

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Власенка Олександра Володимировича
«Електрофізичні і магніторезистивні властивості плівкових
сплавів на основі Fe і Ge» на здобуття
наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук
за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла

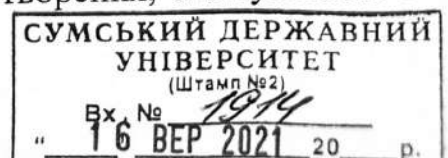
Актуальність теми дисертації

Розробка і впровадження нових функціональних матеріалів на основі металів і напівпровідників сприяє розвитку сенсорної мікро- і наноелектроніки, оскільки на відміну від магнітних напівпровідникових структур, сформованих шляхом введення у напівпровідник магнітних домішок, можливе формування плівкових сплавів, твердих розчинів та бінарних фаз.

Актуальність дослідження фізичних властивостей двокомпонентних плівкових систем на основі металів і напівпровідників у вигляді двошарових або одношарових з певним фазовим складом плівок обумовлена високою термічною стабільністю таких матеріалів, їх сумісністю з елементами інтегрованих мікросхем і можливістю формування епітаксійних шарів з малою густиною дислокацій для польових транзисторів, фотодетекторів і сенсорів різного функціонального призначення.

На сьогодні досить детально вивчені властивості двокомпонентних плівкових систем на основі металів. Поряд з цим маловивченими залишаються електрофізичні, магніторезистивні та магнітооптичні властивості двокомпонентних плівкових сплавів на основі металів і напівпровідників як перспективних функціональних матеріалів.

Можна зазначити, що тема дисертаційної роботи О.В. Власенка, цілком якої було встановлення взаємного зв'язку між електрофізичними, магніторезистивним і магнітооптичними властивостями плівок германідів металів нанорозмірної товщини, сформованих методом пошарової конденсації Fe і Ge з наступною термообробкою, в умовах фазоутворення, є актуальною і



своєчасною, оскільки в ній розв'язується важлива проблема фізики твердого тіла, пов'язана із експериментальним вивченням структури, фазового складу та фізичних властивостей кристалічних і аморфних матеріалів при різних умовах.

Загальна характеристика дисертаційної роботи

Мета дисертаційної роботи полягала у встановленні взаємозв'язку між фазовим складом та електрофізичними, магніторезистивними і магнітооптичними властивостями плівок германідів металів нанорозмірної товщини.

Відповідно до поставленої мети Власенком О.В. були вирішені такі наукові завдання:

–проаналізований вплив температури і товщини шарів (концентрації атомів окремих компонент) на структурно-фазовий стан плівкових матеріалів, сформованих методом пошарової конденсації;

–вивчені температурні та розмірні залежності питомого опору та термічного коефіцієнта опору (ТКО) плівкових систем на основі Fe і Ge та Cu або Cr;

–проведені дослідження гігантського (ГМО) і анізотропного (АМО) магнітоопору та ефекту Холла в плівках германідів заліза з точки зору їх практичного застосування як чутливих елементів сенсорної електроніки.

У роботі використані сучасні методи досліджень плівкових матеріалів: пошарова вакуумна конденсація металів методом термічного випаровування; просвітлювальна електронна мікроскопія (ПЕМ) високої роздільної здатності та електронографія; енергодисперсійний рентгенівський мікроаналіз (ЕДА); високоточна резистометрія для вимірювання ТКО і магнітоопору з використанням автоматизованих систем управління експериментом; вимірювання магнітооптичного ефекту Керра (МОКЕ); дослідження гальваномагнітних властивостей чотириточковим методом; рентгенівська спектроскопія.

Робота складається із чотирьох розділів, вступної частини, узагальнюючих висновків та переліку літературних джерел.

Аналізуючи роботу в цілому слід відмітити, що найбільш вагомі результати викладено у третьому і четвертому розділах дисертації, які визначають **наукову новизну** роботи.

1. Уперше показано, що в плівках германідів заліза, отриманих методом пошарової конденсації з подальшою термообробкою відбувається формування термостабільних ($\text{TKO} \sim 10^{-4} \text{ K}^{-1}$) фаз Fe_2Ge , FeGe і FeGe_2 в усьому об'ємі зразка з амплітудою ГМО = 0,30–0,44%.

2. Уперше показана залежність магнітооптичного ефекта Керра двокомпонентних плівок на основі Fe і Ge від їх фазового складу, що свідчить про реалізацію двох магнітних станів і швидкодію чутливих елементів сенсорів магнітного поля на основі вищевказаних сплавів.

3. Уперше показано, що двокомпонентні плівки германідів FeGe і FeGe_2 відповідають вимогам до матеріалів омичних контактів інтегрованих мікросхем при товщині 20-150 нм: мають високий питомий опір, лінійну вольт-амперну характеристику і низький TKO ($\sim 10^{-4} \text{ K}^{-1}$).

Практичне значення результатів і рекомендації щодо їх використання

Одержані в роботі концентраційні, температурні та польові залежності опору, TKO або MO двокомпонентних плівок можуть бути використані у групах і лабораторіях плівкового матеріалознавства ряду вищих навчальних закладів та дослідницьких установ для прогнозування властивостей плівкових матеріалів. Проведені комплексні дослідження властивостей і процесів фазоутворення дозволили розробити фізико-технологічні основи формування плівкових сплавів германідів металів, які мають важливе практичне значення при створенні функціональних елементів електроніки з покращеними характеристиками, стабільними в області підвищених температур.

Достовірність результатів та ступінь обґрунтування наукових положень

Достовірність отриманих у дисертаційній роботі результатів та ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків забезпечується в першу чергу спільним використанням резистивних методів для дослідження електрофізичних властивостей і електронно-променевих методів – для дослідження фазового складу та кристалічної структури. Були використані поширені в галузі плівкового матеріалознавства методики виготовлення зразків в умовах високого вакууму. Крім того, достовірність і обґрунтованість наукових результатів та висновків дисертаційної роботи забезпечується систематичністю і повторюваністю даних та відповідністю результатам інших авторів.

Зауваження до роботи

1. Згідно другого висновку, навіть незначне збільшення товщини шару Ge від 10 до 15 нм обумовлює помітне збільшення малої самої по собі величини магнітоопору, хоча на перший погляд повинно бути навпаки. Цей експериментальний результат не знайшов свого пояснення.

2. Подібне зауваження можна зробити стосовно результатів вимірювання коерцитивної сили. У цьому випадку і у термонеоброблених і у відпалених плівках вона зменшується при збільшенні товщини плівки германія. Дисертант якісно пояснює це процесом фазоутворення, хоча при цьому отримані результати не стають більш зрозумілими.

3. Електронограми на рис.3.1 а,б (стор. 63) малоінформативні, що пов'язано із аморфним складом плівок германія.

4. На рис. 3.15 (стор. 74) наведені температурні залежності питомого опору при кристалізації аморфних плівок. Для підсилення достовірності цих результатів необхідно було б представити електронограми від плівок при $T_B < T_{a \rightarrow k}$ і при $T_B > T_{a \rightarrow k}$, а для переконливості дати пояснення причин аморфізації,

наприклад, плівки Fe(10)/Ge(10)/Fe(10)/П, тобто зразка, в якому товщина Fe більша від товщини Ge.

5. При вивченні гальваномагнітних властивостей було отримано, що стала Холла у двошарових плівках на основі Fe і Ge на два порядки менша, ніж у плівці Ge і дуже близька до сталої Холла у плівках Fe. Залишилось незрозумілим, чому переважають властивості плівки Fe у порівнянні з Ge.

6. Не знайшла пояснення відносно мала величина магнітоопору плівкових матеріалів на основі Fe і Ge у вихідному стані (рис.4.4, стор.100), що може бути пов'язано із неупорядкованістю твердих розчинів, їх наноструктурою, відсутністю магнітної поляризації в атомах Ge. Можливо усі ці фактори в сукупності і приводять до малих значень МО?

7. У роботі зустрічаються стилістичні помилки, неузгодженість відмінків, повтори, неточності, наприклад, автором для характеристики одних і тих самих процесів відпалювання зразків протягом декількох циклів в певному інтервалі температур використовуються різні терміни: «відпалювання» (стор.3, 4, 52, 60, 61, 64-67, 73-75), «термообробка» (стор.2, 3, 21, 25, 30, 42, 45, 46, 71) і «термовідпалювання» (стор. 74, 80, 90).

Загальний висновок

Указані зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Власенка О.В. Основні наукові та практичні результати роботи оприлюднені і обговорені на Міжнародних та Всеукраїнських конференціях. Вони відображені у 22 працях, серед яких 7 статей, зокрема 5 статей, що обліковуються наукометричною базою Scopus, 2 з яких належать до квартиля Q2 і 4 – до квартиля Q3; 2 статті у фахових виданнях України та 15 тез доповідей.

Результати наукових досліджень автора повністю освітлені у наукових роботах, автореферат відображає зміст дисертаційної роботи.

Дисертація Власенка О.В. є завершеною науково-дослідною роботою, в якій отримані нові науково обґрунтовані експериментальні результати, що дозволяють вирішити питання, пов'язані із фізичними процесами у двокомпонентних плівкових матеріалах на основі металів і напіпровідників, їх термо- і магніторезистивними та магнітооптичними властивостями, кристалічною структурою і фазовим складом.

Таким чином, за актуальністю і новизною отриманих результатів, їх рівнем, обсягом, достовірністю і обґрунтованістю, науковим і практичним значенням, дисертаційна робота Власенка О.В. задовольняє встановленим вимогам щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, а саме, пп. 9, 11-13 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор, Власенко Олександр Володимирович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 - фізика твердого тіла.

Офіційний опонент

завідувач відділом радіаційної біофізики

Інституту прикладної фізики НАН України,

кандидат фізико-математичних наук,

старший науковий співробітник

С.М. Данильченко

Підпис Данильченка С.М.

кандидата фізико-математичних наук, старшого наукового співробітника, завідувача відділом радіаційної біофізики **завіряю.**

Учений секретар

Інституту прикладної фізики НАН України,

кандидат фізико-математичних наук



О.І. Ворошило