

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0221U106497

Державний реєстраційний номер: 0120U105573

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 08-12-2021

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Дослідження спектрів фотолюмінесценції та поглинання наночастинок $(\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{SxSe}_{1-x})_4$ та SnS, отриманих при різних фізико-хімічних умовах їх синтезу.

Початок етапу: 06.2021

Закінчення етапу: 08.2021

Вид звітного документа: Без звіту

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут фізики
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 46, м. Київ, 03680, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380445251220, 380445251589

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380542334058

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 52 - договір з вітчизняною організацією (органами місцевої ради, фондом, асоціацією, концерном тощо)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7722 - кошти підприємств, установ, організацій України

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 349.947
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Перспективні напівпровідникові наноматеріали для потреб гнучкої електроніки: синтез, розробка методів друку та оптимізація їх структурних, оптичних і фотоелектричних властивостей

Назва роботи англійською:

Promising semiconductor nanomaterials for flexible electronics: synthesis, development of printing methods and optimization of structural, optical and photoelectric properties.

Реферат українською:

Мета роботи : аналіз сучасного стану оптичних досліджень наночастинок кестеритових напівпровідників, отриманих різними фізико-хімічними методами. Встановлення природи електронних процесів у наноструктурованих плівках $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ та $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$, твердих розчинів на їх основі, а також SnS , одержаних з використанням методу друку на 2D- та 3D принтерах, природи дефектів та вторинних фаз в них, їх оптичної якості в залежності від фізико-хімічних умов їх отримання. Встановлено прояв квантово-розмірного ефекту в спектрах фотолюмінесценції (ФЛ) наночастинок CZTSe , що приводить до короткохвильового зміщення максимуму смуги ФЛ. Проведено оцінку розмірів нанокристалітів. Показано, що смуги ФЛ для наночастинок CZTS зумовлені зона-зонними переходами та рекомбінацією донорно-акцепторних пар. Виявлено деформацію енергетичних зон кестеритових наночастинок в результаті наявності флуктуацій потенціалу кристалічного поля та флуктуацій електростатичного потенціалу заряджених дефектів. Встановлено відсутність вторинних фаз Cu_2SnS_3 та Cu_2S . Для твердих розчинів CZTS1-XSeX досліджено структуру спектрів ФЛ, яка пов'язана із рекомбінаційними процесами за участю енергетичних зон сполук CZTS та CZTSe , модифікованих при формуванні твердого розчину. Аналіз структури спектрів ФЛ кестеритових наночастинок CZTSe та CZTS показав присутність в них вторинних фаз ZnSe та ZnS , відповідно. Встановлено природу смуг ФЛ наночастинок SnS , де виявлено присутність вторинної фази SnS_2 та кисню із можливим формуванням наночастинок SnO_2 . Досліджено кінетику ФЛ наночастинок SnS , яка має місце в наносекундному діапазоні.

Реферат англійською:

Purpose: analysis of the current state of optical studies of film materials of oxide semiconductors. Establishment of the nature of electronic processes in $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ and $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ thin films as well as SnS nanoparticles obtained using the method of printing on 2D and 3D printers, the nature of defects and their optical quality depending on the physicochemical conditions of their production. The manifestation of the quantum-dimensional effect in the photoluminescence (PL) spectra of CZTSe nanoparticles was established, which leads to a short-wavelength shift of the maximum of the PL band. The size of nanocrystallites was estimated. It is shown that the PL bands for CZTS nanoparticles are caused by band-to-band transitions and the recombination of donor-acceptor pairs.

Deformation of energy bands of kesterite nanoparticles as a result of the presence of fluctuations in the crystal field potential and fluctuations in the electrostatic potential of charged defects was revealed. The absence of secondary phases of Cu_2SnS_3 and Cu_2S was established. For solid solutions of CZTS1-XSeX , the structure of the PL spectra, which is associated with the recombination processes involving the energy bands of the CZTS and CZTSe compounds, modified during the formation of the solid solution, was studied. Analysis of the PL spectrum structure of the kesterite CZTSe and CZTS nanoparticles showed the presence of secondary phases ZnSe and ZnS , respectively. The nature of PL bands of SnS nanoparticles was established, where the presence of SnS_2 secondary phase and oxygen with possible formation of SnO_2 nanoparticles was detected. The PL kinetics of SnS nanoparticles, which takes place in the nanosecond range, was studied.

Індекс УДК: 621.315.592, 538.9

Коди тематичних рубрик:47.09.29, 29.19.03

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Гнатенко Юрій Павлович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Спектри фотолюмінесценції та поглинання наночастинок ($\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{SxSe}_{1-x})_4$ та SnS , отриманих при різних фізико-хімічних умовах їх синтезу.

Назва НТП англійською: The photoluminescence and absorption spectra of $(\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{SxSe}_{1-x})_4$ and ZnS nanoparticles obtained at different physico-chemical conditions of their synthesis

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 72.19

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Виявлено прояв квантово-розмірного ефекту в низькотемпературних спектрах ФЛ для кестеритової сполуки CZTSe, який проявляється в короткохвильовому зміщенні смуги ФЛ в порівнянні із значенням ширини забороненої зони для об'ємного матеріалу. На основі отриманих результатів визначено розміри нанокристалів, які складають (5-10) нм. Оскільки розміри нанокристалів є дещо меншими ніж величина радіусу екситону, то це свідчить про наявність відносно сильного квантово-розмірного ефекту. Визначено температурне збільшення ширини забороненої зони при пониженні температури від рідкого азоту до рідкого гелію, яка складає 110 меВ. Прояв довгохвильової асиметрії смуги ФЛ свідчить про наявність певного розупорядкування кристалічної ґратки, що може бути зумовлено як неоднорідним розташуванням окремих компонент складу у вузлах кристалічної ґратки, так і неоднорідністю просторового розподілу донорних та акцепторних заряджених дефектів. Тому, виникають флуктуації потенціалу кристалічного поля та електростатичні флуктуації заряджених дефектів, що викликає утворення "хвостів" густини станів для енергетичних зон. Показано, що спектр ФЛ CZTS при $T=77\text{ K}$ з використанням збудження лазером з довжиною хвилі 532 нм, проявляє широку смугу із максимумом при 830 нм (1.494 eV), що може бути зумовлена проявом зона-зонних переходів. Відсутність в даному випадку прояву квантово-розмірного ефекту, очевидно, зумовлено достатньо малим значенням радіусу екситону (близько 3.0 нм) в порівнянні із розмірами нанокристалів. Найдено, що при $T=4.5\text{ K}$ смуга ФЛ наночастинок CZTS містить дві окремі компоненти при 1.71 eV та 1.38 eV. Перша компонента, очевидно, зумовлена зона-зонними переходами для наночастинок CZTS, в той час як інша може бути пов'язана із випромінюванням донорно-акцепторних пар або проявом в спектрах фотолюмінесценції домішкової вторинної фази SnS. Відсутність будь-якої структури спектру ФЛ в спектральній області (1-2) мкм вказує на відсутність таких вторинних фаз як Cu_2SnS_3 та Cu_2S .

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

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 обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

S. Kakherskyi, R. Pshenychnyi, O. Dobrozhan, Ja. G. Vaziev, A. P. Bukivskii, P. M. Bukivskij, Yu. P. Gnatenko A. Opanasyuk // Structural, microstructural, chemical, and optical properties of NiO nanocrystals and films obtained by 3D printing. Applied Physics A volume 127, Article number: 715 (2021)

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Бондар Михайло Віталійович

д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Буківський Анатолій Петрович

(к. ф.-м. н.)

Гнатенко Юрій Павлович

(д.ф.-м.н., 01.04.07)

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Машкіна В.Л.

Телефон

+38 (044) 525-55-79

Реєстратор

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

