

Формирование N-УНТ методом PECVD для применения в преобразователях механической энергии

Ильин О.И.¹, Польшянова М.Р.¹, Горбунов Н.Г.¹, Шиков А.З.¹, Яковенко М.С.¹

oiiilin@sfnedu.ru

¹ Южный федеральный университет, Таганрог, Россия

Современное развитие носимой и имплантируемой электроники требует разработки новых источников питания и новых типов сенсоров, способных обеспечить высокую энергоэффективность и автономность устройств. Традиционные аккумуляторные решения не всегда удовлетворяют требованиям безопасности и длительности работы без подзарядки, что ограничивает их применение в автономных системах.

Преобразователи механической энергии на основе микроэлектромеханических систем (МЭМС) уже нашли широкое применение в носимой электронике, медицинских имплантатах и системах мониторинга. Однако их возможности часто ограничены конструктивными особенностями и свойствами материалов, что требует разработки новых подходов для повышения чувствительности и надёжности их работы.

Ранее было показано [1], что легированные азотом углеродные нанотрубки (N-УНТ) обладают уникальными пьезоэлектрическими свойствами, что делает их перспективным материалом для создания высокоэффективных преобразователей механической энергии и сенсоров. Однако для приборного применения требуется управление как геометрическими, так и пьезоэлектрическими свойствами нанотрубок.

В данной работе проводилось исследование влияния времени роста на высоту, диаметр и пьезоэлектрический модуль N-УНТ. Выращивание N-УНТ проводилось на образцах со структурой Ni(10 нм)/Mo (115 нм)/Si методом PECVD в атмосфере аммиака и ацетилена. Геометрические размеры N-УНТ оценивались с помощью метода сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Величина пьезоэлектрического модуля N-УНТ определялась методом силовой микроскопии пьезоотклика. Установлено, что увеличение времени от 5 до 60 мин приводит к нелинейному увеличению высоты N-УНТ от 0,75 до 3,2 мкм. При этом диаметр практически не изменяется и составляет 85 ± 16 нм. При этом наблюдается увеличение пьезоэлектрического модуля от 34 до 58 пм/В, что связано с ростом аспектного соотношения от 8 до 38 [2]. Также установлено, что увеличение высоты связано с дополнительным ветвлением N-УНТ с образованием более тонких нанотрубок диаметром 15-40 нм, что позволяет расширить диапазон чувствительности к внешнему механическому воздействию как по частоте, так и по амплитуде воздействия.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №25-79-10302 в ЮФУ.

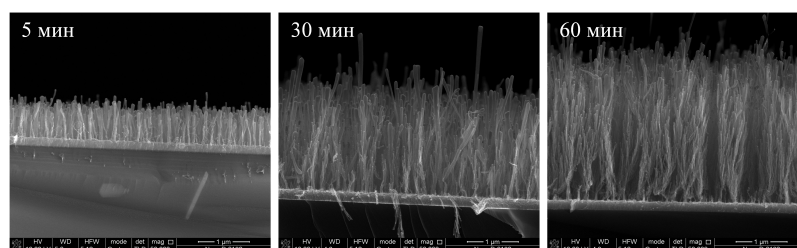


Рис. 1. СЭМ-изображения N-УНТ, выращенных при различном времени

Ссылки

1. M.V. Il'ina, O.I. Soboleva, S.A. Khubezov, V.A. Smirnov, O.I. Il'in, JLPEA (2023), **13**, 1
2. M.V. Il'ina, O.I. Osotova, N.N. Rudyk, M.R. Polyvianova, S.A. Khubezhov, O.I. Il'in, JAD (2022), **12**, 2241001