

دراسة الخصائص البصرية لأغشية أكاسيد النحاس المحضرة بطريقة الترسيب بواسطة الليزر

مسلم فاضل و هبة سلام

الجامعة التكنولوجية، قسم العلوم التطبيقية.

الخلاصة

في هذا البحث تم ترسيب أغشية من أكاسيد النحاس CuO, Cu_2O على قواعد من الزجاج باستخدام تقنية الترسيب بواسطة ليزر Nd-YAG النبضي. أوضحت النتائج التركيبية ان الأغشية المحضرة متعددة التبلور polycrystalline. اما القياسات البصرية فقد تم تحديد طيف النفاذية والامتصاصية كدالة للطول الموجي الساقط ومعامل الامتصاص ومعامل التخميد وقيمة معامل الانكسار المركب وقيمة ونوع فجوة الطاقة كدالة لطاقة الفوتون فقد وجد ان فجوة الطاقة لمادة Cu_2O (2 eV) ولمادة CuO (1.7 eV) والغشاء ذو انتقال مباشر.

المقدمة

(700mJ) و امد نبضة (10ns) صنع من قبل شركة (siemens), وشملت منظومة الترسيب على حجرة تبخير تتكون من ناقوس زجاجي (Bell jar) مصنع من زجاج البايركس بسلك 10mm وقطر 320mm وارتفاع 20cm ومنظومة تقريع تكونت من مضخة ميكانيكية دوارة نوع Edward حيث أوطأ قيمة للفراغ تم الحصول عليه من هذه المضخة هو 10^{-3} torr وتضمن الجانب العملي القياسات التركيبية التي شملت:

1- حيود الأشعة السينية وذلك للتعرف على البنى الطورية للأغشية باستخدام جهاز حيود الأشعة السينية نوع (Phillips PW 1050) الذي يعمل بطول موجي 1.93728\AA من مصدر $Fe-K\alpha$.

2- طبوغرافية السطح باستخدام المجهر الضوئي العاكس نوع leit3-Metallax بقدرة تكبير 10^3 مرة. وشملت القياسات البصرية حساب الثوابت البصرية وقيمة فجوة الطاقة لكل من الغشاء (CuO, Cu_2O) وذلك عن طريق دراسة طيفي النفاذية والامتصاصية للأغشية المحضرة باستخدام مطياف من نوع UV-VIS-NIR-Double beam spectrophotometer

النتائج والمناقشة

1- القياسات التركيبية

يوضح الشكل (1) نتائج حيود الأشعة السينية لغشاء (CuO, Cu_2O) حيث نجد ان الأغشية المحضرة متعددة التبلور كما في الشكل (1a) حيث امتلك المستويات البلورية

منذ تصنيع أول منظومة ليزر في بداية الستينات ومجالات استخدام الليزر في تزايد بحيث لم يعد هناك مجالاً لم يدخله الليزر ولقد تمكن الباحثون من تبخير مواد يصعب تبخيرها بالطرق الأخرى [1],[2]. واوكسيد النحاس يعتبر واحد من أهم المواد التي تدخل في التطبيقات الالكترونية ضوئية [4] [3].

غشاء اوكسيد النحاس يمتلك توصيلية موجبة وقيمة فجوة الطاقة (2 eV)، (1.7 eV) لغشاء (CuO, Cu_2O) على التوالي [6],[5]. ولغشاء اوكسيد النحاس تطبيقات كثيرة في الكواشف والخلايا الشمسية الهجينة [7] وعند تليدين غشاء Cu_2O بدرجة حرارة 300C يتحول إلى غشاء CuO [8-10].

تحظى الأغشية الرقيقة متعددة التبلور من أشباه الموصلات بأهمية بالغة في صناعة النماذج الالكترونية والكهربصرية بسبب معامل امتصاصها العالي وكلفة تصنيعها الواطئة [2]. وغشاء اوكسيد النحاس (CuO, Cu_2O) يمتلك معامل امتصاص بصرية تجعله ملائم في تصنيع الخلايا الشمسية ذات الأغشية الرقيقة [5].

الجانب العملي

جرى في هذا البحث ترسيب غشاء رقيق من اوكسيد النحاس (CuO, Cu_2O) بسلك (200nm) على قاعدة من الزجاج ذات إبعاد (2.5cm X 7cm) وذلك باستخدام تقنية الترسيب بواسطة ليزر Nd-YAG النبضي ذو طاقة

مسلم فاضل

القواطع (620 nm),(729 nm) لمادتي (CuO,Cu₂O) على الترتيب حيث يمكن قياس الطول الموجي القاطع من المعادلة ادناه:

$$I_c (nm) = \frac{1.24}{E_g (eV)} \dots\dots\dots (2)$$

والشكل (7) يبين تغير معامل الخمود (K_o) كدالة لطاقة الفوتون لغشاء (CuO,Cu₂O) تم حسابها من المعادلة ادناه:

$$k_o = \frac{aI}{4p} \dots\dots\dots (2)$$

اذ نلاحظ ان هناك زيادة تدريجية لقيم معامل الخمود عند الطاقة الفوتونية الاقل من حافة الامتصاص تعقبها زيادة واضحة ضمن الطاقات eV (1.5-2.1) للغشاء Cu₂O في حين يتعقبها نقصان في معامل الخمود في الغشاء CuO كما هو في الشكل (6b) وهذه الزيادة تدل على حدوث إنتقالات إلكترونية بين حزمتي التكافؤ والتوصيل والتي أدت إلى زيادة معامل الإمتصاص ومن ثم زيادة واضحة في معامل الخمود.

اذ يبين الشكل (8) قيمة الانعكاسية (R) كدالة للطول الموجي لغشاء (CuO,Cu₂O) إذ نلاحظ أن الإنعكاسيه تزداد تدريجياً ولمدى الاطوال الموجية الاقصر ثم تبدأ بالإخفاض البطيء للطوال الموجية الاطول وتفسير ذلك ان الإمتصاصيه تكون قليلة جداً عند الطاقات الفوتونية الأقل من قيمة فجوة الطاقة تقريباً.

ومن الشكل (9) نلاحظ تغير معامل الإنكسار كدالة لطاقة الفوتون لغشاء (CuO,Cu₂O) حيث ان اعلى قيمة تم الحصول عليها 2.5 وهي التي تقابل فجوة الطاقة تقريباً.

الاستنتاجات

من النتائج التي حصلنا عليها تبين:

1- الأغشية الرقيقة (CuO,Cu₂O) المحضرة بطريقة الترسيب بواسطة الليزر وتحت ظروف التحضير المذكورة سابقاً ذات تركيب متعدد التبلور.

2-تمتلك هذه الأغشية وفي ظروف التحضير المستخدمة

في هذا البحث إنتقالات إلكترونية مباشرة مسموحة فقط.

(111) و(200) بينما الشكل (1b) امتلك المستويات (222) و(100) وهذا متطابق مع نتائج السابقة [11] والشكل (2) يوضح صورة لغشاء (CuO,Cu₂O) بالمجهر الضوئي حيث يمتلك كل من غشاء (CuO,Cu₂O) صورة طبوغرافية ويتضح منها التجانس للغشاء على كل مساحة مع وجود كتل صغيرة من ذرات المادة متطايرة ومترسبة على الغشاء وهذا يحصل عند تحضير الأغشية بتقنية الترسيب بشعاع الليزر [10].

2- القياسات البصرية

يوضح الشكل (3) طيف النفاذية للأغشية المرسبة على القواعد الزجاجية كدالة للطول الموجي الساقط ويلاحظ ان نفاذية غشاء (CuO,Cu₂O) تزداد بشكل سريع كلما زاد الطول الموجي أي من (400-900nm)، ويبين الشكل (4) علاقة الامتصاصية (α) لغشاء (CuO,Cu₂O) مع الطول الموجي الساقط (λ) ويلاحظ ان قيمة الامتصاصية تزداد بشكل ضئيل في منطقة الطاقات الواطئة (الأطوال الموجية الطويلة) فيما تصبح الزيادة سريعة في منطقة الطاقات الأعلى (الأطوال الموجية الأقصر) اما الشكل (5) فيمثل معامل امتصاص لغشاء كدالة لطاقة الفوتون hv الساقط لغشاءين (CuO,Cu₂O) كما هو واضح من الرسم اذ نلاحظ ان قيمتهما أكبر من (10⁴cm⁻¹) لمدى الطاقات eV (3-1.4) ان هذه القيمة تتزايد مع زيادة طاقة الفوتون وهذا يساعد على توقع حدوث إنتقالات إلكترونية مباشرة ضمن مدى الطاقات في أعلاه جرى رسم علاقة ما بين مربع قيمة معامل الامتصاص (αhv)² وطاقة الفوتون الساقط (hv) كما الشكل (6) وذلك لتحديد قيمة ونوع فجوة الطاقة حيث وجد ان قيمة فجوة الطاقة للغشاء CuO (1.7 eV) و(2 eV) للغشاء Cu₂O وهذه القيم متوافقة مع قيم المستحصلة في بحوث ونتائج سابقة مصدر [12],[13] تم الحصول على علاقة خطية لمادتي (CuO,Cu₂O) وهذا يؤكد ان الأغشية ذات فجوة طاقة مباشرة وان عملية الامتصاص الأساسية المباشرة المسموحة هي السائدة وان قيمة معامل الامتصاص تعطى كالآتي :

$$\alpha = A[hv - E_g]^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

حيث A ثابت E_g فجوة الطاقة وكانت قيمة α حوالي (8.5*10⁴ cm⁻¹), (7.5*10⁴ cm⁻¹) عند الطول الموجي

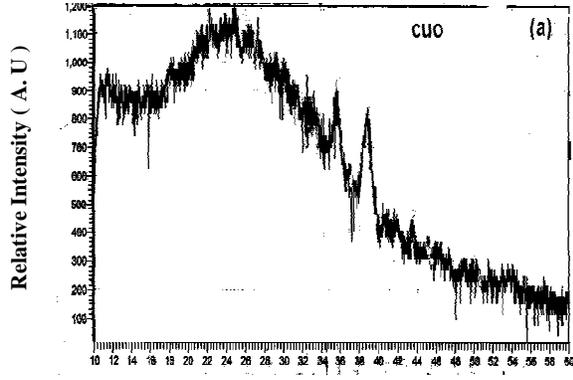
المصادر

- [1] V.S. Ban & D.A. Kramer. j. Mater.Sci. vol.5 p.978-982, 1970.
- [2] Kuskvosky, I.L.& Tian, C.L. PHY.Rev. vol.29, p.1-8, 2001.
- [3] A.E. Rakhshan, Solid State Electronic , vol.29, No.1,p.7-17, 1986.
- [4] J.R. Areland, J.G. Zhang, Solid State Electronic vol.29, p. 84-89, 2004.
- [5] N. Serin, T. Serin, S. Horzum j.Semiconductors Science and Technology, vol.20, p.398-410, 2005.
- [6] A.V. Noskov, E.P. Grishina, Y. Celik, Protection of Mterials, vol.42.No.2 p.149-152, 2006.
- [7] A. Sivasanker reddy, S. vthanna, p.Sreedharq reddy, Applied Suface Science vol.253, p.5287-5292, 2007.
- [8] Ming Yin, Chun Kweiwn, Yongbing Lou, articles published on web 2005
- [9] Yatendra S. Chandhary, International journal of Hydrogen Energy vol.29 p.131-134, 2004.
- [10] P. Stefanov, Applied Surface Science vol.253, p.1046-1050, 2006.
- [11] A. A.Kalaf, Msc. Thesis, Al-Mustansiriyah University (1989).
- [12] A.Y. Oral, Mterial Chemsyty vol.83, p.140-144, 2004.
- [13] M.I. Ali, S.M. Jasim, Q.A. Sbbar, Iraqi journal of Applied Physics letters vol.1, No.2, 2008.

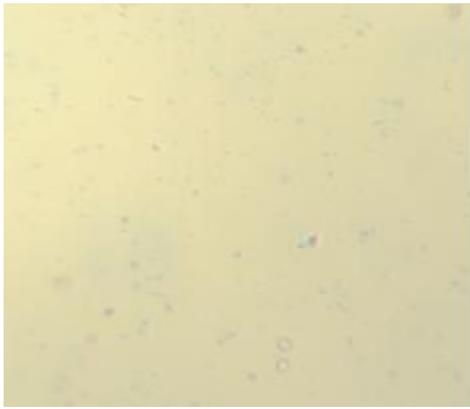
Abstract

In this work, thin films of CuO, Cu₂O were deposited on glass substrates using pulse laser deposition technique. The Structure Characterization of the film was carried out with XRD. The results of XRD show that all samples have a polycrystalline structure, The optical measurements on the deposited films were performed to determine the transmission spectrum and the absorption coefficient as a function of incident wavelength. Then from the optical parameters, extinction coefficient, value and type of energy gap, type of the dominant absorption processes, refractive index as functions of incident photon energy, were determined. The Energy gap is found to be equal to 2 eV for Cu₂O and 1.7 eV for CuO that is direct transfer.

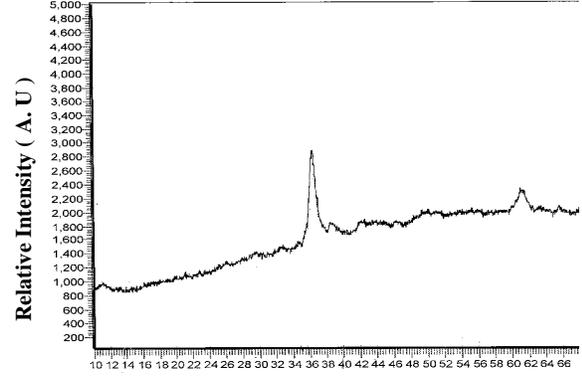
مسلم فاضل



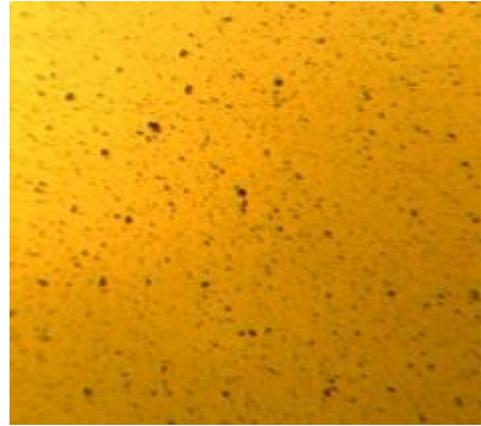
الشكل 1b يمثل حيود الأشعة السينية لغشاء CuO.



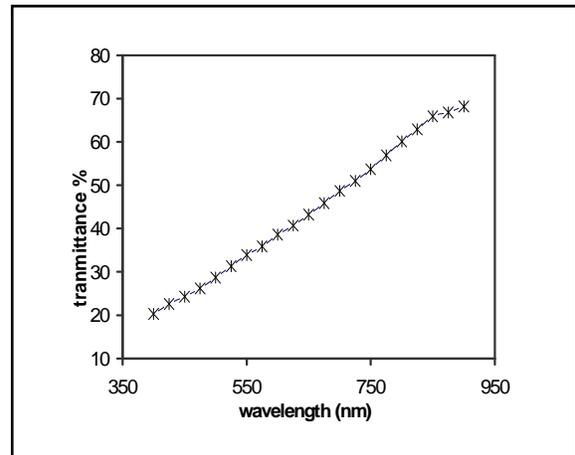
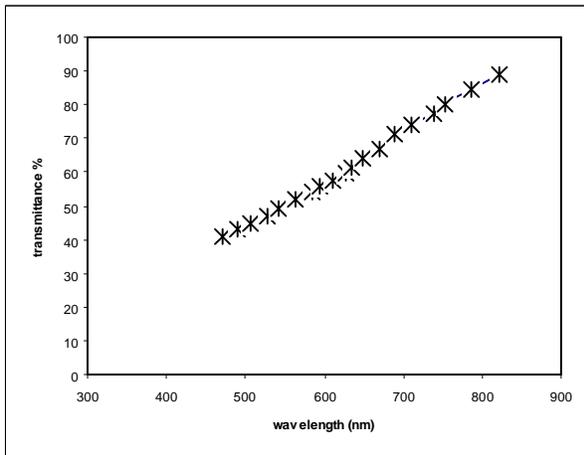
الشكل 2b يوضح صورة لغشاء (CuO) بالمجهر الضوئي.

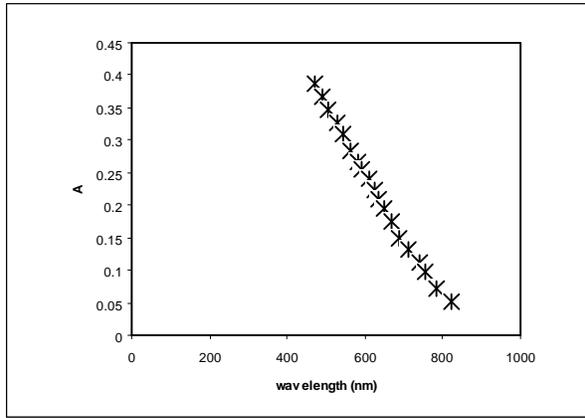


الشكل 1a يمثل حيود الأشعة السينية لغشاء Cu₂O.

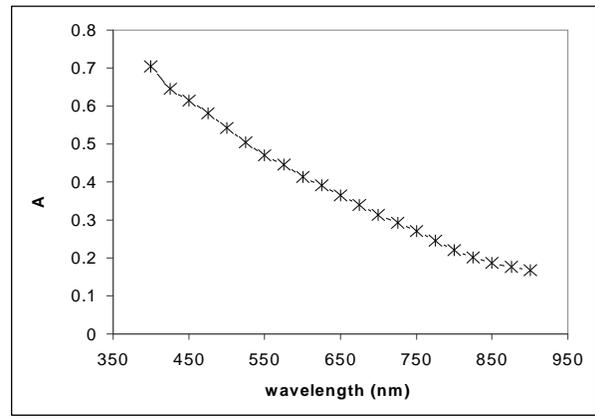


الشكل 2a يوضح صورة لغشاء (Cu₂O) بالمجهر الضوئي.

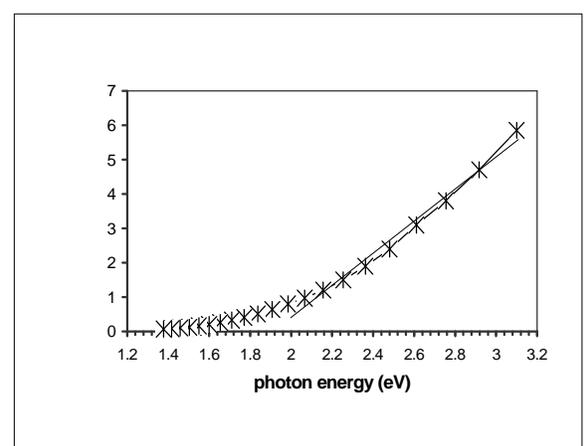
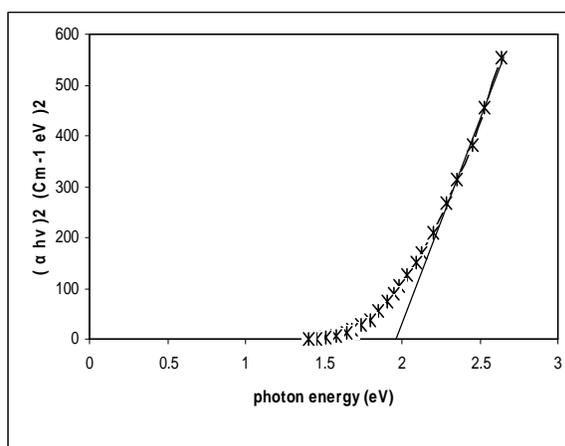
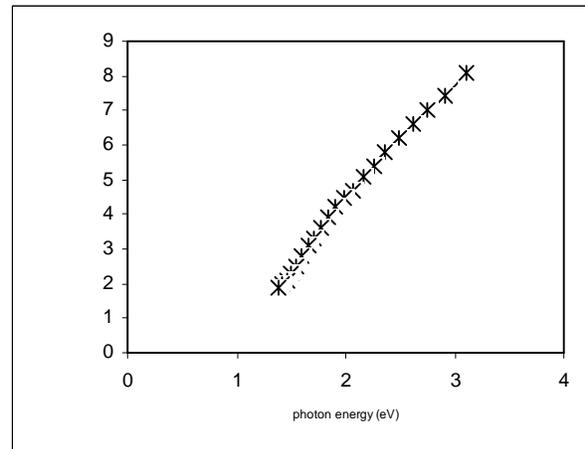
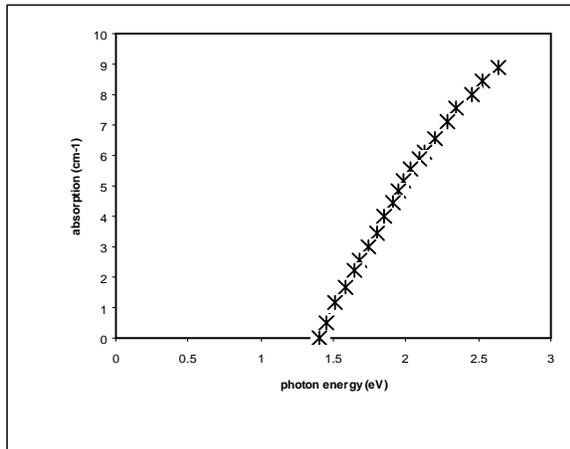




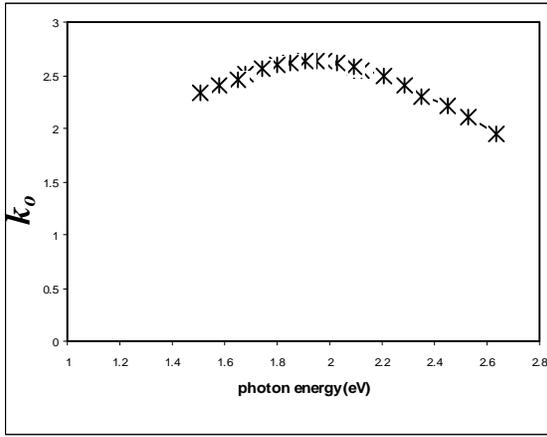
شكل 4b تغير الامتصاصية كدالة للطول الموجي الغشاء .CuO



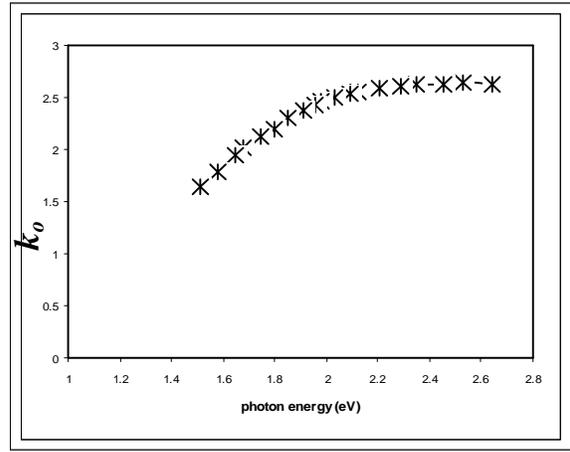
الشكل 4a يمثل امتصاصية الغشاء Cu₂O.



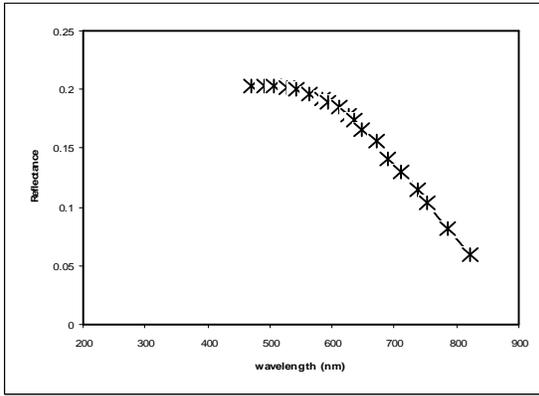
مسلم فاضل



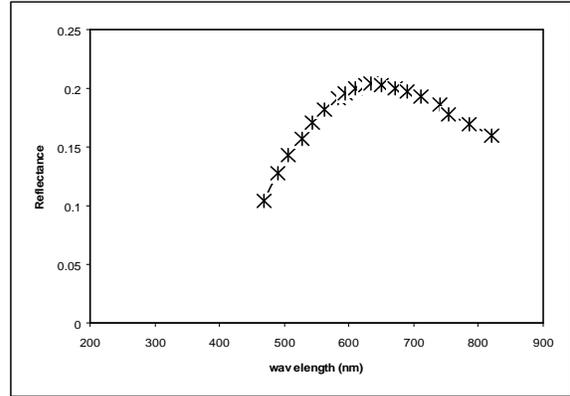
الشكل 7b يمثل معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون للغشاء CuO .



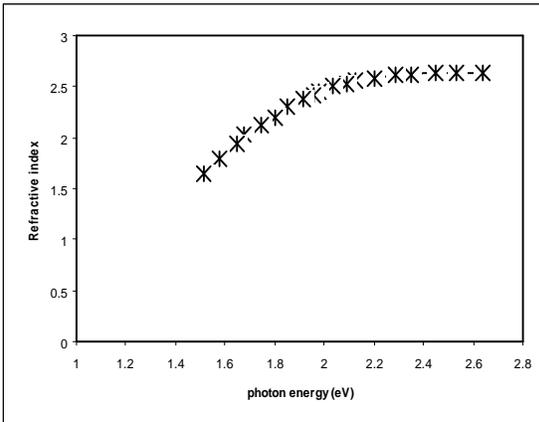
الشكل 7a يمثل معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون للغشاء Cu_2O .



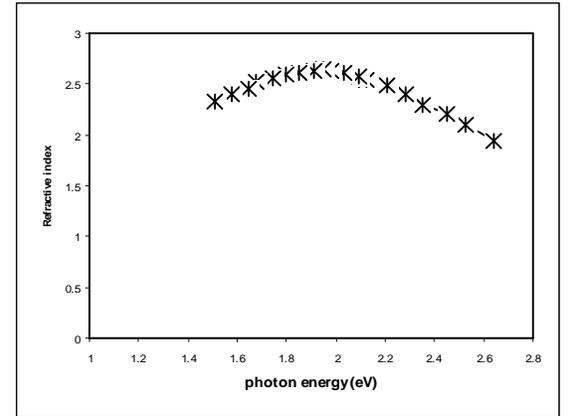
الشكل 8b يمثل الانعكاس كدالة للطول الموجي للغشاء CuO .



الشكل 8a يمثل الانعكاس كدالة للطول الموجي للغشاء Cu_2O .



الشكل 9b يمثل معامل الانعكاس كدالة لطاقة الفوتون للغشاء CuO .



الشكل 9a يمثل معامل الانعكاس كدالة لطاقة الفوتون للغشاء Cu_2O .