تأثير التشعيع بليزر الأركون و التلدين على الخواص البصرية لأغشية (SnO_2)

عبد الله محمود علي ، نيران فاضل عبد الجبار ، زهير ناجي مجيد ، معمر عبد العزيز كامل

قسم الفيزياء ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

الملخص

يتضمن هذا البحث دراسة تأثير التشعيع و التلدين على الخواص البصرية لأغشية (SnO_2) والتي حضرت بطريقة الرش الكيميائي الحراري ولسمك 1500A°. حيث تمت دراسة الخواص البصرية للغشاء والتي تتضمن (الانعكاسية و فجوة الطاقة ومعامل الامتصاص ومعامل الخمود و معامل الانكسار) كدوال لطاقة الفوتون . وهذه الخواص قد تمت دراستها في المنطقة المرئية وفوق البنفسجية في مدى الأطوال الموجية من (300-900)nm وذلك باستخدام مطياف من نوع (UV-Visible) . درست الخواص قبل وبعد التشعيع و التلدين وتبين من خلال النتائج ان الخواص قد تغيرت بعد التشعيع و التلدين .

المقدمة

تعتبر تقنية الأغشية الرقيقة واحدة من أهم التقنيات التي ساهمت في تطور دراسة أشباه الموصلات و أعطت فكرة واضحة عن العديد من خواصها. وتحضر الأغشية الرقيقة لاستخدامها ضمن مجالات متعددة حيث تدخل في صناعة العديد من مكونات الأجهزة الإلكترونية الدقيقة و الكواشف ومعدات الخزن المغناطيسي ومرشحات التداخل والطلاء العاكس وغير العاكس كما تستخدم في صناعة الدوائر المتناهية الدقة Micro circuits والدوائر الكهربائية للمجهر الإلكتروني وفي صناعة عوازل المتسعات والمقومات Rectifiers . ونظرا لصغر حجمها وخفة وزنها فإنها تستخدم في الحاسبات الرقمية [1].

الجانب النظري

إن فيزياء الحالة الصلبة هي احد العلوم المهمة التي تعنى بدراسة الخواص الفيزيائية المختلفة للمواد الصلبة التي تشمل الأواصر وترتيب الذرات واستقطاب الجزيئات وتصرفات الالكترونات الحرة والطليقة في المادة بالإضافة إلى الخواص الكهربائية للمواد النقية وتلك التي تحتوي على شوائب، إضافة إلى الخواص المغناطيسية والميكانيكية للمواد في درجات حرارية واطئة و تترتب ذرات المواد الصلبة على هيئة وحدات هندسية أولية تعيد نفسها بانتظام ضمن فضاء الجسم الصلب، وتبعا لدرجة الانتظام فان المواد الصلبة توجد بإشكال عديدة تتراوح في العادة بين أحادية البلورة (single crystal) التي تمثل أعلى درجة انتظام والعشوائية (Amorphous) التي تفتقر الى الانتظام البلوري.إن الخصائص البصرية للمواد الصلبة تعتمد على توزيعات الالكترونات في ذراتها وبالتالي فهي تعتمد على طريقة ترتيب وانتظام الذرات، لذا فان من متطلبات فهم هذه الخصائص ودراستها تحديد علاقتها بالخصائص التركيبية للمواد الصلبة بشكل عام وأشباه الموصلات بشكل خاص[2].. وتتاثر المواد شبه الموصلة بالحرارة والضوء والمجال المغناطيسي فضلا عن تأثير الشوائب، ونتيجة لحساسية المواد شبه الموصلة بهذه العوامل فقد أصبحت من المواد البالغة الأهمية في التطبيقات المختلفة [3].

ليزر الأركون :

ليزر الاركون هو احد أنواع ليزرات الغاز الأيونية الوسط الفعال في هذه الحالة غاز متاين أو بخار معدن و ذو طاقة (150mW) وبطول موجي (515nm) وبكثافة قدرة (1326.964 W/cm^2) ويستخدم ليزر الاركون في المجالات الطبية بشكل واسع . [4]

خصائص المركب المستخدم في البحث SnO2 :

يعتبر من أشباه الموصلات ذات فجوة الطاقة الكبيرة المباشرة حيث تبلغ حوالي (3.6eV), ويعد من الأغشية الشفافة وهي من نوع (N-type) ولذلك يستخدم كنوافذ موصلة في تكنولوجيا الخلايا الضوئية ويستخدم كمرشحات في مدى الأشعة تحت الحمراء ويستخدم في طلاء الزجاج وخاصة نوافذ السيارات والطائرات وله درجة حرارة الانصهار تبلغ (1630 C°) وذات لون ابيض وذو كثافة تبلغ ($6.95\ g/cm^3$) . [6,5] .

الجانب العملي

تم تحضير الأغشية الرقيقة المستخدمة في هذا البحث بطريقة الرش الكيميائي الحراري حيث استخدمت مادة كلوريدات القصدير المائية (Hydrated Cloride Stanic) ورمزها الكيميائي ($5H_2O.SnCl_4$) وهي عبارة عن مسحوق أبيض سريعة الذوبان بالماء وتم إذابتها في (150ml) من الماء المقطر . وبعد ذوبانها كليا" باستخدام الخلاط المغناطيسي تم رش المحلول على قواعد زجاجية رقيقة والتي تتحمل درجات حرارة عالية جدا" وتم أيضا" عملية تلدين الأغشية وهي عملية تعريض الغشاء لدرجة حرارة معينة ولفترة زمنية محددة حيث تساعد هذه العملية على زيادة تبلور الغشاء وتقليل العيوب البلورية فيه. وبعد ذلك تم تشعيع الأغشية بليزر الاركون ولمدة ساعة .

النتائج والمناقشة

تم إحساب قيم الانعكاسية و فجوة الطاقة و معامل الامتصاص ومعامل الخمود ومعامل الانكسار من خلال برنامج خاص بحساب الثوابت بعد حساب قيم الامتصاصية والنفاذية المحسوبة من جهاز (UV).

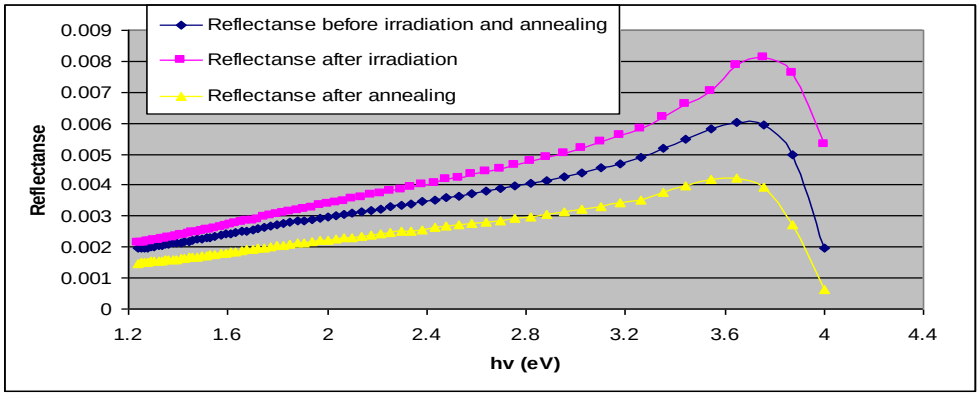
1-- الانعكاسية :

يمكن تعريف الانعكاسية بنسبة مقدار الطاقة التي تنعكس إثناء سقوط الشعاع على سطح الغشاء الرقيق إلى مقدار طاقة الشعاع الساقط[7]. وتم حساب الانعكاسية وذلك من قانون حفظ الطاقة.

$$A+T+R=1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$R=1-A-T \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ومن الشكل (1) نرى إن الانعكاسية بعد التشعيع فقد زادت وسبب ذلك يعود إلى زيادة تبلور المادة وتقليل العيوب البلورية أما التلدين قد أدى إلى نقصان قيمة الانعكاسية وذلك لأن طبيعة سطح الغشاء تأثرت بشكل كبير وهذه النتيجة مقاربة لنتيجة الباحث [8] .



الشكل (1) الانعكاسية قبل وبعد التشعيع و التلدين

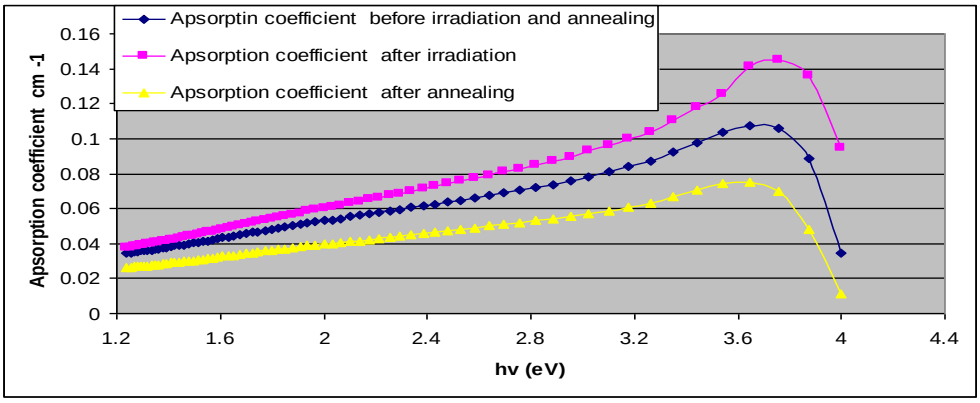
2- معامل الامتصاص :

يعرف معامل الامتصاص والذي يرمز له بالرمز (α) بأنه نسبة النقصان في فيض طاقة الإشعاع بالنسبة لوحدة المسافة باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط وتم حساب معامل الامتصاص من العلاقة [9] .

$$\alpha=2.303 l/\Delta t(A_2-A_1) \quad \text{----------} \quad (3)$$

حيث إن α معامل الامتصاص , t: سمك الغشاء وهو 1500A° , A: الامتصاصية .

ويلاحظ من الشكل (2) كيف إن التشعيع أدى إلى زيادة معامل الامتصاص بسبب تولد مستويات مانحة داخل فجوة الطاقة قريبة من حزمة التوصيل أما التلدين فقد أدى إلى نقصان قيمة معامل الامتصاص وسبب ذلك يعود إلى زيادة تبلور المادة وتقليل العيوب البلورية هذه النتيجة مقاربة لنتيجة الباحث [8].



الشكل (2) معامل الامتصاص قبل وبعد التشعيع و التلدين

3- فجوة الطاقة :

وتعرف بأنها الطاقة اللازمة لنقل إلكترون من قمة حزمة التكافؤ إلى قعر حزمة التوصيل وتعتبر من أهم الثوابت البصرية التي يعتمد عليها في فيزياء أشباه الموصلات لتصنيع العديد من النبائط الالكترونية وتم حساب قيمة فجوة الطاقة باستخدام العلاقة [10]

$$(\alpha h\nu)=A\ (h\nu-Eg)^r \quad \text{----------} \quad (4)$$

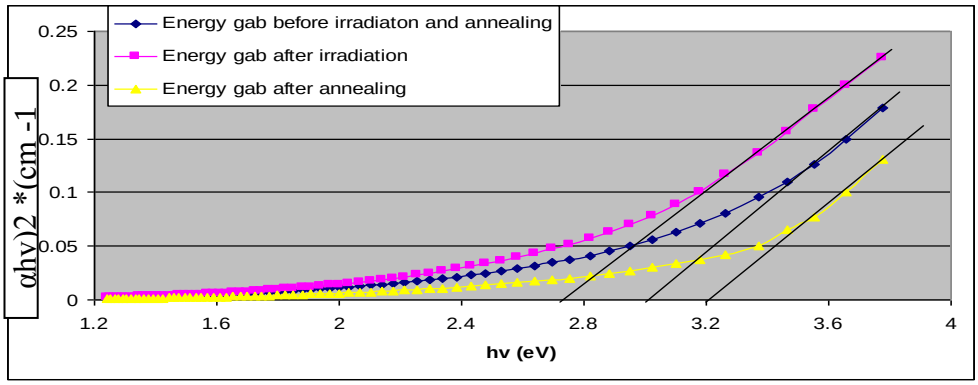
حيث إن : α- معامل الامتصاص,hν طاقة الفوتون , Aثابت , E_gفجوة الطاقة, rمقدار أسي وقيمة r هي ½ .

وبتربيع المعادلة نحصل على هذه المعادلة:

$$(\alpha h\nu)^2=A^2(h\nu- Eg) \quad \text{----------} \quad (5)$$

لغرض حساب فجوة الطاقة تم استخدام العلاقة (5) فقد تم رسم العلاقة البيانية بين $(\alpha h\upsilon)^2$ وطاقة الفوتون (hυ) لتعين فجوة الطاقة ويتبين لنا من الشكل (3) ان التشعيع أدى الى نقصان قيمة

فجوة الطاقة وتفسير هذا النقصان هو إن التشعيع أدى الى توليد مستويات طاقة إضافية ضمن الفجوة المحظورة وبالقرب من حزمة التوصيل أما التلدين أدى زيادة فجوة الطاقة وذلك لأن التلدين أدى الى تقليل المستويات الموضعية الموجودة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل وكذلك يعود إلى زيادة تبلور المادة وتقليل العيوب البلورية بسبب النماء البلوري الحاصل لذرات مادة الغشاء وهذه النتيجة تقارب نتيجة الباحث [11].



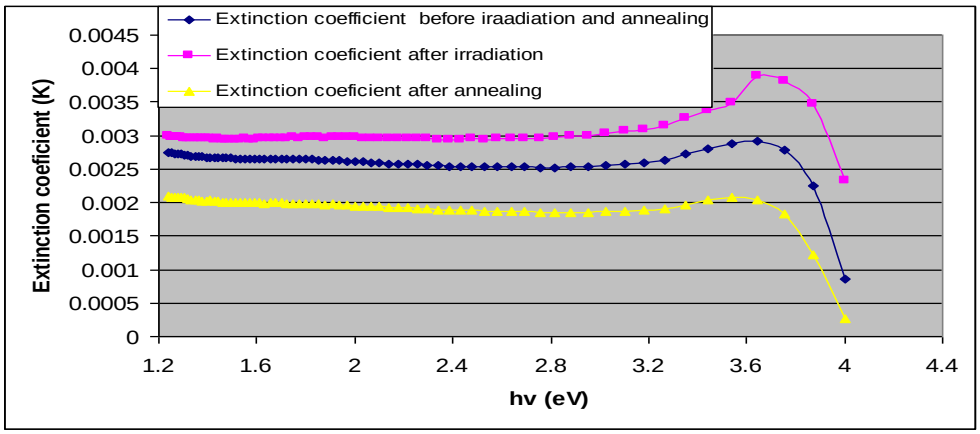
الشكل (3) فجوة الطاقة قبل وبعد التشعيع و التلدين

4- معامل الخمود :

ويمثل كمية الطاقة الممتصة في الغشاء الرقيق فقد تم حساب معامل الخمود للغشاء المحضر من خلال العلاقة [12] :

$$K = \alpha \lambda/4\pi \text{ ----------(6)}$$

الشكل (4) يمثل تغير معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون و نلاحظ اعتماد معامل الخمود على معامل الامتصاص ويسلك نفس سلوك معامل الامتصاص وذلك حسب العلاقة (6) وهذه النتيجة مقاربة لنتيجة الباحث [11].



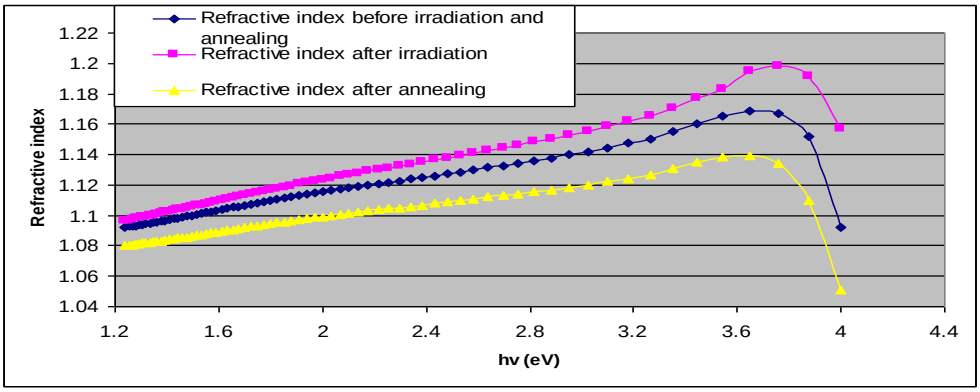
الشكل (4) معامل الخمود قبل وبعد التشعيع و التلدين

معامل الانكسار :

وهو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ الى سرعته في الوسط وتم حساب معامل الانكسار من العلاقة لتالية [13].

$$no = [(1+R/\ 1-R)^2 - (K_\circ^2 + 1)^2]^{1/2} \quad \text{----(7)}$$

ونلاحظ من الشكل (5)إن التشعيع قد أدى الى زيادة معامل الانكسار وقد يعزى ذلك الى اختلاف طبقة سطح الغشاء أما التلدين فقد أدى الى نقصان قيمة معامل الانكسار وسبب ذلك يعود إلى زيادة تبلور المادة وتقليل العيوب البلورية وهذه النتيجة تقارب نتيجة الباحث [14].



الشكل (5) معامل الانكسار قبل وبعد التشعيع و التلدين

الاستنتاجات :

التشعيع ادى الى نقصان فجوة الطاقة من (3eV) الى (2.7eV) .

التشعيع ادى الى زيادة معاملي الامتصاص و الخمود .

التلدين ادى الى زيادة فجوة الطاقة من (3eV) الى (3.2eV) .

التلدين ادى الى نقصان معاملي الامتصاص والخمود .

المصادر

1- رعد سعيد عبد الراوي " دراسة بعض الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية لأغشية الانتيمون والبزموث والتليريوم المرسبة بوضع مائل " رسالة دكتوراه الجامعة التكنولوجية . (2001)

2-S.S.AL-Rawi , " Solid State Physics " (1988) .

3- A .K. Abass, "Solar Energy Materials", Vol.10, (1988).

4- عبد احمد خليفة . "دراسة تاثير التشعيع اشعة ليزر الاركون المستمر على الخواص التركيبية والبصرية لأغشية CdS المحضرة بطريقة الرش الكيميائي " . رسالة ماجستير كلية التربية . جامعة تكريت (2007) .

5-R. Summitt, J.A. Marley, N.F. Borrelli, "The ultraviolet absorption edge of Stannic oxide (SnO_2)", J. Phys. Chem. Solids,Vol. 25 ,No. 12, pp(1465–1469) (1964) .

6-P. Myers "Introductory Solid State Physics", 2nd Ed., Chalmers University of Technology, Sweden, (1997).

7- G. Conttreras ,O. S. Khomchenko. Thin solid films,pp(361-378).2004.

8-سفيان حواس "دراسة تأثير التشعيع باشعة الفا على الخواص البصرية لأغشية اوكسيد القصدير " مجلة تكريت للعلوم الصرفة مجلد 16العدد1 لسنة 2011

9- J. lonkhande, C.D. Yermune, V. S. Pawar "Materials chemistry and physics" Vol (20). N(3) pp (283-292).(1988).

10- N. Mahmood "Study the Effect of doped SnO2 With halogen on the Physical properties prepared by Chemical sprapyrolysis technique" ph. D Thesis, Science College, Al Mustansiriya University, (2006).

11- عامر مهدي صالح, دراسة تأثير النحاس على الخصائص الفيزيائية لغشاء(SnO_2) رسالة ماجستير كلية التربية . جامعة تكريت . (2013)

12- J.S. Blakmore ," Solid state physics "Cambridge press.2nd.ed p(45).(1986).

13- M . H . Suleiman & A. F . Basha. " The Solid Physics " . 1st Ed . Egypt (2000)

14-H. Rezvani "The effect of deposition parameters on the sensing behaviors of the SnO_2: Cu nano-structure thin films including CO_2-gas sensor" Indian Journal of Science, Vol. 3 No. 6 ISSN: 0974- 6846. (2010).

Study The effect of Annealing and Argon Laser Irradiation on the optical properties of SnO_2 Thin film

N . F . Abdul-Jabbar , Z . N . Majeed , M . A . Kamil , A.M.Ali

Department of Physics, College of Education for pure science ,Tikrit University , Tikrit , Iraq

Abstract

In this research we study the effect of Argon Laser Irradiation and annealing on the some optical properties of SnO_2 Thin film . These films were prepared by chemical spray pyrolysis method. The film thickness was 1500 A°. optical properties such as (Reflection, Energy band gab, Absorption coefficient, Refractive index, and extinction coefficient) as a function of photon energy have been studied within the wavelength range (300-900) nm, using (u v-visible) Spectrophotometer, before and after irradiation and annealing. it is found that the optical properties were change .