Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0421U103562

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 01-10-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Рудик Богдан Петрович
2. Rudyk Bohdan Petrovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 01.04.07

Назва наукової спеціальності: Фізика твердого тіла

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 08-09-2021

Спеціальність за освітою: Педагогіка середньої освіти. Фізика

Місце роботи здобувача: Національний університет водного господарства та природокористування

Код за ЄДРПОУ: 02071116

Місцезнаходження: вул. Соборна, буд. 11, м. Рівне, Рівненський р-н., Рівненська обл., 33028, 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): Д 26.199.01

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, м. Київ, 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, м. Київ, 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 29.19

Тема дисертації:

1. Структурні, оптичні та морфологічні властивості низьковимірних сполук ZnO та ZnS, отриманих електролітичним методом

2. Structural, optical, and morphological properties of low-dimensional ZnO and ZnS compounds obtained by electrolytic method

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена розробці методики отримання порошкоподібних нанорозмірних кристалів ZnO та ZnS методом електролітичного синтезу та дослідженню їх властивостей. Продемонстровано, що розроблений метод дозволяє отримувати низьковимірні напівпровідникові структури різного хімічного складу та морфології без використання складного обладнання та дорогих матеріалів. В роботі досліджено структурні, оптичні та морфологічні властивості нанокристалів (НК) ZnO та ZnS при варіюванні технологічних параметрів синтезу. Детально вивчено вплив на отримані матеріали температури синтезу при варіюванні останньої від кімнатної до 100□С, концентрацій електроліту і густини струму в процесі їх синтезу. Методами рентгеноструктурного аналізу встановлено структуру отриманих НК,

визначено їх розміри, проведено оцінки наявних в них механічних напружень. На основі досліджень синтезованих НК методом скануючої електронної мікроскопії (СЕМ) вивчено їх форму та встановлено розміри, що дозволило провести порівняння зі значеннями, отриманими іншими (непрямими) методами. СЕМ дослідження дозволили виявити кореляцію між морфологією НК та технологічними параметрами синтезу. Проведено оптичні дослідження колоїдних розчинів із НЧ ZnO та ZnS, зокрема отримано спектри поглинання, на основі яких, розраховано значення ширин забороненої зони (Eg). Отримані розміри НЧ, що визначалися за величиною їх Eg, корелюють з даними рентгеноструктурного аналізу. Встановлено вплив збільшення концентрації кисню в електроліті на спектри ФЛ синтезованих НК ZnO, зокрема ріст інтенсивності смуги ФЛ з максимумом □ 440 нм, який пояснено збільшенням кількості дефектів пов'язаних з оксигеном та утворенням гідроцинкіту. Продемонстровано, що відпал синтезованих НК ZnO приводить до зростання на порядок інтенсивності ФЛ внаслідок термічного розпаду гідроцинкіту до ZnO з розвинутою поверхнею, причому ширина УФ смуги ФЛ зменшується та відбувається її зміщення до характерних значень для ZnO – 392-395 нм. Методом диференціально-термічного аналізу визначені зміни фазового складу отриманого матеріалу, зареєстровано розклад гідроцинкіту на ZnO, вуглекислий газ та воду. Отримано та проаналізовано спектри синтезованих НК методом раманівського розсіяння світла, який підтвердив формування ZnO НК та їх високу кристалічну досконалість після додаткового термічного відпалу при □550° С.

2. The dissertation is devoted to the development of the method of obtaining powdered nanosized ZnO and ZnS crystals by the method of electrolytic synthesis and the study of their structural, optical, and morphological properties. The influence of the synthesis temperature on the obtained materials from the room temperature up to 100 °C, electrolyte concentrations, and current density in the process of their synthesis was studied in detail. X-ray diffraction study has confirmed that the developed electrolytic method produces highly dispersed semiconductor material of ZnO, ZnS, and hydrozincite. Based on X-ray diffraction analysis (XRD), it was found that the synthesized ZnO has a hexagonal structure of wurtzite, ZnS is in cubic structure of sphalerite and a monoclinic structure was determined for hydrozincite. Scanning electron microscopy (SEM) analysis of ZnO nanoparticle (NP) formed at different technological parameters confirmed the influence of synthesis parameters on NP morphology and size. In particular, it is shown that depending on the synthesis conditions the NPs can acquire the form of hexagonal prisms, needles, tetrapods, star-shaped (flower-like) structures. Decreasing the temperature of NP synthesis leads to a decrease in NP size while increasing the growth temperature results in the prevalence of one of the forms of NP, in particular hexagonal prisms. It was established by the Williamson – Hall method that tensile mechanical stresses with an average value of ~ 3 • 108 Pa are characteristic of ZnO NPs, and compressive stresses with an average value of ~ 3.5 • 108 Pa are characteristic of ZnS. From the absorption spectra of the colloidal solution of the synthesized zinc sulfide NPs, the value of the optical band gap was determined to be 3.72 eV. Based on this value the average NP size of ~ 4.6 nm was determined. The obtained value correlates with the sizes of ZnS NPs obtained from the analysis of XRD reflexes methods of Scherrer (D ~ 1.2 nm) and Williamson – Hall (D ~ 2.1 nm). The effect of increasing the oxygen concentration in the electrolyte on the photoluminescence (PL) spectra of ZnO NCs is established. In particular, the intensity increase for the PL band with a maximum of about 440 nm is observed, which is explained by the increase in the number of oxygen-related defects and hydrozincite formation. It is shown that annealing of synthesized NC ZnO at 550□ C leads to an increase of the PL intensity by order of magnitude, which is attributed due to thermal decomposition of hydrozincite into ZnO with a well-developed (porous) surface, as well as to narrowing of the UV PL band and its shift to values characteristic for ZnO, ~ 392-395 nm. The method of differential thermal analysis confirmed the changes in the phase composition of the obtained material during thermal annealing, in particular, the decomposition of hydrozincite into ZnO, carbon dioxide, and water was registered. X-ray diffraction method showed that the use of sodium sulfide solution as an electrolyte in the process of electrolytic synthesis leads to the formation of a mixture of sulfide and zinc oxide with average sizes of 8.9 and 24.1 nm for ZnS and ZnO NPs, respectively. It was found that annealing of the powder with formed NPs leads to an increase in the size of the ZnS NPs to 20.9 nm, while the size of ZnO NPs decreases to 15.3 nm. Such changes are explained by the relaxation of mechanical compressive and tensile stresses in the initial ZnS and ZnO, respectively. The Raman scattering spectra of synthesized NCs were analyzed, which also confirmed the formation

of ZnO NCs and their high crystalline perfection after additional thermal annealing at 550° C. As for the practical use of the results obtained in the dissertation, we can summarize the following. It is shown that the intensity of both UV and visible components of PL in ZnO NC can be significantly tuned by controlling the concentration of defects associated with oxygen. For this purpose, it is necessary to vary the intensity of air (oxygen) flux through the electrolyte in the course of synthesis. The correlations between the technological parameters of the synthesis and the physical properties of the formed NPs have been established, which can be used by technologists in the synthesis of materials with the required properties. A phosphor-based on ZnO NPs was obtained, the PL range of which covers almost the entire optical range

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. Джаган Володимир Миколайович
2. Dzhagan Volodymyr M.

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.10

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. Кондратенко Сергій Вікторович

2. Kondratenko Serhii V.

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.05

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. Ажнюк Юрій Миколайович

2. Azhniuk Yuriy Nikolaevich

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Бєляєв Олександр Євгенович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Бєляєв Олександр Євгенович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Т.А.