جـامعة الموصـــل

كليـة العـلوم

دراسة الخواص التركيبية والكهربائية لانابيب الكاربون النانوية المحضرة بتقنية الترذيذ بالبلازما

اطروحة تقدم بها الطالب

محمد محمود يونس النعيمي

الى

مجلس كلية العلوم في جامعة الموصل وهي جزء من متطلبات

درجة الدكتوراه فلسفة في اختصاص

علوم فيزياء / حالة صلبة

باشراف

الاستاذ بسام محمود مصطفى الامام الاستاذ انور مصطفى عزت الفيضي

1438 هـ **2017 م**

الخـــلاصـــــــة

في هذا الدراسة تم بنجاح تحضير اغشية كاربون نانوية مرسبه على قواعد من الزجاج والسليكون باستخدام تقنية الترذيذ بالبلازما من قضبان الكرافيت في جو من غاز الاركون ومن دون وجود عامل مساعد . تم دراسة الخصائص التركيبية والكهربائية لإثبات أن الطريقة التي تم استخدمها تؤدي إلى تشكيل أنابيب الكاربون النانوية حيث اظهرت صور المجهر الضوئي النافذ عالي الدقة لطبقة الكربون المرسبة على ارضية الزجاجية صوراً بأشكال توحي بوجود انابيب كاربون النانوية ، وانطلاقا من ذلك قمنا بتصوير سطوح العينات باستخدام المجهر الالكتروني الماسح اذ تبين أن طبقة الكاربون التي تم ترسيبها باسماك تراوحت بين (10– 80 نانومتر) تتضمن انابيب كاربون نانوية بأقطار تقرب من 30 نانومتر، أما أطياف رامان ، والأشعة السينية وطريقة تشتت طاقة الأشعة السينية فقد احتوت على مجموعة من القمم بمواقع معينة من الطيف والتي اعطت تاكيد اخر على وجود أنابيب الكربون النانوية ، واظهرت قياسات التيار– الفولتية باستخدام أقطاب الذهب المرسبة على طرفي النبيطة السلوك شبه الموصل للوصلة والذي يصبح أكثر وضوحا مع زيادة سمك طبقة الكاربون . كما تم دراسة تأثير سمك طبقة الكاربون في الخصائص التركيبية والكهربائية للعينات باستخدام طيف الأشعة السينية ، طيف ورامان ، طريقة تشتت الأشعة السينية وصور المجهر الالكتروني الماسح حيث لاحظنا زيادة في حجم الحبيبات و زيادة في كثافة وأقطار انابيب الكاربون النانوية مع زيادة سمك طبقة الكاربون في العينات ، وبين طيف رامان زيادة في شدة القمة G التي تفسر الزيادة في المرحلة البلورية بالمقارنة مع الذروة D (الطور غير المتبلور) مع زيادة السمك ، كما بين طيف الاشعة السينية وجود القمم (002) و (011) والشدة لهذه القمم تزداد مع زيادة السمك مما يعني زيادة في حجم الحبيبات وكثافة وقطر الانابيب وبالتالي فانه يعني عدداً متزايداً من الجدران لهذه الانابيب واخيرا اظهر طيف تشتت الاشعة السينية زيادة محتوى الكاربون بالمقارنة مع السليكون مما يعني المزيد من انابيب الكاربون النانوية .

تمت دراسة تأثير تيار الترذيذ الذي يتدفق في قضيب الكربون في الخصائص التركيبية لطبقات الكاربون باسماك 20 و 40 و 60 نانومتر وقد بينت صور المجهر الالكتروني الماسح ومجهر القوة الذرية لهذه الطبقات وجود أنابيب الكاربون النانوية وبأقطار تقرب من 20 – 30 نانومتر كما بين طيف الأشعة السينية وأطياف رامان القمم المميزة لأنابيب الكربون النانوية ، أن القمم G و D لكافة الاسماك تشير الى وجود أنابيب الكربون النانوية والخالية من العيوب وقد بينت هذه الدراسة لأسماك وتيارات مختلفة أن سمك طبقة الكاربون وتيار الترذيذ يؤثر في بنية

طبقة الكاربون حيث ان زيادة تيار البلازما يودى إلى تقليل تكوين الحبيبات ، أما زيادة السمك يؤدي إلى زيادة حجم الحبيبات فضلا عن ذلك فإنها أدت إلى تشكيل بنية غير متبلورة والذي ظهر بشكل واضح من خلال أطياف الأشعة السينية و أطياف رامان وصور مجهر القوة الذرية .

ان تأثير المسافة بين العينة والمصدر في خصائص طبقة الكاربون لثلاث مسافات مختلفة تم دراستها لعينات كان سمك طبقة الكاربون فيها ثابتاً (20 نانومتر) . تمت دراسة العينات عن طريق المجهر الإلكتروني الماسح ومجهر القوة الذرية ، وكذلك الأشعة السينية وأطياف رامان ، فعند المسافة (14.1mm) تبين انه لم يظهر غشاء من الكاربون النانوي على ارضية السيليكون وهذا يتفق مع صور طيف الأشعة السينية وطيف رامان ، في حين أنه عند المسافات (14.3mm , 14.7 mm) ترسب غشاء الكاربون النانوي وهذا يعني أنه عند المسافة (14.1mm)تقوم دقائق البلازما ذات الطاقة العالية والكثافة العالية بمنع وتشويه تكون طبقة الكاربون .

University of Mosul

College of Science

Study The Structural and Electrical Prosperities Of Carbon Nanotubes Prepared By Plasma sputtering

Ph. D. Thesis submitted by

Mohammad Mahmood U. al-nuami

To

Council Of The College Of Science University Of Mosul In Partial Fulfillment Of The Requirement For The Degree Of Doctor of Philosophy

In

Physics / Solid State

Supervised by

Prof. Dr. Bassam Mahmood M. al emam **Prof. Dr. Anwar Mustafa I. al- faidi**

1438 A.H. **2017 A.D.**

Abstract

In this study, it has been successfully deposited Carbon Nano layers on glass and silicon substrates using plasma spraying of graphite rods in an atmosphere of Argon gas and without the presence of a catalyst. Structural and electrical properties were studied to demonstrate that the method used lead to the formation of nanotubes. The high-resolution optical microscopy images of the carbon layer on the glass showed close forms of carbon nanotubes . We photographed the sample surfaces using a scanning electron microscope, It has been shown that the deposited carbon layer with thickness ranging from$(10-80\text{nm})$ contained nanotubes with diameters of approximately 30 nm . Raman , x – rays and x – ray dispersion spectrums included a group of peaks at certain locations of the spectrum, which gave other confirmation of the presence of carbon nanotubes . current – voltages measurements using gold electrodes on both ends of the device was showed semiconductor behavior of the carbon layer , which becomes more pronounced with increasing the thickness of the carbon layer. The effect of carbon layer thickness on the structural and electrical properties of samples was examined using X-ray spectrum, Raman spectrum, x-ray dispersion and scanning electron microscopy images , We observed an increase in grains size and increase in density and diameters of carbon nanotubes with increasing thickness of the carbon layer, G peak intensity increases in the Raman spectrum compared to the D peak due to the increase in the crystalline phase (the non-crystallized phase) with the increase of thickness . The peaks (002) and (011) in the X-ray spectrum increase as the carbon layer thickness increase , this means an increase in the size of the grain density and diameter of the carbon nanotubes which reflects an increasing in the number of carbon nanotubes walls and

finally x-rays dispersion spectrum showed an increase the carbon content compared with silicon, which means more of carbon nanotubes .

The effect of the sputtering current flow in the carbon rod on the electrical and structural properties of the carbon layers with thicknesses of 20, 40 and 60 nm has been studied. The images of the scanning electron microscopy and the atomic force microscope of these layers showed the presence of nanotubes with diameters of 20-30 nm . The peaks of G and D for all thicknesses indicate the existence of High purity carbon nanotubes. This study which include different thicknesses and currents has shown that the thickness of the carbon layer and the sputtering current influences the structure of the carbon layer , the increase of plasma current reduce and Impedes the formation of grains, while increasing thickness led to an increase of grain size , Moreover it led to the formation of amorphous structure, which is clearly demonstrated by the spectra of X-ray , Raman spectroscopy and atomic force microscopy images.

The effect of the distance between the samples and the source in the electrical and structural properties of the carbon layer for three different distances was studied for samples in which the thickness of the carbon layer was constant (20 nm). The samples were studied by scanning electron microscopy and atomic force microscopy, as well as X-ray and Raman spectra. At (14.1mm) no nanotubes were shown on the silicon substrate , this is consistent with the X-ray and Raman spectrum, While carbon nanotubes are produced in carbon layers for distances (14.3mm, 14.7mm) and this means that at a distance (14.1mm) the high energy and density of plasma will prevent and distort the carbon layer.