

الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية CdS:20%In المحضرة بطريقة التبخير الثنائي

منى مهدي صالح*

استلام البحث 11، حزيران، 2009
قبول النشر 1، تشرين الاول، 2009

الخلاصة:

تم في هذا البحث تحضير أغشية CdS:In بواسطة التبخير الثنائي في الفراغ بسمك⁰(7500A) عند التركيز (In) % (20) على ارضية زجاجية درجة حرارتها 100c⁰ وتمت دراسة خصائصها التركيبية والبصرية. أظهرت النتائج ان جميع الاغشية متعددة التبلور وان التشويب بالانديوم أدى الى ارتفاع هذه القيم، كما ان التشويب أدى الى زيادة قيم معامل الامتصاص ومعامل الانكسار وثابت العزل الخيالي وتناقص في قيم فجوة الطاقة ونقصان في قيم الانعكاسية ومعامل الانكسار وثابت العزل الكهربائي الحقيقي.

الكلمات المفتاحية: (Optical Properties of CdS:In):

المقدمة

والمطعم بالانديوم بالتبخير الحراري المشترك على ارضية زجاجية بسمك⁰(7500A) وتشخيص طبيعة التبلور لمادة الاغشية قبل وبعد التطعيم باستعمال جهاز حيود الاشعة السينية واجراء القياسات البصرية لجميع الاغشية لحساب الثوابت البصرية.

المواد وطرائق العمل:

تحضير الاغشية: تم تحضير اغشية CdS الرقيقة باستعمال منظومة تبخير من نوع (Edward E306A) تحت ضغط واطى بنحو (10⁻⁶ torr) مع مراعاة التنظيف الكامل للمنظومة لازالة جميع بقايا المواد المترسبة من عمليات التبخر السابقة لان وجود تلك الشوائب يؤثر في نقاوة الغشاء. ويتم وضع مادة CdS في حويض المولبدنيوم ذي الغطاء المثقب لمنع تطاير مادة CdS خلال عملية التبخر اذ يتم ترسيب مادة CdS بسمك⁰(7500A) عند درجة حرارة الارضية 100c⁰ على قواعد زجاجية من نوع (soda glass)

عملية التطعيم: ان هناك عدة طرائق لادخال الشوائب في المواد شبه الموصله اذ اتبعت طريقة التبخير الحراري المشترك (Thermal Co-evaporation) في تحضير اغشية CdS المطعمة بالانديوم عالي النقاوة %99.999 بسمك (20nm) باستخدام الطريقة الوزنية باستعمال حويضين في ان واحد احدهما من المولبدنيوم لتبخير الانديوم والاخر من مادة التنتكستن كما في الشكل (1).

ان مادة CdS من مركبات أشباه الموصلات وتتشكل من عناصر المجموعة الثانية II والمجموعة السادسة VI في الجدول الدوري وحظيت باهتمام ملحوظ خلال السنوات الاخيرة بسبب اثباتها نجاحا في تطبيقات التوصيلية الضوئية فضلا عن النباث الفولتوفولتائية [2,1] اذ اصبحت مادة مهمة في صناعة الخلايا الشمسية. ان مادة كبريتد الكاديوم هي واحدة من أشباه الموصلات الواسعة الانتشار تمت دراستها بتحضيرها على هيئة أغشية رقيقة بمختلف الطرائق مثل الترذد والتبخير الحراري في الفراغ والرش الكيمياوي [4,3] وتم تطعيمها بمختلف المواد اعتمادا على تطبيقات الغشاء. تم اختيار مادة الانديوم In لتطعيم اغشية CdS فهو من عناصر المجموعة الثالثة وله تطبيقات عديدة في تقنيات أشباه الموصلات والتقنيات الالكترونية اذ ان اول مجال استعمل فيه هو صنع مرابا فانقة الجودة للاجهزة الفلكية والمصابيح الكاشفة نظرا لمقاومته الظروف الجوية بدرجة عالية [5] . وتعد امكانية تحضير اكثر المواد على هيئة اغشية رقيقة احدي التقنيات المهمة للحصول على صفات جديدة للمواد ففي منتصف القرن التاسع عشر بدأ العمل في مجال تحضير الاغشية الرقيقة ولقد مرت بمراحل تطور سريعة نتيجة تميزها بخصائص اساسية مثل الدقة والنقل في الحجم وبمرور السنين طور العلماء تقنيات عديدة وصولا الى تقنية التبخر الثنائي (المشترك) في الفراغ التي تم اكتشافها من العالم هوكارث Hogarth عام 1968 [6] . تكمن فكرة البحث في تحضير اغشية رقيقة من المركب CdS النقي بتقنية التبخر الحراري

اذ α : معامل الامتصاص
A: الامتصاصية
d : سمك الغشاء

ومعامل الخمود يعتمد على معامل الامتصاص وفقا للعلاقة [8]:

$$\kappa = \alpha \cdot \lambda / 4\pi \dots \dots \dots (6)$$

اذ ان κ :معامل الخمود
 λ :الطول الموجي

ومن خلال معامل الخمود والانعكاسية يمكن حساب معامل الانكسار وفقا للعلاقة [9] :

$$n = [(1+R/1-R)^2 - (\kappa^2 + 1)^{1/2} + [(1+R)/(1-R)] \dots (4)$$

وتم حساب فجوة الطاقة للانتقال المسموح بالاعتماد على العلاقة الآتية :

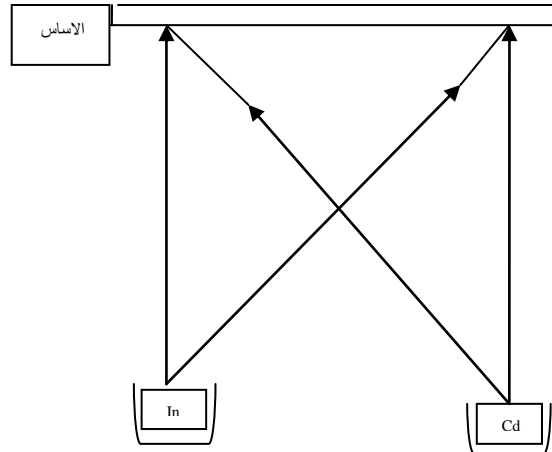
$$(\alpha h\nu)^2 = \alpha^2 (h\nu - E_g) \dots \dots \dots (5)$$

اذ ان $(h\nu)$:طاقة الفوتون
 E_g :فجوة الطاقة

النتائج والمناقشة:

1- الخواص التركيبية Structural properties

حيود الأشعة السينية : لغرض التعرف على الخصائص التركيبية لأغشية CdS النقية والمشوبة بالانديوم تم فحصها بجهاز حيود الأشعة السينية، إذ أظهرت النتائج ان جميع الأغشية متعددة التبلور ذات حجوم بلورية كبيرة واتجاه بلوري (002) وهذا يتطابق مع ماتوصل اليه الباحث Ray واخرون [10] . كما موضح في الشكل (2) ومن الملاحظ ان الأغشية المحضرة ذات تركيب سداسي لأغشية CdS النقية والمشوبة [11, 12] وهذه النتائج متوافقة مع جداول (A.S.T.M) مع زيادة ملحوظة في ارتفاع القمم لغشاء CdS:In وهذا الارتفاع ناجم من زيادة حجم الحبيبات البلورية وذلك لان اضافة الشوائب تعمل على زيادة تبلور الأغشية بالاتجاه (002) مما يؤدي الى تقليل العيوب البلورية [13] .



شكل (1) يوضح طريقة التبخير الثنائي CdS و In

3- القياسات

بعد الانتهاء من عملية تحضير الأغشية تجري عليها القياسات الآتية:

- **حيود الأشعة السينية:** لغرض التعرف على تركيب أغشية CdS و CdS:In باستعمال جهاز X-ray Diffractometer من نوع Phillips.

- **قياس سمك الغشاء :** وهو من الأمور الواجب السيطرة عليها بدقة نظرا لأهميته في التحكم بخواص الغشاء فقد تم اتباع أسلوبين في قياس السمك أولهما: الأسلوب التقريبي (الطريقة الوزنية) ويكون خلال مرحلة اعداد الغشاء والأسلوب الثاني الدقيق: (طريقة التداخل الضوئي) بعد مرحلة اعداد الغشاء.

-القياسات البصرية:

و تشمل طيف النفاذية والامتصاصية ولمدى الأطوال الموجية (330-900 nm) لأغشية CdS النقية والمشوبة بعنصر (In) بوساطة جهاز (UV/VIS Spectrophotometer P4-8800) ذي الحزمتين المجهز من شركة (Phillips). وتم حساب الانعكاسية من طيفي الامتصاصية والنفاذية بالاعتماد على العلاقة الآتية [7] :

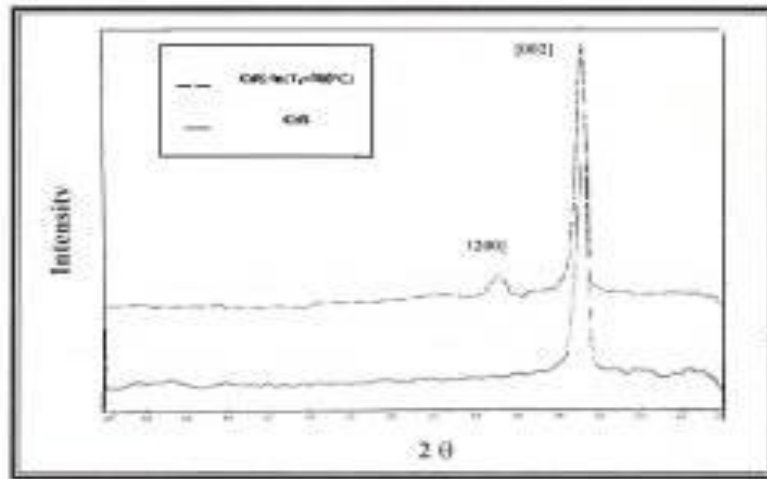
$$R = 1 - A - T \dots \dots \dots (1)$$

A: الامتصاصية

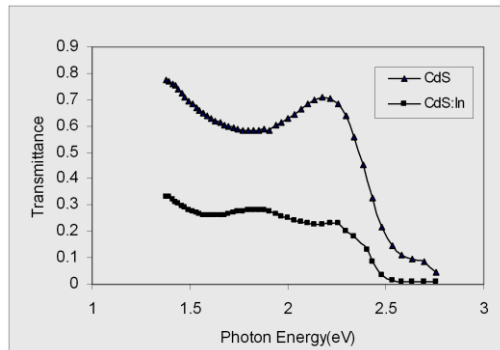
T: النفاذية

وان معامل الامتصاص تم حسابه من طيف الامتصاصية بحسب المعادلة [8]:

$$\alpha = 2.303A/d \dots \dots \dots (2)$$

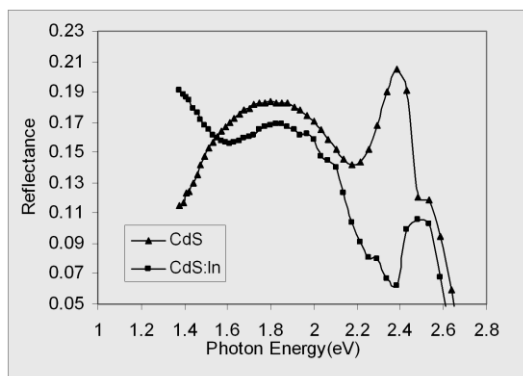


شكل (2) يوضح الخصائص التركيبية لاغشية CdS و CdS:In



شكل (4): طيف النفاذية لغشاء CdS و CdS:In بوصفه دالة لطاقة الفوتون

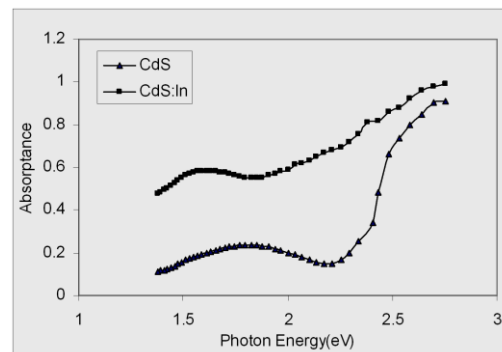
اما الشكل (5) فيبين تغير الانعكاسية بوصفها دالة لطاقة الفوتون لغشاء CdS و CdS:In التي تم حسابها بالاعتماد على العلاقة (1) اذ نلاحظ ان الانعكاسية تزداد مع طاقة الفوتون ثم تبدأ بالانخفاض ثم زيادة سريعة عند الطاقات الفوتونية العالية اذ تتولد ذروة (قمة) في منحنيات الانعكاسية عند الطاقات المقابلة لفجوة الطاقة التي تتراوح من (2.2-2.4 eV) وتقل الانعكاسية عند الطاقات العالية.



شكل (5): طيف الانعكاسية لغشاء CdS و CdS:In بوصفها دالة لطاقة الفوتون

2- الخصائص البصرية

تم قياس اطيف الامتصاصية والنفاذية للاغشية المحضرة من مادة CdS والمطعمة بالانديوم اذ يوضح الشكلان (4),(3) طيف الامتصاصية والنفاذية بوصفهما دالة لطاقة الفوتون الساقط اذ نلاحظ من هذه الاشكال ان الامتصاصية والنفاذية في حالة الغشاء النقي CdS تمتلكان نفاذية عالية بنحو (77%) عند حافة الامتصاص التي تمثل الحد الفاصل بين منطقة الامتصاص العالي للضوء والمنطقة الشفافة [14]. اما في حالة التشويب لغشاء CdS:In فنلاحظ ان النفاذية تقل بنسبة (33%) وزحف حافة الامتصاص باتجاه جانب الاطوال الموجية القصيرة. وهذا يتفق مع ماتوصل اليه الباحث [15,16].

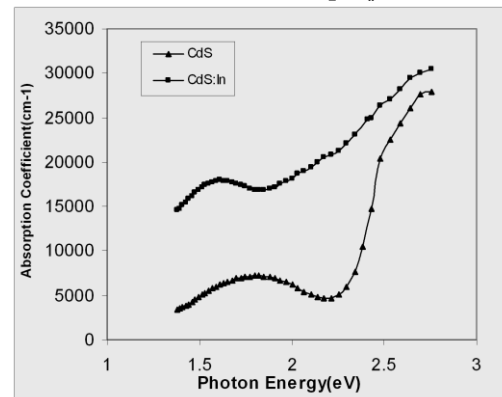


شكل (3): طيف الامتصاصية لغشاء CdS و CdS:In بوصفه دالة لطاقة الفوتون

اما في حالة الاغشية المشوبة فنلاحظ ان الانعكاسية تقل مع طاقة الفوتون ثم تعاود بالارتفاع قليلا بعدها يحصل هبوط سريع بالانعكاسية ثم زيادة سريعة مولدة قمة عند الطاقات الفوتونية العالية التي تتراوح بين (2.4-2.6 eV).

معامل الامتصاص:

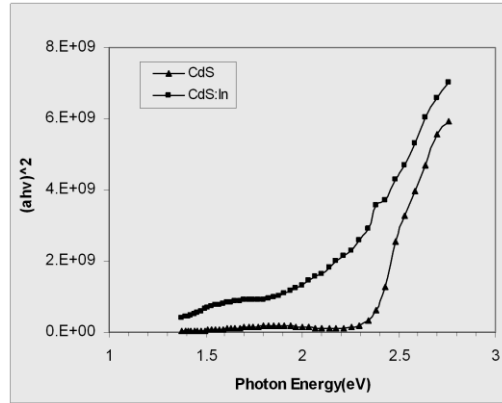
يعد من الثوابت البصرية المهمة وان حسابه قرب حافة الامتصاص الاساس يوفر معلومات مهمة عن تأثير امتصاص الفوتونات الضوئية من المادة في حدوث الانتقالات الالكترونية ومن ثم امكانية تعيين قيمة فجوة الطاقة للمادة ويلاحظ من الشكل (6) ان قيم معامل الامتصاص تزداد تدريجيا مع طاقة الفوتون كما تلاحظ ايضا زيادة سريعة في معامل الامتصاص لمدى الطاقات التي تتراوح (2.25-2.75eV) في حالة الاغشية النقية و(2.25-2.75eV) في حالة الاغشية المطعمة اذ نلاحظ من النتائج ان تأثير التشويب في الامتصاص يبدو واضحا. اذ يزداد معامل الامتصاص في حالة التشويب ويعزى ذلك الى زيادة تركيز ذرات الشوائب الممتصة ومن ثم يزداد معامل الامتصاص للمادة شبه الموصلة وهذا يتفق مع الدراسات السابقة لغشاء CdS المحضرة بطريقة الرش الكيميائي. [17] .



شكل (6) :تغير معامل الامتصاص البصري مع طاقة الفوتون

فجوة الطاقة

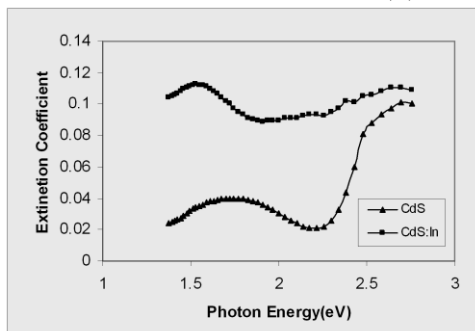
تعد واحدة من أهم الثوابت الفيزيائية في أشباه الموصلات اذ تعتمد على تحديد قيمة هذا الثابت في تصنيع العديد من النماذج الالكترونية مثل الخلايا الشمسية والضوئية والكواشف. تم حساب فجوة الطاقة للانتقال المباشر المسموح باستخدام المعادلة (5) وذلك برسم العلاقة البيانية بين $(\alpha h\nu)^2$ وطاقة الفوتون $(h\nu)$ اذ نحصل على رسم بياني من امتداد الخط المستقيم الذي يقطع المحور $(h\nu)$. لتحديد قيمة فجوة الطاقة للانتقال المباشر المسموح لاغشية CdS و



شكل (7): $(\alpha h\nu)^2$ مع طاقة الفوتون

معامل الخمود Extinction Coefficient

يعرف انه مقدار فقدان في الطاقة بسبب التفاعل بين الضوء وشحنات الوسط وسلوك معامل الامتصاص عند رسم العلاقة بين معامل الخمود وطاقة الفوتون كما موضح في الشكل (8) اذ نلاحظ ان معامل الخمود لاغشية CdS وCdS:In يزداد مع طاقة الفوتون و يليه انخفاض ثم زيادة سريعة لمعامل الخمود عند الطاقات العالية التي هي ضمن المدى (2.7-2) eV. وهذه النتيجة تعكس وجود انتقالات الكترونية مباشرة والشكل (8) يشبه الشكل (6) وذلك لاعتماد معامل الخمود على معامل الامتصاص بحسب العلاقة (3).

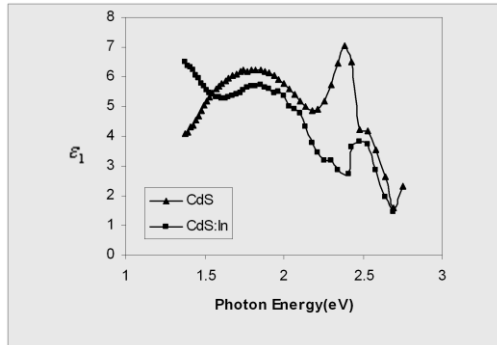


شكل (8): تغير معامل الخمود مع طاقة الفوتون

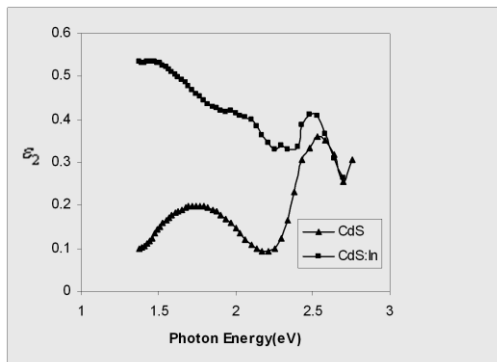
معامل الانكسار Refractive Index

يعرف انه النسبة بين سرعة الموجة في الفراغ الى سرعتها في الوسط وتم حساب معامل الانكسار للاغشية المحضرة بالاعتماد على العلاقة (4) ويبين الشكل (9) تغير معامل الانكسار مع طاقة

لثابت العزل الكهربائي مع طاقة الفوتون مشابه لطبيعة تغير معامل الخمود مع طاقة الفوتون لارتباطه معه ووفقا للعلاقة (7) وهذا يتوافق مع ماتوصل اليه الباحث عند تشويب أغشية CdS بالانديوم [16, 20].



شكل (10) الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي بوصفه دالة لطاقة الفوتون



شكل (11) الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي بوصفه دالة لطاقة الفوتون

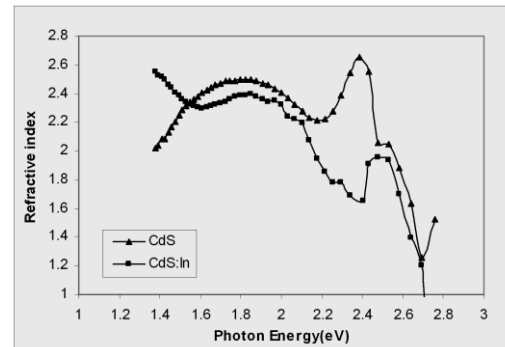
الاستنتاجات

- في ضوء الدراسة الحالية تم استنتاج ما يأتي:
- 1- التشويب يؤدي الى بقاء التركيب متعدد التبلور مع زيادة التبلور بالاتجاه 002.
 - 2- التشويب يؤدي الى زيادة معامل الامتصاص.
 - 3- ان العلاقة بين معامل الامتصاص ومعامل الانكسار والانعكاسية وثابت العزل الكهربائي بجزئيه الحقيقي والخيالي ومعامل الخمود مع طاقة الفوتون هي علاقة أسية وان التشويب لم يغير من طبيعة هذه المنحنيات المذكورة سابقا عما كانت عليه قبل التشويب.
 - 4- التشويب يؤدي الى تقليل فجوة الطاقة للانتقال المسموح والممنوع.

المصادر:

1. Lokhande ,C.D . and Pawar. S.H. 1982." optical and transport

الفوتون وتبين النتائج ان طبيعة تغير معامل الانكسار مع طاقة الفوتون قبل التشويب مشابهه لطبيعة تغير الانعكاسية مع طاقة الفوتون لارتباط معامل الانكسار مع الانعكاسية بموجب المعادلة السابقة . ان قيم معامل الانكسار عند فجوة الطاقة (2.4eV) لغشاء CdS هي (1.65) اما الاغشية المشابهة فكانت قيمة معامل الانكسار (2.65) . ونلاحظ أن القيمة الدنيا لمعامل الانكسار تقابلها قيمة عليا لمعامل الخمود مما يدل على زيادة الامتصاص عند الاطوال الموجية القصيرة بسبب الانتقالات الالكترونية المباشرة [19].



شكل (9): تغير معامل الانكسار مع طاقة الفوتون

ثابت العزل الكهربائي اما ثابت العزل الكهربائي المعقد للوسط فيعطى بالعلاقة الاتية:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - i\varepsilon_2 \dots \dots \dots (5)$$

اذ ان: ε_1 : الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي, ε_2 : الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي.

يتم حساب ثابت العزل الكهربائي بجزئيه الحقيقي والخيالي لاغشية (CdS) من خلال العلاقاتين الاتيتين:

$$\varepsilon_1 = n^2 - \kappa^2 \dots \dots \dots (6)$$

$$\varepsilon_2 = 2n\kappa \dots \dots \dots (7)$$

الشكل (10) يمثل تغير ثابت العزل الحقيقي بوصفه دالة لطاقة الفوتون لاغشية CdS وCdS:In, يلاحظ من الشكل تناقص تدريجي بزيادة طاقة الفوتون ويتصرف مثل تصرف معامل الانكسار لارتباطه مع معامل الانكسار بالعلاقة رقم (6) اذ يكون تأثير معامل الخمود قليلا جدا مقارنة بتأثير معامل الانكسار بالنسبة لاغشية CdS

اما الشكل (11) فيمثل تغير ثابت العزل الخيالي بوصفه دالة لطاقة الفوتون لاغشية (CdS) يلاحظ من الشكل ان طبيعة تغير منحنى الجزء الخيالي

11. Kolhe ,S.and Takwale. M.G.1986. "Solar Energy Materials".13: 203-211.
12. Ramaigh ,K.S. and Sharon. R.M. 1998.J of Materials Science – Materials in Electronics. 9(4).
13. Ates,A., Yildirim, M. kundakci, M.A.and Yildrim. M. 2007. "Invetstigation of Optical and Structural Properties of CdS Thin Films", Chinese J.Phys. 45(2-1):135-141.
14. Cook, R.K. and Christy. R. W. 1980."Optical Properties of Polycrystalline films",J. APPL. Phys. 51(1):160-165.
15. Mathur ,P.C., Sethi, B.R., and Sharma.O.P.1981."Electrontransport n-type CdS single crystals annealed in Cd or In" .J.APPL.Phys. 52(12): 7237.
16. صليوة. 1990. CdS و CdS: In المحضرة "دراسة الخواص الكهربائية والضوئية لاغشية بطريقة الرش الكيميائي الحراري " غسان رسالة مقدمة الى كلية العلوم / جامعة البصرة
17. Abs ,A.K. and AL-Eithan. F.Y.M. 1986. "photocurrent spectroscopy of solution –growth CdS films annealed in CdCl₂ vapor"J.phys.Chem.Solids. 47(10): 933.
18. Davila-Pintle, J.A. and Zelaya-Angel.O. 2006. "Electro-Optical Characterization of In-Situ Indium Doped CdS Thin Films by Chemical.
19. "تأثير التشيع على الخواص . CdS -جاكين هاري". 1998. البصرية لاغشية نجوان المحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري "رسالة ماجستير الجامعة المستنصرية
20. Abdul Ghafor,W.A.S., Ali, S.A. and Flefil. S.S.1990. "In Fluence of Cu-Doped on some Optical properties of Sprayed CdS Thin Films" .J.Bas. Res.16:129-143.
- properties of chemical Bath deposited CdS:Al films",Solid State communications. 44 (8): 1137-1139.
2. Salwan, K.Al-Ani, Ismail,A. W. 2005."characterization of CdS:In/Si Hetero Junction solar cells" ,Iraqi Jof APPI Phys. 1(2) : 13-17.
3. Ugwu,E.I. and Onah, D.U. 2007. "OpticalCharacteristicsof Chemical Bath Deposited CdS Thin Film Characteristics with in UV, Visible, and NIR Radiation", The Pacific Journal of Science and Technology. 8(1):155-161.
4. Ani, S.K.J.Al., Ismail, R.A. and Al-Taay. H.F. 2006."optoelectronic properties n:ICdS;In/p-si heterojunction Photo detecto', J. Mater sci. Mater Electron.17:819-824.
5. CRC Hand book of chemistry and physics Inc1979.59th edition, CRC, press.
6. Hogarth, C.A. and wright, L.A. 1968. "proceeding of Internationl conference of physics of Semiconductors", Moscow.pp 213.
7. Smith R.A.1990. "Semiconductors" , Cambridge,University Press 2nd ed. 1987.
8. Kenneth A. Jones. 1987. "Introduction to optical electronics", John Wiley and Sones, New York. pp 152-181.
9. Alias, M.F. 1998. "Optoelectronicstudy of a Se-Ge-Al a-Si-Ge-Al(As)". H Films, Ph.D. Thesis, University of Baghdad, Department of physics.
10. Ray, S. and Banerjee. R.1980. "Properties of Vacuum-Evaporated CdS Thin Films", Jap.J.APPL. Physics. 19(10): 1889-1895.

Structural and Optical Properties of CdS:20%In Films Prepared by Thermal Co-Evaporation method

*Mona M.Saleh **

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

Abstract:

The CdS;In films of Thickness 7500\AA at (20% In) concentration have been Prepared by double evaporation method in Vacuum on glass substrate at 100c° . Optical and structural Properties have been studied. It has been found that all the films are Polycrystalline with high peak. The Doping the film lead to increase in absorption coefficient, extinction coefficient and imaginary dielectric constant and decreasing the energy of band gap, reflectance, reflective index and real dielectric constant.