



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B01F 3/04 (2021.05); H05B 1/02 (2021.05); C02F 1/02 (2021.05)

(21)(22) Заявка: 2020108440, 27.02.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.02.2020Дата регистрации:
29.07.2021

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
28.02.2019 JP 2019-035937

(45) Опубликовано: 29.07.2021 Бюл. № 22

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

**ИМАНАКА, Йосиюки (JP),
КУБОТА, Масахико (JP),
ЯМАДА, Аkitоси (JP),
ЯНАИ, Юми (JP),
АРИМИДЗУ, Хироси (JP),
ИСИНАГА, Хироюки (JP),
ОДЗАКИ, Теруо (JP)**

(73) Патентообладатель(и):

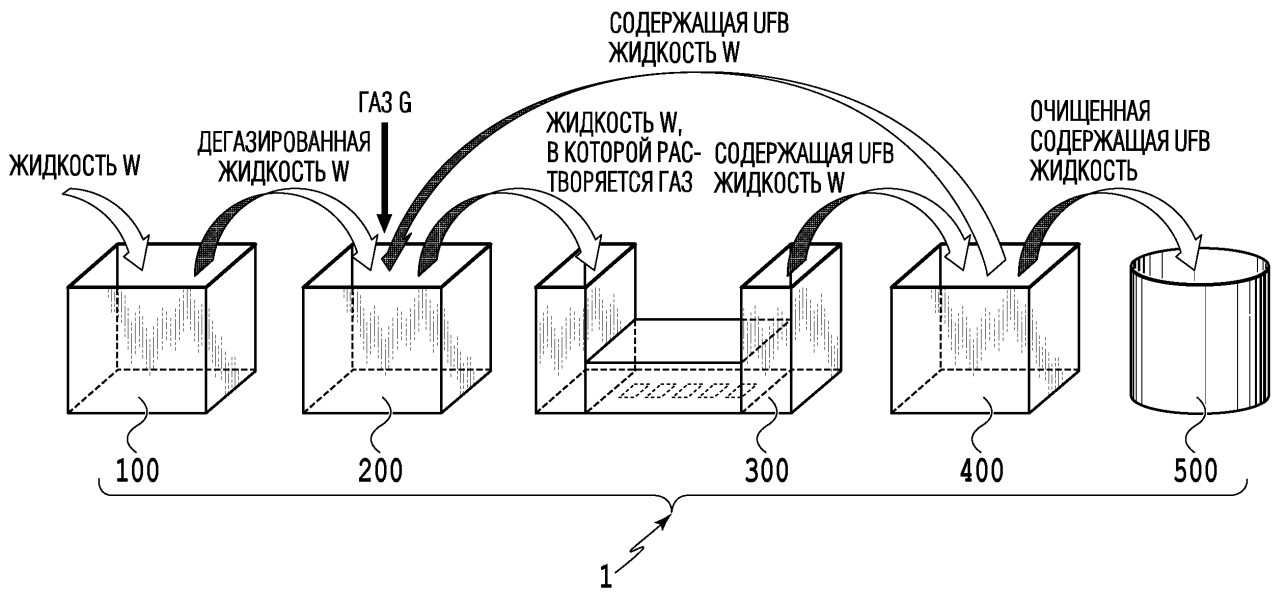
КЭНОН КАБУСИКИ КАЙСЯ (JP)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: EP 1078757 A2, 28.02.2001. EP
0920997 A2, 09.06.1999. CN 106186474 A,
07.12.2016. RU 2126366 C1, 20.02.1999.

(54) УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ СВЕРХМЕЛКИХ ПУЗЫРЬКОВ

(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к устройству формирования сверхмелких пузырьков для формирования сверхмелких пузырьков с диаметром меньше 1,0 мкм. Устройство формирует сверхмелкие пузырьки посредством вынуждения нагревательного элемента формировать пленочное кипение в жидкости и включает в себя по меньшей мере одну элементную подложку, включающую в себя нагревательную часть, снабженную упомянутыми нагревательными элементами. Модуль для задания энергии постоянной, который задает энергию, прикладываемую к каждому из множества нагревательных элементов или к

каждому из предварительно определенного числа нагревательных элементов, постоянной в нагревательной части. При этом элементная подложка выполнена с возможностью подавлять варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы в нагревательной части. При этом модуль для задания энергии постоянной поддерживает напряжение или ток постоянным на двух концах каждого из нагревательных элементов. Техническим результатом изобретения является формирование жидкости, включающей сверхмелкие пузырьки, не исчезающие при длительном хранении. 19 з.п. ф-лы, 74 ил., 4 табл.



ФИГ. 1

RU 2752684 C1

RU 2752684 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B01F 3/04 (2006.01)
H05B 1/02 (2006.01)
C02F 1/02 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B01F 3/04 (2021.05); H05B 1/02 (2021.05); C02F 1/02 (2021.05)(21)(22) Application: **2020108440, 27.02.2020**(24) Effective date for property rights:
27.02.2020Registration date:
29.07.2021

Priority:

(30) Convention priority:
28.02.2019 JP 2019-035937(45) Date of publication: **29.07.2021 Bull. № 22**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spaskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i
Partnery"**

(72) Inventor(s):

**IMANAKA, Yoshiyuki (JP),
KUBOTA, Masahiko (JP),
YAMADA, Akitoshi (JP),
YANAI, Yumi (JP),
ARIMIZU, Hiroshi (JP),
ISHINAGA, Hiroyuki (JP),
OZAKI, Teruo (JP)**

(73) Proprietor(s):

CANON KABUSHIKI KAISHA (JP)(54) **DEVICE FORMING ULTRAFINE BUBBLES**

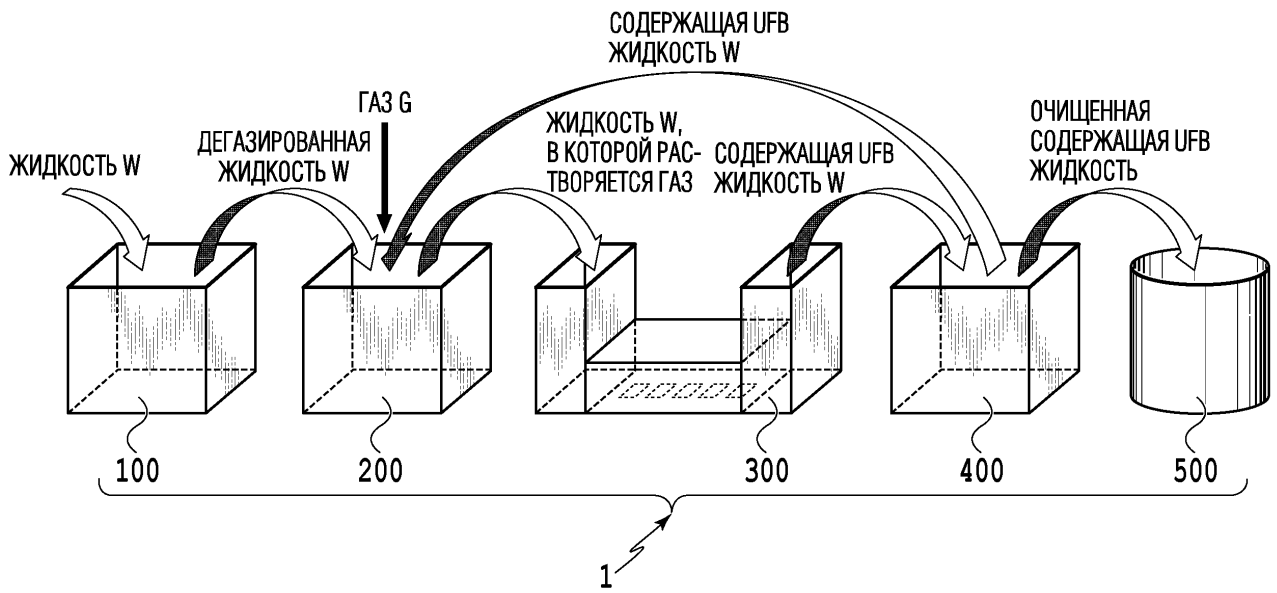
(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering.

SUBSTANCE: present invention relates to a device forming ultrafine bubbles for forming ultrafine bubbles with a diameter of less than 1.0 μm. The device forms ultrafine bubbles by forcing the heating element to form film boiling in a liquid, and includes at least one element substrate including a heating portion provided with said heating elements. There is a constant energy setting unit that sets the energy applied to each of the set of heating elements or to each of a predetermined number

of heating elements to be constant in the heating portion. In this case, the element substrate is configured to suppress the variation of the energies introduced into the heating elements in the heating part. In this case, the module for setting the energy constant maintains the voltage or current constant at both ends of each of the heating elements.

EFFECT: formation of a liquid containing ultrafine bubbles that do not disappear during long-term storage.
20 cl, 74 dwg, 4 tbl



ФИГ. 1

RU 2752684 C1

RU 2752684 C1

Уровень техники

Область техники, к которой относится изобретение

[0001] Настоящее изобретение относится к устройству формирования сверхмелких пузырьков для формирования сверхмелких пузырьков с диаметром меньше 1,0 мкм.

5 Описание предшествующего уровня техники

[0002] В последнее время, разработаны технологии для применения признаков мелких пузырьков, таких как микропузырьки с диаметром микрометрического размера и нанопузырьки с диаметром нанометрического размера. В частности, полезность сверхмелких пузырьков (в дальнейшем также называемых "UFB") с диаметром меньше
10 1,0 мкм подтверждена в различных областях техники.

[0003] Патент (Япония) № 6118544 раскрывает устройство формирования мелких воздушных пузырьков, которое формирует мелкие пузырьки посредством выбрасывания из сопла для сброса давления жидкости под давлением, в которой газ подвергается созданию повышенного давления и растворяется. Патент (Япония) № 4456176
15 раскрывает устройство, которое формирует мелкие пузырьки посредством повторения разделения и схождения потоков смешанной с газом жидкости с помощью смесительного модуля.

Сущность изобретения

[0004] Устройство формирования сверхмелких пузырьков согласно аспекту
20 настоящего изобретения представляет собой устройство формирования сверхмелких пузырьков, которое формирует сверхмелкие пузырьки посредством вынуждения нагревательного элемента формировать пленочное кипение в жидкости, причем устройство формирования сверхмелких пузырьков включает в себя элементную
25 подложку, включающую в себя нагревательную часть, содержащую несколько нагревательных элементов, при этом элементная подложка выполнена с возможностью подавлять в нагревательной части варьирование энергий, введенных в нагревательные
элементы в нагревательной части.

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

Краткое описание чертежей

[0006] Фиг. 1 является схемой, иллюстрирующей пример устройства UFB-формирования;

[0007] Фиг. 2 является схемой принципиальной конфигурации модуля предварительной
35 обработки;

[0008] Фиг. 3А и 3В являются схемой принципиальной конфигурации модуля растворения и схемой для описания состояний растворения в жидкости;

[0009] Фиг. 4 является схемой принципиальной конфигурации модуля T-UFB-формирования;

40 [0010] Фиг. 5А и 5В являются схемами для описания подробностей нагревательного элемента;

[0011] Фиг. 6А и 6В являются схемами для описания состояний пленочного кипения на нагревательном элементе;

[0012] Фиг. 7А-7D являются схемами, иллюстрирующими состояния формирования
45 UFB, возникающих за счет расширения образующегося в результате пленочного кипения пузырька;

[0013] Фиг. 8А-8С являются схемами, иллюстрирующими состояния формирования UFB, возникающих за счет сжатия образующегося в результате пленочного кипения

пузырька;

[0014] Фиг. 9А-9С являются схемами, иллюстрирующими состояния формирования UFB, возникающих за счет повторного нагрева жидкости;

5 [0015] Фиг. 10А и 10В являются схемами, иллюстрирующими состояния формирования UFB, возникающих за счет ударных волн, создаваемых посредством исчезновения пузырька, сформированного посредством пленочного кипения;

[0016] Фиг. 11А-11С являются схемами, иллюстрирующими примеры конфигураций модуля постобработки;

10 [0017] Фиг. 12А и 12В являются схемами, описывающими схемы размещения элементной подложки;

[0018] Фиг. 13А и 13В являются схемами, иллюстрирующими электрические эквивалентные схемы;

[0019] Фиг. 14А-14С являются схемами, описывающим пример уменьшения разности между потерями на сопротивление межсоединений;

15 [0020] Фиг. 15А-15F являются схемами, описывающими схему размещения и т.п. элементной подложки;

[0021] Фиг. 16А-16Е являются схемами, описывающими примеры стабильного формирования UFB;

20 [0022] Фиг. 17А-17G являются схемами, описывающими примеры стабильного формирования UFB;

[0023] Фиг. 18А-18С являются схемами, описывающими примеры стабильного формирования UFB;

[0024] Фиг. 19А-19С являются схемами, описывающими примеры стабильного формирования UFB;

25 [0025] Фиг. 20А-20С являются схемами, описывающими примеры стабильного формирования UFB;

[0026] Фиг. 21А-21D являются схемами, описывающими примеры стабильного формирования UFB;

30 [0027] Фиг. 22А-22D являются схемами, описывающими примеры стабильного формирования UFB;

[0028] Фиг. 23А-23D являются схемами, описывающими примеры стабильного формирования UFB; и

[0029] Фиг. 24А-24D являются схемами, описывающим пример стабильного формирования UFB.

35 Подробное описание вариантов осуществления

[0030] Оба вида устройство, описанные в патенте (Япония) № 6118544 и 4456176, формируют не только UFB с диаметром нанометрического размера, но также и относительно большое число миллипузырьков с диаметром миллиметрового размера и микропузырьков с диаметром микрометрического размера. Тем не менее, поскольку на миллипузырьки и микропузырьки влияет плавучесть, пузырьки с большой вероятностью должны постепенно подниматься на поверхность жидкости и исчезать в ходе долговременного хранения.

[0031] С другой стороны, UFB с диаметром нанометрического размера являются подходящими для долговременного хранения, поскольку на них с меньшей вероятностью будет влиять плавучесть и они будут плавать в жидкости с броуновским движением. Тем не менее, когда UFB формируются с миллипузырьками и микропузырьками, или энергия поверхности раздела "газ-жидкость" UFB является небольшой, UFB затрагиваются посредством исчезновения миллипузырьков и микропузырьков и

снижаются со временем. Иными словами, чтобы получать содержащую UFB жидкость, в которой уменьшение концентрации UFB может подавляться даже в ходе долговременного хранения, требуется формировать высокочистые и высококонцентрированные UFB с большой энергией поверхности раздела "газ-жидкость" при формировании содержащей UFB жидкости.

Конфигурация устройства UFB-формирования

[0032] Фиг. 1 является схемой, иллюстрирующей пример устройства формирования сверхмелких пузырьков (устройства UFB-формирования), применимого к настоящему изобретению. Устройство 1 UFB-формирования этого варианта осуществления включает в себя модуль 100 предварительной обработки, модуль 200 растворения, модуль 300 T-UFB-формирования, модуль 400 постобработки и коллекторный модуль 500. Каждый модуль выполняет уникальную обработку для жидкости W, такой как водопроводная вода, подаваемая в модуль 100 предварительной обработки в вышеуказанном порядке, и такая обработанная жидкость W собирается в качестве содержащей T-UFB жидкости посредством коллекторного модуля 500. Ниже описываются функции и конфигурации модулей. Хотя подробности описываются ниже, UFB, сформированные посредством использования пленочного кипения, возникающего за счет быстрого нагрева, упоминаются как термические сверхмелкие пузырьки (T-UFB) в этом подробном описании.

[0033] Фиг. 2 является схемой принципиальной конфигурации модуля 100 предварительной обработки. Модуль 100 предварительной обработки этого варианта осуществления выполняет обработку дегазирования для подаваемой жидкости W. Модуль 100 предварительной обработки главным образом включает в себя контейнер 101 для дегазирования, душевую головку 102, насос 103 для сброса давления, проход 104 для введения жидкости, проход 105 для циркуляции жидкости и проход 106 для выпуска жидкости. Например, жидкость W, такая как водопроводная вода, подается в контейнер 101 для дегазирования из прохода 104 для введения жидкости в клапан 109. В этом процессе, душевая головка 102, предоставленная в контейнере 101 для дегазирования, распыляет взвесь жидкости W в контейнере 101 для дегазирования. Душевая головка 102 для стимулирования газификации жидкости W; тем не менее, центрифуга и т.п. может использоваться вместо этого в качестве механизма для формирования эффекта стимулирования газификации.

[0034] Когда определенный объем жидкости W резервируется в контейнере 101 для дегазирования, и затем насос 103 для сброса давления активируется, когда все клапаны закрыты, уже газифицированные газовые компоненты выпускаются, и также стимулируется газификация и выпуск газовых компонентов, растворенных в жидкости W. В этом процессе, внутреннее давление контейнера 101 для дегазирования может подвергаться сбросу давления приблизительно до нескольких сотен-тысяч Па (1,0-10,0 мм.рт.ст.) при проверке манометра 108. Газы, которые должны удаляться посредством модуля 100 предварительной обработки, включают в себя, например, азот, кислород, аргон, углекислый газ и т.д.

[0035] Вышеописанная обработка дегазирования может многократно выполняться для одной и той же жидкости W посредством использования прохода 105 для циркуляции жидкости. В частности, душевая головка 102 работает, когда клапан 109 прохода 104 для введения жидкости и клапан 110 прохода 106 для выпуска жидкости закрыты, и клапан 107 прохода 105 для циркуляции жидкости открыт. Это обеспечивает возможность повторного распыления жидкости W, зарезервированной в контейнере 101 для дегазирования и дегазированной однократно, в контейнере 101 для

дегазирования из душевой головки 102. Помимо этого, когда насос 103 для сброса давления работает, обработка газификации посредством душевой головкой 102 и обработка дегазирования посредством насоса 103 для сброса давления многократно выполняются для одной и той же жидкости W. Каждый раз, когда вышеуказанная
5 обработка с использованием прохода 105 для циркуляции жидкости выполняется повторно, можно снижать газовые компоненты, содержащиеся в жидкости W, постадийно. После того как жидкость W, дегазированная до требуемой чистоты, получается, жидкость W переносится на модуль 200 растворения через проход 106 для выпуска жидкости, когда клапан 110 открыт.

[0036] Фиг. 2 иллюстрирует предварительную обработку 100, которая сбрасывает давление в газовой части, чтобы газифицировать растворенный компонент; тем не менее, способ дегазирования раствора не ограничен этим. Например, может использоваться способ нагрева и кипячения для кипячения жидкости W, чтобы газифицировать растворенный компонент, или способ пленочного дегазирования для
15 увеличения поверхности раздела между жидкостью и газом с использованием полых волокон. Аппарат серии SEPAREL (изготовлен корпорацией DIC) предлагается на рынке в качестве модуля дегазирования с использованием полых волокон. Аппарат серии SEPAREL использует поли(4-метилпентен-1) (PMP) для необработанного материала полых волокон и используется для удаления воздушных пузырьков из чернил
20 и т.п., главным образом подаваемых для пьезоголовки. Помимо этого, два или более из способа вакуумирования, способа нагрева и кипения и способа пленочного дегазирования могут использоваться вместе.

[0037] Фиг. 3А и 3В являются схемой принципиальной конфигурации модуля 200 растворения и схемой для описания состояний растворения в жидкости. Модуль 200
25 растворения представляет собой модуль для растворения требуемого газа в жидкость W, подаваемую из модуля 100 предварительной обработки. Модуль 200 растворения этого варианта осуществления главным образом включает в себя контейнер 201 для растворения, вращательный вал 203, содержащий вращательную пластину 202, проход 204 для введения жидкости, проход 205 для введения газа, проход 206 для выпуска
30 жидкости и насос 207 для создания повышенного давления.

[0038] Жидкость W, подаваемая из модуля 100 предварительной обработки, подается и резервируется в контейнере 201 для растворения через проход 204 для введения жидкости. Между тем, газ G подается в контейнер 201 для растворения через проход 205 для введения газа.

[0039] После того, как предварительно определенные объемы жидкости W и газа G резервируются в контейнере 201 для растворения, насос 207 для создания повышенного давления активируется, чтобы увеличивать внутреннее давление контейнера 201 для
35 растворения приблизительно до 0,5 МПа. Предохранительный клапан 208 размещается между насосом 207 для создания повышенного давления и контейнером 201 для растворения. Когда вращательная пластина 202 в жидкости вращается через вращательный вал 203, газ G, подаваемый в контейнер 201 для растворения, преобразуется в воздушные пузырьки, и площадь контакта между газом G и жидкостью W увеличивается, чтобы стимулировать растворение в жидкость W. Эта операция
40 продолжается до тех пор, пока растворимость газа G не достигнет почти максимальной растворимости при насыщении. В этом случае, модуль для снижения температуры жидкости может предоставляться для того, чтобы растворять газ в максимально возможной степени. Когда газ имеет низкую растворимость, также можно увеличивать внутреннее давление контейнера 201 для растворения до 0,5 МПа или выше. В этом

случае, материал и т.п. контейнера должен быть оптимальным для безопасности.

[0040] После того как жидкость W, в которой компоненты газа G растворяются в требуемой концентрации, получается, жидкость W выпускается через проход 206 для выпуска жидкости и подается в модуль 300 T-UFB-формирования. В этом процессе, клапан 209 для регулирования противодействия регулирует давление в потоке жидкости W, чтобы предотвращать чрезмерное увеличение давления во время подачи.

[0041] Фиг. 3В является схемой, принципиально иллюстрирующей состояния растворения газа G, помещенного в контейнер 201 для растворения. Воздушный пузырек 2, содержащий компоненты газа G, помещенного в жидкость W, растворяется из фрагмента в контакте с жидкостью W. Воздушный пузырек 2 за счет этого постепенно сжимается, и газорастворенная жидкость 3 затем появляется вокруг воздушного пузырька 2. Поскольку на воздушный пузырек 2 влияет плавучесть, воздушный пузырек 2 может перемещаться в позицию на большом расстоянии от центра газорастворенной жидкости 3 или отделяться от газорастворенной жидкости 3, так что он становится остаточным воздушным пузырьком 4. В частности, в жидкости W, которая должна подаваться в модуль 300 T-UFB-формирования через проход 206 для выпуска жидкости, возникает смешение воздушных пузырьков 2, окруженных посредством газорастворенных жидкостей 3, и воздушных пузырьков 2 и газорастворенных жидкостей 3, отделенных друг от друга.

[0042] Газорастворенная жидкость 3 на чертежах означает "область жидкости W, в которой концентрация для растворения газа G, подмешанного в нее, является относительно высокой". В газовых компонентах, фактически растворенных в жидкости W, концентрация газовых компонентов в газорастворенной жидкости 3 является наибольшей во фрагменте, окружающем воздушный пузырек 2. В случае если газорастворенная жидкость 3 отделяется от воздушного пузырька 2, концентрация газовых компонентов газорастворенной жидкости 3 является наибольшей в центре области, и концентрация непрерывно снижается по мере удаления от центра. Иными словами, хотя область газорастворенной жидкости 3 окружается посредством пунктирной линии на фиг. 3 для цели пояснения, такая четкая граница фактически не существует. Помимо этого, в настоящем раскрытии сущности, газ, который не может растворяться полностью, может признаваться существующим в форме воздушного пузырька в жидкости.

[0043] Фиг. 4 является схемой принципиальной конфигурации модуля 300 T-UFB-формирования. Модуль 300 T-UFB-формирования главным образом включает в себя камеру 301, проход 302 для введения жидкости и проход 303 для выпуска жидкости. Поток из прохода 302 для введения жидкости в проход 303 для выпуска жидкости через камеру 301 формируется посредством непроиллюстрированного проточного насоса. Различные насосы, включающие в себя диафрагменный насос, шестеренчатый насос и винтовой насос, могут использоваться в качестве проточного насоса. В жидкость W, введенную из прохода 302 для введения жидкости, подмешивается газорастворенная жидкость 3 газа G, помещенного посредством модуля 200 растворения.

[0044] Элементная подложка 12, содержащая нагревательный элемент 10, размещается в нижней секции камеры 301. За счет приложения предварительно определенного импульса напряжения к нагревательному элементу 10, пузырек 13, сформированный посредством пленочного кипения (в дальнейшем в этом документе, также называемый "образующимся в результате пленочного кипения пузырьком 13"), формируется в области в контакте с нагревательным элементом 10. Затем сверхмелкий пузырек 11 (UFB), содержащий газ G, формируется в результате расширения и сжатия

образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13. Как результат, содержащая UFB жидкость W, содержащая множество UFB 11, выпускается из прохода 303 для выпуска жидкости.

[0045] Фиг. 5А и 5В являются схемами для иллюстрации подробной конфигурации нагревательного элемента 10. Фиг. 5А иллюстрирует вид крупным планом нагревательного элемента 10, и фиг. 5В иллюстрирует вид в поперечном сечении более широкой области элементной подложки 12, включающей в себя нагревательный элемент 10.

[0046] Как проиллюстрировано на фиг. 5А, в элементной подложке 12 этого варианта осуществления, термическая оксидная пленка 305 в качестве теплоаккумулирующего слоя и межслоевая пленка 306, также служащая в качестве теплоаккумулирующего слоя, наслаиваются на поверхность кремниевой подложки 304. Пленка на основе SiO₂ или пленка на основе SiN может использоваться в качестве межслоевой пленки 306. Резистивный слой 307 формируется на поверхности межслоевой пленки 306, и межсоединение 308 частично формируется на поверхности резистивного слоя 307. Межсоединение на основе алюминиевого сплава Al, Si Al, Cu Al и т.п. может использоваться в качестве межсоединения 308. Защитный слой 309, изготовленный из пленки на основе SiO₂ или пленки на основе Si₃N₄, формируется на поверхностях межсоединения 308, резистивного слоя 307 и межслоевой пленки 306.

[0047] Кавитационно-стойкая пленка 310 для защиты защитного слоя 309 от химических и физических воздействий вследствие тепла, выделяемого посредством резистивного слоя 307, формируется на фрагменте и вокруг фрагмента на поверхности защитного слоя 309, причем фрагмент соответствует тепловоздействующему фрагменту 311, который в конечном счете становится нагревательным элементом 10. Область на поверхности резистивного слоя 307, в которой не формируется межсоединение 308, представляет собой тепловоздействующий фрагмент 311, в котором резистивный слой 307 выделяет тепло. Нагревательный фрагмент резистивного слоя 307, на котором не формируется межсоединение 308, функционирует в качестве нагревательного элемента 10 (нагревателя). Как описано выше, слои в элементной подложке 12 последовательно формируются на поверхности кремниевой подложки 304 посредством технологии изготовления полупроводников, и тепловоздействующий фрагмент 311 в силу этого предоставляется на кремниевой подложке 304.

[0048] Конфигурация, проиллюстрированная на чертежах, является примером, и применимы различные другие конфигурации. Например, применимы конфигурация, в которой порядок наслаивания резистивного слоя 307 и межсоединения 308 является противоположным, и конфигурация, в которой электрод соединяется с нижней поверхностью резистивного слоя 307 (так называемая "конфигурацией на основе вставляемых электродов"). Другими словами, как описано ниже, любая конфигурация может применяться при условии, что конфигурация обеспечивает возможность тепловоздействующему фрагменту 311 нагревать жидкость для формирования пленочного кипения в жидкости.

[0049] Фиг. 5В является примером вида в поперечном сечении области, включающей в себя схему, соединенную с межсоединением 308 в элементной подложке 12. Область 322 кармана n-типа и область 323 кармана p-типа частично предоставляются в верхнем слое кремниевой подложки 304, которая представляет собой проводник с каналом p-типа. PMOS 320 формируется в области 322 кармана n-типа, и NMOS 321 формируется в области 323 кармана p-типа посредством введения и диффузии примесей посредством ионной имплантации и т.п. в общем MOS-процессе.

[0050] PMOS 320 включает в себя область 325 истока и область 326 стока, сформированные посредством частичного введения примесей n-типа или p-типа в верхний слой области 322 кармана n-типа, межсоединение 335 затвора и т.д. Межсоединение 335 затвора осаждается на части верхней поверхности области 322 кармана n-типа, за исключением области 325 истока и области 326 стока, при этом изоляционная пленка 328 затвора с толщиной в несколько сотен Е размещается между межсоединением 335 затвора и верхней поверхностью области 322 кармана n-типа.

[0051] NMOS 321 включает в себя область 325 истока и область 326 стока, сформированные посредством частичного введения примесей n-типа или p-типа в верхний слой области 323 кармана p-типа, межсоединение 335 затвора и т.д. Межсоединение 335 затвора осаждается на части верхней поверхности области 323 кармана p-типа, за исключением области 325 истока и области 326 стока, при этом изоляционная пленка 328 затвора с толщиной в несколько сотен Е размещается между межсоединением 335 затвора и верхней поверхностью области 323 кармана p-типа. Межсоединение 335 затвора изготовлено из поликристаллического кремния с толщиной 3000-5000 Е, осаждаемого посредством CVD-способа. CMOS-логика конструируется с помощью PMOS 320 и NMOS 321.

[0052] В области 323 кармана p-типа, NMOS-транзистор 330 для приведения в действие электротермического преобразовательного элемента (нагревательного резистивного элемента) формируется на фрагменте, отличающемся от фрагмента, включающего в себя NMOS 321. NMOS-транзистор 330 включает в себя область 332 истока и область 331 стока, частично предоставленные в верхнем слое области 323 кармана p-типа посредством этапов введения и диффузии примесей, межсоединение 333 затвора и т.д. Межсоединение 333 затвора осаждается на части верхней поверхности области 323 кармана p-типа, за исключением области 332 истока и области 331 стока, при этом изоляционная пленка 328 затвора размещается между межсоединением 333 затвора и верхней поверхностью области 323 кармана p-типа.

[0053] В этом примере, NMOS-транзистор 330 используется в качестве транзистора для приведения в действие электротермического преобразовательного элемента. Тем не менее, транзистор для приведения в действие не ограничен NMOS-транзистором 330, и любой транзистор может использоваться при условии, что транзистор имеет возможность приведения в действие нескольких электротермических преобразовательных элементов отдельно и может реализовывать вышеописанную точную конфигурацию. Хотя электротермический преобразовательный элемент и транзистор для приведения в действие электротермического преобразовательного элемента формируются на одной и той же подложке в этом примере, они могут формироваться на различных подложках отдельно.

[0054] Область 324 отделения оксидной пленки формируется посредством оксидирования для формирования защитного оксидного покрытия с толщиной 5000-10000 Е между элементами, к примеру, между PMOS 320 и NMOS 321 и между NMOS 321 и NMOS-транзистором 330. Область 324 отделения оксидной пленки отделяет элементы. Фрагмент области 324 отделения оксидной пленки, соответствующей тепловоздействующему фрагменту 311, функционирует в качестве теплоаккумулирующего слоя 334, который представляет собой первый слой на кремниевой подложке 304.

[0055] Межслойная изоляционная пленка 336, включающая в себя PSG-пленку, BPSG-пленку и т.п. с толщиной приблизительно в 7000 Е, формируется посредством CVD-способа на каждой поверхности элементов, таких как PMOS 320, NMOS 321 и NMOS-

транзистор 330. После того, как межслойная изоляционная пленка 336 становится плоской посредством термической обработки, алюминиевый электрод 337 в качестве первого слоя межсоединений формируется в контактной полости, проникающей через межслойную изоляционную пленку 336 и изоляционную пленку 328 затвора. На поверхностях межслойной изоляционной пленки 336 и алюминиевого электрода 337, межслойная изоляционная пленка 338, включающая в себя пленку на основе SiO₂ с толщиной 10000-15000 Е, формируется посредством плазменного CVD-способа. На поверхности межслойной изоляционной пленки 338, резистивный слой 307, включающий в себя пленку на основе TaSiN с толщиной приблизительно в 500 Е, формируется посредством способа сонапыления на фрагментах, соответствующих тепловоздействующему фрагменту 311 и NMOS-транзистору 330. Резистивный слой 307 электрически соединяется с алюминиевым электродом 337 около области 331 стока через сквозную полость, сформированную в межслойной изоляционной пленке 338. На поверхности резистивного слоя 307, формируется межсоединение 308 Al в качестве второго слоя межсоединений для межсоединения с каждым электротермическим преобразовательным элементом. Защитный слой 309 на поверхностях межсоединения 308, резистивного слоя 307 и межслойной изоляционной пленки 338 включает в себя пленку на основе SiN с толщиной 3000 Е, сформированную посредством плазменного CVD-способа. Кавитационно-стойкая пленка 310, осаждаемая на поверхности защитного слоя 309, включает в себя тонкую пленку с толщиной приблизительно в 2000 Е, которая представляет собой по меньшей мере один металл, выбранный из группы, состоящей из Ta, Fe, Ni, Cr, Ge, Ru, Zr, Ir и т.п. Различные материалы, отличающиеся от вышеописанного TaSiN, такие как TaN, CrSiN, TaAl, WSiN и т.п., могут применяться при условии, что материал может формировать пленочное кипение в жидкости.

[0056] Фиг. 6А и 6В являются схемами, иллюстрирующими состояния пленочного кипения, когда предварительно определенный импульс напряжения прикладывается к нагревательному элементу 10. В этом случае, описывается случай формирования пленочного кипения при атмосферном давлении. На фиг. 6А, горизонтальная ось представляет время. Вертикальная ось на нижнем графике представляет напряжение, прикладываемое к нагревательному элементу 10, и вертикальная ось на верхнем графике представляет объем и внутреннее давление образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, сформированного посредством пленочного кипения. С другой стороны, фиг. 6В иллюстрирует состояния образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13 в ассоциации с временами 1-3, показанными на фиг. 6А. Каждое из состояний описывается ниже в хронологическом порядке. UFB 11, сформированные посредством пленочного кипения, как описано ниже, формируются главным образом около поверхности образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13. Состояния, проиллюстрированные на фиг. 6В, представляют собой состояния, в которых UFB 11, сформированные посредством модуля 300 формирования, повторно подаются в модуль 200 растворения через маршрут циркуляции, и жидкость, содержащая UFB 11, повторно подается в проход для жидкости модуля 300 формирования, как проиллюстрировано на фиг. 1.

[0057] До того, как напряжение прикладывается к нагревательному элементу 10, атмосферное давление фактически поддерживается в камере 301. После того, как напряжение прикладывается к нагревательному элементу 10, пленочное кипение формируется в жидкости в контакте с нагревательным элементом 10, и такой сформированный воздушный пузырек (в дальнейшем в этом документе, называемый "образующимся в результате пленочного кипения пузырьком 13") расширяется

посредством высокого давления, действующего изнутри (время 1). Давление пузырения в этом процессе предположительно должно составлять приблизительно 8-10 МПа, что является значением, близким к давлению насыщенного пара воды.

5 [0058] Время для приложения напряжения (ширины импульса) составляет приблизительно 0,5-10,0 мкс, и образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 расширяется посредством инерции давления, полученного во время 1 даже после приложения напряжения. Тем не менее, отрицательное давление, сформированное с расширением, постепенно увеличивается в образующемся в результате пленочного кипения пузырьке 13, и отрицательное давление действует в таком направлении, чтобы
10 сжимать образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13. Через некоторое время, объем образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13 становится максимальным во время 2, когда сила инерции и отрицательное давление балансируются, и после этого образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 сжимается быстро посредством отрицательного давления.

15 [0059] При исчезновении образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13 образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 исчезает не по всей поверхности нагревательного элемента 10, а в одной или более чрезвычайно небольших областей. По этой причине, на нагревательном элементе 10, еще большая сила, чем сила при пузырении во время 1, формируется в чрезвычайно небольшой области, в
20 которой образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 исчезает (время 3).

[0060] Формирование, расширение, сжатие и исчезновение образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, как описано выше, повторяются каждый раз, когда импульс напряжения прикладывается к нагревательному элементу 10, и
25 новые UFB 11 формируются каждый раз.

[0061] Состояния формирования UFB 11 в каждом процессе из формирования, расширения, сжатия и исчезновения образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13 описываются более подробно со ссылкой на фиг. 7А-10В.

[0062] Фиг. 7А-7D являются схемами, принципиально иллюстрирующими состояния
30 формирования UFB 11, возникающих за счет формирования и расширения образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13. Фиг. 7А иллюстрирует состояние перед приложением импульса напряжения к нагревательному элементу 10. Жидкость W, в которой смешиваются газорастворенные жидкости 3, протекает в камере 301.

35 [0063] Фиг. 7В иллюстрирует состояние, в котором напряжение прикладывается к нагревательному элементу 10, и образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 равномерно формируется почти на всем протяжении области нагревательного элемента 10 в контакте с жидкостью W. Когда напряжение прикладывается, поверхностная температура нагревательного элемента 10 быстро
40 увеличивается со скоростью 10 °С/мкс. Пленочное кипение возникает в момент времени, когда температура достигает почти 300°С, и образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 в силу этого формируется.

[0064] После этого, поверхностная температура нагревательного элемента 10 продолжает увеличиваться приблизительно до 600-800°С во время приложения импульса,
45 и жидкость вокруг образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13 также быстро нагревается. На фиг. 7В, область жидкости, которая находится вокруг образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13 и должна быстро нагреваться, указывается в качестве области 14 высоких температур еще без пузырения.

Газорастворенная жидкость 3 в области 14 высоких температур еще без пузырения превышает предел термического растворения и испаряется так, чтобы становиться UFB. Такие испарившиеся воздушные пузырьки имеют диаметры приблизительно 10-100 нм и большую энергию поверхности раздела "газ-жидкость". Таким образом, воздушные пузырьки плавают независимо в жидкости W без исчезновения за короткое время. В этом варианте осуществления, воздушные пузырьки, сформированные посредством термического действия от формирования до расширения образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, называются "первыми UFB 11A".

[0065] Фиг. 7C иллюстрирует состояние, в котором образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 расширяется. Даже после приложения импульса напряжения к нагревательному элементу 10, образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 продолжает расширение посредством инерции силы, полученной в силу его формирования, и область 14 высоких температур еще без пузырения также перемещается и распространяется посредством инерции. В частности, в процессе расширения образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, газорастворенная жидкость 3 в области 14 высоких температур еще без пузырения испаряется в качестве нового воздушного пузырька и становится первым UFB 11A.

[0066] Фиг. 7D иллюстрирует состояние, в котором образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 имеет максимальный объем. По мере того, как образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 расширяется посредством инерции, отрицательное давление в образующемся в результате пленочного кипения пузырьке 13 постепенно увеличивается вместе с расширением, и отрицательное давление действует таким образом, чтобы сжимать образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13. В момент времени, когда отрицательное давление и сила инерции балансируются, объем образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13 становится максимальным, и затем сжатие начинается.

[0067] На стадии сжатия образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, имеются UFB, сформированные посредством процессов, проиллюстрированных на фиг. 8A-8C (вторые UFB 11B), и UFB, сформированные посредством процессов, проиллюстрированных на фиг. 9A-9C (третьи UFB 11C). Считается, что эти два процесса выполняются одновременно.

[0068] Фиг. 8A-8C являются схемами, иллюстрирующими состояния формирования UFB 11, возникающих за счет сжатия образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13. Фиг. 8A иллюстрирует состояние, в котором образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 начинает сжиматься. Хотя образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 начинает сжиматься, окружающая жидкость W по-прежнему имеет силу инерции в направлении расширения. Вследствие этого, сила инерции, действующая в направлении ухода от нагревательного элемента 10, и сила, проходящая к нагревательному элементу 10, возникающая за счет сжатия образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, действует в окружающей области, чрезвычайно близкой к образующемуся в результате пленочного кипения пузырьку 13, и область подвергается сбросу давления. Область указывается на чертежах в качестве области 15 отрицательного давления еще без пузырения.

[0069] Газорастворенная жидкость 3 в области 15 отрицательного давления еще без пузырения превышает предел растворения под давлением и испаряется так, чтобы становиться воздушным пузырьком. Такие испарившиеся воздушные пузырьки имеют диаметры приблизительно в 100 нм и после этого плавают независимо в жидкости W без исчезновения за короткое время. В этом варианте осуществления, воздушные

пузырьки, испаряющиеся за счет нажимного действия во время сжатия образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, называются "вторыми UFB 11B".

[0070] Фиг. 8B иллюстрирует процесс сжатия образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13. Скорость сжатия образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13 увеличивается за счет отрицательного давления, и область 15 отрицательного давления еще без пузырения также перемещается вместе со сжатием образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13. В частности, в процессе сжатия образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, газорастворенные жидкости 3 в части поверх области 15 отрицательного давления еще без пузырения выпадают в осадок один за другим и становятся вторыми UFB 11B.

[0071] Фиг. 8C иллюстрирует состояние непосредственно перед исчезновением образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13. Хотя скорость перемещения окружающей жидкости W также увеличивается посредством ускоренного сжатия образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, потеря давления возникает вследствие сопротивления протока в камере 301. Как результат, область, занимаемая посредством области 15 отрицательного давления еще без пузырения, дополнительно увеличивается, и формируется определенное число вторых UFB 11B.

[0072] Фиг. 9A-9C являются схемами, иллюстрирующими состояния формирования UFB посредством повторного нагрева жидкости W во время сжатия образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13. Фиг. 9A иллюстрирует состояние, в котором поверхность нагревательного элемента 10 покрывается со сжатым образующимся в результате пленочного кипения пузырьком 13.

[0073] Фиг. 9B иллюстрирует состояние, в котором сжатие образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13 продолжается, и часть поверхности нагревательного элемента 10 входит в контакт с жидкостью W. В этом состоянии, тепло остается на поверхности нагревательного элемента 10, но температура не является достаточно высокой, чтобы приводить к пленочному кипению, даже если жидкость W входит в контакт с поверхностью. Область жидкости, которая должна нагреваться посредством вхождения в контакт с поверхностью нагревательного элемента 10, указывается на чертежах в качестве повторно нагретой области 16 еще без пузырения. Хотя пленочное кипение не проводится, газорастворенная жидкость 3 в повторно нагретой области 16 еще без пузырения превышает предел термического растворения и испаряется. В этом варианте осуществления, воздушные пузырьки, сформированные посредством повторного нагрева жидкости W во время сжатия образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, называются "третьими UFB 11C".

[0074] Фиг. 9C иллюстрирует состояние, в котором сжатие образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13 дополнительно продолжается. Чем меньше образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13, тем больше область нагревательного элемента 10 в контакте с жидкостью W, и третьи UFB 11C формируются до тех пор, пока образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 не исчезает.

[0075] Фиг. 10A и 10B являются схемами, иллюстрирующими состояния формирования UFB, возникающих за счет влияния в силу исчезновения образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, сформированного посредством пленочного кипения (т.е. типа кавитации). Фиг. 10A иллюстрирует состояние непосредственно перед исчезновением образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13. В этом состоянии, образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 сжимается быстро посредством внутреннего отрицательного давления, и область 15 отрицательного давления еще без пузырения окружает образующийся в результате пленочного кипения

пузырек 13.

[0076] Фиг. 10В иллюстрирует состояние сразу после того, как образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 исчезает в точке Р. Когда образующийся в результате пленочного кипения пузырек 13 исчезает, акустические волны пульсируют концентрически из точки Р в качестве начальной точки вследствие влияния исчезновения. Акустическая волна представляет собой собирательный термин упругой волны, которая распространяется через все, неважно, газ это, жидкость и твердое тело. В этом варианте осуществления, сжимающие волны жидкости W, которые представляют собой поверхность 17А высокого давления и поверхность 17В низкого давления жидкости W, распространяются попеременно.

[0077] В этом случае, газорастворенная жидкость 3 в области 15 отрицательного давления еще без пузырения резонирует посредством ударных волн, создаваемых посредством исчезновения образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, и газорастворенная жидкость 3 превышает предел растворения под давлением, и фазовый переход выполняется во время, когда поверхность 17В низкого давления проходит через него. В частности, определенное число воздушных пузырьков испаряется в области 15 отрицательного давления еще без пузырения одновременно с исчезновением образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13. В этом варианте осуществления, воздушные пузырьки, сформированные посредством ударных волн, создаваемых посредством исчезновения образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, называются "четвертыми UFB 11D".

[0078] Четвертые UFB 11D, сформированные посредством ударных волн, создаваемых посредством исчезновения образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, внезапно появляются в течение чрезвычайно короткого времени (1 мкс или меньше) в чрезвычайно узкой области в форме тонкой пленки. Диаметр существенно меньше диаметра первых-третьих UFB, и энергия поверхности раздела "газ-жидкость" выше энергии поверхности раздела "газ-жидкость" первых-третьих UFB. По этой причине, считается, что четвертые UFB 11D имеют различные характеристики относительно первых-третьих UFB 11А-11С и формируют различные эффекты.

[0079] Дополнительно, четвертые UFB 11D равномерно формируются во многих частях области концентрической сферы, в которой распространяются ударные волны, и четвертые UFB 11D равномерно существуют в камере 301 в силу их формирования. Хотя множество первых-третьих UFB уже существуют во время формирования четвертых UFB 11D, присутствие первых-третьих UFB не затрагивает значительно формирование четвертых UFB 11D. Также считается, что первые-третьи UFB не исчезают вследствие формирования четвертых UFB 11D.

[0080] Как описано выше, предполагается, что UFB 11 формируются в нескольких стадиях от формирования до исчезновения образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13 посредством выработки тепла нагревательного элемента 10. Первые UFB 11А, вторые UFB 11В и третьи UFB 11С формируются около поверхности образующегося в результате пленочного кипения пузырька, сформированного посредством пленочного кипения. В этом случае, "около" означает область приблизительно в пределах 20 мкм относительно поверхности образующегося в результате пленочного кипения пузырька. Четвертые UFB 11D формируются в области, через которую распространяются ударные волны, когда воздушный пузырек исчезает. Хотя вышеприведенный пример иллюстрирует стадии до исчезновения образующегося в результате пленочного кипения пузырька 13, способ формирования UFB не ограничен этим. Например, когда сформированный образующийся в результате пленочного

кипения пузырьков 13 сообщается с атмосферным воздухом перед исчезновением пузырьков, UFB могут формироваться также в том случае, если образующийся в результате пленочного кипения пузырьков 13 не достигает исчезновения.

5 [0081] Далее описываются оставшиеся свойства UFB. Чем выше температура жидкости, тем ниже свойства растворения газовых компонентов, и чем ниже температура, тем выше свойства растворения газовых компонентов. Другими словами, стимулируется фазовый переход растворенных газовых компонентов, и формирование UFB становится проще по мере того, как температура жидкости становится более высокой. Температура жидкости и растворимость газа находятся в обратной
10 зависимости, и газ, превышающий растворимость при насыщении, преобразуется в воздушные пузырьки и появляется в жидкости по мере того, как температура жидкости увеличивается.

[0082] Следовательно, когда температура жидкости быстро увеличивается от нормальной температуры, свойства растворения снижаются без остановки, и начинается
15 формирование UFB. Свойства термического растворения снижаются по мере того, как температура увеличивается, и формируется определенное число UFB.

[0083] С другой стороны, когда температура жидкости снижается от нормальной температуры, свойства растворения газа увеличиваются, и сформированные UFB с
20 большей вероятностью должны сжижаться. Тем не менее, такая температура существенно ниже нормальной температуры. Дополнительно, поскольку после формирования UFB имеют высокое внутреннее давление и большую энергию поверхности раздела "газ-жидкость", даже когда температура жидкости снижается, очень маловероятно, что прикладывается достаточно высокое давление для того, чтобы
25 разрывать такую поверхность раздела "газ-жидкость". Другими словами, после формирования UFB не исчезают легко при условии, что жидкость поддерживается при нормальной температуре и нормальном давлении.

[0084] В этом варианте осуществления, первые UFB 11A, описанные на фиг. 7A-7C, и третьи UFB 11C, описанные на фиг. 9A-9C, могут описываться как UFB, которые формируются посредством использования таких свойств термического растворения
30 газа.

[0085] С другой стороны, во взаимосвязи между давлением и свойствами растворения жидкости, чем выше давление жидкости, тем выше свойства растворения газа, и чем ниже давление, тем ниже свойства растворения. Другими словами, стимулируется фазовый переход в газ газорастворенной жидкости, растворенной в жидкости, и
35 формирование UFB становится проще по мере того, как давление жидкости является более низким. После того как давление жидкости становится ниже нормального давления, свойства растворения снижаются немедленно, и начинается формирование UFB. Свойства растворения под давлением снижаются по мере того, как давление снижается, и формируется определенное число UFB.

40 [0086] С другой стороны, когда давление жидкости увеличивается таким образом, чтобы оно было выше нормального давления, свойства растворения газа увеличиваются, и сформированные UFB с большей вероятностью должны сжижаться. Тем не менее, такое давление существенно выше атмосферного давления. Дополнительно, поскольку после формирования UFB имеют высокое внутреннее давление и большую энергию
45 поверхности раздела "газ-жидкость", даже когда давление жидкости увеличивается, очень маловероятно, что прикладывается достаточно высокое давление для того, чтобы разрывать такую поверхность раздела "газ-жидкость". Другими словами, после формирования UFB не исчезают легко при условии, что жидкость поддерживается при

нормальной температуре и нормальном давлении.

[0087] В этом варианте осуществления, вторые UFB 11B, описанные на фиг. 8A-8C, и четвертые UFB 11D, описанные на фиг. 10A-10C, могут описываться как UFB, которые формируются посредством использования таких свойств растворения под давлением газа.

[0088] Эти первые-четвертые UFB, сформированные посредством различных причин, описываются отдельно выше; тем не менее, вышеописанные причины формирования возникают одновременно с событием пленочного кипения. Таким образом, по меньшей мере два типа первых-четвертых UFB могут формироваться одновременно, и эти причины формирования могут взаимодействовать, чтобы сформировать UFB. Следует отметить, что обычная практика заключается в том, что все причины формирования возникают за счет явления пленочного кипения. В этом подробном описании, способ формирования UFB посредством использования пленочного кипения, возникающего за счет быстрого нагрева, как описано выше, упоминается как способ формирования термических сверхмелких пузырьков (Т-UFB). Дополнительно, UFB, сформированные посредством способа Т-UFB-формирования, упоминаются как Т-UFB, и жидкость, содержащая Т-UFB, сформированные посредством способа Т-UFB-формирования, упоминается как содержащая Т-UFB жидкость.

[0089] Почти все воздушные пузырьки, сформированные посредством способа Т-UFB-формирования, составляют 1,0 мкм или меньше, и маловероятно, что формируются миллипузырьки и микропузырьки. Иными словами, способ Т-UFB-формирования обеспечивает возможность доминирующего и эффективного формирования UFB. Дополнительно, Т-UFB, сформированные посредством способа Т-UFB-формирования, имеют большую энергию поверхности раздела "газ-жидкость", чем энергия для UFB, сформированных посредством традиционного способа, и Т-UFB не исчезают легко при условии хранения при нормальной температуре и нормальном давлении. Кроме того, даже если новые Т-UFB формируются посредством нового пленочного кипения, можно предотвращать исчезновение уже сформированных Т-UFB вследствие влияния в силу нового формирования. Иными словами, можно сказать, что число и концентрация Т-UFB, содержащихся в содержащей Т-UFB жидкости, имеют гистерезисные свойства в зависимости от числа раз, когда пленочное кипение проводится в содержащей Т-UFB жидкости. Другими словами, можно регулировать концентрацию Т-UFB, содержащихся в содержащей Т-UFB жидкости, посредством управления числом нагревательных элементов, предоставленных в модуле 300 Т-UFB-формирования, и числом приложений импульса напряжения к нагревательным элементам.

[0090] Следует снова обратиться к на фиг. 1. После того как содержащая Т-UFB жидкость W с требуемой UFB-концентрацией формируется в модуле 300 Т-UFB-формирования, содержащая UFB жидкость W подается в модуль 400 постобработки.

[0091] Фиг. 11A-11C являются схемами, иллюстрирующими примеры конфигураций модуля 400 постобработки этого варианта осуществления. Модуль 400 постобработки этого варианта осуществления удаляет примеси в содержащей UFB жидкости W постадийно в порядке от неорганических ионов, органических веществ и нерастворимых твердых веществ.

[0092] Фиг. 11A иллюстрирует первый механизм 410 постобработки, который удаляет неорганические ионы. Первый механизм 410 постобработки включает в себя обменный контейнер 411, катионообменные смолы 412, проход 413 для введения жидкости, коллекторную трубу 414 и проход 415 для выпуска жидкости. Обменный контейнер 411 хранит катионообменные смолы 412. Содержащая UFB жидкость W,

сформированная посредством модуля 300 T-UFB-формирования, впрыскивается в обменный контейнер 411 через проход 413 для введения жидкости и поглощается в катионообменных смолах 412 таким образом, что катионы в качестве примесей удаляются. Такие примеси включают в себя металлические материалы, отслаивающиеся от элементной подложки 12 модуля 300 T-UFB-формирования, такие как SiO₂, SiN, SiC, Ta, Al₂O₃, Ta₂O₅ и Ir.

[0093] Катионообменные смолы 412 представляют собой синтетические смолы, в которых функциональная группа (ионообменная группа) вводится в высокополимерной матрице, имеющей трехмерную сеть, и внешний вид синтетических смол представляет собой сферические частицы приблизительно в 0,4-0,7 мм. Общая высокополимерная матрица представляет собой сополимер стирола и дивинилбензола, и функциональная группа может представлять собой, например, функциональную группу из ряда метакриловых кислот и ряда акриловых кислот. Тем не менее, вышеуказанный материал является примером. При условии, что материал может эффективно удалять требуемые неорганические ионы, вышеуказанный материал может изменяться на различные материалы. Содержащая UFB жидкость W, поглощенная в катионообменных смолах 412, чтобы удалять неорганические ионы, собирается посредством коллекторной трубы 414 и переносится на следующий этап через проход 415 для выпуска жидкости. В этом процессе в настоящем варианте осуществления, не все неорганические ионы, содержащиеся в содержащей UFB жидкости W, подаваемой из прохода 413 для введения жидкости, должны удаляться при условии, что по меньшей мере часть неорганических ионов удаляется.

[0094] Фиг. 11В иллюстрирует второй механизм 420 постобработки, который удаляет органические вещества. Второй механизм 420 постобработки включает в себя контейнер 421 для хранения, фильтрационный фильтр 422, вакуумный насос 423, клапан 424, проход 425 для введения жидкости, проход 426 для выпуска жидкости и проход 427 для всасывания воздуха. Внутренняя часть контейнера 421 для хранения разделяется на верхнюю и нижнюю две области посредством фильтрационного фильтра 422. Проход 425 для введения жидкости соединяется с верхней областью из верхней и нижней двух областей, и проход 427 для всасывания воздуха и проход 426 для выпуска жидкости соединяются с нижней областью. После того как вакуумный насос 423 приводится в действие, когда клапан 424 закрыт, воздух в контейнере 421 для хранения выпускается через проход 427 для всасывания воздуха, чтобы задавать давление внутри контейнера 421 для хранения как отрицательное давление, и содержащая UFB жидкость W после этого вводится из прохода 425 для введения жидкости. Затем содержащая UFB жидкость W, из которой примеси удаляются посредством фильтрационного фильтра 422, резервируется в контейнере 421 для хранения.

[0095] Примеси, удаляемые посредством фильтрационного фильтра 422, включают в себя органические материалы, которые могут смешиваться в трубке или каждом модуле, такие как органические соединения, включающие в себя, например, кремний, силоксан и эпоксидную смолу. Пленка для фильтра, применимая для фильтрационного фильтра 422, включает в себя фильтр субмикрометровой сетки (фильтр с диаметром сетки в 1 мкм или меньше), который может удалять бактерии, и фильтр нанометровой сетки, который может удалять вирус. Фильтрационный фильтр, имеющий такой очень небольшой диаметр отверстия, может удалять воздушные пузырьки, большие диаметра отверстия фильтра. В частности, может иметь место то, что фильтр засоряется посредством мелких воздушных пузырьков, адсорбированных в отверстиях (в сетке) фильтра, что может замедлять скорость фильтрации. Тем не менее, как описано выше,

большинство воздушных пузырьков, сформированных посредством способа T-UFB-формирования, описанного в настоящем варианте осуществления изобретения, имеют размер с диаметром 1 мкм или меньше, и маловероятно, что формируются миллипузырьки и микропузырьки. Иными словами, поскольку вероятность формирования миллипузырьков и микропузырьков является чрезвычайно низкой, можно подавлять замедление в скорости фильтрации вследствие адсорбции воздушных пузырьков в фильтр. По этой причине, предпочтительно применять фильтрационный фильтр 422 содержащий фильтр с диаметром сетки в 1 мкм или меньше, к системе, имеющей способ T-UFB-формирования.

[0096] Примеры фильтрации, применимой к этому варианту осуществления, могут представлять собой так называемую тупиковую фильтрацию и перекрестную проточную фильтрацию. При тупиковой фильтрации, направление потока подаваемой жидкости и направление потока жидкости для фильтрации, проходящей через отверстия фильтра, являются одними и теми же, и, в частности, направления потоков задаются рядом друг с другом. Напротив, при перекрестной проточной фильтрации, подаваемая жидкость протекает в направлении вдоль фильтрующей поверхности, и, в частности, направление потока подаваемой жидкости и направление потока жидкости для фильтрации, проходящей через отверстия фильтра, пересекаются друг с другом. Желательно применять перекрестную проточную фильтрацию, чтобы подавлять адсорбцию воздушных пузырьков в отверстия фильтра.

[0097] После того, как определенный объем содержащей UFB жидкости W резервируется в контейнере 421 для хранения, вакуумный насос 423 останавливается, и клапан 424 открывается, чтобы переносить содержащую T-UFB жидкость в контейнере 421 для хранения на следующий этап через проход 426 для выпуска жидкости. Хотя способ вакуумной фильтрации используется в качестве способа удаления органических примесей в данном документе, способ гравитационной фильтрации и фильтрация под давлением, например, также могут использоваться в качестве способа фильтрации с использованием фильтра.

[0098] Фиг. 11С иллюстрирует третий механизм 430 постобработки, который удаляет нерастворимые твердые вещества. Третий механизм 430 постобработки включает в себя контейнер 431 для содержимого выпадения в осадок, проход 432 для введения жидкости, клапан 433 и проход 434 для выпуска жидкости.

[0099] Во-первых, предварительно определенный объем содержащей UFB жидкости W резервируется в контейнере 431 для содержимого выпадения в осадок через проход 432 для введения жидкости, когда клапан 433 закрыт, и остается в нем некоторое время. Между тем, твердые вещества в содержащей UFB жидкости W выпадают в осадок на дно контейнера 431 для содержимого выпадения в осадок за счет силы тяжести. Из числа пузырьков в содержащей UFB жидкости, относительно большие пузырьки, такие как микропузырьки, поднимаются на поверхность жидкости за счет плавучести, а также удаляются из содержащей UFB жидкости. После истечения достаточного времени, клапан 433 открывается, и содержащая UFB жидкость W, из которой удаляются твердые вещества и большие пузырьки, переносится на коллекторный модуль 500 через проход 434 для выпуска жидкости. Пример применения трех механизмов постобработки последовательно показывается в этом варианте осуществления; тем не менее, ограничения на это нет, и порядок трех механизмов постобработки может изменяться, или может использоваться по меньшей мере один необходимый механизм постобработки.

[0100] Следует снова обратиться к на фиг. 1. Содержащая T-UFB жидкость W, из

которой удаляются примеси посредством модуля 400 постобработки, может непосредственно переноситься в коллекторный модуль 500 или может помещаться обратно в модуль 200 растворения снова. Во втором случае, концентрация для растворения газа содержащей T-UFB жидкости W, которая снижается вследствие формирования T-UFB, может компенсироваться до насыщенного состояния снова посредством модуля 200 растворения. Если новые T-UFB формируются посредством модуля 300 T-UFB-формирования после компенсации, можно дополнительно увеличивать концентрацию UFB, содержащихся в содержащей T-UFB жидкости с вышеописанными свойствами. Иными словами, можно увеличивать концентрацию содержащихся UFB посредством числа циркуляций через модуль 200 растворения, модуль 300 T-UFB-формирования и модуль 400 постобработки, и можно переносить содержащую UFB жидкость W в коллекторный модуль 500 после того, как получается предварительно определенная концентрация содержащихся UFB. Этот вариант осуществления показывает форму, в которой содержащая UFB жидкость, обработанная посредством модуля 400 постобработки, помещается обратно в модуль 200 растворения и циркулирует; тем не менее, ограничения на это нет, и содержащая UFB жидкость после прохождения через модуль T-UFB-формирования, например, может снова помещаться обратно в модуль 200 растворения до подачи в модуль 400 постобработки таким образом, что постобработка выполняется посредством модуля 400 постобработки после того, как T-UFB-концентрация увеличивается через несколько циркуляций.

[0101] Коллекторный модуль 500 собирает и хранит содержащую UFB жидкость W, перенесенную из модуля 400 постобработки. Содержащая T-UFB жидкость, собранная посредством коллекторного модуля 500, представляет собой содержащую UFB жидкость с высокой степенью чистоты, из которой удаляются различные примеси.

[0102] В коллекторном модуле 500, содержащая UFB жидкость W может классифицироваться посредством размера T-UFB посредством выполнения некоторых стадий обработки фильтрации. Поскольку предполагается, что температура содержащей T-UFB жидкости W, полученной посредством T-UFB-способа, выше нормальной температуры, коллекторный модуль 500 может содержать модуль охлаждения. Модуль охлаждения может предоставляться в части модуля 400 постобработки.

[0103] Выше приведено схематичное описание устройства 1 UFB-формирования; тем не менее, разумеется, что проиллюстрированные несколько модулей могут изменяться, и не все они должны подготавливаться. В зависимости от типа жидкости W и газа G, которые должны использоваться, и надлежащего использования содержащей T-UFB жидкости, которая должна формироваться, может исключаться часть вышеописанных модулей, или может добавляться другой модуль, отличный от вышеописанных модулей.

[0104] Например, когда газ, который должен содержаться в UFB, представляет собой атмосферный воздух, модуль дегазирования в качестве модуля 100 предварительной обработки и модуля 200 растворения может исключаться. С другой стороны, когда несколько видов газов должны содержаться в UFB, другой модуль 200 растворения может добавляться.

[0105] Модули для удаления примесей, как описано на фиг. 11А-11С, могут предоставляться выше модуля 300 T-UFB-формирования или могут предоставляться выше и ниже его. Когда жидкость, которая должна подаваться в устройство UFB-формирования, представляет собой водопроводную воду, дождевую воду, загрязненную воду и т.п., в жидкость могут быть включены органические и неорганические примеси. Если такая жидкость W, включающая в себя примеси, подается в модуль 300 T-UFB-формирования, возникает риск ухудшения характеристик нагревательного элемента

10 и стимулирования явления высаливания. Когда механизмы, как проиллюстрировано на фиг. 11А-11С, предоставляются выше модуля 300 T-UFB-формирования, можно удалять вышеописанные примеси заранее.

Жидкость и газ, применимые для содержащей T-UFB жидкости

5 [0106] Далее описывается жидкость W, применимая для формирования содержащей T-UFB жидкости. Жидкость W, применимая в этом варианте осуществления, например, представляет собой чистую воду, ионообменную воду, дистиллированную воду, биоактивную воду, магнитную активную воду, лосьон, водопроводную воду, морскую воду, речную воду, чистую и сточную воду, озерную воду, подземную воду, дождевую
10 воду и т.д. Смешанная жидкость, содержащая вышеуказанную жидкость и т.п., также является применимой. Смешанный растворитель, содержащий воду и растворимый органический растворитель, также может использоваться. Растворимый органический растворитель, который должен использоваться посредством смешивания с водой, не ограничен конкретным образом; тем не менее, далее приводится конкретный пример
15 означенного. Группа алкиловых спиртов с углеродным числом 1-4 включает в себя метиловый спирт, этиловый спирт, n-пропиловый спирт, изопропиловый спирт, n-бутиловый спирт, втор-бутиловый спирт и трет-бутиловый спирт. Амидная группа включает в себя n-метил-2-пирролидон, 2-пирролидон, 1,3-диметил-2-имидазолидинон, N, N-диметилформамид и N, N-диметилацетамид. Кетонная группа или группа
20 кетоспиртов включает в себя ацетоновый и диацетоновый спирт. Циклическая простая эфирная группа включает в себя тетрагидрофуран и диоксан. Гликолевая группа включает в себя этиленгликоль, 1,2-пропиленгликоль, 1,3-пропиленгликоль, 1,2-бутандиол, 1,3-бутандиол, 1,4-бутандиол, 1,5-пентандиол, 1,2-гександиол, 1,6-гександиол, 3-метил-1,5-пентандиол, диэтиленгликоль, триэтиленгликоль и тиодигликоль. Группа
25 низших простых алкиловых эфиров многоатомного спирта включает в себя простой монометиловый эфир этиленгликоля, простой моноэтиловый эфир этиленгликоля, простой монобутиловый эфир этиленгликоля, простой монометиловый эфир диэтиленгликоля, простой моноэтиловый эфир диэтиленгликоля, простой монобутиловый эфир диэтиленгликоля, простой монометиловый эфир триэтиленгликоля,
30 простой моноэтиловый эфир триэтиленгликоля и простой монобутиловый эфир триэтиленгликоля. Полиалкиленгликолевая группа включает в себя полиэтиленгликоль и полипропиленгликоль. Триолная группа включает в себя глицерин, 1,2,6-гексантириол и триметилпропан. Эти растворимые органические растворители могут использоваться отдельно, либо два или более из них могут использоваться вместе.

35 [0107] Газовый компонент, который может вводиться в модуль 200 растворения, например, представляет собой водород, гелий, кислород, азот, метан, фтор, неон, углекислый газ, озон, аргон, хлор, этан, пропан, воздух и т.д. Газовый компонент может представлять собой газовую смесь, содержащую часть вышеуказанного. Дополнительно, для модуля 200 растворения необязательно растворять вещество в газообразном
40 состоянии, и модуль 200 растворения может плавить жидкость или твердое тело, содержащее желательные компоненты, в жидкость W. Растворение в этом случае может представлять собой самопроизвольное растворение, растворение, возникающее за счет приложения давления, или растворение, возникающее за счет гидратации, ионизации и химической реакции вследствие электролитической диссоциации.

45 Эффекты способа T-UFB-формирования

[0108] Далее описываются характеристики и эффекты вышеописанного способа T-UFB-формирования посредством сравнения с традиционным способом UFB-формирования. Например, в традиционном устройстве формирования воздушных

пузырьков, представленного посредством способа Вентури, механическая конструкция для сброса давления, такая как сопло для сброса давления, предоставляется в части протока. Жидкость протекает при предварительно определенном давлении с
 5 возможностью проходить через конструкцию для сброса давления, и воздушные пузырьки различных размеров формируются в нижерасположенной области конструкции для сброса давления.

[0109] В этом случае, из числа сформированных воздушных пузырьков, поскольку на относительно большие пузырьки, такие как миллипузырьки и микропузырьки, влияет плавучесть, такие пузырьки поднимаются на поверхность жидкости и исчезают. Даже
 10 UFB, на которые не влияет плавучесть, также могут исчезать с миллипузырьками и микропузырьками, поскольку энергия поверхности раздела "газ-жидкость" UFB не является очень большой. Дополнительно, даже если вышеописанные конструкции для сброса давления размещаются последовательно, и одна и та же жидкость протекает через конструкции для сброса давления многократно, невозможно хранить в течение
 15 длительного времени UFB в числе, соответствующем числу повторений. Другими словами, для содержащей UFB жидкости, сформированной посредством традиционного способа UFB-формирования, затруднительно поддерживать концентрацию содержащихся UFB равной предварительно определенному значению в течение длительного времени.

[0110] Напротив, в способе T-UFB-формирования этого варианта осуществления с использованием пленочного кипения, быстрое изменение температуры от нормальной температуры приблизительно до 300eC и быстрое изменение давления от нормального давления приблизительно до нескольких мегапаскалей возникает локально в части,
 25 чрезвычайно близкой к нагревательному элементу. Нагревательный элемент имеет прямоугольную форму, имеющую одну сторону приблизительно в несколько десятков сотен мкм. Это составляет приблизительно 1/10-1/1000 от размера традиционного модуля UFB-формирования. Дополнительно, когда газорастворенная жидкость в чрезвычайно тонкопленочной области поверхности образующегося в результате пленочного кипения пузырька мгновенно превышает предел термического растворения
 30 или предел растворения под давлением (в течение чрезвычайно короткого времени меньше микросекунд), возникает фазовый переход, и газорастворенная жидкость выпадает в осадок в качестве UFB. В этом случае, относительно большие пузырьки, такие как миллипузырьки и микропузырьки, практически не формируются, и жидкость содержит UFB с диаметром приблизительно в 100 нм с чрезвычайно высокой степенью
 35 чистоты. Кроме того, поскольку T-UFB, сформированные таким образом, имеют достаточно большую энергию поверхности раздела "газ-жидкость", T-UFB не разрываются легко в нормальной окружающей среде и могут храниться в течение длительного времени.

[0111] В частности, настоящее раскрытие сущности с использованием явления пленочного кипения, которое обеспечивает локальное формирование поверхности раздела газа в жидкости, может формировать поверхность раздела в части жидкости,
 40 близкой к нагревательному элементу, без затрагивания всей области жидкости, и область, в которой термические и нажимные действия выполняются, может быть чрезвычайно локальной. Как результат, можно стабильно формировать требуемые
 45 UFB. Когда еще дополнительные условия для формирования UFB применяются к жидкости для формирования через циркуляцию жидкости, можно дополнительно формировать новые UFB с небольшими эффектами в отношении уже созданных UFB. Как результат, можно относительно легко формировать UFB-жидкость требуемого

размера и концентрации.

[0112] Кроме того, поскольку способ Т-УФВ-формирования имеет вышеописанные гистерезисные свойства, можно увеличивать концентрацию до требуемой концентрации при поддержании высокой степени чистоты. Другими словами, согласно способу Т-УФВ-формирования, можно эффективно формировать допускающую долговременное хранение содержащую УФВ жидкость с высокой степенью чистоты и высокой концентрацией.

Конкретное использование содержащей Т-УФВ жидкости

[0113] В общем, варианты применения содержащих сверхмелкие пузырьки жидкостей отличаются посредством типа содержащегося газа. Любой тип газа может создавать УФВ при условии, что объем приблизительно от РРМ до ВРМ газа может растворяться в жидкости. Например, содержащие сверхмелкие пузырьки жидкости могут применяться к следующим вариантам применения.

[0114] - Содержащая УФВ жидкость, содержащая воздух, предпочтительно может применяться к очистке в промышленных, сельскохозяйственных и рыболовных и медицинских окружениях и т.п. и к культивированию растений и сельскохозяйственных и рыболовных продуктов.

[0115] - Содержащая УФВ жидкость, содержащая озон, предпочтительно может применяться не только к варианту применения для очистки в промышленных, сельскохозяйственных и рыболовных и медицинских окружениях и т.п., но также и, например, к вариантам применения, предназначенным для дезинфекции, стерилизации и очищения от загрязнений и очистки окружающей среды касательно канализации и загрязненной почвы.

[0116] - Содержащая УФВ жидкость, содержащая азот, предпочтительно может применяться не только к варианту применения для очистки в промышленных, сельскохозяйственных и рыболовных и медицинских окружениях и т.п., но также и, например, к вариантам применения, предназначенным для дезинфекции, стерилизации и очищения от загрязнений и очистки окружающей среды касательно канализации и загрязненной почвы.

[0117] - Содержащая УФВ жидкость, содержащая кислород, предпочтительно может применяться к варианту применения для очистки в промышленных, сельскохозяйственных и рыболовных и медицинских окружениях и т.п. и к культивированию растений и сельскохозяйственных и рыболовных продуктов.

[0118] - Содержащая УФВ жидкость, содержащая углекислый газ, предпочтительно может применяться не только к варианту применения для очистки в промышленных, сельскохозяйственных и рыболовных и медицинских окружениях и т.п., но также и, например, к вариантам применения, предназначенным для дезинфекции, стерилизации и очищения от загрязнений.

[0119] - Содержащая УФВ жидкость, содержащая перфторуглероды в качестве медицинского газа, предпочтительно может применяться к ультразвуковой диагностике и лечению. Как описано выше, содержащие УФВ жидкости могут проявлять эффекты в различных областях техники, а именно, в медицинской, химической, стоматологической, пищевой, промышленной, сельскохозяйственной и рыболовной и т.д.

[0120] В каждом из вариантов применения, чистота и концентрация УФВ, содержащихся в содержащей УФВ жидкости, являются важными для быстрого и надежного проявления эффекта содержащей УФВ жидкости. Другими словами, беспрецедентные эффекты могут ожидать в различных областях техники посредством

использования способа T-UFB-формирования этого варианта осуществления, который обеспечивает формирование содержащей UFB жидкости с высокой степенью чистоты и с требуемой концентрацией. Ниже приводится список вариантов применения, в которых предположительно должны быть предпочтительно применимы способ T-UFB-формирования и содержащая T-UFB жидкость.

(A) Вариант применения для очистки жидкости

[0121] - Когда модуль T-UFB-формирования предоставляется для модуля осветления воды, ожидается улучшение эффекта осветления воды и эффекта очистки жидкости с рН-регулирующим. Модуль T-UFB-формирования также может предоставляться для сервера подачи газированной воды.

[0122] - Когда модуль T-UFB-формирования предоставляется для увлажнителя, аромадиффузора, кофеварки и т.п., ожидается улучшение эффекта увлажнения, эффекта дезодорирования и эффекта распространения ароматов в помещении.

[0123] - Если содержащая UFB жидкость, в которой озоновый газ растворяется посредством модуля растворения, формируется и используется для лечения зубов, лечения ожогов и лечения ран с использованием эндоскопа, то ожидается улучшение медицинского очистительного эффекта и антисептического эффекта.

[0124] - Когда модуль T-UFB-формирования предоставляется для бака для хранения воды кондоминиума, ожидается улучшение эффекта осветления воды и эффекта удаления хлора питьевой воды, которая должна храниться в течение длительного времени.

[0125] - Если содержащая T-UFB жидкость, содержащая озон или углекислый газ, используется для процесса приготовления японского сакэ, сетю, вина и т.д., в котором не может выполняться обработка высокотемпературной пастеризации, то ожидается более эффективная обработка пастеризации, чем обработка пастеризации для традиционной жидкости.

[0126] - Если содержащая UFB жидкость подмешивается в ингредиент в процессе изготовления пищевых продуктов для указанного применения для здоровья и пищевых продуктов с заявленными функциональными свойствами, обработка пастеризации является возможной, и в силу этого можно предоставлять безопасные и функциональные пищевые продукты без потери вкуса.

[0127] - Когда модуль T-UFB-формирования предоставляется для маршрута подачи морской воды и пресной воды для культивирования в месте культивирования рыболовных продуктов, таких как рыба и жемчуг, ожидается стимулирование размножения и выращивания рыболовных продуктов.

[0128] - Когда модуль T-UFB-формирования предоставляется в процессе очистки воды для консервирования пищевых продуктов, ожидается улучшение состояния консервирования пищевых продуктов.

[0129] - Когда модуль T-UFB-формирования предоставляется в модуле отбеливания для отбеливания воды в бассейне или подземной воды, ожидается более высокий отбеливающий эффект.

[0130] - Когда содержащая T-UFB жидкость используется для восстановления после возникновения трещины бетонного элемента, ожидается улучшение эффекта восстановления после возникновения трещин.

[0131] - Когда T-UFB содержатся в жидком топливе для машины с использованием жидкого топлива (такой как автомобиль, судно и самолет), ожидается повышение эффективности использования энергии топлива.

(B) Вариант применения для очистки

[0132] В последнее время, содержащие UFB жидкости привлекают внимание в качестве

очистительной воды для удаления грязи и т.п., прилипающей к одежде. Если модуль T-UFB-формирования, описанный в вышеуказанном варианте осуществления, предоставляется для стиральной машины, и содержащая UFB жидкость с более высокой чистотой и лучшей проницаемостью, чем традиционная жидкость, подается в бак для стирки, ожидается дополнительное улучшение моющего действия.

[0133] - Когда модуль T-UFB-формирования предоставляется для душа сауны и моющей машины для подкладных суден, ожидается не только эффект очистки для всех видов животных, включающих в себя человеческое тело, но также и эффект стимулирования удаления загрязнения в виде пятен от воды и формованной части на ванной и подкладном судне.

[0134] - Когда модуль T-UFB-формирования предоставляется для машины для мойки окон для автомобилей, моющей машины высокого давления для очистки элементов стенки и т.п., моечной машины для автомобилей, посудомоечной машины, машины для мытья пищевых продуктов и т.п., ожидается дополнительное улучшение эффектов их очистки.

[0135] - Когда содержащая T-UFB жидкость используется для очистки и техобслуживания частей, изготовленных на заводе, включающего в себя этап съема заусенец после прижатия, ожидается улучшение эффекта очистки.

[0136] - При изготовлении полупроводниковых элементов, если содержащая T-UFB жидкость используется в качестве полировочной воды для полупроводниковой пластины, ожидается улучшение эффекта полировки. Дополнительно, если содержащая T-UFB жидкость используется на этапе удаления резиста, улучшается стимулирование отслаивания резиста, который не отслаивается легко.

[0137] - Когда модуль T-UFB-формирования предоставляется для машин для очистки и очищения от загрязнений на медицинских аппаратах, таких как медицинский робот, модуль лечения зубов, контейнер для сбережения органов и т.п., ожидается улучшение эффекта очистки и эффекта очищения от загрязнений машин. Модуль T-UFB-формирования также является применимым к лечению животных.

(C) Фармацевтический вариант применения

[0138] - Если содержащая T-UFB жидкость содержится в косметике и т.п., стимулируется проникание в подкожные клетки, и добавки, которые вызывают плохие эффекты на коже, такие как консервант и поверхностно-активное вещество, могут значительно уменьшаться. Как результат, можно предоставлять более безопасную и более функциональную косметику.

[0139] - Если подготовка нанопузырьков с высокой концентрацией, содержащих T-UFB, используется для контрастностей для устройства для медицинских обследований, таких как СТ и MRI, отраженный свет рентгеновских лучей и ультразвуковых волн может эффективно использоваться. Это позволяет захватывать более подробное изображение, которое является применимым для начальной диагностики рака и т.п.

[0140] - Если вода с нанопузырьками с высокой концентрацией, содержащая T-UFB, используется для машины для лечения ультразвуковыми волнами, называемой "аппаратом для терапии высокоинтенсивным фокусированным ультразвуком (HIFU)", мощность излучения ультразвуковых волн может уменьшаться, и в силу этого лечение может становиться более неизбирательным. В частности, можно уменьшать повреждение нормальных тканей.

[0141] - Можно проводить подготовку нанопузырьков посредством использования нанопузырьков с высокой концентрацией, содержащих T-UFB в качестве источника, модификации фосфолипида, формирующего липосому в отрицательной области

электрического заряда вокруг воздушного пузырька, и применения различных медицинских веществ (таких как DNA и RNA) для фосфолипида.

5 [0142] - Если препарат, содержащий воду с нанобузырьками с высокой концентрацией, созданную посредством формирования Т-УФВ, переносится в канал зуба для рекуперативного лечения мякоти и дентина, препарат входит глубоко в зубной каналец посредством эффекта проникания воды с нанобузырьками, и стимулируется эффект очищения от загрязнений. Это позволяет лечить зараженный корневым каналом мякоти безопасно за короткое время.

Схема размещения элементной подложки

10 [0143] Как описано выше, УФВ 11 формируются посредством пленочного кипения, сформированного посредством приложения предварительно определенного импульса напряжения к одному нагревательному элементу 10 (в дальнейшем в этом документе, также называемому "нагревателем"). Следовательно, число УФВ 11, сформированных за предварительно определенную единицу времени, может увеличиваться посредством
15 увеличения числа нагревательных элементов 10. Чтобы формировать требуемое число УФВ 11 стабильно за короткое время, требуется плотно размещать множество нагревательных элементов, которые должны приводиться в действие. В качестве примера, может рассматриваться вариант осуществления устройства 1 УФВ-формирования, в котором несколько элементных подложек 12, включающих в себя
20 несколько нагревательных элементов 10, размещаемых на них, размещаются по схеме таким образом, что 10000 позиций нагревательных элементов 10 размещаются. В случае попытки формировать УФВ 11 за меньшее время, требуется дополнительно увеличивать число нагревательных элементов 10.

[0144] Тем не менее, в некоторых случаях невозможно просто и стабильно
25 формировать УФВ 11 за счет только увеличения числа нагревательных элементов 10. Например, в случае если число нагревательных элементов 10 превышает 10000 позиций, полные токи, протекающие через эти нагревательные элементы 10, имеют огромное значение. Дополнительно, например, потери на паразитное сопротивление в
30 межсоединениях для соединения с нагревательными элементами 10 варьируются в зависимости от нагревательных элементов 10. По этой причине, энергии, введенные в нагревательные элементы 10, варьируются значительно. Когда энергии, вводимые в нагревательные элементы 10, варьируются значительно, возникает риск появления
нагревательного элемента 10, в который вводится энергия, превышающая допустимый диапазон. В случае плотного размещения определенного числа нагревательных
35 элементов 10 на элементной подложке 12, чтобы стабильно формировать большое количество УФВ, варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы 10, должно поддерживаться в пределах предварительно определенного диапазона. В дальнейшем в этом документе, сначала описывается ситуация, когда энергии, введенные в нагревательные элементы 10, варьируются.

40 [0145] Фиг. 12А и 12В являются схемами, иллюстрирующими примеры плоской схемы размещения, выделяющей область 1250 элементов (также называемую "нагревательной частью"), которая составляет часть элементной подложки 12, и иллюстрирующими
примеры, в которых несколько нагревательных элементов предоставляются в каждой области 1250 элементов. Фиг. 12А является примером, в котором восемь нагревательных
45 элементов 1011-1018 размещаются в одной области 1250 элементов, и фиг. 12В является примером, в котором четыре нагревательных элемента 1061-1064 размещаются в одной области 1250 элементов. В дальнейшем в этом документе, приводится описание с примером меньшего числа нагревательных элементов для целей описания.

[0146] На фиг. 12А, электродные контактные площадки 1201 и 1202 размещаются в области 1250 элементов для приложения электрической энергии к каждому из восьми нагревательных элементов 1011-1018. Другими словами, область 1250 элементов может пониматься как совокупность из двух или более нагревательных элементов, в которые энергии вводятся посредством пары электродных контактных площадок. Области 1221a-1228a и 1221b-1228b представляют собой области отдельных межсоединений, соединенные с нагревательными элементами 1011-1018, соответственно. Области 1211 и 1212 представляют собой области общих межсоединений, соединяющие несколько областей отдельных межсоединений с электродными контактными площадками 1201 и 1202. Нагревательные элементы 1011-1018, используемые в этом варианте осуществления, изготовлены с возможностью иметь практически одну и ту же форму и толщину пленки посредством формирования через этап фотолитографии полупроводников. Иными словами, нагревательные элементы 1011-1018 имеют практически одни и те же значения сопротивления.

[0147] Если не указано иное, нагревательные элементы 10, формирующие UFB, имеют практически одну и ту же форму и имеют практически одно и то же значение сопротивления в начальном состоянии в нижеприведенном описании. Формы нагревательных элементов 10 не обязательно могут представлять собой одну и ту же форму, и конфигурация не ограничена при условии, что она выполнена с возможностью подавлять варьирование энергий, как описано ниже. Например, формы нагревательных элементов 10 могут отличаться для каждой области 1250 элементов. Частичное изменение форм нагревательных элементов 10 может выполняться по мере необходимости посредством конструирования маски на этапе фотолитографии.

[0148] Токи протекают через области 1211 и 1212 общих межсоединений, области 1221-1228 отдельных межсоединений и нагревательные элементы 1011-1018 посредством приложения импульсов напряжения, проиллюстрированных на фиг. 6А, к электродным контактными площадкам 1201 и 1202. Затем пленочное кипение формируется в жидкости на каждом из нагревательных элементов 1011-1018, и в силу этого формируются UFB.

[0149] В отличие от фиг. 12А, фиг. 12В является примером, в котором четыре нагревательных элемента 1061-1064 размещаются в области 1250 элементов. Области 1241a-1244a и 1241b-1244b представляют собой области отдельных межсоединений, соединенные с соответствующими нагревательными элементами 1061-1064 отдельно. Области 1231 и 1232 представляют собой области общих межсоединений, соединяющие несколько областей отдельных межсоединений с электродными контактными площадками 1201 и 1202.

[0150] Автор изобретения выявил, что количество UFB, сформированных посредством каждого нагревательного элемента в конфигурации, проиллюстрированной на фиг. 12А, и количество UFB, сформированных посредством каждого нагревательного элемента в конфигурации, проиллюстрированной на фиг. 12В, отличается. Это обусловлено тем, что возникает разность между величиной энергии, используемой посредством каждого из нагревательных элементов 1011-1018 в конфигурации по фиг. 12А, и величиной энергии, используемой посредством каждого из нагревательных элементов 1061-1064 в конфигурации по фиг. 12В. В частности, потери на сопротивление межсоединений в областях 1211, 1212, 1231 и 1232 общих межсоединений приводят к варьированию энергий, введенных в нагревательные элементы, и к разности между величинами энергий.

[0151] Фиг. 13А и 13В являются схемами, иллюстрирующими электрические эквивалентные схемы для конфигураций на фиг. 12А и 12В. Фиг. 13А соответствует

конфигурации на фиг. 12А, и фиг. 13В соответствует конфигурации на фиг. 12В. Варьирование энергий подробно описывается со ссылкой на фиг. 12А-13В.

[0152] Фиг. 13А и 13В являются схемами, в которых области отдельных межсоединений и области общих межсоединений на фиг. 12А и 12В заменяются электрическими сопротивлениями межсоединений, и нагревательные элементы заменяются электрическими сопротивлениями нагревательных элементов; rh1-rh8 на фиг. 13А представляют значения сопротивления нагревательных элементов, соответствующих нагревательным элементам 1011-1018 на фиг. 12А, и rh61-rh64 на фиг. 13В представляют значения сопротивления нагревательных элементов, соответствующих нагревательным элементам 1061-1064 на фиг. 12В; rliA1-rliA8 на фиг. 13А представляют значения сопротивления областей 1221a-1228a отдельных межсоединений на фиг. 12А; rliB1-rliB8 на фиг. 13А представляют значения сопротивления областей 1221b-1228b отдельных межсоединений на фиг. 12А; rlcA1-rlcA8 на фиг. 13А представляют значения сопротивления области 1211 общих межсоединений на фиг. 12А; rlcB1-rlcB8 на фиг. 13А представляют значения сопротивления области 1212 общих межсоединений на фиг. 12А. Аналогично, rliA61-rliA64 на фиг. 13В представляют значения сопротивления областей 1241a-1244a отдельных межсоединений на фиг. 12В, и rliB61-rliB64 представляют значения сопротивления областей 1241b-1244b отдельных межсоединений на фиг. 12В; rlcA61-rlcA64 представляют значения сопротивления области 1231 общих межсоединений на фиг. 12В, и rlcB61-rlcB64 представляют значения сопротивления области 1232 общих межсоединений на фиг. 12В.

[0153] Токи, протекающие через нагревательные элементы в ходе приложения импульсов напряжения (время t1), проиллюстрированных на фиг. 6А, между электродными контактными площадками 1201 и 1202, представляются посредством i1-i8 на фиг. 13А, и токи представляются посредством i61-i64 на фиг. 13В. На фиг. 13А и 13В, токи i1-i8 и i61-i64, протекающие через нагревательные элементы, используются для того, чтобы указывать токи, протекающие в областях сопротивлений межсоединений.

[0154] В этом случае, энергия E1, введенная в нагревательный элемент 1011 на фиг. 13А, может выражаться посредством выражения 1, и энергия E2, введенная в нагревательный элемент 1018 на фиг. 13А, может выражаться посредством выражения 2:

- нагревательный элемент 1011: $E1=i1 \times i1 \times rh1 \times t1$ (выражение 1); и
- нагревательный элемент 1018: $E2=i8 \times i8 \times rh8 \times t1$ (выражение 2).

[0155] Дополнительно, энергия E3, введенная в нагревательный элемент 1061 на фиг. 13В, может выражаться посредством выражения 3, и энергия E4, введенная в нагревательный элемент 1064 на фиг. 13В, может выражаться посредством выражения 4:

- нагревательный элемент 1061: $E3=i61 \times i61 \times rh61 \times t1$ (выражение 3); и
- нагревательный элемент 1064: $E4=i64 \times i64 \times rh64 \times t1$ (выражение 4).

[0156] Поскольку нагревательные элементы в этом случае формируются одновременно на этапе фотолитографии, значения rh1, rh8, rh61 и rh64 сопротивления нагревательных элементов практически равны между собой. С другой стороны, токи, протекающие через нагревательные элементы, составляют $i1 \neq i8 \neq i61 \neq i64$, главным образом вследствие эффектов фрагментов сопротивлений rlc межсоединений. Это вызывает варьирование энергий, прикладываемых к нагревательным элементам. Следовательно, различные количества UFB формируются в зависимости от нагревательных элементов, и стабильное UFB-формирование затруднено. Чтобы

стабильно формировать UFB за короткое время, требуется уменьшать варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы в области элементов.

[0157] Ниже описывается пример подавления варьирования энергий, прикладываемых к нескольким нагревательным элементам 10 в конфигурациях, включающих в себя

5 нагревательные элементы 10,.

Вариант 1 осуществления

[0158] Фиг. 14А-14С являются схемами для описания примера уменьшения разности между потерями на сопротивление межсоединений в областях общих межсоединений. Фиг. 14А является схемой, соответствующей конфигурации по фиг. 12В и

10 иллюстрирующей пример плоской схемы размещения, выделяющей область элементов, которая составляет часть элементной подложки 12. В конфигурации,

проиллюстрированной на фиг. 14А, переключатели 1401-1404 (SW) для управления токами, протекающими через нагревательные элементы, размещаются на областях 1241b-1244b отдельных межсоединений, соответственно. В конфигурации, хотя питающие

15 напряжения (24 В) нагревательных элементов постоянно прикладываются к электродным контактным площадкам 1201 и 1202, токи не протекают через нагревательные элементы в то время, когда SW выключаются (L). Фиг. 14В является

схемой, иллюстрирующей формы сигналов для логических сигналов SW 1401-1404, приводящих в действие нагревательные элементы. Когда логические сигналы Н

20 прикладываются к каждому из SW 1401-1404, SW включаются, токи, сформированные посредством питающего напряжения, начинают протекать в соответствующие нагревательные элементы через электродные контактные площадки 1201 и 1202, и пленочное кипение формируется на каждом нагревательном элементе.

[0159] Конфигурации, проиллюстрированные на фиг. 12А-13В, представляют собой

25 конфигурации приведения в действие всех нагревательных элементов, соединенных с электродными контактными площадками, одновременно в течение времени приложения питающих напряжений. С другой стороны, в конфигурации, проиллюстрированной на

фиг. 14А, нагревательные элементы 1061-1064 приводятся в действие при том, что SW 1401-1404 сдвигают времена приведения в действие соответствующим образом. Такая

30 конфигурация позволяет значительно уменьшать потери на сопротивление межсоединений в общих фрагментах межсоединений 1351, которые затрагиваются в одновременных электрических токах через несколько нагревательных элементов 1061-

1064 на фиг. 13В. Как описано выше, можно подавлять варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы посредством размещения SW 1401-1404, чтобы обеспечивать

35 возможность приведения в действие нагревательных элементов в режиме временного разделения.

[0160] Фиг. 14С является схемой, иллюстрирующей пример, в котором несколько областей элементов, проиллюстрированных на фиг. 14А размещаются на элементной подложке 12. Требуется размещать множество нагревательных элементов, чтобы

40 стабильно формировать UFB за короткое время. Хотя фиг. 14С иллюстрирует вариант осуществления, в котором восемь областей элементов, содержащих по четыре нагревательными элемента, размещаются для описания, по-прежнему можно размещать

множество нагревательных элементов посредством увеличения числа нагревательных элементов в каждой области элементов или увеличения числа областей элементов. В

45 модуле 300 Т-UFB-формирования, стенки 1421 и крышка (не проиллюстрированы) предоставляются, чтобы покрывать нагревательные элементы 10, но не покрывать электродные контактные площадки 1201 и 1202 на элементной подложке 12, чтобы

формировать жидкостную камеру. Хотя стенки для секционирования внутренней части

жидкостной камеры не предоставляются в этом варианте осуществления, можно предоставлять стенки для секционирования внутренней части.

Вариант 2 осуществления

[0161] Фиг. 15A-15F являются схемами, описывающими вариант 2 осуществления.

5 Хотя вариант осуществления, в котором SW размещаются на элементной подложке 12, описывается со ссылкой на конфигурацию, проиллюстрированную на фиг. 14A-14C, этот вариант осуществления представляет собой вариант осуществления, в котором SW предоставляются за пределами элементной подложки 12, чтобы сокращать затраты на элементную подложку 12. Например, область элементов, включающая в себя
10 несколько нагревательных элементов и пару электродных контактных площадок, разделяется на несколько групп (блоков), и блоки, которые должны приводиться в действие, могут переключаться посредством SW. В варианте 1 осуществления, описывается вариант осуществления, в котором элементная подложка 12 содержит области 1231 и 1232 общих межсоединений, параллельно соединяющие несколько
15 нагревательных элементов. Этот вариант осуществления представляет собой вариант осуществления, в котором каждый нагревательный элемент 10 соединяется с независимыми отдельными межсоединениями 1511 и 1512.

[0162] Фиг. 15A является схемой, иллюстрирующей схему размещения области элементов, и фиг. 15B является эквивалентной схемой по фиг. 15A. На фиг. 15A,
20 питающее напряжение в форме импульса прикладывается к каждому нагревательному элементу 10 через электродные контактные площадки 1501 и 1502 и соответствующую пару отдельных межсоединений 1511 и 1512, и нагревательные элементы 10 приводятся в действие одновременно. Поскольку ток протекает в каждый из нагревательных элементов 10 через соответствующую пару отдельных межсоединений 1511 и 1512 в
25 конфигурации на фиг. 15A, варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы 10, может подавляться даже при одновременном приведении в действие нагревательных элементов 10.

[0163] Фиг. 15C является компоновочной схемой, в которой позиции электродных контактных площадок 1501 и 1502 отличаются от позиций на фиг. 15A. Позиции
30 электродных контактных площадок 1501 и 1502 собираются на одной стороне элементной подложки 12, и в силу этого можно повышать степень свободы схемы размещения, а также реализовывать плотную конфигурацию. Поскольку независимые отдельные межсоединения также соединяются с соответствующими нагревательными элементами 10 в конфигурации на фиг. 15C, по-прежнему можно подавлять варьирование
35 энергий непосредственно посредством этой конфигурации. Тем не менее, в случае размещения большего числа нагревательных элементов 10, длины межсоединений, соединенных с нагревательными элементами 10, отличаются друг от друга в зависимости от различных позиций нагревательных элементов 10, как проиллюстрировано в области 1521. Это приводит к разностям между сопротивлениями межсоединений, и в силу этого
40 может возникать варьирование энергий. В частности, сопротивление отдельных межсоединений для нагревательного элемента 10, размещаемого далеко от электродных контактных площадок 1501 и 1502, превышает сопротивление отдельных межсоединений для нагревательного элемента 10, размещаемого близко к электродным контактным площадкам 1501 и 1502. Следовательно, варьирование энергий, протекающих через
45 нагревательные элементы, может возникать в зависимости от расстояний от электродных контактных площадок 1501 и 1502.

[0164] Фиг. 15D является компоновочной схемой для подавления варьирования энергий в большей степени, чем в конфигурации на фиг. 15C. В конфигурации,

проиллюстрированной на фиг. 15D, ширины межсоединений в области, в которой разность между сопротивлениями межсоединений возникает в схеме межсоединений, как проиллюстрировано в области 1521 на фиг. 15C, увеличиваются, как проиллюстрировано в области 1522. Такая схема размещения позволяет подавлять варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы 10. В примере на фиг. 15D, ширина отдельного межсоединения, соединенного с нагревательным элементом 10 дальше от электродных контактных площадок 1501 и 1502, задается большей ширины отдельного межсоединения, соединенного с нагревательным элементом 10 ближе к электродным контактным площадкам 1501 и 1502.

[0165] Фиг. 15E является схемой, иллюстрирующей эквивалентную схему по фиг. 15D, и, в частности, является схемой, указывающей сопротивления межсоединений, соответствующие разности между ширинами межсоединений. Ниже поясняются взаимосвязи между сопротивлениями межсоединений на фиг. 15E:

$$r_{liA1} < r_{liA2} < r_{liA3} < r_{liA4};$$

$$r_{liB1} < r_{liB2} < r_{liB3} < r_{liB4}; \text{ и}$$

$$r_{liA1} + r_{liC1} + r_{liB1} + r_{liD1} = r_{liA2} + r_{liC2} + r_{liB2} + r_{liD2} = r_{liA3} + r_{liC3} + r_{liB3} + r_{liD3} = r_{liA4} + r_{liC4} + r_{liB4} + r_{liD4}.$$

[0166] Хотя вышеприведенные выражения соединяются со знаками "равно", сопротивления могут быть практически равными между собой при условии, что каждый нагревательный элемент 10 может поддерживать варьирование пленочного кипения, формирующего UFB, на предварительно определенном уровне.

[0167] Фиг. 15F является схемой размещения, иллюстрирующей модификацию по фиг. 15D. Фиг. 15F иллюстрирует вариант осуществления, в котором SW 1531-1534 формируются на элементной подложке 12. SW 1531-1534 являются аналогичными SW, описанным в варианте 1 осуществления. Можно дополнительно подавлять варьирование энергий посредством управления приведением в действие в режиме временного разделения с использованием SW 1531-1534, а также задания сопротивлений межсоединений нагревательных элементов равными между собой.

Вариант 3 осуществления

[0168] Аналогично варианту 1 осуществления, этот вариант осуществления имеет конфигурацию предоставления общих межсоединений, параллельно соединяющих нагревательные элементы. В варианте 1 осуществления, описывается вариант осуществления, в котором варьирование энергий подавляется посредством управления в режиме временного разделения с использованием SW, чтобы уменьшать эффект паразитных сопротивлений межсоединений. В этом варианте осуществления, описывается вариант осуществления, в котором питающие напряжения, сопротивления нагревательных элементов и сопротивления межсоединений регулируются, чтобы подавлять варьирование энергий.

[0169] Фиг. 16A-16E являются схемами, описывающими примеры стабильного формирования UFB. Фиг. 16A является схемой, описывающей нагревательный элемент, используемый в этом варианте осуществления. Автор изобретения провел эксперимент посредством использования нагревательного элемента, допускающего формирование 100000 пленочных кипений. Этот нагревательный элемент представляет собой нагревательный элемент, гарантированно формирующий пленочное кипение до тех пор, пока оно не достигнет 100000-го пленочного кипения. Другими словами, нагревательный элемент, например, имеет риск формирования нежелательного пленочного кипения, если пленочное кипение сформировано 100000 или больше раз, и сопротивление элемента для нагревательного элемента отсоединено.

[0170] Фиг. 16А указывает результат подтверждения автором изобретения касательно того, сколько энергии должно прикладываться к нагревательному элементу, допускающему проведения 100000 пленочных кипений для формирования UFB. Фиг. 16А указывает то, что пленочное кипение сформировано в случае, если пороговая энергия пузырения равна "1" (первое значение), теоретически. Если введенная энергия изменена посредством изменения питающего напряжения, и после того как введенная энергия увеличивается таким образом, что она превышает в 3 раза пороговую энергию пузырения, заданную равной "1", значение сопротивления нагревательного элемента изменено быстро приблизительно в течение 100000 приложений импульсов приложения, и затруднительно сформировать UFB. Другими словами, обнаружено, что можно стабильно формировать UFB без внезапного разрыва и т.п. предварительно определенного нагревательного элемента, если энергия, введенная в нагревательный элемент, в 3 раза или меньше превышает пороговую энергию пузырения, заданную равной "1". Чтобы стабильно формировать UFB посредством использования нагревательного элемента, формирующего пленочное кипение с пороговой энергией пузырения, заданной равной "1", наименьшее значение энергии, введенной в нагревательный элемент, задано в 1,1 раза превышающим пороговую энергию пузырения, с учетом варьирования в зависимости от окружающей среды. В этом варианте осуществления, в случае если пороговая энергия пузырения задается равной "1", варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы предпочтительно, попадает в пределы диапазона от 1,1 относительно пороговой энергии пузырения до 3 относительно пороговой энергии пузырения. Хотя описание в данном документе приводится с использованием нагревательного элемента, допускающего формирование пленочного кипения 100000 раз, в качестве примера, аналогично может применяться другой нагревательный элемент, имеющий другую износостойкость.

[0171] В этом варианте осуществления, описывается конкретная конфигурация, в которой варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы, попадает в пределы вышеописанного диапазона. В этом варианте осуществления, используются схемы размещения фиг. 12В и 13В, описанные в варианте 1 осуществления. В этом варианте осуществления, описывается вариант осуществления, в котором энергии, введенные в нагревательные элементы, остаются в пределах предварительно определенного диапазона на основе пороговой энергии пузырения (от 1,1 раз до 3 раз) посредством регулирования питающих напряжений, сопротивлений нагревательных элементов и сопротивлений межсоединений. Более конкретно, описывается вариант осуществления для регулирования сопротивлений межсоединений. Это позволяет стабильно формировать UFB в случае плотного размещения нагревательных элементов при том, что схема размещения области межсоединений вокруг нагревательных элементов 10 задается компактной.

[0172] Этот вариант осуществления акцентирует внимание на трех фрагментах на фиг. 13В, которые представляют собой фрагмент 1352 нагревательных элементов, фрагменты 1351 общих межсоединений и электродные контактные площадки 1201 и 1202. Фрагмент 1352 нагревательных элементов включает в себя как нагревательные элементы, так и области отдельных межсоединений. В случае плотного размещения нагревательных элементов, чтобы формировать UFB за короткое время, желательно, если область для фрагмента отдельных межсоединений является максимально возможно небольшой. С другой стороны, желательно, если максимально возможное число фрагментов нагревательных элементов соединяются с фрагментом 1351 общих межсоединений, чтобы плотно размещать нагревательные элементы.

[0173] На фиг. 13В, i_{b1} - i_{b4} представляют собой токи, протекающие через нагревательные элементы rh_{b1} - rh_{b4} , соответственно. Как проиллюстрировано на фиг. 13В, энергии, введенные в нагревательные элементы rh_{b1} - rh_{b4} в данном документе, выражаются посредством $i_{b1} \times i_{b1} \times rh_{b1} \times t_1$, $i_{b2} \times i_{b2} \times rh_{b2} \times t_1$, $i_{b3} \times i_{b3} \times rh_{b3} \times t_1$, $i_{b4} \times i_{b4} \times rh_{b4} \times t_1$, соответственно; t_1 является шириной импульса, проиллюстрированной на фиг. 6А. В этом варианте осуществления, нагревательные элементы формируются на этапе фотолитографии, и нагревательные элементы имеют одни и те же сопротивления нагрева. Таким образом, разность между энергиями, введенными в нагревательные элементы, является пропорциональной квадрату тока, протекающего через каждый нагревательный элемент.

[0174] Фиг. 16В иллюстрирует эквивалентную схему по фиг. 13В и является схемой, на которой токи, протекающие через нагревательные элементы, представляются посредством i_1 - i_4 , сумма значения сопротивления каждого нагревательного элемента и значения паразитного сопротивления межсоединения, отдельно соединенного с соответствующим нагревательным элементом, представляется посредством r , и значения сопротивления во фрагменте общих межсоединений представляются посредством R_1 - R_4 .

[0175] В схеме, проиллюстрированной на фиг. 16В, выражение (5) является справедливым на основе законов Кирхгофа для схем:

20

$$\begin{pmatrix} R_1 + r & R_1 & R_1 & R_1 \\ R_1 & R_1 + R_2 + r & R_1 + R_2 & R_1 + R_2 \\ R_1 & R_1 + R_2 & R_1 + R_2 + R_3 + r & R_1 + R_2 + R_3 \\ R_1 & R_1 + R_2 & R_1 + R_2 + R_3 & R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + r \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_1 \\ V_1 \\ V_1 \end{pmatrix}$$

25

выражение (5)

[0176] В случае использования значений в таблице 1, поскольку разность между энергиями, введенными в нагревательные элементы, является пропорциональной квадрату тока, протекающего через каждый нагревательный элемент, соотношение энергии, введенной в каждый нагревательный элемент, может представлять собой соотношение, показанное в таблице 2.

Табл. 1

35

V_1	24 В
r	200 Ом
R_1 - R_4	20 Ом

Табл. 2

40

Нагревательный элемент	Соотношение энергии, вводимой в нагревательный элемент
rh_{b1}	2,9
rh_{b2}	1,9
rh_{b3}	1,3
rh_{b4}	1,1

45

[0177] Вследствие разности между сопротивлениями межсоединений, энергия, введенная в нагревательный элемент rh_{b4} , позиционированный дальше всего от электродных контактных площадок 1201 и 1202, является наименьшей. В этом случае, как описано выше, энергии, которые должны вводиться, определяются таким образом,

что энергия, введенная в нагревательный элемент rh_{64} в самой дальней позиции, в 1,1 раза превышает пороговую энергию пузырения "1", которая является наименьшим значением в предварительно определенном диапазоне. В дальнейшем в этом документе, соотношение энергии, введенной в нагревательный элемент (которая в 1,1 раза превышает пороговую энергию пузырения в этом примере), называется просто "входным энергетическим соотношением".

[0178] Как показано в таблице 1, V_1 задается равным 24 В, значение r сопротивления, которое является суммой значений сопротивления нагревательного элемента и фрагмента паразитного сопротивления, разведенных в форме межсоединений отдельно, задается равным 200 Ом, и значения R_1 - R_4 сопротивления во фрагменте для общего потока задаются равными 20 Ом. В этом случае, когда входное энергетическое соотношение rh_{64} задано равным 1,1, соотношение энергии, введенной в rh_{61} , в который вводится наибольшая энергия, задается равным 2,9. Иными словами, в случае задания пороговой энергии пузырения равной "1", соотношение энергии, введенной в каждый нагревательный элемент, может оставаться в пределах диапазона от 1,1 раз до 3 раз. Такая конфигурация позволяет формировать UFB посредством формирования максимум 100000 импульсов (100000 раз) теплового кипения посредством каждого нагревательного элемента. В частности, можно стабильно формировать UFB посредством поддержания каждого из значений R_1 - R_4 сопротивления в области общих потоковых межсоединений равным 1/10 или меньше относительно соответствующего значения r сопротивления отдельного межсоединения, включающего в себя значение сопротивления нагревательного элемента, как показано в таблице 1.

[0179] Фиг. 16С является примером, отличающимся от примера на фиг. 16В. Фиг. 16С иллюстрирует пример, в котором число нагревательных элементов равно восьми. Электрическая схема на фиг. 16С может выражаться как схема на фиг. 13А. Фиг. 16D иллюстрирует эквивалентную схему по фиг. 13А и является схемой, на которой токи, протекающие через нагревательные элементы представляются посредством i_1 - i_8 , сумма значения сопротивления каждого нагревательного элемента и значения паразитного сопротивления межсоединения, отдельно соединенного с соответствующим нагревательным элементом, представляется посредством r , и значения сопротивления во фрагменте общих межсоединений представляются посредством R_1 - R_8 .

[0180] Как описано выше, значения, показанные в таблице 3, используются, например, чтобы реализовывать конфигурацию, в которой энергетическое соотношение rh_8 , к которому прикладывается наименьшая входная энергия нагревательного элемента, задается равным 1,1, и энергетическое соотношение rh_1 , к которому прикладывается наибольшая входная энергия нагревательного элемента, задается равным 2,9, на основе законов Кирхгоффа для схем. В этом случае, соотношение энергии, введенной в каждый нагревательный элемент, может представлять собой соотношение, показанное в таблице 4.

Табл. 3

V_1	20 В
r	200 Ом
R_1 - R_4	4 Ом

Табл. 4

Нагревательный элемент	Соотношение энергии, вводимой в нагревательный элемент
rh_1	2,9
rh_2	2,3

rh3	1,9
rh4	1,6
rh5	1,4
rh6	1,3
rh7	1,2
rh8	1,1

[0181] Как показано в таблице 4, в этом примере, питающее напряжение нагревательного элемента задается равным 20 В, сопротивление, которое является суммой сопротивления нагревательного элемента и сопротивления отдельного межсоединения, соединенного с соответствующим нагревательным элементом, задается равным 200 Ом, и паразитные сопротивления межсоединений в общем межсоединении задаются равными 4 Ом. В конфигурации на фиг. 16В, можно стабильно формировать UFB с паразитным сопротивлением межсоединений в общем межсоединении, заданным равным 20 Ом (1/10 от суммы значений сопротивления отдельных межсоединений и нагревательных элементов). С другой стороны, в конфигурации, проиллюстрированной на фиг. 16D, паразитное сопротивление межсоединений в общем межсоединении должно задаваться равным 4 Ом (1/50 от суммы значений сопротивления отдельных межсоединений и нагревательных элементов) или меньше. В конфигурации на фиг. 16D, низкие сопротивления фрагмента общих межсоединений, уменьшающие полные потери, и питающее напряжение, заданное равным 20 В, позволяют достигать предварительно определенных энергетических соотношений, показанных в таблице 4.

[0182] Хотя описания приводятся с двумя конкретными примерами, могут рассматриваться различные варьирования в зависимости от числа нагревательных элементов. В любом случае, любая конфигурация может быть применимой при условии, что энергии, введенные в нагревательные элементы, попадают в пределы предварительно определенного диапазона входного энергетического соотношения (от 1,1 раз до 3 раз). Как проиллюстрировано на фиг. 16С, чтобы подавлять варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы, можно уменьшать паразитные сопротивления межсоединений в общих межсоединениях посредством увеличения ширины межсоединений областей 1631 и 1632 общих межсоединений. Альтернативно, как проиллюстрировано на фиг. 16Е, можно уменьшать паразитные сопротивления межсоединений в общих межсоединениях посредством предоставления областей 1631 и 1632 общих межсоединений, имеющих толщины пленки слоев сопротивления межсоединений, большие толщин пленки областей 1231 и 1232 общих межсоединений. Иными словами, ширина или толщина пленки общего межсоединения может задаваться таким образом, что величина значения сопротивления в общем межсоединении имеет предварительно определенное соотношение или меньше с суммой сопротивления нагревательного элемента и сопротивления межсоединения, отдельно соединенного с соответствующим нагревательным элементом.

Модификация 1

[0183] Фиг. 17А-17G являются схемами, описывающими различные модификации стабильного формирования UFB. На фиг. 16А-16Е, описывается вариант осуществления, в котором полные потери могут подавляться посредством уменьшения сопротивлений во фрагментах общих межсоединений, и в силу этого, варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы, подавляется. Чтобы еще более плотно размещать нагревательные элементы, задание областей межсоединений, отдельно соединенных с нагревательными элементами, максимально возможно небольшими является эффективным.

[0184] Фиг. 17А-17С являются схемами, иллюстрирующими пример формирования

нескольких слоев межсоединений. Фиг. 17А является плоской компоновочной схемой размещения, и фиг. 17В и 17С являются видом в поперечном сечении вдоль линии XVIIВ-XVIIВ и видом в поперечном сечении вдоль линии XVIIС-XVIIС, соответственно. Можно достигать уменьшения размера при уменьшении значений сопротивлений общих межсоединений посредством формирования слоя межсоединений, который должен использоваться в качестве фрагмента общих межсоединений, который отличается от вышеописанных слоев межсоединений, соединяющих нагревательные элементы. На 5 фиг. 17А-17С, слой 1701 межсоединений представляет собой слой, отличающийся от слоя области 1231 общих межсоединений, соединенной с нагревательными элементами 10. Сквозная полость 1702 электрически соединяет слой области 1231 общих межсоединений, соединенной с нагревательными элементами 10, со слоем 1701 межсоединений. 10

[0185] В варианте осуществления на фиг. 17А-17С, проиллюстрирован вариант осуществления, в котором слой 1701 межсоединений не размещается на фрагменте 15 нижнего слоя под нагревательным элементом 10, с учетом эффекта теплового напряжения из нагревательных элементов 10. Тем не менее, если конфигурация включает в себя барьерный слой и т.п., сформированный поверх слоя межсоединений, чтобы подавлять тепловое напряжение, слой 1701 межсоединений может протягиваться до фрагмента нижнего слоя под нагревательным элементом 10. Хотя вариант 20 осуществления формирования слоя 1701 межсоединений в качестве нового слоя описывается в варианте осуществления на фиг. 17А-17С, большее число слоев межсоединений может предоставляться дополнительно в случае, если большее число нагревательных элементов предоставляется для того, чтобы достигать повышенной плотности. Можно уменьшать сопротивления межсоединений посредством увеличения 25 толщины пленки межсоединения, непосредственно соединенного с нагревательными элементами 10, как описано со ссылкой на фиг. 16Е; тем не менее, в этом случае, формы нагревательных элементов, размещаемых в одном и том же слое, могут варьироваться во время травления рисунка слоя межсоединений. Как описано в этой модификации, можно подавлять варьирование форм нагревательных элементов, если отдельный слой 30 межсоединений предоставляется в дополнение к слою межсоединений, непосредственно соединенному с нагревательными элементами.

Модификация 2

[0186] Фиг. 17D и 17E являются схемами, описывающими другую модификацию. На фиг. 17А-17С, описывается вариант осуществления, в котором электродные контактные 35 площадки 1201 и 1202 формируются на одной и той же поверхности подложки, на которой формируются нагревательные элементы 10. Как описано выше, поверхность, на которой формируются нагревательные элементы 10, включает в себя область (жидкостную камеру) в контакт с жидкостью, чтобы формировать UFB. Жидкостная камера покрывается стенками и крышкой. Между тем, электродные контактные 40 площадки 1201 и 1202 размещаются за пределами жидкостной камеры. Если нагревательные элементы 10 и электродные контактные площадки 1201 и 1202 электрически отделяются друг от друга, аналогично этому случаю, разводка межсоединения является длинной. Фиг. 17D и 17E иллюстрируют вариант осуществления, в котором электродные контактные площадки 1201 и 1202 не предоставляются на одной 45 и той же поверхности, на которой предоставляются нагревательные элементы, и сквозные полости, проникающие на другую поверхность элементной подложки, формируются таким образом, чтобы предоставлять электродные контактные площадки и слой межсоединений на задней поверхности элементной подложки. Фиг. 17E является

видом в поперечном сечении вдоль линии XVIII-XVIII на фиг. 17D.

[0187] Как проиллюстрировано на фиг. 17D и 17E, слой 1741 межсоединений формируется на крупном фрагменте задней поверхности элементной подложки. Задняя поверхность элементной подложки представляет собой противоположную поверхность относительно поверхности, на которой формируются нагревательные элементы. Поскольку отсутствует эффект теплового напряжения из нагревательных элементов 10 на заднюю поверхность элементной подложки, крупный фрагмент задней поверхности элементной подложки используется в качестве слоя 1741 межсоединений. Сквозные полости 1742 соединяют слой межсоединений на поверхности, на которой формируются нагревательные элементы, и слой 1741 межсоединений на задней поверхности. Слой 1741 межсоединений представляет собой слой общего межсоединения, и формирование слоя 1741 межсоединений на крупном фрагменте задней поверхности позволяет уменьшать сопротивления межсоединений в общем межсоединении. В этом варианте осуществления, электродная контактная площадка 1751 формируется на крупном фрагменте (одном и том же площади слоя 1741 межсоединений в примере на фиг. 17E) на задней поверхности. Конфигурация на фиг. 17D и 17E позволяет плотно размещать нагревательные элементы 10, а также уменьшать сопротивления межсоединений в общем межсоединении. Следовательно, можно стабильно формировать UFB даже в случае плотного размещения нагревательных элементов 10. Дополнительно, поскольку электродная контактная площадка формируется на задней поверхности, можно предоставлять жидкостную камеру в крупном фрагменте поверхности, на которой формируются нагревательные элементы 10. Следовательно, можно формировать UFB за короткое время посредством плотного размещения нагревательных элементов 10.

[0188] Фиг. 17F является схемой, иллюстрирующей пример элементной подложки 12, на которой размещаются несколько элементов, проиллюстрированных на фиг. 17D. Поскольку электродные контактные площадки не формируются на одной и той же поверхности, на которой нагревательные элементы формируются в элементной подложке 12 на фиг. 17F, стенки 1761 формируются таким образом, чтобы достигать внешнего периферийного фрагмента элементной подложки 12. Хотя фиг. 17F является простой иллюстрацией для целей описания, по-прежнему можно формировать UFB на высокой скорости посредством увеличения числа нагревательных элементов и числа элементов.

[0189] Фиг. 17G является схемой, иллюстрирующей пример, в котором элементы, проиллюстрированные на фиг. 17D, размещаются по всей полупроводниковой пластине 1771. Хотя элементная подложка 12 вырезается в прямоугольной форме в вышеописанных вариантах осуществления, отсутствует ограничение на форму элементной подложки 12 для формирования UFB. Таким образом, как проиллюстрировано на фиг. 17G, можно применять целую полупроводниковую пластину 1771 к модулю 300 T-UFB-формирования без вырезания подложки, на которой формируются нагревательные элементы и межсоединения.

[0190] Как описано со ссылкой на фиг. 17D-17G, в случае выполнения межсоединения задней поверхности элементной подложки 12, чтобы размещать электродные контактные площадки на задней поверхности, электродные контактные площадки могут быть отделены легко от жидкости для формирования UFB. В случае предоставления электродных контактных площадок на задней поверхности элементной подложки 12, формирователь сигналов управления, переключатель и т.п., выводящие импульс питающего напряжения, реализуются посредством внешних устройств. Например, стабильное формирование UFB может осуществляться посредством приведения в

действие формирователя сигналов управления и т.п., соединенного с полупроводниковой пластиной 1771 на фиг. 17G.

Вариант 4 осуществления

[0191] В варианте 2 осуществления, описывается вариант осуществления, в котором общие межсоединения не используются, а используются независимые отдельные межсоединения. В этом варианте осуществления, описывается вариант осуществления, в котором отдельные межсоединения используются, аналогично варианту 2 осуществления, и несколько нагревательных элементов 10 соединяются с отдельными межсоединениями.

[0192] Фиг. 18A-18C являются схемами, описывающими вариант осуществления стабильного формирования UFB. Фиг. 18A является схемой, иллюстрирующей плоскую схему размещения. Как описано выше, требуется приводить в действие большее число нагревательных элементов одновременно, чтобы формировать UFB за короткое время. Фиг. 18A иллюстрирует пример, в котором предоставляется большее число нагревательных элементов, чем число нагревательных элементов на фиг. 15F. Как проиллюстрировано на фиг. 18A, SW 1821-1824 предоставляются в независимых областях межсоединений, соответственно. Дополнительно, несколько нагревательных элементов предоставляются на каждом из независимых межсоединений, соответственно. Этот вариант осуществления представляет собой вариант осуществления, в котором несколько нагревательных элементов, предоставленных на одной и той же области межсоединений, приводятся в действие одновременно, в то время как времена приведения в действие изменяются в режиме временного разделения посредством SW 1821-1824.

[0193] Фиг. 18B является электрической схемой по фиг. 18A, и фиг. 18C иллюстрирует времена приведения в действие SW 1821-1824. В нагревательных элементах 1811-1814, номера ответвлений нагревательных элементов, приводимых в действие одновременно, указываются посредством "a" и "b". Например, в случае если SW 1821 задается равным "H", нагревательные элементы 1811a и 1811b приводятся в действие.

[0194] Такая конфигурация позволяет вводить практически одни и те же энергии в нагревательные элементы, приводимые в действие одновременно, даже если имеется фрагмент общих межсоединений для нескольких нагревательных элементов. Следовательно, можно подавлять варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы, приводимые в действие одновременно.

Вариант 5 осуществления

[0195] В варианте 1 осуществления, описывается вариант осуществления, в котором варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы, подавляется посредством приведения в действие, управляемого в режиме временного разделения с использованием SW, предоставленных для отдельных межсоединений, соединенных с нагревательными элементами. Если области общих межсоединений сжимаются для того, чтобы достигать повышенной плотности, может возникать варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы, даже в случае выполнения приведения в действие, управляемого в режиме временного разделения с использованием SW. Это обусловлено тем, что нагревательный элемент, позиционированный дальше от электродных контактных площадок 1201 и 1202, и нагревательный элемент, позиционированный ближе к электродным контактным площадкам 1201 и 1202, имеют различные сопротивления межсоединений в областях общих межсоединений, как описано в варианте 1 осуществления.

[0196] Фиг. 19A-19C являются схемами, описывающими вариант осуществления стабильного формирования UFB. Этот вариант осуществления представляет собой

вариант осуществления с выполнением дополнительного управления, помимо сдвига времен приведения в действие нагревательных элементов в режиме временного разделения. Фиг. 19А является схемой, иллюстрирующей схему размещения. Аналогично варианту осуществления, описанному со ссылкой на фиг. 14А, этот вариант осуществления представляет собой вариант осуществления, в котором SW 1921-1924 размещаются в областях отдельных межсоединений. Этот вариант осуществления представляет собой вариант осуществления, в котором питающие напряжения нагревательных элементов изменяются в соответствии с приведением в действие SW 1921-1924. Фиг. 19В иллюстрирует электрическую схему по фиг. 19А, и фиг. 19С является схемой, иллюстрирующей времена приведения в действие SW и значения питающих напряжений согласно временам приведения в действие.

[0197] В этом варианте осуществления, нагревательные элементы приводятся в действие в режиме временного разделения посредством использования SW 1921-1924, и напряжения изменяются в режиме временного разделения таким образом, чтобы подавлять варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы в каждое время в режиме временного разделения.

[0198] Как проиллюстрировано на фиг. 19С, питающее напряжение во время, в которое SW 1921 приводит в действие нагревательный элемент 1911, имеющий наименьшее сопротивление межсоединений, ниже питающих напряжений во времена для приведения в действие других нагревательных элементов 1912-1914. Дополнительно, как проиллюстрировано на фиг. 19С, задается такая конфигурация, в которой питающие напряжения во времена для приведения в действие других нагревательных элементов 1912-1914 увеличиваются по мере того, как сопротивления межсоединений увеличиваются. Хотя вариант осуществления, в котором питающие напряжения изменяются в режиме временного разделения, проиллюстрирован на фиг. 19С, вместо питающих напряжений, ширины импульсов управляющих сигналов для приведения в действие SW могут изменяться, чтобы подавлять варьирование энергий. В частности, продолжительность приведения в действие каждого нагревательного элемента может изменяться посредством изменения ширины импульса управляющего сигнала для приведения в действие соответствующего SW. Дополнительно, управление в режиме временного разделения питающими напряжениями и управлением ширинами импульсов может комбинироваться друг с другом.

[0199] Этот вариант осуществления позволяет подавлять варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы, например, даже в случае, если ширины межсоединений областей общих межсоединений являются одними и теми же.

Вариант 6 осуществления

[0200] В вышеописанных вариантах осуществления, описания приводятся с учетом того, что нагревательные элементы 10, смонтированные в элементной подложке 12, изготовлены на этапе фотолитографии полупроводника и имеют одну и ту же форму и одно и то же сопротивление. Дополнительно, в конфигурации, описанной со ссылкой на фиг. 12В в варианте 1 осуществления, например, описывается то, что варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы, возникает, поскольку ток, протекающий через нагревательный элемент 1064, меньше тока, протекающего через нагревательный элемент 1061. В этом варианте осуществления нагревательные элементы 10 изготовлены с различными формами в зависимости от взаимного расположения компоновки нагревательных элементов.

[0201] Фиг. 20А-20С являются схемами, описывающими вариант осуществления для стабильного формирования UFB. Фиг. 20А является схемой, указывающей то, можно

или нет формировать UFB в случае, если нагревательные элементы изготовлены с различными формами, так что они имеют значения сопротивления, отличающиеся друг от друга, на основе нагревательного элемента, допускающего формирование пленочного кипения 100000 раз, как проиллюстрировано на фиг. 16А. В случае если пороговая энергия пузырения в расчете на предварительно определенную единицу площади нагревательного элемента задана равной "1", и формы и значения сопротивления нагревательных элементов изменяются, можно формировать пленочное кипение 100000 раз со значениями сопротивления, достигающими введенных энергий, превышающих пороговую энергию пузырения от 1,1 раза до 3 раз. Иными словами, можно стабильно формировать UFB даже в случае изменения форм и значений сопротивления нагревательных элементов, при условии, что диапазон изменения попадает в пределы вышеописанного диапазона. В этом варианте осуществления, стабильные UFB формируются посредством изменения форм нагревательных элементов в зависимости от введенных энергий.

[0202] Фиг. 20В является схемой, иллюстрирующей пример схемы размещения этого варианта осуществления. Фиг. 20С является схемой, иллюстрирующей электрическую схему по фиг. 20В. Поскольку энергия, протекающая через нагревательный элемент 2001, позиционированный ближе к электродным контактными площадкам 1201 и 1202, имеет небольшие потери на сопротивление межсоединений, энергия превышает энергию, протекающую через нагревательный элемент 2004, позиционированный дальше от электродных контактных площадок 1201 и 1202. По этой причине, формы нагревательных элементов определяются таким образом, чтобы задавать энергии на единицу площади равными. В частности, длина рисунка сопротивления нагревательного элемента 2001 (в направлении, в котором сопротивление увеличивается по мере того, как длина становится большей) задается большей длины рисунка сопротивления нагревательного элемента 2004. Иными словами, длина в направлении электрического тока нагревательного элемента 2001 задается большей длины в направлении электрического тока нагревательного элемента 2004. Более конкретно, чем ближе нагревательный элемент к электродным контактными площадкам 1201 и 1202 относительно нагревательного элемента 2004 далеко от электродных контактных площадок 1201 и 1202, тем больше длина рисунка сопротивления нагревательного элемента.

[0203] В случае если нагревательные элементы 10 изготавливаются с различными формами, образующиеся в результате пленочного кипения пузырьки 13 могут формироваться с различными формами. Иными словами, это является более полезным с точки зрения формирования однородных образующихся в результате пленочного кипения пузырьков 13 с нагревательными элементами 10, имеющими одну и ту же форму. Тем не менее, как описано выше, формирование UFB требует по меньшей мере формирования образующихся в результате пленочного кипения пузырьков 13 из числа нагревательных элементов, и формирование однородных образующихся в результате пленочного кипения пузырьков 13 не обязательно требуется. Этот вариант осуществления акцентирует внимание на подавлении варьирования энергий, введенных в нагревательные элементы 10, и UFB стабильно формируются посредством изменения форм нагревательных элементов 10 в зависимости от введенных энергий.

45 Вариант 7 осуществления

[0204] В этом варианте осуществления, описывается вариант осуществления, в котором значения сопротивления нагревательных элементов отслеживаются, и подаваемые напряжения или прикладываемые ширины импульсов нагревательных

элементов регулируются согласно значениям сопротивления отслеживаемых нагревательных элементов.

[0205] В вариантах осуществления 1-5, описания приводятся с учетом того, что нагревательные элементы имеют одну и ту же форму и одно и то же сопротивление, и в варианте 6 осуществления, описывается вариант осуществления, в котором формы нагревательных элементов изменяются. Чтобы сформировать UFB на высокой скорости за меньшее время, требуется укрупнять элементную подложку или размещать нагревательные элементы на всей полупроводниковой пластине, как проиллюстрировано на фиг. 17G. В этом случае, распределение в плоскости толщины пленки или варьирование в плоскости формирования рисунка нагревательных элементов, например, может приводить к варьированию первоначальных проектных размеров и значений сопротивления нагревательных элементов. Это может изменять энергии, введенные в нагревательные элементы, и затруднять стабильное формирование UFB.

[0206] Фиг. 21A-21D являются схемами, описывающими вариант осуществления для стабильного формирования UFB. Фиг. 21A является схемой, иллюстрирующей пример схемы размещения. Этот вариант осуществления представляет собой вариант осуществления, в котором предоставляются источник 2101 мощности нагревательного элемента, а также прибор 2102 для измерения сопротивления. Прибор 2102 для измерения сопротивления отслеживает значение сопротивления нагревательного элемента. Затем энергия, которая должна вводиться в нагревательный элемент, регулируется в соответствии с отслеживаемым значением сопротивления. Это позволяет подавлять варьирование энергий во время формирования UFB с использованием достаточной большой подложки нагревательных элементов, такой как целая полупроводниковая пластина. Фиг. 21B является примером регулирования прикладываемой ширины импульса в соответствии с отслеживаемым значением сопротивления. Фиг. 21C является примером регулирования питающего напряжения нагревательного элемента в соответствии с отслеживаемым значением сопротивления. Как проиллюстрировано на фиг. 21B и 21C, регулирование введенных энергий может выполняться в режиме временного разделения или может выполняться посредством блочного модуля с нагревательными элементами, разделенными на блоки.

Модификация

[0207] Фиг. 21D является схемой, иллюстрирующей модификацию. Конфигурация на фиг. 21A иллюстрирует вариант осуществления, в котором управление в режиме временного разделения выполняется, и один нагревательный элемент приводится в действие в каждое из времен в режиме временного разделения. Фиг. 21D является примером приведения в действие нескольких нагревательных элементов в каждое из времен в режиме временного разделения во время управления в режиме временного разделения. Как проиллюстрировано на фиг. 21D, регулирование напряжения или ширины импульса может управляться в режиме временного разделения, когда число одновременно приводимых в действие нагревательных элементов задается одинаковым.

Вариант 8 осуществления

[0208] В вышеописанных вариантах осуществления, описывается вариант осуществления, в котором блоки, соответствующие SW, включают в себя одно и то же число нескольких нагревательных элементов, которые приводятся в действие одновременно посредством соответствующего SW. В этом варианте осуществления, описывается вариант осуществления, в котором число нагревательных элементов, приводимых в действие одновременно посредством соответствующего SW, изменяется в зависимости от блоков.

[0209] Фиг. 22А-22D являются схемами, описывающими вариант осуществления для стабильного формирования UFB. Фиг. 22А является схемой, описывающей схему размещения этого варианта осуществления. Один нагревательный элемент 2211 размещается в блоке, соответствующем SW 2221. Два нагревательных элемента 2212а и 2212b размещаются в блоке, соответствующем SW 2222. Два нагревательных элемента 2213а и 2213b размещаются в блоке, соответствующем SW 2223. Три нагревательных элемента 2214а, 2214b и 2214с размещаются в блоке, соответствующем SW 2224. Фиг. 22В иллюстрирует пример регулирования питающего напряжения в соответствии с числом нагревательных элементов, приводимых в действие одновременно. Даже в таком варианте осуществления, можно подавлять варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы.

Вариант 9 осуществления

[0210] В вышеописанных вариантах осуществления, описывается вариант осуществления, в котором несколько нагревательных элементов, соединенных из электродных контактных площадок, электрически соединяются параллельно. В этом варианте осуществления, описывается вариант осуществления, в котором несколько нагревательных элементов, соединенных из электродных контактных площадок, электрически соединяются последовательно в одном и том же межсоединении.

[0211] Фиг. 22С является схемой, описывающей схему размещения этого варианта осуществления. Как проиллюстрировано на фиг. 22С, можно задавать токи постоянными посредством последовательного соединения нагревательных элементов 2231. Дополнительно, можно формировать UFB на высокой скорости посредством приведения в действие нескольких нагревательных элементов.

Модификация

[0212] Фиг. 22D является схемой, иллюстрирующей модификацию. Фиг. 22D иллюстрирует пример, в котором ширина рисунка сопротивления нагревательного элемента задается большей длины рисунка сопротивления в случае соединения нагревательных элементов последовательно. При последовательном соединении, питающее напряжение для приведения в действие нагревательного элемента является высоким вследствие последовательного соединения. Если высокое напряжение не требуется в качестве источника мощности приведения в действие нагревательного элемента, конфигурация, проиллюстрированная на фиг. 22D, может предотвращать рост до высокого питающего напряжения нагревательного элемента при поддержании площади нагревательного элемента. Вариант осуществления, аналогичный варианту осуществления, в котором несколько нагревательных элементов, имеющих большие ширины, последовательно соединяются, может использоваться.

Вариант 10 осуществления

[0213] В вышеописанных вариантах осуществления, описывается вариант осуществления, в котором варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы, подавляется посредством регулирования схемы размещения или регулирования времени приведения в действие. В этом варианте осуществления, описывается вариант осуществления, содержащий механизм, который поддерживает напряжение на двух концах или на одном конце нагревательного элемента постоянным.

[0214] Фиг. 23А-23D являются схемами, описывающими вариант осуществления для стабильного формирования UFB. Фиг. 23А является вариантом осуществления, в котором схемы 2301 и 2302 для задания напряжения постоянным размещаются на двух концах нагревательных элементов 1011-1018, чтобы поддерживать энергии, введенные в нагревательные элементы, постоянными. Можно подавлять варьирование энергий,

введенных в нагревательные элементы, посредством принудительного поддержания напряжений постоянными в соединительных фрагментах нагревательных элементов 1011-1018 с использованием схем 2301 и 2302 для задания напряжения постоянным. Фиг. 23В является схемой, иллюстрирующей истоковый повторитель в качестве примера 5
схемы для задания напряжения постоянным. Использование схемы для задания напряжения постоянным позволяет поглощать разность между потерями на сопротивление межсоединений, и в силу этого можно подавлять варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы.

[0215] Фиг. 23С и 23D являются схемами, иллюстрирующими схемы размещения, в 10
которых схема 2301 и схемы 2303 для задания напряжений на одной стороне постоянными размещаются соответствующим образом. Хотя схема для задания напряжения постоянным размещается только на одной стороне, по-прежнему можно получать эффект задания напряжения, приложенного к нагревательному элементу, постоянным. Дополнительно, схема для задания напряжения постоянным может 15
размещаться таким образом, что она идет перед ответвлениями в области отдельных межсоединений, как проиллюстрировано на фиг. 23С, и схема для задания напряжения постоянным может размещаться таким образом, что она идет после ответвлений в области отдельных межсоединений, как проиллюстрировано на фиг. 23D. Хотя в данном документе описывается вариант осуществления, в котором размещается схема для 20
задания напряжения постоянным, может применяться конфигурация, в которой схема для задания тока постоянным, которая задает токи, протекающие через нагревательные элементы, постоянными, размещается на двух концах или на одном конце нагревательного элемента.

Модификация

[0216] Фиг. 24А-24D являются схемами, иллюстрирующими модификации для 25
стабильного формирования UFB. Фиг. 24А иллюстрирует верхний поверхностный слой, на котором размещаются нагревательные элементы 2401, фиг. 24В иллюстрирует второй слой ниже верхнего поверхностного слоя, фиг. 24С иллюстрирует третий слой ниже второго слоя, и фиг. 24D иллюстрирует задний поверхностный слой. Схемы 2301 и 2302 30
для задания напряжения постоянным размещаются в соединительных фрагментах на двух концах нагревательных элементов 2401. Когда схемы 2301 и 2302 для задания напряжения постоянным предоставляются, можно подавлять варьирование энергий, введенных в определенное число нагревательных элементов, и плотно размещать нагревательные элементы. Кроме того, вариант осуществления обеспечивает 35
возможность подачи мощности из задней поверхности через сквозные полости 2402.

Другие варианты осуществления

[0217] В вышеописанных вариантах осуществления, описания приводятся с учетом того, что UFB формируются при условии постоянной температуры и постоянного 40
давления окружающей среды. Иными словами, переменные температуры и давления окружающей среды не учитываются. Поскольку устройство UFB-формирования формирует UFB посредством приведения в действие нагревательных элементов, температура устройства 1 UFB-формирования (в частности, модуля UFB-формирования, содержащего нагревательные элементы) варьируется. Поскольку пленочное кипение формируется приблизительно при 300°C при атмосферном давлении, энергия, которая 45
должна прикладываться, может увеличиваться и уменьшаться в соответствии с температурой модуля UFB-формирования, и это позволяет стабильно формировать UFB.

[0218] Чтобы формировать UFB с использованием требуемого газа, желательно

формировать пленочное кипение после растворения газа в максимально возможной степени в жидкость для UFB-формирования. В этом случае, когда UFB формируется в то время, когда все устройство 1 UFB-формирования задается в режиме высокого давления (например, в три-четыре раза выше среднего давления воздуха), можно стабильно формировать UFB из требуемого газа более эффективно. В этом случае, поскольку температура, при которой формируется пленочное кипение, также увеличивается при высоком давлении, прикладываемая энергия увеличивается в соответствии с пороговым значением пленочного кипения, и в силу этого можно подавлять варьирование энергий как вышеописанные варианты осуществления.

[0219] Согласно настоящему раскрытию сущности, можно эффективно формировать содержащую UFB жидкость.

[0220] Хотя настоящее изобретение описано со ссылкой на примерные варианты осуществления, следует понимать, что изобретение не ограничено раскрытыми примерными вариантами осуществления. Объем прилагаемой формулы изобретения должен соответствовать самой широкой интерпретации, так что он включает в себе все такие модификации и эквивалентные конструкции и функции.

(57) Формула изобретения

1. Устройство формирования сверхмелких пузырьков, выполненное с возможностью формирования сверхмелких пузырьков, меньше чем 1,0 мкм в диаметре, посредством вынуждения множества нагревательных элементов формировать пленочное кипение в жидкости, содержащее:

по меньшей мере одну элементную подложку, включающую в себя нагревательную часть, снабженную упомянутыми нагревательными элементами; и

модуль для задания энергии постоянной, который задает энергию, прикладываемую к каждому из множества нагревательных элементов или к каждому из предварительно определенного числа нагревательных элементов, постоянной в нагревательной части, при этом

элементная подложка выполнена с возможностью подавлять варьирование энергий, введенных в нагревательные элементы в нагревательной части, и

при этом модуль для задания энергии постоянной поддерживает напряжение или ток постоянным на двух концах каждого из нагревательных элементов.

2. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 1, в котором нагревательная часть включает в себя совокупность нагревательных элементов, в которые вводятся энергии из электродной контактной площадки.

3. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 2, в котором по меньшей мере два или более из нагревательных элементов соединены с электродной контактной площадкой через одно и то же общее межсоединение в нагревательной части, и

переключатели скомпонованы на отдельном межсоединении, чтобы обеспечить возможность приведения в действие нагревательных элементов в режиме временного разделения.

4. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 3, в котором элементная подложка включает в себя множество нагревательных частей, имеющих переключатели, скомпонованные на отдельных межсоединениях, и в каждой из множества нагревательных частей переключатели обеспечивают возможность приведения в действие нагревательных элементов в режиме временного разделения.

5. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 3, в котором формы нагревательных элементов в нагревательной части, имеющие переключатели, скомпонованные на отдельных межсоединениях, отличаются в зависимости от взаимного расположения нагревательных элементов, соединенных между собой через общее межсоединение.

6. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по любому из пп. 3-5, в котором напряжение, которое должно прикладываться к каждому из нагревательных элементов в режиме временного разделения, или продолжительность времени, в течение которой должны приводиться в действие нагревательные элементы, изменяется в зависимости от разности между сопротивлениями в общем межсоединении.

7. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 1 или 2, в котором в нагревательной части каждый нагревательный элемент соединен с отдельным межсоединением.

8. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 7, в котором отдельные межсоединения размещены по схеме таким образом, что значение сопротивления каждого отдельного межсоединения попадает в пределы предварительно определенного диапазона.

9. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 3, в котором ширина или толщина пленки общего межсоединения задана таким образом, что значение сопротивления в общем межсоединении имеет предварительно определенное соотношение или меньше с суммой сопротивления нагревательного элемента и сопротивления отдельного межсоединения.

10. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 9, в котором ширина или толщина пленки общего межсоединения задана таким образом, что в случае, если энергия для формирования пленочного кипения посредством нагревательного элемента задана равной первому значению, энергии, соответственно введенные во множество нагревательных элементов, соединенных с общим межсоединением, заданы превышающими в 1,1 раза или более и в 3 раза или менее первое значение.

11. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 9 или 10, в котором общее межсоединение сформировано на слое, отличающемся от слоя, на котором сформирован нагревательный элемент в элементной подложке.

12. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 9, в котором общее межсоединение сформировано на задней поверхности элементной подложки напротив поверхности, на которой сформирован нагревательный элемент.

13. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 12, в котором электродная контактная площадка сформирована на задней поверхности.

14. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 9 или 10, дополнительно содержащее:

модуль формирования, в котором две или более из элементных подложек сформированы на полупроводниковой пластине.

15. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 7, в котором переключатели предоставлены для обеспечения возможности приведения в действие множества групп в различные времена в режиме временного разделения, причем группы включают в себя группу, снабженную по меньшей мере двумя или более из нагревательных элементов, которые должны приводиться в действие одновременно.

16. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 15, в котором в нагревательной части каждая из групп, которая должна приводиться в действие в

режиме временного разделения, включает в себя одно и то же число нагревательных элементов, которые должны приводиться в действие одновременно.

17. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 15, в котором каждая группа, снабженная по меньшей мере двумя или более из нагревательных элементов, которые должны приводиться в действие одновременно в нагревательной части, должны приводиться в действие во времена при разном временном разделении, и напряжение, которое должно прикладываться к каждому из нагревательных элементов, или продолжительность времени, в течение которой нагревательные элементы приводятся в действие, изменяется в зависимости от числа нагревательных элементов, которые должны приводиться в действие одновременно в каждое время.

18. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 6, дополнительно содержащее:

модуль отслеживания, выполненный с возможностью отслеживания сопротивления нагревательных элементов в нагревательной части, при этом упомянутое напряжение, которое должно прикладываться к каждому из нагревательных элементов в режиме временного разделения, или продолжительность времени, в течение которой должны приводиться в действие нагревательные элементы, изменяется в зависимости от результата отслеживания посредством модуля отслеживания.

19. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 15, в котором в нагревательной части упомянутые по меньшей мере два или более из нагревательных элементов, которые должны приводиться в действие одновременно на одном и том же межсоединении, соединены последовательно.

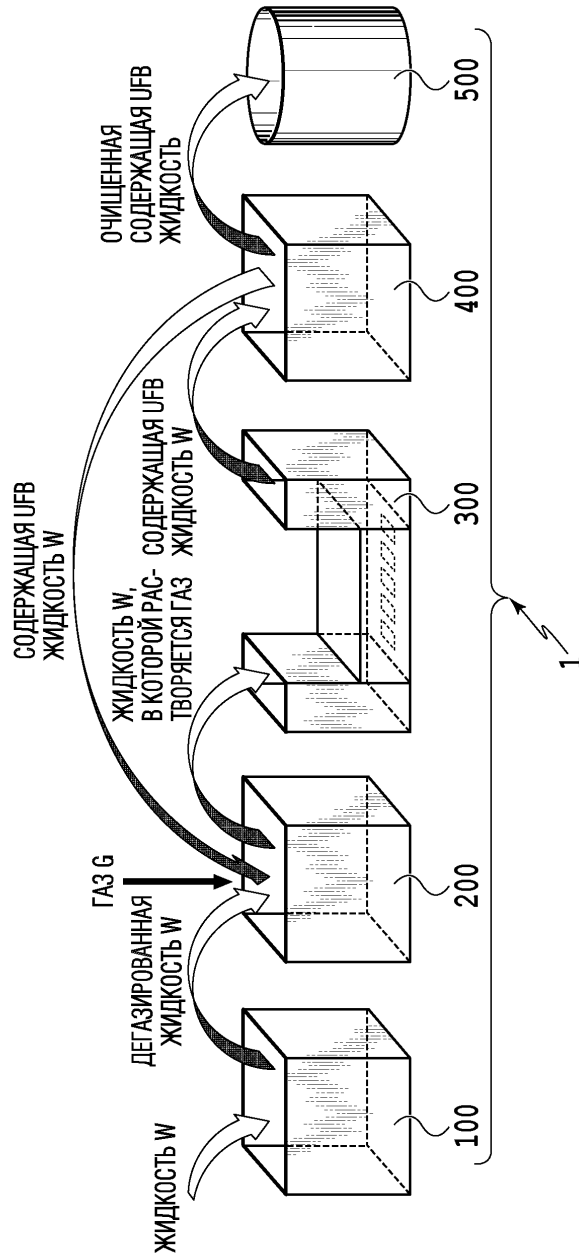
20. Устройство формирования сверхмелких пузырьков по п. 19, в котором в каждом из нагревательных элементов, соединенных последовательно, длина рисунка сопротивления в направлении электрического тока меньше ширины рисунка сопротивления.

30

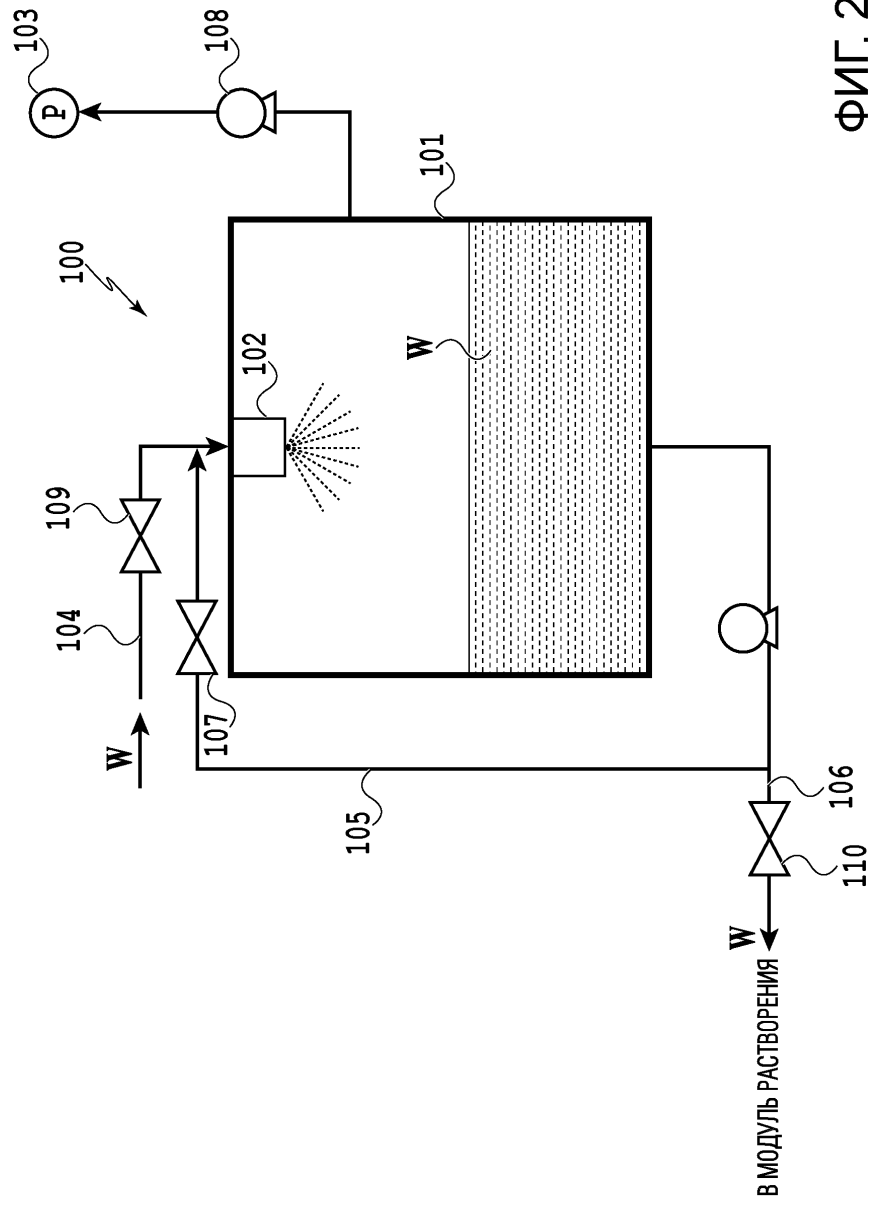
35

40

45

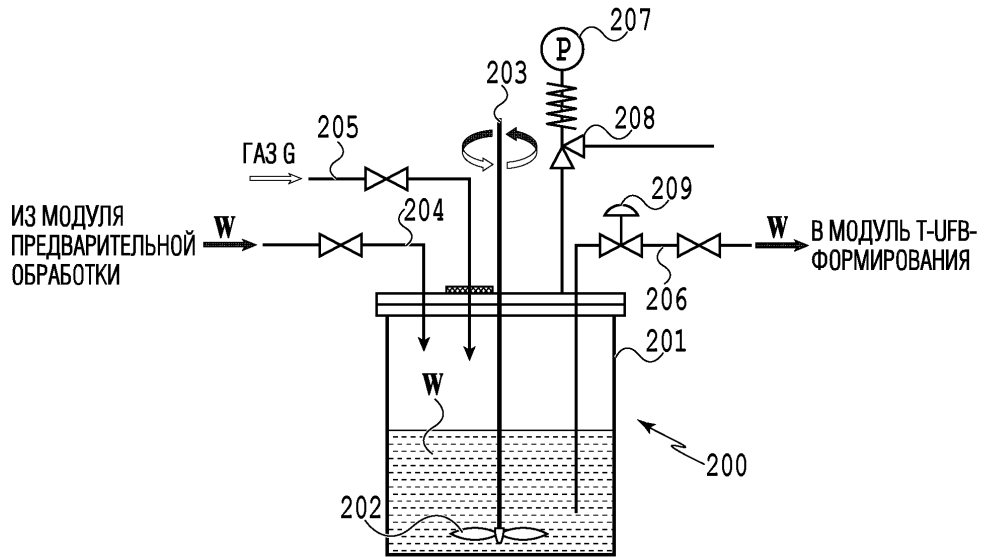


ФИГ. 1

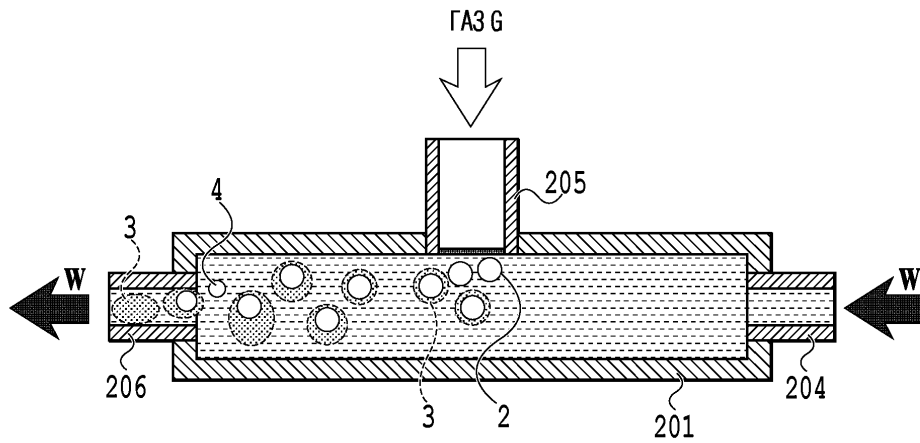


ФИГ. 2

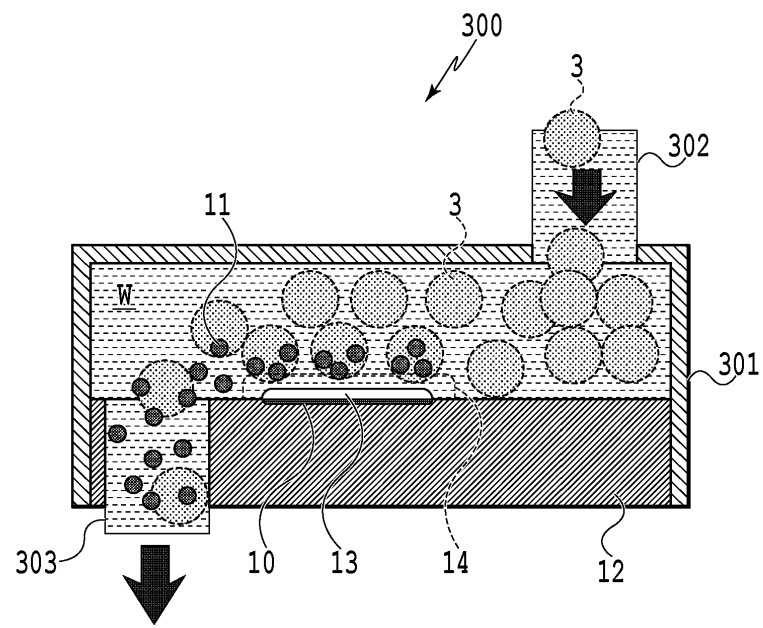
3/29



ФИГ. 3А

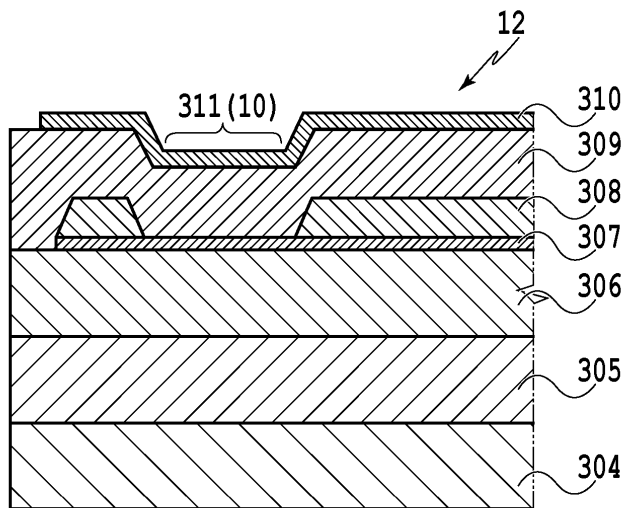


ФИГ. 3В

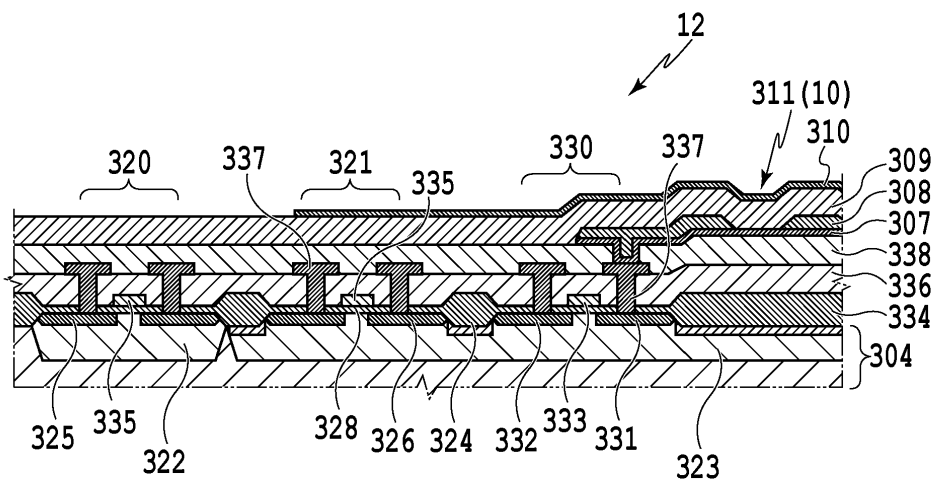


ФИГ. 4

5/29

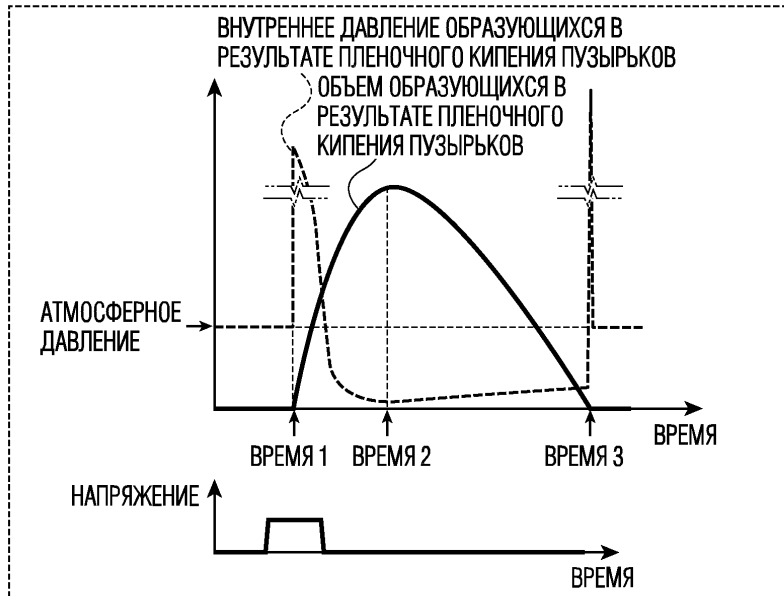


ФИГ. 5А

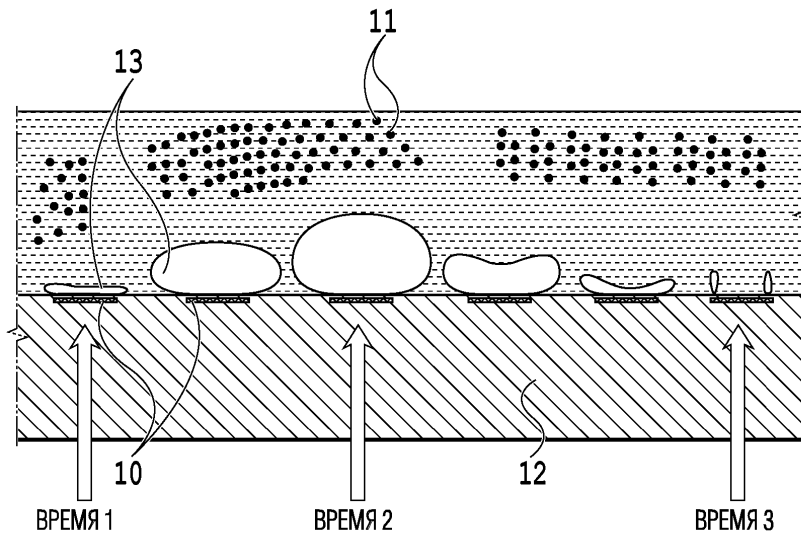


ФИГ. 5В

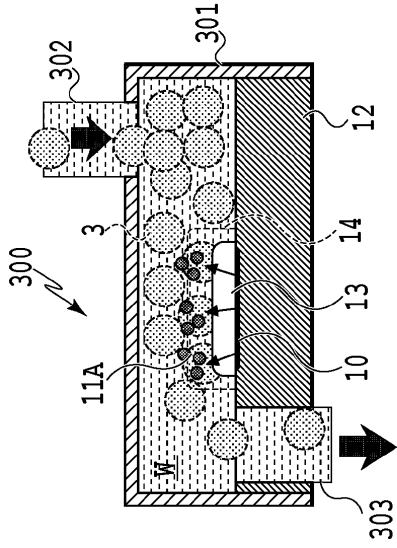
6/29



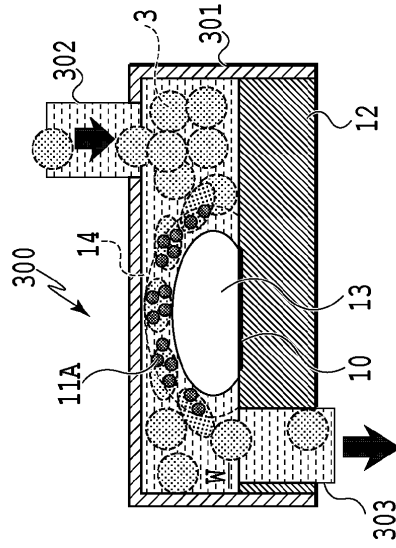
ФИГ. 6А



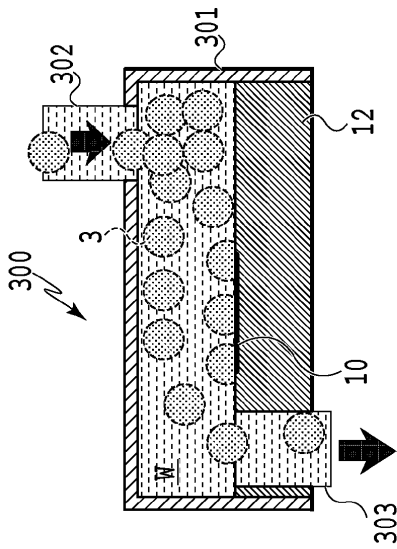
ФИГ. 6В



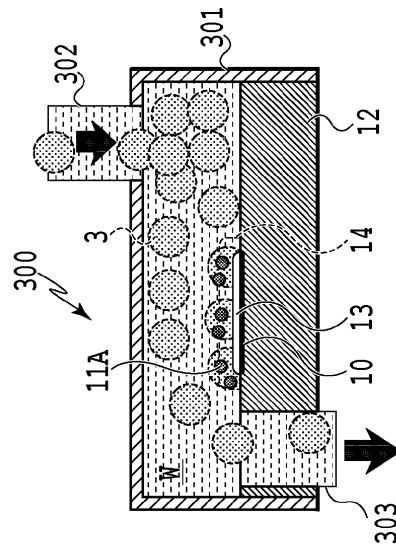
ФИГ. 7С



ФИГ. 7D



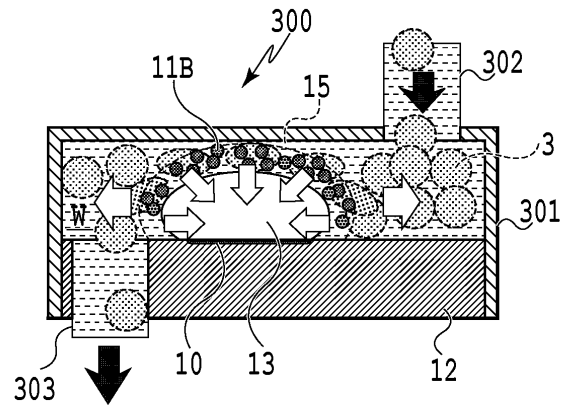
ФИГ. 7А



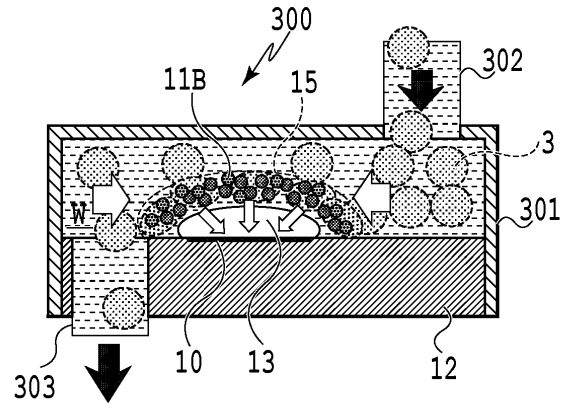
ФИГ. 7В

8/29

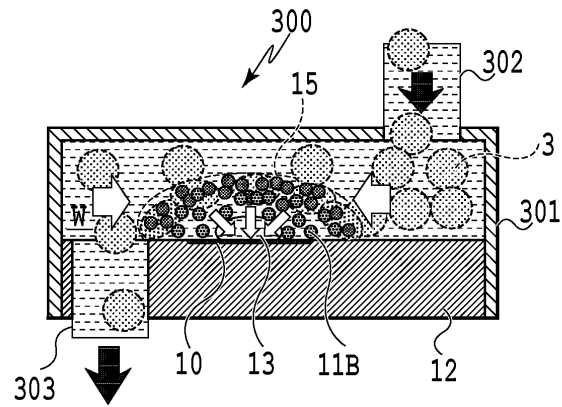
ФИГ. 8А



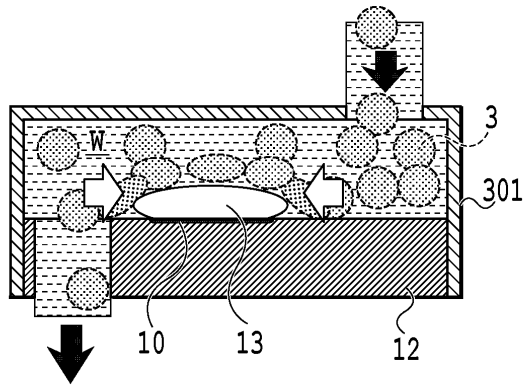
ФИГ. 8В



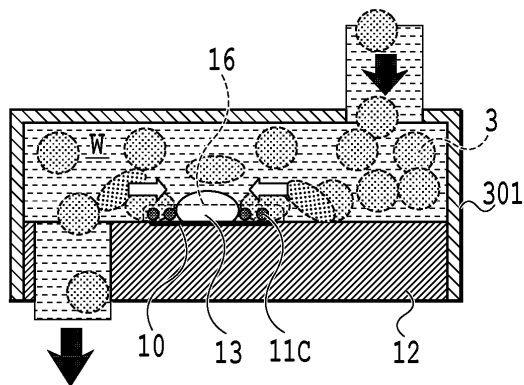
ФИГ. 8С



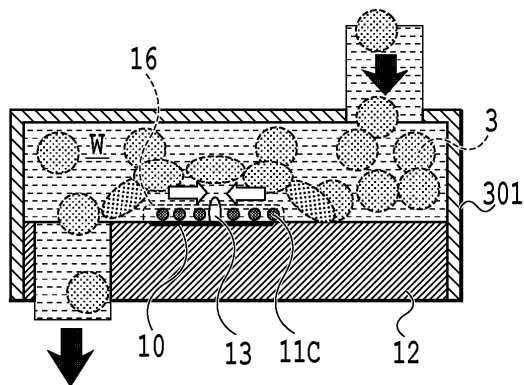
ФИГ. 9А



ФИГ. 9В

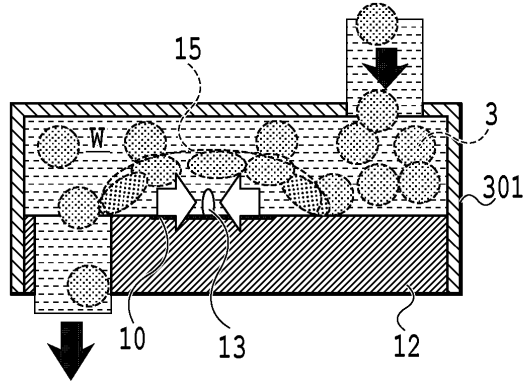


ФИГ. 9С

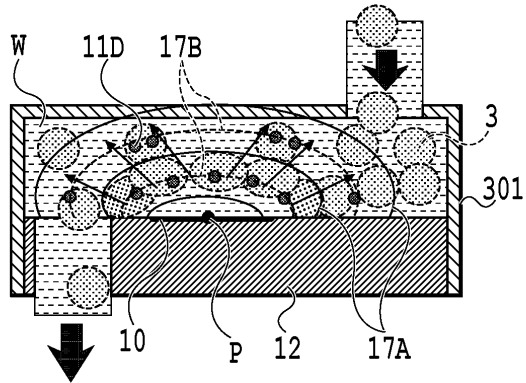


10/29

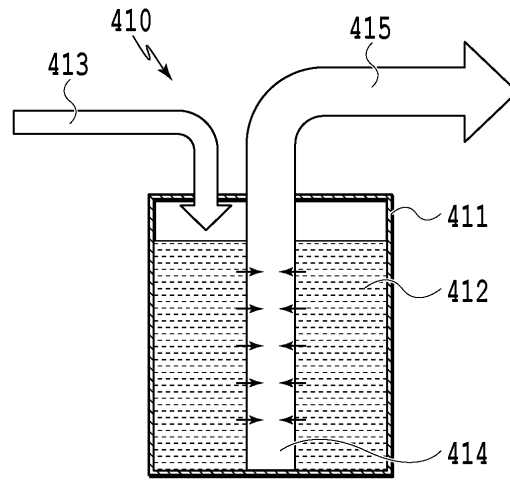
ФИГ. 10А



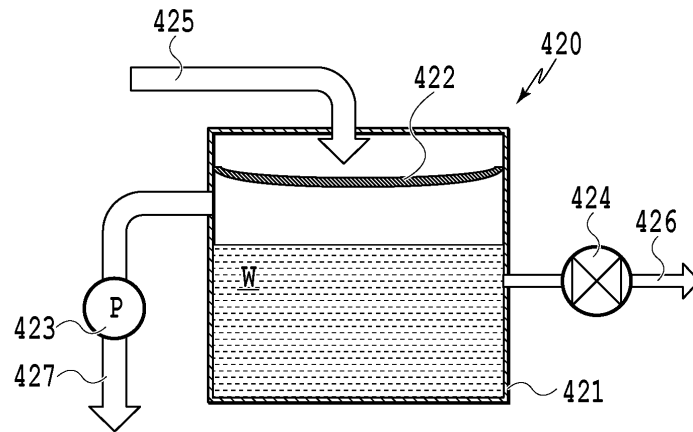
ФИГ. 10В



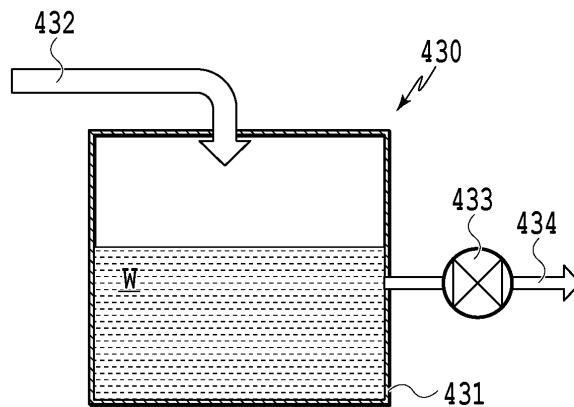
11/29



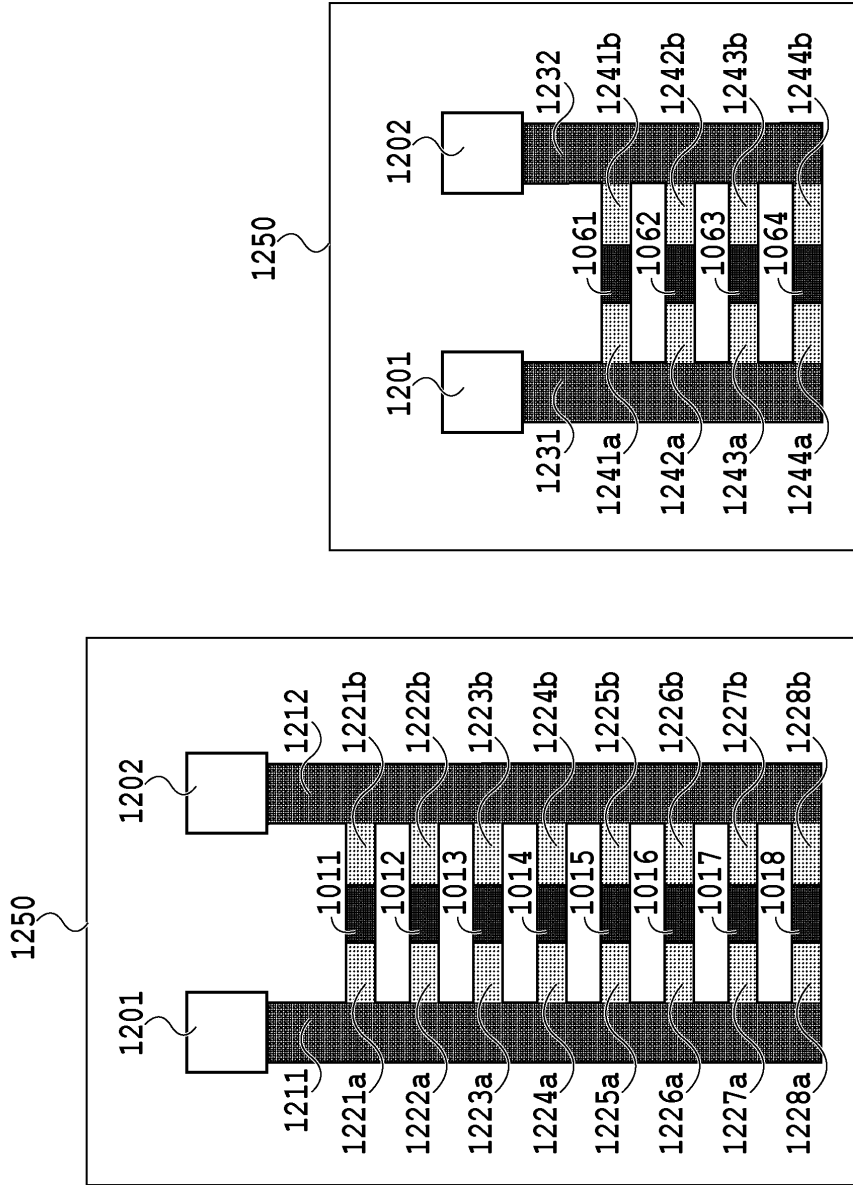
ФИГ. 11А



ФИГ. 11В

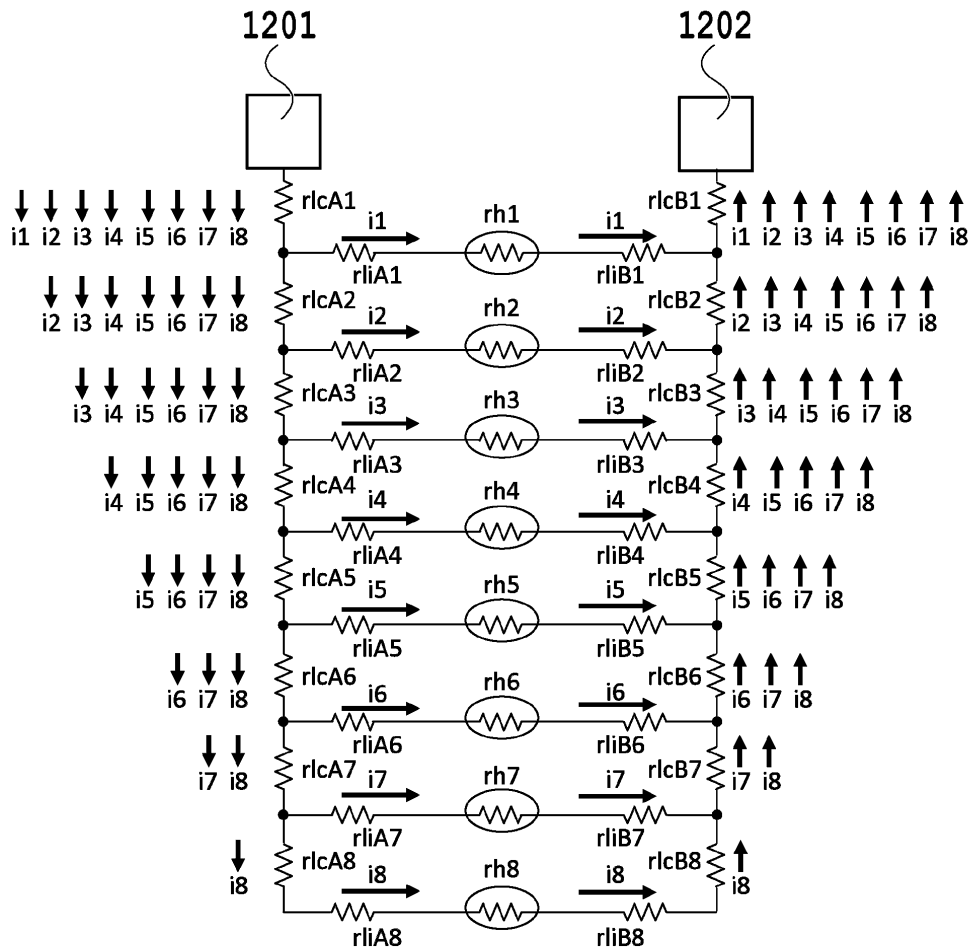


ФИГ. 11С

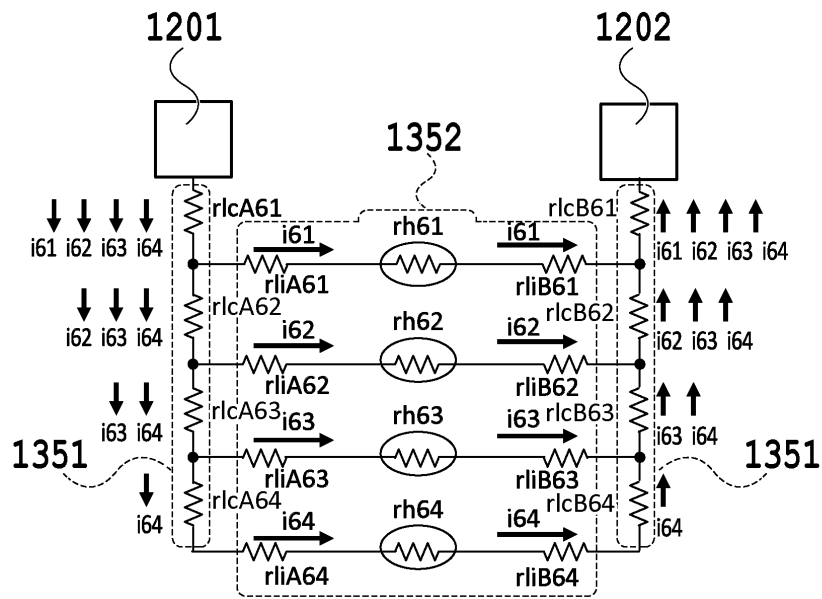


ФИГ. 12В

ФИГ. 12А

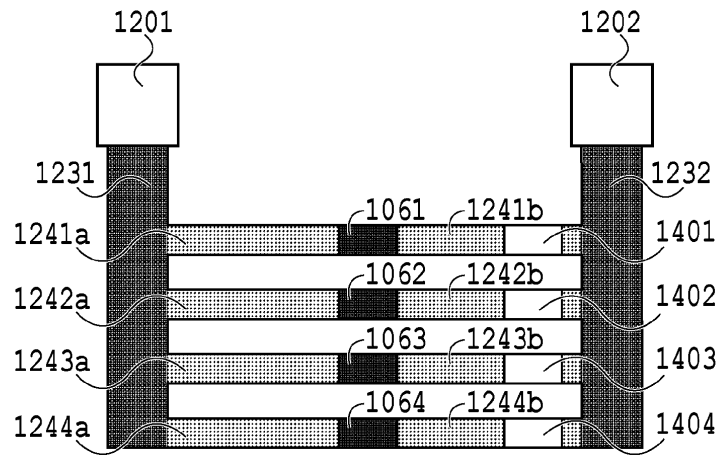


ФИГ. 13А



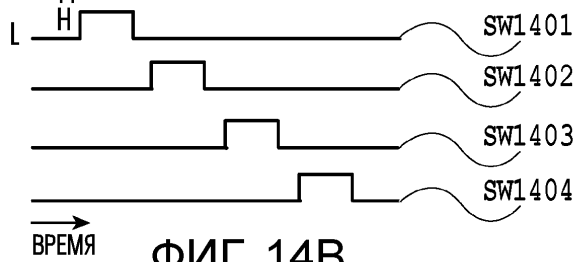
ФИГ. 13В

15/29

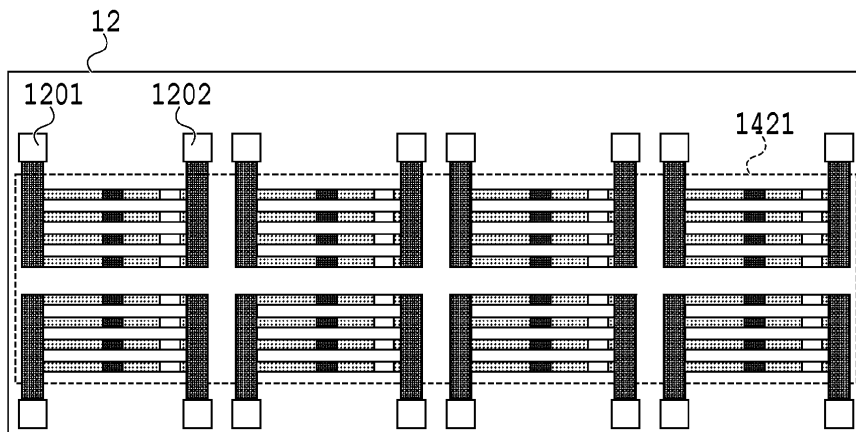


ФИГ. 14А

ФОРМА СИГНАЛА SW-ЛОГИКИ ДЛЯ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

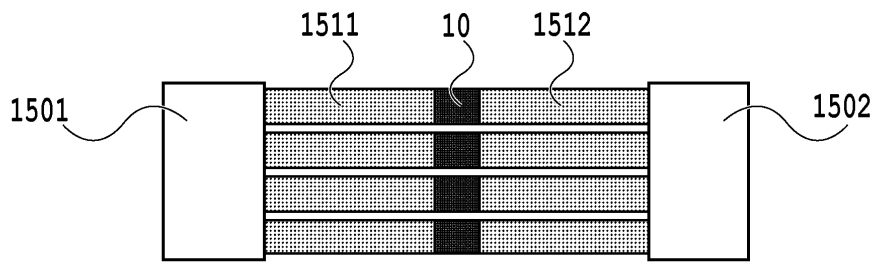


ФИГ. 14В

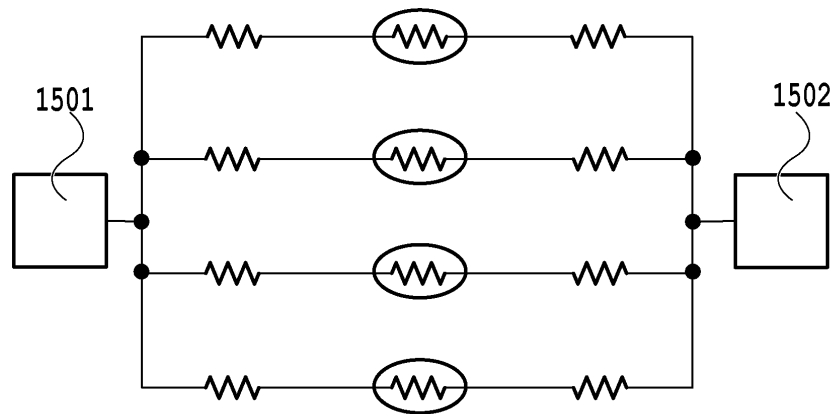


ФИГ. 14С

16/29

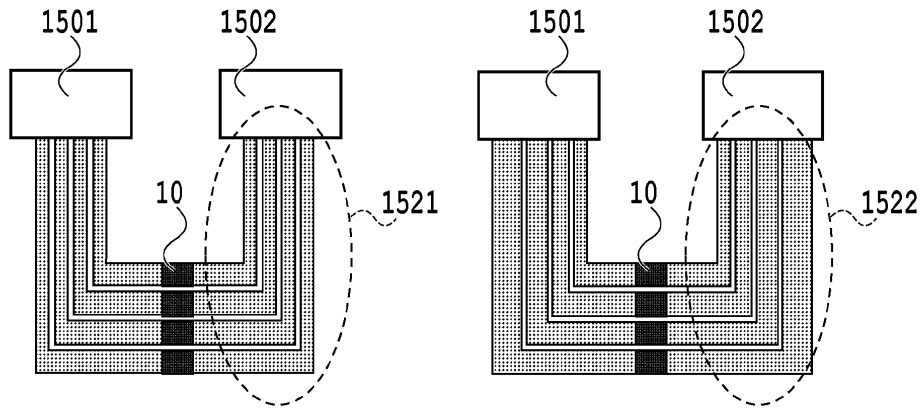


ФИГ. 15А



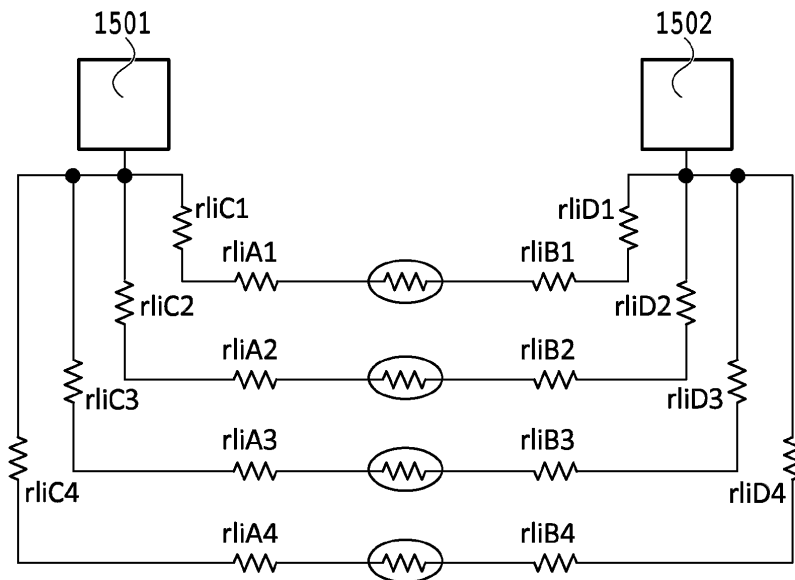
ФИГ. 15В

17/29

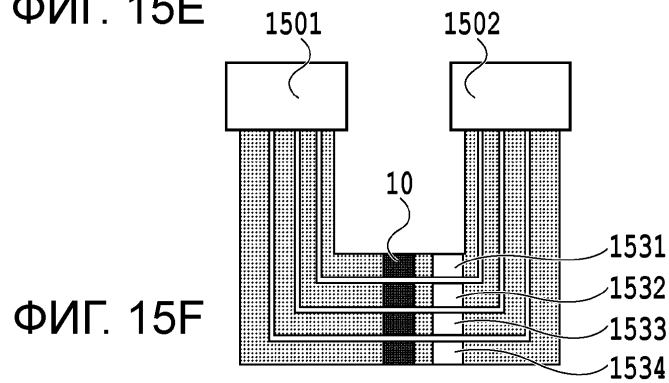


ФИГ. 15С

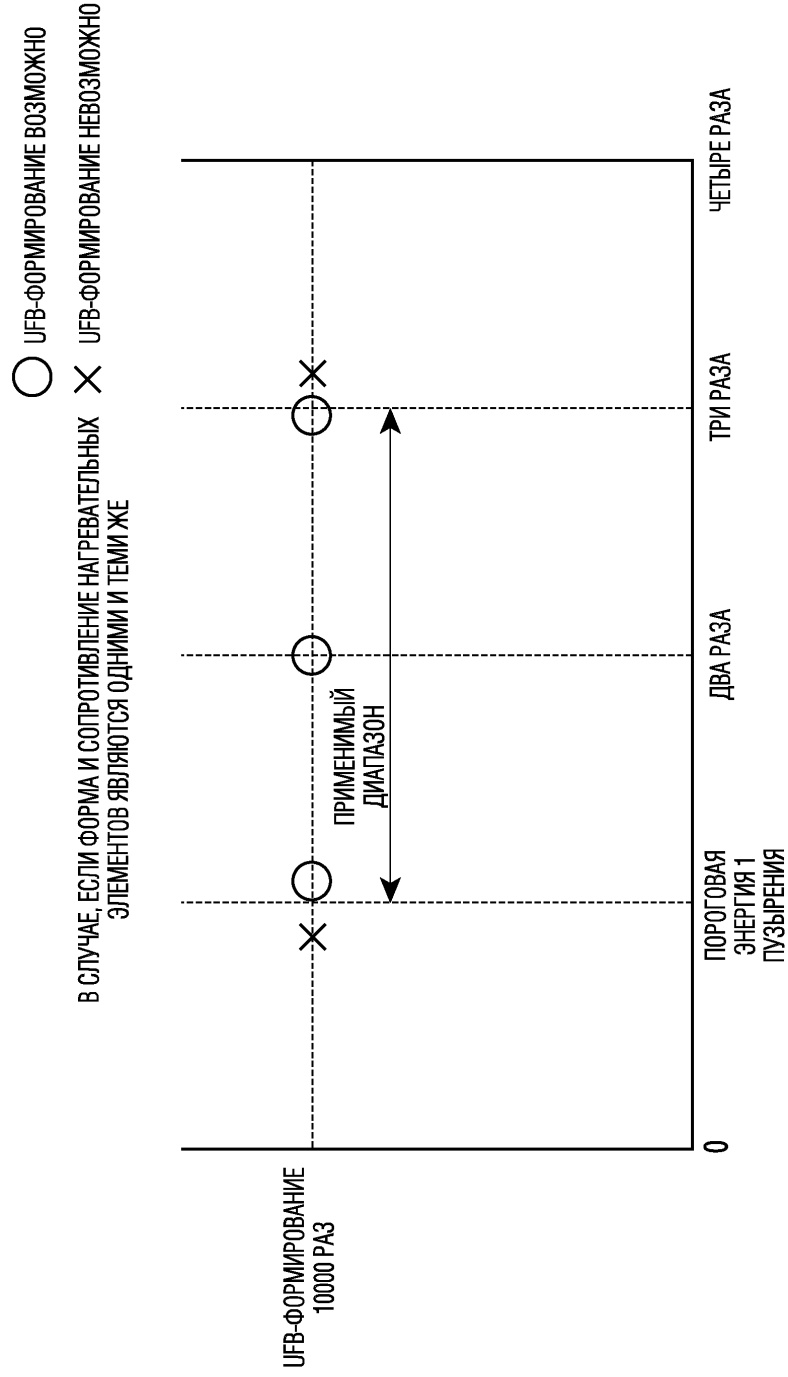
ФИГ. 15D



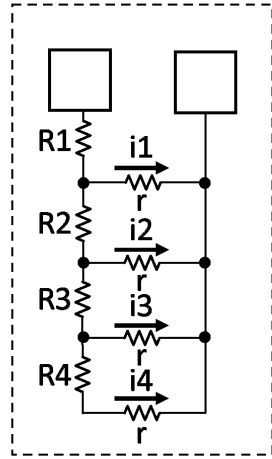
ФИГ. 15E



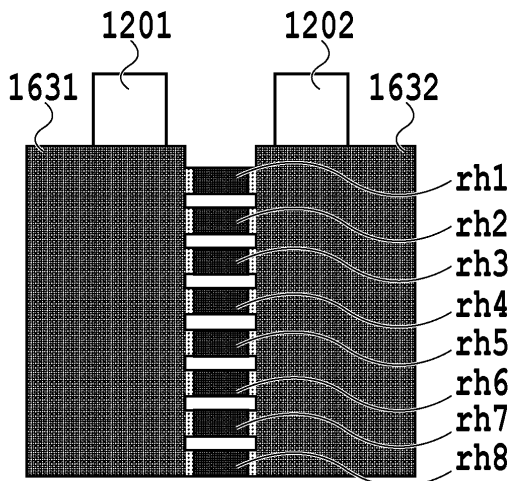
ФИГ. 15F



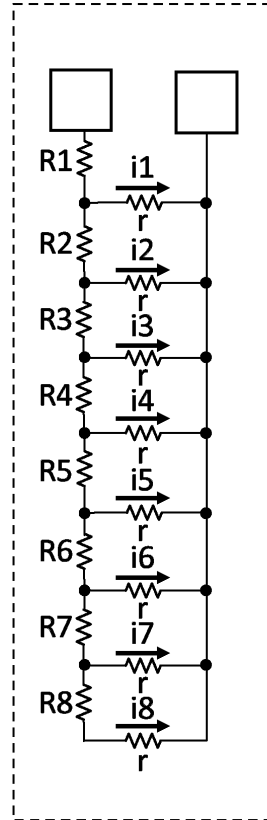
ФИГ. 16А



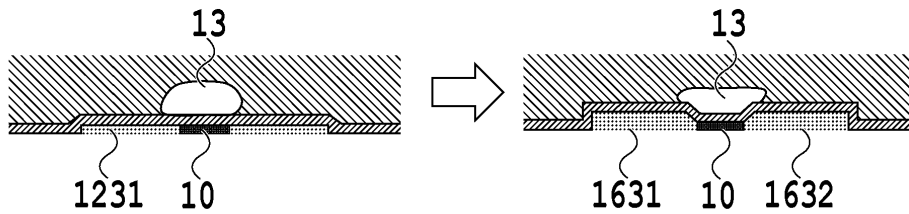
ФИГ. 16В



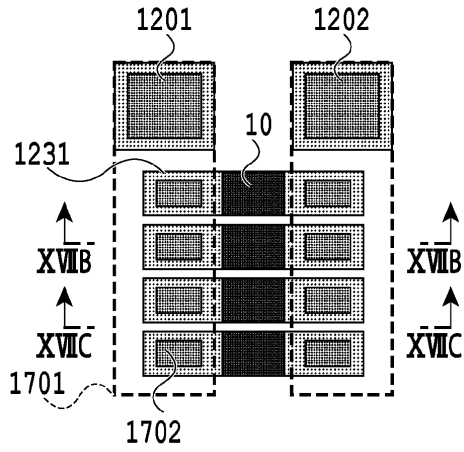
ФИГ. 16С



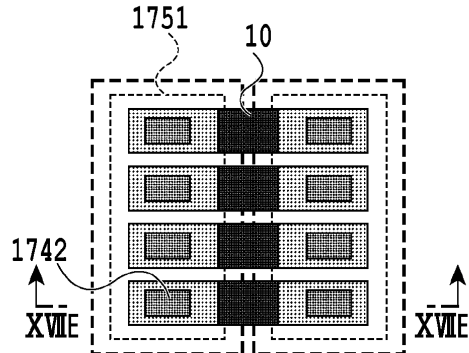
ФИГ. 16D



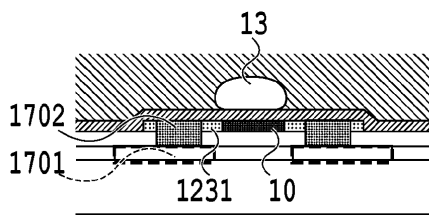
ФИГ. 16Е



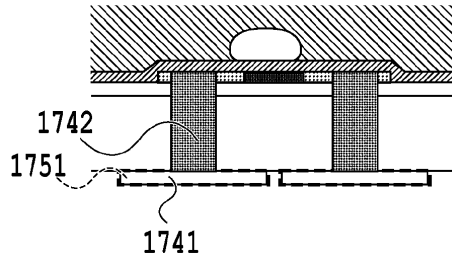
ФИГ. 17А



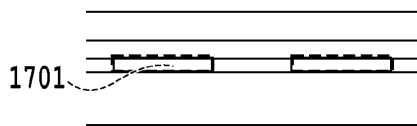
ФИГ. 17D



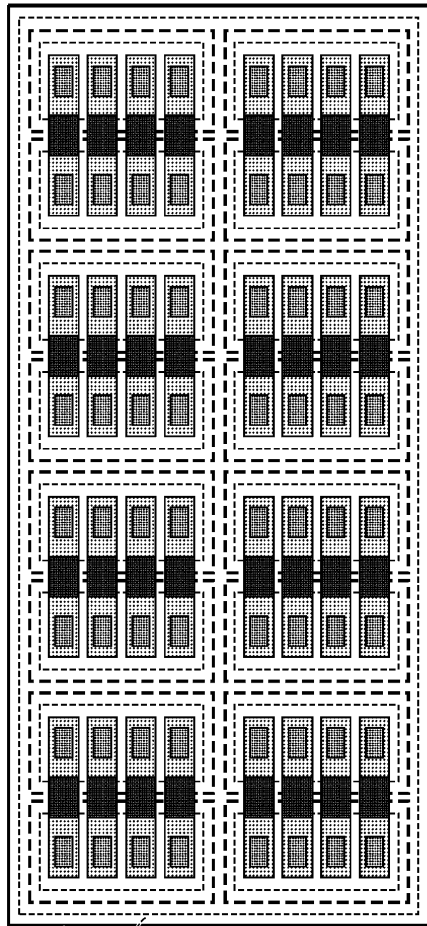
ФИГ. 17В



ФИГ. 17Е



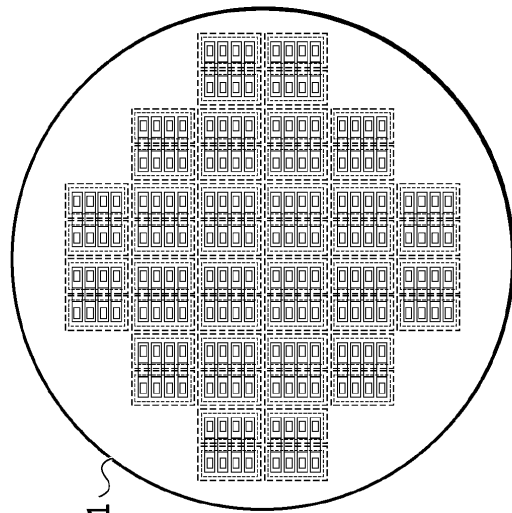
ФИГ. 17С



12

1761

ФИГ. 17F

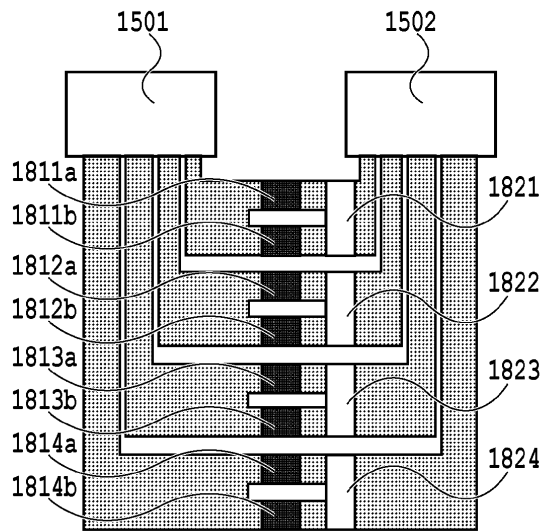


1771

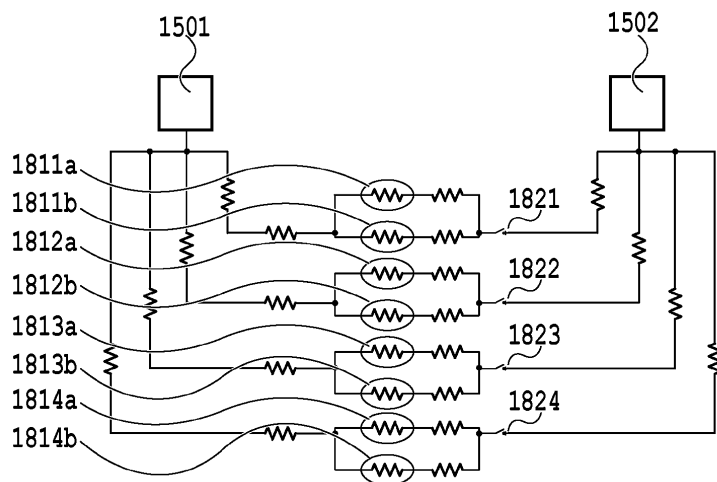
ФИГ. 17G

22/29

ФИГ. 18А

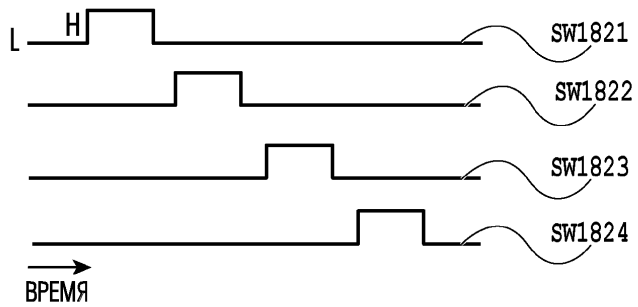


ФИГ. 18В



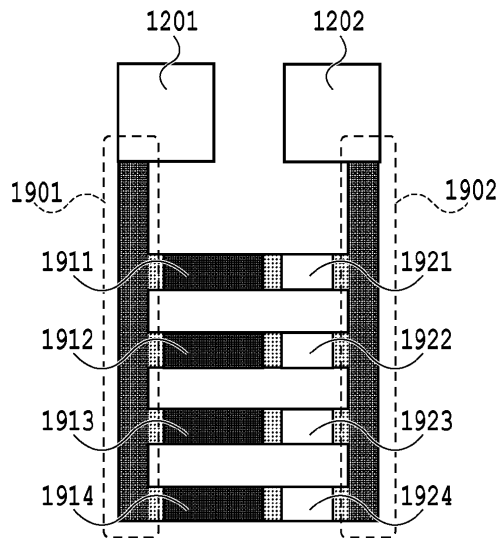
ФОРМА СИГНАЛА SW-ЛОГИКИ ДЛЯ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ФИГ. 18С

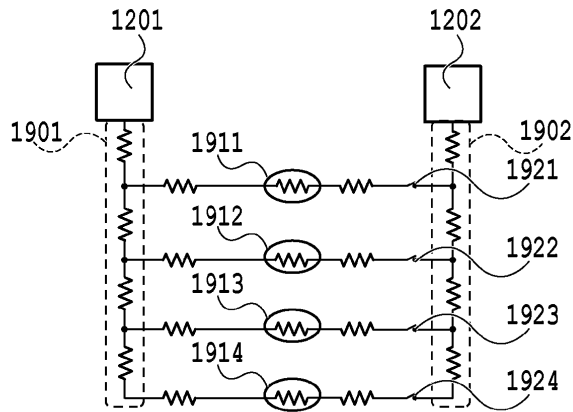


23/29

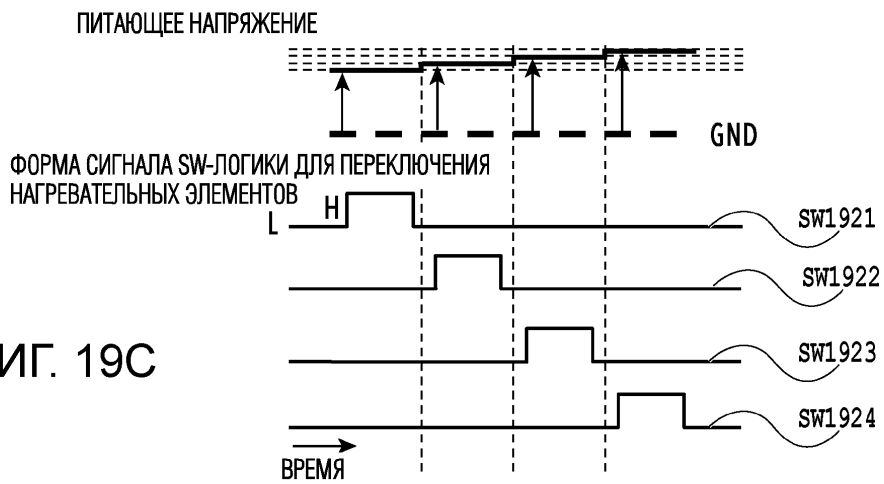
ФИГ. 19А



ФИГ. 19В

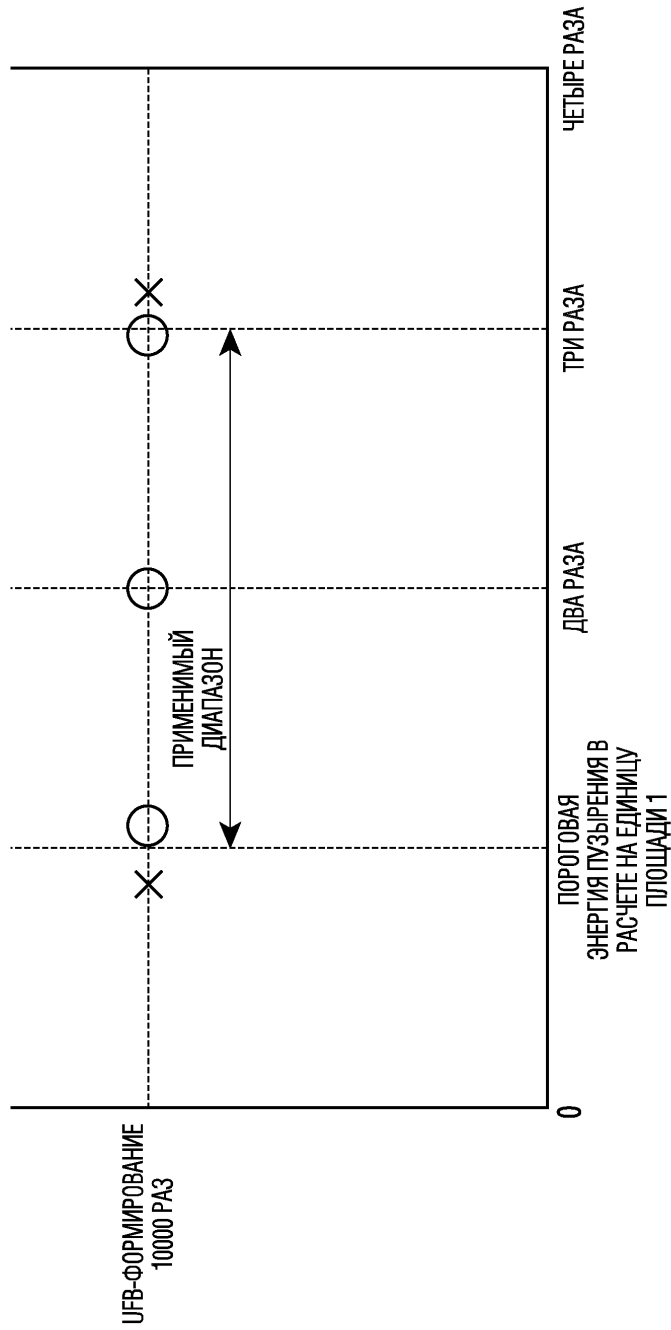


ФИГ. 19С



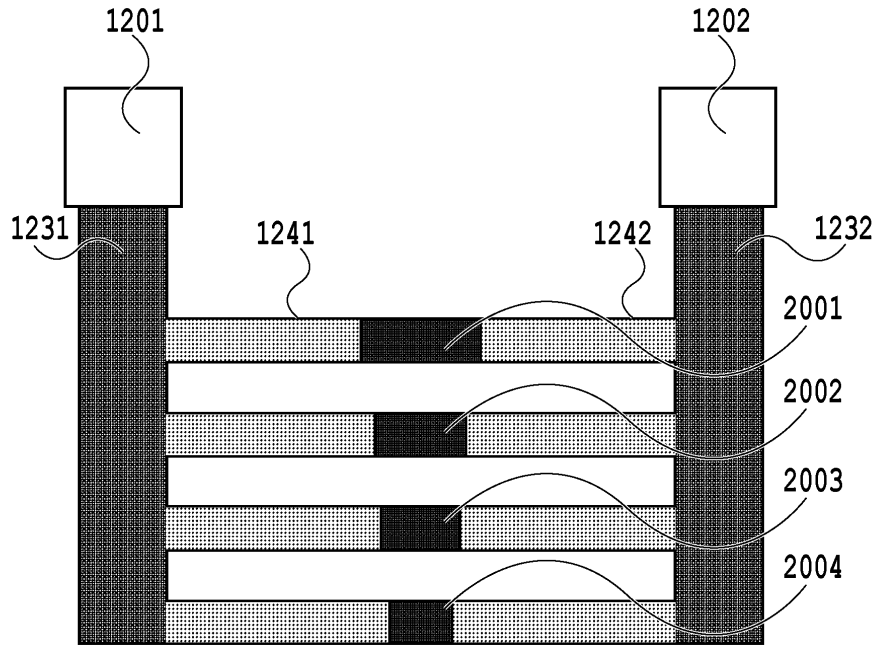
○ УФБ-ФОРМИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНО
 × УФБ-ФОРМИРОВАНИЕ НЕВОЗМОЖНО

В СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ФОРМА И СОПРОТИВЛЕНИЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЯВЛЯЮТСЯ ОДНИМИ И ТЕМИ ЖЕ

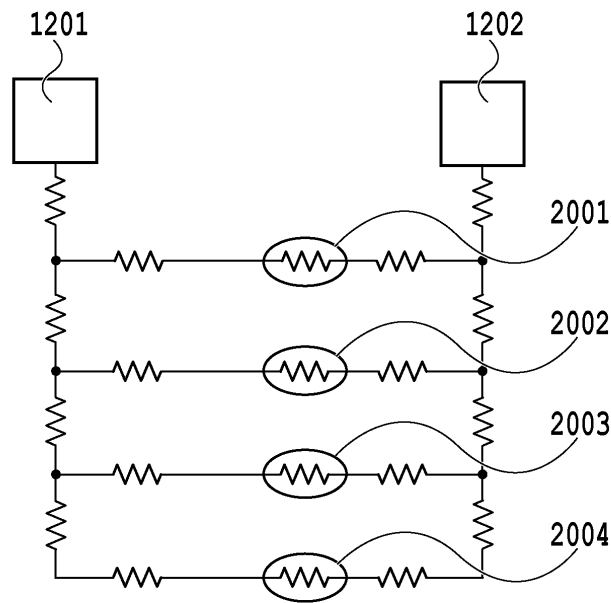


ФИГ. 20А

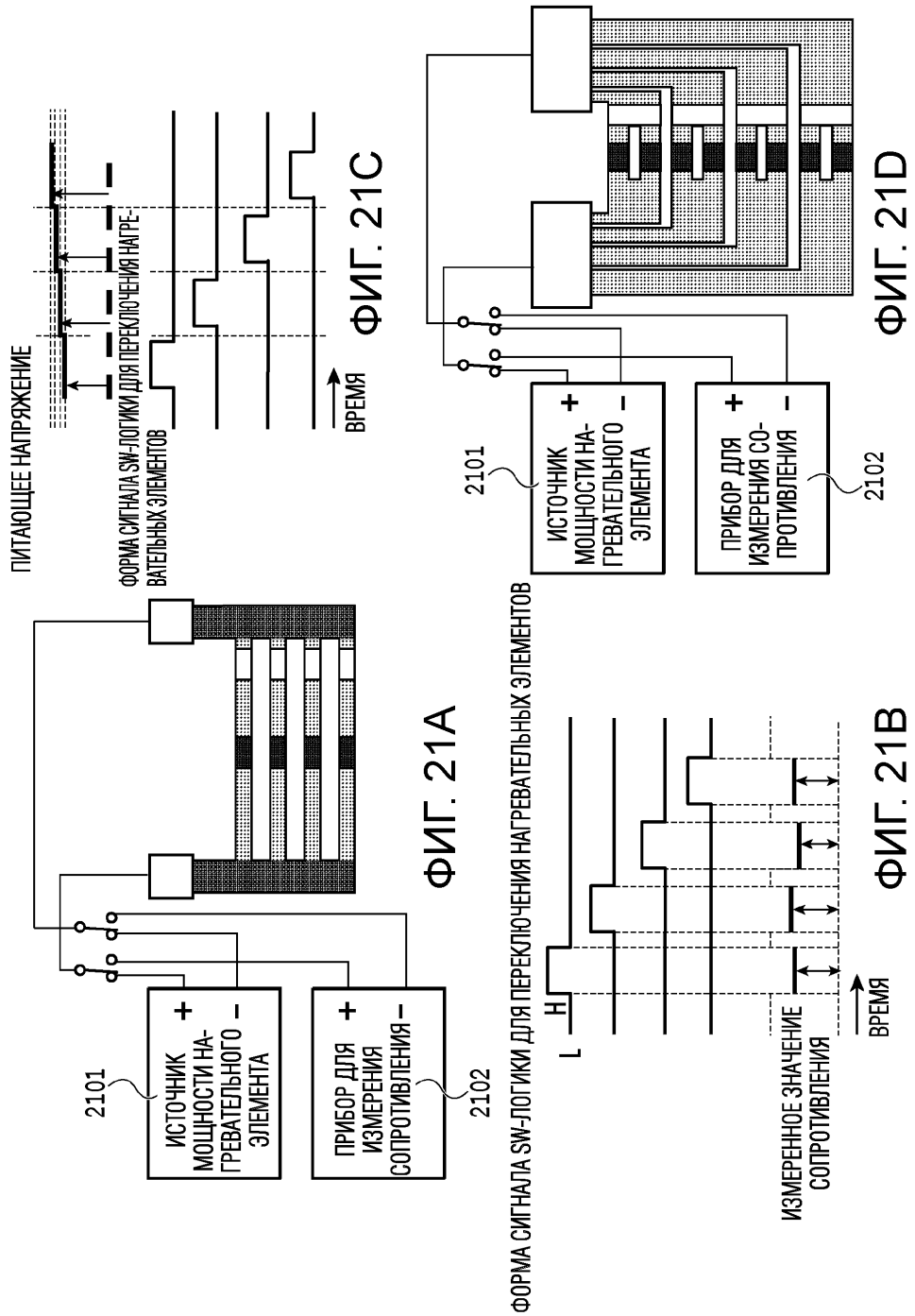
25/29



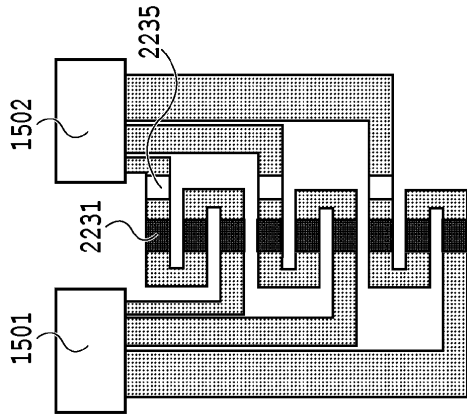
ФИГ. 20В



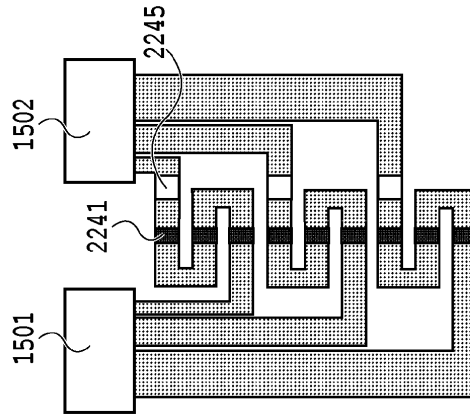
ФИГ. 20С



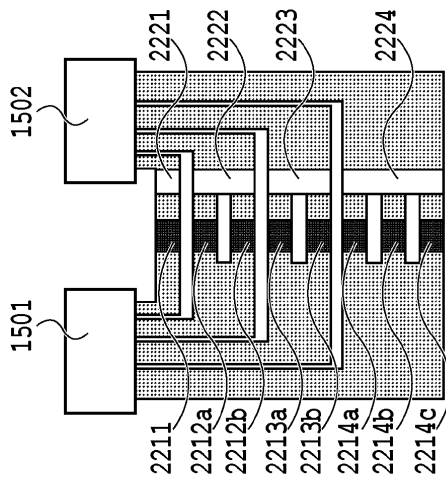
27/29



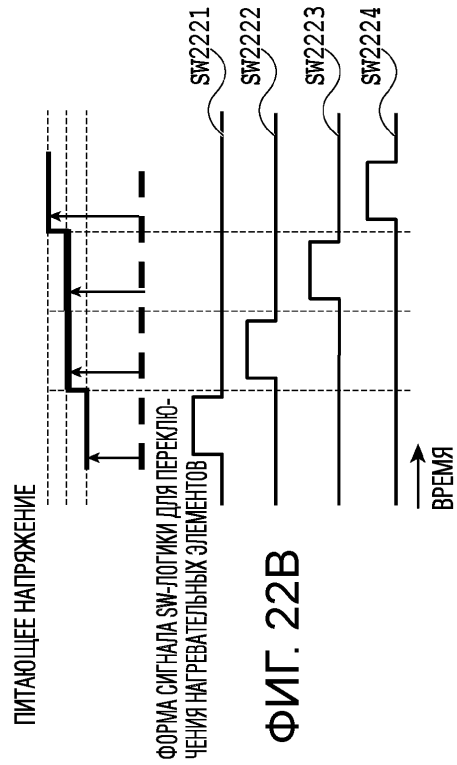
ФИГ. 22С



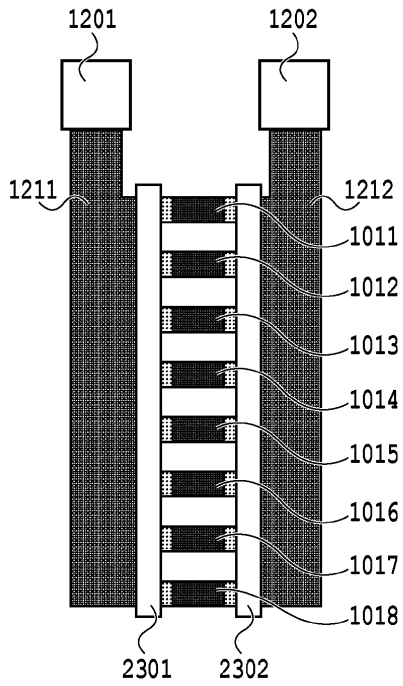
ФИГ. 22D



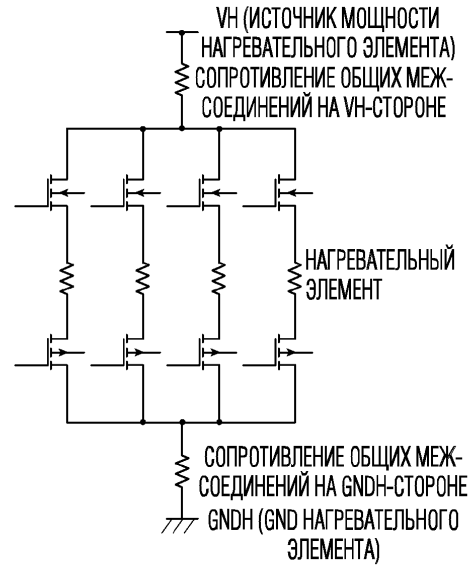
ФИГ. 22А



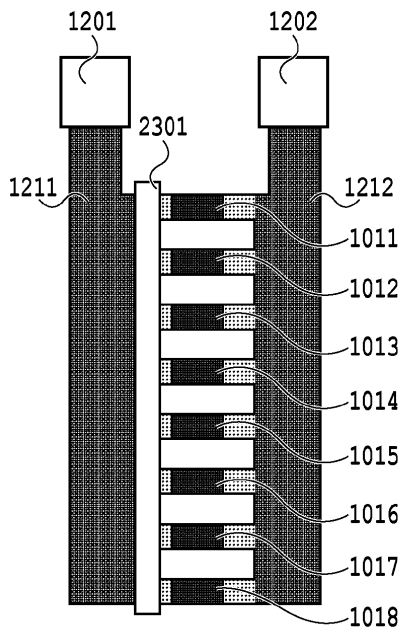
ФИГ. 22В



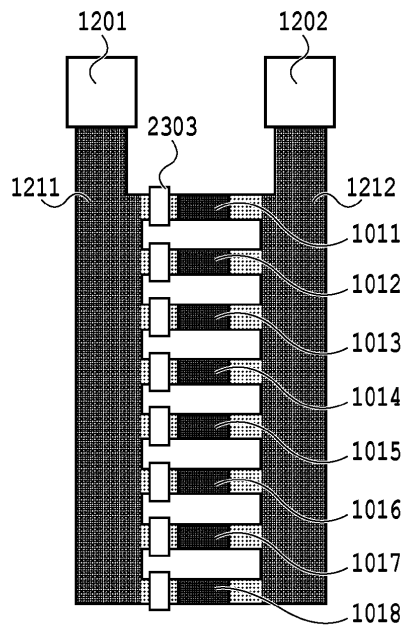
ФИГ. 23А



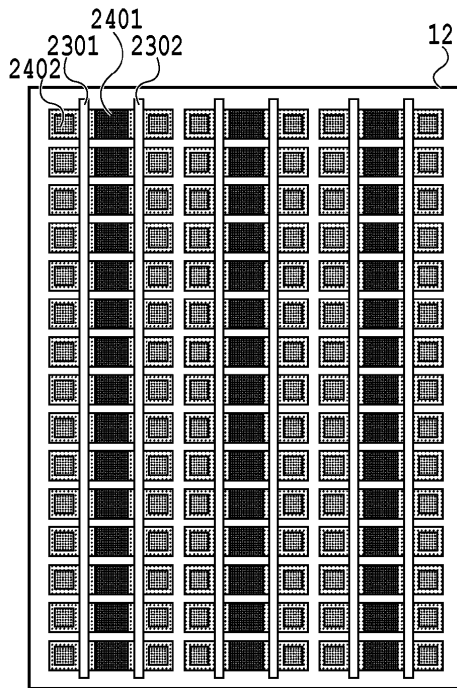
ФИГ. 23В



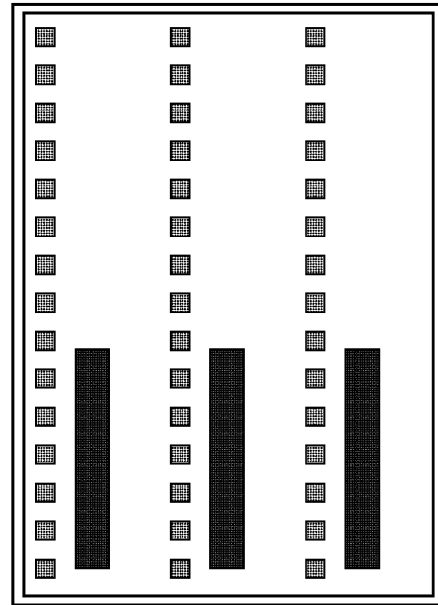
ФИГ. 23С



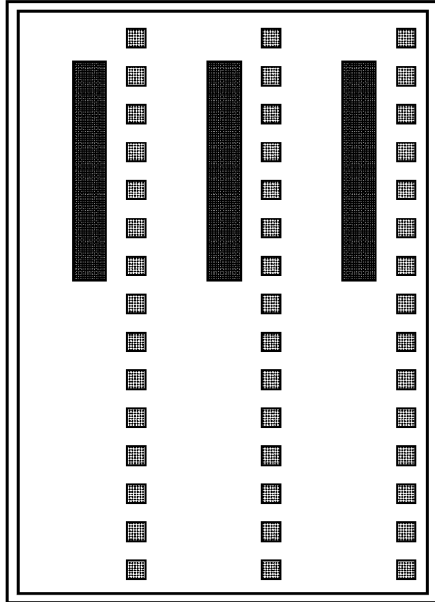
ФИГ. 23D



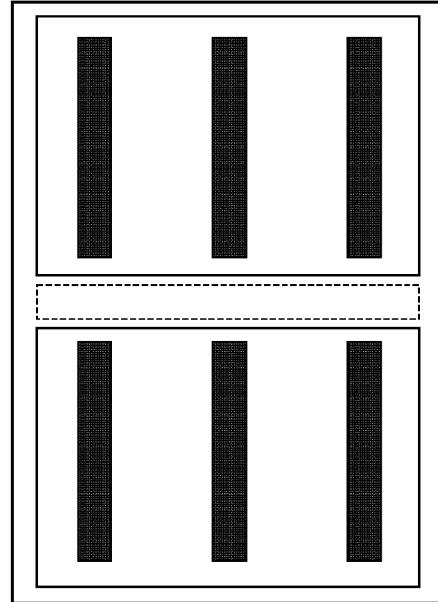
ФИГ. 24А



ФИГ. 24С



ФИГ. 24В



ФИГ. 24D