

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U004367

Державний реєстраційний номер: 0124U004302

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 02-12-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 3

Назва етапу: Вивчення синергії термічно активованих катіонів міді чи срібла і ангармонічної динаміки катіонів індію або вісмуту у спонтанному дипольному впорядкуванні та у контрольованій імпульсами електричного поля міграції катіонів через структурні шари кристалів $MM'P_2S(Se)_6$.

Початок етапу: 07.2025

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): 2201380

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 783.180
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Шаруваті фероїки $\text{MM}'\text{PbS}(\text{Se})_n$ з унікальними функціональними властивостями для нанорозмірних гетероструктур.

Назва роботи англійською:

Layered ferroics $\text{MM}'\text{PbS}(\text{Se})_n$ with unique functional properties for nanoscale heterostructures.

Реферат українською:

На основі дослідження лінійної взаємодії між акустичною та низькочастотною оптичною фононними дисперсійними гілками проаналізовано флексоелектричний зв'язок у сегнетоелектричному кристалі CuInP_2S_6 . Досліджено вплив тиску та електричного поля на флексоелектричну взаємодію флуктуацій електричної поляризації і пружних деформацій в CuInP_2S_6 . Виявлено зменшення частоти акустичних фононів до нуля при хвильових векторах поблизу центру зони Бріллюена, що вказує на можливість виникнення неспівмірної фази з просторовою модуляцією спонтанної поляризації. Імпульси електричного поля в сегнетоелектричній наномембрані CuInP_2S_6 індують сильний зв'язок між м'якими оптичними фононами і акустичними фононами резонатора. Виявлений ефект може бути застосований при розробці нових квантових систем для обчислень та сенсорики. Результати дослідження взаємодії флуктуацій електричної поляризації і пружних деформацій в CuInP_2S_6 можуть бути застосовані у флексоінженерії. Можливості варіювання нелінійного зв'язку між полярною та антиполярною конфігураціями електричних диполів керованими змінами механічного напруження чи хімічного складу твердих розчинів на основі CuInP_2S_6 забезпечують реалізацію одинарних, подвійних та потрійних петель діелектричного гістерезису та мультистанового перемикавання спонтанної поляризації під дією зовнішнього електричного поля.

Реферат англійською:

The flexoelectric coupling in the ferrielectric crystal CuInP_2S_6 was analyzed based on the study of the linear interaction between the acoustic and low-frequency optical phonon dispersion branches. The influence of pressure and an electric field on the flexoelectric interaction between spontaneous polarization fluctuations and elastic deformations in CuInP_2S_6 was also studied. The frequency of acoustic phonons was found to decrease to zero at wave vectors near the center of the Brillouin zone, indicating the possibility of an incommensurate phase with spatial modulation of spontaneous polarization. Electric field impulses in a CuInP_2S_6 ferroelectric nanomembrane induce strong coupling between soft optical phonons and acoustic phonons of the resonator. This effect can be applied to develop new quantum systems for computing and sensorics. The results of the study of the interaction between spontaneous polarization fluctuations and elastic deformations in CuInP_2S_6 can be applied to flexoengineering. Controlling changes in mechanical stress or the chemical composition of CuInP_2S_6 -based solid solutions enables varying the nonlinear coupling between polar and antipolar configurations of electric dipoles, which allows for the implementation of single, double, and triple loops of dielectric hysteresis and multistate switching of spontaneous polarization under external electric field.

Індекс УДК: 669:66-963, 538.9

Коди тематичних рубрик: 53.41.43

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Височанський Юліан Миронович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор, академік НАНУ

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Синтез, експериментальні і теоретичні дослідження кристалів сім'ї CuInP_2S_6 .

Назва НТП англійською: Synthesis, experimental and theoretical investigation of the family of CuInP_2S_6 crystals.

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали

Галузь застосування: наноелектроніка, флексоінженерія

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Шляхом вивчення спектрів раманівського розсіювання світла, разом з DFT розрахунками фононних спектрів та проведенням аналізу лінійної взаємодії між акустичною та низькочастотною оптичною фононними дисперсійними гілками проаналізовано флексоелектричний зв'язок у сегнетоелектричному кристалі CuInP_2S_6 . Встановлені значення констант флексоелектричної взаємодії. Для 2D сегнетоелектрика CuInP_2S_6 , з можливим просторово-модульованим розподілом спонтанної поляризації вище сегнетоелектричного-параелектричного фазового переходу першого роду, поява нестійкості кристалічної ґратки з неспівмірною модуляцією впливає з флексоелектричного зв'язку між зсувними коливаннями сусідніх структурних шарів з гілкою поперечних акустичних фононів. Така «зсувна флексоелектрика» підсилюється при стисненні шаруватого кристалу CuInP_2S_6 , що пов'язано з чутливістю до впливу зовнішніх сил міжшарової ван дер Ваальсової взаємодії, модифікованої наявністю іонної та ковалентної складових хімічного зв'язку. Визначено важливий вплив нелінійної біквадратичної взаємодії флуктуацій спонтанної поляризації з антиполярними флуктуаціями кристалічної ґратки CuInP_2S_6 . Встановлена можливість варіювання ефективності нелінійного зв'язку полярної та антиполярної конфігурацій електричних диполів чотирьох формульних одиниць CuInP_2S_6 в елементарній комірці з двома структурними шарами шляхом усестороннього або аксіального стиснення чи розтягу кристалічної ґратки, зміни хімічного складу частковим заміщенням міді на срібло чи сірки на селен, що модифікує кристалічне поле 2D сегнетоелектрика і сприяє реалізації одинарних, подвійних та потрійних петель діелектричного гістерезису та мультистанового перемикання спонтанної поляризації під дією зовнішнього електричного поля. Досліджено вплив тиску та електричного поля на дисперсію м'яких оптичних і акустичних фононів та на флексоелектричну взаємодію флуктуацій електричної поляризації і пружних деформацій в CuInP_2S_6 . Встановлено, що фононна дисперсія є сильно анізотропною і при

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

Вплив НТП на довкілля: Не впливає

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. N. Morozovska, E. A. Eliseev, Y. Zhu, Yu. M. Vysochanskii, V. Gopalan, Long-Qing Chen, Jia-Mian Hu. The Influence of Electric Field on the Anisotropic Dispersion of the Flexocoupling Induced Phonons and Ferrons in Van der Waals Ferrielectrics. J. Appl. Phys., 2025, v. 138, p.134101-1 - 134101-12. <https://doi.org/10.1063/5.0294057>.
- D. Gál, A. Czitrovsky, L. Himics, M. Veres, T. Vácsi, L. Péter, and A. Molnar. Chapter 12 Investigation of Ion Migration in CuInP2S6 Crystals by Raman Spectroscopy and Dielectric Spectroscopy. NATO Science for Peace and Security Series - B: Physics and Biophysics Nanotechnological Advances in Environmental, Cyber and CBRN Security. Springer P. 171-179 (2025). https://doi.org/10.1007/978-94-024-2316-7_12
- Y. Zhu, J. Wu, A. N. Morozovska, E. A. Eliseev, Yu. M. Vysochanskii, V. Gopalan, Long-Qing Chen, X. Zhang, W. Zhang, Jia-Mian Hu. Strong coupling between coherent ferrons and cavity acoustic phonons. 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2511.01201>
- . V. Liubachko, R. Yevych, V. Yevych, Yu. Vysochanskii. Temperature evolution of the pseudospin fluctuation spectra in van der Waals CuInPnSen. 9th International Materials Science Conference HighMatTech-2025. October 6-10, 2025, Kyiv, Ukraine. P 159. <https://drive.google.com/file/d/1OTv1aIUev4MmdntkjMgFart-Ie71QLa/view>
- V. Liubachko, A. Kohutych, R. Yevych, K. Glukhov, M. Medulych, V. Hryts, A. Pogodin, S. Kopyl, A. Kholkin, Yu. Vysochanski. Sliding Stabilization of Highly Polarized State in CuInP2S6 Induced by ferrielectric to Ferroelectric Crossover. 2025 IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics (IEEE ISAF-ICE-ISIF-PFM 2025) July 13-18, 2025, Graz, Austria. P. 3430. https://epapers2.org/isaf2025/ESR/paper_details.php?paper_id=3430
- Yu. Vysochanskii, A. Kohutych, R. Yevych, V. Liubachko, K. Glukhov, M. Medulych, V. Hryts, A. Pogodin. Nonlinear dynamics of 2D CuInP2S6 ferrielectric and 3D Sn2P2S6 ferroelectric in term of the concept of a “ferron”. 15th European Meeting on Ferroelectricity (EMF-15) and Polish-Lithuanian-Ukrainian Meeting (PLU-7), August 31-September 5, Katowice, Poland.
- . D. Gál, L. Péter, S. Motrja, A. Horvat, R. Pavlyshyn, A. Molnar. Copper hexathiometadiphosphate Cu2P2S6 and its physical properties. XIV International seminar “Properties of ferroelectric and superionic systems”. October 23, 2025, Uzhhorod, Ukraine. P. 40-42. <http://seminar.pp.ua/images/Docs/Seminar-Uzhhorod-2025.pdf>

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Миронюк Іван Святославович
д.мед.н.

Перелік осіб-виконавців

ЄВИЧ Руслан Методійович
(к.ф.-м.н., ст. наук .співр.)

Височанський Юліан Миронович
(д. ф.-м. н., професор, академік НАНУ, 01.04.07)

ГЛУХОВ Костянтин Євгенійович
(к.ф.-м.н., доц.)

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

Когутич Антон Антонович
(к.ф.-м.н., с.н.с.)

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

Медулич Микола Михайлович
(к.ф.-м.н., ст. наук .співр.)

Молнар Олександр Олександрович
(д. ф.-м. н., професор, 01.04.10)

Погодін Артем Ігорович
(к.х.н., с.н.с.)

Шендер Ірина Олександрівна
(д.філософ, викладач)

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