



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37010 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G01T 1/00  
G01T 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ОРГАНІЧНОГО СЦИНТИЛЯТОРУ НА ОСНОВІ СТИЛЬБЕНУ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ШВИДКИХ НЕЙТРОНІВ**

1

(21) u200808206  
(22) 17.06.2008  
(24) 10.11.2008  
(46) 10.11.2008, Бюл.№ 21, 2008 р.  
(72) КАВАЄВА НАТАЛІЯ ЛЕОНІДІВНА, UA, ТА-  
РАСЕНКО ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ, UA, ГАЛУНОВ  
МИКОЛА ЗАХАРОВИЧ, UA  
(73) ІНСТИТУТ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ  
НАН УКРАЇНИ, UA  
(57) Спосіб виготовлення органічного сцинтилято-  
ру на основі стильбену для реєстрації швидких

2

нейтронів, що включає попередню очистку вихід-  
ної сировини за методом направленої кристаліза-  
ції, механічне подрібнення очищеної сировини при  
низькій температурі, наступне введення відібраних  
часток стильбену з лінійним розміром 0,5-2,5мм в  
імерсійне середовище, який відрізняється тим,  
що частки стильбену вказаних розмірів відбирають  
з подрібненої очищеної сировини.

Корисна модель відноситься до технології ви-  
готовлення сцинтиляторів іонізуючих випроміню-  
вань, зокрема сцинтиляторів для реєстрації швид-  
ких нейтронів, які використовуються для контролю  
радіаційних параметрів зовнішнього середовища,  
митного контролю, а також у задачах радіоекології,  
радіобіології й спектрометрії швидких нейтронів.

На сьогоднішній день найефективнішими для  
реєстрації короткопробіжних іонізуючих випромін-  
ювань ( $\alpha$ ,  $\beta$  часток) є сцинтилятори на основі сти-  
льбену й п-терфенілу, а сцинтилятори на основі  
стильбену - також і для спектрометрії швидких  
нейтронів (швидкі нейтрони з енергією до 2MeV -  
найбільш шкідливий для людського організму тип  
іонізуючого випромінювання).

Якість сцинтилятора для реєстрації швидких  
нейтронів характеризують, як правило, середньою  
величиною - відносною ефективністю реєстрації  
швидких нейтронів. Під цією величиною розуміють  
відношення повного числа відрахунків під кривою  
спектра протонів віддачі досліджуваного зразка до  
повного числа відрахунків під кривою спектра про-  
тонів віддачі еталонного сцинтилятора (обидва  
спектри набираються в один і той же час, при од-  
ній і тій же геометрії опромінення). У якості ета-  
лонного сцинтилятора для реєстрації швидких  
нейтронів використовують монокристал стильбену,  
відносна ефективність реєстрації швидких нейтро-  
нів якого приймається за 100%.

Відомий спосіб виготовлення органічного сци-  
нтилятора на основі п-терфенілу для реєстрації  
іонізуючих випромінювань, переважно бета-часток

[патент України №28278А, С30В28/02], який вклю-  
чає механічне подрібнення монокристалів активо-  
ваного п-терфенілу, відбір часток розміром 2-4мм,  
пресування дисперсного п-терфенілу в мідній кі-  
льцевій обоймі тиском 80-100МПа при температурі  
360-380K протягом 10-50 хвилин, зняття тиску,  
витримку одержаної заготовки до охолодження та  
відпал її в контакт з високомолекулярним органо-  
силоксановим каучуком з подальшим охолоджен-  
ням і видаленням каучуку.

Виготовлені авторами сцинтилятори на основі  
спресованого при зазначеній температурі стиль-  
бену мають низьку механічну міцність внаслідок  
невисокої здатності вихідної сировини (часток сти-  
льбену) до пластичної деформації під час пресу-  
вання, у результаті чого в полікристалі утворюють-  
ся пори, які знижують міцність матеріалу  
сцинтилятора й приводять до розсіювання світла  
сцинтиляцій, погіршуючи тим самим величину  
сцинтиляційного сигналу (світловий вихід такого  
сцинтилятора від випромінювання  $\alpha$ -частки з енер-  
гією 5MeV становить 5000 фотонів). Крім того,  
процес гарячого пресування є трудомістким, по-  
требуючим спеціального устаткування й великих  
енерговитрат.

Відомий спосіб виготовлення органічного сци-  
нтилятора на основі п-терфенілу для реєстрації  
іонізуючих випромінювань, зокрема бета-  
випромінювання [патент України №18241А,  
G01T1/202], який включає механічне подрібнення  
монокристалів п-терфенілу, відбір часток з ліній-  
ними розмірами 1-2мм, відпал відібраних часток

(13) U

(11) 37010

(19) UA

при температурі 100-120°C в низькомолекулярному поліорганосилоксановому каучуці в'язкістю 1-5пз протягом 3-4 годин, введення їх в оптично прозоре імерсійне середовище, яке являє собою кремнійорганічну матрицю, що містить 10-40% мас. фенольних ланок,  $(2,0-7,0) \cdot 10^{-4}\%$  платини і в якості загущувача силоксановий олігомер, який містить 0,5-0,7мас.% гідридсилоксанових груп.

Як показали експериментальні дані, до недоліків виготовлених сцинтиляторів для реєстрації швидких нейтронів з використанням часток стильбену з аналогічними лінійними розмірами в зазначеному імерсійному середовищі, як і сцинтиляторів на основі п-терфенілу, слід віднести наявність платини в кремнійорганічній матриці: сцинтилятор, залишаючись прозорим, здобуває згодом сірий відтінок, що приводить до погіршення сцинтиляційних характеристик детектора.

Крім того, зазначене імерсійне середовище згодом також втрачає свої пластичні властивості (стає крихким), що приводить до руйнування детектора й, відповідно, погіршенню сцинтиляційних характеристик. Відомий спосіб виготовлення органічного сцинтилятора на основі стильбену для реєстрації швидких нейтронів [заявка України №а200708433, G01T1/20, 3/00], який включає попередню очистку вихідної сировини за методом направленої кристалізації, вирощування монокристалу стильбену, механічне подрібнення монокристалів при низькій температурі, відбір часток з лінійними розмірами 0,5-2,5мм, введення їх в оптично прозоре імерсійне середовище "Sylgard-527" з розрахунку вмісту стильбену в середовищі не менш 70%.

Не дивлячись на високі сцинтиляційні характеристики сцинтиляторів, що одержують, суттєвим недоліком відомого способу є трудомісткість процесу, великі енерговитрати та необхідність використання спеціального устаткування (так, наприклад, вирощування монокристалу стильбену діаметром 20мм відбувається протягом 10 діб). Як прототип за кількістю загальних ознак обраний останній з наведених аналогів.

В основу корисної моделі поставлене завдання розробки простого та доступного способу виготовлення органічного сцинтилятора на основі стильбену для реєстрації швидких нейтронів зі збереженням високих сцинтиляційних характеристик.

Рішення поставленого завдання забезпечується тим, що в способі виготовлення органічного сцинтилятора на основі стильбену для реєстрації швидких нейтронів, який включає попередню очистку вихідної сировини за методом направленої кристалізації, механічне подрібнення очищеної

сировини при низькій температурі, наступне введення відібраних часток стильбену з лінійним розміром 0,5-2,5мм в імерсійне середовище, згідно корисної моделі, частки стильбену вказаних розмірів відбирають з подрібненої очищеної сировини.

Під час направленої кристалізації сировини одержують первинний кристал стильбену, який під дією криогенного роздроблення розпадається на мікромонокристали.

В ході досліджень було встановлено, що при введенні часток стильбену з лінійним розміром 0,5-2,5мм, відібраних з подрібненої і очищеної за методом направленої кристалізації сировини (вказаних мікромонокристалів), в імерсійне середовище, одержують композиційні сцинтилятори, що мають високі сцинтиляційні характеристики.

Так, сцинтиляційні характеристики одержаних сцинтиляторів з дробленої перекристалізованої сировини стильбену та з дробленого монокристалу, вирощеного з розплаву за способом-прототипом, ідентичні (див. табл.1).

Таким чином, спосіб виготовлення органічних сцинтиляторів з очищеного, перекристалізованого і потім роздробленого стильбену набагато дешевший та технологічно простіший ніж підхід, оснований на очищенні сировини, вирощуванні монокристалу з наступним його дробленням (див. табл.2).

У таблиці 1 наведено ефективність реєстрації швидких нейтронів і світловий вихід детектора, виготовленого за способом, що заявляється, і детектора, виготовленого за способом-прототипом, у порівнянні з еталоном (монокристалом стильбену).

У таблиці 2 наведені порівняльні дані тривалості технологічних операцій одержання органічного сцинтилятора на основі стильбену за способом, що заявляється, та за способом-прототипом.

У таблиці 3 наведені дані повторних (протягом 12 місяців) вимірів відносної ефективності реєстрації швидких нейтронів і світлового виходу детектора, виготовленого за способом, що заявляється.

Сцинтилятор для реєстрації швидких нейтронів виготовляють у такий спосіб.

Заготівки стильбену, одержані при попередньому очищенні вихідної сировини за методом направленої кристалізації, подрібнюють при низькій температурі, просівають через сита з різними розмірами ячейки від 0,5 до 2,5мм і поміщають отримані в такий спосіб частки стильбену в попередньо ретельно перемішане імерсійне середовище «Sylgard-527» з розрахунку вмісту стильбену в середовищі не менш 70%. Суміш перемішують, вакуумують до повного видалення повітряних включень і витримують протягом 48 годин під вантажем при кімнатній температурі до повної полімеризації імерсійного середовища.

Таблиця 1

Спосіб виготовлення	Відносна ефективність реєстрації швидких нейтронів, відн. од.	Світловий вихід*, у тис. фотонів
Еталон (монокристал стильбену)	100	17,8
Спосіб-прототип	93,3	16,6
Спосіб, що заявляється	93,0	16,5

\* Світловий вихід від  $\gamma$ -частки  $^{137}\text{Cs}$  (0,477MeV)

Таблиця 2

Технологічні стадії	Спосіб-прототип	Спосіб, що заявляється
Очистка сировини за методом направленої кристалізації, годин	168	168
Підготовка ампули з сировиною для вирощування, годин	7	–
Вирощування монокристалу*, годин	240	–
Дроблення при низькій температурі, годин	1,5	1,5
Одержання скінтилятора (відбір фракцій та внесення в імерсійне середовище), годин	61	61
Всього, годин	477,5	230,5

\* Дані наведені для вирощування монокристалу діаметром 20мм

Таблиця 3

Детектор, що заявляється	Відносна ефективність реєстрації швидких нейтронів, відн. од.	Світловий вихід*, у тис. фотонів
1 місяць експлуатації	95	16,6
3 місяці експлуатації	93	16,5
6 місяців експлуатації	94	16,2
1 рік експлуатації	94	16,3

\* Світловий вихід від  $\gamma$ -частки  $^{137}\text{Cs}$  (0,477MeV)

Як видно з даних таблиць 1-3, пропонуване технічне рішення забезпечує можливість створення скінтилятора для реєстрації швидких нейтронів, що має високу ефективність реєстрації швидких нейтронів (на рівні еталона - монокристалу стильбену), а також забезпечує роздільну реєстрацію нейтронів і фонового  $\gamma$ -випромінювання й

збереження скінтиляційних характеристик у процесі роботи.

Крім того, спосіб, що заявляється, дозволяє значно здешевіти (знизити енерго-, трудовитрати) та спростити технологію одержання скінтиляторів для реєстрації швидких нейтронів, за рахунок виключення стадії вирощування монокристалу.