

понтент, а решта – кандидати наук, причому три з них працювали над дисертаціями і захистили їх на кафедрі.

## **ТЕНЗО- І МАГНІТОРЕЗИСТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛІВКОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ Fe І Cr**

Д.В. Великодний, мол. наук. співр.;  
О.В. Синашенко, аспірант Сум ДУ

У роботі вивчені тензо- та магніторезистивні властивості багатошарових плівкових систем на основі Fe та Cr, які знайшли широке застосування в якості елементної бази сучасної мікроелектроніки [1].

Вимірювання магнітоопору (МО) в трьох геометріях по відношенню до прикладеного магнітного поля вказує на те, що найсильніше ефект МО проявляється в перпендикулярній геометрії (індукція поля  $B$  перпендикулярна площині зразка та струму).

Максимальне поле насичення в плівковій системі Fe/Cr досягається при товщині шару хрому  $d_{Cr} = 0,9-1$  нм. У цьому випадку реалізується максимально можлива величина антиферомагнітної взаємодії між феромагнітними шарами Fe. Для випадку тонких шарів Fe ( $d_{Fe} < 0,31$  нм), залежності  $M(B)$  можуть бути описані за допомогою функції Ланжевена для суперпарамагнетиків. Лише при  $d_{Fe} = 1,5$  нм крива намагніченості досягає насичення в магнітному полі до 1,5 Тл [2]. Нами проведені дослідження магніторезистивних властивостей багатошарового зразка  $[Fe(1,5)/Cr(1)]_{10}/\Pi$  ( $\Pi$ -підкладка) для двох геометрій, які представлені на рис.1. Зміна товщини Fe від 0,31 до 1,5 нм призводить до зміни величини магнітоопору в цих системах від  $0,03 \div 0,05$  % до  $1 \div 3$  % в залежності від геометрії вимірювання.

Дослідження тензорезистивних властивостей плівок Fe/Cr за методикою, описаною в роботі [3], дало можливість визначити їх основні тензорезистивні характеристики.

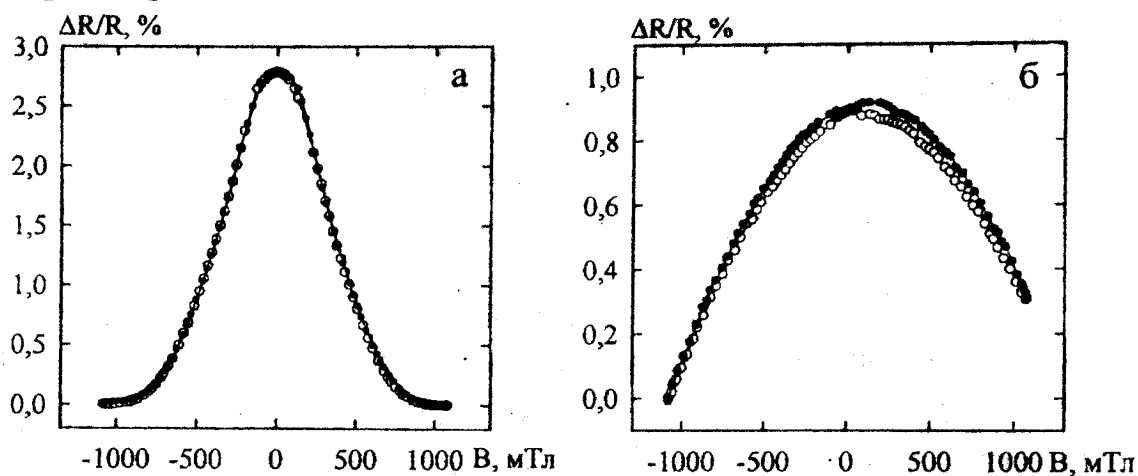


Рис. 1 Залежність магнітоопору від індукції зовнішнього магнітного поля плівкової системи  $[Fe(1,5)/Cr(1)]_{10}/\Pi$  в перпендикулярній (а) та паралельній (б) геометріях.  $\circ$  – перший та  $\bullet$  – другий цикли вимірювання

Величина середнього коефіцієнта тензочутливості плівок Fe/Cr/ $\Pi$  зменшується з циклами і проявляє тенденцію до стабілізації і повторюваності результатів вже після 3 циклу „навантаження – зняття навантаження” (рис.2).

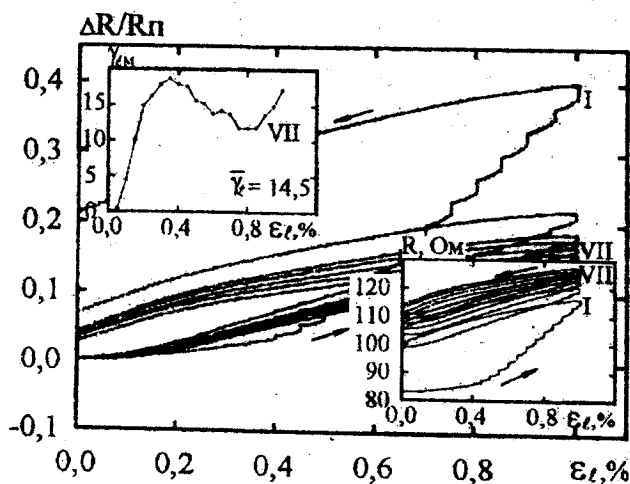


Рис. 2. Залежність  $R$ ,  $\Delta R/R_{\pi}$  і  $\gamma_{cm}$  від  $\epsilon_l$  для плівкової системи Fe(21)/Cr(31)/ $\Pi$  при  $\Delta\epsilon_l = 0-1\%$

Межа переходу від пружної до пластичної деформації знаходиться в межах від 0,6 до 0,2%, зменшуючись відповідно збільшенню загальної товщини системи (табл.1).

Таблиця 1. Величина  $\bar{\gamma}_{\epsilon M}$  для I та VII деформаційного циклів у плівках Fe/Cr/ПІ при  $\epsilon_e$  1 та 2%

Плівкова система	Загальна товщина d, нм	$\bar{\gamma}_{\epsilon M}$	
		$\Delta\epsilon_{e1} = 0-1\%$	$\Delta\epsilon_{e2} = 1-2\%$
Fe(21)/Cr(31)	52	40-14,5	39-12
Fe(45)/Cr(31)	76	31-14,5	34-11
Fe(51)/Cr(30)	81	59-20	39-8

Про перехід пружна/пластична деформація свідчить зміна кута нахилу залежності опору R від деформації  $\epsilon_e$  та поява „сходинок”, що з’являються в області пластичної деформації під час зупинок мікрогвинта на кожній поділці (через 0,025% деформації) на 10 с і відсутні в області пружної деформації.

Робота виконана в рамках спільного науково-технічного проекту № М/344-2008 між Сумським державним університетом та Університетом Барода (м. Вадодара, Індія).

1. Romashev L., Rinkevich A., Yuvchenko A., Burkhanov A. Magnetic field sensors based on Fe/Cr superlattices // Sensors and Actuat. A. – 2001. – V.91. – P.30-33.
2. Drovosekov A.B., Kreines N.M., Milyaev M.A., Romashev L.N., Ustinov V.V. Investigations of Fe/Cr multilayer structures with ultrathin iron layers // J. Magn. Magn. Mater. – 2005. – V.290-291. – P.157–160.

3. Великодний Д.В., Проценко С.И., Проценко И.Ю. Тензoeffект в двухслойных пленках Cu/Cr и Fe/Cr // ФИП. - 2008. - Т. 6, №1-2. - С. 37-42.

## **УТВОРЕННЯ ІНТЕРМЕТАЛІЧНИХ З'ЄДНАНЬ В ДВОКОМПОНЕНТНИХ ТОНКИХ ПЛІВКАХ НА ОСНОВІ АІ І NІ ОТРИМАНИХ СУМІСНИМ НАПИЛЕННЯМ.**

А.Г. Басов, ст. викладач ШІ СумДУ

Відомо, що АІ та Nі, в результаті реакційного синтезу, здатні утворювати інтерметалічні з'єднання як в масивному, так і в плівковому стані. Інтерметаліди на основі цих металів мають ряд унікальних властивостей, що підтримує стабільно високий інтерес до вивчення такого роду з'єднань.

Проведено серію експериментів по дослідженню фазового складу і електрофізичних властивостей двокомпонентних тонких плівок на основі Nі та АІ, отриманих сумісним напиленням.

В свіжоконденсованих плівках вихідних компонентів спостерігались тільки кільця характерні для ГЦК АІ та ГЦК Nі. Причому параметр решітки відрізняється від літературних даних для масивних зразків на величину близько 1 %. Відпал до температури 700 К не призводить до зміни фазового складу в плівках АІ, що підтверджується при розшифровці картин мікродифракції і з аналізу фотографій мікроструктури. В зразках Nі при температурі 500 К спостерігаються лінії, що інтерпретуються як ГЦП Nі. На