

## تحضير ودراسة التوصيلية الكهربائية المستمرة لأغشية (CdO:ZnO) المحضرة بطريقة الترسيب الكيميائي الحراري

م.حيدر غازي لازم  
كلية التربية الأساسية - جامعة ميسان

بينت بأن تركيب الأغشية المحضرة هو متعدد التبلور . وبين البحث تأثير إضافة أكسيد الزنك كشائبه لأوكسيد الكاديوم وبنسب وزنية مختلفة ( 1%,3%,5% and 7%) في التوصيلية الكهربائية المستمرة ، وجد أن التشويب بأوكسيد الزنك أدى إلى نقصان التوصيلية المستمرة وزيادة طاقة التنشيط .

**المخلص :** تناول البحث دراسة التوصيلية الكهربائية المستمرة ( $\sigma_{dc}$ ) لأغشية أوكسيد الكاديوم المحضرة على قواعد ساخنة من الزجاج وبدرجة حرارة ( 773 k ) وذلك بإستخدام طريقة الرش الكيميائي الحراري ، فحصت طبيعة التبلور للأغشية المحضرة بإستخدام تقنية حيود الأشعة السينية والتي

**المقدمة:** ساهمت تقنية الأغشية الرقيقة مساهمة كبيرة في دراسة أشباه الموصلات واعطت فكره واضحة عن العديد من خواصها الفيزيائية والكيميائية [1] ، ويصف مصطلح الغشاء الرقيق (Thin Film) طبقة واحدة أو عدة طبقات من ذرات المادة التي لا يتعدى سمكها المايكرون الواحد ( $1\mu\text{m}$ ) [2] . وبالنظر لما يتمتع به أكسيد الكاديوم (CdO) من خصائص فيزيائية مختلفة كالشفافية وإملاكه لمعامل امتصاص عالي ، وفجوة طاقة كبيرة نسبياً تتراوح بين  $2.2\text{--}2.7\text{ eV}$  [3-4] ، لذلك إستخدم في كثير من التطبيقات البصرية والكهربائية منها إستخدامه كمواد شفافة حرارياً لشبائيك المركبات والطائرات وكمرايا عاكسه للنوافذ الزجاجية وكمتحسس للغازات وكذلك إستخدامه في الخلايا الشمسية والكواشف الضوئية [5] ، ويهدف البحث الحالي إلى دراسة التوصيلية المستمرة ( $\sigma_{d.c}$ ) (D.C.electrical conductivity) لأغشية أكسيد الكاديوم المشوبة بأوكسيد الزنك والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري .

### الجزء العملي:-

تم تحضير أغشية أكسيد الكاديوم النقية من إذابة مادة نترات الكاديوم المائية  $[\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$  بالماء المقطر وبتركيز (0.1M) وكذلك تم تحضير غشاء أكسيد الكاديوم المشوب بأوكسيد الزنك من خلال إضافة مادة نترات الزنك المائية  $[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  وبنسب وزنيه مختلفة (1% , 3% , 5% and 7%) إلى نسب وزنيه من مادة نترات الكاديوم المائية وبتركيز (0.1M) بعد إذابتها في (100 ml) من الماء المقطر وبمساعدة الحرارة والتحرك تم الحصول على سائل رائق خالٍ من العوالق يوضع في جهاز الترسيب ويتم ترسيبه على قواعد زجاجية وتتم عملية الرش على دفعات لتجنب الإنخفاض الكبير بدرجات الحرارة أثناء عملية الرش حيث

تكون عملية الرش لمدة (15 sec) وبعد توقف لمدة ثلاث دقائق وذلك لكي نحافظ على الأستقرار الحراري للقاعدة ، وإن تفاصيل عملية الرش وردت في بحوث سابقة [6-7] . وقد تم ترسيب الأقطاب بواسطة إستخدام منظومة تبخير حراري من نوع (Edward Speed Vas.Unit) ، وبإمرار تيار كهربائي خلال حويض (Boat) مصنوع من مادة التتكنستن [الشكل(1)] حيث وضع سلك من مادة الألمنيوم ذو النقاوة (99.9%) في الحويض وعند الوصول الى الضغط المناسب للتبخير رفعت درجة حرارة الحويض الى درجة إنصهارالألمنيوم ، عندئذٍ تتبخر مادة الألمنيوم تدريجياً ثم تترسب على المكان المخصص للقطب .

تم إستخدام المنظومه المبينة في المخطط ذي الشكل (2) والتي تتكون من حاوية معدنية بداخلها سخان كهربائي مربوط على التوازي مع مجزئ جهد الغرض منه السيطرة على درجة الحرارة المطلوبة ، ويتخلل الحاوية من الأعلى مزدوج حراري من نوع (NiCr-Ni) مربوط مع عداد رقمي ،كذلك تحتوي الحاوية على صمام من الاسفل يتصل بمضخة ميكانيكية تعمل على تفريغ الحاوية إلى ضغط معين وصمام من الأعلى الغرض منه دخول الهواء بعد الانتهاء من عملية القياس ، وقبل إجراء عملية القياس وضعت العينة المراد قياس توصيليتها كدالة لدرجة الحرارة داخل الحاوية وثبتت على قاعدة خاصة بها مع توصيل قطبي غشاءها بأسلاك من النحاس المرن ذو المقاومة الواطئة وربطهما خارج الحاوية بجهاز من نوع (Keithley 619 Electrometer) يمكن تحويله لقياس المقاومة (Resistance) وعند البدء بعملية القياس تم التأكد من قراءة جهاز (Electrometer) ، ومن ثم تسخين الغشاء وقراءة قيمة المقاومة لكل عشر درجات مئوية وللمدى (300-533)k ولأسماك مختلفة

لغشاء أكسيد الكاديوم النقي والمشوب ، والشكل (3) يمثل مخطط الدائرة الكهربائية الخاصة بقياس التوصيلية الكهربائية .

### تشخيص الأغشية بالأشعة السينية :-

تم تحديد التركيب البلوري بإستخدام الأشعة السينية لأغشية (CdO) وأغشية (CdO:ZnO) وتبين من خلال الفحوصات التركيبية كما هو واضح في الشكل (4) أن أغشية أكسيد الكاديوم النقية والمشوبة متعددة التبلور مما يدل على أن (ZnO) دخل في بلورات (CdO) كشائبه ولم يؤثر على التركيب البلوري لها . وإن المعلومات التي تم الحصول عليها مطابقة للمعلومات الموجودة في بطاقة (ASTM) .

### النتائج والمناقشة:

تم حساب التوصيلية المستمرة للأغشية المحضرة بعد حساب مقاومة الأغشية ( $\rho$ ) Resistivity لكل درجة حرارة ، وحسب العلاقة الأتية [8].

$$\rho = R \frac{a.t}{L} \dots\dots\dots (1)$$

إذ أن :-

R : مقاومة الغشاء المقاسة عملياً ( $\Omega$ ).

a : عرض القطب (cm) .

t : سمك الغشاء (cm) .

L : المسافة بين قطبي الألمنيوم (cm) .

ومن حساب المقاومة تم حساب التوصيلية المستمرة ( $\sigma_{d.c}$ ) من مقلوب قيمة المقاومة على وفق العلاقة الأتية [9] . أي أن :-

$$\sigma_{d.c}=1/\rho \dots\dots\dots (2)$$

وبالاعتماد على معادلة رقم (3) أدناه [10] .

$$\sigma = \sigma_o \exp\left(-\frac{E_a}{k_B T}\right) \dots\dots\dots (3)$$

إذ تمثل :-

$\sigma_o$  : ثابت .

$E_a$  : طاقة التنشيط .

تم رسم العلاقة البيانية بين  $(\text{Ln}\sigma_{d.c})$  ومقلوب درجة الحرارة [الشكل(5)] ، وبذلك حساب قيمة طاقة التنشيط والتي تساوي ميل المستقيم المستخرج من الرسم البياني مضروباً بثابت بولتزمان ( $k_B$ ) بوحدات الالكترن فولت (eV) أي أن :

$$E_a = \text{Slope} \times 0.085(\text{eV})$$

ومن نتائج قياس التوصيلية نجد أن التوصيلية تزايدت بزيادة درجة الحرارة وهذه سمة عامة من سمات أشباه الموصلات ، كما نجد أن أكسيد الكادميوم يمتلك توصيلية عالية وكما هو موضح بالجدول رقم (1) وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل اليه باحثون سابقون [11-12-13] ، وان هذه التوصيلية العالية ناتجة عن وجود ذرات الكادميوم في مواقع تعويضية في الشبيكة البلورية أو بسبب وجود فراغات بسبب ذرات الاوكسجين مما يعني ان ذرات الكادميوم او الأوكسجين تكون كذرات مانحة تعمل على زيادة التوصيلية ، ويبين الشكل (5) حصول شبه ثبوت للتوصيلية عند المدى الحراري k (300-463) ، ثم زيادة عند المدى الحراري k (463-533) ، ومن خلال هذه الزيادة أمكن حساب طاقة التنشيط ( $E_a$ ) لأوكسيد الكادميوم والتي بلغت (0.077 eV) ، اما عند

التشويب والنسب كافة [الاشكال من (6) إلى (9)] فكانت هناك نقصان في قيم التوصيلية بزيادة نسب التشويب مع زيادة في قيم طاقة التنشيط والتي يوضحها الجدول رقم (1) ، ويعني هذا ان التشويب أدى إلى خلق مستويات قابلة قريبة من حزمة التكافؤ أدت إلى تقليل التوصيلية ومن ثم زيادة طاقة التنشيط .  
جدول رقم (1) : قيم طاقة التنشيط والتوصيلية الكهربائية للأغشية المحضرة

الغشاء ونسبة الشائبة	طاقة التنشيط $E_a(eV)$	التوصيلية الكهربائية عند درجة حرارة الغرفة $(\Omega \cdot cm)^{-1}$
CdO	0.077	$1.9 \times 10^3$
CdO: ZnO (1%)	0.092	$1.88 \times 10^3$
CdO: ZnO (3%)	0.12	$1.84 \times 10^3$
CdO: ZnO (5%)	0.13	$1.63 \times 10^3$
CdO: ZnO (7%)	0.14	$1.55 \times 10^3$

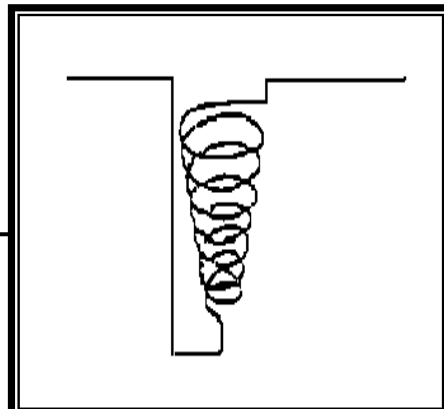
الاستنتاجات : يتضح من نتائج البحث ما يلي :-

١. إن التشويب بأوكسيد الزنك أدى إلى نقصان التوصيلية الكهربائية المستمرة .

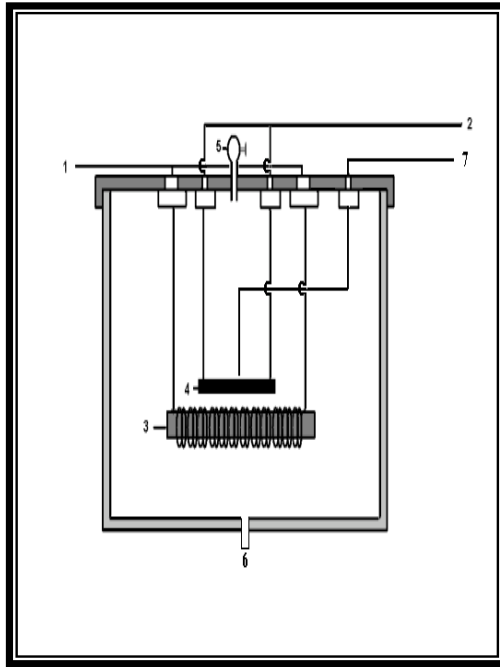
٢. إن التشويب بأوكسيد الزنك أدى إلى زيادة طاقة التنشيط .
٣. يمتلك أوكسيد الكادميوم توصيلية عالية وطاقة تنشيط واحدة .
٤. من الممكن إستخدام مادة أوكسيد الكادميوم والمشوبة بأوكسيد الزنك في مجال صناعة الخلايا الشمسية .

### Refrences

1. X. Mathew, J. Phys. D: Appl .Phys .33, 1565, (2000).
2. F.C.Eze, Mater.Chem.Phys.89, 205, (2005).
3. T.K.Subramanyam, S.U.thanna and B.S.Naidu, Materials Letters, 35, 214, (1998).
4. B.K.Hassun, Thesis, University of Baghdad,(2007).
5. H.G.Lazem, Journal of Missan Researches, 2, 4, (2006).
6. B.Thangaraju and P.Kaliannan, Cryst. Rest. Technol.,35, 71 , (2000).
7. Y.N.AL-Jammal, “Solid State Physics ” ,AL-Mousul University Press,Arabic Version,(1990).
8. W.D.Callister, “Material Science and Engineering ”,6<sup>th</sup> edition,John Wiley and Sons,Inc.(2003).
9. J.P.Suchet, “Electrical Conduction in Solid Materials”, Pregamon Press,(1975).
10. F.C.Eze,Moclecular and Chemical Physics Fluids Plasman Biophsics,20,1421,(1998).
11. B.K.Bhosale,A.V.Kambale,Mater. Scien. ,B122,67-71,(2005).
12. M.Kul,M.Zor,A.Sennol, “Solar Energy Materials and Solar Cells ”,91,882-887,(2007).



الشكل رقم (1) : حوض التنكستن



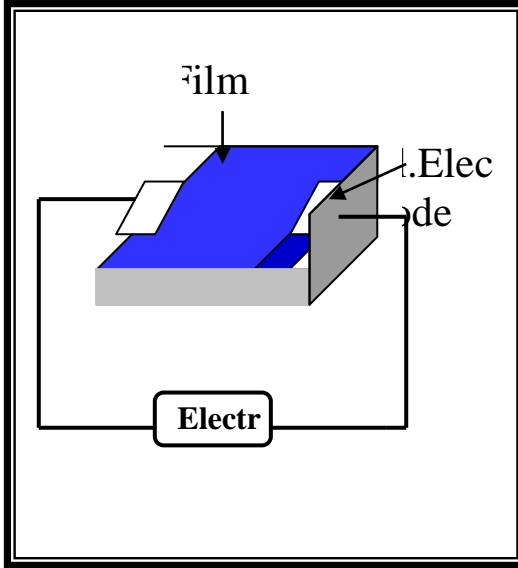
شكل رقم (2): مخطط توضيحي لمنظومة قياس التوصيلية الكهربائية.

1. إلى مجزئ الجهد 2. إلى جهاز قياس المقاومة 3. السخان

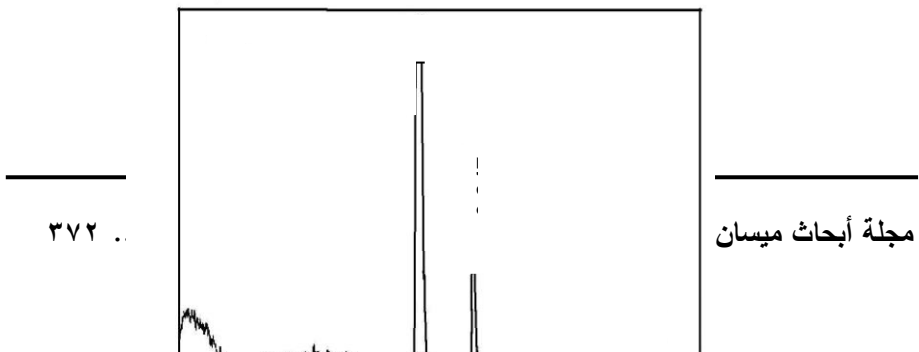
الكهربائي

4. العينة 5. الصمام العلوي 6. الصمام السفلي 7. إلى العداد

الرقمي



الشكل رقم (3) : مخطط توضيحي لدائرة قياس التوصيلية الكهربائية .

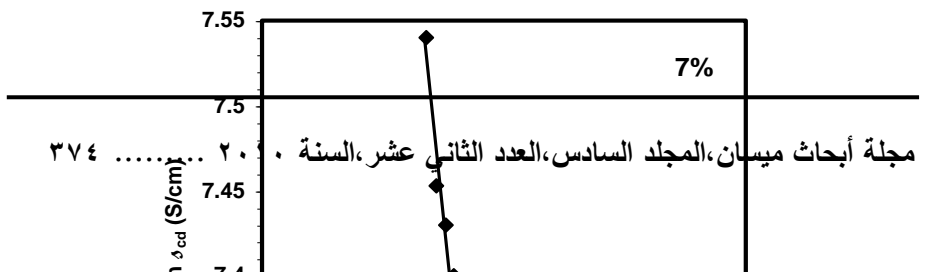


20

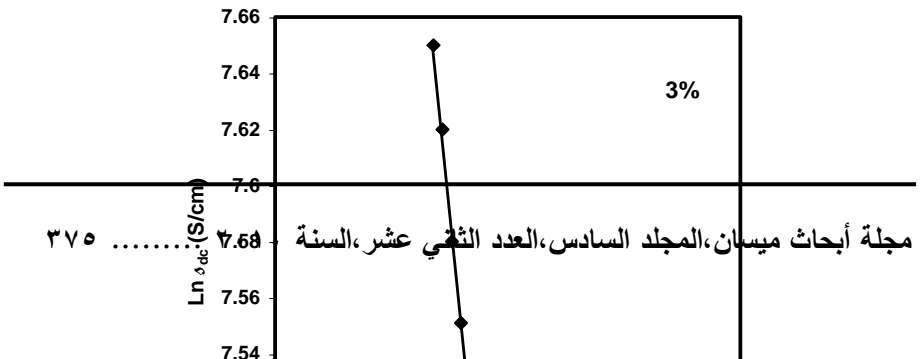
الشكل رقم (4) : (a) مخطط حيود الأشعة السينية لغشاء (CdO).  
(b) مخطط حيود الأشعة السينية لغشاء (CdO:ZnO).



الشكل رقم (5) : العلاقة بين  $(Ln\sigma_{d.c})$  و  $(1000/T)$  لأغشية (CdO) النقية



الشكل رقم (6) : العلاقة بين  $(\text{Ln}\sigma_{\text{d.c}})$  و  $(1000/T)$  لأغشية أكسيد الكادميوم المشوبة بأوكسيد الزنك (1%).



الشكل رقم (7) : العلاقة بين  $(Ln\sigma_{d.c})$  و  $(1000/T)$  لأغشية أكسيد الكادميوم المشوية بأوكسيد الزنك (3%).

**The preparation and the study of D.C electrical conductivity of (CdO:ZnO) thin film prepared by chemical spray pyrolysis.**

**Haider .G. Lazem**  
**College of Basic Education**  
**University of Missan**

**Abstract:** This research was including the study of D.C. electrical conductivity ( $\sigma_{d.c}$ ) of cadmium oxide thin film . Thin films were prepared by chemical spray paralysis deposition on glass substrates which were heated to (773k). The nature of crystallization of these films was examined by x- ray diffraction technique which showed that the prepared thin films are polycrystalline. This research also includes the studying of effect of zinc as adopants for (CdO) in a wight percentages (1%, 3%, and 5% and7%) on the D.C.electrical conductivity. It has been found that the D.C.electrical conductivity of cadmium oxide decreases as the dopant increses leads to the activation energy increases.