Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0223U000914

Державний реєстраційний номер: 0122U001303

Відкрита

Дата реєстрації: 21-01-2023

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Механізм утворення метастабільної фази у бінарній системі метал – аморфний напівпровідник.

Початок етапу: 02-2022

Закінчення етапу: 12-2022

Вид звітного документа: Проміжний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02071205

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Телефон: 380577051247

E-mail: rector@karazin.ua

E-mail: univer@karazin.ua

WWW: http://www.univer.kharkov.ua/

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02071205

Адреса: майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Телефон: 380577051247

E-mail: rector@karazin.ua

E-mail: univer@karazin.ua

WWW: http://www.univer.kharkov.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

Напрям фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 1030.868 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Механізм утворення нових наноматеріалів метал – напівпровідник з унікальними властивостями у наслідок міжфазної взаємодії компонентів

Назва роботи (англ)

The formation mechanism of new metal-semiconductor nanomaterials as a result of the interfacial interaction of components

Реферат (укр)

Для вирішення поставлених завдань були використані оригінальні in situ методики дослідження, що розроблені авторами. Так, методика карцового резонатору, що добре зарекомендувала себе як метод реєстрації утворення рідкої фази у конденсованих плівках, була застосована для встановлення максимальної межі твердотільної розчинності Bi у Ge. Для дослідження кінетики та меж температурної стійкості метастабільної фази, що утворилася, було використано методи in situ електронної мікроскопії та дифракції завдяки розробленому авторами проекту спеціального тримача об'єктів для просвічуючого електронного мікроскопа ПЕМ-125К. У результаті виконання проекту: - уперше отримані дані щодо умов утворення метастабільної фази у системі Bi-Ge у наслідок значного розчинення Bi у напівпровіднику; - уперше визначені максимальна концентрація Bi, що розчинюється у германію та визначено механізм даної розчинності; - уперше отримано експериментальні дані щодо температурної стійкості утвореного метастабільного розчину в залежності від розміру наносистеми; - уперше проведено систематичне дослідження кінетики формування метастабільного твердих розчину у нанорозмірній плівковій системі Bi-Ge. Серед основних результатів етапу, що можуть бути використані представниками реального сектору економіки, можна зазначити наступне: надання рекомендації щодо умов отримання метастабільної фази Bi-Ge, відомостей щодо її стабільності у залежності від температури відпалу та розміру системи. Інформація стосовно зміни розчинності у високодисперсних системах може допомогти вирішити питання стабільності компонентів сучасної електроніки та необхідна для розробки нових наноматеріалів з контрольованими властивостями. Ці результати будуть цікаві виробникам малогабаритних джерел живлення, які ґрунтуються на термоелектричному ефекті для використання у електронних імплантатах, таких як серцеві кардіостимулятори, неврологічні пристрої, датчики імпульсної оксиметрії, тиску, моніторингу біометрики та електрокардіографії.

Реферат (англ)

Original in situ research methods developed by the authors were used to solve the tasks. Thus, the quartz resonator technique, which has proven itself as a method of recording the formation of a liquid phase in condensed films, was used to establish the maximum limit of solid solubility of Bi in Ge. To study the kinetics and limits of temperature stability of the metastable phase formed, the methods of in situ electron microscopy and diffraction were used thanks to the design of the special object holder for the TEM-125K transmission electron microscope developed by the authors. As a result of the project: - the data obtained, for the first time, regarding the conditions for the formation of a metastable phase in the Bi-Ge system as a result of the significant dissolution of Bi in the semiconductor; - the maximum concentration of Bi that dissolves in germanium was determined for the first time; - experimental data on the temperature stability of the formed metastable solution depending on the size of the nanosystem were obtained for the first time; - for the first time, a systematic study of the kinetics of the formation of a metastable solid solution in the nanoscale Bi-Ge film system was carried out. Among the main results of the first stage, which can be used by representatives of the real sector of the economy, the following can be noted: providing a recommendation on the conditions for obtaining the metastable Bi-Ge phase, information on its stability depending on the annealing temperature and the size of the system. The information about changes in solubility in highly dispersed systems can help solve the stability issues of modern electronics components and is necessary for the development of new nanomaterials with controlled properties. These results will be of interest to manufacturers of small power supplies based on the thermoelectric effect for use

in electronic implants such as cardiac pacemakers, neurological devices, pulse oximetry, pressure, biometri

Індекс УДК: 621.37/.39; 621.38; 621.37; 621.39, 538.975

Коди тематичних рубрик НТІ: 47

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Новий метастабільний високолегований сплав металом-аморфний напівпровідник

Назва продукції (англ): A new metastable highly doped metal-amorphous semiconductor alloy

Очікувані результати: Технології, Матеріали

Галузь застосування: Наноелектроніка, оптоелектроніка, зелена енергетика

Опис продукції (укр): високолегований металом новий твердий метастабільний розчин Bi-аморфний Ge; - дані про умови і закономірності його утворення; - дані про межі розчинності вісмуту у германію; - дані про температурну стійкість метастабільного твердого розчину.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: ХНУ імені В.Н.Каразіна

Споживачі продукції: ХНУ імені В. Н. Каразіна.

Перспективні ринки: Країни ЄС, Азії

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

1. Kryshtal, A., Bogatyrenko, S., Ferreira, P. Metal-induced crystallization of amorphous semiconductor films: Nucleation phenomena in Ag-Ge films. Applied Surface Science, 2022, 606, 154873. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2022.154873. Scopus, Q1, IF-7.392

2. Dukarov, S., Petrushenko, S., Sukhov, V., Sukhov, R. Nanostructured Silver Films with a Low Coefficient of Thermal Expansion as a Promising Material for Nanoelectronics. Physica Status Solidi (A) Applications and Materials. 2022. https://doi.org/10.1002/pssa.202200664. Scopus, Q2, SNIP-0.695

3. Dukarov, S.V., Petrushenko, S.I., Sukhov, V.N. Inner size effect of temperature coefficient of resistance in Cu, Ag, V and Mo films. Vacuum. 2022, 202, 111148. https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2022.111148. Scopus, Q1, IF-4.11.

4. Laguta, A. N., Mchedlov-Petrossyan, N.O., Kovalenko, S.M., Voloshina, T.O., Haidar, V. I., Filatov, D.Yu., Trostyanko, P.V., Karbivski, V.L., Bogatyrenko, S.I., Xu, L., Prezhdo, O.V. Stability of Aqueous Suspensions of COOH-Decorated Carbon Nanotubes to Organic Solvents, Esterification, and Decarboxylation. J. Phys. Chem. Lett. 2022, 13, 10126–10131. https://doi.org/10.1021/acs.jpclett.2c02902. Scopus, Q1, IF- 6.888.

5. Okseniuk, I.I., Litvinov, V.O., Shevchenko, D.I., Vasilenko, R.L., Bogatyrenko, S.I., Bobkov V.V. Hydrogen interaction with Zr-based getter alloys in high vacuum conditions: In situ SIMS-TPD studies. Vacuum. 2022, 197, 110861. https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2021.110861. Scopus, Q1, IF-4.11.

6. Laguta, A.N., Mchedlov-Petrossyan, N.O., Bogatyrenko, S.I., Kovalenko, S.M., Bunyatyan, N.D., Trostianko, P.V., Karbivskii, V.L., Filatov, D.Y. Interaction of aqueous suspensions of single-walled oxidized carbon nanotubes with inorganic and organic

electrolytes. Journal of Molecular Liquids. 2022, 347, 117948. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.117948. Scopus, Q1, IF- 6.633.

7. Usenko, E., Glamazda, A., Valeev, V., Svidzerska, A., Laguta, A., Petrushenko, S., Karachevtsev, V. Effect of TiO2 nanoparticles on the thermal stability of native DNA under UV irradiation. Applied Physics A: Materials Science and Processing. 2022, 128(10), 900. https://doi.org/10.1007/s00339-022-06043-5. Scopus, Q2, SNIP 0.759.

8. Saidov, A.S., Razzokov, A.S.H., Petrushenko, S.I., Dukarov, S.V. Obtaining Si-Si1-xGex-(Si1-xGex)1-z(Al1-yGayAs)z-Si1-xGex-(Si1-xGex)1-z(Al1-yGayAs)z Structures from a Tin Solution-Melt in a Single Technological Cycle. Acta Physica Polonica A. 2022, 142(2), 280–284. https://doi.org/10.12693/APhysPolA.142.280. Scopus, Q3, IF-0.725.

9. Klochko, N., Barbash, V., Klepikova, K., Petrushenko, S., Kopach, V., Yashchenko, O., Dukarov, S., Sukhov, V., Khrypunova, A. Thermoelectric textiles with nanostructured copper iodide films on cotton and polyester fabrics, stabilized and reinforced with nanocellulose. Journal of Materials Science: Materials in Electronics. 2022, 33(20), pp. 16466–16487. https://doi.org/10.1007/s10854-022-08538-6. Scopus, Q2, SNIP-0.651.

10. Sova, K., Vakula, A., Kalmykova, T., Tarapov, S., Petrushenko, S., Belous, A., Solopan, S. Low-temperature ferromagnetic resonance in bare and SiO2 coated La0.775Sr0.225MnO3 nanoparticles. Low Temperature Physics. 2022, 48(4), 330–335. https://doi.org/10.1063/10.0009738. Scopus, Q3, IF-0.891.

11. Klochko, N., Klepikova, K., Khrypunova, I., Kopach, V., Tyukhov, I., Petrushenko S., Dukarov, S., Sukhov, V., Kirichenko, M., Khrypunova, A. Solution-processed flexible broadband ZnO photodetector modified by Ag nanoparticles. Solar Energy. 2022, 232, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.12.051. Scopus, Q1, IF-7.188.

12. Myla, D., Bryukhovetsky, V., Lytvynenko, V., Petrushenko, S., Nevgasimov O., Lonin, Yu., Ponomarev, A., Uvarov, V. Microstructure and property modifications in surface layers of a AA6111 aluminum alloy induced by high-current pulsed relativistic electron beam. Problems of Atomic Science and Technology. 2022, 2022(2), 25–31. https://doi.org/10.46813/2022-138-025. Scopus, Q4

13. Razzokov, A., Saidov, A., Petrushenko, S., Dukarov, S. Obtaining semiconductor structures Si-Si1-xGex-Si1-x-yGexSny, from the liquid phase in a single technological cycle. Functional Materials. 2022, 29(2), 202–208. https://doi.org/10.15407/fm29.02.202. Scopus, Q4.

14. Nevgasimov, O., Bohomaz, V., Petrushenko, S., Dukarov, S. Morphology of island structures formed by self-organization processes during melting of lead films. Materials Today: Proceedings. 2022, 62, 5787–5795. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.491. Scopus, Q3, SNIP-0.657.

15. Klochko, N., Barbash, V., Klepikova, K., Khrypunova, I., Kopach, V., Petrushenko, S., Zhadan, D., Yashchenko, O., Dukarov, S., Sukhov, V., Kirichenko, M., Khrypunova, A. Flexible thermoelectric and photosensitive thin-film material based on nanostructured ZnO:In layer covered by nanocellulose. Materials Today: Proceedings. 2022, 62, pp. 5819–5832. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.500. Scopus, Q3, SNIP-0.657.

16. Klochko, N., Klepikova, K., Khrypunova, I., Kopach, V., Petrushenko, S., Zhadan, D., Dukarov, S., Sukhov, V., Kirichenko, M., Khrypunova, A. Flexible in-plane thermoelectric modules based on nanostructured layers ZnO and ZnO:In. Materials Today: Proceedings. 2022, 62, 5729–5738. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.341. Scopus, Q3, SNIP-0.657.

17. Kryshtal, A., Bogatyrenko, S. Kinetics of melting-crystallization in a single Sn nanoparticle: a HR STEM-EELS study. 13th Polish-Japanese Joint Seminar on Micro and Nano analysis. Ustron, Poland, 25-28 September 2022, pp 29-30.

18. Petrushenko, S., Dukarov, S., Sukhov, V. Temperature Limits of the Existence of the Liquid Phase of Bismuth Particles that are in Contact with Nanocrystalline Vanadium Films. IEEE 12th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties”, Kraków, Poland, Sept. 11-16, 2022, 03mtfc-18. https://doi.org/110.1109/NAP55339.2022.9934108

19. Klochko, N.P., Klepikova, K.S., Kopach, V.R., Shepotko, E.M., Kirichenko, M.V., Khrypunova, A.L., Barbash, V.A., Yakymenko, O.S., Yashchenko, O.V., Petrushenko, S.I., Dukarov, S.V., Sukhov, V.M. Flexible textile thermoelectric materials with CuI nanostructured films deposited on composites of nanocellulose and polyester fabric (2022) 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology, KhPI Week 2022 - Conference Proceedings. https://doi.org/10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916480 (SCOPUS)

20. М. Лебедєва, С. Петрушенко, С. Дукаров, В. Сухов. Рекристалізація свіжоконденсованих плівок срібла та міді.

International Scientific Conference of Students and Young Scientists in Theoretical and Experimental Physics “HEUREKA-2022”, Lviv, Ukraine, 18-20 October 2022, C1.

21. М. Лебедєва, С. Петрушенко, С. Дукаров, В. Сухов. Внутрішній розмірний ефект теплового розширення в нанокристалічних плівках срібла та ванадію. International Scientific Conference of Students and Young Scientists in Theoretical and Experimental Physics “HEUREKA-2022”, Lviv, Ukraine, 18-20 October 2022, C2

22. М.В. Лебедєва, С.І. Петрушенко, Р.В. Сухов, С.В Дукаров, В.М. Сухов. Вплив нанокристалічної будови на інверсію температурного коефіцієнту опору плівок хрому. International Scientific Conference of Students and Young Scientists in Theoretical and Experimental Physics “HEUREKA-2022”, Lviv, Ukraine, 18-20 October 2022, C11.

23. Петрушенко С.І., Дукаров С.В., Лещинський В.В., Сухов В.М. Переохолодження під час кристалізації шарів вісмуту, які контактують з нанокристалічними плівками ванадію. XXX International Scientific – Practical Conference «Information Technologies: Science, Engineering, Technology, Education, Health. MicroCAD-2022», Kharkiv, Ukraine, 19–21 October 2022, Kharkiv, P. 208.

24. Петрушенко С.І., Дукаров С.В., Чурілов І.Г., Сухов В.М. Переохолодження, розмірні ефекти та явища самоорганізації у вакуумних конденсатах металів та сплавів XXX International Scientific – Practical Conference «Information Technologies: Science, Engineering, Technology, Education, Health. MicroCAD-2022», Kharkiv, Ukraine, 19–21 October 2022, P. 209.

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 48

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Дукаров Сергій Валентинович (к. ф.-м. н., пров.н.с.)

Петрушенко Сергій Іванович (к. ф.-м. н., с.н.с.)

Сухов Руслан Володимирович (к. ф.-м. н., с.н.с.)

Керівник організації:

Катрич Віктор Олександрович (д. ф.-м. н., професор)

Керівники роботи:

Богатиренко Сергій Іванович (к. ф.-м. н., старший науковий співробітник)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.