

20

01

16

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Чертопалова Сергія Васильовича «Вплив складу і структури фулереновмісних плівок на їх фізико-хімічні властивості», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла

1. Актуальність теми дисертації.

Фулерен є каркасною алотропною формою вуглецю з ковалентним зв'язком між атомами в молекулі та ван-дер-ваальсовим зв'язком між молекулами в кристалітах фулериту. При легуванні фулериту є можливість отримати іонний зв'язок між фулереном та атомом металу. Тому в даний час інтенсивно проводяться дослідження, спрямовані на розробку технологій, які ґрунтуються на ідеях щодо широкого застосування фулеренів і фулериту в пристроях для електроніки (діоди та транзистори) та в оптиці (оптичні покриття).

Дослідження обміну енергії між повільними атомними частинками, які налітають на поверхню, та твердим тілом можна проводити з використанням методу радикало-рекомбінаційної люмінесценції. Основним джерелом енергії, яка передається твердому тілу, є енергія, яка виділяється у актах радіаційних зіткнень на поверхні. У реакційних зіткненнях енергообмін відбувається через стадію утворення на поверхні коливально- та електронно-збуджених проміжних квазімолекулярних частинок. Цей метод є ефективним для спостереження *in situ* за перетвореннями фулеренів як в процесі їх взаємодії зі збуджуючими частинками, так і при різних попередніх діях на зразок опромінення УФ, зміни температури, тощо.

У зв'язку з вищесказаним тема кандидатської дисертації Чертопалова Сергія Васильовича «Вплив складу і структури фулереновмісних плівок на їх фізико-хімічні властивості», в якій досліджена іонолюмінесценція та радикало-рекомбінаційна люмінесценція фулериту, вплив іонного бомбардування на структуру фулеритових плівок, а також вплив ступеню досконалості фулеритових плівок та їх дефектної структури на оптичні властивості, є актуальною.

Про актуальність, практичну і наукову значимість теми дисертації свідчить й те, що основні результати здобуті дисертантом при проведенні комплексних експериментальних досліджень, направлених на виконання на кафедрі нанофізики

(фізики твердого тіла та фізичного матеріалознавства) фізико-технічного факультету Донецького національного університету наступних держбюджетних НДР: «Фізико-хімічні властивості фулеренових плівкових покриттів», номер держреєстрації 0100U005076; «Розробка іонно-променевої технології осадження захисних плівок і покриттів і дослідження їх властивостей», номер держреєстрації 0103U003367; «Оптимізація структуроутворення і властивостей нанокристалічних багатокомпонентних плівок при іонно-плазмовому розпиленні», номер держреєстрації 0106U001949; «Отримання нанокристалічних функціональних плівок на основі фулеренів, боридів і нітридів перехідних металів іонно-плазмовими методами», номер держреєстрації 0109U001654; проект УНТЦ Uzb136J «Отримання і технологія захисних плівок і покриттів, отриманих при іонній імплантації, і дослідження їх властивостей»; проект Ф38/5 ДФФД «Наноструктури на основі фулерен-металофулеренових гетеропереходів: отримання, структурні, транспортні і фотоелектричні властивості», номер держреєстрації 0111U005554.

2. До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- вперше виявлена хемілюмінесценція фулеритових плівок, осаджених на NaCl при збудженні атомарним воднем і встановлено її механізм;
- на основі аналізу даних щодо впливу швидкості осадження, температури і типу підкладки на структуру фулеритових плівок одержали подальший розвиток уявлення про механізм формування фулеритових плівок, який відрізняється від відомих раніше врахуванням впливу підкладки на утворення двійників росту і дефектів пакування плівок, концентрація яких при даних умовах осадження залежить від типу підкладки;
- виявлена трансформація структури фулерита C_{60} при його опроміненні іонами аргону з енергією 3 – 4 кеВ і дозами 10^{18} – 10^{19} іон·м⁻², яка полягає в розупорядкуванні структури C_{60} , що проявляється в утворенні дислокаційних петель проникнення і збільшенні кількості дефектів пакування;
- встановлено, що природа поглинання світла фулеритовими плівками в довгохвильовій області спектру пов'язана з їх структурною досконалістю.

Показано, що збільшення ступеню досконалості плівок збільшує енергію низькоенергетичних електронних переходів. Експериментально встановлено, що залежності коефіцієнта поглинання квантів від вмісту аморфної фази в фулеритових плівках, а також від густини дислокацій мають лінійний характер;

– встановлено, що при одночасному осадженні металу (Cu, Ag, Au, Al) і фулерену формуються нанокристалічні плівки, які складаються з кристалітів металу і фулериту, причому молекули фулерену сприяють зменшенню розміру кристалітів металів, що дає можливість отримати дрібнодисперсні частинки металів, на яких спостерігалось поверхнєве резонансне плазмонне поглинання.

У якості практичних результатів, отриманих Чертопаловим С. В., слід відзначити те, що досліджені ним матеріали в перспективі можуть бути використані у вигляді фулеритових та металофулеритових шарів для фотоприймачів та фотовольтаїчних систем.

Вказані вище наукові і практичні результати у дисертації Чертопалова С. В. є новими.

3. Достовірність результатів та ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректністю постановки завдань та застосуванням стандартних процедур опрацювання експериментальних даних.

Для отримання достовірних наукових даних Чертопалов С. В. провів комплексні експериментальні дослідження, у ході яких були використані різні сучасні методи і методики експерименту. В тому числі: електроннографію, растрову і електронну мікроскопію, рентгенофазовий аналіз, іонолюмінесцентний та радикало-рекомбінаційний люмінесцентний аналізи, оптичне поглинання. Ці методи є взаємодоповнюючими для встановлення кристалічної та дефектної структури отриманих плівок та їх оптичних властивостей. Показано узгодженість отриманих результатів для чистих фулеритових плівок з новітніми літературними даними.

Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих в дисертаційній роботі Чертопалова С. В. є високою. Вона базується на аналізі

літературних джерел за темою дисертаційної роботи, на чіткій постановці мети і завдань дослідження, використанні сучасних методів експерименту, аналізі одержаних результатів та порівнянні їх з результатами інших дослідників, ясному і чіткому формулюванні отриманих висновків. Експериментальні дослідження щодо отримання тонкоплівкових покриттів та дослідження їх структури і оптичних властивостей виконані з використанням сучасного високотехнологічного обладнання.

4. Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані в 31 науковій праці, у тому числі у 9 статтях та у 22 тезах доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях, симпозіумах і семінарах, 5 з яких у наукових збірниках. У цілому, рівень і кількість публікацій та ступінь апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають існуючим вимогам щодо опублікування результатів кандидатських дисертацій.

Автореферат є ідентичним за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові та практичні результати, що були отримані здобувачем.

Тема дисертаційної роботи та зміст її наукових і практичних результатів повністю відповідає паспорту спеціальності 01.04.07 – фізика твердого тіла, фізико-математичні науки.

5. Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Основні наукові результати, отримані в дисертації Чертопалова С. В., важливі для фізики тонкоплівкових структур, для отримання нанокристалічних та наноструктурованих матеріалів, а також для більш глибокого розуміння фізичних основ формування фулеритових та метал-фулеритових тонкоплівкових структур. Експериментально показана можливість утворення наночастинок металу в напівпровідниковій фулеритовій матриці, які проявляють поверхневе плазмонне резонансне поглинання. Ці структури рекомендовано для створення сонячних елементів у якості активних поглинаючих шарів.

Показано можливість використання радикало-рекомбінаційної люмінесценції та низькоенергетичної іонолюмінесценції, як ефективних методів для спостереження *in situ* за перетвореннями фулеренів як в процесі взаємодії їх зі збуджуючими частинками, так і при різних попередніх діях на зразок, що дозволяє отримувати інформацію про поверхневий стан зразка, та про процеси, які відбуваються на поверхні. Здобуті результати можливо використовувати для вирішення як прикладних, так і фундаментальних задач у галузі фізики фулеритових плівок.

У дисертаційній роботі показана можливість створення фотоприймачів та фотоперетворювачів на основі фулериту та похідних фулерену C_{60} . Результати роботи можуть бути використані для прогнозування змін кристалічного стану і оптичних властивостей фулеритових і металофулеритових плівок, а також для розробки нових твердотільних пристроїв для нано- та мікроелектроніки.

6. По змісту дисертаційної роботи можна зробити наступні зауваження:

1. У огляді літератури відсутня інформація щодо іонно-фотонної емісії і радикало-рекомбінаційної люмінесценції для фулериту.
2. У розділі 2 гістограми розмір-кількість зерен, що побудовані на основі здобутих експериментальних результатів, у роботі не наводяться.
3. У розділі 3 відсутні пояснення вибору товщини або часу осадження плівок, що досліджуються. На всіх типах підкладок плівки мають різну товщину.
4. Не наводиться інформація у розділі 4, в чому відмінність морфології плівки $C_{60}:Cu$ у випадках термічного та іскрового випаровування міді.
5. У розділі 4 не наведена інформація щодо параметрів експерименту для плівки $C_{60}:Au$, відсутня електронограма для плівки $C_{60}:Ag$.
6. У розділі 5, що присвячений дослідженням особливостей бомбардування фулерита іонами різних типів і енергій, відсутня інформація щодо руйнування окремих молекул C_{60} і впливу фрагментів цих молекул на результати.

Однак, вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Чертопалова Сергія Васильовича “Вплив складу і структури фулереновмісних плівок на їх фізико-хімічні властивості” є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв’язує важливу наукову задачу щодо впливу ступеню молекулярного порядку та дефектності кристалічної структури фулеритів на їх оптичні властивості. Дисертаційна робота задовольняє вимогам, які ставить до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук «Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», зокрема його пп. 9, 11, 12., а здобувач Чертопалов Сергій Васильович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Офіційний опонент,

завідувач кафедри системного аналізу

та обчислювальної математики

Запорізького національного технічного університету,

доктор фізико-математичних наук, професор

20.01.2016

 Г. В. Корніч

*Від імені Г. В. Корніча
заєвідачу
Вченої секретар
ф.т.н., проф.*



В. В. Мацушич