Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0821U102932

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 22-12-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ісаєва Оксана Федорівна

2. Isaieva Oksana F

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: 17-12-2021

Спеціальність за освітою: 105 - Прикладна фізика та наноматеріали

Місце роботи здобувача: 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

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.199.006

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, 29.31.23, 29.33.35

Тема дисертації:

1. Випромінювальні властивості наночастинок широкозонних матеріалів ZnO, TiO2, BN та вуглецю

2. Light-emitting properties of nanoparticles of wide bandgap materials ZnO, TiO2, BN and carbon

Реферат/анотація:

1. Одним із провідних напрямків розвитку сучасної прикладної фізики є створення нових наноматеріалів та композитів на їх основі, а також вдосконалення властивостей уже існуючих матеріалів шляхом їх модифікації. Серед широкого різноманіття досліджень велика увага приділяється вивченню світловипромінювальних властивостей нанооб'єктів і нанокомпозитів, а також встановленню взаємозв'язку їх структурних та люмінесцентних властивостей. Такий інтерес зумовлений перспективою розширення можливостей керування характеристиками люмінофорів, створених на базі наноматеріалів, порівняно з традиційними люмінофорами. Оскільки в останні десятиліття було досягнуто значного прогресу в області світловипромінювальної техніки у видимому діапазоні світла, то фокус інтересів дослідників змістився до пошуку люмінофорів ультрафіолетової та короткохвильової видимої областей спектра, що вимагає використання широкозонних матеріалів. Для вирішення задачі створення випромінювачів у більш

короткохвильовій спектральній області часто використовують наноматеріали на основі оксидів металів. Зокрема, одними з найперспективніших є широкозонні напівпровідники оксид цинку (ZnO) та діоксид титану в кристалічній фазі анатаз (TiO2) з ширинами забороненої зони 3.3 та 3.2 еВ, відповідно [1, 2]. На основі даних матеріалів можна отримувати випромінювачі із дуже різними характеристиками. Для того, щоб досягати бажаних випромінювальних властивостей, розроблено багато різних методів. Зокрема характеристики даних об'єктів можна змінювати та контролювати за рахунок модифікації їх поверхні, а також інкорпорування в діелектричні та провідні матриці. Роль цих двох факторів у варіюванні властивостей матеріалів потребує детального вивчення. Останнім часом ще одним, чи не найперспективнішим, світловипромінювальним матеріалом для використання в якості короткохвильових люмінофорів, вважаються наноструктури на основі вуглецю. Перевагою цих наноструктур як випромінювачів є те, що спектральні характеристики даних об'єктів можна контролювати в широких межах шляхом підбору умов синтезу. На даний момент синтезовано багато різноманітних вуглецевих наноструктур таких як аморфні вуглецеві наночастинки, нанокластери, графенові квантові точки та інші (у літературі такі структури називають однотипно – «C-dots», тобто С-наноточки), а також вивчено люмінесцентні властивості цих об'єктів. Однак, на початок даного дисертаційного дослідження питання щодо пояснення еволюції випромінювальних властивостей вуглецевих об'єктів залишалося відкритим. Структурно близькими до С-наноточок є наноструктури нітриду бору, BN. Цей широкозонний штучний матеріал був спочатку синтезований у вигляді кристалів, а тепер вже синтезовано кілька модифікацій нано-BN. Ширина забороненої зони об'ємного нітриду бору складає ~ 5 еВ, тобто використання BN дає принципову можливість отримати випомінювання в ультрафіолетовій області (діапазон С-УФ). Водночас, за рахунок наявності дефектів BN може також випромінювати в близькій УФ (діапазон А-УФ) та видимій областях спектра. Метою дисертаційної роботи є встановити механізми процесів збудження фотолюмінесценції та випромінювання світла в наночастинках широкозонних матеріалів та композитах на їх основі, а також виявити особливості взаємодії наночастинка-матриця. При проведенні досліджень в рамках дисертаційної роботи було отримано наступні наукові результати: 1. Виявлено фотолюмінесценцію поверхневих станів в наночастинках діоксиду титана та в модифікованих фенотіазіном наночастинках, яка спостерігається лише при енергіях квантів збуджуючого світла, що значно перевищують Eg, і характеризується залежністю положення максимуму фотолюмінесценції від енергії квантів збуджуючого світла. Встановлено, що у TiO2, модифікованому фенотіазіном, умови збудження такої фотолюмінесценції покращуються за рахунок заповнення пасткових станів електронами фенотіазіну. 2. Запропоновано механізм збудження фотолюмінесценції наночастинок ZnO в нанокомпозиті ZnO/ПВП, який полягає в передачі енергії від матриці до наночастинок. Запропонована відповідна енергетична схема переходів, що беруть участь у процесах збудження фотолюмінесценції та випромінювання світла нанокомпозитів ZnO/ПВП. 3. Виявлено ефект самочинного формування С-наноточок при тривалому "визріванні" етанолових розчинів Zn(acac)п. 4. Показано, що фотолюмінесценцію всіх досліджених типів С-наноточок (і самочинно сформованих, і отриманих в результаті відпалів на хімічно обробленому кремнеземі, і синтезованих методом колоїдної хімії у матриці пористого SiO2) можна описати єдиною схемою еволюції випромінювальних властивостей при трансформаціях структури С-наноточок. 5. У спектрі фотолюмінесценції порошку нітриду бору, синтезованого методом карботермічного відновлення із оксиду бору виявлено довгохвильове крило, яке зумовлене присутністю С-наноточок у матеріалі. Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що було запропоновано нетоксичні твердотільні люмінофори.

2. One of the leading directions of modern applied physics evolution is the creation of new nanomaterials and nanomaterials-based composites, as well as improving the properties of existing materials by modifying them. Among wide variety of studies, much attention is paid to the study of light-emitting properties of nanoobjects and nanocomposites, as well as to the relationship between their structural and luminescent properties. This interest is caused by the prospect to better control the characteristics of nanomaterials-based phosphors as compared with traditional phosphors. Since the significant progress has been made in recent decades in the field of light emitting technology in the visible light range, the focus of researchers' interests has shifted to the search for the

phosphors in the ultraviolet and shortwave visible regions of the spectrum, which requires the use of wide-bandgap materials. Nanomaterials based on metal oxides are often used to solve the problem light emission in the short-wave spectral region. In particular, one of the most promising are wide-band semiconductors zinc oxide (ZnO) and titanium dioxide in the crystalline phase of anatase (TiO2) with a band gap of 3.3 and 3.2 eV, respectively [1, 2]. Based on these materials, it is possible to obtain light-emitting devices with very different characteristics. Many different methods have been developed to achieve the desired light-emitting properties. In particular, the characteristics of these objects can be changed and controlled by modifying their surface, as well as incorporation into dielectric and conductive matrices. The role of these two factors in varying the properties of materials requires detailed study. Another light-emitting material for use as short-wave phosphors, are carbon-based nanostructures. The advantage of these nanostructures as emitters is that the spectral characteristics of these objects can be controlled in a wide range by selecting the synthesis conditions. To date, many different carbon nanostructures have been synthesized, such as amorphous carbon nanoparticles, nanoclusters, graphene quantum dots, and others (such structures are referred to in the literature as "C-dots"), and the luminescent properties of these objects have been studied. However, at the beginning of this dissertation research, the question of explanation the evolution of the light-emitting properties of carbon objects remained open. Structurally close to C- dots are the nanostructures of boron nitride, BN. This wide-bandgap artificial material was first synthesized in the form of crystals, and now several modifications of nano-BN are available. The band gap of bulk boron nitride is ~ 5 eV, which makes BN a probable candidate to obtain radiation in the ultraviolet region (C-UV range). At the same time, due to the presence of defects, BN can also emit light in the near UV (A-UV range) and visible regions of the spectrum. The aim of the dissertation is to establish the mechanisms of photoluminescence excitation and light emission processes in nanoparticles of wide-bandgap materials and composites based on them, as well as to identify the features of nanoparticle-matrix interaction. The following scientific results were obtained during the dissertation research: 1. Photoluminescence of surface states in titanium dioxide nanoparticles as well as phenothiazine-modified nanoparticles was detected. This emission is excitation -dependent and is observed only at the excitation quanta energies exceeding Eg/ It has been shown that in TiO2 modified with phenothiazine, the excitation conditions of this emission are improved due to the filling of trap states with phenothiazine electrons. 2. The mechanism of photoluminescence excitation of ZnO nanoparticles in ZnO / ПВП nanocomposite via energy transfer from the matrix to nanoparticles is proposed. The corresponding energy scheme of transitions involved in the processes of photoluminescence excitation and light emitting of ZnO / ПВП nanocomposites is proposed. 3. The spontaneous formation of C-dots during long-term “aging” of ethanol solutions Zn(acac)2 is revealed. 4. It is shown that the photoluminescence of all types of C-dots studied (both spontaneously formed and obtained by annealing of chemically treated silica and synthesized by colloidal chemistry method in the matrix of porous SiO2) can be described by a unified scheme of C-dots radiative properties evolution. 5. In the photoluminescence spectrum of boron nitride powder synthesized by the method of carbothermal reduction from boron oxide, a long-wave wing was detected, which is due to the presence of C-dots in the material. The practical significance of the obtained results is that a non-toxic solid-state phosphor with controlled spectral characteristics based on ZnO/polyvinylpyrrolidone nanocomposite was proposed. The dissertation also presents a model of the device based on C-dots synthesized directly in the matrix of porous silica.

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. Рудько Галина Юріївна

2. Rudko Galyna Yu.

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. Остапенко Ніна Іванівна

2. Ostpenko Nina I

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. Неділько Сергій Герасимович

2. Nedilko Sergiy Gerasymovych

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

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хоменкова Лариса Юріївна

2. Khomenkova Larysa Yu.

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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Данько Віктор Андрійович

2. Danko Viktor A,

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.01

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	Костильов Віталій Петрович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Костильов Віталій Петрович
Відповідальний за підготовку облікових документів	
Реєстратор	
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Т.А.