استقرارية الصفات الضوئية لاغشية CdS:Al المحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري

منى جايد العيداني

قسم الفيزياء – كلية العلوم /جامعة البصرة

ISSN 1817-2695

الاستلام 2002/6/3, القبول 29/ 2002/6

الملخص

درست الخواص الضوئية للأغشيةCdS: Al المحضرة سابقا" بطريقة الرش الكيميائي الحراري وبنسب وزنية مختلفة على قواعد من الزجاج في درجة حرارة 693^0 K وبسمك يتراوح بين [2.0-5.3] مايكرومتر . حيث اجريت بعد مرور عشرة اعوام من تاريخ تحضيرها. تم حساب كل من معامل الامتصاص , فجوة الطاقة المباشرة وغير المباشرة كدالة لتركيز Alلهذه الاغشية . تبين من خلال دراسة الصفات الضوئية لهذه الاغشية بأنها ذات استقرارية عالية مما يؤكد كفاءة الرش الكيميائي الحراري في تحضير مثل هذه الاغشية . وان فجوة الطاقة تتراوح بين (2.4-2.35) لمدى من التركيز wt% (6 - 0) .

المقدمة

نظرا لأهمية اغشية CdS في مجالات الانتاج الصناعي , فقد اجريت دراسات عديدة على هذه المادة وقد اظهرت هذه الدراسات [1]بان هذه المادة تمتلك مقاومة مناسبة للاستخدام في صناعة العديد من الاجهزة الفولتائية [2] (Photovoltaic-devices) . ولعل اهم تطبيق لاغشية CdS هو استخدامها في صناعة الخلايا الشمسية [3] (Solar cells) بسبب نفاذيتها العالية للاشعاع الشمسي وانعكاسيتها القليلة , ولها اهمية كبيرة في الصناعات الالكترونية مثل الثنائيات البلورية (junction diods) والمقاومات الضوئية [4] (photo-resistance) فقد حضرت بطرق عديدة منها طريقة التبخير تحت الضغط الواطيء (EVAPORATION METHODE) , طريقة الترذيذ (SPUTTERING METHOD), طريقة الترسيب الكيميائي (CHEMICAL VAPOUR DEPOSITION), وطريقة الرش الكيميائي الحراري (SPRAY PYROLYSIS TEQNIQUE) التي يمكن استخدامها لتحضير اغشية رقيقة وبمساحات كبيرة نسبيا" وبسمك متجانس وبسرعة وسهولة اكبر وكلفة انتاجية أقل من الطرائق الاخرى مما يعزز في اهميتها في مجال الانتاج الصناعي [5].

القياسات والنتائج

درست الخواص الضوئية لأغشية CdS:Al وبنسب وزنية مختلفة وبسمك يتراوح بين (2.0-5.3) مايكرو متر المحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري والمخزونة لمدة عشرة اعوام في ظروف مناخية متغيرة من درجة حرارة ورطوبة – [درجة حرارة تتراوح بين (10-50) درجة مئوية ورطوبة نسبية من %(20-85)] لمدى استقرارية هذه الخواص لهذه الأغشية . قيست الامتصاصية (A) باستخدام جهاز قياس الطيف [[Unicam SP8-100 Ultraviolet Spectro Photometer في مدى الاطوال الموجية من (0.2-0.8) مايكرومتر.

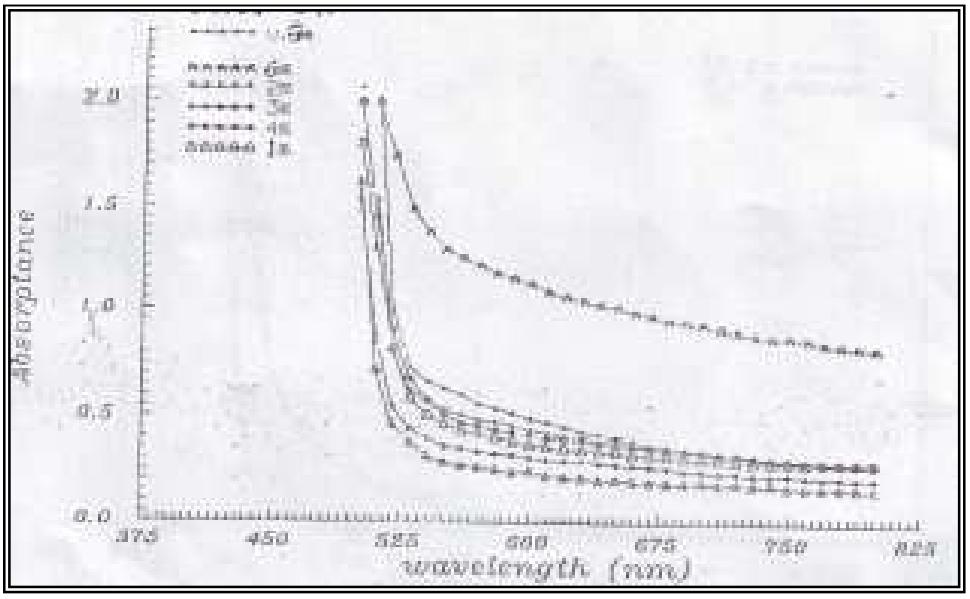
أ – حساب معامل الامتصاص (absorption - coefficient) تم حساب معامل الامتصاص $(\alpha - cm^{-1})$ من العلاقة [6]

$$\left[\alpha = \frac{2.303}{t}(A - A')\text{.....(1)}\right]$$

حيث Aيمثل مقدار الامتصاصية , t سمك الغشاء ,Aَ مقدار التصحيح للامتصاصية . فقد تم التصحيح للانعكاسية بمد خط مستقيم من ذيل منحني الامتصاصية عند الاطوال الموجية القصيرة , ثم نطرح قيمة الامتصاصية للخط المستقيم الذي يمثل Aَ من جميع قيم الامتصاصية للمنحني كما مبين في الشكل (1) الذي يوضح طبيعة تغير الامتصاصية كدالة

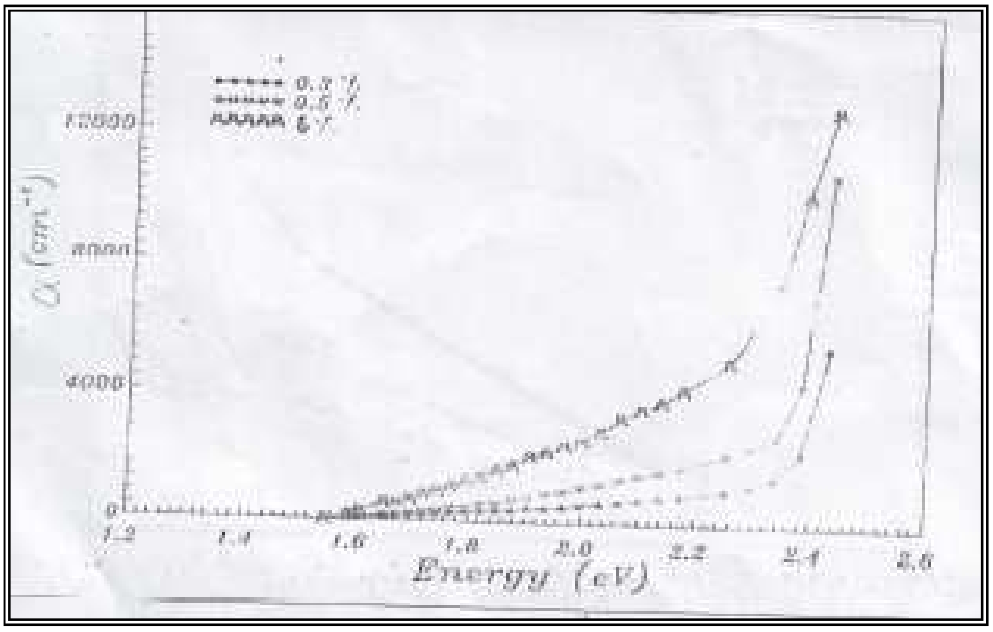
PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

للطول الموجي لأغشية CdS:Al وبنسب تركيز مختلفة . وقد طبقت هذه الطريقة بنجاح في بحوث كثيرة سابقة وتم التحقق من صحتها [7] .



شكل رقم(1): يمثل الامتصاصية A طول الموجيhD

الشكل (2) يوضح العلاقة بين معامل الامتصاص (α) وطاقة الفوتون $h\gamma$ لأغشية CdS:Al المحضرة بالنسبة الوزنية (0.39 0.596) . يطلق على هذه المنطقة بحافة الامتصاص حيث تم عندويبدو واضحا" أن تغير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتونون كبيرا عند الطاقات الواطئة اقل من (2.4 ev) وها حساب (α) كما مبين في الجدول (1) .



شكل رقم (2): العلاقة بين معامل الامتصاص (α) وطاقة الفوتون $(h\gamma)$ لاغشية CdS:Al

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

ان معرفة معامل الامتصاص يساعد في استنتاج انواع الانتقالات الالكترونية , فعندما تكون قيم معامل الامتصاص (α) اقل من $(10^3\ cm^{-1})$ حيث تكون الطاقات الفوتونية صغيرة , يكون الانتقال غير مباشر , يحفظ زخم الالكترون والفوتون بمساعدة فونون وعندما تكون قيم معامل الامتصاص اكبر من $(10^3\ cm^{-1})$ حيث ان الطاقات الفوتونية كبيرة فيكون الانتقال مباشرا ويكون زخم الالكترون والفوتون محفوظين , أما الطاقات فتبقى في كلتا الحالتين محفوظة.

ب- حساب فجوة الطاقة المباشرة [direct energy gap (Eg)]

إن احتمالية أمتصاص الفوتونات تعتمد على كثافة الالكترونات في مستويات حزم التكافؤ وعلى وجود مستويات فارغة في حزم التوصيل . وبما ان كثافة المستويات تزداد كلما أبتعدنا عن حافة الحزمتين , لذا فإن معامل الامتصاص (α) يزداد عندما تصبح طاقة الفوتون اكبر من طاقة القجوة وفق المعادلة [8] .

$$\alpha h\gamma = \alpha_0 (h\gamma - E_g)^n .....(2)$$

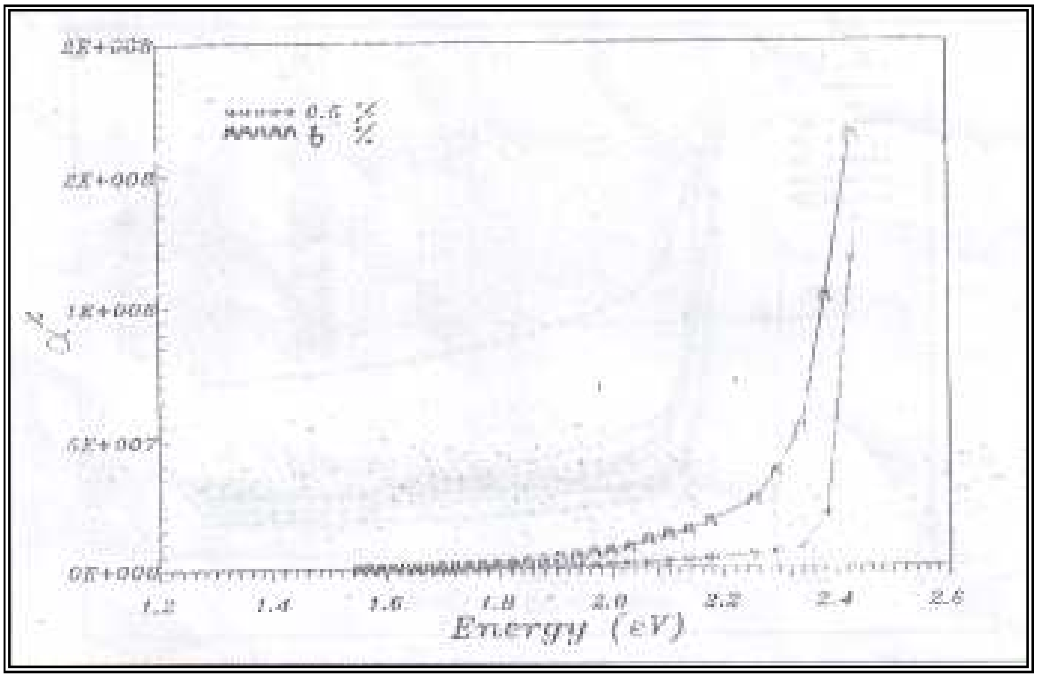
حيث أن $n=2/1$ للانتقال المباشر المسموح

$n=2/3$ للانتقال المباشر غير المسموح

E_g- طاقة الفجوة الضوئية

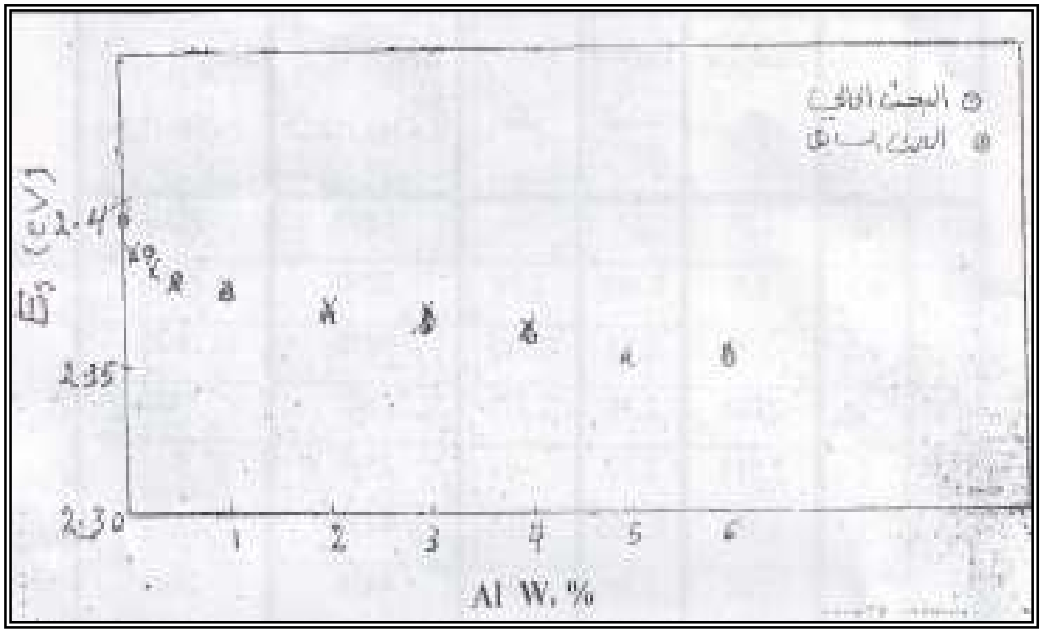
α_0 – كمية ثابتة لاتتغير مع طاقة الفوتون ولها علاقة مباشرة بصفات المادة واحتمالية الانتقال [8] .

تم حساب فجوة الطاقة المباشرة (E_g) لأغشية CdS:Al من طيف الامتصاصية بالأستعانة بالمعادلة (2) وذلك برسم (α^2) كدالة لطاقة الفوتون ($h\gamma$) وعند مد الجزء الخطي من المنحني الى محور الطاقة ($\alpha^2 = 0$) نحصل على قيم فجوة الطاقة كما في الشكل (3), نلاحظ من الجدول (1) ان مقدار التغير بقيم فجوة الطاقة يكون بحدود (0.05)eV عند تغير النسب الوزنية للألمنيوم من *wt%* (6-0) . وبما أن لفجوة الطاقة أهمية خاصة في تحديد الصفات الفيزيائية للمواد حيث تعتبر مقياسا" لأختبار المواد ككواشف للأشعاع لأن التوصيلية الضوئية تكون كبيرة عندما طاقة الاشعاع الساقط تكون مساوية لطاقة الفجوة , وقد بينت النتائج تطابق هذه القيم مع القيم المحسوبة قبل عشرة اعوام مما يدل على استقرارية الصفات الضوئية لهذه الاغشية مع مرور الزمن وكما موضح في الشكل (4).



شكل رقم (3): العلاقة بين $(\alpha)^2$ وطاقة الفوتون ($h\gamma$) لاغشية CdS:Al

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com



شكل رقم (4): العلاقة بين فجوة الطاقة Eg وتركيز الالمنيوم

الجدول رقم (1) يوضح خلاصة النتائج المستحصلة من الدراسة الحالية والدراسة السابقة بعد مرور عشرة اعوام من تحضير هذه الأغشية .

الجدول رقم (1): خلاصة النتائج المستحصلة من الدراسة الحالية والدراسة السابقة

رقم العينة	Al%	سمك الغشاء μm	Eg(ev) السابقة	Eg(ev) الحالية	αcm^{-1} السابقة $\lambda = 540A$	αcm^{-1} الحالية $\lambda = 540A$
1	0	2.75	2.4	2.4	3380	3380
2	0.3	5.3	2.385	2.39	2290	1333
3	0.5	3.79	2.38	2.385	3820	2800
4	1	2.086	2.38	2.375	2480	3000
5	2	2.915	2.37	-	2560	-
6	3	2.301	2.365	2.365	4450	2320
7	4	2.88	2.36	2.36	4490	2300
8	6	2.87	2.33	2.35	4330	7600

ج_ حساب فجوة الطاقة غير المباشرة E_g (indirect energy gap)

إضافة الى ذالك فقد تم حساب فجوة الطاقة للأنتقالات غير المباشرة بالأستعانة بالمعادلتين [11]

$$\alpha_a = \frac{\alpha_a (h\gamma - E_g' - E_P)^n}{h\gamma} \qquad \alpha_a = 0 \quad h\gamma < (E_g' - Ep) \quad \ldots\ldots..(3)$$

$$\alpha_e = \frac{\alpha_0 (h\gamma - E_g' + E_p)^n}{h\gamma} \qquad \alpha_e = 0 \quad h\gamma < (E'_g + E_p) \quad \ldots\ldots (4)$$

حيث أن n =2 للأنتقال غير المباشر المسموح

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

n = 3 للأنتقال غير المباشر غير المسموح

E_p- طاقة الفوتون المرافق لعملية الانتقال

e – تعني انبعاث فوتون (Emission)

a– تعني أمتصاص فوتون (Absorption)

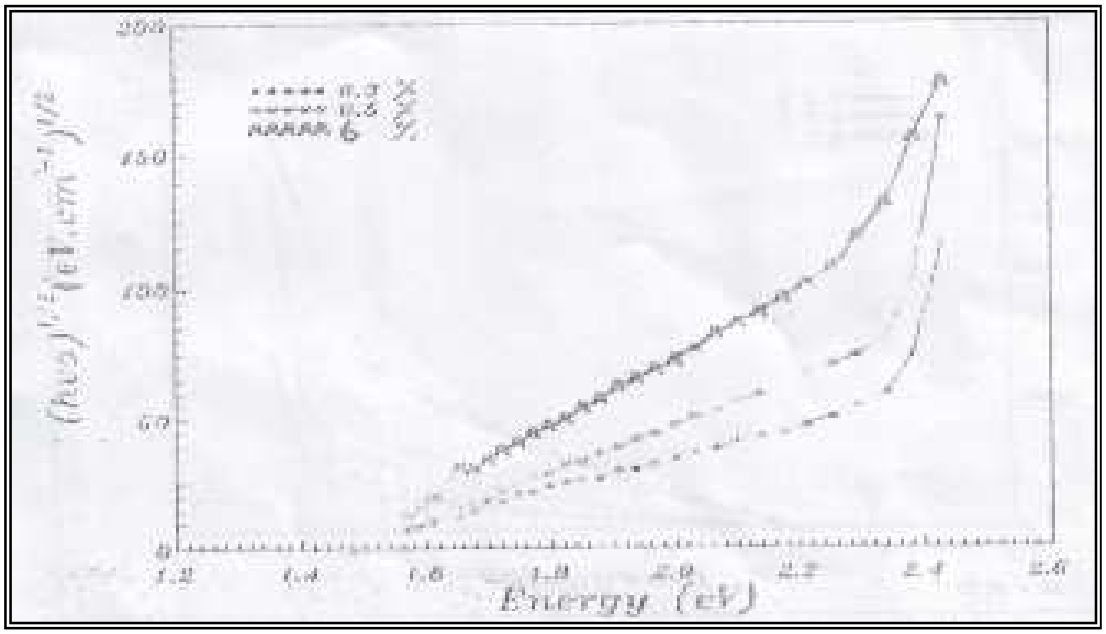
α_e – معامل الامتصاص في حالة انبعاث فوتون

α_a – معامل الامتصاص في حالة امتصاص فوتون

E_g° – فجوة الطاقة غير المباشرة

حيث رُسمت العلاقة بين $(\alpha h\gamma)^{\frac{1}{2}}$ وطاقة الفوتون $h\gamma$ كما في الشكل (5) لأغشية CdS:Al وبنسب وزنية مختلفة وكما هو متبع في بحوث سابقة [12-13] تم حساب (E_g°) .

حيث يلاحظ ان فجوة الطاقة غير المباشرة تقل بزيادة نسبة (Al) في الأغشية المحضرة اما طاقة الفوتون الذي يساعد في حفظ الزخم فهي تتراوح بين(0.44-0.22) eV الجدول رقم (2) يوضح ذالك .



الشكل (5): العلاقة بين $(\alpha h\gamma)^{\frac{1}{2}}$ وطاقة الفوتون $(h\gamma)$

الجدول رقم (2): فجوة الطاقة غير المباشرة تقل بزيادة نسبة (Al)بينما طاقة الفوتون تساعد على حفظ الزخم تتراوح بين (0.44-0.22) ev

رقم العينة	Al%	سمك الغشاء μ m	$E_g^{\circ}(ev)$	E_p(ev)
1	0.3	5.3	1.92	0.44
2	0.5	3.79	1.84	0.36
3	2	2.915	1.705	0.305
4	3	2.301	1.66	0.3
5	4	2.88	1.475	0.275
6	6	2.87	1.44	0.22

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

الاستنتاج والمناقشة

لقد اثبتت دراسة الصفات الضوئية لاغشية CdS:Al المحضرة سابقا" ما يلي :

1. تمتلك استقرارية عالية في صفاتها الضوئية بالرغم من التغيرات المناخية من درجة الحرارة ورطوبة وبالتالي يجعل من الكواشف المستخدمة لهذه الاغشية استقرارية عالية مع مرور الزمن .
2. تتميز بخواصها الجيدة التي يمكن اعتمادها في كثير من التطبيقات العملية وبذالك يمكن القول ان طريقة الرش الكيميائي الحراري لتحضير اغشية رقيقة فتحت بابا" جديدا" في مجال بحوث الحالة الصلبة وتطبيقات الاغشية الرقيقة لانها توفر مجالا" للبحث عن عناصر ومركبات كثيرة يصعب تحضيرها بالطرق التقليدية.

المصادر

1. B.K. Gupta and O.P. Agni hotri , solid state ,Commun., 23,295,1977.
2. K.W. Mitchell , A.L. Fahrenbuch and R.H. Bube,J.Appl.phys.,48,4365,1977.
3. C.Couzza, M, Garozzo, G. Maletta, D.Maryadonna and R.Tomacrello, Appl.Phys. Lett,37,569,1980.
4. Pawan sikka, K.V.Ferdinand , G.Jagadish,Journal of materials science, Vol.20,246(1985).
5. A.K.Abass,Solar energy materials, Vol.17,(375-378)1988.
6. M.A.Khalid and H.A.Jassim, Acta - Physica . Hungarica 73(1),PP.29-34(1993).
7. F.Y.M.Al-Eithan, M.C.Al-Edani, and A.K.Abass,Phys.Stat.Sol.(a),571 (1087).
8. الخلايا الشمسية تأليف مارتن .أ. درين , ترجمة الدكتور يوسف مولد حسن (1986)
9. H.New mann. B.Derit, N.A.K.Abdu-Hussein and R.D.Tomlinson," Cryst.Res.Technol " Vol . 17,P. 469, 1982.
10. Maarib A. Khalid , Fatama H.Ashoor and Nadum A.K.Abdul Hussain, Basrah J.science, A,Vol . 12,No.2,41-49-1994.
11. A.K.Abass,F.Al-Eithan,and R.H.Misho, Phys, Stat. Soli . (a) 89, 225, 1985.
12. S.H.Gatti. Msc. Thesis, Basrah University . (1992).
13. U.A.Khalid Msc. Thesis, Basrah University .(1989).

Abstract:

Thin films of CdS:Al were prepared previously onto glass substrates by spray pyrolysis teqnique with substrate temperature (693^0 k). The thickness of the prepared samples were in the range of (2.0-5.3) micrometer. After ten years the optical properties were studied to know the stability of this films. The absorption coefficient is calculated in the fundamentals absorption region , the direct and indirect energy gaps were calculated as a function of (Al) concentration, which were found to vary from (2.4-2.35) ev in the doping range (0-6) wt. % .

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com