



(51) МПК  
*B32B 41/00* (2006.01)  
*G01N 21/75* (2006.01)  
*D21B 1/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*B32B 41/00* (2006.01); *G01N 21/75* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2015122164, 10.06.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 10.06.2015

Дата регистрации:  
 11.10.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
 23.06.2014 US 14/311,970

(43) Дата публикации заявки: 10.01.2017 Бюл. № 1

(45) Опубликовано: 11.10.2018 Бюл. № 29

Адрес для переписки:  
 119019, Москва, Гоголевский бульвар, дом 11,  
 "Гоулингз Интернэшнл Инк.", Т.Н. Лыу

(72) Автор(ы):

**БИЧНЕР Джеймс Р. (US),**  
**ЧЖОУ Цзин (US),**  
**КАНУНГО Мандакини (US),**  
**ДЖИА Нэнси И. (US),**  
**МАККОНВИЛЛ Пол Дж. (US),**  
**ХУН Вэй (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**Зирокс Корпорейшн (US)**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 5614933 A1, 25.03.1997. US 5820284 A1, 13.10.1998. US 20020098124 A1, 25.07.2002. US 6723500 B2, 20.04.2004. US 20040086424 A1, 06.05.2004. RU 2404062 C2, 20.11.2010.

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ СВЯЗАННЫХ ПОДЛОЖЕК

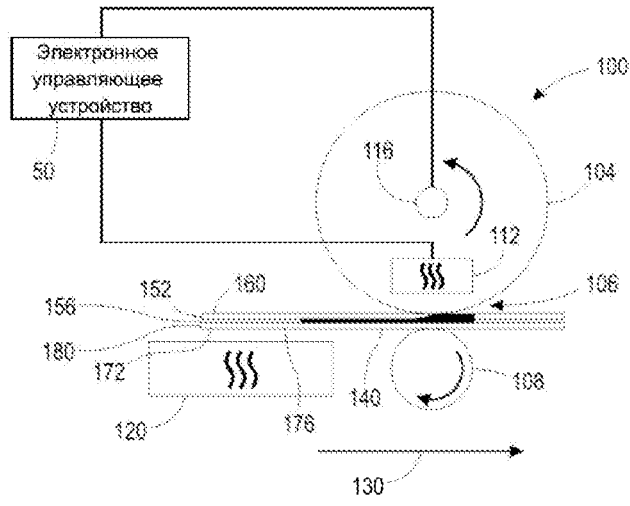
(57) Реферат:

Предложено устройство для связывания двух подложек, содержащее первый валик, второй валик, который формирует зазор с первым валиком, транспортер для подложки, выполненный с возможностью одновременного перемещения первой подложки и второй подложки через зазор, и электронное управляющее устройство. Электронное управляющее устройство управляет транспортером для одновременного перемещения

первой подложки и второй подложки через зазор с шаблоном гидрофобного материала, расположенным на первой стороне первой подложки, взаимодействующей с первой стороной второй подложки. Первая подложка взаимодействует с первым валиком, который имеет более высокую температуру, чем второй валик, и гидрофобный материал проникает в первую и вторую подложки для связывания подложек вместе. 3 н. и 12 з.п. ф-лы, 7 ил.

RU 2 669 455 C 2

RU 2 669 455 C 2



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*B32B 41/00* (2006.01)  
*G01N 21/75* (2006.01)  
*D21B 1/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*B32B 41/00* (2006.01); *G01N 21/75* (2006.01)

(21)(22) Application: **2015122164, 10.06.2015**

(24) Effective date for property rights:  
**10.06.2015**

Registration date:  
**11.10.2018**

Priority:

(30) Convention priority:  
**23.06.2014 US 14/311,970**

(43) Application published: **10.01.2017 Bull. № 1**

(45) Date of publication: **11.10.2018 Bull. № 29**

Mail address:  
**119019, Moskva, Gogolevskij bulvar, dom 11,  
"Goulingz Interneshnl Ink.", T.N. Lyu**

(72) Inventor(s):

**BICHNER Dzhejms R. (US),  
CHZHOU Tszin (US),  
KANUNGO Mandakini (US),  
DZHIA Nensi I. (US),  
MAKKONVILL Pol Dzh. (US),  
KHUN Vej (US)**

(73) Proprietor(s):

**Ziroks Korporejshn (US)**

(54) **SYSTEM AND METHOD FOR FORMING BOUND SUBSTRATES**

(57) Abstract:

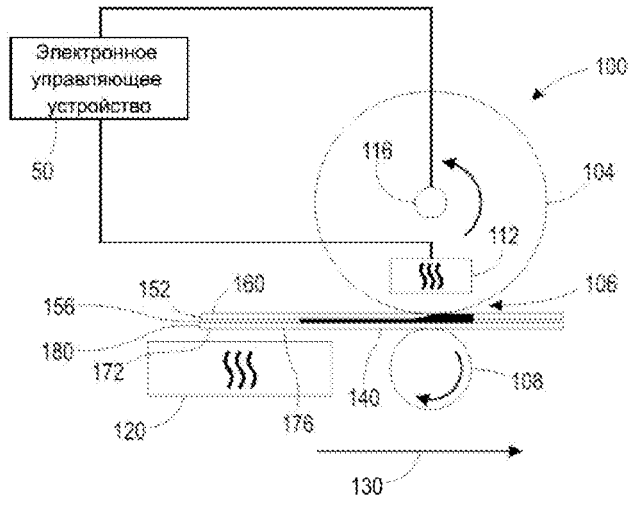
FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: disclosed is a device for binding two substrates comprising a first roller, a second roller, which forms a gap with the first roller, a substrate carrier configured to simultaneously move the first substrate and the second substrate through the gap, and an electronic control device. Electronic control device controls the carrier for simultaneously moving the first substrate and the second substrate through the gap with

a hydrophobic material pattern located on the first side of the first substrate interacting with the first side of the second substrate. First substrate interacts with the first roller which has a higher temperature than the second roller, and the hydrophobic material penetrates the first and second substrates to bond the substrates together.

EFFECT: system and method of forming bound substrates are disclosed.

15 cl, 7 dwg



ФИГ. 1

RU 2 6 6 9 4 5 5 C 2

RU 2 6 6 9 4 5 5 C 2

## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Настоящее изобретение в целом относится к системам и способам для связывания подложек вместе и, более конкретно, к системам и способам для связывания вместе слоев бумажных подложек для формирования многослойного устройства для химического анализа или биомедицинского прибора для испытаний.

## УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] Устройства для химического анализа на основе бумаги содержат бумажную подложку, воск, который формирует каналы для текучей среды и другие структуры для текучей среды в бумаге, и один или большее количество реагентов. Общие примеры бумажных устройств для химического анализа включают биомедицинские приборы для испытаний, которые выполнены из бумаги и позволяют выполнять биохимический анализ и диагностику испытательных текучих сред, таких как кровь, моча и слюна.

Устройства являются компактными, имеют небольшой вес и низкую стоимость, а также могут найти потенциальное применение в качестве диагностических устройств в областях здравоохранения, вооруженных сил и национальной безопасности, для примера.

[0003] Множество бумажных диагностических устройств сформированы из многочисленных слоев бумаги, в которую внедрены химические реагенты и гидрофобные материалы, такие как воск или чернила с фазовым переходом, которые формируют каналы для направления диффузии биологической текучей среды сквозь пористую бумагу в направлении одного или большего количества участков, в которых химические реагенты реагируют с биологической текучей средой для осуществления пробирного анализа. Выровненные должным образом, множество слоев бумаги обеспечивают возможность создания объемных путей для достижения текучей средой испытательных участков в датчике, что позволяет сформировать повышенное количество

испытательных участков для различных анализов в устройстве данного размера по сравнению с двумерным расположением в одиночном слое бумаги. Кроме того, некоторые химикаты в приборе для испытаний могут реагировать с воздухом или другими экологическими загрязняющими веществами. Множество слоев бумаги с дополнительным покрытием из воска или другого гидрофобного материала изолируют части прибора для испытаний от окружающей среды для предотвращения загрязнения.

[0004] В существующих биомедицинских устройствах, которые сформированы множеством слоев бумаги или другой подложки, использованы адгезионные слои, вставленные между подложками для адгезивного соединения с множеством слоев подложки. Например, на фиг. 6 показано покомпонентное изображение множества бумажных слоев 504A-504D, которые связаны вместе посредством множества соответствующих слоев 508A-508C клеевой пленки. Каждый слой клеевой пленки, например, представляет собой двустороннюю адгезионную ленту. Слои клеевой пленки содержат отверстия, каналы и другие перфорационные элементы, которые обеспечивают возможность протекания жидкости от одного слоя подложки сквозь адгезионный материал для достижения другого слоя подложки. Например, текучая среда, размещенная в области 520 в слое 504A, проходит через соответствующее отверстие 524 в адгезионном слое 508A для достижения соответствующей области 528 канала для текучей среды в слое 504B подложки.

[0005] Отдельные адгезионные слои, которые используются в известном биомедицинском устройстве, имеют недостатки, проявляющиеся во время процесса их изготовления и во время их использования. Во время изготовления адгезионные слои должны быть сформированы с отверстиями, которые соответствуют размеру, форме и положению отверстий в двух слоях подложки, окружающих адгезив. Формирование

отверстий и выравнивание слоев подложки с адгезионным слоем повышает сложность процесса изготовления. Во время использования биомедицинский датчик принимает различные биологические текучие среды. В некоторых случаях биологические текучие среды химически реагируют с адгезионным материалом в адгезионных слоях. Реакции между текучей средой и адгезивом могут загрязнять биомедицинский датчик и снижать точность результатов пробирного анализа. Следовательно, имеется потребность в усовершенствовании способа изготовления и структуры многослойных биомедицинских датчиков и других многослойных устройств.

#### РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0006] Согласно одному варианту реализации разработано устройство, которое связывает первую подложку с второй подложкой. Устройство содержит первый валик, второй валик, выполненный с возможностью взаимодействия с первым валиком с формированием зазора, первый нагреватель, функционально связанный с первым валиком и выполненный с возможностью нагревания первого валика до первой температуры, которая больше чем вторая температура второго валика, транспортер для подложки, выполненный с возможностью перемещения первой подложки и второй подложки одновременно через зазор, и электронное управляющее устройство, функционально связанное с первым нагревателем и транспортером для подложки. Электронное управляющее устройство выполнено с возможностью активации первого нагревателя для нагревания первого валика до первой температуры и управления транспортером для подложки для перемещения первой подложки и второй подложки через зазор с заданным шаблоном гидрофобного материала на первой стороне первой подложки, которая взаимодействует с первой стороной второй подложки, причём вторая сторона первой подложки взаимодействует с вторым валиком, и вторая сторона второй подложки взаимодействует с первым валиком для обеспечения возможности связывания первой подложки с второй подложкой посредством гидрофобного материала в заданном шаблоне.

[0007] Согласно другому варианту реализации разработан способ связывания первой подложки с второй подложкой. Способ включает этапы, согласно которым: активируют посредством электронного управляющего устройства первый нагреватель для нагревания первого валика до первой температуры, обеспечивают посредством электронного управляющего устройства взаимодействие второго валика с первым валиком с формированием зазора, причём второй валик имеет вторую температуру, которая ниже первой температуры, и управляют посредством электронного управляющего устройства транспортером для подложки для перемещения первой подложки и второй подложки через зазор с заданным печатным шаблоном из гидрофобного материала на первой стороне первой подложки, взаимодействующей с первой стороной второй подложки, причём вторая сторона первой подложки взаимодействует с вторым валиком, и вторая сторона второй подложки взаимодействует с первым валиком для обеспечения возможности связывания первой подложки с второй подложкой посредством гидрофобного материала в заданном печатном шаблоне.

[0008] Согласно другому варианту реализации разработано многослойное устройство для химического анализа, выполненное с возможностью направления диффузии текучей среды. Датчик содержит первую подложку, содержащую первую сторону с заданным участком, выполненным с возможностью приема биологической пробы текучей среды, вторую подложку с первой стороной, которая взаимодействует со второй стороной первой подложки для приема текучей среды от биологической пробы текучей среды, которая диффундирует сквозь первую подложку, и гидрофобный материал, который

проникает сквозь первую подложку и вторую подложку для связывания первой подложки с второй подложкой.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

5 [0009] Вышеуказанные аспекты и другие особенности устройства, которое управляет связыванием подложек, описаны ниже в соединении с сопроводительными чертежами.

[0010] На фиг. 1 показана схема устройства, выполненного с возможностью связывания вместе двух подложек с гидрофобным материалом, нанесенным на одну из подложек.

10 [0011] На фиг. 2 показана схема распространения гидрофобного материала в жидкой фазе во время связывания вместе двух подложек в зазоре устройства, показанного на фиг. 1.

15 [0012] На фиг. 3А показано покомпонентное изображение многослойного биомедицинского прибора для испытаний, который включает множество подложек, связанных вместе, с гидрофобным материалом, сформированным на поверхности подложек.

[0013] На фиг. 3В показана схема изготовления многослойного биомедицинского прибора для испытаний из множества отдельных бумажных подложек, покрытых гидрофобным материалом, для связывания подложек и для формирования каналов, которые управляют диффузией текучей среды сквозь бумажные подложки.

20 [0014] На фиг. 4 показана блок-схема способа связывания вместе множества подложек с использованием гидрофобного материала.

[0015] На фиг. 5 показана схема проникновения гидрофобного материала к первой подложке после удаления другой подложки, которая связана с первой подложкой.

25 [0016] На фиг. 6 показано покомпонентное изображение известного многослойного биомедицинского прибора для испытаний, показывающее слои, связанные вместе посредством промежуточных адгезионных слоев.

#### ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

30 [0017] Для общего понимания условий применения системы и способа, описанных в настоящей заявке, а также подробностей указанных системы и способа к настоящей заявке приложены сопроводительные чертежи. На чертежах подобные позиционные номера использованы по всему описанию для обозначения подобных элементов. Используемый в настоящей заявке термин "принтер" охватывает любое устройство, которое изготавливает с использованием смол или пигментов изображения на носителях, такое как цифровые копировальные устройства, книгопечатные машины, фототелеграфные аппараты, многофункциональные машины или тому подобное. В 35 приведенном ниже описании принтер дополнительно выполнен с возможностью нанесения расплавленного воска, чернил с фазовым переходом или другого гидрофобного материала на пористую подложку, такую как бумага. Принтер дополнительно выполнен с возможностью приложения температурного градиента и 40 давления к подложке, в которой распространяется гидрофобный материал, и обеспечивает возможность проникновения гидрофобного материала в пористую подложку для формирования гидрофобных структур, включая каналы и барьеры, которые управляют капиллярным течением жидкостей, включая воду, сквозь подложку.

45 [0018] Используемые в настоящей заявке термины "гидрофильный материал" и "гидрофильная подложка" относятся к материалам, которые абсорбируют воду и обеспечивают возможность диффузии воды сквозь материал за счет капиллярного действия. Одним наиболее общим примером гидрофильной подложки является бумага, такая как целлюлозная фильтровальная бумага, хроматографическая бумага или бумага

любого другого подходящего типа. Гидрофильные подложки формируют из пористых материалов, которые обеспечивают возможность распространения в подложке воды и других биологических текучих сред, которые включают воду, таких как кровь, моча, слюна и другие биологические текучие среды. Как описано ниже, гидрофобный материал  
5 встроен в гидрофильную подложку для формирования каналов и других структур, которые управляют диффузией текучей среды сквозь гидрофильную подложку.

[0019] Используемый в настоящей заявке термин "гидрофобный материал" относится к любому материалу, который препятствует адгезии воды и по существу является непроницаемым для воды, распространяющейся по капиллярам. Встроенный в пористую  
10 подложку, такую как бумагу, гидрофобный материал действует в качестве барьера для предотвращения диффузии воды сквозь части подложки, которые содержат гидрофобный материал. Гидрофобный материал также действует в качестве барьера в отношении многих текучих сред, которые включают воду, такую как кровь, моча, слюна и другие биологические текучие среды. Как описано ниже, гидрофобный материал  
15 встроен в пористую подложку для формирования гидрофобных структур, которые помимо прочего включают барьеры для текучей среды, стенки каналов для текучей среды и другие элементы, которые управляют капиллярной диффузией жидкости сквозь подложку. Согласно одному варианту реализации подложка также содержит биохимические реагенты, которые используются для исследования различных свойств  
20 образцов текучей среды. Гидрофобный материал формирует каналы для направления текучей среды к различным областям в подложке, которые содержат порции химических реагентов. Гидрофобный материал также по существу является химически инертным по отношению к текучим средам в канале для уменьшения или исключения химических реакций между гидрофобным материалом и текучими средами. Одиночный образец  
25 текучей среды диффундирует через каналы в подложке для реагирования с различными реагентами в различных областях подложки для создания простого и недорогого устройства для осуществления многократных биохимических испытаний с использованием одиночного образца текучей среды.

[0020] Используемый в настоящей заявке термин "материал с фазовым переходом"  
30 относится к форме гидрофобного материала, находящегося в твердой фазе при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении (например, при температуре 20°C и давлении 1 атм) и в жидкой фазе при повышенных уровнях температуры и/или давления. Примеры материалов с фазовым переходом, используемых в настоящей заявке, включают воск и чернила с фазовым переходом. Используемый в  
35 настоящей заявке термин "чернила с фазовым переходом" относится к типу гидрофобного материала с фазовым переходом в форме чернил, которые по существу являются твердыми при комнатной температуре, но размягчаются и превращаются в жидкость при повышенных температурах. Некоторые струйные принтеры выбрасывают превращенные в жидкость капли чернил с фазовым переходом на поверхности,  
40 принимающие непрямо изображение, такие как вращающийся барабан или кольцевая лента, для формирования скрытого чернильного изображения. Скрытое чернильное изображение передается подложке, такой как бумажный лист. Другие струйные принтеры выбрасывают капли чернил непосредственно на запечатываемый материал, такой как бумажный лист или удлинённый рулон бумаги. В жидком состоянии материал  
45 с фазовым переходом может проникать в пористую подложку, такую как бумага. Примеры чернил с фазовым переходом, которые являются подходящими для использования при формировании каналов для текучей среды и других гидрофобных структур в гидрофильных подложках, включают твердые чернила, которые имеются

в продаже в компании Xerox Corporation, г. Норуолк, штат Коннектикут.

[0021] Как описано ниже, две подложки проходят через зазор между двумя валиками, которые прикладывают температурный градиент и давление к гидрофобному материалу с фазовым переходом. Материал с фазовым переходом переходит в жидкую фазу и проникает сквозь обе подложки. Затем материал с фазовым переходом охлаждается и отверждается для связывания указанных двух подложек вместе. Материалы с фазовым переходом согласно вариантам реализации, описанным в настоящей заявке для использования с биологическими датчиками, также являются гидрофобными материалами, которые образуют барьер, препятствующий диффузии воды и других биологических текучих сред сквозь подложку. Материалы с фазовым переходом также по существу являются химически инертными по отношению к биологическим текучим средам в биологических датчиках согласно различным вариантам реализации. Однако, согласно другим вариантам реализации материал с фазовым переходом, который связывает две подложки вместе, не обязательно является гидрофобным материалом.

[0022] Используемый в настоящей заявке термин "время прогрева" относится к интервалу времени, в течение которого данная часть двух или большего количества подложек находится в зазоре, сформированном между двумя валиками, для приема тепла и давления, которые способствуют связыванию подложек. Указанное время прогрева зависит от площади поверхностей валиков, которые формируют зазор, и линейной скорости подложки, перемещающейся через зазор. Время прогрева выбирают для обеспечения возможности проникновения материала с фазовым переходом сквозь подложку для связывания подложек. Выбранное время прогрева может изменяться на основании толщины и пористости подложек, температурного градиента в зазоре, давления в зазоре и вязкостных характеристик материала с фазовым переходом, который связывает подложки. Большие валики обычно формируют зазор с большей площадью поверхности. Таким образом, устройства для связывания согласно различным вариантам реализации, содержащие валики с большими диаметрами, работают с повышенной линейной скоростью для достижения того же самого времени прогрева, как и в других устройствах с валиками, имеющими небольшой диаметр.

[0023] В известном струйном принтере чернила с фазовым переходом передаются одной стороне подложки, в качестве варианта, для передачи различных изображений с использованием чернил с фазовым переходом двум сторонам подложки в операции двусторонней печати. Принтер распространяет капли чернил с фазовым переходом на поверхность подложки, и изображение с использованием чернил с фазовым переходом охлаждается и отверждается на поверхности запечатываемого материала для формирования печатаемого изображения. Однако в описанных ниже вариантах реализации применяют нагрев и давление к чернилам с фазовым переходом или другому гидрофобному материалу с фазовым переходом на поверхности подложки для обеспечения возможности проникновения материала с фазовым переходом сквозь пористый материал в подложку для формирования объемного барьера, проходящего сквозь толщину подложки, который управляет диффузией текучих сред сквозь подложку.

[0024] На фиг. 1 показано устройство 100 для применения нагрева и давления к двум подложкам, таким два листа бумаги, для обеспечения возможности протекания гидрофобного материала, сформированного на одной из подложек, в пористый материал обеих подложек и связывания указанных подложек вместе. Согласно некоторым вариантам реализации устройство 100 встроено в струйную печатающую систему.

[0025] Как показано на фиг. 1, устройство 100 содержит первый валик 104, второй валик 108, нагреватель 112 валика, вращающийся исполнительно-приводной механизм

116, нагреватель 120 подложки и электронное управляющее устройство 50. Первый валик 104 и второй валик 108 взаимодействуют друг с другом в зазоре 106. В устройстве 100 механические, пневматические или гидравлические исполнительно-приводные механизмы удерживают валики 104 и 108 вместе с формированием зазора 106 с изменяющимися уровнями давления для приложения давления к одной или большему количеству подложек, которые проходят через зазор 106. Согласно некоторым вариантам реализации исполнительно-приводные механизмы также вводят валики 104 и 108 во взаимодействие с формированием зазора 106 или выводят их из взаимодействия. Вращающийся исполнительно-приводной механизм 116 является, например, электродвигателем, который вращает первый валик 104 со скоростью в диапазоне выбранных скоростей. Второй валик 108 вращается в ответ на перемещение первого валика 104 при взаимодействии с первым валиком 104.

[0026] В устройстве 100 транспортер для подложки перемещает подложку в направлении, указанном стрелкой 130, для перемещения подложки через зазор 106. Транспортер для подложки содержит один или большее количество исполнительно-приводных механизмов, ремней, валиков и других транспортных устройства, которые перемещают подложку через зазор синхронно с перемещением валиков 104 и 108. Первый валик 104 и второй валик 108 являются частью транспортирующей системы для подложки, которая перемещает подложку через зазор 106. Согласно одному варианту реализации, в котором устройство 100 встроено в струйный принтер, система для транспортировки подложки в принтере транспортирует подложку. Некоторые струйные принтеры содержат двойной транспортер для подложки, который перемещает подложку через зазор 106 для приема гидрофобного материала на одну сторону подложки от первого валика 104 и возвращает подложку через зазор 106 для взаимодействия стороны, на которую принят гидрофобный материал, с вторым валиком 108.

[0027] Устройство 100 содержит нагреватель 112 валика, который нагревает поверхность валика 104 до диапазона повышенных температур. Как описано ниже, нагреватель 112 нагревает валик 104 до различных температур поверхности валика 104 для обеспечения возможности проникновения гидрофобного материала сквозь подложку и для передачи скрытых изображений, сформированных из гидрофобного материала, на поверхность подложки согласно дополнительному варианту реализации струйного принтера. Нагреватель 120 подложки является другим нагревателем, который расположен вдоль пути перемещения подложки на транспортере для подложки перед зазором 106. Нагреватель 120 повышает температуру подложки до заданной температуры, когда подложка проходит через зазор 106. Согласно одному варианту реализации нагреватель 120 нагревает подложку до температуры 60°C, когда подложка приближается к зазору 106. Нагреватель 112 валика и нагреватель 120 подложки выполнены в форме электрических лучистых нагревателей в устройстве 100.

[0028] В устройстве 100 электронное управляющее устройство 50 является, например, автономным выделенным цифровым вычислительным устройством, содержащим центральный процессор (CPU) и цифровое запоминающее устройство. Электронное управляющее устройство 50 функционально связано с исполнительно-приводным механизмом 116 и нагревателем 112 помимо других компонентов в устройстве 100. При использовании электронное управляющее устройство 50 принимает цифровые данные изображения, соответствующие шаблонам гидрофобного материала, которые сформированы на сторонах одной или большего количества подложек. Гидрофобный материал формирует барьеры и каналы для текучей среды, которые управляют

диффузией текучей среды образцов сквозь гидрофильные подложки, такие как бумага. Кроме того, области гидрофобного материала покрывают стороны подложки для изоляции подложки или других слоев подложки от загрязнения в пакетированном многослойном устройстве.

5 [0029] Электронное управляющее устройство 50 может быть оснащено процессором общего назначения или специализированным программируемым процессором, которые выполняют программные команды для управления работой одного или большего количества компонентов в устройстве 100. Команды и данные, необходимые для осуществления программных функций, сохранены в запоминающем устройстве, которое  
10 связано с процессорами или электронными управляющими устройствами. Эти компоненты в электронном управляющем устройстве 50 размещены на печатной монтажной плате или реализованы в форме прикладной специализированной интегральной схемы (ASIC). Каждая из схем может быть оснащена отдельным процессором, или множество схем могут использовать один и тот же процессор. В  
15 дополнительных конфигурациях схемы оснащены дискретными компонентами или цепями, выполненными в форме больших интегрированных схем (VLSI). Кроме того, описанные в настоящей заявке схемы могут быть реализованы с использованием комбинации процессоров, программируемых пользователем логических матриц (FPGA), прикладных специализированных интегральных схем (ASIC) или дискретных  
20 компонентов.

[0030] На фиг. 3А показан пример печатных гидрофобных слоев, которые сформированы на различных слоях подложки в многослойном устройстве для химического анализа. Согласно одному варианту реализации, показанному на фиг. 3А, устройство для химического анализа реализовано в форме биомедицинского  
25 испытательного устройства 350, которое содержит область для размещения химического реагента и каналы для текучей среды, сформированные из гидрофобного материала, для направления текучей среды к различным областям, в которых химические реагенты реагируют с текучей средой. Устройство 350 содержит подложку с четырьмя слоями 354, 358, 362 и 366. Слой 354 представляет собой входной слой и содержит область 355,  
30 сформированную посредством устройства 100 из гидрофобного материала, и область 356 для размещения пробы, которая сформирована из чистой бумажной подложки и на которую наносят капли биомедицинской текучей среды. Гидрофобный материал в области 355 изолирует биомедицинское устройство 350 с одной стороны и управляет диффузией биомедицинских текучих сред, которые размещены в области 356 для  
35 размещения пробы. Устройство 100 наносит различные печатные конфигурации гидрофобного материала на слои 358, 362 и 366, как показано на фиг. 3. Слои 358 и 362 формируют промежуточные каналы для текучей среды, которые направляют текучую среду от слоя 352 к различным испытательным областям в слое 366. Например, испытательный участок 368 содержит химический реагент, который используют для  
40 определения содержания белка в пробе крови, и испытательный участок 370 содержит химический реагент, который используют для определения содержания глюкозы в пробе крови. Печатная конфигурация на слое 366 подложки формирует барьеры, препятствующие диффузии текучей среды между испытательными участками, и обеспечивает возможность соединения слоев 366 и 364 подложки.

45 [0031] На фиг. 1 показано устройство 100 в рабочем режиме, в котором подложка 152, на одной стороне 156 которой уже размещен гидрофобный материал 140, проходит вместе с другой подложкой 172 через зазор 106, в котором давление и температурный градиент применены к подложкам 152 и 172 для обеспечения возможности превращения

гидрофобного материала 140 в жидкость в зазоре 106 и соединения подложек 152 и 172 вместе. Подложки 152 и 172 перемещают через зазор 106, причём сторона 160 подложки 152 взаимодействует с валиком 104, сторона 156, несущая на себе печатный шаблон 140, взаимодействует с одной стороной 180 подложки 172, и другая сторона 176 подложки 172 взаимодействует с вторым валиком 108. Согласно одному варианту реализации, как показано на фиг. 1, транспортер для подложки выравнивает обе подложки 152 и 172 вдоль краев листов подложки способом, которым выравнивают два листа бумаги вдоль общих краев. Струйная печатающая система (не показана) или другое подходящее устройство формирует шаблоны с достаточной точностью для выравнивания соответствующих каналов для текучей среды и печатных областей гидрофобного материала между двумя листами носителей, когда листы носителей совмещены на краях и проходят через зазор 106.

[0032] Как показано на фиг. 1, нагреватель 112 нагревает поверхность первого валика 104 до температуры приблизительно 100°C. Поверхность второго валика 108 остается с пониженной температурой приблизительно 20-40°C. Для поддержания пониженной температуры во время работы исполнительно-приводной механизм (не показан) удаляет второй валик 108 из зазора 106 во время периодов работы, когда подложка не перемещается через зазор 106. В то время как второй валик 108 принимает некоторую тепловую энергию от первого валика 104, расстояние промежутка между вторым валиком 108 и первым валиком 104 обеспечивает возможность сохранения вторым валиком 108 более низкой температуры, чем температура первого валика 104, для формирования температурного градиента, когда подложка проходит через зазор 106. Согласно другим вариантам реализации, в которых используют гидрофобные чернила с фазовым переходом в качестве материала для связывания подложек, поверхность первого валика нагревают до повышенной температуры в диапазоне 65-140°C, не смотря на то, что другие диапазоны температур также могут быть подходящими для различных составов гидрофобного материала.

[0033] В устройстве 100 температура поверхности второго валика остается ниже, чем температура поверхности первого валика, для любой выбранной температуры в указанном диапазоне. Различные температуры поверхностей валиков 104 и 108 формируют температурный градиент в зазоре 106 при перемещении подложек 152 и 172 через зазор 106. Сторона 160 подложки 152 в зазоре 106 нагревается до более высокой температуры, чем сторона 176 подложки 172. Температурный градиент, сформированный в зазоре 106, обеспечивает возможность проникновения гидрофобного материала 140 в подложку 152 в направлении к имеющему более высокую температуру валику 104 в большей степени, чем проникновение гидрофобного материала 140 в подложку 172. Гидрофобный материал 140 проникает в обе подложки в достаточной степени для соединения подложек 152 и 172 вместе. Первый валик 104 и второй валик 108 также прилагают к подложке 152 и гидрофобному материалу 140 давление, равное давлению зазора, которое выбирают в диапазоне между 800 фунтов на кв. дюйм (5516 кПа) и 3000 фунтов на кв. дюйм (20684 кПа), согласно варианту реализации, показанному на фиг. 1.

[0034] При использовании исполнительно-приводной механизм 116 вращает первый валик 104 с заданной линейной скоростью для перемещения подложки 152 через зазор 106 со скоростью, которая обеспечивает достаточное время прогрева гидрофобного материала 140 для проникновения сквозь подложки 152 и 172. Линейную скорость выбирают для обеспечения возможности нахождения каждой части подложек 152 и 172 в зазоре 106 в течение заданного времени прогрева между 0,1 сек и 10 сек. Как

описано выше, размер и площадь поверхностей валиков 104 и 108 влияют на размер зазора, и электронное управляющее устройство 50 управляет исполнительно-приводным механизмом 116 для настройки линейной скорости первого валика 104 и второго валика 108 для достижения заданного времени прогрева, которое выбирают на основании

5 типов подложек и гидрофобного материала, который связывает подложки.

[0035] На фиг. 2 показано проникновение гидрофобного материала 140 в подложки 152 и 172 более подробно. Повышенная температура и давление в зазоре 106 вызывают оплавление отвержденного гидрофобного материала 140, и сжиженный гидрофобный материал распространяется в горизонтальном и вертикальном направлениях в пористом

10 материале подложек 152 и 172, как показано в области 212 в пористом материале подложек 152 и 172. Расстояние L распространения сжиженного гидрофобного материала может быть вычислено из уравнения Уошбурна:

$$L = \sqrt{\frac{\gamma Dt}{4\eta}},$$

15 где  $\gamma$  - поверхностное натяжение расплавленного гидрофобного материала 140, D - диаметр поры в подложках 152 и 172, t - время, в течение которого гидрофобный материал 140 остается сжиженным, и  $\eta$  - вязкость расплавленной гидрофобной жидкости. Поверхностное натяжение  $\gamma$  и вязкость  $\eta$  эмпирически определяются из свойств

20 гидрофобного материала 140. Диаметр D поры эмпирически определяется из типа бумаги или другого гидрофильного материала, из которого сформированы подложки 152 и 172. Подложки 152 и 172 имеют одинаковые диаметры D поры согласно варианту реализации, показанному на фиг. 2, однако это не является обязательным требованием.

[0036] Как указано выше в уравнении Уошбурна, расстояние L распространения

25 обратно пропорционально вязкости  $\eta$  гидрофобной жидкости. Устройство 100 выполнено с возможностью прямого или непрямого управления вязкостью  $\eta$  гидрофобного материала при перемещении гидрофобного материала и подложки сквозь температурный градиент, который сформирован в зазоре 106, и временем t прогрева. Гидрофобные материалы, такие как воск или чернила с фазовым переходом, переходят

30 в жидкое состояние с изменением уровня вязкости под действием температуры и давления, приложенных к гидрофобному материалу. Вязкость сжиженного гидрофобного материала обратно пропорциональна его температуре. Температурный градиент в зазоре способствует снижению вязкости гидрофобного материала в более высокотемпературной области рядом со стороной 160 подложки 152 и валиком 104 до

35 большей степени, чем на более холодной стороне 176 подложки 172 и рядом с более холодным валиком 108.

[0037] Известно, что давление, приложенное в зазоре 106, также уменьшает эффективную температуру плавления гидрофобного материала 140 таким образом, что температурные уровни, необходимые для плавления гидрофобного материала 140

40 в зазоре 106, ниже температуры плавления при нормальном атмосферном давлении. После выхода подложек 152 и 172 из зазора уровень давления быстро снижается, что обеспечивает возможность возвращения гидрофобного материала 140 в отвержденное состояние более быстрым и управляемым способом для соединения подложек 152 и 172. Линейная скорость подложек 152 и 172 в зазоре 106 также влияет на время, в течение

45 которого гидрофобный материал 140 находится в жидком состоянии.

[0038] Температурный градиент в зазоре 106 способствует анизотропному нагреванию расплавленного гидрофобного материала 140. Повышенная температура первого валика 104 на стороне 160 вызывает снижение вязкости  $\eta$  гидрофобного материала 140 рядом с имеющим повышенную температуру первым валиком 104 в большей степени,

чем вязкость гидрофобного материала 140 вблизи имеющего более низкую температуру второго валика 108. Таким образом, температурный градиент обеспечивает возможность протекания гидрофобного материала 140 в пористый материал подложки 152 в направлении стороны 160 на более длинное расстояние, чем протекание гидрофобного материала в подложку 172 в направлении стороны 176. Стрелка 220 в области 212 указывает более длинное расстояние протекания гидрофобного материала в направлении к имеющему более высокую температуру валику 104 в отличие от сравнительно более короткого расстояния протекания в направлении 228 в подложку 172 к имеющему более низкую температуру валику 108. Температурный градиент также уменьшает горизонтальный поток гидрофобного материала 140 вдоль подложек 152 и 172, как указано стрелками 224. Температурный градиент в зазоре 106 обеспечивает возможность перехода гидрофобного материала 140 в жидкую фазу и проникновения в обе подложки 152 и 172 для соединения подложек вместе. В примере, показанном на фиг. 2, гидрофобный материал 140 проникает сквозь подложку от стороны 152 к стороне 160. Проникновение гидрофобного материала обеспечивает возможность формирования гидрофобным материалом барьеров и каналов для текучей среды в подложке 156. Уменьшенное проникновение в подложку 172 препятствует блокированию или иному повреждению гидрофобным материалом 140 каналов для текучей среды, которые сформированы дополнительными слоями гидрофобного материала во второй подложке 172, но достаточная часть гидрофобного материала 140 проникает сквозь вторую подложку 172 для формирования фиксирующей связи между подложками 152 и 172.

[0039] На фиг. 3В показан способ связывания вместе множества слоев подложки устройства 350 с использованием устройства 100. Как показано на фиг. 3В, устройство 100 обеспечивает возможность прохождения подложек 354 и 358 через зазор для соединения слоев вместе и получения показанных на чертеже связанных слоев 360. Затем устройство 100 перемещает связанные слои 360 через зазор вместе со следующим слоем 362 для формирования трех связанных слоев 364, и устройство продолжает подобным способом связывать подложку 366 с тремя связанными слоями 364, которые формируют устройство 350. На фиг. 3В показано одиночное устройство 100, которое связывает вместе последовательные слои подложки для формирования устройства 350. В другом варианте реализации использованы множество наборов валиков, которые подобны устройству 100 для связывания множества слоев подложки вместе.

[0040] Как показано на фиг. 3В, по меньшей мере некоторые из слоев подложки содержат гидрофобный материал для формирования каналов для текучей среды через подложки в дополнение к гидрофобному материалу, который связывает множество слоев подложки вместе. Например, слой 358 подложки содержит каналы 359 для текучей среды, которые сформированы в толщине подложки. Во время первоначального процесса связывания подложек 354 и 358 в устройстве 100 имеющий более высокую температуру первый валик 104 взаимодействует с подложкой 358. Анизотропный температурный градиент в зазоре 106 обеспечивает возможность проникновения гидрофобного материала, размещенного на подложке 358, в подложку 358 для формирования каналов для текучей среды. Кроме того, часть гидрофобного материала проникает сквозь обе подложки 354 и 358 для связывания подложек вместе. Во время последующих операций связывания слоев 362 и 366 подложки пакет предварительно связанных слоев взаимодействует с имеющим более низкую температуру вторым валиком 108, в то время как дополнительный слой взаимодействует с имеющим более высокую температуру валиком 104 в устройстве 100. Каналы для текучей среды, которые формируются в предварительно связанных подложках, по существу не искажаются

последующими проходами через устройство 100, которое связывает дополнительные слои для формирования устройства 350.

[0041] На фиг. 4 показана блок-схема способа 400 связывания двух или большего количества подложек вместе с использованием гидрофобного материала. Способ 400 описан в соединении с устройством 100, показанным на фиг. 1 и 2, и биомедицинским прибором 350 для испытаний, показанным на фиг. 3А и 3В в иллюстративных целях.

[0042] Способ 400 начинается на этапе 408, на котором устройство 100 в качестве транспортера для подложки выравнивает печатную подложку с первой стороной второй подложки. В устройстве 100 указанные две подложки совмещены по меньшей мере вдоль двух перпендикулярных краев с использованием манипуляционных устройств для подложек, которые используются в известных печатающих устройствах. Выравнивание подложек вдоль края также обеспечивает выравнивание печатных шаблонов гидрофобного материала в различных слоях подложки относительно друг друга для формирования каналов для текучей среды, которые соединены вместе через множество слоев подложки.

[0043] Способ 400 продолжается на этапе 412, на котором устройство 100 обеспечивает возможность прохождения указанных двух подложек через зазор 106, причём вторая сторона первой подложки взаимодействует с первым валиком, имеющим более высокую температуру, и вторая сторона второй подложки, взаимодействует с вторым валиком, имеющим более низкую температуру. Гидрофобный материал превращается в жидкость в зазоре и связывает указанные две подложки вместе. На фиг. 1 и 2 показан процесс связывания более подробно. Как описано выше, температурный градиент в зазоре, направленный от имеющего более высокую температуру первого валика к имеющему более низкую температуру второму валику, обеспечивает возможность проникновения сжиженного гидрофобного материала сквозь первую подложку в большей степени, чем сквозь вторую подложку.

[0044] Способ 400 продолжается на этапе 416 для любых дополнительных подложек, которые используются для формирования устройства. Во время реализации способа 400 на этапе 424 предварительно связанные подложки проходят через зазор подобно второй подложке, как описано в связи с обработкой на этапах 408 и 412. Первая подложка представляет собой дополнительный слой, который должен быть связан с предварительно связанными слоями подложки. Устройство 100 связывает дополнительный слой подложки во время каждого итеративного цикла обработки, описанного со ссылкой на этапы 408-424.

[0045] После завершения связывания вместе всех слоев устройство 400 на этапе 428 в качестве варианта печатает дополнительный шаблон гидрофобного материала на второй из последних связанных подложек в конце процесса связывания. Дополнительный слой гидрофобного материала изолирует открытую часть конечного слоя подложки, который связан с оставшимися слоями подложки. Например, в случае биомедицинского прибора 350, если слой 366 является конечным слоем, который связан с подложками в приборе 350, затем устройство 100 дополнительно печатает шаблон чернил с фазовым переходом, которые изолируют открытую поверхность слоя 366 на нижней стороне биомедицинского прибора 350 для испытаний. В биомедицинском приборе 350 испытательные участки должны быть видны пользователю, но испытательные участки могут быть загрязнены текучими средами или воздухом, если бумажная подложка остается открытой. Согласно одному варианту реализации способа 400 струйный принтер или другое устройство формирует покрытие из оптически прозрачного воска или чернил с фазовым переходом, которое полностью изолирует открытую нижнюю

поверхность слоя 366 с одновременным обеспечением возможности испытательных участков, таких как испытательные участки 368 и 370, оставаться видимыми во время использования устройства 350 для анализа пробы текучей среды.

5 [0046] Согласно другому варианту реализации способ 400 формирует изоляцию наружной поверхности связанного пакета подложки, такого как биодатчик 350, с использованием временного защитного слоя подложки. Временный защитный слой подложки покрывают гидрофобным материалом и связывают с наружной стороной биодатчика 350, такой как открытая поверхность слоя 366 подложки. Временная подложка отслаивается от биодатчика 350 при его прохождении через устройство 100.  
10 Устройство 100 для связывания формирует между временным слоем и открытым слоем биодатчика 350 слабую связь, в которой большая часть гидрофобного материала, сформированного на временном слое, передается открытой поверхности биодатчика 350. Затем временный слой отслаивают во время использования биодатчика 350 вручную или автоматизированным способом.

15 [0047] На фиг. 3 показана временная подложка 374, которая связана с подложкой 354 в биодатчике 350 вокруг участка 356 для размещения пробы. Временная подложка 374 содержит круглый участок для размещения гидрофобного материала 376, который связывает временную подложку 374 с подложкой 354 без блокирования участка 356 для размещения пробы. Гидрофобный материал 376 не покрывает полную поверхность  
20 временной подложки 374 для обеспечения возможности ручного или автоматического отделения временной подложки от слоя 354 подложки в биодатчике 350. Другой временный слой, не показанный на фиг. 3, дополнительно связывают с нижней подложкой 366 в датчике 350. Нижний временный слой принимает шаблон гидрофобного материала, который не закрывает области 368, 370 для реакции или любые другие  
25 области для реакции в слое 366 подложки. Как описано выше, гидрофобный материал, который сформирован на временном слое, является опционально оптически прозрачным воском или чернилами для датчика 350, в котором открытая поверхность слоя 366 подложки, которая включает области 368 и 370 для реакции для биомедицинского анализа, остается видимой, но защищена от загрязнения.

30 [0048] Биодатчик и временный слой проходят через устройство 100 вместе с временным слоем, взаимодействующим с имеющим более низкую температуру вторым валиком 108, и связанными слоями подложки в датчике 372, взаимодействующими с имеющим более высокую температуру первым валиком 104. Таким образом, температурный градиент в зазоре устройства 100 вызывает протекание чернил с фазовым  
35 переходом в направлении слоя 354 подобным способом, как и в направлении слоя 152 подложки, как показано на фиг. 2. Распространение гидрофобного материала формирует сравнительно слабую связь между слоем 354 подложки и временной подложкой 374, что обеспечивает возможность ручного или автоматизированного отделения подложки 374 от слоя 354 подложки без повреждения поверхности слоя 354 подложки.

40 [0049] На фиг. 3 показана конфигурация, в которой временный слой подложки взаимодействует с имеющим более низкую температуру вторым валиком, вместо имеющего более высокую температуру первого валика; в другой конфигурации временный слой взаимодействует с имеющим более высокую температуру первым валиком устройства 100 для формирования связи между временным слоем подложки  
45 374 и другими слоями в биомедицинском приборе 350 для испытаний. Согласно данному варианту реализации временный слой 374 подложки связан с другими слоями подложки по существу тем же самым способом, что и другие слои подложки в биомедицинском приборе 350. Как описано ниже, температура первого валика может влиять на прочность

связи между двумя или большим количеством подложек. Согласно другому варианту реализации первый валик в устройстве 100, который связывает временный слой 374 подложки, дополнительно нагревают до повышенной температуры для формирования ослабленной связи между временным слоем 374 и другими слоями подложки в биомедицинском приборе 350.

[0050] На фиг. 5 показана последовательность остаточных шаблонов гидрофобного материала, остающихся на поверхности первой подложки после удаления второй подложки, которая была связана с первой подложкой. Остаточные шаблоны 382, 384, 386, 388 и 390 формируются в зазоре при фиксированном давлении с использованием высокотемпературного первого валика 104, имеющего температуры 69°C, 79°C, 82°C, 95°C, и 110°C соответственно. В примере, показанном на фиг. 5, давление в зазоре составляет приблизительно 2500 фунтов на кв. дюйм (17237 кПа), не смотря на то, что в дополнительных конфигурациях используется диапазон давлений между 800 фунтов на кв. дюйм (5516 кПа) и 3000 фунтов на кв. дюйм (20684 кПа). Как показано на фиг. 5, количество гидрофобного материала, который проникает сквозь подложку, увеличивается при соответствующем увеличении температуры первого валика. Для связывания двух подложек вместе обеспечивают некоторое проникновение гидрофобного материала в обе подложки, в результате чего формируется связь. Однако если слишком большое количество гидрофобного материала проникает сквозь обе подложки, связь между подложками ослабляется, поскольку возникает недостаток гидрофобного материала, остающегося между указанными двумя подложками для поддержания связи. Согласно одному варианту реализации, показанному на фиг. 5, шаблон 382, который формируется при самой низкой температуре, составляющей 69°C, показывает наибольшую степень остатков материала, поскольку большая часть гидрофобного материала остается между указанными двумя подложками. Уровень остаточного материала указывает на более прочную связь между этими двумя подложками. Как показано на фиг. 5, уровень остаточного материала уменьшается при увеличении температуры первого валика в пробах 384, 386, 388 и 390.

[0051] В дополнение к связыванию подложек вместе, гидрофобный материал также проникает сквозь подложку для формирования каналов для текучей среды в некоторых вариантах реализации, в которых повышенные температуры облегчают построение каналов для текучей среды, причём гидрофобный материал полностью проникает сквозь подложку. Например, как показано на фиг. 5, образцы 388 и 390, которые сформированы при температурах первого валика, составляющих 95°C и 110°C соответственно, изображают шаблоны с фазовым переходом с повышенным проникновением в направлении первой подложки. Следовательно, поскольку температура вблизи нижнего рабочего диапазона температур первого валика в устройстве обеспечивает формирование более прочных связей между слоями подложки, выбранная первая температура валика больше в вариантах реализации, в которых гидрофобный материал проникает сквозь подложки для формирования каналов для текучей среды в дополнение к связыванию подложек вместе. Как показано на фиг. 3, температура первого валика согласно одному варианту реализации составляет 90°C, что обеспечивает возможность проникновения гидрофобного материала сквозь слой подложки в биомедицинском приборе 350 для испытаний с одновременным формированием связей между слоями подложки, в результате чего повышается износостойкость подложек при их практическом использовании в биомедицинском приборе 350.

[0052] Следует понимать, что различные из вышеописанных и других особенностей,

функций или их альтернатив в случае необходимости могут быть объединены в множество других различных систем или случаев применения. Специалистами впоследствии могут быть выполнены различные неизвестные или непредвиденные в настоящее время альтернативы, модификации, изменения или усовершенствования, которые также должны быть охвачены следующими пунктами приложенной формулы.

(57) Формула изобретения

1. Устройство для связывания первой подложки с второй подложкой, содержащее: первый валик;

второй валик, выполненный с возможностью взаимодействия с первым валиком с формированием зазора;

первый нагреватель, функционально связанный с первым валиком и выполненный с возможностью нагревания первого валика до первой температуры, которая больше, чем вторая температура второго валика;

транспортёр для подложки, выполненный с возможностью перемещения первой подложки и второй подложки одновременно через зазор; и

электронное управляющее устройство, функционально связанное с первым нагревателем и транспортёром для подложки, причем электронное управляющее устройство выполнено с возможностью:

активации первого нагревателя для нагревания первого валика до первой температуры; управления транспортёром для подложки для перемещения первой подложки и второй подложки через зазор с заданным шаблоном гидрофобного материала на первой стороне первой подложки, которая взаимодействует с первой стороной второй подложки, причем вторая сторона первой подложки взаимодействует со вторым валиком, и вторая сторона второй подложки взаимодействует с первым валиком для обеспечения возможности связывания первой подложки со второй подложкой посредством гидрофобного материала в заданном шаблоне; и

управления первым нагревателем для нагревания первого валика до первой заданной температуры для создания температурного градиента в зазоре для превращения гидрофобного материала в жидкость и обеспечения возможности проникновения первой части гидрофобного материала сквозь первую подложку и проникновения второй части гидрофобного материала сквозь вторую подложку, причем первая часть больше, чем вторая часть.

2. Устройство по п. 1, в котором температурный градиент в зазоре составляет приблизительно между 90°C на первом валике и приблизительно 20-40°C на втором валике.

3. Устройство по п. 1, в котором первая заданная температура первого валика находится между 65 и 140°C.

4. Устройство по п. 1, в котором гидрофобный материал содержит чернила с фазовым переходом.

5. Устройство по п. 1, в котором второй валик выполнен с возможностью взаимодействия с первым валиком с заданным давлением для обеспечения возможности приложения давления в зазоре к гидрофобному материалу в зазоре для связывания первой подложки со второй подложкой.

6. Устройство по п. 1, дополнительно содержащее

исполнительно-приводной механизм, функционально связанный по меньшей мере с одним из первого валика и второго валика; и

электронное управляющее устройство, функционально связанное с исполнительно-

приводным механизмом и дополнительно выполненное с возможностью:

активации исполнительно-приводного механизма для вращения первого валика и второго валика с заданной скоростью, которая обеспечивает возможность нахождения в зазоре заданной части первой подложки и второй подложки в диапазоне

5 приблизительно от 0,1 до 10 с.

7. Способ связывания первой подложки со второй подложкой, включающий этапы, согласно которым:

активируют посредством электронного управляющего устройства первый нагреватель для нагревания первого валика до первой температуры,

10 обеспечивают посредством электронного управляющего устройства возможность взаимодействия второго валика с первым валиком с формированием зазора, причем второй валик имеет вторую температуру, которая ниже первой температуры,

управляют посредством электронного управляющего устройства транспортером для подложки для перемещения первой подложки и второй подложки через зазор с

15 заданным печатным шаблоном из гидрофобного материала на первой стороне первой подложки, взаимодействующей с первой стороной второй подложки, причем вторая сторона первой подложки взаимодействует с вторым валиком, и вторая сторона второй подложки взаимодействует с первым валиком для обеспечения возможности связывания первой подложки со второй подложкой посредством гидрофобного материала в

20 заданном печатном шаблоне; и

управляют посредством электронного управляющего устройства первым нагревателем, который нагревает первый валик до первой заданной температуры с созданием температурного градиента в зазоре для превращения гидрофобного материала в жидкость и обеспечения возможности проникновения первой части

25 гидрофобного материала сквозь первую подложку и проникновения второй части гидрофобного материала сквозь вторую подложку, причем первая часть больше, чем вторая часть.

8. Способ по п. 7, в котором температурный градиент в зазоре составляет приблизительно между 90°C на первом валике и приблизительно 20-40°C на втором

30 валике.

9. Способ по п. 7, в котором первая заданная температура первого валика находится между 65 и 140°C.

10. Способ по п. 7, в котором гидрофобный материал содержит чернила с фазовым переходом.

35 11. Способ по п. 7, в котором второй валик выполнен с возможностью взаимодействия с первым валиком с заданным давлением для обеспечения возможности приложения давления в зазоре к гидрофобному материалу в зазоре для связывания первой подложки с второй подложкой.

12. Способ по п. 7, дополнительно включающий:

40 активацию посредством электронного управляющего устройства исполнительно-приводного механизма для вращения первого валика и второго валика с заданной скоростью, которая обеспечивает возможность нахождения в зазоре заданной части первой подложки и второй подложки в диапазоне приблизительно от 0,1 до 10 с.

13. Устройство для химического анализа, выполненное с возможностью направления

45 диффузии текучей среды, содержащее:

первую подложку, содержащую:

первую сторону с заданным участком, выполненным с возможностью приема биологической пробы текучей среды;

вторую подложку с первой стороной, которая взаимодействует со второй стороной первой подложки для приема текучей среды от биологической пробы текучей среды, которая диффундирует сквозь первую подложку; и

5 гидрофобный материал, который проникает сквозь первую подложку и вторую подложку для связывания первой подложки со второй подложкой, причем первая часть гидрофобного материала проникает сквозь первую подложку, и вторая часть гидрофобного материала проникает сквозь вторую подложку, причем вторая часть больше, чем первая часть.

14. Устройство для химического анализа по п. 13, в котором первая подложка и  
10 вторая подложка представляет собой бумагу.

15. Устройство для химического анализа по п. 13, в котором гидрофобный материал содержит гидрофобный материал, который предотвращает диффузию биологической пробы текучей среды сквозь те части первой подложки и второй подложки, через которые проникает гидрофобный материал.

15

20

25

30

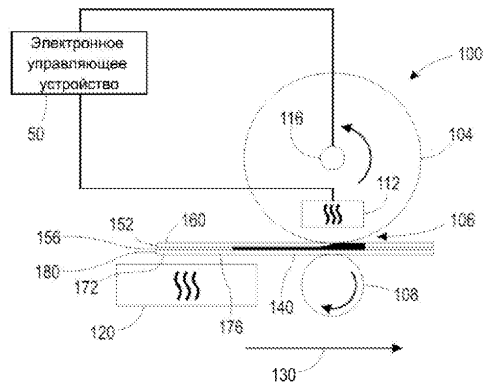
35

40

45

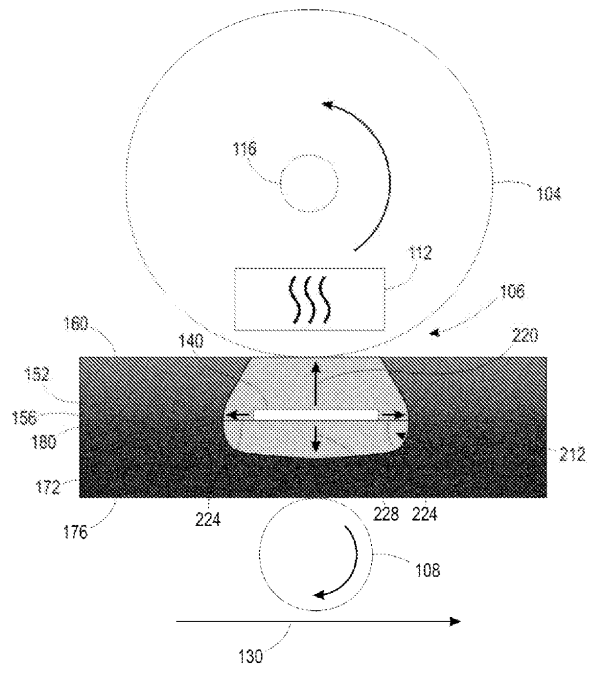
1

1/6



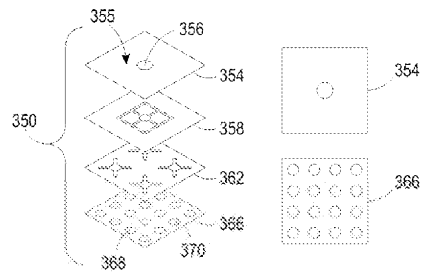
ФИГ. 1

2

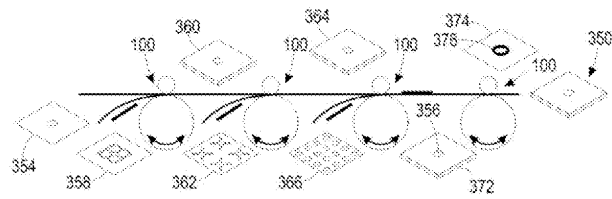


ФИГ. 2

3/6

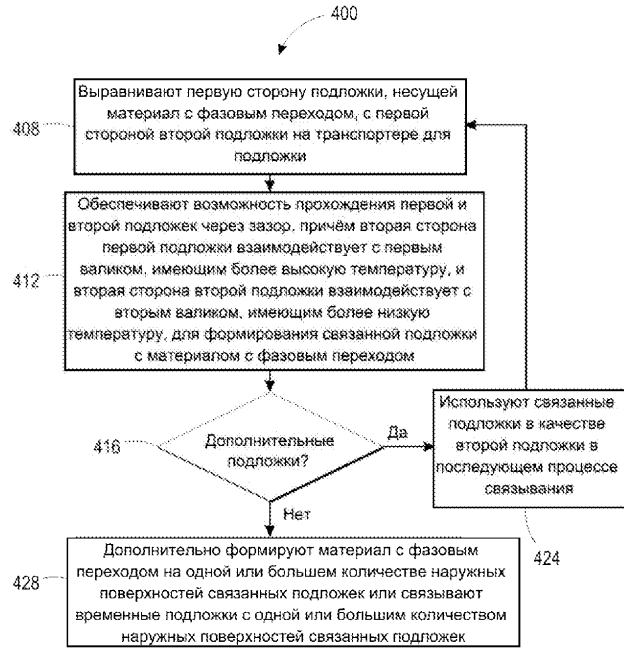


ФИГ. 3А



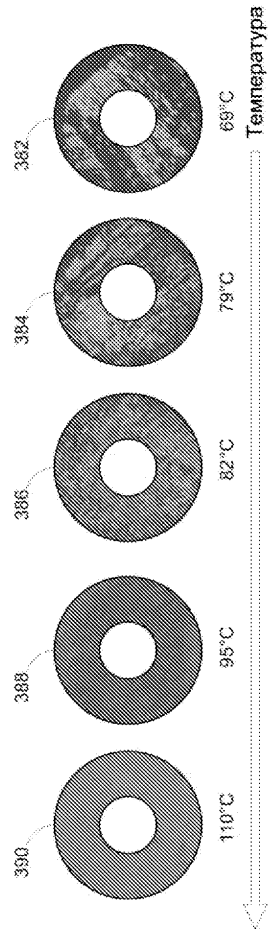
ФИГ. 3В

4/6



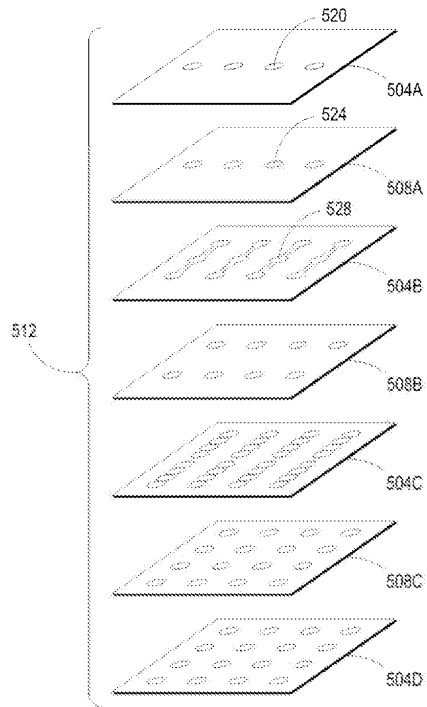
ФИГ. 4

5/6



ФИГ. 5

6/6



ФИГ. 6  
УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ