

(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 співвідношення 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).

Розрахункові співвідношення для γ_t^p біпластини (1) та плівкового сплаву (2) мають вигляд:

$$\gamma_t^p \cong \gamma_{11}^p + \gamma_{12}^p - \frac{\gamma_{11}^p \rho_1 d_2 + \gamma_{12}^p \rho_2 d_1}{\rho_1 d_2 + \rho_2 d_1}, \quad (1)$$

де $\gamma_t^p = \frac{d\rho}{\rho d\varepsilon_t} = \gamma_t - 1 - 2\mu_f$ - поздовжній КТ виражений через питомий

опір; μ_f - коефіцієнт Пуасона матеріалу плівки (при розрахунках береться μ для підкладки)

$$\gamma_t^p \cong \frac{\gamma_{11}^p}{1 + \frac{c_2 \rho_2}{c_1 \rho_1}} + \frac{\gamma_{12}^p}{1 + \frac{c_1 \rho_1}{c_2 \rho_2}}. \quad (2)$$

В роботі [1] запропоновано розрахункове співвідношення для γ_t^p двошарової системи із проміжним шаром:

$$\gamma_t^p \cong \gamma_{11}^p + \gamma_{1c}^p + \gamma_{12}^p - \frac{A_1(\gamma_{1c}^p + \gamma_{12}^p) + A_2(\gamma_{1c}^p + \gamma_{11}^p) + A_3(\gamma_{11}^p + \gamma_{12}^p)}{A_1 + A_2 + A_3}, \quad (3)$$

де $A_1 = (d_1 - d_1^*)\rho_c \rho_2$, $A_2 = (d_2 - d_2^*)\rho_c \rho_1$ та $A_3 = (d_1^* + d_2^*)\rho_1 \rho_2$,

причому d_1^*, d_2^* - товщина плівкових сплавів, які відповідно утворилися у верхньому та нижньому шарі, ρ_c - питомий опір проміжного шару.

Відмітимо, що для проведення апробації теоретичної моделі тензочутливості з проміжним шаром біля інтерфейсу нами було отримано та досліджено тензочутливість одношарових плівок Ni-Cr.

Результати розрахунків наведені в табл. 1, де можна бачити кращу відповідність (точність до 8%) експериментальних та розрахункових даних основи співвідношення (3).

Таблиця 1 – Порівняння експериментальних (γ_e) та розрахункових (γ_{ep}) даних коефіцієнту повздовжньої тензочутливості для плівкової системи Ni/Cr

Плівкова система	γ_e	γ_{ep}					$(\gamma_e - \gamma_{ep})/\gamma_e, \%$	
		Співвідношення						
		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	
Cr(20)/Ni(40)/П	3,8	3,4	2,0	3,5	+ 11	+ 47	+8	
Ni(40)/Cr(20)/П	3,5	3,4	2,0	3,5	+ 3	+ 43	0	
Cr(40)/Ni(20)/П	2,9	3,2	1,9	3,0	- 11	+ 35	- 3	
Ni(20)/Cr(40)/П	2,8	3,2	1,9	3,0	- 15	+ 32	- 7	
Cr(40)/Ni(40)/П	3,5	3,1	1,7	3,4	+ 12	+ 59	+ 3	
Ni(40)/Cr(40)/П	2,8	3,1	1,7	2,9	- 11	+ 39	- 4	
Cr(20)/Ni(20)/П	4,3	4,2	2,4	4,2	+ 2	+ 44	+ 2	
Ni(20)/Cr(20)/П	3,9	4,2	2,4	4,2	- 8	+ 38	- 8	
Ni(150)/Cr(40)/П	2,9	3,0	1,5	2,8	- 3	+ 48	+ 3	

1. Проценко С.І., Чешко І.В., Великодний Д.В. та ін. Структурно-фазовий стан, стабільність інтерфейсів та електрофізичні властивості двошарових плівкових систем // Успехи физ. метал. – 2007.- Т.8, №4. – С. 247-279.

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛІВКОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ВАНАДІЮ І ХРОМУ

Яковченко І.П., студент, к.ф.-м.н. Т.М. Гричановська КІСумДУ

Широке використання тонких металевих плівок, як технічного матеріалу для створення тензорезисторів, тензодатчиків, елементів багатофункціональних сенсорів та ін., дало поштовх до вивчення їх