



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 46134

(13) C2

(51) G 01T1/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ДЕТЕКТОР ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

1

2

(21) 99063139

(22) 08 06 1999

(24) 15 05 2002

(46) 15 05 2002, Бюл. № 5, 2002 р.

(72) Волков Володимир Геннадієвич, Гаврилюк Володимир Петрович, Гальчинецький Леонід Павлович, Гриньов Борис Вікторович, Даншин Євгеній Олександрович, Катрунов Костянтин Олексійович, Квітницька Валентина Захарівна, Рижигов Володимир Дюмидович

(73) Науково-технологічний центр радіаційного приладобудування Науково-технологічного концерну "Інститут монокристалів" НАН України

(56) Авторське свідоцтво СРСР № 1519382, G01T 1/20, публ. 15 12 1993, Бюл. № 45-46

(57) Детектор іонізуючого випромінювання, виконаний у вигляді моношару кристалічних частинок, нанесеного на оптичний елемент, який відрізняється тим, що оптичний елемент по формі являє собою п'ятигранник із квадратною основою, двома більшими трапецієподібними гранями і двома меншими трикутними гранями із співвідношенням сторін

$$a < l,$$

$$S_1 < S_2,$$

де a - довжина сторони квадратної основи, l - довжина ребра п'ятигранника, паралельного основи, S_1, S_2 - відповідно, площі квадратної основи і

більшої бокової грані,

зазначений моношар нанесений принаймні на одну більшу бокову грань, а на менші інші його грані, крім квадратної основи, і на частинки моношару нанесене світловідбиваюче покриття

2 Детектор за п. 1, який відрізняється тим, що моношар виконаний із кристалічних частинок ZnSe(Te) у формі пірамід і/або призм

3 Детектор за п. 1, який відрізняється тим, що моношар виконаний із гранульованих частинок CsI(Tl) у формі півсфер

Винахід відноситься до сцинтиляційної техніки, зокрема до детекторів іонізуючих випромінювань

Відомий детектор іонізуючих випромінювань, виконаний у вигляді сцинтиляційного прошарку полікристалічних сферичних гранул лужно-галогідних кристалів у імерсійному середовищі на основі полімерної композиції з тисотропною добавкою, що складає 2,0 - 2,5 мас%, розташованого між двома оптичними склами [а с СРСР № 1512339, кл. G01T1/20]. Полікристалічні гранули мають розмір 1,0 - 3,0 мм. Детектор забезпечує світловий вихід 0,18 - 0,2 у.е.с.в. при реєстрації рентгенівського і у-випромінювання від 20 до 120 кеВ.

Відомий сцинтиляційний матеріал для детекторів іонізуючих випромінювань, що складається з кристалів сцинтилятора і органічного дисперсного середовища [а с СРСР № 1075726, кл. G01T1/20, СО 9К11/10]. У якості сцинтилятора матеріал містить полікристали твердого розчину з'єднань

 $A^{11}B^{y1}$ з розміром $0,01 \div 1,00$ мм при такому співвідношенні компонентів, об. %- полікристали твердого розчину з'єднань $A^{11}B^{y1} - 20 - 90$,

- органічне дисперсне середовище - решта

Сцинтиляційний матеріал забезпечує реєстрацію різноманітних видів випромінювання, має високий світловихід і радіаційну стійкість

У порівнянні з попереднім аналогом, використання полікристалів з'єднання $A^{11}B^{y1}$ дозволяє розширити види випромінювання, що реєструються, (включаючи реєстрацію нейтронів), а також підвищити радіаційну стійкість детектора

До вади відомих аналогів можна віднести багатощаруватість упаковки, наявність імерсійного середовища і відсутність урахування форми часток, що призводить до неефективних умов світлозбирання і не дозволяє забезпечити необхідну чутливість детектора

(13) C2

(11) 46134

(19) UA

Відомий детектор іонізуючих випромінювань, виконаний у вигляді моношару полікристалічних часток-сферичних гранул розміром 0,2 - 0,3 мм із NaI(Tl), у імерсійному середовищі (наприклад, у фторопластовому або кремнійорганічному лаку), нанесеного на оптичний елемент [а с СРСР №698413, кл. G01T1/20]. Сцинтиляційний прошарок може бути розташований між оптичним склом (вихідне вікно) і берилієвим диском (вхідне вікно детектора), або нанесений на напівсферичну поверхню з оргскла, що виконує роль світловоду. Поверх прошарку часток розташована дакронова плівка товщиною 5 мкм, що є відбивачем. Для даного детектора отриманий світловихід 119 - 127% щодо монокристалічної пластини NaI(Tl). Виконання детектора у вигляді моношару сферичних гранул забезпечує більш ефективне світлозбирання за рахунок відсутності втрат при проходженні світла через межі між гранулами моношару.

Проте, використовувана сферична форма полікристалічних гранул і наявність імерсійного середовища не сприяє оптимальним умовам світлозбирання в детекторі. Запропонована форма світловода не дозволяє істотно збільшувати площу сцинтиляційного шару в порівнянні з вихідним вікном детектора.

Метою цього винаходу - розробити детектор іонізуючого випромінювання, що забезпечив би збільшення світлового виходу при реєстрації β -, низькоенергетичного γ - і рентгенівського випромінювання.

Рішення задачі досягається тим, що в запропонованому детекторі іонізуючого випромінювання, що виконаний у вигляді моношару кристалічних часток, нанесеного на оптичний елемент, відповідно до винаходу оптичний елемент являє собою п'ятигранник із квадратною основою і з великими боковими гранями у вигляді трапеції, меншими гранями у вигляді трикутника і з співвідношеннями розмірів $\alpha < l$, $S_1 < S_2$, де α - розмір сторони квадратної грані, см, l - розмір ребра п'ятигранника, паралельного основі, см, S_1 і S_2 - відповідно, площі, см^2 , квадратної і більшої бокової грані. Моношар нанесений не менше ніж на одну з великих граней п'ятигранника, а на інші його грані, крім квадратної, і на частки моношару нанесене покриття, що відбиває. Рішення задачі досягається також тим, що моношар виконаний із кристалічних часток ZnSe(Te) у формі пірамід і/або призм, або з кристалічних часток CsI(Tl) у формі напівсфер.

Оптичний елемент у вигляді п'ятигранника зазначених геометричних розмірів забезпечує оптимальні умови світлозбирання з більшої (більших) його грані на фотоприймач, що встановлюється на квадратній грані, виконуючи таким чином роль світловода. Як показали експерименти, оптимальні умови світлозбирання в моношару з сцинтиляційних часток досягаються при використанні часток ZnSe(Te) у вигляді пірамід або призм, що у силу кристалографічних властивостей ZnSe(Te) переважно утворюються в результаті роздрібнення монокристалічної пластини. Для CsI(Tl) єдиним можливим засобом одержання кристалічних часток необхідних розмірів є їх гранулювання в сферичній формі, оскільки в результаті роздрібнення, через свої пластичні властивості він перетворю-

ється в порошок. Встановлено, що використання часток CsI(Tl) у формі напівсфери найкраще з погляду світлозбирання. Експериментальне також показано, що нанесення на кожну з таких часток покриття, що відбиває, призводить до значного підвищення світлового виходу в порівнянні з тим, коли частки знаходяться в імерсійному середовищі або коли відбиваюче покриття нанесене на моношар, як у прототипі. Вибір розміру часток для утворення моношару, що сцинтилює, провадиться з умов 90% поглинання даного виду випромінювання в ньому.

На фіг. 1 зображений ескіз запропонованого детектора в аксонометрії,

на фіг. 2 - те ж, вид збоку,

у таблиці приведена величина світлового виходу для різноманітних розмірів оптичного елемента і різноманітної енергії падаючого випромінювання в порівнянні з аналогами і прототипом.

Детектор складається з моношару 1 кристалічних часток, нанесеного, за допомогою оптичного клею УП4-260-3М на одну або обидві великі грані 3 площею S_2 оптичного елемента з прозорого матеріалу, що являє собою п'ятигранник, який має квадратну основу 4 з стороною α і площею S_1 , з боковими великими гранями у вигляді трапеції 3, площею S_2 і меншими гранями у вигляді трикутника 6. Ребро 5 п'ятигранника паралельно квадратній підвалині і має довжину l . На кристалічні частки моношару 1 і на інші бокові грані оптичного елемента нанесене покриття, що відбиває, 2. У якості фотоприймача можуть бути використані не менше одного Si-фотодіода або ФЕП, з'єднаних із квадратною гранню 4 оптичного елемента площею S_1 , що виконує роль вихідного вікна детектора.

Приклади виконання запропонованого детектора

Приклад 1. Кристалічні частки для моношару 1 готують шляхом роздрібнення поліпорованих пластин ZnSe(Te) із необхідними робочими характеристиками. Роздріблену речовину просівають через сито з отворами, що відповідають розмірам обраних часток з урахуванням енергії падаючого випромінювання. Для енергії $E_\beta = 2,1 \text{ MeV}$, $E_\gamma = 50 \text{ keV}$ розмір часток складає 0,15 см. Формування моношару 1 проводиться безпосередньо на поверхні (або поверхнях) грані 3 оптичного елемента, для чого поверхню покривають тонким прошарком оптичного клею УП4-260-3М. На клей рівномірно вкладають кристалічні частки. Прошарок максимально ущільнюють і витримують на протязі 24-годин при кімнатній температурі. На поверхню часток з усіх боків завдають відбиваюче покриття 2 на основі СКНСС-МЕД. Покриття, що відбиває, на основі СКНСС-МЕД або з дакронової плівки товщиною $t = 5 \text{ мкм}$ наносять також на всі інші поверхні граней 3, 6 оптичного елемента, крім квадратної грані 4, що виконує роль вихідного вікна. На вихідне вікно детектора за допомогою оптичного клею УП4-260-3М наклеюють фотоприймачі, причому площа квадратної грані 4 відповідає площі фотоприймачів. Розміри оптичного елемента $H = 10 \text{ см}$, $l = 7 \text{ см}$, $\alpha = 1 \text{ см}$.

Приклад 2. Для моношару 1 використовують сферичні гранули з кристалів CsI(Tl). Розміри гранул вибирають з урахуванням енергії падаючого

випромінювання $E\beta = 2,6\text{MeV}$, $E\gamma = 70\text{keV}$, що відповідає радіусу гранул $0,15\text{см}$. Формування моношару 1 проводять на поверхні підложки з оргскла, площа і форма якої відповідає поверхні оптичного елемента, для чого гранули занурюють у клей більше ніж наполовину. Після витримки на протязі 24 годин при кімнатній температурі видаляють половину сцинтиляційного шару з підложкою. Сцинтиляційний шар, що залишився, за допомогою оптичного клею наклеюють основами напівсфери на поверхню грані 3 оптичного елемента. На бокові поверхні часток з усіх сторін наносять відбиваюче покриття 2 на основі СКНСС-МЕД. Покриття, що відбиває, на основі СКНСС-МЕД або з дакро-

нової плівки товщиною $t = 5\text{мкм}$ наносять також на всі інші поверхні граней 3, 6 оптичного елемента, крім квадратної грані 4, що виконує роль вихідного вікна. На вихідне вікно детектора за допомогою оптичного клею УП4-260-3М наклеюють фотоприймачі, причому площа квадратної грані 4 відповідає площі фотоприймачів. Розміри оптичного елемента $H = 10\text{см}$, $l = 7\text{см}$, $\alpha = 1\text{см}$.

Приклади виконання детекторів із різноманітними розмірами оптичного елемента і розмірами часток у залежності від енергії падаючого випромінювання і їхнього розміру світлового виходу приведені в таблиці.

Таблиця

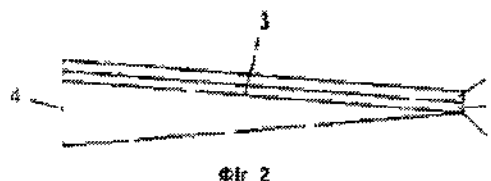
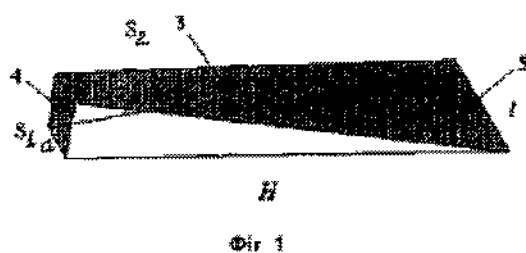
Матеріал	Розміри оптичного елемента, см			Розмір часток, см	Енергія γ -випромінювання, кеВ	Енергія β -випромінювання, МеВ	Величина світлового виходу γ -випромінювання*	Величина світлового виходу β -випромінювання *
	H	l	α					
ZnSe(Te)	10	7	1	0,2	60	2,4	1,56	1,80
ZnSe(Te)	10	7	1	0,15	50	2Д	1,60	1,80
ZnSe(Te)	15	10	1	0,15	50	2,1	1,85	2,05
ZnSe(Te)	20	15	1	0,2	60	2,4	1,98	2,45
ZnSe(Te)	10	7	2	0,15	50	2,1	1,87	2,40
CsI(Tl)	10	7	1	0,15	70	2,6	1,65	1,58
CsI(Tl)	10	7	1	0,2	80	3,0	1,61	1,67
За аналогом								
CsI(Tl)	-	-	-	0,1-0,3	20-120	-	0,18-0,20**	-
За прототипом								
NaI(Tl)	-	-	-	0,02-0,03	5,9-24	-	1,19-1,27	-

* Величина світлового виходу визначалась щодо величини світлового виходу монокристалічної пластини з того ж матеріалу, що була прийнята за 1.

**Величина світлового виходу вимірювалось в одиницях $u \cdot e \cdot s \cdot v$.

Запропоноване конструктивне виконання детекторів на основі кристалічних часток із ZnSe(Te) і гранул кристалів Cs(Tl) за своєю чутливістю в 1,5-2 раз перевершують детектори, що описані в аналогах і прототипі. Це дозволяє використовувати їх

для створення детекторів для β - і низькоенергетичного γ - випромінювання. Принципово, площа таких детекторів практично не обмежена й обумовлена лише умовами конкретного застосування.



ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71