

# ГМО В ПЛІВКОВИХ МАТЕРІАЛАХ НА ОСНОВІ КОБАЛЬТУ ТА МІДІ

магістр. Чешко І.В., студ. Сукова В.І.

Явище гігантського магнітоопору (ГМО) представляє великий інтерес для розвитку нових технологій, відкриває великі можливості для збільшення густини логічних елементів і швидкості обробки даних та інше.

ГМО – це явище різкого зростання електричного опору (на 2 - 30 %) в багат шарових плівкових системах, що складаються з феромагнітних і немагнітних шарів, при накладанні зовнішнього магнітного поля. Типовими матеріалами такої багат шарової плівкової системи є структура на основі Со з немагнітними шарами Си. Окрім шаруватих систем, структурами де спостерігається ГМО є гранульовані сплави, отримані шляхом одночасного осадження феромагнітної і немагнітної компонент.

При дослідженні явища ГМО велика увага приділяється вивченню особливостей кристалічної будови і фазового стану подібних плівок. Але не дивлячись на велику кількість теоретичних і експериментальних робіт залишається невирішене принципово важливе питання пов'язане з особливостями структурно-фазового стану системи Со/Си.

У роботі представлені результати експериментального дослідження фазового і структурного складу конденсату Со в двошарових плівкових системах Со/Си/П. Для отримання зразків застосовувалося резистивне та електронно-променеве випаровування. Товщина досліджуваних плівок складала 1 - 10 нм (Со) та 20 - 30 нм (Си).

Плівкові системи отримувалися при кімнатній температурі і відпалювалися до  $T_{\text{відп}}=500, 600, 800$  та  $900\text{K}$ . Після охолодження плівки досліджувалися електронно-мікроскопічним і дифракційним методами.

В невідпаленому стані в плівках Со/Си фіксується ГЦК-Си та гексагональний (ГЦП) Со.

В зразках Co/Cu лінія (111) ГЦК-Co не фіксується, але на місці лінії (111) ГЦК-Cu з'являється лінія, що має середнє значення міжплощинної відстані  $d_{111}$  між  $d_{111}$  ГЦК-Cu та  $d_{111}$  ГЦК-Co.

При подальшому збільшенні температури відпалювання до 600...700 К спостерігаються збільшення  $d_{111}$ , що пояснюється утворенням метастабільного твердого розчину (т.р.) на основі ГЦК-решітки міді (так звана  $\beta$ -фаза (Cu-Co)).

Плівки Co/Cu з ефективною товщиною конденсату Co  $d \cong 1-10$  нм, що пройшли відпалювання до температури 900 К двофазними (ГЦК т.р. (Cu-Co) та ГЦП Co) (рис., таблиця). Параметр ГЦК-решітки є дещо більшим ніж параметр решітки Cu та менший ніж у ГЦК Co.

Можна зробити висновок, що твердий розчин при охолодженні до температури 300 К розпадається не повністю.

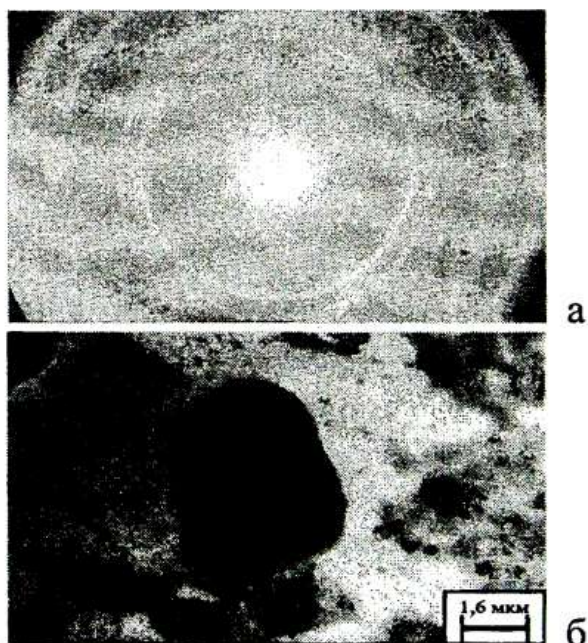


Рисунок – Електронограма (а) та мікроструктура (б) двошарової плівки Co(1)/Cu(20), відпаленої до 900 К і охолодженої до 300 К (в дужках вказана товщина в нм)

Розшифровка електронограм від зразків Co/Cu що пройшли термообробку ( $T_{\text{відп}}=900 \text{ K}$ )

№ п/п	I, в.о.	$d_{hkl}$ , нм	h k l	Фаза	d, нм
1	Д.с.	0,2099	111	Cu	0,2099
2	Ср.	0,2046	111	т.р.(Cu-Co)	0,2046
3	Д.сл.	0,1914	101	ГЦП- Co	0.1914
4	С.	0,1810	200	Cu	0,1810
5	Сл.	0,1773	200	т.р.(Cu-Co)	0,1773
6	С.	0,1278	220	Cu	0,1278
7	Ср.	0,1253	220	т.р.(Cu-Co)	0,1253
8	С.	0,1091	311	Cu	0,1091
9	С.	0,1070	311	т.р.(Cu-Co)	0,1070

Підтвердженням цього є дуже слабка інтенсивність ліній (101) ГЦП-Co, а також спостереження на електронограмах близьких ліній (111), (220) та (311) від т.р. та ГЦК-Cu. Таким чином, спостереження двох ГЦК-решіток, одна з яких відповідає Cu, є підтвердженням утворення твердого розчину (Cu-Co). Аналізуючи ці дані, можна говорити, що після розпаду метастабільного твердого розчину наночастинки ГЦП-Co локалізуються в об'ємі плівки Cu.

Утворення поверхневого сплаву при нанесенні атомів Co на поверхню Cu підтверджується при розрахунках структурної стабільності такої системи. Енергія структури Co/Cu сильно знижується, якщо атоми Co знаходяться всередині шару Cu, а не є адсорбованими. А найбільша стабілізація спостерігається, якщо атоми Co утворюють кластерні з'єднання що занурені в мідь.