбрасывания	Диаметр φ канала выбрасывания [мкм]	ОН [мкм]	Высота h протока [мкм]	Параметры формы выступа [мкм]				Период отделения выбрасываемой жидкости [мкс]	Длина капли жидкости [мкм]	Количество спутников (среднее по десяти выборкам)
				Ширина a	Длина $b=x_1$	x_2	x_2/x_1			
Вариант осуществления 4	13	20	7,5	2	4,4	3,5	0,8	6	75	0,1
Сравнительный пример 4: круг	13	20	7,5	-	-	-	-	8,5	118	2,6

Вариант 5 осуществления, сравнительный пример 5

В таблице 5 представлены параметры применявшейся головки, полученной путем замены конструкции (диаметра канала выбрасывания, расстояния ОН высоты протока и форм выступов) той, которая была описана выше для варианта 4 осуществления. Кроме того, электропитание нагревателей регулировали таким образом, что скорость выбрасывания капли жидкости составляла 18 м/с, а значения физических параметров чернил были следующими: вязкость 2,2 сП, поверхностное натяжение 34 дин/см и плотность 1,06 г/см³.

Вариант 5 осуществления представляет собой пример, в котором между полукруглыми участками диаметром 14,3 мкм были вставлены выступы, размеры которых приведены в таблице, а зависимость между M , L и H и значениями, приведенными в таблице, является такой же, как для варианта 1 осуществления. В этом варианте осуществления $x_2/x_1=0,9$ и $x_1 \geq x_2$. В сравнительном примере 5 применяется круглый канал выбрасывания, имеющий диаметр 13,6 мкм, и этот диаметр канала выбрасывания был выбран с тем, чтобы обеспечить совпадение с объемом выброса, составлявшим 4,0 нг в варианте 5 осуществления. Поскольку скорость выбрасывания капли жидкости больше, чем в вышеупомянутом варианте осуществления, количество спутников увеличивается, становясь больше, чем в вышеупомянутом варианте осуществления. Однако для головки, имеющей выступы в этом варианте осуществления, оказалось возможным подтвердить при сопоставлении с круглым каналом в сравнительном примере, что момент отделения жидкости стал более ранним, длина капли выбрасываемой жидкости укоротилась, а спутники уменьшились. Кроме того, количество изменяющихся частиц в виде тумана также резко уменьшилось.

Таблица 5										
Форма канала выбрасывания	Диаметр φ канала выбрасывания [мкм]	ОН [мкм]	Высота h протока [мкм]	Параметры формы выступа [мкм]				Период отделения выбрасываемой жидкости [мкс]	Длина капли жидкости [мкм]	Количество спутников (среднее по десяти выборкам)
				Ширина a	Длина $b=x_1$	x_2	x_2/x_1			
Вариант осуществления 5	14,3	26	16	3,3	5,5	5,1	0,9	11	207	4,9
Сравнительный пример 5: круг	13,6	26	16	-	-	-	-	12	217	6,5

Как описано выше для отдельных вариантов осуществления, за счет использования головки согласно этим вариантам осуществления, можно уменьшить ухудшение качества изображения из-за капель-спутников жидкости или тумана. Кроме того, в вышеизложенных вариантах осуществления применялся пример с использованием нагревателей в качестве элементов, генерирующих энергию. Однако настоящее изобретение этим не ограничивается и может быть применено для случая

использования пьезоэлектрического элемента. В случае применения пьезоэлектрического элемента процесс исчезновения пузырьков не требуется, а путем подачи электрического сигнала на пьезоэлектрический элемент для расширения камеры жидкости можно обеспечить оттягивание мениска внутри канала выбрасывания.

Хотя настоящее изобретение описано со ссылками на возможные варианты осуществления, следует понимать, что изобретение не ограничивается описанными возможными вариантами осуществления. Объем притязаний нижеследующей формулы изобретения следует рассматривать в контексте самой широкой интерпретации как охватывающий все возможные изменения, а также эквивалентные конструкции и функции.

В этой заявке выдвигаются притязания на приоритет согласно японской патентной заявке № 2005-343943, поданной 29 ноября 2005 г., которая во всей ее полноте приводится здесь в качестве ссылки.

Формула изобретения

1. Головка, выбрасывающая жидкость, в которой жидкость выбрасывается из канала выбрасывания за счет приложения к жидкости энергии из элемента, генерирующего энергию,

причем упомянутый канал выбрасывания включает в себя в поперечном сечении канала выбрасывания, связанном с направлением выбрасывания жидкости, по меньшей мере один выступ, который имеет выпуклую форму и выполнен внутри канала выбрасывания, первую область для удержания поверхности жидкости, которая должна быть связана с жидкостью в форме столбика, растянутой наружу из упомянутого канала выбрасывания, когда жидкость выбрасывается из упомянутого канала выбрасывания, и в состоянии, когда образована упомянутая первая область, вторую область, в которую должна всасываться жидкость в упомянутом канале выбрасывания в направлении, противоположном направлению выбрасывания жидкости, и которая обладает гидравлическим сопротивлением, которое ниже, чем гидравлическое сопротивление упомянутой первой области,

при этом упомянутая первая область образована в направлении, в котором обращена выпуклость формы упомянутого выступа от дистального конца упомянутого выступа, а упомянутая вторая область образована по обе стороны от упомянутого выступа.

2. Головка по п.1, в которой удовлетворяется неравенство $1,6 \geq (x_2/x_1)$, где x_1 обозначает длину упомянутого выступа, связанную с направлением, в котором обращена выпуклость формы упомянутого выступа, а x_2 обозначает ширину основания упомянутого выступа, связанную с направлением ширины упомянутого выступа.

3. Головка по п.1, в которой дистальный концевой участок упомянутого выступа в поперечном сечении, связанном с направлением выбрасывания жидкости, имеет форму, обладающую кривизной, или форму, имеющую линейный участок, перпендикулярный направлению, в котором обращена выпуклость формы упомянутого выступа.

4. Устройство, выбрасывающее жидкость, содержащее

головку, выбрасывающую жидкость, по п.1 и

узел для установки упомянутой головки, выбрасывающей жидкость.

5. Головка, выбрасывающая жидкость, в которой жидкость выбрасывается по

каналу выбрасывания за счет приложения к жидкости энергии из элемента, генерирующего энергию,

причем упомянутый канал выбрасывания включает в себя в поперечном сечении канала выбрасывания, связанном с направлением выбрасывания жидкости, три
5 выпуклых выступа или менее, которые имеют выпуклые формы, внутри упомянутого канала выбрасывания, и

удовлетворяется неравенство $1,6 \geq (x_2/x_1) > 0$, где x_1 обозначает длины упомянутых выступов, связанные с направлением, в котором обращена выпуклость формы
10 упомянутых выступов, а x_2 обозначает ширины оснований упомянутых выступов, связанные с направлением ширины упомянутых выступов.

6. Головка по п.5, в которой, когда упомянутых выступов два или менее, удовлетворяется неравенство $M \geq (L-a)/2 > N$, где в поперечном сечении упомянутого
15 канала выбрасывания, связанном с направлением выбрасывания жидкости, N обозначает расстояния от дистальных концов упомянутых выступов до наружного края упомянутого канала выбрасывания или расстояние от дистального конца одного выступа до дистального конца другого выступа в направлении, в котором обращены
20 выпуклости формы упомянутых выступов, L обозначает максимальный диаметр упомянутого канала выбрасывания, «а» обозначает ширину упомянутых выступов и M обозначает минимальный диаметр виртуального наружного края упомянутого канала выбрасывания.

7. Головка по п.6, в которой удовлетворяется неравенство $M \geq (L-a)/2 > N$ в поперечном сечении упомянутого канала выбрасывания, связанном с направлением
25 выбрасывания жидкости.

8. Головка по п.6, в которой дистальные концы упомянутых выступов в поперечном сечении упомянутого канала выбрасывания, связанном с направлением
30 выбрасывания жидкости, имеют форму, обладающую кривизной, или форму, имеющую линейный участок, перпендикулярный направлению, в котором обращена выпуклость формы упомянутых выступов.

9. Головка по п.6, в которой в поперечном сечении упомянутого канала выбрасывания в направлении выбрасывания жидкости предусмотрен линейный
35 участок по обе стороны от упомянутых выступов.

10. Головка по п.6, в которой в поперечном сечении упомянутого канала выбрасывания в направлении выбрасывания жидкости, центр тяжести упомянутого
40 канала выбрасывания расположен в том направлении, в котором обращена выпуклость формы упомянутого выступа.

11. Устройство, выбрасывающее жидкость, содержащее
головку, выбрасывающую жидкость, по п.5 и
узел для установки упомянутой головки, выбрасывающей жидкость.

12. Головка, выбрасывающая жидкость, в которой жидкость выбрасывается по
45 каналу выбрасывания за счет приложения к жидкости энергии из элемента, генерирующего энергию,

причем упомянутый канал выбрасывания включает в себя в поперечном сечении упомянутого канала выбрасывания, связанном с направлением выбрасывания
50 жидкости, два выступа или менее, которые имеют выпуклые формы внутри упомянутых выступов,

при этом устанавливается неравенство $M \geq (L-a)/2 > N$, где в поперечном сечении упомянутого канала выбрасывания, связанном с направлением выбрасывания
жидкости, N обозначает расстояния от дистальных концов упомянутых выступов до

наружного края упомянутого канала выбрасывания или расстояния от дистального конца одного выступа до дистального конца другого выступа в направлении, в котором обращена выпуклость формы упомянутых выступов, L обозначает максимальный диаметр упомянутого канала выбрасывания, «а» обозначает ширину упомянутых выступов и М обозначает минимальный диаметр виртуального наружного края упомянутого канала выбрасывания,

причем дистальные концы упомянутых выступов в поперечном сечении упомянутого канала выбрасывания имеют форму, обладающую кривизной, или форму, имеющую линейный участок, перпендикулярный направлению, в котором обращена выпуклость формы упомянутых выступов.

13. Головка по п.12, в которой в поперечном сечении упомянутого канала выбрасывания в направлении выбрасывания жидкости предусмотрен линейный участок по обе стороны от упомянутых выступов.

14. Головка по п.12, в которой в поперечном сечении упомянутого канала выбрасывания в направлении выбрасывания жидкости центр тяжести упомянутого канала выбрасывания расположен в том направлении, в котором обращена выпуклость формы упомянутого выступа.

15. Устройство, выбрасывающее жидкость, содержащее

головку, выбрасывающую жидкость, по п.12 и

узел для установки упомянутой головки, выбрасывающей жидкость.

16. Способ выбрасывания жидкости, посредством которого жидкость выбрасывают из канала выбрасывания путем приложения к жидкости энергии из элемента, генерирующего энергию, заключающийся в том, что:

приводят жидкость в движение по каналу выбрасывания, который включает в себя в поперечном сечении упомянутого канала выбрасывания, связанном с направлением выбрасывания жидкости по меньшей мере один выступ, который имеет выпуклую форму и выполнен внутри канала выбрасывания, первую область и множество вторых областей, гидравлические сопротивления которых ниже, чем у упомянутой первой области, так что жидкость в форме столбика растягивается наружу из канала выбрасывания,

удерживают в упомянутой первой области поверхность жидкости, которая связана с жидкостью в форме столбика, растянутой наружу из упомянутого канала выбрасывания, и в упомянутой второй области оттягивают жидкость в упомянутом канале выбрасывания в направлении, противоположном упомянутому направлению, и удерживая поверхность жидкости в упомянутой первой области, отделяют упомянутую жидкость в форме столбика, растянутую наружу из упомянутого канала выбрасывания, от упомянутой поверхности жидкости в упомянутой первой области и выбрасывают жидкость из упомянутого канала выбрасывания,

при этом упомянутая первая область образована в направлении, в котором обращена выпуклость формы упомянутого выступа от дистального конца упомянутого выступа, а упомянутая вторая область образована по обе стороны от упомянутого выступа.

17. Способ по п.16,

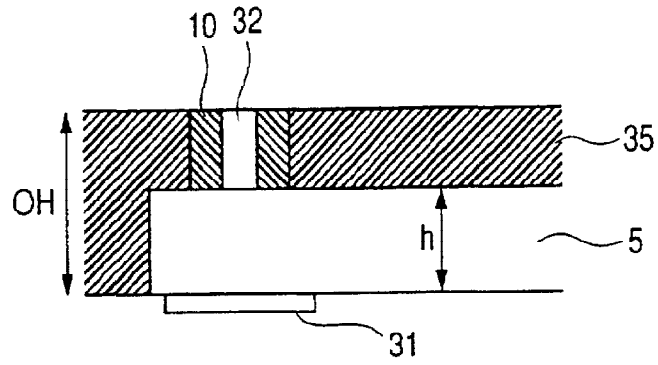
в котором упомянутый элемент, генерирующий тепловую энергию, представляет собой теплогенерирующий элемент, предназначенный для приложения тепловой энергии к жидкости с целью формирования пузырька,

при этом, когда объем пузырька уменьшается в упомянутой второй области, жидкость, находящуюся в упомянутом канале выбрасывания, оттягивают в

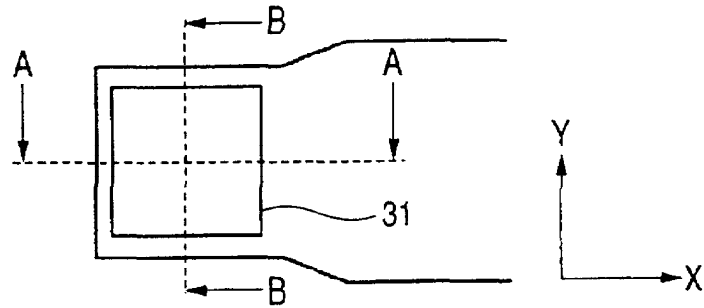
направлении, противоположном направлению выбрасывания жидкости.

18. Головка по п.1, дополнительно содержащая один упомянутый выступ, при этом упомянутая первая область образована между дистальным концом упомянутого выступа и наружным краем упомянутого канала выбрасывания в направлении, в котором обращена выпуклость формы упомянутого выступа от дистального конца упомянутого выступа.

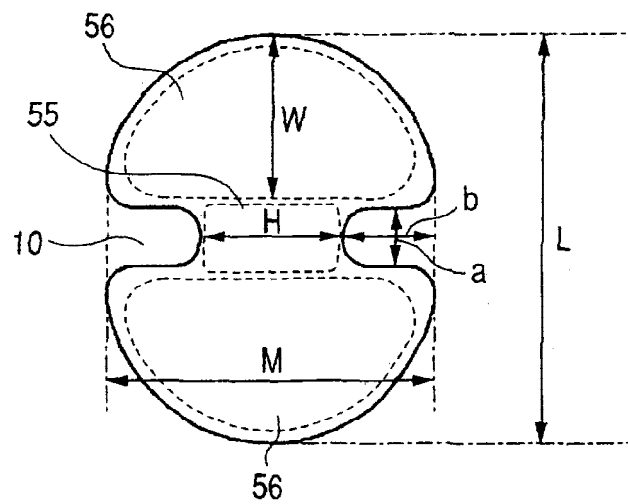
19. Головка по п.1, дополнительно содержащая два или более упомянутых выступов, при этом упомянутая первая область образована между дистальными концами упомянутых выступов.



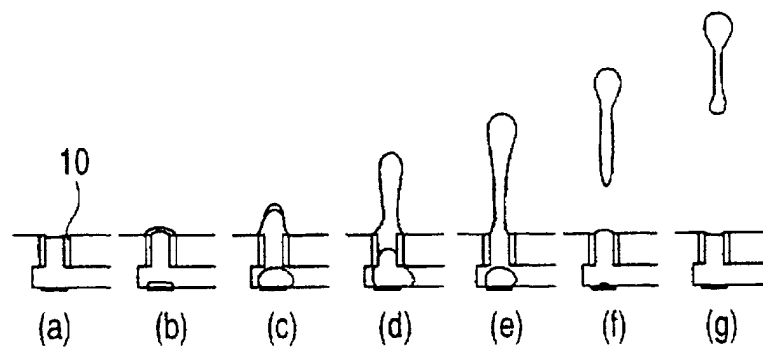
ФИГ. 1А



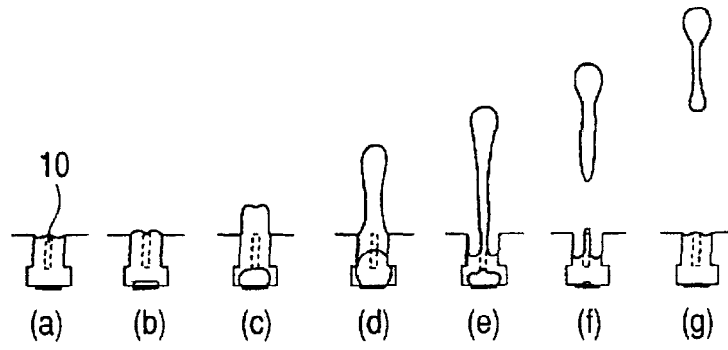
ФИГ. 1В



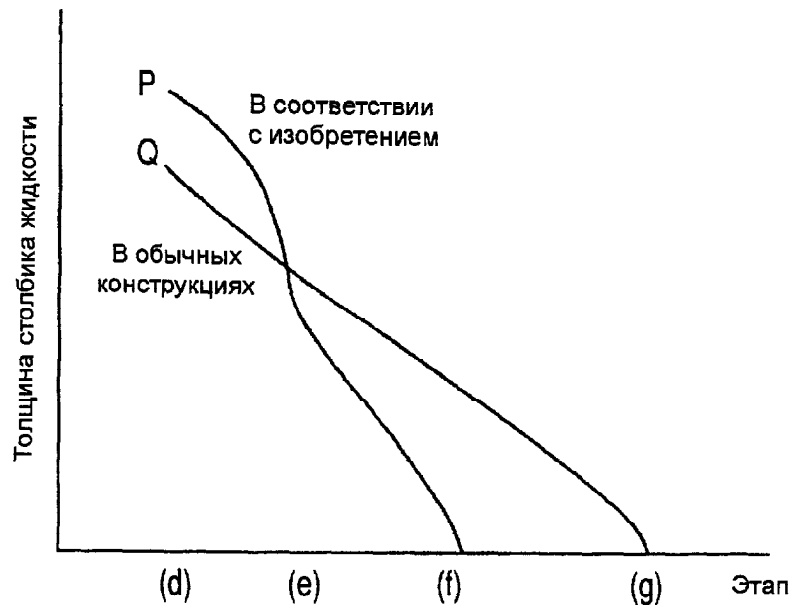
ФИГ. 1С



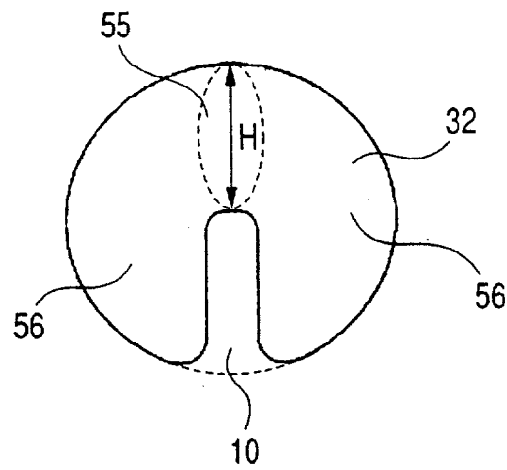
ФИГ. 2



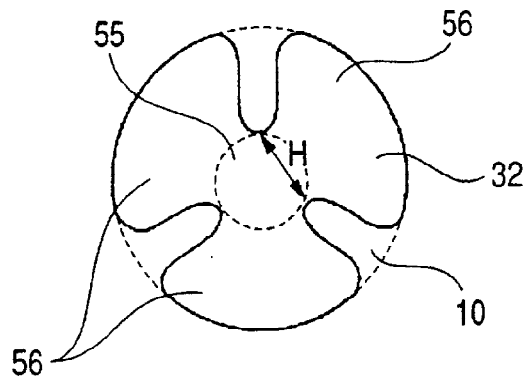
ФИГ. 3



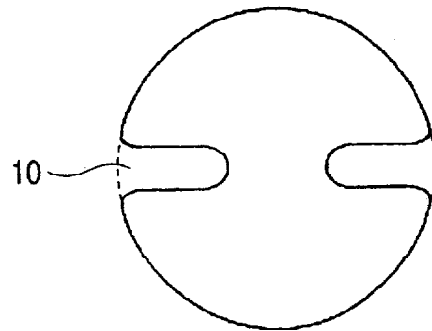
ФИГ. 4



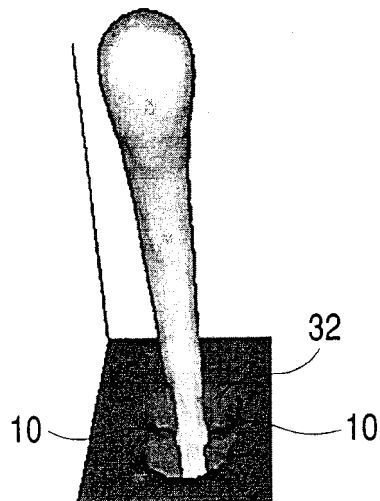
ФИГ. 5А



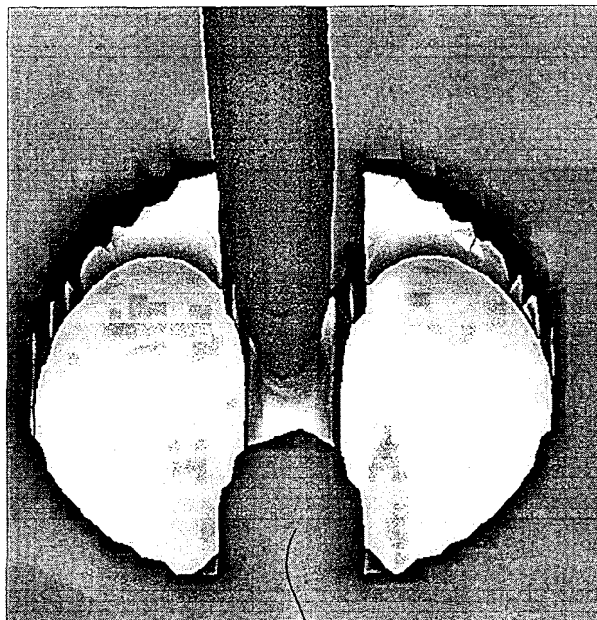
ФИГ. 5В



ФИГ. 5С

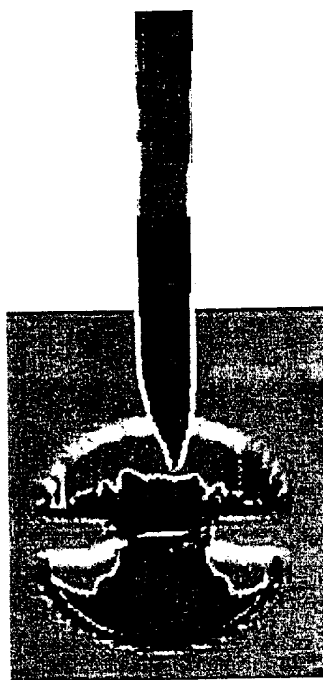


ФИГ. 6А

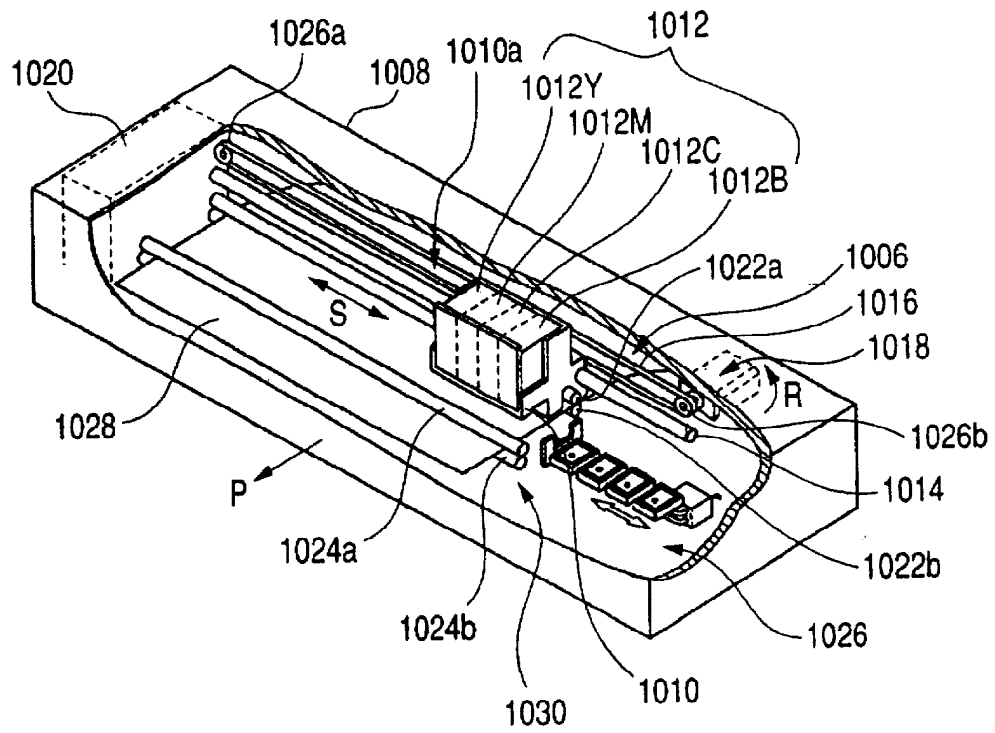


10

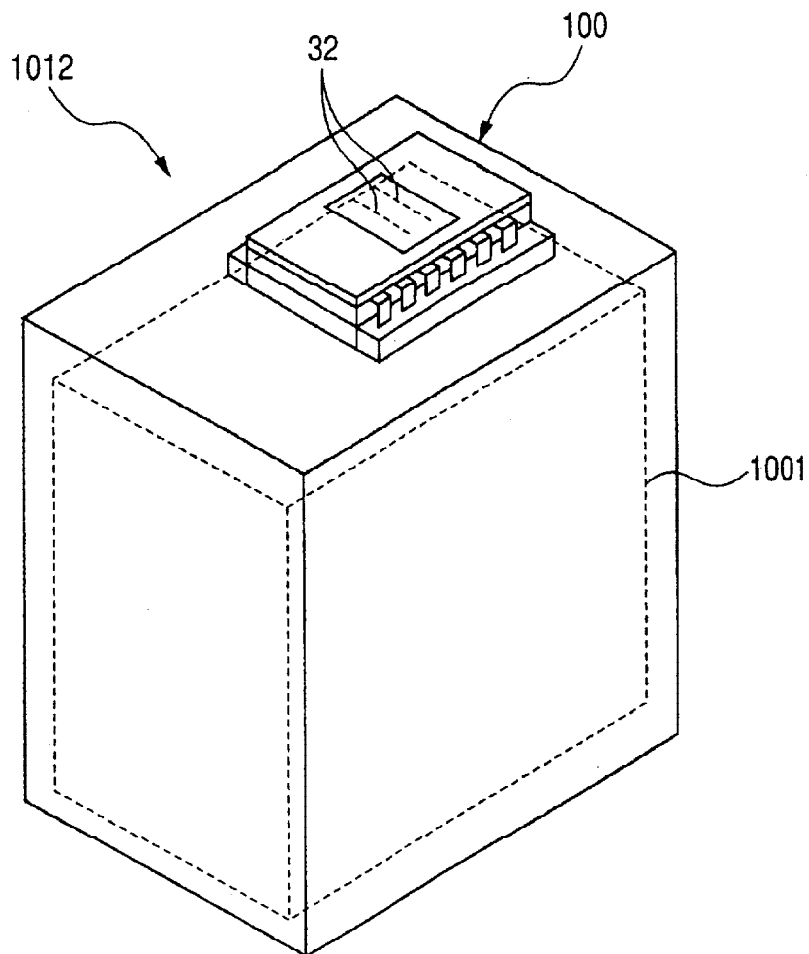
ФИГ. 6В



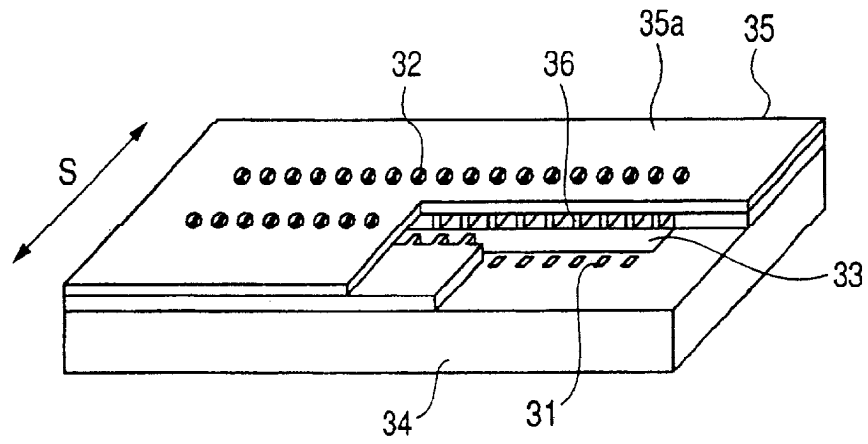
ФИГ. 6С



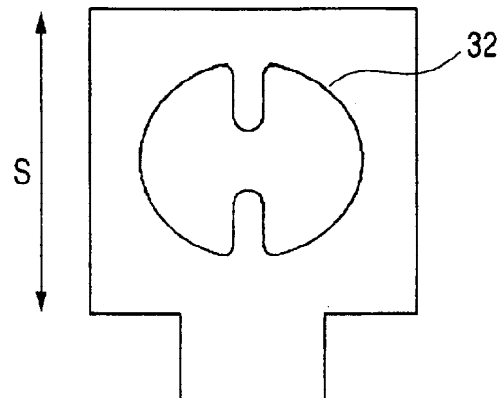
ФИГ. 7



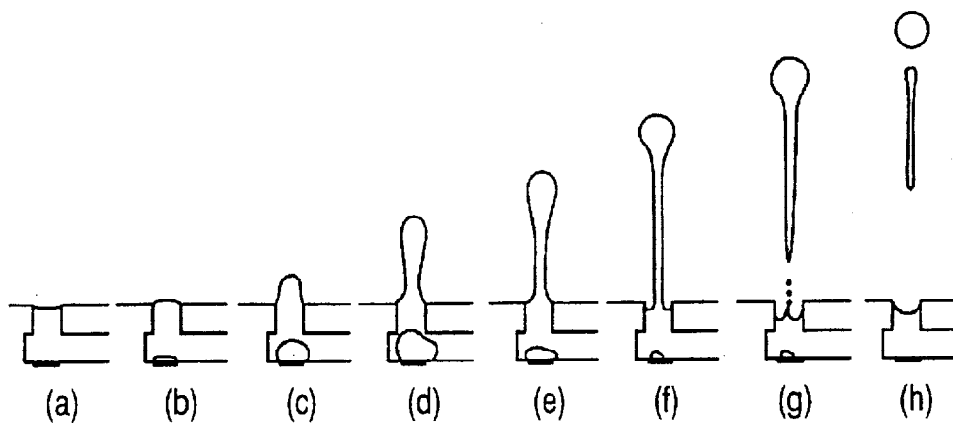
ФИГ. 8



ФИГ. 9А



ФИГ. 9В

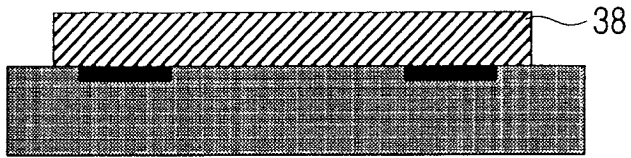


ФИГ. 10

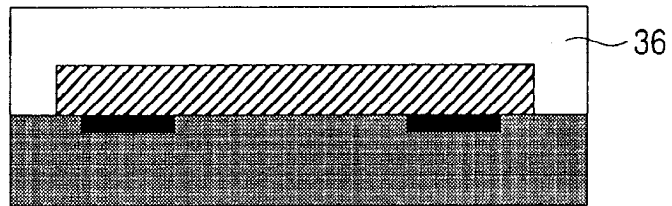
ФИГ. 11А



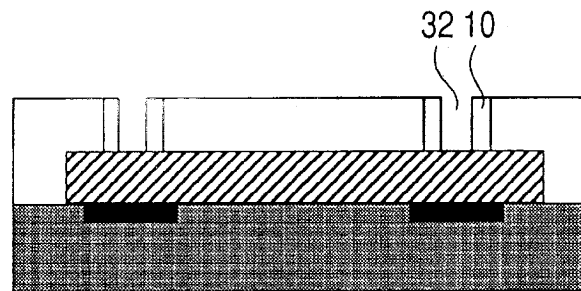
ФИГ. 11В



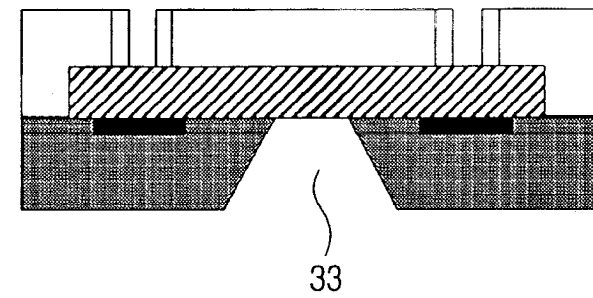
ФИГ. 11С



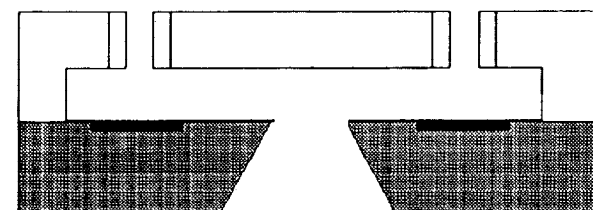
ФИГ. 11D

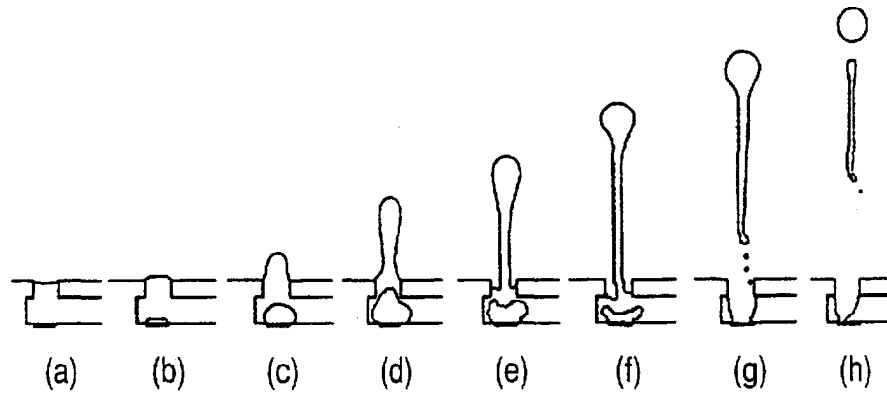


ФИГ. 11Е

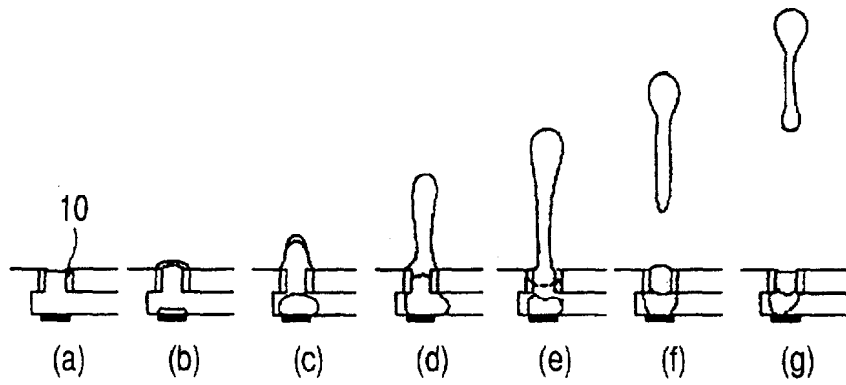


ФИГ. 11F

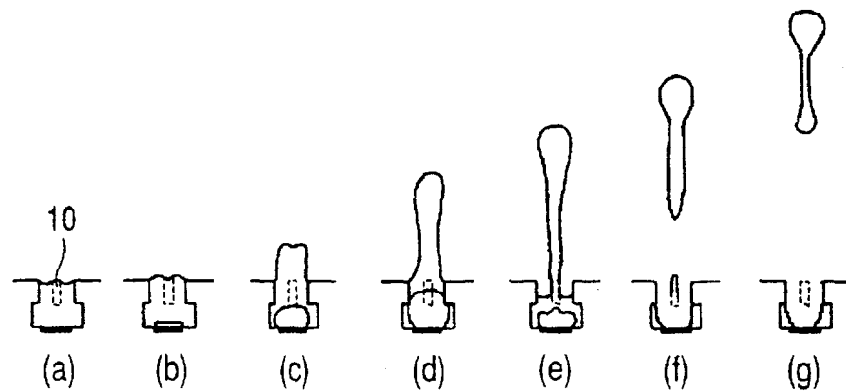




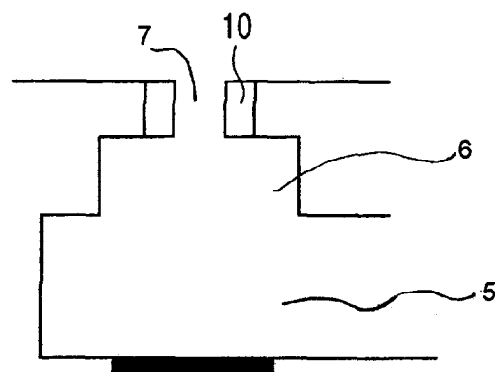
ФИГ. 12



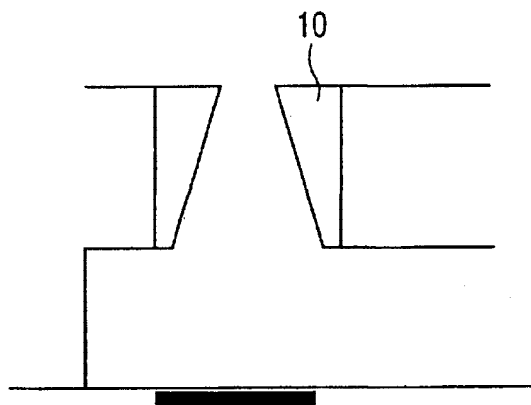
ФИГ. 13



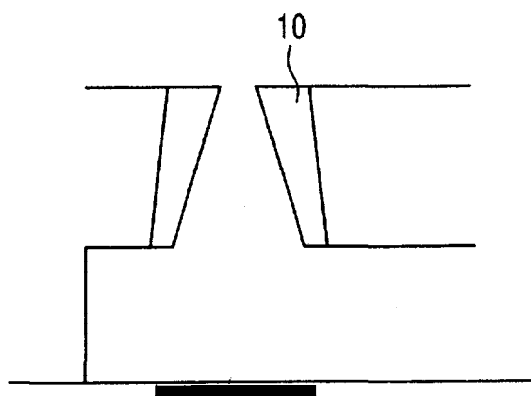
ФИГ. 14



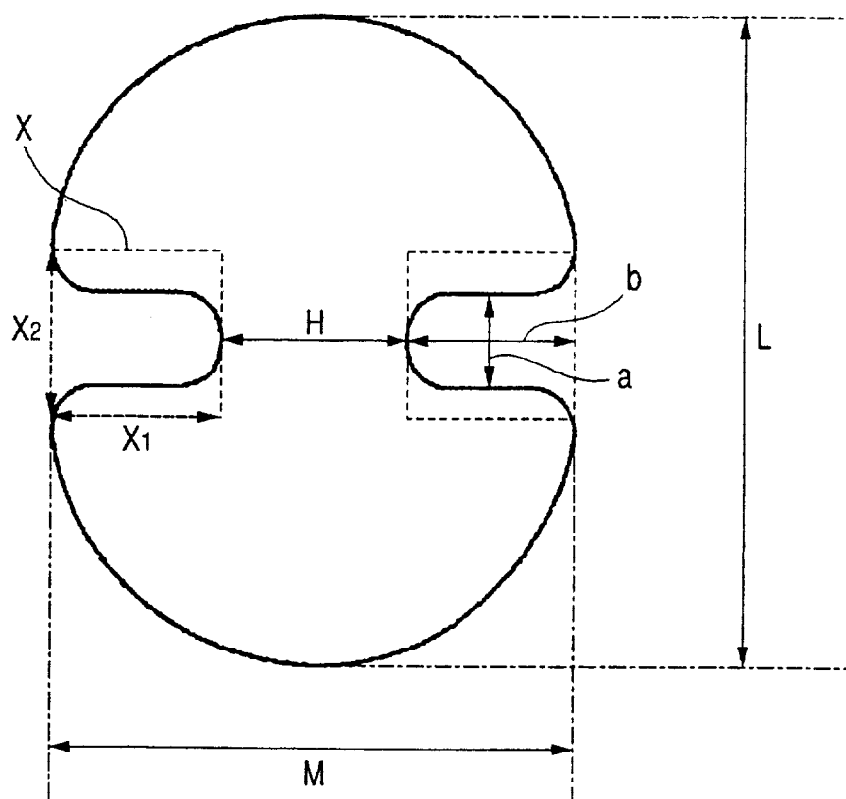
ФИГ. 15



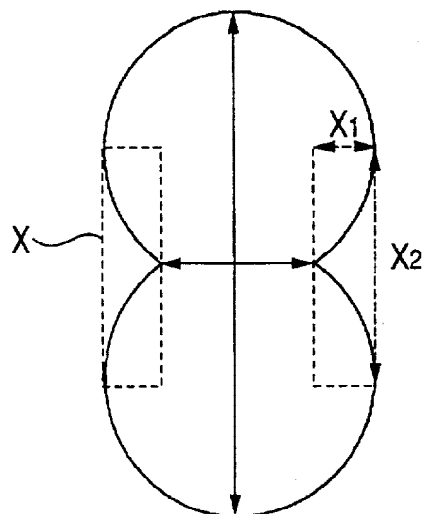
ФИГ. 16А



ФИГ. 16В



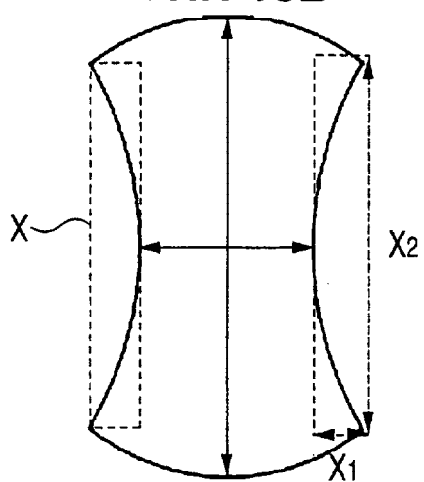
ФИГ. 17



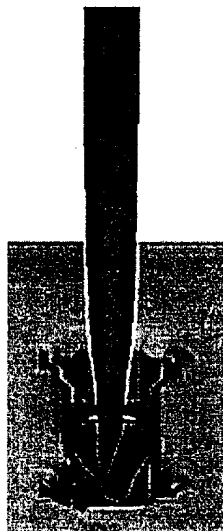
ФИГ. 18А



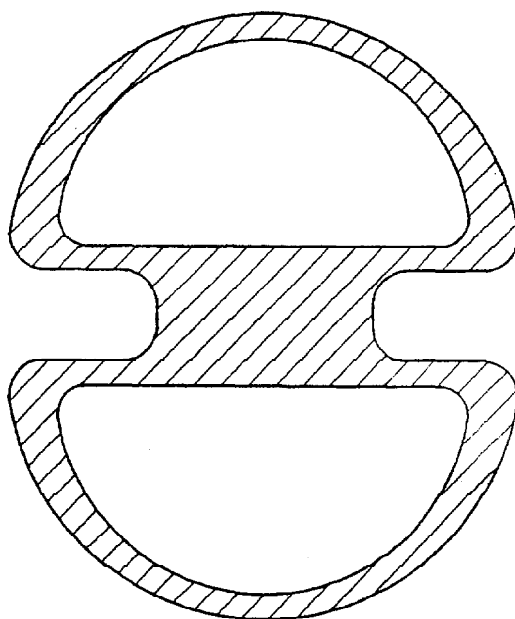
ФИГ. 18В



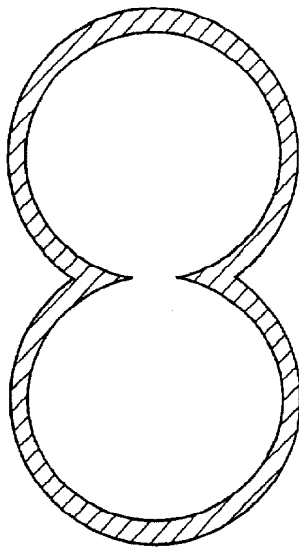
ФИГ. 19А



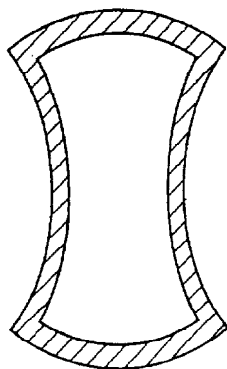
ФИГ. 19В



ФИГ. 20



ФИГ. 21А



ФИГ. 21В