

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра физики полупроводников и наноэлектроники**

Реферат дипломной работы

**Электрические свойства и влагочувствительность слоев  
углеродных нанотрубок**

ЗЕЛЕНКО А. В.

Научный руководитель:  
зав. НИЛ ФЭМ,  
канд. физ.-мат. наук  
Ксенович В.К.

МИНСК 2014

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа 38 с., 26 рис., 19 источников.

**УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ, ДАТЧИКИ ВЛАЖНОСТИ, ВЛАГОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СЛОЕВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК.**

Цель работы – исследовать электрические свойства и влажочувствительность слоев углеродных нанотрубок, нанесенных на подложки с различной геометрией контактной структуры, определить их чувствительность и время отклика при изменении влажности.

Объект исследования – массивы однослойных углеродных нанотрубок.

Предмет исследования – электропроводность и влажочувствительность массивов однослойных углеродных нанотрубок.

Метод исследования – измерение температурных зависимостей сопротивления слоев углеродных нанотрубок, а также зависимостей сопротивления от относительной влажности.

Проведены измерения температурных зависимостей сопротивления различных массивов однослойных углеродных нанотрубок различной геометрии: осажденных на подложки с полосковыми контактными структурами тонких слоев нанотрубок, предварительно диспергированных в водном растворе хлорида натрия и толстых слоев углеродных нанотрубок, полученных методом фильтрации через пористые мембраны, а также тонких слоев углеродных нанотрубок, осажденных на подложки со спиралевидными контактными структурами. Установлено, что температурные зависимости сопротивления для всех типов образцов характеризуются типичным для полупроводников отрицательным температурным коэффициентом сопротивления ( $dR/dT < 0$ ).

Проведены измерения зависимостей сопротивления слоев углеродных нанотрубок от относительной влажности. Установлено, что наибольшей чувствительностью к влажности (1,023%) и наименьшим временем отклика (порядка 5-10 с при изменении влажности на 25%) характеризуются тонкие слои однослойных углеродных нанотрубок, нанесенных на подложки со спиралевидными контактными структурами.

## РЭФЕРАТ

Дыпломная праца 38 с., 26 мал., 19 крыніц.

ВУГЛЯРОДНЫЯ НАНАТРУБКІ, ДАТЧЫКІ ВІЛЬГОТНАСЦІ, ЭЛЕКТРАПРАВОНАСЦЬ, АДЧУВАЛЬНАСЦЬ ДА ВІЛЬГАЦІ.

Мэта працы – даследваць электрычныя уласцівасці і адчувальнасць да вільгаці слаёў вугляродных нанатрубак, нанесеных на падкладкі з рознай геаметрыяй кантактнай структуры, вызначыць іх адчувальнасць і час водгуку пры змене вільготнасці.

Аб'ект даследавання – масівы аднаслойных вугляродных нанатрубак.

Прадмет даследавання – электраправоднасць і адчувальнасць да вільгаці масіваў аднаслойных вугляродных нанатрубак.

Метад даследавання – вымярэнне тэмпературных залежнасцей супраціўлення слаёў вугляродных нанатрубак, а таксама залежнасцей супраціўлення ад адноснай вільготнасці.

Праведзены вымярэнні тэмпературных залежнасцей супраціўлення масіваў аднаслаёвых вугляродных нанатрубак рознай геаметрыі: асаджаных на падкладкі з паласковымі кантактнымі структурамі тонкіх слаёў нанатрубак, папярэдне дыспергіраваных у водным раствору халату натрыя і тоўстых слаёў вугляродных нанатрубак, атрыманых метадам фільтрацыі праз порыстыя мембраны, а таксама тонкіх слаёў вугляродных нанатрубак, асаджаных на падкладкі з спіралепадобнымі кантактнымі структурамі. Устаноўлена, што тэмпературныя залежнасці супраціўлення для ўсіх тыпаў узораў характарызуюцца тыповым для паўправаднікоў адмоўным тэмпературным каэфіцыентам супраціўлення ( $dR / dT < 0$ ).

Праведзены вымярэнні залежнасцей супраціўлення слаёў вугляродных нанатрубак ад адноснай вільготнасці. Устаноўлена, што найбольшай адчувальнасцю да вільготнасці (1,023%) і найменшым часам водгуку (парадку 5-10 с пры змене вільготнасці на 25%) характарызуюцца тонкія слаі аднаслаёвых вугляродных нанатрубак, нанесеных на падкладкі з спіралепадобнымі кантактнымі структурамі.

## ABSTRACT

Thesis 38 p., 26 fig., 19 ref.

CARBON NANOTRUBES, HUMIDITY SENSORS, CONDUCTIVITY, HUMIDITY-SENSITIVITY.

Aim of work – to investigate the electrical properties and humidity - sensitivity of carbon nanotubes layers deposited on the substrates with different contact structure geometry, to determine their sensitivity and response time under humidity change.

Object of investigation – single-wall carbon nanotubes arrays.

Subject of investigation – electrical conductivity and humidity-sensitivity of single-wall carbon nanotubes arrays.

Methods of investigation – measurements of the temperature dependences of the resistance of carbon nanotubes layers as well as dependences of the resistance on relative humidity.

The measurements of the temperature dependences of the resistance of single-walled carbon nanotubes arrays with different geometry were carried out: deposited on the substrates with strip-contact structure of thin layers of nanotubes previously dispersed in an aqueous solution of sodium cholate and thick layers of carbon nanotubes obtained by filtration through a porous membranes as well as thin layers of carbon nanotubes deposited on the substrates with spiral-like contact structures. It was found that the temperature dependences of the resistance for all types of the samples are characterized by typical for semiconductors behavior with the negative temperature coefficient of resistance ( $dR/dT < 0$ ).

The measurements of the dependences of the resistance of carbon nanotubes layers on the relative humidity were carried out. It was established that the thin layers of single-walled carbon nanotubes deposited on the substrates with a spiral-like contact structures are characterized the greatest highest value of the sensitivity to humidity (1.023%) and the lowest value of the response time (about 5-10 seconds by the 25% humidity change).