

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0226U002204

Державний реєстраційний номер: 0125U000484

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-02-2026

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розробка та оптимізація технологічних умов синтезу та вирощування монокристалів твердих розчинів $\text{Ag}_{6+x}(\text{P}_{1-x}\text{Si}_x)\text{S}_{51}$. Вивчення їх структурних та дослідження фізичних властивостей.

Початок етапу: 01.2025

Закінчення етапу: 12.2025

Вид звітнього документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет"

Код за ЄДРПОУ: 02070832

Місцезнаходження: вул. Підгірна, буд. 46, м. Ужгород, Ужгородський р-н., Закарпатська обл., 88000, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380312613396, 380312613321

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

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

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

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

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201390

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 1200.000

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Тверді електроліти: матеріали нового покоління для екологічно безпечних енергетичних рішень.

Назва роботи англійською:

Solid electrolytes: new-generation materials for environmentally friendly energy solutions .

Реферат українською:

Зважаючи на зростання попиту на вторинні джерела енергії, проект фокусується на вирішенні важливих енергетичних і матеріалознавчих завдань, а саме розробці технологічно простих, екологічно безпечних і високоефективних твердих електролітів. Ефективними твердоелектролітичними матеріалами є фази з іонною провідністю. Зокрема, дослідження зосереджено на сполуках $\text{Ag}_6\text{PS}_5\text{I}$ та $\text{Ag}_7\text{SiS}_5\text{I}$ (шляхом модифікації їх складу та форми), що володіють електропровідністю за рахунок дифузії іонів Ag^+ . Заплановані дослідження передбачають вивчення взаємозв'язків між складом, розміром, структурою та властивостями матеріалів, таких як оптичні, електричні та механічні характеристики. Монокристалічні матеріали становлять основу сучасної високотехнологічної індустрії, виступаючи у якості робочих елементів у критично важливих системах. Фізичні властивості монокристалів, які є наслідком їхньої впорядкованої структури, роблять їх незамінними для застосувань, де ключовою є анізотропія властивостей або мінімізація дефектів, таких як границі зерен. В результаті проведених досліджень встановлено, що досліджувані тверді розчини характеризуються вищим значенням σ_{ion} та співвідношенням $\sigma_{\text{ion}}/\sigma_{\text{el}}$ при нижчій енергії активації ($E_a=0.137$ eV) порівняно з вихідними тетрагнрними аргіродитами. На основі аналізу кристалічної структури було запропоновано механізм іонного транспорту в монокристалах. Загальних комплекс досліджень запланованих при виконанні проекту «Тверді електроліти: матеріали нового покоління для екологічно безпечних енергетичних рішень» дозволить встановити найбільш перспективні зразки і визначити їх потенційні галузі застосування. Основним критерієм для відбору ефективних матеріалів є високе значення іонної провідності у порівнянні з низькою електронною компонентою – $\sigma_{\text{ion}} \gg \sigma_{\text{el}}$.

Реферат англійською:

Considering the growing demand for secondary energy sources, the project focuses on solving important energy and material science problems, namely the development of technologically simple, environmentally friendly, and highly efficient solid electrolytes. Effective solid electrolytic materials are phases with ionic conductivity. In particular, the research is focused on $\text{Ag}_6\text{PS}_5\text{I}$ and $\text{Ag}_7\text{SiS}_5\text{I}$ compounds (by modifying their composition and form), which have high electrical conductivity due to the diffusion of Ag^+ ions. The planned research involves studying the relationships between the composition, size, structure, and properties of materials, such as optical, electrical, and mechanical characteristics. Single-crystal materials form the basis of modern high-tech industry, serving as working elements in critically important systems. The physical properties of single crystals, which are a consequence of their ordered structure, make them indispensable for applications where anisotropy of properties or minimization of defects, such as grain boundaries, are key. The research has shown that the solid solutions under study are characterized by a higher σ_{ion} value and $\sigma_{\text{ion}}/\sigma_{\text{el}}$ ratio at a lower activation energy ($E_a=0.137$ eV) compared to the initial tetragonal argirides. Based on the analysis of the crystal structure, a mechanism of ion transport in single crystals was proposed. The comprehensive research planned for the project "Solid electrolytes: new-generation materials for environmentally friendly energy solutions" will help identify the most promising samples and determine their potential applications. The main criterion for selecting effective materials is a high value of ionic conductivity compared to the low electronic component – $\sigma_{\text{ion}} \gg \sigma_{\text{el}}$

Індекс УДК: 620.22, УДК: 546.05 + 548.55 + 548.735 + 537.311.6 + 544.6.018.42-16

Коди тематичних рубрик: 81.09

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Шендер Ірина Олександрівна

Науковий ступінь:

Вчене звання: н.с.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Іонпровідні матеріали на основі тетрарних сполук структури аргіродиту $\text{Ag}_6\text{PS}_5\text{I}$ та $\text{Ag}_7\text{SiS}_5\text{I}$

Назва НТП англійською: Ion-conductive materials based on quaternary compounds with the argyrodite structure $\text{Ag}_6\text{PS}_5\text{I}$ та $\text{Ag}_7\text{SiS}_5\text{I}$

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали

Галузь застосування: Енергозберігаючі технології

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Представники аргіродитів відносяться до перспективних суперіонних матеріалів. Сплави системи $\text{Ag}_6\text{PS}_5\text{I}$ – $\text{Ag}_7\text{SiS}_5\text{I}$ одержано у вакуумованих кварцових ампулах одотемпературним методом. Одержані полікристалічні зразки досліджували методами ДТА та РФА. На основі одержаних результатів встановлено фізико-хімічну взаємодію у системі $\text{Ag}_6\text{PS}_5\text{I}$ – $\text{Ag}_7\text{SiS}_5\text{I}$ та побудовано відповідну діаграму стану, що використано як основу для встановлення оптимальних умов вирощування монокристалів твердих розчинів $\text{Ag}_7\text{-xPxSi1-xS5I}$. Вирощування кристалів здійснено методом вертикальної зонної кристалізації з розчину-розплаву. В результаті одержано монокристали складів $\text{Ag}_7\text{-xPxSi1-xS5I}$ ($x=0,0.25;0.5;0.75;1$) $d=12$ мм $l=30$ мм. Методом Рітвельда встановлено кристалічну будову твердих розчинів. Гетеровалентне катіонне $\text{P}+5p\text{Si}+4$ заміщення відбувається за механізмом компенсації заряду, що призводить до утворення позицій Ag з частковим коефіцієнтом заповнення. Монокристали твердих розчинів $\text{Ag}_7\text{-xPxSi1-xS5I}$ досліджували методом спектральної еліпсометрії. Досліджувані зразки мали нелінійну спектральну залежність показника заломлення n та коефіцієнта екстинкції k . Спектральну залежність показника заломлення описано за допомогою одноосциляторної моделі Вемпла-ДіДоменіко.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Економія енергоресурсів

Вплив НТП на довкілля: Впровадження безпечних систем накопичення енергії сприятиме енергетичній безпеці, екологічній стійкості та зниженню викидів CO

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

A.I. Pogodin, M.M. Pop, I.O. Shender, M.J. Filep, T.O. Malakhovska, O.P. Kokhan, K.V. Skubenych, V. Izai.

Ellipsometric study of $\text{Ag}_{6+x}(\text{P}_{1-x}\text{Si}_x)\text{S}_5\text{I}$ single crystals /Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. – 2025. V. 28, No 2. P. 215–220. Q3. <https://doi.org/10.15407/spqeo28.02.215>

A. Pogodin, I. Shender, M. Pop, M. Filep, T. Malakhovska, O. Kokhan. Crystal growth and opto-electrical properties of $\text{Ag}_{6.5}\text{P}_{0.5}\text{Si}_{0.5}\text{S}_5\text{I}$ solid-state ionic conductor. Materials Research Bulletin. V. 195. 2026, 113866, ISSN 0025–5408. Q1. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2025.113866>

Погодін А.І., Філеп М.Й., Шендер І.О., Малаховська Т.О., Молнар К.А., Кохан О.П. (2025). Фізико-хімічна взаємодія у системі $\text{Ag}_6\text{PS}_5\text{I}-\text{Ag}_7\text{SiS}_5\text{I}$. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія "Хімія", 53(1), 22–26. <https://doi.org/10.24144/2414-0260.2025.1.22-26>

Shender I.O., Pogodin A.I., Filep M.J., Malakhovska T.O., Molnar K.A., Kokhan O.P., Stasiuk Yu.Yu. Phase interactions and solid solution formation in the $\text{Ag}_6\text{PS}_5\text{I}/\text{Ag}_7\text{SiS}_5\text{I}$ system. XX International Freik Conference Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems. Materials. Ed. by L.I. Nykyruy, T. S. Potiatynnyk, M. D. Krainova, I. R. Mishchuk. Ivano–Frankivsk : Publisher Vasyl Stefanyk Carpathian National University, 06-10 October , 2025. 205 p.

X. Заклучні відомості

Керівник юридичної особи

Миронюк Іван Святославович
д.мед.н., 14.02.03

Перелік осіб-виконавців

Бабука Тетяна Ярославівна
(к. ф.-м. н., с.н.с.)

Гриць Вячеслав Юрійович
(д.філософ, н.с)

Жукова Юлія Павлівна
(к. х. н.)

Любачко Віталій Юрійович
(к.ф.-м.н., ст. наук .співр.)

Снігур Денис Васильович
(к. х. н., доцент, 02.00.02)

Стасюк Юрій Юрійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Фречка Наталія Іванівна

Телефон

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна