

*У спеціалізовану вчену раду Д 26.207.03
при Інституті проблем матеріалознавства
ім. І. М. Францевіча НАН України*

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію **Шелудько Володимира Євгенійовича** на тему: «**Вплив лазерної обробки на структуру та властивості композиційних товстих плівок на основі Ni₃B, BaB₆-LaB₆, та SnO-Sb**», яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01- Матеріалознавство

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЇ

Подана до захисту дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної проблеми - підвищенню рівня функціональних властивостей товстих плівок завдяки впливу лазерного випромінювання. На базі методів поверхневої лазерної обробки проведена розробка технологічних процесів, які дозволяють модифікувати поверхневий шар, змінювати його структуру й властивості.

Результати, які лежать в основі дисертаційної роботи, отримані при виконанні досліджень в рамках планів державних проектів науково-дослідних робіт.

СТУПІНЬ ОБГРУНТОВАНOSTІ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ І РЕКОМЕНДАЦІЙ, ЇХ ДОСТОВІРНІСТЬ І НОВИЗНА

Обґрунтованість наукових результатів у дисертаційній роботі підтверджена проведеною автором низкою теоретичних та експериментальних досліджень, які отримані дисертантом в результаті кваліфікаційного їх виконання із застосуванням сучасних методик і лабораторного обладнання, і спрямованих на визначення впливу лазерної обробки на структуру и електрофізичні характеристики товстих плівок для мікроелектроніки.

Одержані результати досліджень пройшли промислове опробування, про що свідчать відповідні акти.

ЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ДЛЯ НАУКИ І ПРАКТИКИ

Наукова та практична цінність отриманих результатів у роботі

Шелудько В. Є. полягає в виборі метода поверхневої обробки композиційних товстих композиційних плівок для виробів мікроелектроніки, обґрунтованості перспективності процесів лазерної обробки, зокрема особливостей її застосування, розробці методик дослідження фізичних процесів, виявленні ступеня впливу зміни параметрів процесів лазерної обробки на структурні параметри і тепло-фізичні та оптичні характеристики одержаних товстих керамічних плівок.

ПОВНОТА ОПУБЛІКОВАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 9 наукових праць, в тому числі, 7 статей у наукових фахових виданнях України, 2 стаття в виданні іноземної держави та 4 статті у виданнях, які внесені до міжнародних наукометричних баз, 1 патент України на корисну модель. Вказані публікації відображають основний зміст дисертації, об'єм та характер проведених теоретичних та практичних досліджень.

ОЦІНКА ЗМІСТУ РОБОТИ

Дисертаційна робота Шелудько В. Є. складається: з списку умовних позначень, введення, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 270 найменувань, двох додатків; містить 195 сторінок машинописного тексту, 89 рисунків та 14 таблиць.

У вступі до дисертаційної роботи висвітлена актуальність теми, сформульована мета та основні положення, які подаються на захист, обґрунтовані наукова новизна та практична цінність роботи, надана інформація про апробацію результатів і публікації за темою роботи.

Перший розділ присвячено літературному аналізу публікацій по створенню різноманітних видів резистивних і провідникових композиційних товстих плівок, які використовуються в якості виробів. З наведених даних видно, що значну увагу звернено на дослідження складу товстоплівкових резисторів, методів їх отримання, вплив різних добавок на його характеристики (номінал, термічний коефіцієнт опору, стабільність, чутливість датчиків та ін.), а також взаємодію між компонентами, структурні характеристики, режими термообробки. Однак на використання лазерного впливу без руйнування поверхневого шару таких матеріалів приділено мало уваги.

У другому розділі приведено опис використаного устаткування, обґрунтовані методики експериментальних досліджень, докладно описано використанні матеріали, методики отримання товстих плівок на підкладці, досліджень фазового складу і структури товстих плівок, електрофізичних властивостей, температурних полів при лазерної їх обробці.

Третій розділ присвячений розрахункам оптичних і теплофізичних характеристик товстих плівок різних складів. Спектроеліпсометричним методом визначена поглинальна здатність товстоплівкових композитів. Для систем з далеким порядком за допомогою адіабатичного та ізотермічного подрібнення розраховані коефіцієнти тепло- і температуропровідності для товстих плівок на основі різних складів. Проведені розрахунки теплових полів на основі раніше знайдених оптичних і теплофізичних характеристик товстих плівок.

У четвертому розділі представлені результати експериментальних досліджень ступеню впливу параметрів імпульсного лазерного опромінювання на зміни структури, фазового складу, та електрофізичні властивості товстих плівок різних складів. При різних режимах лазерної обробки досліджено формування морфології поверхні, визначені інтервали енергій, при яких спостерігається мінімальна шорсткість товстих плівок на основі Ni_3V . Отримані криві концентраційного розподілу елементів провідної фази по поверхні і глибині плівок. Встановлено, що обробка всіх видів товстих плівок імпульсним лазерним випромінюванням наносекундної тривалості проявляється в зменшенні товщини плівки та дробленні часток провідної фази. Визначено неоднозначну стійкість плівок до багаторазового впливу імпульсів наносекундної тривалості. Показано, що опромінення імпульсами нано- і мікросекундної тривалості сприяє роботі товстих плівок в оптимальних умовах. Встановлено, що для товстих плівок на основі легованого сурмою діоксиду олова вплив імпульсів наносекундної тривалості підвищує значення коефіцієнту тензочутливості.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО ДИСЕРТАЦІЇ

Дисертація Шелудько В. Є. є актуальною, завершеною комплексною науково-дослідною роботою, яка містить нові результати, що розкривають наукові та практичні досягнення. Дослідження виконувались із застосуванням ефективних методик та сучасного обладнання в умовах проведення фізико-математичного аналізу та вивчення змін структури, властивостей, фазового та хімічного складу, оптичних та теплофізичних властивостей товстих композитних плівок при дії на них лазерного випромінювання. Приведені в роботі висновки, пропозиції та рекомендації безумовно мають наукову та практичну цінність.

Матеріали дисертації опубліковані в достатній кількості фахових та міжнародних наукових виданнях, тезах доповідей.

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації та

достатньо повно її відображає.

Зауваження до змісту та тексту дисертації і автореферату:

1. Перелік умовних позначень не охоплює усі скорочення і позначення фізичних величин.
2. Об'єм літературного огляду (49 сторінок) занадто великий достатньо було б не більш 30 сторінок. При цьому львина доля аналізу присвячена складам провідної фази, що ні є основною направленістю роботи.
3. Назва підрозділу 2.6. «Технологія лазерної обробки товстих плівок» не відображає суть представленого матеріалу. На мій погляд це описання технічних характеристик устаткування, методика проведення і режими лазерної обробки товстих плівок.
4. Отримані дані по масопереносу із підкладки в плівку і навпаки під дією лазерного випромінювання не достатньо систематизовані з позиції змін адгезії на границі плівка-підкладка.
5. Не зовсім зрозумілий механізм подрібнення (збільшення дисперсності) провідної фази по товщині плівки в умовах дії лазерного випромінювання.
6. У деяких випадках автор отримані результати пояснює наявністю ударно-хвильового впливу при лазерній обробці товстих плівок, однак в цій «наявності» більше припущень ніж доказів.
7. Велика чисельність скорочень по тексту написання як дисертації так й автореферату створює труднощі в їх прочитанні та осмисленні, наприклад «После ЛО R ТП повышается ...» (сторінка 125).
8. В роботі зустрічаються деякі помилки, наприклад, невдала назва рисунків 3.1. – 3.4. Тепловая картина для ТП..., «температурное распределение», допущені окремі описки (с. 117, 119, 158).

Висновок. Дисертаційна робота Шелудько Володимира Євгенійовича «Вплив лазерної обробки на структуру та властивості композиційних товстих плівок на основі Ni₃B, BaB₆-LaB₆, та Sn₀-Sb», відповідає профілю спеціалізованої вченої ради Д26.207.03 і паспорту спеціальності 05.02.01 – матеріалознавство. Робота є завершеним науковим дослідженням, яка виконана автором самостійно і за своєю актуальністю, науково-теоретичним рівнем, новизною в постановці та розв'язанні поставлених задач, своєю теоретичною та практичною значущістю відповідає вимогам щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, відповідає вимогам пунктів 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р.

№ 567, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство.

Офіційний опонент,
завідувач відділу
концентрованих енергетичних впливів
Фізико-технологічного інституту
металів та сплавів НАН України,
доктор технічних наук, професор



Лихошва В. П.

Підпис Лихошви В. П. "ЗАСВІДОУЄ"
заступник директора ФТІМС НАН України



Верховлюк А. М.