

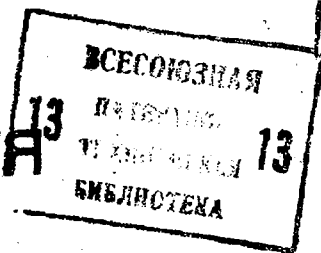


СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1026550** **A**

(51) 4 G 01 T 1/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

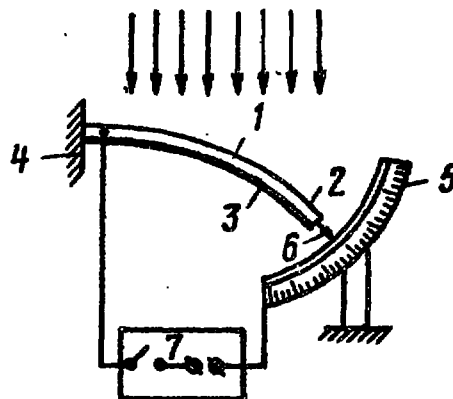


ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3310582/18-25
(22) 13.04.81
(46) 30.04.86. Бюл. № 16
(71) Научно-исследовательский институт ядерной физики при Томском политехническом институте им. С.М. Кирова
(72) А.Д. Погребняк и Е.И. Розум
(53) 621.386.82(088.8)
(56) Заявка Японии № 44-14160, кл. G 01 T 1/02, опублик. 1969. Патент США № 3453430, кл. G 01 T 1/02, опублик. 1969. Заявка Японии № 45-8220, кл. G 01 T 1/02, опублик. 1970.
(54)(57) 1. ДОЗИМЕТР, содержащий чувствительный элемент, выполненный в виде пластины из монокристалла с нанесенной пленкой, и регистрирующее

устройство, отличающийся тем, что, с целью расширения диапазона изменяемых поглощенных доз, пленка чувствительного элемента выполнена из материала с коэффициентом радиационного изменения модуля упругости, отличным от коэффициента радиационного изменения модуля упругости монокристалла, а регистрирующее устройство выполнено в виде измерителя деформации изгиба.

2. Дозиметр по п. 1, отличающийся тем, что, с целью упрощения конструкции дозиметра, чувствительный элемент одним концом закреплен в корпусе дозиметра, а другой конец связан со стрелочным устройством-измерителем деформации.



Фиг.1

(19) **SU** (11) **1026550** **A**

Изобретение относится к дозиметрии ионизирующего излучения при работе в активных зонах ускорителей и реакторов.

Известны устройства измерения дозы излучений, в которых имеется чувствительный элемент (датчик), выполненный из материала (например, сернистого кадмия или кадмийселенового сплава), у которого электрическое сопротивление меняется пропорционально дозе облучения. Чувствительный элемент выполнен в виде зигзагообразных электродов и при облучении меняется сопротивление, изменение которого фиксируется измерительным прибором.

Недостатком данного устройства является малая доза измеряемого излучения (не более 10^5 рад, так как при дальнейшем увеличении дозы излучения зависимость сопротивления от дозы меняется непропорционально).

Известны устройства, которые также используются для измерения малых доз излучения (не более 10^5 рад) и в которых чувствительным элементом является плавленный кварц. На плавленный кварц направляют поток измеряемого излучения. Под действием излучения изменяется цвет пластинки кварца за счет образования центров окраски. Изменение окраски регистрируют как визуально, так и спектрометром. Эта окраска является индикатором дозы излучения.

Недостатком этого устройства является малая доза измеряемого излучения (до 10^7 рад) при увеличении дозы более 10^8 рад наблюдается насыщение образования центров окраски.

Наиболее близким к заявляемому является устройство для измерения ионизирующего излучения, содержащее чувствительный элемент, выполненный в виде пластины из монокристалла с нанесенной пленкой, и регистрирующее устройство.

В известном устройстве чувствительный элемент выполнен из кристалла кремния, покрытого оксидной пленкой. На чувствительный элемент воздействуют потоком ионизирующей радиации, под действием которой поверхность раздела кремниевого кристалла и оксидной пленки изменяет свои электрические характеристики, например электрическое сопротивление. Величина такого радиационного изменения пропорциональна поглощенной дозе ра-

диации. Это изменение электрического сопротивления фиксируют электрической схемой и определяют величину поглощенной дозы радиации.

После однократного измерения поглощенной дозы излучения производится восстановление свойств чувствительного элемента путем отжига наведенных в нем радиационных дефектов.

Такой отжиг осуществляют нагреванием чувствительного элемента до высокой температуры.

К недостаткам такого дозиметра относится небольшой диапазон измеряемых поглощенных доз (до 10^7 рад), измерение только одного вида излучения (γ -излучение).

Целью изобретения является расширение диапазона регистрируемых поглощенных доз до 10^{12} рад.

Для достижения поставленной цели в известном устройстве, содержащем чувствительный элемент в виде пластины из монокристалла с нанесенной на его поверхность пленкой, регистрирующее устройство и нагреватель чувствительного элемента, пленка чувствительного элемента выполнена из материала с коэффициентом радиационного изменения модуля упругости, отличным от радиационного изменения модуля упругости монокристалла. Регистрирующее устройство выполнено в виде измерителя деформации изгиба чувствительного элемента.

Кроме того, с целью упрощения конструкции дозиметра, пластина чувствительного элемента одним концом закреплена в корпусе дозиметра, а другой конец связан со стрелочным устройством - измерителем деформации.

На фиг. 1 представлена схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 графически показана зависимость разности коэффициентов упругости для чувствительных элементов из этих материалов от дозы облучения тепловыми нейтронами для элемента $\text{BeO-Al}_2\text{O}_3$; на фиг. 3 - то же, участок для элемента BeO-GaAs и участок II для элемента $\text{SiO}_2\text{-Si}$. Представленные кривые указывают на линейный характер изменения разности коэффициентов упругости от дозы облучения и, следовательно, на линейную зависимость деформации изгиба от дозы.

Дозиметр содержит чувствительный элемент 1, представляющий собой монокристалл 2 с нанесенной на него

пленкой 3. Пластина чувствительного элемента закреплена одним концом в корпусе 4, шкала 5 и стрелка 6 на свободном конце чувствительного элемента являются измерителем деформации изгиба пластины чувствительного элемента. Нагревателем в данном дозиметре служит источник 7 тока, подключенный одной клеммой к шкале 5, выполненной из металла, а второй клеммой — непосредственно к пластине чувствительного элемента. Монокристалл выполнен из токопроводящего материала и нагревателя при прохождении через него тока.

Устройство работает следующим образом.

Поток ионизирующей радиации падает на чувствительный элемент 1 и стимулирует в монокристалле 2 и нанесенной пленке 3 образование дефектов.

Как известно, под действием ионизирующей радиации в твердых телах возникают радиационные нарушения, которые при достаточном количестве ведут к изменению химических, физических, электрических, механических и прочих свойств. В частности, под действием радиации существенно изменяются упругие свойства твердых тел, т.е. изменяется величина модуля упругости и, кроме того, изменяется плотность материала. Величина изменения плотности и модуля упругости зависит от материала, вида ионизирующей радиации и величины поглощенной дозы. Чем больше поглощенная доза, тем больше изменяется модуль упругости и плотность материала.

Таким образом, в чувствительном элементе 1, состоящем из двух жестко соединенных пластин из разных материалов, под действием ионизирующей радиации будут по-разному изменяться геометрические размеры и модули упругости этих пластин. Одна пластина будет растягиваться больше, чем вторая, в них возникнут упругие напряжения, в результате чего такая пара пластин изогнется и примет вид части сферической поверхности с радиусом изгиба $R = f(D, K_u, C_1, C_2, K_1)$, где D — поглощенная доза излучения; K_u — коэффициент, учитывающий различие действия разных видов ионизирующей радиации на механические свойства твердых тел, т.е. на величину уменьшения плотности материала и уменьше-

ния модуля упругости; C_1 и C_2 — модули упругости первой и второй пластины; K_1 — коэффициент, учитывающий геометрические параметры чувствительного элемента. При достаточно большом значении отношения длины l элемента к ширине H элемент изогнется практически по дуге радиуса R . Необходимо учесть, что значения модулей упругости C_1 и C_2 , входящие в формулу радиуса изгиба R , также зависят от поглощенной дозы радиации ($D \cdot K_u$). Чем больше эквивалентная поглощенная доза ($D \cdot K_u$), тем больше радиус изгиба чувствительного элемента, и поэтому по величине деформации изгиба чувствительного элемента, возникающей за счет поглощения излучения, можно определить с достаточной точностью величину поглощенной дозы. Деформацию пластины чувствительного элемента измеряют с помощью стрелки и шкалы 5, проградуированной в единицах поглощенных доз.

В известном устройстве (в прототипе) изменения электрического сопротивления границы раздела пленка-подложка от поглощенной дозы имеет линейный характер для доз не выше 10^7 рад. Изменение же под действием радиации плотности твердых тел и измерения модуля упругости имеет линейный характер в значительно большем диапазоне поглощенных доз вплоть до 10^{13} рад. Таким образом, положительный эффект — расширение диапазона измеряемых поглощенных доз — достигается в предлагаемом изобретении измерением величины деформации упругого изгиба чувствительного элемента.

Подбирая материалы для чувствительного элемента (материалы пленки и кристалла) и их геометрические размеры, можно получить такие чувствительные элементы, с помощью которых можно измерять поглощенные дозы в широком диапазоне значений (например, от 10^2 до 10^{12} рад). Увеличение поглощенной дозы свыше 10^{12} рад (т.е. 10^{13} , 10^{14} рад и т.д.) приводит к тому, что зависимость величины деформации чувствительного элемента от величины поглощенной дозы становится непропорциональной или вообще исчезает. Вследствие этого определение поглощенной дозы свыше 10^{12} рад становится или вообще невозможным, или существенно сложным. Нижнее значение поглощенной дозы 10^2 рад определя-

ется минимальной деформацией чувствительного элемента, которую можно уверенно фиксировать.

После однократного измерения поглощенной дозы излучения необходимо восстановление рабочих свойств чувствительного элемента. В предлагаемом дозиметре это осуществляется прогревом чувствительного элемента высокой температуры (600–700°C) в течение 5–10 мин путем пропускания через него электрического тока от источника 4. После отжига чувствительный элемент полностью восстанавливает свои свойства, пластина распрямляется и вновь может быть использована для измерения поглощенной дозы излучения.

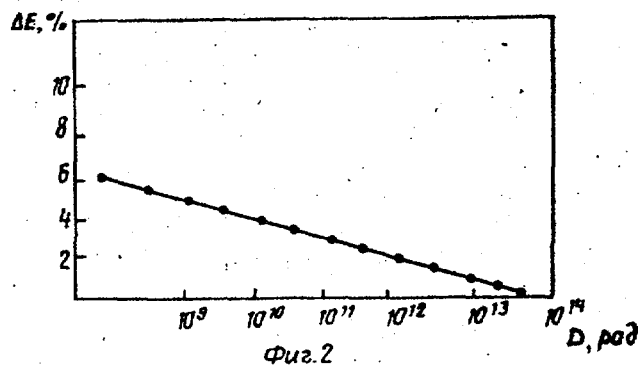
Точность измерения повышается с увеличением длины чувствительного элемента, уменьшением его толщины. Кроме того, точность измерений зависит от величины различия радиационного изменения плотности материалов чувствительного элемента и их модулей упругости.

Пример. Чувствительный элемент предлагаемого дозиметра может быть выполнен из следующих пар материалов: BeO–Al₂O₃, BeO–CaAs, SiO₂–Si.

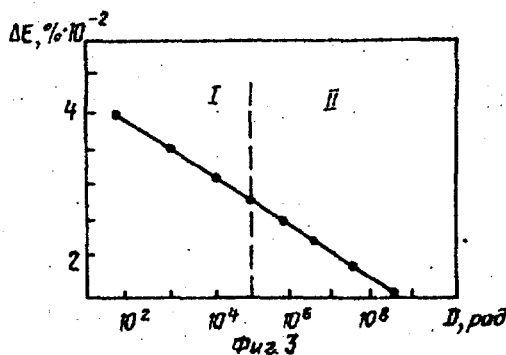
Как показывают результаты экспериментальных исследований влияния дозы облучения электронами и даже рентгеновскими лучами на механические (упругие) свойства и плотность материалов, эти зависимости имеют линейный характер практически во всем исследованном (10¹²–10¹³ рад) диапазоне поглощенных доз.

Применение предлагаемого дозиметра обеспечит по сравнению с базовым объектом следующие преимущества:

- увеличение диапазона измеряемых поглощенных доз ионизирующей радиации до 10¹² рад;
- измерение поглощенных доз для различных видов ионизирующего излучения;
- простоту конструкции, работы и эксплуатации.



Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор О. Кузнецова Техред Н. Бонкало

Корректор В. Синицкая

Заказ 2331/3

Тираж 728

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4