

Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0224U003077

Державний реєстраційний номер: 0121U112421

Відкрита

Дата реєстрації: 03-04-2024



1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Радіаційно стійкі матеріали для детектування йонізуючого та ІЧ випромінювання

Початок етапу: 07-2021

Закінчення етапу: 12-2022

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02071240

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: вул. Коцюбинського, буд. 2, м. Чернівці, Чернівецька обл., 58012, Україна

Телефон: 380372584810

Телефон: 380372552914

E-mail: rector@chnu.edu.ua

WWW: <http://www.chnu.edu.ua/>

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Міністерство освіти і науки України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 38621185

Адреса: проспект Берестейський, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Підпорядкованість: Кабінет Міністрів України

Телефон: 380444813221

E-mail: mon@mon.gov.ua

WWW: <https://mon.gov.ua/ua>

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 2201040

Напрямок фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 – кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 2550.000 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Радіаційно стійкі матеріали для детектування йонізуючого та ІЧ випромінювання

Назва роботи (англ)

Radiation-resistant materials for ionizing and IR radiation detection

Реферат (укр)

Об'єкт дослідження – розробка методів вирощування кристалів $\text{Cd}(\text{Mn,Se})\text{Te}$ (CMST), CsPbX_3 ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$) та $(\text{Hg,Mn})_3\text{In}_2\text{Te}_6$ (MIT) шляхом кристалізації з розтопу та створення детекторів на їх основі. Мета роботи – закономірності процесів топлення та кристалізації матеріалів в динамічних і квазістатичних умовах, вплив умов вирощування та ізовалентного заміщення на властивості одержаних кристалів. Методи дослідження – експериментальні оптичні, низькотемпературні електричні вимірювання, диференційно-термічний аналіз, ІЧ-мікроскопія, гама-спектроскопія. У рамках проекту удосконалено технології вирощування кристалів $\text{Cd}(\text{Mn,Se})\text{Te}$, CsPbBr_3 та $(\text{Hg,Mn})_3\text{In}_2\text{Te}_6$ з властивостями, необхідними для створення радіаційно стійких детекторів на їх основі. Досліджено закономірності топлення та кристалізації повністю неорганічного перовскіту CsPbBr_3 методом ДТА з різними швидкостями нагрівання/охолодження (0,1, 1, 3, 5, і 10 К/хв) та вплив максимальної температури нагріву зразка на кристалізацію розтопу. Запропоновано двостадійний механізм процесу топлення CsPbBr_3 та визначено «критичну» температуру нагріву, вище якої процес топлення супроводжується суттєвим переохолодженням. Використовуючи дані ДТА-термограм, оцінено енергію активації топлення і процеси кристалізації CsPbBr_3 як 1850 кДж/моль і 1940 кДж/моль. За допомогою ДТА підібрано оптимальні технологічні умови процесу вирощування злитків. Досліджено структурні, електричні, оптичні та детекторні властивості отриманих зразків в залежності від умов вирощування та наступної термічної обробки, що дозволило визначити оптимальні умови для забезпечення бажаних характеристик матеріалів. Удосконалено обробку поверхні кристалів та вивчено вплив типу/матеріалу контакту та способів його створення.

Реферат (англ)

The object of the research is the development of methods for growing $\text{Cd}(\text{Mn,Se})\text{Te}$ (CMST), CsPbX_3 ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$) and $(\text{Hg,Mn})_3\text{In}_2\text{Te}_6$ (MIT) crystals by crystallization from the melt and creating detectors based on them. The purpose of the work is the regularities of the melting and crystallization processes of materials in dynamic and quasi-static conditions, the influence of growing conditions, and isovalent substitution on the properties of the obtained crystals. Research methods – experimental optical, low-temperature electrical measurements, differential thermal analysis, IR microscopy, gamma spectroscopy. As part of the project, technologies for growing $\text{Cd}(\text{Mn,Se})\text{Te}$, CsPbBr_3 , and $(\text{Hg,Mn})_3\text{In}_2\text{Te}_6$ crystals with the properties necessary for creating radiation-resistant detectors based on them have been improved. The patterns of melting and crystallization of the completely inorganic perovskite CsPbBr_3 by the DTA method with different heating/cooling rates (0.1, 1, 3, 5, and 10 K/min) and the effect of the maximum sample heating temperature on melt crystallization were investigated. A two-stage mechanism of the heating process of CsPbBr_3 is proposed and a "critical" heating temperature is determined, above which the heating process is accompanied by significant supercooling. Using data from DTA thermograms, the heating activation energy and crystallization processes of CsPbBr_3 were estimated as 1850 kJ/mol and 1940 kJ/mol. With the help of DTA, the optimal technological conditions of the ingot growing process were selected. The structural, electrical, optical, and detector properties of the obtained samples were studied, depending on the growing conditions and subsequent heat treatment, which made it possible to determine the optimal conditions for ensuring the desired characteristics of the materials. The treatment of the surface of the crystals has been improved and the influence of the type/material of the contact and the methods of its creation has been studied.

Індекс УДК: 546

Коди тематичних рубрик НТІ: 31.17.15

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Технології, кристали

Назва продукції (англ): technology, crystals

Очікувані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: моніторинг навколишнього середовища, томографія, рентгенівські установки

Опис продукції (укр): кристали, придатні до детектування йонізуючого випромінювання, і технологія їх отримання

Соціально-економічна спрямованість НТП: Поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: Чернівецький національний університет

Споживачі продукції: Для магістрів, аспірантів і докторантів, науковців, медиків, виробників напівпровідникової продукції.

Перспективні ринки: Україна

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

1. V. Kopach, O. Kopach, L. Shcherbak, P. Fochuk, A. E. Bolotnikov, R. B. James. "Thermodynamics and crystal growth of Cd_{1-x} yMnxZnyTe (x=0.10, 0.20, y=0.15),"Proc. SPIE 11838, Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XXIII, 1183819 (1 September 2021); doi: 10.1117/12.2594545.
2. V. Skliarchuk, P. Fochuk, A. Bolotnikov, R. B. James. "Radiation resistance of near-infrared photodiodes based on Hg₃In₂Te₆,"Proc. SPIE 11838, Hard XRay, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XXIII, 118381B (1 September 2021); doi: 10.1117/12.2595844.
3. V. Sklyarchuk, P. Fochuk, A. Bolotnikov, R. B. James, Z. Zakharuk. "High radiation resistant crystals for x-ray and π -radiation detectors," Proc. SPIE 11838, Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XXIII, 1183817 (1 September 2021); doi: 10.1117/12.2594082.
4. V. Sklyarchuk, V. Gnatyuk, P. Fochuk, T. Aoki. Characterization of Schottky-diode X/ π -ray detectors based on CdTe crystals with different uncompensated impurity concentrations. Nucl. Instr. Method. Phys. Res. Section A. Vol. 1027, 2022, 166229. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2021.166229>.
5. V.G. Ivanitska, P.M. Fochuk. Polishing of CdTe, Cd(Zn)Te, Cd(Mn)Te Single Crystals by Iodine in Dimethylformamide. Phys. Chem. Solid Stat. Vol.23, №2. 2022. p.322-327. DOI: 10.15330/pcss.23.2.
6. Andrii Kanak, Oleg Kopach, Liliia Kanak, Ievgen Levchuk, Mykola Isaiev, Christoph J. Brabec, Petro Fochuk, and Yuriy Khalavka. Melting and Crystallization Features of CsPbBr₃ Perovskite. Cryst. Growth Des. 2022, 22, 7, 4115–4121. <https://doi.org/10.1021/acs.cgd.1c01530>.
7. V. Sklyarchuk, P. Fochuk, V. Pylypko, A. E. Bolotnikov, R. B. James, "Electrophysical properties of photosensors based on radiation-resistant Hg₂MnInTe₆ crystals," Proc. SPIE 12241, Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XXIV, 122410L (4 October 2022). doi: 10.1117/12.2632259.
8. Tuan Vu, O. V. Parasyuk, A. Fedorchuk, P.M. Fochuk, A. Lavrentyev, B.V. Gabrelian, Ie. Levchuk, G. J. Matt, S. F. Tedde, O.

Schmidt, S. Shrestha, C. J. Brabec, I.V. Kityk, M. Piasecki. Environmentally safe layered crystal produced from hazardous chemical elements: TlPb₂Br₄, a new promising detector material. J. Alloys@Compounds. 2022. Vol. 924. 166558. DOI: 10.1016/j.jallcom.2022.166558.

9. Ntumba Lobo, Takuya Kawane, Gebhard J. Matt, Andres Osvet, Shreetu Shrestha, Levchuk Ievgen, Christoph J. Brabec, Andrii Kanak, Petro Fochuk, Masashi Kato. Trapping effects and surface/interface recombination of carrier recombination in single- or poly-crystalline metal halide perovskites. Jpn. J. Appl. Phys., 2022, 61, 125503. DOI: 10.35848/1347-4065/aca05. <https://doi.org/10.35848/1347-4065/aca05b>.

10. Valeriy Sklyarchuk, Volodymyr Gnatyuk, Toru Aoki, "Features of electrical and spectrometric properties of series connected CdTe-based Schottky-diode x/γ-ray detectors," Proc. SPIE 12241, Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XXIV, 122410N (4 October 2022); doi: 10.1117/12.2633457.

11. V. Sklyarchuk, P. Fochuk, O. Kopach, A. E. Bolotnikov, R. B. James. «CsPbBr₃ perovskite single crystals for X- and γ-radiation detectors». Proceedings SPIE. Volume 12696, Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XXV; 126960K. (2023). <https://doi.org/10.1117/12.2676107>

12. Korotcenkov, G., Vatavu, S. (2023). Features of Single-Crystal Growth of CdTe and Cd_{1-x}Zn_xTe Compounds Designed for Radiation Detectors. In: Korotcenkov, G. (eds) Handbook of II-VI Semiconductor-Based Sensors and Radiation Detectors. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-19531-0_9

13. K. Kim, Y. Kim, J. Franc, P. Fochuk, A. E. Bolotnikov, Ralph B. James. «Enhanced hole mobility-lifetime product in selenium-added CdTe compounds», Nucl. Inst. Methods in Phys. Res., A (2023). doi: <https://doi.org/10.1016/j.nima.2023.168363>.

14. Oleh Kopach, Vasylyna Kopach, Petro Fochuk, A. E. Bolotnikov, R. B. James, "Melting and crystallization peculiarities of Cd_{0.50}Mn_{0.50}Te solid solutions," Proc. SPIE 12696, Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XXV, 126960J (3 October 2023); doi: 10.1117/12.2676357.

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 56

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Копач Олег Вадимович (к. х. н.)

Пилипко Вікторія Геннадіївна

Склярчук Валерій Михайлович (д. ф.-м. н., старший науковий співробітник)

Керівник організації:

Саміла Андрій Петрович (д. т. н., професор)

Керівники роботи:

Фочук Петро Михайлович (д.х.н., професор)

**Керівник відділу реєстрації наукової діяльності
УкрІНТЕІ**



Юрченко Т.А.