

دراسة تأثير درجة حرارة القاعدة في الانتقالات الإلكترونية لأغشية أكسيد الكاديوم
الرقيقة

**A Study on The Influence of Substrate Temperature on Electronic Transition
of Cadmium Oxide Thin Film**

م. حيدر غازي لازم

جامعة ميسان - كلية التربية الأساسية

الخلاصة

تناول هذا البحث دراسة تأثير درجة حرارة القاعدة في الانتقالات الإلكترونية لأغشية أكسيد الكاديوم ، حيث حضرت هذه الأغشية بسماك (400nm) على قواعد من الزجاج بثلاث درجات حرارة للقاعدة هي $(400,450,500)^{\circ}\text{C}$ باستخدام طريقة الترسيب الكيميائي الحراري. تم فحص طبيعة التبلور للأغشية المحضرة من خلال تقنية حيود الأشعة السينية والتي بينت أن تركيب الأغشية المحضرة هو متعدد التبلور ، وكذلك تم حساب معامل الأمتصاص وفجوة الطاقة البصرية للأغشية المحضرة ، وقد وجد أن معامل الأمتصاص يقل بزيادة درجة حرارة القاعدة وأن فجوة الطاقة تزداد بزيادة درجة حرارة القاعدة.

Abstract

This research including studying the influence of substrate temperature on electronic transition of (CdO) thin films. These films of (400nm) thicknees, had been prepared by the method of chemical spray pyrolysis on glass substrates at three different substrates temperatures $(400,450,500)^{\circ}\text{C}$. The prepared films were examined by x-Ray diffraction technigue, which showed that all prepared films are polycrystallin. The absorpion cofficient, and the direct energy gap were calculated. It has been found that the absorpion cofficient decrease with increases substrates temperatures, and that optical energy gap increased with increasing substrates temperatures.

المقدمة :

تحظى دراسة المواد شبه الموصلية باهتمام الباحثين نظراً لأهميتها ولما تمتاز به من خصائص فيزيائية فريدة من نوعها، ولقد حقق التطور العلمي قفزة واسعة في مجال التقنيات العلمية عندما بدأ بدراسة هذه المواد وتطبيقاتها العلمية، وتعد دراسة المواد المرسبة بشكل أغشية رقيقة إحدى الوسائل المناسبة لمعرفة العديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه المواد التي يصعب الحصول على خواصها بشكلها الطبيعي [1-2].

وللأغشية الرقيقة أهمية صناعية وتكنولوجية، فهي تدخل في أكثر التطبيقات الإلكترونية، إذ تم استخدامها في الذاكرة المغناطيسية (Magnetic Memory Devices) وفي الدوائر المتكاملة (Integrated Circuits) وفي الترانزستورات (Transistors) والكواشف (Detectors) والخلايا الشمسية (Solar Cells) [3-4].

ويهدف بحثنا الحالي إلى دراسة تأثير درجة حرارة القاعدة في الانتقالات الإلكترونية لأغشية أكسيد الكاديوم الرقيقة وقد استخدمت طريقة الترسيب الكيميائي الحراري، إذ أن الأغشية التي يتم الحصول عليها بهذه الطريقة تكون عادة ذات نوعية جيدة ومتجانسة شديدة التلاصق بالقواعد الزجاجية التي تترسب عليها وخالية من الثقوب الأبرية [5-6]. وقد تم في هذا البحث استخدام مطياف نوع (-UV/VIS-8800-PU Spec.Met.) ذو الحزمتين لغرض قياس الامتصاصية (A) (Absorbance) والنفاذية (T) (Transmittance) لأغشية أكسيد الكاديوم المحضرة لمدى الأطوال الموجية من (380-900) nm.

الجزء العملي:

تم استخدام مادة نترات الكاديوم المائية $[CdO(NO_3)_2 \cdot 4H_2O]$ لتحضير أغشية أكسيد الكاديوم وبتركيز (0.1M) وبدرجات حرارة قاعدة هي $(500, 450, 400)^\circ C$ بعد إذابة (3.0847 gm) من المادة في (100 ml) من الماء المقطر إذابة تدريجية وباستخدام خلاط مغناطيسي وصولاً إلى محلول نترات الكاديوم وهو محلول متجانس رائق عديم اللون، وقد استخدمت قواعد زجاجية نظيفة من خلال غسلها أولاً بالماء ومسحوق الغسيل للتخلص من أي بقع زيتية أو بقايا مواد عالقة قد يصدف وجودها على القواعد الزجاجية ثم تغسل بالماء المقطر غسلاً جيداً بعد ذلك يتم وضعها في كحول الأيثانول ومن ثم يتم تجفيفها. وتتم عملية رش المحلول على دفعات لتجنب الانخفاض الكبير في درجات الحرارة أثناء عملية الرش [6]، حيث تكون عملية الرش لمدة (15 sec) وبعد توقف لمدة (3 min) وبمعدل رش (4.5 ml/min)، وإن أفضل مسافة عمودية بين نهاية الأنبوب الشعري من جهاز الرش والقاعدة

الزجاجية الموضوعة على سطح سخان كهربائي هي (30cm). وفي هذا البحث فإن سمك الغشاء المستخدم لجميع النماذج هو (400nm). وقد تم ترسيب الأغشية بثلاث درجات حرارة قاعدة هي 0°C (400,450,500) وبعد الانتهاء من عملية الترسيب تترك العينات لفترة قليلة لإتمام عملية الإنماء البلوري ثم تترك لتبرد ومن ثم يتم انتقاء النماذج الأكثر تجانساً وذلك من خلال فحصها بالمجهر الضوئي من نوع (M20) مجهز من قبل شركة (PHYWE)، إذ تم بوسطه فحص جميع العينات المحضرة للتعرف على طبيعة سطوح الأغشية من حيث خلوها من الثقوب الابرية والتشققات الدقيقة، وكذلك تم فحص طبيعة التبلور للأغشية المرسبة بدرجات حرارة مختلفة باستخدام جهاز (XRD) من نوع (PHILPS).

النتائج والمناقشة:

تبين نتائج حيود الأشعة السينية (X-Ray Diffraction) والموضحة بالشكل (1) أن أغشية أكسيد الكاديوم (CdO) هي أغشية متعددة التبلور ومن النوع المكعب وهذا يتطابق مع ما جاء في البحوث المنشورة [7-8]. الشكل (2) يمثل تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون لغشاء أكسيد الكاديوم المحضرة بدرجات حرارة قاعدة مختلفة، إذ تم حساب معامل الامتصاص (α) في منطقة الامتصاص باستخدام العلاقة التالية [9]:

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

حيث:

A: امتصاصية مادة الغشاء t: سمك الغشاء

ونلاحظ من الشكل (2) إن قيمة معامل الامتصاص أكبر من (10^5cm^{-1}) وهذا يتفق مع ما توصلت إليه الدراسات [10-11]، وإن هذه القيمة تتزايد مع زيادة طاقة الفوتون وهذا يساعد على توقع حدوث انتقالات إلكترونية مباشرة، حيث تدل القيم العالية لمعامل الامتصاص ($\alpha > 10^4 \text{cm}^{-1}$) على احتمالية حدوث انتقالات إلكترونية مباشرة [12].

تم حساب قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقالات الإلكترونية المباشرة بنوعها المسموح والممنوع من خلال العلاقة التالية: [13].

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

حيث:

A: ثابت يعتمد على خواص المادة hf: طاقة الفوتون الممتص E_g : فجوة الطاقة الممنوعة.

r : ثابت أسي يحدد نوع الانتقالات حيث عندما تكون قيمة (r) مساوية إلى (1/2) يكون الانتقال انتقالاً مباشراً مسموحاً، وعندما تكون (3/2) يكون الانتقال انتقالاً مباشراً ممنوعاً [13].

إن الأشكال من (3) إلى (5) تبين تغير قيم $(\alpha E)^2$ مع طاقة الفوتون ومن خلالها تم حساب قيم فجوة الطاقة البصرية الممنوعة للانتقال المباشر المسموح، وكذلك تم حساب فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر الممنوع من العلاقة (2) بعد وضع قيمة الثابت (r) مساوياً إلى (3/2)، وبرسم العلاقة بين $(\alpha E)^{2/3}$ وطاقة الفوتون كما مبينة في الأشكال من (6) إلى (8) ومد الجزء المستقيم من المنحني ليقطع محور طاقة الفوتون نحصل على قيمة فجوة الطاقة للانتقال المباشر الممنوع [13-14]. وإن قيم فجوة الطاقة للانتقالات المشار إليها موضحة في الجدول (1)، إذ نلاحظ على العموم أن قيم فجوة الطاقة الممنوعة تزداد مع زيادة درجة حرارة القاعدة وإن أقل قيمة للانتقال المباشر المسموح هي (2.2 eV) عند درجة حرارة (400 °C) وتصل إلى (2.3 eV) عند درجة حرارة (500 °C) وهذه النتيجة لقيم فجوة الطاقة البصرية تتفق مع نتائج البحوث المنشورة [15-16-17]، ويمكن أن تعزى هذه الزيادة إلى تحسن التبلور وتقليل العيوب البلورية وبالتالي تقليل المستويات الموضعية وزيادة قيمة فجوة الطاقة.

جدول (١)

يبين تأثير درجة حرارة القاعدة في قيم فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح والممنوع

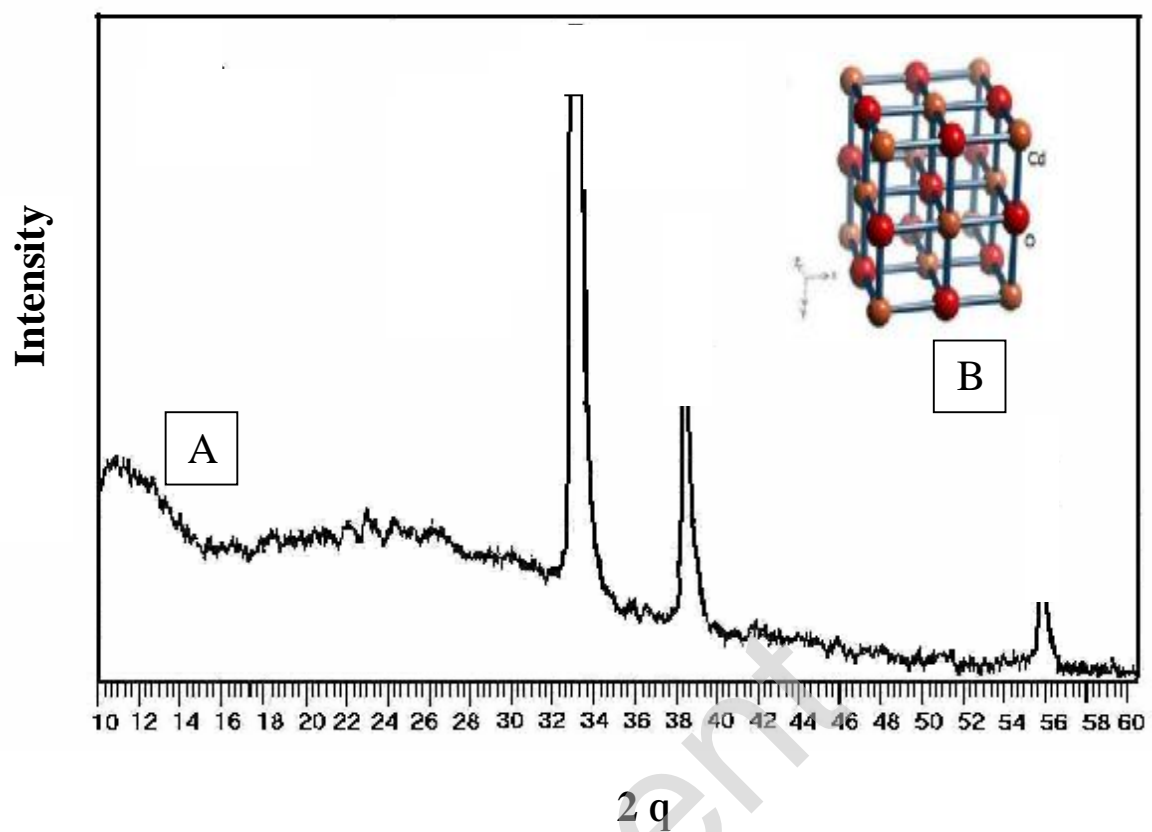
درجة حرارة القاعدة	فجوة الطاقة (E_g) (انتقال مباشر مسموح)	فجوة الطاقة (E_g) (انتقال مباشر ممنوع)
400 °C	2.2 eV	1.65 eV
450 °C	2.25 eV	1.71 eV
500 °C	2.3 eV	1.9 eV

الاستنتاجات :

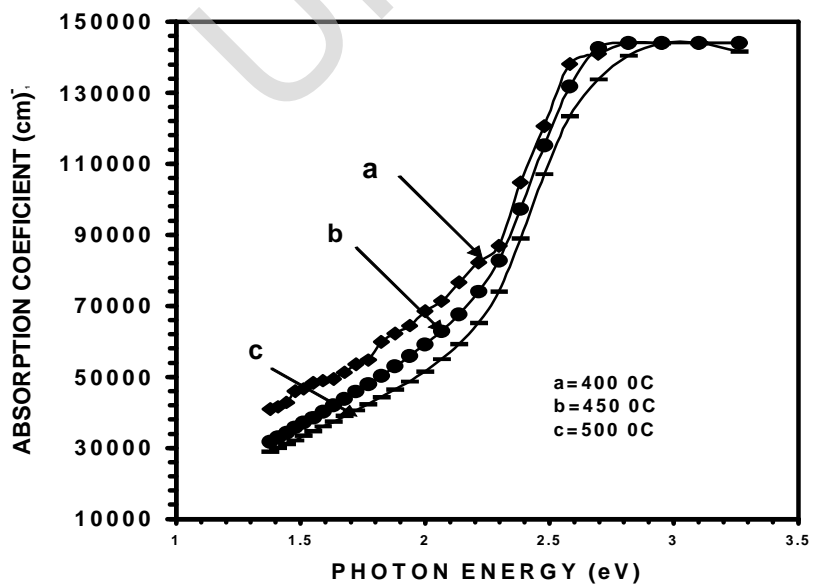
١. إن زيادة درجة حرارة القاعدة لم يؤثر كثيراً على قيم منحنيات معامل الامتصاص ولكنه أدى إلى تغير موقعها باتجاه الطاقات الفوتونية العالية.
٢. إن زيادة درجة حرارة القاعدة أدى إلى زيادة واضحة في قيم فجوة الطاقة الممنوعة مما يجعل هذه الأغشية قابلة للاستخدام في الخلايا الشمسية.
٣. ومن دراسة نتائج الفحوصات البصرية تبين أن انتقال الإلكترونات من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل كان انتقالاً مباشراً مسموحاً وانتقالاً مباشراً ممنوعاً، وأن أغشية أكسيد الكاديوم المحضرة بطريقة التحلل الكيميائي الحراري هي أغشية جيدة ومن النوع متعدد التبلور.

References

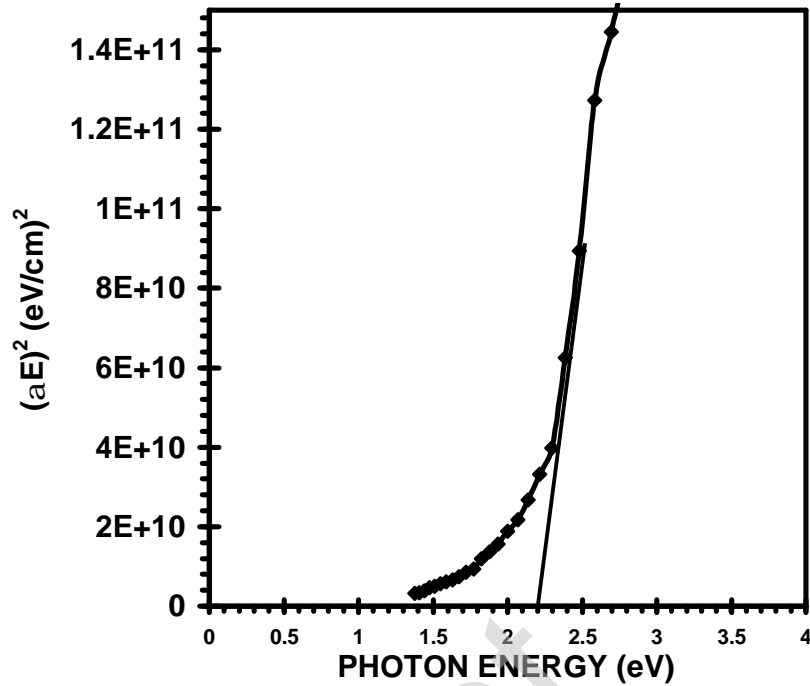
1. F.C.Eze , Mater. Chem. Phys. 89 ,205 (2005).
2. R.Ferro , J.A.Rodriguez , “Thin Solid Films ” , 347 , 295 , (1999).
3. R.Maity, K.K.Chattopadhyay, Sol. Energy Mater.Sol. Cells, 81, 79 (2004).
4. R.S, ane ,H.M.Pathan, ol.Energy ,80,185 ,(2006).
5. Z.T.AL-Magmaee ,M.Sc.Thesis,AL-Mustansiriyah University ,(2003).
6. H.G.Lazem,Journal of Missan Researches ,2 ,4 ,(2006).
7. A.B.M.Ashrafi ,Journal of Crystal Growth ,237 ,518 ,(2002).
8. G.Torres ,S. Jimenes ,Modern Physics Letters ,B15 ,726 , (2001).
9. N.F.Habubi ,AL-Fath Journal ,1 ,22 ,(1998).
- 10.P.A. Radi , A. G. Brito and N. O. Dantas , Journal of Physics ,36 ,2A ,(2006).
- 11.M.Ghosh , C.N.Rao , Chem.Physic.Lett.393 , 493 , (2004).
- 12.K. Abass and N. H. Ahmad J.Phys. Chem. Solid ,47 ,143 , (1986).
- 13.Sze.S.M. “Physics of Semiconductor Devices” ,2nd ,ed ,Wiley and Sons ,(1981).
- 14.K.LChopra and S.Ranyan , “Thin Film Solar Cells” ,plenum press , New York ,(1993).
- 15.M.Kul ,M. Zor , “ Solar Energy Materials and Solar Cells” 91 ,882-887 ,(2007).
- 16.H.G.Lazem , Journal of Missan Researches ,3 ,6 ,(2007).
- 17.R.K.Gupta ,K.Ghosh , Applied Surface Science , 254 ,5868-5873 ,(2008).



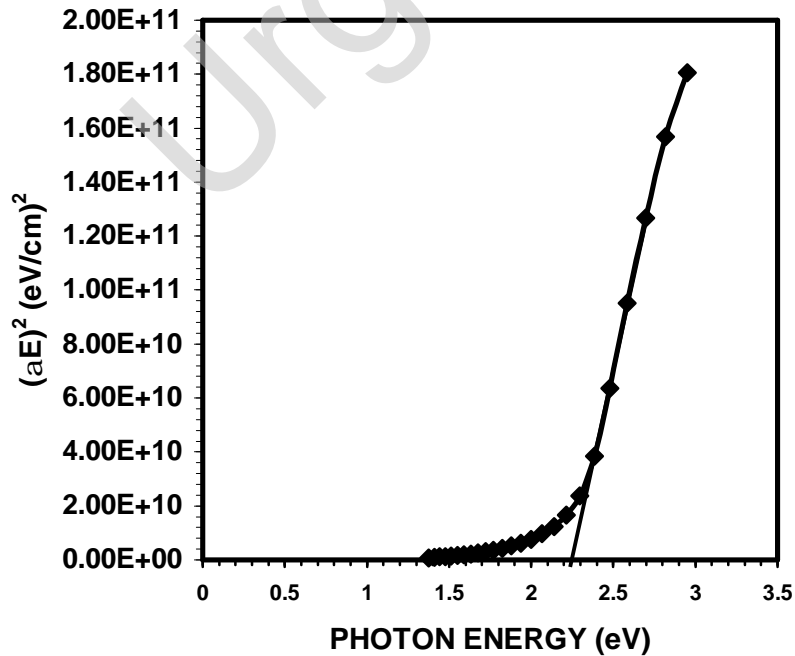
شكل رقم (1): (A) مخطط حيود الأشعة السينية لغشاء (CdO)، (B) التركيب البلوري لغشاء (CdO)



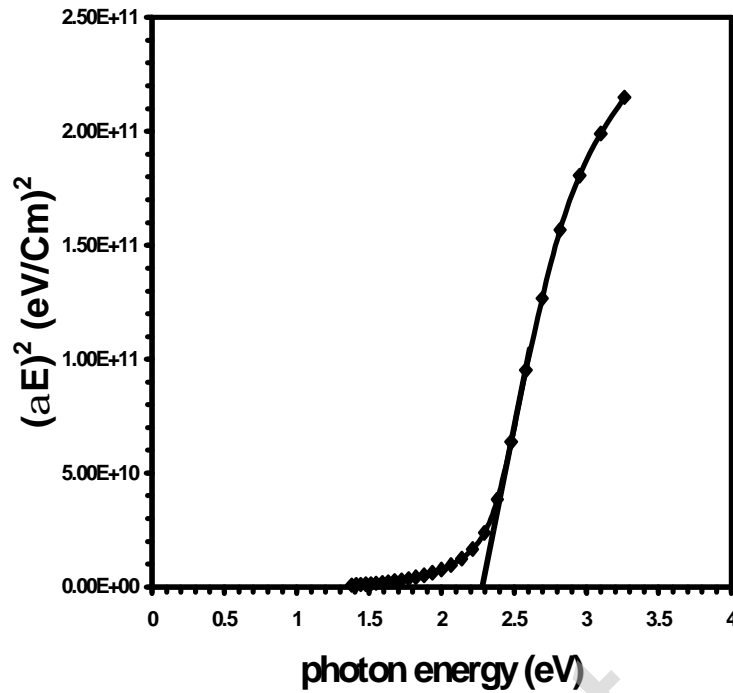
شكل رقم (2): تغير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لأغشية اوكسيد الكاديوم والمحضرة بدرجات حرارة قاعدة مختلفة



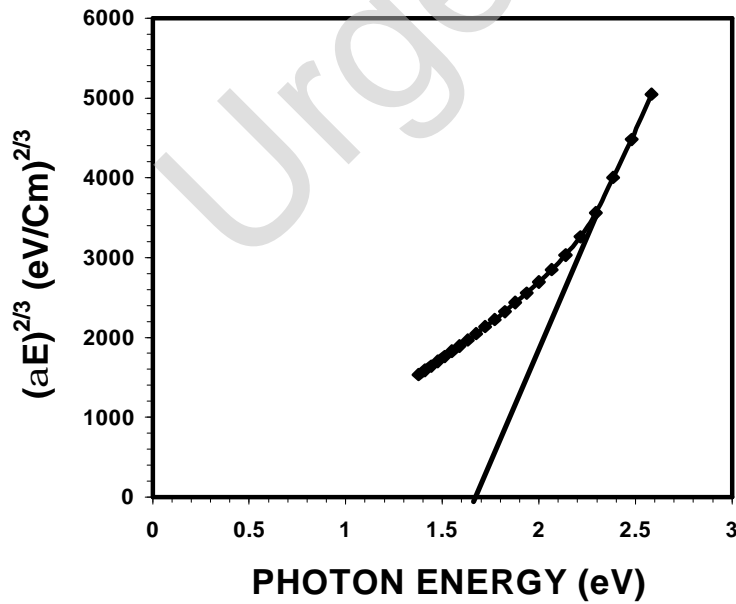
شكل رقم (3): فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح المحضرة بدرجة حرارة قاعدة (400⁰C)



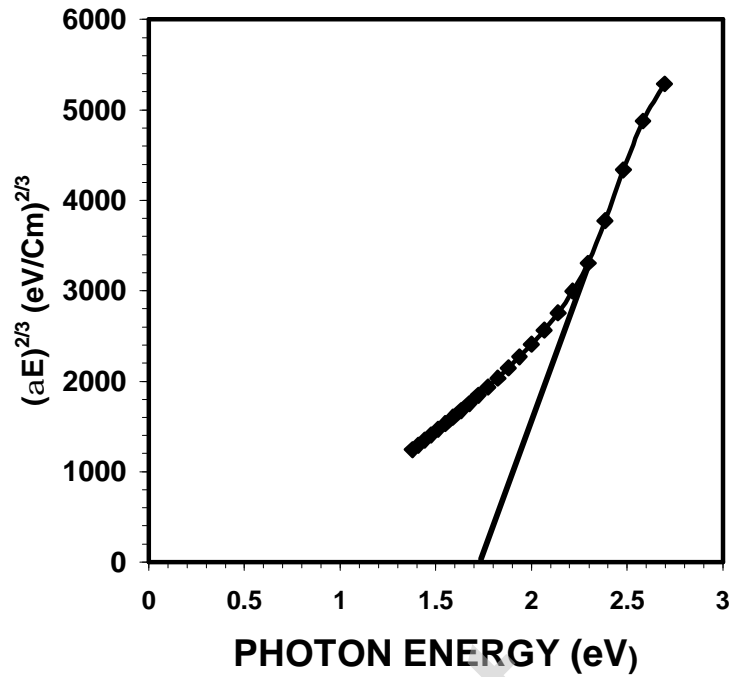
شكل رقم (4): فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح المحضرة بدرجة حرارة قاعدة (450⁰C)



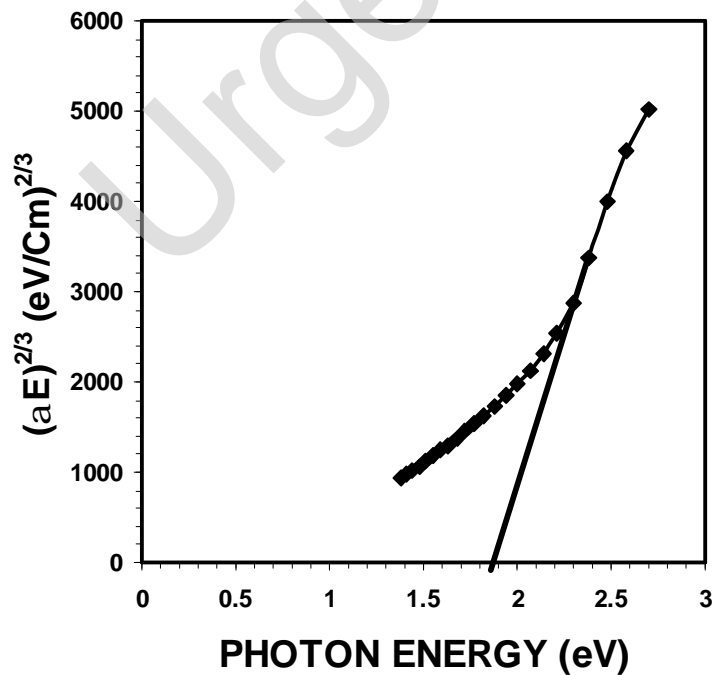
شكل رقم (5): فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح المحضرة بدرجة حرارة قاعدة (500⁰C)



شكل رقم (6): فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر الممنوع المحضرة بدرجة حرارة قاعدة (400⁰C)



شكل رقم (7): فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر الممنوع المحضرة بدرجة حرارة قاعدة (450⁰C)



شكل رقم (8): فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر الممنوع المحضرة بدرجة حرارة قاعدة (500⁰C)