

## ЕЛЕКТРО – І МАГНІТОРЕЗИСТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОНКОПЛІВКОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ NI І FE

Гричановська Т. М., к.ф.-м.н., ст. викладач, Шешеня Л. А., аспірант,  
Гриценко С. В., студент  
Сумський державний університет, м. Суми, Україна

Розвиток сучасної наноелектроніки потребує унікальних тонкоплівкових матеріалів і тісно пов'язаний з новими технологіями магнітних запам'ятовуючих пристроїв, інтелектуальних сенсорів і датчиків.

Відомо, що фазовий склад тонких плівок і плівкових систем та їх електрофізичні властивості визначаються умовами отримання та подальшою обробкою.

Тонкі плівки *Ni* та *Fe* та плівкові системи на їх основі отримувались методом термічного випарування у вакуумі  $10^{-3} - 10^{-4}$  Па. Підкладками, в разі магніторезистивних досліджень слугували пластини ситалу. Осадження матеріалів здійснювалося з випарників на підігріту (400 – 420 К) підкладку, товщини шарів визначались методом кварцового резонатора і перевірялись інтерферометричним методом. Зразки відпалювались в температурному інтервалі від 600 до 650 К. Електромікроскопічні та електроннографічні дослідження проводились за допомогою ПЕМ – 125 к. Магніторезистивні характеристики визначались при кімнатній температурі у змінному зовнішньому магнітному полі індукцією від 0 до 600 мТл.

Отримані зразки *Ni* товщиною 20 нм у невідпаленому стані мали фазовий склад ГЦК-*Ni* з параметром решітки  $a_{Ni} = 0,352$  нм, що близько до параметра решітки масивного зразка *Ni* ( $a_0 = 0,354$  [1]). При подальшому відпалюванні зразків при температурі  $600 \leq T_b \leq 650$  К, спостерігається збільшення параметру, до значення  $a = 0,354$  нм. Розшифровка електроннограм плівок ферума товщиною 20 нм показала, що всі вони мали фазовий склад ОЦК-*Fe* з параметром  $a = 0,284 \pm 0,002$  нм.

На підставі експериментальних результатів про величину опору плівок та його залежність від температури у сукупності з даними про геометричні розміри зразків (довжина, ширина та товщина) були розраховані значення питомого опору та ТКО. Питомий опір тонкоплівкових зразків *Ni* і *Fe* зростає з підвищенням температури, тоді як температурний коефіцієнт опору (ТКО) зменшується, що характерно для металів. На рисунку 1 наведено температурні залежності для зразків товщиною 20 нм.

Для дослідження магніторезистивного ефекту всі зразки *Ni*(50нм)/*V*(d<sub>v</sub>)/*Ni*(10нм)/*П* було отримано за однакових технологічних умов. Електроннографічні та електронно-мікроскопічні дослідження підтвердили, що плівкові системи мали фазовий склад ОЦК-*V*+ГЦК-*Ni*, полікристалічну структуру. Експериментальні дослідження показали, що невід-

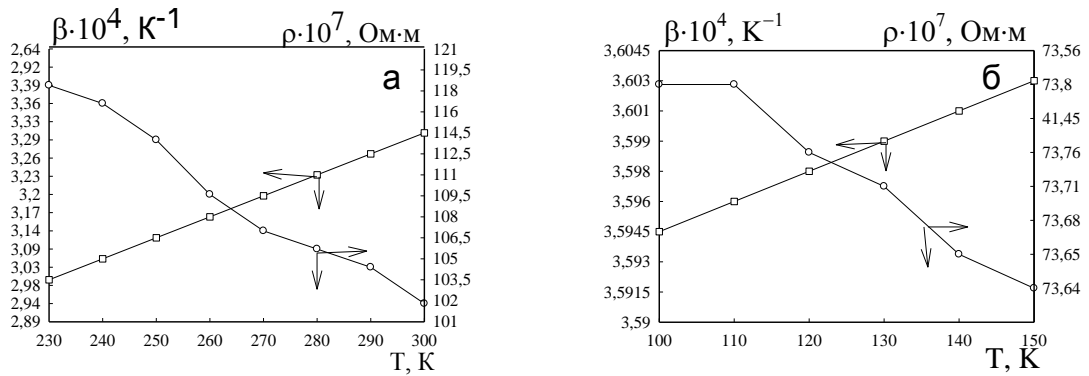


Рис. 1. Температурні залежності ТКО і питомого опору плівок Ni і Fe товщиною 20 нм (а, б) відповідно

палені зразки з товщиною шару ванадію  $d_V < 3$  нм мали анізотропний магнітоопір, а магніторезистивні петлі гістерезису для таких систем подібні до відповідних петель для одношарових плівок феромагнітних металів (Ni, Fe). Величина поздовжнього і поперечного магнітоопору (МО) при цьому не перевищує 0,01–0,05%. Відпалювання даних зразків при температурі  $T_B = 600 - 650$  К супроводжується незначним збільшенням величини МО.

Важливою особливістю магнітних наноструктур є осциляція обмінного зв'язку між феромагнітними шарами в залежності від товщини немагнітного прошарку. По аналогії з  $H_C$  (коерцитивною силою) та  $H_S$  (полем насичення), використовується індукція магнітного поля необхідна для повного розмагнічування зразка ( $B_C$ ) та індукція насичення ( $B_S$ ). На рис. 2 максимуми індукції розмагнічування  $B_C$  спостерігались при  $d_V \approx 3$  нм та  $d_V \approx 11$  нм, яким відповідали максимуми індукції насичення  $B_S$ , тобто можна

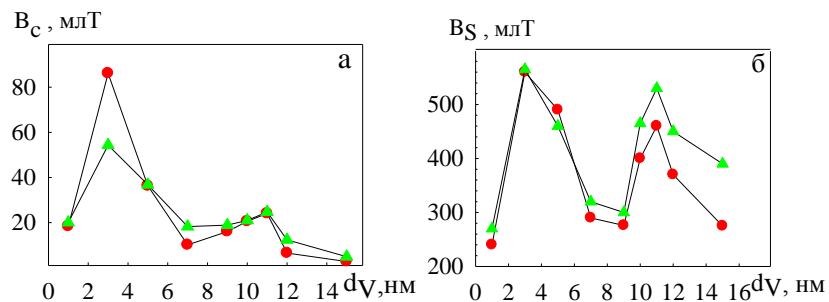


Рис. 2. Залежність індукції розмагнічування (а) і індукції насичення (б) від товщини прошарку V плівкової системи Ni(50нм)/V( $d_V$ )/Ni(10нм)/П невідпаленої (●) і відпаленої(Δ) при 650 К.

говорити про антиферомагнітний зв'язок феромагнітних шарів Ni в даних плівкових системах [2].

### Література

1. Горелик С. С. Рентгенографический и электроннооптический анализ / С. С. Горелик, Л. Н. Расторгуев, Ю. А. Скаков — Приложения издательство «Металлургия», Москва (1970).
2. Ustinov T. V., Rinkevich A. B., Romashev L. N., et al. Technical Physics 74, 94 (2004).