

УДК 541.67

ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРЫ ФУЛЛЕРИТОВЫХ ПЛЕНОК, КОНДЕНСИРОВАННЫХ НА РАЗЛИЧНЫЕ ПОДЛОЖКИ

© 2010 г. Л. В. Баран

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Поступила в редакцию 03.03.2010 г.

Методом атомно-силовой микроскопии исследована эволюция структуры фуллеритовых пленок, конденсированных из газовой фазы на подложки из окисленного монокристаллического кремния, ситалла и свежие сколы (100) монокристалла NaCl. Установлено, что свежеприготовленные пленки имеют мелкодисперсную структуру с кристаллитами на поверхности, размер и плотность которых зависит от типа подложки. При хранении образцов на воздухе при комнатной температуре происходит укрупнение кристаллитов фуллерита и увеличение их плотности в три раза в результате высокой диффузионной подвижности молекул C_{60} .

ВВЕДЕНИЕ

Фуллерены являются уникальными объектами с интересными физико-химическими свойствами. В конденсированном состоянии фуллерены образуют молекулярный кристалл — фуллерит, кристаллографическая симметрия которого зависит от многих факторов: способа получения, типа и температуры нагрева подложки, на которую адсорбируются молекулы, скорости осаждения и др. Кристаллы фуллерита C_{60} , выращенные при комнатной температуре из раствора методом высаливания, обычно имеют ГЦК-решетку, в которой молекулы вращаются, поскольку силы взаимодействия между молекулами малы [1, 2]. При температуре 260 К происходит переход в примитивную кубическую решетку с одновременным замораживанием вращательного движения молекул вследствие увеличения межмолекулярного взаимодействия. При получении пленок фуллерита из газовой фазы может формироваться кристаллическая структура с гексагональной плотноупакованной решеткой [3]. В ряде работ [4–7] изучалась зависимость структуры конденсируемого слоя фуллерита от типа подложки, в качестве которой обычно использовали монокристаллический кремний, металлы, полимеры. Однако в литературе практически отсутствуют данные об эволюции структуры фуллеритовых пленок с течением времени.

Целью работы является исследование изменений кристаллической структуры конденсированных на различные подложки пленок фуллерита, происходящих при хранении образцов на воздухе.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Пленки C_{60} конденсировались из газовой фазы на подложки из окисленного монокристаллического

кремния, ситалла и свежие сколы (100) монокристалла NaCl. Методика получения пленок описана в работе [8], толщина пленок составила 350 нм. Топология поверхности исследовалась с помощью сканирующего зондового микроскопа Solver P47-PRO (НТ-МДТ, Зеленоград) в контактном режиме [9]. Использовались стандартные кремниевые кантилеверы с радиусом закругления кончика зонда 10 нм. Сканирование каждого образца проводилось в десяти точках, чтобы исследовать однородность структуры пленок и уменьшить погрешность определения средних размеров кристаллитов. Анализ тонкой структуры пленок проводился с помощью просвечивающего электронного микроскопа ПЭМ-100 при ускоряющем напряжении 100 кВ. Элементный состав пленок контролировался методом рентгеноспектрального микроанализа на растровом электронном микроскопе LEO 1455 VP, фазовый состав исследовался с помощью дифрактометра общего назначения в CuK_{α} -излучении.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При конденсации на различные подложки образуется сплошная мелкодисперсная пленка фуллерита с отдельными кристаллитами на поверхности (рис. 1). Доказательством сплошности пленки является снимок, представленный на рис. 2, полученный методом растровой электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа. Видно, что при сканировании пленки электронным лучом вдоль выделенной линии (рис. 2а) интенсивность характеристического излучения углерода выше фона (рис. 2б). При прохождении луча через кристаллиты интенсивность увеличивается, так как в генерации рентгеновского излучения участвует большее количество атомов углерода, чем в соседней области.