

У залежності від товщини плівкових шарів та їх розташування відносно підкладки в модельних системах, величина КТ може наближатися до 10 одиниць. Збільшуючи кількість шарів можна підвищувати КТ [1]. Термічна стабільність електричних характеристик дозволяє використовувати тензометри з чутливими елементами на основі Cr/Mo при підвищених температурах.

1. Проценко І.Ю., Сасенко В.А. Тонкі металеві плівки (технологія та властивості). – Суми: СумДУ, 2002. – 187 с.

ДИFUЗІЙНІ ПРОЦЕСИ ТА СТРУКТУРНО-ФАЗОВИЙ СКЛАД ДВОШАРОВИХ ПЛІВОК Ni/Mo

Хизь О.В., студент,
Бурик І.П., інженер КІСумДУ

Для створення масивних та плівкових тензо- та терморезисторів широко використовуються металеві сплави (ніхром, хастелой, константан та інші). Поряд з цим, металеві плівкові системи мають певні переваги над ними, оскільки дозволяють отримати прогнозовані стабільні характеристики. Електрофізичні властивості в таких випадках залежать від дифузійних процесів та формування структурно-фазового складу. Встановлено, що в процесі конденсації верхнього шару атоми проникають через нижній і досягають підкладки [1]. Дифузія атомів для таких зразків обумовлена наявністю великого градієнту концентрацій біля межі поділу шарів. Дифузія атомів відбувається як у нижній, так і у верхній шари. При нагріванні до певної температури відпалювання T_b додатково починає проявлятися термодифузія. Ефективні коефіцієнти дифузії D для Ni(30)/Mo(30)/П при $T_b=500\text{K}$ мають значно менші значення ($D_{\text{Ni}\rightarrow\text{Mo}} = 1,34 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2/\text{с}$, $D_{\text{Mo}\rightarrow\text{Ni}} = 0,5 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2/\text{с}$) ніж у невідпаленому зразку ($D_{\text{Ni}\rightarrow\text{Mo}} = 54,3 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2/\text{с}$, $D_{\text{Mo}\rightarrow\text{Ni}} = 14,5 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2/\text{с}$).

Розглядаючи ПЕМ - знімок поверхні двошарової плівки Ni(20)/Mo(20)/П (рис.1,а) до відпалювання, можна бачити характерну для плівок нікелю даної товщини дрібнодисперсну структуру з середнім розміром зерен близько 20 нм.

На електронограмі (рис.1,б) поряд з лініями, які належать ГЦК-Ni, фіксується лінії ОЦК-Mo (розшифровку електронограм див. табл.1). Після термообробки до температури $T_b=700\text{K}$ мікроструктура плівки змінюється. Поміж дрібних зерен нікелю з'являються значно більші, які утворилися внаслідок рекристалізаційних процесів

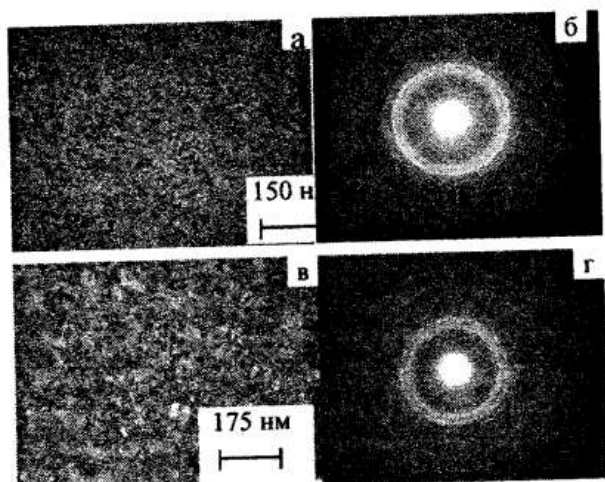


Рисунок 1 –
 Мікрокристалічна структура (а) і електроннограма (б) плівки Ni(20)/Mo(20)/Пі після конденсації та мікрокристалічна структура (в) і електроннограма (г) плівки Ni(30)/Mo(20)/Пі після відпалювання до температури $T_B=700$ К

Таблиця 1 – Розрахунок електроннограми для плівки Ni(20)/Mo(20)/Пі після конденсації відпаленої до температури $T_B=700$ К плівки Ni(30)/Mo(20)/Пі

№	hkl	I, в.о.	d_{hkl} , нм	a, нм	Фаза	\bar{a} , нм
Ni(20)/Mo(20)/Пі (невідпалений зразок)						
1	110	ср.	0,224	0,317	ОЦК-Mo	\bar{a} (ОЦК-Mo) = $0,317 \pm 0,003$ нм \bar{a} (ГЦК-Ni) = $0,352 \pm 0,003$ нм
2	111	Д.С.	0,204	0,353	ГЦК-Ni	
3	200	ср.	0,176	0,352	ГЦК-Ni	
4	211	ср.	0,130	0,318	ОЦК-Mo	
5	220	ср.	0,124	0,351	ГЦК-Ni	
6	220	сл.	0,114	0,315	ОЦК-Mo	
7	311	ср.	0,106	0,332	ГЦК-Ni	
8	331	сл.	0,080	0,349	ГЦК-Ni	
9	420	сл.	0,078	0,349	ГЦК-Ni	
Ni(30)/Mo(20)/Пі (відпалений зразок)						
1	110	ср.	0,224	0,317	ОЦК-Mo	\bar{a} (ОЦК-Mo) = $0,314 \pm 0,003$ нм \bar{a} (ГЦК-Ni) = $0,352 \pm 0,004$ нм
2	111	Д.С.	0,204	0,353	ГЦК-Ni	
3	200	ср.	0,176	0,352	ГЦК-Ni	
4	200	сл.	0,156	0,312	ОЦК-Mo	
5	211	сл.	0,130	0,318	ОЦК-Mo	
6	220	ср.	0,124	0,351	ГЦК-Ni	
7	311	ср.	0,106	0,352	ГЦК-Ni	
8	220	ср.	0,114	0,315	ОЦК-Mo	
9	331	сл.	0,082	0,357	ГЦК-Ni	
10	420	сл.	0,078	0,349	ГЦК-Ni	
11	422	сл.	0,072	0,353	ГЦК-Ni	
Д.С. – дуже сильна, ср. – середня, сл. – слабка						

(рис.1, в). На електронограмі (рис.1, г) спостерігається поява нових кілець, які відповідають фазам ГЦК-Ni або ОЦК-Mo.

Зразки представляють складну систему, в якій зберігається індивідуальність окремих дрібнодисперсних шарів та можливе утворення проміжного шару біля інтерфейсу у вигляді плівкового сплаву.

1. Бурик І.П., Шпетний І.О., Однодворець Л.В. Кристалічна структура, фазовий склад і дифузійні процеси в двошарових плівкових матеріалах на основі Ni і Mo // Вісник СумДУ. Серія: Фізика, математика, механіка. – 2008. - № 2 – С. 111-117.

АПРОБАЦІЯ ФЕНОМЕНОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕНЗОЧУТЛИВОСТІ НА ПРИКЛАДІ ДВОШАРОВИХ ПЛІВОК Ni/Cr

Шевченко А.В., студентка,
Бурик І.П., інженер КІСумДУ

Висока функціональність плівкових матеріалів на основі плівкових систем Ni/Cr дозволяє використовувати їх як чутливі елементи сенсорних пристроїв різного призначення (датчиків сили та тиску, терморезисторів тощо).

Внаслідок конденсаційно-стимульованої дифузії та впливу градієнта концентрацій біля межі поділу шарів у невідпалених зразках Ni/Cr має місце досить значне взаємне проникнення атомів. В даній плівковій системі слід враховувати можливість утворення проміжного шару на основі твердих розчинів (т.р.) Cr-Ni та Ni-Cr між шарами нікелю та хрому, в основному за рахунок дії узії домішкових атомів із меж зерен в їх об'єм.

При апробації різних моделей тензочутливості встановлено, що напівкласичні моделі [1] не дають якоїсь їх переваги перед феноменологічними моделями. Тому використавши основні співвідношеннями для γ_i цих моделей у випадку двошарової плівкової системи, в якій зберігається індивідуальність окремих шарів (1), гомогенної системи у вигляді плівкового сплаву (2) та двошарової системи з проміжним біля інтерфейсу шаром (3) ми провели порівняння розрахункових та експериментальних коефіцієнтів тензочутливості (КТ).