

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФІЗИКА, ЕЛЕКТРОНІКА,
ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

ФЕЕ :: 2017

**МАТЕРІАЛИ
та програма**

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

(Суми, 17–21 квітня 2017 року)



Суми
Сумський державний університет
2017

Термічна стабільність магнітних характеристик спін-вентильних систем $Ni_xFe_{1-x}/Ag/Co$

Колоскова О.А., *магістрант*; Бездідько О.В., *магістрант*;
Пазуха І.М., *доцент*; Однодворець Л.В., *професор*
Сумський державний університет, м. Суми

Матеріали із спін-залежним розсіюванням електронів, до яких відносяться спін-вентилі різних типів, використовують для формування чутливих елементів сучасної електроніки і сенсорної техніки. У залежності від функціонального призначення, до магнітних характеристик таких систем висуваються різні вимоги, однак їх термічна стабільність є пріоритетом для забезпечення ефективної роботи як окремих елементів, так і приладів в цілому.

У даній роботі представлені результати дослідження структурно-фазового стану і температурної залежності магнітних характеристик спін-вентилів $Ni_xFe_{1-x}(25)/Ag(d_{Ag})/Co(35)/\Pi$, де $x \cong 80\%$; $d_{Ag} = 15, 17, 20$ і 23 нм (Π – підкладка, в дужках – товщина в нм). Спін-вентильні системи формувались у вакуумі 10^{-4} Па на аморфних підкладках SiO_2/Si , після чого проходили термообробку в інтервалі $\Delta T = 300-750$ К. Магнітні характеристики досліджувалися методом вібраційної магнітометрії (прилад VSM Lake Shore Model 7400). Дослідження структурно-фазового стану - за допомогою просвічуючого електронного мікроскопу ПЕМ-125К.

Структурно-фазовий стан спін-вентильних структур після конденсації відповідає комбінації ГЦК-Ag ($a = 0,408$ нм), ГЦК- Ni_3Fe ($a = 0,351$ нм) і ГЦП-Co ($a = 0,233$ і $c = 0,408$ нм). Процес термовідпалювання до 750 К не вносить змін у структурно-фазовий стан досліджуваних зразків. На електроннограмах спостерігаються лінії, що відповідають ГЦК-Ag ($a = 0,408$ нм), ГЦК- Ni_3Fe ($a = 0,352$ нм) і ГЦП-Co ($a = 0,233$ і $c = 0,408$ нм).

Польові залежності $M/M_s(H)$ мають сходинко подібну форму, що є результатом почергового, незалежного перемагнічування верхнього шару Ni_xFe_{1-x} в діапазоні полів 1 – 2 мТ, який характеризується більш низьким значенням коерцитивності, та нижнього шару Co в діапазоні полів 13 – 17 мТ, який, відповідно, характеризується більш низьким значенням коерцитивності. Величина поля при, якій відбувається процес перемагнічування, як видно з рис. 1, залежить від товщини немагнітного прошарку. Перший крок перемагнічування має меншу

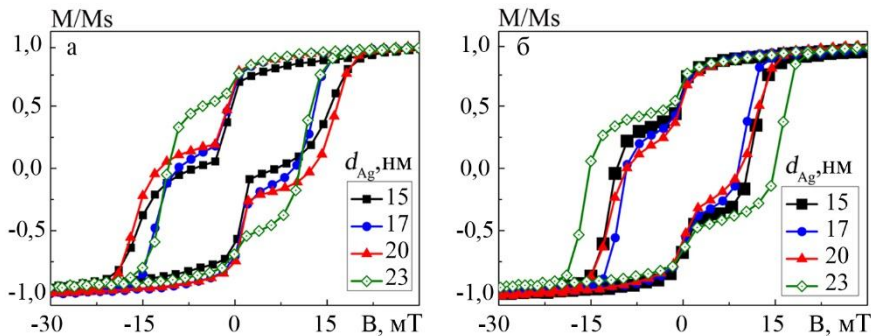


Рисунок 1 – Нормований гістерезис M/M_s при орієнтації магнітного поля “in plane” для спін-вентелів $\text{Au}(3)/\text{Ni}_x\text{Fe}_{1-x}(25)/\text{Ag}(d_{\text{Ag}})/\text{Co}(35)/\text{Pi}$ при $x \cong 80\%$ до (а) та після відпалювання до 750 К (б) при d_{Ag} : 15, 17, 20 і 23 нм

амплітуду, ніж другий. Це свідчить про те, що верхній шар $\text{Ni}_x\text{Fe}_{1-x}$, з більшим загальним магнітним моментом ($M_s = 0,8 \cdot 10^6$ А/м) м’якший у порівнянні з нижнім шаром Co , намагніченість насичення якого становить $1,4 \cdot 10^6$ А/м. Зауважимо, що ширина петель магнітного гістерезису залежить від товщини шару срібла, внаслідок зміни характеру обмінної взаємодії між магнітними шарами. Нами було встановлено, що при $d_{\text{Ag}} = 23$ нм петлі магнітного гістерезису стають ширшими, оскільки сила міжшарової взаємодія між шарами $\text{Ni}_x\text{Fe}_{1-x}$ та Co зменшується. Процес термовідпалювання суттєво не змінює форму петель магнітного гістерезису (рис.1, б). Максимальна величина намагніченості не перевищує 30 мТ, при цьому зберігається сходинкоподібна форма сигналу при зміні величини поля, яка, як для невідпалених систем, відповідає почерговому перемагнічуванню магнітом’якого $\text{Ni}_x\text{Fe}_{1-x}$ і магнітожорсткого Co шарів.

Таким чином, можна зробити висновок, що спін-вентильні системи, сформовані на основі $\text{Ni}_x\text{Fe}_{1-x}$, Co та Ag характеризуються достатньо високою температурною стабільністю магнітних характеристик при відпалюванні в температурному інтервалі 300-750 К, що дає перспективу їх використання як чутливих елементів електронних і сенсорних приладів.

Робота виконана в рамках держбюджетної теми № 0116U002623.

Керівник: Проценко С.І., *професор*