

МАГНІТООПІР ТРИШАРОВИХ ПЛІВКОВИХ СИСТЕМ NiFe/Cu/Co

доц. Лобода В.Б., мол. н. с. Шкурдода Ю.О.

Плівки FeNi/Cu/Co з товщинами $d_{\text{FeNi}}=10-50$ нм, $d_{\text{Co}}=10-50$ нм та $d_{\text{Cu}}=1-20$ нм були отримані у вакуумній установці ВУП-5М (тиск газів залишкової атмосфери 10^{-4} Па) при кімнатній температурі. Конденсація плівок здійснювалася на скляні поліровані підкладки з попередньо нанесеними мідними контактними площадками в зовнішньому орієнтуючому магнітному полі з індукцією $B=10$ мТл. Вихідним матеріалом для наплення шару пермалою був масивний сплав пермалой 50Н. Товщина шарів контролювалась за часом при відомій швидкості конденсації.

Магнітоопір (МО) плівок (у магнітному полі до 100 мТл) вимірювався в спеціально виготовленій установці в умовах надвисокого безмасляного вакууму (10^{-7} Па), яка дозволяє отримувати залежності повздовжнього та поперечного МО від величини зовнішнього магнітного поля при різних температурах (150 – 700 К).

Для всіх досліджуваних зразків NiFe/Cu/Co з $d_{\text{Cu}} < 2$ нм спостерігається анізотропний магнітоопір (АМО), а магніторезистивні петлі гістерезису подібні відповідним петлям для одношарових плівок феромагнітних металів та сплавів. Наявність АМО при малих товщинах прошарку Cu можна пояснити його несучільністю. Величина повздовжнього та поперечного МО при цьому не перевищує 0,1%. При відпалюванні цих зразків до 700 К величина МО зростає і складає 0,2-0,3% для повздовжнього і 0,3-0,5% для поперечного МО (температура вимірювання 300 К).

Для невідпалених зразків з $d_{Cu}=2-10$ нм спостерігається тільки зменшення електроопору при внесенні зразків в магнітне поле незалежно від його напрямку (рис.1а). Цей факт є характерною ознакою гігантського магнітоопору (ГМО) [1]. У переважній більшості робіт ГМО багатошарових плівок пов'язують з утворенням антиферромагнітно впорядкованих областей у магнітних шарах. Величина МО для цих плівок складає 0,2-0,4%.

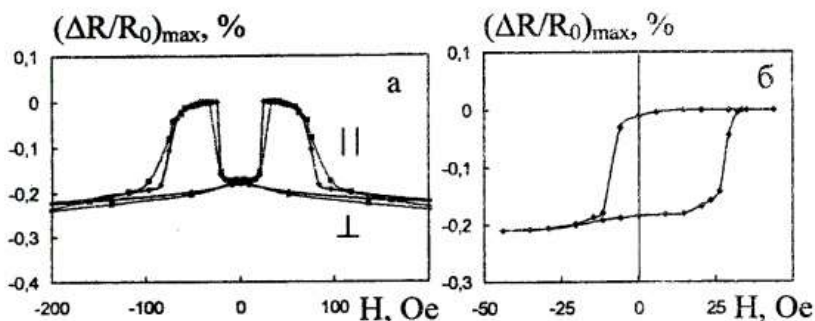


Рис. 1. Повна (а) та частинна (б) магніто-резистивні петлі гістерезису для тришарової структури NiFe(30 нм)/Cu(5 нм)/Co(30 нм)/Пі.

Слід відзначити, що для невідпалених систем NiFe/Cu/Co з $d_{Cu}=4-6$ нм спостерігається горизонтальна ділянка на магніторезистивній петлі (рис.1а). Цей факт свідчить про роздільне перемагнічування шарів. Різкі зміни МО відповідають перемагнічуванню магнітом'якого (NiFe) та магнітожорсткого (Co) шарів, які відбуваються в полях 20 и 80 Oe відповідно [2]. ГМО реалізується внаслідок зміни взаємної орієнтації намагніченості магнітом'якого і магнітожорсткого шарів [3]. На рис.1б представлена частинна магніторезистивна петля, виміряна в полях, менших поля перемагнічування магнітожорсткого

шару від -50 до $+50$ Ое. Вона дещо зміщена по осі відносно значення $H=0$, що є наслідком взаємодії магнітожорсткого та магнітом'якого шарів через немагнітний прошарок.

Відпалювання зразків з $d_{Cu}=4-6$ нм при $T=400$ К приводить до зміни форми магніторезистивної петлі і незначного зменшення $(\Delta R/R_0)_{max}$. Для зразків, відпалених при $T=400$ К, на магніторезистивній петлі горизонтальна ділянка не спостерігається. Очевидно, це пов'язано зі зростанням у процесі відпалювання зв'язку магнітних шарів через немагнітний прошарок. Відпалювання при $T=550$ К приводить до появи АМО у цих зразках.

Для невідпалених зразків з $d_{Cu}=6-10$ нм спостерігаються типові (гострий пік) магніторезистивні петлі, характерні для симетричних тришарових систем з ГМО. Відпалювання цих зразків приводить до зростання величини ГМО. Найбільший магніторезистивний ефект (до 1% при кімнатній температурі) був отриманий для системи з $d_{Cu}=7$ нм, відпаленої при $T=550$ К. Відпалювання при $T=700$ К знову приводить до появи АМО в цих зразках.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Иноуз И., Ито Х, Асано И., Огури А., Маекава С. Теория электронной структуры и магнитотранспортных свойств в многослойных магнитных пленках // ФММ., 1995, – Т.79, вып.1, – С. 54-64.
2. Славов А.В., Савин П.А. и др. Спин-вентильные магніторезистивные структуры на основе многослойных пленок Co/Tb // ЖТФ., – 2002, – Т.72, вып.8, – С. 54-57.
3. L. Kond, Q. Pan, B Cui et al. Magnetotransport and domain structures in nanoscale NiFe/Cu/Co spin valve // J. Appl. Phys., – 1999, – V. 85, № 8, – P. 5492-5494.