دراسة الخواص الكهربائية لأغشية اوكسيد الكاديوم الرقيقة النقية والمشوبة بالانديوم والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري.

بحث مقدّم من قبل:
محمد سامي عبد علي
جامعة القادسية/كلية العلوم/قسم علوم الحاسبات

الخلاصة

في هذا البحث تم دراسة الخواص الكهربائية لأغشية اوكسيد الكادميوم الرقيقة النقية والمشوبة بالانديوم والمتضمنة التوصيلية الكهربائية المستمرة(σ_{dc}) وطاقة التنشيط وللنسب (1%و٣%و٥%) والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري وعلى قواعد من الزجاج وبدرجة حرارة اساس ($673k^{\circ}$). أظهرت النتائج أن أوكسيد الكادميوم يمتلك توصيلية عالية بحدود ($6.39\times10^{2}.(\Omega.cm)^{-1}$) عند درجة حرارة الغرفة وأن هذه التوصيلية تزداد بزيادة نسبة التشويب, وبالاضافة لذلك اظهرت النتائج من خلال الدراسة ان اوكسيد الكادميوم يمتلك طاقة تنشيط واحدة وأن هذه الطاقة تقل بزيادة نسبة التشويب.

١. المقدمة

اوكسيد الكادميوم من المواد شبه الموصلة التي تمتلك توصيلية سالبة (n-type)[1 ,2 ,3] ، وهو يمتلك توصيلية عالية ناتجة عن وجود ذرات الكادميوم في مواقع تعويضية (Interstitial) أو فراغات بسبب ذرات الأوكسجين التي تعمل كمراكز مانحة في التركيب البلوري [3 ,4 ,5] وان اوكسيد الكادميوم هو احد مركبات الكادميوم الكيميائية ويمكن الحصول عليه مباشرة من التسخين الشديد لعنصرالكادميوم (Cd) [3 ,6] .وهو ذو تركيب بلوري مكعب (cubic) متمركز الأوجه (F.C.C) [٤]الشكل (١) وهو يمتلك نفاذية عاليه في المنطقة المرئية لذلك يصنف ضمن مواد التوصيل الشفافة [٢] وقد قام العديد من الباحثين بدراسة الخواص الكهربائية لأغشية اوكسيد الكادميوم , فلقد درس كل من (look and Benedict١٩٧٠) [٧]الخواص الكهربائية لأغشية اوكسيد الكادميوم المتعددة التبلور ولمديات حرارية (٣٠٠k° – ١٠٤) وقد وجد أن حاملات الشحنة الأغلبية هي الالكترونات أي إن المادة من نوع (n- type) وتم حساب تركيز الحاملات لدرجات حرارية مختلفة .

ودرس الباحث(j.s. shi et.al ١٩٧٧) [٨]التوصيلية الكهربائية لأغشية اوكسيد الكادميوم متعدد التبلور ضمن المدى الحراري (298-923k°) وتحت ضغط أوكسجين (10^{-5}-10^{-2} mmHg) وقد وجد أن العلاقة بين logσ ومقلوب درجة الحرارة هي علاقة خطية بثبوت الضغط وان التوصيلية الكهربائية تعتمد على ضغط الأوكسجين وكذلك تضمنت الدراسة دراسة نوع العيوب التركيبية لأغشية اوكسيد الكادميوم .

ودرست (I.H.Hashim١٩٩٧) [٩]الخوا ص البصرية والكهربائية لأغشية اوكسيد الكادميوم ودراسة تأثير التشويب بكل من الكلور واليود على خواص تلك الأغشية وكذلك تأثير التلدين على الخواص البصرية والكهربائية لتلك الأغشية وقد وجدت أن إضافة الشوائب يقلل من فجوة الطاقة ويزيد من التوصيلية الكهربائية .

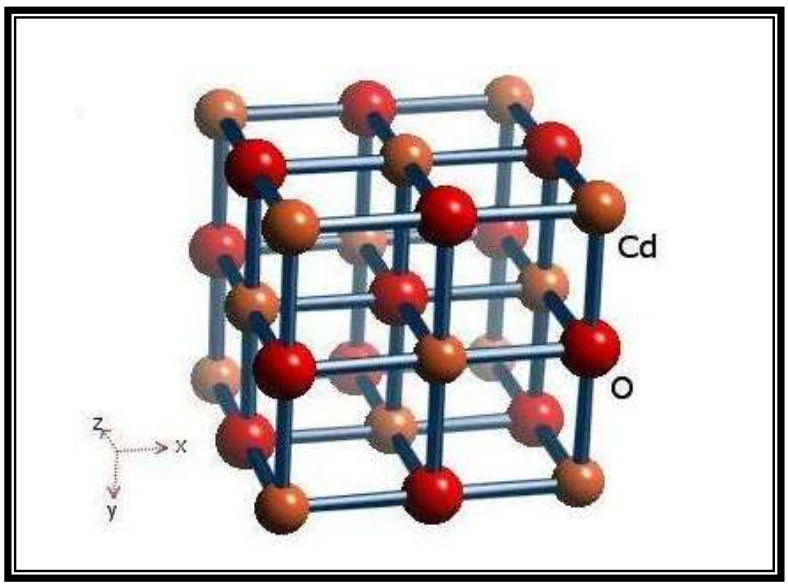
ودرس(A. H. Omrran.١٩٩٨)[١٠] الخواص البصرية والكهربائية لأغشية (CdO, CuO) الرقيقة ومزيجهما والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري ودراسة تأثير زيادة نسبة تركيز (CuO) في الخواص البصرية لأغشية (CdO) في المنطقة المرئية وفوق البنفسجية من الطيف الكهرومغناطيسي ومعرفة نوع الانتقالات البصرية عند حافة الامتصاص الأساسية وإيجاد فجوة الطاقة الممنوعة لهم ، ودراسة تأثير أشعة كاما في التركيب البلوري وفي الخواص البصرية لأغشية (CdO, CuO) وأغشية المزيج ودراسة الخواص الكهربائية لأغشية (CdO) ، وتأثير إضافة نسب من مادة (CuO) في هذه الخواص. ودرس (M. Z. Mohammed. 2001)[١١] الخواص البصرية والكهربائية لأغشية (CdO) النقية والمشوبة بالألمنيوم والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري وشملت الدراسة تأثير التلدين في هذه الخواص وأظهرت الدراسة أن جميع الأغشية المحضرة هي ذات تركيب متعدد التبلور وبينت الدراسة أيضا أن فجوة الطاقة الممنوعة تقل بزيادة نسبة التشويب وتزداد بالتلدين ، وان الثوابت البصرية تزداد قيمها مع زيادة نسب التشويب ، وبالتلدين تقل هذه الثوابت بزيادة نسب التشويب.

ودرس (Z. T. Khodyar., 2003)[١٢] الخواص البصرية والكهربائية لأغشية أوكسيد الكادميوم المشوبة بأوكسيد الفضة والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري على قواعد من الزجاج وبينت الدراسة أن

الامتصاصية تزداد بزيادة نسبة التشويب ، وان فجوة الطاقة البصرية تقل بزيادة نسبة التشويب وان التوصيلة الكهربائية تزداد بزيادة نسبة التشويب .

ودرس الباحث (Rs Rasu and G.I.Rusu, ,2005)[١] الخواص الكهربائية والبصرية لأغشية اوكسيد الكادميوم والمحضرة بطريقة التبخير الحراري وبينت الدراسة أن الأغشية المحضرة متعددة التبلور وان التوصيلية الكهربائي ذات علاقة أسية مع درجة الحرارة .

والبحث الحالي يتضمن دراسة الخوص الكهربائية لأغشية اوكسيد الكادميوم الرقيقة النقية والمشوبة بالانديوم وللنسب ١%و٣%و٥%.



شكل (١): التركيب البلوري لأوكسيد الكادميوم [٥].

٢: الجانب العملي

١,٢ :تهيئة النماذج

لغرض الحصول على أغشية اوكسيد الكادميوم النقية والمشوبة بالانديوم وبنسب وزنيه (١%و٣%و٥%)، تم استعمال مادة نترات الكادميوم المائية ($Cd(No_3)_2.4H_2O$) وبتركيز (0.1M) للحصول على أغشية اوكسيد الكادميوم النقية، وبإضافة نسب وزنيه من مادة الانديوم (In) إلى محلول نترات الكادميوم تم الحصول على أغشية اوكسيد الكادميوم المشوبة وبنفس التركيز المولاري أعلاه . وقد تم تحضير المحلول بتركيز (mol/L 0.1) والمحلول المشوب تم تحضيره أيضاً بمولارية (٠,١M). عند مزج حجوم متساوية من المحلولين نحصل على نسبة تشويب(1%) وبتغير نسبة المزج يتم الحصول على نسبة التشويب (3% و٥%) وان جميع المحاليل حضرت بدرجة حرارة الغرفة .

وباستخدام طريقة الترسيب الكيميائي الحراري تم الحصول على أغشية أوكسيد الكادميوم الرقيقة وذلك بترسيب محلول مادة الغشاء على قواعد (Substrate) ساخنة من الزجاج بدرجة حرارة ($673\ k^{\circ}$) بعد أن تم تهيئتها وتنظيفها جيداً ووضعها على السخان الكهربائي لفترة لا تقل عن (30min)، بعد ذلك أجريت عملية الترسيب ولفترة (s 15) تعقبها فترة توقف مقدارها (5s)، أن جميع الأغشية المحضرة كانت بسمك (5000±50Å) وذات لون بني، شديدة الالتصاق بالقاعدة، خالية من التشققات .

٢,٢ القياسات الكهربائية

تضمنت القياسات الكهربائية قياسات التوصيلية الكهربائية المستمرة وحساب طاقة التنشيط لجميع الأغشية المحضرة إذ تم أولاً ترسيب الأقطاب الكهربائية الخاصة بهذه القياسات، وباستخدام منظومة تبخير من

نوع (Edward Speed Vac.Unit)، أُجريت قياسات التوصيلية المستمرة ضمن منظومة تفريغ خاصة تتضمن إمكانية الوصول إلى ضغط مقداره (10^{-2} Torr) واحتواءها على سخان كهربائي يمكن تغيير درجة حرارته باستخدام مجزء جهد مربوط معه على التوازي، وبعد وضع الغشاء داخل المنظومة يتم ملاحظة اختلاف مقاومة الغشاء مع اختلاف درجة الحرارة عن طريق جهاز مربوط مع الغشاء من نوع (Kiethley 619 Electrometer) .

2. ٣ :الحسابات

تعطى علاقة التوصيلية في أشباه الموصلات المتعددة التبلور بالمعادلة التالية [١٣]

$$\sigma = \sigma_o EXP(\frac{-E_a}{k_B T}) \text{.....(1)}$$

إذ أن:

Ea : طاقة التنشيط.(eV) T : درجة الحرارة المطلقة.

K_β: ثابت بولتزمان. $\sigma_\circ$: ثابت.

تم حساب التوصيلية المستمرة للأغشية المحضرة (النقية والمشوبة) بعد قياس مقاوميه الأغشية (Resistivity ρ) لكل درجة حرارة ابتداءً من درجة حرارة الغرفة وصولاً إلى درجة (523 K) باستخدام العلاقة التالية [١٤]

$$\rho = \frac{RAT}{L} \quad \text{.....(2)}$$

إذ أن:

R: مقاومة الغشاء المقاسة عملياً (Ω).

A : عرض القطب (cm) .

L: المسافة بين القطبين المتقابلين (cm) .

T: سمك الغشاء (cm).

ومن حساب المقاومية تم حساب التوصيلية المستمرة (σ_{dc}) من حساب مقلوب قيمة المقاومية ، أي أن :

$$\sigma_{dc} = 1/\rho \text{ .....(3)}$$

وبالاعتماد على المعادلة (١) رسمت العلاقة البيانية بين (Ln(σ)) و(1000/T) وبذلك أمكن حساب طاقة التنشيط والتي تساوي ميل المستقيم المستخرج من الرسم البياني مضروبا بثابت بولتزمان

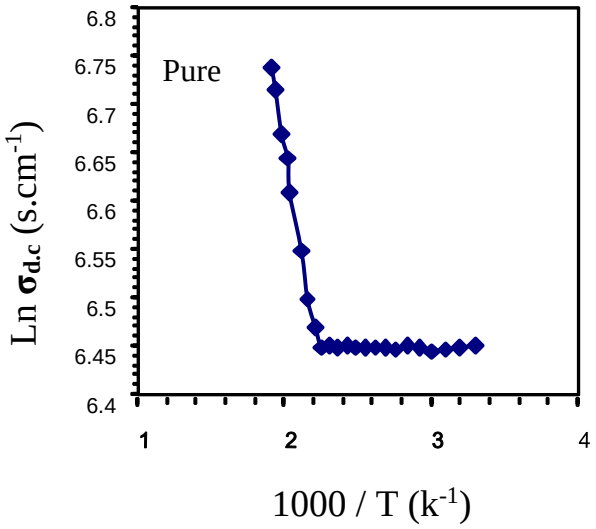
٣. النتائج والمناقشة:

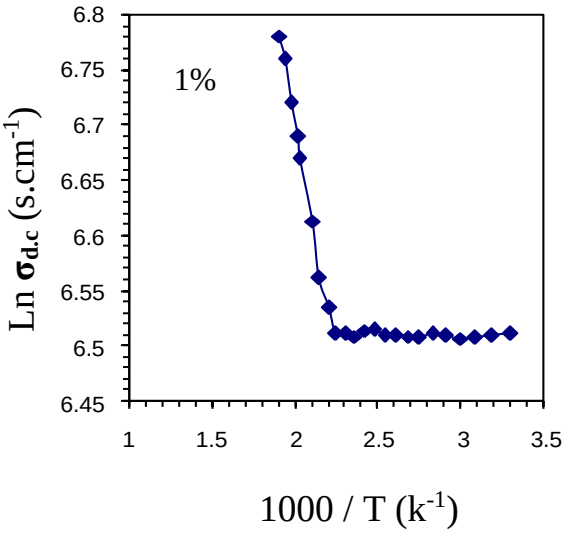
تبين من خلال نتائج قياس التوصيلية المستمرة إن اوكسيد الكادميوم يمتلك توصيلية عالية بحدود (6.39×10^{2}.$(\Omega.cm)^{-1}$) عند درجة حرارة الغرفة ،وتزداد هذه التوصيلية بزيادة درجة الحرارة وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل له باحثون سابقون [١٢،١١] أما بالنسبة للأغشية المشوبة فنلاحظ أيضا هناك زيادة في قيم التوصيلية مع زيادة نسبة التشويب ويمكن تفسير هذه الزيادة على أن الشوائب أدت إلى تكوين مستويات مانحة

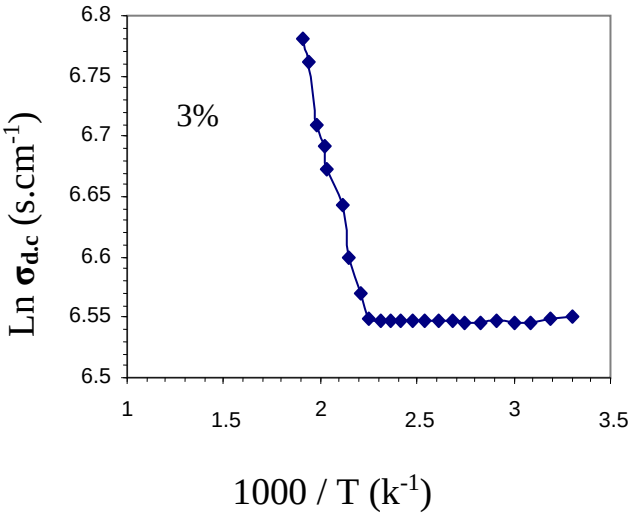
بالقرب من حزمة التوصيل وعند حساب طاقة التنشيط وجدنا أن هناك طاقة تنشيط واحدة وهذا يدل على حدوث ميكانيكية انتقال بطريقة التحفيز الحراري عند الحدود الحبيبية وهذا يتفق مع توصل اليه الباحث[12] ,وبالنسبة للأغشية المشوبة فان قيمة طاقة التنشيط تقل مع زيادة نسبة التشويب وكما هو موضح في الجدول رقم (١) ويمكن تفسير ذلك إلى أن زيادة نسبة الشوائب أدت إلى اقتراب مستوى فيرمي أكثر باتجاه حزمة التوصيل,والشكل (٢) يبين علاقة التوصيلية مع مقلوب درجة الحرارة للأغشية المحضرة .

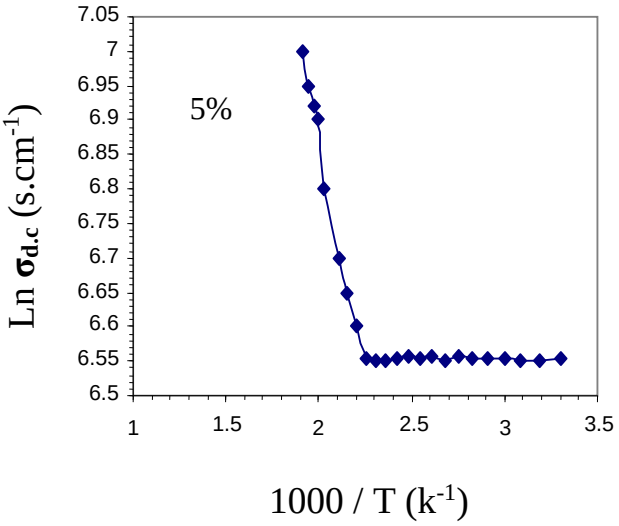
جدول (١) قيم طاقة التنشيط والتوصيلية الكهربائية للأغشية المحضرة

الغشاء ونسبة الشائبة	طاقة التنشيط $E_{a\ (eV)}$	التوصيلية الكهربائية $\sigma_{d.c}\ (\Omega.cm)^{-1}$
CdO	0.07	6.39×10^{2}
CdO : In (1%)	0.06	6.72×10^{2}
CdO : In (3%)	0.055	6.99×10^{2}
CdO : In (5%)	0.04	7.02×10^{2}









الشكل (٢) العلاقة بين(**σ** Ln) و (T / 1000) لاغشية (CdO) النقية والمشوبة بـ (In) وبنسب مختلف

المصادر

1. R.S.Rusu and G.I.Rusu,Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol. 7, No. 3, pp. 1511-1516, June (2005).
2. R. Ferro and J. A Rodrigues, “Sold state physics”, B 220, 229-304 (2000).
3. Z.M. Jarzebski, “Oxide Semiconductors”, Vol. 4, New York (1974).
4. CI. Zuniga Romero, G. Torres-Delgado, S. Jimenez Sandoral, O. Jimenz Sandoral and Castando-Perez, Modern Physics Letters, B 15, 17,726-729, (2001).

5. F. A. Cotton, G. Wilkinson, C. A. Murillo and M. Bochmann, “Advanced Inorganic Chemistry”, John Wiley and Sons (*1999*).
6. F.A.Banko,F.P.Koffyberg,”Solid State Communications”, Vol. 57, No.12, pp. 901-903, (1986).

٧.R.P.Bendict and D.C.Look,phy.Rev.B.vol.2,No 12 PP(4949-4958) 1970

8. J.S.Chi,Y.H.kang and K.H.Kim, "Electrical Conductivity of Cadmium Oxide.", J.Phys,Chem.,vol.81,No,23,1977.

9.I.H.Hashim "The study of Optical and Electrical Propreties of cadmium oxide thin films" ,M.sc.thesis, almustansiriya university 1997

10. A.H.Omran "Astudy of optical and electrical properties of cadmium oxide thin films" ,M.Sc.thesis, almustansiriya university 1998

11. M.Z.mohammed "the study of optical and electrical propreties of cadmium oxide thin films doped by aluminum oxide ",M.Sc. thesis, almustansiriya university 2001

12 .Z.T. Khodair "the study of optical and electrical properties of cadmium oxide thin films doped by silver oxide ",M.Sc. *Thesis*, Al-Mustansiriya University (2003)

13.A.K. Jonscher, Thin Solid Films, 36, 2, 135 (1987).

14. Y. N. AL-Jammal, “Solid State Physics”, AL-Mousul University Press, Arabic Version (*1990*).

Study of Electrical properties of cadmium oxide thin films pure and doped by indium prepared by the Chemical Spray Pyrolysis

Abstract:

In this research we study the electrical properties of (CdO) thin films pure and doped with (IN) and which included direct electrical conductivity (σ_{dc}) and the activation energy with ratio (1%, 3% and 5%) prepared by chemical spray pyrolysis method deposited on glass substrate with base temperature degree (673k$^{\circ}$).

The results showed that (CdO) has high conductivity about of ($6.39\times10^{2}.(\Omega.cm)^{-1}$) at room temperature; and this conductivity increased with increasing of doping ratio, as well as the results showed throughout the study that`(CdO) has one activation energy and this energy decreased with increasing of doping ratio.