Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002026

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-05-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ №36-асп від 18 липня 2024р.

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Курищук Сергій Іванович
2. Kuryshchuk Serhii Ivanovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Фізика та астрономія

Дата захисту: 20-06-2024

Спеціальність за освітою: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 76.051.047 (ID 5350)

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29

Тема дисертації:

1. Тонкі плівки оксиду міді, вуглецевих і вуглецевмісних матеріалів та гетероструктури на їх основі
2. Thin films and heterostructures based on copper oxide, carbon and carbon-containing materials

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена розробці технологічних режимів напилення тонких плівок CuO, вуглецевих і вуглецевмісних матеріалів з заданими та відтворюваними електричними та оптичними властивостями, а також показано можливість їх практичного застосування у сучасних гетероструктурних електронних і оптоелектронних приладах. Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатку. У вступі обґрунтовано актуальність роботи; сформульовано мету, основні задачі, об’єкт та предмет дослідження; вказано наукову новизну і практична цінність отриманих результатів; подано інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію роботи, її структуру та обсяг. У першому розділі дисертації представлено літературний огляд, який свідчить про значну зацікавленість учених з усього світу в дослідженні тонких плівок оксиду міді та графіту, а також у розробці

високоефективних приладів оптоелектронних приладів на їх основі. У другому розділі дисертації методом реактивного магнетронного розпилення, при постійному струмі в універсальній вакуумній установці Leybold-Heraeus L560 виготовлено тонкі плівки CuO на склянних підкладках, температура яких складала 300 K та 523 K. Досліджено структурні, електричні та оптичні властивості для отриманих зразків тонких плівок CuO, а саме представлено розподіл на поверхні елементів, які входять до складу цих плівок, визначено елементний склад, розмір зерен, енергію активації, оптичну ширину забороненої зони, показник заломлення. Проведено аналіз кривих спектрів пропускання і відбивання для плівок CuO, нанесених на скляні підкладки. Елементний склад тонких плівок та морфологію поверхні отримано за допомогою скануючого електронного мікроскопа (MIRA3 FEG, Tescan), оснащеного детектором відбитих електронів (BSE) і енергодисперсним рентгенівським детектором (EDX). Встановлено, що розмір зерен для плівок, отриманих при нижчій температурі підкладки D, становить 16 нм, а для плівок, отриманих при вищій температурі, – D рівний 26 нм. На дифрактограмах тонких плівок CuO спостерігається більша інтенсивність піків для тонких плівок, отриманих при вищих температурах підкладки CuO №2, що може бути зумовлено кращою структурною досконалістю тонких плівок та більшим розміром зерен. Унаслідок дослідження електричних властивостей з'ясовано, що температурні залежності електричного опору для тонких плівок CuO мають напівпровідниковий характер, тобто опір зменшується при збільшенні температури. Чотиризондовим методом виміряно величини поверхневого опору плівок: зразок №1 - □ = 18,69 кОм/•, зразок № 2 - □ = 5,96 кОм/•. На основі незалежних вимірювань коефіцієнтів відбивання і пропускання визначено оптичну ширину забороненої зони (Egop) для двох зразків екстраполяцією прямолінійної ділянки кривої (□h□)2 = f (hv) на вісь hv. Для зразка CuO №1 Egop = 1,62 еВ; для зразка CuO №2 Egop = 1,65 еВ. Для тонких плівок CuO №2 також використано конвертний метод для обчислення основних оптичних коефіцієнтів Egop = 1,72 еВ. Отримані значення Egop , визначені двома методами, добре корелюють між собою. Методом спрей-піролізу при температурі TS= 350oC 0.2 M водного розчину солі CuCl2·2H2O отримано тонкі плівки CuO p-типу товщиною d = 0,3 мкм. Проаналізовано електричні та оптичні властивості плівок. Визначено енергію активації, яка дорівнює Ea = 0.27 еВ, та тангенс кута нахилу tg□ = 3.12. Зі спектральної залежності (□h□)2 = f(h□) тонких плівок CuO визначено ширину забороненої зони, яка дорівнює Eg = 1.54 еВ. Показано можливість використання тонких плівок оксиду міді (CuO) як активного шару в тонкоплівкових сонячних елементах зі структурою скло/ITO/графіт/CuO/Ni. За допомогою трансферметрікс-симуляції отримано швидкість генерації носіїв заряду шляхом моделювання розподілу оптичного поля. Теоретичні порогові значення ефективності фотоелектричних пристроїв визначено для різних товщин активного шару з використанням нормалізованої інтенсивності світла, еквівалентної спектру AM1.5. Вольт-амперні характеристики, змодельовані напівемпіричними методами, засвідчують, що ефективність фотоелектричного перетворення залежить від товщини активного шару, з ефективністю 25,2% для плівок CuO товщиною 500 нм. У третьому розділі дисертації представлено результати дослідження структурних, оптичних та електричних властивостей тонких плівок графіту в залежності від твердості стержнів (2H, H, HB, B та 2B), отриманих методом "олівець-на-напівпровіднику". Такі дослідження мають велике значення для подальшої розробки високоефективних приладів на основі гетеропереходів для електроніки та оптоелектроніки. За допомогою скануючого електронного мікроскопа одержано типові зображення поверхні, утворені відбитими електронами.

2. The dissertation is dedicated to the development of technological regimes for the deposition of thin films of CuO, as well as carbon and carbon-containing materials with specified and reproducible electrical and optical properties. It also demonstrates the practical application of these materials in modern heterostructural electronic and optoelectronic devices. The introduction justifies the choice of the topic and the relevance of the work, formulates the aim, main tasks, object and subject of research, highlights the scientific novelty and practical value of the obtained results, provides information about the author's contribution, the work's approval, its structure, and scope. The first chapter of the dissertation presents a literature review, indicating significant global interest in the research of copper oxide thin films and graphite, as well as the development of high-efficiency optoelectronic devices based on them. In the second chapter of the dissertation CuO thin films were produced by the method of reactive magnetron sputtering at direct current in a universal vacuum system Leybold-Heraeus L560 on glass

substrates, the temperature of which was: 300 K and 523 K. The structural, electrical and optical properties for the obtained samples of CuO thin films were studied, namely: elemental composition, distribution of elements on the surface, which are part of these films, grain size, activation energy, optical band gap, refractive index, analysis of curves of transmission and reflection spectra for CuO thin films deposited on glass substrates. The elemental composition of the thin films and the surface morphology were performed using a scanning electron microscope (MIRA3 FEG, Tescan) equipped with a reflected electron detector (BSE) and an energy-dispersed X-ray detector (EDX). It was found that the grain size for films obtained at a lower substrate temperature D is 16 nm, and for films obtained at a higher temperature – D 26 nm. On the diffractograms of CuO thin films, a higher peak intensity is observed for thin films obtained at higher CuO no. 2 substrate temperatures, which may be due to better structural perfection of thin films and larger grain size.From the study of electrical properties, it was found that the temperature dependences of the electrical resistance for CuO thin films have a semiconductor character, ie the resistance decreases with increasing T. The surface resistance of the films was measured by the four-probe method: no. 1 – □ = 18,69 kΩ/•, sample no. 2 – □ = 5,96 kΩ/•.Based on independent measurements of the reflection and transmission coefficients, the optical band gap was determined for the two samples by extrapolation of the rectilinear section of the curve (□h□)2 = f (hv) to the hv axis. For the sample CuO №1 Egop = 1.62 eV; for the sample CuO no. 2 Egop = 1.65 eV. For CuO no. 2 thin films, the envelope method was also used to determine the basic optical coefficients Egop = 1.72 eV, and the obtained Egop values determined by the two methods correlate well with each other. Thin films (300 nm thick) of CuO of p-type conductivity were precipitated using spray pyrolysis method from 0.2 M of aqueous CuCl2 · 2H2O salt solution on preheated (up to 350 °C) glass and sitall substrates. The structure and electrical and optical properties of the films are analyzed. The grain size of CuO thin films (24 nm) was calculated using the XRD analysis. The activation energy equals to Ea = 0.27 eV, which may indicate that the conduction is due to the transition of charge carriers from the valence band to working acceptor level. From the spectral dependence (□h□)2 = f(h□) of CuO thin films, the band gap width Eg = 1.46 eV was determined. Investigated the potential of copper oxide (CuO) thin films as active layers in thin-film solar cells with a Glass/ITO/Graphite/CuO/Ni structure. Furthermore, the generation rate of charge carriers was derived by modelling the optical field distribution using a transfer metric simulation. Theoretical thresholds for photovoltaic device efficiency were determined for varying active layer thicknesses by employing a normalized light intensity equivalent to that of the AM1.5 spectrum. The current-voltage characteristics are modeled by semi-empirical methods, which illustrate that the photovoltaic conversion efficiency depends on the thickness of the active layer. The highest performance of the simulated structure of the solar cell was 25.2%, which was obtained for the 500 nm CuO films. In the third chapter of the dissertation, the research results results of studying the structural, optical and electrical properties of thin films of graphite depending on the hardness of the rods (2H, H, HB, B and 2B) obtained by the "Pencil-on-semiconductor" method. Such studies are of great importance for the further development of highly efficient devices based on heterojunctions for electronics and optoelectronics. Typical images of the surface formed by reflected electrons.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Курищук С. І., Мостовий А.І., Козярський І.П., Солован М.М. Вплив товщини плівки графіту на електричні та фотоелектричні властивості гетеропереходів типу діодів шотткі графіт/n-Si. Сенсорна електроніка і мікросистемні технології. 2022. Т. 19. № 3. С. 30-37. URL: https://doi.org/10.18524/1815-7459.2022.3.265294.
- Kuryshchuk S.I., Kovalyuk T. T., Parkhomenko H. P., Solovan M. M. Structural, electrical and optical properties of CuO thin films obtained by reactive magnetron sputtering. East European Journal of Physics. 2021. Vol. 2021, no. 4. P. 76–85. (Scopus, Web of Science). URL: https://doi.org/10.26565/2312-4334-2021-4-08.
- Kuryshchuk S. I., Kovaliuk T. T., Koziarsky I. P., Solovan M. M. Structural, electrical and optical properties of Graphite films are drawn with pencils of different hardness. East European Journal of Physics. 2022. Vol. 2022, no. 3. P. 91-96. (Scopus, Web of Science). URL: https://doi.org/10.26565/2312-4334-2022-3-12.
- Myroniuk L.A., Myroniuk D.V., Maistruk E.V., Kuryshchuk S.I., Ievtushenko A.I., Danylenko I.M., Strelchuk V.V., Koziarskyi I.P. Mechanical exfoliation of graphite to graphene in polyvinylpyrrolidone aqueous solution. Himia, Fizika ta Tehnologia Poverhni. 2023. Vol. 14, no. 2. P. 230-236.(Scopus). URL: https://doi.org/10.15407/hftp14.02.230.
- Kuryshchuk S.I., Orletskii I.G., Shyrokov O.V., Myroniuk D.V., Solovan M.M. Optical and Electrical Properties of CuO Thin Films by Spray Pyrolysis Method. Acta Physica Polonica A. 2022. Vol. 142, no. 5. P. 625-628. (Scopus, Web of Scince). URL: https://doi.org/10.12693/APhysPolA.142.625.
- Kuryshchuk S. I., Solovan M. M., Mostovyi A. I. Fabrication and investigation of graphite/p-InP Schottky-type heterojunction. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 2021. Vol. 12126. ISSN: 0277-786X (Scopus, Web of Science). URL: https://doi.org/10.1117/12.2615780.
- Mostovyi A.I., Kuryshchuk S.I., Asanov N., Parkhomenko H.P., Kovaliuk T.T., Orletskyi I.G., Solovan M.M., Brus V.V. A self-powered UV–vis–NIR graphite/CdZnTe Schottky junction photodiode. Semiconductor Science and Technology. 2023. Vol. 38, no. 8. P. 085002. (Scopus, Web of Science) (Q3 – URL: https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=27191&tip=sid&clean=0).

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; матеріали

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

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0122U001309 0121U111110 0120U101250

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Андрущак Галина Олегівна

2. Galyna Andrushchak

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1107-0229

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 24723685700; ResearcherID: S-2932-2016

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Федів Володимир Іванович
2. Volodymyr Fediv

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5033-1356

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 6602456838; ResearcherID: D-1027-2017

Повне найменування юридичної особи: Буковинський державний медичний університет

Код за ЄДРПОУ: 02010971

Місцезнаходження: площа Театральна, буд. 2, Чернівці, 58002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство охорони здоров`я України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мирончук Галина Леонідівна
2. Galyna Myronchuk

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9088-3825

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 36245422900

Повне найменування юридичної особи: Волинський національний університет імені Лесі Українки

Код за ЄДРПОУ: 02125102

Місцезнаходження: проспект Волі, буд. 13, Луцьк, Луцький р-н., 43025, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Халавка Юрій Богданович

2. Yuriy Khalavka

Кваліфікація: д. х. н., доц., 02.00.21

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6832-447X

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 21933980800

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сльотов Олексій Михайлович

2. Oleksii Slyotov

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.27.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2135-9544

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 57205590051; ResearcherID: R-9787-2016

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Максимяк Петро Петрович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Максимяк Петро Петрович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Курищук Сергій Іванович
Реєстратор	УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

Юрченко Тетяна Анатоліївна