

تأثير أشعة كاما على الانتقالات الالكترونية المباشرة لأغشية CdO المشوبة بالمغنيسيوم  
والمحضرة بتقنية الرش الكيميائي  
ماجد حميد حسوني

تأثير أشعة كاما على الانتقالات الالكترونية المباشرة لأغشية CdO المشوبة بالمغنيسيوم  
والمحضرة بتقنية الرش الكيميائي

ماجد حميد حسوني  
الجامعة المستنصرية – كلية التربية – قسم الفيزياء

### الخلاصة

تم تحضير أغشية CdO وأغشية CdO المشوبة بالمغنيسيوم باستعمال تقنية التحلل الكيميائي الحراري، اذ تم تسجيل طيفي النفاذية والامتصاصية لهذه الأغشية ثم عُرِضَتْ هذه الأغشية لجرعة من اشعة كاما. تم دراسة النفاذية والامتصاصية ومعامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون قبل وبعد التشعيع. وجد بان فجوة الطاقة المحصورة تقل بعد التشعيع للانتقال الالكتروني المباشر المسموح .

الكلمات الدالة: أغشية CdO، أشعة كاما، المغنيسيوم، التشويب

**Effect of  $\square$ - ray on direct allowed transitions of CdO thin films doped by Mg and deposited by chemical spray pyrolysis technique**

**Majed Hameed Hassoni**

Al– Mustansiriyyh university- college of education-Physics dept.

Received 14 May 2013 ; Accepted 1 October 2013

### Abstract

Thin films of CdO and CdO doped with Mg have been prepared using spray pyrolysis technique. Transmission and absorption spectra have been recorded to these films. The as deposited thin films were exposed to  $\square$ - rays. We have studied the transmission, absorptions and absorption coefficient as a function of photon energy before and after irradiation. It was found that the forbidden energy gap decreases after irradiation for the direct allowed transitions.

**Keywords:** CdO thin films,  $\square$  - rays, Mg, doping.,

### المقدمة

اصبحت اكاسيد التوصيل الشفافة ذات الاستخدامات واسعة ومنها اوكسيد الكاديوم فهو اول اوكسيد توصيل شفاف اكتشف عام ١٩٠٧<sup>[1]</sup>، ومنذ ذلك الحين بدأت البحوث على هذه الاكاسيد وركزت تلك البحوث على مادة اوكسيد الكاديوم ومركباته لان اغشية اوكسيد الكاديوم المرسية على اوكسيد المغنيسيوم بتقنية الترسيب بالليزر النبضي (PLD) قد اعطت توصيلية عالية بحدود 42000S/cm وتحركية عالية بحدود 607cm<sup>2</sup>/v.s، بحيث اصبحت هذه المادة افضل موصل كغشاء رقيق ولحد يومنا هذا<sup>[2]</sup> وكذلك تمتلك مثل هذه المركبات خصائص بصرية ممتازة (فجوة طاقة كبيرة 3.7eV) والتي تصلح للتطبيقات الفوتوفولتائية. على الرغم من ان فجوة الطاقة البصرية لمادة اوكسيد الكاديوم هي فقط 2.3eV علما ان نفاذيته البصرية ضعيفة في منطقة الاطوال الموجية القصيرة غير ان التشويب والتشعيع يعطي

## تأثير أشعة كاما على الانتقالات الالكترونية المباشرة لأغشية CdO المشوبة بالمغنيسيوم والمحضرة بتقنية الرش الكيميائي

ماجد حميد حسوني

الامكانية للسيطرة على خصائص هذه المادة وجعلها أكثر ملائمة عند استخدامها في التطبيقات [3,4]. فقد قمنا في هذا البحث بالتشويب بالمغنيسيوم وتعريض الأغشية الى اشعة كاما. تعددت التقنيات المستخدمة لتحضير هذه الأغشية. وقد تم في هذا البحث استخدام التحلل الكيميائي الحراري.

### هدف البحث

يهدف هذا البحث الى تحضير أغشية CdO وأغشية الشوبة بالمغنيسيوم بطريقة التحلل الكيميائي الحراري ومعرفة تأثير التشعيع بأشعة كاما على بعض الخصائص البصرية وعلى طبيعة الانتقالات الالكترونية.

### الجزء العملي

سبق ان تطرق العديد من الباحثين حول آلية عمل منظومة الترسيب الكيميائي الحراري [5,6]، إذ حضرت الأغشية على زجاج الكوارتز، تم تحضير محلول  $[(CH_3COO)_2 Cd.2H_2O]$  (خلات الكاديوم المائية) المجهز من شركة (Fluka) وبنقاوة 99.9% بتركيز 0.1 مول في 100 مل من الماء المقطر المعاد تقطيره. اما بالنسبة لأغشية أكسيد الكاديوم المشوبة بأوكسيد المغنيسيوم وبنسبة حجمية (9%) فقد تم تحضير المحلول المحتوي على الشائبة باستخدام مادة خلالات المغنيسيوم  $[(CH_3COO)_2 Mg.4H_2O]$  وقد استخدمنا أعلى نسبة من المغنيسيوم كشائبة لدراسة التأثيرات في النسب العالية علما ان سمك الغشاء (0.5nm).

وضع المحلول على سخان حراري يحتوي على خلط مغناطيسي، إذ تم اذابة المادة اذابة كاملة في المحلول وصولا الى سائل رائق خالي من العوالق وفي درجة حرارة الغرفة، بعد ذلك رش المحلول على قواعد زجاجية ساخنة للحصول على أغشية أكسيد الكاديوم وأغشية أكسيد الكاديوم المشوبة بالمغنيسيوم وبنسبة حجمية (9%).

لقد وجد ان افضل الظروف للحصول على أغشية رقيقة متجانسة خالية من الثقوب الابرية، متماسكة مع القاعدة هي :

1. درجة حرارة القاعدة 673k.
2. معدل الرش  $10cm^3/min$ .
3. ضغط الهواء  $1.1 \times 10^6 Dyne/cm^2$ .
4. المسافة العمودية بين جهاز الرش والقاعدة  $(29 \pm 1cm)$ .
5. زمن الرش 15s.
6. فترة التوقف بعد كل رشة 3min.

قيس سمك الغشاء بطريقة الوزن (الطريقة الاسهل) باستخدام العلاقة التالية:

$$d = \frac{\Delta w}{\rho A}$$

d يمثل السمك،  $\Delta w$  الفرق في الوزن،  $\rho$  الكثافة، A هي مساحة القاعدة

(علما ان نسبة الخطأ في هذه الطريقة تصل احيانا 30%) ويمكن التقليل من تأثير ذلك بدقة القياس .

وباستخدام ميزان الكتروني حساس من نوع ميتلر تبلغ حساسيته  $(10^{-4}g)$  وذلك لغرض وزن القاعدة الزجاجية قبل وبعد عملية الترسيب. لقد وجد بان سمك الغشاء هو بحدود  $(0.5 \pm 0.05 \mu m)$ .

سجل طيفي النفاذية والامتصاصية باستخدام مطياف من النوع UV/VIS-)) (1650 u probe Shimadzu) صنع في اليابان ولمدى الاطوال الموجية (300-900nm) وقد سجلت جميع القراءات في درجة حرارة الغرفة.

شُععت الأغشية الرقيقة المحضرة باستخدام اشعة كاما ذات طاقة مقدارها (662 KeV) المجهزة من مصدر سيزيوم ( $^{137}Cs$ ) وبفاعلية مقدارها (0.49  $\mu Ci$ ) ولفترة شهر واحد، واستخدام برنامج حاسوبي مناسب لغرض حساب قيم كافة الخصائص البصرية وحساب قيمة فجوة الطاقة قيد البحث.

### النتائج والمناقشة

يمثل شكل (1) وشكل (2) العلاقة بين النفاذية والطول الموجي للأشعة الساقطة على أغشية (CdO) غير المشوبة والمشوبة بالمغنيز وبنسبة (9%) وعلى التوالي، قبل وبعد التشعيع، من الشكلين يتبين لنا ان النفاذية (T) تزداد بشكل تدريجي من 370nm الى 430nm تقريباً ويكون سلوكها اسبياً من 430nm الى 540nm تقريباً، وتكون النفاذية من 550nm ولغاية 900nm ذات زيادة قليلة جدا مع ازدياد الطول الموجي، ولم يتغير سلوك منحني النفاذية بعد التشعيع سوى ان قيمته النفاذية قلت ولكافة قيم الاطوال الموجية المستخدمة للأغشية غير المشوبة بعد التشعيع وازدادت للأغشية المشوبة.

تأثير أشعة كاما على الانتقالات الإلكترونية المباشرة لأغشية CdO المشوبة بالمغنيسيوم  
والمحضرة بتقنية الرش الكيميائي

ماجد حميد حسوني

يبين الشكل (3) والشكل (4) العلاقة بين معامل الامتصاص وطاقة لأغشية CdO غير المشوبة والمشوبة بالمغنيز وبنسبة (9%) وعلى التوالي، قبل وبعد التشعيع، نلاحظ ان معامل الامتصاص للأغشية غير المشوبة يسلك نفس سلوك منحني معامل الامتصاص قبل وبعد التشعيع غير ان قيم معامل الامتصاص تكون اكبر من مثيلاتها بعد التشعيع ولكل قيم الاطوال الموجية. تعزى هذه الزيادة في الامتصاصية الى التحسن في درجة التبلور نتيجة التشعيع وبجرع واطئة مما يسبب حدوث ما يسمى بظاهرة الشفاء [Healing Effect] نتيجة التشعيع<sup>[7]</sup>. اما الأغشية المشوبة فنلاحظ ان قيم معامل الامتصاص ولكافة الاطوال الموجية تقل بعد التشعيع، ويسلك منحني معامل الامتصاص بعد التشعيع نفس سلوكه قبل التشعيع وقد يعود سبب ذلك ان التشعيع عمل على تكسير الاواصر الاوكسجينية التي نشأت بسبب التشويب وان زيادة معامل الامتصاص تدل على ان التشعيع ادى الى خلق مستويات ثانوية داخل فجوة الطاقة المحصورة قريباً من حزمة التوصيل متسبباً بتقليل فجوة الطاقة المحصورة. ونلاحظ كذلك ان قيم معامل الامتصاص هي اكبر من  $10^4 \text{ cm}^{-1}$  مما يدل على امكانية حدوث انتقالات الكترونية مباشرة فقط<sup>[8,9,10]</sup>، أذ عندما تكون قيمة  $(\alpha > 10^3 \text{ cm}^{-1})$  تكون الانتقالات الالكترونية المباشرة متغلبة<sup>[11]</sup>.  
وقد تم حساب معامل الامتصاص من طيف الامتصاصية باستخدام العلاقة<sup>[12]</sup> الآتية:

$$\alpha = 2.303 A / d \dots\dots\dots(1)$$

إذ تمثل  $\alpha$  معامل الامتصاص، d سمك الغشاء، A الامتصاصية للغشاء.

تم كذلك حساب طاقة الفجوة الممنوعة (Eg) للانتقال المباشر المسموح من خلال استخدام العلاقة التجريبية ولقيمة (r = 1/2)<sup>[12]</sup>.

$$(\alpha h\nu)^2 = A^2 (h\nu - E_g)$$

الشكل (5) والشكل (6) يمثلان العلاقة بين  $(\alpha h\nu)^2$  وطاقة الفوتون لأغشية CdO غير المشوبة وقبل وبعد التشعيع على التوالي. نلاحظ ان قيمة طاقة الفجوة تقل بعد التشعيع اذ ان قيمتها كانت 2.32eV وقد ادى التشعيع الى تقليل هذه الفجوة الى 2.3eV. ويمكن معرفة ذلك بمد الجزء المستقيم من المنحني لكلا الشكلين كلا على حده ليقطع محور طاقة الفوتونات عند النقطة  $(\alpha h\nu)^2 = 0$  لنحصل على طاقة الفجوة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح.  
الشكل (7) والشكل (8) يمثلان العلاقة بين  $(\alpha h\nu)^2$  وطاقة الفوتون لأغشية CdO المشوبة بنسبة (9%Mg) قبل وبعد التشعيع على التوالي. نلاحظ ان قيمة طاقة الفجوة تقل بعد التشعيع اذ ان قيمتها كانت (2.48eV). ويمكن تفسير هذه الزيادة في فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح للأغشية المشوبة بالمغنيسيوم قبل التشعيع كنتيجة لما يسمى بإزاحة (بورشتين - موس) (Buresten-Moss shift) إذ يزاح مستوى فرمي نحو مستوى التوصيل كلما زادت فجوة الطاقة وأن أشباه الموصلات التي تقل فيها فجوة الطاقة عند تشويبها يطلق عليها اشباه الموصلات المنحلة وبذلك يمكن القول إن فجوة الطاقة الممنوعة هي فجوة أساسية زائد طاقة تعتمد على الانحلال<sup>[13]</sup> وقد ادى التشعيع الى تقليل طاقة الفجوة الى 2.32eV ونعلل ذلك بأن التشعيع أثر على الأغشية المشوبة وقد يكون تسبب بتكسير الاواصر الاوكسجينية التي تكونت نتيجة التشويب وبذلك تصبح طاقة الفجوة تماثل طاقة الفجوة قبل التشعيع والتشويب لأغشية CdO اذ اصبح وكأنه حجب لتأثير التشويب بسبب التشعيع.

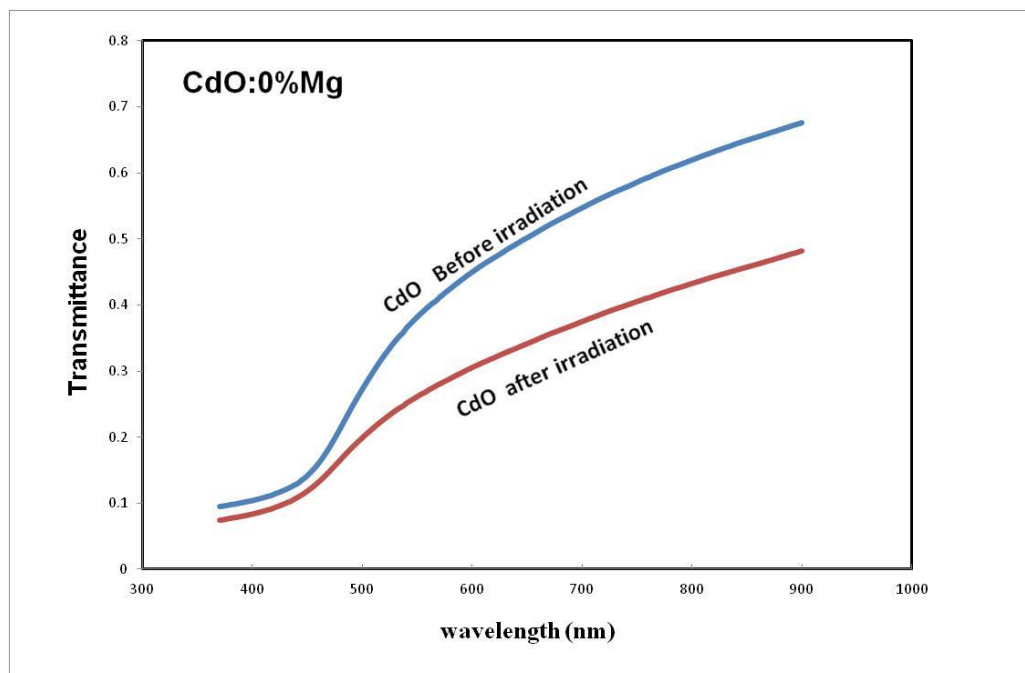
### الاستنتاجات

- 1- اظهرت النتائج ان معامل الامتصاص  $(\alpha > 10^3 \text{ cm}^{-1})$  قبل وبعد التشعيع والذي يعطي مؤشر الى توقع حصول انتقال الكتروني مباشرة.
- 2- ان التشعيع ادى الى تقليل قيم طاقة الفجوة الممنوعة في الانتقال المباشر المسموح.
- 3- عند قيم معامل الامتصاص التي تزداد ببطء يمكن ان نستخدم هذا السلوك عند التطبيقات الخاصة بالطلاء المضاد للانعكاس كالكواشف الضوئية والخلايا الشمسية. اما عند قيم معامل الامتصاص والتي تزداد بشكل سريع فان هذا السلوك يدعم الاستخدام في تطبيقات ليزرات اشباه الموصلات ودايودات الانبعاث الضوئي.

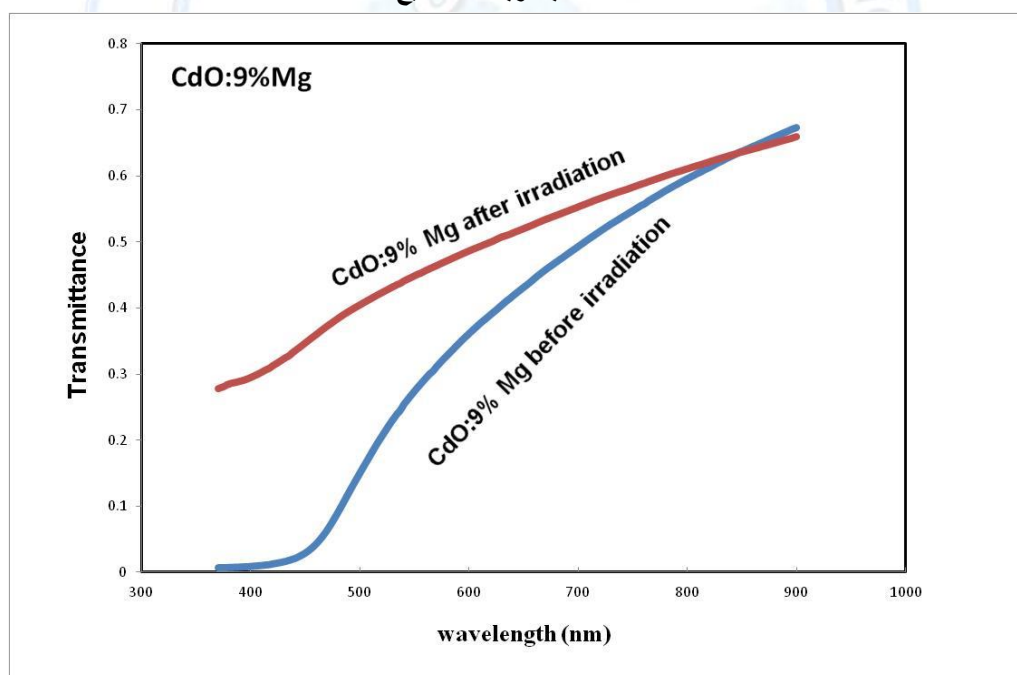
تأثير أشعة كاما على الانتقالات الالكترونية المباشرة لأغشية CdO المشوبة بالمغنيسيوم  
والمحضرة بتقنية الرش الكيميائي  
ماجد حميد حسوني  
المصادر

1. K. Kawamura, M. Takahashi, M. Yagihara and T. Nakayama, Europe patent applications, EP 1271561, A2 20030102, Can. 138: 81680, AN. (2003) 4983.
2. M. Yan, M. Iane, C. Kannewurf and R. Chang, Appl. Phys. Lett., 78(2001)2342.
3. F. Koffyberg, Phys. Rev, B13, (1976) 4470
4. K.L.Chopra, "Thin Film Devices Application", Plenum Press, New York, 1983
5. O. P Agnihotri, M.T. Mohanad , A.K. Abass, K.I.Arshak, Solid state commun, 47, (1983) 195.
6. A. K. Abass, D.A. Mukhtar and N.R, Adnan, Acta. Phys. Hang. 61, (1986)3.
7. K. Arshak, O. Korostynska, SenSors, 2, (2002) 347.
8. P. Sharma, V. Sharma, S.C. Katyal , Chalcogemide letters, 3(10), (2006) 73.
9. Nezamzadeh,Ejhieh,A. Banan,Z. Journal:Desalination ISSN:00119164 Year:2011 Volu me: 279 Issue: 1-3 Pages: 146-151
10. Fabbri, F. Armani, N. Dierre, B. Sekiguchi, T. Journal: Materials Letters ISSN: 0167577X Year: 2013 Volume: 92 Pages: 397-400
- 11.G. Busch and H. Schade, "Lectures On Solid State Physics", Pergaman Press, London, (1976).
12. A .K Abaas,Solid State communication,61,507,(1987).
- 13.X. Li, D. Young, H. Moutinho, Y. Yan, C. Narayanswamy, T. A. Gessert and T. Coutts, "Semiconductors Mattered", J.Electrochem. Solid state lett., 4 (2001) 43

تأثير أشعة كاما على الانتقالات الالكترونيه المباشرة لأغشية CdO المشوبة بالمغنيسيوم  
والمحضرة بتقنية الرش الكيميائي  
ماجد حميد حسوني

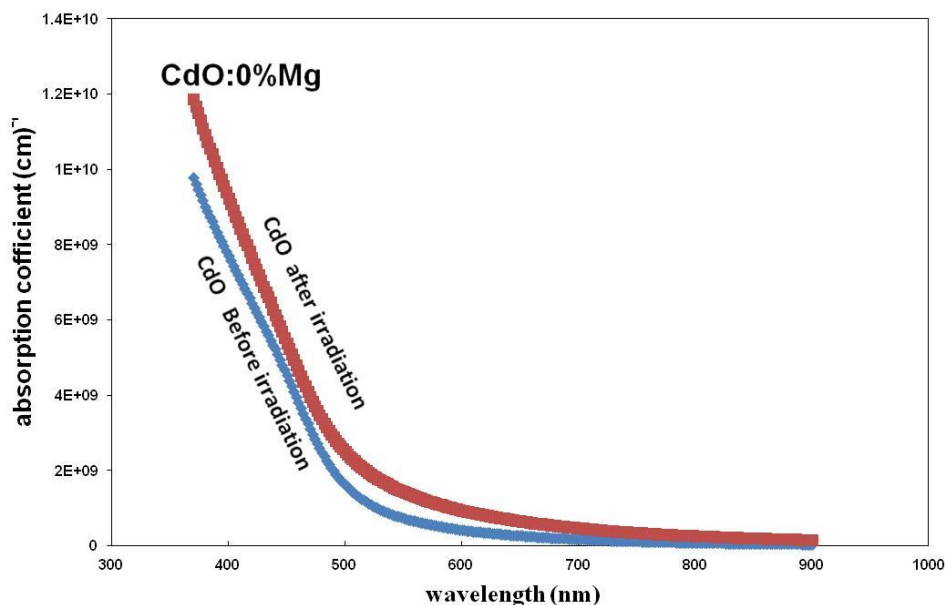


الشكل (١) النفاذية كدالة للطول الموجي لغشاء اوكسيد الكاديوم غير المشوب قبل وبعد التشعيع

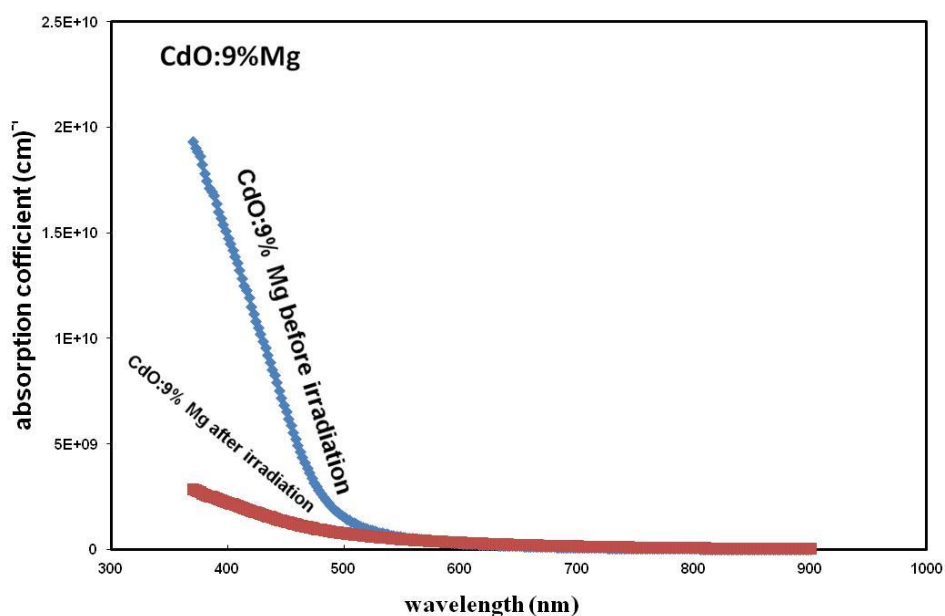


الشكل (٢) النفاذية كدالة للطول الموجي لغشاء اوكسيد الكاديوم المشوب بنسبة (9% Mg) قبل وبعد التشعيع

تأثير أشعة كاما على الانتقالات الالكترونية المباشرة لأغشية CdO المشوبة بالمغنيسيوم  
والمحضرة بتقنية الرش الكيميائي  
ماجد حميد حسوني

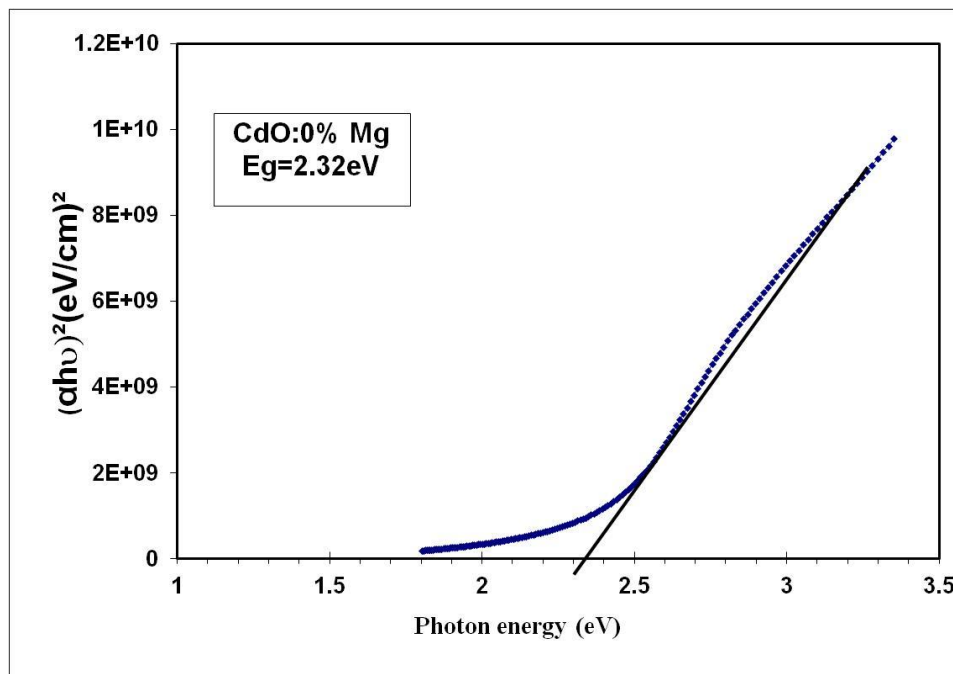


الشكل (٣) معامل الامتصاص كدالة للطول الموجي لغشاء اوكسيد الكاديوم غير المشوب قبل وبعد التشعيع

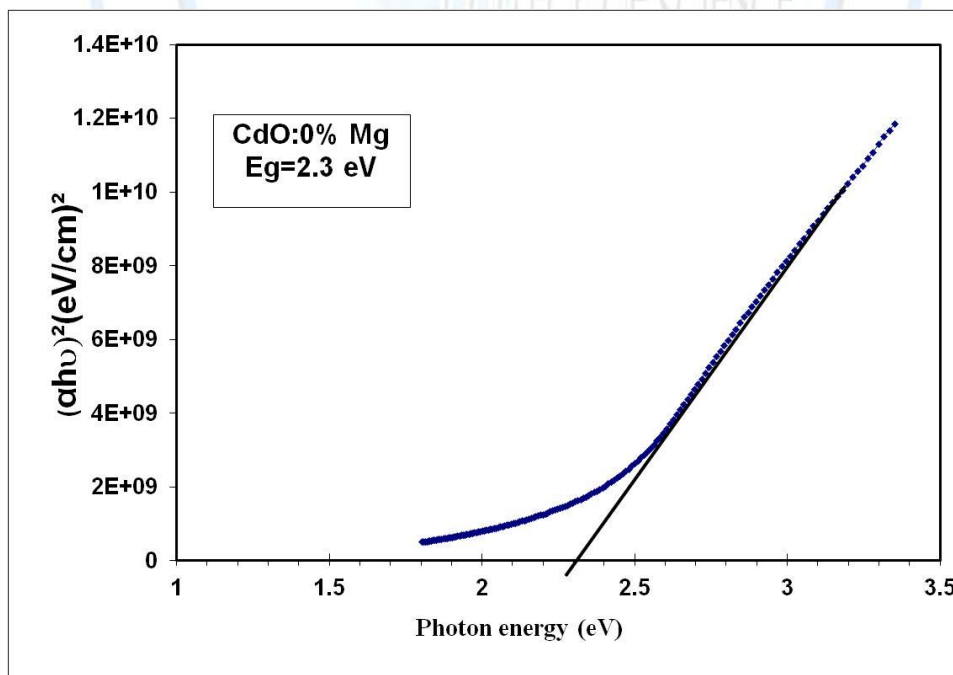


الشكل (٤) معامل الامتصاص كدالة للطول الموجي لغشاء اوكسيد الكاديوم المشوب بنسبة (9% Mg) قبل وبعد التشعيع

تأثير أشعة كاما على الانتقالات الالكترونية المباشرة لأغشية CdO المشوبة بالمغنيسيوم  
والمحضرة بتقنية الرش الكيميائي  
ماجد حميد حسوني

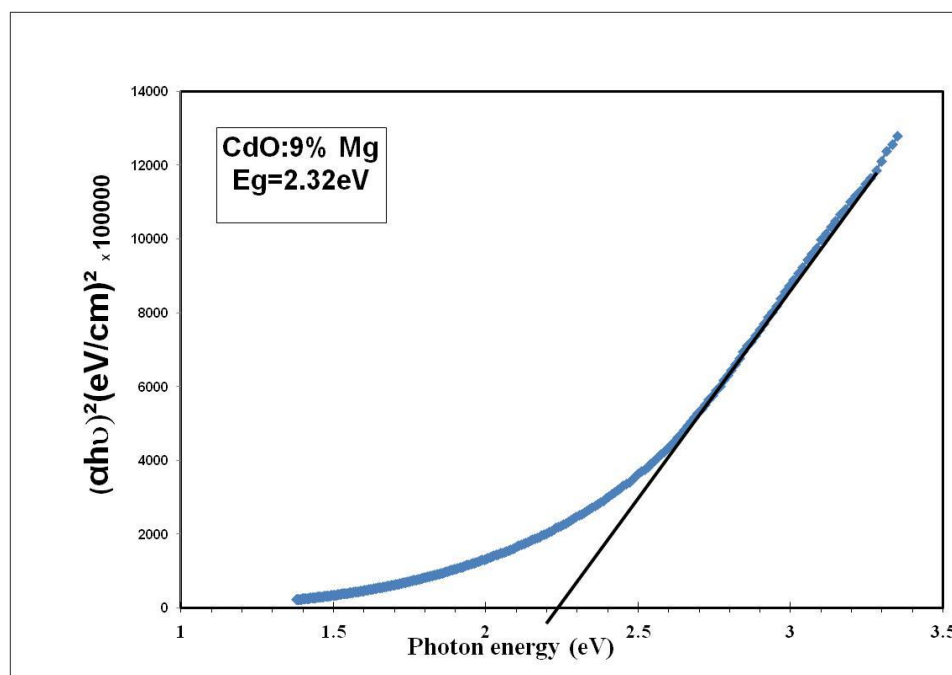


الشكل (٥) كدالة لطاقة الفوتون لغشاء اوكسيد الكاديوم غير المشوب قبل التشيع

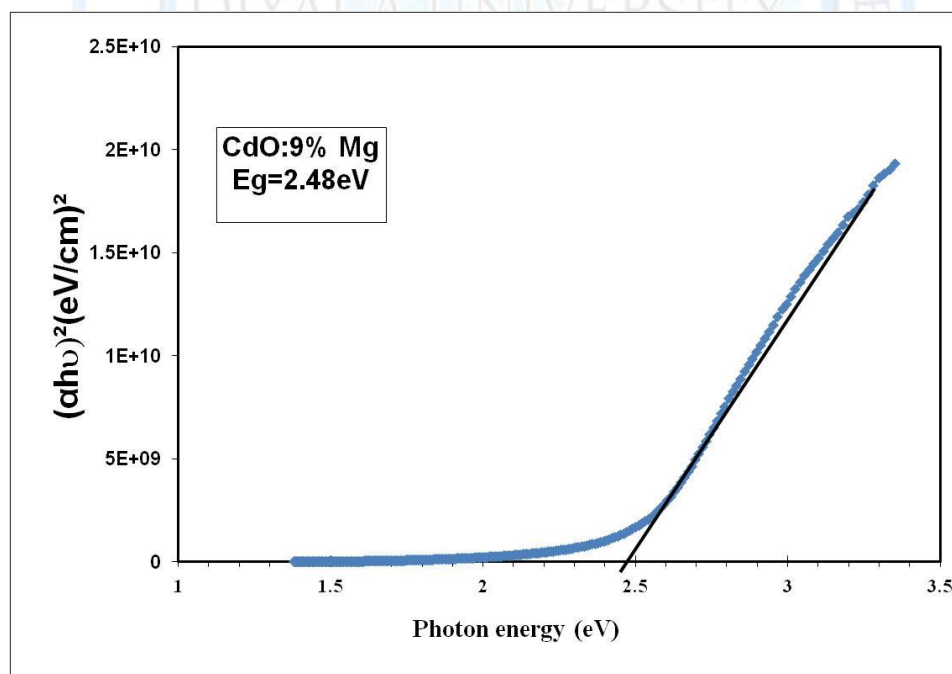


الشكل (٦) كدالة لطاقة الفوتون لغشاء اوكسيد الكاديوم غير المشوب بعد التشيع

تأثير أشعة كاما على الانتقالات الالكترونية المباشرة لأغشية CdO المشوبة بالمغنيسيوم  
والمحضرة بتقنية الرش الكيميائي  
ماجد حميد حسوني



الشكل (٧)  $(\alpha h\nu)^2$  كدالة لطاقة الفوتون لغشاء اوكسيد الكاديوم المشوب  
بنسبة (9% Mg) قبل التشعيع



الشكل (٨)  $(\alpha h\nu)^2$  كدالة لطاقة الفوتون لغشاء اوكسيد الكاديوم المشوب  
بنسبة (9% Mg) بعد التشعيع