



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004124297/28, 09.08.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.08.2004

(43) Дата публикации заявки: 27.01.2006

(45) Опубликовано: 10.01.2007 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2229730 C2, 27.05.2004. RU 2178602
C2, 20.01.2002. DE 19711849 A, 24.09.1998.

Адрес для переписки:

142281, Московская обл., г.
Протвино, ул. Победы, 1, ФГУП Государственный
научный центр Российской Федерации Институт
Физики Высоких Энергий

(72) Автор(ы):

Воробьев Александр Павлович (RU),
Роднов Юрий Васильевич (RU),
Толбанов Олег Петрович (RU),
Айзенштат Геннадий Исаакович (RU),
Бородин Дмитрий Владиленович (RU),
Осипов Юрий Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное унитарное
предприятие Государственный научный центр
Российской Федерации Институт физики высоких
энергий (RU)

(54) ДЕТЕКТИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ РАДИАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ИОНИЗАЦИОННЫХ КАМЕР

(57) Реферат:

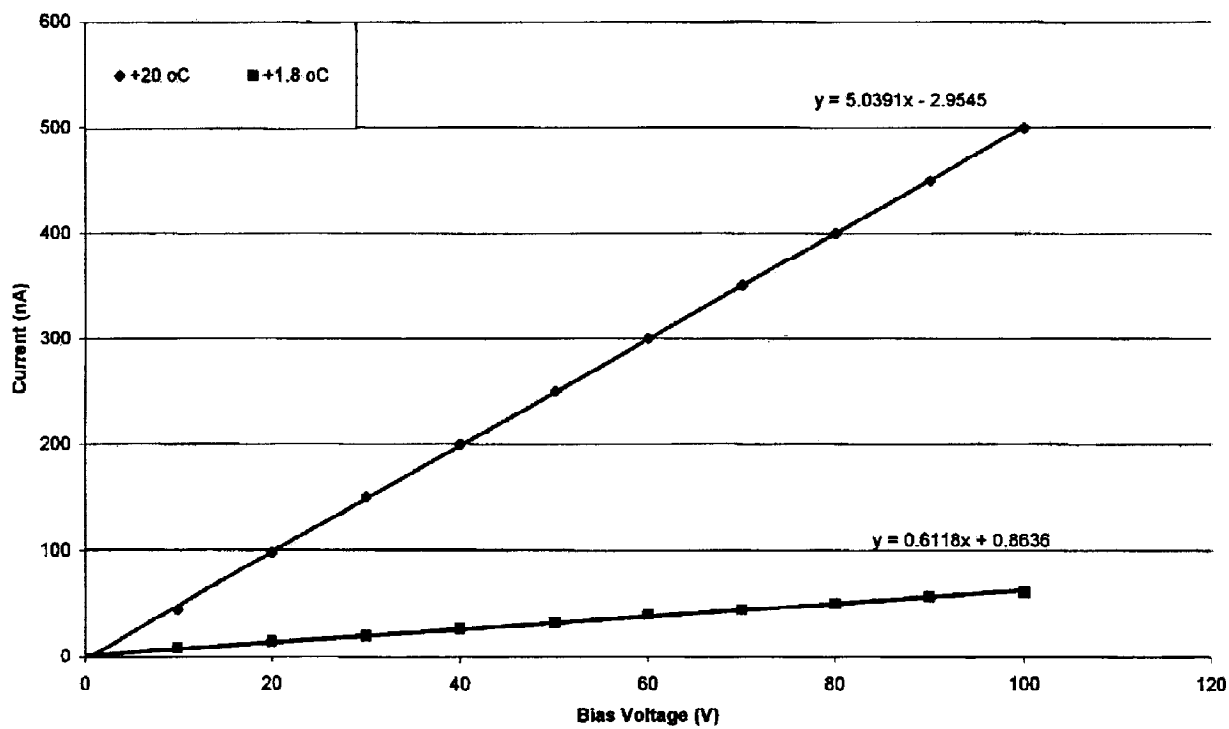
Детектирующее устройство может быть использовано для беспленочной регистрации радиационных изображений в дефектоскопии, медицинской рентгенографии и медицинской компьютерной томографии, в которых используются стандартные рентгеновские аппараты. Технический результат изобретения: повышение разрешающей способности, эффективности регистрации излучения, радиационной стойкости и надежности. Сущность:

в устройстве в качестве детекторов использованы твердотельные микрополосковые ионизационные камеры с резистивной характеристикой, изготовленные на основе полупроводникового материала из арсенида галлия. Для регистрации по времени в устройстве применена аналоговая микросхема, построенная по конвейерному циклу работы, в котором время регистрации изображения равно времени вывода информации из микросхемы. 2 ил.

RU 2 291 470 C 2

RU 2 291 470 C 2

I-V Characteristic for sample #622 L=250mkm (#1)



Фиг. 1

RU 2291470 C2

RU 2291470 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2004124297/28, 09.08.2004**(24) Effective date for property rights: **09.08.2004**(43) Application published: **27.01.2006**(45) Date of publication: **10.01.2007 Bull. 1**

Mail address:

**142281, Moskovskaja obl., g.
Protvino, ul. Pobedy, 1, FGUP Gosudarstvennyj
nauchnyj tsentr Rossijskoj Federatsii
Institut Fiziki Vysokikh Ehnergij**

(72) Inventor(s):

**Vorob'ev Aleksandr Pavlovich (RU),
Rodnov Jurij Vasil'evich (RU),
Tolbanov Oleg Petrovich (RU),
Ajzenshtat Gennadij Isaakovich (RU),
Borodin Dmitrij Vladilenovich (RU),
Osipov Jurij Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje Gosudarstvennyj nauchnyj tsentr
Rossijskoj Federatsii Institut fiziki
vysokikh ehnergij (RU)**

(54) **DETECT ARRANGEMENT FOR REGISTRATION OF RADIATION IMAGES WITH USING OF SOLID IONIZATION CHAMBERS**

(57) Abstract:

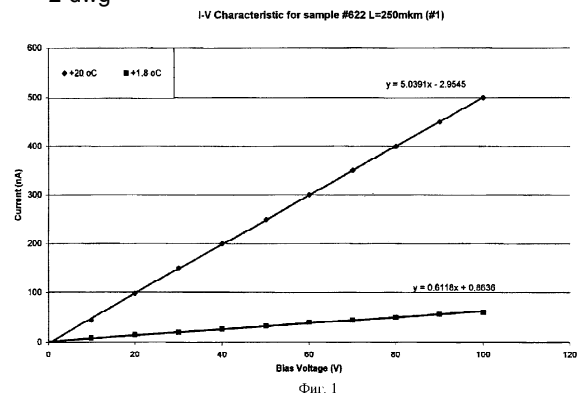
FIELD: the detect arrangement may be used for registration without a film of radiation images at radiographic inspection, medical radiography and medical tomography in which standard roentgenography apparatus are used.

SUBSTANCE: in the arrangement there are solid microstrip ionization chambers with resistance characteristics fulfilled on the basis of semi-insulating semi-conductive material out of gallium arsenide which are used in quality of detectors. For time registration the arrangement has an analogue microchip built up in accordance with conveyer cycle of work in which the time of registration of an image is equal to the time of information withdrawal out of the microchip.

EFFECT: increases resolution capability,

effectiveness of radiation registration,
radiation steadfastness and reliability.

2 dwg



Изобретение относится к области цифровой радиографии, в частности к бесплочной регистрации изображения, и может быть применено в медицинской рентгенографии, дефектоскопии и рентгеновской компьютерной томографии, при использовании стандартных рентгеновских аппаратов.

5 Известны рентгенографические устройства, в которых для регистрации интенсивности прошедшего через диагностируемый объект ионизирующего излучения используются рентгеновские пленки. Регистрация изображения на рентгеновских пленках позволяет
10 получить высокое пространственное разрешение, но для достижения необходимой контрастности, в связи с низкой эффективностью регистрации излучения, требуется длительная экспозиция, что увеличивает дозу облучения исследуемого объекта. Известны также рентгенографические устройства, в которых широко применяются бесплочные методы регистрации с использованием газовых, (S.E.Baru, V.M.Aulchenko, E.A.Babichev, M.S.Dubrovin, V.r.Groshev, A.G.Khabakhpashev, V.V.Porosev, V.V.Porosev, G.A.Savinov, L.I.Shekhtman, L.Smykov, A.A.Talyshev, V.M.Titov, Y.G.Ukrair, Velikzhanin,
15 Y.V.Zanevsky, Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. A 392 (1997), 1-3 (June 21), p. 12-17), и твердотельных детектирующих элементов (SU 1187577 A3, RU 2147138 C1). Устройства с бесплочными методами регистрации также имеют ряд существенных недостатков. В частности, устройства, использующие газовые ионизационные камеры, позволяют уменьшить дозы облучения, однако имеют значительно худшее
20 пространственное разрешение. Детектирующие устройства на твердотельных полупроводниковых детекторах из кремния и теллурида кадмия, в которых используются для регистрации излучения свойства полупроводникового барьерного перехода, позволяют иметь высокое пространственное разрешение, однако обладают сравнительно низкой радиационной стойкостью и малым объемом чувствительной области в детекторе, в
25 результате чего имеют сравнительно низкую эффективность регистрации излучения.

Наиболее близким техническим решением, выбранным нами в качестве прототипа (E.A.Babichev, S.E.Baru, A.G.Khabakhpashev, G.M.Kolachev, V.V.Neustroev, Y.N.Pestov, G.A.Savinov, L.I.Shekhtman, A.Martinez-Davalos, R.D.Speller, D.J.Miller, Nucl. Instrum. and Meth. in Phys. A 360 (1995), 1-2 (June 01), p.271-276.) является
30 известная конструкция детектирующего устройства, выполненная на газоразрядных ионизационных камерах, изготовленных в виде проволочных нитей, помещенных в определенную газовую среду, которая ионизируется при прохождении излучения. Координата точки взаимодействия квантов излучения в камере определяется током, наведенным в проволоке, связанной с соответствующей координатой в конструкции
35 камеры.

Недостатком известного детектирующего устройства является низкое пространственное разрешение, связанное с технологическими ограничениями на получение минимальной величины расстояния между проволоками, достигающего в лучших образцах 0,4 мм. Другим существенным недостатком является низкая плотность газовой среды и высокое
40 значение энергии ионизации газа, что не позволяет достигнуть высокой эффективности регистрации излучения. Кроме того, низкая радиационная стойкость газов вызывает необходимость контроля и поддержания определенного состава газовой смеси в процессе эксплуатации. Электрохимические процессы, протекающие на электродах камеры, ограничивают сроки эксплуатации установки, что требует для восстановления
45 работоспособности полной замены ионизационных камер.

Предлагаемое изобретение позволяет построить устройство, дающее высокое качество рентгенографического изображения при пониженной дозе облучения исследуемого объекта, обладает высокой радиационной стойкостью, и упрощает процедуру эксплуатации рентгенографической установки.

50 Поставленная цель достигается тем, что детектирующее устройство для регистрации ионизирующего излучения, содержащее микрополосковую ионизационную камеру и многоканальную микросхему, что ионизационная камера выполнена твердотельной, на основе полоскопараллельной структуры, состоящей из полуизолирующего, резистивного, с

большей удельной плотностью, материала - арсенида галлия, на одной стороне которого с помощью процесса микролитографии нанесены микрополосковые электроды, а на другой - сплошной электрод, где в чувствительной области, образованной между электродами, устанавливается однородное распределение напряженности электрического поля, ориентированного перпендикулярно направлению распространения ионизирующего излучения, токи ионизации от которого собираются микрополосковыми электродами, связанными с многоканальной микросхемой, выполняющей операцию интегрирования токов с микрополосковых электродов на микроконденсаторах многоканальной микросхемы, позволяющей с помощью промежуточной аналоговой памяти, расположенной в ней, организовать конвейерный цикл работы, в котором интегрирование токов и последовательный вывод соответствующих им значений амплитуд напряжений за предыдущий цикл интегрирования выполняются параллельно во времени, а время интегрирования определяется интервалом времени последовательного вывода амплитудных значений напряжений с микроконденсаторов на выходе микросхемы за вычетом времени выполнения внутреннего цикла работы микросхемы.

В заявленном в устройстве ионизационная камера выполнена на твердотельном, полуизолирующем, радиационностойком полупроводниковом соединении - арсениде галлия, которое (G.I.Ayzenshtat, E.A.Babichev, S.E.Baru, V.R.Groshev, G.A.Simonov, O.P.Tolbanov, A.P.Vorobiev, Nucl. Instrum. and Meth. in Phys. Res. A 509 (2003) p 268-273) имеет низкий порог ионизации и высокую удельную плотность материала с большим коэффициентом радиационного поглощения. Для регистрации токов используется микросхема с аналоговой памятью, позволяющая организовать конвейерный цикл работы, в котором интегрирование токов и последовательный вывод соответствующих значений амплитуд напряжений выполняются параллельно во времени. Таким образом, время экспозиции при регистрации излучения равно времени вывода амплитудной информации (за исключением времени, затрачиваемого на выполнение внутреннего, служебного цикла работы микросхемы, который составляет несколько процентов от общего времени экспозиции).

Известно, что эффективность регистрации излучения зависит от плотности материала в чувствительной области детекторов. Плотность полупроводникового материала арсенида галлия составляет - $5,32 \text{ г/см}^3$ при пороге ионизации - 4,5 электронвольта, что позволяет поднять эффективность и контрастную чувствительность более чем на порядок в условиях пониженной дозы облучения объекта по сравнению с прототипом. Дополнительное увеличение эффективности регистрации излучения достигается тем, что ионизирующее излучение вводится в торец чувствительной области детекторов, параллельно сформированным (см. ниже) микрополосковыми электродами, что увеличивает эффективную длину поглощения излучения в материале детектора. В данном устройстве получено пространственное разрешение до 10 пар линий на миллиметр с предельной контрастной чувствительностью (0,1-0,2)% при токе рентгеновской трубки 100 мкА. Для прототипа эта величина составляет 1,2 пар линий на миллиметр при тех же условиях.

Используемый твердотельный материал из арсенида галлия дает возможность применить его как элемент несущей конструкции, на основе которой изготавливается с помощью технологии микролитографии плоскопараллельная микрополосковая система детекторов, в чувствительной области которых, образованной между электродами детектора, имеется однородное распределение напряженности электрического поля, соответствующее резистивной вольт-амперной характеристике для однородного материала. На фиг.1 приведена вольт-амперная характеристика детектора при разных температурах. Линейная зависимость между током и напряжением отличает данный детектор от других детекторов, имеющих барьерный переход. Такая форма характеристики позволяет легко корректировать параметры электронных каналов в процессе эксплуатации устройства. Технология микролитографии дает возможность получить более высокую плотность детекторов на единицу длины камеры и тем самым повысить пространственное разрешение устройства.

Исследования радиационной стойкости показали, что ионизационная камера, изготовленная на основе материала из арсенида галлия изменяет свои характеристики в пределах нескольких процентов в диапазоне доз облучения - до 100 Мрад, тогда как газовые ионизационные камеры имеют предел радиационной стойкости в несколько десятков Крад.

Примененная в предлагаемом устройстве многоканальная аналоговая микросхема (Д.В.Бородин, Ю.В.Осипов, Н.А.Шушкевич, Ф.Ф.Лопухин, Прикладная Физика №1 (2003)), выполняет операции интегрирования токов с микрополосковых электродов, с микрополосковых электродов на микроконденсаторах многоканальной микросхемы, позволяющей с помощью промежуточной аналоговой памяти, расположенной в ней организовать конвейерный цикл работы, дающий высокую временную эффективность работы устройства.

Заявленное изобретение может быть реализовано по схеме, приведенной на фиг.2, состоящей из следующих блоков: блока 1 - полупроводниковые микрополосковые детекторы, блока 2 - входные усилители, блока 3 - интегрирующие микроконденсаторы, блока 4 - ключи разряда интегрирующих микроконденсаторов, блока 5 - ключи подключения к интегрирующим микроконденсаторам аналоговой памяти, блока 6 - микроконденсаторы аналоговой памяти, блока 7 - ключи последовательного подключения микроконденсаторов аналоговой памяти к выходу микросхемы 8, блока - 9 управление ключами аналоговой памяти и блока - 10 управление ключами разряда интегрирующих конденсаторов. Блоки 2-10 составляют общую структуру микрочипа интегральной микросхемы. Токи с микрополосковых электродов из блока 1 поступают на входы усилителей в блоке 2, выходные токи которых интегрируются за время экспозиции на микроконденсаторах в блоке 3. Время интегрирования (время экспозиции) определяется интервалом времени последовательного вывода амплитудных значений напряжений с микроконденсаторов аналоговой памяти путем последовательного переключения ключей в блоке 7, связанных с выходом микросхемы 8. По окончании вывода в блоке 9 вырабатывается команда управления ключами в блоке 5, в результате чего происходит перезарядка микроконденсаторов аналоговой памяти в блоке 6 до значений соответствующим уровням потенциалов на интегрирующих микроконденсаторах в блоке 3, после чего поступает команда из блока 10 в блок 4, разрядки микроконденсаторов в блоке 3, в результате чего микросхема устанавливается в исходное состояние. Временной интервал перезарядки конденсаторов аналоговой памяти и разрядки интегрирующих микроконденсаторов составляет несколько процентов от общего времени измерений.

Таким образом, осуществляется конвейерный цикл работы микросхемы, позволяющий получить высокую временную эффективность работы за весь цикл измерений.

В микросхеме предусмотрена возможность компенсации темного тока детекторов, что позволяет (с учетом резистивной характеристики детекторов) по мере накопления дозы облучения производить коррекцию характеристик всех электронных каналов в процессе эксплуатации. Для увеличения времени интегрирования, в микросхеме предусмотрена установка трех значений постоянных времени интегрирования.

С целью уменьшения шумов устройства, детекторы и микросхемы размещаются в термокамере с рабочей температурой 5 градусов по Цельсию.

Таким образом, именно заявленное применение ионизационной камеры, изготовленной из твердотельного полуизолирующего, резистивного, с большой удельной плотностью и высокой радиационной стойкостью материала, на основе которого изготовлена с помощью микролитографической технологии микрополосковая система детекторов, с пространственным разрешением, составляющим десятки микрон, в сочетании с микросхемой, обладающей высокой эффективностью использования времени регистрации, связанные единым изобретательским замыслом, позволяют достичь поставленной цели.

Сопоставительный анализ с прототипом и другими техническими решениями показывает, что заявляемое устройство отличается новым техническим решением - сочетающее в себе высокую эффективность непосредственной регистрации

ионизирующего излучения с высокой временной эффективностью измерений при высоком пространственном разрешении и радиационной стойкости.

- Положительный эффект достигается использованием твердотельной ионизационной камеры, в которой в качестве активной ионизируемой среды используется твердотельный, полупроводниковый материал - арсенид галлия, используемый так же, как элемент конструкции, на поверхности которого сформированы с помощью технологии микролитографии с большой плотностью на единицу длины микрополосковые электроды, непосредственно связанные с микросхемой, обладающей высокой эффективностью использования интервала времени измерений.
- Этим достигается повышение эффективности регистрации ионизирующего излучения при уменьшенной дозе облучения исследуемого объекта, повышение пространственного разрешения рентгенограммы, повышение радиационной стойкости устройства и увеличение длительности эксплуатации установки при сокращении эксплуатационных расходов.
- Все это позволяет сделать вывод о соответствии технического решения критерию "существенные отличия", а также по перечисленным техническим решениям в сравнении с прототипом соответствие критерию изобретения "новизна".

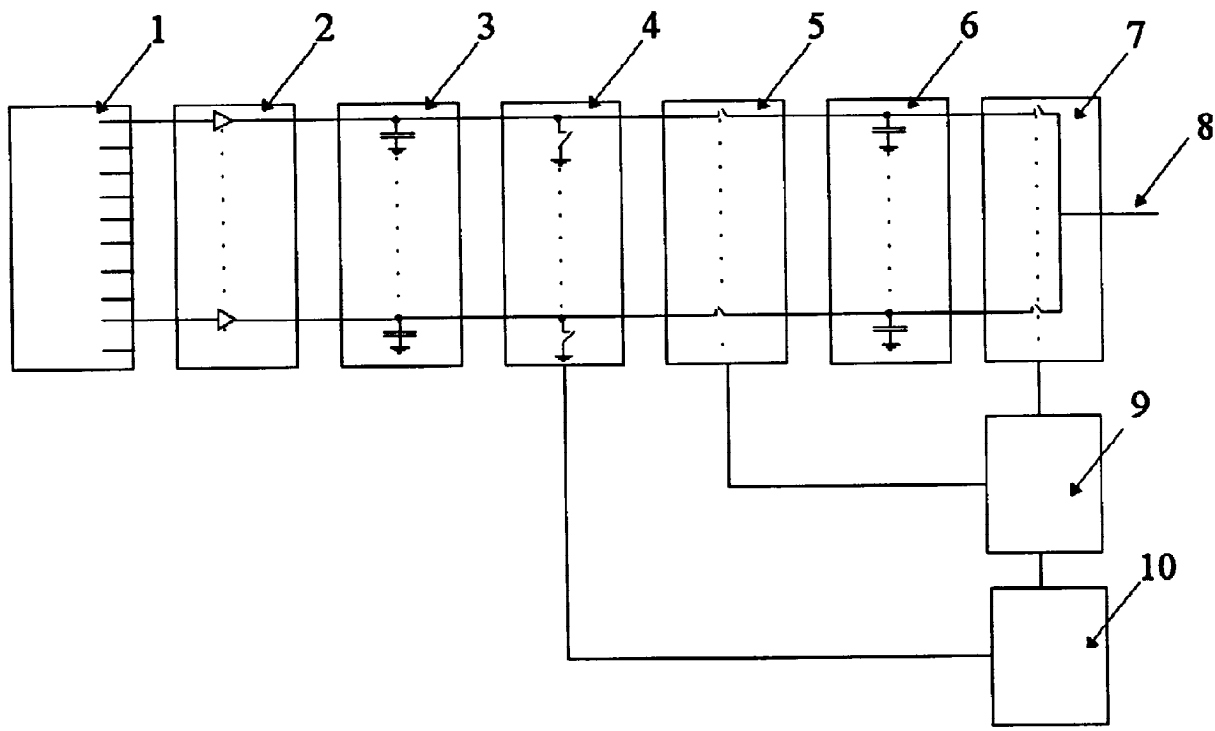
Формула изобретения

- Детектирующее устройство для регистрации ионизирующего излучения, содержащее микрополосковую ионизационную камеру и многоканальную микросхему, отличающееся тем, что ионизационная камера выполнена твердотельной на основе плоскопараллельной структуры, состоящей из полупроводникового резистивного, с большей удельной плотностью материала - арсенида галлия, на одной стороне которого с помощью процесса микролитографии нанесены микрополосковые электроды, а на другой - сплошной электрод, где в чувствительной области, образованной между электродами, устанавливается однородное распределение напряженности электрического поля, ориентированного перпендикулярно направлению распространения ионизирующего излучения, токи ионизации от которого собираются микрополосковыми электродами, связанными с многоканальной микросхемой, выполняющей операцию интегрирования токов с микрополосковых электродов на микроконденсаторах многоканальной микросхемы, позволяющей с помощью промежуточной аналоговой памяти, расположенной в ней, организовать конвейерный цикл работы, в котором интегрирование токов и последовательный вывод соответствующих им значений амплитуд напряжений за предыдущий цикл интегрирования выполняются параллельно во времени, а время интегрирования определяется интервалом времени последовательного вывода амплитудных значений напряжений с микроконденсаторов на выходе микросхемы за вычетом времени выполнения внутреннего цикла работы микросхемы.

40

45

50



Фиг. 2