دراسة الخواص البصرية لاغشية CdO

*سعاد غفوري خليل**

تاريخ قبول النشر 28 /2 /2010

الخلاصة:

رسبت اغشية اوكسيد الكادميوم CdO الرقيقة على قواعد من الزجاج بطريقة التحلل الكيميائي الحراري ولدرجات حرارة قاعدة مختلفة (300,350,400,500)^oC. درست الخواص البصرية لهذه الاغشية في بحثنا هذا. فجوة الطاقة البصرية (Eg) حددت من طيف الامتصاصية والتي كانت تتغير من (2.5-2.56)eV وكذلك عرض الذيول للحالات الموضعية (ΔE_t) وغيرها من الثوابت البصرية.

المقدمة:

الاوكسيدات الموصلة والشفافة Transparent Conducting Oxides تستخدم بصورة كبيرة في كثير من التطبيقات منها كأقطاب الخلايا الشمسية ولوحات العرض المسطحة والنوافذ المعمارية والفولتائية الضوئية[1,2,3]. مركبات (ZnO,CdO) تمتلك شفافية عالية في المنطقة المرئية من الطيف الكهرومغناطيسي وتوصيليتها من النوع (n-type) التي تعود إلى فراغات الاوكسجين.[4]

مادة CdO لها فجوة طاقة مباشرة قيمتها (2.5e.V) ووزن جزيئي (128.4) وكثافتها ($8.15gm/cm^3$) ونقطة انصهار (1773K) وان هذه المادة تذوب بالحوامض وعديمة الذوبان بالقلويات. ومن مميزات هذه المادة سهولة تحضيرها على شكل اغشية رقيقة ذات مواصفات جيدة من محاليلها الكيميائية وان معامل امتصاصها عال وبذلك يمكن استخدامها وبشكل اساسي في المنظومات الشمسية لزيادة كفاءتها وفي الخلايا الضوئية، وهناك عدة طرق لتحضير (TCO) منها طريقة ترسيب بخار العنصر كيميائياً (Chemical Vapor Deposition (CVD)[6، 5] وطريقة الترذيذ[7] وطريقة التبخير[8] وطريقة التحلل الكيميائي الحراري [11،9،10] واستخدم فيها الباحث [8]خلط مادتين من CdO و ZnO نسب مختلفة حيث اظهر مركب ZnO شفافية اعلى من مركب CdO الذي يمتلك مقاومية واطئة وكذلك فسّر من الصعب ايجاد معامل نفاذية عالي بوقت واحد لكليهما في المنطقة المرئية وتوصيلية جيدة .

التلدين الحراري (Thermal annealing) له تاثير كير جداً في تحسين الخواص لمثل هذه الاغشية الرقيقة وهذه المرحلة تكون في مديات درجة حرارة (350-500)^oC بعد ترسيبها بأي طريقة وهذه تسمى المواد الشفافة (The window materials)[13، 12] والتي تنتج خلايا شمسية ذات كفاءة جيدة.

الجانب العملي:

تم تحضير اغشية رقيقة من مادة اوكسيد الكادميوم على قواعد من الزجاج بطريقة التحلل الكيميائي الحراري. وحضرت على شكل محاليل رائقة من مادة نترات الكادميوم $Cd(NO_3)_2$ بعيارية (0.1) مولاري في درجة حرارة الغرفة وتم اذابتها في (100ml) من الماء المقطر.

درجة حرارة القاعدة مختلفة هي (300,350,400,500)^oC

ويسيطرعليه من خلال جهاز متحسس لهذه الدرجات الحرارية (مسيطر للحرارة) وعند رش المادة المراد تحضيرها من خلال تصميم خاص للرش يسمح لاعظم نسبة رش التي مقدارها 10ml/min، والضغط المسلط بمقدار (1bar) وارتفاع جهاز الرش عن قاعدة الهيتر حوالي (28سم) والغاز المستخدم هو النتروجين (N_2) النماذج رسبت بسمك حوالي 1μm.

طيف الاشعة السينية من نوع (D-500 Siemes X-ray) والمصدر من نوع (Cu-K_α).

في بحثنا هذا تم دراسة الخواص البصرية للاغشية من قياس طيفي الامتصاصية والنفاذية كدالة للطول الموجي ضمن المنطقة المرئية باستخدام جهاز (Double beam Spectrophotometer uv-visible) لمدى الطول الموجي (300-900)nm حيث حسبت فجوة الطاقة البصرية المباشرة (Eg) ومعامل الامتصاص وعرض الذيول للحالات الموضعية (ΔE_t) وغيرها من الثوابت البصرية.

النتائج والحسابات: تم قياس طيف النفاذية البصرية لاغشية اوكسيد الكادميوم المحضرة بطريقة التحلل الكيميائي الحراري والمرسبة بدرجات حرارية مختلفة

*قسم الفيزياء، كلية العلوم للبنات، جامعة بغداد

كدالة للطول الموجي nm(800-400) كما موضح في الشكل (1). جميع الاغشية ذو نفاذية بصرية ضعيفة بسبب عدم شفافية الاغشية، وهذه تعود إلى ان مجاميع من ذرات Cd لا تتأكسد عند درجة الحرارة القليلة التي تشير إلى العدد الكبير من نقص الاوكسجين لذلك تقل النفاذية لهذه الاغشية وهذا يتفق مع المنشور[14].

وان افضل منحني نفاذية عند درجة حرارة 500°C، حيث يبدي سلوكاً مطابقاً لسلوك منحني النفاذية لاوكسيدات التوصيل الشفافة، حيث تزداد النفاذية بشكل مفاجئ عند منطقة حافة القطع مما يؤكد ان فجوة الطاقة للغشاء المحضر بهذه الطريقة هي من النوع المباشر (Direct band gap).

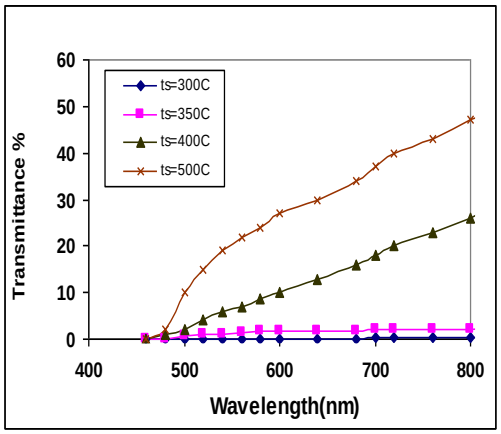
تم حساب معامل الامتصاص من طيف الامتصاصية كما موضح في الشكل (2) حيث يكون قيم معامل الامتصاص في اغشية CdO من الرتبة $10^4 cm^{-1}$ التي تدل على ان الانتقال من النوع المباشر، حيث لوحظ من الرسم البياني انه يبدي سلوكاً مثالياً حيث يمكن تمييز حافة الامتصاص لهذه الاغشية عند الطاقة 2.5 e.V.

يوضح الشكل (3) طريقة حساب فجوة الطاقة المباشرة المسموحة لاغشية CdO حيث نجد ان قيمتها 2.5e.V وهذه القيمة تتفق مع ما منشور سابقاً[7]. وان قيم فجوة الطاقة المباشرة الممنوعة وفجوة الطاقة غير المباشرة المسموحة والممنوعة تعطي قيماً مشابهة لقيمة فجوة الطاقة المباشرة المسموحة مما يؤكد ان هذه الانتقالات غير سائدة وان الانتقال السائد هو من النوع المباشر المسموح وهذه النتيجة تؤيدها الكثير من البحوث[16، 15].

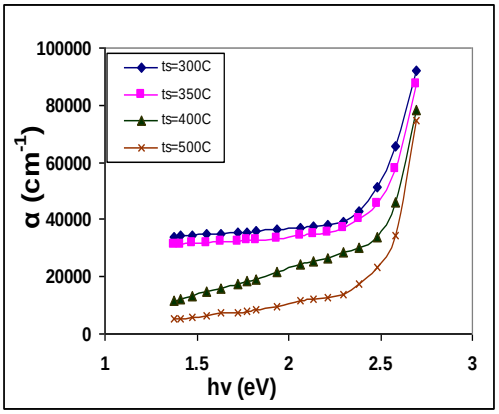
حسبت عرض الذيول للحالات الموضعية (ΔE_t)، أو ما تسمى حافة الامتصاص الاساسية (اورباخ)[17]. من الشكل البياني (4) الذي يوضح تغير $\ln\alpha$ مع $\hbar\omega$ لاغشية CdO حيث ان قيمة (ΔE_t) هي مقلوب ميل المستقيم، لوحظ هناك تناقص في قيم ΔE عند زيادة درجة حرارة القاعدة وان النقصان يعزى إلى ان درجة الحرارة العالية تقلل من العيوب البلورية والحالات الموضعية مثل الفراغات (Voids) والاواصر المتدلية (Danling bonds) والتي تزيد من تبلور اغشية CdO[18]. ان قيمة عرض الذيول تقل من 0.45e.V إلى 0.2e.V.

الاستنتاجات:

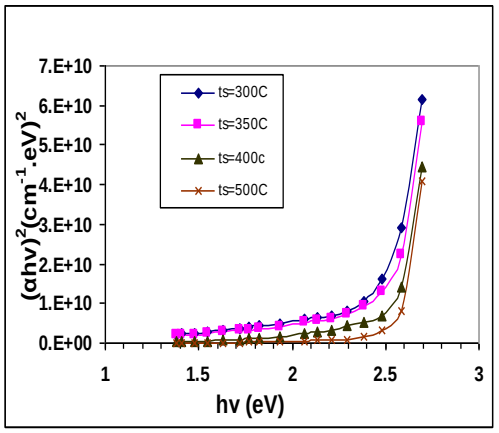
1. تحليل طيف uv-vis لهذه الاغشية تدل على ان الانتقال الالكتروني للمادة هي من النوع المباشر وان فجوة الطاقة تتغير من (2.5-2.58)eV.
2. قيم عرض الذيول للحالات الموضعية تتناقص عند زيادة درجة حرارة القاعدة وهذا يدل على ان درجة الحرارة العالية تقلل من العيوب البلورية وهذه تزيد من تبلور الاغشية.



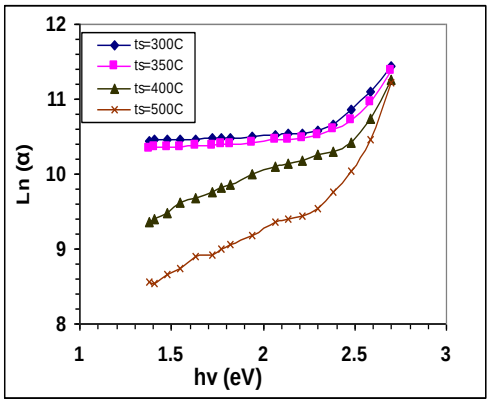
الشكل (1): منحني النفاذية البصرية كدالة للطول الموجي لاغشية CdO المحضرة بدرجات حرارية مختلفة



الشكل (2): طيف معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لاغشية CdO



الشكل (3): يوضح فجوة الطاقة البصرية المباشرة المسموحة لاغشية CdO



الشكل (4): تغير لوغاريتم معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون لاغشية CdO

المصادر:

1. R. Jayakrishnan, G. Hodes, Thin Solid Films 440,19(2003).
2. P.K. Biswasa, A. Dea, N.G. Pramanika, P.K. Chakraborty, K. Ortner, V. Hock, S. Korder, Mater. Lett. 57, 2326 (2003).
3. P.S. Patil, Mater., Chem., Phys. 59, 185(1999).
4. Chopra K.L. and Ranyan Das S., Thin Film Solar Cells, Plenum Press, New Yok (1993).
5. A. T. Hunt, J.K. Cochran, and W.B. Carter, "Combustion Chemical Vapor Deposition of Films and Coatings", V.S. Patent Number 5, 652, 021, July 1997.
6. Z. Zhao, M. Vinson, T. Neumullev, J. E. McEntyre, F. Fortunato, and A.T. Hunt, 29 "IEEE VSC New Orieans 20-24th May, 2002.
7. J. Bellingham, W. Philips and C. Adkins, J. Phys. Condens, Matter, 2(1990) 6207.
8. R.S. Rusu, J. of optoelectronics and advanced Materials. Vol.7, No.2, April 2005, P.823-828.
9. H.T. Derraz, N. Benramdance, D. Nacer, A. Bouzidi, M. Medles., Sol. Energy. Mat. Sol. C73, 249(2002).
10. F.C. Gandarilla, A.M.Acevedo., O. Vigil, M.H. Garduno, L. Vaillant, G.C. Puente, Mater, Chem. Phys.78, 840(2003).
11. P. Shindov, Electronics, 22-24 September (2004).
12. Choi Y.S., Lee C.G. and Cho S.M., Thin Solid Films 153, 289 (1996).
13. Hashimoto, N. kahara, T. Negami, N. Nishitani and T. Wada, Solar Energy Materials and Solar Cells 50, i71, (1998).
14. H.A. Mohammed, H.A.Ali, S.H. Mohammed and M.M. Abd El-Raheem., Eur.Phys.J.Appl. Phys. 34, 7-12(2006).
15. S. Naseem, U. Rauf, and N. Malik, Thin Solid Films, 156(1988) 161.
16. A. Bhardwaj, B. Gupta, A. Raza A. Sharma and O.Agnihotri, Soalr Cells, 5 (1982)3.
17. F.Urback, Phys. Rev. 92, (1953) 1324.
18. H.M.Ali, H.A. Mohammed, S.H.Mohammed, Eur.Phys. J.Appl.Phys. 31, 87 (2005).

Optical properties of CdO thin films

S.K.kalil*

* Department of Physics, College of Science for women, Baghdad University

Abstract

Cadmium Oxide thin films were deposited on glass substrate by spray pyrolysis technique at different temperatures (300,350,400, 500)^{o}C. The optical properties of the films were studied in this work. The optical band-gap was determined from absorption spectra, it was found that the optical band-gap was within the range of (2.5-2.56)eV also width of localized states and another optical properties.