

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U100267

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 08-05-2023

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хрипунова Ірина Василівна

2. Khrypunova Iryna Vasylivna

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 05-05-2023

Спеціальність за освітою: 153 Мікро- та наносистемна техніка

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61002, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 64.050.084

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61002, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61002, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 61.13.25

Тема дисертації:

1. Термоелектричні і фоточутливі приладові структури на основі наноструктурованих шарів нелегованого і легованого індієм оксиду цинку і їх нанокомпозитів
2. Thermoelectric and photosensitive device structures based on nanostructured layers of undoped and indium-doped zinc oxide and their nanocomposites

Реферат:

1. Актуальність проведення даного дисертаційного дослідження полягає в створенні нових радіаційно-стійких і механічно стабільних фоточутливих функціональних матеріалів і приладових структур гнучкої оптоелектроніки і термоелектрики із використанням недорогих і придатних для масового виробництва гідрохімічних методів виготовлення наноструктурованих шарів оксиду цинку нелегованого (ZnO) і легованого індієм (ZnO:In) і їх композитів із біополімером наноцелюлозою та наночастинками срібла на поверхні твердих і гнучких плівкових підкладок та тканин. Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому що розроблено гідрохімічні методи виготовлення наноструктурованих плівок ZnO і ZnO:In із високою стійкістю до впливу обробки водневою плазмою тліючого розряду, високих доз опромінення електронним

пучком і до жорсткого ультрафіолетового опромінення. Визначено етапи технологічного процесу, які забезпечують оптимальні термоелектричні властивості наноструктурованих плівок ZnO і ZnO:In на гнучких підкладках. Досліджено вплив обробок жорстким ультрафіолетовим опроміненням, водневою плазмою тліючого розряду, високими дозами опромінення електронним пучком та відпалами у вакуумі на точкові дефекти і їх комплекси в кристалічній решітці виготовлених гідрохімічними методами наноструктурованих плівок ZnO і ZnO:In. Досліджено умови надання вкритим наноструктурованими плівками ZnO:In тканинам супергідрофобних властивостей за моделлю Кассі-Бакстера і показано вплив ультрафіолетового опромінювання на водовідштовхувальні властивості такого текстилю. Визначено вплив вакансій кисню VO, які виникають внаслідок вакуумних відпалів в наноструктурах ZnO і ZnO:In, на розширення спектру fotocутливості оксиду цинку від ультрафіолетового до видимого і ближнього інфрачервоного діапазонів. Досліджено вплив локалізованого поверхневого плазмонного резонансу та подвійних бар'єрів Шоттки на межі Ag-ZnO на fotocутливість виготовлених гідрохімічними методами гнучких приладових структур для фотодетекторів фоторезистивного типу відносно світла ультрафіолетового, видимого і ближнього інфрачервоного діапазонів. Отримані результати мають практичне значення. Так в дисертації створено гнучкі покриття для захисту від сонячного ультрафіолету в наземних умовах на основі виготовлених гідрохімічними методами тонких наноструктурованих плівок ZnO і ZnO:In на гнучких дешевих поліетилентерефталатних підкладках, які відповідають категорії «відмінно» (50+) міжнародного стандарту ISO 2443:2012(E) «Визначення фотозахисту сонцезахисного покриття UVA in vitro». Виготовлено стабільний в експлуатації супергідрофобний текстиль на основі поліестерової тканини з покриттям із наноструктурованих шарів ZnO:In, який не втрачає своїх водовідштовхувальних властивостей після прання та/або опромінення ультрафіолетом сонячного світла. Створено ефективні гнучкі fotocутливі приладові структури на основі наноструктурованих плівок ZnO і ZnO:In на поліїмідних підкладках, а також на основі тонкоплівкового наноконструктиву з наноцелюлозною матрицею та наповнювачем ZnO:In, що є перспективним для використання в новій конструкції біосумісного гнучкого ширококутного фотодетектора, в якому наноцелюлозна матриця не тільки захищає функціональний напівпровідник ZnO:In від механічних пошкоджень і атмосферного впливу, але також підвищує монохроматичну ампер-ватну чутливість, зовнішню квантову ефективність і специфічну детективність гнучкого широкополосного фотодетектора фоторезистивного типу до рівня кращих сучасних зразків. Створено гнучкі fotocутливі приладові структури для фотодетекторів фоторезистивного типу із підвищеною ефективністю на основі виготовлених гідрохімічними методами на поліїмідних підкладках наноструктурованих плівок оксиду цинку ZnO/PI і наноконструктиву із наночастинками срібла ZnO_Ag/PI, в якому завдяки локалізованому поверхневому плазмонному резонансу та подвійним бар'єрам Шоттки на межі Ag-ZnO збільшено до рівня кращих сучасних зразків гнучких широкополосних фотодетекторів ампер-ватну чутливість, зовнішню квантову ефективність і специфічну детективність. Створено гнучкі тонкоплівкові термоелектричні елементи планарного типу на основі відпалених у вакуумі при 300°C наноструктурованих шарів ZnO і ZnO:In на поліїмідних підкладках. Виготовлено функціональну приладову структуру гнучкого тонкоплівкового термоелектричного модуля планарного типу на основі наноструктурованого шару ZnO на поліїмідній підкладці і показано переваги використання в ньому тонкоплівкових термопар із ТЕ елементами n-типу ZnO/PI і металічними хромелевими ТЕ елементами p-типу. Виготовлено гнучкі термоелектричні елементи планарного типу на основі наноструктурованих плівок ZnO і ZnO:In на поліїмідних підкладках із тонкоплівковими омичними контактами, вихідні термоелектричні параметри яких відповідають сучасним мініатюрним та гнучким термоелектричним приладам, але мають значну перевагу у собівартості.

2. The relevance of this dissertation research is the creation of new radiation-resistant and mechanically stable photosensitive functional materials and device structures of flexible optoelectronics and thermoelectrics using inexpensive and suitable for mass production hydrochemical methods for obtaining nanostructured layers of zinc oxide undoped (ZnO) and doped with indium (ZnO:In) and their composites with biopolymer nanocellulose and silver nanoparticles on the surface of solid and flexible film substrates and fabrics. The scientific novelty of the obtained results is as follows. Hydrochemical methods have been developed for obtaining nanostructured ZnO and

ZnO:In films with high resistance to treatment with glow-discharge hydrogen plasma, irradiation with high doses of an electron beam, and ultraviolet UVC radiation. The stages of the technological process that provide optimal thermoelectric properties of nanostructured ZnO and ZnO:In films on flexible substrates are determined. The influence of treatments with ultraviolet UVC radiation, hydrogen-plasma glow discharge, high doses of electron beam irradiation, and vacuum annealing on point defects and their complexes in the crystal lattice of nanostructured ZnO and ZnO:In films obtained by hydrochemical methods has been studied. The conditions for providing superhydrophobic properties of fabrics with nanostructured ZnO:In films according to the Cassie-Baxter model have been studied, and the effect of ultraviolet radiation on the water-repellent properties of such fabrics has been shown. The influence of VO oxygen vacancies resulting from vacuum annealing in ZnO and ZnO:In nanostructures on the expansion of the zinc oxide photosensitivity spectrum from the ultraviolet to the visible and near-infrared ranges has been determined. The effect of localized surface plasmon resonance and double Schottky barriers at the Ag-ZnO interface on the photosensitivity of flexible device structures of photoconductive photodetectors with respect to ultraviolet, visible, and near-infrared radiation has been studied. The results obtained are of practical importance. Thus, the dissertation created flexible coatings for protection from solar ultraviolet in terrestrial conditions based on thin nanostructured films of ZnO and ZnO:In, obtained by hydrochemical methods on flexible substrates from cheap polyethylene terephthalate, corresponding to the category "excellent" (50+) according to international standard ISO 2443:2012(E) "Determination of sunscreen UVA photoprotection in vitro". A durable superhydrophobic textile based on polyester fabric coated with nanostructured ZnO:In layers has been obtained, which does not lose its water-repellent properties after washing and/or exposure to ultraviolet rays of sunlight. Efficient flexible light-sensitive device structures based on nanostructured ZnO and ZnO:In films on polyimide substrates, as well as on the basis of a thin-film nanocomposite with a nanocellulose matrix and ZnO:In filler, have been developed. The latter is promising for use in a new photoresistor design, in which the matrix not only protects the ZnO:In functional semiconductor from mechanical damage and atmospheric influences, but also increases the spectral responsivity, external quantum efficiency, and specific detectivity of the flexible broadband photodetector to the level of the best modern samples. Flexible light-sensitive device structures for highly efficient photoconductive photodetectors based on nanostructured zinc oxide films obtained by hydrochemical methods on polyimide substrates ZnO/PI and on its nanocomposite with silver nanoparticles ZnO_Ag/PI have been developed. In the latest designs of devices, due to localized surface plasmon resonance and double Schottky barriers at the Ag-ZnO interface, the spectral responsivity, external quantum efficiency, and specific detectivity are increased to the level of the best modern samples of flexible broadband photodetectors. Planar flexible thin-film thermoelectric elements are fabricated based on nanostructured ZnO and ZnO:In layers annealed in vacuum at 300°C on polyimide substrates. The functional device structure of thin-film thermocouples with ZnO/PI n-type TE elements and p-type metal chromel TE elements is obtained. Flexible planar thermoelectric elements are made on the basis of nanostructured ZnO and ZnO:In films on polyimide substrates with thin-film ohmic contacts, the output thermoelectric parameters of which correspond to modern miniature and flexible thermoelectric devices, but have a significant cost advantage. The practical results of the work are protected by the patent of Ukraine for a utility model No 150983 ("Manufacturing method of flexible textile thermoelectric module" Publ. Bull. No. 20 dated 18.05.2022). The results of the dissertation were introduced into the technological process by the Limited Liability Company "MYRENERHOKOM" (Kharkiv).

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Клочко Наталя Петрівна

2. Klochko Nataliya Petrivna

Кваліфікація: к. т. н., 05.17.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чугай Олег Миколайович

2. Chugai Oleg Mykolayovych

Кваліфікація: д. т. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мінська Наталя Вікторівна
2. Minska Natalia Viktorivna

Кваліфікація: д. т. н., 21.02.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зубарев Євгеній Миколайович
2. Zubarev Evgeniy Mykolayovych

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дроздов Антон Миколайович
2. Drozdov Anton Mykolayovych

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Зайцев Роман Валентинович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Зайцев Роман Валентинович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

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



Юрченко Т.А.