

Создание наноструктур на основе фуллеренов C₆₀ методом электронной литографии и исследование их вольт-амперных характеристик

С. И. Павлов, П. Н. Брунков, С. И. Нестеров, Р. В. Соколов, Е. М. Танклевская, А. В. Нащекин

ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия
эл. почта: Pavlov_Sergey87@mail.ru

В последние годы сильно возросло количество работ, посвященных созданию электронных компонент (транзисторов, светодиодов, и т.д.) на основе органических соединений [1, 2]. Это обусловлено тем фактом, что устройства на основе органических соединений имеют ряд преимуществ по сравнению с неорганическими аналогами, такие как: механическая гибкость, простота производства, низкая стоимость, а также возможность уменьшения топологических размеров. Одним из перспективных в этом направлении материалов являются тонкие пленки фуллеренов. Факт проявления уникальных свойств фуллеренов носит фундаментальный характер, обусловленный их сферической формой, и состоит в реализации различных квантовых эффектов: размерное и зарядовое квантование, баллистический транспорт и др. [3, 4]. Созданию органических полевых транзисторов (OFET) на основе пленок фуллеренов уделяется особое внимание, например [5, 6].

В работе описана методика создания наноструктур на основе фуллеренов C₆₀ методом прецизионной электронной литографии. Разрабатываемая методика включает два способа создания фуллереновых наноструктур: традиционный метод "взрывной" фотолитографии (неполимеризованная фаза фуллеренов), а также путем полимеризации электронным лучом (полимеризованная фаза). Вторым способом позволяет создавать структуры меньшего размера (шириной 50-100 нм). Важным фактом создаваемых наноструктур в различных состояниях является их структурное различие на молекулярном уровне, что определяет значительную разницу их электрических и оптоэлектрических характеристик. Для измерения вольт-амперных характеристик (ВАХ) разработана конфигурация металлических электродов (Cr/Au) толщиной порядка 40 нм на диэлектрических подложках (Si/SiO₂), толщина диэлектрического слоя окисла составляет 250 нм.

Вид вольт-амперных характеристик, полученных структур, по величине тока и форме измеренного сигнала подтверждают существенное различие свойств для неполимеризованной и полимеризованной фазы фуллеренов. При измерении прямой и обратной ветвей ВАХ обнаружено явления гистерезиса, зависящего от геометрических размеров наноструктур (ширина и длина). Исследование ВАХ после предварительного облучения образцов светом заданного спектрального диапазона (так называемая персистентная проводимость) демонстрируют либо увеличение тока, либо его уменьшение в зависимости от дозы облучения, а также используемого спектрального диапазона. Полученные результаты хорошо коррелируют с зонной схемой аморфных пленок фуллеренов и свидетельствуют об оптической активации глубоких электронных состояний в запрещенной зоне фуллеренов. Эффект обратимых оптических перезарядок влияет на проводимость полученных структур на молекулярном уровне и может быть использован для создания нового типа приборов. В частности, одним из применений таких структур может быть их использование в качестве элементов памяти с высокой степенью плотностью.

Работа поддержана в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Разработка методов получения химических веществ и создание новых материалов», направление: «Полифункциональные материалы для молекулярной электроники» 2007-2011 гг.

Литература

1. Y. Sugawara et al., Appl. Phys. Lett. 98, 013303 (2011).
2. A. N. Aleshin, I. P. Shcherbakov., J. Phys. D: Appl. Phys 43, 315104 (2010).
3. R. Danneau et al., Appl. Phys. Lett. 88, 012107 (2006).
4. Huang-Ming Lee et al., J. Appl Phys. 100, 043701 (2006).
5. M. Kitamura et al., Appl. Phys. Lett. 93, 033313 (2008).
6. Y. Kubozono et al., Appl. Phys. Lett. 93, 033316 (2008).