

СТРУКТУРНЫЙ ПЕРЕХОД ПРИ ОБРАЗОВАНИИ НАНОЧАСТИЦ ИНДИЯ В ТОНКОЙ ПЛЕНКЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ПОЛУПРОВОДНИКА

Аристова И.М.¹, Ходос И.И.²

¹ Институт физики твердого тела РАН, г. Черноголовка, Московская обл., Россия

² Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов РАН, г. Черноголовка, Московская обл., Россия

aristova@issp.ac.ru

Материалы приобретают новые свойства, когда характерные размеры их структурных составляющих уменьшаются до наноуровня. Благодаря возрастанию вклада поверхностной энергии не исключено, что энергия наночастиц будет повышена, а их структура станет неравновесной. Это может позволить реализоваться фазам, которые не наблюдаются в массивных веществах. Для дальнейшего развития нанотехнологий важно знание размерно-зависимого изменения свойств различных материалов.

В настоящей работе представлены результаты исследования формирования композиционных материалов путем напыления индия на ультратонкую пленку органического полупроводника тетрафторфталоцианина меди (CuPcF_4). Анализ электронно-микроскопических изображений наночастиц индия, образующихся на поверхности и в объеме органической пленки на различных стадиях термического осаждения металла в условиях сверхвысокого вакуума дал ценную информацию об эволюции размеров, структуры, распределения наночастиц индия. Оказалось, что 2D/3D сверхмалые нано-

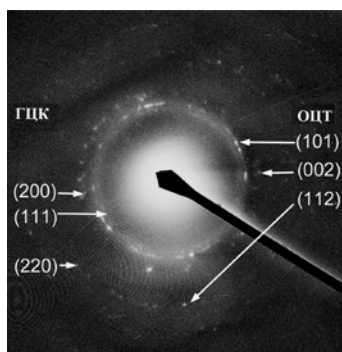


Рис.1. Электронограмма, полученная от тонкой пленки органического полупроводника CuPcF_4 при величине покрытия In 3.2 нм.

объекты (с распределением по размерам от 5 до 28 нм при среднем размере 16 нм) имеют не только объемноцентрированную тетрагональную (ОЦТ) кристаллическую структуру, характерную для массивного индия, но и стимулированную размерным эффектом гранецентрированную кубическую (ГЦК) структуру с постоянной решетки $a = 0.53$ нм, наблюдающуюся в массивном металле (Рис.1). Кристаллографическую перестройку ГЦК - ОЦТ наиболее просто и наглядно можно описать схемой Бейна для мартенситно-подобного превращения. Для этого в двух соседних элементарных ГЦК ячейках ($a = 0.53$ нм) необходимо выделить ячейку с ОЦТ решеткой и отношением $c/a = \sqrt{2}$. Чтобы получить решетку массивного индия, для которого $a = 0.325$ нм, $c = 0.495$ нм и $c/a = 1.52$, следует сжать выделенную ячейку вдоль оси $[001]$ примерно на 7%, а вдоль осей $[010]$ и $[100]$ - на 13 %. Такая однородная деформация решетки называется бейновской. Однако, т.к., в отличие от схемы, перемещения атомов в процессе превращения являются более сложными, то по существующей теории бейновскую деформацию надо дополнить еще деформацией, которая осуществляется или двойникованием, или дислокационным скольжением. В этом случае становится понятным наличие двойников в структуре объемных сферических ОЦТ наночастиц индия [1].

Работа выполнена в рамках Государственного задания ИФТТ РАН, Государственного задания № 075-00355-21-00 ИПТМ РАН и поддержана РФФИ (Грант № 20-02-00489).

1. O.V. Molodtsova, I.M. Aristova, D.V. Potorochin, I.I. Khodos, A.N. Chaika, S.V. Babenkov, S.L. Molodtsov, A.A. Makarova, D.A. Smirnov, V.Yu. Aristov. Applied Surface Science 546 (2021) 149136.