



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34650 (13) A

(51) 6 G01T1/202

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ СЦИНТИЛЯЦІЙНОГО ДЕТЕКТОРА

(21) 98115845

(22) 03.11.1998

(24) 15.03.2001

(46) 15.03.2001, Бюл. № 2, 2001 р.

(72) Гершун Олександр Сергійович, Гресь Валерія Юріївна, Кудін Олександр Михайлович, Чаркіна Тамара Олександрівна, Заславський Борис Григорович

(73) НАУКОВО-ДОСЛІДНЕ ВІДДІЛЕННЯ ЛУЖНО-ГАЛОЇДНИХ КРИСТАЛІВ З ДОСЛІДНИМ ВИРОБНИЦТВОМ НТК "ІНСТИТУТ МОНОКРИСТАЛІВ" НАН УКРАЇНИ

(57) Спосіб виготовлення сцинтиляційного детектора, який включає отримання дифузного відбивача на поверхні сцинтилятора шляхом розчинення поверхневого шару кристалу водою з наступним сушінням у зневодненому боксі та пакування кристалу у герметичний контейнер, який відрізняється тим, що сушіння кристалу проводять в атмосфері вуглекислого газу, а потім, при пакуванні сцинтилятора у герметичний контейнер, у його об'ємі створюють атмосферу вуглекислого газу.

Винахід відноситься до технічної фізики, зокрема, до детектуючих пристроїв для реєстрації іонізуючих випромінювань і може знайти застосування при виготовленні сцинтиляційних детекторів.

Основними проблемами виготовлення детекторів є:

по-перше, створення відбиваючої оболонки на бічній та тильній поверхні сцинтилятора. Шар відбиваючого матеріалу повинен бути мінімальним, інакше ефективність реєстрації випромінювань буде низькою;

по-друге, ретельне видалення залишкової вологості з поверхні сцинтилятора та з конструкційних матеріалів детектора і надійна герметизація контейнера. Тривале зберігання і, особливо, використання детекторів при підвищених температурах приводить до переоконденсації адсорбованої води на поверхні сцинтилятора. Сцинтиляційні матеріали, звичайно, гігроскопічні і навіть невелика кількість води на поверхні приводить до безповоротного псування їх характеристик [Гринів Б.В., Семиноженко В.П. Сцинтилляционные детекторы ионизирующих излучений для жестких условий эксплуатации. Харьков: Основа, 1993].

Існує відомий спосіб виготовлення сцинтиляційного детектора [Патент Франції № 2607262, кл. G01 T 1/202], який включає в собі очищення контейнера від газів, реактивних по відношенню до елементу сцинтилятора встановлення лужно-галогенного сцинтилятора (наприклад, дуже гігроскопічного NaI(Tl)) у цей контейнер, створення в ньому атмосфери, що не реагує з елементом сцинти-

лятора при 150-200°C, збирання та герметизацію детектора. При цьому інертна атмосфера представлена одним чи кількома газами, які вибрані з групи He, Ar, CO₂ і N₂. При використанні цих газів, з яких дійсно інертними (а, отже, і відносно дорогими) є гелій та аргон, ймовірність того, що залишкова волога потрапить у контейнер, зменшується. Цей спосіб припускає безводну обробку поверхностей сцинтилятора, або додаткові операції з метою його ретельного зневоднювання, що значно ускладнює технологічний процес. По змісту (зневоднювання, інертна атмосфера) цей спосіб блокує реакцію, яка ефективно відбувається при зазначених температурах:



яка є єдиною можливою у вказаних умовах [Смирнов Н.Н., Крайнюков Н.И. Термодинамика процессов термического разложения йодистого натрия кислородсодержащими компонентами воздуха. Монокристаллы, сцинтилляторы и органические люминофоры. Харьков: ВНИИ монокристаллов - 1969, - №1 - с. 59-68], якщо герметизацію контейнера проводити не в інертній атмосфері, а у сухому повітрі, яке звичайно використовується. З іншого боку, спосіб не вирішує проблеми залишкової вологості і його неможливо застосувати до детекторів для випромінювань із слабкою проникною здатністю, тому що шар відбивача MgO, який стандартно використовується, поглинає більшу частину цих випромінювань, внаслідок чого послаблюється їх ін-

тенсивність і погіршуються сцинтиляційні характеристики.

Як прототип обрано спосіб виготовлення сцинтиляційних детекторів [АС № 1457605, кл G01T1/202], коли підготовлені поверхні сцинтиляторів покриваються водною плівкою. Суть способу полягає в тому, що при виготовленні сцинтиляційних детекторів NaI(Tl) дифузний відбивач на поверхню кристалу наносять шляхом переведення поверхневого шару сцинтилятора з монокристалічного стану у полікристалічний розчиненням цього шару водою і наступним сушінням. Це веде до деструкції тонкого поверхневого відбиваючого шару сцинтилятора і до утворення дрібнодисперсного полікристалічного відбиваючого шару, який є міцно зв'язаним з поверхнею. Цей шар має білий колір, непогану відбиваючу здатність, товщина його визначається ступенем гідратації поверхні сцинтилятора.

Недолік прототипу полягає у тому, що вода не тільки розчиняє основну речовину, але й взаємодіє з нею, внаслідок чого утворюються гідроксиди, які різко знижують характеристики відбиваючого покриття. Відомо, що гідроксид натрію- NaOH - непрозорий у ближній ультрафіолетовій частині спектру, а гідроксид активатора- TlOH - у видимій області спектру, внаслідок чого оптичні та сцинтиляційні характеристики детекторів погіршуються.

В основу винаходу поставлено завдання поліпшення сцинтиляційних та експлуатаційних характеристик детекторів. Вирішення цього завдання забезпечується тим, що у способі виготовлення сцинтиляційного детектора, що включає отримання дифузного відбивача на поверхні сцинтилятора шляхом розчинення поверхневого шару кристалу водою з наступним сушінням у зневодненому боксі та пакування кристалу у герметичний контейнер, згідно винаходу, сушіння монокристалу проводять в атмосфері вуглекислого газу і потім, при пакуванні сцинтилятора в герметичний контейнер, в його об'ємі створюють реактивну атмосферу вуглекислого газу.

Використання вуглекислого газу в процесі сушіння монокристалу після нанесення на його поверхні дифузного відбивача приводить до того, що вуглекислий газ навіть при кімнатній температурі та нормальному тиску ефективно взаємодіє з гідроксидами, перетворюючи їх у карбонати. Потрібно визначити, що при цьому вуглекислий газ залишається хімічно інертним по відношенню до основної речовини сцинтилятора. Карбонати основної речовини та активатора- Na_2CO_3 та Tl_2CO_3 , які утворюються у поверхневій плівці, мають коефіцієнт відбиття навіть кращий, ніж у основної речовини. В результаті цей відбивач збільшує вихід світла з детектора та покращує його сцинтиляційні характеристики.

Використання вуглекислого газу (у способі, що заявляється, газ не інертний, а хімічно активний) для заповнення об'єму контейнера поліпшує експлуатаційні характеристики детектора, тому що в процесі його зберігання CO_2 продовжує карбонізувати залишки гідроксидів у відбиваючому покритті. Більш того, пере конденсація залишкової вологи з конструкційних матеріалів на поверхню монокристалів не приводить до псування детектора,

тому що в результаті утворюються ті ж карбонати. Сцинтиляційні характеристики детекторів, виготовлених таким способом, з часом не погіршуються, тобто продовжується термін їх служби.

Спосіб, що заявляється, містить такі операції:

1. Нанесення дифузного відбивача на поверхні сцинтилятора шляхом розчинення його поверхневого шару водою

2. Сушіння кристалів в атмосфері вуглекислого газу.

3. Заповнення об'єму детектора вуглекислим газом в процесі контейнеризації сцинтилятора.

Приклади здійснення способу.

Приклад 1.

З однієї частини кристалу NaI(Tl) , однорідного за вмістом активатора, виготовлено 8 експериментальних детекторів розміром 30×5 мм. Для 4 детекторів дифузний відбивач на поверхні сцинтилятора створювався розчиненням його поверхневого шару водою протягом 1 хвилини, після чого кристали висушували у зневодненому боксі (в атмосфері сухого повітря, див. прототип), встановлювали у стаканчик з фторопласту з товщиною стінки 2 мм, таку оправку з кристалом уміщували в стандартний контейнер без оптичного контакту між кристалом і склом та герметизували контейнер. Для інших 4 детекторів відбивач створювали тим же чином, але подальше сушіння кристалу та герметизацію детектора проводили в атмосфері вуглекислого газу.

На графіку представлені спектри радіоломінесценції (РЛ), де 1 відповідає детекторам, виготовленим у CO_2 , 2 - відповідає детекторам, виготовленим за прототипом. Інтенсивність РЛ для всіх детекторів, виготовлених згідно пропонованого способу, вище у середньому на 10%. Видно, що навіть для нормованих спектрів РЛ площа під кривою 1 більша, ніж під кривою 2. Форма спектру 1 відповідає активаторному світінню NaI(Tl) .

Коли в якості додаткового відбивача між кристалом та контейнером використовувалась тонка плівка майлару (стандартний відбивач для рентгенівських детекторів), інтенсивність РЛ була нижче, але форма спектрів та співвідношення виходу світла для зразків були тими ж.

Ці результати свідчать про підвищення виходу світла за рахунок поліпшення відбиваючої здатності покриття для детекторів, виготовлених в атмосфері CO_2 .

Приклад 2.

З тієї ж частини кристалу (див. приклад 1) виготовлено 4 стандартних сцинтиляційних детектори NaI(Tl) 30×5 мм (оптичний контакт між кристалом та склом, відбивач MgO між кристалом та контейнером). На перші два дифузний відбивач нанесено згідно прототипу, на інші - згідно способу, що заявляється. Для прискорення процесу два останні кристали висушували у струмені вуглекислого газу, підігрітого до $40-60^\circ\text{C}$, протягом 2 годин. Після сушіння детектори пакували та герметизували стандартним чином.

Результати вимірювань світловиходу та енергетичного розділення наведено в табл. 1. Видно, що світловихід та енергетичне розділення двох останніх детекторів помітно кращі.

Таблиця 1

№ з/п	Атмосфера	R, %	L, УЕСВ
1	Повітря	7.5	3.5
2	Повітря	7.8	3.5
3	CO ₂	6.9	3.7
4	CO ₂	7.1	3.8

Приклад 3.

Було виготовлено 6 сцинтиляційних детекторів NaI(Tl) розміром 30x63 мм (оптичний контакт, поліровані поверхні, відбивач MgO). Дифузний відбивач на бічну та тильну поверхні сцинтилятора не наносився. Половину детекторів було оброблено й запаковано в контейнери в атмосфері сухого повітря (0.03% CO₂), а другу половину - в атмосфері вуглекислого газу (90% CO₂). Відносну вологість у кожному випадку було навмисно підвищено до

12%. При зберіганні протягом року світловий вихід та енергетичне розділення перших трьох кристалів погіршилось, в той час як у трьох інших (виготовлених в атмосфері CO₂) ці параметри практично не змінилися. Результати вимірювань світловиходу та енергетичного розділення наведено в табл. 2. Далі детектори було розпаковано. Вимірювання їх поглинання в ІЧ області спектру показали, що в першій серії зразків на поверхнях виявляється домішок іонів OH⁻, а в другій - домішок CO₃²⁻.

Таблиця 2

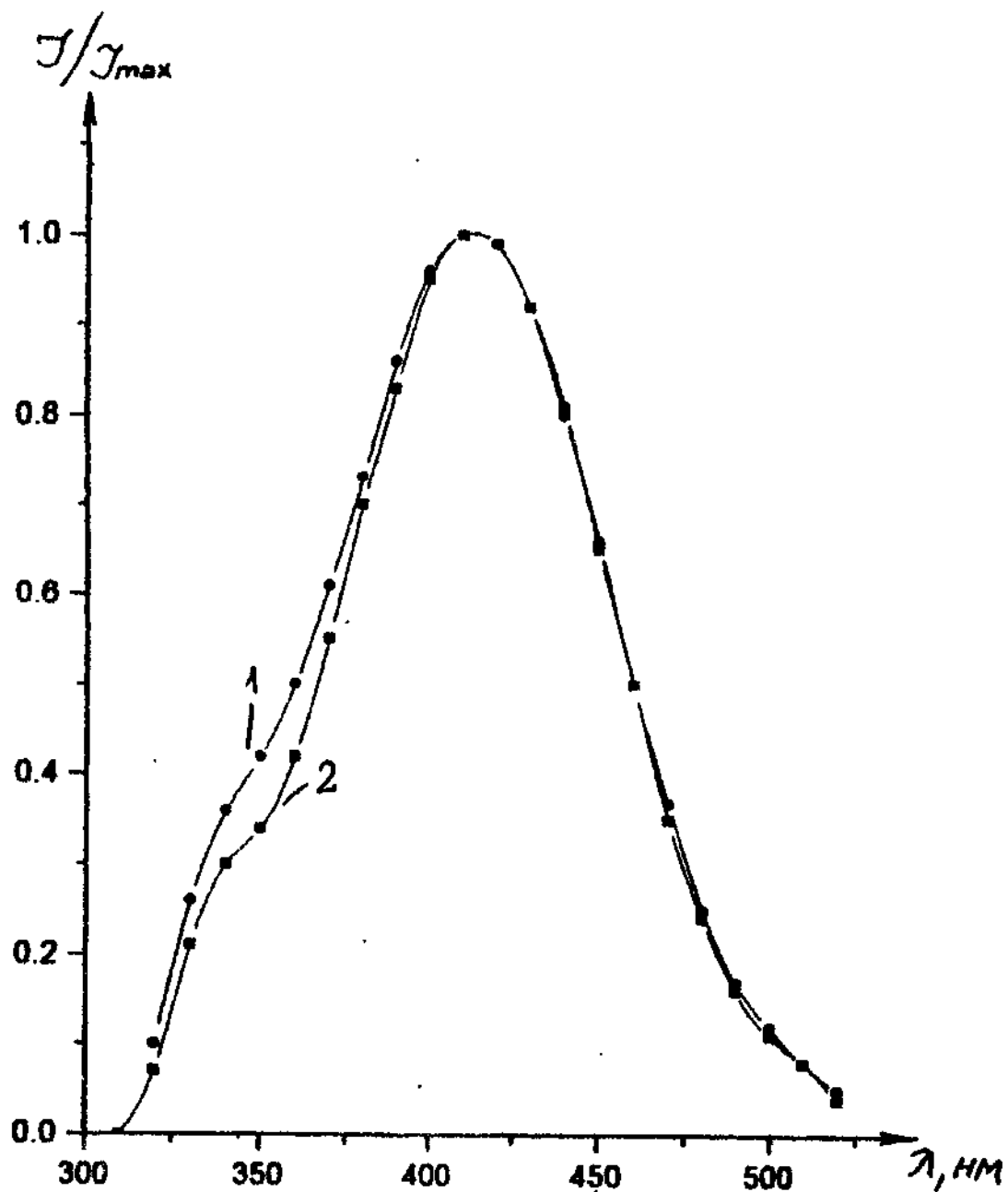
№	Атмосф.	R, %		L, УЕСВ	
		на початку зберігання	через рік	на початку зберігання	через рік
1	Повітря	8,5	15,3	3,6	3,0
2	Повітря	8,8	14,7	3,6	3,1
3	Повітря	9,0	19,1	3,4	2,8
4	CO ₂	8,6	8,8	3,5	3,5
5	CO ₂	8,6	8,5	3,8	3,5
6	CO ₂	9,1	9,2	3,5	3,5

Таким чином, спосіб, що заявляється, дозволяє:

1) підвищити відбиваючу здатність дифузного відбивача, нанесеного на поверхню кристалу, та

значно покращити його сцинтиляційні характеристики незалежно від конструкції детектора.

2) підвищити ступінь захисту кристалу від вологи, яка залишилась, що дозволяє подовжити термін служби сцинтиляційного детектора.



Тираж 50 экз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 - 72 - 89 (03122) 2 - 57 - 03