

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата фізико-математичних наук, старшого викладача кафедри електроніки, загальної та прикладної фізики Сумського державного університету **Тищенко Костянтина Володимировича** на дисертаційну роботу **Петренка Руслана Миколайовича** «Електрофізичні і магніторезистивні властивості шаруватих структур на основі металевих наночастинок та діелектричних матеріалів», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Характеристики функціональних елементів наноелектроніки та спінтроніки, які сформовані на основі композиційних матеріалів «ферромагнітний метал-діелектрик», суттєво залежать не тільки від розміру і форми металічних гранул, їх об'ємної концентрації, а також і від характеру розподілу гранул в об'ємі діелектричної матриці. У той же час плівкові композиційні матеріали, отримані методом одночасної конденсації ферромагнітного металу та діелектрика, мають ряд структурних особливостей. Відбувається формування структури з широким розподілом розмірів частинок. Мала рухливість оксидних кластерів призводить до уповільнення процесів коалесценції і рекристалізації металевих гранул і, як наслідок, формуються композитні матеріали з діелектричною аморфною матрицею з відносно великим вмістом атомів ферромагнітних металів. Такі структурні особливості композитних матеріалів суттєво впливають на їх фізичні властивості. Також варто зауважити, що у керметних плівках досить складно змінювати розмір магнітних гранул.

Таким чином, незважаючи на велику кількість експериментальних і теоретичних досліджень у цьому напрямку, проблематика, пов'язана з покращенням властивостей композитних матеріалів «ферромагнітний метал-діелектрик», залишається актуальною. Враховуючи вище сказане, у дисертаційній роботі було запропоновано формування композитних матеріалів «метал-діелектрик» методом пошарової конденсації з подальшою

термообробкою, що дозволило отримати композитні матеріали з діелектричною аморфною матрицею практично без вмісту атомів феромагнітних металів, майже однаковим розміром магнітних гранул та зміною цих розмірів у разі необхідності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі електроніки, загальної та прикладної фізики Сумського державного університету в рамках держбюджетних тем: «Магніторезистивні та магнітооптичні властивості композиційних матеріалів з впровадженими наночастинками» (2019-2021 рр.) № 0119U100777; «Взаємозв'язок між магніторезистивними і магнітними властивостями та електронною структурою багатокомпонентних плівкових сплавів» (2020-2022 рр.) № 0120U102005. Дисертант брав участь у виконанні зазначених НДР як виконавець наукових досліджень та підготовці проміжних і заключних звітів.

Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій сформульованих у дисертації.

Достовірність одержаних наукових даних забезпечується застосуванням сучасних методик формування й оброблення зразків, комплексу експериментальних методик для дослідження електропровідності, магніторезистивних та магнітних властивостей композитних матеріалів «метал-діелектрик», що базується на сучасних приладах; аналізом експериментальних даних для різного типу плівкових систем.

Крім того, на користь коректності ряду результатів свідчить їхня узгодженість із відомими з літератури експериментальними даними (одержаними іншими дослідниками іншими методами) та якісний збіг з наявними розрахунковими даними.

Наукова та практична цінність дисертації та наукова новизна.

Одержані результати дають можливість удосконалити методику отримання композитних матеріалів «метал-діелектрик» з широким спектром необхідних властивостей, які можуть бути використані для розширення

елементної бази наноелектроніки чи спінтроніки, а також безпосередньо для створення надчутливих елементів сенсорів магнітного поля зі стабільним в часі робочими характеристиками.

У результаті дослідження, сформульовано низку положень і висновків, що містять елементи наукової новизни, зокрема: вперше показано, що зменшення ефективної товщини шарів Fe у системі $[\text{Fe}(d_{\text{Fe}})/\text{SiO}_x(5)]_5/\text{П}$ від 10 до 4 нм спричиняє перехід структури від шаруватої з середнім розміром феромагнітної компоненти $L = 10 - 15$ нм до гранульованої, що складається із наночастинок із середнім розміром 3 – 4 нм. На основі отриманих температурних залежностей електроопору для невідпалених та відпалених за температур 400, 500, 600 і 700 К шаруватих структур $[\text{Fe}/\text{SiO}_x]_5$ встановлені інтервали товщин шарів Fe та SiO_x при яких реалізуються різні режими провідності.

Уперше за результатами дослідження температурних залежностей намагніченості шаруватих структур $[\text{Fe}(5)/\text{SiO}_x(3)]_5/\text{П}$, отриманих при вимірюванні в процесі охолодження у магнітному полі індукцією 100 мТл та без магнітного поля, установлена відсутність атомів Fe та дуже дрібних частинок феромагнітного матеріалу в діелектричній матриці.

Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях, персональний внесок здобувача. Основні результати дослідження Петренка Р.М. опубліковані у 14 працях, з них 3 статті у закордонних виданнях, 1 стаття у фаховому виданні України і 1 стаття у матеріалах конференцій, які індексуються наукометричною базою даних Scopus, та 9 наукових праць у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій.

Дисертація оформлена відповідно до існуючих вимог і містить повноту інформації щодо основних положень, наукових трактувань, заключень, висновків та практичних рекомендацій, із повноцінним відображенням змісту відповідних розділів дисертаційної роботи.

Академічна доброчесність. За результатами перевірки дисертаційної роботи Петренка Р.М. на наявність ознак академічного плагіату встановлено

коректність посилань та першоджерела для текстових та ілюстративних зазначень; навмисних спотворень не виявлено. Звідси можна зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності.

Оформлення дисертації за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затверджених МОН України, наказ № 40 від 12.11.2017. Мова і стиль викладання дисертації точно та чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати.

Зауваження до проведеного дисертаційного дослідження.

Тематика досліджень відповідає вимогам спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали». Однак доцільно зробити деякі зауваження та побажання:

1. У тексті дисертації зустрічаються терміни «острівцеві плівки» та «структурно-несуцільні плівки». Бажано було б деталізувати в тексті, коли коректно використовувати той чи інший термін.
2. Температурні залежності електричного опору та магнітоопору для шаруватих структур у переважній більшості отримані в інтервалі температур 300 – 700 К. Доцільно було б розширити даний температурний інтервал в область низьких температур.
3. Рисунки 4.2 (а, в, д) та 4.3 наведені в такому масштабі, що ускладнює можливість однозначно стверджувати про наявність чи відсутність магніторезистивного гістерезису.

Зазначені зауваження не знижують наукову цінність роботи та отриманих дисертантом результатів і не носять принципового характеру.

Дисертація є одноособово створеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку.

Загальна оцінка роботи, її відповідність встановленим вимогам

У цілому дисертаційна робота Петренка Руслана Миколайовича «Електрофізичні і магніторезистивні властивості шаруватих структур на

основі металевих наночастинок та діелектричних матеріалів» є завершеним науковим дослідженням, що має теоретичну новизну та практичну цінність.

Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам п. 6 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а дисертант – Петренко Руслан Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали».

РЕЦЕНЗЕНТ

старший викладач кафедри електроніки,
загальної та прикладної фізики
Сумського державного університету,
кандидат фізико-математичних наук



Костянтин ТИЩЕНКО



Підпис	<i>Тищенко К</i>
засвідчую	<i>проб-грабвец</i>
	<i>П. Красиц</i>

відділу кадрів