Multiple-Deposition of Cadmium Oxide Nnanocrystalline Thin Films Prepared by Chemical Bath Deposition Technique

Khalid Hamdi Rzeaj[a] Hani Hadi Ahmed[b] Jumaa Ayob Homady[c]

[a,c] Department of Physics, College of Education for Pure Sciences, University of Tikrit, Salahuddin, Iraq.

[b] Faculty of Applied Engineering, University of Tikrit, Salah Al-Din, Iraq.

Kalidhar1953@gmail.com hanind85@tu.edu.iq jomaa.ayb1975@gmail.com

Submission date:- 21/6/2018 Acceptance date:- 8/7/2018 Publication date:- 13/12/2018

Keywords: CdO,multiple dip, chemical bath deposition, Kinetic of the deposition.

Abstract

In this work CdO nanocrystalline thin films have been prepared by chemical bath deposition technique(CBD) , on commercial glass substrates at room temperature. cadmium nitrat as a source of cadmium ions(Cd^{+2}) and Ammonium hydroxide as a source of hydroxide ions (OH^{-2}). The effect multiple dip process on the structural and optical properties of CdO films and the use x-ray diffraction(XRD),optical reflection microscope(ORM),and UV-visible spectroscopy respectively(UV) were studied. The results of X-ray diffraction showed that conversion of cadmium hydroxide film to cadmium oxide film, the results show of film and increases grain size by increases the multiple dip process. The optical reflection microscope showed that the films prepared has surface Morphological properties of the thin films and is improved with increased the multiple dip process. The results of optical properties showed that transmittance of film was 74% and decreased with increasing the multiple dip process, and found that the energy gap ranged from 2.24-2.63 eV. and found improved properties films with the multiple dip, This makes them suitable in solar cell applications and the detectors.

الترسيب المتعدد لأغشية أوكسيد الكادميوم البلورية النانوية المحضرة بتقنية الترسيب بالحمام الكيميائي

خالد حمدي رزيج[١] هاني هادي احمد[٢] جمعه ايوب حمادي[٣]

[١،٣] قسم الفيزياء،كلية التربية للعلوم الصرفة،جامعة تكريت،صلاح الدين،العراق

[٢] كلية الهندسة التطبيقية ،جامعة تكريت،صلاح الدين،العراق

jomaa.ayb1975@gmail.com hanind85@tu.edu.iq Kalidhar1953@gmail.com

الخلاصة

في هذا البحث تم تحضير أغشية رقيقة من أوكسيد الكادميوم(CdO)ذات التركيب البلوري النانوي بتقنية الترسيب بالحمام الكيميائي(CBD)على قواعد زجاجية عند درجة حرارة الغرفة بأستخدام نترات الكادميوم ($Cd(NO_3)_2.4H_2O$) كمصدر لأيونات الكادميوم(Cd^{+2}) وهيدروكسيد الأمونيوم(NH_4OH)كمصدر لأيونات الهيدروكسيد(OH^{-2}). تم دراسة تأثير عملية تكرار الترسيب على الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية(CdO)وباستخدام (XRD),(ORM),(UV) حيث بينت نتائج حيود الأشعة السينية تحول غشاء هيدروكسيد الكادميوم إلى أوكسيد الكادميوم وزيادة الحجم الحبيبي يزداد بزيادة تكرار الترسيب.كما وأظهر المجهر الضوئي العاكس مواصفات مورفولوجية لسطح الأغشية الرقيقة المحضرة

Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences (JUBAS) by University of Babylon is licened under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. 2018.

وتتحسن مع زيادة عملية تكرار الترسيب.وكما بينت نتائج الخصائص البصرية أن أعلى نفاذية للأغشية هي ٧٤% وتقل مع زيادة عملية تكرار الترسيب, ووجد أن فجوة الطاقة تتراوح بين eV(2.63-2.24).ووجد أن خصائص الأغشية تتحسن مع عملية تكرار الترسيب وهذا يجعلها مناسبة في تطبيقات الخلايا الشمسية والكواشف.

الكلمات الدالة: أوكسيد الكادميوم, تكرار الترسيب ,الترسيب بالحمام الكيميائي, ميكانيكيات الترسيب.

١- المقدمة Introduction

يُعد أوكسيد الكادميوم(CdO) واحد من أفضل أكاسيد التوصيل الشفافة (TCO)التي تنتمي إلى صنف أشباه الموصلات من النوع السالب (n–type) من المجموعة (الثانية–السادسة) (II,VI) من الجدول الدوري ذي تركيب بلوري مكعب(Cubic).وكما أن وحدة الخلية هي متمركزة الاوجه(FCC) ويشبه التركيب البلوري لكلوريد الصوديوم(NaCl)[1]. ويستخدم اوكسيد الكادميوم بشكل واسع في العديد من التطبيقات مثل أقطاب الخلايا الشمسية, والفولتائية الضوئية, ولوحات العرض المسطحة, والنوافذ المعمارية[2].

تمتلك مادة أوكسيد الكاديوم خصائص مميزة من بينها أن لها فجوة طاقة تتراوح بينeV(2.7–2.4),ووزنها الجزيئي(١٢٨.٤g\mol) وكثافتها($8.15\ g/cm^3$) ونقطه انصهارها K(1773) وذات نفاذية عالية في المنطقة المرئية والمنطقة القريبة من تحت الحمراء. وأيضا" تكون ذات أنعكاسية عالية بالمنطقة الحمراء عند الطيف الكهرومغناطيسي,ولها امتصاص عالي,والتحركية العالية لحاملات الشحنات,وتوصيلية كهربائية عالية ناجمة عن وجود الفراغات(holes) بسبب الاوكسجين حيث تعمل كمراكز مانحة,أو من وجود ذرات الكادميوم في المواقع التعويضية [3]. لذلك يمكن استعمالها بشكل رئيسي في منظومات الطاقة الشمسية لتحسين كفاءتها وفي الخلايا الضوئية. وبالنظر لأهمية أوكسيد الكادميوم ومايميزه من خصائص فإنه يستخدم في العديد من التطبيقات الألكترونية والبصرية كالخلايا الشمسية (solar cell) وتصنيع الأقطاب الكهربائية الشفافة (Transparent Electrodes) وثنائي القطب (Phototransistors) والطلاءات المضادة للأنعكاس (Anti Reflection Coatings)وكواشف الأشعة تحت الحمراء (IR-detectors)ومتحسسات الغاز(Gas Sensors)وغيرها من التطبيقات[4].وهناك طرائق عدة لتحضير أغشية(CdO) مثل التبخير الحراري(CVD)والمحلول الجلاتيني(Sol–Gel)والرش الكيميائي الحراري(CSP)والترسيب بالليزر النبضي(PLD) بالإضافة إلى تقنيات أخرى[5].

وتُعد تقنية الترسيب بالحمام الكيميائي(CBD) أحدى طرق التحضير بالطور السائل, لترسيب الأغشية الرقيقة على قواعد صلبة عن طريق التفاعل في داخل المحلول الكيميائي [6] , حيث يتم الترسيب عند درجات الحرارة الواطئة التي تكون أقل من K(363) وبشكل أيونات(موجبة وسالبة)تتكون في المحلول الكيميائي وتعمل قابلية الذوبان لمركبات المواد على أبقاء أتحاد الأيونات الموجبة والسالبة مع العناصر ثابتا".ونتيجة هذه العمليات المتجانسة نحصل على المركب المطلوب.بحيث بالأمكان السيطرة على التفاعلات بداخل المحلول من خلال درجة حرارة الترسيب, ونسبة تركيز المحاليل في التفاعل وقيمة الدالة الحامضية بالمحلول(PH)[7]. من خلال البحث عن موضوع الدراسة لم نجد دراسات حول أغشية (CdO) ووجد دراسات للمركبات (CdS),(GaZO),(CuS),(ZnO),((Pb,La)TiO_3),(SPS), وفي هذا البحث تم حساب الخواص بعملية تكرار الترسيب لعدة خطوات لأغشية (CdO) المحضرة وتأثيرها على الخصائص التركيبية والبصرية.

٢- طريقة العمل Experiment Method

يتم تنظيف قواعد الزجاج من طريق غسلها بالماء الجاري ومسحوق الغسيل للتخلص من أي بقع زيتية قد تكون موجودة او بقايا المواد العالقة على أرضيات الزجاج وذلك لمدة (10 min) ثم توضع في وعاء يحتوي على ماء مقطر لمدة(20 min).وبعدها تغمر بمحلول يحتوي على كحول الايثانول لأزالة أي أثار دهنية وذلك لمدة(30 min).وتغسل بالماء المقطر.وتجفف بالهواء الساخن أو باستخدام قطعة من القماش(مايكروفايبر) الخاصة بتنظيف العدسات البصرية لكي لاتبقى أي شوائب على سطح القواعد الزجاجية.

وتمت عملية التحضير لمحاليل أغشية أوكسيد الكادميوم(CdO) بطريقة الترسيب بالحمام الكيميائي (CBD) في المختبر, حيث تم استعمال نترات الكادميوم المائية ($Cd(NO_3)_2.4H_2O$)،وبنقاوة(99.99%)والمجهزة من قبل شركة(Fluka) المائي المنشأ,حيث تم التأكد من نقاوة نترات الكادميوم من خلال فحصها باستخدام تقنية(XRD)واجراء التحليل بوساطة (EDS), وتكون هذه المادة صلبة وذات لون ابيض وسريعة الذوبان في الماء، ووزنها الجزيئي هو (308.74 g/mol) وتم تحضير محلول نترات الكادميوم المائية بتركيز (0.03M) مولاري,حيث توزن المادة ويتم أذابتها في (100 mL) من الماء المقطر وتكون الاذابة تدريجية بواسطة استعمال الخلاط المغناطيسي(Magnetic Stirrer) وبدرجة حرارة الغرفة (Roomtemperature 25C°) ولمدة (10min) للتأكد من إذابة مادة نترات الكادميوم في المحلول بالشكل التام لغرض الحصول على محلول متجانس وشفاف عديم اللون. وبعد الأذابة الكاملة لنترات الكادميوم بالمحلول تتم عملية إضافة محلول هيدروكسيد الامونيوم(NH_4OH) بتركيز(30%) والمجهزة من قبل شركة(Fluka), أيضا"وبشكل تدريجي وبالتقطير ومن ثم نلاحظ تغيّر لون المحلول المحضر إلى اللون الحليبي(Milky)،ونستمر

بعدها بإضافة محلول هيدروكسيد الامونيوم حتى يتم الحصول على محلول رائق متجانس وشفاف عديم اللون مرة اخرى. وأثناء الخلط تم قياس الدالة الحامضية للمحلول باستعمال (pH meter)رقمي ذات النوع(Inolab pH720)صنع الماني، وكانت تتراوح بين(12-10) وذلك عند اضافة نترات الكادميوم وهيدوكسيد الامونيوم على الماء المقطر يصبح المحلول قاعدي فتزداد قيمة الدالة الحامضية , وبعد الانتهاء بشكل كامل يتم غمر قواعد الزجاج بصورة عمودية بالمحلول المحضر ومن غير الخلاط المغناطيسي، وتتم عملية الترسيب ومن ثم نقوم بتكرار عملية الترسيب للغشاء وذلك من خلال غطس العينات مرة واحدة ورفعها للحصول على النموذج الاول وفي حالة تكرار الترسيب الثاني يتم رفع العينية من المحلول وتركها لمدة (10 min) ومن ثم يتم إرجاعها إلى المحلول لغرض إعادة الترسيب لكي نحصل على الترسيب الثاني. وكذلك تجري العملية على الترسيب الثالث.وبذلك تسمى هذه العملية بعملية الترسيب المتعدد(Multiple dip)لغشاء (CdO) والجدول(١)يوضح ظروف تحضير الحمام الكيميائي:

حيث إن:

١.درجة حرارة الحمامC^0(T).

٢.زمن ترسيب الحمام T(hr) .

٣.الأكسدة الحرارية للأغشية T_a (K) .

٤.الدالة الحامضية (pH)

جدول رقم (1) يمثل ظروف تحضير غشاء (CdO) بطريقة ترسيب الحمام الكيميائي.

Bath	Bath-1
$Cd(NO_3)_2$	0.03M
NH_4OH	30%
$T(C^0)$	Room temperature
t(hr)	48
$T_a(K)$	573
pH	10-12

وتتم عملية حساب سمك الغشاء المحضر من خلال استعمال الطريقة الوزنية, ومن خلال استعمال الميزان الإلكتروني الحساس الرقمي (10^{-4}g) ذات النوع (Radwag)من شركة (Mettler) من طريق استخدام العلاقة التالية في حساب سمك الغشاء [8]:

$$d(nm) = \frac{\Delta m}{\rho_t . A} \quad \text{.....(١)}$$

حيث إن:d: يمثل السمك للغشاء اللازم تحضيره بـ (nm).

Δm: يمثل الفرق في الوزن للغشاء ($m_2 - m_1$)بـg.

ρ_t: تمثل كثافة مادة(CdO) وهي (ρ=8.15 g / cm^3)[9].

A: يمثل مساحة الغشاء (طول الغشاء × عرضه) بـcm^2, أي قياس مساحة الغشاء المرسب على القواعد الزجاجية.

ومن خلال هذه الطريقة تمكننا من الحصول على أغشية بسمك nm %(10-20)± (420-740).

وتم قياس وفحص حيود الأشعة السينية من خلال جهاز ذات نوع (X-ray Diffraction) ومجهز من قبل شركة(Shimadzu) اليابانية,والموجود في جامعة بغداد/كلية التربية ابن الهيثم.ويتم التعرف على طبيعة سطوح الأغشية من إستخدام المجهر الضوئي العاكس(ORM)من نوع (Optikam®) (Cameras والمجهز من شركة (Optika) الايطالية , والموجود في جامعة تكريت/كلية التربية للعلوم الصرفة.كما وتم قياس الخواص البصرية من خلال استعمال جهاز المطياف (UV-1800 UV-Vis Spectrophotometer) والمجهز من قبل شركة (Shimadzu) اليابانية, في جامعة تكريت/كلية التربية للعلوم الصرفة.

٣- النتائج والمناقشة Results and Discussion

٣.١ ميكانيكيات الترسيب (Mechanic of the Deposition)

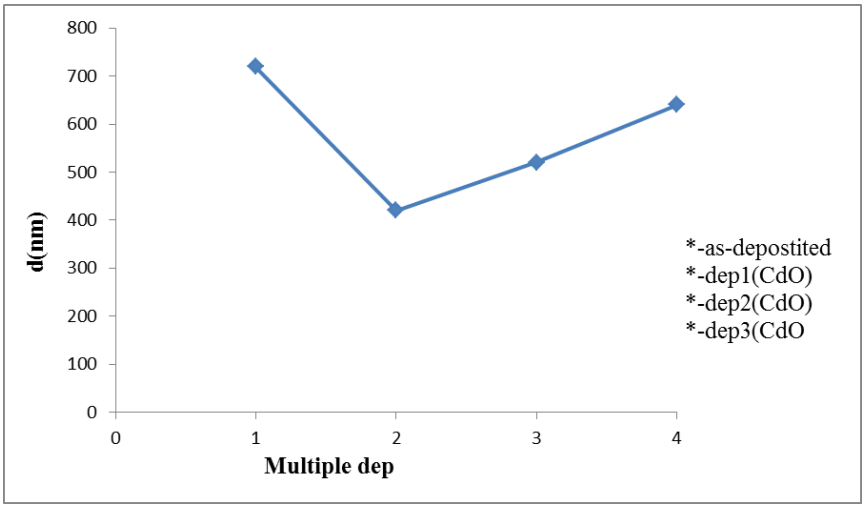
يبين الشكل(1) تأثيرعدد مرات الترسيب واحد،واثنان،وثلاثة(Mulipl Dip)على معدل السمك لغشاء(CdO)والمحضر عند درجة حرارة الغرفة(Room .T)بطريقة الترسيب بالحمام الكيميائي(CBD)ونلاحظ بان زيادة عدد مرات الترسيب(Mulity Dip) تساعد على الاستمرار للتفاعل بالمحلول وإطلاق لأيونات الكادميوم مما يؤدي إلى الأستمرار في زيادة سمك الغشاء الرقيق. وتتكون رواسب بيضاء بداخل المحلول نتيجة التحلل للامونيا (NH_4) ويكون الناتج لهذا التفاعل هو هيدروكسيد الكادميوم($Cd(OH)_2$) وكما في التفاعل الآتي[10]:

$$Cd^{+2} + 2OH^{-2} \rightarrow Cd(OH)_2 \quad \text{.....(2)}$$

وعند أكسدة الغشاء ومعاملته حراريا" وبدرجة حرارة 573K من خلال استعمال الفرن الحراري نوع (Yamato FM 27) الماني الصنع, بوجود الأوكسجين يكون ناتج التفاعل هو التالي[10]:

$$Cd(OH)_2 \rightarrow \left[Cd^{+2} + 2\left(O^{-2} + H^{+}\right)\right] \uparrow Solid \xrightarrow{T_a=673K} \left[Cd^{+2} + O^{-2}\right]$$
$$+\left[O^{-2} + 2H^{+}\right] \rightarrow [CdO] \uparrow Sold + \left[H_2O\right] \uparrow Gas \quad \text{..... .... (3)}$$

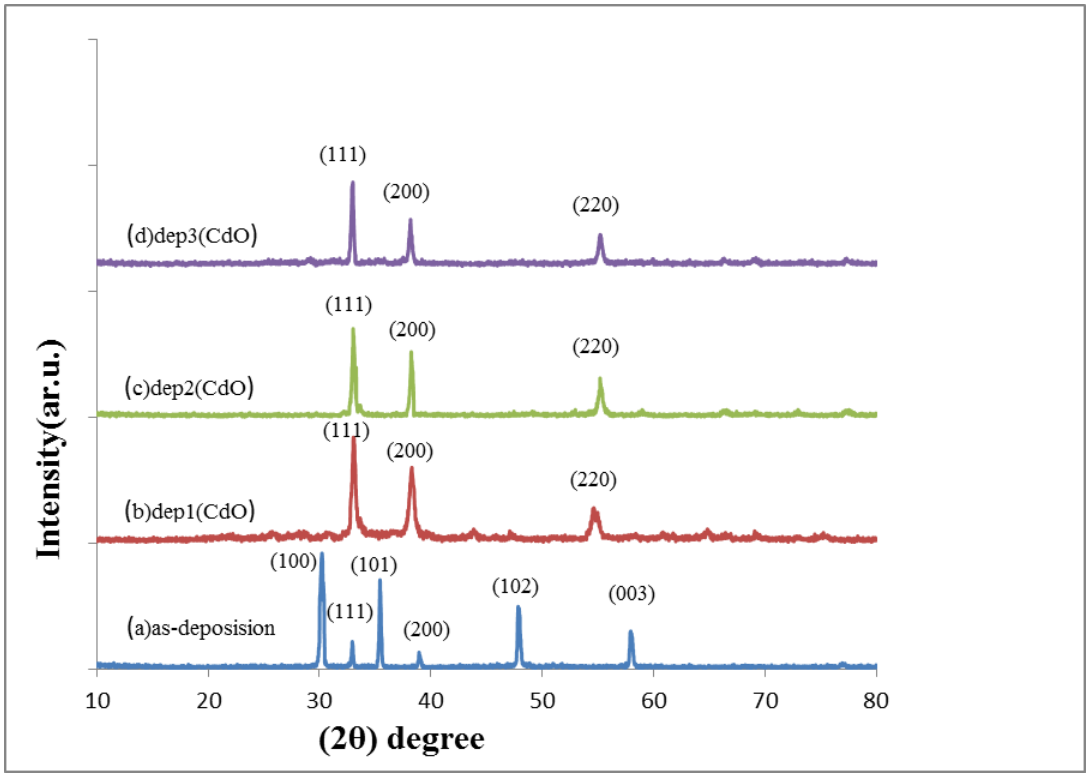
ونحصل على غشاء (CdO) بعد تبخر الماءH_2O من خلال المعاملة الحرارية ويكون الغشاء ذا انتظامية وتجانس جيد حيث تقل العيوب البلورية وبحسب عدد مرات الترسيب.



شكل(١) يوضح ميكانيكية الترسيب لغشاء CdO مع تكرار عدد مرات الترسيب(Multipl dep).

٣.٢ حيود الأشعة السينية (X-Ray Diffraction) :

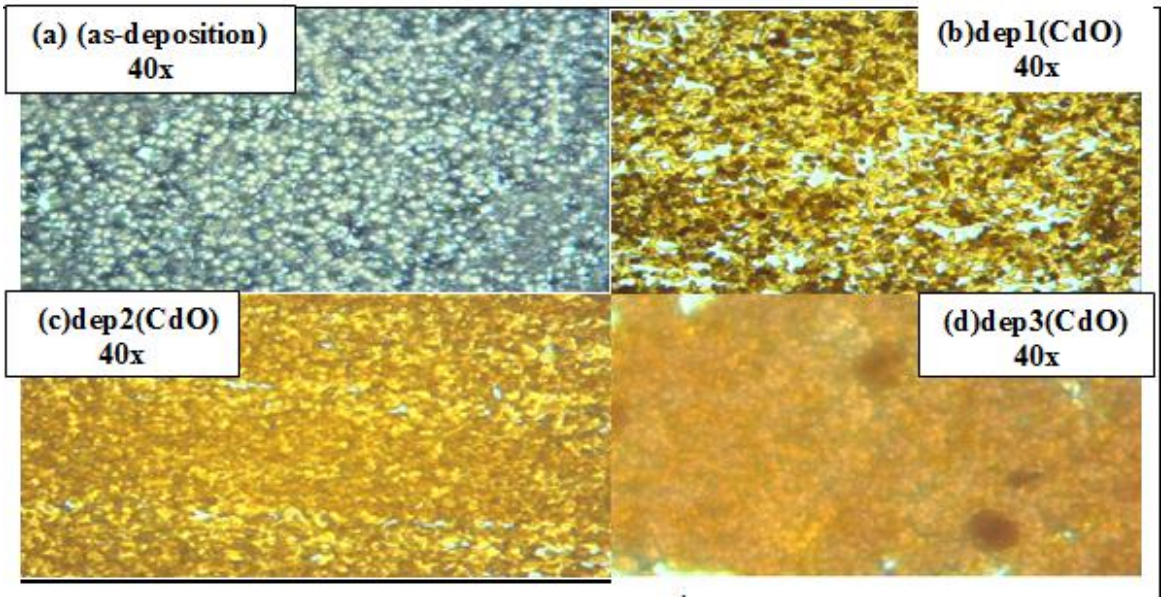
يبين الشكل(٢) قياس حيود الأشعة السينية لأغشية(CdO) المحضرة بتقنية الترسيب بالحمام الكيميائي حيث نلاحظ من الطيف(a)غشاء (as-deposition) المرسب ذات تركيب متعدد التبلور(Polycrystalline)ومن النوع السداسي(Hexagonal)بأفضلية اتجاهية بلورية للمستوي(١٠٠)عند الزاوية $2\Theta=30.22^{\circ}$. وإن ظهور قمم إضافية (CdO)عند الزوايا 32.94° و 38.96° مع القمم الاخرى تمثل حبيبات الكادميوم(Cd)التي اختلطت مع الاوكسيد أثناء فترة الترسيب.وتبين الأطياف (b),(c),(d) أغشية أوكسيد الكادميوم عند تكرار عدد مرات الترسيب حيث نلاحظ ظهور ثلاث قمم عند المستويات (١١١)و(٢٠٠)و(٢٢٠) وإن النمط السائد هو عند المستوي(١١١) لهذه الأغشية,وتكون الأغشية ذات تركيبا" بلوريا" متعدد التبلور(Polycrystalline)ومن النوع المكعب(Cubic)وهذا يتفق مع النتائج للبحث المنشور[11]. ومع زيادة عدد مرات الترسيب فأن شدة القمم تكون اكثر حدة وهذا دليل على زيادة معدل حجم الحبيبات وهذا يدل على أن طور الهيدروكسيد يتلاشى والتركيز لأيون(cd^{+2})الفائض في المحلول ,وبينما اظهرت(XRD) لنمط أغشية (CdO)لأعلى ترسيب حيث يوضح قمم حادة عند أعلى شدة لطور (CdO)النقي.عموما" إن القمم لغشاء (CdO)هي ذات تراكيب أوسع في حالة الاختلاف لنمط الترسيب وهذا يتوافق مع المصادر[12]. إن جميع النتائج لغشاء$Cd(OH)_2$) و(CdO) كانت متطابقة القمم مع البطاقة الدولية لبيانات الحيود(JCPDS file.no. 31-228, 01-1049).



شكل(٢) يبين حيود الاشعة السينية لتكرار الترسيب لأغشية CdO

٣.٣ المجهر الضوئي العاكس (Optical Reflection Microscope)

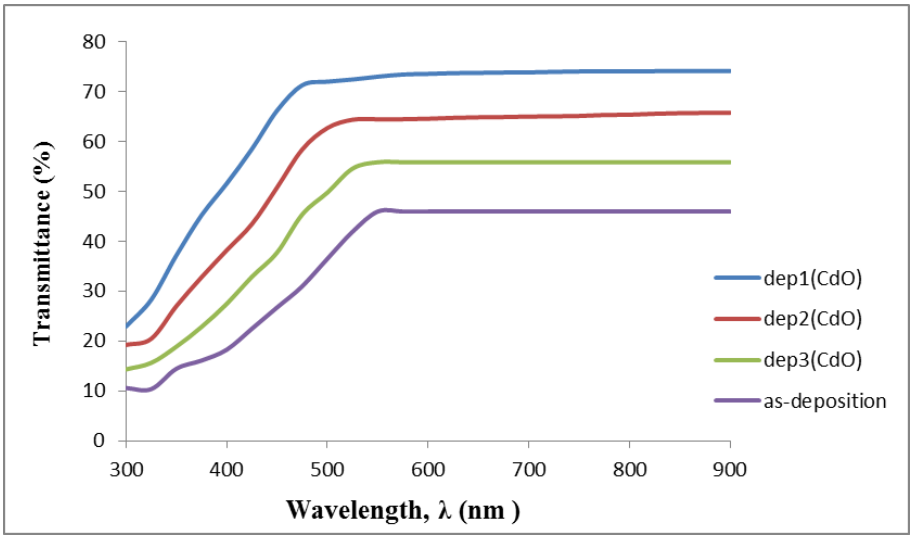
يبين الشكل(3) صورة المجهر الضوئي العاكس(ORM) .حيث إن (a) يمثل غشاء (as-deposition) المرسب على القواعد الزجاجية وإن الغشاء المرسب يكون أبيض اللون وموزع على الأرضية الزجاجية ويبين زيادة في معدل نمو الحبيبات والظهور لتجمعات من العناقيد(Clusters) وهي بأشكال مختلفة قريبة من التراكيب الزهرية وعلى المقياس المايكروي والتجانس العالي بتوزيع الحبيبات. وكما نلاحظ من الصورة المجهرية (b) بأن التركيب يقل في الحجم بزيادة عدد مرات الترسيب وبعد تلدين الغشاء ،حيث ان تكرار الترسيب للمرة الأولى تؤثر في معدل الترسيب للذرات وكذلك الزيادة في معدل الحجم الحبيبي. وظهور بعض الفراغات بسبب تبخر جزيئات الماء وتحول هيدروكسيد الكاديميوم إلى أوكسيد الكاديميوم. وتبين صورة المجهر(c) لغشاء (CdO) لتكرار الترسيب للمرة الثانية بأن الغشاء المرسب هو مائل للاصفرار نتيجة ظهور طور الكاديميوم مع وجود بعض الفراغات .ونلاحظ من صورة المجهر (d) بأن زيادة عدد مرات الترسيب تغير لون طبيعة السطح للغشاء، فيصبح لون الغشاء مائلا" للاحمرار أو الأسمر مع تجانس جيد لتركيب الغشاء وزيادة في معدل الحجم الحبيبي وقلة المسافة بين البلورات.



شكل (٣) صور للمجهر الضوئي (ORM) لأغشية (CDO) المحضرة بتكرار عدد مرات الترسيب

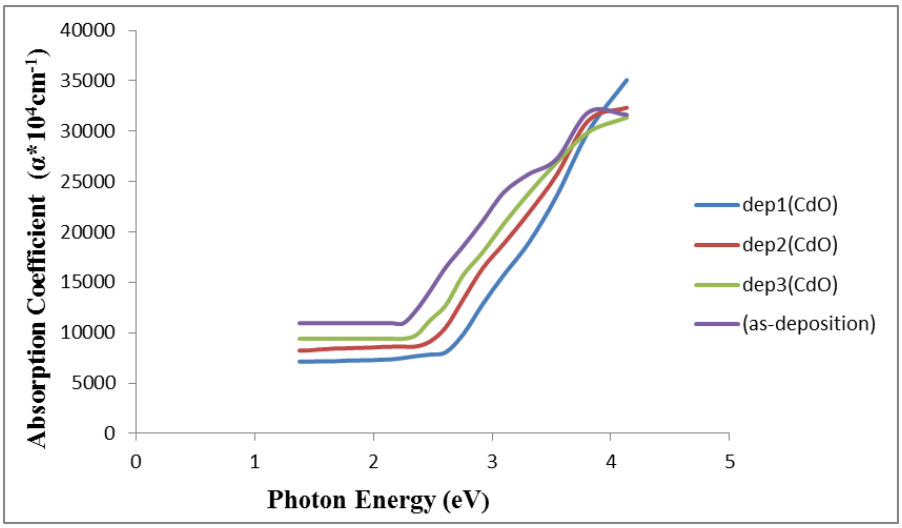
٣.٤ الخواص البصرية (Optical Properties)

يبين الشكل(٣) النفاذية ضمن الأطوال الموجية nm(300-900) ونلاحظ وجود زيادة في طيف النفاذية عند المنطقة المرئية والمنطقة تحت الحمراء القريبة من خلال تكرار عدد مرات الترسيب الذي يؤدي إلى زيادة في سمك الأغشية, ويعود السبب الى الزيادة في تركيز أيونات الكادميوم(Cd^{2+})،حيث إن لها تأثيرا" على طيف النفاذية وكما أنها تؤدي إلى زيادة الحجم الحبيبي مما يقلل النفاذية للأغشية المحضرة.وإن تكرار الترسيب يقلل من النفاذية لأنها تساعد على استمرار التفاعل داخل المحلول وأطلاق الهيدروكسيد وأيونات الكادميوم من المصدر ووصولها إلى قواعد الزجاج. وهذا يتفق مع ماحصل عليه الباحثين[14],[13].وإن أعلى نفاذية هي أكثر (74%) ثم تقل بتكرار الترسيب للأغشية.



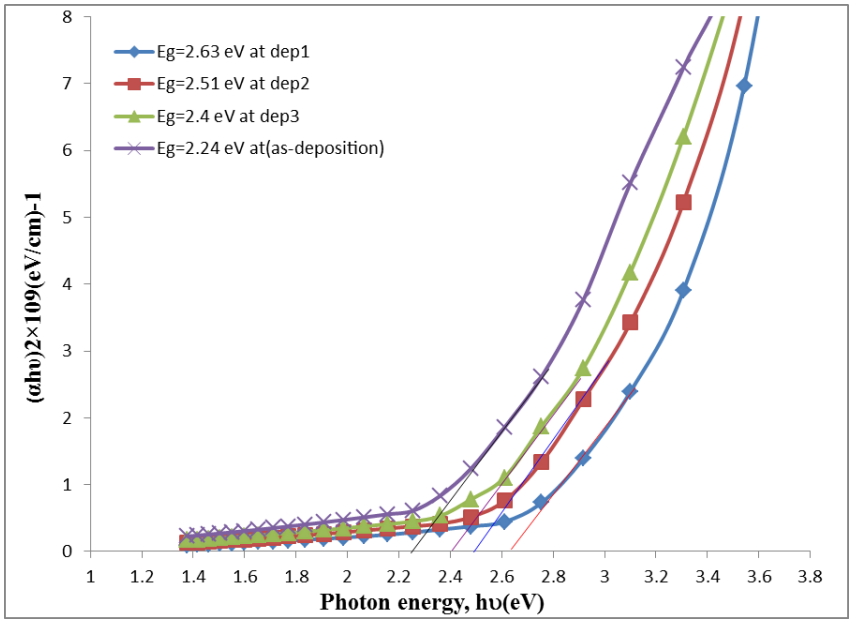
الشكل (٤) النفاذية كدالة للطول الموجي لأغشية (CdO) للترسيب المتعدد.

تم حساب معامل الامتصاص من خلال طيف الامتصاصية ويبين الشكل (٥) تغير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون ونلاحظ أن تكرار عدد مرات الترسيب يزيد من معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون, وقيمة معامل الامتصاص هي ($\alpha > 10^4 cm^{-1}$) وهذا يتفق ما توصلت اليه الدراسات[15]. وإن قيمة معامل الامتصاص تزيد مع زيادة طاقة لفوتون وهذا يؤدي إلى حصول الانتقالات المباشرة. وإن القيمة العالية تدل على حدوث انتقالات الكترونية مباشرة[16].وإن التغير في معامل الامتصاص لأشباه الموصلات يساعدنا في اختيار الأغشية الملائمة في تصنيع الكواشف الضوئية والخلايا الشمسية.



الشكل (٥) يوضح معامل الامصاص كدالة لطاقة الفوتون لأغشية (CdO) للترسيب المتعدد.

وكما يبين الشكل(٦) تغير فجوة الطاقة مع تكرار الترسيب للأغشية المحضرة ,وبرسم علاقة تغير بين $(\alpha h\upsilon)^2$ وطاقة الفوتون الساقط $(h\upsilon)$ ومن اخذ خط مستقيم مماسا" لمنحني حافة الامتصاص عندما $(\alpha h\upsilon)^2$=٠ حيث يتم تحديد فجوة الطاقة , وأن فجوة الطاقة تقل كلما زاد تكرار الترسيب للأغشية المحضرة بسبب تأثير تركيز أيونات الكادميوم (Cd^{+2}) على فجوة الطاقة , وكما أن تكرار عدد مرات الترسيب يؤدي الى زيادة السمك وهو بدوره يؤدي الى زيادة الحجم الحبيبي وتحسين التركيب البلوري للأغشية المحضرة .حيث ان كلما زاد السمك تقل فجوة الطاقة وتتراوح eV(2.24-2.63)وبما أن المعاملة الحرارية تؤدي الى تقليل السمك لذلك فأنها تؤدي الى نقصان في الحجم الحبيبي بسبب تبخر جزيئات الماء وهذا بدوره يؤدي الى زيادة فجوة الطاقة.ونحصل على الطور النقي لأغشية(CdO) وتحسن في التركيب البلوري للأغشية نتيجة الزيادة في الحجم الحبيبي وقلة فجوة الطاقة.وأن الانتقال السائد يكون من النوع المباشر المسموح وهذا يتفق مع البحوث[18],[17].



شكل(٦) التغير في قيم $(\alpha hv)^2$ مع طاقة الفوتون الساقط لأغشية(CdO) للترسيب المتعدد.

٤ـ الاستنتاجات Conclusions

١. أظهرت نتـائج فحوصـات الأشعـة السينيـة لأغشيـة أوكسيد الكاديوم والمحضّرة بتقنيـة الترسيب بالحمام الكيميائي(CBD), بأنها جميعاً ذات تركيب بلوري متعدد (Polycrystalline) ومن الـنوع المكعب , وإن تكرار الترسيب لـم يـؤثر على طبيـعـة التركـيب البلوري لأغـشية أوكـسيد الكاديوم.

٢. أظهرت نتائج المجهر الضوئي العاكس(ORM) بأن الأغشية المرسبة يكون ابيض اللون وموزع على الأرضية الزجاجية ويبين زيادة في معدل نمو الحبيبات والظهور لتجمعات من العناقيد(Clusters) وهي بأشكال مختلفة قريبة من التراكيب الزهرية والتجانس العالي بتوزيع الحبيبات وبعد المعاملة الحرارية يتغير لون الغشاء فيصبح لون الغشاء مائلا" للاحمرار أو الأسمر مع تجانس جيد لتركيب الغشاء وزيادة في معدل الحجم الحبيبي وقلة المسافة بين البلورات.

٣. وجد أن الأغشية تمتلك نفاذية عالية في الأطوال الموجية المرئية عند تكرار الترسيب حيث تكون مناسبة لأستخدامها كنوافذ في الخلايا الشمسية و كما إن معامل الامتصاص يزداد بتكرار عدد مرات الترسيب,مما يجعله مناسبا في تصنيع الخلايا الشمسية والكواشف الضوئية.

٤. تحليل الطيف(UV/VIS) لهذه الأغشية يبين ان الأنتقال الالكتروني للمادة هو من النوع المباشر وأن فجوة الطاقة البصرية تتغير من(2.24-2.63eV).مما يجعلها ملائمة في تصنيع النبائط الألكتروبصرية.

CONFLICT OF INTERESTS
There are no conflicts of interest.

References

[1] A. Eskandari and F. Jamali-Sheini,"Sonochemical synthesis of Cu-doped CdO nanostructures and investigation of their physical properties", *Materials Science in Semiconductor Processing*, vol. 74 ,pp. 210–217, Nov. 2018.

[2] P.K.Biswasa and .Dea,N.G.Pramanika,P.K.Chakraborty,K.Ortner,V.Hock,S.Korder,"Effects of tin on IR reflectivity, thermal emissivity, Hall mobility and plasma wavelength of sol–gel indium tin oxide films on glass",*Materials.Letters*,vol.57,no.15,pp.2326-2332 Nov.2003.

[3] R.S. Rusu and G. I. Rusu ,"ON the ELectrical and optical characteristics of CdO thin films",*Journal of optoelectronics and advanced Materials*,vol.7,no.2,pp.823- 828,Nov. 2005.

[4] H.H.Ahmed ,"optical and electrical properties of CBD CdO with processing temperature", *Materials Science in Semiconductor Processing*",Variation of the structural, vol.66,pp. 215–222,Nov.2017.

[5] I. Ben Miled and M. Jlassi and I. Sta, M. Dhaouadi and M. Hajji and G. Mousdis and M. Kompitsas, and H.Ezzaouia,"Structural, optical and electrical properties of cadmium oxide thin films prepared by sol–gel spin-coating method", *J Sol-Gel Sci Technol*,vol.83,no.2,pp.259–267,Nov.2017.

[6] G. Hodes, Chemical Solution Deposition of Semiconductor Films, Marcel Dekker,2003.

[7] I. Kaur and D. K. Pandya and K. L. Chopra, "Growth Kinetics and Polymorphism of Chemically Deposited CdS Films", *Journal of The Electrochemical Society: Solid State Science and Technology*, vol. 127, no. 4, pp. 943-948,Nov.1980.

[8] D.S.Dhawale and A.M. More and S.S .Latthe and K.Y. Rajpure and C.D. Lokhande,"Room Temperature Synthesis and Characterization of CdO Nanowires by ChemicalBath Deposition(CBD)Method",*Applied Surface Science*, vol.254,no.11,pp.3269-3273,Nov.2008.

[9] D.R. Lind ,Ed.,Handbook of Physics and Chemistry, 79th ed New York: CRC, 1999.

[10] A.E.Al-Samarai and S.J.Mohmed and H.H.Ahmed, "Growth Kinetic of CdO Films Prepared by Chemical Bath Deposition Technique", *Tikrit Journal of Pure Science*, vol.1662,pp.204-210,Nov.2012.

[11] S.Ilican and M. Caglar and F. Yakuphanoglu,"A Study of Structural and Optical Properties of CdO : Al Films Deposited by Sol-gel Process" , *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*,vol.3,no.2,pp.135-140,Vol.2009.

[12] R.Rajammal and K.Rajaram and E.Savarimuthu ,S.Arumugam,"Dependence Of Structural ,Electrical ,Optical And Surface Morphological Properties Of Sol-Gel Spin Coated CdO Thin Films On The Process Temperature", *Journal Of Nano Electron Physics*,vol.3,pp.499-506,Nov.2011.

[13] S.Dhar and S.Chakrabarti,"Large photoresponse of CdO/porous Si diodes", *Semicond. Sci. Technol*,vol.15,no.11,pp.39–40,Nov.2000.

[14] D.M.Carballeda-Galicia and R. Castanedo-Perez and O. Jimenez-Sandoval,S. Jimenez-Sandoval and G.Torres-Delgado and C.I.Zuniga-Romero,"High transmittance CdO thin films obtained by the sol-gel method",*Thin Solid Films*,vol.371,pp.105 -108,Nov.2000.

[15] F. Cordarlli, Materials Handbook,Springer Verlag London Limited, London, 2000.

[16] I.G.Austen and N.F.Mott, "*Polarons in Crystalline and Non-Crystalline Materials*", Adv. Phys, vol.18, no. 71, pp. 41–102, Nov.1969.

[17] S.Naseem and I.A. Rauf and K.Hussain and N.A.Malik ,"Effects of Oxygen Partial Pressure on the Properties of Reactively Evaporated Thin Films of Indium oxide", *Thin Solid Films*,vol.156,pp.161-171,Nov.1988.

[18] S.K.Kalil,"Optical properties of CdO thin film",*Baghdad Science journal*,vol.7,pp.10- 13,Nov.2010.