

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАГАТОШАРОВИХ НАНОКРИСТАЛІЧНИХ ПЛІВКОВИХ СИСТЕМ

асп. Синашенко О.В.

Сумський державний університет, кафедра прикладної фізики
вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, Суми, Україна
e-mail: protsenko@aph.sumdu.edu.ua

Широке практичне застосування багатошарових плівкових систем в мікроелектроніці спонукає до більш поглибленого вивчення їх електрофізичних властивостей. Існуючі теоретичні моделі розмірного ефекту незадовільно узгоджуються з експериментальними результатами.

Запропонована напівфеноменологічна модель для ТКО багатошарових плівкових систем враховує температурні ефекти в параметрах електроперенесення [1]. Багатошарова плівка розглядається як паралельне з'єднання n провідників, що характеризуються товщиною d_i , величиною СДВП λ_{0i} , коефіцієнтами дзеркальності p_i , проходження межі зерен r_i . Розсіювання на МП описується за допомогою коефіцієнтів розсіювання (P_i) та проходження (Q_{ij}), що приймаються рівними коефіцієнтам p_i та r_i відповідно. Температурні ефекти в параметрах електроперенесення враховуються відповідними термічними коефіцієнтами: $\beta_{0i} = -\frac{d \ln \lambda_{0i}}{dt}$,

$$\beta_{p_i} = -\frac{d \ln p_i}{dt}, \quad \beta_{r_i} = -\frac{d \ln r_i}{dt}.$$
 Робоче співвідношення для

розрахунку ТКО на прикладі двошаровика має вигляд:

$$\beta = A_1 \left[\beta_{01} - \left(1 - \frac{\beta_1}{\beta_{01}}\right) (2\beta_{01} + \beta_{m1} + 2\beta_{k1} + (2\beta_{02} + \beta_{m2} + 2\beta_{k2}) \frac{\beta_{01}}{\beta_{02}}) \right] +$$
$$+ A_2 \left[\beta_{02} - \left(1 - \frac{\beta_2}{\beta_{02}}\right) (2\beta_{02} + \beta_{m2} + 2\beta_{k2} + (2\beta_{01} + \beta_{m1} + 2\beta_{k1}) \frac{\beta_{02}}{\beta_{01}}) \right]$$

де β_0 – ТКО масивних монокристалів, β_k, β_m – ТКО, що відповідають зведеній товщині $k_i = \frac{d_i}{\lambda_{0i}}$ (λ_0 – СДВП) та зведеному середньому розміру кристалітів $m_i = \frac{L_i}{\lambda_{0i}}$.

Значення величин λ_{0i}, p_i і g_i при двох температурах можна отримати за допомогою лінеаризованого співвідношення та моделі ізотропного розсіювання [2,3].

Апробація феноменологічної моделі здійснювалась для багатошарових плівкових систем на основі плівок Cr, Sc і Cu. Вибір цих систем обумовлюється збереженням в них індивідуальності шарів після термообробки і відсутністю домішкових фаз.

За отриманими експериментальними даними було встановлено, що у плівках Cr і Sc має місце зменшення коефіцієнту дзеркальності з ростом температури, на відміну від Cu, де він зростає. Зі збільшенням температури виникає підсилення зерномежового розсіювання. Термічні коефіцієнти параметрів електроперенесення β_p і β_r є порядку $10^{-3}-10^{-4} \text{ K}^{-1}$, тобто сумірні з величиною ТКО. Можна зробити висновок, що запропонована модель в цілому добре описує експериментальні результати, оскільки відхилення від експериментальної величини $\frac{\beta - \beta_{розр}}{\beta}$ складає не більше 22%.

1. Проценко С.І., Синашенко О.В., Чорноус А.М. Внесок температурних ефектів у термічний коефіцієнт опору багатошарових плівкових систем // *Металлофиз. новейшие технол.* – 2006. – Т.27, №12. – С.1621-1635.
2. Проценко І.Ю., Саєнко В.А. Тонкі металеві плівки (технологія та властивості). – Суми: СумДУ, 2002. – 187 с.
3. Проценко И.Е. Расчет параметров электропереноса тонких поликристаллических пленок металлов // *Изв. вузов. Физика.* – 1988. – №6. – С.42-47.