

دراسة تأثير التشعيع بأشعة كاما على الخواص البصرية للأغشية الرقيقة

عبدالمجيد عيادة إبراهيم نيران فاضل عبدالجبار قاسم حمادي محمود
كلية التربية - جامعة تكريت

تاريخ الاستلام: ٢٠٠٩/٤/٨، تاريخ القبول: ٢٠١٠/٢/٢٨

الخلاصة

تضمن هذا البحث دراسة تأثير التشعيع على الخواص البصرية لغشاء اوكسيد الكاديوم (CdO). فقد تم تعريض الغشاء المحضر بطريقة الرش الكيميائي الحراري لأشعة كاما ذات الطاقة (0.662 Mev) ولفترات زمنية (5min) و(10min) وبعد (24) ساعة. وقد أظهرت نتائج الدراسة بان تعريض الغشاء لأشعة كاما أدى إلى نقصان قيمة فجوة الطاقة من (2.1 ev) إلى (1.6, 1.75, 1.85)ev على التوالي. كما أن التشعيع قد اثر أيضاً وبشكل واضح على بقية الخواص البصرية (معامل الامتصاص، الانعكاسية، معامل الخمود) تحديداً بعد فترة 24 ساعة.

المقدمة

ان دراسة الاغشية الرقيقة جذبت اهتمام الفيزيائيين منذ النصف الثاني من القرن السابع عشر حيث اجريت العديد من البحوث المهمة في هذا المجال والتي اقترنت باسماء مثل بويل (Boyle) وهوك (Hook) ومن الجانب النظري العالم درود (Drude). ويستخدم مصطلح الأغشية الرقيقة لوصف طبقة أو عدة طبقات من ذرات المادة وهي ذات سمك صغير جداً يقل عن (1µm) (Hass.et al 1966, Chodra, 1969). وقد قام العديد من الباحثين بدراسة الخواص البصرية لاشباه الموصلات على هيئة اغشية رقيقة محضرة بطرائق مختلفة ومن هذه الخواص (فجوة الطاقة، معامل امتصاص، معامل الخمود، الانعكاسية، معامل الانكسار). وقد تبين ان دراسة الخواص البصرية لاشباه الموصلات تعطينا معلومات مهمة في العديد من التطبيقات العملية كالخلايا الشمسية والكواشف الضوئية والدوائر الالكترونية ذات الاهمية في استخدامات العلوم والتكنولوجيا وفي المجالات المدنية والعسكرية. تم استخدام الأغشية الرقيقة في أجهزة الذاكرة المغناطيسية وفي الدوائر المتكاملة وكذلك دوائر الفتح والغلق وصناعة المقاومات وتحظى الأغشية الرقيقة اليوم باهتمام اكبر لاستخدامها ضمن مجالات متعددة في الجانب المدني والعسكري وفي صناعة الخلايا الشمسية والكواشف لشدة حساسيتها للضوء الساقط عليها (Nasrallah et al 2004; Pankove, 1971).

الجانب العملي والحسابات

تم تحضير الأغشية الرقيقة لمادة (CdO) باستخدام طريقة الرش الكيميائي الحراري والتي تم ترسيبها على ارضيات (substate) زجاجية بواسطة جهاز رش مصنع محلياً من الزجاج الاعتيادي ويحتوي على خزان اسطواناني الشكل مفتوح من الأعلى بنصف قطر (15mm) وارتفاعه (80mm) حيث يوضع المحلول المراد رشه فيه. وتتصل اسطوانة الخزن بأنبوبة شعرية بواسطة صمام زجاجي وتحاط الأنبوبة بغرفة زجاجية منتفخة من الأعلى وتحاط فتحة الغرفة الزجاجية بفتحة الأنبوبة الشعرية بحيث تكون الفتحات متحدتي المركز وبمستوى واحد (Hashem, 1997). وقد استخدمت مادة نترات الكاديوم المائية $[Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O]$ لتحضير غشاء (CdO) وهي مادة صلبة ذات لون ابيض سريعة الذوبان في الماء، وزنها الجزيئي (304.47 gm/mol) وذلك بإذابة (7.516 gm) من المادة في (250 ml) من الماء المقطر إذابة تدريجية وباستخدام خلاط مغناطيسي Magnetic stirrer. تم وضع الارضيات الزجاجية بعد تنظيفها بغسلها بالماء المقطر ومسحوق الغسيل أولاً ثم كحول الايثانول والاسيتون وتجفف بورقة ترشيش ويتم وضعها بعد ذلك على السخان الكهربائي حتى تسخن ولمدة ساعة كي تصل حرارتها (400°C) والتي تم اختيارها بعد إجراء عدة محاولات لدرجات حرارية مختلفة وأتضح لنا أنه عند هذه الدرجة تم الحصول على أفضل تجانس لعملية الرش. بعدها نضع المحلول المهياً في خزان الرش. ثم نبدأ عملية الرش ولفترات زمنية أمدها (15sec) يعقبها توقف عن الرش ولمدة (3min) كي تعود درجة حرارة الغشاء إلى الدرجة المختارة ثم نعاود عملية الرش مرة أخرى، حيث أن عدد الرشات يحدد سمك الغشاء بحيث كلما زادت فترة وعدد الرشات زاد سمك الغشاء. وبعد الانتهاء من عملية الرش يطفئ السخان وتترك الارضيات الزجاجية على سطح السخان إلى أن تبرد تماماً لغرض تبخر الماء وإتمام عملية الإنماء البلوري. تم فحص الغشاء بواسطة مجهر ضوئي من نوع (M20) مجهز من شركة phywe الألمانية، للتعرف على طبيعة سطح الغشاء من حيث خلوه من الفراغات والتقوب الابرية، وقد تبين من نتيجة الفحص أنها خالية من العيوب. وبعد إتمام عملية تحضير الغشاء، تم دراسة القياسات البصرية لمدى الأطوال الموجية (330-900nm) من خلال قياس الامتصاصية (Absorption) والنفاذية (Transmission) للغشاء المحضر قبل وبعد التشعيع. تمت دراسة الخواص البصرية للأغشية الرقيقة من خلال جهاز المطياف (Spectrometer)، نوع (Cintra5)، والذي صنع من قبل شركة (GBS Scientific Equipment)، والذي يعمل على الأطوال الموجية المرئية وفوق البنفسجية (UV.Visible). وقد تم تعريض الغشاء المحضر لأشعة كاما [وهي عبارة عن موجات

كهرومغناطيسية ذات طول موجي قصير جداً يتراوح بين $(1 \times 10^{-11} - 3 \times 10^{-8})$ cm وتكون ذات طاقة عالية، ومنشأ اشعة كاما نواة الذرة ومن مصادرها المشعة الطبيعية الشمس والاجرام السماوية وكذلك المواد المشعة مثل الراديوم ومن مصادرها المشعة اصطناعياً الكوبولت المشع (60) السيزيوم (137) واليود المشع] والتي مصدرها في بحثنا هذا عنصر السيزيوم (Cs 137) ولفترات زمنية (5 min) و (10 min) ومن ثم (24 hr) وبطاقة مقدارها (Mev 0.662). وتم دراسة معامل الامتصاص، ومعامل الخمود، وفجوة الطاقة، والانعكاسية من العلاقات الآتية (Hashem, 1997).

$$\alpha = 2.303 \frac{A}{t} \quad \dots(1)$$

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

$$R+A+T=1 \quad \dots(3)$$

$$K_0 = \frac{\alpha \lambda}{4\pi} \quad \dots(4)$$

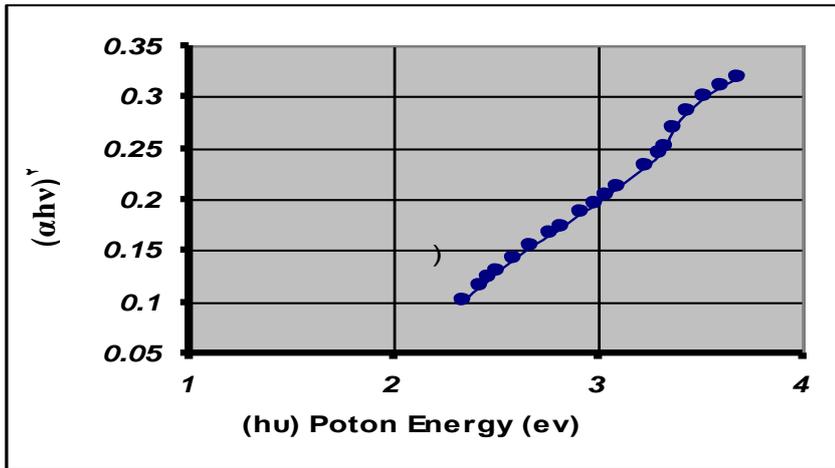
حيث أن :-

α : تمثل معامل الامتصاص، A: الامتصاصية، t: سمك الغشاء،
 $h\nu$: طاقة الفوتون الممتص، E_g : فجوة الطاقة، r: معامل أسّي يعتمد على نوع الانتقال ($r=1/2$)
R: الانعكاسية، k_0 : معامل الخمود، λ : الطول الموجي، T: النفاذية.

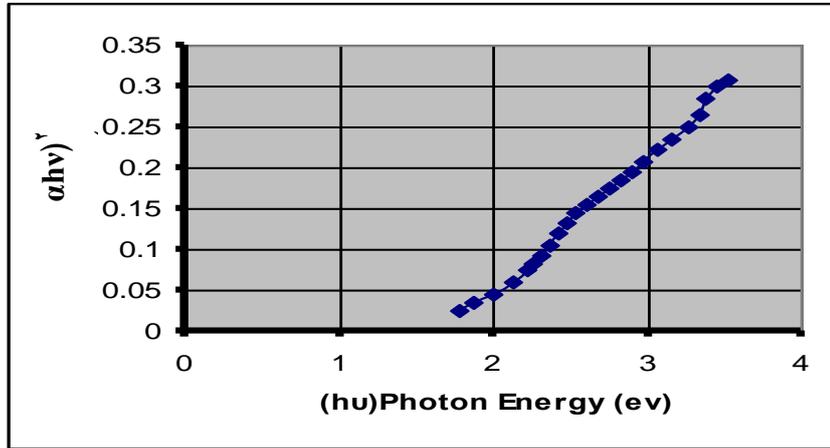
النتائج والمناقشة

فجوة الطاقة (Energy Gap):

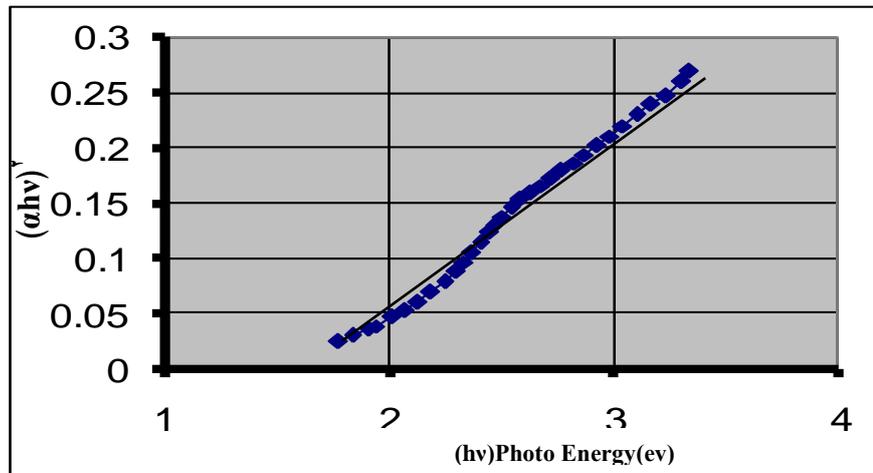
هي اقصر مسافة عمودية بين قعر حزمة التوصيل وقمة حزمة التكافؤ. وان شبة الموصل ذو طاقة فجوة مباشرة، وهو الذي تكون فيه أوطاً نقطة في منخفض الطاقة الرئيسي فوق أعلى نقطة في مرتفع التكافؤ الرئيسي مباشرة، أي عند نفس متجهه الموجة K (داس، 1998). وقد تم حساب قيمة فجوة الطاقة للانتقال المباشر باستخدام العلاقة (2) وذلك برسم العلاقة بين $(\alpha h\nu)^2$ وطاقة الفوتون $(h\nu)$ ، ونمد الجزء الخطي من المنحني ليقطع محور طاقة الفوتون عند نقطة $(\alpha h\nu=0)$ لنحصل قيمة فجوة الطاقة. ومن الشكل (1) نجد ها تساوي (2.1ev) وهي قبل التشعيع. أما الأشكال (2، 3، 4) فنجد أن قيم فجوة الطاقة (1.6، 1.75، 1.85) ev. أي أنها قد قلت بعد التشعيع أي أن أشعة كاما قد أثرت على قيمة فجوة الطاقة وأدت إلى انخفاضها.



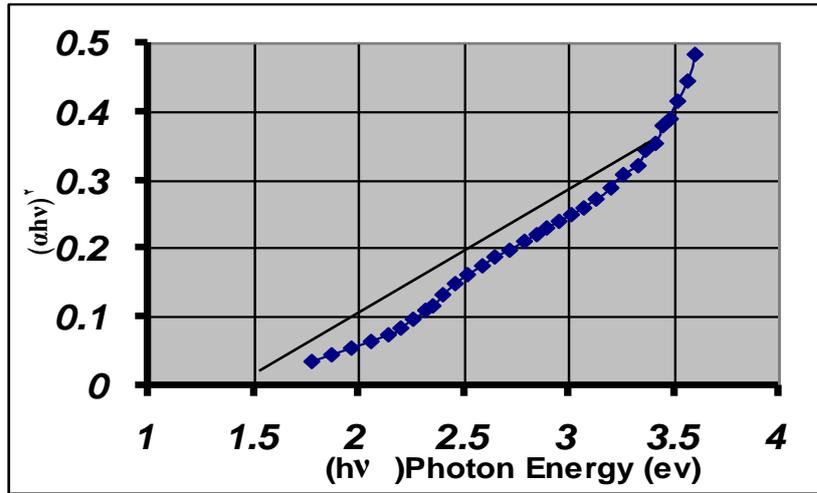
شكل (1) : العلاقة بين hv و $(\alpha hv)^2$ قبل التشعيع



شكل (2) : العلاقة بين hv و $(\alpha hv)^2$ بعد 5 دقيقة من التشعيع



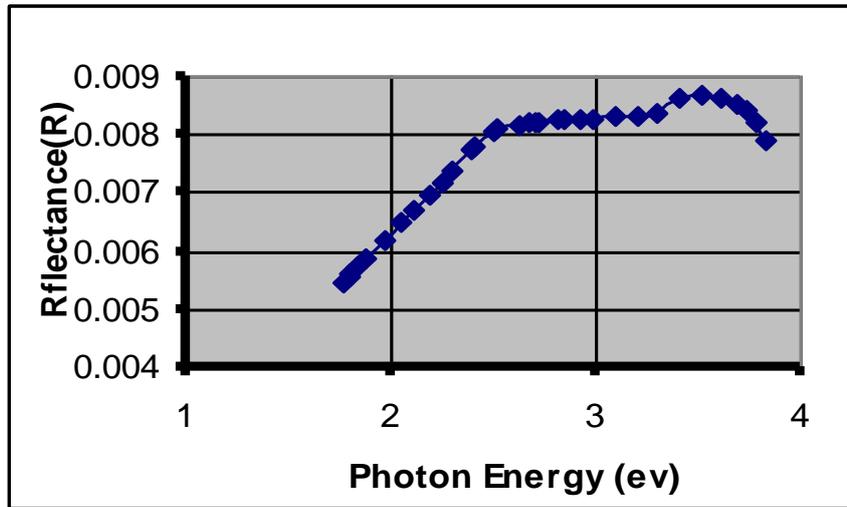
شكل (3) : العلاقة بين hv و $(\alpha hv)^2$ بعد 10 دقيقة من التشعيع



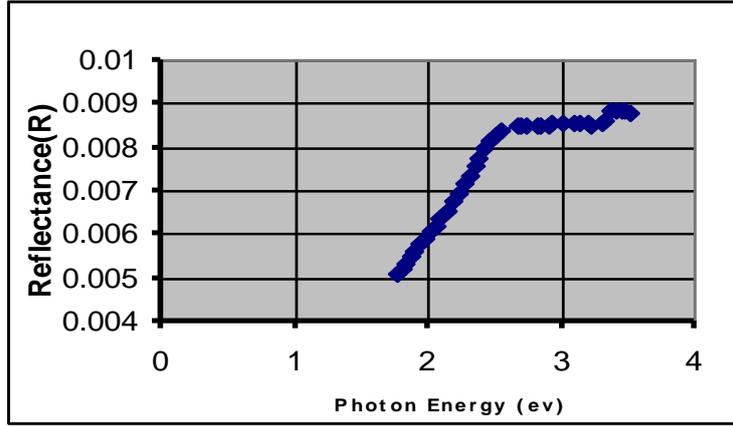
شكل (4) : العلاقة بين hv و $(\alpha hv)^2$ بعد 24 ساعة من التشعيع

الانعكاسية Reflectance :-

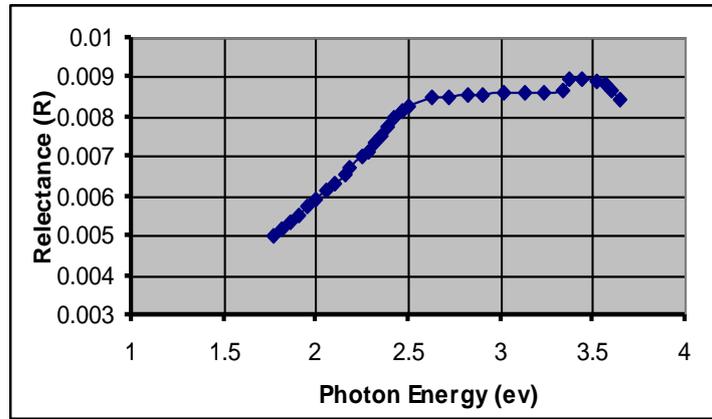
وتعرف بأنها نسبة مقدار الطاقة التي تتعكس أثناء سقوط الإشعاع على سطح الغشاء الدقيق إلى مقدار طاقة الإشعاع الساقط (محمد، 2008). ولقد تم حساب الانعكاسية من طيف الامتصاصية (A) وطيف النفاذية (T) وبموجب قانون حفظ الطاقة من العلاقة (3). حيث يمثل الشكل (5) الانعكاسية قبل التشعيع أما الأشكال (6، 7، 8) فتمثل الانعكاسية بعد التشعيع، بعد فترة (5min) و (10min) وبعد (24) ساعة على التوالي. ونلاحظ إن أشعة كما لم تغير من طبيعية المنحني خلال الفترتين الأوليتين أما بعد مضي (24) ساعة نجد أن التشعيع قد احدث تغير في الانعكاسية وبشكل واضح حيث سبب انخفاض في الانعكاسية عند الطاقات الواطئة ويمكن تفسير هذا التغير الى حدوث تكسر في الأواصر وبالتالي احدث تغير في الشبكة البلورية والذي احدث تغير في سطوح الغشاء المرسب وذلك لتوليد مستويات موضعية والتي تؤدي إلى قلة قيمة فجوة الطاقة.



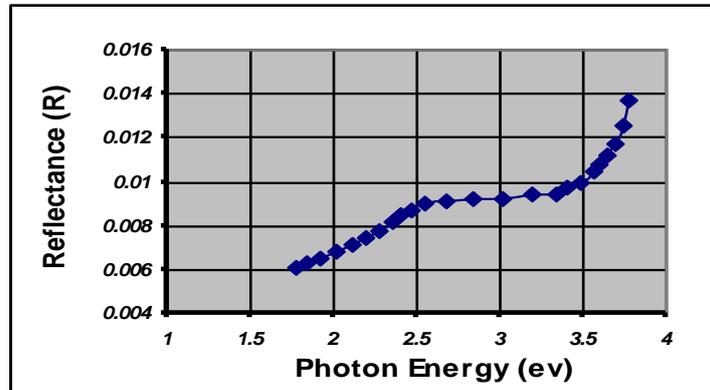
شكل (٥) : سلوك الانعكاسية كدالة للطاقة قبل التشعيع



شكل (6) : سلوك الانعكاسية كدالة للطاقة بعد 5 دقيقة من التشعيع



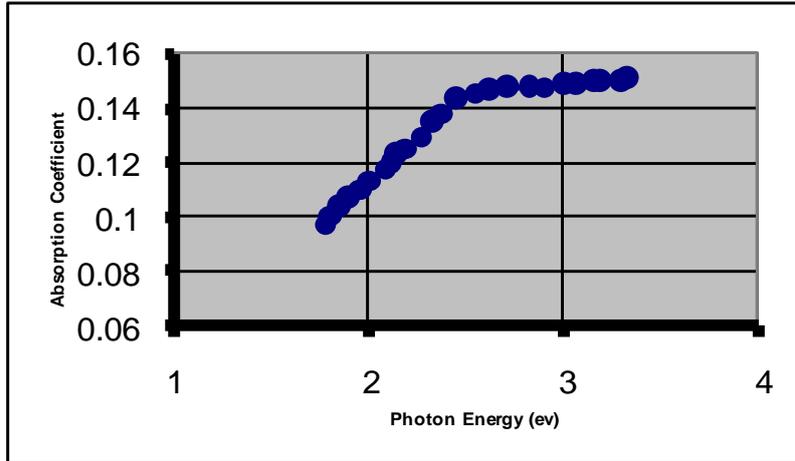
شكل (٧) : سلوك الانعكاسية كدالة للطاقة بعد 10 دقيقة من التشعيع



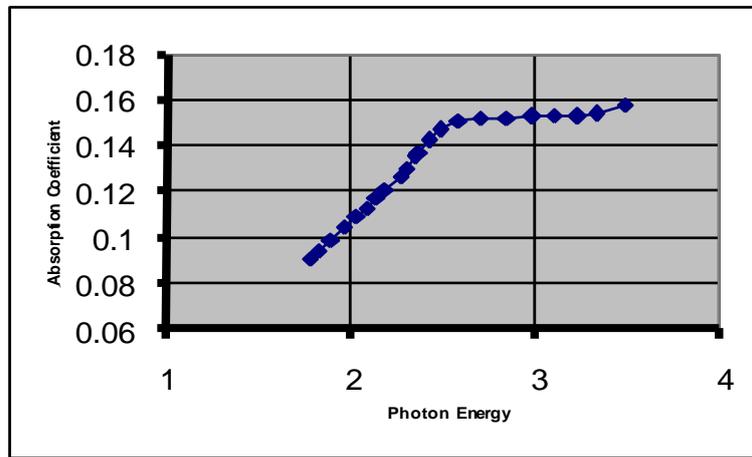
شكل (٨) : سلوك الانعكاسية كدالة للطاقة بعد 24 ساعة من التشعيع

معامل الامتصاص Absorption Coefficient :-

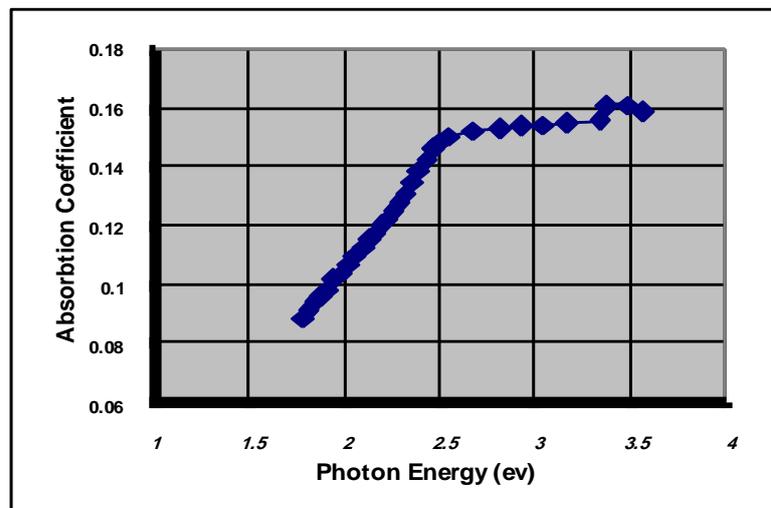
هو النقصان الحاصل في فيض طاقة الإشعاع أو الشدة بالنسبة لوحدة المساحة باتجاه الموجة داخل الوسط ويعتمد على طاقة الفوتون الساقطة وعلى خواص شبة الموصل ونوع الانتقالات الالكترونية التي تحدث بين حزم الطاقة (تامي، 1998).



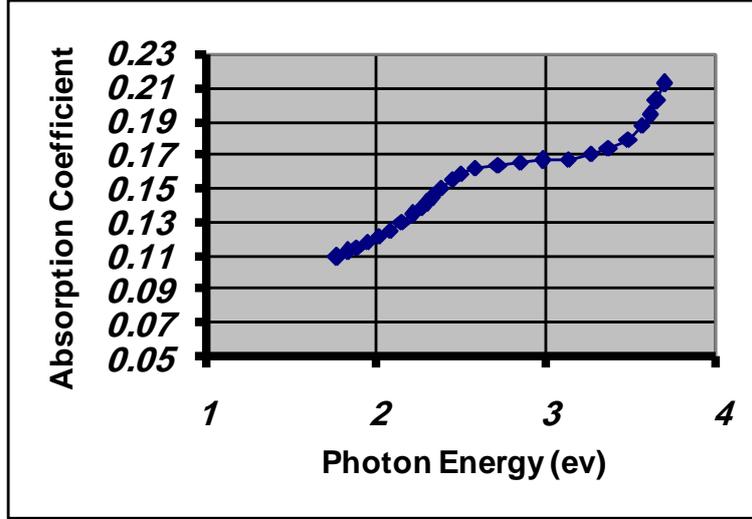
شكل (٩) : سلوك معامل الامتصاص كدالة للطاقة قبل التشعيع



شكل (١٠) : سلوك معامل الامتصاص كدالة للطاقة بعد 5 دقيقة من التشعيع



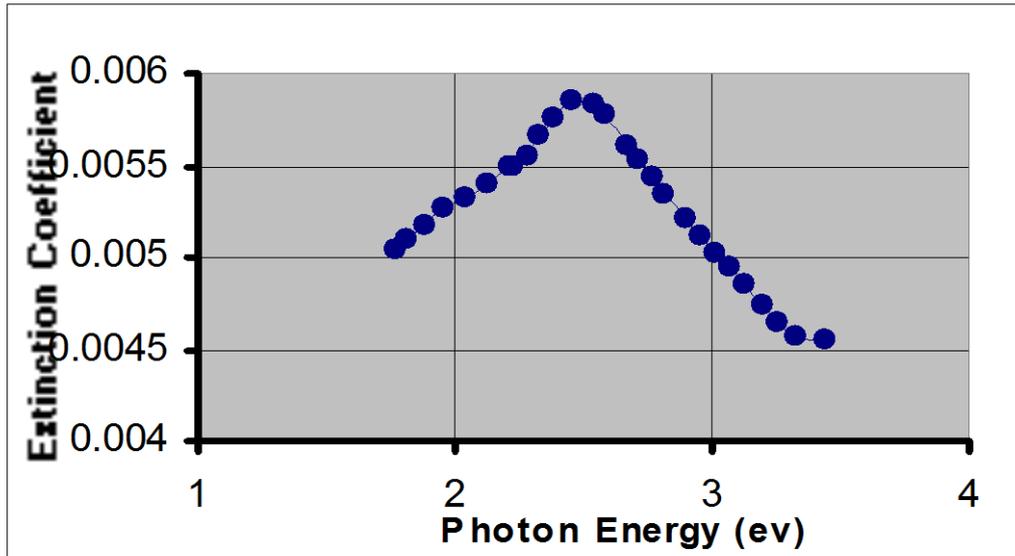
شكل (١١) : سلوك معامل الامتصاص كدالة للطاقة بعد 10 دقيقة من التشعيع



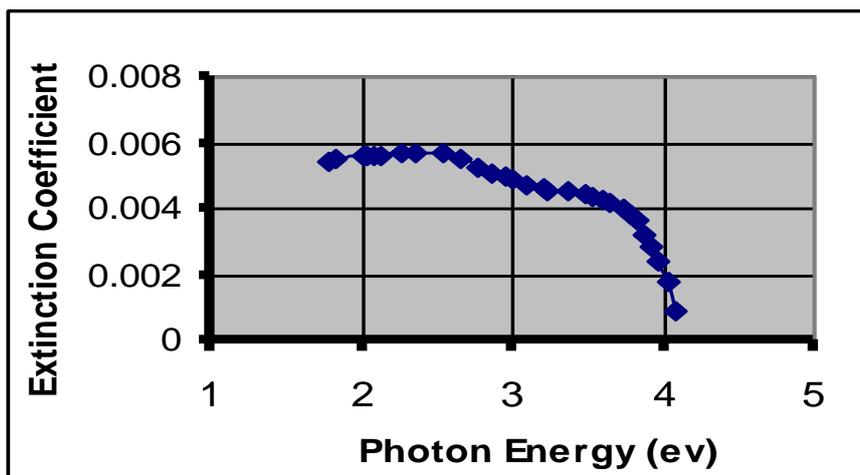
شكل (١٢) : سلوك معامل الامتصاص كدالة للطاقة بعد 24 ساعة من التشعيع

معامل الخمود (k_0) Extinction Coefficient :-

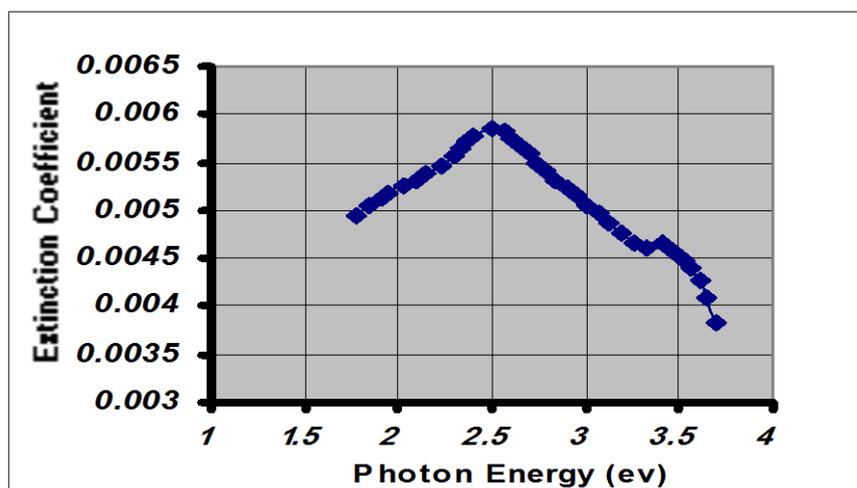
يمثل الخمود الحاصل في الموجة الكهرومغناطيسية داخل المادة أو يمثل كمية الطاقة الممتصة في الغشاء الرقيق (الراوي وآخرون، 1995). وقد تم حسب معامل الخمود من العلاقة (4). حيث يمثل الشكل (13) معامل الخمود قبل التشعيع والأشكال (14، 15، 16) تمثل معامل الخمود بعد تعرض الغشاء إلى أشعة كاما وخلال الفترة الزمنية (5min) و (10 min) ثم (24) ساعة ونجد من خلال الإشكال كيف أن التشعيع قد اثر وبوضوح على سطوح الغشاء الرقيق وخاصة بعد (24) ساعة. وهذا يبين أن امتصاص الغشاء للطاقة كان كبير خلال هذه الفترة.



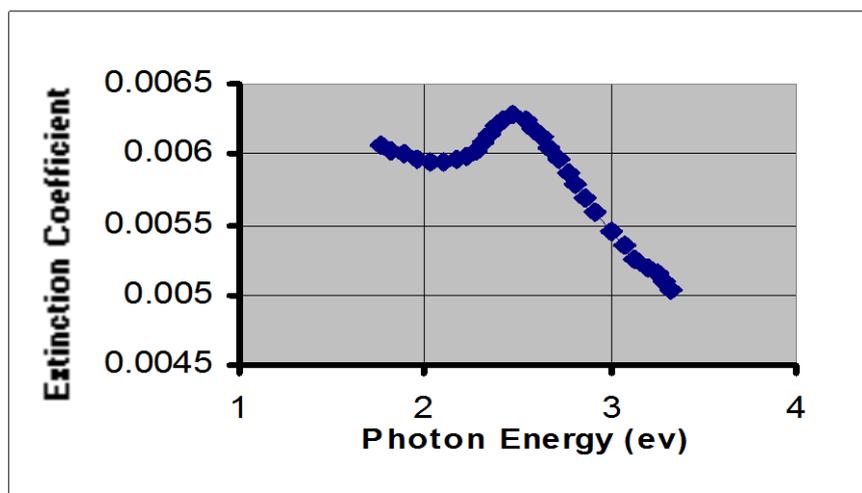
شكل (١٣) : سلوك معامل الخمود كدالة للطاقة قبل التشعيع



شكل 14 : سلوك معامل الخمود كدالة للطاقة بعد 5 دقيقة من التشعيع



شكل 15 : سلوك معامل الخمود كدالة للطاقة بعد 10 دقيقة من التشعيع



شكل 16 : سلوك معامل الخمود كدالة للطاقة بعد 24 ساعة من التشعيع

الاستنتاجات

- 1- إن قيمة فجوة الطاقة تقل بعد التشعيع عما هي عليها قبل التشعيع وبفترات زمنية متصاعدة. ويمكن تفسير النقصان في قيمة فجوة الطاقة إلى أن التشعيع أدى إلى خلق مستويات مانحة داخل فجوة الطاقة بالقرب من حزمة التوصيل، وان وجود هذه المستويات يزيد من احتمالية امتصاص الفوتونات ذات الأطوال الموجية الطويلة مما يؤدي إلى تقليل قيمة فجوة الطاقة .
- 2- إن التشعيع قد اثر وبشكل واضح على كلاً من الانعكاسية ومعامل الخمود والامتصاص وخاصة بعد فترة (24) ساعة، وهذا يثبت أن تعريض الغشاء لفترة طويلة أمام أشعة كما قد يحدث تغير في طبيعة سطوح الغشاء مما يؤدي إلى تلف في الشبيكة البلورية له .
- 3- إن التشعيع له تأثير على الثوابت البصرية.

References

- Chodra . K. L., (1969): Thin Films Phenomena, (Mc Graw-Hill, New york) , 234p.
- Hass. G and Thun. R. E., (1966) : Physics of Thin Films, (Academic press) 425p.
- Hashem. I. H., (1997) : Optical & Electrical Properties of Cadminm Oxide Thin Films, M.Sc Thesis. Al-mustansiriy University.
- Nasrallah. T. Ben, Amlouk. M, Bemede, J. C, Belgacem. S., (2004): Physica Status Solidi ,Vol. 201, pp : 3070-3076.
- Pankove. J., (1971): Optical Processes in Semiconductors, Prentice-Hall, Inc, New Jersey, pp: 34-36.

المصادر

- جاكلين هارباغوان داس، (1998) : تأثير التشعيع على الخواص البصرية لأغشية كبريتيد الكاديوم. رسالة ماجستير الجامعة المستنصرية، ص 37 .
- حسين خضير محمد ، (2008) : دراسة الخصائص الكهربائية والبصرية لأغشية SNO_2 الرقيقة النقية والمشوبة بالفضة. رسالة ماجستير، جامعة تكريت، ص 26 .
- رشا جنان تامي، (1998) : دراسة تأثير التشعيع والمعاملة الحرارية على الخواص البصرية والمشوبة للنحاس، رسالة ماجستير، الجامعة المستنصرية، ص 42.
- صبحي سعيد الراوي وشاكر جابر شاكر ويوسف مولود حسن، (1995) : فيزياء الحالة الصلبة، مطبعة جامعة الموصل، ص 199.
- قصي سعيد رشيد، (1968) : الوقاية من الاشعاعات والتلوث، منشورات الطاقة الذرية، ص 70.

Study the Effect of Irradiation by Gamma-Ray on the Optical Properties of the Thin Films

*Abdulmajed E. Ibrahim Neraan F. Abd-Aljabaar Kasim H. Mahmood
College of Education – University of Tikrit*

Received:8/4/2009, Accepted:28/2/2010

Abstract

In this research the effect of irradiation on the optical properties of the pure films CdO was studied prepared of the subjected to Gamma –Ray with energy (0.662MeV) for (5,10)min and (24)hours .Optical properties results , irradiation Gamma–Ray leads to decrease in energy gap value. It turns out that Gamma–Ray had apronoced effect on the optical proportion of CdO films.