Модификация полупроводниковых пленок углеродных нанотрубок оптико-электрическим воздействием

Ефимов В.М., Закиров Е.Р.

ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

DOI 10.34077/Semicond2019-375

Для разработки наноприборов на основе одностенных углеродных нанотрубок требуется материал полупроводникового типа (п-ОУНТ) очень высокой чистоты. Обычно, исходная смесь нанотрубок содержит, кроме п-ОУНТ, нанотрубки с металлическим типом проводимости (м-ОУНТ), которые значительно ухудшают электрофизические параметры наноприборов [1]. Например, в УНТ-транзисторах на порядки уменьшается соотношение токов в открытом и закрытом состоянии, в УНТ-сенсорах деградирует чувствительность элементов. При этом, особенно критичным является появление появления м-ОУНТ закороток, соединяющих рабочие электроды наноприбора. В отдельных случаях избавиться от таких закороток можно пропуская через слой нанотрубок электрический ток достаточно большой величины, при котором происходит выгорание закороток [2]. Для того, чтобы, при этом, сохранялись

полупроводниковые нанотрубки на подложку прикладывается обедняющие п-ОУНТ потенциал. Однако такой способ не всегда применим (например, для изолирующих подложек).

В данной работе предлагается новый способ модификации пленок УНТ выжиганием металлических закороток разрядом конденсатора через слой нанотрубок предварительно засвеченный фиолетовым излучением. Для засветки нами использовался лазер с длиной волны 405 нм и мощностью 10 мВт. Ранее было показано, что при засветке УФ-излучением проводимость УНТ слоев резко уменьшается, что свидетельствует об обеднении полупроводниковых нанотрубок (напр. [3]). На Рис.1а) схематично показан процесс разряда конденсатора через пленку УНТ, расположенную между двумя золотыми электродами. Уменьшение тока через пленку в процессе засветки лазерным излучением показано на Рис.1 b) и вольт-амперная характеристика (ВАХ) структуры изменяется, как показано стрелкой 1 на Рис.1 c). После подачи разряда через засвеченную структуру ВАХ переходит в 2.

С применением описанной методики нами проводилась модификация пленок одностенных углеродных нанотрубок фирмы OCSiAl (Новосибирск). УНТ-пленки формировались капельным способом нанесением раствора нанотрубок в N-метил-2-пирролидоне. Исследовалась проводимость пленок на постоянном сигнале до и после модификации на структурах, изготовленных на кремниевой подложке стандартными методами напыления и фотолитографии. Расстояние между золотыми электродами в тестовых структурах составляло 30 мкм. В экспериментах мы наблюдали уменьшение проводимости пленок, после модификации, на значительную величину (до трех порядков), что свидетельствует о ликвидации металлических закороток в структуре. Таким образом предлагаемым способом можно получать УНТ-пленки с рабочим полупроводниковым слоем, что обеспечивает высокие электрофизические параметры наноприборов.

[1] A.E. Islam et al., *Adv.Mater.*, **27**, 7908 (2015).

[2] G.-Ho Buh et al., *IEEE Trans.on Nanotechnol.*, **7**, 624 (2008).

[3] S.Tchernatinsky et al., *J. Appl. Phys.*, **99**, 034306, (2006).

Рис.1. — Модификация полупроводниковой пленки углеродных нанотрубок электрическим разрядом после засветки (пояснения в тексте).