دراسة الخواص الضوئية والكهربائية لاغشية ثنائي اوكسيد القصدير المحضرة بطريقة الترسيب البخاري الكيميائي CVD

أطروحة تقدمت بها

سناء محمود حسين الدليمي

إلى

مجلس كلية التربية–جامعة الموصل

في اختصاص الفيزياء

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه فلسفة

فيزياء الحالة الصلبة

باشراف

الدكتور ميخائيل عيسى منصور

١٤٢٧ هـ **٢٠٠٦ م**

الخلاصة

تم تصميم وتنفيذ منظومة الترسيب البخاري الكيميائي ذي المفاعل الافقي (Chemical Vapor Deposition, CVD) لتحضير أغشية رقيقة من أملاحها. تم استخدام المنظومة لتحضير أغشية اوكسيد القصدير SnO_2 من كلوريده على أرضيات من الزجاج على شكل مجموعات بعوامل ترسيب مختلفة (درجة حرارة الأرضية ،معدل انسياب الهواء، زمن الترسيب وموقع النموذج) ومن ثم دراسة الخواص الفيزيائية لتلك الأغشية.

درست البنية البلورية لمجموعة من الأغشية باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية (X-Ray Diffraction) وتبين بان الأغشية تمتلك تركيبا بلوريا متعدد البلورات (Polycrystalline) من النوع الرباعي القائم (Tetragonal) وان الاتجاهات المفضلة لنمو الحبيبات البلورية هي (110) و (200) وان حجم الحبيبات يتراوح ما بين $(465\text{-}159)\text{A}^\circ$ ويعتمد ذلك على ظروف الترسيب. درس أيضا تأثير عوامل الترسيب على معدل الترسيب، ووجد بأنه لا يتغير مع الزمن بتثبيت بقية العوامل ولكنه يزداد مع ارتفاع درجة حرارة الأرضيات ومع زيادة معدل انسياب الهواء ثم يستقر عند قيم معينة تعتمد على ظروف الترسيب. ومن خلال دراسة تأثير موقع النموذج على الخواص الفيزيائية لأغشية SnO_2 وجد بان أفضل موقع داخل المفاعل لترسيب تلك الأغشية يبعد عن نهايته حوالي 17 cm. درست أيضا الخواص البصرية للأغشية وذلك بقياس النفاذية ضمن مدى الطول الموجي (300-1100)nm وتم حساب معامل الامتصاص، طاقة حافة الامتصاص وفجوة الطاقة البصرية، وتبين بان أغشية SnO_2 تمتلك نفاذية تتراوح ما بين %(80-95) ومعامل امتصاص $\alpha > 10^4\ cm^{-1}$ وطاقة فجوة بصرية $E_{opt} \approx 4\ eV$ ضمن منطقة الطيف المرئي. ومن خلال دراسة العلاقة بين معامل الامتصاص وطاقة الفوتون الساقط تبين بان الانتقالات الالكترونية كانت مباشرة. تمت دراسة الخواص الكهربائية للأغشية المرسبة بدرجات حرارة أرضيات مختلفة وكذلك بمعدلات انسياب هواء مختلفة وتثبيت بقية العوامل، ووجد بان أفضل توصيلية كهربائية كانت عند درجة حرارة أرضية 475°C وعند معدل انسياب هواء 2.3 L/mins. ومن خلال دراسة تأثير ارتفاع درجة حرارة الغرفة على التوصيلية الكهربائية للأغشية تبين بان هناك مستويي طاقة للشوائب قريبين من حزمة التوصيل.

تم تحضير خلايا شمسية من نوع SnO_2/n-Si ونوع SnO_2/SiO_2/n-Si بتكوين سمك مختلفة من مادة SiO_2 بطريقة الأكسدة الحرارية للسليكون. تمت دراسة خواص التيار – فولتية في الظلام وعند الإضاءة بقدرة $11.7\ mW/cm^2$ ، وتبين بان كفاءة التحويل للخلية بدون اوكسيد كانت بحدود 5.01% ، أما للخلية ذات طبقة $SiO_2 < 20\ \text{A}^\circ$ فكانت بحدود 5.9% .

درست أيضا الاستجابة الطيفية بقياس التيار الضوئي للخلية SnO_2/n-Si للمدى (300-1200) nm ووجد بان أفضل استجابة كانت عند الطول الموجي $\lambda = 600$ nm .

ABSTRACT

A chemical vapour deposition system with horizontal reactor has been designed and executed for preparing thin films from its salts. It was used to deposit groups of tin oxide (SnO_2) films from its chloride on glass substrates with different deposition factors (substrate temperature, air flow rate, deposition time and sample position in the reactor), then their physical properties were studied.

Crystal structure of group of SnO_2 films was studied using X-Ray diffraction method, it appears that the films have polycrystalline structure of tetragonal type, with (110) and (200) as preferred directions and grain size between (159-465) A°, depend on deposition condition.

The effect of deposition factors on deposition rate was studied, it was found that the deposition rate does not change with increasing time and fixing other factors but it increases with the increase in substrate temperature and with the increase in air flow rates up to specific values depend on deposition condition. By studying the effect of sample position or physical properties it was found that the best position inside the reactor is about 17 cm from its end. Optical properties were also studied by measuring the transmission percent within the wavelength range (300-1100) nm, it was found that SnO_2 films have a transmission percent ≈ (80-95)%, absorption coefficient $\alpha > 10^4$ cm^{-1} and optical energy gap $E_{opt} \approx 4$ eV within the visible region. Studying the relation between absorption coefficient and the energy of incident light verified that the electronic transition is direct. Electrical properties of films deposited at different substrate temperature as well as, different air flow rates, with fixing other factors shows that the highest electrical conductivity is at substrate temperature 475 °C and air flow rate 2.3 L/min. The effect of

temperature on electrical conductivity has been studied and it was found that there are two impurity energy levels closer to conduction band.

The solar cells type SnO_2/n-Si and SnO_2/SiO_2/n-Si with different SiO_2 thickness made by silicon thermal oxidation, have been prepared. Current-voltage characteristics for those cells in dark and under 11.7 mw/cm^2 illumination were studied.

It was found that the efficiency for the cell without oxide layer was 5.01% while for cell with SiO_2 < 20 A° was 5-9%. The spectral response study at wavelength range (300-1200) nm show that the highest photocurrent was at $\lambda = 600$ nm.

Study of the Optical and Electrical Properties of Tin Oxide Films Prepared by Chemical Vapour Deposition Method (CVD)

A Thesis Submitted

By

Sanaa M.H. Al-Delaimy

To
The Council of the College of Education
University of Mosul
In Physics

In Partial Fulfillment of the Requirements
of the Ph.D. Degree
In
Solid State Physics

Supervised by

Assist. Prof. Dr. Mekhaiel I. Mansour

2006 A.D. 1427 A.H.