

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ АМОРФНЫХ ПЛЕНОК

Багмут А.Г., Багмут И.А., Резник Н.А.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков

Обобщены электронно-микроскопические исследования “in situ”, касающиеся кристаллизации аморфных пленок. Основываясь на анализе структуры и морфологии кристаллов, растущих в аморфных пленках в результате воздействия электронного луча, дана количественная трактовка слоевой полиморфной кристаллизации (СПК), островковой полиморфной кристаллизации (ОПК) и дендритной полиморфной кристаллизации (ДПК). Для каждого типа кристаллизации определен безразмерный параметр относительной длины δ_0 , равный отношению характеристической длины к величине, связанной с размером элементарной ячейки кристалла. На основе видео регистрации процесса построены кинетические кривые СПК, ОПК и ДПК [1 - 3].

СПК (Cr_2O_3 , V_2O_3 , Sb_2S_3 , Se и др.) рассматривается как морфологический аналог механизма роста Франка – ван-дер-Мерве (ФМ) при росте кристалла из паровой фазы [4, 5]. В этом случае в зоне наблюдения в аморфной пленке растет одиночный плоский кристалл. По аналогии с механизмом роста ФМ энергетический критерий СПК может быть записан как $\sigma_a \geq \sigma_c + \sigma_{ac} + \epsilon_d$, где σ_a есть свободная энергия границы раздела аморфная фаза - вакуум, σ_{ac} - свободная энергия границы раздела аморфная фаза - кристалл, σ_c - свободная энергия границы раздела кристалл - вакуум и ϵ_d - энергия деформации растущего кристаллического слоя. Для СПК выполняется квадратичная зависимость доли кристаллической фазы x от времени t и $\delta_0 \sim 2500 - 4700$.

ОПК (Al_2O_3 , ZrO_2 , Ni, Re и др.) рассматривается как морфологический аналог механизма роста Фольмера – Вебера (ФВ) при росте кристаллов из паровой фазы. По аналогии с механизмом роста ФМ энергетический критерий ОПК может быть записан как $\sigma_a \leq \sigma_c + \sigma_{ac} + \epsilon_d$. В случае ОПК в зоне наблюдения в аморфной пленке растет множество мелких разориентированных кристаллов. Для ОПК выполняется экспоненциальная зависимость $x(t)$ и $\delta_0 \sim 100 - 900$.

ДПК (пленки Fe-C, HfO_2) рассматривается как морфологический аналог механизма роста Странского – Крастанова (СК) при росте кристаллов из паровой фазы. Характерным признаком ДПК является образование дендритных ветвей на сторонах плоского монокристалла [6]. Для ДПК выполняется квадратичная зависимость $x(t)$ и $\delta_0 \sim 3900$.

Литература:

- [1] A.G. Bagmut, Technical Physics Letters, 2012, vol. 38, 488-491.
- [2] A.G. Bagmut, I.A. Bagmut, Functional Materials, 2018, vol. 25, 525-533.
- [3] A.G. Bagmut, Journal of Advanced Microscopy Research, 2018, vol. 13, 451-457.
- [4] E. Bauer, H. Poppa, Thin Solid Films, 1972, vol. 12, 167-175.
- [5] A.G. Bagmut, Journal of Crystal Growth, 2018, vol. 492, 92-97.
- [6] G. Laemmlein, Dokl. Akad. Nauk SSSR, 1945, vol. 48, 177-179 (in Russian).