

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФІЗИКА, ЕЛЕКТРОНІКА,  
ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

**ФЕЕ: 2016**

**МАТЕРІАЛИ  
та програма**

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

(Суми, 18–22 квітня 2016 року)



Суми  
Сумський державний університет  
2016

**Структурно-фазовий стан, магнітні та магніторезистивні властивості тришарових плівок на основі Ni та Dy**

Шабельник Т.М., аспірант, Шутілева О.В., провідний фахівець,  
Воробйов С.І., молодший науковий співробітник  
Сумський державний університет, м. Суми

Багатошарові плівкові системи на основі феромагнітних та рідкоземельних металів активно досліджуються в останнє десятиліття, завдяки їх унікальним фізичним властивостям. Такі системи становлять широкий інтерес з точки зору їх практичного використання у якості високощільних матеріалів для запису і зберігання інформації, елементів спінової електроніки та магнітооптичних систем.

У даній роботі представлено результати досліджень структурно-фазового стану, магнітних та магніторезистивних властивостей тришарової плівкової системи Ni(5) / Dy(x) / Ni(20) / П (П – підкладка, x – ефективна товщина Dy, яка змінюється від 1 до 30 нм).

Зразки було отримано електронно-променевим методом на підігріту ситалову підкладку ( $T_n \cong 460$  К). Термообробка зразків здійснювалась по схемі «нагрівання-охолодження» до  $T_6 = 700$  К. Структурно-фазовий стан та кристалічну структуру було досліджено за допомогою просвічуючого електронного мікроскопа (ПЕМ-125К). Дослідження магніторезистивних властивостей проводилось при кімнатній температурі за допомогою програмно-апаратного комплексу при протіканні струму у площині зразка  $I = 0,1$  мА в зовнішньому магнітному полі до  $B_c = \pm 500$  мТл. Магнітні властивості досліджувались при кімнатній температурі у паралельній геометрії вимірювання за допомогою вібраційного магнітометра.

Дослідження структурно-фазового стану тришарових плівок на основі Ni та Dy у свіжоскондесованому стані показали, що фазовий склад до і після термообробки визначається фазовим складом окремих компонентів плівки. Так шари Ni мають фазовий склад ГЦК-Ni, який зберігається і після термообробки до 700 К. Що стосується прошарків на основі Dy, то їх структурно-фазовий стан дуже чутливий до зміни ефективної товщини і при  $d_{Dy} < 15$  нм вони перебувають у квазіаморфному стані. При збільшенні ефективної товщини

$d_{\text{Dy}} > 15$  нм у плівках стабілізується у кристалічна фаза ГЦП-Dy. Отже, у залежності від ефективної товщини прошарку на основі Dy у свіжосконденсованому стані нами фіксувався наступний фазовий склад: ГЦК-Ni + ка-Dy ( $d_{\text{Dy}} < 15$  нм) та ГЦК-Ni + ГЦП-Dy ( $d_{\text{Dy}} > 15$  нм). Після термообробки до 700 К фазовий стан плівок з прошарком з ка-Dy залишався незмінним, а у плівках з кристалічним прошарком електроннографічно додатково фіксувалась оксидна фаза ОЦК-Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, яка утворилась за рахунок взаємодії з атомами залишкової атмосфери,

Дослідження магніторезистивних властивостей показали, що не залежно від ефективної товщини прошарку з Dy величина магнітоопору має анізотропний характер. Значення величини МО при зміні ефективної товщини має осцилюючий характер. Подібний характер залежності спостерігався в роботі [1] і пояснювався осциляційною залежністю обмінної взаємодії між магнітними шарами через електрони провідності. Після термообробки спостерігається зменшення величини МО в середньому на 5-10% у всіх геометріях вимірювання.

Дослідження залежності намагніченості від прикладеного зовнішнього магнітного поля, показали що у свіжосконденсованому стані для плівок з ефективною товщиною прошарку з Dy більше 20 нм на петлях гістерезису з'являються характерні перегини, які свідчать про поширене перемагнічування плівок. Після термообробки дані перегини зберігаються.

Збільшення ефективної товщини прошарку на основі Dy з 1 до 30 нм призводить до зменшення величини залишкової намагніченості і намагніченості насичення від прикладеного зовнішнього поля, що пов'язано з утворенням на інтерфейсі аморфного ферімагнітного твердого розчину, який нами електроннографічно не фіксувався. Термообробка до 700 К призводить до зменшення величини  $M_r$  і  $M_s$  у середньому на 5 та 8 %, відповідно.

Керівник: Черноус А.М., *професор*

1. С.І. Воробйов, О.В. Шутилева, І.О. Шпетний, А.М. Черноус, *Ж. нано- електрон. фіз.* **4** № 4, 04026 (2012).