

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014123326/28, 07.11.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.11.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
09.11.2011 US 61/557,480

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2015 Бюл. № 35

(45) Опубликовано: 20.12.2016 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: EWALD GUNI ET AL: "The Influence of Pixel Pitch and Electrode Pad Size on the Spectroscopic Performance of a Photon Counting Pixel Detector With CdTe Sensor", IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, vol. 58, no. 1, 9 February 2011 (2011-02-09), pages 17-25, XP011334621, ISSN: 0018-9499, DOI: (см. прод.)

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 09.06.2014

(86) Заявка РСТ:  
IB 2012/056231 (07.11.2012)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2013/068944 (16.05.2013)Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

## (54) ЧУВСТВИТЕЛЬНОЕ К ИЗЛУЧЕНИЮ ДЕТЕКТОРНОЕ УСТРОЙСТВО С ОТКЛОНЯЮЩИМИ ЗАРЯД ЗАЗОРАМИ МЕЖДУ СЕГМЕНТАМИ

## (57) Реферат:

Изобретение в целом относится к системам формирования изображения. Детекторное устройство для детектирования излучения содержит преобразующий слой, множество собирающих заряд электродов, множество внешних направляющих электродов, при этом детекторное устройство предназначено для

(72) Автор(ы):

ЭНГЕЛЬ Клаус Юрген (NL),  
ХЕРРМАНН Кристофф (NL)

(73) Патентообладатель(и):

КОНИКЛЕЙКЕ ФИЛИПС Н.В. (NL)

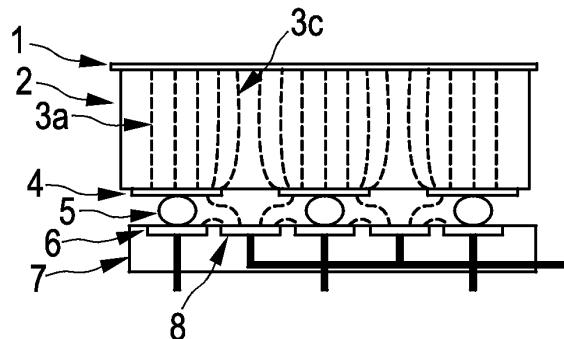
C2  
C3  
C4  
C5  
C6  
C7  
C8  
C9R  
U  
2  
6  
0  
5  
5  
2  
3  
C  
2

приложения к направляющим электродам на правя жени ия  

$$U_g = U_{bias} \cdot (d_{gap}/2 + d_g \cdot \varepsilon_c / \varepsilon_g) / (d_{gap}/2 + d_c)$$
,  
 где  $U_{bias}$  обозначает напряжение, приложенное между упомянутыми собирающими заряд электродами и противоэлектродом, через

который принимается упомянутое излучение,  $d_{gap}$  обозначает ширину упомянутых зазоров между упомянутыми собирающими заряд электродами,  $d_g$  обозначает расстояние между соединительным слоем, на котором размещены упомянутые направляющие электроды, и упомянутым преобразующим слоем,  $\epsilon_c$  обозначает относительную диэлектрическую проницаемость

упомянутого преобразующего слоя,  $\epsilon_g$  обозначает относительную диэлектрическую проницаемость в слое между упомянутыми собирающими электродами и упомянутыми направляющими электродами и  $d_c$  обозначает толщину упомянутого преобразующего слоя. Технический результат - повышение качества формирования изображения. 3 н. и 8 з.п. ф-лы, 4 ил.



ФИГ. 4

(56) (продолжение):

10.1109/TNS.2010.2095883;US 2007075251 A1, 05.04.2007;US 5059803 A1, 22.10.1991;SU 828902 A1, 30.03.1991.

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2014123326/28, 07.11.2012

(24) Effective date for property rights:  
07.11.2012

Priority:

(30) Convention priority:  
09.11.2011 US 61/557,480

(43) Application published: 20.12.2015 Bull. № 35

(45) Date of publication: 20.12.2016 Bull. № 35

(85) Commencement of national phase: 09.06.2014

(86) PCT application:  
IB 2012/056231 (07.11.2012)(87) PCT publication:  
WO 2013/068944 (16.05.2013)

Mail address:

129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,  
OOO "JUridicheskaja firma Gorodisskij Partnery"

(72) Inventor(s):

ENGEL Klaus JUrgen (NL),  
KHERRMANN Kristof (NL)

(73) Proprietor(s):

KONINKLEJKE FILIPS N.V. (NL)

R U  
2 6 0 5 5 2 3  
C 2C 2  
2 6 0 5 5 2 3  
R U

## (54) RADIATION-SENSITIVE DETECTOR DEVICE WITH CHARGE-REJECTING SEGMENT GAPS

## (57) Abstract:

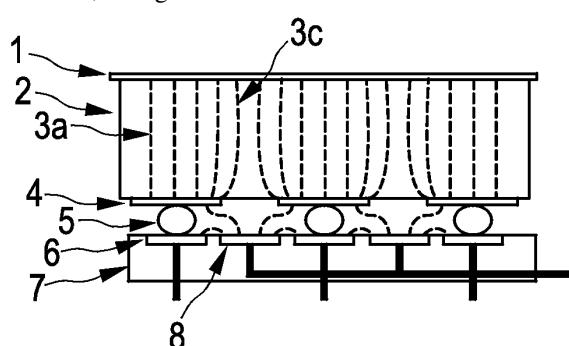
FIELD: information technology.

SUBSTANCE: invention generally relates to imaging systems. Detector device for detecting radiation comprises a conversion layer, a plurality of charge collecting electrodes, a plurality of external guiding electrodes, wherein said detector device is adapted to apply to said guiding electrodes a voltage  $U_g = U_{bias} \cdot (d_{gap}/2 + d_g \cdot \varepsilon_c / \varepsilon_g) / (d_{gap}/2 + d_c)$ , wherein  $U_{bias}$  denotes a voltage applied between said charge collecting electrodes and a counter electrode, through which said radiation is received,  $d_{gap}$  denotes width of said gaps between said charge collecting electrodes,  $d_g$  denotes a distance between a connecting layer on which said guiding electrodes are arranged and said conversion layer,  $\varepsilon_c$  denotes relative permittivity of said conversion layer,  $\varepsilon_g$  denotes relative permittivity

in layer between said collecting electrodes and said guiding electrodes, and  $d_c$  denotes thickness of said conversion layer.

EFFECT: technical result is improved quality of imaging.

11 cl, 4 dwg



ФИГ. 4

## ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение в целом относится к системам формирования изображения, способу детектирования излучения и к чувствительным к излучению детекторным устройствам с сегментированными рисунками электрода для пространственного разрешения.

## УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Медицинские или иные системы формирования изображения могут включать в себя матрицу детекторов непрямого преобразования (сцинтилятор/фотодатчик), таких как детекторы на окисульфиде гадолиния (GOS), или детекторов прямого преобразования,

таких как детекторы на теллуриде цинка-кадмия (CZT) или на теллуриде кадмия (CdTe). В детекторе прямого преобразования с единственным слоем обычный катод с поданным на него большим отрицательным напряжением смещения расположен на одной стороне слоя детектора. Пикселированный анод, подключенный с потенциалом земли или близким к потенциальному земли, расположен на другой стороне слоя. Сигналы от пикселей

анода направляются через подложку и/или печатную плату начитывающую электронику. Теллурид кадмия (CdTe) или теллурид цинка-кадмия (CZT) содержат полупроводниковые материалы с высокой тормозной способностью, например, для ослабления рентгеновского излучения, но с низкой подвижностью и с большим временем переноса заряда. Например, однослойный детектор прямого преобразования на CZT

или CdTe толщиной от 1,0 до 5,0 мм обычно насыщается примерно при миллионе - десяти миллионах одиночных импульсов счета в секунду на квадратный миллиметр. Кремний (Si) и арсенид галлия (GaAs) содержат полупроводниковые материалы с большой подвижностью и малым временем переноса заряда, но с низкой способностью задерживать рентгеновское излучение, например ослаблять рентгеновское излучение.

Например, чувствительную к излучению полупроводниковую подложку можно разделить на множество рядов детекторных элементов и на множество столбцов детекторных элементов, получая двумерную матрицу детекторных элементов. Каждый детекторный элемент соединен с соответствующим электрическим контактом для передачи соответствующего электрического сигнала начитывающую подложку,

которая, в свою очередь, содержит электрические контакты для передачи электрического сигнала от детектора. В детекторах на основе CZT электрические контакты на чувствительной к излучению полупроводниковой подложке из CZT могут быть из золота (Au), платины (Pt) или индия (In), в зависимости от производителя детектора и/или от других факторов.

Вышеупомянутые детекторы рентгеновского и гамма-излучений с разрешением по энергии на основе материалов с прямым преобразованием доказали свою эффективность в качестве единственного средства измерения энергий фотонов. Падающий фотон создает несколько пар электрон/дырка. После этого электроны и дырки обычно дрейфуют в противоположных направлениях в электрическом поле, образованном электродами.

Согласно теореме Рамо-Шокли, в процессе дрейфа на каждый электрод, присоединенный к детекторной системе, наводится емкостной ток.

Обычно электроды сегментированы на рисунки из полос или пикселей, чтобы обеспечить пространственное разрешение актов взаимодействия, создавших облака электронов/дырок. Как описано, например, в US 5677539, другой причиной для сегментирования электрода является улучшение детектирования только одного типа носителей зарядов, так как меньший сегмент электрода имеет сравнительно малую площадь, так что релевантные импульсы тока наводятся только в том случае, если заряды дрейфуют в непосредственной близости к сегменту электрода. Тем не менее,

линии электрического поля могут выходить из кристалла детектора в зазорах между сегментами электрода. Заряды (например, электроны), движущиеся вдоль линий электрического поля, могут, таким образом, захватываться у поверхности на сравнительно долгое время, и поэтому они больше не вносят вклада в измеряемый импульсный сигнал. Одним решением данной проблемы является применение управляющих электродов, как было предложено в вышеупомянутом US 5677539, где управляющие электроды размещены в зазорах между сегментами детектора и заряжены таким образом, чтобы линии электрического поля были всегда направлены к собирающим (то есть генерирующему сигнал) электродам. Однако внедрение этой технологии в некоторых случаях невозможно (так как требуется дополнительная миниатюризация или структурирование), или напряжение, необходимое для приведения в действие управляющего электрода, индуцирует токи смещения, которые отрицательно влияют на свойства помех.

В статье “The Influence of Pixel Pitch and Electrode Pad size on the Spectroscopic Performance of a Photon Counting Pixel Detector with CdTe Sensor” («Влияние шага пикселя и размера контактной площадки на спектроскопические характеристики пиксельного детектора со счетом фотонов с датчиком на CdTe») E. Guni et al., IEEE Transactions on Nuclear Science, том 58, №1, страницы 17-25 (2011) описан детектор рентгеновского излучения с датчиком на CdTe, который был обработан и соединен столбиковыми выводами с Medipix2-MXR ASIC. Соединяя каждый n-й пиксель ASIC с датчиком, можно достичь шага пикселя, кратного 55 мкм. При увеличении зазора между пикселями электрода некоторые линии поля выходят из материала подложки и заканчиваются на контактных площадках пикселей, которые не соединены столбиковыми выводами. Следовательно, носители заряда, движущиеся вдоль этих линий поля, не входят в сигнал. Для решения этой проблемы на некоторые несоединенные контактные площадки пикселей ASIC может быть подана отрицательная разность потенциалов.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Задачей настоящего изобретения является обеспечение детекторного устройства и способа детектирования излучения, посредством которого можно достичь улучшения характеристик формирования изображения.

Эта задача решена детекторным устройством по п. 1, способом получения по п. 9 и системой формирования изображения по п. 11.

Соответственно, обеспечены удаленные направляющие электроды, заряженные так, что линии электрического поля, которые обычно выходят из кристалла детектора в зазорах, втягиваются обратно в кристалл детектора, так что они заканчиваются на внутренней стороне собирающего электрода. Тем самым можно предотвратить захват зарядов, чтобы больше зарядов вносили вклад в выходной сигнал.

Согласно первому аспекту, множество направляющих электродов могут быть размещены на соединительном слое, предназначенном для соединения собирающих заряд электродов. Это обеспечивает то преимущество, что направляющие электроды могут быть размещены на существующем слое, так что их можно добавить, просто модифицируя процесс нанесения маски. Тем не менее, следует отметить, что направляющие электроды могут быть размещены в любом другом удаленном положении, например, в другом промежуточном слое, или в слое, отличном от преобразующего слоя, или в электрической цепи, где они могут выполнять свою функцию втягивания линий электрического поля обратно в преобразующий слой.

Согласно второму аспекту, который может комбинироваться с первым аспектом, собирающие заряд электроды являются анодами для накопления электронов или

катодами для накопления дырок. Таким образом, предлагаемое решение может применяться для преобразующих слоев с обоими типами носителей заряда.

Согласно третьему аспекту, который может комбинироваться с любым из первого и второго аспектов, рисунок собирающих заряд электродов задает матрицу пикселей для преобразования излучения в изображение. Улучшенный детектор может поэтому использоваться в качестве детектора для системы формирования изображения на основе излучения.

Согласно четвертому аспекту, который может комбинироваться с любым из первого - третьего аспектов, можно предусмотреть по меньшей мере один противоэлектрод, установленный на второй поверхности преобразующего слоя, причем вторая поверхность расположена напротив первой поверхности. В этом случае противоэлектроды могут также образовывать заданный рисунок с промежуточными зазорами, в которые могут быть размещены дополнительные внешние направляющие электроды для предотвращения выхода линий электрического поля из преобразующего слоя через зазоры в заданном рисунке противоэлектродов. Таким образом, такое же преимущество можно получить для структур с зазорами на противоположной стороне или поверхности преобразующего слоя.

Согласно пятому аспекту, который может комбинироваться с любым из первого - четвертого аспектов, пространство, имеющееся между преобразующим слоем и соединительным слоем, может быть по меньшей мере частично заполнено kleem. Это улучшает механическую прочность устройства. В одном более частном примере клей может быть введен только локально между зазорами и направляющими электродами, например, так, чтобы клей не касался собирающих заряды электродов. В результате улучшается направляющая функция и токи смещения.

Согласно шестому аспекту, который может комбинироваться с любым из первого - пятого аспектов, к направляющим электродам прикладывают напряжение, близкое к величине  $U_g = U_{bias} (d_{gap}/2 + d_g \cdot \epsilon_c/\epsilon_g) / (d_{gap}/2 + d_c)$ , где  $U_{bias}$  обозначает напряжение, приложенное между собирающими заряд электродами и противоэлектродом, через который принимается излучение,  $d_{gap}$  обозначает ширину зазора между соседними собирающими электродами,  $d_g$  обозначает расстояние между соединительным слоем, на котором размещены направляющие электроды, и преобразующим слоем,  $\epsilon_c$  обозначает относительную диэлектрическую проницаемость материала преобразующего слоя,  $\epsilon_g$  обозначает относительную диэлектрическую проницаемость объема между преобразующим слоем и соединительным слоем и  $d_c$  обозначает толщину преобразующего слоя. Это обеспечивает то преимущество, что напряжение, приложенное к направляющим электродам, можно оптимизировать для заданной геометрии детектора.

Ниже описываются следующие предпочтительные варианты осуществления.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Эти и другие аспекты изобретения станут очевидными и будут объяснены со ссылкой на описанные ниже варианты осуществления.

На чертежах:

Фиг. 1 показывает блок-схему медицинской системы формирования изображения, в которой может применяться настоящее изобретение;

Фиг. 2 схематически показывает вид в перспективе матрицы чувствительных к излучению детекторов, в котором может применяться настоящее изобретение;

Фиг. 3 показывает сечение детектора обычной конструкции, в котором есть проблема

захвата заряда; и

Фиг. 4 показывает сечение детектора улучшенной конструкции согласно варианту осуществления.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

5 Далее различные варианты осуществления будут описаны на примере чувствительного к излучению детектора прямого преобразования. Тем не менее, следует отметить, что настоящее изобретение может применяться к любому типу детекторов системы формирования изображения, в которой образуются пары и собираются электрическим полем электрон/дырка.

10 Типичные диагностические устройства содержат рентгеновские системы, системы однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ), ультразвуковые системы, системы компьютерной томографии (КТ), системы позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) и другие типы систем формирования изображения. Типичные применения рентгеновских источников включают в себя формирование изображения, 15 медицину, безопасность и производственный контроль. Тем не менее, специалисты в данной области техники поймут, что типичные воплощения применимы для использования с однорезовыми или другими мультирезовыми конфигурациями. Более того, типичное воплощение подходит для детектирования и преобразования рентгеновских лучей. Однако специалисты в данной области техники также поймут, 20 что типичные воплощения подходят для детектирования и преобразования других видов высокочастотной энергии электромагнитного поля и/или высокочастотной полихроматической энергии электромагнитного поля, и/или других видов ионизирующих излучений, например для излучения альфа- или бета-частиц.

Фигура 1 схематически показывает систему формирования изображения, например 25 систему 100 однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ), включающую в себя по меньшей мере одну матрицу 110 чувствительных к излучению детекторов. Как можно видеть, показанная система 100 включает в себя две матрицы 110<sub>1</sub> и 110<sub>2</sub> чувствительных к излучению детекторов, причем матрицы 110<sub>1</sub> и 110<sub>2</sub> 30 чувствительных к излучению детекторов расположены относительно друг друга под углом примерно от 90 до 102 градусов. Возможно и другое число матриц 110 детекторов и углов между ними. Матрицы 110<sub>1</sub> и 110<sub>2</sub> чувствительных к излучению детекторов вращаются вокруг исследуемой области 112 и получают проекции для множества углов и ракурсов проекции.

35 В иллюстрируемом примере матрицы 110<sub>1</sub> и 110<sub>2</sub> чувствительных к излучению детекторов представляют собой двумерные матрицы детекторов прямого преобразования, включающих в себя различные слои. Такие слои могут включать в себя чувствительный к излучению слой 114, считающий слой 116 и промежуточный слой 118. Промежуточный слой 118 электрически и физически соединен с чувствительным 40 к излучению слоем 114 и считающим слоем 116. Чувствительный к излучению слой 114 может включать в себя подложку из CZT с по меньшей мере одним электрическим контактом, выполненным из материала с хорошей адгезией к CZT. Кроме того, промежуточный слой 118 может включать в себя материал, подходящий для образования 45 электрического соединения к электрическим контактам на CZT-подложке.

Обычно чувствительный к излучению слой 114 принимает гамма-излучение от распада 108 радионуклидов, имеющего место в исследуемой области 112 и генерирует индикаторный сигнал об этом. Сигнал передается через промежуточный слой 118 на считающий слой 116. Сигнал выходит из детекторов 110 через считающий слой

116. Блок 120 восстановления реконструирует проекции для генерирования объемных видеоданных, характеризующих зарегистрированное гамма-излучение. Объемные видеоданные характеризуют исследуемую область 112. Кроме того, компьютер служит пультом 122 оператора. Пульт 122 включает в себя устройство вывода с

5 удобочитаемыми выводными данными, такое как монитор или дисплей, и устройство ввода, такое как клавиатура или мышь. Установленное на пульте программное обеспечение позволяет оператору управлять и взаимодействовать с системой 100 формирования изображения, например, посредством графического пользовательского интерфейса (GUI).

10 Опора 124 объекта, такая как кушетка, удерживает пациента или другой объект в исследуемой области 112. Опора 124 объекта является подвижной, чтобы направлять объект внутри исследуемой области 112 во время осуществления процедуры сканирования. Это может включать в себя перемещение опоры 124 объекта в продольном направлении скоординированно с работой чувствительных к гамма-излучению детекторов 110, чтобы можно было проводить сканирование объекта в множестве точек в продольном направлении в соответствии с желаемыми траекториями сканирования.

15 Согласно настоящим вариантам осуществления, обеспечено устройство прямого преобразования, в котором использование управляющих электродов невозможно или 20 нежелательно по некоторым причинам и недостатком которого являются зазоры между собирающими электродами. Предлагается разместить дополнительный электрод не на кристалле устройства прямого преобразования, а с внешней стороны на соединительном элементе (например, интерпозере или электронной схеме), с которой соединено устройство прямого преобразования. Электрод заряжен так, что линии электрического 25 поля, которые обычно выходили бы из кристалла детектора, втягиваются обратно в кристалл детектора так, что они заканчиваются на внутренней стороне собирающего электрода.

30 Фиг. 2 показывает фрагмент неограничивающего примера матрицы 110 детекторов, показанного на фиг. 1. Фрагмент содержит чувствительную к излучению детектирующую или преобразовательную подложку или слой 2 из CZT, собирающие заряд электроды 4, паяные соединения или шариковые выводы 5 из припоя, считывающую подложку или соединительный слой 7, первые электрические контакты или электроды 6, и сквозные отверстия 8. Сквозные отверстия 8 продолжаются от каждого из первых электродов 6, через соединительный слой 7 до соответствующего одного из множества вторых 35 электрических контактов или электродов 9, таким образом обеспечивая электрический путь между первыми и вторыми электрическими контактами 6 и 9. Электрический сигнал, производимый собирающими заряд электродами 4 преобразующего энергию излучения преобразующего слоя 2, может передаваться от матрицы детекторов детектора 110 через первый и второй электроды 6 и 9. В данном примере матрица 40 детекторов включает в себя множество рядов и множество столбцов элементов или сегментов детектора, образуя двумерную детекторную матрицу детектора 110, которая соответствует, например, матрице пикселей детектированного изображения. Следует понимать, что детекторы 110 могут быть расположены мозаикой с одним или более 45 другими детекторными матрицами для увеличения воспринимающей поверхности детектора 110.

Фиг. 3 показывает вид в разрезе обычной или традиционной конструкции детекторной матрицы, имеющей тот недостаток, что линии электрического поля выходят из детектора через зазоры между секциями собирающего электрода. Следует отметить, что на фиг.

- 3 пакет детекторов с фиг. 2 показан в зеркальном отражении, так что преобразующий слой 2 показан на верхней стороне с дополнительным сплошным противоэлектродом 1 наверху преобразующего слоя 2, через который проходит излучение из исследуемой области 112 с фиг. 1. Преобразующий слой 2 может быть выполнен из кристалла с
- 5 прямым преобразованием, такого как CZT. Шариковые выводы 5 из припоя предусмотрены для соединения каждого из собирающих заряд электродов 4 с соответствующим одним из первых электродов 6, причем первые электроды 6 играют роль контактных площадок для шариковых выводов 5 из припоя на соединительном слое 7, который может быть, например, интерпозером или электронной схемой.
- 10 Остальные компоненты с фиг. 2 для краткости и простоты на фиг. 3 не показаны.

Напряжение между противоэлектродом 1 и собирающими заряд электродами 4 прикладывают так, чтобы, как показано на фиг. 3, большинство линий За электрического поля между верхним непрерывным электродом 1 и собирающими заряд электродами 4 заканчивались «внутри» преобразующего слоя 2 на одном из собирающих заряд 15 электродов 4. Однако в области зазоров между собирающими заряд электродами 4 некоторые линии 3b электрического поля выходят из преобразующего слоя 2 и заканчиваются или «снаружи» преобразующего слоя 2 на собирающих заряд электродах 4, или где-то еще.

Фиг. 4 показывает вид в разрезе детектора усовершенствованной конструкции 20 согласно данному варианту осуществления. Конструкция предложенного детектора способна предотвращать выход линий электрического поля из детектора за счет их «втягивания обратно» в преобразующий слой 2. Чтобы этого достичь, предусмотрены дополнительные направляющие электроды 8, которые направляют линии 3b 25 электрического поля с фиг. 3 так, что они ведут себя как линии 3c электрического поля, показанные на фиг. 4, и больше не выходят из преобразующего слоя 2.

Согласно первому варианту осуществления, дополнительные направляющие 30 электроды 8 размещают не на кристалле детектора, а на соединительном слое 7, который обычно используется для соединения собирающих заряд электродов 4. Направляющие электроды 8 имеют электрический потенциал того же знака, что и заряды, которые предполагается собрать на собирающих заряд электродах 4. В обычном детекторе, в 35 котором измеряется сигнал электронов, направляющие электроды 8 будут заряжены отрицательно, чтобы отталкивать электроны. В зависимости от напряжения направляющих электродов 8, линии 3b электрического поля, которые в отсутствие направляющих электродов 8 вышли бы из преобразующего слоя 2, «отклоняются» 40 электрическим потенциалом так, что в идеальном случае через зазоры между собирающими заряд электродами 4 из преобразующего слоя 2 не выходят никакие линии электрического поля. В результате электроны или дырки, которые в случае фиг. 3 двигались бы по линиям 3b поля и захватывались в зазоре, теперь могут идти вдоль любой линии поля на фиг. 4, так что они будут собраны собирающими заряд 45 электродами 4 вне зависимости от того, в какой точке объема преобразующего слоя 2 они образовались.

В зависимости от напряжения, приложенного между противоэлектродом 1 и собирающими заряд электродами 4, собирающие заряд электроды 4 могут действовать как аноды (чтобы собирать электроны) или катоды (чтобы собирать дырки).

Кроме того, сегментирование собирающих заряд электродов 4 не обязательно должно быть сделано в виде матрицы пикселей. Возможны произвольные формы и рисунки, например, полоски.

Во втором варианте осуществления непрерывный электрод 1 может быть

сегментированным так же, как и собирающие заряд электроды 4. Далее, такие же направляющие электроды 8 могут быть сделаны на противоположной стороне преобразующего слоя 2, чтобы удержать линии электрического поля в преобразующем слое 2.

- 5 При другом возможном способе пространство между преобразующим слоем 2 и соединительным слоем 7 может быть заполнено воздухом, но более предпочтительно заполнять его любым видом клея для получения более механически прочного устройства. Следует выбирать клей с относительно низкой проводимостью и наносить его только локально между зазорами и направляющими электродами 8. В качестве 10 одного примера, клей следует наносить так, чтобы он не касался собирающих электродов 4, и таким образом обеспечить оптимальное «направление» линий электрического поля и минимизировать возможные токи смещения между собирающими заряд электродами 4 и направляющими электродами 8.

Далее, соединительный слой 7 может быть выполнен так, чтобы обеспечивать 15 достаточное сопротивление, чтобы избежать значительного тока смещения между первыми электродами 6 и направляющими электродами 8.

Более того, выталкивающее, или отталкивающее, напряжение, приложенное к направляющим электродам 8, может быть выбрано в зависимости от геометрии, то есть по меньшей мере от одного из следующих параметров: размер зазора между 20 собирающими заряд электродами 4 (например, размер зазора между пикселями), расстояние между преобразующим слоем 2 и соединительным слоем 7, толщина преобразующего слоя 2, относительная диэлектрическая проницаемость используемых материалов и напряжение противоэлектрода 1.

Согласно третьему варианту осуществления, в котором материал преобразующего 25 слоя 2 детектора и наполняющий клей между преобразующим слоем 2 и соединительным слоем 7 имеют сравнимые удельные диэлектрические проницаемости, и ширина зазоров, а также расстояние между преобразующим слоем 2 и соединительным слоем 7, малы по сравнению с толщиной преобразующего слоя 2, напряжение  $U_g$ , приложенное к направляющим электродам 8, может быть приблизительно задано следующим 30 уравнением:

$$U_g = U_{bias} \cdot (d_{gap}/2 + d_g \cdot \epsilon_c / \epsilon_g) / (d_{gap}/2 + d_c)$$

где  $U_{bias}$  обозначает напряжение смещения, приложенное между противоэлектротом ( противоэлектродами) 1 и собирающими заряд электродами 4,  $d_{gap}$  обозначает ширину 35 зазора между соседними собирающими электродами 4,  $d_g$  обозначает расстояние между преобразующим слоем 2 и соединительным слоем 7,  $\epsilon_c$  обозначает относительную диэлектрическую проницаемость материала преобразующего слоя,  $\epsilon_g$  обозначает относительную диэлектрическую проницаемость объема между преобразующим слоем 40 2 и соединительным слоем 7 и  $d_c$  обозначает толщину преобразующего слоя 2. На практике типичные значения могут быть следующими:  $U_{bias}=900$  В,  $d_{gap}=100$  мкм,  $d_g=30$  мкм,  $\epsilon_c=10$ ,  $\epsilon_g=4$ , и  $d_c=3$  мм, что приведет к напряжению направляющего электрода  $U_g=37$  В.

45 В заключение отметим, что были описаны чувствительное к излучению детекторное устройство, такое как детектор с прямым преобразованием, и способ детектирования излучения, в которых заряды дрейфуют во внешнем электрическом поле по направлению к собирающим электродам, которые являются сегментированными (например,

представляют собой матрицу пикселей). В зазорах между сегментами линии электрического поля могут выходить из детектора, и заряды, дрейфующие вдоль этих линий поля, могут удерживаться внутри зазора. Этого удается избежать добавлением внешних, или удаленных, направляющих электродов, которые выталкивают линии 5 электрического поля обратно в материал с прямым преобразованием.

Хотя изобретение было проиллюстрировано и подробно раскрыто на чертежах и в предшествующем описании, эти иллюстрация и описание должны считаться иллюстративными или примерными, а не ограничивающими. Изобретение не ограничивается раскрытым вариантом осуществления и относится ко всем типам 10 детекторов, в которых образуются и собираются электрическим полем пары электрон/дырка. Направляющие электроды могут иметь любую форму и могут быть расположены в различных местоположениях на удалении от преобразующего слоя для обеспечения выталкивания линий электрического поля, которые в противном случае выйдут из преобразующего слоя. Они могут быть размещены в промежуточном слое, или внутри, 15 или на другой стороне соединительного слоя, или на электрической схеме детектора.

Кроме того, другие варианты раскрытоого варианта осуществления могут быть обнаружены и воплощены специалистами в данной области техники при применении заявленного изобретения, после изучения чертежей, описания и прилагаемой формулы изобретения. В формуле изобретения слово «содержащий» не исключает других 20 элементов или этапов, и единственное число не исключает множественного. Тот факт, что некоторые меры повторяются в разных взаимно зависимых пунктах формулы, не означает, что комбинация этих мер не может использоваться с выгодой. Никакие ссылочные позиции в формуле не должны считаться ограничивающими объем 25 изобретения.

#### Формула изобретения

1. Детекторное устройство для детектирования излучения, содержащее:

а) преобразующий слой (2) для преобразования падающего излучения в 30 электрический заряд;

б) множество собирающих заряд электродов (4), расположенных на первой поверхности упомянутого преобразующего слоя (2) и предназначенных для сбора электрического заряда, сгенерированного в упомянутом преобразующем слое (2), причем упомянутые собирающие заряд электроды образуют заданный рисунок с промежуточными зазорами; и

35 в) множество внешних направляющих электродов (8), расположенных на удалении от упомянутого преобразующего слоя (2) и подключенных к электрическому потенциалу того же знака, что и заряд, который должен быть собран упомянутыми собирающими заряд электродами (4), причем упомянутые внешние направляющие электроды (8) выполнены с возможностью предотвращать выход линий электрического поля из 40 упомянутого преобразующего слоя (2) через упомянутые зазоры;

отличающееся тем, что упомянутое детекторное устройство предназначено для приложения к упомянутым направляющим электродам (8) напряжения

$U_g = U_{bias} \cdot (d_{gap}/2 + d_g \cdot \epsilon_c / \epsilon_g) / (d_{gap}/2 + d_c)$ , где  $U_{bias}$  обозначает напряжение, приложенное 45 между упомянутыми собирающими заряд электродами (4) и противоэлектродом (1), через который принимается упомянутое излучение,  $d_{gap}$  обозначает ширину упомянутых зазоров между упомянутыми собирающими заряд электродами (4),  $d_g$  обозначает расстояние между соединительным слоем (7), на котором размещены упомянутые

направляющие электроды (8), и упомянутым преобразующим слоем (2),  $\epsilon_c$  обозначает относительную диэлектрическую проницаемость упомянутого преобразующего слоя (2),  $\epsilon_g$  обозначает относительную диэлектрическую проницаемость в слое между 5 упомянутыми собирающими электродами (4) и упомянутыми направляющими электродами (8) и  $d_c$  обозначает толщину упомянутого преобразующего слоя (2).

2. Устройство по п. 1, в котором упомянутое множество направляющих электродов (8) расположено на соединительном слое (7), предназначенном для подсоединения упомянутых собирающих заряд электродов (4).

3. Устройство по п. 1, в котором упомянутые собирающие заряд электроды (4) являются анодами для сбора электронов или катодами для сбора дырок.

4. Устройство по п. 1, в котором рисунок упомянутых собирающих заряд электродов (4) задает матрицу пикселей для преобразования упомянутого излучения в изображение.

5. Устройство по п. 1, дополнительно содержащее по меньшей мере один 15 противоэлектрод (1), размещенный на второй поверхности упомянутого преобразующего слоя (2), причем упомянутая вторая поверхность расположена напротив упомянутой первой поверхности.

6. Устройство по п. 5, в котором упомянутые противоэлектроды (1) образуют заданный рисунок с промежуточными зазорами и в котором дополнительно некоторые 20 из упомянутых внешних направляющих электродов (8) выполнены с возможностью предотвращения выхода линий электрического поля из упомянутого преобразующего слоя (2) через упомянутые зазоры в упомянутом заданном рисунке упомянутых противоэлектродов (1).

7. Устройство по п. 2, в котором пространство, обеспеченное между упомянутым 25 преобразующим слоем (2) и упомянутым соединительным слоем (7), по меньшей мере, частично заполнено kleem.

8. Устройство по п. 7, в котором упомянутый клей расположен только локально между упомянутыми зазорами и упомянутыми направляющими электродами (8).

9. Устройство по п. 8, в котором упомянутый клей размещен так, что он не касается 30 упомянутых собирающих заряд электродов (4).

10. Способ детектирования излучения, причем упомянутый способ содержит:

а) преобразование падающего излучения в электрический заряд посредством 35 использования преобразующего слоя (2);

б) сбор электрического заряда, образованного в упомянутом преобразующем слое (2) посредством использования рисунка электродов (4) с промежуточными зазорами; и

40 с) подключение множества внешних направляющих электродов (8) к электрическому потенциалу того же знака, что и заряд, который должен быть собран упомянутыми собирающими заряд электродами (4), причем упомянутые внешние направляющие электроды (8) расположены на удалении от упомянутого преобразующего слоя (2) таким образом, чтобы предотвратить выход линий электрического поля из упомянутого преобразующего слоя (2) через упомянутые зазоры;

отличающийся тем, что прикладывают к упомянутым направляющим электродам (8) напряжение  $U_g = U_{bias} \cdot (d_{gap}/2 + d_g \cdot \epsilon_c / \epsilon_g) / (d_{gap}/2 + d_c)$ , где  $U_{bias}$  обозначает напряжение,

45 приложенное между упомянутыми собирающими заряд электродами (4) и противоэлектродом (1), через который принимается упомянутое излучение,  $d_{gap}$  обозначает ширину упомянутых зазоров между упомянутыми собирающими заряд электродами (4),  $d_g$  обозначает расстояние между соединительным слоем (7), на котором

размещены упомянутые направляющие электроды (8), и упомянутым преобразующим слоем (2),  $\epsilon_c$  обозначает относительную диэлектрическую проницаемость упомянутого преобразующего слоя (2),  $\epsilon_g$  обозначает относительную диэлектрическую проницаемость в слое между упомянутыми собирающими электродами (4) и упомянутыми направляющими электродами (8) и  $d_c$  обозначает толщину упомянутого преобразующего слоя (2).

11. Система формирования изображения, содержащая детекторное устройство по п. 1 для детектирования излучения.

10

15

20

25

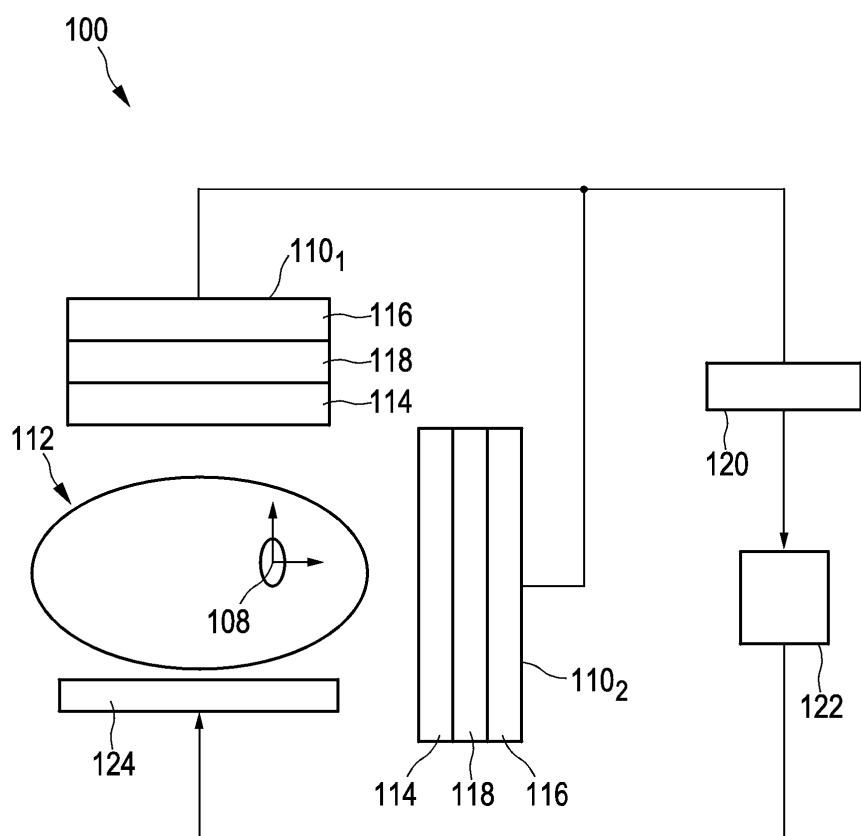
30

35

40

45

1/2



ФИГ. 1

2/2

