دراسة تأثير عامل الزمن على الخواص البصرية لأغشية اوكسيد الكادميوم الرقيقة

قاسم حمادي محمود
عامر شاكر محمود
نيران فاضل عبد الجبار
جامعة تكريت – كلية التربية
قسم الفيزياء

الملخص :

يتضمن هذا البحث دراسة تأثير عامل الزمن على الخواص البصرية لأغشية (***CdO***), والتي حضرت بطريقة الرش الكيميائي الحراري, وبعد مرور فترة خمس سنوات على تحضيرها, قمنا بدراسة التغيرات التي يمكن أن تحدث على العوامل البصرية للغشاء في: (فجوة الطاقة, معامل الامتصاص , الانعكاسية , معامل الخمود) والتي درست أصلاً ووجدت قيمها, حيث أشارت النتائج على أن كل الخصائص البصرية المدروسة قد تأثرت بشكل ايجابي وتغيرت قيمها بعد مرور الفترة الزمنية على تصنيعها والتي مقدارها خمس سنوات.

وقد وجدنا أن قيمة فجوة الطاقة (1.7ev) بعد أن كانت (2.4ev) أي أنها قلت وهذا تأثير ايجابي. وكذلك وجدنا من دراستنا أن قيمة ثابت الانعكاسية قد أي أن الانعكاسية قلت ويبين أن الغشاء قد استفاد من كمية الإشعاع السقطة وهذا تأثير ايجابي أيضا. وكذلك وجدنا أن قيمة معامل الامتصاص قد قلت. وكذلك وجدنا أن قيمة معامل الخمود تتناسب تناسبا طردياً مع طاقة الفوتون الساقطة.

المقدمة :

تعرف الأغشية الرقيقة على أنها مواد تحضر على شكل طبقة أو عدة طبقات رقيقة بالترسيب المسيطر عليه للجزيئات أو الذرات أو الايونات على أساس صلب يدعى القاعدة(***Base***) , ويشترط في هذه الطبقات أن لا يتجاوز سمكها المايكرون الواحد وبخلاف ذلك فأنها تدعى بالأغشية السميكة [1]. وتعد الأغشية الرقيقة من أهم التقنيات التي أسهمت في تطوير دراسة أشباه الموصلات, وقد استخدمت في مجالات عدة منها صناعة الزجاج والسيراميك وطلاء الزجاج بأملاح الفضة, كما تم الاستعاضة بالأغشية الرقيقة عن الكثير من الدوائر الالكترونية وتعطي صفات مماثلة أو أجود وبكفاءة اكبر[٢]. وان مادة اوكسيد الكادميوم ***CdO*** من اكاسيد المعادن التي تنتمي إلى صف أشباه الموصلات, وهي مادة تذوب بالحوامض ولا تذوب بالقلويات وتمتلك توصيلية جيدة ناتجة عن وجود ذرات الكادميوم في مواضع تعويضية أو فراغات بسبب الأوكسجين تعمل كمراكز واهبة في التركيز البلوري[٣].

ولقد ركز الباحثون على اوكسيد الكادميوم نتيجة لتطبيقاتها الكثيرة وبشكل خاص في مجال الإكتروبصريات (***Optoelectrenic***) والخلايا الشمسية [٤],[٥] والترانزستورات الضوئية والدايودات[٦] والأقطاب الشفافة[٧] ومتحسسات الغازات[٨].

الجانب العملي :

تم تحضير الأغشية الرقيقة في هذه الدراسة بطريقة الرش الكيميائي الحراري وبسمك A^0 ٦٢٤٠ من خلال خلط المادة $CdO(NO_3)_2$ مع الماء المقطر فنحصل على محلول يحتوي على مادة ***CdO*** حسب المعادلة التالية:

$$CdO(NO_3)_2 + H_2O \longrightarrow CdO + N_2 \uparrow + 3O_2 \uparrow + H_2O \uparrow$$

ومن ثم يرش المحلول على قواعد زجاجة رقيقة نوع(*Loops covers glass*) والمصنعة من قبل الشركة(*Borosilicat glasses*), يبلغ سمكها (0.1)mm والتي تتحمل درجات حرارية عالية, وفي هذه الدراسة قد سخنت إلى درجة K^o(680) ونتيجة التفاعل الكيميائي الحراري بين ذرات المادة (***CdO***) والقاعدة الزجاجية الساخنة تكون الغشاء الرقيق للمادة[٩].

الجانب النظري:

لقد قمنا بدراسة الأغشية الرقيقة من خلال جهاز المطياف(***Spectrometer***), نوع (Ciutra 5), والذي صنع من قبل شركة (***GBS Scientific Eouipment***),والذي يعمل على الأطوال الموجية فوق البنفسجية والمرئية(***UV.Visible***).وقد اجرينا الدراسة من " الطول الموجي 300 nm إلى الطول الموجي 900 nm " ,وقد قمنا بأخذ القراءات من الجهاز نفسه وذلك بأخذ القيم للامتصاصية والنفاذية مقارنة بالطول الموجي كل على حدة . وقمنا بدراسة هذه القراءات من خلال برنامج خاص للحصول على النتائج .

النتائج والمناقشة :

تم حساب جميع الثوابت البصرية: (فجوة الطاقة, معامل الامتصاص , الانعكاسية , معامل الخمود) كدالة للفوتون بالاعتماد على البرنامج الخاص موجود على الحاسبة معتمدين على العلاقات (١)(٢)(٤) الآتية[١٠]:

$$\alpha = 2.303 \frac{A}{t} \text{ ---------- (1)}$$

$$R + A + T = \text{ ----------(2)}$$

حيث أن a: معامل الامتصاصية.

A: الامتصاصية.

t: سمك الغشاء.

R: الانعكاسية.

T: النفاذية.

١- فجوة الطاقة *Energy Gap*:

إن لكل ذرة مستويات طاقة منفصلة يحددها عدد الكم الأساسي (n) والذرة لشبه الموصل البلوري لها مستويات طاقية. ففي بلورة لها (N) من الذرات وعند اقتراب هذه الذرات بعضها من البعض فإن المستوي الواحد سوف ينشطر إلى (N) من المستويات المنفصلة المتقاربة جداً بحيث تشكل فيما بينها حزماً متواصلة من مستويات الطاقة بسبب التداخل والالتحام الناتج عن زيادة التقارب بين الذرات حيث تفقد كل حزمة ناتجة عن مستوي منفصل هويتها[١١]. وعندما تقترب الذرات مسافة مساوية إلى ثابت الشبيكة (***Lattice constant***) فان هذه الحزم سوف تنشطر مرة أخرى إلى حزمتين هما حزمة التكافؤ(***Valence band***) وحزمة التوصيل(***Conducthon band***) تفصل بينهما منطقة فارغة من المستويات تسمى فجوة الطاقة(***Energy Gap***). وان فجوة الطاقة في أشباه الموصلات لا يمكن للإلكترون أن يجتازها وينتقل من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل إلا إذا امتلك طاقة حركية في حزمة التكافؤ تمكنه من عبور فجوة الطاقة, وكلما قلت فجوة الطاقة فان الإلكترون لا يحتاج إلى طاقة عالية لكي يعبر من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل. وان الطاقة الحركية للإلكترون توضحها المعادلة التالية[١٢]:

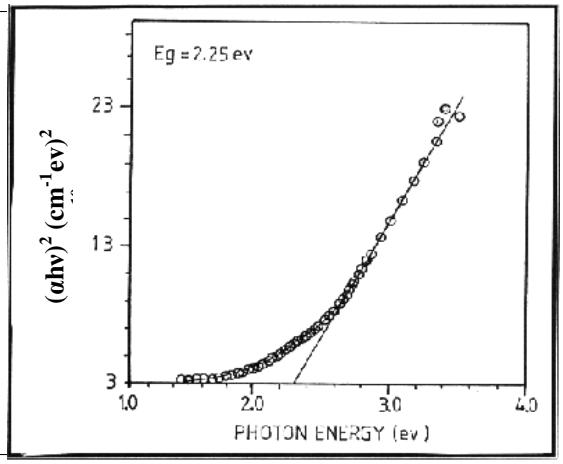
$$Ee = \hbar^2 k^2 / 2m_e \text{ .....(3)}$$

حيث أن $\hbar$: هو ثابت بلانك.

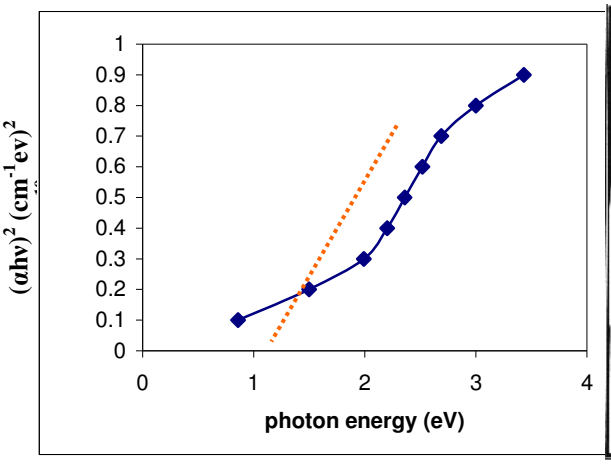
k: هو متجه الموجة.

m_e^*: الكتلة الفعالة للإلكترون.

ومن ملاحظة الشكل(٢) بعد الفترة الزمنية المذكورة فإننا قد وجدنا أن قيمة فجوة الطاقة قد بلغت (1.7ev) وعند مقارنتها مع الدراسة السابقة للشكل(١) نجد إنها قلت حيث كانت تبلغ (2.4 ev). وهذا تأثر ايجابي بان قلت فجوة الطاقة.



الشكل (١) يبين فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح لغشاء CdO

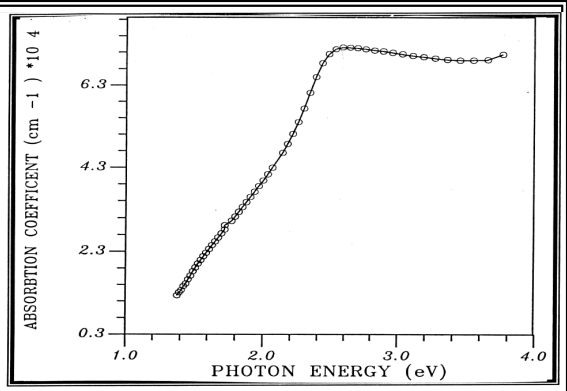


الشكل(٢) حساب فجوة الطاقة البصرية لغشاء (CdO) كدالة لطاقة الفوتون بعد الفترة الزمنية.

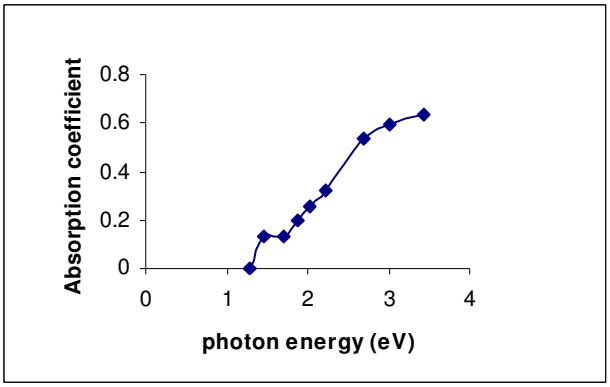
٣- معامل الامتصاص *Absorption Coefficie*:

يعرف معامل الامتصاص على انه النقصان الحاصل في فيض طاقة الإشعاع أو الشدة بالنسبة لوحدة المساحة باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط. وعند سقوط حزمة ضوئية على الغشاء الرقيق فان جزءاً منها سينعكس وجزءاً سينفذ وجزءاً سوف يمتص من قبل مادة الغشاء , حيث إن كل من كمية الطاقة المنعكسة والممتصة والنافذة تعتمد على طبيعة مادة وسطح الغشاء الرقيق والطول الموجي للحزمة الضوئية الساقطة.

ومن العلاقة رقم (١) تم حساب معامل لامتصاص ويبين الشكل (٤) تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون لغشاء (***CdO***) بعد مرور الفترة الزمنية المذكورة من تحضير الغشاء وعند مقارنته مع الشكل (٣) لوحظ أن معامل الامتصاص قد قلت قيمته مما يعني احتمالية حصول انتقالات الكترونية بين حزمي التكافؤ والتوصيل.



الشكل (٣) يبين تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون لغشاء CdO

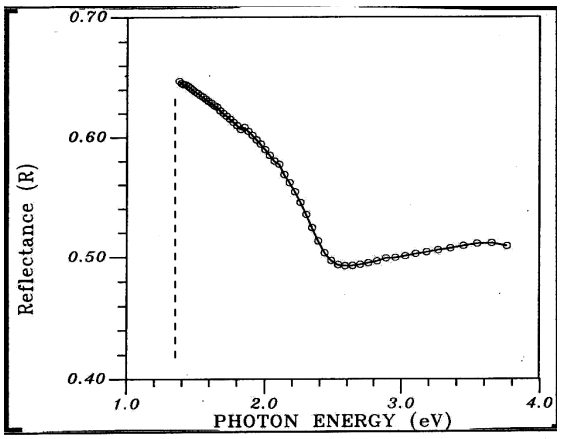


الشكل (٤) يبين تغير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لغشاء (CdO) بعد مرور الفترة الزمنية.

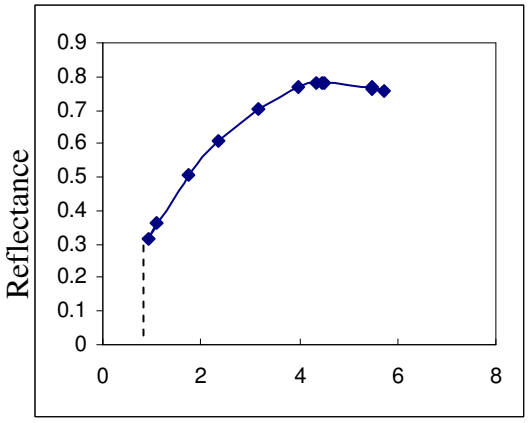
الانعكاسية Reflectance:

تعرف الانعكاسية على أنها مقدار الطلقة التي تنعكس إثناء سقوط الإشعاع على سطح الغشاء الرقيق إلى مقدار طاقة الإشعاع الساقط[١٣].

وقد تم حساب الانعكاسية من خلال العلاقة (٢) ويبين الشكل (٥) تغير الانعكاسية مع طاقة الفوتون وعند مقارنته مع الدراسة السابقة من الشكل (٦) لوحظ أن قيمة الثابت قد قلت, ويفيد ذلك أن الغشاء قد امتلك احتمالية الحصول على طاقة من الفوتون الساقط قد ازدادت أكثر. وهذا تأثر ايجابي أيضاً للغشاء الرقيق.



الشكل (٥) يبين تغير الانعكاسية مع طاقة الفوتون لغشاء (CdO)



الشكل(٦) يبين تغير الانعكاسية كدالة لطاقة الفوتون لغشاء (CdO) بعد الفترة الزمنية

معامل الخمود *Extinction Coefficient*:

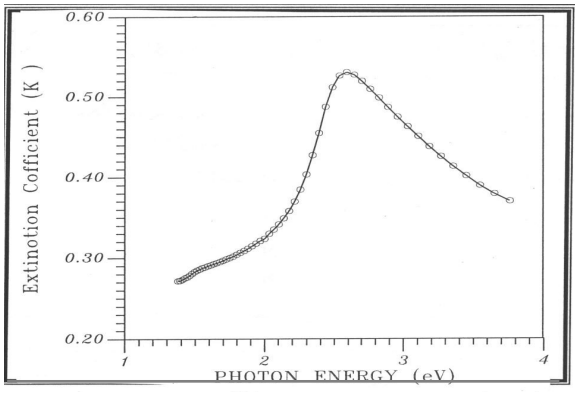
يعرف معامل الخمود بأنه الخمود الحاصل للموجة الكهرومغناطيسية داخل المادة وهو ماتمتصه الكترونات المادة من طاقة الفوتونات الساقطة. ويحسب معامل الخمود من قيم الامتصاصية المحسوبة من طيف الامتصاصية للأغشية المحضرة بموجب العلاقة[١٤]:

$$k_0 = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \quad \text{----------} \quad (٤)$$

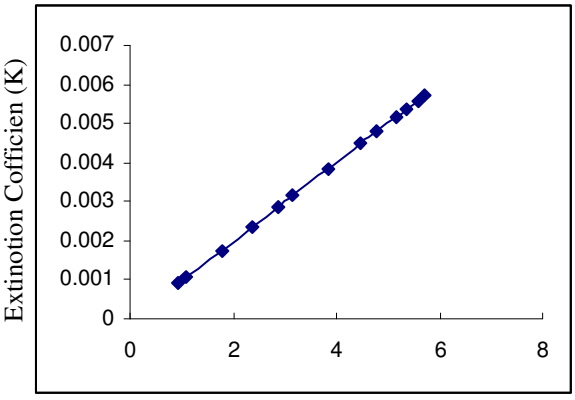
k_0: معامل الخمود.

λ: الطول الموجي.

من الشكل (٨) تم حساب معامل الخمود من العلاقة (٤) وقد تبين لنا من الرسم البياني أن قيمة معامل الخمود في تزايد مستمر لكل طاقات الفوتون الساقطة وعند مقارنته مع الشكل (٧) أي قبل الفترة الزمنية يتبين لنا أن هناك تفاعل بتزايد مستمر بين طاقة الأشعة الساقطة وبين الغشاء الرقيق بعد الفترة الزمنية. وهذا تأثر ايجابي أيضاً للغشاء الرقيق المدروس.



الشكل (٧) يبين تغير معامل الخمود مع طاقة الفوتون لغشاء (CdO).



الشكل (٨) يبين تغير معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون لغشاء (CdO) بعد الفترة الزمنية.

ويتبين لنا بعد هذه الدراسة والحسابات أن جميع الثوابت البصرية التي درست قد تغيرت قيمها لكل من: (فجوة الطاقة, معامل الامتصاص , الانعكاسية , معامل الخمود) بعد الفترة الزمنية والي مدتها خمس سنوات.

الاستنتاجات:

تبين من خلال الدراسة ونتائج البحث ما يلـــــــــي:

١. من النتائج تبين لنا أن طريقة تحضير الغشاء كانت جيدة, لان الفترة الزمنية لم تـــؤثر على تجانس سطوح الأغشية, والدليل على ذلك أنه عندما فحصنا سطوح الأغشية عن طريق المايكروسكوب الكهربائي وجدناها في تجانس تام.

٢. حسب النتائج التي حصلنا عليها تبين لنـــا أن مـــادة ***CdO*** قـــد ازدادت توصـــيليتها الكهربائية لان فجوة الطاقة قد قلت.

٣. ومن النتائج التي حصلنا عليها تبين لنا أن معامل الامتصاص لمادة ***CdO*** قـــد قلـــت قيمته مما يعني احتمالية حصول انتقالات الكترونية بين حزمي التكافؤ والتوصيل.

٤. وبينت لنا النتائج أن الانعكاسية لمادة ***CdO*** قد قلت ويفيد ذلك أن احتمالية الحـــصول على طاقة من الفوتون الساقط قد ازدادت أكثر.

٥. ومن مجمل الدراسة تبين لنا أن مادة ***CdO*** المرسبة هي قد تأثرت تأثيراً ايجابياً بعامل الزمن.

Study of the Effect Time Coefficient on the Optical Properties for Cadmium Oxide Thin Film

Kasim H. Mahmood

Aamir S. Mahmood

Niran F.Abdaljabar

Department of Physics, College of Education,University of Tikrit

Abstract:

In this research ***the effect of the time coefficient on the optical properties of cadmium oxide thin films*** have been studied. The cadmium oxide thin films was prepared after a period of time about five years by the chemical spray method. The optical properties wich investigated are: (Energy Gap, Absorption Coefficient, Reflectance, and Extinction Coefficient). The results show that all the optical properties has been changed after this period.

References :

[1] A.A.Dakhel and F . Z . Henari, "Optical characterization of thermally evaporated thin CdO films", cryst . Res. Technol.38,No.11,979-985 (2003).
[2] K. L. Chopra , & I . J . Kaur, "Thin film Device Application " , plenum press , Newyork , (1983).
[٣] H.G.Rashid , "Design and optimization of thin films optical filters with application in the visible and infrared regions" , Ph.D. Theses Al- Mustansirya university (1996).
[٤] C . Sravani ,K .T.R.Reddy , 6 .Md . Hussain , and p.j. Reddy ,J.Solar Energy .Soc.India 1,6 (1996).
[٥] L.M.Su, N.Grote , and F.Schmitt , Electron Leet .20 , 716 (1984)
[٦] F . A. Benko , F .P . Koffyberg , solid state common , 57 , 901 (1986) .
[٧] A . Shiori JPn. Patent No. 909 (1997).
[8] D .R . Lide (Ed.) , CRC Handbook of chemistry and physics , 77th edn ,CRC press , Boka Raton, 1996 / 1997 , 3/278, p.12 / 97.
[9] N. F. Abdul Jabar , " A Study of the Optical and Structural properties of pure and duped cadmium oxide before and after annealing" , Tikret university , 2002.
[10] B. R. Pamplin "Optical Properties and band structure of semiconductors" Vol. 1 (1970).
[١١] مؤيد جبرائيل يوسف, "فيزياء الحالة الصلبة " مطبعة بغداد, ١٩٨٩.
[١٢] Ludmila, "Eckertova physics of thin film" , plenm press, 1977.
[١٣] عماد خضير عباس, "الخواص الضوئية والكهربائية لمنظومة ($CdTe_{1-x}S_x$), رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية العلوم - جامعة بغداد, ١٩٨٩.
[١٤] A. H. Cark Optical Properties of Poliycrystalline Semiconductor films "In Poliycrystalline And Amorphous Thin films and Devices" edited Lawrece Kazermreki (A Condemic press), (1979).