Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0521U102010

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 18-10-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Борковська Людмила Володимирівна

2. Borkovska Lyudmyla Volodymyrivna

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 01.04.10

Назва наукової спеціальності: Фізика напівпровідників і діелектриків

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 22-09-2021

Спеціальність за освітою: Радіофізика і електроніка (твердотільна електроніка)

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): Д 26.199.02

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: 29.19.11, 29.19.17, 29.31.23, 53.41.43, 53.41.47, 53.41.49

Тема дисертації:

1. Електронні та іонні процеси в світловипромінюючих напівпровідникових матеріалах на основі сполук A2B6 і A3B5

2. Electronic and ionic processes in light-emitting semiconductor materials based on II-VI and III-V compounds

Реферат/анотація:

1. Дисертацію присвячено встановленню механізмів перебудови підсистеми дефектів в об'ємних і нанорозмірних світловипромінюючих напівпровідникових матеріалах на основі сполук A2B6 і A3B5 під дією електричного поля, термічного відпалу та опромінення і з'ясуванню впливу цієї перебудови на нерівноважні електронні та іонні процеси в цих матеріалах. Досліджено чотири класи нанорозмірних об'єктів, які є актуальними для створення високоефективних, енергозберігаючих та дешевих світловипромінюючих приладів видимого та ближнього інфрачервоного діапазонів світла: тонкі плівки, гетероструктури з квантовими ямами (КЯ) і самоорганізованими квантовими точками (КТ), колоїдні КТ і композити на їх основі. На прикладі монокристалів ZnO і CdS, які були модельними об'єктами, продемонстровано, що за допомогою електричного поля можна легувати та очищати матеріали сполук A2B6 від домішок металів, а також

розділити вплив домішок та власних точкових дефектів на їх люмінесцентні характеристики. В тонких шарах і монокристалах ZnO виявлено ефекти, зумовлені впливом внутрішніх електричних полів на перелокалізацію мілких донорів та характер сегрегації домішок рідкоземельних металів при термічних відпалах. В гетероструктурах сполук A2B6 виявлено ефект негативного впливу катіонних вакансій на самоорганізацію КТ через посилення процесів інтердифузії. Продемонстрована роль вакансій в деградації структур з КТ при термічних відпалах і підтверджена вища термічна стабільність структур з КТ у порівнянні з КЯ. Встановлено механізми термічного гасіння інтенсивності екситонної фотолюмінесценції (ФЛ) в гетероструктурах CdSe/ZnSe та InAs/ InGaAs/GaAs з самоорганізованими КТ та запропоновані люмінесцентні методи контролю розподілу дефектів в цих матеріалах. Запропоновані способи підвищення інтенсивності ФЛ гетероструктур CdZnTe/ZnTe та InGaAsN/GaAs з КЯ. Ідентифіковані процеси та запропоновані механізми перебудови дефектів на поверхні нелегованих та легованих домішками металів колоїдних КТ сполук A2B6 та A1A3B6, стимульовані опроміненням світлом, взаємодією з іонами важких металів та приєднанням біо-молекул. Виявлено ефекти фото- та термостимульованого підсилення та деградації ФЛ в композитах з КТ, які зумовлені перебудовою функціональних груп полімеру на інтерфейсі КТ/желатин і КТ/полівініловий спирт і виявлена вища стабільність композитів з желатином. Продемонстровано можливість використання колоїдних КТ сполук A1A3B6 для детектування іонів важких металів. Запропоновано метод підтвердження утворення біокомплексів з колоїдними КТ CdSe(Te)/ZnS, який базується на реєстрації зміни спектрального положення смуги люмінесценції КТ.

2. The dissertation is aimed at elucidation of the mechanisms of defect rearrangement under electric field, thermal annealing, and irradiation as well as at clarification of the influence of this rearrangement on electron and ion processes in bulk and nanoscale light-emitting semiconductor materials based on II-VI and III-V compounds. Four classes of nanoscale objects that are relevant for application in highly efficient, energy saving and cheap light-emitting devices of visible and near-infrared spectral ranges have been investigated: thin films, heterostructures with quantum wells (QW) and self-organized quantum dots (QDs), colloidal QDs and nanocomposites on their basis. In addition, the single crystals have been studied as the model objects. It is shown that in the single crystals and thin films based on II-VI semiconductors the rearrangement of ionized point defects under internal electric fields in the region of p-n junctions and the fields created by electric charges localized on the surface plays a significant role in the reconstruction of defect system. Using the drift of ionized defects, it is shown that the interstitial zinc, Zni, that is a shallow donor in ZnO, is a part of defect complex responsible for green luminescence band. The model of the Tb3+ luminescence center in ZnO including the substitutional terbium, Tb3+Zn, and interstitial oxygen is proposed. In the nanoscale heterostructures based on II-VI compounds, the negative impact of cation vacancies on QD self-organization is revealed for the first time. It is shown that in CdSe/ZnSe QD heterostructures with a large number of cation vacancies, a wetting layer with an ensemble of QDs with shallow exciton localization potential are formed due to enhancing interdiffusion processes. Similarly, insertion of 1 monolayer of CdTe in the Cd0.4Zn0.6Te/ZnTe QW promotes Cd/Zn interdiffusion and formation of the QW with shallow exciton localization potential that causes an increase in 8 times of the photoluminescence (PL) intensity. The process of thermal generation of cation vacancies in the near surface layer of CdSe/ZnSe QD heterostructures is revealed and the influence of cation vacancies on the degradation of the QD structures under thermal annealing is demonstrated. Higher thermal stability of the QD structures in comparison with the QWs is confirmed and ascribed to effective localization of carriers in the QDs that prevents their diffusion into other parts of heterostructure, in which radiation-stimulated strain relaxation could occur. The mechanisms of thermal quenching of exciton PL in CdSe/ZnSe and InAs/InGaAs/GaAs heterostructures with self-organized QDs were established and the luminescent methods for control of defect distribution in these materials were proposed. An analytical solution of the system of coupled equations in the stationary case for the model of independent capture of charge carriers in the CdSe/ZnSe QD heterostructure is obtained. It is shown that this model satisfactorily describes thermal quenching of quantum dot PL intensity. In the undoped and doped with metal impurities colloidal QDs based on II-VI and I-III-VI compounds, the processes of surface defect reconstruction under light irradiation, interaction with heavy metal ions and conjugation with biomolecules were identified and their

mechanisms were established. It is found that the changes in the PL characteristics of CdSe(Te)/ZnS QDs occurred upon drying the QD solution on a solid substrate are caused by QD oxidation resulted in the reduction of QD's core diameter and rearrangement of defects on its surface. It is shown for the first time that QD conjugation with biomolecules promotes QD oxidation. In the QD composites, the effects of photo- and thermally stimulated enhancement and degradation of the QD luminescence caused by rearrangement of polymer functional groups at the QD/gelatin and QD/polyvinyl alcohol interfaces which affects surface defect passivation were identified. The mechanisms of the effects were proposed. Higher stability of the gelatin-based composites was demonstrated. The method for the increase of the PL intensity of InGaAsN/GaAs QW heterostructures by adding about 1% Sb acting as surfactant is proposed. The possibility of application of colloidal QDs based on I-III-VI compounds for heavy metal ion detection has been demonstrated. A simple method for detection of QD bioconjugate is proposed. The method is based on registration of the changes that occur in the spectral position of the PL band of CdSe(Te)/ZnS QDs due to conjugation with bio-molecules upon drying on a solid substrate.

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. Корсунська Надія Овсіївна
2. Korsunska Nadiia O

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. Корсунська Надія Овсіївна

2. Korsunska Nadiia O

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. Тартачник Володимир Петрович

2. Tartachnyk Vladimir Petrovich

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. Дмитрук Андрій Миколайович

2. Dmytruk Andrij Mykolajovych

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

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Кочелап В'ячеслав Олександрович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Кочелап В'ячеслав Олександрович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності Юрченко Т.А.