



(51) МПК

H01M 10/04 (2006.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

H01M 10/0585 (2010.01)

H01M 10/623 (2014.01)

H01M 2/08 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H01M 10/04 (2006.01); H01M 10/0525 (2006.01); H01M 10/0585 (2006.01); H01M 10/623 (2006.01); H01M 2/08 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017107508, 12.06.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.06.2015

Дата регистрации:
02.10.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
01.10.2014 US 14/503,634;
13.08.2014 US 62/036,715

(43) Дата публикации заявки: 13.09.2018 Бюл. № 26

(45) Опубликовано: 02.10.2018 Бюл. № 28

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 13.03.2017

(86) Заявка РСТ:
US 2015/035482 (12.06.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2016/025067 (18.02.2016)

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

(72) Автор(ы):

БХАРДВАДЖ Рамеш С. (US),
ЭТЦКОРН Джеймс (US),
БИДЕРМАН Уильям Джеймс (US),
ОТИС Брайан (US)

(73) Патентообладатель(и):

ВЕРИЛИ ЛАЙФ САЙЕНСИЗ ЭлЭлСи (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 20070238019 A1, 11.10.2007. WO
2009102629 A2, 20.08.2009. US 20070156184
A1, 05.07.2007. US 20040029311 A1, 05.07.2007.
US 20120245444 A1, 27.09.2012. RU 2373614
C2, 20.11.2009. WO 2008059409 A1, 22.05.2008.

(54) ГЕРМЕТИЧНЫЙ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЙ АККУМУЛЯТОР

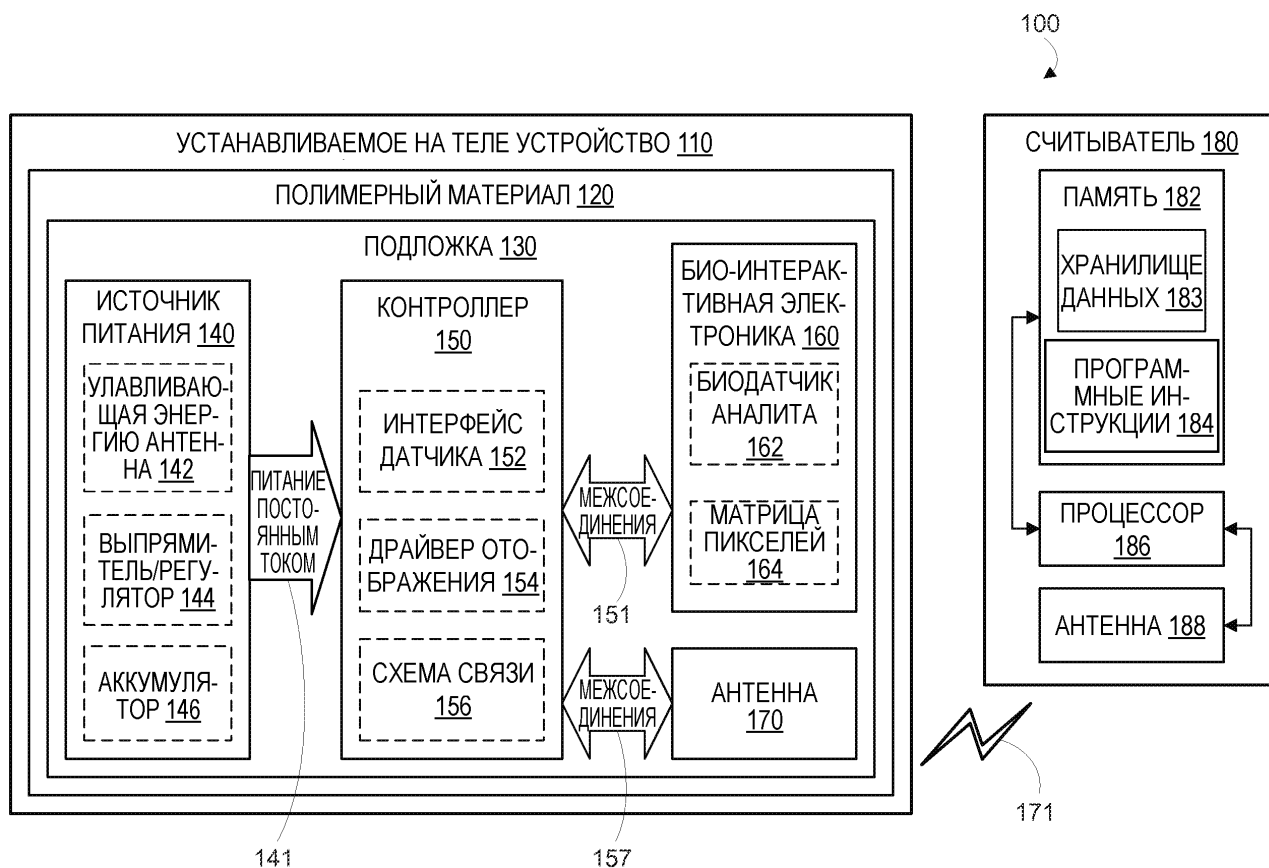
(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники, а именно к малогабаритным электрохимическим аккумуляторам с высокой плотностью энергии, способным питать энергией современные устройства в течение продолжительных периодов времени, и к способам их изготовления. Герметичный аккумулятор может быть встроен в некое устройство, которое покрыто биосовместимым

материалом, таким как конформный слой парилена или другого материала, и использоваться как в установленном на теле устройстве, так и в имплантируемом устройстве. Электрохимический аккумулятор содержит электроды: катод и анод, расположенные на соответствующих поверхностях электролита, при этом электроды и электролит представляют собой твердотельные пленки, которые имеют наложение,

одна поверх другой, создавая расположенную на подложке пакетированную структуру. Такой аккумулятор может устанавливаться методом перевернутого кристалла на соответствующие установочные площадки и тем самым соединяться с электроникой, которая получает питание от аккумулятора, поверх и вокруг такого аккумуляторного пакета нанесен полимерный герметик, а поверх герметика сформирован гидроизоляционный барьер, чтобы тем самым не

давать влаге достигать аккумулятора. На второй стороне подложки могут быть сформированы проводящие выводы, электрически соединенные соответственно с катодом и анодом. Полностью собранный аккумулятор имеет толщину менее чем 100 мкм. Повышение надежности работы аккумулятора и его эффективности за счет высокой плотности энергии является техническим результатом изобретения. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 28 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H01M 10/04 (2006.01)
H01M 10/0525 (2010.01)
H01M 10/0585 (2010.01)
H01M 10/623 (2014.01)
H01M 2/08 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

H01M 10/04 (2006.01); *H01M 10/0525* (2006.01); *H01M 10/0585* (2006.01); *H01M 10/623* (2006.01); *H01M 2/08* (2006.01)

(21)(22) Application: **2017107508, 12.06.2015**

(24) Effective date for property rights:
12.06.2015

Registration date:
02.10.2018

Priority:

(30) Convention priority:
01.10.2014 US 14/503,634;
13.08.2014 US 62/036,715

(43) Application published: **13.09.2018** Bull. № 26(45) Date of publication: **02.10.2018** Bull. № 28(85) Commencement of national phase: **13.03.2017**

(86) PCT application:
US 2015/035482 (12.06.2015)

(87) PCT publication:
WO 2016/025067 (18.02.2016)

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

(72) Inventor(s):

BHARDWAJ Ramesh C. (US),
ETZKORN James (US),
BIEDERMAN William James (US),
OTIS Brian (US)

(73) Proprietor(s):

Verily Life Sciences LLC (US)

(54) **SEALED SOLID STATE BATTERY**

(57) Abstract:

FIELD: electrical equipment.

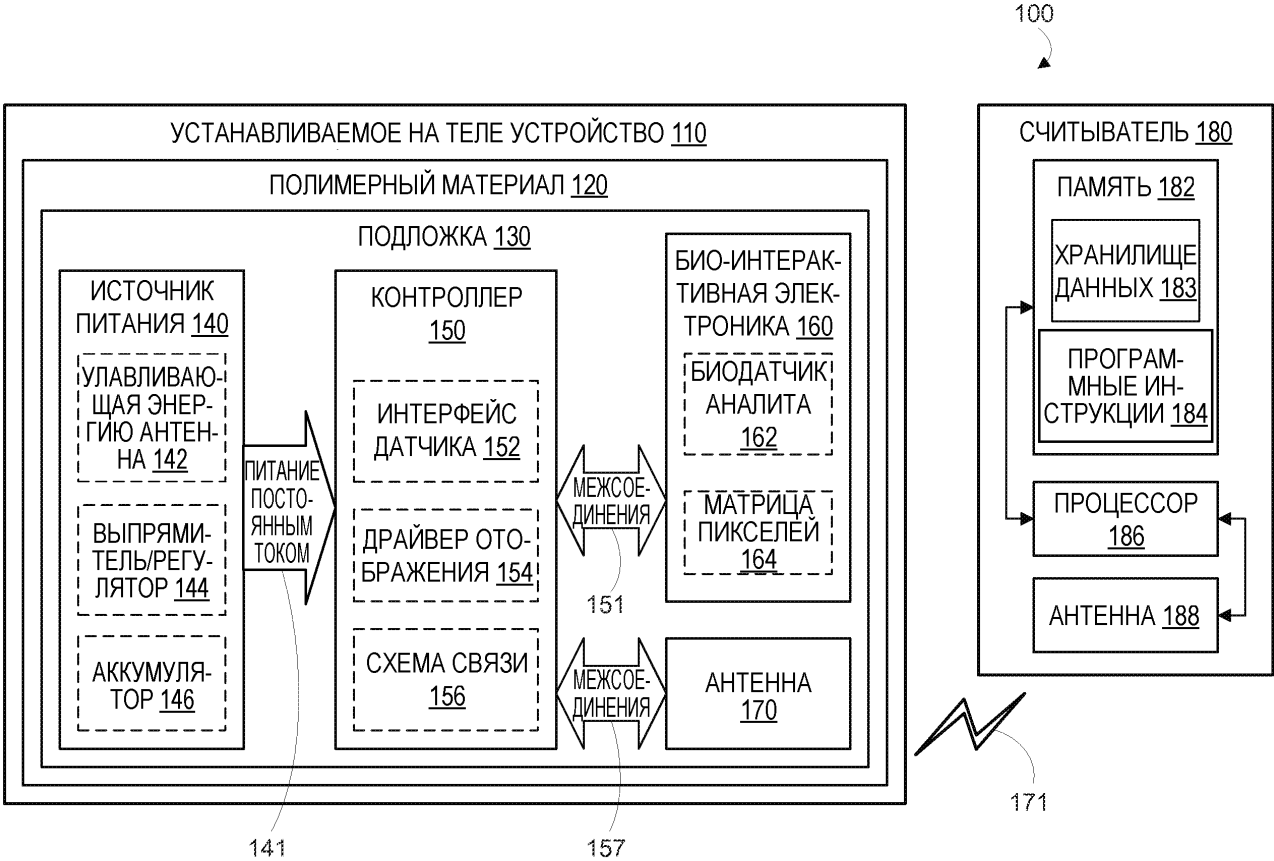
SUBSTANCE: invention relates to the field of electrical equipment, namely to the small-sized electrochemical accumulators with high energy density, capable of supply power to the modern devices for extended periods of time, and to their manufacturing methods. Sealed battery can be built into covered with the biocompatible material device, such as the parylene or other material conformal layer, and used both in the body mounted device and in the implantable device. Electrochemical battery contains electrodes, cathode

and anode, located on the electrolyte corresponding surfaces, at that, the electrodes and the electrolyte are solid films, which are laminated one above the other, creating the stacked structure on the substrate. Such a battery can be installed on the appropriate mounting pads by the inverted crystal method, and thus to be connected to the electronics, which receives power from the battery, above and around such a battery pack a polymer sealant is applied, and above the sealant a waterproof barrier is formed, so, that not to allow moisture to reach the battery. On the substrate second

side, electrically connected to the cathode and anode, respectively, conductive leads can be formed. Fully assembled battery has thickness of less than 100 mcm.

EFFECT: technical result of the invention is increase

in the battery reliability and its efficiency due to high energy density.
20 cl, 28 dwg



ФИГ. 1

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

[0001] Эта заявка испрашивает приоритет по предварительной патентной заявке США № 62/036715, поданной 13 августа 2014 г., которая включается сюда по ссылке во всей своей полноте и для всех целей.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0002] Если здесь не указано иное, описанные в этом разделе материалы не являются уровнем техники для приведенной в этой заявке формулы изобретения и не признаются в качестве уровня техники посредством включения в этот раздел.

[0003] Успехи в технологии аккумуляторов обеспечили возможность изготовления малых электрохимических аккумуляторов с высокой плотностью энергии, способных питать энергией современные устройства в течение продолжительных периодов времени при том, что они занимают малые объемы. Электрохимический аккумулятор содержит электролит, помещенный между двумя электродами (анодом и катодом).

Электрохимические реакции между анодом и электролитом и между электролитом и катодом могут вызывать появление электрического потенциала между электродами. Непрерывные электрохимические реакции могут вызывать протекание электрического тока от одного электрода, через подключенное к электродам устройство, к противоположному электроду, обеспечивая возможность запитывания этого устройства электрическим током.

[0004] Литий-ионные аккумуляторы включают в себя катод и анод, разделенные один от другого электролитом, который переносит ионы лития. Во время разрядки, когда аккумулятор выдает ток в подсоединенную между электродами цепь, на этих двух электродах происходят окислительно-восстановительные реакции. Реакции окисления на аноде ионизируют литий, который высвобождает электроны в подсоединенную цепь из анода, что вызывает течение тока через подсоединенную цепь от катода к аноду (то есть обратно направлению перемещения электронов). Ионы лития переносятся через электролит от анода к катоду, уравнивая поток электронов в цепи. На катоде ионы лития восстанавливаются электронами. Разность в энергетическом потенциале между литием на аноде и на катоде соответствует химически запасенной в аккумуляторе энергии. В некоторых случаях литиевые аккумуляторы могут повторно заряжаться посредством прикладывания обратного тока к электродам, что вызывает прохождение ионов лития через электролит в противоположном направлении и пополнение анода литием.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0005] Электрохимический аккумулятор может включать в себя электроды (катод и электрод), расположенные на противоположных поверхностях электролита. Электроды и электролит могут все быть твердотельными пленками, которые могут быть наложены одна поверх другой, создавая расположенную на подложке пакетированную структуру. Поверх и вокруг такого аккумуляторного пакета может быть нанесен полимерный герметик, а поверх герметика может быть сформирован гидроизоляционный барьер, чтобы тем самым не давать влаге достигать аккумулятора. Затем на второй стороне подложки, противоположной первой стороне, могут быть сформированы проводящие выводы, электрически соединенные соответственно с катодом и анодом. Как таковой, аккумулятор может устанавливаться методом перевернутого кристалла на соответствующие установочные площадки и тем самым соединяться с другой электроникой, которая может получать питание от аккумулятора.

[0006] Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия могут включать в себя герметичный аккумулятор. Герметичный аккумулятор может включать в себя

подложку, аккумуляторный пакет, слой полимерного герметика, первую проводящую площадку и вторую проводящую площадку. Подложка может иметь первую сторону и вторую сторону. Аккумуляторный пакет может быть расположен на первой стороне подложки. Аккумуляторный пакет может включать в себя слой катода, слой анода и слой электролита. Первый из слоя катода и слоя анода может быть расположен на первой стороне подложки. Слой электролита может быть расположен между слоем катода и слоем анода. Слой полимерного герметика может быть сформирован поверх и вокруг аккумуляторного пакета. Первая проводящая площадка может быть расположена на второй стороне подложки и может быть электрически соединена со слоем катода. Вторая проводящая площадка может быть расположена на второй стороне подложки и может быть электрически соединена со слоем анода.

[0007] Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия могут включать в себя устанавливаемое на теле устройство. Устанавливаемое на теле устройство может включать в себя полимерный материал, выполненный имеющим устанавливаемую на теле поверхность, и герметичный аккумулятор, заделанный внутри этого полимерного материала. Герметичный аккумулятор может включать в себя подложку, аккумуляторный пакет, слой полимерного герметика, первую проводящую площадку и вторую проводящую площадку. Подложка может иметь первую сторону и вторую сторону. Аккумуляторный пакет может быть расположен на первой стороне подложки. Аккумуляторный пакет может включать в себя слой катода, слой анода и слой электролита. Первый из слоя катода и слоя анода может быть расположен на первой стороне подложки. Слой электролита может быть расположен между слоем катода и слоем анода. Слой полимерного герметика может быть сформирован поверх и вокруг аккумуляторного пакета. Первая проводящая площадка может быть расположена на второй стороне подложки и может быть электрически соединена со слоем катода. Вторая проводящая площадка может быть расположена на второй стороне подложки и может быть электрически соединена со слоем анода.

[0008] Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия могут включать в себя способ. Способ может включать в себя формирование аккумуляторного пакета на первой стороне подложки. Формирование аккумуляторного пакета может включать в себя: (i) формирование слоя катодного токоотвода на первой стороне подложки таким образом, чтобы слой катодного токоотвода занимал по меньшей мере первую область первой стороны подложки; (ii) формирование активного слоя катода на слое катодного токоотвода; (iii) формирование слоя электролита на активном слое катода; (iv) формирование активного слоя анода на слое электролита; и (v) формирование слоя анодного токоотвода на активном слое анода. Часть слоя анодного токоотвода может простираться за активный слой анода и располагаться на первой стороне подложки таким образом, чтобы слой анодного токоотвода занимал по меньшей мере вторую область первой стороны подложки. Способ также может включать в себя нанесение слоя полимерного герметика поверх и вокруг аккумуляторного пакета с инкапсулированием тем самым аккумуляторного пакета между слоем полимерного герметика и подложкой. Способ также может включать в себя нанесение гидроизоляционного барьера на слой полимерного герметика, чтобы тем самым не давать влаге достигать слоя полимерного герметика и аккумуляторного пакета. Способ также может включать в себя формирование первого отверстия и второго отверстия в подложке. Первое отверстие может открывать со второй стороны подложки по меньшей мере часть катодного токоотвода. Второе отверстие может открывать со второй стороны подложки по меньшей мере часть анодного токоотвода. Способ также может

включать в себя заполнение по меньшей мере части каждого из первого и второго отверстий проводящим материалом с созданием тем самым соответствующих электрических путей сквозь подложку. Способ также может включать в себя формирование на второй стороне подложки первой проводящей площадки, которая электрически соединена с проводящим материалом внутри первого отверстия, таким образом, чтобы первая проводящая площадка была электрически соединена со слоем катодного токоотвода. Способ также может включать в себя формирование на второй стороне подложки второй проводящей площадки, которая электрически соединена с проводящим материалом внутри второго отверстия, таким образом, чтобы вторая проводящая площадка была электрически соединена со слоем анодного токоотвода.

[0009] Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия включают в себя средства для формирования аккумуляторного пакета на первой стороне подложки.

Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия включают в себя средства для нанесения слоя полимерного герметика поверх и вокруг аккумуляторного пакета с инкапсулированием тем самым аккумуляторного пакета между слоем полимерного герметика и подложкой.

Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия включают в себя средства для нанесения гидроизоляционного барьера на слой полимерного герметика, чтобы тем самым не давать влаге достигать слоя полимерного герметика и аккумуляторного пакета.

Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия включают в себя средства для формирования первого отверстия и второго отверстия в подложке.

Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия включают в себя средства для заполнения по меньшей мере части каждого из первого и второго отверстий проводящим материалом с созданием тем самым соответствующих электрических путей сквозь подложку.

Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия включают в себя средства для формирования на второй стороне подложки первой проводящей площадки, которая электрически соединена с проводящим материалом внутри первого отверстия, таким образом, чтобы первая проводящая площадка была электрически соединена со слоем катодного токоотвода.

Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия включают в себя средства для формирования на второй стороне подложки второй проводящей площадки, которая электрически соединена с проводящим материалом внутри второго отверстия, таким образом, чтобы вторая проводящая площадка была электрически соединена со слоем анодного токоотвода.

[0010] Эти, а также другие аспекты, преимущества и альтернативы станут очевидны специалистам в данной области техники после прочтения последующего подробного описания при обращении, где уместно, к сопровождающим чертежам.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0011] Фиг. 1 является блок-схемой примерной системы, которая включает в себя устанавливаемое на теле устройство в беспроводной связи с внешним считывателем.

[0012] Фиг. 2А – вид снизу примерного устанавливаемого на глазу устройства.

[0013] Фиг. 2В – вид сбоку примерного устанавливаемого на глазу устройства, показанного на фиг. 2А.

[0014] Фиг. 2С – вид сбоку в разрезе примерного устанавливаемого на глазу устройства, показанного на фиг. 2А и 2В, при установке на роговичной поверхности глаза.

[0015] Фиг. 2D – увеличенный вид сбоку в разрезе примерного устанавливаемого на глазу устройства, показанного на фиг. 2А и 2В, при установке на роговичной поверхности глаза.

[0016] Фиг. 3А и 3В – виды сбоку в разрезе примерных твердотельных аккумуляторов.

[0017] Фиг. 4А – ракурс сверху примерного твердотельного аккумулятора с гидроизоляционным барьером, который оканчивается вдоль верхней поверхности подложки.

5 [0018] Фиг. 4В – ракурс снизу примерного твердотельного аккумулятора, показанного на фиг. 4А.

[0019] Фиг. 4С – вид сбоку в разрезе примерного твердотельного аккумулятора, показанного на фиг. 4А.

10 [0020] Фиг. 5А – ракурс сверху примерного твердотельного аккумулятора с гидроизоляционным барьером, который оканчивается вдоль боковой поверхности подложки.

[0021] Фиг. 5В – ракурс снизу примерного твердотельного аккумулятора, показанного на фиг. 5А.

15 [0022] Фиг. 5С – вид сбоку в разрезе примерного твердотельного аккумулятора, показанного на фиг. 5А.

[0023] Фиг. 6А, 6В, 6С, 6D, 6Е, 6F и 6G иллюстрируют стадии изготовления герметичного твердотельного аккумулятора и монтажа аккумулятора методом перевернутого кристалла согласно одному примерному варианту осуществления.

20 [0024] Фиг. 7А, 7В, 7С, 7D, 7Е, 7F и 7G иллюстрируют стадии изготовления герметичного твердотельного аккумулятора и монтажа аккумулятора методом перевернутого кристалла согласно одному примерному варианту осуществления.

[0025] Фиг. 8 – блок-схема примерного процесса изготовления герметичного твердотельного аккумулятора.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

25 [0026] В последующем подробном описании ссылка делается на сопровождающие фигуры, которые составляют его часть. На фигурах аналогичные символы обычно идентифицируют аналогичные компоненты, если контекст не указывает иное.

Примерные варианты осуществления, описанные в подробном описании, на фигурах и в формуле изобретения, не предназначены быть ограничивающими. Могут
30 использоваться другие варианты осуществления и могут быть внесены другие изменения без отхода от объема представленного здесь изобретения. Следует понимать, что аспекты настоящего раскрытия, в общем описанные здесь и проиллюстрированные на фигурах, могут быть организованы, заменены, скомбинированы, разделены и сконструированы в широком многообразии разных конфигураций, все из которых в
35 явном виде предусмотрены здесь.

I. Обзор

[0027] Электрохимический аккумулятор может включать в себя электроды (катод и анод), расположенные на соответствующих поверхностях электролита. Электроды и электролит могут все быть твердотельными пленками, которые могут быть наложены
40 одна поверх другой, создавая пакетированную структуру, расположенную на подложке. Поверх и вокруг такого аккумуляторного пакета может быть нанесен полимерный герметик, а поверх герметика может быть сформирован гидроизоляционный барьер, чтобы тем самым не давать влаге достигать аккумулятора. На второй стороне подложки могут быть сформированы проводящие выводы, электрически соединенные
45 соответственно с катодом и анодом. Как таковой, аккумулятор может быть смонтирован методом перевернутого кристалла на соответствующие установочные площадки и тем самым соединен с другой электроникой, которая может получать питание от аккумулятора.

[0028] Пакетированные катод, электролит и анод могут быть окружены полимерным герметиком, который принимает форму слоев аккумулятора и плотно прилегает вокруг них, инкапсулируя аккумулятор между герметиком и подложкой. Затем на полимерный герметик может наноситься гидроизоляционный барьер, чтобы не давать влаге достигать пакетированных слоев аккумулятора и герметика. Таким образом сформированный герметичный аккумулятор является по существу устойчивым к вредным влияниям влаги и/или загрязняющих веществ. Герметичный аккумулятор может быть также встроен (интегрирован) в некое устройство, которое покрыто биосовместимым материалом, таким как конформный слой парилена или другого материала, и использоваться в биологической среде. Например, герметичный аккумулятор может использоваться в устанавливаемом на теле устройстве или имплантируемом устройстве. В некоторых случаях раскрытый здесь аккумулятор можно массово изготавливать посредством структурирования пленок электродов и электролита на общей подложке. Подложка может включать в себя проводящие сквозные соединения, которые электрически связывают каждый электрод с соответствующим проводящим выводом на противоположной стороне подложки.

[0029] Затем подложку с элементами-аккумуляторами на ней может разрезать, разделив индивидуальные элементы-аккумуляторы, и эти индивидуальные аккумуляторы могут быть герметизированы нанесением герметика поверх и вокруг пакетированных слоев аккумулятора. Герметичный аккумулятор может затем устанавливаться методом перевернутого кристалла для соединения с другой электроникой посредством присоединения установочных площадок к соответствующим проводящим выводам или дорожкам, которые обеспечивают электрическое подключение к электронике. Установленный аккумулятор может затем обеспечивать питание подключенной электроники. В некоторых случаях герметичный аккумулятор может быть встроен в устанавливаемом на теле устройстве или имплантируемом устройстве и использован для запитывания электроники в таких устройствах. В таких применениях изготовление твердотельного аккумулятора может быть изолировано от изготовления другой электроники в устройстве, что обеспечивает возможность изготавливать такую другую электронику без ограничений, связанных с изготовлением тонкопленочных аккумуляторов.

[0030] Например, изготовление аккумулятора может включать в себя отжиг при относительно высоких температурах, таких как примерно 800°C, чтобы кристаллизовать материал катода, или же на различных стадиях подложка аккумулятора может промываться агрессивными растворителями. Поэтому, если бы аккумулятор собирался непосредственно на той же подложке, что и другая электроника (например, полупроводниковые кристаллы, датчики, антенны и т.д.), выбор материалов и/или порядка обработки был бы ограничен необходимостью соответствия изготовлению аккумулятора (например, высоким температурам, агрессивным растворителям и т.д.). Помимо других факторов, такие ограничения могут вести к выбору материалов подложки, которые могут выдерживать, например, 800°C. Однако, так как описанный здесь аккумулятор может быть интегрирован в устройство посредством присоединения методом перевернутого кристалла на соответствующие установочные площадки, вся электроника в устройстве, кроме аккумулятора, может изготавливаться без таких ограничений. Таким образом, подложка, на которой располагается такая другая электроника, не должна быть соответствующей температурам и/или растворителям, используемым в микропроизводстве самого аккумулятора. Например, подложки для поддержки оставшейся электроники могут быть подложками, которые обычно не

используются для изготовления аккумуляторов, такими как полимерные материалы (например, подложки из парилена или полиамида). В дополнение, изготовление аккумулятора может массово выполняться посредством одновременного изготовления большого числа аккумуляторов на общей подложке в единой последовательности операций осаждения. Общая подложка с образованными на ней аккумуляторами может затем разрезаться для разделения индивидуальных аккумуляторов. Как результат, в дополнение к обеспечению гибкости усовершенствованного дизайна, раскрытый здесь аккумулятор также дает повышенную эффективность и уменьшенные затраты на изготовление.

[0031] Полностью собранный аккумулятор может иметь толщину менее чем 100 микрон. Например, каждый из слоев катода, электролита и анода может иметь толщины примерно 2-3 микрон, так что аккумуляторный пакет может иметь общую толщину примерно 6-10 микрон. Например, катод может включать в себя осажденный слой оксида лития-кобальта или аналогичного материала; электролит может включать в себя осажденный слой фосфор-оксинитрида лития; и анод может включать в себя слой напыленного металлического лития. Подложка с расположенным на одной стороне аккумуляторным пакетом и проводящими установочными площадками на другой своей стороне может иметь толщину примерно 20-40 микрон. Такая подложка может быть, например, кремниевым кристаллом, отполированным до требуемой толщины. Наконец, слой герметика и/или гидроизоляционный барьер может иметь толщину примерно 10-30 микрон. Собранный аккумулятор может поэтому хорошо подходить для использования в подверженных воздействию влаги средах, таких как, например, при установке на теле биологического организма-хозяина или имплантации внутри биологического организма-хозяина. В некоторых применениях общую толщину различных слоев (и другие переменные размеров) можно подбирать отчасти для обеспечения целевой емкости аккумулялирования энергии и/или выдаваемой мощности, в дополнение к факторам, относящимся к ограничениям по размеру/весу.

[0032] В некоторых примерах раскрытый аккумулятор может быть включен в состав устанавливаемого на глазу устройства, похожего на контактную линзу. Аккумулятор может использоваться для запитывания различной био-интерактивной электроники в устанавливаемом на глазу устройстве. Например, устанавливаемое на глазу устройство может включать в себя датчик для измерения свойств слезной жидкости. Герметичный аккумулятор может устанавливаться методом перевернутого кристалла на проводящие площадки, которые соединяются с дополнительной электроникой на материале подложки. Эта подложка может быть заделана внутри полимерного материала, отформованного с возможностью установки на поверхность глаза. Устройство контактной линзы может быть выполнено с возможностью эксплуатации датчика для получения измерения концентрации аналита слезной жидкости и затем использования антенны, чтобы передать результаты внешнему считывателю. Например, с аккумулятором, антенной и датчиком может быть соединена микросхема управления, все из которых могут располагаться на подложке, заделанной в полимерный материал контактной линзы. Такая микросхема может быть выполнена с возможностью: (i) принимать питание от аккумулятора; (ii) управлять датчиком, чтобы получить измерение, и (iii) передавать измерение с использованием антенны.

[0033] Датчик в таком устанавливаемом на глазу устройстве (или другом устанавливаемом на теле устройстве) может быть электрохимическим датчиком для получения измерений концентрации аналита в слезной жидкости. Электрохимический

датчик может включать в себя рабочий электрод и электрод сравнения (или противозлектрод), которые открыты для воздействия слезной жидкости. Во время измерения рабочий электрод может заряжаться по отношению к электроду сравнения, чтобы заставляя аналит в слезной жидкости претерпевать электрохимические реакции на рабочем электроде. Эти реакции приводят в результате к амперометрическому току между электродами вследствие того, что аналит электрохимически расходуется на рабочем электроде. Ток, таким образом, является показателем концентрации аналита в слезной жидкости. Микросхема управления также может управлять антенной, чтобы беспроводным образом передавать результаты измерения датчиком, такие как показатели амперометрического тока.

[0034] В другом примере аккумулятор может использоваться для запитывания электроники в других устройствах и/или применениях. Раскрытый герметичный твердотельный аккумулятор может использоваться, например, в применениях с ограничениями на размер и/или вес (например, устройствах с толщиной менее чем один миллиметр). Примеры могут включать датчики состояния окружающей среды, имплантируемые устройства или другую электронику. Малые датчики могут быть соединены с аэродинамическими поверхностями и распределены, чтобы получать измерения из разных местоположений концентрации макрочастиц, температуры или другие измерения, относящиеся к качеству воздуха. В некоторых случаях датчики или другие устройства могут быть интегрированы в клейкую подложку, аналогичную наклейке, которая может прикрепляться к различным поверхностям. Такие адгезионные электронные устройства могут использоваться, например, для способствования измерениям качества воздуха или другим связанным с безопасностью измерениям, испытываемым человеком, несущим такое адгезионное устройство на своей одежде и/или теле. Адгезионные устройства также могут прикрепляться к предметам и использоваться для обеспечения идентификации посылок, транспортных средств или тому подобного посредством обеспечения активных чипов RFID, питаемых аккумулятором, интегрированным в адгезионное устройство. У герметичных твердотельных аккумуляторов возможны и многие другие примерные применения.

II. Примерная устанавливаемая на теле электронная платформа

[0035] Фиг. 1 является блок-схемой системы 100, которая включает в себя устанавливаемое на теле устройство 110 в беспроводной связи с внешним считывателем 180. Устанавливаемое на теле устройство 110 сделано из полимерного материала 120, отформованного с возможностью установки на поверхности тела. Например, полимерный материал 120 может быть отформован контактно устанавливаемым на роговичной поверхности глаза. Подложка 130 заделана в полимерный материал 120, чтобы обеспечивать местоположение установки для электронных компонентов, таких как источник 140 питания, контроллер 150, био-интерактивная электроника 160 и антенна 170 связи. Био-интерактивная электроника 160 управляется контроллером 150. Источник 140 питания обеспечивает рабочие напряжения контроллеру 150 и/или био-интерактивной электронике 160. Антенна 170 управляется контроллером 150, чтобы передавать информацию в и/или от устанавливаемого на теле устройства 110. Антенна 170, контроллер 150, источник 140 питания и био-интерактивная электроника 160 могут все располагаться на встроенной подложке 130. В применениях, в которых устанавливаемое на теле устройство выполнено контактно устанавливаемым на глазу, аналогично контактной линзе, оно также может называться здесь офтальмической электронной платформой.

A. Полимерный материал

[0036] Полимерному материалу 120 может быть придана форма с внешней поверхностью, которая выполнена с возможностью сопряжения с требуемым местоположением установки на теле. Например, полимерный материал 120 может иметь устанавливаемую на зубе поверхность, устанавливаемую на голове поверхность, устанавливаемую на ухе поверхность, устанавливаемую на коже поверхность, устанавливаемую на глазу поверхность и так далее. Устанавливаемое на теле устройство 110 также может быть реализовано в форм-факторе, предназначенном для установки на других местах тела с тем, чтобы иметь доступ к пробным жидкостям in-vivo, включая сюда имплантируемые конфигурации. Например, полимерный материал 120 может быть гладким и включать в себя биосовместимое покрытие, подходящее для тех применений, в которых устройство 110 имплантируется под и/или внутрь кожи. Полимерный материал 120 может частично или полностью инкапсулировать электронику внутри устройства 110. В некоторых примерах устанавливаемое на теле устройство 110 может включать в себя установочную поверхность, выполненную с возможностью устанавливаться на зубе, поверхности кожи, слизистой оболочке, на подкожной области, внутри промежуточной области, или в другой области, в которой могут измеряться концентрации аналитов в биологических жидкостях in-vivo.

[0037] Чтобы способствовать контактной установке на глазу, полимерный материал 120 может иметь вогнутую поверхность, выполненную с возможностью прилипать к ("устанавливаться на") увлажненной роговичной поверхности (например, под действием капиллярных сил со слезной пленкой, покрывающей роговичную поверхность). Дополнительно или альтернативно, устанавливаемое на теле устройство 110 может прикрепляться посредством силы разрежения между роговичной поверхностью и полимерным материалом вследствие вогнутой кривизны. При установке вогнутой поверхностью на глаз обращенная наружу поверхность полимерного материала 120 может иметь выпуклую кривизну, которая отформована так, чтобы не мешать движению век, пока устанавливаемое на теле устройство 110 установлено на глазу. Например, полимерный материал 120 может быть практически прозрачным скругленным полимерным диском с формой, аналогичной контактной линзе.

[0038] Полимерный материал 120 может включать в себя один или более биосовместимых материалов, таких как применяемые для использования в контактных линзах или других офтальмических применениях, подразумевающих прямой контакт с роговичной поверхностью. Полимерный материал 120 может быть необязательно сформирован частично из таких биосовместимых материалов или может включать в себя внешнее покрытие с такими биосовместимыми материалами. Полимерный материал 120 может включать в себя материалы, выполненные с возможностью увлажнять роговичную поверхность, такие как гидрогели и тому подобное. В некоторых вариантах осуществления полимерный материал 120 может быть деформируемым ("нежестким") материалом для увеличения комфорта носящего. В некоторых вариантах осуществления полимерному материалу 120 может быть придана форма для обеспечения заданной оптической силы коррекции зрения (например, для применений в коррекции зрения).

В. Подложка

[0039] Подложка 130 имеет одну или более поверхностей, подходящих для установки био-интерактивной электроники 160, контроллера 150, источника 140 питания и антенны 170. Подложка 130 может использоваться как в качестве платформы для установки основанных на кристалле схем (например, посредством монтажа методом перевернутого кристалла на проводящие выводы, структурированные на подложке 130), так и/или в качестве платформы для структурирования (формирования рисунка) проводящих

материалов (например, золота, платины, палладия, титана, меди, алюминия, серебра, металлов, других проводящих материалов, их сочетаний и т.д.), чтобы создавать электроды, межсоединения, площадки соединений, антенны и т.д. В некоторых примерах на подложке 130 могут быть сформированы рисунки из практически прозрачных проводящих материалов (например, оксида индия-олова) с образованием схем, электродов и т.д. Например, антенна 170 может изготавливаться формированием рисунка из золота или другого проводящего материала на подложке 130 методом осаждения, фотолитографии, электролитического осаждения и т.д. Аналогично, межсоединения 151, 157 соответственно между контроллером 150 и био-интерактивной электроникой 160 и между контроллером 150 и антенной 170 могут формироваться путем осаждения подходящих рисунков из проводящих материалов на подложке 130. Может использоваться сочетание методов микропроизводства, включая, без ограничения, использование фоторезистов, масок, методов осаждения и/или методов электроосаждения, чтобы структурировать такие материалы на подложке 130.

[0040] Подложка 130 может быть относительно жестким материалом, таким как полиэтилентерефталат ("PET"), парилен, и/или другим материалом, выполненным с возможностью обеспечивать конструктивную опору схемам и/или основанной на кристалле электронике внутри полимерного материала 120. Устанавливаемое на теле устройство 110 может альтернативно быть организовано с группой несвязанных подложек, нежели одиночной подложкой. Например, контроллер 150 и датчик, входящие в био-интерактивную электронику 160, могут быть установлены на одной подложке, в то время как антенна 170 установлена на другой подложке, и обе могут быть электрически соединены посредством межсоединений 157. В другом примере подложка 130 может включать в себя отдельные участки, каждый из которых поддерживает разделенные, перекрывающиеся, закрученные в спираль части антенны 170. Так, например, один вариант осуществления, в котором антенна 170 разделена на множество обмоток, которые намотаны вокруг устанавливаемого на теле устройства 110 круговым образом с соответствующими радиусами и соединены параллельно и/или последовательно. Чтобы обеспечить перемещение индивидуальных обмоток одна относительно другой и, тем самым, повысить гибкость устанавливаемого на теле устройства 110 и помочь предотвратить защемление или иную деформацию антенны, каждая из индивидуальных обмоток может устанавливаться на отдельных частях подложки 130.

[0041] В применении установки на глазу подложка 130 (и био-интерактивная электроника 160 на ней) могут располагаться на удалении от той зоны устройства 110, через которую свет попадает в зрачок (например, от центра устройства). Как таковая, подложка 130 может исключать помехи пропусканию света в центральную, светочувствительную область глаза. Например, когда устанавливаемое на глазу устройство 110 имеет форму в виде вогнуто-изогнутого диска, подложка 130 может встраиваться около периферии (например, рядом с внешней окружностью) диска. В некоторых примерах, однако, био-интерактивная электроника 160 (и подложка 130) может располагаться в центральной области устанавливаемого на глазу устройства 110 или рядом с ней. Дополнительно или альтернативно, био-интерактивная электроника 160 и/или подложка 130 могут быть практически прозрачными для входящего видимого света, чтобы ослаблять помехи пропусканию света в глаз. Более того, в некоторых вариантах осуществления, био-интерактивная электроника 160 может включать в себя матрицу 164 пикселей, которая излучает и/или пропускает подлежащий приему глазом свет согласно инструкциям отображения. Таким образом, био-интерактивная

электроника 160 может необязательно располагаться так, чтобы создавать воспринимаемые визуальные подсказки носящему устанавливаемое на глазу устройство, такие как, например, отображением информации (например, знаков, символов, светящихся рисунков и т.д.) на матрице 164 пикселей.

- 5 [0042] Размеры подложки 130 могут зависеть от многообразия факторов. Например, в применении установки на глазу, подложка 130 может иметь форму в виде плоского кольца с размером радиальной ширины, достаточным для обеспечения установочной платформы для компонентов встроенной электроники. Подложка 130 может иметь достаточно малую толщину, чтобы обеспечивать возможность заделывания подложки
- 10 130 в полимерный материал 120 без оказания влияния на профиль устанавливаемого на глазу устройства. Подложка 130 может иметь достаточно большую толщину, чтобы обеспечивать конструктивную устойчивость, подходящую для поддержки установленной на ней электроники. Например, подложка 130 может иметь форму в виде кольца с диаметром примерно 10 миллиметров, радиальной шириной примерно 1 миллиметр
- 15 (например, внешний радиус на 1 миллиметр больше, чем внутренний радиус) и толщиной примерно 50 микрометров. Подложке 130 может быть придана форма вдоль поверхности воображаемого конуса между двумя круговыми кольцами, которые определяют внутренний радиус и внешний радиус. В таком примере поверхность подложки 130 вдоль поверхности воображаемого конуса определяет наклонную поверхность, которая
- 20 приблизительно совмещена с кривизной установочной поверхности глаза с этим радиусом.

С. Источник питания

- [0043] Источник 140 питания выполнен с возможностью собирать энергию окружающей среды, чтобы заряжать аккумулятор 146, который затем подает питание
- 25 141 постоянным током для запитывания контроллера 150 и био-интерактивной электроники 160. Например, радиочастотная улавливающая энергию антенна 142 может улавливать энергию из падающего радиоизлучения. Дополнительно или альтернативно, солнечный(е) элемент(ы) ("фотоэлектрические элементы") могут улавливать энергию из входящего ультрафиолетового, видимого и/или инфракрасного излучения.
- 30 Дополнительно, в состав устройства может быть включена инерционная система накопления энергии, чтобы улавливать энергию от движения устанавливаемого на теле устройства 110. Улавливающая энергию антенна 142 может необязательно быть антенной двойного назначения, которая также используется для передачи информации во внешний считыватель 180. То есть, функции антенны 170 связи и улавливающей
- 35 энергию антенны 142 могут выполняться одной и той же физической деталью (деталью).

- [0044] Выпрямитель/регулятор 144 может использоваться для того, чтобы преобразовывать уловленную энергию в стабильное напряжение 141 питания постоянного тока, которое подается на контроллер 150. Например, улавливающая энергию антенна 142 может принимать падающее радиочастотное излучение.
- 40 Изменяющиеся электрические сигналы на вводах антенны 142 выводятся в выпрямитель/регулятор 144. Выпрямитель/регулятор 144 выпрямляет изменяющиеся электрические сигналы в напряжение постоянного тока и регулирует выпрямленное напряжение постоянного тока до уровня, подходящего для зарядки аккумулятора 146. Во время работы устройства 110 аккумулятор 146 может подавать питание 141 постоянного тока
- 45 в контроллер 150 и другую встроенную электронику 160, что разряжает аккумулятор 146. Таким образом, аккумулятор 146 может быть перезаряжаемым химическим источником тока, который накапливает энергию в соответствии с соответствующими химическими состояниями энергии катода и анода. Аккумулятор может включать в

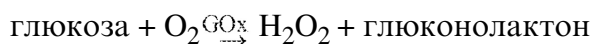
себя твердотельный электролит, такой как фосфор-оксинитрид лития (LIPON). В таких примерах аккумулятор может быть образован наложением пленок материала катода, материала электролита и материала анода друг на друга. Дополнительные примеры твердотельных аккумуляторов, которые могут быть интегрированы в устанавливаемое на теле устройство 110, описываются ниже.

D. Контроллер и био-интерактивная электроника

[0045] Контроллер 150 может включаться, когда на контроллер 150 обеспечивается напряжение 141 питания постоянного тока, и логика в контроллере 150 управляет био-интерактивной электроникой 160 и антенной 170. Контроллер 150 может включать в себя логическую схему, выполненную с возможностью управлять био-интерактивной электроникой 160 так, чтобы взаимодействовать с биологической средой устанавливаемого на теле устройства 110. Например, могут использоваться один или более компонентов, таких как биодатчик 162 аналита, чтобы получать входную информацию от биологической среды. Дополнительно или альтернативно, могут использоваться один или более компонентов, таких как матрица 164 пикселей, чтобы обеспечивать выходные данные в биологическую среду.

[0046] В одном примере контроллер 150 включает в себя модуль 152 интерфейса с датчиком, который выполнен с возможностью управлять биодатчиком 162 аналита. Биодатчик 162 аналита может быть, например, амперометрическим электрохимическим датчиком, который включает в себя рабочий электрод и электрод сравнения. Между рабочим электродом и электродом сравнения может прикладываться напряжение, чтобы заставить аналит претерпевать электрохимическую реакцию (например, реакцию восстановления и/или окисления) на рабочем электроде. Электрохимическая реакция генерирует амперометрический ток, который может измеряться посредством рабочего электрода. Амперометрический ток связан со скоростью электрохимической реакции, которая связана с концентрацией аналита. Таким образом, амперометрический ток, измеряемый посредством рабочего электрода, может быть показателем концентрации аналита. В некоторых вариантах осуществления модуль 152 интерфейса с датчиком может быть потенциостатом, выполненным с возможностью прикладывать напряжение между рабочим электродом и электродом сравнения при измерении тока через рабочий электрод.

[0047] В некоторых случаях может быть также введен реагент, чтобы делать чувствительным электрохимический датчик к одному или более конкретным анализам. Например, слой глюкозооксидазы ("GOx"), прилегающий к рабочему электроду, может катализировать окисление глюкозы с образованием перекиси водорода (H₂O₂). Перекись водорода может затем подвергаться электроокислению на рабочем электроде, что высвобождает электроны в рабочий электрод, приводя к амперометрическому току, который может измеряться посредством рабочего электрода. Эти реакции показаны ниже.



[0048] Ток, генерируемый при реакциях либо восстановления, либо окисления, является приблизительно пропорциональным скорости электрохимической реакции. Кроме того, скорость реакции зависит от скорости достижения молекулами аналита электродов электрохимического датчика для подпитки реакции, либо напрямую, либо каталитически посредством реагента. В установившемся состоянии молекулы аналита диффундируют к электродам электрохимического датчика с приблизительно такой же

скоростью, с которой дополнительные молекулы аналита диффундируют к области пробы, и скорость реакции является приблизительно пропорциональной концентрации молекул аналита. Таким образом, измеряемый посредством рабочего электрода ток дает показатель концентрации аналита.

5 [0049] Контроллер 150 может необязательно включать в себя модуль 154 драйвера отображения для управления матрицей 164 пикселей. Матрица 164 пикселей может быть матрицей отдельно программируемых светопропускающих, светотражающих и/или светоизлучающих пикселей, расположенных в рядах и столбцах. Индивидуальные
10 схемы пикселей могут необязательно включать жидкокристаллические технологии, микроэлектромеханические технологии, технологии излучающих диодов и т.д., чтобы избирательно пропускать, отражать и/или излучать свет согласно информации от модуля 154 драйвера отображения. Такая матрица 164 пикселей также может необязательно включать в себя пиксели более чем одного цвета (например, красные, зеленые и синие пиксели), чтобы воспроизводить визуальный контент в цвете. Модуль
15 154 драйвера отображения может включать в себя, например, одну или более линий данных, обеспечивающих программную информацию отдельно программируемым пикселям в матрице 164 пикселей, и одну или более линий адресации для задания групп пикселей на прием такой программной информации. Такая матрица 164 пикселей, расположенная на глазу, также может быть связана с одной или более линзами, чтобы
20 направлять свет в фокальную плоскость, воспринимаемую глазом.

[0050] Контроллер 150 также может включать в себя схему 156 связи для отправки и/или приема информации через антенну 170. Схема 156 связи может необязательно включать в себя один или более осцилляторов, смесителей, частотных инжекторов и т.д., чтобы модулировать и/или демодулировать информацию на несущей частоте для
25 ее передачи и/или приема антенной 170. В некоторых примерах устанавливаемое на теле устройство 110 выполнено с возможностью указывать выходные данные из биодатчика посредством модуляции импеданса антенны 170 таким образом, который может восприниматься (распознаваться) внешним считывателем 180. Например, схема 156 связи может вызывать изменения по амплитуде, фазе и/или частоте излучения
30 обратного рассеяния от антенны 170, и такие изменения могут обнаруживаться считывателем 180.

[0051] Контроллер 150 соединен с био-интерактивной электроникой 160 посредством межсоединений 151. Например, когда контроллер 150 включает в себя логические элементы, реализованные в интегральной схеме с образованием модуля 152 интерфейса
35 с датчиком и/или модуля 154 драйвера отображения, структурированный проводящий материал (например, золото, платина, палладий, титан, медь, алюминий, серебро, металлы, их сочетания и т.д.) может соединять вывод на микросхеме с био-интерактивной электроникой 160. Аналогично, контроллер 150 соединен с антенной 170 посредством межсоединений 157.

40 [0052] Следует отметить, что блок-схема, показанная на фиг. 1, описывается в связи с функциональными модулями для удобства описания. Однако варианты осуществления устанавливаемого на теле устройства 110 могут быть организованы с одним или более из функциональных модулей ("подсистем"), реализованными в одиночной микросхеме, интегральной схеме и/или физической детали. Например, хотя выпрямитель/регулятор
45 144 проиллюстрирован в блоке источника 140 питания, выпрямитель/регулятор 144 может быть реализован в микросхеме, которая также включает в себя логические элементы контроллера 150 и/или другие функциональные возможности встроенной электроники в устанавливаемом на теле устройстве 110. Таким образом, напряжение

питания постоянного тока, которое подается на контроллер 150 из источника 140 питания, может быть напряжением питания, которое подается в компоненты на микросхеме компонентами выпрямителя и/или регулятора, расположенными на той же микросхеме. То есть, функциональные блоки на фиг. 1, показанные как блок источника 140 питания и блок 150 контроллера, не должны быть реализованными как физически отдельные модули. Более того, один или более из описанных на фиг. 1 функциональных модулей могут быть реализованы заключенными в отдельных корпусах микросхемами, электрически соединенными друг с другом.

[0053] Дополнительно или альтернативно, улавливающая энергию антенна 142 и антенна 170 связи могут быть реализованы одной и той же физической антенной. Например, рамочная антенна может как улавливать падающее излучение для выработки электроэнергии, так и передавать информацию посредством излучения обратного рассеяния.

Е. Считыватель

[0054] Внешний считыватель 180 включает в себя антенну 188 (или группу из множественных антенн) для отправки и приема беспроводных сигналов 171 в и от устанавливаемого на теле устройства 110. Внешний считыватель 180 также включает в себя вычислительную систему с процессором 186, находящуюся в связи с памятью 182. Память 182 может быть невременным считываемым компьютером носителем, который может включать, без ограничения, магнитные диски, оптические диски, органическую память и/или любую другую энергозависимую (например, RAM) или энергонезависимую (например, ROM) систему хранения, считаемую процессором 186. Память 182 может включать в себя хранилище 183 данных, чтобы хранить индикации данных, такие как показания датчика (например, от биодатчика 162 анализа), настройки программ (например, чтобы регулировать поведение устанавливаемого на теле устройства 110 и/или внешнего считывателя 180) и т.д. Память 182 также может включать в себя программные инструкции 184 для исполнения процессором 186, чтобы вынуждать внешний считыватель 180 выполнять обработки, предписанные инструкциями 184. Например, программные инструкции 184 могут предписывать внешнему считывателю 180 обеспечивать пользовательский интерфейс, который обеспечивает возможность извлечения информации, переданной от устанавливаемого на теле устройства 110 (например, выводов датчика от биодатчика 162 анализа). Внешний считыватель 180 также может включать в себя один или более аппаратных компонентов для управления антенной 188 по отправке и приему беспроводных сигналов 171 в и от устанавливаемого на теле устройства 110. Например, осцилляторы, частотные инжекторы, кодеры, декодеры, усилители, фильтры и т.д. могут возбуждать антенну 188 согласно инструкциям от процессора 186.

[0055] Внешний считыватель 180 может быть смартфоном, цифровым помощником или другим портативным вычислительным устройством с возможностью беспроводного подключения, достаточного для обеспечения линии 171 беспроводной связи. Внешний считыватель 180 может быть также реализован как антенный модуль, который может подсоединяться через разъем к портативному вычислительному устройству, как, например, в одном примере, где линия 171 связи работает на несущих частотах, широко не используемых в портативных вычислительных устройствах. В некоторых случаях внешний считыватель 180 является устройством специального назначения, выполненным с возможностью его ношения относительно близко к глазу носителя, чтобы позволять линии 171 беспроводной связи работать с «бюджетом» низкой мощности. Например, внешний считыватель 180 может быть интегрирован в часть ювелирного изделия, такого

как ожерелье, серьга и т.д., или интегрирован в предмет одежды или аксессуар, носимый рядом с головой, такой как шляпа, головная повязка, шарф, очки и т.д.

[0056] В некоторых вариантах осуществления система 100 может работать, подавая с перерывами ("время от времени") энергию в устанавливаемое на теле устройство 110, чтобы питать контроллер 150 и электронику 160 датчика. Например, может подаваться радиочастотное излучение 171, чтобы питать устанавливаемое на теле устройство 110 достаточно долго для работы электроники 160 датчика и передачи результата такой операции. В таком примере поданное радиочастотное излучение 171 может рассматриваться как сигнал опроса от внешнего считывателя 180 в устанавливаемое на теле устройство 110 с запрашиванием обратной связи (например, выдачи измерения датчика). Периодически опрашивая устанавливаемое на теле устройство 110 (например, подавая радиочастотное излучение 171, чтобы временно включить устройство), внешний считыватель 180 может накапливать набор измерений (или другую обратную связь) с течением времени от электроники 160 датчика без непрерывного запитывания устанавливаемого на теле устройства 110.

Г. Примерная работа

[0057] На практике источник 140 питания может функционировать, улавливая энергию из принятого радиочастотного излучения с использованием улавливающей энергию антенны 142 и выпрямителя/регулятора 144, и уловленная энергия может использоваться для заряда аккумулятора 146. Например, радиочастотное излучение может вызывать радиочастотные электрические сигналы на вводах антенны 142. Выпрямитель 146 может быть соединен с вводами антенны и может преобразовывать радиочастотные электрические сигналы в напряжение постоянного тока, которое может прикладываться к аккумулятору 146, создавая зарядный ток. Аккумулятор 146 может затем выдавать напряжения питания (т.е. питание 141 постоянным током), чтобы осуществлять работу аппаратной логики контроллера 150, а также чтобы запитывать электрохимический датчик 162. Напряжение(я) 141 питания постоянного тока могут быть подходящими для возбуждения цифровой логической схемы напряжениями, такими как, например, приблизительно 1,2 вольта, приблизительно 3 вольта и т.д. В некоторых примерах прием радиочастотного излучения от внешнего считывателя 180 (или другого источника, такого как окружающее излучение и т.д.) вызывает подачу напряжений 141 питания на датчик 162 и аппаратную логику контроллера 150, тем самым активируя устанавливаемое на теле устройство 110. При снабжении питанием датчик 162 и интерфейс 152 с датчиком контроллера 150 выполнены с возможностью генерировать и измерять ток, указывающий на концентрацию аналита, и передавать результаты.

[0058] Внешний считыватель 180 ассоциирует сигнал 171 обратного рассеяния с результатом датчика (например, согласно предварительно запрограммированному соотношению, связывающему импеданс антенны 170 с выходными данными от датчика 162 с использованием справочных таблиц, калибровочной информации и т.д.). Считыватель 180 может затем сохранять указанные результаты датчика (например, значения концентрации аналита) в локальной памяти и/или внешнем хранилище данных (например, посредством передачи по сети).

[0059] В некоторых вариантах осуществления один или более из признаков, показанных как отдельные функциональные блоки, могут быть реализованы ("упакованы") в единственной микросхеме (кристалле). Например, устанавливаемое на теле устройство 110 может быть реализовано с выпрямителем 144, регулятором напряжения, интерфейсом 152 с датчиком и другой аппаратной логикой, упакованными вместе в одиночном кристалле или модуле контроллера. В некоторых случаях

аккумулятор 146 может быть электрически соединен с таким кристаллом посредством проводящих дорожек, которые оканчиваются установочными площадками, на которых аккумулятор 146 может быть установлен методом перевернутого кристалла.

Микросхема контроллера также может иметь межсоединения ("провода"), соединенные с рамочной антенной 170 и биодатчиком 162 анализа, которые могут быть расположены на кристалле датчика, который установлен методом перевернутого кристалла над проводящими установочными площадками, например. Такой контроллер работает, улавливая энергию, принимаемую в рамочной антенне 170, прикладывая достаточное для развития амперометрического тока напряжение между электродами датчика 162, измеряя этот амперометрический ток и выдавая показания измеренного тока через антенну 170 (например, посредством излучения 171 обратного рассеяния).

Г. Примерная устанавливаемая на глазу электронная платформа

[0060] Фиг. 2А является видом сверху примерного устанавливаемого на глазу устройства 210 (или офтальмической электронной платформы). Фиг. 2В является ракурсом примерного устанавливаемого на глазу устройства, показанного на фиг. 2А. Следует отметить, что относительные размеры на фиг. 2А и 2В не обязательно выдержаны в масштабе, но воспроизведены лишь в целях пояснения при описании компоновки примерного устройства 210. Устанавливаемое на глазу устройство 210 может быть сформировано из полимерного материала 220, которому придана форма в виде изогнутого (закругленного) диска. Устанавливаемое на глазу устройство 210 включает в себя рамочную антенну 270, контроллер 250 и электрохимический аккумулятор 260, установленный на подложке 230, которая заделана (внедрена) в полимерный материал 220. Устанавливаемое на глазу устройство 210 также может включать в себя электрохимический датчик, используемый для получения измерения концентрации анализа в слезной пленке, окружающей устройство 210.

[0061] Полимерный материал 220 может быть практически прозрачным материалом, чтобы обеспечивать возможность пропускания падающего света к глазу, когда устанавливаемое на глазу устройство 210 установлено на глазу. Полимерный материал 220 может быть биосовместимым материалом, аналогичным используемым при формировании контактных линз для коррекции зрения и/или косметических контактных линз в оптометрии, таким как полиэтилентерефталат ("PET"), полиметилметакрилат ("PMMA"), полигидроксиэтилметакрилат ("polyHEMA"), силикон-гидрогели, их сочетания и т.д. Полимерный материал 220 может быть сформирован с одной стороной имеющим вогнутую поверхность 226, подходящую посадки на роговичную поверхность глаза. Противоположная сторона диска может иметь выпуклую поверхность 224, которая не мешает движению век, когда устанавливаемое на глазу устройство 210 установлено на глазу. Круговая внешняя боковая кромка 228 соединяет вогнутую поверхность 226 и выпуклую поверхность 224. Полимерный материал 220 может быть сформирован с изогнутой формой многообразием способов. Например, для формирования полимерного материала 220 могут использоваться методы, аналогичные используемым при формировании контактных линз для коррекции зрения, такие как, например, формование нагревом, литьевое формование, центробежное литье и т.д.

[0062] Устанавливаемое на глазу устройство 210 может иметь размеры, аналогичные контактным линзам для коррекции зрения и/или косметическим контактным линзам, такие как, например, диаметр приблизительно 1 сантиметр и толщину от примерно 0,1 до примерно 0,5 миллиметра. Однако эти значения диаметра и толщины приведены только в иллюстративных целях. В некоторых вариантах осуществления размеры устанавливаемого на глазу устройства 210 могут выбираться согласно размеру и/или

форме роговичной поверхности глаза носящего, чтобы вмещать один или более компонентов, заделываемых в полимерный материал 220, и/или чтобы добиться целевой оптической коррекции.

5 [0063] Когда устанавливаемое на глазу устройство 210 установлено на глазу, выпуклая поверхность 224 обращена наружу к окружающей среде, а вогнутая поверхность 226 обращена внутрь, к роговичной поверхности. Выпуклая поверхность 224 может поэтому рассматриваться как внешняя, верхняя поверхность устанавливаемого на глазу устройства 210, тогда как вогнутая поверхность 226 может рассматриваться как внутренняя, нижняя поверхность. Вид "сверху", показанный на фиг. 2А, является
10 иллюстрацией при рассматривании со стороны выпуклой поверхности 224.

[0064] Подложка 230 может быть заделана в полимерный материал 220 так, чтобы располагаться вдоль внешней периферии 222 полимерного материала 220, на удалении от центральной области 221. Подложке 230 может быть придана форма в виде плоского, кругового кольца (например, диска с центральной дыркой). Плоская поверхность
15 подложки 230 (например, вдоль радиальной ширины) служит в качестве платформы для установки электроники, такой как микросхемы (например, посредством монтажа методом перевернутого кристалла), и для структурирования проводящих материалов (например, методами микрообработки, такими как фотолитография, осаждение, нанесение покрытия и т.д.), чтобы сформировать электроды, антенну (антенны),
20 установочные площадки и/или межсоединения. Как подложка 230, так и полимерный материал 220 могут быть приблизительно цилиндрически симметричными относительно общей центральной оси. Подложка 230 может иметь, например, диаметр примерно 10 миллиметров, радиальную ширину примерно 1 миллиметр (например, внешний радиус на 1 миллиметр больше, чем внутренний радиус) и толщину примерно 50 микрометров.
25 Однако эти размеры приведены лишь в иллюстративных целях и никаким образом не ограничивают настоящее раскрытие. Подложка 230 может быть реализована принимающей многообразие разных форм-факторов, аналогично описанию подложки 130 применительно к фиг. 1 выше.

[0065] Контроллер 250 может быть микросхемой, включающей в себя логические
30 элементы, выполненные с возможностью управлять электрохимическим датчиком и рамочной антенной 270. Микросхема 250 контроллера (и любая другая электроника на подложке 230) может получать электроэнергию от аккумулятора 260. Контроллер 250 электрически соединен с рамочной антенной 270 межсоединениями 257, также расположенными на подложке 230. Аналогично, контроллер 250 электрически соединен
35 с аккумулятором 260 межсоединениями 251. Межсоединения 251, 257, рамочная антенна 270 и входящие в состав датчика 260 проводящие электроды могут быть образованы из проводящих материалов, структурированных на подложке 230 посредством процесса точного структурирования таких материалов, такого как осаждение, фотолитография и т.д. Межсоединения 251, которые электрически соединяют аккумулятор 260 с
40 микросхемой 250, могут включать в себя дорожки, которые оканчиваются парой проводящих установочных площадок. Поэтому аккумулятор 260 может присоединяться методом перевернутого кристалла поверх установочных площадок, чтобы тем самым электрически соединять аккумулятор 260 с электроникой в устройстве 210. Проводящие материалы, структурированные на подложке 230, могут быть, например, золотом,
45 платиной, палладием, титаном, углеродом, алюминием, медью, серебром, хлоридом серебра, проводниками, образованными из благородных материалов, металлами, их сочетаниями и т.д.

[0066] Рамочная антенна 270 является слоем проводящего материала,

структурированным вдоль плоской поверхности подложки с образованием плоского проводящего кольца. В некоторых примерах, чтобы обеспечивать дополнительную гибкость вдоль кривизны полимерного материала, рамочная антенна 270 может включать в себя множество практически концентрических секций, электрически соединенных друг с другом параллельно или последовательно. Каждая секция может поэтому сгибаться независимо вдоль вогнутой/выпуклой кривизны устанавливаемого на глазу устройства 210. В некоторых примерах рамочная антенна 270 может формироваться без образования полной петли. Например, антенна 270 может иметь вырез, чтобы обеспечивать пространство для контроллера 250 и датчика 260, как проиллюстрировано на фиг. 2А. Однако рамочная антенна 270 также может быть выполнена как непрерывная полоска проводящего материала, которая совершает полный оборот по плоской поверхности подложки 230 один или более раз, и такие полоски могут быть соединены параллельно и/или последовательно, чтобы добиться требуемых характеристик сигналов. Например, может быть структурирована полоска проводящего материала с множественными витками на противоположной контроллеру 250 и датчику 260 стороне подложки 230. Межсоединения между концами такой навитой антенны (например, вводы антенны) могут в таком случае быть пропущены через подложку 230 к контроллеру 250.

[0067] Фиг. 2С является видом сбоку в разрезе примерного устанавливаемого на глазу электронного устройства 210 при его установке на роговичной поверхности 22 глаза 10. Фиг. 2D является приближенным видом сбоку в разрезе, увеличенным для того, чтобы показать слои 40, 42 слезной пленки, окружающие поверхности 224, 226 примерного устанавливаемого на глазу устройства 210. Следует отметить, что относительные размеры на фиг. 2С и 2D не обязательно показаны в масштабе, но воспроизведены только в целях пояснения при описании компоновки примерного устанавливаемого на глазу электронного устройства 210. Например, общая толщина устанавливаемого на глазу устройства может быть примерно 100-200 микрон, в то время как толщина слоев 40, 42 слезной пленки может каждая быть примерно 10 микрон, хотя это соотношение может не быть отражено на чертежах. Некоторые аспекты преувеличены с тем, чтобы обеспечивать возможность иллюстрации и способствовать разъяснению.

[0068] Глаз 10 включает в себя роговицу 20, которая закрывается при сведении верхнего века 30 и нижнего века 32 поверх глаза 10. Падающий свет принимается глазом 10 через роговицу 20, где свет оптически направляется в светочувствительные элементы глаза 10 (например, палочки и колбочки, и т.д.), чтобы возбуждать визуальное восприятие. Движение век 30, 32 распределяет слезную пленку по открытой роговичной поверхности 22 глаза 10. Слезная пленка является водным раствором, секретиремым слезной железой для защиты и смазывания глаза 10. Когда устанавливаемое на глазу устройство 210 установлено на глазу 10, слезная пленка покрывает как вогнутую, так и выпуклую поверхности 224, 226 внутренним слоем 40 (вдоль вогнутой поверхности 226) и внешним слоем 42 (вдоль выпуклой поверхности 224). Слои 40, 42 слезной пленки могут быть примерно от 5 до 10 микрон в толщину и вместе составлять примерно от 5 до 10 микролитров.

[0069] Слои 40, 42 слезной пленки распределяются по роговичной поверхности 22 и/или выпуклой поверхности 224 за счет движения век 30, 32. Например, веки 30, 32 могут соответственно опускаться и подниматься, распределяя малый объем слезной пленки по роговичной поверхности 22 и/или выпуклой поверхности 224 устанавливаемого на глазу устройства 210. Слой 40 слезной пленки на роговичной поверхности 22 также

способствует установке устанавливаемого на глазу устройства 210 за счет капиллярных сил между вогнутой поверхностью 226 и роговичной поверхностью 22.

[0070] Как показано на видах в разрезе на фиг. 2C и 2D, подложка 230 может быть наклонена таким образом, чтобы плоские установочные поверхности подложки 230 были приблизительно параллельными смежной части выпуклой поверхности 224. Подложка 230 может быть уплощенным кольцом с обращенной внутрь поверхностью 232 (более близкой к вогнутой поверхности 226 полимерного материала 220) и обращенной наружу поверхностью 234 (более близкой к выпуклой поверхности 224). Подложка 230 может иметь электронные компоненты и/или структурированные проводящие материалы, установленные на какой-либо либо обеих установочных поверхностях 232, 234. Как показано на фиг. 2D, электрохимический аккумулятор 260, контроллер 250 и проводящее межсоединение 251 установлены на обращенной наружу поверхности 234. В частности, аккумулятор 260 установлен на паре проводящих установочных площадок, расположенных на обращенной наружу поверхности 234. Установочные площадки совмещены с соответствующими выводами на аккумуляторе 260, один из которых электрически соединен с анодом аккумулятора 260, а другой из которых электрически соединен с катодом аккумулятора 260. Другая электроника, электроды и т.д., расположенные на подложке 230, могут устанавливаться либо на обращенной внутрь стороне 232, либо на обращенной наружу стороне 234. Более того, в некоторых вариантах осуществления некоторые электронные компоненты могут устанавливаться на одной стороне (например, 232), в то время как другие электронные компоненты устанавливаются на противоположной стороне (например, 234), и соединения между этими двумя сторонами могут быть выполнены через проводящие материалы, проходящие сквозь подложку 230. Например, электрохимический датчик анализа может быть расположен на подложке 230 и электрически соединен с контроллером 250 посредством межсоединений, структурированных на подложке 230. Контроллер 250 может использовать электрохимический датчик, чтобы получать измерения концентрации анализа слезной пленки путем приложения электрического напряжения к электродам электрохимического датчика и отслеживания результирующего амперометрического тока через рабочий электрод. Контроллер 250 может затем использовать антенну 270, чтобы выдавать показания измеренного тока.

[0071] Аккумулятор 260 включает в себя два электрода: анод и катод. Анод и катод могут быть разделены посредством электролита, который переносит ионы во время зарядки или разрядки аккумулятора 260. Перенос ионов через электролит уравнивается электронами, перемещаемыми между электродами через подключенную цепь. Во время разряда аккумулятора через эту внешнюю цепь течет результирующий ток. Во время операции заряда аккумулятор берет ток из внешней цепи. Аккумулятор 260 может быть реализован на подложке аккумулятора, отдельной от подложки 230. Например, аккумулятор 260 может иметь электроды с помещенным между ними электролитом, структурированные на одной стороне подложки аккумулятора, и каждый электрод может быть соединен с проводящей площадкой на обратной стороне подложки аккумулятора. Аккумулятор 260 может в таком случае устанавливаться поверх соответствующих проводящих площадок, сформированных на подложке 230. В других примерах аккумулятор может быть сформирован напрямую на подложке 230 и подсоединен к другой электронике на той же подложке.

III. Примерные тонкопленочные аккумуляторы

[0072] Фиг. 3A иллюстрирует примерную компоновку тонкопленочного аккумулятора 300. Фиг. 3B иллюстрирует другую примерную компоновку тонкопленочного

аккумулятора 340. Чтобы проиллюстрировать их внутреннее строение, на фиг. 3А и 3В показаны виды в поперечном разрезе аккумуляторов 300, 340. Компоновки, проиллюстрированные на фиг. 3А и 3В, не прорисованы в масштабе и приведены с тем, чтобы способствовать пониманию. Например, некоторые аспекты могут быть преувеличенными, чтобы способствовать иллюстрации. Аккумуляторы 300, 340 могут входить в состав устанавливаемого на глазу устройства для обнаружения концентрации аналита в слезной пленке (например, устанавливаемого на глазу устройства 210, описанного применительно к фиг. 2А-2D выше), в состав устанавливаемого на теле или имплантируемого устройства, или же в состав другого электронного устройства с относительно тонким форм-фактором и/или ограничениями по размеру/весу.

[0073] Обращаясь к фиг. 3А и 3В, аккумуляторы 300, 340 могут быть твердотельными аккумуляторами, которые образованы пленками электродного материала, разделенными пленкой электролита. Наслоенные пленки могут быть сформированы методом осаждения, напыления испарением и/или другими методами микропроизводства, и состав каждой пленки может выбираться для обеспечения конкретных химических составов аккумулятора. Например, в литий-ионном твердотельном аккумуляторе слой электролита может быть образован из фосфор-оксинитрида лития (LIPON) (например, сформирован катодным распылением мишени из ортофосфата лития); катод может быть образован из оксида лития-кобальта (LiCoO_2), а анод может быть образован из металлического лития. Также возможны другие примеры материалов пленок электродов и электролита. В дополнение, упомянутые две пленки электродов могут иметь проводящий слой, противоположный пленке электролита, чтобы проводить ток между электродами и внешней цепью. Такие тонкопленочные аккумуляторы могут быть сформированы наслаиванием материалов поверх подложки, начиная с катода (как на фиг. 3А) или начиная с анода (как на фиг. 3В). Аккумуляторы 300, 340 описываются ниже со ссылкой на примерные способы формирования, хотя собранные приборы могут формироваться и другими методами изготовления, и раскрытые здесь аккумуляторные приборы не ограничены каким-либо конкретным методом изготовления. В дополнение, размерная протяженность и/или толщина каждого слоя аккумулятора может выбираться, по меньшей мере отчасти, для достижения требуемой энергоемкости аккумулятора и/или номинальной выдаваемой мощности. В некоторых случаях здесь раскрытые аккумуляторы могут сконструированы для обеспечения между примерно 1 мкА·ч и примерно 5 мкА·ч, хотя возможны также и другие значения. Более того, в некоторых применениях один или более аккумуляторных элементов могут быть соединены друг с другом последовательно или параллельно в аккумуляторную батарею, чтобы добиться требуемой энергоемкости и/или номинальной выдаваемой мощности. Таким образом, примерные толщины слоев, отмеченные ниже, приведены лишь в иллюстративных целях.

[0074] Обращаясь к фиг. 3А, аккумулятор 300 размещен на подложке 320, которая имеет первую сторону 322 и вторую сторону 324. Подложка 320 может быть материалом на основе кремния, таким как кремниевая пластина, или слюдяной подложкой, керамической или металлической подложкой, или полимерной подложкой, такой как полиэтилентерефталат (PET), полиимид, парилен, или другой пластмассовой подложкой. В зависимости от производственных ограничений, подложка 320 может выбираться исходя из стойкости к различным температурам отжига, таким как температуры вплоть до 800°C. Подложка 320 может иметь толщину, достаточную для придания аккумулятору конструктивной устойчивости во время обращения с ним и его изготовления, но может быть менее чем 100 микрон в толщину. Например, подложка может быть

кремниевой пластиной, отполированной до толщины между примерно 20 микронметрами и примерно 50 микронметрами. В некоторых применениях толщина подложки 320 выбирается такой, чтобы общая толщина изготовленного аккумулятора была меньше, например, чем 100 микронметров.

[0075] На первой стороне 322 подложки 320 может быть расположен слой 302 катодного токоотвода. В некоторых примерах первая сторона 322 подложки 320 может быть подготовлена посредством полирования и/или очистки первой стороны 322, чтобы обеспечивать поверхность, которая свободна от загрязняющих веществ и находится в требуемом форм-факторе (например, является практически плоской). Первая сторона 322 может быть необязательно покрыта пассивирующим слоем, таким как изолирующая пленка. Пассивирующий слой может служить для предотвращения потенциальной проводимости через подложку 320, как, например, может происходить в проводящем или полупроводящем материале подложки. Слой 302 катодного токоотвода может быть осажден катодным распылением с требуемым рисунком (например, с использованием фоторезистов, масок и т.д.), чтобы занимать первую область первой стороны 322. Слой катодного токоотвода может быть образован из проводящего материала, такого как титан, кобальт, золото, молибден, платина, палладий, другой металл, их сочетания и т.д. Слой 302 катодного токоотвода может иметь толщину между примерно 300 ангстрем и примерно 500 ангстрем (т.е. 30-50 нанометров).

[0076] Поверх слоя 302 катодного токоотвода может располагаться пленка материала 304 катода. Материал 304 катода может быть структурирован (например, в процессе осаждения), чтобы быть по существу только над слоем 302 катодного токоотвода (например, с использованием резистов, масок и т.д.). Например, если слой 302 катодного токоотвода занимает конкретную область первой стороны 322, то материал 304 катода может полностью располагаться внутри этой же области. Материал 304 катода может быть материалом, который восстанавливает ионы лития, переносимые от анода. Например, материал 304 катода может включать в себя оксид лития-кобальта (LiCoO_2), или другую соль лития, соль металла, или соль оксида кобальта. Материал 304 катода может иметь толщину между примерно 1 микронметром и примерно 10 микронметрами. Плотность энергии материала катода может быть увеличена после осаждения отжигом материала 304 катода (и подложки), что вызывает кристаллизацию материала со строением, благоприятным для приема лития. Например, пленка LiCoO_2 может подвергаться отжигу при температуре между примерно 500°C и примерно 800°C . Могут использоваться и другие методы для того, чтобы добиться кристаллизации. Например, в примерах, в которых материал 320 подложки не может выдерживать высокую температуру отжига, материал 304 катода может кристаллизоваться с использованием лазерного отжига или посредством подвергания материала катода воздействию аргоновой и кислородной плазмы; в таком случае бомбардировка реакционноспособными ионами кислорода может кристаллизовать материал 304 катода без нагревания подложки 320.

[0077] Поверх материала 304 катода может располагаться пленка материала 306 электролита. Пленка материала электролита может быть осаждена катодным распылением (напылена) на материал 304 катода. Материал 306 электролита может быть слоем такого материала, как фосфор-оксинитрид лития (LIPON). Материал 306 электролита может иметь толщину между примерно 1,5 микронметра и примерно 3 микронметрами. Электролит также может подвергаться отжигу, чтобы добиться целевого энергетического состояния электролита (например, LIPON может подвергаться отжигу при примерно 250°C). Чтобы сформировать пленку электролита, LIPON можно осаждать

катодным распылением с использованием мишени из ортофосфата лития и можно структурировать (снабдить рисунком) в области, которая перекрывает материал 304 катода. Как показано на фиг. 3А, материал 306 электролита может полностью инкапсулировать материал 304 катода между слоем 302 катодного токоотвода и

5 материалом 306 электролита. Например, материал 306 электролита может быть структурирован в той области, которая включает в себя весь материал 304 катода и также простирается за боковые края материала 304 катода. Как таковой, слой 304 катода может принимать электрические соединения только через слой 306 электролита или через слой 302 катодного токоотвода.

10 [0078] Поверх материала 306 электролита может располагаться пленка материала 308 анода. Материал 308 анода может быть напыленным металлическим литием и может иметь толщину от примерно 2 до примерно 3 микрон. Материал 308 анода может быть структурирован поверх области, которая полностью находится внутри области, занимаемой материалом 306 электролита. Так как материал 306 электролита

15 перекрывает материал 304 катода, слой 304 катода отделен от материала 308 анода во всех местах материалом 306 электролита, и прямого контакта между материалами 304, 308 анода и катода нет.

[0079] Поверх слоя 308 анода может располагаться слой 310 анодного токоотвода. Слой анодного токоотвода может быть слоем проводящего материала (аналогичным

20 слою катодного токоотвода), но слой 310 анодного токоотвода может простирается за область, занимаемую анодом 308, электролитом 306, катодом 304 и катодным токоотводом 302. Так, слой 310 анодного токоотвода может быть структурирован в виде непрерывной полоски проводящего материала, которая размещена поверх материала 308 анода и также вступает в контакт с областью первой стороны 322

25 подложки 320, которая не занята слоем 302 катодного токоотвода. Предпочтительно, занятые слоем 302 катодного токоотвода и слоем 310 анодного токоотвода области на первой стороне 322 подложки 320 могут быть отделены одна от другой изолятором (например, чтобы предотвращать прямую проводимость между катодным и анодным токоотводами). На фиг. 3А эти два слоя 302, 310 токоотводов разделены частью слоя

30 306 электролита, который контактирует с первой стороной 322 подложки 320.

[0080] Собранный набор слоев электродов и материала электролита аккумулятора (аккумуляторный пакет) может быть подключен к внешней цепи посредством соединения с двумя слоями 302, 310 токоотводов на соответствующих выводах 312, 314. Выводы 312, 314 могут быть выполненными заодно участками слоя токоотвода, которые удобно

35 доступны для формирования межсоединений с аккумулятором. Например, проводящие дорожки или другие межсоединения могут подсоединяться на первой стороне 322 на катодном выводе 312 и анодном выводе 314. Дополнительно или альтернативно, как показано на фиг. 3А, через подложку 320 могут быть сформированы сквозные соединения 330, 334, совмещенные с каждым из соединительных выводов 312, 314.

40 Сквозные соединения 330, 334 могут быть проходящими сквозь подложку отверстиями, сформированными лазерной абляцией, глубоким реактивным ионным травлением или другим способом, которые по меньшей мере частично заполнены проводящим материалом. Проводящий материал в сквозных соединениях 330, 334 тем самым обеспечивает электрические пути между каждым из выводов 312, 314 и второй стороной

45 324 подложки 320.

[0081] На второй стороне 324 подложки 320 на каждом из сквозных соединений 330, 334 могут быть сформированы проводящие установочные площадки 332, 336. Например, первая установочная площадка 332 (на второй стороне 324) может быть электрически

соединена со слоем 302 катодного токоотвода (на первой стороне 322) посредством первого сквозного соединения 330, а вторая установочная площадка 336 (на второй стороне 324) может быть электрически соединена со слоем 310 анодного токоотвода (на первой стороне 322) посредством второго сквозного соединения 334. Установочные площадки 332, 336 могут быть структурированы на второй стороне 324 любым неперекрывающимся образом. Например, каждая из установочных площадок 332, 336 может занимать практически половину второй стороны 324 подложки 320. Собранный аккумулятор 300 может быть в таком случае электрически подключен к другой цепи посредством монтажа методом перевернутого кристалла установочных площадок 332, 336 на соответствующих выводах.

[0082] Как показано на фиг. 3В, аккумулятор 340 размещен на подложке 360, которая имеет первую сторону 362 и вторую сторону 364. Слой 342 анодного токоотвода расположен на первой стороне 362 подложки 360. Пленка материала 344 анода расположена поверх слоя 342 анодного токоотвода. Пленка материала 346 электролита расположена поверх материала 344 анода. Пленка материала 348 катода расположена поверх материала 346 электролита. А поверх материала 348 катода расположен слой 350 катодного токоотвода. Слои токоотводов, пленки электродов и пленка электролита на фиг. 3В могут быть идентичными или аналогичными слоям токоотводов, пленкам электродов и пленке электролита, описанным применительно к фиг. 3А. Однако, так как материал 344 анода и материал 346 электролита размещаются на подложке 360 раньше материала 348 катода, материал 348 катода может не подвергаться процессу высокотемпературного отжига. Например, материал 348 катода может быть закристаллизован способом, включающим бомбардировку кислородом в аргон-кислородной плазме и/или лазерный отжиг.

[0083] Собранный аккумуляторный пакет включает в себя анодный вывод 352 и катодный вывод 354, расположенные на первой стороне 362 подложки 360. Сквозные соединения 370, 374 через подложку 360 электрически соединяют анодный вывод 352 и катодный вывод 354 с соответствующими проводящими установочными площадками 372, 376, сформированными на второй стороне 364 подложки 360.

[0084] Примерные компоновки, описанные применительно к фиг. 3А и 3В, иллюстрируют одиночные аккумуляторные элементы (например, единственный электролит в контакте с катодом и анод в контакте с электролитом, но не катодом). В некоторых примерах на общей подложке может быть сформировано множество твердотельных аккумуляторных элементов, выполненных в соответствии с аккумулятором 300 или аккумулятором 340 (например, посредством структурирования соответствующих слоев из слоев токоотводов, пленок электродов и пленки электролита). Сквозные соединения и проводящие установочные площадки могут формироваться на противоположной стороне общей подложки до или после формирования аккумуляторных элементов. Индивидуальные аккумуляторные элементы могут затем отделены один от другого посредством разрезания подложки или лазерного скрайбирования подложки. Индивидуальные аккумуляторы могут быть затем интегрированы в электронные устройства посредством монтажа аккумуляторов методом перевернутого кристалла на соответствующие проводящие площадки.

[0085] Формирование множественных аккумуляторов на общей подложке дает несколько преимуществ во время изготовления устройств. Во-первых, изготовление аккумуляторов является более эффективным, когда множественные аккумуляторы формируются одновременно с использованием общей подложки, которая затем разрезается, так как для изготовления множественных аккумуляторов можно

использовать единую последовательность операций вакуумного осаждения. Во-вторых, так как аккумуляторы изготавливают отдельно от электроники, которую они будут питать, изготовление этой другой электроники не подвержено ограничениям, накладываемым при формировании аккумуляторов. Например, изготовление аккумуляторов может подразумевать использование высоких температур, агрессивных растворителей и т.д. В тех применениях, в которых аккумуляторы формируют непосредственно на подложке с другой электроникой, эти другая электроника и подложка подвергаются воздействию тех же условий, задействованных в изготовлении аккумуляторов, что может ограничивать выбор материалов, порядок этапов обработки или другие факторы. Поэтому отделение изготовления аккумуляторов от изготовления другой электроники и затем монтаж индивидуальных аккумуляторов методом перевернутого кристалла посредством операций захвата и размещения является более эффективным и предполагает более большую гибкость в выборе материалов и операций.

IV. Примерные герметичные тонкопленочные аккумуляторы

[0086] Фиг. 4А, 4В и 4С иллюстрируют примерный герметичный аккумулятор 400. Фиг. 5А, 5В и 5С иллюстрируют другой примерный герметичный аккумулятор 500. Каждый из примерных герметичных аккумуляторов, описанных на фиг. 4А-5С, включает в себя аккумуляторный элемент, расположенный на подложке. Аккумуляторный элемент включает в себя пленку электролита в контакте с пленкой катода и пленку анода в контакте с пленкой электролита, но не в контакте с пленкой катода. Такой аккумуляторный пакет может принимать вид любого из примерных тонкопленочных аккумуляторов 300, 340, описанных применительно к фиг. 3А и 3В. Каждый из герметичных аккумуляторов также включает в себя пару проводящих установочных площадок, расположенных на противоположной стороне подложки относительно той стороны, на которой расположен аккумулятор, причем одна электрически соединена с катодом, а другая – с анодом. В дополнение, примерные герметичные аккумуляторы включают в себя полимерный герметик, который инкапсулирует аккумуляторный пакет между герметиком и подложкой, и гидроизоляционный барьер, который расположен на герметике.

[0087] Фиг. 4А является ракурсом сверху примерного твердотельного аккумулятора 400 с гидроизоляционным барьером 420, который оканчивается вдоль верхней поверхности 412 подложки 410. Фиг. 4В является ракурсом снизу примерного твердотельного аккумулятора 400. Фиг. 4С является видом сбоку в разрезе примерного твердотельного аккумулятора 400. Аккумулятор 400 включает в себя подложку 410, расположенный на подложке 410 аккумуляторный пакет 402, полимерный герметик 404, расположенный поверх и вокруг аккумуляторного пакета 402, и гидроизоляционный барьер 420, расположенный на полимерном герметике 404. Аккумуляторный пакет 402 сформирован на первой стороне 412 подложки 410, тогда как проводящие установочные площадки 430, 432, которые электрически соединены соответственно с анодом и катодом аккумуляторного пакета 402, сформированы на второй стороне 414 подложки 410.

[0088] Полимерный герметик 404 может быть низкотемпературным полимерным составом, таким как полимер, который становится деформируемым выше конкретной температуры (например, между примерно 100°C и примерно 200°C). Например, полимерный герметик 404 может быть полиэтиленовым материалом, полиамидным материалом, полипропиленовым материалом или любым другим термопластичным или термореактивным полимером. Полимерный герметик 404 может быть нанесен поверх и вокруг аккумуляторного пакета 402 аппликатором, который распределяет герметик 404 поверх и вокруг аккумуляторного пакета 402. Полимерный герметик 404

может поэтому принимать форму сторон аккумуляторного пакета 402 и прилегать к ним (например, затеканием) и создавать непрерывное уплотнение по первой стороне 412 подложки 410, полностью окружающее аккумуляторный пакет 402, который расположен на подложке 410. Полимерный герметик 404 также может наноситься методом нанесения центрифугированием или распыления герметика 404 с образованием непрерывного слоя выше и вокруг аккумуляторного пакета 402. Так как полимерный герметик 404 может образовывать непрерывный слой, плотно прижимающийся к подложке 410 со всех сторон аккумуляторного пакета 402, полимерный герметик может инкапсулировать аккумуляторный пакет 402 между герметиком 404 и первой стороной 412 подложки 410. Полимерный герметик 410 также обеспечивает опору для гидроизоляционного барьера 420, который располагается на нем. Таким образом, полимерный герметик 404 создает разделительную преграду между аккумуляторным пакетом 402 и гидроизоляционным барьером 420. Более того, в некоторых случаях гидроизоляционный барьер может быть исключен, и полимерный герметик 404 может не давать влаге достигать аккумуляторного пакета 402. В таких примерах полимерный герметик 404 может быть биосовместимым материалом, таким как парилен или другой биосовместимый материал, и/или может быть практически стойким к набуханию от воды.

[0089] Гидроизоляционный барьер 420 расположен на полимерном герметике 404, чтобы не давать влаге достичь полимерного герметика 404 и аккумуляторного пакета 402. В некоторых примерах гидроизоляционный барьер 420 может быть металлическим или керамическим слоем, который осажден поверх полимерного герметика 404 методом катодного распыления (т.е. напылен). В некоторых примерах гидроизоляционный барьер 420 может быть гибкой фольгой, которая наложена на полимерный герметик 404. Как показано на фиг. 4С, гидроизоляционный барьер 420 может иметь приподнятую верхнюю область 422, которая приблизительно параллельна подложке 410, переходную область 426, которая наклонена к подложке 410 от приподнятой верхней области 422, и боковые края 424, где гидроизоляционный барьер 420 находится ближе всего к подложке 410. Гидроизоляционный барьер оканчивается вдоль первой стороны 412 подложки 410 внешним краем 428. Приподнятая верхняя область 422 может приблизительно соответствовать занятой аккумуляторным пакетом 402 области на подложке 410. Гидроизоляционный барьер 420 является непрерывной (сплошной) пленкой или фольгой, которая практически непроницаема для влаги, и поэтому влага, которая может достичь полимерного герметика 404, должна заходить лишь вдоль первой стороны 412 подложки 410, непосредственно под внешним краем 428.

[0090] Некоторые варианты реализации аккумулятора 400 могут изготавливаться с уменьшением расстояния между внешним краем 428 и первой стороной 412 подложки 410 в пределах производственных ограничений. Некоторые методы могут включать прижимание боковых краев 424 к подложке 410. Некоторые методы могут включать перед напылением гидроизоляционного барьера 420 удаление некоторой части полимерного герметика 404 с подложки 410 с тем, чтобы открыть сплошное кольцо на первой стороне 412 подложки 410, которое полностью окружает аккумуляторный пакет 402. Напыленный гидроизоляционный барьер затем может прилипнуть непосредственно к первой стороне 412 подложки 410 по этому непрерывному кольцу.

[0091] В некоторых примерах гидроизоляционный барьер 420 может быть прижат к подложке 410 посредством приложения давления вокруг его боковых краев 424. Форма может сохраняться, по меньшей мере отчасти, за счет охлаждения термопластического полимерного герметика 404, которое вызывает затверждение

полимерного герметика 404 и, тем самым, фиксацию формы гидроизоляционного барьера 420. В некоторых примерах полимерный герметик 404 может формироваться принимающим форму, подходящую для приема напыляемого материала гидроизоляционного барьера (например, посредством приложения пресс-формы к герметик 404), а затем на отформованный герметик 404 может напыляться гидроизоляционный барьер 420. Также возможны альтернативные методы нанесения гидроизоляционного барьера. Более того, в некоторых случаях, гидроизоляционный барьер может наноситься исключительно на верхнюю поверхность гидроизоляционного барьера слоем, который является практически параллельным плоскости подложки, на которой располагается аккумуляторный пакет.

[0092] Фиг. 5А является ракурсом сверху примерного твердотельного аккумулятора 500 с гидроизоляционным барьером 520, который оканчивается вдоль боковой поверхности 516 подложки 510. Фиг. 5В является ракурсом снизу примерного твердотельного аккумулятора 500. Фиг. 5С является видом сбоку в разрезе примерного твердотельного аккумулятора 500. Аккумулятор 500 включает в себя подложку 510, расположенный на подложке 510 аккумуляторный пакет 502, полимерный герметик 504, расположенный поверх и вокруг аккумуляторного пакета 502, и гидроизоляционный барьер 520, расположенный на полимерном герметике 504. Аккумуляторный пакет 502 сформирован на первой стороне 512 подложки 510, тогда как проводящие установочные площадки 530, 532, которые электрически соединены соответственно с анодом и катодом аккумуляторного пакета 502, сформированы на второй стороне 514 подложки 510. Полимерный герметик 504 может быть идентичным или аналогичным полимерному герметику 404, описанному применительно к фиг. 4А-4С.

[0093] Гидроизоляционный барьер 520 расположен на полимерном герметике 504, чтобы не давать влаге достигать полимерного герметика 504 и аккумуляторного пакета 502. Гидроизоляционному барьеру 520 может быть придана нужная форма с использованием любого из методов, описанных применительно к формированию гидроизоляционного барьера 420, описанного на фиг. 4А-4С. Но в отличие от гидроизоляционного барьера 420, описанного на фиг. 4А-4С, гидроизоляционный барьер 520 образует непрерывный влагонепроницаемый барьер, который простирается вдоль по меньшей мере части боковых стенок 516 подложки 510. Как показано на фиг. 5С, гидроизоляционный барьер 520 может иметь приподнятую верхнюю область 522, которая приблизительно параллельна подложке 510, переходную область 528, которая отклоняется к подложке 510 от приподнятой верхней области 522, боковые края 524, где гидроизоляционный барьер 520 снова является приблизительно параллельным подложке 510, и поперечную область 526, которая проходит по боковым стенкам 516 подложки 510. Гидроизоляционный барьер 520 оканчивается вдоль боковых стенок 516 подложки 510 внешним краем 529. Приподнятая верхняя область 522 может приблизительно соответствовать занятой аккумуляторным пакетом 502 области на подложке 510. Гидроизоляционный барьер 520 является непрерывной пленкой или фольгой, которая практически непроницаема для влаги, и поэтому влага, которая может достичь полимерного герметика 504, должна заходить только вдоль боковой стенки 516 подложки 510, между боковой стенкой 516 и внешним краем 529.

[0094] Некоторые варианты реализации аккумулятора 500 могут изготавливаться с уменьшением расстояния между внешним краем 529 и боковой стенкой 516 подложки 510 в пределах производственных ограничений. Некоторые методы могут включать прижимание поперечной области 526 к боковым стенкам 516 подложки 510. Некоторые методы могут включать перед напылением гидроизоляционного барьера 520 удаление

некоторой части полимерного герметика 504 с подложки 510 с тем, чтобы открыть непрерывное кольцо на боковых стенках 516 подложки 510, которое полностью окружает аккумуляторный пакет 502. Напыленный гидроизоляционный барьер может затем прилипнуть непосредственно к боковым стенкам 516 подложки 510 по этому

5 непрерывному кольцу.
 [0095] Эти две примерные компоновки герметичных тонкопленочных аккумуляторов приведены лишь в иллюстративных целях. Возможны многие другие форм-факторы герметичных тонкопленочных аккумуляторов. Например, некоторые варианты осуществления могут включать в себя использование неплоских подложек, (например,
 10 подложек с изогнутыми или неровными поверхностями). Аккумуляторный пакет, сформированный на таких подложках, может быть окружен конформным (плотно прилегающим) слоем полимерного герметика, а затем на полимерном герметике может быть размещен гидроизоляционный барьер таким образом, чтобы не дать влаге достигать полимерного герметика и аккумуляторного пакета.

15 **V. Примерные процессы изготовления герметичных аккумуляторов**

[0096] Описанные здесь герметичные тонкопленочные аккумуляторы могут быть сформированы посредством разнообразных процессов изготовления. Два примерных процесса описываются применительно к фиг. 6A-7G. Следует отметить, что проиллюстрированные на этих фигурах стадии изготовления не прорисованы в масштабе
 20 и что порядок некоторых стадий может быть в некоторых примерах переменен и/или некоторые стадии могут быть полностью исключены. Герметичные тонкопленочные аккумуляторы могут встраиваться в устанавливаемые на теле и/или имплантируемые устройства или другие ограниченные форм-фактором устройства, такие как удаленные датчики, адгезивы, одежда и т.д. Как отмечено дополнительно ниже, герметичные
 25 тонкопленочные аккумуляторы могут быть особенно выгодными в средах с влагой, так как гидроизоляционный барьер предотвращает проникновение в аккумуляторный пакет влаги, которая могла бы в противном случае разрушать электроды и/или электролит аккумулятора. Например, эти аккумуляторы могут быть интегрированы в устанавливаемое на глазу устройство, такое как устанавливаемое на глазу устройство
 30 210, описанное на фиг. 2, или другое устанавливаемое на теле устройство.

[0097] Фиг. 6A-6G описывают процесс, в котором проводящие сквозные соединения и установочные площадки формируют на и в подложке после того, как аккумулятор уже размещен на противоположной стороне подложки. Фиг. 7A-7G описывают процесс, в котором проводящие сквозные соединения и установочные площадки формируют
 35 на и в подложке до того, как на подложке будет сформирован аккумулятор. Также могут использоваться вариации и/или комбинации этих подходов.

A. Формирование аккумуляторного пакета, с последующим формированием сквозных соединений через подложку

[0098] Фиг. 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F и 6G иллюстрируют стадии примерного процесса
 40 изготовления с формированием герметичного аккумулятора и установкой этого аккумулятора в устройстве. Герметичный аккумулятор, показанный на фиг. 6A, включает в себя расположенный на подложке 610 аккумуляторный пакет 620. Аккумуляторный пакет 620 может быть тонкопленочным аккумулятором, включающим в себя пленки материала анода и материала катода, разделенные одна от другой пленкой
 45 материала электролита. Например, аккумуляторный пакет 620 может быть идентичным или аналогичным какому-либо из аккумуляторных пакетов, описанных применительно к фиг. 3A и 3B. Как показано на фиг. 6A, аккумуляторный пакет 620 располагают на подложке 620 и инкапсулируют полимерным герметиком 630. Полимерный герметик

630 может быть низкотемпературным полимером, который наносят на аккумуляторный пакет 620 после изготовления аккумулятора. Полимерный герметик 630 может быть нанесен в виде покрытия на аккумуляторный пакет 620 физическим нанесением герметика 630 с использованием аппликатора, нанесением полимерного герметика методом центрифугирования, распылением полимерного герметика и/или другими методами. В тех примерах, где множество аккумуляторов формируют на общей подложке и затем разделяют посредством разрезания или скрайбирования подложки, аккумуляторы могут разделяться до нанесения полимерного герметика 630.

[0099] Полимерный герметик 630 образует конформную оболочку поверх аккумуляторного пакета 620, которое практически герметизирует (инкапсулирует) аккумуляторный пакет 620 между полимерным герметиком 630 и подложкой 610. В частности, в тех случаях, в которых аккумуляторный пакет 620 электрически соединен с установочными площадками, расположенными на противоположной стороне подложки 610 (как показано на фиг. 6D и 6E), слой полимерного герметика 630 может полностью инкапсулировать аккумуляторный пакет 620 без проникновения через него линий проводов, которые соединены с электродами. Вместо этого, так как сквозные соединения через подложку 610 устраняют необходимость в выводах или линиях проводов на той же стороне подложки 610, что и аккумуляторный пакет 620, полимерный герметик 630 может полностью окружать аккумуляторный пакет 620 и обеспечивать непрерывное уплотнение относительно подложки 610 и, тем самым, не давать загрязняющим веществам достигать аккумуляторного пакета 620.

[00100] На фиг. 6B полимерный герметик 630 покрывают гидроизоляционным барьером 640. Гидроизоляционный барьер 640 может быть металлическим или керамическим покрытием, которое напыляют на полимерный герметик 630. В дополнение к инкапсуляции аккумуляторного пакета 620, полимерный герметик 630 отделяет аккумуляторный пакет 620 от гидроизоляционного барьера 640. Гидроизоляционный барьер 640 обеспечивает барьер для влаги и загрязняющих веществ, которая является практически непроницаемой для влаги. Поэтому гидроизоляционный барьер 640 помогает предотвратить достижение влагой полимерного герметика 630 и аккумуляторного пакета 620. Гидроизоляционный барьер 640 может, поэтому, быть полезным в предотвращении вредных влияний, связанных с воздействием влаги. Например, в то время как слой полимерного герметика 630 может быть по меньшей мере частично водопроницаемым, гидроизоляционный барьер 640 из металлического или керамического материала может быть практически непроницаемым для воды и поэтому не давать влаге заходить в герметик 630 через область, покрытую гидроизоляционным барьером 640.

[00101] На фиг. 6C гидроизоляционный барьер 640 формуют поверх аккумуляторного пакета 620. Гидроизоляционный барьер 640 может быть отформован посредством прижатия гидроизоляционного барьера 640 (например, штамповкой или приложением давления). Прижатие гидроизоляционного барьера может приводить к тому, что внешние края гидроизоляционного барьера 640 прижимаются к подложке 610, как показано на фиг. 6C. Прижатие гидроизоляционного барьера 640 также увеличивает давление на полимерный герметик 630, что может вызывать выталкивание избыточного герметика 630 под внешними краями гидроизоляционного барьера 640. Прижатие внешней зоны гидроизоляционного барьера 640 ближе к подложке 610 также уменьшает площадь открытой поверхности полимерного герметика 630, что дополнительно уменьшает ту площадь, через которую влага может достигать аккумуляторного пакета 620. В дополнение к формованию гидроизоляционного барьера 640, прижатие

гидроизоляционного барьера 640 также может сжимать полимерный герметик 630, чтобы он лучше прилегал к аккумуляторному пакету 620, и помогать отверждать герметик 630. Герметик 630 может, таким образом, создавать разделительную преграду (буфер) между аккумуляторным пакетом 620 и гидроизоляционным барьером 640, 5 помогать увеличивать конструктивную целостность собранного устройства, а также помогать предотвращению достижения загрязняющими веществами аккумуляторного пакета 620.

[00102] В некоторых примерах гидроизоляционный барьер 640 может формироваться вдоль боковых сторон аккумуляторного пакета 620 и/или подложки 610 посредством 10 процесса изотропного осаждения или другого метода в дополнение к или в качестве альтернативы прижиманию гидроизоляционного барьера 640. Захождение гидроизоляционного барьера 640 на боковые стороны подложки 610 может создавать более надежное уплотнение по отношению к достижению влагой аккумуляторного пакета 620. Более того, некоторые примеры могут вовсе не включать 15 гидроизоляционного барьера. Например, аккумуляторный пакет 620 может инкапсулироваться полимерным герметиком 630 без накрывания герметика 630 чем-либо. А в некоторых примерах гидроизоляционный барьер может формироваться только над верхней поверхностью герметика 630 (например, как в виде, показанном на фиг. 6В).

[00103] Аккумуляторный пакет 620 может включать в себя катодный вывод 622, 20 который может быть частью слоя структурированного проводящего материала, электрически соединенного с пленкой катода внутри аккумуляторного пакета 620. Аккумуляторный пакет 620 также может включать в себя анодный вывод 624, который может быть частью слоя структурированного проводящего материала, электрически 25 соединенного с пленкой анода внутри аккумуляторного пакета 620. На фиг. 6D формируют два проходящих сквозь подложку 610 отверстия 650, 652, чтобы открыть эти два вывода 622, 624 с противоположной аккумуляторному пакету 620 стороны подложки 610. Отверстия 650, 652 можно выполнить посредством глубокого реактивного ионного травления, лазерной абляции или другого процесса. Например, если отверстия 30 650, 652 формируют посредством глубокого реактивного ионного травления через подложку 610, выводы 622, 624 могут использоваться в качестве остановок травления. Отверстия 650, 652 выставляются так, чтобы каждое из них открывало один из электродов аккумулятора (или токоотвод, электрически соединенный с одним из электродов). Например, отверстие 650 может быть выставлено, чтобы открыть катодный 35 вывод 622, а отверстие 652 может быть выставлено, чтобы открыть анодный вывод 624. В некоторых примерах отверстия 650, 652 могут быть выполнены до нанесения полимерного герметика 630 и/или гидроизоляционного барьера 640.

[00104] Фиг. 6Е показывает отверстия 650, 652, занятые проводящим материалом 654, 656, и установочные площадки 658, 660, сформированные на противоположной 40 стороне подложки 610. Проводящий материал 654, 656 может формироваться осаждением затравочного слоя вдоль боковых стенок отверстий 650, 652 и электролитическим осаждением проводящего материала с образованием непрерывного проводящего пути через подложку 610. Установочные площадки 658, 660 могут 45 структурироваться на неперекрывающихся областях противоположной стороны подложки 610, и каждая установочная площадка может быть электрически соединена с одним из проводящих сквозных соединений 654, 656. Проводящий материал 654 электрически соединяет катодный вывод 622 с проводящей площадкой 658, а проводящий материал 656 электрически соединяет анодный вывод 624 с проводящей

площадкой 660.

[00105] Фиг. 6F иллюстрирует собранный аккумулятор, который устанавливают на соединительные выводы 662, 664 на другой подложке 661. Соединительные выводы 662, 664 могут электрически соединяться с другой электроникой, расположенной на подложке 661, такой как микросхемы управления и т.д., посредством структурированных на подложке 661 дорожек и межсоединений. Поверх соединительных выводов 662, 664 может наноситься анизотропный проводящий клейкий материал 670, такой как анизотропная проводящая паста или анизотропная проводящая пленка, и аккумулятор может помещаться на соединительные площадки 662, 664. Анизотропный проводящий материал 670 может содержать множество проводящих частиц 672, распределенных внутри адгезивной матрицы. Когда аккумулятор прижимается к подложке 661, как показано на фиг. 6G, по меньшей мере одна из проводящих частиц 672 оказывается между установочной площадкой 658 и соединительной площадкой 662, и по меньшей мере одна другая проводящая частица 672 оказывается между установочной площадкой 660 и соединительной площадкой 664. Тем самым проводящие частицы 672 обеспечивают электрическую проводимость вдоль направления, в котором сжимают эти два вывода, но не по иным направлениям, так как проводящие частицы 672 остаются слишком далеко друг от друга, чтобы создавать проводящий путь.

[00106] Расположение и выставление аккумулятора над соединительными площадками 662, 664 можно выполнять, например, используя инструмент для позиционирования аккумулятора таким образом, чтобы соединенная с катодом установочная площадка 658 совмещалась с первой соединительной площадкой 662, а соединенная с анодом установочная площадка 660 совмещалась с установочной площадкой 664. Затем аккумулятор можно перемещать в направлении к соединительным площадкам 662, 664, деформируя анизотропный проводящий материал 670 и электрически соединяя установочные площадки 658, 660 с установочными площадками 662, 664. Применение давления и/или нагрева может отверждать анизотропный проводящий адгезив 670, что фиксирует аккумулятор на своем месте и завершает монтаж методом перевернутого кристалла.

В. Формирование сквозных соединений через подложку, с последующим формированием аккумуляторного пакета

[00107] Фиг. 7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 7F и 7G иллюстрируют другой примерный процесс изготовления герметичного аккумулятора. Фиг. 7A показывает подложку 710, имеющую первую сторону 712 и вторую сторону 714. Формируют пару дырок 720, 722 (или пару углублений) в первой стороне 712 подложки 710. Дырки 720, 722 можно формировать лазерной абляцией, глубоким реактивным ионным травлением или другим методом. Дырки 720, 722 могут проникать на большую глубину, чем конечная толщина подложки 710, после ее утончения. Таким образом, как только она будет утончена, эти две дырки 720, 722 будут простирались по всей толщине подложки 710. Дырки 720, 722 могут также проходить полностью через всю подложку 710 (то есть до второй стороны 714). Дырки 720, 722 могут иметь практически перпендикулярные первой стороне 712 (и второй стороне 714) боковые стенки, которые обеспечивают кратчайший путь через подложку 710.

[00108] Фиг. 7B показывает упомянутые две дырки 720, 722 после их заполнения проводящим материалом 730, 732. Например, можно электроосадить серебро, олово, золото, медь или другой металл на боковых стенках, чтобы создать непрерывный электрический путь от первой стороны 712 подложки 710 к дальнему концу каждой из дырок 720, 722. Фиг. 7C показывает местный разрез дырок 720, 722, занятых проводящим

материалом 730, 732. После заполнения дырок 720, 722 проводящим материалом 730, 732, соответствующие верхние стороны проводящего материала могут выходить за плоскость первой стороны 712 подложки 710 (например, выступы 731, 733). Фиг. 7D показывает местный разрез после полирования выступов 731, 733 и/или первой стороны 712 подложки 710. Полирование удаляет эти выступы и создает пару выводов 734, 736, которые копланарны с первой стороной 712 подложки 710.

[00109] Фиг. 7E показывает местный разрез после полирования подложки 710 с противоположной стороны. Например, подложка 710 может прикрепляться к несущей подложке вдоль первой стороны 712, а затем подложка может утончаться, чтобы создавать отполированную поверхность 716. Операцию утончения выполняют с тем, чтобы обнажить проводящий материал 730, 732 внутри упомянутых двух дырок. Поэтому после утончения общая толщина подложки 710 меньше, чем глубина дырок 720, 722. После утончения проводящий материал 730, 732 обеспечивает электрические пути через подложку 710 (т.е. от первой стороны 712 к отполированной поверхности 716). Общая толщина ("h") подложки 710, после полирования, может быть меньше, чем 100 микрометров. Например, толщина подложки может быть между примерно 20 микрометрами и примерно 70 микрометрами. Например, подложка 710 может первоначально быть кремниевой пластиной с толщиной примерно 700 микрометров, а после полирования подложка 710 может иметь толщину примерно 70 микрометров с электрическими путями через утонченную подложку, обеспечиваемыми дырками.

[00110] В некоторых примерах, однако, процесс утончения может быть полностью исключен. Вместо этого подложка может иметь требуемую толщину до формирования дырок 720, 722, и, таким образом, дырки могут вместо этого быть отверстиями, которые проходят на всю толщину такой подложки.

[00111] Как показано на фиг. 7F, на отполированной поверхности 716 можно формировать пару установочных площадок 740, 742. Например, одна из установочных площадок 740 может быть выполнена электрически соединенной с электропроводящим материалом 730, а другая из установочных площадок 742 может быть выполнена электрически соединенной с электропроводящим материалом 732. Таким образом, установочная площадка 740 электрически соединяется с копланарной верхней поверхностью 734 проводящего материала 730, а установочная площадка 742 электрически соединяется с копланарной верхней поверхностью 736 проводящего материала 732. Установочные площадки 740, 742 могут быть сформированы занимающими любой рисунок из неперекрывающихся областей на отполированной поверхности 716. Например, установочные площадки 740, 742 могут формироваться таким образом, чтобы установочная площадка 740 занимала приблизительно половину отполированной поверхности 716, а установочная площадка 742 занимала другую половину отполированной поверхности 716. Такая компоновка может максимизировать допуски на совмещение при монтаже аккумулятора методом перевернутого кристалла поверх соединительных площадок на другой подложке. Также возможными многие другие рисунки. В некоторых случаях установочные площадки 740, 742 могут быть полностью исключены.

[00112] Фиг. 7G иллюстрирует завершенный герметичный аккумулятор после того, как аккумуляторный пакет (не виден) сформирован на первой стороне 712 подложки 710 и затем герметизирован герметиком, закрытым гидроизоляционным барьером 750. Как отмечено выше, в некоторых вариантах реализации гидроизоляционный барьер 750 может исключаться или модифицироваться. Аккумуляторный пакет может быть структурирован так, чтобы его катодный вывод был выставлен перекрывающим

верхнюю поверхность 734 проводящего материала 730, а его анодный вывод был выставлен перекрывающим верхнюю поверхность 736 проводящего материала 732. Аккумулятор, показанный на фиг. 7G, может затем устанавливаться методом перевернутого кристалла на соответствующие соединительные площадки, аналогично

описанию применительно к фиг. 6F и 6G.

[00113] Герметичный тонкопленочный аккумулятор может включать в себя аккумуляторный пакет, расположенный на одной стороне подложки (например, первой стороне 712 подложки 710), и проводящие установочные площадки, расположенные на другой стороне подложки (например, установочные площадки 740, 742, расположенные на отполированной стороне 716 подложки 710). Аккумуляторный пакет включает в себя пленку анода, пленку катода и пленку электролита, которая разделяет пленки анода и катода. Одна из установочных площадок может быть электрически соединена с анодом, а другая установочная площадка может быть электрически соединена с катодом (например, посредством соответствующих электрических путей, которые проходят через подложку). Аккумуляторный пакет может быть также закрыт полимерным герметиком, который располагается поверх и вокруг аккумуляторного пакета. Полимерный герметик может образовывать непрерывное уплотнение герметизацию относительно подложки, которое полностью окружает аккумуляторный пакет и, тем самым, инкапсулирует аккумуляторный пакет между

слоем герметика и подложкой.

[00114] Как отмечено выше, процесс производства, описанный применительно к фиг. 6A-7G, может быть осуществлен таким образом, чтобы формировалось множество кристаллов аккумуляторов на общей подложке. Общую подложку может затем разрезать, разделяя индивидуальные аккумуляторы, и разделенные аккумуляторы можно герметизировать и затем интегрировать в различные электронные устройства.

[00115] После завершения, кристалл 640 датчика может быть встроен в устанавливаемое на теле устройство. Например, кристалл 640 датчика может встраиваться в устанавливаемое на глазу устройство, аналогичное описанному выше устанавливаемому на глазу устройству 210, посредством монтажа методом перевернутого кристалла проводящих установочных площадок 634, 636 на соответствующие выводы на подложке, заделанной в такое устройство (например, аналогично описанию кристалла 560 датчика на фиг. 5C-5D). Контроллер может быть электрически подключен к кристаллу 640 датчика посредством межсоединений и может управлять кристаллом 640 датчика путем приложения напряжения к электродам 626, 628, измерения тока через рабочий электрод 626 и использования антенны, чтобы беспроводным образом выдавать результат измерения тока.

С. Примерный процесс изготовления аккумуляторов

[00116] Фиг. 8 является блок-схемой примерного производственного процесса 800 по изготовлению герметичного тонкопленочного аккумулятора. Процесс 800 может включать параллельное изготовление множества аккумуляторов на общей подложке.

[00117] На этапе 802 формируют аккумуляторный пакет на первой стороне подложки. Примерный процесс формирования аккумуляторного пакета может включать формирование слоя катодного токоотвода на первой стороне подложки. Слой катодного токоотвода может занимать по меньшей мере первую область первой стороны подложки. Формирование аккумуляторного пакета также может включать формирование активного слоя катода на слое катодного токоотвода. Формирование аккумуляторного пакета также может включать формирование слоя электролита на активном слое катода. Формирование аккумуляторного пакета также может включать

формирование активного слоя анода на слое электролита. Формирование аккумуляторного пакета также может включать формирование слоя анодного токоотвода на активном слое анода. Часть слоя анодного токоотвода может простираться за активный слой анода так, чтобы располагаться на первой стороне подложки без перекрывания слоя катодного токоотвода. Как результат, слой анодного токоотвода может занимать по меньшей мере вторую область первой стороны подложки (например, ту область, которая не перекрывает первую область). Таким образом, участок первой области подложки, на котором расположен катодный токоотвод, может задавать катодный вывод аккумуляторного пакета, а участок второй области подложки, на котором расположен анодный токоотвод, может задавать анодный вывод аккумуляторного пакета.

[00118] Формирование аккумуляторного пакета также может включать в себя один или более процессов отжига (например, чтобы кристаллизовать пленку катода). Более того, при формировании аккумуляторного пакета на первой стороне подложки могут использоваться другие процессы изготовления, включая процессы, в которых пленку анода формируют до пленки катода. Как только он сформирован, аккумуляторный пакет может включать в себя, по меньшей мере, пленку электролита, пленку катода в контакте с пленкой электролита и пленку анода в контакте с пленкой электролита, но не в контакте с пленкой катода. Эти пленки могут быть копланарными, как, например, происходит при послойном нанесении пленок одна сверху другой поверх плоской подложки, но возможны различные форм-факторы, при которых пленки анода и катода находятся в контакте с локально противоположными поверхностями пленки электролита. Такие форм-факторы могут выбираться в зависимости от ограничений по размеру/весу в конкретных применениях среди других факторов. Например, некоторые форм-факторы могут включать изогнутые поверхности, на которых пленка электролита контактирует с соответствующими пленками электродов.

[00119] На этапе 804 через подложку могут формироваться первое и второе отверстия. Отверстия обеспечивают пространство для проводящих сквозных соединений, которые могут электрически соединять анод и катод аккумуляторного пакета с проводящими установочными площадками на противоположной стороне подложки. Отверстия могут формироваться вслед за формированием аккумулятора, как, например, при процессе анизотропного травления, в котором осуществляют травление через подложку с обратной стороны аккумулятора, чтобы открыть анодный и катодный выводы аккумулятора. Например, снабженная аккумуляторным пакетом сторона подложки может прикрепляться к несущей подложке, а отверстия могут вытравливаться через подложку с обратной стороны. На этапе 806 отверстия заполняют проводящим материалом. Например, можно электроосаждать серебро, золото, платину или другой металл поверх затравочного слоя, сформированного на боковых стенках в отверстиях. Проводящий материал может проходить непрерывно через подложку вдоль боковых стенок отверстий и тем самым задавать электрические пути через подложку, один из которых электрически соединяется с катодом, а другой из которых электрически соединяется с анодом. Электрические пути через подложку, определяемые заполненными проводящим материалом отверстиями, также называются здесь сквозными соединениями.

[00120] Отверстия также можно выполнить до формирования аккумулятора, например, лазерной абляцией и/или анизотропным травлением. В таком примере отверстия также могут заполняться проводящим материалом до формирования аккумуляторного пакета на подложке. Затем можно сформировать аккумуляторный

пакет таким образом, чтобы катодный вывод был совмещен с одним из сквозных соединений (то есть определяемых отверстиями проводящих путей через подложку), а анодный вывод был совмещен с другим сквозным соединением.

[00121] На этапе 808 могут структурироваться первая и вторая проводящие площадки на второй стороне подложки. Каждая из проводящих площадок может быть структурирована над одним из сквозных соединений, так чтобы первая проводящая площадка была электрически соединена с катодом аккумуляторного пакета, а вторая проводящая площадка была электрически соединена с анодом аккумуляторного пакета. Поэтому два проводящих вывода на второй стороне подложки могут использоваться для установления электрического соединения с аккумулятором, сформированным на первой стороне подложки. Формирование отверстий через подложку, по меньшей мере частичное заполнение отверстий проводящим материалом и/или формирование проводящих установочных площадок могут включать приклеивание первой стороны подложки (со сформированным на ней аккумулятором или без него) к несущей подложке, чтобы тем самым способствовать обработке на второй стороне подложки.

[00122] На этапе 810 подложку можно разрезать, что разделяет индивидуальные аккумуляторные элементы один от другого. Так, в некоторых примерах, можно одновременно сформировать множество аккумуляторных элементов на общей подложке, а сквозные соединения и установочные выводы для этих аккумуляторных элементов могут формироваться на противоположной стороне общей подложки до того, как подложка разрезана. Конечно, в некоторых случаях, общая подложка может разрезаться раньше, а сквозные соединения и/или установочные площадки могут изготавливаться в подложках индивидуальных аккумуляторных элементов.

[00123] На этапе 812 можно наносить полимерный герметик поверх и вокруг аккумуляторного пакета разделенного аккумулятора. Как отмечено выше, полимерный герметик может быть низкотемпературным полимерным составом, таким как полимер, который становится деформируемым выше конкретной температуры (например, между примерно 100°C и примерно 200°C). Например, полимерный герметик может быть полиэтиленовым материалом, полиамидным материалом, полипропиленовым материалом или любым другим термопластичным или термореактивным полимером. Полимерный герметик может наноситься аппликатором, который распределяет герметик по аккумуляторному пакету и вокруг него. Полимерный герметик может затем принимать форму сторон аккумуляторного пакета и прилегать к ним (например, затеканием) и создавать вдоль подложки непрерывное уплотнение, которое полностью окружает аккумуляторный пакет. Полимерный герметик также может наноситься методом центрифугирования или распыления герметика с образованием непрерывного слоя выше и вокруг аккумуляторного пакета. Так как полимерный герметик может образовывать непрерывный слой, который прилипает к подложке со всех сторон аккумуляторного пакета, полимерный герметик может инкапсулировать аккумуляторный пакет между герметиком и подложкой.

[00124] На этапе 814 можно наносить гидроизоляционный барьер поверх слоя полимерного герметика. Гидроизоляционный барьер может не давать влаге достигать полимерного герметика и аккумуляторного пакета. В некоторых примерах гидроизоляционный барьер может быть металлическим или керамическим слоем, который осаждают поверх слоя герметика способом катодного распыления. В некоторых случаях гидроизоляционный барьер может быть гибкой фольгой, которая может накладываться поверх полимерного герметика и затем прижиматься и/или нагреваться, чтобы заставить фольгу и полимерный герметик принимать требуемую

форму. Например, гидроизоляционный барьер может прижиматься к подложке приложением давления вокруг его боковых краев. Прижимание может вызывать вытекание избыточного полимерного герметика наружу из-под образованной гидроизоляционным барьером полости и сводить боковые края гидроизоляционного барьера с подложкой. Эта форма может сохраняться, по меньшей мере отчасти, за счет охлаждения, которое вызывает затверждение термопластичного полимерного герметика, что также фиксирует форму прижатой фольги. В некоторых примерах полимерный герметик может формироваться принимающим форму, подходящую для приема напыляемого гидроизоляционного барьера (например, приложением пресс-формы к герметiku), а затем на отформованный герметик может напыляться гидроизоляционный барьер. Также возможны альтернативные методы нанесения гидроизоляционного барьера. В некоторых случаях гидроизоляционный барьер может деформироваться и/или формироваться так, чтобы проходить по боковым стенкам подложки, на которой расположен аккумуляторный пакет. Такие продленные боковины увеличивают влагостойкость результирующего устройства. Более того, в некоторых случаях, гидроизоляционный барьер может наноситься исключительно на верхнюю поверхность гидроизоляционного барьера слоем, практически параллельным плоскости подложки, на которой расположен аккумуляторный пакет.

[00125] На этапе 716 кристалл аккумулятора может устанавливаться на другую подложку электронного устройства. Подложка может включать в себя соединительные площадки, которые электрически соединены с электроникой, расположенной на подложке, так что при установке аккумулятор может использоваться для того, чтобы питать эту электронику. В некоторых примерах устройство, в которое интегрирован аккумулятор, может быть устанавливаемым на теле устройством или имплантируемым устройством, используемым для измерения концентраций аналитов. Например, кристалл датчика может устанавливаться методом перевернутого кристалла на проводящие выводы на подложке, которая также включает в себя контроллер и антенну, аналогично устанавливаемым на глазу и/или устанавливаемым на теле платформам датчиков, описанным применительно к фиг. 1-2, например. Подложка для устанавливаемого на теле устройства может быть инкапсулирована, частично или полностью, биосовместимым полимерным материалом, выполненным с возможностью установки на поверхности тела или имплантации внутри организма-хозяина. В некоторых случаях подложка, на которой аккумулятор устанавливается методом перевернутого кристалла, может быть подложкой, обычно не используемой в изготовлении аккумуляторов, такой как полимерная подложка, которая не может выдерживать используемые при изготовлении аккумуляторов температуры отжига и/или растворители (например, подложкой из парилена).

[00126] Хотя может использоваться многообразие разных методов установки, по меньшей мере некоторые примеры могут включать нанесение анизотропного проводящего адгезива поверх соединительных площадок на подложке. Аккумулятор с проводящими установочными площадками может быть затем совмещен с этими соединительными площадками и может применяться давление и/или нагревание, чтобы прижать установочные площадки к соединительным площадкам и создать электрическое соединение. По мере того, как он остывает, анизотропный проводящий адгезив может отверждаться, что механически закрепляет аккумулятор на своем месте. В результате аккумулятор может быть прочно присоединен к соединительным площадкам.

VI. Дополнительные варианты осуществления

[00127] Следует отметить, что, хотя здесь в качестве примера описаны различные

электронные платформы как устанавливаемое на глазу устройство или офтальмическое устройство, следует отметить, что раскрытые системы и методы выполнения герметичных тонкопленочных аккумуляторов могут применяться также в других контекстах. Например, в тех контекстах, в которых измерения получаются in-vivo и/или от проб относительно малых объемов или которые ограничены малыми форм-факторами (например, имплантируемыми биодатчиками или другими электронными платформами), могут использоваться описанные здесь системы аккумуляторов и процессы, чтобы запитывать устройства, используемые для таких измерений. В дополнение, некоторые примеры могут включать в себя встраивание герметичных тонкопленочных аккумуляторов в предметы одежды, липкие заплатки или другие устройства малого форм-фактора, используемые для мечения и/или идентификации изделий, получения измерений и/или осуществления связи с другими устройствами посредством беспроводных сигналов. В одном примере имплантируемое медицинское устройство может включать в себя герметичный аккумулятор, инкапсулированный в биосовместимый материал и имплантированный внутри организма-хозяина.

Имплантируемое медицинское устройство может включать в себя цепь, выполненную с возможностью выводить индикацию измерения концентрации аналита (например, показания амперометрического тока). Устройства считывания и/или управления могут осуществлять связь с имплантируемым медицинским устройством, чтобы получать измерения.

[00128] Например, в некоторых вариантах осуществления, электронная платформа может включать в себя устанавливаемое на теле устройство, такое как устанавливаемое на зубе устройство. В некоторых вариантах осуществления устанавливаемое на зубе устройство может принимать вид или быть аналогичным по виду устанавливаемому на теле устройству 110 и/или устанавливаемому на глазу устройству 210. Например, устанавливаемое на зубе устройство может включать в себя биосовместимый полимерный материал или прозрачный полимер, который является идентичным или аналогичным любому из описанных здесь полимерных материалов или прозрачных полимеров, и подложку или структуру, которая является идентичной или аналогичной любой из описанных здесь подложек или структур, хотя внешняя поверхность полимерного материала может быть отформована для обеспечения установки на зубе, а не установки на глазу. В таком исполнении устанавливаемое на зубе устройство может быть выполнено с возможностью измерять концентрацию аналита в физиологической жидкости (например, слюне) пользователя, носящего такое устанавливаемое на зубе устройство. Также возможными другие местоположения установки на теле.

[00129] Более того, в некоторых вариантах осуществления устанавливаемое на теле устройство может содержать устанавливаемое на коже устройство. В некоторых вариантах осуществления устанавливаемое на коже устройство может принимать вид или быть аналогичным по виду устанавливаемому на теле устройству 110 и/или устанавливаемому на глазу устройству 210. Например, устанавливаемое на коже устройство может включать в себя биосовместимый полимерный материал или прозрачный полимер, который является идентичным или аналогичным любому из описанных здесь полимерных материалов или прозрачных полимеров, и подложку или структуру, которая является идентичной или аналогичной любой из описанных здесь подложек или структур, хотя внешняя поверхность полимерного материала может быть отформована для обеспечения установки на коже, а не установки на глазу. В таком исполнении устанавливаемое на теле устройство может быть выполнено с возможностью измерять концентрацию аналита физиологической жидкости (например,

пота, крови и т.д.) пользователя, носящего такое устанавливаемое на теле устройство.

[00130] В примерных вариантах осуществления примерная система может включать в себя один или более процессоров, один или более видов памяти, одно или более устройств/интерфейсов ввода, одно или более устройств/интерфейсов вывода и машиночитаемые инструкции, которые при их исполнении упомянутыми одним или более процессорами предписывают системе выполнять различные функции, задачи, функциональные возможности и т.д., описанные выше.

[00131] Как отмечено выше, в некоторых вариантах осуществления раскрытые методы могут быть реализованы посредством компьютерных программных инструкций, закодированных на невременных считываемых компьютером носителях информации в машиночитаемом формате, или на других невременных носителях или изделиях производства. Такие вычислительные системы (и невременные считываемые компьютером программные инструкции) могут быть выполнены согласно по меньшей мере некоторым представленным здесь вариантам осуществления, включая процессы, показанные и описанные применительно к фиг. 8.

[00132] Программирующие инструкции могут быть, например, исполнимыми компьютером и/или реализованными на уровне логики инструкциями. В некоторых примерах вычислительное устройство выполнено с возможностью обеспечивать различные операции, функции или действия в ответ на программирующие инструкции, передаваемые в вычислительное устройство одним или более из считываемого компьютером носителя, записываемого компьютером носителя и/или коммуникационной среды. Невременный считываемый компьютером носитель также может быть распределенным среди множества элементов хранения данных, которые могут располагаться удаленно друг от друга. Вычислительное устройство, которое исполняет некоторые или все из сохраненных инструкций, может быть микроконтроллером или другой вычислительной платформой. Альтернативно, вычислительное устройство, которое исполняет некоторые или все из сохраненных инструкций, может быть удаленно расположенной компьютерной системой, такой как сервер.

[00133] Хотя здесь были раскрыты различные аспекты и варианты осуществления, специалистам в данной области техники должны быть ясны другие аспекты и варианты осуществления. Различные раскрытые здесь аспекты и варианты осуществления предназначены для целей иллюстрации и не предназначены быть ограничивающими, при этом истинный объем указан в последующей формуле изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Герметичный аккумулятор, содержащий:

подложку, имеющую первую сторону, вторую сторону и боковые стенки;

аккумуляторный пакет, расположенный на первой стороне подложки, при этом аккумуляторный пакет содержит слой катода, слой анода и слой электролита, при этом первый из слоя катода и слоя анода расположен на первой стороне подложки, и при этом слой электролита расположен между слоем катода и слоем анода;

слой полимерного герметика, сформированный поверх и вокруг аккумуляторного пакета и подложки, причем слой полимерного герметика является практически стойким к набуханию от воды и простирается вдоль по меньшей мере части боковых стенок подложки;

гидроизоляционный барьер, расположенный вокруг слоя полимерного герметика, чтобы тем самым не давать влаге достигать слоя полимерного герметика и аккумуляторного пакета;

причем гидроизоляционный барьер представляет собой непрерывную пленку, которая практически непроницаема для влаги,

причем гидроизоляционный барьер прилипает непосредственно к боковым стенкам подложки, и

5 причем гидроизоляционный барьер полностью окружает по меньшей мере часть аккумулятора пакета и слоя полимерного герметика;

первую проводящую площадку, расположенную на второй стороне подложки, при этом первая проводящая площадка электрически соединена со слоем катода; и

10 вторую проводящую площадку, расположенную на второй стороне подложки, при этом вторая проводящая площадка электрически соединена со слоем анода.

2. Герметичный аккумулятор по п. 1, причем слой полимерного герметика является практически непрерывным слоем, который полностью инкапсулирует аккумуляторный пакет между слоем полимерного герметика и подложкой.

3. Герметичный аккумулятор по п. 1, причем слой полимерного герметика становится 15 деформируемым при температуре между 100°C и 200°C.

4. Герметичный аккумулятор по п. 1, причем гидроизоляционный барьер представляет собой металлическое или керамическое покрытие.

5. Герметичный аккумулятор по п. 1, причем гидроизоляционный барьер содержит: 20 приподнятую верхнюю область, которая приблизительно параллельна подложке; и переходную область, которая наклонена к подложке от приподнятой верхней области.

6. Герметичный аккумулятор по п. 1,

при этом электрический путь, который связывает слой катода и первую проводящую площадку, включает в себя первое сквозное соединение, при этом первое сквозное 25 соединение содержит первый проводящий материал, который по меньшей мере частично занимает первое отверстие, проходящее сквозь подложку, и

при этом электрический путь, который связывает слой анода и вторую проводящую площадку, включает в себя второе сквозное соединение, при этом второе сквозное 30 соединение содержит второй проводящий материал, который по меньшей мере частично занимает второе отверстие, проходящее сквозь подложку.

7. Герметичный аккумулятор по п. 1, причем слой катода содержит активный слой катода и слой катодного токоотвода, электрически соединенный с первой проводящей 35 площадкой, при этом слой катодного токоотвода содержит первый проводящий материал, расположенный на первой стороне подложки, и при этом активный слой катода расположен на слое катодного токоотвода, и

при этом слой анода содержит активный слой анода и слой анодного токоотвода, электрически соединенный со второй проводящей площадкой, при этом активный слой 40 анода содержит металлический литий, расположенный на слое электролита, и при этом слой анодного токоотвода содержит второй проводящий материал, расположенный на активном слое анода.

8. Герметичный аккумулятор по п. 1, дополнительно содержащий:

вторую подложку;

микросхему управления, расположенную на второй подложке;

соединительный вывод, расположенный между второй подложкой и первой 45 проводящей площадкой, причем соединительный вывод электрически соединен с микросхемой управления посредством межсоединений, структурированных на второй подложке; и

анизотропный проводящий клейкий материал, заделанный с помощью первого множества проводящих частиц, расположенных между соединительным выводом и

первой проводящей площадкой,

причем анизотропный проводящий клейкий материал содержит второе множество проводящих частиц, распределенных внутри адгезивной матрицы,

и причем по меньшей мере одна из проводящих частиц обеспечивает электрическую проводимость между первой проводящей площадкой и соединительным выводом.

9. Герметичный аккумулятор по п. 1, причем гидроизоляционный барьер прилипает непосредственно к боковым стенкам подложки по непрерывному кольцу.

10. Герметичный аккумулятор по п. 1, причем слой полимерного герметика является биосовместимым материалом.

11. Герметичный аккумулятор по п. 10, причем биосовместимый материал представляет собой париллен.

12. Устанавливаемое на теле устройство, содержащее:

полимерный материал, выполненный имеющим устанавливаемую на теле поверхность; и

герметичный аккумулятор, заделанный внутри полимерного материала, при этом герметичный аккумулятор содержит:

подложку, имеющую первую сторону, вторую сторону и боковые стенки;

аккумуляторный пакет, расположенный на первой стороне подложки, при этом аккумуляторный пакет содержит слой катода, слой анода и слой электролита, при этом первый из слоя катода и слоя анода расположен на первой стороне подложки, и при этом слой электролита расположен между слоем катода и слоем анода;

слой полимерного герметика, сформированный поверх и вокруг аккумуляторного пакета и подложки, причем слой полимерного герметика является практически стойким к набуханию от воды и простирается вдоль по меньшей мере части боковых стенок подложки;

гидроизоляционный барьер, расположенный вокруг слоя полимерного герметика, чтобы тем самым не давать влаге достигать слоя полимерного герметика и аккумуляторного пакета;

причем гидроизоляционный барьер представляет собой непрерывную пленку, которая практически непроницаема для влаги,

причем гидроизоляционный барьер прилипает непосредственно к боковым стенкам подложки,

причем гидроизоляционный барьер полностью окружает по меньшей мере часть аккумуляторного пакета и слоя полимерного герметика;

первую проводящую площадку, расположенную на второй стороне подложки, при этом первая проводящая площадка электрически соединена со слоем катода; и

вторую проводящую площадку, расположенную на второй стороне подложки, при этом вторая проводящая площадка электрически соединена со слоем анода.

13. Устанавливаемое на теле устройство по п. 12, причем полимерный материал имеет вогнутую поверхность и выпуклую поверхность, при этом вогнутая поверхность выполнена с возможностью съемно устанавливаться на роговичной поверхности, а выпуклая поверхность выполнена совместимой с движением век, когда вогнутая поверхность установлена таким образом.

14. Устанавливаемое на теле устройство по п. 12, причем устанавливаемая на теле поверхность является устанавливаемой на зубе и причем устанавливаемое на теле устройство выполнено с возможностью измерения концентрации аналита в слюне.

15. Устанавливаемое на теле устройство по п. 12, причем слой полимерного герметика является практически непрерывным слоем, который полностью инкапсулирует

аккумуляторный пакет между слоем полимерного герметика и подложкой.

16. Устанавливаемое на теле устройство по п. 12,

при этом электрический путь, который связывает слой катода и первую проводящую площадку, включает в себя первое сквозное соединение, при этом первое сквозное
5 соединение содержит первый проводящий материал, который по меньшей мере частично занимает первое отверстие, проходящее сквозь подложку, и

при этом электрический путь, который связывает слой анода и вторую проводящую площадку, включает в себя второе сквозное соединение, при этом второе сквозное
10 соединение содержит второй проводящий материал, который по меньшей мере частично занимает второе отверстие, проходящее сквозь подложку.

17. Устанавливаемое на теле устройство по п. 12, дополнительно содержащее электронику, заделанную в полимерном материале, при этом электроника выполнена с возможностью запитываться герметичным аккумулятором.

18. Устанавливаемое на теле устройство по п. 17, дополнительно содержащее:

15 подложку электроники, по меньшей мере частично заделанную внутри полимерного материала; и

пару проводящих установочных площадок, расположенных на подложке электроники, при этом эта пара проводящих установочных площадок расположена соответствующей первой и второй проводящим площадкам герметичного аккумулятора,
20 и

при этом герметичный аккумулятор расположен на паре проводящих установочных площадок таким образом, что каждая из первой и второй проводящих площадок совмещена с соответствующей одной из пары проводящих установочных площадок.

19. Способ изготовления и монтажа герметичного аккумулятора, содержащий:

25 формирование аккумуляторного пакета на первой стороне подложки, при этом формирование аккумуляторного пакета содержит: (i) формирование слоя катодного токоотвода на первой стороне подложки таким образом, чтобы слой катодного токоотвода занимал по меньшей мере первую область первой стороны подложки; (ii) формирование активного слоя катода на слое катодного токоотвода; (iii) формирование
30 слоя электролита на активном слое катода; (iv) формирование активного слоя анода на слое электролита; и (v) формирование слоя анодного токоотвода на активном слое анода, при этом часть слоя анодного токоотвода простирается за активный слой анода и располагается на первой стороне подложки таким образом, чтобы слой анодного токоотвода занимал по меньшей мере вторую область первой стороны подложки;

35 формирование первого отверстия и второго отверстия в подложке, при этом первое отверстие открывает со второй стороны подложки по меньшей мере часть слоя катодного токоотвода, и при этом второе отверстие открывает со второй стороны подложки по меньшей мере часть слоя анодного токоотвода;

40 заполнение по меньшей мере части каждого из первого и второго отверстий проводящим материалом с созданием тем самым соответствующих электрических путей сквозь подложку;

формирование на второй стороне подложки первой проводящей площадки, которая электрически соединена с проводящим материалом внутри первого отверстия, таким образом, чтобы первая проводящая площадка была электрически соединена со слоем
45 катодного токоотвода;

формирование на второй стороне подложки второй проводящей площадки, которая электрически соединена с проводящим материалом внутри второго отверстия, таким образом, чтобы вторая проводящая площадка была электрически соединена со слоем

анодного токоотвода;

нанесение слоя полимерного герметика поверх и вокруг аккумуляторного пакета и подложки с инкапсулированием тем самым аккумуляторного пакета между слоем полимерного герметика и подложкой,

5 причем слой полимерного герметика наносят так, что слой полимерного герметика простирается вдоль по меньшей мере части боковых стенок подложки; и

причем слой полимерного герметика является практически стойким к набуханию от воды;

10 нанесение гидроизоляционного барьера вокруг слоя полимерного герметика, чтобы тем самым не давать влаге достигать слоя полимерного герметика и аккумуляторного пакета; и

прилипание гидроизоляционного барьера непосредственно к боковым стенкам подложки, причем гидроизоляционный барьер представляет собой непрерывную пленку, которая практически непроницаема для влаги, и

15 причем гидроизоляционный барьер полностью окружает по меньшей мере часть аккумуляторного пакета и слоя полимерного герметика.

20. Способ по п. 19, дополнительно содержащий:

размещение подложки и расположенного на ней аккумуляторного пакета на паре проводящих установочных площадок,

20 причем упомянутая пара проводящих установочных площадок расположена так, чтобы соответствовать первой и второй проводящим площадкам, так чтобы каждая из первой и второй проводящих площадок была совмещена с соответствующей одной из пары проводящих установочных площадок, и

при этом пара проводящих установочных площадок электрически подключена к
25 электронике, выполненной с возможностью запитываться посредством этой пары проводящих установочных площадок;

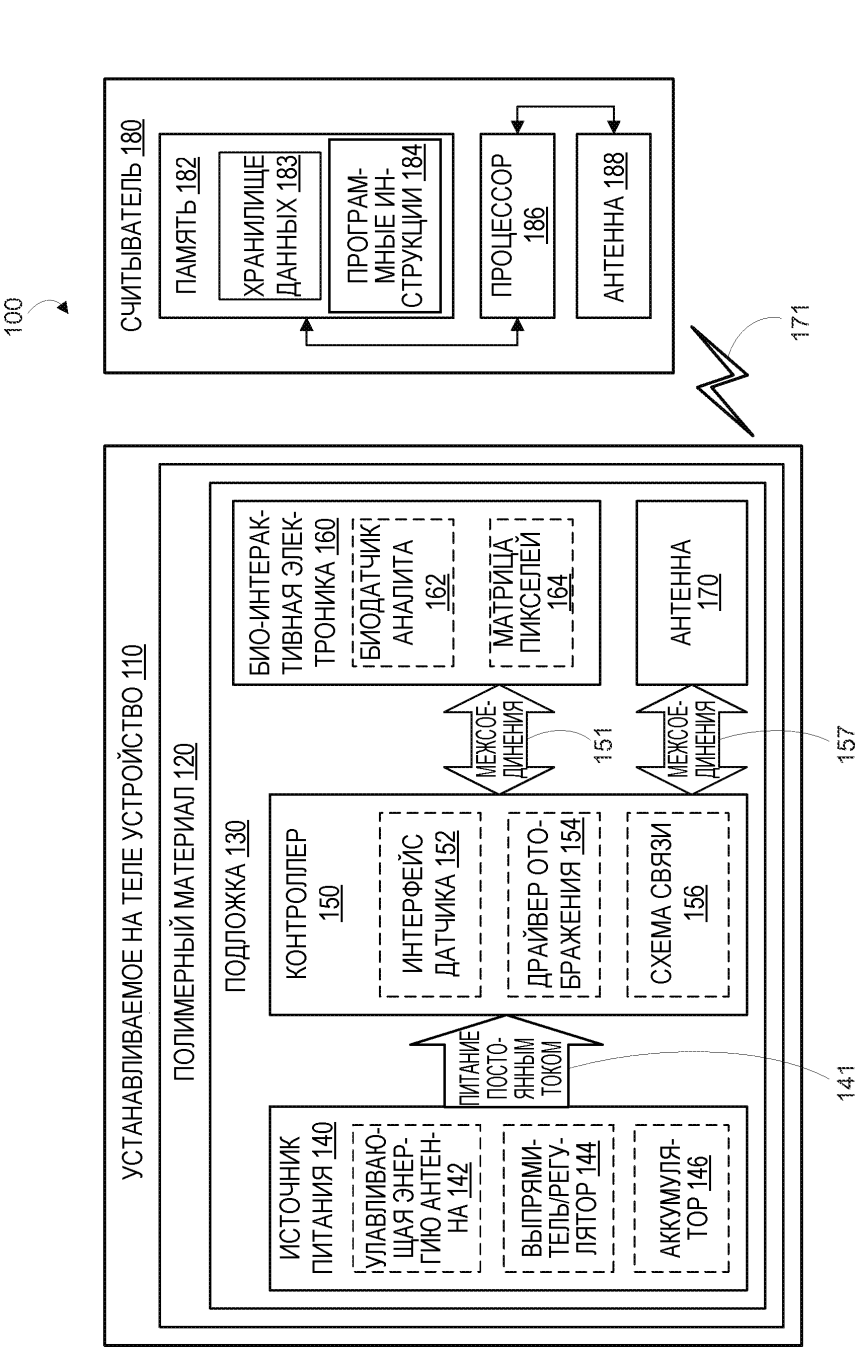
присоединение первой и второй проводящих площадок к соответствующим площадкам из пары проводящих установочных площадок; и

30 инкапсулирование проводящих установочных площадок, электрически подключенной к ним электроники, подложки и расположенного на ней аккумуляторного пакета внутри полимерного материала с устанавливаемой на теле поверхностью.

35

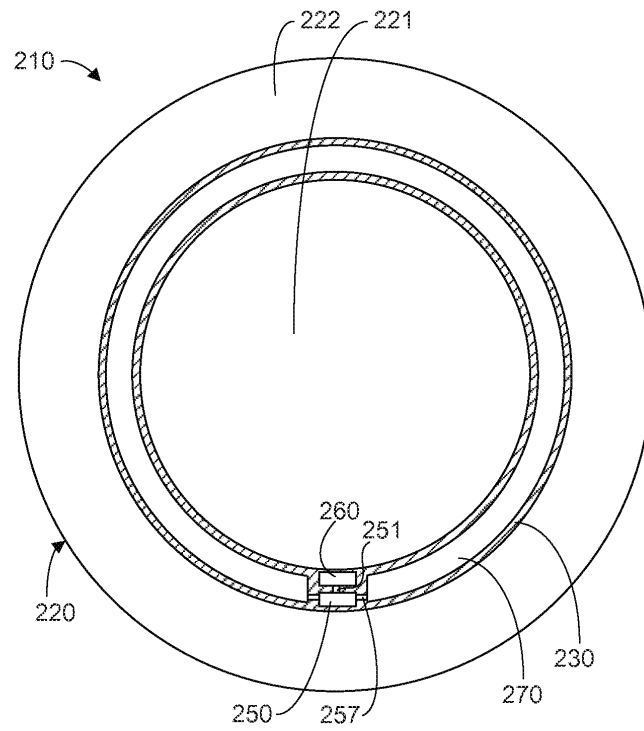
40

45

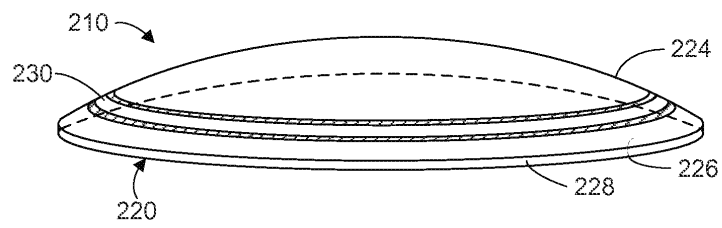


ФИГ. 1

2/12

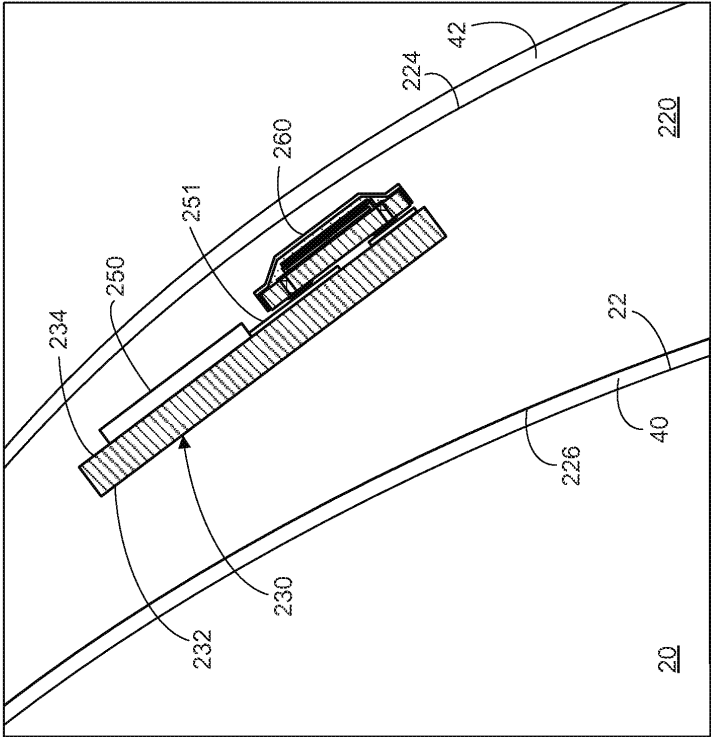


ФИГ. 2А

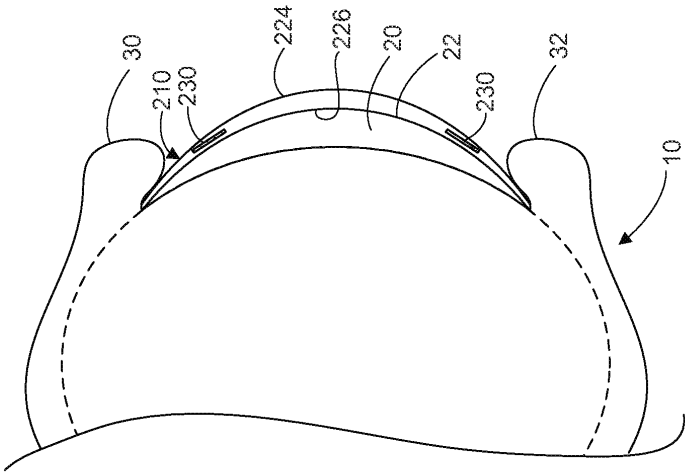


ФИГ. 2В

3/12

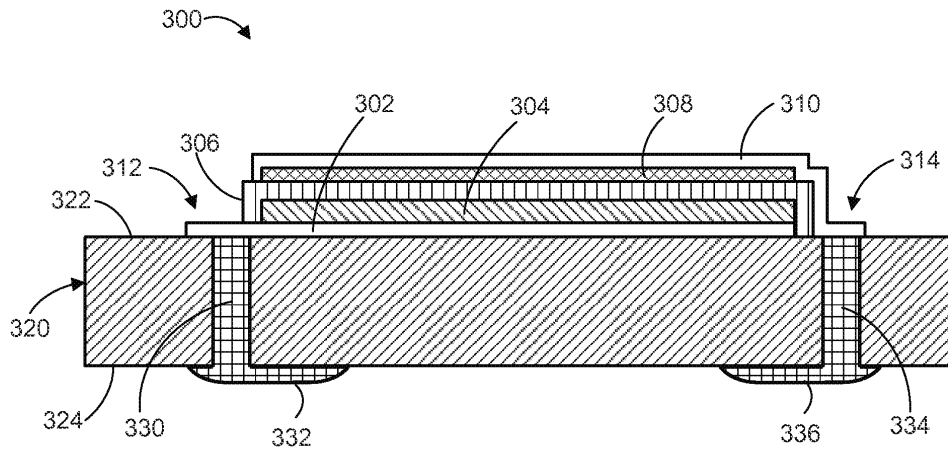


ФИГ. 2D

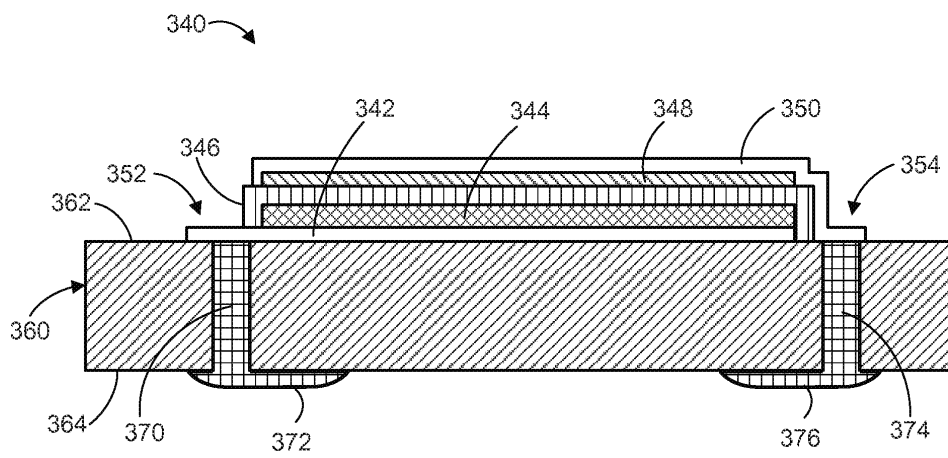


ФИГ. 2C

4/12

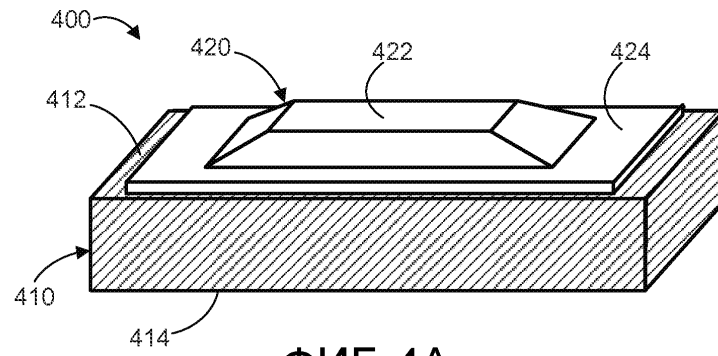


ФИГ. 3А

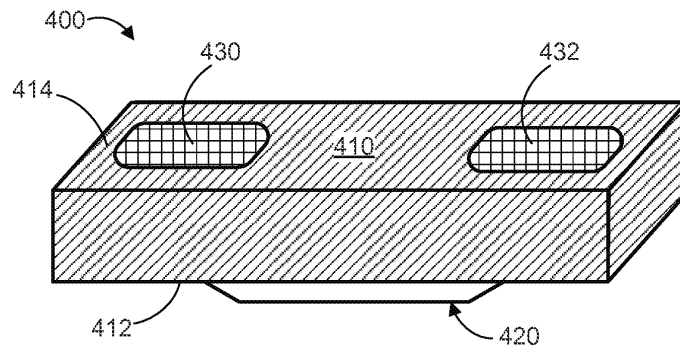


ФИГ. 3В

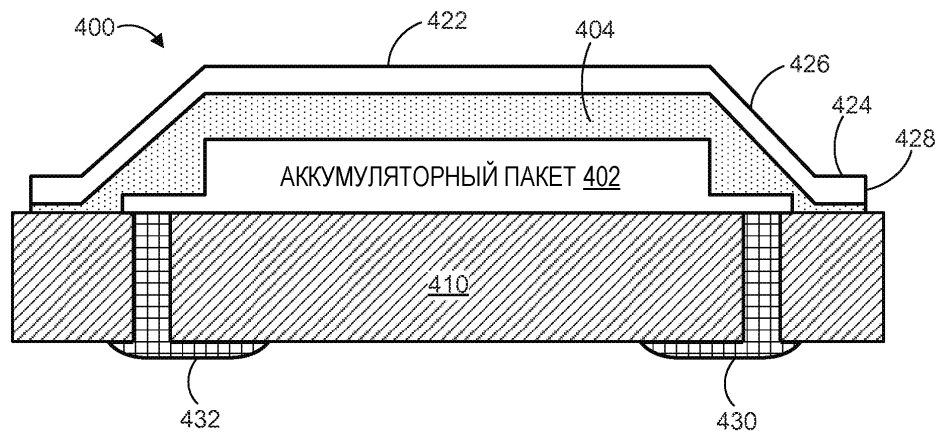
5/12



ФИГ. 4А

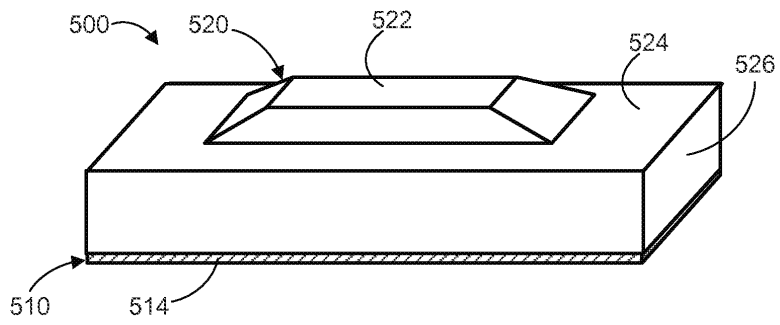


ФИГ. 4В

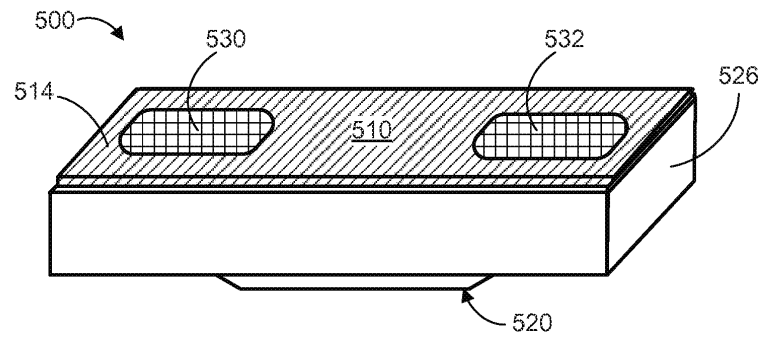


ФИГ. 4С

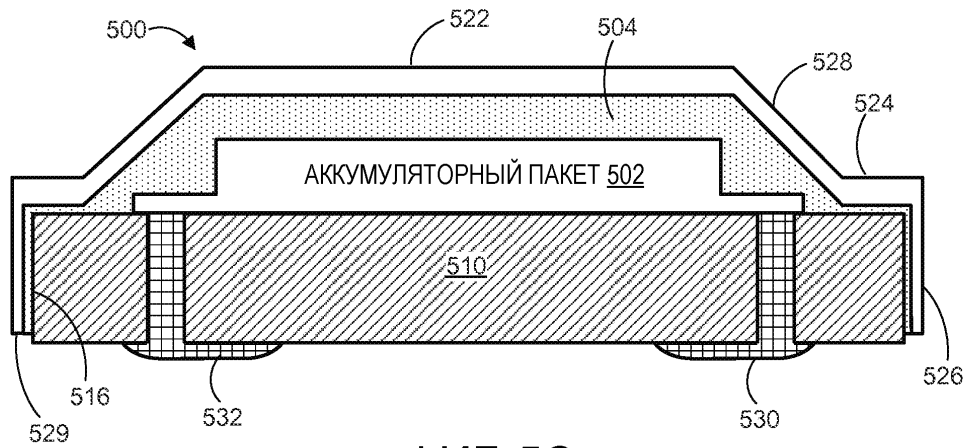
6/12



ФИГ. 5А



ФИГ. 5В

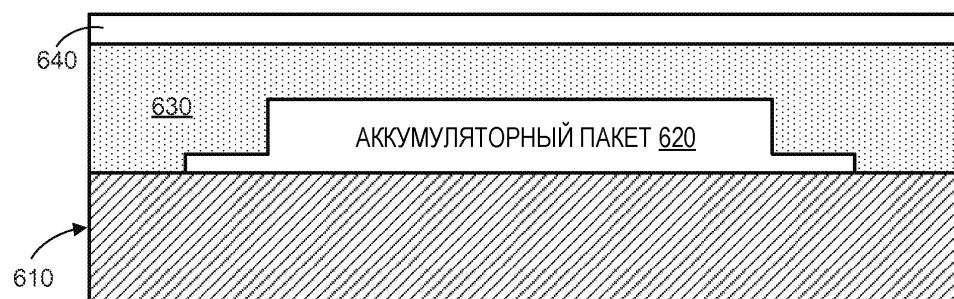


ФИГ. 5С

7/12



ФИГ. 6А

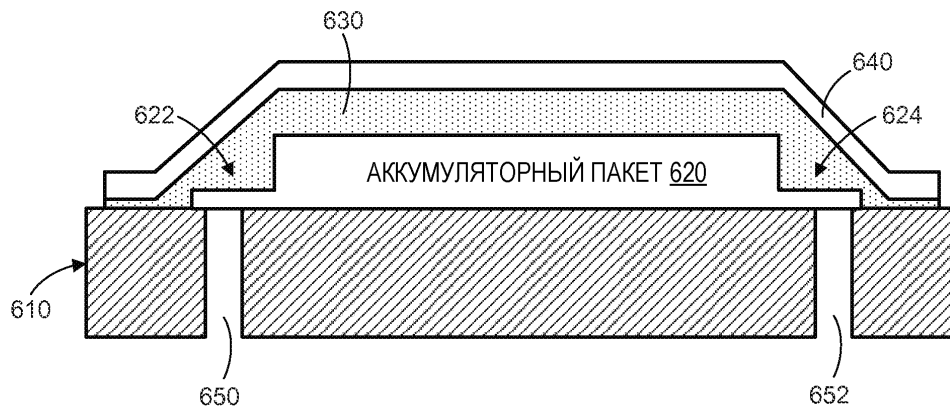


ФИГ. 6В

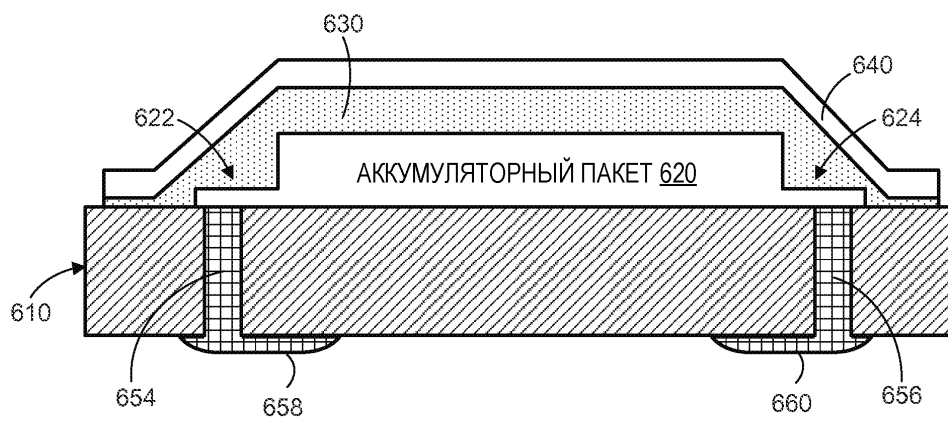


ФИГ. 6С

8/12

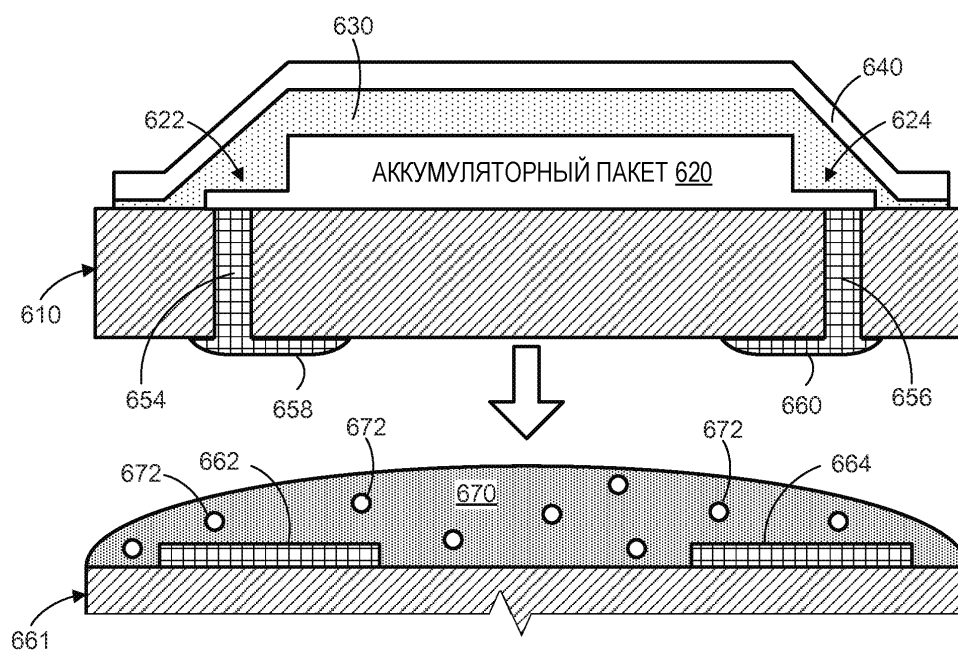


ФИГ. 6D

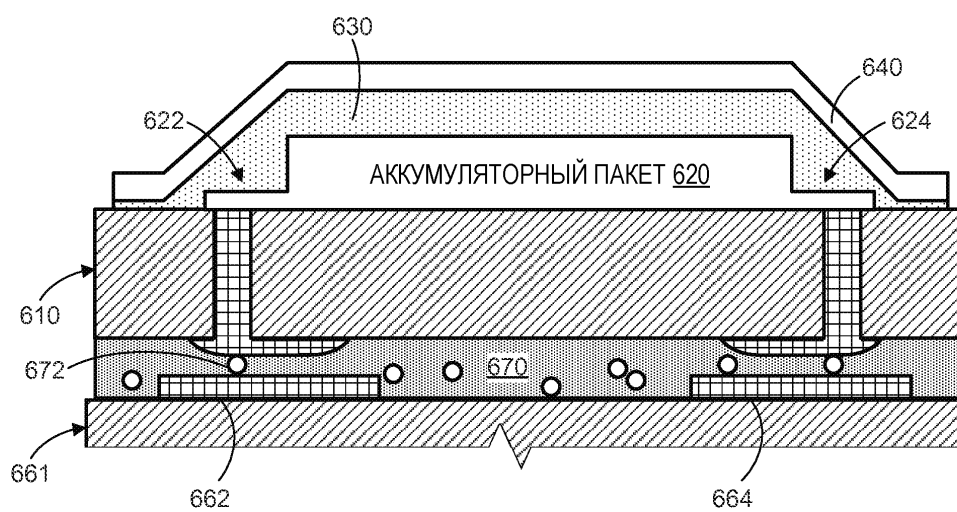


ФИГ. 6E

9/12

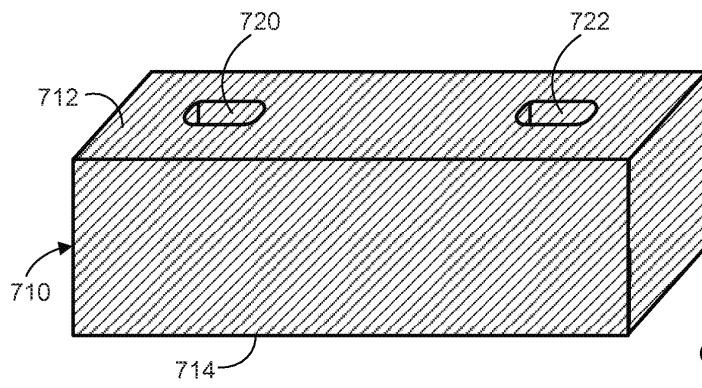


ФИГ. 6F

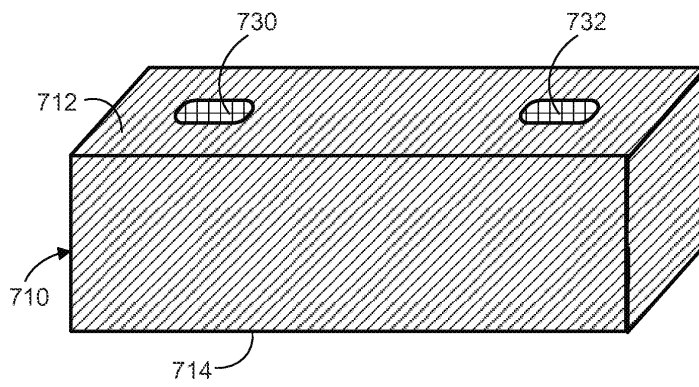


ФИГ. 6G

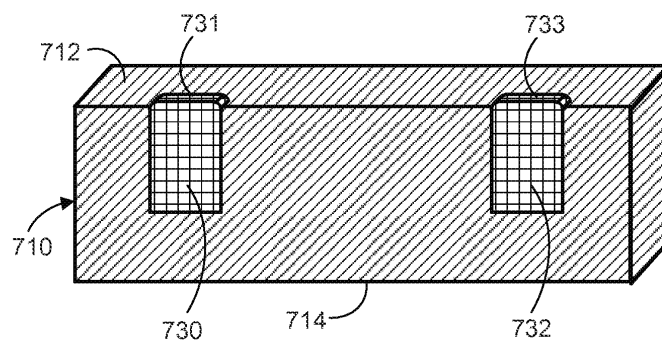
10/12



ФИГ. 7А

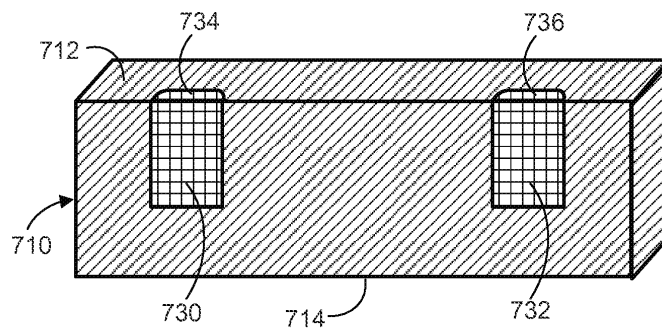


ФИГ. 7В

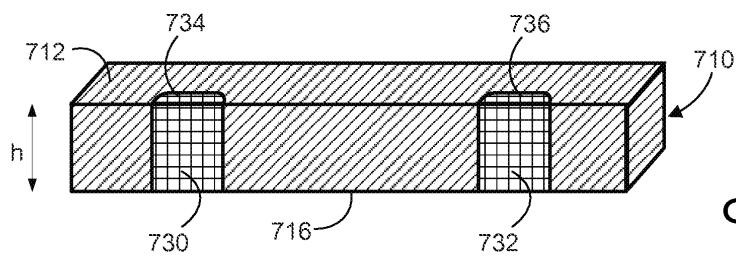


ФИГ. 7С

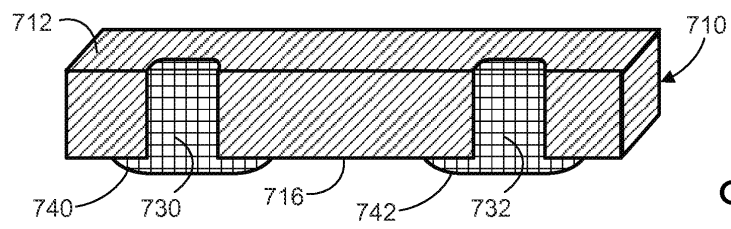
11/12



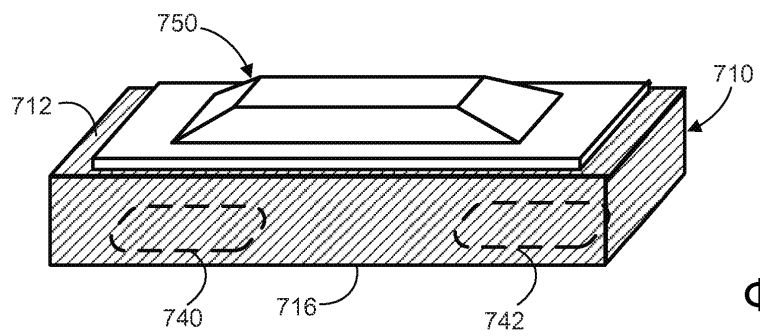
ФИГ. 7D



ФИГ. 7E

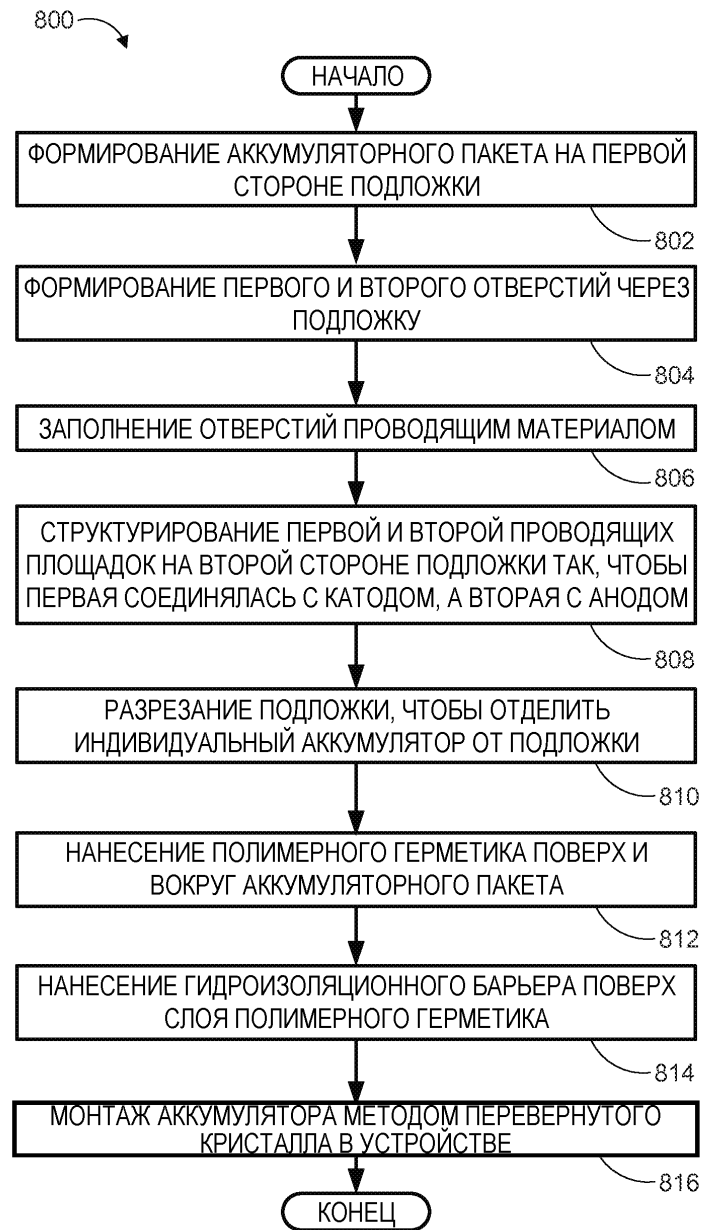


ФИГ. 7F



ФИГ. 7G

12/12



ФИГ. 8