

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0224U002596

Державний реєстраційний номер: 0120U105573

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-02-2024

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 5

Назва етапу: Дослідження кристалічної та енергетичної структури, природи дефектів та їх впливу на електронні властивості плівкових двошарових та багатошарових структур оптичними та фотоелектричними методами.

Початок етапу: 09.2023

Закінчення етапу: 11.2023

Вид звітнього 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.): 311.102
--

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:

Об'єкти досліджень: гетероструктури на основі тонких плівок напівпровідників р-типу, а саме кестеритових сполук $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, оксидів металів CuO та NiO , а також наноструктурованих плівок п-типу ZnO , одержані в результаті їх синтезу колоїдно-поліольним методом та осадженням наноструктурованих плівок з використанням розроблених наночорнил шляхом друку на 2D- та 3D принтерах. Мета роботи :. аналіз сучасного стану оптичних досліджень наноструктурованих напівпровідникових гетероструктур на основі кестеритів та оксидів металів, отриманих різними фізико-хімічними методами. Встановлення природи електронних процесів у досліджуваних гетероструктурах, одержаних з використанням методу друку на 2D- та 3D принтерах, природи дефектів та їх фазового стану, а також оптичної якості в залежності від фізико-хімічних умов їх отримання. Встановлено, що гетероструктури $\text{ITO}/\text{ZnO}:\text{In}/\text{ZnO}/\text{CZTS}:\text{Mg}$ та $\text{ITO}/\text{ZnO}:\text{In}/\text{ZnO}/\text{CuO}$ проявляють поглинання та фоточутливість в широкій спектральній області від 350 до 1000 нм, яке в короткохвильовій області спектру пов'язано із шарами оксиду цинку, а в довгохвильовій – зумовлено поглинанням кестеритами або оксидом міді. Для гетероструктури $\text{ITO}/\text{ZnO}:\text{In}/\text{ZnO}/\text{NiO}$ поглинання, в основному, спостерігається в ультрафіолетовій області спектру. Виявлено також поглинання, пов'язане із утворенням перехідного шару на границі розділу шарів ZnO та кестеритів, оксидів міді чи нікелю. Визначено значення E_g для шарів ZnO , CuO , NiO та кестеритів, оптичну якість, природу дефектів та електронних процесів в досліджуваних гетероструктурах, а також їх залежність від температури відпалу. Показано, що гетероструктури $\text{ITO}/\text{ZnO}:\text{In}/\text{ZnO}/\text{CZTS}:\text{Mg}$ та $\text{ITO}/\text{ZnO}:\text{In}/\text{ZnO}/\text{CuO}$ є перспективними наноматеріалами для розробки ефективних сонячних комірок, в той час як гетероструктура $\text{ITO}/\text{ZnO}:\text{In}/\text{ZnO}/\text{NiO}$ може бути придатною для розробки новітніх ультрафіолетових детекторів.

Реферат англійською:

Heterostructures based on thin films of p-type semiconductors, namely kesterite compounds $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, metal oxides CuO and NiO , as well as nanostructured films of p-type ZnO , obtained as a result of their synthesis by the colloid-polyol method and deposition of nanostructured films using developed nanoinks by printing on 2D and 3D printers. Purpose: analysis of the current state of optical research of nanostructured semiconductor heterostructures based on kesterites and metal oxides obtained by various physicochemical methods. Establishing the nature of electronic processes in the studied heterostructures obtained using the method of printing on 2D and 3D printers, the nature of defects and their phase state, as well as optical quality depending on the physical and chemical conditions of their production. It was established that $\text{ITO}/\text{ZnO}:\text{In}/\text{ZnO}/\text{CZTS}:\text{Mg}$ and $\text{ITO}/\text{ZnO}:\text{In}/\text{ZnO}/\text{CuO}$ heterostructures exhibit absorption and photosensitivity in a wide spectral range from 350 to 1000 nm, which in the short-wave spectrum region is associated with oxide layers zinc, and in the long-wave – due to absorption by kesterites or copper oxide. For the $\text{ITO}/\text{ZnO}:\text{In}/\text{ZnO}/\text{NiO}$ heterostructure, absorption is mainly observed in the ultraviolet region of the spectrum. Absorption associated with the formation of a transition layer at the interface between ZnO layers and kesterites, copper or nickel oxides was also revealed. The value of E_g for the layers of ZnO , CuO , NiO and kesterites, the optical quality, the nature of defects and electronic processes in the investigated heterostructures, as well as their dependence on the annealing temperature, were determined. It is shown that the $\text{ITO}/\text{ZnO}:\text{In}/\text{ZnO}/\text{CZTS}:\text{Mg}$ and $\text{ITO}/\text{ZnO}:\text{In}/\text{ZnO}/\text{CuO}$

heterostructures are promising nanomaterials for the development of efficient solar cells, while the ITO/ZnO:In/ZnO/NiO heterostructure can be suitable for the development of the latest ultraviolet detectors.

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: Кристалічна та енергетична структура, природа дефектів та їх вплив на електронні властивості плівкових двошарових та багатошарових структур оптичними та фотоелектричними методами

Назва НТП англійською: The crystal and energy structure, the nature of defects and their influence on the electronic properties of film two-layer and multilayer structures by optical and photoelectric methods

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: Проведено комплексні дослідження оптичних (низькотемпературна фотолюмінесценція та поглинання) та фотоелектричних (фотопровідність) властивостей новітніх гетероструктур ITO/ZnO:In/ZnO/CZTS:Mg, ITO/ZnO:In/ZnO/CuO та ITO/ZnO:In/ZnO/NiO, що дозволило вивчити їх кристалічну та оптичну якість, наявні в них домішкові та структурні дефекти, енергетичну структуру та природу електронних процесів в них, а також їх зміни в залежності від умов температурного відпалу досліджуваних наноматеріалів. Встановлено, що гетероструктури ITO/ZnO:In/ZnO/CZTS:Mg проявляють поглинання в широкій спектральній області від 350 до 1000 нм, яке в короткохвильовій області пов'язано із шарами оксиду цинку, а в довгохвильовій – зумовлено поглинанням кестеритами. Окрім того, виявлено поглинання у видимій області спектру, яке, очевидно, виникає в результаті утворення перехідного шару на границі розділу шарів оксиду цинку та кестеритів. Визначено ширину забороненої зони для подвійного шару ZnO:In/ZnO, яка складає 3.29 eV для свіжоприготовлених зразків та її залежність від температури відпалу. Виявлено зміну кристалічної орієнтації нанокристалітів із відпалом гетероструктури. Показано, що для невідпаленого зразка та відпалених зразків при $T \leq 350^\circ\text{C}$ нанокристаліти мають оптичну вісь орієнтовану перпендикулярно до поверхні шарів. Встановлено, що основними дефектами для шарів ZnO є міжвузельні атоми цинку та антиструктурний дефект, коли атоми кисню заміщують кристалічні вузли цинку. Окрім того, спостерігаються також дефекти зумовлені присутністю вакансій кисню. Для шарів кестеритів виявлено поглинання, зумовлене переходами з участю дефектного рівня з енергією близько 200 meV, яке є основним для зразків відпалених при температурах $\leq 400^\circ\text{C}$. При більших температурах відпалу проявляються зонна-зонні переходи, енергія яких складає 1.38 eV.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Отримання нових фундаментальних знань щодо механізмів формування дефектної структури, природи протяжних і точкових дефектів та їх впливу на структурно-чутливі оптичні характеристики досліджуваних нано

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:

ІХ. Бібліографічний опис

Х. 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**

