Облікова картка ДіР

Image not found or type unknow

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U002752

Державний реєстраційний номер: 0122U001860

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 02-04-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 3

Назва етапу: Релаксація електронних збуджень в неорганічних галоїдних перовськитах типу ABX3

Початок етапу: 01.2022

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 1, м. Львів, Львівська обл., 79000, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380322616048

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)

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 949.662

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Релаксація електронних збуджень в неорганічних галоїдних перовськитах типу ABX3

Назва роботи англійською:

Relaxation of electronic excitations in inorganic halogen perovskites of ABX3 type

Реферат українською:

Проєкт спрямований на з'ясування природи електронних та екситонних процесів у новітніх функціональних матеріалах на основі галоїдних перовскітів типу ABX3 (A = Cs, Rb, K; B = Pb, Sn; X = F, Cl, Br, I), що набули значного практичного значення в галузях світлодіодної техніки, сонячних елементів, детекторів випромінювання та біомедицини. Основну увагу зосереджено на механізмах випромінювальної релаксації електронних збуджень, визначенні центрів випромінювання та спектрально-кінетичних властивостей за збудження іонізуючим випромінюванням. Проведено синтез та вирощування монокристалів і наночастинок перовскітів у різних матрицях, з'ясовано особливості взаємодії структури та властивостей, зокрема квантово-розмірного ефекту, динамічного ефекту Рашби та порушень локальної симетрії кристалічної гратки. Розглянуто маркери ідентифікації екситонів Ваньє-Мотта та Рашби у люмінесценції кристалів та наночастинок. Температурні та тискові залежності спектрів випромінювання свідчать про значний внесок екситон-фононної взаємодії на особливості різних типів екситонів, прямих екситонів та непрямих Рашбівських екситонів. Отримані результати свідчать про перспективність кристалів CsPbCl3 як швидкодіючих сцинтиляторів при низьких температурах, що демонструють високу інтенсивність люмінесценції з надшвидкою кінетикою. Дослідження показали позитивний вплив активаторів, таких як кадмій, на спектральні властивості люмінесценції, що дозволяє використовувати активовані монокристали для позитрон-емісійної томографії. Встановлено особливості люмінесценції CsPbBr3-Yb, що відкривають можливості для створення джерел ІЧ-випромінювання. Розроблені підходи і результати проєкту значно розширюють розуміння електронних і екситонних процесів у перовскітах, що має фундаментальне значення для подальших досліджень та створення нових функціональних матеріалів.

Реферат англійською:

The project is aimed at elucidating the nature of electronic and excitonic processes in new functional materials based on halide perovskites of the ABX3 type (A = Cs, Rb, K; B = Pb, Sn; X = F, Cl, Br, I), which have acquired significant practical importance in the fields of LED technology, solar cells, radiation detectors and biomedicine. The main attention is focused on the mechanisms of radiative relaxation of electronic excitations, determination of emission centers and spectral-kinetic properties upon excitation by ionizing radiation. The synthesis and growth of single crystals and perovskite nanoparticles in various matrices were carried out, the peculiarities of the interaction of structure and properties were clarified, in particular the quantum-size effect, the dynamic Rashba effect and violations of local symmetry of the crystal lattice. Markers for identifying Wannier-Mott and Rashba excitons in the luminescence of crystals and nanoparticles were considered. The temperature and pressure dependences of the emission spectra indicate a significant contribution of exciton-phonon interaction to the features of different types of excitons, direct excitons and indirect Rashb excitons. The results obtained indicate the prospects of CsPbCl3 crystals as fast scintillators at low temperatures, demonstrating high luminescence intensity with ultrafast kinetics. Studies have shown a positive effect of activators, such as cadmium, on the spectral properties of luminescence, which allows the use of activated single crystals for positron emission tomography. Features of the luminescence of CsPbBr3-Yb have been established, which open up opportunities for creating sources of IR radiation. The developed approaches and project results significantly expand the understanding of electronic and excitonic processes in perovskites, which is of fundamental importance for further research and the creation of new functional materials.

Індекс УДК: 535.37 , 535.33/.34

Коди тематичних рубрик: 29.31.23, 29.31.26

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Волошиновський Анатолій Степанович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Нові неорганічні галоїдні сполуки зі структурою перовськіту, люмінесцентні та сцинтиляційні параметри чистих та активованих галоїдних перовськітів, механізми сцинтиляційних процесів у перовськітах

Назва НТП англійською: New inorganic halide compounds with perovskite structure, luminescent and scintillation parameters of pure and activated halide perovskites, mechanisms of scintillation processes in perovskites

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Технології, Матеріали, Методи, теорії

Галузь застосування: оптичні матеріали, сцинтиляційне матеріалознавство

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Науково-технічною продукцією є нові неорганічні галоїдні сполуки зі структурою перовськіту, люмінесцентні та сцинтиляційні параметри чистих та активованих галоїдних перовськітів, механізми сцинтиляційних процесів у перовськітах. З'ясовано механізми електронних та екситонних процесів у нових функціональних матеріалах на основі галоїдних перовськітів типу ABX3 (A = Cs, Rb, K; B = Pb, Sn; X = F, Cl, Br, I), які на сьогодні є топовими матеріалами для застосування у світлодіодах, сонячних елементах, детекторах випромінювання, біомедичних дослідженнях тощо. Запропоновано маркери прояву екситонів Ваньє-Мотта та екситонів Рашби на основі аналізу залежності люмінесцентних параметрів екситонів від температури та тиску. Енергетичне положення люмінесценції екситонів Ваньє із зростанням температури зміщується у низькоенергетичну область спектра, тоді як для Рашбівських екситонів смуга змішується у коротко хвильову область. Виявлено протилежні зміни відносної інтенсивності вільних екситонів і екситонів Рашби зі збільшенням гідростатичного тиску, що також може бути маркером для ідентифікації типу екситона у перовськітах. З'ясовано, що кристали CsPbCl3 демонструють надшвидке випромінювання (420 нм, часи розпаду: 0,1–11 нс) і високий світловий вихід за низьких температур, що робить їх перспективними для сцинтиляційних детекторів. Активація кадмієм змінює спектри люмінесценції монокристалів CsPbCl3 , збільшує інтенсивність прикрайової екситонної люмінесценції на порядок порівняно із неактивованими кристалами, що дозволяє розглядати кристали CsPbCl3-Cd як новий перспективний матеріал для швидкісних сцинтиляторів. Продемонстровано можливість створення ІЧ джерел випромінювання на основі перовськіту CsPbCl3:Yb, за збудження в області поглинання матриці (п<420 нм)

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Вплив НТП на довкілля:

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 обгрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

Experimental and first-principles studies on photoluminescence of Ce3+-doped calcium chloroborate Ca2BO3Cl / I.V. Berezovskaya, S. Zhou, B. Lou, M. Yin, C.-G. Ma, A.S. Voloshinovskii, V.P. Dotsenko // Journal of Luminescence. - 2022. - Vol. 244. - P. 118730 (Q2). https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2022.118730

Zinc–Cobalt Oxide Thin Films: High Curie Temperature Studied by Electron Magnetic Resonance / B Cieniek, I Stefaniuk, I Virt, RV Gamernyk, I Rogalska // Molecules. - 2022. - Vol. 27(23). - P. 8500. (Q2) https://doi.org/10.3390/molecules27238500

Sorption-luminescence method for determination of cerium using Transcarpathian clinoptilolite / V.O. Vasylechko, H.P. Sak, G.V. Gryshchouk, A. Gloskovskii, Y.M. Kalychak, A.S. Voloshinovskii, V.V. Vistovskyy // Applied Nanoscience (Switzerland). - 2022. Vol. 12(3). - p. 543–551 (Q2). https://doi.org/10.1007/s13204-021-01719-5

Study of structural and optical properties of CdTe:Yb thin films / Yu.P. Gnatenko, P.M. Bukivskij, R.V. Gamernyk, A.P. Bukivskii, M.S. Furyer, M.M. Kolesnyk, D.I. Kurbatov, A.S. Opanasyuk // Physica B: Condensed Matter. - 2022. - Vol. 627. - P. 413529 (Q2) https://doi.org/10.1016/j.physb.2021.413529

Transient Photoconduction and Relaxation Photocurrent of ZnO Thin Films Produced by Pulsed Laser Deposition / I. Virt, R. Gamernyk, P. Potera, B. Cieniek, A. Lozynsky // ECS Journal of Solid State Science and Technology. - 2022. - Vol. 11(6). - P. 063013 (Q3). https://doi.org/10.1149/2162-8777/ac765f

Computer Modelling of Energy Structure of Yb3+ and Lu3+ Doped LaF3 Crystals / Ya. Chornodolskyy, V. Karnaushenko, J. Selech, V. Vistovskyy, T. Demkiv, K. Przystupa, S. Syrotyuk, A. Voloshinovskii // Materials. - 2022. - Vol. 15(22). - P. 7937 (Q2). https://doi.org/10.3390/ma15227937

Ultra-fast low temperature scintillation and X-ray luminescence of CsPbCl3 crystals / V. B. Mykhaylyk, M. Rudko, H. Kraus, V. Kapustianyk, V. Kolomiets, N. Vitoratou, Y. Chornodolskyy, A. S. Voloshinovskii, L. Vasylechko // Journal of Materials Chemistry C. - 2022. - Vol. 11(2). - p. 656–665. (Q1) https://doi.org/10.1039/D2TC04631H

Pressure influence on excitonic luminescence of CsPbBr3 perovskite / L.-I. Bulyk, T. Demkiv, O. Antonyak, Y.M. Chornodolskyy, R. Gamernyk, A. Suchocki, A. Voloshinovskii // Dalton Transactions. - 2023. - Volume 52(45). - p. 16712–16719. (Q1). https://doi.org/10.1039/D3DT02647G

Temperature behavior of the near band edge luminescence in CsPbBr3 single crystal and nanoparticle ensemble / M. Dendebera, T. Malyi, A. Zhyshkovych, Ya Chornodolskyy, A. Pushak, R. Gamernyk, O. Antonyak, T. Demkiv, V. Vistovskyy, A. Voloshinovskii / Optical Materials: X. – 2022. – Vol. 16. – P 100208. https://doi.org/10.1016/j.omx.2022.100208

Luminescence properties of CsPbBr3 single crystals and CsPbBr3 crystalline phases dispersed in a KBr matrix / O. Antonyak, R. Gamernyk, T. Demkiv, T. Malyi, Y. Chornodolskyy // Journal of Luminescence. - 2023. - Volume 263.

- P. 120030. (Q2). https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2023.120030

Study of optical and photoelectric properties of copper oxide films / Y.P. Gnatenko, P.M. Bukivskij, R.V. Gamernyk, M.S. Furyer, L.M. Tarakhan // Materials Chemistry and Physics . - 2023. - Volume 307. - P. 128175 (Q1). https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2023.128175

Enhancement of near edge luminescence in cadmium ions doped CsPbCl3 single crystals / O. Pidhornyi, Ya. Chornodolskyy, A. Pushak, Y. Smortsova, A. Kotlov, O. Antonyak, T. Demkiv, R. Gamernyk, A. Voloshinovskii // Journal of Applied Physics. - 2023. - Volume 134, Issue 137. - P. 135105 (Q2). https://doi.org/10.1063/5.0159753

The effect of annealing treatment on the structural and optical properties of nanostructured CuxO films obtained by 3D printing / V.Yu. Yevdokymenko, O. Dobrozhan, R. Pshenychnyi, A. Opanasyuk, Yu. Gnatenko, A. Bukivskii, P. Bukivskij, R. Gamernyk, O. Klymov, V. Muñoz-Sanjosé, P. Ibañez-Romero, Z. Gacevic // Materials Science in Semiconductor Processing. - 2023. - Volume 161. - P. 107472 (Q2). https://doi.org/10.1016/j.mssp.2023.107472

Structural and optical properties of Ni-doped ZnO thin films as TCO material, fabricated by pulsed laser deposition method / I. Virt, P. Potera, R. Gamernyk, B. Cieniek // Optical Materials. - 2024. - Volume 154. - P. 115643 (Q2) https://doi.org/10.1016/j.optmat.2024.115643

Effect of Yb doping on the optical and photoelectric properties of CsPbCl3 single crystals / T.M. Demkiv, Ya.M. Chornodolskyy, T.M. Muzyka, S.Z. Malynych, R. Ya Serkiz, A.S. Pushak, A. Kotlov, R.V. Gamernyk // Optical Materials: X. - 2024. - Volume 22. - P. 100303 (Q2). https://doi.org/10.1016/j.omx.2024.100303

Sorption-luminescence method for determination of ytterbium / O. Stashkiv, V. Vasylechko, R. Gamernyk, Y. Kalychak // Molecular Crystals and Liquid Crystals. - 2024. - Volume 768, Issue 3. - p. 28-39 (Q4) https://doi.org/10.1080/15421406.2023.2253606

'NanoViroSan' antimicrobial composite, designed for emergency epizootic situations and safe usage in ecological pig farming / B. M. Pavlenko, A. I. Buzun, I. V. Kychun, O. V. Kovalenko, V. I. Galitsa, Ya. M. Chornodolskyy, O. V. Kolchyk, M. Yu. Stegniy, I. A. Bobrovytska // Journal for Veterinary Medicine Biotechnology and Biosafety. - 2022. - № 3-4. - P. 28-38. https://doi.org/10.36016/jvmbbs-2022-8-3-4-6

Determination of the angle of rotation of the diffraction grating by the method of conical diffraction / P. Vankevych, B.D. Drobenko, N.Y. Ftomyn, Ya. M. Chornodolskyy, A.D. Chernenko, P.I. Vankevych, A.Y. Derevjanchuk, D.R. Moskalenko // Physics and Chemistry of Solid State. – 2022. – Volume 23(4). - P. 825–829. (Q4) https://doi.org/10.15330/pcss.23.4.825-829

Determining the position of a radiation source using the conical diffraction method / P.P. Vankevych, B.D. Drobenko, N.Y. Ftomyn, Ya.M. Chornodolskyy, V.V. Dehtiarenko, A.V. Sliusarenko, A.D. Chernenko, P.A. Bolkot // Journal of Physical Studies, – 2022, – 26(4), – P. 4403. (Q4) https://doi.org/10.15330/pcss.23.4.825-829

Modern methods of the diagnostic of pathology of pregnancy and the postpartum period [Сучасні методи діагностики патології вагітності та післяпологового періоду] / O.V Bulavenko, L.R. Ostapiuk, V.O. Rud, A.S. Voloshinovskii, T.S. Malyi, Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics. - 2023. - Volume 96(4). - P. 15–23. https://med-expert.com.ua/journals/wp-content/uploads/2024/02/04-1.pdf

Energy structure of CeCl2Br and CeClBr2 crystals / Y.M. Chornodolskyy, V.O. Karnaushenko, S.V. Syrotyuk, O.T. Antonyak, A.S. Voloshinovskii // Journal of Physical Studies. - 2023. Volume 27(3). - P. 3702. (Q4). https://doi.org/10.30970/jps.27.3702

Genotoxicity and acute toxicity of 2-AMINO-5-BENZYLTHIAZOLE in complex with polimeric nanocarrier in allium bioassay / Ya. Shalai, K. Savaryn, M. Ilkiv, Yu. Ostapiuk, N. Mitina, O. Zaichenko, V. Budzyn, A. Babsky // Biologicni Studii. –2023. – V. 17, No 3. – P. 23 – 32. http://dx.doi.org/10.30970/sbi.1703.727

On forecasting the annual dynamics of the infrasound envelope function / O. S. Soroka, B. Ya. Melekh, V. O. Karnaushenko, Ya. M. Chornodolskyy // Journal of Physical Studies. - 2024. - № 3. - P. 3403. https://doi.org/10.30970/jps.28.3403

Size Effects In The Luminescence Of CeF3 Nanoparticles / A Gektin, Y Chornodolskyy, T Demkiv, A Kotlov, A Hloskovsky, A Voloshinovskii // 2024 IEEE Nuclear Science Symposium (NSS), Medical Imaging Conference (MIC) and Room Temperature Semiconductor Detector Conference (RTSD), Tampa, FL, USA. - 2024. - p. 1-1. https://doi.org/10.1109/NSS/MIC/RTSD57108.2024.10655427

Broadband Electromagnetic Radiation Absorber Based on Bifunctional Polymer-Magnetite Composite / O. Aksimentyeva, S. Malynych, R. Filipsonov, R. Gamernyk // Acta Physica Polonica A. - 2022. - 141(4). - P. 356–360 (Q4). http://dx.doi.org/10.12693/APhysPolA.141.356

Кінетичні особливості кополімеризації поліоксазолінвмісних макромерів / К Волянюк, Н Мітіна, Х Гаргай, О Заіченко / Матеріали конференцій МЦНД, (19.05.2023; Ужгород, Україна). - 2023. - с. 105–108. https://archive.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/581

Kobylinska, L., Mitina, N., Zaichenko, A., Stoika, R. (2022). Controlled delivery and reduced side effects of anticancer drugs complexed with polymeric nanocarrier. In Biomedical Nanomaterials (pp. 119-147). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76235-3_5 (4 др.ар.)

О.В.Булавенко, Л.Р.Остап'юк, А.С.Волошиновський, В.О.Савчин, Т.С.Малий. Флуоресцентна спектроскопія: можливості застосування в медичній практиці.-Вінниця,ТВОРИ, 2022-352с. ISBN 978-617-552-118-2. (23.1 д.а)

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи — Мельник Володимир Петрович, д. філ. н.

Перелік осіб-виконавців

Ігнацевич Сергій Олександрович

Антоняк Олег Тарасович
(к. ф.-м. н., 01.04.07)

Вістовський Віталій Володимирович
(д. ф.-м. н., 01.04.10)

Глосковська Наталія Вікторівна
(к. ф.-м. н.)

Малий Тарас Сергійович
(к. ф.-м. н., 01.04.10)

Хапко Зенон Андрійович
(к. ф.-м. н.)

Відповідальний за підготовку облікових документів — Тарас Малий

Телефон — +38 (063) 962-59-72

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

