

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФІЗИКА, ЕЛЕКТРОНІКА,
ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

ФЕЕ :: 2013

**МАТЕРІАЛИ
та програма**

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

(Суми, 22-27 квітня 2013 року)

Суми
Сумський державний університет
2013

Процеси фазоутворення в надрешітці Pd/Fe та їх вплив на електрофізичні властивості

Ткач О.П., асист.

Сумський державний університет, м. Суми

Одним із підґрунтям розвитку магнітоелектроніки, спінтроніки, інтегральної оптики та інформаційних технологій є створення нових функціональних магнітних матеріалів з покращеними магнітними, електрофізичними та високостабільними фізичними характеристиками. Такі матеріали використовуються для підвищення густини запису інформації, для створення чутливих елементів багатофункціональних сенсорів (температури, магнітного поля, тиску тощо) та ін.

Велика увага дослідників приділяється упорядкованій фазі $L1_0$ (це надрешітка типу AuCu), в якій пошарово чергуються феромагнітні перехідні $3d$ (Fe, Co, Ni) і немагнітні $4d/5d$ (Pd, Pt) атоми [1].

При дослідженні фазових перетворень у двокомпонентній плівкової системі Pd/Fe (мультишари та тонкоплівкові сплави), було виявлено, що в ній також формується упорядкована структура $L1_0$ з ГЦТ решіткою. Аналогічні явища спостерігаються в магнітоупорядкованих системах Co/Pd, Fe/Pt, Co/Pt [2, 3], які характеризуються високою магнітокристалічною анізотропією та стійкістю до окиснення, на відміну від матеріалів на основі рідкоземельних металів.

Формування упорядкованої структури відбувається при певній концентрації окремих компонент системи: фаза $L1_0$ - при концентрації паладію $c_{Pd} = 48-60$ ат.%; фаза $L1_2$ – при $c_{Pd} = 67-86$ ат.% [4]; у вузькому діапазоні концентрацій від 60 до 62 ат.% одночасно співіснують обидві фази $L1_0$ і $L1_2$. До основних переваг системи FePd можна віднести невисоку температуру упорядкування ($T_{yn} \cong 723$ K).

На формування надрешітки $L1_0$ впливає ряд факторів: концентрація окремих компонент, метод формування (осадження) структури, режим термовідпалювання (повільне або швидке) та час витримки, температура і тип підкладки (орієнтована, аморфна), наявність інертних газів, домішок та ін.

В результаті проведених досліджень фазового складу плівкової системи на основі Pd/Fe було встановлено, що в дво- і багатошарових плівках при осадженні, внаслідок конденсаційно-стимульованої дифузії, формується неупорядкована структура з ГЦК-PdFe фазою.

Упорядкування двошарових зразків (із загальною товщиною 10-80 нм), при збереженні стехіометричного складу, відбувається при $T_{yn} \cong 850$ К, а мультишарів (із загальною товщиною 10-50 нм) – при $T_{yn} \cong 780$ К. Відпалювання багат шарової плівкової системи із тонкими шарами (0,4-1,1 нм) при $T \geq 850$ К приводить до руйнування структурної суцільності плівки і вона стає острівцеподібною.

У плівкових зразках Pd/Fe чутливість опору до температури приблизно однакова, а відміна у величині термічного коефіцієнту опору (ТКО) пов'язана із процесами упорядкування фази ГЦК-PdFe. У двошарових зразків ($d = 5-80$ нм, в яких $d_{Fe} = 5-40$ нм) в інтервалі температур 300-850 К величина ТКО становить $(3,8-7,5) \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, у випадку мультишарів ($d = 10-50$ нм, де $d_{Fe} = 0,6-5$ нм) – $(1,8-3,0) \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Відміна у величині ТКО пояснюється формуванням неупорядкованої ГЦК-PdFe фази на основі т. р. під час осадження плівок внаслідок конденсаційно-стимульованої дифузії.

У двошарових зразках на основі Pd і Fe при $c_{Fe} > 55 - 80$ ат.% та $d_{Fe} > d_{Pd}$ проявляється анізотропний магнітоопір, який обумовлений впливом феромагнітної складової зразка, при цьому збільшення загальної товщини плівки приводить до зменшення величини МО. Внаслідок процесів упорядкування в мультишарах PdFe (з кількістю фрагментів від 3 до 10), тобто формування надрешітки, і в деякій мірі, рекристалізації, величина МО в упорядкованій структурі $L1_0$ має більші значення ніж в неупорядкованій ГЦК-PdFe фазі на 0,02-0,16 %.

Отримані результати свідчать про можливість використання плівкової системи на основі Pd і Fe як чутливих елементів в багатфункціональних сенсорів магнітного поля в умовах високих (300-850 К) температур та деформаціях до 1 %.

1. R. Skomski, A. Kashyap et. al, *Scripta Mater.* **53**, 389 (2005).
2. T.L. Cheng, Y.Y. Huang et al, *J. Appl. Phys.* **107**, 113920 (2010).
3. J. Lyubina, O. Gutfleisch et al, *J. Appl. Phys.* **105**, 07A717 (2009).
4. Е.М. Artem'ev, L.V. Zhivaeva et al, *Bull. Russ. Acad. Sci. Phys.* **74**, 1135 (2010).