

МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ І ТОПОЛОГІЯ НАНОСТРУКТУР СПОЛУК IV-VI, ВИРОЩЕНИХ ПАРОФАЗНИМИ МЕТОДАМИ

Д.М. Фреїк, В.В. Бачук, І.М. Ліщинський, В.М. Чобанюк, О.С. Криницький
*Кафедра фізики і хімії твердого тіла, Прикарпатський національний
університет імені Василя Стефаника, вул. Шевченка, 57,
Івано-Франківськ, 76000, Україна, E-mail: freik@pu.if.ua*

Методами атомно-силової мікроскопії досліджено процеси росту наноструктур IV-VI на сколах (111) BaF_2 , отриманих з парової фази відкритим випаровуванням у вакуумі при різних технологічних факторах: температурах випаровування $T_v = (650-800)^\circ\text{C}$, температур підкладок $T_n = (50-250)^\circ\text{C}$ та час осадження $\tau = (15-60)$ хв. Отримані наноструктури досліджувалися методами атомно-силової мікроскопії (АСМ) Nanoscope 3a Dimension 3000 (Digital Instruments USA) у режимі періодичного контакту. Показано, що експериментальні результати можна пояснити у рамках реалізації механізму Фольмера-Вебера, впливу орієнтаційного і енергетичного ефектів та теорії оствальдівського дозрівання.

Аналіз результатів АСМ досліджень вказує, що важливими технологічними факторами, які визначають механізм росту нанокристалів PbTe на сколах (111) BaF_2 при осадженні пари у відкритому вакуумі, їх топологію та розміри є температури випаровування наважки T_v і осадження (підкладки) T_n , а теж і сама маса конденсату (час осадження τ).

Загальною ознакою для вибраних нами технологічних факторів вирощування наноструктур є формування тривимірних зародків згідно механізму Фольмера-Вебера. При цьому домінують структури у вигляді пірамідальних тригранних утворень із переважанням вертикального або латерального росту у залежності від технологічних факторів вирощування. Підвищення температури випаровування наважки T_v обумовлює суттєве збільшення їх розмірів як у вертикальному, так і латеральному напрямках. Середня висота наноструктур змінюється від декількох нанометрів (3-4) нм при $T_v = 650^\circ\text{C}$ до декількох десятків (40-60) нм при $T_v = 800^\circ\text{C}$ за умов сталої температури підкладки ($T_n = 50^\circ\text{C}$) та часу осадження ($\tau = 30$ хв). Аналогічні результати отримані і для інших умов $\tau = 15$ і 60 хв.

Формування пірамідальних утворень пов'язане як з орієнтаційним впливом поверхні, так і прагненням системи до мінімуму енергії. Спостережувані зміни у розмірах наноструктур від температури та часу осадження можна обґрунтувати процесами оствальдівського дозрівання. При цьому важливим є питання за рахунок яких механізмів воно реалізується – дифузійних чи утворення хімічних зв'язків.

Робота частково виконана згідно наукового проекту ДФФД Держкомінформнауки України (державний реєстраційний номер 0110U007674).