



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2003130362/28**, **14.10.2003**

(24) Дата начала действия патента: **14.10.2003**

(45) Опубликовано: **27.04.2005** Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **В. ПРАЙС. Регистрация ядерного излучения. - М., 1960, 464 с. RU 2009526 C1, 15.03.1994. US 4156139 A, 22.05.1979. US 5514870 A, 07.05.1996.**

Адрес для переписки:

**620002, г.Екатеринбург, ул.Мира, 19, УГТУ-УПИ,
центр интеллектуальной собственности, Т.В.
Маркс**

(72) Автор(ы):

**Черепанов А.Н. (RU),
Шульгин Б.В. (RU),
Петров В.Л. (RU),
Королева Т.С. (RU)**

(73) Патентообладатель(ли):

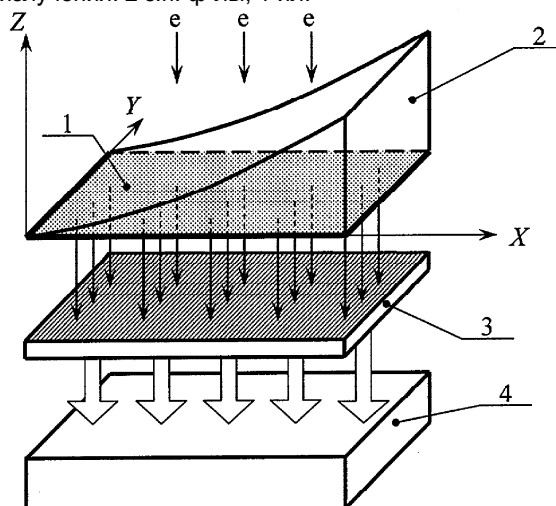
**ГОУ ВПО Уральский государственный
технический университет-УПИ (RU)**

(54) СЦИНТИЛЯЦИОННЫЙ ДАТЧИК ЭЛЕКТРОННОГО И β -ИЗЛУЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Использование: в дозиметрической и таможенной практике для идентификации источников, электронного и β -излучения. Сущность изобретения: в устройстве сцинтиллятор, выполненный в виде одномерного сцинтиляционного экрана, дополнительно содержит клинообразный преобразователь излучения, сделанный из вещества с низким эффективным атомным номером и имеющий вогнутую форму. Свечение сцинтиллятора воспринимается фотоприемником, выполненным в виде одномерной фоточувствительной линейки, а тракт обработки сигналов включает схему для определения местоположения крайней светящейся ячейки одномерного сцинтиляционного экрана. Технический результат: возможность работы в режиме реального времени, простота обработки

сигналов, возможность регистрации позитронного излучения. 2 з.п. ф-лы, 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2003130362/28, 14.10.2003**

(24) Effective date for property rights: **14.10.2003**

(45) Date of publication: **27.04.2005 Bull. 12**

Mail address:
**620002, g.Ekaterinburg, ul.Mira, 19, UGTU-UPI,
tsentr intellektual'noj sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):
**Cherepanov A.N. (RU),
Shul'gin B.V. (RU),
Petrov V.L. (RU),
Koroleva T.S. (RU)**

(73) Proprietor(s):
**GOU VPO Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet-UPI (RU)**

(54) **ELECTRON AND BETA-RADIATION SCINTILLATION DETECTOR**

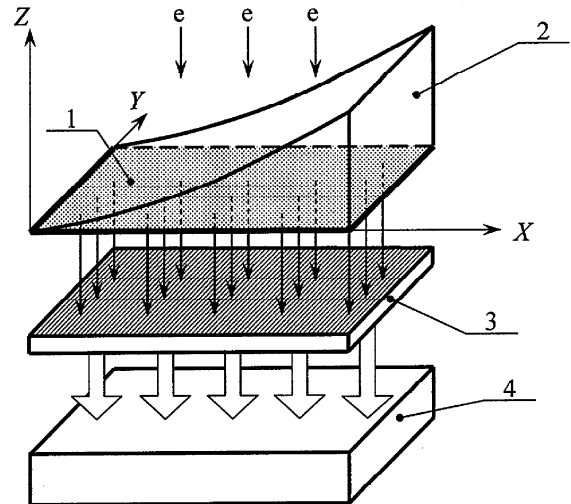
(57) Abstract:

FIELD: identification of electron and beta-radiation for dosimeters and customs appliances.

SUBSTANCE: scintillator of the device is made in form of one-dimensional scintillation screen. It has wedge-shaped radiation transformer made of low effective atomic weight material. Radiation transformer has concaved shape. Scintillator glow is perceived by photoreceiver which is made in form of one-dimensional linear array of photoreceivers. Signal processing section has circuit for finding location of the last glowing cell of one-dimensional scintillation screen.

EFFECT: ability of working at real time-scale mode; simplification of signal processing; ability of registering positron radiation.

2 cl, 2 dwg



RU 2 2 5 1 1 2 4 C 1

RU 2 2 5 1 1 2 4 C 1

Изобретение относится к области датчиков ионизирующих излучений, чувствительных к электронному и β -излучению, предназначенных для определения энергии электронного и β -излучения и применяемых в дозиметрической и таможенной практике для идентификации источников, электронного и β -излучения, а также при работе с радиоизотопами в медицинской диагностике и терапии.

Известен сцинтилляционный детектор ядерных излучений (Патент US №3688118, кл. G 01 T 1/00, 1972.), который содержит два сцинтилляционных датчика, один из которых чувствителен к заряженным частицам, к электронному и β -излучению и нейтронам, а второй сцинтилляционный датчик чувствителен только к заряженным частицам, к электронному и β -излучению. Однако ни один из этих сцинтилляционных датчиков электронного и β -излучения не пригоден для идентификации их энергии, поскольку каждый из них работает только в счетном режиме.

Известны сцинтилляционные датчики электронного и β -излучения на основе органических материалов (Шрам Э., Ломбер Р. Органические сцинтилляторы. М.: Атомиздат, 1967. 184 с.). Органические сцинтилляторы, уступая неорганическим по термической устойчивости, обладают рядом преимуществ: они обладают малой длительностью сцинтилляций и являются быстрыми сцинтилляторами нано- и пикосекундного диапазона. Они, в отличие от неорганических сцинтилляторов, пригодны для регистрации супермягкого электронного и β -излучения. Однако органические сцинтилляционные датчики работают в счетном режиме и не обеспечивают спектрометрии электронного и β -излучения. Использование органических сцинтилляторов в сцинтилляционных спектрометрах ограничено из-за их крайне низкого энергетического разрешения (несколько десятков процентов) и из-за необходимости применения сложных спектрометрических электронных трактов.

Известен сцинтилляционный датчик электронного и β -излучения в виде последовательно соединенных сцинтилляционного кристалла $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ и световода из органического водородсодержащего вещества - сцинтиллятора на основе стилибена или пластмассы $(\text{CH})_n$, чувствительного к быстрым нейтронам, а также электронному и β -излучению (Патент RU №2088952, кл. G 01 N 1/20, 1997). Однако известный сцинтилляционный датчик по патенту RU №2088952 применяется только в счетном режиме. Возможность его применения для определения энергии электронного и β -излучения ограничена из-за низкого энергетического разрешения используемых в нем материалов: энергетическое разрешение кристаллов $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ обычно составляет 15-20%, а органического компонента сцинтилляционного датчика - десятки процентов. Кроме того, известный сцинтилляционный датчик для определения энергии требует применения сложного спектрометрического электронного тракта.

Известен сцинтилляционный датчик, в частности сцинтилляционный датчик электронного и β -излучения (Патент US №5514870, кл. G 01 T 001/202; G 01 T 001/203, 1996). Сцинтилляционный датчик содержит чистый кристалл CsI и быстрый пластический сцинтиллятор NE 102 A. В качестве фотоприемника используют фотоумножитель. При регистрации падающей радиации световые сцинтилляции от обоих сцинтилляторов: пластика и кристалла CsI, поступают на фотоумножитель, сигналы от которого обрабатываются электронным трактом. Однако тракт обработки сигналов известного датчика оказывается сложным. Он включает в себя анализатор импульсов, временной селектор с короткими и длинными временными воротами. Детектор при анализе вида падающей радиации обеспечивает высокое временное разрешение (3 нс), задаваемое пластиком. Однако при определении энергии падающего электронного или β -излучения временное разрешение датчика оказывается недостаточно высоким, для чистого кристалла CsI оно составляет 30 нс.

Наиболее близким к заявляемому является сцинтилляционный датчик электронного и β -излучения, описанный в работе (В.Прайс. Регистрация ядерного излучения. М.: ИИЛ, 1960. 464 с.). Датчик содержит сцинтиллятор, фотоприемник и тракт обработки сигналов. В

качестве сцинтиллятора в известном устройстве применяют кристаллы антрацена, обладающие малым временем высвечивания (до 4 нс) и не требующие в отличие от кристаллов NaI-T1 герметичной упаковки. В качестве фотоприемника применяют фотозлектронный умножитель. Сцинтиллятор выбирается такого размера, чтобы его площадь равнялась площади катода торцевого фотоумножителя, а толщина - пробегу β -частиц с максимальной энергией. Тракт обработки сигналов известного сцинтилляционного β -спектрометрического датчика содержит блок анализатора, который регистрирует только импульсы, соответствующие пику полной энергии, и анализирует формируемый амплитудный спектр, а также содержит сложную схему, которая корректирует получаемый амплитудный спектр из-за нелинейной зависимости световыхода антрацена от энергии электронного и β -излучения при энергиях ниже 100 кэВ.

Недостатком известного устройства является постоянная толщина выбранного сцинтиллятора, равная, по крайней мере, пробегу β -частиц с максимальной энергией, что делает его малоприменимым, если требуются измерения β -источников других типов с более жестким спектром, т.е. с большей максимальной энергией. Недостатком является также наличие сложной схемы анализатора и коррекции сигналов.

Предлагаемый сцинтилляционный датчик электронного и β -излучения (чертеж) состоит из сцинтиллятора в виде одномерного сцинтилляционного экрана 1, содержащего дополнительно клинообразный преобразователь излучения вогнутой формы 2, фотоприемника, в виде одномерной фоточувствительной линейки 3 и тракта обработки сигналов 4. Датчик работает следующим образом. Попадая в дополнительный преобразователь излучения, электронное излучение проходит через клинообразный преобразователь излучения вдоль оси Z на величину, не превышающую максимальный экстраполированный пробег электронов (β -частиц) для данной энергии. Это означает, что только часть излучения достигнет сцинтиллятора 1, т.е. по оси X будет загружена только часть ячеек фотоприемной линейки от начала (нулевой толщины) клина до некоторого предела, соответствующего определенной толщине клина, по которому и можно определить максимальную энергию падающего излучения. Чтобы координата крайней светящейся ячейки сцинтилляционного экрана была пропорциональна энергии регистрируемых электронов, поверхность клина должна иметь форму ($Z=f(X)$), соответствующую зависимости пробега электронов от их энергии. Фоторегистрирующее устройство и тракт обработки сигналов определяют крайнюю светящуюся ячейку сцинтилляционного экрана путем сравнения сигнала от каждой ячейки фоторегистрирующей линейки с сигналом, соответствующим пороговому значению, адекватному фону. Световой фон может быть связан с естественным гамма-фоном и случайными слабыми сцинтилляциями. Устройство определяет координату X последней светящейся ячейки сцинтилляционного экрана. Это, поскольку $X \sim R_{\text{экс}}$, равносильно определению экстраполированного пробега $R_{\text{экс}}$ электронов (β -частиц) в веществе клина, имеющем небольшой эффективный атомный номер $Z_{\text{эфф}}$ (алюминий, легкая керамика, фторид лития или натрия и др.) для уменьшения альбеда электронного и β -излучения. Далее по величине $R_{\text{экс}}$, [г/см²], определяется энергия электрона E_0 , [МэВ], по формуле

$$E_0 = C_1 m_0 c^2 \exp \left[\frac{R_{\text{экс}}}{C_1} \left(C_2 + \frac{C_3}{1 + C_4 R_{\text{экс}}^{C_5}} \right) - 1 \right], \quad \text{где}$$

$$C_1 = \frac{2,98 \cdot 10^3}{Z}; \quad C_2 = \frac{6,14 \cdot Z^{1,026}}{A}; \quad C_3 = 2,57 \cdot 10^2 - 0,34Z; \quad C_4 = \frac{1,47 \cdot 10^3}{Z^{0,692}}; \quad C_5 = \frac{0,905}{Z^{0,1874}},$$

где A - атомная масса, Z - эффективный атомный номер вещества. (В.П.Машкович, А.В.Кудрявцева. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1995. 494 с.)

Сцинтилляционный экран изготавливают из материала с малым временем

высвечивания τ (например, (Li, Na)F кристаллы с $\tau < 5$ нс), что позволяет датчику работать в режиме реального времени при больших радиационных нагрузках.

Преимуществом предлагаемого сцинтилляционного датчика электронного и β -излучения является его работа в режиме реального времени и простота тракта обработки сигналов в сравнении с аналогами, в которых используются сложные схемы с высокими требованиями к линейности преобразования сигналов.

Дополнительным преимуществом предлагаемого сцинтилляционного датчика электронного и β -излучения является возможность регистрации не только электронного и β -, но и позитронного излучения.

Формула изобретения

1. Сцинтилляционный датчик электронного и β -излучения, включающий сцинтиллятор, фотоприемник и тракт обработки сигналов, отличающийся тем, что сцинтиллятор выполнен в виде одномерного сцинтилляционного экрана и дополнительно содержит клинообразный преобразователь излучения, фотоприемник выполнен в виде одномерной фоточувствительной линейки, а тракт обработки сигналов включает схему для определения местоположения крайней светящейся ячейки одномерного сцинтилляционного экрана.

2. Сцинтилляционный датчик электронного и β -излучения по п.1, отличающийся тем, что клинообразный преобразователь изготовлен из вещества с небольшим эффективным атомным номером.

3. Сцинтилляционный датчик электронного и β -излучения по п.1 или 2, отличающийся тем, что клинообразный преобразователь имеет вогнутую форму, обеспечивающую линейную зависимость преобразования энергии регистрируемого излучения в величину пробега.



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**(21), (22) Заявка: **2003130362/28, 14.10.2003**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.10.2003(45) Опубликовано: **27.04.2005**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: В. ПРАЙС. Регистрация ядерного
излучения. - М., 1960, 464 с. RU 2009526 C1,
15.03.1994. US 4156139 A, 22.05.1979. US
5514870 A, 07.05.1996.

Адрес для переписки:
**620002, г.Екатеринбург, ул.Мира, 19, УГТУ-
УПИ, центр интеллектуальной собственности,
Т.В. Маркс**

(72) Автор(ы):

**Черепанов А.Н. (RU),
Шульгин Б.В. (RU),
Петров В.Л. (RU),
Королева Т.С. (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**ГОУ ВПО Уральский государственный
технический университет-УПИ (RU)**

(54) **СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДАТЧИК ЭЛЕКТРОННОГО И β -ИЗЛУЧЕНИЯ**

Опубликовано на CD-ROM: **MIMOSA RBI 2005/12D** **RBI200512D**

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: **2003130362**Дата прекращения действия патента: **15.10.2005**Извещение опубликовано: **20.06.2007** **БИ: 17/2007**