

دراسة تأثير التشعيع على الثوابت البصرية لأغشية $(ZnO)_x(CdO)_{1-x}$
 المحضرة بطريقة التحلل الكيميائي الحراري

خضير عباس مشجل* و داد هنو عباس** * عبدة عامر عبد الحسين * محمد حميد عبد الله***

* قسم الفيزياء - كلية التربية - الجامعة المستنصرية

** قسم العلوم - كلية التربية الأساسية - الجامعة المستنصرية

*** قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة ديالى

الخلاصة

حضرت أغشية $(ZnO)_x(CdO)_{1-x}$ باستخدام طريقة التحلل الكيميائي الحراري وعلى قواعد من زجاج البوروسليكات وعند درجة حرارة (723K) في هذا البحث تمت دراسة تأثير التشعيع بأشعة كاما (Cs137) لمدة 21 يوم على الثوابت البصرية الآتية: الامتصاصية، الانعكاسية، معامل الخمود، معامل الانكسار، و ثابت العزل الكهربائي بجزأيه الحقيقي والخيالي، وقد أظهرت الدراسة الحالية أن التشعيع يؤدي إلى نقصان في قيم الامتصاصية والانعكاسية ومعامل الخمود ومعامل الانكسار وقيمة ثابت العزل الكهربائي الحقيقي والخيالي.

الكلمات المفتاحية: أغشية، الخواص البصرية، طريقة التحلل الكيميائي الحراري، تأثير التشعيع $(ZnO)_x(CdO)_{1-x}$

Abstract

Thin film of $(ZnO)_x(CdO)_{1-x}$ have been prepared using the chemical spray pyrolysis technique on a borosilicate glass substrates at a temperature (723K), the effect of gamma radiation have been studied using (Cs137) for time period (21) days. The optical properties such as: absorbtance, reflectance, extinction coefficient, real and imaginary parts of the dielectric constant, The study that irradiation cause decreasing in the absorptance, reflectance, extinction coefficient, refractive index, real and imaginary parts of the dielectric constant.

المقدمة

تعد فيزياء الأغشية الرقيقة من الفروع المهمة لفيزياء الحالة الصلبة والذي تبلور عنها وأصبح فرعاً قائماً بحد ذاته ، إذ يتعامل هذا الفرع مع نبائط دقيقة (Micro Devices) تتصف جميعها بأنها ذات سمك صغير جداً قد لا يتعدى (1µm) [1]. إن تقنية الأغشية الرقيقة واحدة من أهم التقنيات التي ساهمت في تطوير دراسة أشباه الموصلات وأعطت فكرة واضحة عن العديد من خصائصها الفيزيائية والكيميائية والتي يصعب الحصول عليها بشكلها الطبيعي [2,3]. هناك العديد من الطرائق الفيزيائية والكيميائية المستخدمة في تحضير الأغشية الرقيقة ، منها طريقة التحلل الكيميائي الحراري ، وإن الأغشية المحضرة بهذه الطريقة تكون شديدة الالتصاق بالقاعدة وتمتاز هذه الأغشية بمواصفات جيدة تمكننا من استخدامها في تطبيقات الخلايا الشمسية والكواشف [4]. حضرت أغشية $(ZnO)_x(CdO)_{1-x}$ باستخدام هذه الطريقة وقد تم الحصول على أغشية متجانسة وشديدة الالتصاق بالقاعدة وخالية من الثقوب الأبرية ، وتم تعرضها لجرعة منتخبة من أشعة كاما.

الجانب العملي

أولاً: تحضير الأغشية

حضرت أغشية ZnO النقية من محلول نترات الخارصين المائية $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ وهي مادة صلبة ذات لون أبيض وزنها الجزيئي (297.4 g) وكثافتها (5.67 g/cm³) . لتحضير محلول تركيزه المولاري (0.1) يجب أن نعرف وزن نترات الخارصين الواجب خلطها في (100 ml) من الماء المقطر ، ولمعرفة ذلك نستخدم العلاقة الآتية:

$$Mo = (Wt/ M wt) \times [(1000/Vo)] \dots\dots\dots (1)$$

إذ إن:

Mo التركيز المولاري.

Wt وزن مادة نترات الخارصين.

M wt الوزن الجزيئي لنترات الخارصين.

Vo حجم الماء المقطر.

نجد أن وزن نترات الخارصين الواجب إذابتها في (100 ml) من الماء المقطر هو (2.974 g) للحصول على محلول تركيزه المولاري (0.1) ، ولضمان الذوبان التام يستخدم خلاط مغناطيسي (Magnetic Stirrer) لخلط المحلول لمدة ساعة للتأكد من عدم وجود رواسب. أما عند تحضير محلول التشويب فنستخدم مادة نترات الكاديوم المائية (Cd(NO₃)₂·4H₂O) وبتركيز (0.1M) وبإضافة نسب وزنية (5%) من مادة نترات الكاديوم (Cd(NO₃)₂·4H₂O) إلى محلول نترات الخارصين تم الحصول على الأغشية المشوبة وبنفس التركيز المولاري، وقد تضمنت عملية الحصول على غشاء ذو مواصفات جيدة أتباع ظروف التحضير التالية :-

1. درجة حرارة القاعدة 723K.

2. معدل الترسيب 10 cm³ /min.

3. ضغط الهواء 105N/m².

4. المسافة العمودية بين جهاز الترسيب والقاعدة (30 ± 1cm).

رسبت الأغشية المحضرة على قواعد من زجاج البورسيليكات بعد أن تم تنظيفها جيداً ووضعها على السخان الكهربائي لفترة (30min) بعد ذلك أجريت عملية الترسيب لفترة (15sec.) تعقبها فترة توقف مقدارها (5sec.) وأخيراً تم الحصول على أغشية ذات تجانس جيد شديدة الالتصاق بالقاعدة وخالية من التشققات والتقوب الابرية. الشكل (1) يبين منظومة التحلل الكيميائي الحراري. قيس سمك الأغشية المحضرة بالطريقة الوزنية وباستخدام ميزان إلكتروني حساس نوع (Mettler AE-160) ذي حساسية (10⁻⁴gm) إذ بلغ سمك الغشاء المحضر (750 nm).

ثانياً: القياسات البصرية

اشتملت القياسات البصرية على تسجيل طيفي الامتصاصية (Absorbance) والنفذية (Transmittance) لمدى الأطوال الموجية (380-900nm) وذلك باستخدام جهاز من نوع (PU-8800-UV/VIS Spectrophotometer)، ذو الحزمتين المجهز من شركة (PHILIPS)، إذ تم أولاً وضع قاعدة زجاجية نظيفة من نفس الزجاج المستخدم للترسيب في شباك المرجع بعد ذلك توضع القاعدة المرسب عليها الغشاء في شباك المصدر وقد سجلت جميع القياسات في درجة حرارة الغرفة .

ثالثاً: تشعيع الأغشية :

لغرض تعريض أغشية $(ZnO)_x(CdO)_{1-x}$ لأشعة كما استخدم مصدر السيزيوم (^{137}Cs) ، المصنوع في عام (1982م) ، وأن نشاطه الإشعاعي ($1\mu Ci$) ، وعمر النصف له هو (30.17y). حيث تم تعريض هذه الأغشية لفترة زمنية مقدارها (21) يوم .

النتائج والمناقشة

بالاعتماد على طيفي النفاذية والامتصاصية وبعد إجراء التصحيح اللازم على منحنى الامتصاصية تم حساب الانعكاسية بموجب قانون حفظ الطاقة من العلاقة الآتية [20] :

$$R + T + A = 1 \dots\dots\dots (2)$$

إذ تمثل :

R : انعكاسية الغشاء. T: نفاذية الغشاء. A: امتصاصية الغشاء.

الشكل (2) يبين تغير الانعكاسية (R) كدالة لطاقة الفوتون ($h\nu$) للأغشية المحضرة إذ نلاحظ أن الانعكاسية تكون عالية عند قيم الطاقات الفوتونية الواطئة ثم تبدأ بالانخفاض السريع عند الطاقات الفوتونية العالية وتفسير ذلك أن الامتصاص يكون قليلاً جداً عند الطاقات الأقل من فجوة الطاقة تقريباً وان تناقص النفاذية ناتج عن زيادة الانعكاس من سطح الغشاء حسب المعادلة (2) ، ونلاحظ أن التشعيع أدى إلى تقليل قمة منحنى الانعكاسية، وبصورة عامة فأن سلوك المنحنى بعد التشعيع مشابه لسلوكه قبل التشعيع.

وبالاعتماد على معامل الامتصاص المحسوب من العلاقة الآتية [21]:

$$\alpha = 2.3 \frac{A}{d} \dots\dots\dots (3)$$

إذ تمثل:

α : معامل الامتصاص (cm-1) d: سمك الغشاء (cm)

تم حساب معامل الخمود (Ko) باستخدام العلاقة الآتية [21] :

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

كما يمثل معامل الخمود الجزء الخيالي من معامل الانكسار المعقد (N) بموجب العلاقة الآتية [21] :

$$N = \frac{C}{V} = n_o - ik_0 \dots\dots\dots (5)$$

إذ تمثل :

C : سرعة الضوء في الفراغ.

V : سرعة الضوء خلال الغشاء.

no: الجزء الحقيقي من معامل الانكسار المعقد(N).

الشكل (3) يبين تغير معامل الخمود كدالة لتغير طاقة الفوتون للأغشية المحضرة ، إذ نلاحظ أن معامل الخمود يكون ثابت إلى أن يصل (2.8eV)، ثم تعقبها زيادة سريعة وهذا يدل على أن هناك زيادة في الامتصاصية والتي بدورها أدت إلى زيادة معامل الامتصاص حسب العلاقة (3) وبالتالي زيادة معامل الخمود حسب العلاقة (4) وعند التشعيع نلاحظ إن منحنى معامل الخمود يسلك بصورة عامة نفس سلوكه قبل التشعيع مع نقصان في قمة المنحني وتفسير ذلك أن التشعيع أدى إلى تقليل المستويات المانحة بالقرب من حزمة التوصيل وبالتالي نقصان معامل الخمود.

وتم حساب معامل الانكسار وفقاً للعلاقة الآتية [21,20] :

$$n_o = \left[\left(\frac{I+R}{I-R} \right)^2 - (k_o^2 + I) \right]^{\frac{1}{2}} + \frac{I+R}{I-R} \dots\dots\dots (6)$$

الشكل (4) يمثل تغير معامل الانكسار كدالة لطاقة الفوتون للأغشية المحضرة ، إذ نلاحظ أن طبيعة منحنى معامل الانكسار مشابهة تقريبا لطبيعة منحنى الانعكاسية نظراً لارتباط (R) مع (no) وفقاً للعلاقة (6) ، أما عند التشعيع فنلاحظ أن منحنى معامل الانكسار يقل ، وبصورة عامة فأن سلوكه بعد التشعيع مشابه لسلوكه قبل التشعيع.

وتم أيضاً حساب ثابت العزل الكهربائي الحقيقي باستخدام العلاقة الآتية [21,20]

$$\varepsilon_1 = n_0^2 - k_0^2 \dots\dots\dots (7)$$

وكذلك تم حساب الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي وكما يأتي [10,11]:

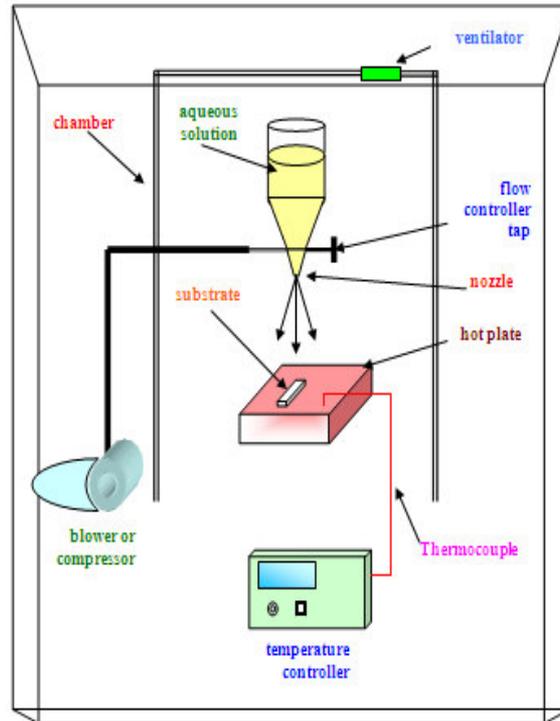
$$\varepsilon_2 = 2 n_0 k_0 \dots\dots\dots (8)$$

الشكل (5) يبين تغير الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي كدالة لطاقة الفوتون للأغشية المحضرة ، إذ نلاحظ أن سلوك المنحني يشبه إلى حد ما سلوك معامل الانكسار حسب العلاقة (7)، إذ أنه يقل بعد التشعيع أيضا ، أما تغير الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي فيعتمد حسب العلاقة (8) على معامل الخمود (K₀) مقارنة بقيمة (n₀) وهذا ما يبينه إذ يكون تأثير معامل الخمود قليلاً جداً مقارنة بتأثير معامل الانكسار فيمكن بذلك إهماله خاصة عند الطاقات الواطئة وعند التشعيع يقل منحني ثابت العزل الخيالي كما في الشكل(6).

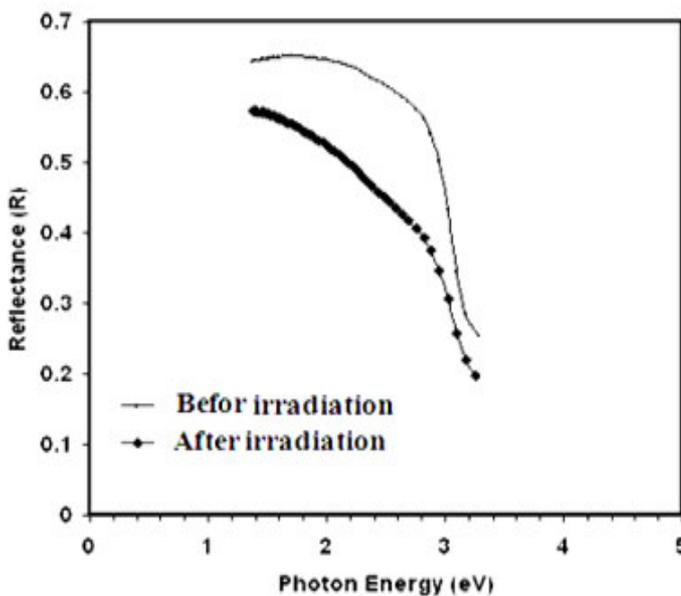
الاستنتاجات

تم التوصل في هذا البحث إلى أهم الاستنتاجات الآتية :

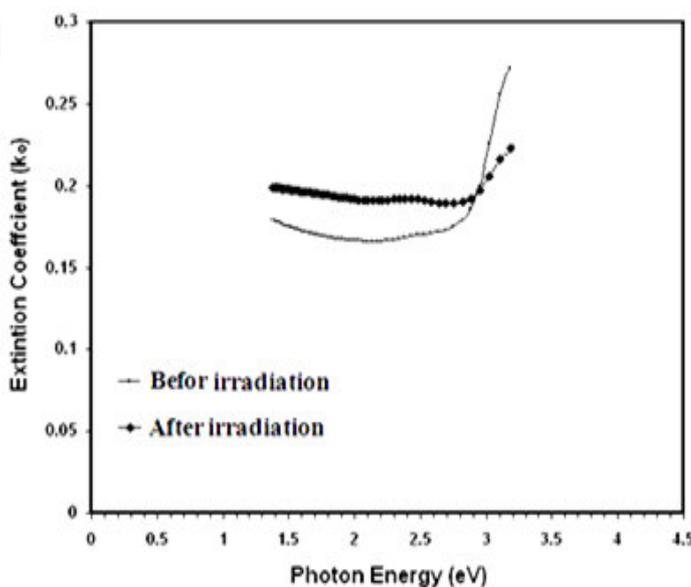
- 1- التشعيع بأشعة كما أدى إلى تقليل في قمة منحني الانعكاسية ومعامل الانكسار مما يدل على زيادة في الامتصاصية.
- 2- أن سلوك منحني معامل الانكسار يشابه سلوك منحني الانعكاسية.
- 3- أن ثابت العزل الحقيقي يسلك نفس سلوك معامل الانكسار , بينما نلاحظ أن الجزء الخيالي يسلك نفس سلوك معامل الخمود.



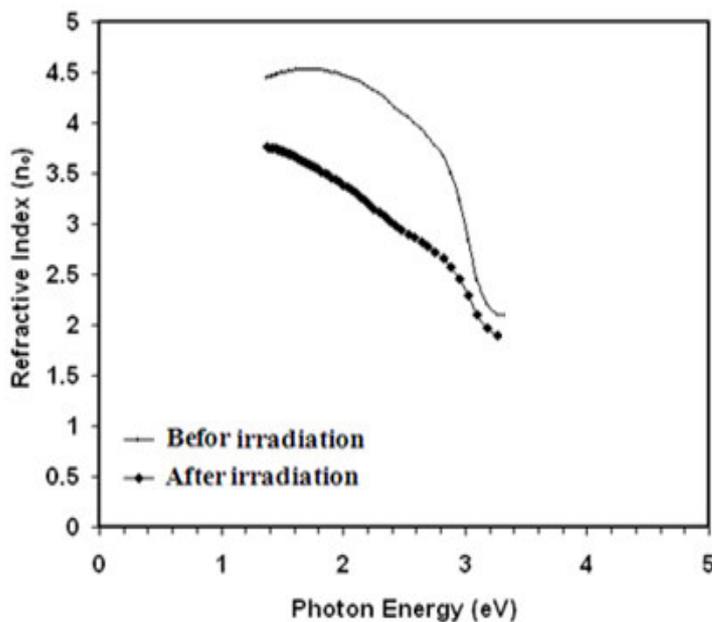
الشكل (1) منظومة التحلل الكيميائي الحراري



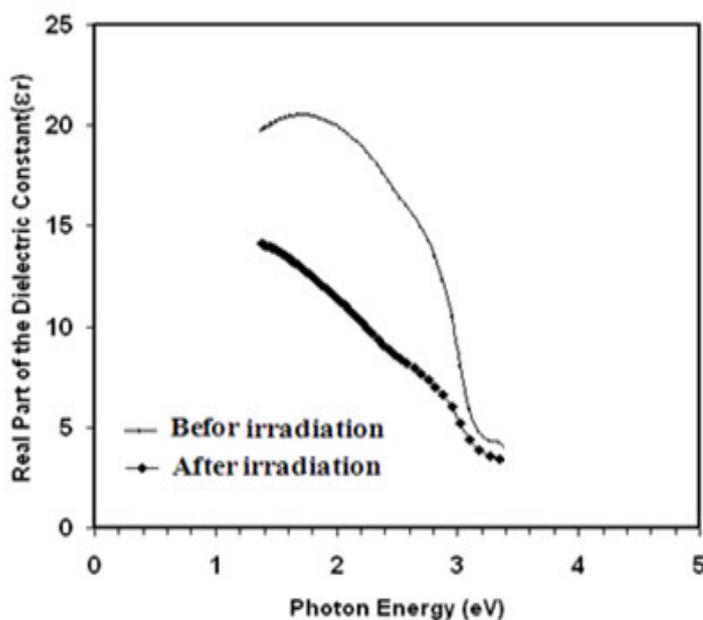
الشكل (2) يبين الانعكاسية كدالة لطاقة الفوتون للأغشية المحضرة قبل وبعد التشعيع



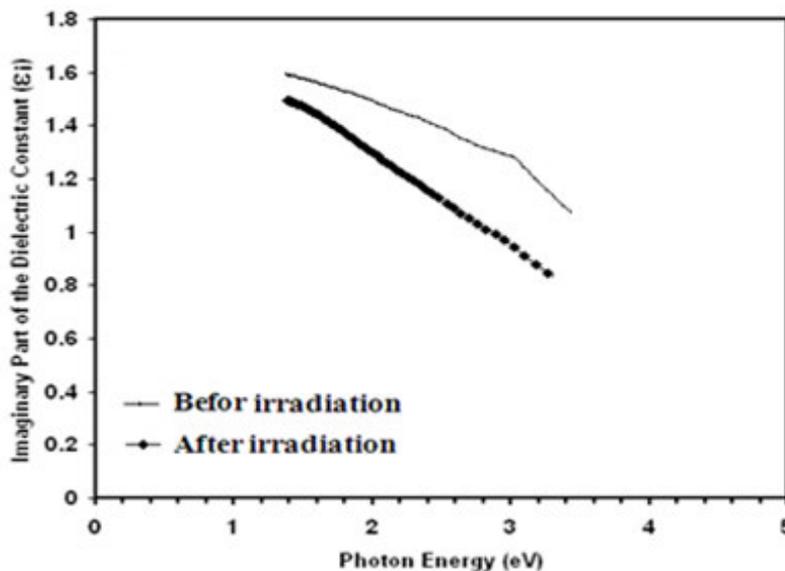
الشكل (3) يبين معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون للأغشية المحضرة قبل وبعد التشعيع



الشكل (4) يبين معامل الانكسار كدالة لطاقة الفوتون للأغشية المحضرة قبل وبعد التشعيع



الشكل (5) يبين الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي للأغشية المحضرة قبل وبعد التشعيع



الشكل (6) يبين الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي كدالة لطاقة الفوتون للأغشية المحضرة قبل وبعد التشعيع

المصادر

- [1] G. Hass and R. E. Thun "Physics of thin Films", Academic Press, New York (1966).
- [2] K. L. Chopra, "Thin Film Phenomena", Mc. Graw-Hill, New York, (1985).
- [3] K. D. Leaver, "Thin Films", Wykeham Publications London (L.T.D) London, (1971).
- [4] J. R. Son, 'Thin Films Technologies', 2nd Ed, (1986).
- [5] الكيمياء اللاعضوية، ترجمة مهدي الزكوم، ج2، (1982).
- [6] P. J. Durrant, "General and Inorganic Chemistry", 3rd Ed., Bulter and Tanner Ltd., London, 684 (1964).
- [7] S. M. Sze, "Semiconductors Devices Physics and Technology", (1990).

- [8] T. Minami, T. Yamamoto and T. Miyata, *Thin Solid Films* 366 (2000) 63.
- [9] H. L. Hartnagel , A. L. Dawar , A. K. Jain , C. Jagadish , *Semiconducting Transparent Thin Films* , Institute Of Physics Publishing , Bristol , (1995).
- [10] B. J. Lokhande, M. D. Uplane, *Appl. Surf. Sci.* 167 (2000) 243.
- [11] S. J. Pearton , D. P. Norton , K. Ip , Y. W. Heo , T. Steiner, *Prog. Mater. Sci.* 50 (2005) 293.
- [12] H. Czternastek, M. Jachimowski, "Aluminium-Doped ZnO Films Prepared By DC Reactive Magnetron Sputtering", *Proc. of 19-th Conference of ISHM Poland, Porabka-Kozubnik, 75-78 (1995).*
- [13] D. C. Look, *Mater. Sci. Eng. , B , Solid-State Mater. Adv. Technol.* 80 (2001) 383.
- [14] K. Emilar, R. Schieck , S. Fiechter , *Appl. Surf. Sci.* 70 (1993) 707.
- [15] R. C. Weast and M. J. Astle, "Hand Book of Chemistry and Physics" , CRC Press, (1979).
- [16] R. C. Weast and M. J. Astle, "Hand Book of Chemistry and Physics", CRC Press, (1979).
- [17] معجم ومصطلحات العلم والتكنولوجيا، معهد الإنماء العلمي (1982)
- [18] د. (1980). س. جاميرز وأزك. هوليدي، "الكيمياء اللاعضوية الحديثة"، ترجمة وسام إبراهيم، إدريس عبد لقادر، مطبعة جامعة الموصل،
- [19] JR. Babcock, AC. Wang, AW. Metz, NL. Edleman, MV. Metz, MA. Lane, CR. Kannewurf, TJ. Marks, *Chemical Vapor Deposition*, 7, 239 (2001).
- [20] K. L. Chopra, "*Thin Film Phenomena*", Mc. Graw-New York,(1969).
- [21] O. S. Heavens, "*The Film physics*", Methum and Colted,(1970)