

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **98 826** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

[G01T 1/20 \(2006.01\)](#)[G01T 3/06 \(2006.01\)](#)**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 07.04.2014)  
Пошлина: учтена за 1 год с 30.03.2010 по 30.03.2011

(21)(22) Заявка: [2010112386/28](#), 30.03.2010(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
30.03.2010(45) Опубликовано: [27.10.2010](#) Бюл. № 30

Адрес для переписки:  
620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
Центр интеллектуальной собственности,  
Т.В.Маркс

(72) Автор(ы):

**Ищенко Алексей Владимирович (RU),  
Шульгин Борис Владимирович (RU),  
Петров Владимир Леонидович (RU),  
Черепанов Александр Николаевич (RU),  
Арбузов Валерий Иванович (RU),  
Иванов Владимир Юрьевич (RU),  
Дерстуганов Алексей Юрьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

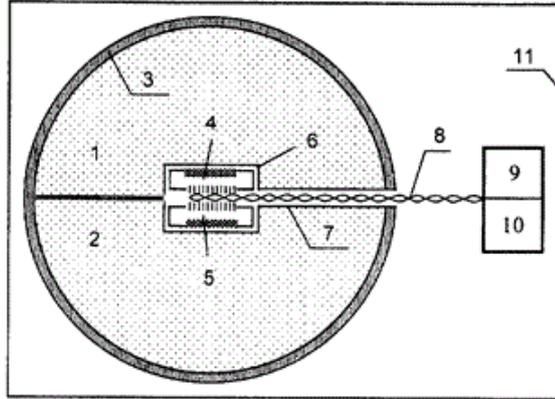
**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина" (RU)**

**(54) СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР**

(57) Реферат:

Сцинтилляционный детектор, содержащий размещенные в едином корпусе шаровой сцинтиллятор, состоящий из двух полусферических сцинтилляторов, фотоприемное устройство из двух PIN-фотодиодов, кабельный канал и блок обработки сигналов, отличающийся тем, что полусферические сцинтилляторы выполнены из разных сцинтилляционных материалов и образуют два независимых регистратора излучений, первый из которых чувствителен к гамма-излучению, а второй - к нейтронному излучению, кабельный канал содержит два кабеля связи, а блок обработки сигналов состоит из двух модулей, причем первый регистратор сопряжен с первым PIN фотодиодом и подключен через первый кабель связи к первому модулю блока регистрации сигналов, а второй регистратор сопряжен со

вторым PIN-фотодиодом и подключен через второй кабель связи ко второму модулю блока регистрации сигналов.



Полезная модель относится к детекторным устройствам для регистрации гамма- и нейтронного излучений и может быть использована для обнаружения радиоактивных веществ и делящихся материалов при радиационном мониторинге территорий и отдельных объектов, пунктов таможенного контроля трансграничных переходов, для целей персональной дозиметрии работников предприятий атомной промышленности, а также работников медицинских рентгено-радиологических лабораторий.

Известен сцинтилляционный детектор гамма-излучения (Горн Л.С. Современные приборы для измерения ионизирующих излучений / Л.С.Горн, Б.И.Хазанов. М.: Энергоатомиздат, 1989. 232 с.), в котором в качестве сцинтиллятора используют кристалл CsI:Tl в форме цилиндра, а в качестве фотоприемника используют фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). Кристалл CsI:Tl имеет плотность 4,51 г/см<sup>3</sup>, световыход гамма-сцинтилляций до 0,45 относительного такового для NaI:Tl, максимум спектра свечения при 565 нм, длительность сцинтилляций 450 нс. Однако недостатками такого сцинтилляционного детектора являются невысокий уровень светосбора сцинтилляций из-за цилиндрической формы кристалла, а также большие габариты и вес ФЭУ. Кроме того, известный сцинтилляционный детектор не может наряду с гамма-излучением одновременно регистрировать нейтронное излучение.

Известен сцинтилляционный детектор гамма-излучения (Пат. 3382368 США), включающий сцинтиллятор BaF<sub>2</sub> (плотность 4,88 г/см<sup>3</sup>) и фотоэлектронный умножитель. Детектор имеет малую длительность сцинтилляций (<50 нс) и поэтому способен работать в условиях высокой загрузки. Однако известный сцинтилляционный детектор имеет целый ряд недостатков. Сцинтилляционный кристалл BaF<sub>2</sub> из-за цилиндрической формы имеет невысокий уровень светосбора гамма-сцинтилляций. Кроме того, максимум спектра свечения BaF<sub>2</sub> лежит в ультрафиолетовой области спектра,  $\lambda=220$  нм, т.е. кристалл BaF<sub>2</sub> непригоден для работы в режиме фотодиодной регистрации из-за нечувствительности PIN-фотодиодов к ультрафиолетовому свету. Недостатками известного сцинтилляционного детектора на основе BaF<sub>2</sub> являются большие размеры и вес используемого в нем в качестве фотоприемника ФЭУ. К недостаткам известного сцинтилляционного детектора относится также то, что он не может одновременно регистрировать нейтронное и гамма-излучение.

Известен сцинтилляционный детектор с фотодиодной регистрацией (Неорганические сцинтилляционные материалы / Л.В.Викторов, Б.В.Шульгин и др. // Изв. АН СССР. Неорг. мат. 1991. Т.27, №10. С.2005-2029; Установка ЛЗ, ЛЭП (ЦЕРН): препринт / С.Тинг. Л.: ЛИЯФ, 1987. 52 с.; Фотодиодные сцинтилляционные детекторы. Photodiode Scintillation Detectors SRD-200. Проспект фирмы SCIONIX Holland, 1992. 2 с.). Известный детектор, используемый в частности в экспериментах в ЦЕРНе на ускорителях коллайдерного типа, содержит в качестве сцинтиллятора кристалл Bi<sub>4</sub>Ge<sub>3</sub>O<sub>12</sub> и фотодиод в качестве фотоприемного устройства. Детектор имеет световыход сцинтилляций на уровне 0,1 относительно такового для NaI:Tl и длительность свечения,  $\tau=300$  мкс. Однако кристалл Bi<sub>4</sub>Ge<sub>3</sub>O<sub>12</sub> нечувствителен к нейтронам, поэтому недостатком известного сцинтилляционного детектора является то, что он не пригоден для одновременной регистрации гамма-излучения и нейтронов.

Известен сцинтилляционный детектор фирмы SCIONIX Holland (Фотодиодные сцинтилляционные детекторы. Photodiode Scintillation Detectors SRD-200. Проспект фирмы SCIONIX Holland, 1992. 2 с.) с фотодиодной регистрацией, содержащий сцинтиллятор, фотодиод и блок обработки сигналов, пригодный для обнаружения

рентгеновского ( $>60$  кэВ) и гамма-излучения. В детекторе используют кристалл CsI:Tl  $10 \times 10 \times 10$  мм<sup>3</sup>, максимум спектра люминесценции которого расположен при 565 нм, что хорошо согласуется со спектральной чувствительностью используемого кремниевого PIN-фотодиода. Однако известный сцинтилляционный детектор с фотодиодной регистрацией не пригоден для одновременной регистрации гамма-излучения и нейтронов.

Из всех известных сцинтилляционных детекторов гамма- и нейтронного излучений наиболее близким к заявляемому является устройство на основе шарового сцинтиллятора, обеспечивающего повышенный светосбор (Пат. 2297015 РФ, МПК G01T 1/20 G01T 3/06. Сцинтилляционный детектор / Б.В.Шульгин, В.Ю.Иванов, Т.С.Королева, А.И.Косее, В.Л.Петров, Д.В.Райков, А.Н.Черепанов, А.А.Чудиновских. Заявл. 08.02.2006; опубл. 10.04.2007. Бюл. №10).

Известное устройство содержит размещенный в едином корпусе сцинтиллятор, PIN-фотодиод, кабельный канал и блок обработки сигналов, причем сцинтиллятор выполнен в форме шара, состоящего из двух полусфер, находящихся друг с другом в оптическом контакте, а сцинтилляционный детектор дополнительно содержит отражающее покрытие в виде пленки, прилегающей к поверхности полусфер, и второй PIN-фотодиод, установленный к первому PIN-фотодиоду «спина к спине» в центре шарового сцинтиллятора, в котором имеется полость для размещения PIN-фотодиодов и кабельный канал вывода их электрических контактов к блоку обработки сигналов.

Однако известное устройство работает либо в режиме регистрации гамма-излучения, либо в режиме регистрации нейтронов. Причем одновременная регистрация и гамма- и нейтронного излучений с помощью известного детектора в принципе невозможна. Действительно, в случае режима регистрации гамма-излучения обе полусферы состоят из гамма-сцинтиллятора CsI:Tl (или  $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ , или  $\text{Lu}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ ), а в случае режима регистрации нейтронов в качестве сцинтилляционного сенсора используют кристалл стибьбена, выполненный в виде двух полусфер. Таким образом, известный шаровой сцинтилляционный детектор не пригоден для одновременной регистрации нейтронного и гамма-излучения.

Задачей заявляемой полезной модели является разработка шарового сцинтилляционного детектора с фотодиодной регистрацией, пригодного для одновременной регистрации нейтронного и гамма-излучений. Эта задача решается за счет того, что предлагаемый сцинтилляционный детектор содержит шаровой сцинтиллятор, состоящий из двух полусферических сцинтилляторов, фотоприемное устройство из двух PIN-фотодиодов, кабельный канал и блок обработки сигналов, причем полусферические сцинтилляторы выполнены из разных сцинтилляционных материалов и образуют два независимых регистратора излучений, первый из которых чувствителен к гамма-излучению, а второй к нейтронному излучению, кабельный канал содержит два кабеля связи, а блок обработки сигналов состоит из двух модулей, причем первый регистратор соединен с первым PIN фотодиодом и подключен через первый кабель связи с первым модулем блока обработки сигналов, а второй регистратор соединен со вторым PIN-фотодиодом и подключен через второй кабель связи ко второму модулю блока обработки сигналов.

Сущность заявляемой полезной модели поясняется схемой предлагаемого сцинтилляционного детектора, представленной на Фиг.1. Предлагаемый сцинтилляционный детектор содержит сцинтиллятор в форме шара, состоящий из двух регистраторов в форме полусферических сцинтилляторов: гамма-сцинтиллятора 1 и нейтронного сцинтиллятора 2, не имеющих между собой оптического контакта, содержит отражающее покрытие 3 в виде пленки, нанесенной на поверхность полусфер 1 и 2, а также на их плоские части, фотоприемное устройство в виде двух фотодиодов 4 и 5 размещено в полости 6, расположенной в центре полусфер 1 и 2, в узком полом проеме 7 расположены два кабеля 8 для связи PIN-фотодиодов с блоком обработки сигналов, который состоит из двух модулей, гамма-сцинтиллятор соединен с первым PIN фотодиодом и подключен через первый кабель связи с первым модулем 9 блока обработки сигналов, а нейтронный сцинтиллятор соединен со вторым PIN-фотодиодом и подключен через второй кабель связи ко второму модулю 10 блока обработки сигналов. Все элементы устройства размещены в едином корпусе 11.

Устройство работает в смешанных полях нейтронного и гамма-излучения следующим образом. Для регистрации гамма-излучения применяют полусферический сцинтиллятор на основе одного из неорганических кристаллов CsI-Tl, или  $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ , или  $\text{SrF}_2\text{-PЗЭ}$  (с примесью редкоземельных элементов), или в случае, когда требуется высокое энергетическое разрешение при высокой загрузке, применяют быстрый

наносекундный сцинтиллятор  $\text{LaBr}_3\text{-Ce}$ , энергетическое разрешение которого примерно в 3 раза выше, чем у рекордного по разрешению кристалла  $\text{NaI-Tl}$  (M. Moszinski et al. NIM 2006. V.A258. P.739-751). Для регистрации нейтронного излучения (одновременно с регистрацией гамма-излучения) служит чувствительный к нейтронам второй полусферический сцинтиллятор на основе стибьбена (для регистрации быстрых нейтронов) или  ${}^6\text{Li}$ -силикатного стекла (для регистрации тепловых нейтронов). Отражающее пленочное покрытие (позиция 3 на Фиг.1) увеличивает светосбор сцинтилляций, поскольку не позволяет световым вспышкам-сцинтилляциям выйти за пределы полусферических сцинтилляторов. Сцинтилляции, возникающие в полусферическом гамма-сцинтилляторе, имеют для выбранных сцинтилляционных материалов  $\text{CsI-Tl}$ ,  $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ ,  $\text{SrF}_2\text{-PЗЭ}$ , или  $\text{LaBr}_3\text{-Ce}$  длину волны излучения в области 480-600 нм и достаточно надежно регистрируются PIN-фотодиодом. Сцинтилляции, возникающие в полусферическом нейтронном сцинтилляторе для выбранных сцинтилляционных материалов стибьбена или  ${}^6\text{Li}$ -силикатного стекла, имеют длину волны излучения в области 390-430 нм и для их надежной регистрации между сцинтиллятором и PIN-фотодиодом устанавливается сместитель спектра, выполненный в виде тонкой пленки или покрытия. Сместитель смещает максимум спектра нейтронных сцинтилляций из синей области спектра в красную, что позволяет надежно регистрировать прошедшие через сместитель спектра световые вспышки-сцинтилляции с помощью PIN-фотодиодов фирмы Hamamatsu.

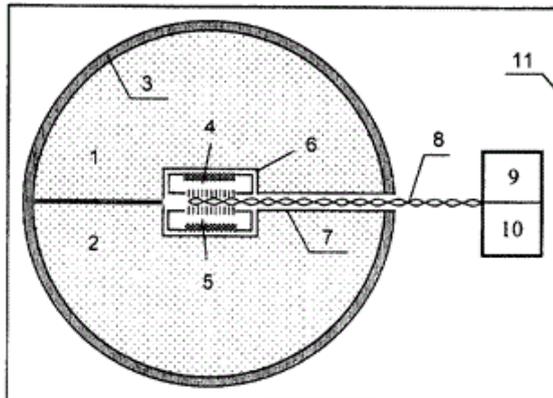
Предлагаемое устройство выдает информацию о зарегистрированном гамма- и нейтронном излучении с помощью блока обработки сигналов, состоящего из двух модулей, один из которых обрабатывает сигналы от полусферического гамма-сцинтиллятора, а второй от полусферического нейтронного сцинтиллятора. Нейтронный регистратор работает в счетном режиме. Гамма-регистратор работает как в счетном, так и в спектрометрическом режимах. Спектроскопический режим позволяет получать информацию об энергии регистрируемого гамма-излучения и соответственно о материале источника (изотопе) гамма-излучения. Это является дополнительным преимуществом предлагаемой полезной модели. Таким образом, предлагаемый детектор может одновременно выдавать достаточно полную информацию о смешанном (гамма- и нейтронном) поле излучения.

Предлагаемая полезная модель сцинтилляционного детектора с полусферическим нейтронным сцинтиллятором из  ${}^6\text{Li}$ -силикатного стекла пригодна не только для регистрации тепловых нейтронов, но и для регистрации быстрых нейтронов. В последнем случае необходимо применение внешнего замедлителя быстрых нейтронов из водородсодержащего вещества, устанавливаемого перед полусферическим нейтронным сцинтиллятором.

#### Формула полезной модели

Сцинтилляционный детектор, содержащий размещенные в едином корпусе шаровой сцинтиллятор, состоящий из двух полусферических сцинтилляторов, фотоприемное устройство из двух PIN-фотодиодов, кабельный канал и блок обработки сигналов, отличающийся тем, что полусферические сцинтилляторы выполнены из разных сцинтилляционных материалов и образуют два независимых регистратора излучений, первый из которых чувствителен к гамма-излучению, а второй - к нейтронному излучению, кабельный канал содержит два кабеля связи, а блок обработки сигналов состоит из двух модулей, причем первый регистратор сопряжен с первым PIN фотодиодом и подключен через первый кабель связи к первому модулю блока регистрации сигналов, а второй регистратор сопряжен со

вторым PIN-фотодиодом и подключен через второй кабель связи ко второму модулю блока регистрации сигналов.



### ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

**Реферат:**



**Описание:**



**Рисунки:**



### ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **31.03.2011**

Дата публикации: [10.02.2012](#)