

Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0224U031388

Державний реєстраційний номер: 0122U000942

Відкрита

Дата реєстрації: 19-04-2024



1. Етапи виконання

Номер етапу: 2

Назва етапу: Отримання стеклових систем $\text{AgCl}(\text{Br}, \text{I})\text{-Ga}_2\text{S}_3\text{-La}_2\text{S}_3$ легованих РЗМ (Pr, Nd, Dy, Er). Дослідження структури стеклових. Вивчення генерації лазерного випромінювання в синтезованих стеклах та монокристалах.

Початок етапу: 01-2023

Закінчення етапу: 12-2023

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Волинський національний університет імені Лесі Українки

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02125102

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: проспект Волі, буд. 13, м. Луцьк, Луцький р-н., Волинська обл., 43025, Україна

Телефон: 380332720127

Телефон: 380332241007

E-mail: post@vnu.edu.ua

WWW: <https://vnu.edu.ua/>

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Волинський національний університет імені Лесі Українки

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02125102

Адреса: проспект Волі, буд. 13, м. Луцьк, Луцький р-н., Волинська обл., 43025, Україна

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Телефон: 380332720127

Телефон: 380332241007

E-mail: post@vnu.edu.ua

WWW: <https://vnu.edu.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: 420.000 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Ефективні матеріали для напівпровідникової техніки на основі халькогенідів та галогенідів металів

Назва роботи (англ)

Effective materials for semiconductor technology based on chalcogenides and metal halides

Реферат (укр)

Розроблена технологія отримання сполук AgAs_3Se_5 , Ag_2GeS_3 , $\text{Ag}_2\text{SnAs}_6\text{Se}_{12}$, AgGaGeS_4 , $\text{AgGaGe}_3\text{Se}_8$, $\text{AgGaGe}_5\text{Se}_{12}$, легованих одночасно двома РЗМ. Побудовані стабільна та метастабільна діаграми стану систем $\text{Ag}_2\text{S}(\text{Se})\text{--Ge}(\text{Sn})\text{S}(\text{Se})_2\text{--As}_2\text{S}(\text{Se})_3$ у повному концентраційному інтервалі. Досліджено кристалічні структури нових тетрарних сполук $\text{AlBIII}_2\text{X}_3\text{Hal}$, де Al – Cu, Ag; BIII – Ga, In; X – S, Se, Te. Встановлено концентраційні межі легування РЗМ у системах $\text{Ga}_2\text{S}_3\text{--Ge}(\text{Sn})\text{S}_2\text{--As}(\text{Sb})_2\text{S}_3$. Досліджено спектри поглинання легованих та нелегованих халькогенідів та халькогалогенідів. Встановлено області склоутворення в системах $\text{AgHal--Ga}_2\text{S}_3\text{--La}_2\text{S}_3$ (50–75 мол.% Ga_2S_3 по перерізу $\text{La}_2\text{S}_3\text{--Ga}_2\text{S}_3$ та до 5–6 мол.% AgHal). За кімнатної температури досліджено спектри оптичного поглинання стекол системи $\text{Ga}_2\text{S}_3\text{--La}_2\text{S}_3\text{--Er}_2\text{S}_3\text{--AgCl(I)}$ в діапазоні 4000–10500 Å. Стекла прозорі у видимому діапазоні і містять вузькі смуги поглинання в зразках легованих Ербієм. Досліджено спектри фотолюмінесценції (ФЛ) стекол систем $\text{AgHal--Ga}_2\text{S}_3\text{--La}_2\text{S}_3$ з додаванням Er_2S_3 при збудженні лазером із довжиною хвилі 532 нм. Зафіксовано три інтенсивні максимуми ФЛ (660, 810, 855 нм) і один (980 нм) меншої інтенсивності. Одержані смуги випромінювання пов'язані з переходами в 4f оболонці іонів Ербію. З додаванням Er_2S_3 інтенсивність ФЛ зменшується внаслідок концентраційного гашення інтенсивності. Области склоутворення в квазіпотрійних системах $\text{Ag}_2\text{S--GeS}_2\text{--As}(\text{Sb})_2\text{S}_3$ займають більше половини поверхні площини трикутника. Максимальний вміст Ag_2S , що входить до складу скла, становить 70 мол.% Ag_2S на стороні $\text{Ag}_2\text{S--As}_2\text{S}_3$ та 55 мол.% Ag_2S на стороні $\text{Ag}_2\text{S--GeS}_2$. Для дослідження ФЛ властивостей при подвійному легуванні були обрані сплави складу 50 мол.% Ag_2S – (48–х) мол.% GeS_2 – 2 мол.% Nd_2S_3 – х мол.% Er_2S_3 та 20 мол.% Ag_2S – 60 мол.% GeS_2 – (18–у) мол.% Sb_2S_3 – 2 мол.% Nd_2S_3 – х мол.% Er_2S_3 , де х=1, 2, 3, 4. При кімнатній температурі спектри мають два максимуми при 1070 та 1350 нм, які відповідають переходам $4F_3/2_{\text{H}}4 I_{11}/2$ та $4F_3/2_{\text{H}}4 I_{13}/2$ в іонах Nd^{3+} .

Реферат (англ)

Crystal growth technology was developed for compounds AgGaGeS_4 , $\text{AgGaGe}_3\text{Se}_8$, $\text{AgGaGe}_5\text{Se}_{12}$, Ag_2GeS_3 , AgAs_3Se_5 , $\text{Ag}_2\text{SnAs}_6\text{Se}_{12}$, doped with two rare earths simultaneously. Stable and metastable phase diagrams of the $\text{Ag}_2\text{S}(\text{Se})\text{--Ge}(\text{Sn})\text{S}(\text{Se})_2\text{--As}_2\text{S}(\text{Se})_3$ systems in the entire concentration range were constructed. Crystal structure of new quaternary compounds $\text{AlBIII}_2\text{X}_3\text{Hal}$ where Al – Cu, Ag; BIII – Ga, In; X – S, Se, Te, was determined. Concentration limits of rare earth doping in the $\text{Ga}_2\text{S}_3\text{--Ge}(\text{Sn})\text{S}_2\text{--As}(\text{Sb})_2\text{S}_3$ systems were determined. Absorption spectra of doped and undoped chalcogenides and chalcogen halides were studied. Glass formation regions were established in the $\text{AgHal--Ga}_2\text{S}_3\text{--La}_2\text{S}_3$ systems (50–75 mol.% Ga_2S_3 at the $\text{La}_2\text{S}_3\text{--Ga}_2\text{S}_3$ section and up to 5–6 mol.% AgHal). Optical absorption spectra of glasses of the $\text{Ga}_2\text{S}_3\text{--La}_2\text{S}_3\text{--Er}_2\text{S}_3\text{--AgCl(I)}$ systems in the 4000–10500 Å range were studied at room temperature. The glasses are transparent in the visible range and contain narrow absorption bands in Er-doped samples. Photoluminescence (PL) spectra of glasses of the $\text{AgHal--Ga}_2\text{S}_3\text{--La}_2\text{S}_3$ systems doped with Er_2S_3 when excited by a 532 nm laser were studied. Three intense PL maxima (660, 810, 855 nm) and one of lower intensity (980 nm) were recorded. The resulting emission bands are associated with transitions in the 4f shell of erbium ions. PL intensity decreases with the increase of Er_2S_3 content due to the concentration quenching. The glass formation regions in the quasi-ternary systems $\text{Ag}_2\text{S--GeS}_2\text{--As}(\text{Sb})_2\text{S}_3$ occupy over half of the triangle area. The maximum Ag_2S content incorporated in the glass is 70 mol.% Ag_2S on the $\text{Ag}_2\text{S--As}_2\text{S}_3$ side and 55 mol.% Ag_2S on the $\text{Ag}_2\text{S--GeS}_2$ side. Alloys with composition of 50 mol.% Ag_2S – (48–х) мол.% GeS_2 – 2 мол.% Nd_2S_3 – х мол.% Er_2S_3 and 20 мол.% Ag_2S – 60 мол.%

GeS₂ – (18–y) mol.% Sb₂S₃ – 2 mol.% Nd₂S₃ – x mol.% Er₂S₃, where x=1, 2, 3, 4, were chosen for the study of PL properties with double doping.

Індекс УДК: 621.315.5/.6; 621.318.1; 666.65, 621.315.612.6; 666.266.3; 666.266.5; 666.266.6; 666.3/.7

Коди тематичних рубрик НТІ: 47.09, 47.09.41

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Монокристали сполук Ag₂GeS₃ та AgGaGe₃Se₈, леговані рідкісноземельними елементами (Er, Nd, Pr, Gd). Нові халькогенідні матеріали з ефективним випромінюванням в ІЧ області спектру.

Назва продукції (англ): Single crystals of the compounds Ag₂GeS₃ and AgGaGe₃Se₈ doped with rare-earth elements (Er, Nd, Pr, Gd). New chalcogenide materials with efficient radiation in IR spectral region.

Очікувані результати: Вироби технічні, Технології, Матеріали

Галузь застосування: Промислова мікроелектроніка

Опис продукції (укр): Монокристалічні зразки речовин Ag₂GeS₃, леговані одночасно двома рідкісно-земельними металами (Er+Nd або Er+Pr), та AgGaGe₃Se₈, леговані рідкісно-земельними металами Gd, Er, Nd. Технології вирощування таких монокристалів. Створені матеріали для випромінювачів ІЧ світла, перетворювачів ІЧ світла у видиме, для робочих елементів лазерів для ближнього та середнього ІЧ-діапазонів є високоефективними, температурно стабільними і недорогими.

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

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР, Експериментальний (макетний зразок), Дослідний зразок

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження: 01.2023-12.2023

Виробник продукції: Науковці ВНУ імені Лесі Українки

Споживачі продукції: Компанії-виробники приладів на основі напівпровідникової електроніки

Перспективні ринки: Медична діагностика (лідарні системи виявлення та контролю як шкідливих речовин, так і антитіл)

Права інтелектуальної власності: «Ноу-хау», Подано заявку на видачу охоронного документу, В Україні

Форми та умови передачі продукції: Продаж «Ноу-хау», Продаж патента, Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

1. Ivashchenko, I.A., Klymovych, O.S., Olekseyuk, I.D. et al. (2022) Quasi-Ternary System Ag₂Se–GeSe₂–As₂Se₃. J. Phase Equilib. Diffus., 43, 483–494. <https://10.1007/s11669-022-00987-0>

2. Ivashchenko, I.A., Olekseyuk, I.D., Gulay, L.D., Halyan, V.V., Kevshyn, A.H., Tishchenko, P.V., Strok, O.M. (2022) Crystal structure and physical properties of the quaternary phase CuGa_xIn_{5–x}S₈, 1.4 ≤ x ≤ 2.05, in the Cu₂S–Ga₂S₃–In₂S₃ system. J. Solid State Chem., 310, 123034. <https://10.1016/j.jssc.2022.123034>

3. Halyan, V.V., Yuhymchuk, V.O., Ivashchenko, I.A., Kozak, V.S., Tyshchenko, P.V., Olekseyuk I.D. (2022) Synthesis and downconversion photoluminescence of Erbium-doped chalcogenide glasses of AgCl(I)–Ga₂S₃–La₂S₃ systems. Appl. Opt., 90, 5285–5290. <https://www.osapublishing.org/ao/abstract.cfm?uri=ao-60-18-5285>

4. Bellagra, H.K., Kogut, Y.M., Piskach, L.V. (2023) Component Interaction in the Quasi-Ternary System PbSe–Ga₂Se₃–GeSe₂. J. Phase Equilib. Diffus. 44, 3–16 <https://10.1007/s11669-022-01017-9>

5. M. Piasecki, O. V. Parasyuk, V. Pavlyuk, O. Y. Khyzhun, I. V. Kityk, G. L. Myronchuk, K. T. Wojciechowski, S. I. Levkovets, L. V. Piskach, A. O. Fedorchuk, P. M. Fochuk, V. Wood, M. Yarema. (2022) Searching for better X-ray and μ -ray photodetectors: structure–composition properties of the TlPb₂Br_{5–x} quaternary system. Mater. Adv., 3, 4006–4014. DOI: 10.1039/D1MA01259B

6. Berezniuk O. P., Petrus' I. I., Olekseyuk I. D., Zamuruyeva O. V., Skipalskiy M. I. (2022) Phase equilibria, glass formation and optical properties of glasses in the Ag₂S – BIVS₂ – CV₂S₃ systems (BIV – Ge, Sn; CV – As, Sb). Physics and Chemistry of Solid State. Section: Chemistry, 23 (№ 1) 57–61. <https://doi.org/10.15330/pcss.23.1.57-61>
7. Berezniuk O. P., Petrus' I. I., Olekseyuk I. D., Smitiukh O. V., Zamuruyeva O. V., Nakhod V. V. (2022) The Ag₂S – GeS₂ – P₂S₅ system at 500 K. J. Solid State Chem. 313, 123340 <https://doi.org/10.1016/J.JSSC.2022.123340>
8. V.V. Halyan, T.K. Yatsynyuk, V.O. Yukhymchuk, S.V. Virko, Yu.M. Lyaschuk, M.V. Valakh, I.A. Ivashchenko, O.O. Lebed, M.A. Skoryk, A.P. Litvinchuk (2023) Optical properties of p-sensing p-GaLaS₃: Er crystal. J. Phys. D: Appl. Phys., 56, 435102. <https://doi.org/10.1088/1361-6463/ace7db>
9. Ivashchenko, I.A., Kozak, V.S., Gulay, L.D. et al. (2023) Phase Equilibria in the Quasi-Ternary System Cu₂Se–In₂Se₃–CuI and the Crystal Structure of the Al₂III₂XVI₃YVII Compounds, Where Al–Cu, Ag; BIII–Ga; XVI–Cl, Br, I; YVII–S, Se, Te. J. Phase Equilib. Diffus. 44, 714–728. <https://doi.org/10.1007/s11669-023-01073-9>
10. Valakh M., Litvinchuk A., Havryliuk Y., Yukhymchuk V., Dzhagan V., Solonenko D., Kulinich S., Piskach L., Kogut Y., He L., Zahn D.R.T. (2023) Raman- and Infrared-Active Phonons in Nonlinear Semiconductor AgGaGeS₄. Crystals, 13, 148. <https://doi.org/10.3390/cryst13010148>
11. Березнюк, О., Смітюх, О., Піскач, Л. (2022) Взаємодія по перерізах Cu(Ag)₇PS₆ – Cu(Ag)₈Ge(Sn)S₆. Проблеми хімії та сталого розвитку, 2 (№ 4), 3–16. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-4-1>
12. Березнюк О. П., Алрікік М., Когут Ю. М., Піскач Л. В. (2022) Фазові рівноваги в системах Cu(Ag)₂S – Sb₂S₃ – SnS₂. Проблеми хімії та сталого розвитку, 2 (№ 4), 17–30. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-4-2>
13. Березнюк, О., Піскач, Л. (2023) Взаємодія в квазіпотрійній системі Cu₂S – Sb₂S₃ – GeS₂. Проблеми хімії та сталого розвитку, 3 (№ 3), 3–12. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-1>
14. Іващенко І.А., Панкевич В.З., Галян В.В., Гулай Л.Д., Піскач Л.В., Юрченко О.М. Спосіб вирощування монокристалів Ag₁₈₆Ge₉₃Er₁₀Pr₄S₃₀₀: патент на корисну модель № 153429, Номер заявки: u202204538. Дата публікації відомостей про видачу патенту: 05.07.2023. Бюл. № 27/2023
15. Іващенко І.А., Панкевич В.З., Галян В.В., Гулай Л.Д., Піскач Л.В., Юрченко О.М. Спосіб вирощування монокристалів Ag₁₈₆Ge₉₃Er₁₀Nd₄S₃₀₀: патент на корисну модель № 153430. Номер заявки: u202204539. Дата публікації відомостей про видачу патенту: 05.07.2023. Бюл. № 27/2023
16. Юрченко О.М., Панкевич В.З., Іващенко І.А., Гулай Л.Д., Спосіб отримання монокристалів AgGaGe₃Se₈, легованих 0,5 та 1 % Me₂Se₃, де Me – Gd, Er, Nd: патент на корисну модель № 154566; Україна, С30B11/00, заявл. 15.05.2023; опубл. 22.11.2023, Бюл. № 47/2023

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 133

Мова звіту: Українська

Умови поширення в Україні: Не заборонено

Умови передачі іншим країнам: Не заборонено

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Іващенко Інна Алімівна (к. х. н., професор)

Галян Володимир Володимирович

Галян Володимир Володимирович (д. ф.-м. н., професор)

Когут Юрій Миколайович (к. х. н.)

Піскач Людмила Василівна (к. х. н., професор)

Панкевич Володимир Зіновійович (к. ф.-м. н.)

Керівник організації:

Цьось Анатолій Васильович (д. фіз. вих., професор)

Керівники роботи:

Олексеюк Іван Дмитрович (д.х.н., професор)

**Керівник відділу реєстрації наукової діяльності
УкрІНТЕІ**



Юрченко Т.А.