

Влияние лазерного излучения на структуры с углеродными наночастицами

Ичкиитидзе Л.П.^{1,2}, Морозова Н.С.¹, Василевский П.Н.³

leo852@inbox.ru

¹ ИБМС, НИУ «МИЭТ», Зеленоград, Москва, Россия

² ИБТИ, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³ ИБМС, НИУ «МИЭТ», Зеленоград, Москва, Россия

Углеродные структуры, в составе наночастиц в виде одностенных углеродных нанотрубок (SWCNT), многостенных углеродных нанотрубок (MWCNT) и графен признаны одними из наиболее перспективных кандидатов, способных заменить традиционные материалы, в частности, кремний и металлы, благодаря своим исключительным электрическим и механическим свойствам. С одной стороны, формирование гибридных структур из ОУНТ, MWCNT и восстановленного оксида графена (rGO) открывают возможности создания высокоэффективных как 2D, так и 3D архитектур, в которых объединяются преимущества обоих элементов. С другой стороны, существует сложность создания эффективных углеродных структур, поскольку в них наночастицы углерода подвержены необратимой агрегации и переупаковке, поэтому требуется использовать определенный тип поверхностно-активных веществ (ПАВ) для образования стабильного однородного распределения наночастиц. В данной работе были исследованы структуры из слоёв SWCNT (Tuball 01RW03 (OCSiAl), MWCNT (фирма АО «ЗАВКОМ»), rGO (марка Graphenox, размер хлопьев 1÷5 мкм). В качестве ПАВ использовался холат натрия (SC). Водные дисперсии с углеродными наночастицами имели составы: 0.01 wt.% SWCNT, 20 wt.% этиловый спирт, 10 wt.% SC; 0.1 wt.% MWCNT, 20 wt.% этиловый спирт, 10 wt.% SC; 0.01 мас.% rGO, 20 wt.% этиловый спирт, 10 wt.% SC.

Структуры из наноматериалов формировались на гибких эластомерных подложках (20×5×0.7 мм) из силикона с помощью техники спрей-осаждения из дисперсных сред. Сопротивление осаждаемых слоёв дисперсий зависело от их толщины. Так, у слоёв толщиной менее 3 мкм электрическая проводимость не обнаруживалась, что свидетельствует о том, что система находилась ниже порога перколяции.

Электропроводность s слоя MWCNT толщиной ~6 мкм на силиконовой подложке имело значение $\sim 5.0 \pm 0.5$ мС. После нанесения дисперсии rGO электропроводность структур снижалась. Так, электропроводность уменьшилась до $s \sim 2.0 \pm 0.2$ мС. После воздействия лазерным излучением в диапазоне с плотностью энергии $E_S \sim 0-0.15$ Дж/см² электропроводность структур увеличивалась. Например, при $E_S \sim 0.12$ Дж/см² величина s возросла приблизительно в 2 раза. Однако, при значениях $E_S \geq 0.3$ Дж/см² для всех структур электропроводность резко падала до уровня $s \sim 0.005 \pm 0.001$ мС.

Таким образом, простая технология формирования рассмотренных структур позволяет лазерным облучением наноструктурировать сети углеродных наночастиц и значительно изменять их электропроводность.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Центр лазерных технологий в медицине» при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России (Проект FSMR-2024-0003).