



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004113598/28, 23.04.2004

(24) Дата начала действия патента: 23.04.2004

(45) Опубликовано: 27.02.2005 Бюл. № 6

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: ГАЦЕНКО Л.С., ФЕДОСЕЕВА О.П. Полностью обедненные дрейфовые детекторы. Приборы и техника эксперимента. №4, 1974, с.46-48. RU 2199136 C2, 20.02.2003. SU 1147163 A1, 25.07.1995. RU 2197036 C1, 20.01.2003. FR 2738669 A, 14.03.1997. GB 1520903 A, 09.08.1978.

Адрес для переписки:

191040, Санкт-Петербург, а/я 40, О.Л. Сандигурскому

(72) Автор(ы):

Кузнецов А.В. (RU),
 Евсенин А.В. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

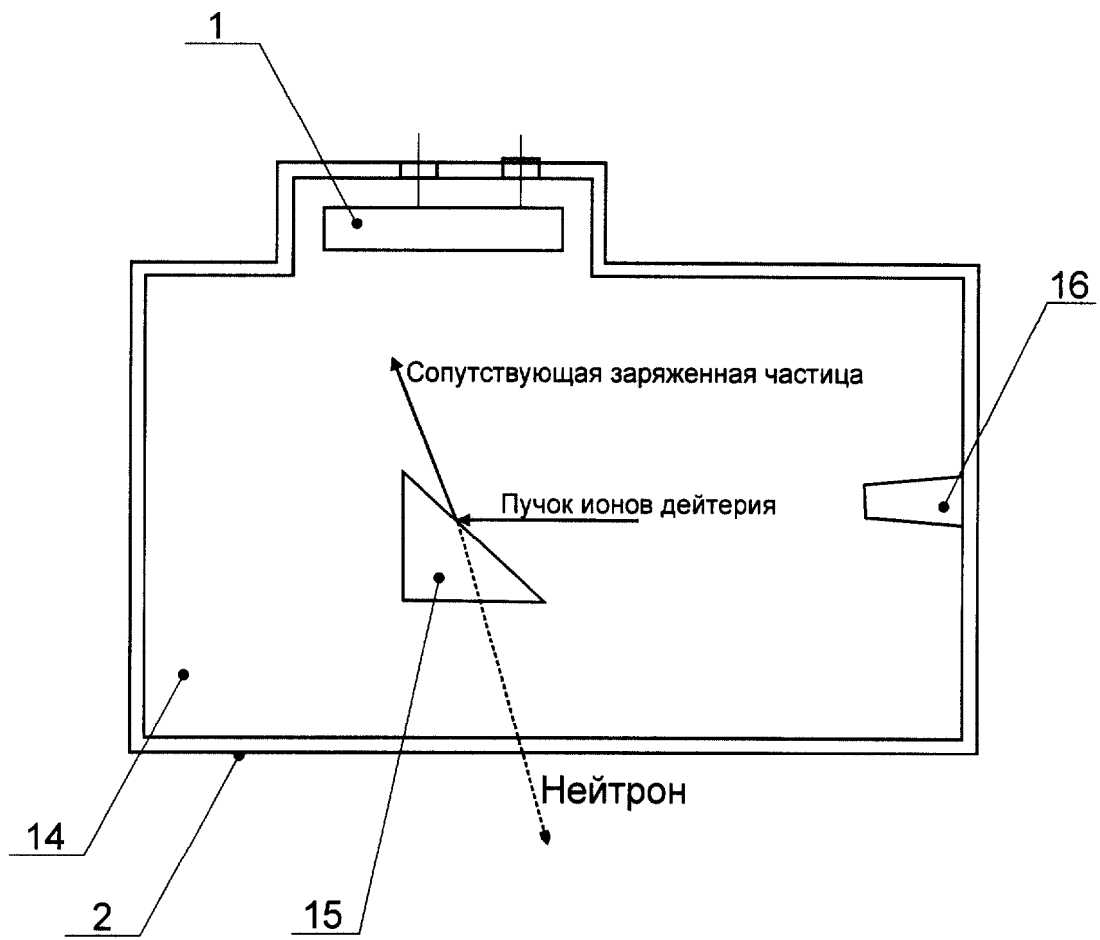
Общество с ограниченной ответственностью
 "Научно-технический центр прикладной физики
 НТЦ ПФ" (RU)

(54) ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ДЕТЕКТОР ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ СОПУТСТВУЮЩИХ НЕЙТРОНАМ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В НЕЙТРОННОМ ГЕНЕРАТОРЕ СО СТАТИЧЕСКИМ ВАКУУМОМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области ядерной физики и может быть использовано для регистрации сопутствующих нейтронам заряженных частиц в нейтронном генераторе со статическим вакуумом. Сущность: в полупроводниковом детекторе для регистрации сопутствующих нейтронам заряженных частиц в нейтронном генераторе, включающем полупроводниковый регистрирующий элемент, размещенный в диэлектрическом корпусе, закрытый как со стороны потока заряженных частиц, так и с противоположной стороны слоями металла, электрически соединенными с токоотводами, токоотвод со стороны потока заряженных частиц выполнен в виде жесткой прижимной металлической пластины с отверстием напротив

чувствительной зоны полупроводникового регистрирующего элемента, прикрепленной к диэлектрическому корпусу, а токоотвод с противоположной стороны выполнен в виде жесткой металлической пластины, поджатой пружинным элементом к полупроводниковому регистрирующему элементу, при этом диэлектрический корпус выполнен из вакуум-плотного материала, с газовой десорбционной способностью, не более $5 \cdot 10^{-8}$ мбар. см⁻². с⁻¹; корпус может быть выполнен из керамики. Технический результат изобретения: обеспечение возможности регистрации сопутствующих нейтронам заряженных частиц в нейтронном генераторе со статическим вакуумом при скорости регистрации до 10^7 частиц в секунду. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2004113598/28, 23.04.2004

(24) Effective date for property rights: 23.04.2004

(45) Date of publication: 27.02.2005 Bull. 6

Mail address:
191040, Sankt-Peterburg, a/ja 40, O.L.
Sandigurskomu

(72) Inventor(s):
Kuznetsov A.V. (RU),
Evsenin A.V. (RU)

(73) Proprietor(s):
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
"Nauchno- tekhnicheskij tsentr prikladnoj fiziki
NTTs PF" (RU)

(54) **SEMICONDUCTOR DETECTOR FOR RECORDING CHARGED-PARTICLE ASSOCIATED NEUTRONS IN STATIC-VACUUM NEUTRON GENERATOR**

(57) Abstract:

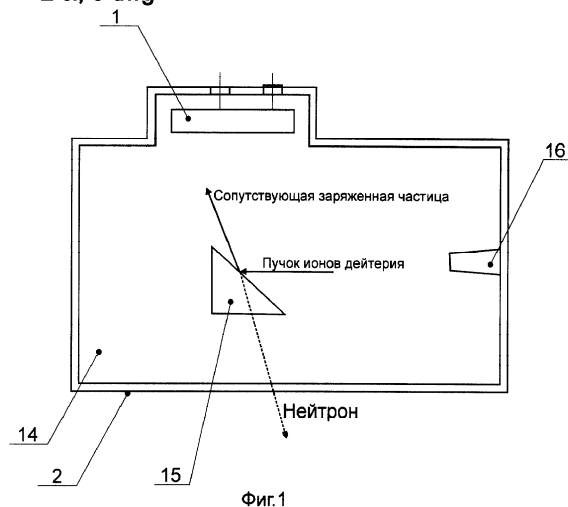
FIELD: nuclear physics; recording charged-particle associated neutrons in static-vacuum neutron generator.

SUBSTANCE: proposed semiconductor detector that can provide for recording charged-particle associated neutrons in static-vacuum neutron generator at recording speed of up to 10^7 particles per second has semiconductor recording element disposed in insulating case closed both on charged-particle flow end and on opposite end with metal layers electrically connected to current leads; current lead on charged-particle flow end is made in the form of stiff metal hold-down plate with holes opposite sensing zone of semiconductor recording element attached to insulating case; current lead connected at opposite end is made in the form of stiff metal plate pressed by means of spring-loaded member to semiconductor recording element; insulating case is made of vacuum-tight material of

gas desorption capacity not over 5×10^{-8} millibar per cm^{-2} per sec^{-1} ; case may be made of ceramics.

EFFECT: enhanced recording speed.

2 cl, 3 dwg



Изобретение относится к области ядерной физики и может быть использовано для регистрации сопутствующих нейтронам заряженных частиц в нейтронном генераторе со статическим вакуумом.

Известны устройства, содержащие, по меньшей мере, один неорганический сцинтиллятор, нанесенный на оптическое стекло, и фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). При этом сцинтиллятор(ы) находится в статическом вакууме нейтронного генератора, а ФЭУ - вне зоны вакуума, US 6297507.

Быстродействие и эффективность регистрации сопутствующих нейтронам заряженных частиц (чувствительность) этого устройства малы вследствие:

- 10 - недостаточной интенсивности свечения, вызванного прохождением через сцинтиллятор сопутствующих нейтронам заряженных частиц;
- поглощения части свечения самим сцинтиллятором;
- дополнительных потерь свечения в переходах сцинтиллятор - стекло - ФЭУ.

Устройство по причинам, изложенным выше, имеет быстродействие (максимальный счет 15 сопутствующих заряженных частиц) порядка 10^4 частиц в секунду. Такой счет (регистрация) сопутствующих заряженных частиц и, следовательно, выделенных по направлению "меченых" нейтронов является недостаточным для практического использования в системе неразрушающего анализа, базирующейся на портативном нейтронном генераторе, см. "Associated particle imaging (API)", Report of Bechtel Nevada (BN) Special Technologies Laboratory (STL), USA, DOE/NV 11718-223, UC-700, May, 1998, 20 <http://www.osti.gov/dublincore/gpo/servlets/purl/304166-TEKYDQ/webviewable/304166.pdf>.

Известен также полупроводниковый детектор для регистрации заряженных частиц, включающий полупроводниковый регистрирующий элемент, размещенный в диэлектрическом корпусе, выполненном из фольгированного стеклотекстолита, а также 25 токоотводы. Полупроводниковый регистрирующий элемент закреплен в корпусе эпоксидным клеем. Электроды, выполненные в виде тонких слоев металла, одновременно нанесены на поверхности полупроводникового элемента и корпуса напылением. Токоотводы (электрические контакты) прикреплены к металлу корпуса пайкой, проводящим клеем или прижимом, см. Гаценко Л.С., Федосеева О.П. "Полностью обедненные дрейфовые детекторы", "Приборы и техника эксперимента", №4, июль-август, 1974, с.46-48 30 (копия ссылки прилагается). Данное техническое решение принято за прототип настоящего изобретения и может использоваться для регистрации сопутствующих нейтронам заряженных частиц в объеме постоянно откачиваемого вакуума генератора нейтронов (Арльт Р. и др. "Абсолютные измерения сечения деления ^{239}Pu нейтронами энергией 8,5 35 МэВ", "Атомная энергия", том 57, вып.4, октябрь, 1984, с.249-251). В силу своей конструкции и материалов, из которых состоит устройство, оно не может быть использовано в ограниченном объеме со статическим (неоткачиваемым) вакуумом, в том числе, внутри статического вакуума нейтронного генератора. Это объясняется тем, что процесс получения статического вакуума требует высокотемпературного удаления газов, 40 связанного с нагревом всей конструкции при непрерывном откачивании вакуумного объема вместе с устройством, помещенным в этот объем, до температур порядка 400°C в течение 10-12 часов. При таких температурах электрические контакты, диэлектрическая изоляция и структура материалов устройства нарушаются вследствие разных температурных коэффициентов расширения или деградации самих материалов. Кроме того, материалы, из 45 которых выполнено устройство, не являются вакуум-плотными, поэтому процесс длительной десорбции газа после отсечения вакуумного объема от откачивающего насоса приводит в дальнейшем к нарушению статического вакуума и отказу работы нейтронного генератора.

Изобретением решается задача обеспечения возможности регистрации сопутствующих 50 нейтронам заряженных частиц в нейтронном генераторе со статическим вакуумом при скорости регистрации до 10^7 частиц в секунду. Для этого устройство должно быть устойчиво к нагреву до 400°C при откачивании вакуумной системы нейтронного генератора перед его запаиванием, нечувствительно к свечению как пучка, так и рассеянных на

мишени нейтронного генератора ионов дейтерия (третия), устойчиво к высоким потокам заряженных частиц и нейтронов (до 10^6 частиц в секунду через 1 см^2 поверхности), обладать малой десорбционной способностью, а также иметь слабую чувствительность к нейтронному, гамма-, рентгеновскому и электромагнитному излучениям.

5 Согласно изобретению эта задача решается за счет того, что в полупроводниковом детекторе для регистрации сопутствующих нейтронам заряженных частиц в нейтронном генераторе, включающем полупроводниковый регистрирующий элемент, размещенный в диэлектрическом корпусе, закрытый как со стороны потока заряженных частиц, так и с противоположной стороны слоями металла, электрически соединенными с токоотводами, 10 токоотвод со стороны потока заряженных частиц выполнен в виде жесткой прижимной металлической пластины с отверстием напротив чувствительной зоны полупроводникового регистрирующего элемента, прикрепленной к диэлектрическому корпусу, а токоотвод с противоположной стороны выполнен в виде жесткой металлической пластины, поджатой пружинным элементом к полупроводниковому регистрирующему элементу, при этом 15 диэлектрический корпус выполнен из вакуум-плотного диэлектрического материала с газовой десорбционной способностью не более $5 \cdot 10^{-8}$ мбар·см⁻²·с⁻¹; благодаря этому, практически, исключается искажение статического вакуума в течение полного цикла работы вакуумной трубки нейтронного генератора; корпус может быть выполнен из керамики.

20 Большая площадь контакта токоотвода с проводящими металлическими слоями полупроводникового регистрирующего элемента, обеспечиваемая в том числе и за счет механического прижима (давления), компенсирует расширение элементов устройства при высокотемпературном нагреве и предотвращает механические повреждения полупроводникового элемента; области полупроводникового элемента, чувствительные к свету и радиационным повреждениям, закрыты керамическим корпусом и находятся на 25 стороне устройства, противоположной мишени нейтронного генератора.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где изображено:

на фиг.1 - схема нейтронного генератора с размещенным в нем полупроводниковым детектором;

на фиг.2 - полупроводниковый детектор в разрезе;

30 на фиг.3 - вариант, предусматривающий агрегацию из трех детекторов, объединенных в общем корпусе.

Полупроводниковый детектор 1 для регистрации сопутствующих нейтронам заряженных частиц в нейтронном генераторе 2 включает полупроводниковый регистрирующий элемент 3. В конкретном примере элемент 3 выполнен из кремния с проводимостью n-типа. 35 Элемент 3 размещен в корпусе 4, выполненном из вакуум-плотного диэлектрического материала с газовой десорбционной способностью не более $5 \cdot 10^{-8}$ мбар·см⁻²·с⁻¹; вакуум-плотным материалом считается материал, обеспечивающий длительное сохранение заданной глубины вакуума, что обусловлено как его текстурой, так и минимальным выделением газов (газовой десорбционной способностью).

40 В рассматриваемом примере корпус выполнен из диэлектрического вакуум-плотного материала - керамики ХС-22. Полупроводниковый регистрирующий элемент 3 закрыт со стороны потока сопутствующих нейтронам заряженных частиц и с противоположной стороны, соответственно, слоями 5 и 6 металла, в частности алюминия, толщиной 1 мкм. 45 Слой 5 электрически соединен с токоотводом, выполненным в виде жесткой прижимной пластины 7 с отверстием 8 напротив чувствительной (центральной) зоны элемента 3. Пластина 7 прикреплена к корпусу 4 крепежными элементами 9. Одним из этих элементов закрепляется контактный элемент 10, выполненный из никелевой проволоки. Токоотвод с противоположной стороны представляет собой сплошную жесткую металлическую 50 пластину 11, поджатую пружинным элементом 12 к слою 6 полупроводникового регистрирующего элемента 3. К пластине 11 прикреплен контактный элемент 13 из никелевой проволоки. В объеме 14 статического вакуума нейтронного генератора размещена мишень 15, содержащая ионы трития, а также источник 16 ионов дейтерия.

Возможен также конструктивный вариант объединения нескольких полупроводниковых

детекторов в общий корпус (фиг.3).

Устройство работает следующим образом. Пучок ионов дейтерия от источника 16 попадает на мишень 15. В результате ядерной реакции образуются нейтроны с энергией 14 МэВ и сопутствующие им заряженные альфа-частицы с энергией 3,2 МэВ. Направление 5 сопутствующей нейтрону альфа-частицы всегда противоположно направлению нейтрона. Заряженная частица, попадая в полупроводниковый регистрирующий элемент 3, производит ионизацию внутри него, что приводит к протеканию тока через него и появлению быстрого (порядка наносекунд) электрического сигнала на токоотводах. 10 Регистрация сопутствующих заряженных частиц состоит в съеме с полупроводникового регистрирующего элемента быстрого (длительностью порядка 5-10 наносекунд) электрического сигнала, который выводится наружу из статического вакуума и поступает на регистрирующую аппаратуру. Устройство имеет быстродействие до 10^7 частиц в секунду, что позволяет увеличить скорость регистрации сопутствующих нейтронам заряженных частиц в 1000 раз и во столько же раз увеличить поток выделенных по направлению 15 "меченых" нейтронов по сравнению с устройствами, выполненными на базе сцинтилляторов, а в сравнении с устройством-прототипом заявленное устройство позволяет регистрировать сопутствующие нейтронам заряженные частицы в нейтронном генераторе со статическим вакуумом.

Данный полупроводниковый детектор прошел испытания на нейтронных генераторах со 20 статическим вакуумом. Суммарное число зарегистрированных заряженных частиц составляет 10^{13} .

Формула изобретения

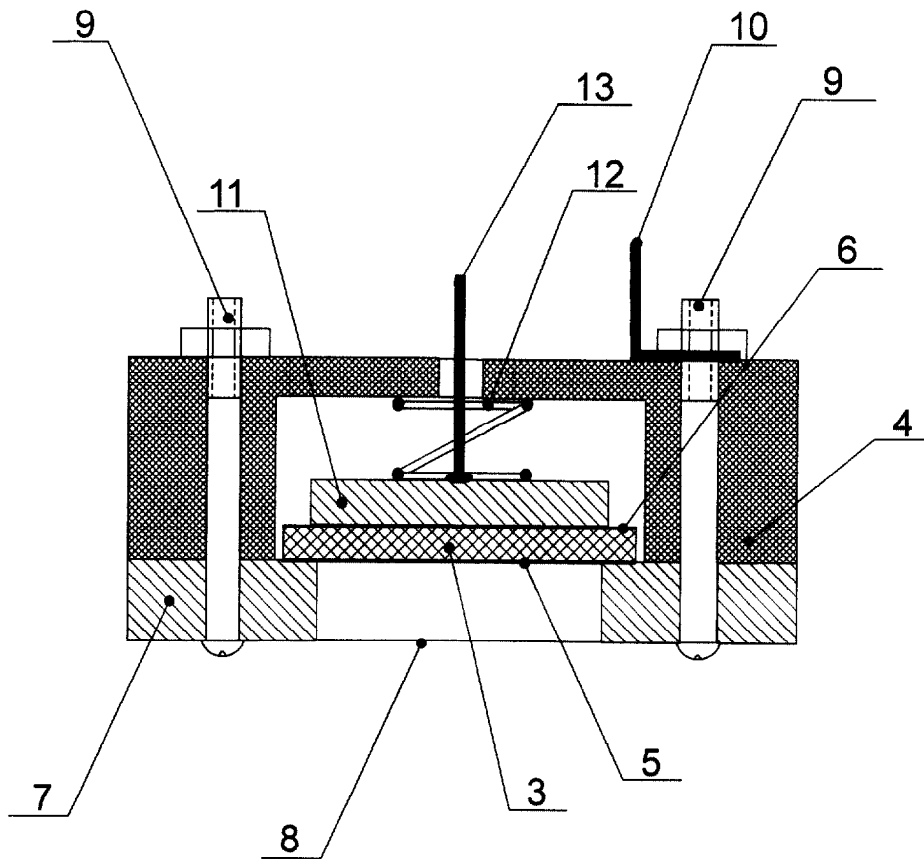
1. Полупроводниковый детектор для регистрации сопутствующих нейтронам заряженных 25 частиц в нейтронном генераторе со статическим вакуумом, включающий полупроводниковый регистрирующий элемент, размещенный в диэлектрическом корпусе, закрытый как со стороны потока заряженных частиц, так и с противоположной стороны 30 слоями металла, электрически соединенными с токоотводами, отличающийся тем, что токоотвод со стороны потока заряженных частиц выполнен в виде жесткой прижимной металлической пластины с отверстием напротив чувствительной зоны полупроводникового регистрирующего элемента, прикрепленной к диэлектрическому корпусу, а токоотвод с 35 противоположной стороны выполнен в виде жесткой металлической пластины, поджатой пружинным элементом к полупроводниковому регистрирующему элементу, при этом диэлектрический корпус выполнен из вакуум-плотного материала с газовой десорбционной способностью не более $5 \cdot 10^{-8}$ мбар. см⁻². с⁻¹.

2. Полупроводниковый детектор по п.1, отличающийся тем, что корпус выполнен из керамики.

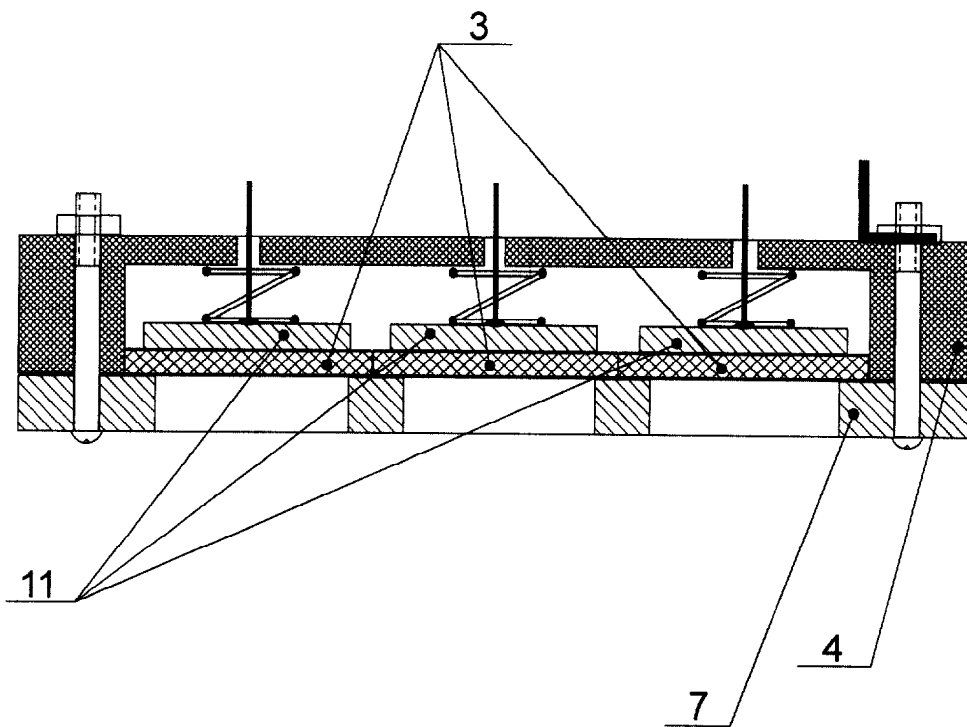
40

45

50



Фиг.2



Фиг.3