

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Поп Михайла Михайловича

"Спектрофотометричні дослідження модифікованих некристалічних халькогенідів на основі сульфиду миш'яку"

представлену на здобуття наукового ступеня

кандидата фізико-математичних наук

за спеціальністю 01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків

Одним із основних напрямків фізики напівпровідників і матеріалознавства є розробка нових матеріалів з унікальним комплексом фізичних властивостей. Важливе місце серед таких матеріалів займають бінарні халькогеніди миш'яку в склоподібному та мікро(нано)кристалічному станах.

Дані матеріали цікаві як з точки зору їх практичного застосування (оптика, оптоелектроніка, запис та передача інформації), так і з фундаментальної – як модельні об'єкти при вивченні неупорядкованих систем. У зв'язку з цим значний науковий і практичний інтерес викликає вивчення структурних особливостей різних некристалічних систем залежно від складу й умов одержання, дослідження комплексу їх фізичних властивостей, встановлення взаємозв'язку між структурними та фізичними параметрами, з'ясування природи явищ, що відбуваються в них.

Важливість таких досліджень (як наукова, так і прикладна) обумовлена і тим, що на даний час недостатньо розроблені наукові принципи вибору складів багатокомпонентних склоподібних сплавів, режимів їх одержання й обробки для забезпечення високої відтворюваності та необхідного рівня фізичних параметрів, підвищення їх температурно-часової стабільності. Слід відзначити, що перевірка положень різних теоретичних представлень про структуру халькогенідних склоподібних напівпровідників має важливе значення і для розвитку теорії неупорядкованого стану твердих тіл. Тому мета й актуальність дисертаційної роботи Попа М.М., яка присвячена фундаментальним дослідженням структури й оптичних характеристик стекол та плівкових конденсатів халькогенідних систем на основі миш'яку і сурми та їх трансформації у залежності від хімічного складу та дії зовнішніх чинників (опромінення лазерним випромінюванням та високотемпературного відпалу), не викликають сумніву.

Актуальність дисертації визначається також і її зв'язком з рядом бюджетних науково-дослідних тем, які виконувалися у ДВНЗ «Ужгородський національний університет» на кафедрі фізики напівпровідників та у науково-дослідному інституті фізики і хімії твердого тіла:

1. "Модифікування халькогенідних матеріалів для оптимізації активних елементів твердотільних фотореєструючих та дозиметричних систем" (ДР – 0105U009103).

2. "Формування нанокомпозитиних твердотільних структур на основі некристалічних халькогенідів для оптимізації активних елементів функціональних систем" (ДР – 0109U000863).

Переходячи до конкретних результатів дисертаційної роботи, можна відзначити, що здобувачем, досліджуючи процеси оптичного поглинання в об'ємних стеклах і аморфних плівках As-S-Se та As-Sb-S, поєднуючи виконані

за відомими моделями результати розрахунків показано, що в досліджуваних матеріалах експоненціальна форма краю поглинання визначається електрон-фононою взаємодією, а його енергетичне положення та ширина – впливом різних типів розупорядкування: композиційного, структурно-топологічного, температурного.

Новими та важливими результатами, одержаними автором дисертаційної роботи, є результати досліджень стекол систем As-S-Se та As-Sb-S методом мандельштам-бріллюєнівського (МБР) розсіювання світла, зокрема, виявлено, що у процесі дослідження спектрів МБР досліджуваних стекол As-S-Se та As-Sb-S з вмістом селену та сурми більше 5 та 8 ат.%, відповідно, при використанні He-Ne лазера (632.8 нм) відбувається їх фоторозм'якшення та фотопотемніння, які, на думку автора, суттєво впливають на структурно-чутливі параметри об'ємних стекол.

Слід відзначити, що автором, на основі проведених досліджень встановлено найбільш фоточутливі склади плівок, які можуть бути використані в якості реєструючих середовищ для голографії та оптичного запису інформації.

У дисертації представлено й інші результати, але, на нашу думку, вищезазначених достатньо, щоб дати високу оцінку новизні та значимості роботи. Достовірність отриманих результатів визначається надійністю експериментальних методик і використанням унікального обладнання при проведенні досліджень мандельштам-бріллюєнівського розсіювання світла, зіставленням експериментальних висновків з даними теоретичних розрахунків, проведених дисертантом за допомогою відомих апробованих методів.

Дисертація Попа М.М. є завершеною роботою, в якій представлені нові, науково обґрунтовані результати систематичних досліджень, викладені на 149 сторінках машинопису в 5 розділах (включаючи список цитованої літератури з 171 найменувань, 79 рисунків і 12 таблиць).

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульована мета і визначені задачі досліджень, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, визначено особистий внесок дисертанта та наведено дані про апробацію результатів дисертаційних досліджень і публікації за матеріалами дисертації.

Перший розділ присвячений огляду літературних даних про особливості структури і структурних перетворень в некристалічних халько-генідних напівпровідниках на основі сульфиду миш'яку. Розглянуто існуючі моделі структури даних матеріалів, визначено роль структурних дефектів у формуванні їх ближнього та середнього порядку. Зроблено висновок про метастабільність ХСН, яка проявляється як на рівні атомної, так і на рівні електронно-дефектної підсистем.

Другий розділ дисертації присвячено опису методів одержання халькогенідних стекол As-Sb-S(Se) та тонких плівок на їх основі, структурних та оптичних досліджень.

У третьому розділі розглянуто феноменологічну теорію розсіювання світла в аморфних середовищах, вказано на особливості процесів раманівського та мандельштам-бріллюєнівського розсіювання світла в склоподібних напівпровідників системи As-S-Se та As-Sb-S.

Четвертий розділ присвячено розгляду процесів оптичного поглинання в об'ємних стеклах систем As-S-Se і As-Sb-S, в яких реалізуються різні типи розупорядкування (температурне, статичне та структурне, композиційне). Аналізується температурна поведінка параметрів урбахівського краю поглинання, механізми екситон-фононної взаємодії та вплив температурного і структурного розупорядкування на процеси оптичного поглинання у склоподібних сплавах досліджуваних систем.

У п'ятому розділі наведено результати досліджень оптичних характеристик тонких плівок на основі стекел систем As-S-Se і As-Sb-S, розглянуто вплив опромінення лазерним випромінюванням та високотемпературного відпалу на оптичні характеристики, на основі яких запропоновано найбільш fotocутливі склади для реєструючих середовищ оптичного запису інформації.

Отримані в рамках дисертаційного дослідження результати мають певне практичне значення, оскільки, як зазначено автором у дисертації й авторефераті, вони використані при вдосконаленні технології виготовлення голографічних ґраток з прийнятними параметрами та оригіналів оптичних дисків, однак, на нашу думку, певні аспекти могли б бути оформлені відповідним авторським патентом на винахід відповідно до законодавства України.

Актуальність теми дисертації, вибір об'єктів і методів досліджень, відзначена наукова новизна отриманих результатів засвідчують високий науковий рівень дисертаційного дослідження. Отримані автором дисертації результати опубліковано у фахових наукових журналах, оприлюднено на ряді авторитетних українських і міжнародних наукових конференцій. Текст автореферату дає достатньо повне уявлення про зміст дисертації.

У роботі є і деякі недоліки, зокрема:

1. Відомо, що експериментальне дослідження метастабільності халькогенідних склуватих напівпровідників зазвичай реалізується в рамках комплексно-системного підходу, що передбачає вхідну експрес-діагностику склуватого стану методами рентгендифрактометрії, диференціальної скануючої калориметрії та вимірювання густини; експлуатаційну параметризацию методами оптичної спектрофотометрії; а також структурну характеристику атомної та атомно-дефіцитної будови ХСН методами спектроскопії тонкої структури розширеного рентгенівського поглинання, рентгендифрактометрії, раманівського розсіювання світла, скануючої електронної мікроскопії та електронно-позитронної анігіляційної спектроскопії. Тому автору варто було використати комплексний підхід для досліджень стекел систем As-S-Se та As-Sb-S, зокрема, провести вхідну діагностику та структурну характеристику стекел та плівок, деталізувати методику отримання об'єктів досліджень.
2. Пояснення змін оптичних параметрів тонких плівок внаслідок дії лазерного випромінювання та високотемпературного відпалу, (підрозділи 5.2 і 5.3) та висновки 5 і 6 стосовно "фотоструктурних" змін, на наш погляд, не переконливі. Необхідно, на наш погляд, було дослідити такі процеси іншими більш інформативними методами, зокрема, мікρο-раманівської спектроскопії.

3. У роботі наведені результати мандельштам-бріллюєнівського розсіювання світла для об'ємних стекол $As_{40}S_{60-x}Se_x$ тільки до складу з вмістом селену 12 ат.%, і не наведено причин відсутності відповідних спектрів для складів з більшим вмістом селену.
4. Деякі дефекти є в оформленні дисертації й автореферату. Це стосується насамперед назв конференцій та місць їх проведення, написаних іноземними мовами. Не зрозуміло, для чого у список публікацій автора включена робота: M. M. Pop, M. O. Malets, I. I. Shpak, D. G. Semak. Electron-Induced Changes of Optico-refractometric Parameters of Glassy Alloys of the Sb_2S_3 - GeS_2 System // Ukrainian Journal of Physics. – 2010, Vol.55, № 8, p.911-915.

Однак зазначені вище недоліки носять незначний характер і не можуть вплинути на загальну високу оцінку дисертаційної роботи.

Результати досліджень можуть бути використані як довідникові для даного класу матеріалів, корисні для дослідників і розробників конструкторських робіт, зокрема, в Інституті проблем матеріалознавства НАН України (м. Київ), Інституті прикладної оптики НАН України (м. Київ), Інституті фізики НАН України (м. Київ), Інституті фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАН України (м. Київ), Інституті проблем реєстрації інформації НАН України (м. Київ), НТК "Інститут монокристалів" НАН України (м. Харків), НВО "Карат" (м. Львів) та інших установах.

Висновок:

представлена дисертаційна робота "Спектрофотометричні дослідження модифікованих некристалічних халькогенідів на основі сульфїду миш'яку" цілком відповідає затвердженню Постановою Кабінету Міністрів України від № 567 24 липня 2013 року вимогам Департаменту атестації кадрів МОН України щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Поп Михайло Михайлович, безумовно, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків.

Офіційний опонент,
завідувач відділу матеріалів
функціональної електроніки Інституту
електронної фізики НАН України,
доктор фізико-математичних наук



Гомоннай О.В.

Підпис Олександра Васильовича Гомонная засвідчую

Вчений секретар
Інституту електронної фізики НАН України,
кандидат фізико-математичних наук



Торич З. З.

17 квітня 2016 року