



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01N 21/6486 (2020.08); G01N 2021/6471 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2019141067, 30.11.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.11.2018

Дата регистрации:
11.12.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
28.12.2017 US 62/611,464;
19.03.2018 US 62/644,804

(45) Опубликовано: 11.12.2020 Бюл. № 35

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 12.12.2019

(86) Заявка РСТ:
US 2018/063395 (30.11.2018)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2019/133182 (04.07.2019)

Адрес для переписки:
197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-
ПАТЕНТ"

(72) Автор(ы):

ФУН, Трейси Х. (US),
САБОУНЧИ, Пурья (US),
ХИРШБАЙН, Бернард (US),
ПИНТО, Джозеф (US),
КХУРАНА, Тарун (US),
СМИТ, Рэндалл (US),
ФЭН, Вэньи (US)

(73) Патентообладатель(и):
ИЛЛЮМИНА, ИНК. (US)

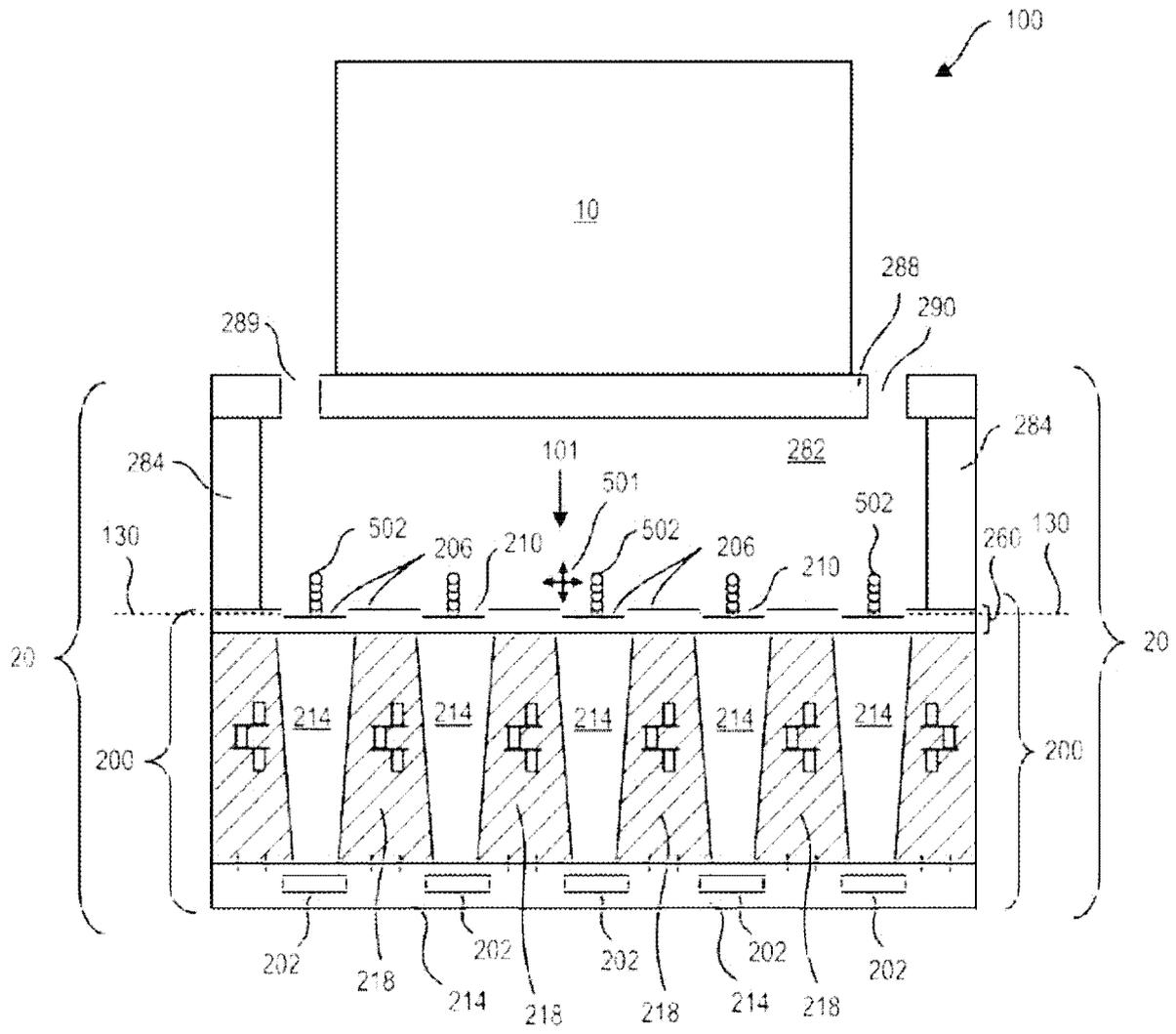
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 20160356715 A1, 08.12.2016. US
20140248693 A1, 04.09.2014. US 20040241458 A1,
02.12.2004. RU 133932 U1, 27.10.2013.

(54) ДЕТЕКТОР С УМЕНЬШЕННЫМ ШУМОМ В ДИАПАЗОНЕ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к детектированию флуоресценции. Детектор содержит структуру, образующую детекторную поверхность, выполненную с возможностью поддержания биологических или химических проб, набор фотоприемников, содержащий фотоприемники и схему для передачи сигналов, обусловленных фотонами, зарегистрированными фотоприемниками, и набор световодов. Причем световоды в наборе выполнены с возможностью приема возбуждающего светового излучения и испускаемого светового сигнала от детекторной поверхности. При этом световоды проходят в

направлении соответствующих фотоприемников набора фотоприемников и содержат фильтрующий материал. Материал выполнен с возможностью задерживания возбуждающего светового излучения и пропускания испускаемого светового сигнала в направлении соответствующих фотоприемников и содержит металлокомплексный краситель. Технический результат заключается в обеспечении возможности уменьшения шума в диапазоне флуоресценции в полосе обнаружения набора фотоприемников. 3 н. и 11 з.п. ф-лы, 10 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

G01N 21/6486 (2020.08); *G01N 2021/6471* (2020.08)(21)(22) Application: **2019141067, 30.11.2018**(24) Effective date for property rights:
30.11.2018Registration date:
11.12.2020

Priority:

(30) Convention priority:
28.12.2017 US 62/611,464;
19.03.2018 US 62/644,804(45) Date of publication: **11.12.2020 Bull. № 35**(85) Commencement of national phase: **12.12.2019**(86) PCT application:
US 2018/063395 (30.11.2018)(87) PCT publication:
WO 2019/133182 (04.07.2019)

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, a/ya 128, "ARS-
PATENT"**

(72) Inventor(s):

**FUN, Trejsi KH. (US),
SABOUNCHI, Purya (US),
KHIRSHBAJN, Bernard (US),
PINTO, Dzhozef (US),
KKHURANA, Tarun (US),
SMIT, Rendall (US),
FEN, Veni (US)**

(73) Proprietor(s):

ILLUMINA, INC. (US)(54) **DETECTOR WITH REDUCED NOISE IN FLUORESCENCE BAND**

(57) Abstract:

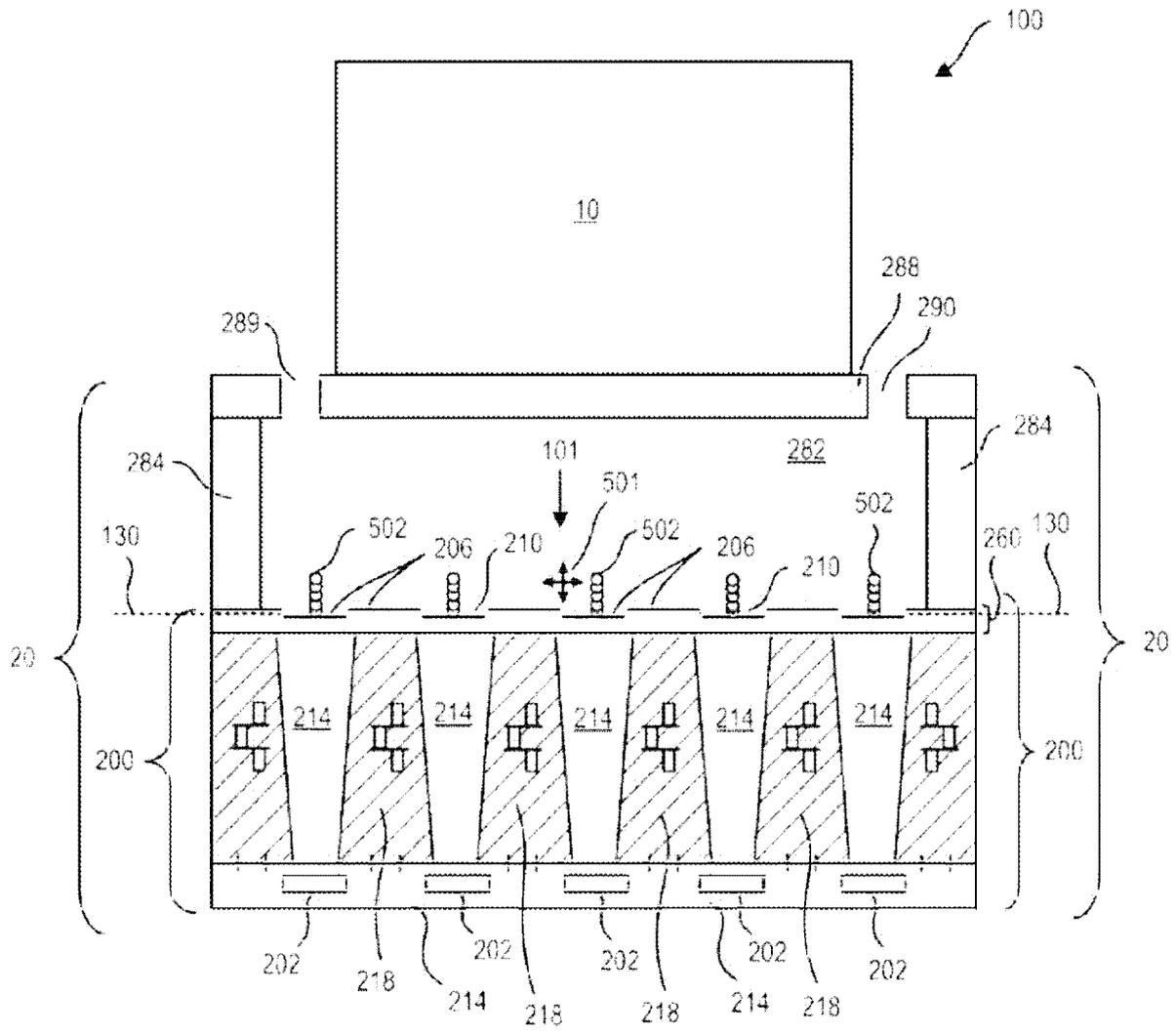
FIELD: physics.

SUBSTANCE: group of inventions relates to detection of fluorescence. Detector comprises a structure which forms a detector surface configured to support biological or chemical samples, a set of photoreceivers having photodetectors and a circuit for transmitting signals caused by photons detected by photodetectors, and a set of light guides. Light guides in the set are configured to receive exciting light radiation and the emitted light signal from the detector surface. Light

guides pass in the direction of the corresponding photodetectors of the set of photoreceivers and contain a filtering material. Material is configured to delay exciting light radiation and to transmit the emitted light signal in the direction of the corresponding photodetectors and contains a metal complex dye.

EFFECT: technical result consists in enabling noise reduction in the fluorescence band in the photodetector detection band.

14 cl, 10 dwg



Фиг. 1

Ссылки на родственные заявки

По настоящей заявке испрашивается приоритет патентной заявки США 62/611464, поданной 28.12.2017, озаглавленной «Детектор с уменьшенным шумом в диапазоне флуоресценции», и целиком включенной в настоящую заявку посредством ссылки. По
5 настоящей заявке также испрашивается приоритет патентной заявки США 62/644804, поданной 19.03.2018, озаглавленной «Детектор с уменьшенным шумом в диапазоне флуоресценции», и целиком включенной в настоящую заявку посредством ссылки.

Уровень техники

Различные протоколы в биологических или химических исследованиях включают в
10 себя выполнение контролируемых реакций. Указанные реакции затем можно наблюдать или детектировать, а последующий анализ может помочь идентифицировать или раскрыть свойства химических веществ, которые принимали участие в реакции.

В некоторых сложных анализах неизвестный аналит, содержащий идентифицируемый маркер (например, флуоресцентный маркер), может быть подвергнут воздействию
15 тысяч известных проб при контролируемых условиях. Каждая известная проба может быть помещена в соответствующую лунку микропланшета. Наблюдение химических реакций, которые происходят в лунках между известными пробами и неизвестным аналитом может помочь идентифицировать или раскрыть свойства аналита. К другим примерам таких протоколов относятся известные процессы секвенирования ДНК,
20 например, секвенирование путем синтеза (SBS, англ. sequencing-by-synthesis) или циклическое секвенирование (англ. cyclic-array sequencing).

Согласно некоторым протоколам обнаружения флуоресценции, используют оптическую систему, чтобы направлять возбуждающее световое излучение на флуорофоры (например, аналиты с флуоресцентными маркерами), а также чтобы вести
25 обнаружение излучаемого светового сигнала флуоресценции, который может исходить из аналитов, содержащих прикрепленные флуорофоры. Однако, такие оптические системы могут быть сравнительно дорогостоящими и требовать много места для размещения. Например, оптическая система может содержать устройства с объективами, фильтрами и источниками света.

В других предлагаемых системах обнаружения контролируемые реакции в проточной
30 ячейке распознают посредством набора твердотельных фотоприемников (например, детектор на основе комплементарной структуры металл-оксид-полупроводник, КМОП (CMOS, англ. Complementary Metal-Oxide Semiconductor) или детектор на основе прибора с зарядовой связью, ПЗС (CCD, Charge-Coupled Device)). Такие системы для обнаружения
35 излучения флуоресценции не требуют вовлечения громоздкого оптического узла.

Раскрытие изобретения

Предлагается устройство, содержащее: структуру, образующую детекторную
поверхность, выполненную с возможностью поддержания биологических или химических
40 субстанций, и набор фотоприемников, содержащий фотоприемники и схему для передачи сигналов данных, обусловленных фотонами, зарегистрированными фотоприемниками. Устройство может содержать одно или более средств для уменьшения шума в диапазоне флуоресценции в полосе обнаружения набора фотоприемников.

Предлагается устройство, содержащее: структуру, образующую детекторную
поверхность, выполненную с возможностью поддержания биологических или химических
45 проб; набор фотоприемников, содержащий фотоприемники и схему для передачи сигналов, обусловленных фотонами, зарегистрированными фотоприемниками; и набор световодов, содержащий световоды, причем световоды набора световодов выполнены с возможностью приема возбуждающего светового излучения и испускаемого светового

сигнала от детекторной поверхности, при этом световоды проходят в направлении соответствующих фотоприемников набора фотоприемников и содержат фильтрующий материал, который выполнен с возможностью задерживания возбуждающего светового излучения и пропускания испускаемого светового сигнала в направлении
5 соответствующих фотоприемников, причем фильтрующий материал содержит металлокомплексный краситель.

Предлагается способ, включающий этапы, на которых: изготавливают схему для передачи сигналов данных, обусловленных фотонами, зарегистрированными набором фотоприемников; осаждают фильтрующий материал в полостях для световодов набора
10 световодов которые совмещены с соответствующими фотоприемниками и расположены выше соответствующих фотоприемников набора фотоприемников, причем фильтрующий материал содержит краситель, подвешенный в полимерной матрице, который содержит гаситель фотонного излучения; и изготавливают структуру, образующую детекторную поверхность для поддержания биологических или химических проб, причем изготовление
15 указанной структуры, образующей детекторную поверхность, включает в себя изготовление структуры, образующей детекторную поверхность выше полостей набора световодов и фотоприемников набора фотоприемников.

Предлагается устройство, содержащее: структуру, образующую детекторную поверхность для поддержания биологических или химических проб; набор
20 фотоприемников, содержащий фотоприемники и схему для передачи сигналов данных, обусловленных фотонами, зарегистрированными фотоприемниками; и набор световодов, содержащий световоды, причем световоды набора световодов выполнены с возможностью приема возбуждающего светового излучения и испускаемого светового сигнала от детекторной поверхности, при этом световоды проходят в направлении
25 соответствующих фотоприемников набора фотоприемников и содержат фильтрующий материал, который выполнен с возможностью задерживания возбуждающего светового излучения и пропускания испускаемого светового сигнала в направлении соответствующих фотоприемников, причем детекторная поверхность содержит
30 реакционную впадину, которая обладает коэффициентом преломления и размерами, достаточными для гашения энергии фонового света, падающего на детекторную поверхность в полосе длин волн обнаружения набора фотоприемников.

Краткое описание чертежей

Рассмотренные и иные отличительные признаки, аспекты и преимущества настоящего изобретения будут более понятны, если обратиться к последующему описанию со
35 ссылками на прилагаемые чертежи, в которых везде подобные друг другу элементы обозначены одинаковыми позиционными номерами, при этом:

фиг. 1 схематически на боковой проекции с разрезом изображает систему для применения в биологическом или химическом анализе, содержащую детектор, который включает в себя детекторную поверхность для поддержания биологической или
40 химической пробы, согласно одному примеру осуществления;

фиг. 2 представляет совмещенные спектральные кривые, иллюстрирующие координацию между длинами волн возбуждения, длинами волн поглощения, длинами волн сигнала флуоресценции и длинами волн полосы обнаружения, в соответствии с одним примером осуществления;

45 фиг. 3 представляет спектральную кривую, иллюстрирующую характеристики автофлуоресценции фильтрующего материала согласно одному примеру осуществления;

фиг. 4 представляет энергетическую диаграмму, иллюстрирующую переходы между энергетическими состояниями излучающего красителя, в соответствии с одним примером

осуществления;

фиг. 5 представляет энергетическую диаграмму, иллюстрирующую переходы между энергетическими состояниями красителя, содержащего гаситель фотонного излучения, согласно одному примеру осуществления;

5 фиг. 6 представляет энергетическую диаграмму, иллюстрирующую переходы между энергетическими состояниями металлокомплексного красителя, содержащего гаситель фотонного излучения, согласно одному примеру осуществления;

фиг. 7 представляет кривые зависимости оптической плотности (OD) от толщины пленки, иллюстрирующие свойства фильтрующего материала, содержащего
10 металлокомплексный краситель, согласно одному примеру осуществления;

фиг. 8 на боковой проекции с разрезом изображает детектор, содержащий детекторную поверхность, выполненную с возможностью подавления энергии падающего света в выбранной полосе длин волн, согласно одному примеру осуществления;

15 фиг. 9 на боковой проекции с разрезом изображает детектор, содержащий набор фотоприемников, набор световодов и набор реакционных впадин в соответствии с одним примером осуществления; и

фиг. 10 на боковой проекции с разрезом изображает детектор, содержащий фотоприемник, световод и реакционную впадину, образованную детекторной
20 поверхностью в соответствии с одним примером осуществления.

Осуществление изобретения

На фиг. 1 изображена система 100 для использования при анализе, таком как биологический или химический анализ. Система 100 может включать в себя источник
10 возбуждающего светового излучения и узел 20 детектора. Узел 20 детектора может включать в себя детектор 200 и проточную ячейку 282. Детектор 200 может содержать множество фотоприемников 202 и детекторную поверхность 206 для поддержания проб
25 502, например, биологических или химических проб, которые подлежат исследованию. Детектор 200 может также включать в себя множество световодов, которые направляют свет от детекторной поверхности 206 детектора к фотоприемникам 202. Детекторная
30 поверхность 206, боковые стенки 284 и накладка 288 могут определять и ограничивать проточную ячейку 282. Детекторная поверхность 206 детектора может содержать связанную с ней плоскость 130 поверхности детектора.

Согласно другому аспекту, детекторная поверхность 206 может быть выполнена с углублениями, чтобы она содержала реакционные выемки 210 (нанолунки). В
35 соответствии с одним примером, каждый фотоприемник 202 может быть совмещен с одним световодом 214 и одной реакционной выемкой 210. Каждая реакционная выемка может определять одну или более реакционных зон, при этом пробы 502, согласно одному примеру, могут поддерживаться в таких реакционных зонах.

Согласно другому аспекту, детектор 200 может содержать области 218
40 диэлектрических пакетов, примыкающие к световодам 214. Области 218 диэлектрических пакетов могут содержать сформированные внутри их схемы, например, для считывания сигналов с фотоприемников 202, оцифровки, накопления и обработки.

Согласно одному примеру, детектор 200 может быть оснащен сенсором в виде полупроводниковой интегральной микросхемы, например, интегральной микросхемы
45 на основе комплементарной структуры металл-оксид-полупроводник (КМОП) или интегральной микросхемы на основе прибора с зарядовой связью, ПЗС.

Согласно одному примеру, система 100 может быть использована для проведения биологического или химического исследования с применением флуорофоров. Например,

жидкость, содержащую один или более флуорофоров, можно пропускать через проточную ячейку 282, подавая ее во впускное отверстие 289, и выпуская из выпускного отверстия 290. Флуорофоры могут притягиваться к различным пробам 502, и таким образом идентифицирующие флуорофоры могут работать в качестве маркеров для проб 502, например, биологических или химических аналитов, к которым они притягиваются.

Чтобы определить присутствие флуорофора в проточной ячейке 282, на источник 10 возбуждающего светового излучения может быть подано питание, так чтобы указанный источник испускал возбуждающее световое излучение 101 в диапазоне длин волн возбуждения. Флуорофоры, прикрепленные к пробам 502, при приеме возбуждающего светового излучения 101 испускают свет 501, который является искомым сигналом для обнаружения фотоприемниками 202. Свет 501, излучаемый благодаря флуоресценции флуорофора, прикрепленного к пробе 502, будет иметь длину волны, сдвинутую в красную область относительно длины волны возбуждающего светового излучения 101.

Источник 10 возбуждающего светового излучения может содержать по меньшей мере один источник света и по меньшей мере один набор оптических компонентов для освещения проб 502. Примерами источников света могут являться, например, лазеры, дуговые лампы, светодиоды (LED, англ. Light Emitting Diode) или лазерные диоды. Оптическими компонентами могут являться, например, рефлекторы, дихроичные зеркала, светоделители, коллиматоры, линзы, фильтры, клинья, призмы, зеркала, детекторы и т.п. В примерах, где используется осветительная система, источник 10 возбуждающего светового излучения может быть выполнен так, чтобы направлять возбуждающее световое излучение 101 на реакционные зоны. Согласно одному примеру, возбуждение флуорофоров может производиться светом зеленой области длин волн, например, возбуждающее световое излучение 101 может иметь центральную длину волны (длину волны пика излучения) равную приблизительно 523 нм.

Для приводимых в настоящем описании примеров отношение сигнал/шум (SNR, англ. Signal-to-Noise Ratio) системы 100 может быть выражено следующим уравнением (1):

$$SNR = \frac{Signal}{\sqrt{Signal + Excitation + AF + Background + Dark Current + Read Noise}^2}$$

(1)

где "Signal" - излучаемый световой сигнал 501, т.е. искомый световой сигнал, который можно связать с флуоресценцией флуорофора, прикрепленного к пробе; "Excitation" - нежелательное возбуждающее световое излучение, достигающее до фотоприемников 202; "AF" - шумовое излучение автофлуоресценции одного или более источников автофлуоресценции внутри детектора 200; "Background" (фоновый шум) - нежелательная световая энергия, передаваемая в детектор 200 от источника внешнего по отношению к детектору 200; "Dark Current" (темновой ток) - шумовой ток, связанный со случайной генерацией электронно-дырочных пар при отсутствии света; и "Read Noise" (шум считывания) - шум, связанный с электроникой аналого-цифрового преобразования.

Фиг. 2 изображает совмещенные спектральные кривые, иллюстрирующие заданную связь между диапазоном длин волн возбуждающего светового излучения, диапазоном длин волн светового сигнала и диапазоном длин волн обнаружения. Среди спектральных кривых фиг. 2 спектральная кривая 1202 представляет спектральную кривую возбуждающего светового излучения 101, которое испускает источник 10 возбуждающего светового излучения. Спектральная кривая 1204 представляет спектр

поглощения флуорофора, определяемый при использовании возбуждающего светового излучения 101 со спектральной кривой 1202, а спектральная кривая 1214 представляет спектр излучения излучаемого светового сигнала 501, обусловленный флуоресценцией флуорофора при его возбуждении возбуждающим световым излучением 101.

5 Спектральная кривая 1220, согласно одному примеру, представляет кривую оптического пропускания (полосу обнаружения) детектора 200 и фотоприемников 202. Детектор 200 может быть выполнен с возможностью обнаружения света в диапазоне длин волн, который указан спектральной кривой 1220. Таким образом, согласно спектральным кривым фиг. 2, детектор 200 способен обнаруживать излучение излучаемого светового сигнала 501 в диапазоне длин волн, где имеет место пересечение спектральной кривой 1214 излучения излучаемого светового сигнала 501 и спектральной кривой 1220 полосы обнаружения детектора 200 и фотоприемников 202.

Детектор 200 может содержать один или более фильтров, которые задерживают возбуждающее световое излучение 101, так что детектор 200 с фотоприемниками 202 не воспринимает возбуждающее световое излучение 101. Согласно одному аспекту, световоды 214, которые направляют свет от детекторной поверхности 206, могут содержать фильтрующий материал, так что сами световоды 214 задерживают свет в диапазоне длин волн возбуждающего светового излучения 101. Фотоприемники 202 могут соответственно принимать излучаемый световой сигнал 501, испускаемый возбужденным флуорофором, но не возбуждающее световое излучение.

Следует понимать, что световоды 214, предназначенные для улучшения соотношения сигнал/шум детектора 200, могут сами являться источником шума внутри детектора 200. Согласно фиг. 3, спектральная кривая 1304 это спектральная кривая фильтрующего материала, содержащего краситель, в котором отсутствует гаситель фотонного излучения, обычно используемый в оптических системах, тестируемых возбуждающим световым излучением в ожидаемом диапазоне длин волн возбуждающего светового излучения 101 системы 100. При конкретной спектральной кривой по фиг. 3, спектральная кривая 1304 иллюстрирует спектральную кривую фильтрующего материала при освещении зеленым возбуждающим световым излучением, например, соответствующим спектральной кривой 1202, изображенной на фиг. 2, у которого центральная (пиковая) длина волны равна приблизительно 523 нм.

Из фиг. 3 видно, что спектральная характеристика фильтрующего материала, соответствующая спектральной кривой 1304, смещена в красную область относительно спектральной полосы возбуждающего светового излучения 101, которое представлено спектральной кривой 1202 на фиг. 2, что означает, что материал демонстрирует автофлуоресценцию. В отношении представленных в настоящем описании примеров следует учитывать, что фильтрующий материал световодов 214 обладает автофлуоресценцией, при этом сигнал, обнаруживаемый фотоприемниками 202 как сигнал эмиссии, может фактически быть шумовым сигналом, связанным с возбуждающим световым излучением 101, которое возбуждает автофлуоресценцию в световодах 214.

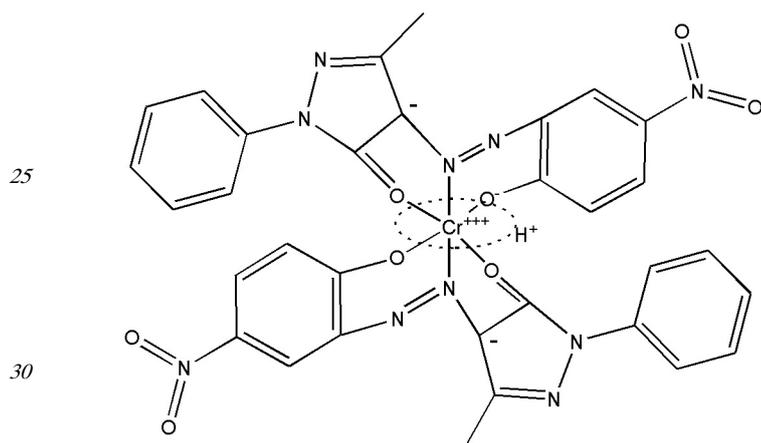
Примеры борьбы с нежелательной автофлуоресценцией световодов 214 будут рассмотрены ниже согласно фиг. 3-7. Согласно диаграммам энергетических состояний на фиг. 4-6, световоды 214, согласно одному примеру, могут содержать материал, в котором имеется гаситель фотонного излучения. Согласно другому аспекту, фильтрующий материал может содержать молекулы красителя, обеспечивающие поглощение в полосе длин волн возбуждающего светового излучения 101.

Диаграмма энергетических состояний фиг. 4 изображает переход энергетического

состояния красителя без гасителя фотонного излучения. При возбуждении или по окончании периода релаксации возбужденного состояния краситель, обладающий определенными характеристиками перехода между энергетическими состояниями, как показано на диаграмме фиг. 4, при возвращении к основному состоянию излучает фотоны. На фиг. 5 показана диаграмма энергетических состояний красителя, содержащего гаситель фотонного излучения. Согласно фиг. 5, краситель, содержащий гаситель фотонного излучения, при возбуждении возвращается в основное состояние по истечении периода релаксации возбужденного состояния. Однако, за счет действия гасителя фотонного излучения, фотоны при возвращении в основное состояние не высвобождаются. При возвращении в основное состояние скорее испускаются фононы. Возврат в основное состояние сопровождается высвобождением тепловой энергии, а не фотонов.

Красители, обладающие характеристиками переходов между энергетическими состояниями, какие показаны на диаграмме фиг. 4, являются излучающими красителями, а красители, обладающие характеристиками переходов между энергетическими состояниями, какие показаны на диаграмме фиг. 5, являются неизлучающими красителями.

Химическая структура (2) красителя, соответствующего одному примеру, и содержащему подходящий гаситель фотонного излучения, который гасит эмиссию фотонов, показана ниже.



(2)

Химическая структурная формула (2) иллюстрирует строение металлокомплексного красителя, который действует в качестве гасителя фотонного излучения в целях гашения эмиссии фотонов. Согласно одному примеру, металлокомплексный краситель может быть представлен красителем в виде октаэдрического комплекса переходного металла со структурной формулой (2). Конкретный металлокомплексный краситель, обладающий структурной формулой (2), содержит две молекулы красителя + ион хрома, при этом некоторые комплексы могут включать в себя одну молекулу красителя + один ион хрома (Cr) или ион другого металла. Структурная формула (2) содержит шесть лигандных связей: O, N и стандартное кристаллическое поле. Согласно структурной формуле (2), имеется гаситель фотонного излучения, обеспечиваемый ионом переходного металла - трехвалентного хрома. Согласно одному примеру, Cr³⁺ может обеспечить функцию гашения фотонного излучения. Могут быть использованы и другие переходные металлы. К переходным металлам для использования в металлокомплексных красителях, согласно настоящему изобретению, могут относиться: скандий, титан, ванадий, марганец, железо, кобальт, никель, медь. Для выбора других металлов энергетические уровни

между ионом металла и молекулой красителя могут перекрываться. Согласно одному примеру, переходный металл для использования в металлокомплексном красителе может быть выбран так, чтобы кривая спектра поглощения перекрывалась с кривой флуоресцентного излучения выбранного красителя, так чтобы переходный металл мог обеспечить функцию гашения фотонного излучения на всем протяжении спектральной кривой флуоресцентного излучения выбранного красителя.

В примере металлокомплексного красителя со структурной формулой (2), металлокомплексный краситель содержит связанный с ним, изображенный в структурной формуле (2) протон. Противоположно заряженный ион (противоион), связанный с металлокомплексным красителем, образован путем поглощения положительного (+) заряда, обусловленного протоном металлокомплексного красителя, изображенным в структурной формуле (2), и может быть выбран, согласно одному примеру, по характеристике гидрофобности и характеристике УФ поглощения. Согласно одному примеру, алкиламин, первичный амин, вторичный амин или третичный амин могут связываться с металлокомплексным красителем, образуя противоположно заряженный ион, который может содержать алкиламмоний, когда связан с металлокомплексным красителем.

Металлокомплексный краситель, согласно одному примеру, может и не проявлять особую растворимость сам по себе, и поэтому противоположно заряженный ион может быть выбран так, чтобы увеличить растворимость. Противоположно заряженный ион может быть выбран по характеристике гидрофобности, чтобы способствовать прозрачности полимера и/или растворителя и для уменьшения светорассеяния. Например, противоположно заряженный ион может обеспечить возможность более равномерного распределения металлокомплексного красителя, увеличивая его прозрачность и уменьшая светорассеяние. Противоположно заряженный ион может быть выбран по характеристике УФ поглощения, например, так, чтобы противоположно заряженный ион не вносил нежелательный вклад во флуоресценцию. Например, поглощение противоположно заряженного иона может влиять на характеристики флуоресценции путем вступления в конфликт со спектром комплекса красителя, и может быть выбрано так, чтобы не иметь конфликтующего спектра. Согласно одному примеру, в качестве противоиона может быть выбран гидрофобный амин. Согласно другому примеру, следует понимать, что в зависимости от металлического центра и выбранных лигандов металлокомплексный краситель может иметь нулевой заряд, результирующий положительный заряд или результирующий отрицательный заряд.

Согласно одному примеру, противоположно заряженный ион, связанный с металлокомплексным красителем, изображенным в структурной формуле (2), может быть обеспечен алкиламином. Согласно примеру, противоположно заряженный ион, связанный с металлокомплексным красителем, изображенным в структурной формуле (2), может быть обеспечен третичным амином. В третичном амине атом азота имеет три органических заместителя. Согласно примеру, противоположно заряженный ион, связанный с металлокомплексным красителем, изображенным в структурной формуле (2), может быть обеспечен третичным алкиламином.

Кроме того, согласно другим примерам металлокомплексного красителя, противоположно заряженный ион соответствующего заряда может быть выбран так, чтобы быть связанным с металлокомплексным красителем. Согласно некоторым вариантам осуществления, отрицательно или положительно заряженный ион может быть выбран так, чтобы нейтрализовать результирующий заряд молекулы металлокомплексного красителя, и/или, добавляя гидрофобности, в некоторых

вариантах позволить металлокомплексному красителю быть включенным в раствор. Дополнительно, когда заряд нулевой, то в некоторых вариантах может не требоваться никакого противоположно заряженного иона. Противоположно заряженный ион может содержать любые заряженные частицы, и в некоторых вариантах содержит первичные, вторичные или третичные амины. Согласно дополнительным вариантам, может быть выбран ион четвертичного аммония.

Согласно одному примеру, противоположно заряженный ион, связанный с металлокомплексным красителем, как изображено в структурной формуле (2), может содержать амин, например, $\text{NR}'\text{R}''\text{R}'''$, где по меньшей мере одна из R групп представляет собой цепь, прямую или разветвленную по меньшей мере с четырьмя атомами. Согласно некоторым вариантам осуществления изобретения, в цепи могут присутствовать по меньшей мере 10 атомов. Цепь может образовывать длинную цепь или может образовывать полимер. Цепь может представлять собой главным образом углеводородную группу, или может содержать иные функциональные группы, такие, чтобы краситель мог быть по возможности растворимым в любом необходимом растворителе, а полимер мог быть растворимым в растворителе в зависимости от функциональных групп полимера. Другие R группы могут такими же или водородными, или могут содержать другую цепь. Согласно одному примеру, цепь может быть C4-C20, включая циклические, цепочечные или кольцевые структуры. Согласно некоторым вариантам, противоположно заряженный ион может включать в себя более одного типа противоионов. Следует признать, что некоторые смеси противоионов удобны для использования в растворах, где может быть использовано более одного полимерного материала. То есть некоторые алкил-группы могут быть разными, и противоположно заряженный ион может включать в себя множество противоионов.

На фиг.6 изображена диаграмма энергетических состояний, иллюстрирующая свойства металлокомплексных красителей. Фиг. 6 представляет диаграмму энергетических состояний для $\text{Cr}(\text{CN}^{\text{tBu}}\text{Ar}_3\text{NC})_3$. Согласно данной диаграмме, металлокомплекс может приводить к сверхбыстрой безызлучательной (без автофлуоресценции) релаксации в силу того, что центрированные на металле состояния лежат ниже комплекса переноса заряда от металла к лиганду (MLCT, англ. metal-to-ligand charge transfer). Для соединения $\text{Cr}(\text{CN}^{\text{tBu}}\text{Ar}_3\text{NC})_3$, изображенного на диаграмме состояний фиг. 6, поле лигандов может быть достаточно слабым, так что центрированные на металле $3d-d$ возбужденные состояния могут находиться энергетически ниже комплекса MLCT, что приводит к сверхбыстрому возбужденному состоянию. Металлокомплексные красители могут демонстрировать сверхбыстрое уменьшение населенности возбужденного состояния посредством безызлучательной релаксации. В соответствии с диаграммой переходов между энергетическими состояниями по фиг. 6, металлокомплекс, выполняющий функцию гашения люминесценции, осуществляет гашение фотонов так, что возврат в основное состояние сопровождается испусканием фонона и высвобождением тепловой энергии, а не эмиссией фотона.

Чтобы получить фильтрующий материал, молекулы красителя в порошковой форме, например, содержащие гаситель фотонного излучения, и, согласно одному примеру, представленные металлокомплексным красителем, могут быть растворены в растворителе с добавлением жидкого полимерного связующего, чтобы сформировать жидкую матрицу, содержащую молекулы красителя и молекулы полимера. Указанная жидкость может быть помещена в полость диэлектрического пакета детектора 200 и

произведено ее испарение, чтобы сформировать фильтрующий материал, содержащий твердый краситель и полимерную матрицу, в которой молекулы красителя подвешены среди молекул связующей матрицы полимера.

5 Фильтрующий материал для формирования световода 214, согласно одному примеру, может содержать молекулы металлокомплексного красителя, подвешенные в полимерной связующей матрице, как это изложено в настоящем описании.

Сформированный фильтрующий материал, содержащий молекулы металлокомплексного красителя, подвешенные в полимерной связующей матрице, при освещении возбуждающим световым излучением 101 с центральной длиной волны около 523 нм
10 может демонстрировать спектральную характеристику, представленную спектральной кривой 1404 на фиг. 3. В соответствии с одним примером согласно фиг. 3, если предусмотреть фильтрующий материал, содержащий краситель с гасителем люминесценции (что предполагает, например, использование металлокомплексного красителя), то можно уменьшить сигналы автофлуоресценции, испускаемые материалом
15 фильтра, на длинах волн приблизительно 570 нм или более до уровня приблизительно 5% (при наблюдении соответствующих сигналов автофлуоресценции согласно спектральной кривой 1304 и 1404 на длине волны приблизительно 570 нм) или менее от ожидаемых значений в случае, если бы использовался фильтрующий материал, содержащий краситель без гасителя фотонного излучения.

20 Создание матрицы молекул красителя с молекулой полимерного связующего обеспечивает технологичность выполнения ряда полупроводниковых процессов, например, химического осаждения из газовой среды (CVD, англ. Chemical Vapor Deposition), нанесения покрытия методом центрифугирования, травления, выравнивания и т.п.

25 Согласно одному примеру, фильтрующий материал, представленный матрицей металлокомплексного красителя, может иметь весовое соотношение «краситель/полимер» в интервале приблизительно от 70:30 до 90:10. При концентрациях выше указанного диапазона может быть нарушена структурная целостность матрицы, а при
30 концентрациях ниже указанного диапазона могут быть нарушены характеристики фильтрации. Согласно одному примеру, фильтрующий материал, представленный матрицей металлокомплексного красителя, может иметь молекулярное соотношение приблизительно от 1 молекулы красителя: 50 молекул полимера до 1 молекулы красителя: 150 молекул полимера. Согласно одному примеру, фильтрующий материал, представленный полимерным связующим и матрицей металлокомплексного красителя,
35 может иметь молекулярное соотношение приблизительно 1 молекула красителя: 100 молекул полимера.

Хотя более высокие концентрации молекул красителя улучшают задерживание возбуждающего светового излучения, следует признать, что при более высоких концентрациях может наблюдаться повышенное светорассеяние. Борьба со
40 светорассеянием можно дополнительными процессами фильтрации частиц порошкового красителя перед перемешиванием с жидкостью полимерного связующего.

На фиг. 7 представлен график зависимости оптической плотности (OD, англ. Optical Density) от толщины пленки, иллюстрирующий характеристики фильтрации фильтрующего материала, содержащего матрицу металлокомплексного красителя,
45 подвешенного матрице полимерного связующего. Как видно из фиг. 7, OD величиной приблизительно 10 может быть достигнута в пределах располагаемого пространства 3,5 мкм. Согласно спектральным кривым, представленным на фиг.2, целевым спектральной кривой для фильтрации является кривая 1202 возбуждающего светового

излучения 101 с центральной (пиковой) длиной волны приблизительно 523 нм. Согласно зависимостям OD от толщины пленки, показанным на фиг. 7, если световод 214 сформировать из матрицы металлокомплексного красителя, подвешенного в матрице полимерного связующего, имеющей толщину приблизительно 3,5 мкм, то световод 214
5 сможет обладать OD величиной приблизительно 10 единиц на центральной длине волны (пиковой) возбуждающего светового излучения приблизительно 523 нм. Если световод 214 сформировать из матрицы металлокомплексного красителя, подвешенного в матрице полимерного связующего, имеющей толщину приблизительно 2 мкм, то световод 214
10 сможет обладать OD величиной приблизительно 7 на центральной длине волны (пиковой) возбуждающего светового излучения приблизительно 523 нм.

Для восприятия света фотоприемник 202 может находиться в пространстве на определенном расстоянии от детекторной поверхности 206 (фиг. 1). Согласно одному примеру, указанным определенным расстоянием может быть расстояние в диапазоне, например, приблизительно от 4 мкм до 6 мкм. Как можно видеть на фиг. 1, световоды
15 214 могут иметь пространственные ограничения в зависимости от требований разнесения фотоприемников 202 и детекторной поверхности 206. Учитывая зависимости оптической плотности от толщины, изображенные на фиг. 7, материал для построения световодов 214 может быть выбран так, чтобы удовлетворить требованиям целевой OD в зависимости от пространственных характеристик детектора 200, при этом может быть
20 достигнута оптическая плотность, подходящая для многих применений, даже там, где располагаемое пространство ограничено.

Как видно из совмещенных графиков на фиг. 2, фотоприемники 202 могут воспринимать излучаемый световой сигнал 501, относящийся к флуоресценции флуорофора, но в случае идеальной работы не могут обнаруживать возбуждающее
25 световое излучение 101, представленное спектральной кривой 1202. Для того, чтобы заставить фотоприемники 202 обнаруживать излучаемый световой сигнал 501, относящийся к флуорофору, прикрепленному к пробе 502, но не регистрировать возбуждающее световое излучение 101, система 100 может содержать один или более фильтров. Например, световоды 214 могут быть выполнены из фильтрующего
30 материала, который задерживает свет в энергетической полосе возбуждающего светового излучения 101, которая представлена спектральной кривой 1202. Таким образом, излучаемый световой сигнал 501, представленный спектральной кривой 1214, подлежит обнаружению фотоприемниками 202 без обнаружения возбуждающего светового излучения 101. Однако, как было отмечено, фильтрующий материал,
35 формирующий световод 214, способен к самосвечению (автофлуоресценции) в ответ на возбуждение возбуждающим световым излучением 101. В приведенных в настоящем описании примерах предусмотрено, что световоды 214 блокируют возбуждающее световое излучение, демонстрируя уменьшенную автофлуоресценцию, так чтобы сохранить требуемую координацию между спектральными характеристиками
40 флуоресценции, возбуждения и обнаружения, как представлено на фиг. 2.

Согласно приведенным в настоящем описании примерам, следует признать, что сдвиг влево спектральной кривой 1220 детектора 200 может увеличивать обнаружение испускаемого светового сигнала 501, спектральная характеристика которого
представлена спектральной кривой 1214. Следует понимать, что согласно настоящему
45 описанию, сдвиг влево относится к гипсохромному (коротковолновому) сдвигу или сдвигу в синюю область. Рассматриваемый здесь фильтрующий материал, содержащий матрицу металлокомплексного красителя, подвешенного в матрице полимерного связующего, может быть приспособлен к сдвигу спектральной кривой 1220 влево путем

реализации различных характеристик. Чтобы осуществить сдвиг спектральной кривой 1220 влево, могут быть изменены определенные замещающие группы лигандов, окружающих металлокомплексный краситель со структурной формулой (2). Например, фенильные группы и другие функциональные группы могут действовать в качестве флуорофоров, и могут также быть заменены для левого сдвига спектра. Например, метильные группы могут быть заменены трифторметильными или иными группами, а атомы водорода в некоторых вариантах осуществления могут быть заменены атомами хлора или брома. Спектр может быть сдвинут влево или вправо в зависимости от конкретного используемого металлокомплексного красителя, путем замены групп-доноров электронов на группы-акцепторы электронов и наоборот. В контексте настоящего изобретения сдвиг вправо относится к батохромному (длинноволновому) сдвигу или красному сдвигу спектра. Таким образом, в любом варианте осуществления изобретения спектр можно корректировать путем изменения функциональных групп металлокомплексного красителя.

Согласно одному примеру, фильтрующий материал может содержать краситель с гасителем фотонного излучения, при этом указанный краситель может быть безызлучательного типа. Согласно одному примеру, гаситель фотонного излучения может содержать хром (Cr). Согласно одному примеру, краситель может являться металлокомплексным красителем, содержащим гаситель фотонного излучения, который обеспечивается ионом переходного металла - трехвалентного хрома. Согласно примеру, фильтрующий материал может быть построен в виде матрицы, содержащей краситель и связующий полимер, причем краситель может содержать гаситель фотонного излучения. Согласно примеру, фильтрующий материал может быть построен в виде матрицы, содержащей краситель и связующий полимер, причем краситель может представлять собой металлокомплексный краситель. Согласно примеру, фильтрующий материал может быть сформирован красителем, подвешенным в полимерной матрице, причем краситель может содержать гаситель фотонного излучения. Согласно одному примеру, фильтрующий материал может быть сформирован красителем, подвешенным в полимерной матрице, причем краситель может представлять собой металлокомплексный краситель.

Рассматриваемые в настоящем описании примеры учитывают, что на характеристики системы 100 может отрицательно влиять фоновый шум, который в данном случае связан с нежелательной световой энергией, излучаемой источником внешним по отношению к детектору 200. Рассматриваемые примеры учитывают, что на соотношение сигнал/шум детектора 200 может отрицательно влиять фоновый свет диапазона флуоресценции, излучаемый источниками внешними по отношению к детектору 200. Шумовые излучения диапазона флуоресценции в системе 100 могут быть связаны с источниками иными, нежели источники автофлуоресценции внутри детектора 200.

Рассматриваемые в настоящем описании примеры учитывают, что хотя источник 10 возбуждающего светового излучения может быть выполнен с возможностью идеального излучения света в сравнительно узкой полосе длин волн, например, в зеленой области спектра, но могут работать и внутренние источники автофлуоресценции, например, может иметь место самосвечение оптических компонентов, и свет, который испускает источник 10 возбуждающего светового излучения, может включать нежелательные световые лучи более длинных волн в полосе флуоресценции детектора 200 и фотоприемников 202. Рассматриваемые примеры учитывают, что свет в диапазоне флуоресценции может поступать в систему 100 из источников иных, нежели источник 10 возбуждающего светового излучения.

Согласно фиг. 8, предложены дополнительные меры для увеличения соотношения сигнал/шум детектора 200. Согласно фиг. 8 будут рассмотрены меры для подавления (например, частичного или полного) фонового шумового излучения в диапазоне флуоресценции, которое без принятия указанных мер было бы принято детектором 200. Используемые в настоящем изобретении меры подавления могут сократить диапазон длин волн флуоресценции, которые воспринимаются фотоприемниками 202, и не могут быть связаны с испускаемым световым сигналом 501.

Свойства фильтрующего материала, изложенные согласно фиг. 3-7, уменьшают шум в диапазоне флуоресценции за счет сокращения внутренней автофлуоресценции внутри детектора 200. Функциональные характеристики детекторной поверхности 206, которые будут рассмотрены согласно фиг. 8, уменьшают нежелательный фоновый шум в диапазоне флуоресценции путем подавления (например, частичного или полного) световой энергии диапазона флуоресценции, падающей на детекторную поверхность 206. Свойства, описанные согласно фиг. 3-7, могут быть реализованы независимо от функциональных характеристик фиг. 8 или, согласно одному примеру, в комбинации с функциональными характеристиками фиг. 8, в целях решения проблемы шума в диапазоне флуоресценции путем использования сочетания внутренних свойств (фиг. 3-7) детектора и свойств детекторной поверхности (фиг. 8).

Согласно фиг. 8, детектор 200, согласно одному примеру, может быть выполнен так, что энергия света, падающего на детекторную поверхность 206, может порождать электромагнитное поле, исходящее от детекторной поверхности 206, которое гасит (частично или полностью) энергию падающего света, которая в ином случае передавалась бы через реакционную впадину 210. Приводимые в настоящем описании примеры учитывают, что поведение индуцированного поля, исходящего от детекторной поверхности 206, которое порождено световыми лучами, падающими на детекторную поверхность 206, может быть более управляемым и предсказуемым, когда отношение коэффициентов преломления детекторной поверхности 206 и жидкости внутри проточной ячейки 282 увеличивается. Коэффициент преломления детекторной поверхности 206 может определяться коэффициентом преломления материала пассивирующего слоя 258, который примыкает к проточной ячейке 282 и формирует детекторную поверхность 206. Примеры учитывают, что при достаточно высоком отношении коэффициентов преломления детекторной поверхности 206 и жидкости в проточной ячейке 282 лучи возбуждающего светового излучения 101 могут породить электромагнитное поле, исходящее от детекторной поверхности 206, которое гасит энергию падающего света в зависимости от размера детекторной поверхности 206.

Согласно фиг. 8, реакционная впадина 210 может иметь размер "D", представляющий диаметр реакционной впадины 210 на ее верхнем уровне. Примеры учитывают, что электромагнитное поле, порожденное энергией света, падающего на реакционную впадину 210, может подавлять энергию падающего света в зависимости от размера "D", при этом отношение коэффициентов преломления детекторной поверхности 206 и жидкости в проточной ячейке 282 может являться достаточно высоким. Детектор 200, как показано на фиг. 8, может представлять собой детектор в виде интегральной схемы со структурой 260, образующей детекторную поверхность 206, которая может содержать пассивирующий слой 256 и пассивирующий слой 258. Согласно одному примеру, в котором пассивирующий слой 258, образующий детекторную поверхность 206, сформирован из пятиокиси тантала (Ta_2O_5), обладающего коэффициентом преломления λ_{206} равным приблизительно 2,13, а жидкость в проточной ячейке 282 имеет водную основу и коэффициент преломления λ_{282} равный приблизительно 1,33,

отношение коэффициентов преломления $\lambda_{206}/\lambda_{282}$ материала, образующего детекторную поверхность, и жидкости в проточной ячейке 282 составляет приблизительно 1,60.

Согласно одному примеру, в котором пассивирующий слой 258, образующий детекторную поверхность 206, сформирован из нитрида кремния (SiN), обладающего коэффициентом преломления λ_{206} равным приблизительно 2,02, а жидкость в проточной ячейке 282 имеет водную основу и коэффициент преломления λ_{282} равный приблизительно 1,33, отношение коэффициентов преломления $\lambda_{206}/\lambda_{282}$ материала, образующего детекторную поверхность, и жидкости в проточной ячейке 282 составляет приблизительно 1,52. Пространственная форма реакционной впадины 210 может быть цилиндрической или в некоторых примерах может иметь вид усеченного конуса, так что поперечное сечение горизонтальной плоскостью, которая входит в плоскость чертежа фиг. 8, по существу является круговым. Продольная ось 268 может проходить через геометрический центр поперечного сечения.

Приводимые примеры учитывают, что для детекторной поверхности 206, представленной на фиг. 8 и содержащей реакционную впадину 210 (нанолунку) с размером D и подходящим высоким отношением коэффициентов преломления $\lambda_{206}/\lambda_{282}$ существует критическая длина волны λ_c , причем волны с длиной более короткой, чем критическая длина волны λ_c передаются внутрь реакционной впадины 210 и внутрь детектора 200, а волны более длинные, чем критическая длина волны λ_c гасятся (частично или полностью) посредством детекторной поверхности 206, содержащей реакционную впадину 210. Примеры дополнительно учитывают, что упомянутая критическая длина волны λ_c зависит от размера D, так что можно управлять размером D, чтобы настраивать критическую длину волны λ_c на требуемое значение. Точнее критическую длину волны λ_c можно увеличивать, если увеличивать размер D, и можно уменьшать, если уменьшать размер D. Если не вдаваться в теорию в отношении учета данного эффекта, то световые лучи, падающие на детекторную поверхность 206, могут породить электромагнитное поле, исходящее от детекторной поверхности 206, которое подавляет (частично или полностью) энергию падающего света, которая в ином случае была бы передана через реакционную впадину 210.

Функция подавления световой энергии может быть успешно реализована в конструкции детекторной поверхности 206. Согласно одному примеру, рассмотренному со ссылкой на фиг. 8, размер D может быть выбран, чтобы задать критическую длину волны λ_c , так чтобы волны с длиной приблизительно равной центральной (пиковой) длине волны λ_a возбуждающего светового излучения 101 или более короткие передавались через реакционную впадину 210 в детектор 200, и дополнительно так, чтобы волны с длиной приблизительно равной самой короткой длине волны λ_b полосы обнаружения и более длинные гасились детекторной поверхностью 206. Передача волн с длиной приблизительно равной центральной (пиковой) длине волны λ_a возбуждающего светового излучения 101 или более коротких может гарантировать надлежащее возбуждение флуорофоров в соответствии с конструкцией системы 100, а подавление волн с длиной приблизительно равной самой короткой длине волны λ_b полосы обнаружения и более длинных может увеличить соотношение сигнал/шум детектора 200.

Хотя λ_c можно настраивать в зависимости от D, точное соотношение между D и эффектами подавления света может изменяться в зависимости от материалов, конфигурации (включая конфигурацию источника 10 возбуждающего светового излучения), и параметров управления процессом конкретно изготовленной системы 100. Тем не менее, информация о соотношении между размером D и эффектом

подавления света для конкретной конструкции детектора 200 может быть определена экспериментально. После экспериментального определения информации о соотношении размера D и эффектов подавления света для конкретной конструкции детектора 200 указанная информация может быть использована для установления значения D , т.е. $D=d_1$, где $D=d_1$ выбирают, чтобы задать критическую длину волны λ_c , так чтобы волны с длиной равной центральной (пиковой) длине волны λ_a возбуждающего светового излучения 101 или более короткие передавались в реакционную впадину 210 детектора 200, а также, чтобы волны с длиной приблизительно равной самой короткой длине волны λ_b полосы обнаружения и более длинные (т.е. диапазона флуоресценции) гасились детекторной поверхностью 206.

Согласно одному варианту способа, можно изготовить и подвергнуть испытанию один или более контрольных образцов детекторов, соответствующих детектору 200. Испытание может включать в себя проверку пропускания возбуждающего светового излучения 101 реакционной впадиной 210. Один или более контрольных образцов могут быть подготовлены и подвергнуты испытанию с целью определения минимального размера D , $D=d_c$, при котором реакционная впадина 210 пропускает возбуждающее световое излучение 101 в соответствии с одним или более критериями пропускания. К указанным одному или более критериям пропускания может относиться, например, условие, что через реакционную впадину 210 передается некоторая пороговая величина (например, 90%, 100%) максимальной энергии возбуждающего светового излучения 101. Один или более контрольных образцов могут быть подготовлены и подвергнуты испытанию с целью определения максимального размера D , $D=d_e$, при котором реакционная впадина 210 гасит свет диапазона флуоресценции (например, до различимого количества света диапазона флуоресценции) в полосе обнаружения фотоприемников 202. Для проведения такого испытания могут быть проверены сигналы, считываемые фотоприемниками, со световодами 214, изготовленными в соответствии с техническими требованиями. Когда один или более размеров $D=d_c$ или $D=d_e$ будут определены, может быть подготовлен детектор 200, соответствующий типовой конструкции для производства. В типовой конструкции, согласно одному примеру, может быть выбран $D=d_1$, лежащий в интервале приблизительно от $D=d_c$ до $D=d_e$. В типовой конструкции, согласно одному примеру, может быть выбран $D=d_1$, находящийся приблизительно на середине расстояния между $D=d_c$ и $D=d_e$. В типовой конструкции, согласно одному примеру, может быть выбран $D=d_1$ приблизительно равный $D=d_c$. В типовой конструкции, согласно одному примеру, может быть выбран $D=d_1$ приблизительно равный $D=d_e$. В описанных примерах размер D может быть выбран, чтобы задать критическую длину волны λ_c так, чтобы λ_c находилась в интервале длин волн между приблизительно λ_a и приблизительно λ_b , причем волны с длиной короче λ_c пропускаются реакционной впадиной 210, а волны длиннее λ_c подавляются реакционной впадиной 210, при этом λ_a это центральная длина волны возбуждающего светового излучения 101, а λ_b - самая короткая длина волны полосы обнаружения набора 201 сенсоров.

Согласно совмещенным спектральным кривым на фиг. 2, возбуждающее световое излучение 101 может иметь центральную (пиковую) длину волны приблизительно 523 нм (λ_a), а у детектора 200 с фотоприемниками 202 полоса обнаружения может начинаться приблизительно на 580 нм (самая короткая длина волны λ_b полосы обнаружения). Таким образом, согласно одному примеру, размер реакционной впадины 210, выполненной так, чтобы обладать подходящим коэффициентом преломления, может быть задан так, чтобы пропускать падающий свет с длинами волн приблизительно 523

нм и короче, и подавлять энергию падающего света с длинами волн приблизительно 580 нм и длиннее. В случае, когда детектор 200 имеет такую конфигурацию, при которой $D=d1 \approx \lambda c$, так что расстояние $d1$ подобно критической длине волны λc , размер D может быть задан соответственно $D=550$ нм, чтобы пропускать возбуждающее световое излучение 101 в реакционную впадину 210, и подавлять нежелательные волны диапазона флуоресценции в соответствии со спектральными кривыми фиг. 2. При описанной конфигурации размер детекторной поверхности 206 может быть выбран так, чтобы позволять прохождение световой энергии с длинами волн приблизительно 523 нм и короче, и гасить энергию падающего света на длинах волн приблизительно 580 нм и более.

В настоящем изобретении предлагается способ, включающий этап, на котором контрольный образец детектора, соответствующий детектору 200 (обладающий структурой 260, образующей детекторную поверхность 206), подвергают испытанию с целью определения информации, которая указывает на соотношение между размером, например, D , детекторной поверхности 206 и эффектом подавления электромагнитного поля (например, включая информацию такую как $d c$, $d e$ и/или иную информацию, связывающую D с λc), и используют полученную информацию при изготовлении структуры 260, образующей детекторную поверхность 206, задавая размер реакционной впадины 210 образующей поверхности 206 в целях пропускания возбуждающего светового излучения 101 в полосе длин волн возбуждения (включая центральную (пиковую) длину волны λa) и подавления световой энергии, падающей на детекторную поверхность 206 в полосе обнаружения набора 201 фотоприемников.

Пространственная форма реакционной впадины 210 может быть цилиндрической или в некоторых примерах может иметь вид усеченного конуса, так что поперечное сечение горизонтальной плоскостью, которая входит в плоскость чертежа на фиг. 8, по существу является круговым. Продольная ось 268 может проходить через геометрический центр поперечного сечения. Однако, в других примерах может быть использована иная геометрия. К примеру, поперечное сечение может быть квадратным или восьмиугольным. Согласно одному примеру, экранирующая структура 250 может иметь толщину приблизительно 100-600 нм, пассивирующий слой 256 может иметь толщину приблизительно 100-600 нм, пассивирующий слой 258 может иметь толщину приблизительно 50-500 нм, окно 252 может иметь диаметр приблизительно от 700 нм до 1,5 мкм, а реакционная впадина 210, если таковая присутствует, может иметь высоту H приблизительно от 50 нм до 500 нм.

Фиг. 9 и 10 иллюстрируют дополнительные подробности детектора 200, располагающего одним или более средствами для снижения шума в диапазоне флуоресценции.

Согласно фиг. 9-10, предложены: детекторная поверхность 206 для поддержания биологических или химических субстанций; набор 201 фотоприемников, содержащий фотоприемники 202 и схему 246 для передачи сигналов данных, обусловленных фотонами, которые обнаружены фотоприемниками 202; набор 213 световодов, содержащий световоды 214; при этом световоды 214 из набора 213 световодов выполнены с возможностью приема возбуждающего светового излучения 101 и испускаемого светового сигнала 501 от детекторной поверхности 206, причем световоды 214 проходят в направлении соответствующих фотоприемников 202 набора 201 фотоприемников, и содержат фильтрующий материал, который задерживает возбуждающее световое излучение 101, но позволяет испускаемому световому сигналу 501, который испускают флуоресцирующие флуорофоры, распространяться в

направлении соответствующих фотоприемников 202, при этом детекторная поверхность 206 содержит реакционную впадину 210, которая обладает коэффициентом преломления и размером, которые позволяют подавлять энергию фонового света, падающего на детекторную поверхность в полосе обнаружения набора 201 фотоприемников.

5 Детектор 200 может содержать набор 201 фотоприемников 202, набор 213 световодов 214 и набор 209 реакционных впадин 210. В определенных примерах указанные компоненты организованы так, что каждый фотоприемник 202 совмещен с одним световодом 214 и одной реакционной впадиной 210. Однако, согласно другим примерам, один фотоприемник может принимать фотоны через более, чем один световод 214. В
10 некоторых примерах может быть предусмотрено, чтобы с каждым фотоприемником из набора фотоприемников сопрягались более чем один световод и/или более чем одна реакционная впадина. В некоторых примерах может быть предусмотрено, чтобы более чем один световод и/или фотоприемник были совмещены с реакционной впадиной из набора реакционных впадин. Термин «набор» не обязательно касается всех без
15 исключения элементов определенного типа, которые имеются в детекторе.

Например, «набор фотоприемников» может не включать в себя все до единого фотоприемники детектора 200. Согласно другому примеру, набор 213 световодов не обязательно включает в себя все до единого световоды детектора 200. Согласно еще
20 одному примеру, набор 209 реакционных впадин может не касаться всех без исключения реакционных впадин 210 детектора 200. В сущности, если явным образом не оговорено иное, то термин «набор» может не заключать в себе все такие элементы детектора 200.

В изображенном примере проточная ячейка 282 определена боковой стенкой 284 и накладкой 288, которая поддерживается боковой стенкой 284 и другими боковыми
25 стенками (не показаны). Боковые стенки соединены с детекторной поверхностью 206, и проходят между накладкой 288 и поверхностью 206. В некоторых примерах боковые стенки могут быть сформированы из отверждаемого слоя клея, который связывает накладку 288 с детектором 200.

Проточная ячейка 282 может иметь высоту Н1. Только для примера, высота Н1 может составлять приблизительно 50-400 мкм, точнее приблизительно 80-200 мкм
30 Накладка 288 может содержать материал светопрозрачный для возбуждающего светового излучения 101, которое распространяется с наружной стороны узла 20 детектора внутрь проточной ячейки 282.

Также показано, что накладка 288 может определять впускное и выпускное отверстия 289, 290, которые выполнены с возможностью жидкостного подключения к другим
35 портам (не показаны). Например, упомянутые другие порты могут отходить от кассеты (не показана) или рабочей станции (не показана).

У детектора 200 имеется детекторная поверхность 206, которая может быть функционально подготовлена (например, химически или физически модифицирована
40 подходящим образом для проведения намеченных реакций). К примеру, детекторная поверхность 206 может быть функционально подготовлена и может включать в себя множество реакционных областей, содержащих одну или более закрепленных там биомолекул. Детекторная поверхность 206 может содержать набор 209 реакционных впадин 210. Каждая из реакционных впадин 210 может содержать одну или более реакционных областей. Реакционные впадины 210 могут быть образованы, например,
45 углублением или изменением глубины по детекторной поверхности 206. Согласно другим примерам, детекторная поверхность 206 может быть плоской.

На фиг. 10 в увеличенном виде с разрезом представлен детектор 200, и более подробно показаны различные его детали. Точнее, на фиг. 10 изображен один фотоприемник 202,

один световод 214, направляющий испускаемый световой сигнал 501 на фотоприемник 202, и сопутствующая схема 246 для передачи сигналов, обусловленных испускаемым световым сигналом 501 (т.е. фотонами), которые обнаружены фотоприемником 202. Следует понимать, что другие фотоприемники 202 из набора 201 фотоприемников (фиг. 9), а также связанные с ними компоненты могут быть построены идентичным или аналогичным образом. Однако, также следует понимать, что изготовление детектора 200 не обязательно должно производиться идентично или целиком одинаково. Напротив, один или более фотоприемников 202 и/или связанных с ними компонентов могут быть изготовлены по-другому или могут иметь другие соотношения друг по отношению к другу.

Схема 246 может содержать соединенные между собой проводящие элементы (например, проводники, трассы, переключки, межсоединения и т.п.), которые способны проводить электрический ток, например, осуществлять передачу сигналов данных, которые обусловлены зарегистрированными фотонами. Детектор 200 образует интегральную схему, содержащую планарный набор фотоприемников 202. Схема 246, образованная внутри детектора 200 может быть предназначена по меньшей мере для выполнения одной из следующих операций: считывания сигналов с фотоприемников 202 после периода экспозиции (периода интегрирования), во время которого заряд накапливается в фотоприемниках 202, усиления сигналов, оцифровки, сохранения и обработки. Схема 246 может осуществлять сбор и анализ обнаруженных испускаемых световых сигналов 501, и генерировать сигналы данных для передачи зарегистрированных данных в систему биоанализа. Схема 246 может также выполнять дополнительную обработку аналоговых и/или цифровых сигналов в детекторе 200. Фотоприемники 202 могут быть электрически связаны со схемой 246 через вентили 241-243.

Согласно одному примеру, детектор 200 может быть оснащен сенсором в виде полупроводниковой интегральной микросхемы, например, интегральной микросхемы на основе комплементарной структуры металл-оксид-полупроводник (КМОП) или интегральной микросхемы прибора с зарядовой связью, (ПЗС). Согласно одному примеру, детектор 200 может представлять собой кристалл (чип) интегральной микросхемы, изготовленный с использованием технологических процессов, применяющихся при производстве интегральных микросхем, таких как процессы изготовления КМОП-интегральных схем.

Разрешение набора 201 фотоприемников, образованного фотоприемниками 202, может составлять более 0,5 Мп (мегапикселей). В более конкретных примерах указанное разрешение может превышать приблизительно 5 Мп, а более конкретно может быть более, чем приблизительно 14 Мп.

Детектор 200 может содержать множество слоев 231-237, собранных в виде пакета, включая слой 231 сенсора, который может представлять собой слой кремния. Собранные пакетом слои могут включать в себя ряд диэлектрических слоев 232-237. В изображенном примере каждый из диэлектрических слоев 232-237 содержит металлические элементы (например, W (вольфрам), Cu (медь) или Al (алюминий)) и диэлектрический материал, например, SiO₂. Могут быть использованы различные металлические материалы и диэлектрический материал, такие, какие пригодны для изготовления интегральных микросхем. Однако, согласно другим примерам, один или более диэлектрических слоев 232-237 могут содержать только диэлектрический материал, например, один или более слоев SiO₂.

Что касается конкретного примера по фиг. 10, то диэлектрические слои 232-237 могут

содержать слои металлизации, которые на фиг. 10 отмечены, как слои М1-М5. Как показано, слои М1-М5 металлизации могут быть выполнены с возможностью формирования по меньшей мере части схемы 246.

5 Согласно некоторым примерам, детектор 200 содержит экранирующую структуру 250, содержащую один или более слоев, которые проходят сквозь область над слоем М5 металлизации. В изображенном примере экранирующая структура 250 может содержать материал, который предназначен для задерживания, отражения и/или

10 значительного ослабления световых сигналов, которые распространяются из проточной ячейки 282. Указанными световыми сигналами может являться возбуждающее световое излучение 101 и/или испускаемый световой сигнал 501. Только в качестве примера, экранирующая структура 250 может содержать вольфрам (W). Только в качестве

конкретного примера, возбуждающее световое излучение 101 может иметь центральную (пиковую) длину волны приблизительно 523 нм, а испускаемый световой сигнал 501 может содержать волны длиной приблизительно 570 нм и более (фиг. 2).

15 Как показано на фиг. 10, экранирующая структура 250 может содержать сквозное окно 252. Экранирующая структура 250 может содержать набор таких окон 252. Размер окна 252 выбран так, чтобы дать возможность испускаемому световому сигналу распространяться в световод 214. Детектор 200 может также содержать пассивирующий слой 256, который проходит по экранирующей структуре 250 и через окна 252. Детектор

20 200 может также включать в себя пассивирующий слой 258, который проходит по пассивирующему слою 256 и через окна 252, и содержит детекторную поверхность 206. Экранирующая структура 250 может проходить через окна 252, тем самым прямо или косвенно закрывая окна 252. Пассивирующий слой 256 и пассивирующий слой 258 могут быть выполнены с возможностью защиты нижних слоев и экранирующей

25 структуры 250 от жидкой среды проточной ячейки 282. Согласно одному примеру, пассивирующий слой 256 выполнен из SiN или подобного материала. Согласно одному примеру, пассивирующий слой 258 выполнен из пятиоксида тантала (Ta_2O_5) или подобного материала. Структура 260, содержащая пассивирующий слой 256 и пассивирующий слой 258, может образовывать детекторную поверхность 206,

30 содержащую реакционные впадины 210. Структура 260, образующая детекторную поверхность 206, может содержать любое число слоев, например, от одного до N слоев.

Структура 260 может образовывать твердую поверхность (т.е. детекторную поверхность 206), которая позволяет закрепляться на ней биомолекулам или другим интересующим анализам. Например, каждая из реакционных областей реакционной

35 впадины 210 может содержать кластер биомолекул, которые закреплены на детекторной поверхности 206 пассивирующего слоя 258. Таким образом, пассивирующий слой 258 может быть сформирован из материала, который позволяет закрепляться на нем реакционным областям реакционных впадин 210. Пассивирующий слой 258 может также содержать материал, который является прозрачным по меньшей мере для

40 требуемого света флуоресценции. Пассивирующий слой 258 может быть физически или химически модифицирован в целях облегчения закрепления биомолекул и/или облегчения обнаружения испускаемого светового сигнала 501.

В изображенном примере часть пассивирующего слоя 256 проходит по экранирующей структуре 250, а часть проходит непосредственно по фильтрующему материалу, который

45 образует световод 214. Реакционная впадина 210 может быть совмещена со световодом 214 и сформирована непосредственно над световодом 214. Согласно одному примеру, геометрические центры каждой реакционной впадины 210 и световода 214 могут располагаться на продольной оси 268.

Как было сказано в отношении фиг. 8, размер детекторной поверхности 206 может быть задан так, чтобы энергия света, падающего на детекторную поверхность 206, в диапазоне флуоресценции могла быть погашена действием индуцированного электромагнитного поля. Согласно одному примеру, экранирующая структура 250 может иметь толщину приблизительно 100-600 нм, пассивирующий слой 256 может иметь толщину приблизительно 100-600 нм, пассивирующий слой 258 может иметь толщину приблизительно 50-500 нм, окно 252 может иметь диаметр от приблизительно 700 нм до приблизительно 1,5 мкм, а реакционная впадина 210, если таковая присутствует, может иметь высоту приблизительно 50-500 нм.

В некоторых случаях перед нанесением пассивирующего слоя 256 на экранирующую структуру 250, и перед нанесением экранирующей структуры 250 может быть сформирована полость, определяемая боковыми стенками 254, и диэлектрический пакет, образованный диэлектрическими слоями 232-237. Например, диэлектрический пакет, образованный диэлектрическими слоями 232-237, может быть изготовлен путем травления, чтобы сформировать набор полостей, образованных боковыми стенками 254, причем для каждого фотоприемника 202 из набора 201 фотоприемников формируется одна полость. Согласно конкретным примерам, полость, образуемая боковыми стенками 254, представляет собой вытянутый по вертикали промежутки, который проходит от области близкой к окну 252 в направлении фотоприемника 202.

Указанная полость может проходить вертикально вдоль продольной оси 268. Пространственная форма полости, образуемой боковыми стенками 254, может быть цилиндрической или, согласно некоторым примерам, может иметь вид усеченного конуса, так что поперечное сечение горизонтальной плоскостью, которая проходит в плоскость чертежа фиг. 10, является круговым. Продольная ось 268 может проходить через геометрический центр указанного поперечного сечения. Однако, в других примерах может быть использована другая геометрия. Например, поперечное сечение может иметь форму квадрата или восьмиугольника. Согласно одному примеру, продольная ось 268, которая является продольной осью световода 214, может проходить через геометрический центр фотоприемника 202 и реакционной впадины 210.

Фильтрующий материал, образующий световод 214, может быть нанесен внутрь полости, образованной боковыми стенками 254, после того как будет сформирована указанная полость, определяемая боковыми стенками 254. Для изготовления световода 214, согласно одному примеру, молекулы красителя в порошковой форме, например, содержащего гаситель фотонного излучения, могут быть растворены в растворителе и добавлены в жидкий связующий полимер, чтобы сформировать однородную жидкую матрицу, содержащую молекулы красителя и молекулы полимера. Согласно одному примеру, молекулы красителя в форме порошка могут представлять собой частицы металлокомплексного красителя.

Указанная однородная жидкая матрица может быть внесена в полость диэлектрической трубы детектора 200, и произведено ее испарение с целью формирования фильтрующего материала, содержащего твердый краситель и полимерную матрицу, в которой молекулы красителя подвешены на молекулах связующего полимера матрицы. Однородный фильтрующий материал в виде матрицы полимерного связующего с красителем может быть осажден в полость, образованную боковыми стенками 254, путем химического осаждения из паровой фазы (CVD, англ. Chemical Vapor Deposition) или физической конденсации из паровой фазы (PVD, англ. Physical Vapor Deposition). Осаждение может быть выполнено так, чтобы переполнить полость, образованную боковыми стенками 254, материалом фильтра, а затем

произвести формирование рельефа, например, путем выравнивания или травления, чтобы уменьшить высоту фильтрующего материала, образующего световод 214. Фильтрующий материал для формирования световода 214, согласно одному примеру, может содержать молекулы металлокомплексного красителя, подвешенные в матрице из полимерного связующего.

Фильтрующий материал может образовать (например, после отверждения) световод 214. Световод 214 может быть выполнен с возможностью задерживания возбуждающего светового излучения 101 и пропускания испускаемого светового сигнала 501 (фиг. 1) для его распространения в направлении соответствующего фотоприемника 202.

Световод 214 может быть сформирован из фильтрующего материала, рассмотренного в настоящем описании согласно фиг. 2-7. Фильтрующий материал может содержать однородную матрицу красителя и связующего полимера, причем краситель может содержать гаситель фотонного излучения и, согласно одному примеру, может быть представлен металлокомплексным красителем. Матрица красителя и полимера, согласно одному примеру, может иметь весовое соотношение краситель/полимер в диапазоне приблизительно от 70:30 до 90:10. Смесь фильтрующего материала может иметь молекулярное соотношение равное приблизительно 1 молекуле красителя приблизительно на 100 молекул полимера.

Относительно окружающего материала диэлектрического пакета, образованного диэлектрическими слоями 231-237, световод 214 может быть выполнен так, чтобы сформировать светопроводящую структуру. Например, световод 214 может иметь коэффициент преломления, равный по меньшей мере приблизительно 2,0, так чтобы световая энергия, распространяющаяся по световоду, отражалась на границе раздела между световодом 214 и окружающим диэлектрическим пакетом, образованным диэлектрическими слоями 231-237. Согласно определенным примерам, световод 214 выполнен так, что оптическая плотность (OD) или поглощение возбуждающего светового излучения 101 составляла по меньшей мере 4 (единицы оптической плотности). Точнее, фильтрующий материал может быть выбран и размер световода 214 может быть задан так, чтобы получить OD равную по меньшей мере 4. Согласно более конкретным примерам, световод 214 может быть выполнен так, чтобы получить OD по меньшей мере приблизительно 5 или по меньшей мере приблизительно 6. Другие характеристики детектора 200 могут быть сформированы так, чтобы уменьшить электрические и оптические перекрестные помехи.

Следует понимать, что все комбинации рассмотренных выше идей и дополнительных концепций, которые более подробно будут рассмотрены ниже (при условии, что такие концепции не являются взаимно противоречивыми) можно рассматривать, как часть раскрываемого объекта изобретения. В особенности, предполагается, что все комбинации заявленного объекта изобретения, которые появляются в конце настоящего описания, являются частью раскрываемого объекта изобретения. Следует также понимать, что терминология, которая явным образом используется в настоящем описании, и которая также может появляться в любом изобретении, включенном в настоящее изобретение посредством ссылки, должна соответствовать значению, которое в наибольшей степени согласуется с конкретными идеями, раскрытыми в настоящем изобретении.

В настоящем описании использованы примеры, для того чтобы раскрыть суть изобретения, а также дать возможность специалистам в данной области осуществить изобретение на практике, включая изготовление и использование любых устройств или систем, и выполнение включенных в изобретение способов. Патентоспособный объем

объекта изобретения определяется формулой изобретения, и может включать в себя другие примеры, с которыми могут столкнуться специалисты. Предполагается, что такие другие примеры попадают в границы объема, установленные формулой изобретения, если они содержат структурные элементы, которые не отличаются от указанных в точных формулировках формулы изобретения, или если они включают эквивалентные структурные элементы с несущественными отличиями от точных формулировок формулы изобретения.

Следует понимать, что вышеприведенное описание преследует цель иллюстрации, а не ограничения идеи изобретения. Например, рассмотренные выше примеры (и/или аспекты) могут быть использованы в сочетании друг с другом. Кроме того, может быть произведено множество модификаций, чтобы адаптировать конкретную ситуацию или материал к идеям различных примеров, не выходя за границы их объема. Хотя приведенные в описании размеры и типы материалов имеют целью определение параметров различных примеров, они ни в коей мере не означают ограничение, а являются просто примерами. При рассмотрении вышеприведенного описания специалистам будет очевидна возможность множества других примеров осуществления изобретения. Поэтому, объем указанных различных примеров осуществления следует определять, обращаясь к прилагаемой формуле изобретения, наряду со всеми эквивалентами, на которые имеет право формула изобретения. В прилагаемой формуле изобретения термин «включающий в себя» используется как эквивалент соответствующего термина «содержащий». Кроме того, в формуле изобретения термины «первый», «второй», «третий» и т.п. используются просто в качестве меток, и не предполагается, что они накладывают какие-то числовые требования на свои объекты. Формы термина «основанный на чем-либо» в настоящем описании охватывают отношения, при которых элемент основан на чем-либо частично, а также отношения, при которых элемент основан на чем-либо полностью. Формы термина «охарактеризованный» в настоящем описании охватывают отношения, при которых элемент охарактеризован частично, а также отношения, при которых элемент охарактеризован полностью. Далее, ограничения в пунктах формулы изобретения не записываются в формате "средство плюс функция", и их не следует толковать согласно документу 35 U.S.C. §112, шестой параграф, если такие ограничения формулы изобретения в явном виде не используют фразу «средства для», за которой следует формулировка функции, лишенная дальнейшей структуры. Следует понимать, что не обязательно, чтобы все задачи изобретения или рассмотренные выше преимущества могли быть достигнуты в соответствии с каким-либо конкретным примером осуществления. Таким образом, например, специалистам следует признать, что, что рассмотренные в описании системы и технические приемы могут быть осуществлены или выполнены способом, который обеспечивает достижение или оптимизацию одного преимущества или группы преимуществ, как рекомендует описание, при этом не обязательно достижение решения других задач или получения преимуществ, как может быть рекомендовано или предложено в настоящем описании.

Хотя объект изобретения был подробно описан в отношении лишь ограниченного числа примеров, следует ясно понимать, что объект изобретения не ограничен такими раскрытыми примерами. Напротив, объект изобретения может быть видоизменен, чтобы включить в себя любое число вариантов, модификаций, замен или эквивалентных структур, которые до этого описаны не были, но которые соответствуют идее и объему объекта изобретения. Кроме того, хотя были описаны различные примеры объекта изобретения, следует понимать, что аспекты изобретения могут включать в себя только

некоторые из описанных примеров. Также, хотя некоторые примеры описаны, как содержащие определенное число элементов, следует понимать, что объект изобретения может быть реализован на практике с меньшим или большим числом элементов, нежели указанное. Соответственно, объект изобретения не следует рассматривать, как ограниченный вышеприведенным описанием, но следует рассматривать только, как ограниченный объемом прилагаемой формулы изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Детектор, содержащий:

структуру, образующую детекторную поверхность, выполненную с возможностью поддержания биологических или химических проб;

набор фотоприемников, содержащий фотоприемники и схему для передачи сигналов, обусловленных фотонами, зарегистрированными фотоприемниками; и

набор световодов, содержащий световоды,

причем световоды набора световодов выполнены с возможностью приема возбуждающего светового излучения и испускаемого светового сигнала от детекторной поверхности, при этом световоды проходят в направлении соответствующих фотоприемников набора фотоприемников и содержат фильтрующий материал, который выполнен с возможностью задерживания возбуждающего светового излучения и пропускания испускаемого светового сигнала в направлении соответствующих фотоприемников, причем фильтрующий материал содержит металлокомплексный краситель.

2. Детектор по п. 1, отличающийся тем, что фильтрующий материал содержит металлокомплексный краситель, подвешенный в полимерной связующей матрице.

3. Детектор по п. 1, отличающийся тем, что фильтрующий материал содержит однородную матрицу металлокомплексного красителя и полимерного связующего, причем весовое соотношение металлокомплексного красителя и полимерного связующего в указанной однородной матрице находится в диапазоне приблизительно от 70:30 до приблизительно 90:10.

4. Детектор по п. 1, отличающийся тем, что детекторная поверхность содержит реакционную впадину для поддержания пробы, причем реакционная впадина обладает коэффициентом преломления и размером для подавления фонового излучения в полосе обнаружения набора фотоприемников.

5. Детектор по п. 1, отличающийся тем, что

а) металлокомплексный краситель содержит краситель на основе комплекса переходного металла, и/или

б) металлокомплексный краситель содержит переходный металл и краситель, причем спектральная кривая поглощения переходного металла перекрывается со спектральной кривой флуоресценции красителя, и/или

с) металлокомплексный краситель уменьшает автофлуоресценцию фильтрующего материала.

6. Детектор по п. 1, отличающийся тем, что фильтрующий материал содержит противоположно заряженный ион, связанный с металлокомплексным красителем, причем опционально указанный противоположно заряженный ион представляет собой алкиламин, причем опционально алкиламин содержит по меньшей мере одну углеводородную группу из по меньшей мере четырех атомов углерода.

7. Способ изготовления детектора, включающий этапы, на которых изготавливают схему для передачи сигналов данных, обусловленных фотонами,

зарегистрированными набором фотоприемников;

осаждают фильтрующий материал в полостях для световодов набора световодов, которые совмещены с соответствующими фотоприемниками и расположены выше соответствующих фотоприемников набора фотоприемников, причем фильтрующий материал содержит краситель, подвешенный в полимерной матрице, который содержит гаситель фотонного излучения;

изготавливают структуру, образующую детекторную поверхность для поддержания биологических или химических проб, причем изготовление указанной структуры включает в себя изготовление структуры, образующей детекторную поверхность выше полостей набора световодов и фотоприемников набора фотоприемников.

8. Способ по п. 7, отличающийся тем, что

а) осаждение фильтрующего материала включает использование химического осаждения из паровой фазы, причем после осаждения нанесенный фильтрующий материал подвергают обработке с использованием одного или более из следующего: травление и выравнивание, и/или

б) изготовление схемы включает использование технологии комплементарных структур металл-оксид-полупроводник (КМОП), и/или

с) фильтрующий материал содержит однородную матрицу металлокомплексного красителя и полимерного связующего, и/или

д) фильтрующий материал содержит матрицу металлокомплексного красителя и полимерного связующего, причем весовое соотношение металлокомплексного красителя и полимерного связующего находится в диапазоне приблизительно от 70:30 до приблизительно 90:10.

9. Способ по п. 7, отличающийся тем, что изготовление структуры, образующей поддерживающую поверхность для пробы, включает формирование реакционной впадины на указанной поддерживающей поверхности для пробы, причем указанное формирование включает обеспечение геометрии реакционной впадины так, чтобы, благодаря коэффициенту преломления детекторной поверхности и размерам реакционной впадины, индуцированное электромагнитное поле, излучаемое детекторной поверхностью, гасило энергию фонового света, падающего на детекторную поверхность в полосе длин волн обнаружения набора фотоприемников.

10. Способ по п. 7, отличающийся тем, что включает организацию испытаний одного или более контрольных образцов детектора с целью определения информации, касающейся влияния размеров детекторной поверхности на эффект подавления электромагнитного поля, причем изготовление структуры, образующей детекторную поверхность, включает в себя задание, на основе определенной информации, размеров реакционной впадины детекторной поверхности для гашения энергии света, падающего на детекторную поверхность в полосе длин волн обнаружения набора фотоприемников.

11. Способ по п. 7, отличающийся тем, что

а) фильтрующий материал содержит противоположно заряженный ион, связанный с металлокомплексным красителем, который содержит указанный краситель фильтрующего материала, и/или

б) указанный противоположно заряженный ион представляет собой алкиламин, причем опционально алкиламин содержит по меньшей мере одну углеводородную группу из по меньшей мере четырех атомов углерода.

12. Детектор, содержащий:

структуру, образующую детекторную поверхность для поддержания биологических или химических проб;

набор фотоприемников, содержащий фотоприемники и схему для передачи сигналов данных, обусловленных фотонами, зарегистрированными фотоприемниками; и набор световодов, содержащий световоды,

5 причём световоды набора световодов выполнены с возможностью приема возбуждающего светового излучения и испускаемого светового сигнала от детекторной поверхности, при этом световоды проходят в направлении соответствующих фотоприемников набора фотоприемников и содержат фильтрующий материал, который выполнен с возможностью задерживания возбуждающего светового излучения и пропускания испускаемого светового сигнала в направлении соответствующих
10 фотоприемников, причём детекторная поверхность содержит реакционную впадину, которая обладает коэффициентом преломления и размерами, достаточными для гашения энергии фонового света, падающего на детекторную поверхность в полосе длин волн обнаружения набора фотоприемников.

13. Детектор по п. 12, отличающийся тем, что

15 а) реакционная впадина обладает коэффициентом преломления и размерами, достаточными для пропускания центральной длины волны возбуждающего светового излучения, и/или

б) реакционная впадина обладает коэффициентом преломления и размерами, достаточными для задания критической длины волны λ_c , лежащей в диапазоне длин
20 волн между приблизительно λ_a и приблизительно λ_b , причём предусмотрена возможность пропускания реакционной впадиной волн длиной короче λ_c и подавления реакционной впадиной волн длиной больше λ_c , при этом λ_a является центральной длиной волны возбуждающего светового излучения, а λ_b является самой короткой длиной волны полосы обнаружения набора фотоприемников.

25 14. Детектор по п. 13, отличающийся тем, что

а) фильтрующий материал содержит металлокомплексный краситель, и/или

б) фильтрующий материал содержит матрицу металлокомплексного красителя и полимерного связующего, причём весовое соотношение металлокомплексного красителя и полимерного связующего в указанной матрице находится в диапазоне приблизительно
30 от 70:30 до приблизительно 90:10, и/или

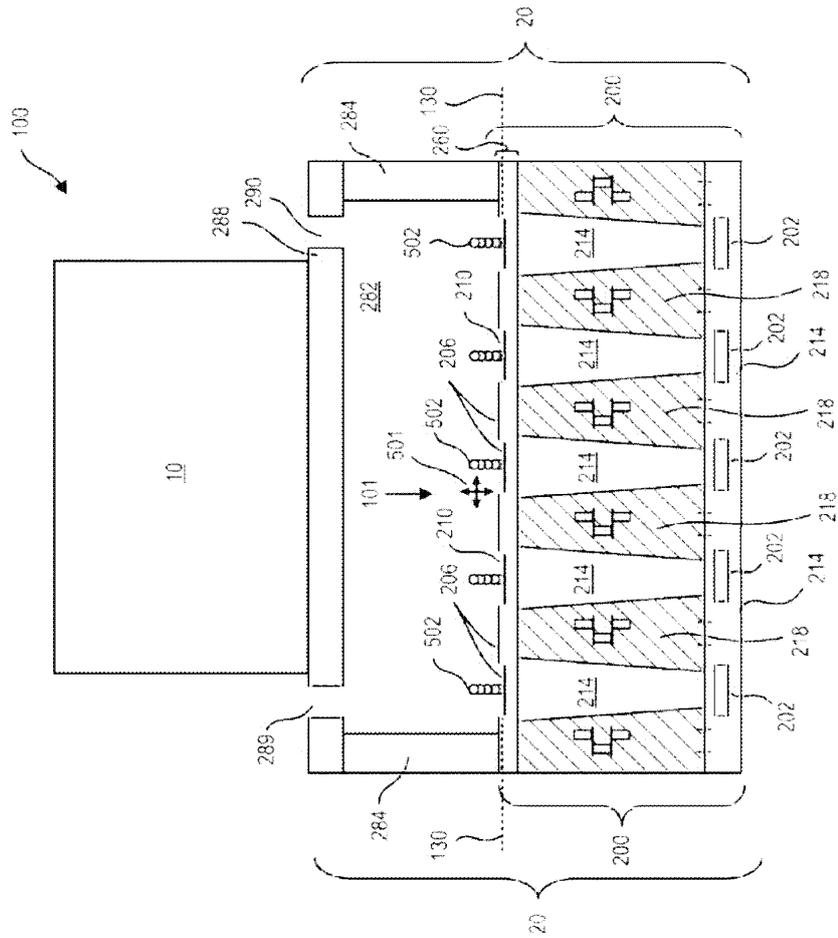
с) фильтрующий материал содержит металлокомплексный краситель, который содержит краситель на основе комплекса переходного металла.

35

40

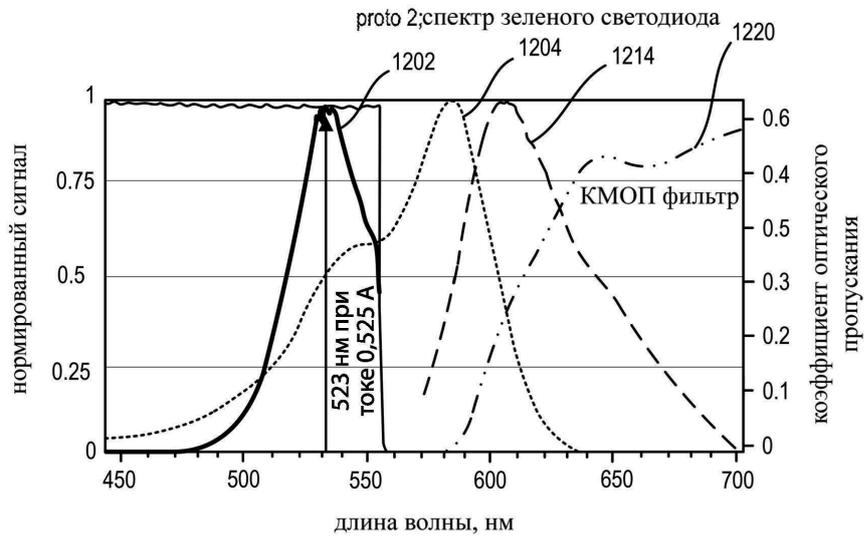
45

1

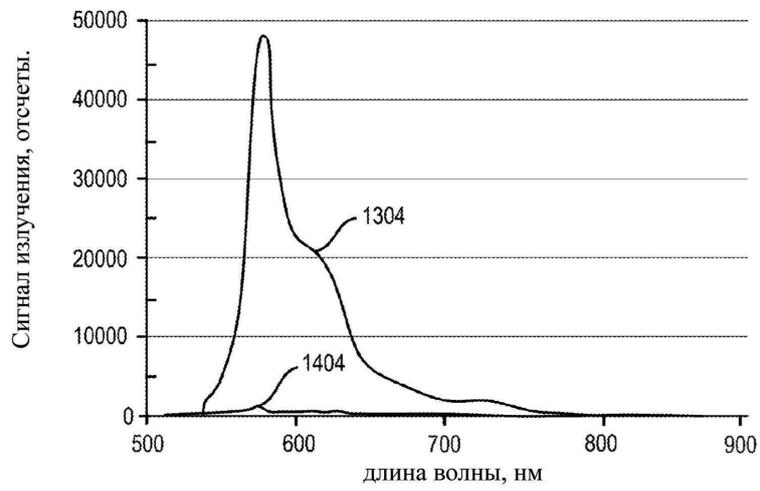


Фиг. 1

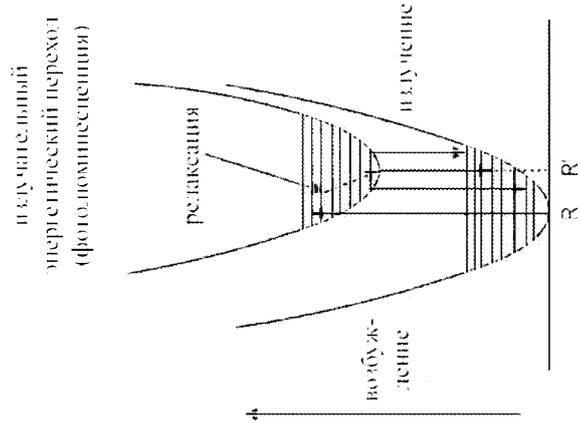
2



ФИГ. 2

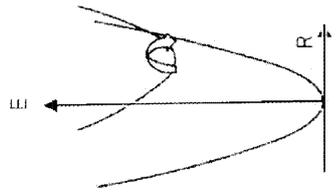


ФИГ. 3

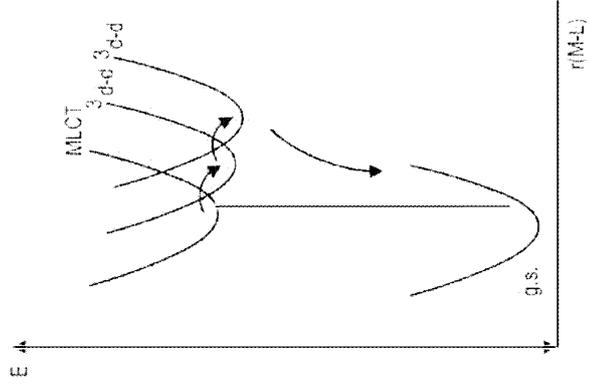


Фиг. 4

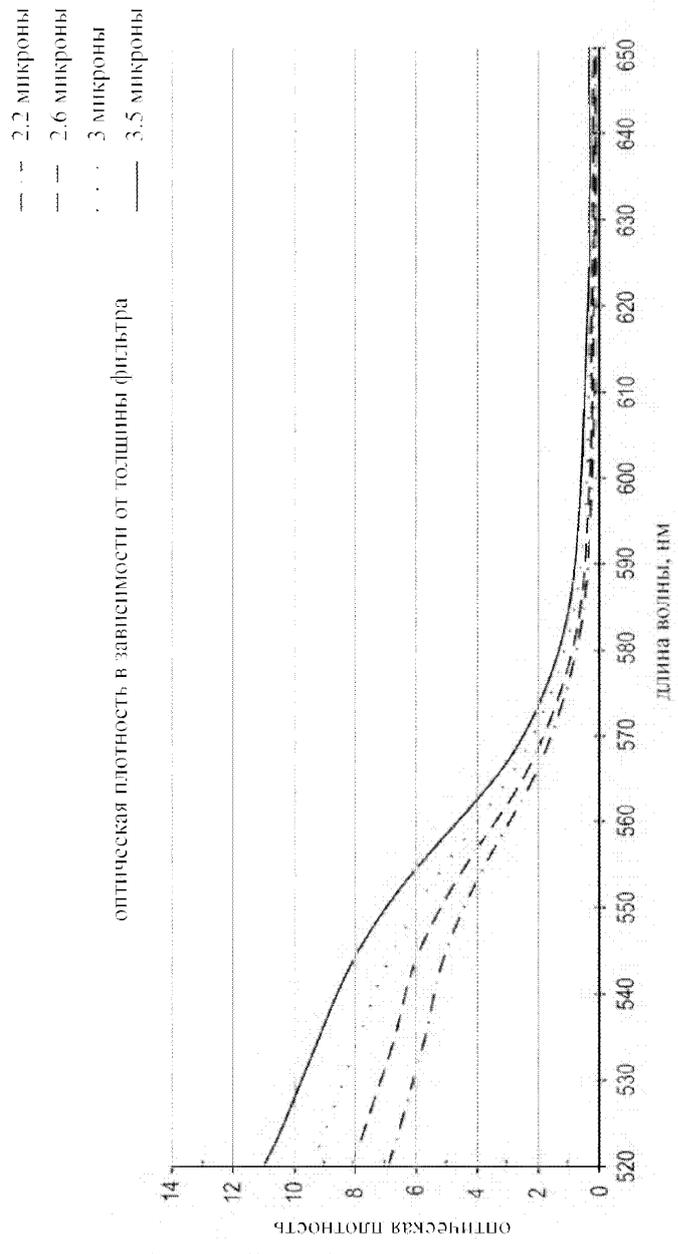
безызлучательный энергетический переход



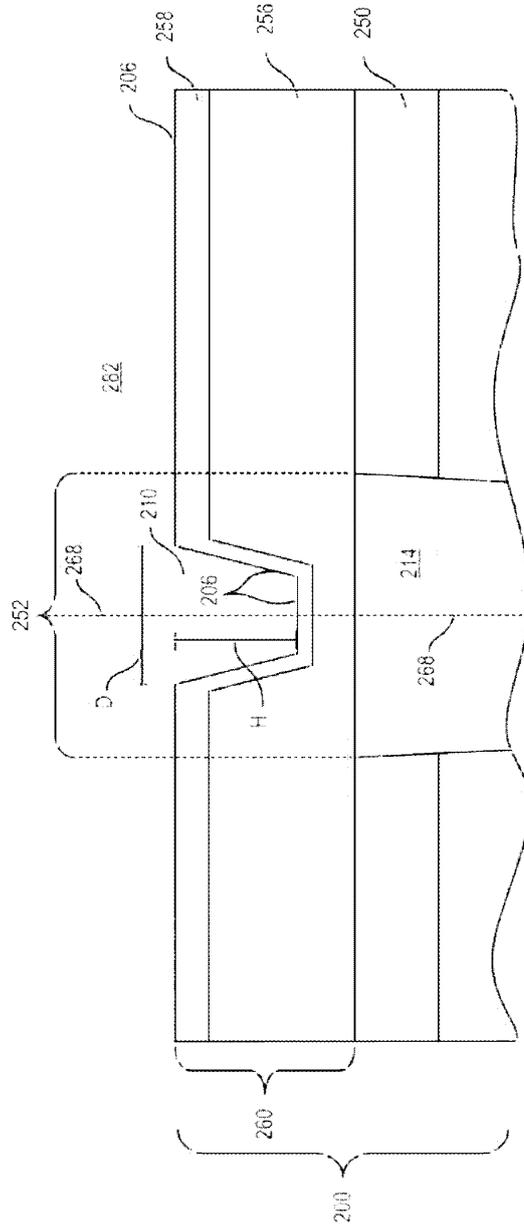
Фиг. 5



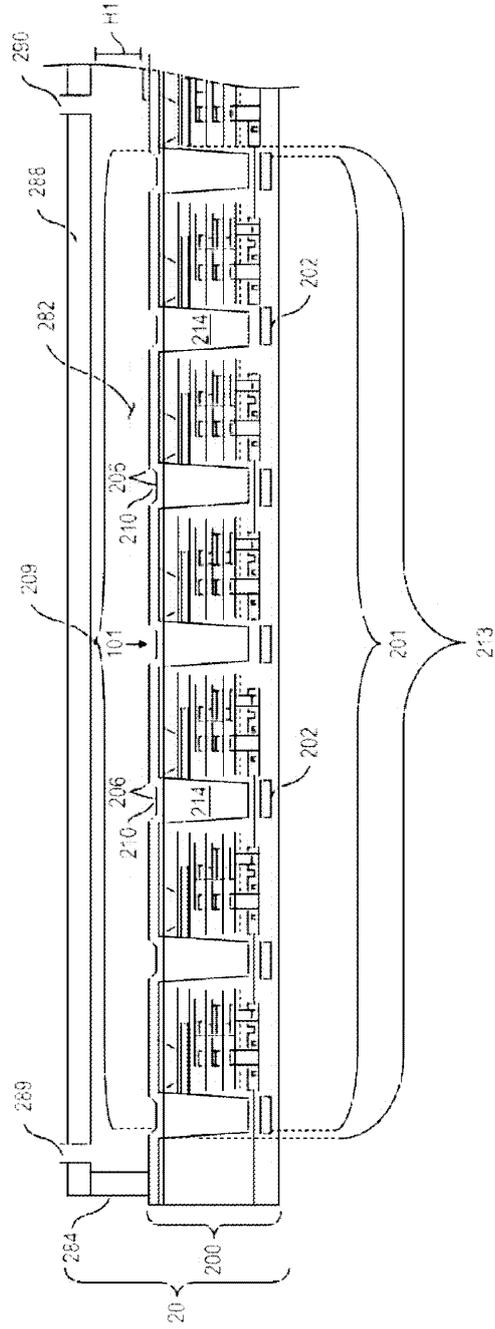
Фиг. 6



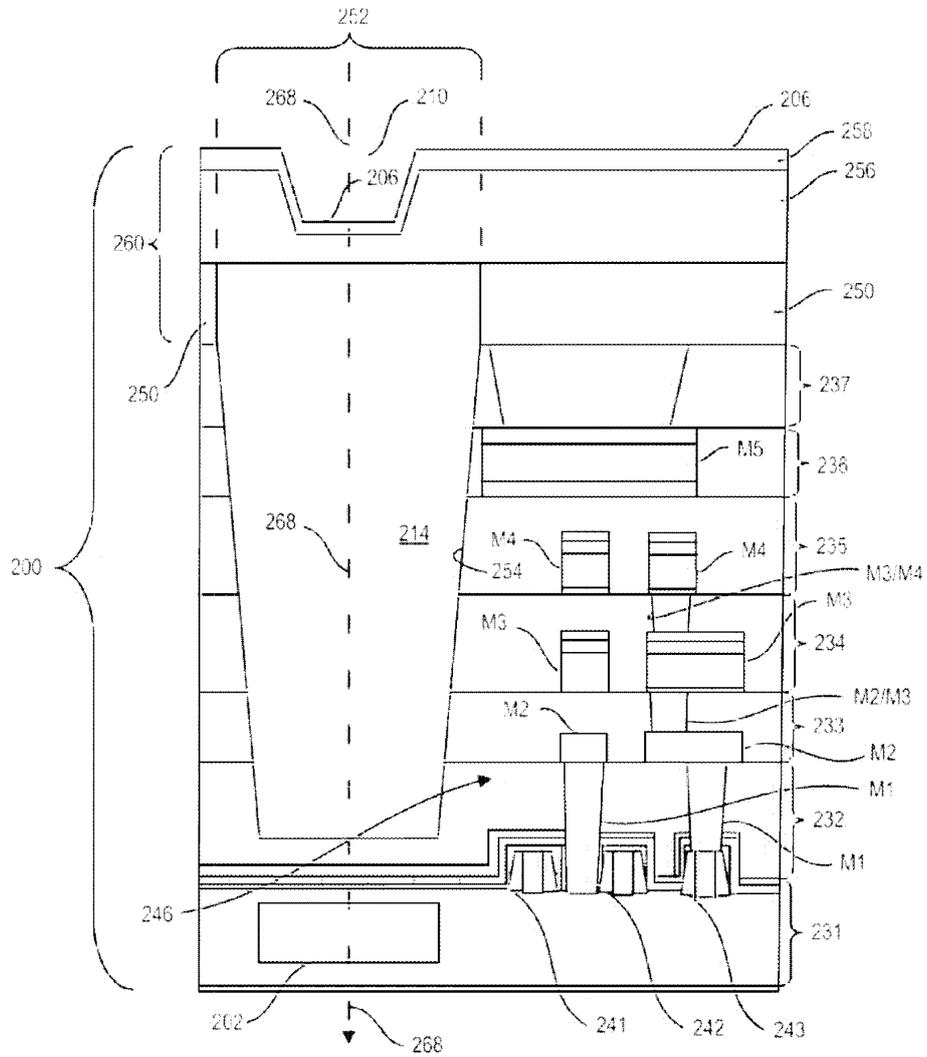
ФИГ. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



ФИГ. 10