

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8898

(13) U

(46) 2012.12.30

(51) МПК

G 01T 1/00 (2006.01)

(54)

ДЕТЕКТОР ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

(21) Номер заявки: u 20120615

(22) 2012.06.19

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(72) Авторы: Лыньков Леонид Михайлович; Мухуров Николай Иванович; Прудник Александр Михайлович; Вахиох Мохсин Ясин (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(57)

Детектор ионизирующего излучения, содержащий подложку со сцинтиллятором и фотоприемник, отличающийся тем, что подложка выполнена из диэлектрика с высокой прозрачностью в оптическом диапазоне, например анодного оксида алюминия, имеет перпендикулярные обеим ее поверхностям отверстия, которые заполнены сцинтиллятором, чувствительным к ионизирующим излучениям в широком диапазоне энергий, а диаметр отверстий больше диаметра частиц сцинтиллятора в три и более раз.

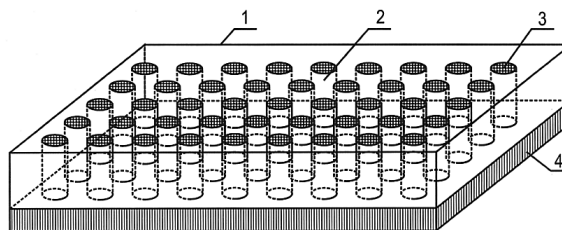
(56)

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

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

3. Патент РФ на полезную модель 88164, 2009.

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



Полезная модель относится к области радиобиологии, а именно к области измерений интенсивности ионизирующих излучений, причем наиболее эффективно она может быть использована 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.).

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).

По физической сущности взаимодействия ионизирующих излучений с веществом выделяют следующие типы детекторов:

ионизационный, основанный на способности излучений ионизировать среду, через которую они проходят;

сцинтилляционный, регистрирующий фотоны света, излучаемые сцинтиллятором вследствие поглощения энергии ионизирующих излучений;

люминесцентный, основанный на эффектах радиолюминесценции и термолюминесценции. Детекторы поглощают и накапливают энергию ионизирующего излучения в молекулярных центрах люминесценции и способны высвечивать накопленную энергию при освещении ультрафиолетовым светом или при нагревании.

Известно большое число методов регистрации ионизирующих излучений и устройств для регистрации заряженных частиц или квантов, основанных на различных физических принципах [1, 2].

Известен выполненный в виде экрана микроканальный преобразователь рентгеновского излучения в видимый свет [3], содержащий совокупность каналов, выполненных из оптически прозрачного материала, например стекла или пластика, внутри стенок каналов или на их поверхности находится слой, отражающий видимый свет, заполненных рентгеночувствительным люминофором с увеличенной толщиной слоя, с одной стороны которого находится источник рентгеновского излучения, а с противоположной - приемное устройство в виде светочувствительного прибора с зарядовой связью или КМОП-матрицы, оптически связанное с выходом указанной совокупности каналов.

Недостатками данной модели являются недостаточная чувствительность микроканального преобразователя к ионизирующим излучениям, его ограниченный рабочий диапазон, достаточно большие массогабаритные характеристики и его негибкость.

Наиболее близкой по технической сущности является конструкция детектора радиоактивного излучения под коммерческим названием Scintirex [4], который 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 счет модифицированной молекулярной структуры вещества оно превзошло по интенсивности люминесценции, индексу преломления и плотности другие сцинтилляторы. Кроме того, детектор Scintirex пластичен.

Недостатками данной модели являются недостаточная чувствительность 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, в результате чего снижаются точность измерения ионизирующих излучений и радиационная прочность детектора.

Технической задачей полезной модели является повышение чувствительности детектора, радиационной прочности, увеличение световыхода, энергетического разрешения и расширение его рабочего диапазона при минимальных массогабаритных характеристиках.

Поставленная цель достигается за счет увеличения объема сцинтилляторов, что определяется толщиной диэлектрической подложки, в которой они находятся, объемом периодической системы отверстий в подложке и размером частиц люминесцирующего вещества (люминофора).

Решение технической задачи достигается тем, что детектор ионизирующих излучений, содержит подложку со сцинтиллятором и фотоприемник, подложка выполнена из диэлек-

трика с высокой прозрачностью в оптическом диапазоне, например анодного оксида алюминия, имеет перпендикулярные обеим ее поверхностям отверстия, которые заполнены сцинтиллятором, чувствительным к ионизирующим излучениям в широком диапазоне энергий, а диаметр отверстий больше диаметра частиц сцинтиллятора в три и более раз.

Совокупность указанных признаков обеспечивает повышение чувствительности детектора, радиационной прочности, увеличение световыхода, энергетического разрешения и расширение его рабочего диапазона при минимальных массогабаритных характеристиках за счет увеличения объема сцинтилляторов, что определяется толщиной подложки, в которой они находятся, объемом периодической системы отверстий и размером частиц люминесцирующего вещества, а также применением высокотемпературной алюмооксидной керамики, незначительно изменяющей свои характеристики даже при высоких интенсивностях ионизирующего излучения и значениях температур окружающей среды.

Сущность полезной модели поясняется фигурой.

На фигуре представлено схематическое изображение детектора ионизирующих излучений в разрезе, на котором 1 - диэлектрическая подложка, 2 - отверстия, 3 - частицы люминесцирующего компонента, 4 - фотоприемник.

Детектор ионизирующих излучений состоит из диэлектрической подложки 1 и фотоприемника 4. Диэлектрическая подложка выполнена из анодного оксида алюминия (Al_2O_3) и имеет периодическую систему параллельных друг другу отверстий 2 (диаметром 10-200 нм), которые заполнены частицами сцинтиллятора 3 (фигура). За счет малых размеров частиц сцинтиллятора (от единиц до сотен нанометров) и его чувствительности к ионизирующим излучениям в широком диапазоне энергий, достигается повышение чувствительности детектора, радиационной прочности, увеличение световыхода, энергетического разрешения и расширение его рабочего диапазона. Экспериментально определено, что при размерах частиц люминесцирующего вещества 3 как минимум в три раза меньших, чем диаметры отверстий 2, достигаются высокая плотность заполнения отверстий, и, как следствие, больший объем взаимодействия частиц люминесцирующего компонента 3 с ионизирующими излучениями, и, как следствие, более высокая чувствительность к ним.

Диэлектрические подложки 1 изготовлены из анодного оксида алюминия методом электрохимического окисления алюминия и имеют периодическую систему отверстий, диаметр которых может регулироваться технологическими режимами от 10 до 200 нм, а с помощью фотолитографии и до сотен мкм. Заполнение отверстий 2 частицами люминесцирующего вещества 3 проводится с помощью золь-гель метода при избыточном давлении или разрежении. Кроме того, при толщинах до 50 мкм подложка из анодного оксида алюминия достаточно пластична.

Детектор ионизирующих излучений работает следующим образом.

При воздействии ионизирующих излучений поток частиц или квантов возбуждает атомы люминесцирующего вещества 3 и они испускают фотоны в видимой области спектра. Это излучение регистрируется фотоприемником 4, преобразуется в электрический ток, усиливается и отображается регистрирующей системой.

Выполнение конструкции из алюмооксидной керамики с периодической системой отверстий 2, заполненных частицами люминесцирующего вещества 3, чувствительного к ионизирующим излучениям в широком диапазоне энергий, позволяет повысить чувствительность детектора, радиационную прочность, увеличить световыход, энергетическое разрешение и расширить его рабочий диапазон при минимальных массогабаритных характеристиках полезной модели.