جامعة الموصل
كلية العلوم

تاثير درجات حرارة التلدين على خواص نبيطة معدن سليكون مسامي بطريقة التنميش الكهروكيميائية

اطروحة تقدم بها

غزوان غازي علي النعيمي

إلى

مجلس كلية العلوم في جامعة الموصل
وهي جزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه فلسفة
في اختصاص

الفيزياء/فيزياء الحالة الصلبة

بإشراف

الاستاذ المساعد الدكتور اسماعيل خلف عباس

1436هـ **2015 م**

الخلاصة

ان النتائج المستحصل عليها في هذا البحث تضيف رؤيا جديدة في مجال تحضير السليكون المسامي وبخصائص جديدة. تم تحضير طبقة السليكون المسامي النانوي باستخدام طريقة التنميش الكهروكيميائي لشريحة السليكون من النوع القابل وبمقاومية كهربائية (0.01-0.02) Ω.cm وذات اتجاهية (111) عند أزمنة تنميش (10,20 and 30) min. في حامض الهيدروفلوريك HF بتركيز 15% وبكثافة تيار ثابت $30\,mA/cm^2$, تم دراسة الخصائص التركيبية والطوبغرافية والكيميائية والبصرية والكهربائية للسليكون المسامي النانوي قبل وبعد عملية المعالجة الحرارية وبدرجات حرارة ^oC (400,500 and 600) وفي زمن تلدين 30 min. من خلال فحص حيود الأشعة السينية ومجهر القوة الذرية والمجهر الالكتروني الماسح ومطياف فورير للأشعة تحت الحمراء وفحص رامان والخصائص البصرية والكهربائية تم التاكد من انه تم الحصول على سليكون ذي تركيب نانوي وأن عملية المعالجة الحرارية تعمل على تعديل تلك الخصائص لطبقة السليكون المسامي كدالة لدرجة حرارة التلدين . من خلال تلك الفحوصات تم معرفة بأن عينات السليكون المسامي بالنسبة لحيود الأشعة السينية لها منتصف ذروة عظمى كبيرة مقارنة بالسليكون الحجمي وتزداد مع زيادة زمن التنميش , كما تبين نتائج طيف فورير للأشعة تحت الحمراء بظهور أنماط أهتزاز استطالة لأواصر (O-Si-O), (Si-Si) قبل عملية المعالجة الحرارية ثم ظهور مجموعة أواصر فعالة ($Si-H_x$) بعد عملية المعالجة الحرارية والتي لها أهمية كبيرة في أداء الخلايا الشمسية . نلاحظ من صور مجهر القوة الذري والمجهر الالكتروني الماسح بأن السليكون المسامي يمتلك تركيباً اسفنجياً وان اقطار المسامات وخشونة السطح تقع ضمن المدى النانوي وتزداد مع زيادة زمن التنميش. بينت نتائج فحص رامان بأن موقع القمة وشدة الذروة لهما علاقة غير خطية مع درجة حرارة التلدين نتيجة الحصر الفونوني في المدى النانوي وان عرض وشدة وموقع الذروة تزاح نحو الطاقات القليلة . من خلال النتائج التجريبية لقياسات الانعكاسية نلاحظ انخفاضاً في قيم الانعكاسية مع زيادة زمن التنميش قبل وبعد عملية المعالجة الحرارية وهذا يتوافق مع القيم المستخرجة لحساب معامل الانكسار من نموذج كوشي.

أظهرت الخصائص الكهربائية لطبقة السليكون المسامي النانوي تحسن مع زيادة درجة حرارة التلدين . تبين خصائص تيار– جهد بان العينات تسلك سلوكاً تقويمياً , أذ نلاحظ زيادة عامل المثالية مع زيادة المسامية يعزى ذلك الى زيادة في كثافة المستويات عند التداخل بين السليكون البلوري والسليكون المسامي كما نلاحظ أن عامل المثالية يقل مع زيادة درجة حرارة التلدين.

وضحت قياسات سعة – جهد نقصان حاملات الشحنة وزيادة عرض منطقة الاستنزاف مع زيادة زمن التنميش . تبين النتائج بان زيادة زمن التنميش تسبب نقصاناً في سعة طبقة السليكون المسامي يعزى هذا السلوك الى زيادة عرض منطقة الاستنزاف والتي تقود الى زيادة قيمة الجهد الداخلي , نلاحظ ان نقصان السعة يكون خطيا مع زيادة فولتية الانحياز العكسي والتي توضح بأن العينات تمتلك منطقة شحنة فراغية واضحة بسبب زيادة في مقاومية النبيطة ,حيث يزداد عرض طبقة الاستنزاف. بينت قياسات الفوتوفولتية لنبيطة الخلية الشمسية قيد الدراسة بأن عند زمن تنميش .10min ودرجة حرارة تلدين 600°C كانت أعلى كفاءة مقارنة بالعينات قيد الدراسة, كما وضحت الدراسة بأن الكفاءة تنخفض مع زيادة زمن التنميش إذ ان العينات الملدنة لها كفاءة أعلى مقارنة بالعينات قبل التلدين.

University of Mosul
College of Science

Effect of annealing temperatures on the properties of metal/porous silicon devices by electrochemical etching

PH.D. Thesis Submitted By

Ghazwan Ghazi Ali Al-Niamey

To

The Council of College of Education University of Mosul
In Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Ph.D DOCTOR OF PHILOSOPHY.

In

Solid State Physics

Supervised by

Assistant Professor Dr.Ismail Khalaf Abbas

2015 A.D. **1436 A.H.**

Abstract

The investigation reported here provides some new insights into the porous silicon formation and characterization. Porous silicon (PSi),P-type silicon of resistivity (0.01- 0.02) Ωcm and orientation (111), has been prepared by electrochemical etching (ECE) technique, for etching time (10,20 and 30) min. with current density (30 mA/cm^2) and HF concentration (15%). Structural, morphological, chemical, optical electrical properties have been studied before and after annealing process for (400, 500 and 600)^{o}C for time 30 minute. For XRD, AFM, SEM, FTIR , Raman and electrical properties of PSi indicate that silicon is with nano-installation and thermal annealing modifies of these properties as a function of temperatures .Results of the X-ray diffraction (XRD) exhibit that crystallite 's size still in nano range for samples before and after annealing. Porous silicon has(FWHM) broader than C-Si and increases with increasing etching time due to quantum confinement effect .Study of atomic force microscope(AFM) and scanning electron microscope (SEM) images showed for samples before and after annealing that porous silicon has sponge-like structure and pore diameter, roughness and RMS still in nano range and that pore diameter increases with increasing etching time ,also chemical structure have been studied (FTIR) as a function of wave number (500-4000)cm^{-1} ,we note appearance of stretching modes (O-Si-O), (Si-Si) before annealing then appearance of active bonds on porous silicon surface Si-H_x after annealing ,these bonds being active to improve solar cells. Raman spectrum shows broadened peak shifted below 520.13 cm^{-1} . The down shift toward lower energies is more sensitive and distinct for porosity of porous silicon and spectra indicate that the effect of annealing depends non-linearly on the temperature due to photon confinement. Experimental results of reflection decrease with increasing etching time before and after thermal annealing, this is in a good agreement with Cauchy model. Electrical properties of PSi show enhancement with increasing annealing temperature, J-V characteristics show rectification behavior. Increasing of ideality factor with porosity can be attributed to the increase in density of state at interface between c-Si and PSi, ideality factor decreases with increasing annealing temperatures.

C-V measurements demonstrated that the charge carriers decrease and widths of depletion layer increase by increasing current density and etching time.

From Photovoltaic measurements, we obtain a maximum efficiency for the solar cell at etching time 10 min. and 600^{o}C of annealing temperature compared with other samples.