جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

ترسيب جسيمات الفضة النانوية Ag بالتشظية بالليزر على السليكون المسامي للتطبيقات الالكتروبصرية

محمد ابراهيم اسماعيل الصالحي

رسالة ماجستير
الفيزياء

بإشراف
أستاذ مساعد
الدكتور غزوان غازي علي النعيمي

1442 هـ 2021 م

الخلاصة

تم تحضير السليكون المسامي بإستخدام طريقة التنميش الكهروكيميائي – الضوئي لشريحة السليكون نوع n وبمقاومية كهربائية 0.01-0.02 Ω.cm واتجاهية (100) في حامض الهيدروفلوريك بتركيز 20 % وبكثافة تيار $15mA/cm^2$ وعند ازمنة تنميش(5 and15min) . تم ترسيب جسيمات الفضة النانوية على السليكون المسامي باستخدام طاقات 400,600 and 800 mJ ، وعدد النبضات 200 نبضة وبتردد 6Hz بإستخدام تقنية الاستئصال بالليزر النبضي ذي القدرة العالية. تم دراسة الخصائص التركيبية ، السطحية ، والبصرية ، والكيميائية، والكهربائية وكذلك الإستجابية الطيفية لطبقة السليكون المسامي قبل ترسيب جسيمات الفضة النانوية وبعدها . تبين نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) اتساع في عرض الذروة لطبقة السليكون المسامي مع زيادة زمن التنميش وإن الغشاء يبقى في طور التبلور قبل ترسيب جسيمات الفضة النانوية وبعدها ، وتأخذ طبقة السليكون المسامي شدة ذروة جديدة وبزاوية حيود مزاحة نحو القيم القليلة مع زيادة المسافة بين المستويات البلورية. بينت نتائج مجهر القوة الذرية (AFM)، والمجهر الالكتروني الماسح (SEM) أن السليكون المسامي يمتلك تركيباً اسفنجياً وأن اقطار المسامات وخشونة السطح تقع ضمن المدى النانوي وتزداد مع زيادة زمن التنميش ، في حين نلاحظ أن اقطار المسامات تقل مع زيادة طاقة الليزر بسبب حدوث إنماء لجسيمات الفضة النانوية على الجدران الفاصلة بين المسامات . بينت نتائج الخواص البصرية بأن قيم الامتصاصية ومعامل الامتصاص تزداد مع زيادة طاقة الليزر يعزى ذلك الى وجود رنين البلازمون السطحي. أوضحت الدراسة المطيافية للأشعة تحت الحمراء(FTIR) بظهور مجاميع أنماط اهتزاز مختلفة من الاواصر وإن شدة قمم الامتصاص تزداد مع زيادة طاقة الليزر. أظهرت الخصائص الكهربائية لطبقة السليكون المسامي تحسن بعد ترسيب جسيمات الفضة النانوية . تبين خصائص تيار– فولتية أن العينات تسلك سلوكاً تقويمياً ، أذ نلاحظ زيادة التيار مع زيادة طاقة الليزر بسبب زيادة في توليد ازواج الكترون – فجوة بشكل فعال في منطقة الاستنزاف بين طبقات السليكون المسامي وجسيمات الفضة النانوية. تبين نتائج الأستجابية الطيفية للكاشف الضوئي زيادة قيم الاستجابية مع زيادة زمن التنميش يعزى ذلك الى طبيعة التركيب البلوري للسليكون المسامي ، تزداد الاستجابية مع زيادة طاقة الليزر، اذ تمتلك قيم إستجابية اعلى مقارنة بالسليكون المسامي ،اذ نلاحظ ظهور حافة امتصاص جديدة تقع في المدى 400-420 nm عند

ترسيب جسيمات الفضة النانوية مما يعطي كاشف ضوئي بمواصفات ممتازة . تبين هذه الدراسة بأن السليكون المسامي المحضر بطريقة التنميش الكهروكيميائي- الضوئي قبل ترسيب جسيمات الفضة النانوية وبعدها يمكن أن يستخدم في عدة تطبيقات مهمة نظراً لما يتميز به من خصائص فيزيائية فريدة .

Abstract

These results add a new insight in the field of the porous silicon preparation with new properties. Porous silicon was prepared by the Photo- electrochemical etching method of n-type silicon wafer with electrical resistivity 0.01-0.02 Ω.cm and orientation (100) in 20% HF , current density of 15 mA/ cm^2 and the etching times of (5 and 15 min). Silver nanoparticles were deposited on porous silicon layer by energies of 400,600 and 800 m J, 200 pulses and frequency of 6Hz, by a high-power pulsed laser ablation technique. The structural, surface, optical, electrical and chemical properties as well as the spectral response of the porous silicon layer were studied before and after the deposition of silver nanoparticles. The results of XRD showed that the FWHM of the porous silicon layer increased with increasing etching time. It is clear that the thin film remains in the crystalline phase before and after deposition of the silver nanoparticles, and the porous silicon layer has a new peak intensity and the diffraction angle was shifted slightly towards the small values with increasing the distance between the planes. It can be seen the Atomic force microscopy (AFM) and Scanning electron microscope (SEM) of Porous Silicon have a sponge like structure .Furthermore, the pores diameter and the surface Porous Silcon have nano sizes and increased with increasing of the etching time, while we notice that the diameter of the pores decreased with increasing of the laser energy due to the growth of Silver nanostructures on the walls separating between the pores. The results of the optical properties showed that the values of absorbance and absorption coefficient were increased with increasing the laser energy due to the presence of surface Plasmon resonance. The study of Fourier Spectroscopy (FTIR) revealed presence of groups at different vibration patterns of the bonds and that the intensity of the absorption peaks increased with the increasing the laser energy. The electrical

properties of the porous silicon layer showed improvement after deposition of silver nanoparticles. Current-voltage characteristics indicate that the samples behave in rectifier behavior. It is clear , the current density increased with increasing the laser energy due to an increase in the generation of electron – hole pairs in the depletion region between layers of porous silicon and silver nanoparticles. The results of the spectral response of the photo detector showed that the values of the response increased with increasing of etching time, due to the nature of the crystal structure of porous silicon. The responsitivity increased with increasing the laser energy. Additionally , response have higher values compared to porous silicon. It can be seen presence of a new absorption edge located in the range 400-420 nm when depositing silver nanoparticles, which gives an excellent optical detector. This study shows that porous silicon prepared by photo-electrochemical etching method before and after deposition of Silver nanoparticles can be used in several important applications due to its unique physical properties.

University Of Mosul
College Of Education
For Pure Science

Deposition of Ag nanoparticles by laser ablation on porous silicon for optoelectronics application

Mohammed Ibrahim Ismael Al-Salihi

M.Sc. Thesis
Physics

Supervised By
Assistant Prof.
Dr.Ghazwan Ghazi Ali Al – Niamey

2021 A.D. **1441 A.H.**