



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **162651** (13) **U**
(51) МПК

C30B 28/02 (2006.01)

C30B 11/02 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2025 05889	(72) Винахідник(и): Креч Антон Владиславович (UA), Полупан Ярослава Ігорівна (UA), Лазарєв Ігор Вікторович (UA), Хромюк Іларіон Федорович (UA), Тарасенко Олег Анатолійович (UA), Рибалка Ірина Анатоліївна (UA), Махота Сергій Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 26.11.2025	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 09.04.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 08.04.2026, Бюл.№ 14	(73) Володілець (володільці): ІНСТИТУТ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, просп. Науки, 60, м. Харків, 61072 (UA)
	(74) Представник: ДАНИЛЕНКО ЮЛІЯ АНАТОЛІЇВНА

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО СЦИНТИЛЯТОРА НА ОСНОВІ ПАРАТЕРФЕНІЛУ

(57) Реферат:

Спосіб отримання монокристалічного сцинтилятора на основі паратерфенілу здійснюють шляхом одержання матеріалу в ампулі зонною плавкою зі швидкістю 10-20 мм/год та вирощують монокристал у ростовій печі зі швидкістю 0,5-1,0 мм/год за температури 220-230 °С. Після цього, ампулу розкривають та відокремлюють верхню і нижню полікристалічні частини отриманого злитка, після чого отримують монокристал.

UA 162651 U

Корисна модель належить до галузі виготовлення органічних монокристалічних скінтіляторів паратерфенілу для детекторів іонізуючого випромінювання, які використовуються для митного контролю, визначення радіаційних параметрів довкілля, а також у задачах радіоекології та радіобіології.

Підвищення скінтіляційних характеристик є актуальним та необхідним для більш ефективної реєстрації іонізуючих випромінювань з низькою інтенсивністю в задачах радіоекології, зокрема для реєстрації короткопробіжних випромінювань таких як альфа-випромінювання.

Відомий спосіб отримання монокристалічного скінтілятора на основі паратерфенілу [1], який включає вирощування монокристала спрямованою кристалізацією розплаву в ампулі шляхом переміщення ампули з розплавом речовини, що кристалізується, виконаної у формі циліндра з конічним дном та прилеглої до нього затравної частини із слюдою як центром зародкоутворювання, перегрітої щодо температури плавлення на 10-20 °С, з верхньої "гарячої" камери вертикальної шахтної печі в нижню "холодну", через кільцеву розділову діафрагму.

Недоліком такого способу є те, що використана сировина при завантаженні до ампули контактує з оточуючим середовищем і може бути забруднена утворюваними в атмосфері сполуками сировини із складниками оточуючої атмосфери, такими як кисень, а також підвишеними в повітрі макрочастинками (пилом), що створює умови для появи декількох точок кристалізації із різною орієнтацією молекул, так само як і розчинені у вихідній речовині забруднюючі домішки, які утворюють дефекти кристалічної ґратки, що погіршують оптичні та скінтіляційні властивості кристалу, при цьому одночасно використовуються вартісні спеціальні ростові ампули.

Відомий спосіб отримання монокристалічного скінтілятора на основі паратерфенілу [2], який включає попереднє очищення сировини зонною плавкою в скляній ампулі зонної плавки, розбиття ампули зонної плавки, переміщення очищеної сировини до ростової ампули, вирощування монокристала спрямованою кристалізацією розплаву в ампулі шляхом переміщення ампули з розплавом речовини, що кристалізується, виконаної у формі циліндра з конічним дном та прилеглої до нього затравної частини із слюдою як центром зародкоутворювання, перегрітої щодо температури плавлення на 10-20 °С, з верхньої "гарячої" камери вертикальної шахтної печі в нижню "холодну", через кільцеву розділову діафрагму.

Недоліком використання зонної плавки для підготовки матеріалу є забруднення сировини утворюваними в атмосфері сполуками сировини із складниками оточуючої атмосфери, такими як кисень, а також підвишеними в повітрі макрочастинками (пилом) при переміщенні із ампули зонної плавки в ростову ампулу і те, що внаслідок значної адгезії скла до органічного кристалічного злитка, у процесі переміщення сировини до ростової ампули є ризик потрапляння скла ампули зонної плавки до ростової ампули. Це призводить до вирощування монокристалів з дефектами, які є центрами гасіння скінтіляції в органічних монокристалах, і зниження скінтіляційних характеристик.

Найближчий аналог невідомий.

В основу корисної моделі поставлена задача розробити спосіб отримання монокристалічного скінтілятора на основі паратерфенілу, який дозволить підвищити скінтіляційні характеристики паратерфенілу.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб отримання монокристалічного скінтілятору на основі паратерфенілу, який здійснюють шляхом одержання матеріалу в ампулі зонною плавкою зі швидкістю 10-20 мм/год та вирощують монокристал у ростовій печі зі швидкістю 0,5-1,0 мм/год за температури 220-230 °С, після цього ампулу розкривають та відокремлюють верхню і нижню полікристалічні частини отриманого злитка, після чого отримують монокристал.

Підвищення скінтіляційних характеристик способом, що заявляється, відбувається завдяки меншій кількості домішок та дефектів структури монокристалу, які є центрами гасіння скінтіляції.

Запропонований нами спосіб отримання монокристалічного скінтілятора на основі паратерфенілу дозволяє вирощувати монокристал завдяки зародженню монокристала на площині фронту кристалізації через особливості кристалічної структури паратерфенілу, а саме кут β , який дорівнює $92.3329(11)^\circ$, це приводить до самоорієнтування молекул паратерфенілу у розплаві під час кристалізації, що зменшує кількість дефектів в монокристалі, і як наслідок підвищує скінтіляційні характеристики.

Швидкість 0,5-1,0 мм/год у ростовій печі є оптимальною. Підвищення швидкості вирощування монокристала більше ніж 1,0 мм/год недоречно внаслідок малої теплопровідності паратерфенілу, що призводить до нестабільності фронту кристалізації і появи дефектів, зниження швидкості менш ніж 0,5 мм/год не приводить до покращення якості монокристалічного

злитку і тому є недоцільним.

Вирощування монокристалів паратерфенілу унеможлиблює потрапляння забруднювачів в зону росту монокристалів, що приводить до підвищення оптичних та сцинтиляційних характеристик отримуваних кристалів.

5 На фіг. 1 приведено зображення монокристалічних сцинтиляторів на основі паратерфенілу (розмірами діаметром - 20 мм, та висотою - 3, 5, 7, 10 мм), отриманих способом, що заявляється.

На фіг. 2 приведено піки Брега при певних кутах 2θ монокристалів паратерфенілу, отриманого запропонованим способом.

10 У таблиці наведено сцинтиляційні характеристики монокристалів паратерфенілу, отриманих способом, що заявляється, а також методом Бріджмена-Стокбаргера, відносно монокристалів стильбену (діаметром - 20 мм, та висотою - 5 мм).

Таблиця

Зразок монокристалів	Розмір		Відносний світловий вихід L, %	
	d, мм	h, мм	Тип опромінення	
			Альфа-частинки (^{239}Pu)	Електрони конверсії (^{137}Cs)
Стильбен (зразок порівняння)	20	5	100	100
Чистий п-терфеніл (Бріджмен)	20	3	126	128
Чистий п-терфеніл (запропонований метод)	20	3	129	123
Чистий п-терфеніл (Бріджмен)	20	5	116	113
Чистий п-терфеніл (запропонований метод)	20	5	125	113
Чистий п-терфеніл (Бріджмен)	20	7	102	107
Чистий п-терфеніл (запропонований метод)	20	7	113	102
Чистий п-терфеніл (Бріджмен)	20	10	92	67
Чистий п-терфеніл (запропонований метод)	20	10	99	93

15 Спосіб отримання монокристалічних сцинтиляторів на основі паратерфенілу проводиться згідно з прикладом.

Приклад 1. Спосіб отримання монокристалічних сцинтиляторів на основі паратерфенілу розмірами діаметром - 20, та висотою - 5 мм.

20 Сировину паратерфенілу у кількості 180 грамів засипають у скляну ампулу діаметром - 28 мм, зі стінкою 1,6 мм. Далі ампулу заповнюють аргонем, запаюють і проводять очищення, яке включає одержання сировини зонною плавою зі швидкістю 10 мм/год, після цього в цій же ампулі проводять вирощування монокристалів зі швидкістю 1,0 мм/год за температури 225 °С, після цього ампулу відкривають, і проводять відокремлення верхньої і нижньої частин, отримуючи монокристалічний злиток масою 120 г. Вирощений злиток обточується до діаметра 20 мм, який потім нарізають на частини товщиною 5 мм. Приклад отриманих монокристалів

25 приведено на Фіг. 1.
Для оцінки кристалічної досконалості були проведені дослідження монокристалів, отриманих за класичним і запропонованим методами. Рентгенофазовий аналіз порошків проводять за допомогою рентгенівського дифрактометра SmartLab SE від Rigaku. Дифрактограми отримують з використанням Cu-K α -випромінювання при U=40 кВ, I=50 мА. Аналіз даних проводять методом Рітвельда [4].

30 Результати аналізу монокристалів паратерфенілу, отриманого запропонованим способом, приведені на Фіг. 2, підтверджують монокристалічність характерними піками Брега при певних кутах 2θ . Розташування піків порошкових рентгенограм, які були отримані у проведених нами дослідженнях відповідають розташуванню піків порошкових рентгенограм монокристалів паратерфенілу які відповідають шести основним площинам спайності монокристалів паратерфенілу.

35 Визначення величин світлового виходу та енергетичного розділення монокристалів проводять за спектрами амплітуд сцинтиляцій при збудженні їх конверсійними електронами ізотопу ^{137}Cs і α -частинками ізотопу ^{239}Pu . Як фотоприймач використовують фотоелектронний

помножувач 9208A фірми Electron Tubes Ltd. Спектри амплітуд сцинтиляцій отримують за допомогою багатоканального амплітудного аналізатора АМА-03Ф. Як видно з Таблиці 1 спосіб отримання монокристалічного сцинтилятора на основі паратерфенілу дозволяє отримати сцинтиляційні характеристики для реєстрації альфа-випромінювання на 10 % вище за монокристалічний сцинтилятор на основі паратерфенілу вирощений методом Бріджмена-Стокбаргера із застосуванням окремої ампули для зонної плавки.

Таким чином, запропоновано спосіб отримання монокристалічного сцинтилятора на основі паратерфенілу, який дозволяє на 10 % підвищити сцинтиляційні характеристики паратерфенілу.

Джерела інформації:

1. D. Stockbarger. The production of large single crystals // Rev. Sci. Instr. - 1936. - Vol 7, № 3. - P. 133-136.

2. Е. Херингтон. Зонна плавка органічних речовин. Переклад з англ. - М.: Видавництво "Мир", 1965. - 260 с.

3. Р. Лодиз, Р. Паркер. Ріст монокристалів. Переклад з англ. - М.: Видавництво "Мир", 1974. - 540 с. - С. 176-187.

4. H. M. Rietveld. A profile refinement method for nuclear and magnetic structures // Journal of Applied Crystallography. 1969. - Vol.2. - P. 65-71.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб отримання монокристалічного сцинтилятора на основі паратерфенілу, який здійснюють шляхом одержання матеріалу в ампулі зонною плавкою зі швидкістю 10-20 мм/год та вирощують монокристал у ростовій печі зі швидкістю 0,5-1,0 мм/год за температури 220-230 °С, після цього ампулу розкривають та відокремлюють верхню і нижню полікристалічні частини отриманого злитка, після чого отримують монокристал.



Fig. 1

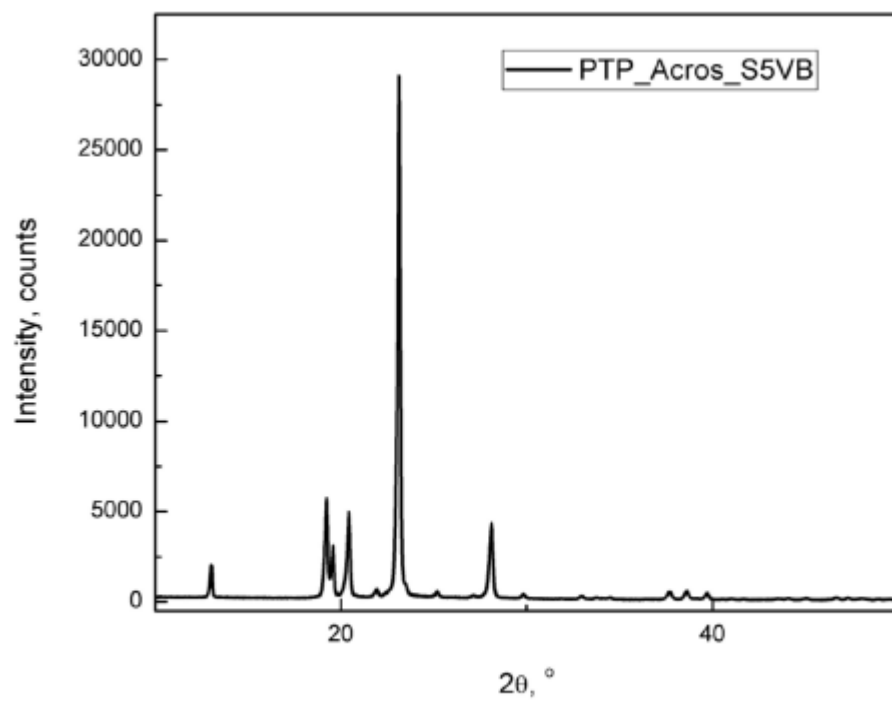


Fig. 2