

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9551

(13) U

(46) 2013.10.30

(51) МПК

G 01T 1/00

(2006.01)

(54) ДЕТЕКТОР ИОНИЗИРУЮЩИХ И УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

(21) Номер заявки: u 20130233

(22) 2013.03.20

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Белорусский государственный
университет информатики и радио-
электроники" (ВУ)

(72) Авторы: Лыньков Леонид Михайло-
вич; Гасенкова Ирина Владимировна;
Мухуров Николай Иванович; Вахиох
Мохсин Ясин (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Белорусский государственный
университет информатики и
радиоэлектроники" (ВУ)

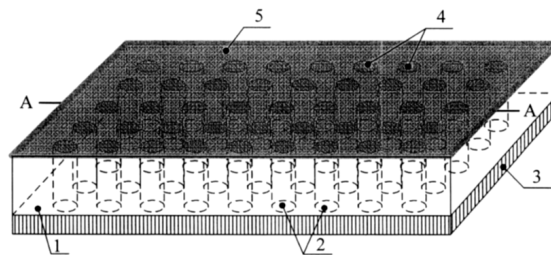
(57)

Детектор ионизирующих и ультрафиолетовых излучений, содержащий выполненную из диэлектрика с высокой прозрачностью в оптическом диапазоне подложку с перпендикулярными обеим ее поверхностям отверстиями, которые заполнены сцинтиллятором, чувствительным к ионизирующим излучениям в широком диапазоне энергий, диаметр отверстий больше диаметра частиц сцинтиллятора в три и более раз, и фотоприемник, отличающийся тем, что сцинтиллятор со стороны, обращенной к источнику ультрафиолетового излучения, содержит части отверстий, заполненных чувствительными к ультрафиолетовому излучению частицами люминесцирующей компоненты и тонкопленочным покрытием из того же соединения на поверхности подложки, противоположной фотоприемнику, причем толщина слоя чувствительных к ультрафиолетовому излучению частиц составляет не менее 10 мкм, а толщина тонкопленочного покрытия менее $2D$, где D - диаметр перпендикулярных обеим поверхностям подложки отверстий.

(56)

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 2-х т. Т. 1. Физика атомного ядра. - М.: Атомиздат, 1974. - 584 с.

2. Артюков И. Детекторы ультрафиолетового излучения // Фотоника. - 2008. - № 5. - С. 26-33.



Фиг. 1

BY 9551 U 2013.10.30

3. Калашникова В.И., Козодаев М.С. Детекторы элементарных частиц: Учебное пособие для вузов. - М.: Наука, 1966. - 241 с.

4. Детектирующий радиацию пластик, http://www.nirs.go.jp/ENG/press/06_29.pdf, <http://www.membrana.ru/particle/16724>.

5. Патент РБ на полезную модель 8898, МПК (2006.01) G 01T1/00, (прототип).

Полезная модель относится к области радиобиологии, медицины, а именно к области измерений интенсивности ионизирующих и ультрафиолетовых излучений. Она может быть использована как для обнаружения радиоактивных материалов, проведения радиационного мониторинга местностей, таможенного контроля ядерных материалов, контроля радиационной обстановки в зонах, где имеются источники радиоактивных излучений (атомные станции, предприятия атомной промышленности, научно-исследовательские институты, морские суда с атомными реакторами, места захоронения радиоактивных отходов и др.), так и для контроля уровня ультрафиолетового излучения естественного и искусственного происхождения.

Детектор ионизирующих излучений - чувствительный элемент средства измерений, предназначенный для регистрации ионизирующего излучения. Действие детектора основано на явлениях, возникающих при прохождении ионизирующего излучения через вещество (рабочую среду детектора).

Детектор ультрафиолетовых излучений - чувствительный элемент средства измерений, предназначенный для регистрации ультрафиолетового излучения. Действие детектора основано на явлениях, возникающих при прохождении ультрафиолетового излучения через вещество (рабочую среду детектора).

Детекторы поглощают и накапливают энергию ионизирующего излучения в молекулярных центрах люминесценции и способны высвечивать накопленную энергию при освещении ультрафиолетовым светом или при нагревании [1].

Медики делят ближний ультрафиолет (энергия $E = 3,3$ эВ, длина волны λ до 380 нм) на три участка: UV-A (400-315 нм), UV-B (315-280 нм) и UV-C (280-200 нм). Самый мягкий ультрафиолет UV-A стимулирует освобождение меланина, запасенного в меланоцитах - клеточных органеллах, где он вырабатывается. Более жесткий ультрафиолет UV-B запускает производство нового меланина, а также стимулирует выработку в коже витамина D [2].

В составе солнечного света у поверхности Земли до 99 % ультрафиолета приходится на участок UV-A, а остальное - на UV-B. Излучение в диапазоне UV-C обладает бактерицидным действием; в солнечном спектре его намного меньше, чем UV-A и UV-B, кроме того, большая его часть поглощается в атмосфере. Ультрафиолетовое излучение вызывает иссушение и старение кожи и способствует развитию раковых заболеваний. Причем излучение в диапазоне UV-A увеличивает вероятность самого опасного вида рака кожи - меланомы.

Излучение UV-B практически полностью блокируется защитными кремами, в отличие от UV-A, которое проникает через такую защиту и даже частично через одежду. В целом считается, что очень небольшие дозы UV-B полезны для здоровья, а остальной ультрафиолет вреден. Известно большое число методов и устройств регистрации ионизирующих и ультрафиолетового излучений, основанных на различных физических принципах [2, 3].

Известна конструкция детектора радиоактивного излучения под коммерческим названием Scintirex [4], которая представляет собой подложку на основе полиэфирных смол с внедренными частицами сцинтиллятора. Приходящее излучение заставляет атомы сцинтиллятора возбуждаться и излучать фотоны. Этот свет принимается фотоприемником, преобразуется в импульс тока, усиливается и записывается регистрирующей системой. За

BY 9551 U 2013.10.30

счет модифицированной молекулярной структуры вещества оно превзошло по интенсивности люминесценции, индексу преломления и плотности другие сцинтилляторы. Кроме того, детектор Scintirex пластичен.

Недостатком данной модели является недостаточные чувствительность, точность измерения ионизирующих излучений и радиационная прочность детектора Scintirex, его узкий рабочий диапазон регистрации ионизирующих излучений, его чувствительность к изменению характеристик окружающей среды, прежде всего к температуре, солнечному излучению и интенсивности ионизирующих излучений. Кроме того, данный детектор не обеспечивает измерение ультрафиолетового излучения, т.е. имеет ограниченные функциональные возможности.

Наиболее близкой по технической сущности является полезная модель детектора ионизирующего излучения [5], содержащая выполненную из диэлектрика с высокой прозрачностью в оптическом диапазоне подложку с перпендикулярными обеим ее поверхностям отверстиями, которые заполнены сцинтиллятором, чувствительным к ионизирующим излучениям в широком диапазоне энергий, диаметр отверстий больше диаметра частиц сцинтиллятора в три и более раз, и фотоприемник. Недостатком данной модели является невозможность обеспечить измерение как ионизирующего, так и ультрафиолетового излучения, т.е. ограниченные функциональные возможности.

Технической задачей полезной модели является расширение функциональных возможностей при сохранении минимальных массогабаритных характеристик.

Поставленная цель достигается за счет заполнения части отверстий, обращенных к источнику ультрафиолетового излучения, чувствительными к нему частицами люминесцирующего вещества и тонкопленочным покрытием из того же соединения поверхности подложки, противоположной фотоприемнику.

Решение технической задачи достигается тем, что детектор ионизирующих и ультрафиолетовых излучений, содержащий выполненную из диэлектрика с высокой прозрачностью в оптическом диапазоне подложку с перпендикулярными обеим ее поверхностям отверстиями, которые заполнены сцинтиллятором, чувствительным к ионизирующим излучениям в широком диапазоне энергий, диаметр отверстий больше диаметра частиц сцинтиллятора в три и более раз, и фотоприемник, сцинтиллятор со стороны, обращенной к источнику ультрафиолетового излучения, содержит части отверстий, заполненных чувствительными к ультрафиолетовому излучению частицами люминесцирующей компоненты и тонкопленочным покрытием из того же соединения на поверхности подложки, противоположной фотоприемнику, причем толщина слоя чувствительных к ультрафиолетовому излучению частиц составляет не менее 10 мкм, а толщина тонкопленочного покрытия менее $2D$, где D - диаметр перпендикулярных обеим поверхностям подложки отверстий.

Совокупность указанных признаков обеспечивает расширение рабочего диапазона длин волн (от рентгена до ультрафиолета), к воздействию которых чувствителен детектор, при сохранении минимальных массогабаритных характеристик за счет наличия двух чувствительных к рентгену и ультрафиолету слоев сцинтиллирующих соединений, а также применением высокотемпературной алюмооксидной керамики, незначительно изменяющей свои характеристики даже при высоких интенсивностях ионизирующего и ультрафиолетового излучений и значениях температур окружающей среды.

Сущность полезной модели поясняется фиг. 1, 2.

На фиг. 1 представлено схематическое изображение детектора ионизирующих и ультрафиолетовых излучений в разрезе, на котором

- 1 - диэлектрическая подложка,
- 2 - отверстия,
- 3 - фотоприемник,
- 4 - частицы люминесцирующего от ультрафиолета компонента,

BY 9551 U 2013.10.30

5 - тонкопленочное покрытие, чувствительное к ультрафиолету.

На фиг. 2 представлено схематическое изображение разреза отдельных отверстий 2, заполненных в верхней части отверстий частицами люминесцирующего от ультрафиолета компонента 5 и тонкопленочным покрытием из того же соединения на поверхности подложки, противоположной фотоприемнику 4, на котором 6 - частицы люминесцирующего от рентгена компонента.

Детектор ионизирующих и ультрафиолетовых излучений состоит из диэлектрической подложки 1 и фотоприемника 3. Диэлектрическая подложка 1 выполнена из анодного оксида алюминия (Al_2O_3) и имеет периодическую систему параллельных друг другу отверстий 2 (диаметром 10-200 нм) (фиг. 1), которые заполнены частицами люминесцирующего от рентгена компонента 6 (фиг. 2). В верхней части отверстия 2 заполнены частицами люминесцирующего от ультрафиолета компонента 4. На поверхности диэлектрической подложки 1, противоположной фотоприемнику 3, сформировано тонкопленочное покрытие, чувствительное к ультрафиолету 5. За счет малых размеров частиц сцинтиллятора (от единиц до сотен нанометров), его разного состава и чувствительности к ионизирующим и ультрафиолетовым излучениям в широком диапазоне энергий достигается расширение функциональных возможностей детектора. Экспериментально определено, что при размерах частиц люминесцирующего от рентгена компонента 6 и частиц люминесцирующего от ультрафиолета компонента 4 как минимум в три раза меньших, чем диаметры отверстий 2, достигается высокая плотность заполнения отверстий, и, как следствие, больший объем взаимодействия частиц люминесцирующего от рентгена компонента 6 с ионизирующими излучениями и частиц люминесцирующего от ультрафиолета компонента 4, как следствие, более высокая чувствительность к ним. Заполнение в верхней части отверстий частицами люминесцирующего от ультрафиолета компонента 4 и формирование на поверхности диэлектрической подложки 1, противоположной фотоприемнику 3 тонкопленочного покрытия, чувствительного к ультрафиолету 5, позволяют воспринимать детектором как рентгеновское, так и ультрафиолетовое излучения. Экспериментально определено, что для обеспечения высокой чувствительности к ультрафиолетовому излучению толщина слоя частиц люминесцирующего от ультрафиолета компонента 4 в верхней части отверстий 2 должна быть не менее 10 мкм, а толщина тонкопленочного покрытия, чувствительного к ультрафиолету 5, должна быть не более $2D$, где D - диаметр отверстий 2. Рентгеновское излучение практически беспрепятственно проходит через слой частиц люминесцирующего от ультрафиолета компонента 4 и тонкопленочного покрытия, чувствительного к ультрафиолету 5.

Диэлектрические подложки 1 изготовлены из анодного оксида алюминия методом электрохимического окисления алюминия и имеют периодическую систему отверстий 2, диаметр которых может регулироваться технологическими режимами от 10 до 200 нм, а с помощью фотолитографии и до сотен мкм. Заполнение отверстий 2 частицами люминесцирующего от рентгена компонента 6 и частицами люминесцирующего от ультрафиолета компонента 4 проводится с помощью золь-гель метода при избыточном давлении или разрежении. Тонкопленочное покрытие, чувствительное к ультрафиолету 5, формируется вакуумным напылением. При толщинах до 50 мкм подложка из анодного оксида алюминия остается достаточно пластичной.

Детектор ионизирующих и ультрафиолетовых излучений работает следующим образом.

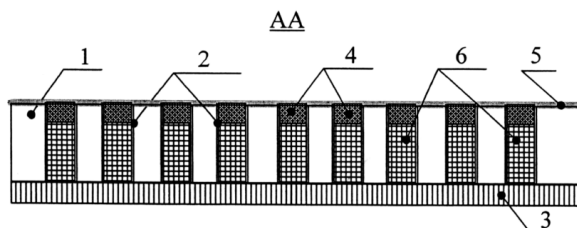
При воздействии ионизирующих излучений поток частиц или квантов возбуждает атомы люминесцирующей от рентгена компоненты 6, и они испускают фотоны в видимой области спектра. Это излучение регистрируется фотоприемником 3, преобразуется в электрический ток, усиливается и отображается регистрирующей системой.

При воздействии ультрафиолетовых излучений возбуждаются атомы чувствительной к люминесцирующей от ультрафиолета компоненты 4 и тонкопленочного покрытия, чув-

BY 9551 U 2013.10.30

ствительного к ультрафиолету 5. Они испускают фотоны в видимой области спектра, которые фиксируются визуально по изменению окраски поверхности диэлектрической подложки 1, обращенной к источнику ультрафиолетового излучения.

Выполнение конструкции из алюмооксидной керамики с периодической системой отверстий 2, заполненных частицами люминесцирующей от рентгена компоненты 6 и чувствительной к люминесцирующей от ультрафиолета компоненты 4, и тонкопленочного покрытия, чувствительного к ультрафиолету 5, позволяют расширить функциональные возможности полезной модели при сохранении минимальных массогабаритных характеристик.



Фиг. 2