

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Бардашевської Світлани Дмитрівни

на тему: «Квантово-розмірні структури на основі напівпровідникових сполук A^2B^6/C », представлену до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук зі спеціальності 01.04.18 – фізика і хімія поверхні

Актуальність теми.

Фізика низькорозмірних систем представляє одну з основних галузей досліджень в сучасній науці. Прояв квантово-розмірних ефектів спричиняє зміну оптичних та електричних властивостей напівпровідникових матеріалів. Це дозволяє створити на їх основі низькорозмірні структури для функціональної електроніки з перспективними оптичними та електричними властивостями, які є недосяжними для об'ємних матеріалів.

Одним з перспективних напрямків прикладних досліджень є отримання квантових точок в матрицях різного типу. Пористі структури представляють інтерес, оскільки дозволяють реалізувати матрицю для квантових точок із наперед заданими розмірами.

Незважаючи на значну кількість робіт, присвячену дослідженню фізичних властивостей напівпровідникових квантових точок сполук A^2B^6 , дослідження їх оптичних та фізичних властивостей не є завершеним. Зокрема, не достатньо досліджено властивості напівпровідникових квантових точок синтезованих у вуглецеві матриці.

Наведена аргументація дозволяє припустити, що вибраний об'єкт досліджень є перспективним і актуальним, як в плані наукового дослідження так і для формування прикладних розробок на їх основі.

Використані методики експериментальних досліджень, а саме: дослідження спектрів комбінаційного розсіювання, люмінесценції та імпедансометрії, дозволяють провести якісний та частково кількісний аналіз впливу розмірів квантових точок на їх оптичні та електричні властивості. Проведений аналіз та ґрунтовне порівняння одержаних результатів із літературними відомостями покращує та доповнює подані результати.

Дисертаційна робота Бардашевської С.Д. являє собою завершений комплекс досліджень із вивченням особливостей поверхні вуглецевої пористої матриці, оптичних та електрофізичних властивостей напівпровідникових квантових точок. Одержані автором результати містять наукову аргументацію, а достовірність результатів підтверджується апробацією результатів досліджень на значній кількості міжнародних наукових конференцій та публікаціями результатів у фахових виданнях.

Дисертаційна робота Бардашевської С.Д. «Квантово-розмірні структури на основі напівпровідникових сполук A^2B^6/C » є актуальною та своєчасною. В дисертаційній роботі вирішується актуальна проблема одержання напівпровідникових квантових точок у вуглецевій матриці.

Оцінка змісту дисертаційної роботи, її завершеність.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею. Вона складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел із 151 найменування.

У вступі обговорюється актуальність теми, коротко описано зміст роботи, сформульовано мету та основні завдання дисертаційного дослідження, новизна, наукова і практична цінність задач, які вирішуються при виконанні дисертаційної роботи.

У першому розділі наведено основні фізичні властивості вуглецевих наноструктур та напівпровідникових квантових точок. Розглянуто області їх прикладного застосування. Зокрема, вказується, що ширина забороненої зони є залежною від розміру частинок. Значна увага приділена аналізу квантових точок на основі вуглецевих матеріалів. Як наслідок, автор вказує на відсутність експериментальних досліджень властивостей квантових точок CdS, ZnSe синтезованих у пори вуглецевої матриці.

У другому розділі приведено методи одержання напівпровідникових квантових точок та наноструктурованих вуглецевих об'єктів. Аналізуються та аргументується вибір методик досліджень оптичних і електрофізичних властивостей обраних об'єктів дослідження. Зокрема, автором обрані одні із найбільш інформаційних методів дослідження напівпровідникових квантових точок з використанням найбільш інформаційних методик (раманівська, імпедансна, люмінесцентна та адсорбційна спектроскопія).

У третьому розділі подано результати експериментальних досліджень особливостей поверхні та структури пористої вуглецевої матриці, оптичних властивостей, питомої провідності, енергосмнісних характеристик вуглецевих матеріалів та наноструктур сформованих на їх основі. На основі аналізу ізотерм адсорбції/десорбції встановлено питому площу поверхні, питомий об'єм та розподіл розміру пор в досліджуваних вуглецевих матрицях. Встановлено, що дані матеріали володіють високорозвиненою поверхнею та можуть використовуватись в якості матриць для напівпровідникових квантових точок. Дослідження оптичних властивостей вуглецевих наноструктур та напівпровідникових квантових точок CdS синтезованих в пористій вуглецевій матриці проведене на основі результатів вимірювання спектрів свічення та збудження фотолюмінесценції. Результати дослідження спектрів комбінаційного розсіювання структур «CdS/C» демонструють наявність двох характерних піків, що можуть відноситись до прояву поздовжніх оптичних фононів квантових

точок CdS. Вказується, що отримані квантові точки описуються циліндричною формою.

У четвертому розділі наведені результати досліджень дефектної підсистеми кристалів ZnTe. Встановлено переважаючий тип дефектних утворень в даній сполуці. Приведено розрахунок області гомогенності для кристалу ZnTe. Подаються результати експериментальних дослідження квантових точок ZnSe синтезованих у вуглецевій матриці. Для проведення порівняльного аналізу впливу квантових точок ZnSe та CdS проведено аналогічні дослідження, які подані в розділі три. Також, автор вказує, що отримане значення G-піку для довжини хвилі $\lambda = 514$ нм, свідчать про високий вміст sp^3 -зв'язків в квантових точках ZnSe синтезованого у порах матриці. Показано, що спектри свічення фотолюмінесценції зміщуються в червону спектральну область на 0,772 eV. Як наслідок автор вказує, що смуга свічення може виникати за рахунок глибоких центрів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій та їх достовірність. Дисертація виконана на кафедрі матеріалознавства і новітніх технологій ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» і є складовою частиною наукових проєктів, де автор роботи брав участь як виконавець експериментальних досліджень.

Основні наукові результати дисертаційної роботи є обґрунтованими, що підтверджується використанням відтворюваних технологічних умов синтезу квантових точок і взаємодоповнюючих експериментальних методів досліджень. Їх достовірність забезпечується узгодженістю отриманих результатів з відомими літературними даними, а також публікаціями у фахових журналах.

Наукова новизна роботи.

До наукової новизни дисертаційної роботи слід віднести такі найбільш важливі результати:

1. Представлена методика отримання напівпровідникових квантових точок у матриці вуглецю. Комплексні дослідження оптико-електричних властивостей дозволяють припустити перспективність їх використання в якості матеріалів для сенсорної техніки та інших галузях функціональної електроніки.

2. На основі представлених досліджень раманівських спектрів було встановлено динаміку зміни частоти поздовжніх та поперечних фононних коливань при переході від кристалу ZnSe до квантових точок, на його основі, синтезованих в матрицю пористого вуглецю.

3. Експериментальними та теоретичними методиками проведено ряд комплексних досліджень дефектної підсистеми кристалів ZnTe та розраховано область гомогенності вказаної сполуки.

Повнота викладу основних положень дисертації в опублікованих працях.

Автором дисертації проведені цікаві і оригінальні теоретичні та експериментальні дослідження. Основні результати роботи в достатній мірі висвітлені в 20 наукових працях у наукових фахових виданнях. Зокрема у восьми статтях включених до фахових видань, з яких чотири публікації входять до міжнародних наукометричних баз даних «Scopus» та/або «Web of Science», а також апробацією результатів на 12 всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях. Опубліковані роботи та автореферат в достатній мірі відображають основні положення дисертації.

Недоліки та зауваження по роботі.

Не зважаючи на загальну позитивну оцінку дисертації, виникає ряд зауважень:

1. В дисертації наведено способи термохімічної активації вуглецевого матеріалу, проте корисним було б продемонструвати моделі взаємодії хімічного активатора з структурою вихідного матеріалу, як впливає вибір активатора на кінцевий розподіл пор за розмірами отриманого нанопористого вуглецю.
2. В роботі на сторінці 90 (рис. 3.11) приведена флуоресцентна кінетика згасання вуглецевих наноструктур VKT-1 та VKT-2. Дисертант стверджує, що дана залежність є однократно експоненційною. Проте, наведений рисунок побудовано в логарифмічному масштабі, а залежність повинна б описуватись прямою лінією, що не виконується. Також, часова шкала починає свій відлік з від'ємних часів, що ставить під сумнів отримані значення.
3. В роботі не в достатній мірі проведено аналіз розподілу квантових точок напівпровідників на поверхні та в об'ємі вуглецевої матриці. Не встановлено глибину входження таких частинок в матрицю.
4. В розділі чотири проведено обговорення кристалічних дефектів в монокристалі ZnTe. Однак, автор не наводить жодних припущень формування квантових точок на основі ZnTe у вуглецевій матриці.
5. Як підсумок роботи, автор не проводить кореляційний аналіз отриманих властивостей квантових точок CdS та ZnSe синтезованих у вуглецевій матриці. Натомість, подано якісний аналіз, який потребує доповнення та більш глибокого аналізу.
6. У тексті дисертації зустрічаються окремі граматичні помилки, описки тощо. Зокрема: різне написання терміну «люмінісценція» та «люмінесценція» та список літератури містить різні формати написання.

Вказані зауваження не суттєво впливають на основні результати і висновки подані в роботі. Запропонований об'єкт та предмет досліджень є перспективним для детальніших та різносторонніх досліджень започаткованих в дисертаційній роботі.

На підставі вищевикладеного вважаю, що дисертаційна робота Бардашевської Світлани Дмитрівни «Квантово-розмірні структури на основі напівпровідникових сполук АⁿВ^mСⁿ» є завершеною науково-дослідницькою роботою, яку виконано із застосуванням сучасних експериментальних методів. За актуальністю, новизною та практичною цінністю дисертація відповідає вимогам МОН України до дисертаційних робіт, представлених на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.18 фізика і хімія поверхні, п. 11.15 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. (зі змінами згідно з Постановою КМ України № 656 від 19.08.2015 р.), а її автор Бардашевська Світлана Дмитрівна, заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.18 фізика і хімія поверхні.

Офіційний опонент

Професор кафедри загальної фізики

Національного університету

«Львівська політехніка»

доктор фізико-математичних наук, професор

Г.А. Личук

Підпис професора Г.А. Личука засвідчую

Вчений секретар Національного університету

«Львівська політехніка»



Р.Б. Брилинський

Львівський національний університет імені Василя Стефаника
03-02-15/398
07 10 20 19