



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 029 316** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **G 01 T 1/24, 1/16, 1/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 5062580/25, 17.09.1992

(46) Дата публикации: 20.02.1995

(56) Ссылки: 1. Иванов В.И. Курс дозиметрии. М.: Атомиздат, 1970. (56)2. Дирнли Д., Нортроп Д. Полупроводниковые детекторы ядерных излучений. М.: Мир, 1964. (56)3. Авторское свидетельство СССР N 1026550, кл. G 01T 1/02, 1981. (56)4. Заявка Японии N 62-28432, кл. G 01T 1/24, A 61 36/03, G 01N 23/04, 1987. (56)5. Авторское свидетельство СССР N 1599819, кл. G 01T 1/38, 1988.

(71) Заявитель:

Минеев Юрий Васильевич,
Трофимов Павел Николаевич

(72) Изобретатель: Минеев Юрий Васильевич,
Трофимов Павел Николаевич

(73) Патентообладатель:

Минеев Юрий Васильевич,
Трофимов Павел Николаевич

(54) СПЕКТРОМЕТР-ДОЗИМЕТР

(57) Реферат:

Изобретение относится к ядерной физике, дозиметрии, биофизике, радиационной медицине и экологии, а именно к спектрометрии и дозиметрии ядерных излучений веществ (биопрепаратов, лекарств, продовольственных и промышленных изделий). Сущность изобретения состоит в том, что в устройстве измерения применено три полупроводниковых детектора разной толщины и из определенного материала, расположенных друг под другом, каждый из которых последовательно соединен с зарядочувствительным усилителем, компаратором, стрелочером-усилителем и аналого-цифровым преобразователем. Выходы последних соединены с шиной данных однокристалльной ЭВМ, с которой связано оперативное запоминающее

устройство, плата интерфейса, устройство индикации, схема управления, пульт управления. Первая шина управления однокристалльной ЭВМ подсоединена к оперативному запоминающему устройству, плате интерфейса, устройству индикации, пульту управления, схеме управления и блокировочным входами зарядочувствительных усилителей первого, второго, третьего каналов соответственно, вторая шина управления соединена со схемой управления, шиной данных однокристалльной ЭВМ, платой компаратора и стрелочеро-усилителей, аналого-цифровыми преобразователями первого, второго, третьего каналов соответственно. Этим достигается полная автоматизация измерений и обработки данных. 2 ил.

RU 2 0 2 9 3 1 6 C 1

RU 2 0 2 9 3 1 6 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 029 316** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **G 01 T 1/24, 1/16, 1/02**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 5062580/25, 17.09.1992

(46) Date of publication: 20.02.1995

(71) Applicant:

Mineev Jurij Vasil'evich,
Trofimov Pavel Nikolaevich

(72) Inventor: **Mineev Jurij Vasil'evich,**
Trofimov Pavel Nikolaevich

(73) Proprietor:

Mineev Jurij Vasil'evich,
Trofimov Pavel Nikolaevich

(54) **SPECTROMETER-DOSIMETER**

(57) Abstract:

FIELD: nuclear technology. SUBSTANCE: measuring unit has three semiconductor detectors with different thickness and made of different materials; the detectors are located one under another. Each detector is connected in series with charge-sensitive amplifier and analog-to-digital converter, comparator, stretcher-amplifier, analog-to-digital converter. Outputs of above mentioned units are connected with data bus of single-crystal microcomputer. On-line memory, interface circuit, indication unit, control circuit, control board are connected with the microcomputer.

The first control bus of single-crystal microcomputer is connected with on-line memory, interface circuit, indication unit, control board, control circuit and blocking inputs of charge-sensitive amplifiers of the first to the third channels correspondingly. The second control bus is connected with control circuit, data bus of single-crystal microcomputer, plate of the comparator and stretchers-amplifiers, analog-to-digital converters of the first to the third channels correspondingly. EFFECT: complete automation of measurement and data processing. 2 dwg

RU 2 0 2 9 3 1 6 C 1

RU 2 0 2 9 3 1 6 C 1

Изобретение относится к ядерной физике, дозиметрии, ядерному приборостроению, радиационной медицине и биологии.

Существуют различные методы определения радиоактивности веществ, биопрепаратов, образцов почв, пищевых продуктов и т.д. Их применение обычно основано на использовании различных методик и приборов ядерной физики. Это методики измерения радиоактивности веществ с помощью ионизационных, газоразрядных, сцинтилляционных, полупроводниковых и других счетчиков [1,2], входящих в состав дозиметров. Однако на практике часто необходимо измерять раздельно все три вида радиоактивности одновременно и одной методикой (например, в случае изучения последствий аварий в Чернобыле, Челябинске-70 и др.).

Применение полупроводниковых детекторов [2] и систем из них дает возможность создания более информативных и одновременно более простых, долговечных и мобильных устройств измерения радиоактивности, что затруднено в случае применения громоздких сцинтилляционных и ионизационных детекторов и малоинформативных газоразрядных детекторов, не измеряющих, как правило, альфа-радиоактивность. Однако применение одного полупроводникового детектора в дозиметре [3] не позволяет регистрировать дозу от всех видов излучений, так как он нечувствителен ко всем видам излучения одновременно.

Известно полупроводниковое устройство [4], регистрирующее заряженные излучения. Однако оно не регистрирует нейтральное гамма-излучение и не использует спектрометрические и идентификационные свойства системы полупроводниковых детекторов. Недостатком является применение аналоговой обработки сигналов от детекторов, а не цифровой, обладающей гораздо большими быстродействиями и точностью.

Известно устройство измерения спектров и идентификации заряженного радиоактивного излучения на основе использования методики $\Delta E-E$ на двух полупроводниковых детекторах [2,5]. Наиболее близким по сути к изобретению следует считать спектрометр-идентификатор [5]. Однако он не регистрирует нейтральное гамма-излучение и применяемый в нем блок памяти не позволяет определять дозу излучений, что не реализует всех возможностей метода.

В изобретении преодолен этот недостаток, для регистрации гамма-излучения вводится третий полупроводниковый детектор, конструктивно располагаемый за вторым. Третий детектор выбирается из такого полупроводникового материала и такой толщины (несколько миллиметров), чтобы обеспечить регистрацию гамма-квантов в большом диапазоне энергий. Он применяется из полупроводникового материала, более эффективного к регистрации гамма-излучения, с энергией 0,1-10 МэВ, например из германия, теллурида кадмия или иодида ртути, веществ, более эффективных к гамма-излучению, чем кремниевый детектор из-за того, что атомный номер Z германия ($Z=32$) и особенно иодида ртути ($Z=80$)

превосходит атомный номер кремния ($Z=14$).

На фиг.1 приведено устройство для определения альфа-, бета- и гамма-радиоактивности вещества, биопрепаратов, образцов почв и т.д.

Измерение радиоактивности осуществляются следующим образом. Исследуемый образец 3 помещается на полочке штатива 1. Телескоп 2 полупроводниковых детекторов, состоящий из трех полупроводниковых детекторов (альфа, бета и гамма) и помещенный в тубус, с помощью винта штатива подводится к исследуемому на радиоактивность веществу достаточно близко с тем, чтобы была возможность регистрации альфа-частиц (≈ 2 см от вещества). В тубусе в отсеке за детекторами размещаются регистрирующая электроника и устройство связи с персональной ЭВМ 4. Определение радиоактивности веществ сводится к помещению их на расстояние ≈ 2 см к предложенному устройству, состоящему из трех полупроводниковых детекторов разной толщины и из определенного материала, чем достигается одновременная регистрация потоков энергии и доз альфа-, бета- и гамма-радиоактивности.

Цель изобретения - устройство для одновременного измерения потоков, спектров и доз альфа-, бета- и гамма-излучения веществ, повышение информативности, увеличение динамического диапазона регистрируемых энергий и доз, уменьшение времени и увеличение точности измерения при высоком быстродействии, что достигается определением радиоактивности при помощи трех расположенных друг под другом полупроводниковых детекторов альфа-, бета- и гамма-излучения разной толщины и из определенного материала, в том числе применением специального (третьего) детектора гамма-излучения толщиной несколько миллиметров, что позволяет существенно расширить динамический диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения более точным определением суммарной дозы и полностью автоматизировать измерения.

Цель изобретения достигается тем, что в устройстве измерения применено три полупроводниковых детектора разной толщины и из определенного материала, расположенных друг под другом, каждый из которых последовательно соединен с зарядочувствительным усилителем, компаратором, стрелочным усилителем и амплитудно-цифровым преобразователем, выходы которых соединены с шиной данных однокристалльной ЭВМ, с которой связаны оперативное запоминающее устройство, плата интерфейса, устройство индикации, схема управления, пульт управления, шина управления однокристалльной ЭВМ подсоединена к оперативному запоминающему устройству, плате интерфейса, устройству индикации, пульту управления, схеме управления и блокировочным входам зарядочувствительных усилителей первого, второго и третьего каналов соответственно, а шина управления соединена со схемой управления, шиной данных однокристалльной ЭВМ, платой компаратора и стрелочных усилителей,

амплитудно-цифровыми преобразователями первого, второго и третьего каналов соответственно, чем достигается полная автоматизация измерений и обработки данных.

Существенным отличием предлагаемого устройства является возможность раздельной и одновременной регистрации потоков и доз альфа-, бета и гамма-излучения в большом диапазоне энергий, определяемой толщиной каждого из трех детекторов, а также выбором полупроводникового материала детекторов. Это позволяет повысить точность измерения дозы в несколько раз по сравнению с прототипом за счет более точного определения энергетического спектра регистрируемых излучений (альфа, бета и гамма).

Предлагаемые отличительные признаки в совокупности не известны, поэтому предлагаемое решение удовлетворяет критерию "Существенные отличия".

Функциональная схема спектрометра-дозиметра приведена на фиг.2.

Спектрометр-дозиметр включает в себя блок 5 детекторов, состоящий из трех полупроводниковых детекторов (с коллиматором), три идентичных канала, состоящих каждый из блока 6 аналоговых измерений и аналого-цифрового преобразователя (АЦП) 7, блок 8 управления, однокристалльную ЭВМ 9, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) 10, индикатор 11, блок 12 клавиатуры, интерфейсный блок 13. Первый- третий выходы блока 5 системы из трех полупроводниковых детекторов 1 соединены с первыми входами соответственно первого-третьего блоков 6 аналоговых измерений, первые выходы которых соединены с первыми входами первого - третьего АЦП 7. Вторые выходы первого-третьего блоков 6 аналоговых измерений и первые выходы первого-третьего АЦП 7 через шину управления подсоединены к первым входам блока 8 управления, а первые выходы блока управления через шину управления соединены с вторыми входами первого-третьего АЦП 7 соответственно. Вторые выходы первого-третьего АЦП 7 соединены с общей шиной однокристалльной ЭВМ 9, с которой связаны вторые выходы блока 8 управления, совмещенные входы-выходы ОЗУ 10, первые входы индикатора 11, первые выходы блока 12 клавиатуры, совмещенные входы-выходы интерфейсного блока 13. Первые выходы однокристалльной ЭВМ 9 соединены с первыми входами ОЗУ 10. Вторые выходы однокристалльной ЭВМ 9 через шину управления соединены с вторыми входами ОЗУ 10, вторыми входами индикатора 11, входами блока 12 клавиатуры, вторыми входами интерфейсного блока 13, вторыми входами блока 8 управления, вторыми входами соответственно первого-третьего блоков 6 аналоговых измерений, а входы однокристалльной ЭВМ 9 через шину управления соединены с вторыми выходами блока 12 клавиатуры, вторыми выходами интерфейсного блока 13, третьими выходами блока управления. Первые входы и выходы интерфейсного блока 13 выведены на отдельный разъем и служат для подключения прибора к ЭВМ.

Спектрометр-дозиметр функционирует следующим образом.

При регистрации альфа-, бета- или гамма-излучения электрический импульс с соответствующего полупроводникового детектора поступает на блок 6, в котором происходит усиление и формирование сигнала для последующего преобразования в АЦП 7, а также формирование запускающего и идентифицирующего импульса для блока 8 управления. Код амплитуды после преобразования фиксируется во внутреннем регистре АЦП 7 и в соответствующем программном цикле записывается в ОЗУ 10. Идентификационный код детектора, в котором зарегистрировано излучение, формируется блоком 8 и считывается ЭВМ 9 одновременно с кодом амплитуды. Преобразования в трех каналах происходят независимо с разбиением регистрируемого диапазона энергий на 63 уровня, что позволяет производить анализ регистрируемых альфа-, бета- и гамма-излучений по их спектральному, энергетическому и изотопному составу для альфа-излучения, используя при этом программно реализованные метод $\Delta E-E$, логику совпадений - антисовпадений, а также определять дозу как суммарную, так и по каждому виду излучений.

Работой спектрометра-дозиметра управляет ЭВМ 9 в соответствии с заданным режимом. Режим задается оператором в интерактивном режиме при помощи блоков 12 и 13. Управляющие сигналы от ЭВМ 9 к периферийным устройствам передаются по шине управления. Быстродействие системы достигается за счет программно-аппаратной реализации цикла записи данных, выставляемых АЦП 7 в ОЗУ 10. Аппаратную поддержку цикла записи осуществляет блок 8 управления, используя для этого первую и вторую шины управления. Интерфейсный блок 13 обеспечивает побайтный параллельный или последовательный обмен между спектрометром-дозиметром и ЭВМ любого типа (ДВК, IBM и др.) а также запись и чтение с кассетного магнитофона любого типа.

В соответствии с заданной программой измерений ЭВМ 9 осуществляет управление работой спектрометра-дозиметра и производит накопление информации в ОЗУ 10. По завершении накопления и обработки данные отображаются на индикаторе 11 или записываются на магнитофон, либо считываются ЭВМ для более детального анализа. Применение ЭВМ 9 с набором подпрограмм, хранящимся в резидентном постоянном запоминающем устройстве, позволяет оперативно управлять прибором, изменять алгоритм обработки данных, а также использовать спектрометр-идентификатор-дозиметр совместно с ЭВМ любого типа (ДВК, IBM и др.).

Предлагаемый спектрометр-дозиметр позволяет производить регистрацию потоков и доз альфа-излучения с энергией 1-25 МэВ/нуклон и активностью с 0,5 беккерелей/л и эффективностью, близкой к 100%, бета-излучения с энергией 0,1-3 МэВ с эффективностью 80%, бета-излучения с энергией 3-5,5 МэВ с эффективностью 50% и с активностью 1-2 беккереля/л, гамма-излучения с энергией 0,05-2 МэВ с

эффективностью $\approx 20\%$ и с энергией 2-10 МэВ с эффективностью не хуже 10%, начиная с фоновых значений мощности эквивалентной дозы 0,15 мкЗВ/ч (15 мкР/ч). Диапазон регистрируемых потоков излучений составляет от начальных (фоновых значений) до 10^6 частиц/см².с. Определяется также суммарная мощность эквивалентной дозы. Спектрометр-дозиметр может быть использован для широкого круга задач: от бытовой дозиметрии высокой точности до специальных научных исследований. Так, например, он позволяет измерять содержание стронция-90 в продуктах питания и природных объектах с точностью до 0,1 беккереля на образец с массой 30 г, определять содержание радона-222, одновременно с его изотопами-219 и 220.

Формула изобретения:

СПЕКТРОМЕТР-ДОЗИМЕТР, содержащий блок детекторов, состоящих из двух полупроводниковых детекторов, первый и второй выходы которой соединены соответственно с первыми входами первого и второго блоков аналоговых измерений, первые выходы которых связаны с первыми входами соответственно первого и второго аналого-цифровых преобразователей, блок управления и однокристалльную электронно-вычислительную машину, связанную первым входом и выходом с общей шиной, к которой подсоединены

совмещенные входы-выходы оперативного запоминающего устройства, первые входы индикатора и первые выходы блока клавиатуры, отличающийся тем, что в него введены третий блок аналоговых измерений, третий аналого-цифровой преобразователь, а в блок детекторов введен третий полупроводниковый детектор, выход которого является третьим выходом блока детекторов и подключен к первому входу третьего блока аналоговых измерений, первый выход которого связан с первым входом третьего аналого-цифрового преобразователя, вторые входы и первые выходы всех аналого-цифровых преобразователей, первые вход и выход блока управления и вторые выходы всех блоков аналоговых измерений подключены к первой шине управления, вторые выходы всех аналого-цифровых преобразователей и блока управления подсоединены к общей шине однокристалльной электронно-вычислительной машины и совмещенным входам-выходам блока интерфейса, вторые входы всех блоков аналоговых измерений связаны с второй шиной управления, к которой подсоединены третий выход и второй вход блока управления, второй вход и выход однокристалльной электронно-вычислительной машины, вторые входы оперативного запоминающего устройства и индикатора, вторые вход и выход интерфейса, а также вход и второй выход блока клавиатуры.

30

35

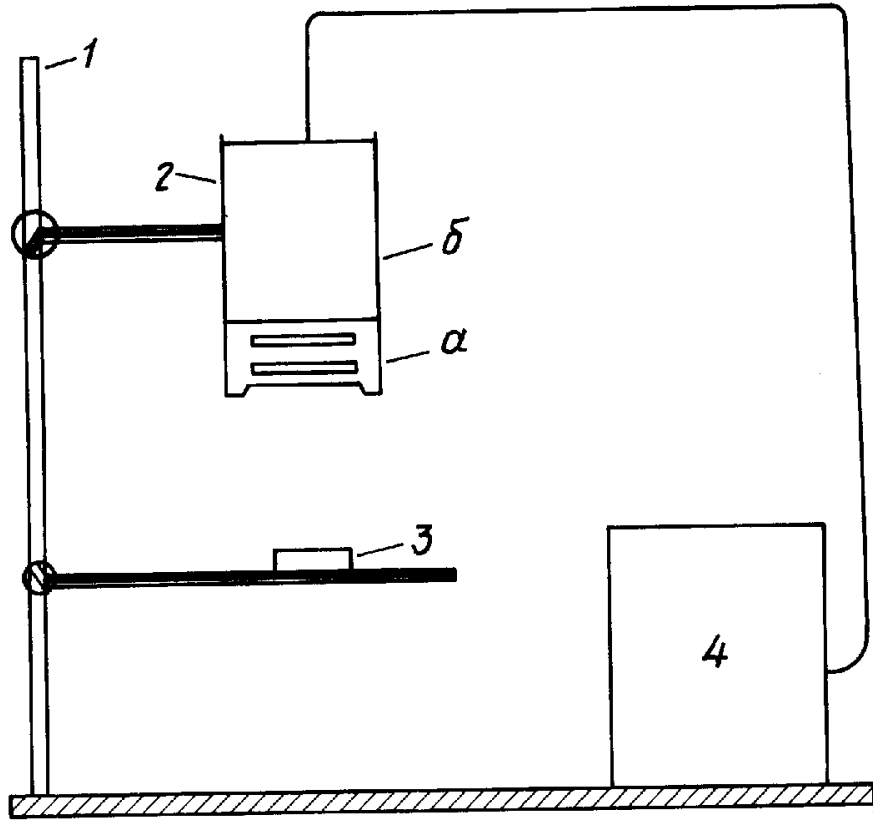
40

45

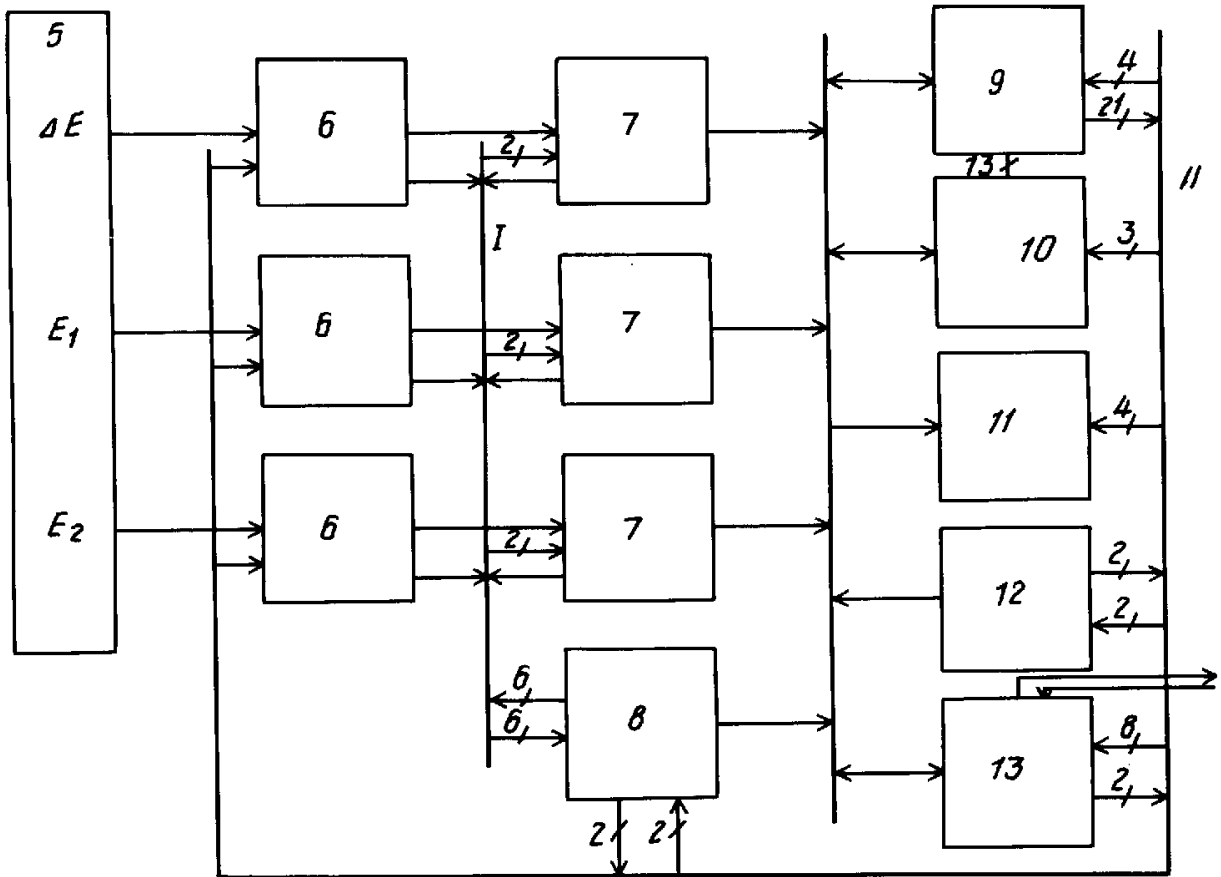
50

55

60



Фиг. 1



Фиг. 2