

УДК 539.23

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ ГАЗОФАЗНОГО ОСАЖДЕНИЯ

Николай Николаевич Решетников

Магистр 1 года,

кафедра «Электронные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Бычков Сергей Павлович,

старший преподаватель кафедры «Электронные технологии в машиностроении»

Одностенные углеродные нанотрубки (ОУНТ) демонстрируют превосходную химическую реакционную способность, электрическую проводимость, оптическую активность и механические свойства. В сравнении с методами дугового разряда и лазерной абляции, каталитическое химическое газофазное осаждение (catalytic chemical vapor deposition (CCVD)) может производить ОУНТ в больших масштабах по низкой цене.

Существует большое количество факторов, влияющих на процесс получения ОУНТ методом CCVD, включая свойства углеродосодержащего прекурсора (вид обработки (тепловая или плазменная), химический состав, время разложения и т.д.), условия проведения процесса в реакторе (давление, температура, схема нагрева, форма стенок реактора и т.д.), материал и метод нанесения катализатора, время роста покрытия и т.д.

Массив из вертикально ориентированных ОУНТ обладает превосходными оптическими свойствами и делает его перспективным в создании идеально черного объекта (идеальный черный объект поглощает все цвета света и не отражает ни один из них). Наибольшее влияние на вертикальность выращиваемых ОУНТ оказывают факторы:

- 1) Материал и метод нанесения катализатора
- 2) Температура в реакторе
- 3) Время роста покрытия

Многие виды металлов, таких как Fe, Co, Ni, Mo, либо по отдельности, либо смеси из них, были зарегистрированы в качестве катализаторов, а также оксиды, такие как SiO₂, MgO и Al₂O₃ в качестве вспомогательных материалов. Критерием качества катализатора является дефектность получаемых структур, которая оценивается с помощью спектрограмм комбинационного рассеяния. Проведенные исследования показывают, что наилучшие результаты даёт комбинация катализаторов Co-Mo, нанесенных на вспомогательном материале SiO₂ методом нанесения окупанием.

Значительное влияние на процесс выращивания ОУНТ оказывает температура в реакторе. Анализ спектрограмм образцов полученных при разных температурах показывает изменение структуры покрытия с изменением температуры процесса. Так ОУНТ получаются при температуре в реакторе 750-800 °С.

Вертикальность получаемых структур также зависит от времени роста покрытия. Контроль образцов на растровом электронном микроскопе, позволил выявить оптимальное время выращивания 5-6 минут.

Покрытия из вертикально ориентированных ОУНТ обладают уникальными оптическими свойствами. Правильный выбор режимов выращивания покрытия позволяет получать ОУНТ с высокими параметрами качества, такими как: однородность структуры покрытия, наличие минимального количества дефектов и вертикальность углеродных нанотрубок.

Литература

1. Hisashi Sugime, Suguru Noda, Shigeo Maruyama, Yukio Yamaguchi Multiple “optimum” conditions for Co-Mo catalyzed growth of vertically aligned single-walled carbon nanotube forests. Tokyo, the University of Tokyo, 2011 pp. 4-8.
2. Seul Ki Youn Diameter Modulation And Integration Of Vertically Aligned Single Walled Carbon Nanotubes For Understanding Of Mass Transport In Carbon Nanotubes. Zurich, Korea Advanced Institute of Science and Technology, 2014 pp. 104, 105-120.
3. Shigeo Maruyama *, Erik Einarsson, Yoichi Murakami, Tadao Edamura Growth process of vertically aligned single-walled carbon nanotubes. Department of Mechanical Engineering, the University of Tokyo, 2005 pp. 2-6.