

УДК 541.67

ОБРАЗОВАНИЕ НОВОЙ ФАЗЫ С НАНОРАЗМЕРНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ СТРУКТУРЫ В МЕДЬ-ФУЛЛЕРИТОВЫХ ПЛЕНКАХ ПРИ ОТЖИГЕ

© 2006 г. Л. В. Баран, С. В. Гусакова

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Поступила в редакцию 04.10.2005 г.

Методами растровой электронной микроскопии, рентгеновской дифракции и рентгеноспектрального микроанализа исследованы структура и фазовый состав пленок медь–фуллерит, подвергнутых термическому отжигу в вакууме. Установлено, что пленки меди и фуллерита после получения методом осаждения из паровой фазы имеют нанокристаллическую структуру с размерами зерен 40–80 нм. В результате отжига при $T = 520$ К образуется новая фаза Cu_6C_{60} в виде сферических выделений диаметром 40–50 нм и пластинок длиной 200–300 нм.

ВВЕДЕНИЕ

Взаимодействие фуллеренов с многими элементами Периодической системы Менделеева приводит к образованию новых соединений с уникальными свойствами. Высокотемпературная сверхпроводимость фуллеридов щелочных металлов [1–3], безгистерезисный ферромагнетизм фуллеридов брома и йода [4], нелинейность их оптических свойств стимулирует поиск фуллеридов других металлов и раскрывает широкие перспективы практического применения этих материалов в различных областях науки и техники. Большое внимание уделяется исследованию системы $Cu-C_{60}$, в которой обнаружен эффект Мейснера при 110 К [5, 6]. Высокотемпературная проводимость порошкообразных образцов $Cu-C_{60}$ связана, по мнению авторов, с образованием фазы Cu_nC_{60} . В работах [7–10] нами предпринята попытка исследовать условия получения новой фазы и ее количественного состава.

Так, в работе [7] установлено, что при конденсации пленок медь–фуллерен из совмещенного атомно-молекулярного потока меди и фуллеренов образуется гетерофазная пленка, содержащая в зависимости от концентрации компонентов разное количество частиц фуллерита, пересыщенный твердый раствор C_{60} в меди и меди в фуллерите. Термический отжиг двухслойных пленок медь–фуллерит при температурах 570 и 670 К приводит к образованию новой фазы Cu_6C_{60} , которая формируется в виде наностержней, ориентированных перпендикулярно поверхности подложки [9, 10].

Настоящая работа является продолжением исследований структурно-фазовых превращений в системе медь–фуллерит. Методами растровой электронной микроскопии, рентгеноспектрального микроанализа и рентгеновской дифракции изучены структура и фазовый состав двухслой-

ных пленок медь–фуллерит, подвергнутых термическому отжигу при $T = 520$ К.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Пленки получены путем осаждения из паровой фазы на установке ВУП-5М. На подложку из окисленного монокристаллического кремния с ориентацией поверхности (111) сначала осаждалась пленка фуллерита толщиной 300 нм, затем медная пленка толщиной 150 нм. В качестве исходного материала использовались химически чистая гранулированная медь и фуллереновый порошок C_{60} чистотой 99.9 %, состоящий из мелких кристаллитов размером 80–200 мкм. Пленки отжигались в вакууме при давлении остаточных паров воздуха 1×10^{-3} Па в течение 2 ч при температуре 520 К. Для изучения структуры образцов использовался растровый электронный микроскоп LEO 1455 VP (Carl Zeiss, Германия). Энергия электронов составляла 20 кэВ. Фазовый состав пленок контролировался на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3.0 в CuK_α -излучении с применением системы автоматизации на базе персонального компьютера, включающей все функции управления гониометром и программы обработки спектров. Анализ элементного состава проведен с помощью энергодисперсионного микроанализатора фирмы Roentec. Концентрация меди и углерода определялась по интенсивности линий K -серии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При осаждении пленок из паровой фазы на окисленный монокристаллический кремний формируются кристаллические слои Cu и фуллерита, о чем свидетельствует наличие соответствующих рентгеновских рефлексов на дифрактограмме рис. 1. На обзорном спектре наблюдается ярко