

## ЕЛЕКТРОННІ І МАГНІТНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛІВКОВИХ МАТЕРІАЛІВ (ДО 100-РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ АКАДЕМІКА ЛАЗАРЕВА Б.Г.)

асп. Великодний Д.В., асп. Пазуха І.М., асп. Чешко І.В.

Вивченню електронних властивостей багатошарових плівкових систем при термообробці та деформації в останні роки приділялася значна увага. Це пояснюється тим, що нанорозмірні структури є перспективними для створення елементної бази для наноелектроніки. Інтенсивно ведуться дослідження мультишарів зі спін-залежним розсіюванням електронів. Особливістю таких систем є те, що в них спостерігаються унікальні властивості: гігантський і тунельний магнітний опір, ефект Холла та ін. Поряд з цим багато питань, пов'язаних з структурно-фазовим станом та електрофізичними властивостями мультишарів, далекі до свого вирішення. Саме це обумовило мету наших досліджень, яку можна сформулювати таким чином: вивчення термо- і тензорезистивних та магнітних властивостей плівкових матеріалів на основі Cu, Cu/Cr і Co/Cu, Gd/Fe.

Плівкові зразки виготовлювалися шляхом термічного випарування у вакуумній установці ВУП-5М (залишковий тиск  $10^{-4}$  Па) та у високовакуумній установці (залишковий тиск  $10^{-5}$  Па). Температура підкладки складала  $T_n = 300$  К. Контроль товщини окремих шарів здійснювався за допомогою метода кварцового генератора з точністю  $\pm 0,1$  нм. Електронно-мікроскопічні дослідження проводилися за допомогою приладу ПЕМ-125К з високою розрізнявальною здатністю. З метою термостабілізації електрофізичних властивостей плівок та одержання їх температурної залежності проводилася термообробка протягом двох циклів "нагрівання-охолодження". Дослідження електронних властивостей плівкових зразків

при деформації проводилося за методикою, детально описаною в роботі [1]. З метою реалізації комп'ютерної автоматизації фізичного експерименту при дослідженні тензоефекту був розроблений програмний модуль "Машинне бачення" з використанням середовища програмування LabVIEW. За допомогою Web-камери та розробленого програмного забезпечення стало можливо реєструвати положення мікрогвинта в режимі реального часу з точністю 0,01 кроку, величина якого складає 0,02 мм. Вимірювання струму, опору, напруги та температури проводилося за допомогою приладів ADAM 4019 та цифрового вольтметра APPA-109.

Були отримані залежності питомого опору одношарових, двошарових та багатошарових плівок на основі Gd та Fe від температури в процесі термовідпалювання до  $T_b=670-800$  К. При аналізі залежностей  $\rho(T)$  для одношарової плівки гадолінію та двошарових плівок Gd(10нм)/Fe(10нм)/Пі (Пі- підкладка) стає помітним відносна їх схожість. На початку відбудеться зменшення опору до деякого мінімуму в точці  $T \approx 450-500$  К, після якого йде різке зростання і спостерігається максимум в інтервалі  $T \approx 500-550$  К, що можна пов'язати з процесом розпаду гідриду  $GdH_x$ . Подальше зростання опору йде за рахунок утворення  $Gd_2O_3$ . Зворотній цикл (охолодження) та другий цикл термовідпалювання відповідає типовій металевій залежності. Таки висновки підтверджують дослідження структурно-фазового складу [2]. Температурна залежність  $\rho(T)$  тришарових плівок Fe/Gd/Fe/Пі суттєво залежить від товщини верхнього шару Fe та прошарку Gd. При малих товщинах верхнього шару Fe (1-2 нм) залежність втрачає монотонність і проходить через екстремуми.

Як показує аналіз літературних даних, проблема інтерфейсного розсіювання є маловивченою і далекою до свого вирішення. З метою вивчення впливу розсіювання



носіїв електричного струму на межі поділу окремих шарів в багатошаровій плівковій системі (інтерфейсі) проводилися дослідження (див. також [3]) систем однакової загальної товщини але з різною кількістю повторів  $\text{Cu}/\text{Cr}$  в процесі термоциклічної конденсації. Вибір матеріалів для дослідження був обумовлений тим, що мідь та хром – матеріали з низькою взаємною розчинністю (про це свідчать результати проведені методом оже-спектроскопії). Були вивчені особливості температурної залежності опору та залежності термічного коефіцієнту опору (ТКО) від номера термостабілізаційного циклу. Для коректної оцінки внеску інтерфейсного розсіювання на електрофізичні властивості плівкових матеріалів необхідне жорстке дотримання умов конденсації зразків. Аналіз отриманих результатів показує, що величина питомого опору та ТКО залежать не тільки від номера термостабілізаційного циклу, а й від кількості інтерфейсів в системі. А саме при збільшенні від одного інтерфейсу до дев'яти відбувається зменшення ТКО приблизно в 5 разів при майже однаковій загальній товщині зразків.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Э.О. Забіла, І.Ю. Проценко. Методика вивчення тензорезистивних властивостей плівок хрому при відносно малих і великих деформаціях // УФЖ. – 2005. – Т. 50, № 7. – С. 729 – 736.
2. І.Ю. Проценко, І.В. Чешко. Структурно-фазовий стан нанокристалічних плівкових структур  $\text{Gd}/\text{Fe}$  // Вісник СумДУ. Серія: Фізика, математика, механіка – 2005 - №8(80). – С. 143 – 148.
3. І.М. Пазуха, С.І. Проценко. Вплив інтерфейсного розсіювання на електрофізичні властивості плівкових матеріалів // Вісник СумДУ. Серія: Фізика, математика, механіка – 2005. - №8(80). – С. 148 – 153.