

دراسة الخواص التركيبية والبصرية لأغشية اوكسيد الكاديوم المحضرة بطريقة التبخير الحراري في الفراغ

سمير عطا مكي

زينب صباح عبد الرضا

قسم علوم الفيزياء / كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم) / جامعة بغداد

استلم البحث في: 24 حزيران 2012، قبل البحث في: 12 ايلول 2012

الخلاصة

درست الخواص التركيبية والبصرية لغشاء اوكسيد الكاديوم النقي (CdO) بطريقة التبخير الحراري في الفراغ بترسيب معدن الكاديوم النقي على قواعد من الزجاج بدرجة حرارة الغرفة (300K) وسمك (300±20nm) وزمن ترسيب (1.25sec) وتم اكسدة غشاء الكاديوم (Cd) المحضر بدرجة حرارة (673k) مدة ساعة واحدة لوجود الهواء وحسبت فجوة الطاقة البصرية للانتقالات الالكترونية المباشرة (المسموحة) دالة لمعامل الامتصاص والنفاذية والانعكاسية من خلال تسجيل طيف الامتصاصية والنفاذية للغشاء المحضر ضمن الاطوال الموجية (300-1100nm) .

الكلمات مفتاحية: اوكسيد الكاديوم (CdO) ، تقنية الفراغ ، خواص التركيبية والبصرية .

المقدمة

يعد اوكسيد الكاديوم من المركبات اللاعضوية التي يمكن الحصول عليه (صناعياً) من التسخين الشديد لعنصر الكاديوم النقي في الهواء وبدرجة حرارة معينة (دون درجة انصهاره) اما مختبرياً فيتم تحضيره بأكسدة بخار الكاديوم المترسب بوجود الهواء في افران خاصة [1,2] له قابلية على الذوبان في الحوامض واملاح النشادر في حين تتعدم قابليته على الذوبان في الماء او القواعد .

يمتلك اوكسيد الكاديوم صيغتين تركيبيتين هما البلورية والعشوائية تمتاز هيئته التركيبية البلورية بانها ذو لون بني او احمر، يمتاز بهيئته التركيبية العشوائية بانها عديمة اللون [3] اما طبيعة تركيبية البلورية فيمتاز بانها ذو تركيب بلوري مكعب (Cubic) متمركز الوجوه (Fcc) مشابهة لتركيب بلورة كلوريد الصوديوم (NaCl) [4] وهذا يعني ان خلية الوحدة الاعتيادية الواحدة لبلورة المركب تحتوي اربع نقاط شبكية يرافق كل نقطة من نقاط الشبكية اساس مكون من ايونين احدهما ايون الكاديوم الموجب (Cd^{+2})، والاخر ايون الاوكسجين السالب (O^{-2}) وبذلك تضم خلية الوحدة الواحدة اربعة ايونات الكاديوم موجبة اربعة ايونات اوكسجين سالبة اي اربع جزيئات من اوكسيد الكاديوم . تحتل ايونات الكاديوم الموجبة رؤوساً لخلية المكعب الثمانية ومراكزاً اوجها الستة ، في حين تحتل ايونات الاوكسجين السالبة مركز الخلية المكعبة ومنصفات اضلاعها الاثني عشر على هذا الاساس فان كل ايون يكون بستة ايونات مخالفة له وتعد جراً اول لذلك الايون [5] .

اما تصنيف المركب في اشباه الموصلات فيعد مادة شبه موصلة من النوع (n-Type) [6] بسبب فراغات الاوكسجينية (Oxygen Vacancies) الناتجة من عدم التوافق الجزيئي لمكونات المركب (Non-Stoichio metric compound) [7,8] وينتمي اوكسيد الكاديوم الى المجموعة الثانية – السادسة (II-VI) من الجدول الدوري ذي فجوة طاقة تتراوح قيمتها (2.16-2.6ev) عند درجة حرارة الغرفة (300k) .

الجزء العملي

استخدمت طريقة التبخير الحراري في الفراغ لحصول على غشاء (CdO) وذلك باستخدام قواعد من الزجاج بأبعاد (2.5*1.5cm) قبل البدء بعملية الترسيب الغشاء نظفت قواعد الزجاج بالماء الجاري مدة (15) دقيقة نظفت قواعد الزجاجية في جهاز الموجات فوق الصوتية (ultrasonic) المملوء بالكحول الايثيلي عالي النقاوة (99.99) مدة (15) دقيقة أخرجت القواعد الزجاج وجفت بورق التنظيف، إذ تكون جاهزة للاستعمال في منظومة التبخير الحراري في الفراغ ، إذ كان ناتج الترسيب لمعدن (Cd) عند درجة حرارة الغرفة (300k) لتحضير الغشاء بسلك (300±20nm) بزمن الترسيب (1,25 sec) وضغط ($7,5 \times 10^{-5}$) بعد اكسدة الغشاء المترسب (Cd) ووضعه في الفرن بدرجة حرارة (673k) بوجود الهواء ليثبت من الغشاء الذي تم الحصول عليه هو (CdO) ولدراسة الخواص التركيبية والبصرية لقد أجريت الفحوصات وتحليل النماذج المحضرة وهي :-

- 1- فحص المجهرى (Optical Microscope).
- 2- فحص باستخدام تقنية حيود الاشعة السينية (X-Ray).
- 3- القياسات البصرية (Optical Mesurements) باستخدام مطياف نوع (UV-Visible 1800 spectro photometer).
- 4- فحص (FTIR).

لقد حسبت السمك باستخدام المعادلة الآتية [9]

$$M = 4\pi R t \rho \dots \dots \dots (1)$$

النتائج والمناقشة

اظهرت نتائج الفحص بتقنية حيود الاشعة السينية ان جميع اغشية اوكسيد الكاديوم المحضرة كانت ذا تركيب بلوري متعدد التبلور (Polycrystalline) من النوع مكعب (Cubic) مع نمو ذري بثلاثة اتجاهات بلورية [220], [111], [200] وكان المميز والسائد منها تبعاً لطريقة الترسيب المستخدمة في الاتجاه [111] ولجميع الاغشية المحضرة كما في الشكل (1) وعند مقارنة النتائج التي تم التوصل اليها من فسخ السطوح (d_{hkl}) وزوايا الحيود البلوري لمقابلة لمواقع القيم المميزة لنماذج الاغشية المحضرة مع ماجاء من قيم الواردة في بطاقة للمؤسسة الامريكية لفحص المواد (ASTM) نجد ان النتائج كانت مطابقة.

لقد اظهرت نتائج الفحص للخواص البصرية للاغشية المحضرة ان جميع القياسات طيفي الامتصاصية والنفاذية ضمن الاطوال الموجية (300-1100 nm) ولجميع الاغشية المحضرة يبين الشكل (2) ان الامتصاصية الغشاء المحضر دالة لطاقة الفوتون الساقط لاغشية اوكسيد الكاديوم النقي ، ان امتصاصية الاغشية المحضر تبدأ بشكل عام بزيادة تدريجية مع زيادة طاقة الفوتونات الضوئية الساقطة (نقصان في الطول الموجي) الى ان تبلغ ذروتها شبه حادة (Quasi sharp) عندما تصبح طاقة الفوتونات الضوئية الساقطة مساوية بقيمتها او اكبر من قيمة فجوة الطاقة البصرية للاغشية المحضرة مما يدل على حدوث انتقالات الكترونية مباشرة ويكون عادة عند الطول الموجي مقابل لحافة الامتصاص الاساسية ما يدعى بطول موجة القطع وقد استخدمت المعادلة الآتية [10]

$$\alpha=2.303A/t.....(2)$$

اما بالنسبة لطيف النفاذية فيمتاز بأنه معاكس لطيف الامتصاصية . نلاحظ من الشكل (3) ان النفاذية تبدأ بشكل عام بالظهور عند الطول لموجي الذي يمثل الحد الفاصل بين امتصاصية مادة الغشاء ونفاذيتها او مايسمى بطول موجة القطع، ومن ثم تزداد النفاذية بصورة عامة بزيادة الطول الموجي للاشعاع الكهرومغناطيسي الساقط على مادة الغشاء اي عند الطول الموجي ذي الطاقات الواطئة وغير المؤدية لحدوث عمليات الامتصاص البصري . ان طيف الانعكاسية حسبت للاغشية المحضرة كافة من طيفي الامتصاصية النفاذية بموجب قانون حفظ الطاقة للمعادلة الآتية: [11]

$$R=1-A-T.....(3)$$

ويوضح الشكل(4) طيف الانعكاسية دالة لطاقة الفوتون الساقط لاغشية اوكسيد الكاديوم ، نلاحظ من الشكل ان الانعكاسية تبدأ بالزيادة التدريجية لمديات الطاقة (1-2.5eV)ومن ثم تبدأ بالتناقص السريع وبشكل حاد لمديات الطاقة (2-2.4eV)ويمكن تفسير ذلك ان الامتصاص البصري يكون قليلا بالنسبة الى الفوتونات ذات الطاقات الاقل من قيمة فجوة الطاقة البصرية ومن ثم تظهر هذه الاغشية انعكاسية متزايدة ازاء المدى المذكور من الطاقات يبين الشكل (5) فجوة الطاقة البصرية للانتقالات المباشرة (المسموحة) الذي قيمته تساوي (2.1eV) . أخذت صورة للغشاء المحضر بقوة تكبير (X) (1000)، إذ لوحظ ان ظروف التحضير كان لها الأثر في تكوين ملامح التركيب السطحي للغشاء المحضر وببين من الشكل (6) التركيب السطحي لغشاء اوكسيد الكاديوم النقي حصول غشاء متجانس وخالي من العيوب . يبين الشكل رقم (7) فحص FTIR ان الامتصاصية تزداد مع زيادة الطول الموجي . يبين الجدول رقم (1) قيمة فجوة الطاقة البصرية ومقارنتها بقيمة فجوة الطاقة المحسوبة في بحثنا بالنسبة الى الدراسات السابقة.

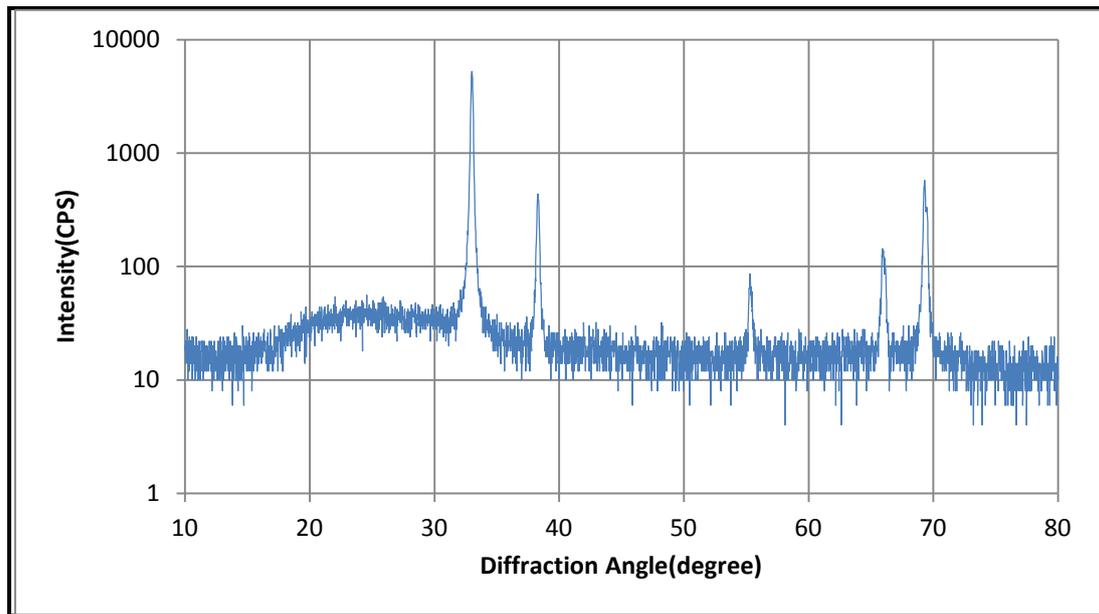
المصادر

1. Hampel, C. A. , and Gessner, G. Hawley , (1973) The Encyclopedia of Chemistry, Poisonous Plants on Arizona Rangelands. The University 3 rdEdition ,. 169 .(1973)..
2. Hampel, C. A. (1954) Rare Metals , Handbook , 87- 103, (1954) .
3. Richard , J. and Lewis, Sr. (1997) Hawley's Condensed Chemical Dictionary , 13 thEdition , 189.
4. Wells , A. F. (1984) Structural Inorganic Chemistry , Oxford University , Clarendon Press .
5. Chu , T. L and . Chu, S. S. (1990) Degenerate Cadmium Oxide Filmsfor Electronic Devices , Journal of Electronic Materials ,19 (9):1003 – 1005 .
6. Jarzberzki, Z. M. (1973) Oxide Semiconductors, Pergamon Press , London.
7. Chopra , K. L and RanyanDas , S. , (1993) Thin Film Solar Cells , Plenum Press, New York
8. Jefferson, P. H. , (2008) , Band gap and Effective Mass of Epitaxial Cadmium Oxide , Applied Physics Letters , 92 (2): 22101.
- 9- محمد أمين سليمان ، أحمد فؤاد باشا و شريف أحمد خيرى (2000) ، فيزياء الجوامدو جامعة ام القرى ، مطبعة الفكر العربي .
10. Neamen ,D. A. (1992) *Semiconductor Physics and Devices* , University of New Mexico.
11. Saporal, B. and Herman, C. (1995) , *Physics of Semiconductors* , Springer Verlag , New York , Inc .
12. Koffyberg,F. P. (1976) Thermo Reflectance Spectra of CdO: Band Gapand Band Population Effects, J. Physics , 13 : 4470 .
13. Benko ,F. A. and Koffyberg, F. P, (1986) Quantum Efficiency and Optical Transition of CdO Photo Anodes ,Journal of Solid State Communications, 57 (12) : 901.
14. Subramanyam, TK.; Uthanna, S. and Naidu, BS. (1998). Preparation and haracterization of CdO films deposited by dc magnetron reactive sputtering, Materials Letters, 57 :317.
15. Eze , FC. (1998) Molecular and Chemical Physics Fluids Plasmas, Biophysics , 20 :1421.

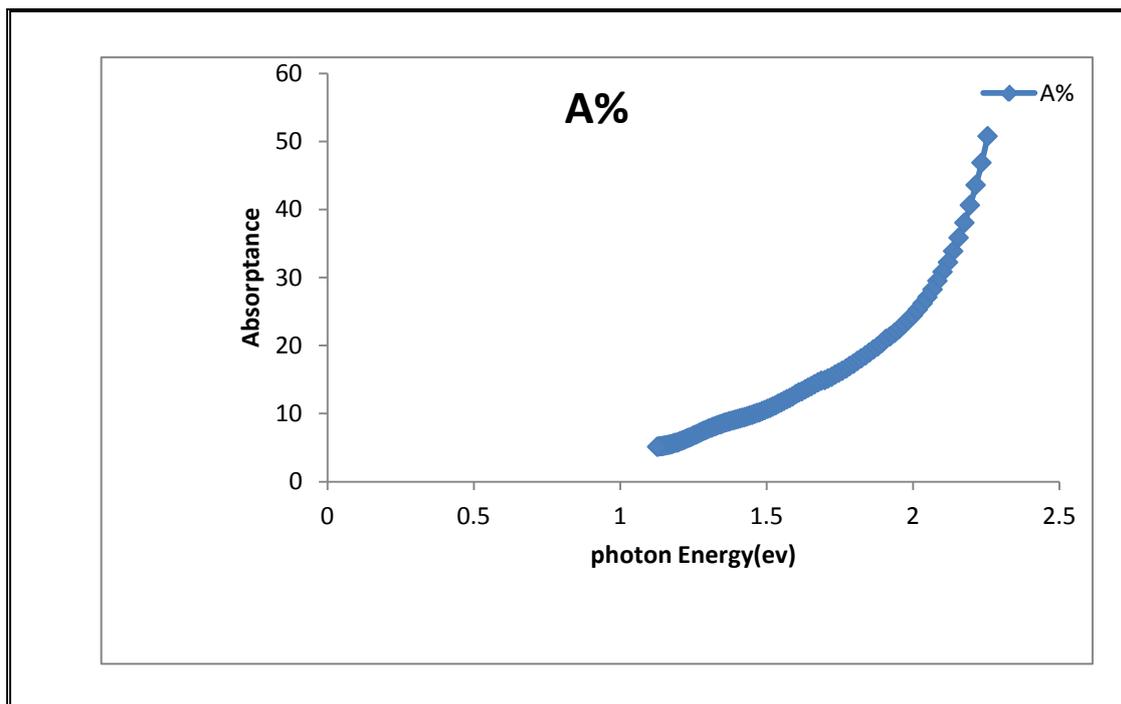
16. Santana ,G. and Morales ,A. - Acevedo , (1999) Superficiesy,Structural and optical properties of CdO thin films ,9 : 300.
17. Ferro ,R. and Rodriguez, J. A. (2000) Phys. State .Sol , (220): 299 .
18. Dakhel ,A. A.; Henari, F. Z. ,Res, Crys.,(2003) Optical characterization of thermally evaporated thin CdO films, Technol, 38(11) : 979 .
19. Rusu ,R. and Rusu, G. (2005) Journal of Optoelectronics and Advanced Materials , 7 (2): 823 .
20. Ghosh ,P. K. ;Ghosh, P.and Chattopadhyay, S. (2005) Solar Energy Materials and Solar Cell ,Journal of Nanopartical Res , 7 (2) : 219 .
21. Leon - Gutierrez ,L. R.; Cayente – Romero ,J. J. and. Peza - Tapia , J. M., J.C. , (2006)Martinez -Flores , Materials Letter , 60 : 3866.
22. Rusu ,R.and Rusu, G. (2005) Journal of Optoelectronics and Advanced Materials , 7 (2) : 823 .
23. Ilican ,S. and Caglar ,M, Yakuphanoglu F. (2009) A study of Structural andOptical Properties of CdO: Al Films Deposited by Sol-gel Process , Journal of Optoelectronics and Advanced Materials 3 (2) : 135- 140.
24. Islam, M.M.; Islam, M.R. and Podder, J. (2008) Journal of Bangladesh Academy of Sciences. University of Engineering & Technology, Dhaka, Bangladesh, 32 (1): 97-105.
25. Mishra, R.L., Sharma, A.K., and Prakash, S.G. (2009) Digest Journal of Nanomaterials And Bostructures. India, 4 (3): 511-518.
26. Beevia, M.M.; Anusuyab ,M. and Saravananc, V. (2010) International Journal of Chemical Engineering and Applications, India,1(2): 151-154.
27. Rajammal, R.; Rajaram, K.; Savarimuthu E. and Arumugam, S. (2011) Journal Nano. Electron.Physics. Sumy State University, India, 3(1): 499-506 .

جدول (1): قيمة فجوة الطاقة البصرية للانتقالات المباشرة للدراسات السابقة

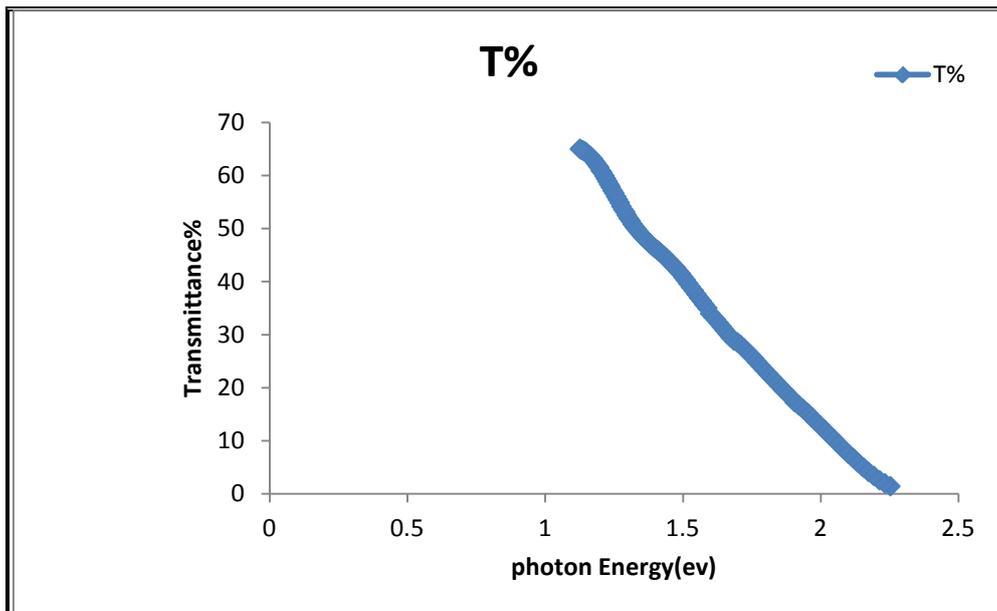
المصدر	قيمة فجوة الطاقة البصرية للانتقالات المباشرة للدراسات السابقة
12	(2.28eV)
13	(2.18ev)
14	(2.5-2.6)eV
15	(2.46 eV) -2.5eV)
16	(2.45 eV)
17	(2.4-2.75 eV)
18	(2.33-1.95) ev
19	(2.5 eV)
20	(2.3 eV)
21	3.69-2.86eV
22	2.54-2.32eV
23	2.470-2.68eV
24	3.40- 2.51) eV
25	(2.37) Ev
26	(2.58-2.54)eV
27	(2.58-2.54)eV
البحث الحالي	2.13Ev



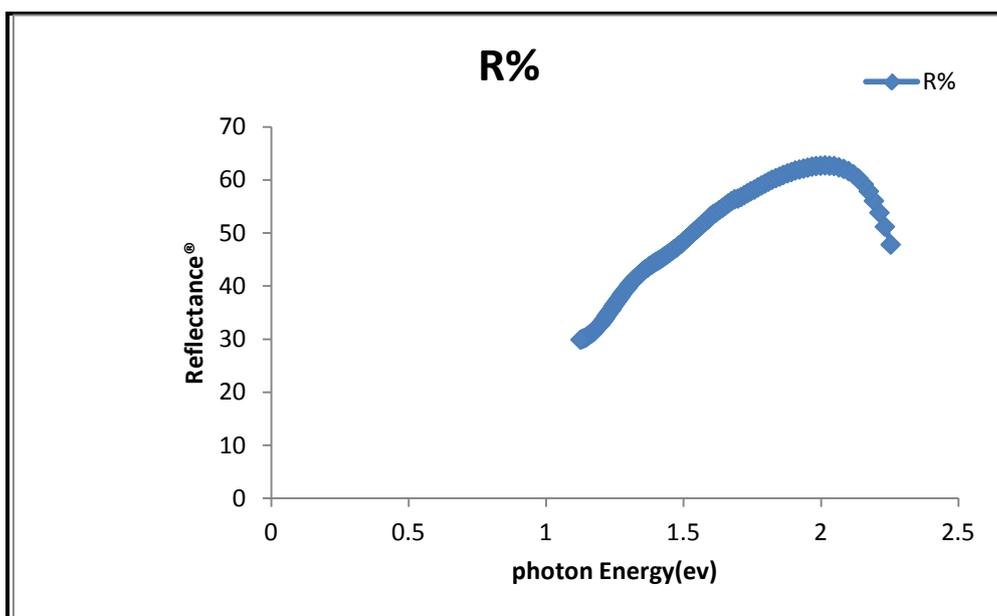
شكل (1): منحنى الأشعة السينية لغشاء أكسيد الكاديوم



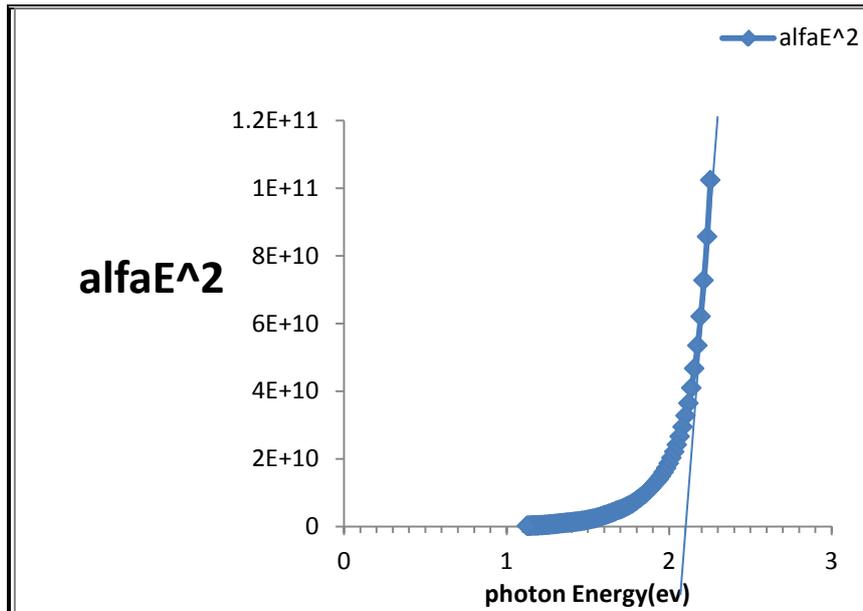
شكل (2): طيف الامتصاصية دالة لطاقة الفوتون لغشاء أكسيد الكاديوم



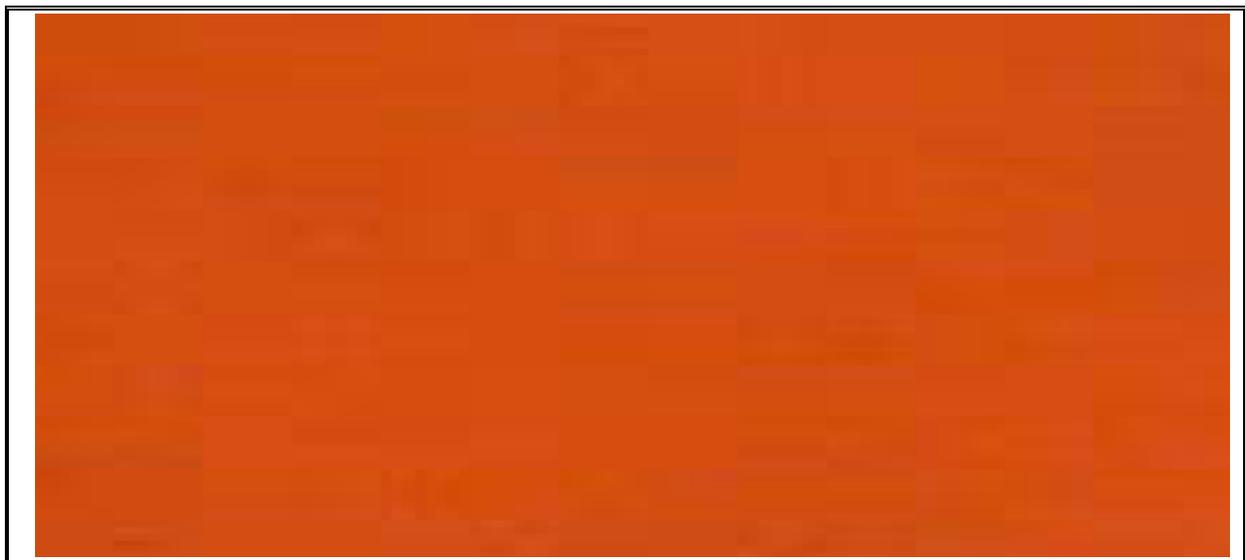
شكل (3): طيف النفاذية دالة لطاقة الفوتون لغشاء اوكسيد الكاديوم



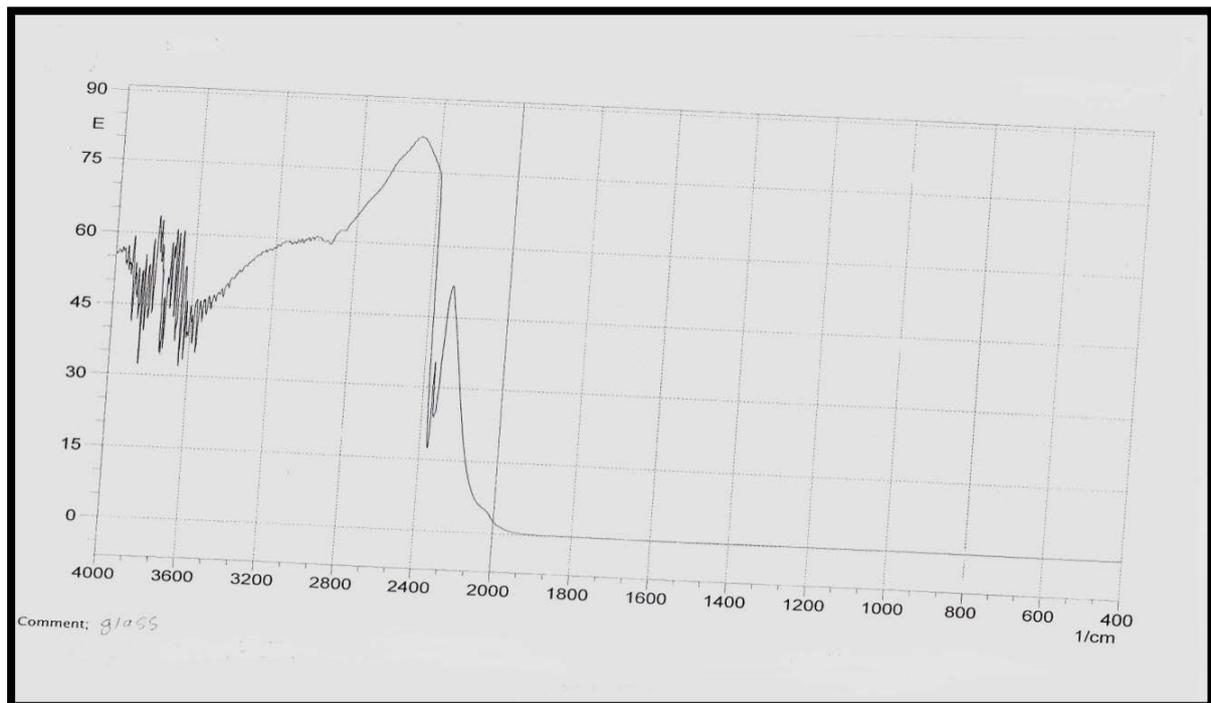
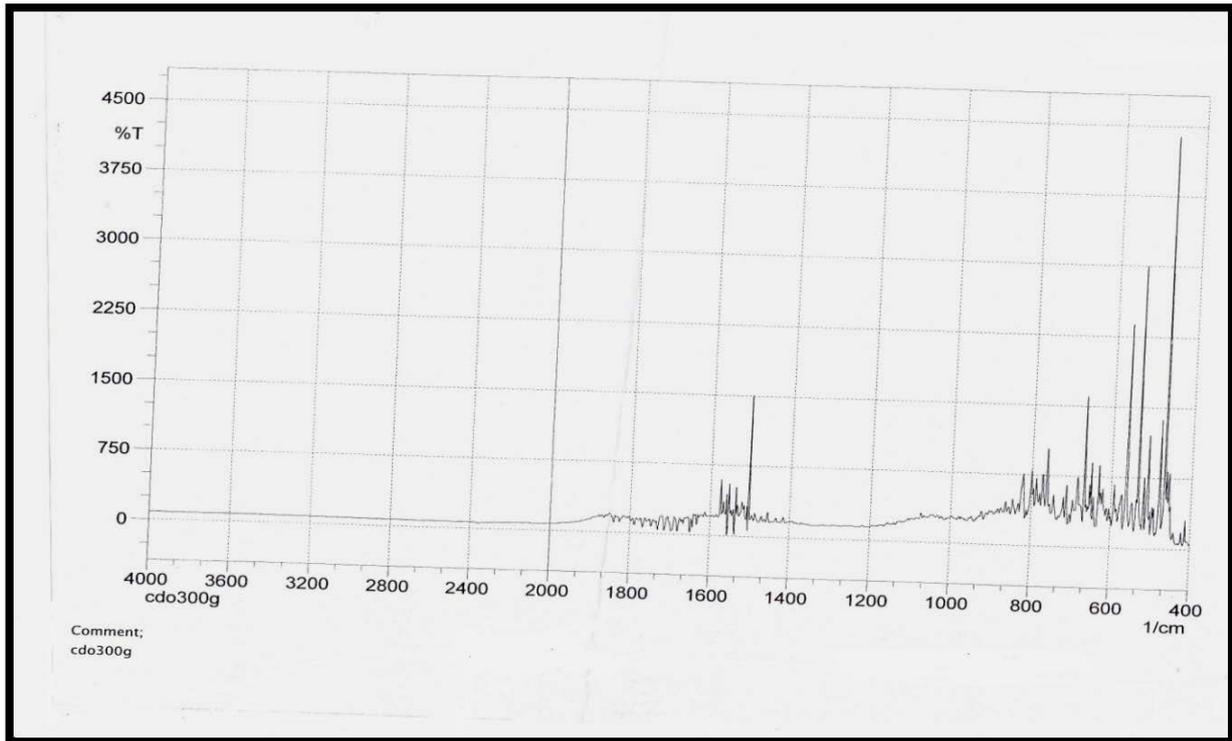
شكل (4): طيف الانعكاسية دالة لطاقة الفوتون لغشاء اوكسيد الكاديوم



شكل (5): فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح لغشاء اوكسيد الكاديوم



شكل (6): صورة فوتوغرافية لغشاء اوكسيد الكاديوم بقوة تكبير (1000)



شكل (7) يبين فحص FTI لغشاء اوكسيد الكاديوم للزجاج



Study The Properties of Structural And Optical of Cadmium Oxide Films Prepared In A Thermal Evaporation In A Vacuum

Samir A. Maki

Zaynab S. AbdulRidha

Dept. of Physics / College of Education for Pure Sciences(Ibn Al-Haitham)/
University of Baghdad

Received in : 24 June 2012, Accepted in : 12 September 2012

Abstract

In this research , the structural and optical properties of pure of cadmium oxide, pure (CdO) were studied thin films in a thermal evaporation in a vacuum depositing metal cadmium pure rules of the glass at room temperature (300K) and thickness ($300 \pm 20\text{nm}$) and the time of deposition (1.25sec) was oxidation of thin films cadmium (Cd) record temperature (673k) for a period of one hour to the presence of air optical energy gap for direct electronic transitions were calculated (permitted) as a function of absorption coefficient and permeability and reversibility by recording the spectrum absorbance and permeability of the membrane the record within the wavelengths (300-1100nm).

Keywords: cadmium oxide (CdO), vacuum technology, structural and optical properties.