دراسة تأثير التشعيع بليزر الأركون على الخواص البصرية لأغشية اوكسيد الخارصين الملدنة بدرجة حرارة ° ٤٠٠

زهير ناجي مجيد

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

(تاريخ الاستلام: ١٥ / ٣ / ٢٠١١ ---- **تاريخ القبول:** ١١ / ٥ / ٢٠١١)

الملخص

تم دراسة تأثير التشعيع على بعض الخواص البصرية لأغشية اوكسيد الخارصين الملدنة والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري ولسمك 3500A°. تم دراسة بعض الخواص البصرية للغشاء والتي تتضمن (فجوة الطاقة ومعامل الامتصاص ومعامل الانكسار ومعامل الخمود) كدوال لطاقة الفوتون في المنطقة المرئية والفوق البنفسجية في مدى الأطوال الموجية من (300-900)nm وذلك باستخدام مطياف من نوع (UV-Visible) . درست الخواص قبل وبعد التشعيع وتبين من خلال النتائج ان فجوة الطاقة قلت من (3.22) eV إلى (3.11-3.18)eV على التوالي ولفترتين زمنيتين (30,60)min .

المقدمة:

يعد موضوع الأغشية الرقيقة من أكثر حقول التكنولوجيا تطوراً وتعود عملية تحضير الأغشية الرقيقة للقرن التاسع عشر حيث أجرى أول بحث عام 1852 من قبل Bunsen and Grove الذي استخدم طريقة الترسيب الكهربائي لتحضير الأغشية الرقيقة. كما تمكن فراداي من تحضير الأغشية الرقيقة بواسطة التبخير الحراري وذلك بإمرار تيار كهربائي في سلك معدني وبتسخينه الى درجة الحرارة التي يتبخر عندها [1, 2] . ويستخدم مصطلح الغشاء الرقيق لوصف طبقة أو عدة طبقات من ذرات مادة لا يتجاوز سمكها ما يكرونا واحدا ونظرا لان طبقة الغشاء رقيقة فأنها ترسب على مواد مختلفة تعرف بقواعد الأساس وتعتمد على طبيعة الدراسة ومن هذه المواد الزجاج والسليكون والمعادن [3,4].

الهدف من البحث :

دراسة تأثير التشعيع بالليزر على بعض الثوابت البصرية .

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[5].

مادة ZnO المستخدمة في هذا البحث [6,7] :

تعد مادة أوكسيد الخارصين النقي مادة شبه موصلة من مجموعة الاكاسيد الموصلة الشفافة (TCO) والتي تمتلك توصيلية كهربائية جيدة من النوع السالب . ذات التركيب البلوري السداسي المتراص أي يشبه التركيب البلوري للمجموعة (الثانية – السادسة) (II- VI) لأشباه الموصلات .

ليزر الأركون :

ليزر الاركون هو احد أنواع ليزرات الغاز الأيونية الوسط الفعال في هذه الحالة غاز متاين أو بخار معدن وليزر الاركون ذو طاقة (150mW) وبطول موجي (515nm) وبكثافة قدرة (الشدة) (1326.964 W/cm^2) ويستخدم ليزر الاركون في المجالات الطبية بشكل واسع [8] .

تم في هذا البحث حساب بعض الثوابت البصرية ومنها قيمة فجوة الطاقة باستخدام العلاقات الاتية [9] .---- $h\nu = A\,(h\nu - Eg)^r$ (α---------(1)

حيث ان : α– معامل الامتصاص hν – طاقة الفوتون A– ثابت E_g – فجوة الطاقة البصرية r – مقدار اسي و قيمته هي ½ .

وبتربيع المعادلة نحصل على هذه المعادلة $(h\nu)^2 = A^2 (h\nu - Eg)$ (α ----------(2)

اما معامل الامتصاص فيعطى بالعلاقة الاتية [10].$\alpha = 2.303 I/\Delta t(A_2 - A_1)$ ------- (3)

حيث إن α: معامل الامتصاص ، t: سمك الغشاء ، A: الامتصاصية

و معامل الانكسار يعطى بالعلاقة الاتية [11].(4)----$no = [(1+R/1-R)^2 - (K_o^2 + 1)]^{1/2}$

حيث ان Rيمثل الانعكاسية – K يمثل معامل الخمود

وأخيراً معامل الخمود للغشاء المحضر يعطى بالعلاقة الاتية [12] :$K = \alpha\lambda/4\pi$ --(5)

حيث ان α تمثل معامل الامتصاص – λ تمثل الطول الموجي

الجانب العملي :

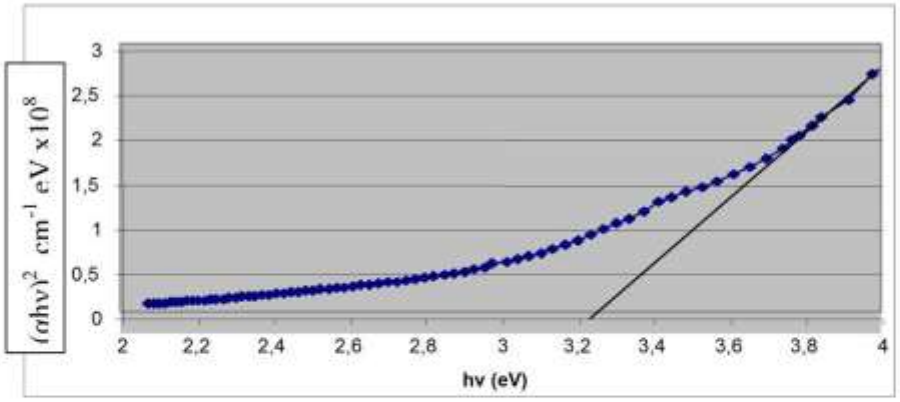
تم تحضير الغشاء الرقيق المستخدم في هذا البحث بطريقة الرش الكيميائي الحراري وبسمك 3500A° من خلال خلط محلول نترات الخارصين المائية ($Zn(No_3)_2 .6H_2o$) وهي مادة صلبة ذات لون ابيض . وتم إذابتها في (150ml) من الماء المقطر . وبعد ذوبانها كليا" باستخدام الخلاط المغناطيسي حصلنا على محلول نترات الخارصين وهو محلول رائق عديم اللون ومن ثم يرش المحلول على قواعد زجاجية رقيقة نوع (Loops covers glass) والمصنعة من قبل شركة (Borosilicate glasses) والتي تتحمل درجات حرارة عالية جدا" وفي هذا البحث قد سخنت الى درجة 623K ونتيجة التفاعل الكيميائي بين ذرات (ZnO) والقاعدة الزجاجية الساخنة تكون الغشاء الرقيق للمادة .وتمت أيضا" عملية تلدين الأغشية بدرجة (400C°) 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 الاغشية بليزر الاركون بتعريض الغشاء للتشعيع بشكل مباشر من على بعد متر ونصف .

النتائج والمناقشة:

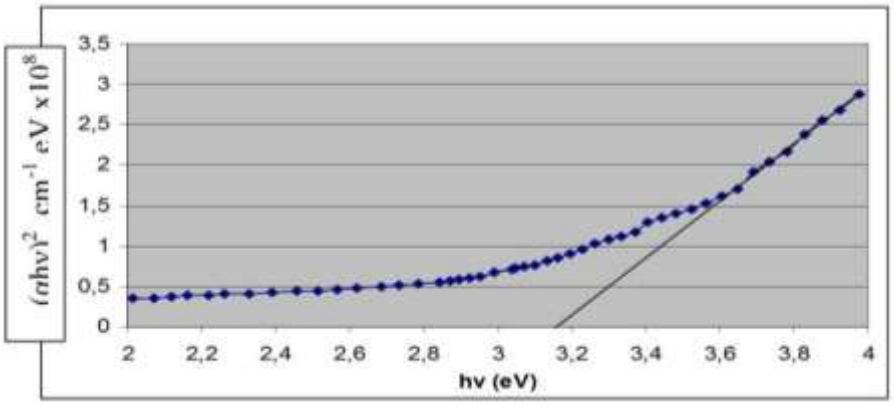
تم دراسة النتائج على ضوء القيم التجريبية التي تم الحصول عليها بواسطة جهاز (UV) لقيم الامتصاصية والنفاذية ومن ثم تم إيجاد قيم فجوة الطاقة و معامل الامتصاص ومعامل الخمود ومعامل الانكسار كلها كدالة لطاقة الفوتون.

١ – فجوة الطاقة البصرية Optical Energy Gap

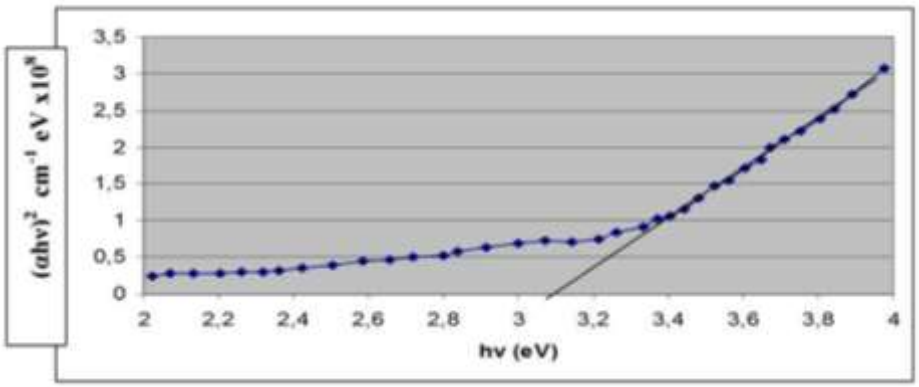
تم حساب فجوة الطاقة باستخدام المعادلة (٢) وبعد ذلك نرسم العلاقة بين$(\alpha h\nu)^2$ و طاقة الفوتون (hν) . ويتضح من الشكل (١) قيمتها وهي (3.2eV) قبل التشعيع أما الأشكال (٣و٢) فتبين قيمتها بعد التشعيع الأول وبفترة (30min) والتشعيع الثاني وبفترة (60min) وهي (3.1 –3.1٧)وهي نتيجة مقاربة لنتيجة الباحث[13] . ويتبين لنا إن التشعيع له تاثير على قيمة فجوة الطاقة والذي أدى الى نقصان قيمتها وتفسير هذا النقصان هو ان أشعة الليزر أدت الى توليد مستويات طاقة إضافية ضمن المنطقة المحظورة وبالقرب من حزمة التوصيل .و تؤدي الى تقليل طاقة الفوتون المطلوبة لحصول الانتقالات الالكترونية المباشرة مما يجعل انتقال الالكترونات من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل أسهل .



شكل (١) فجوة الطاقة قبل التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (° ٤٠٠)



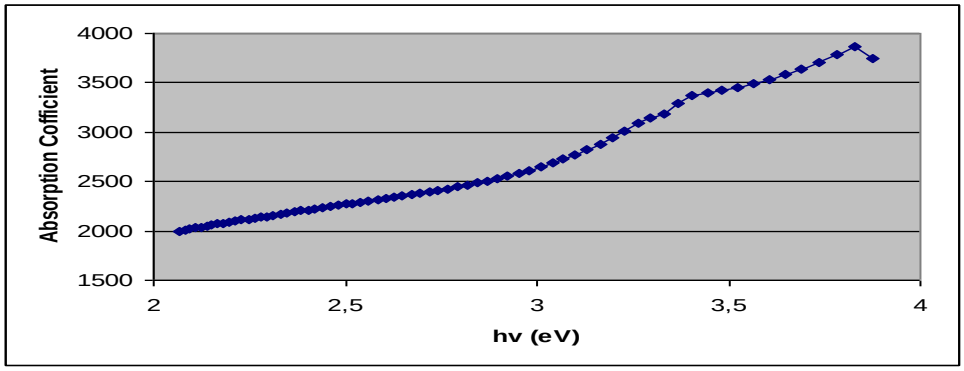
شكل (٢) فجوة الطاقة بعد التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (° ٤٠٠) (30min)



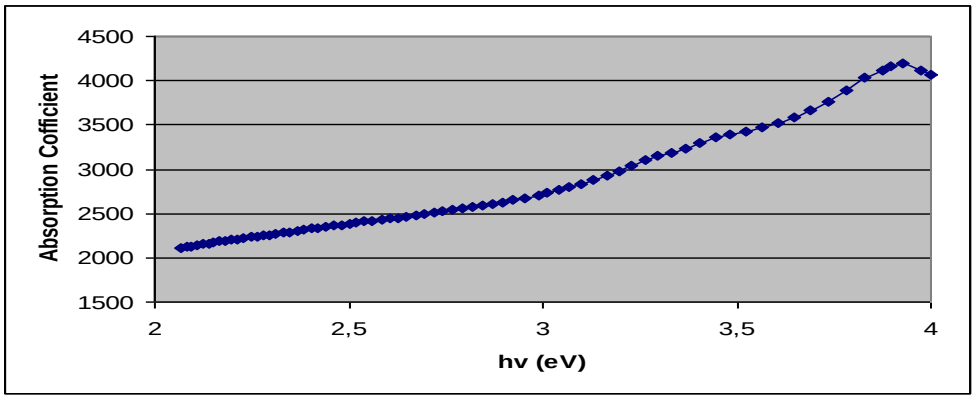
شكل (٣) فجوة الطاقة بعد التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (° ٤٠٠) (60min)

٢- معامل الامتصاص Absorption Coefficient

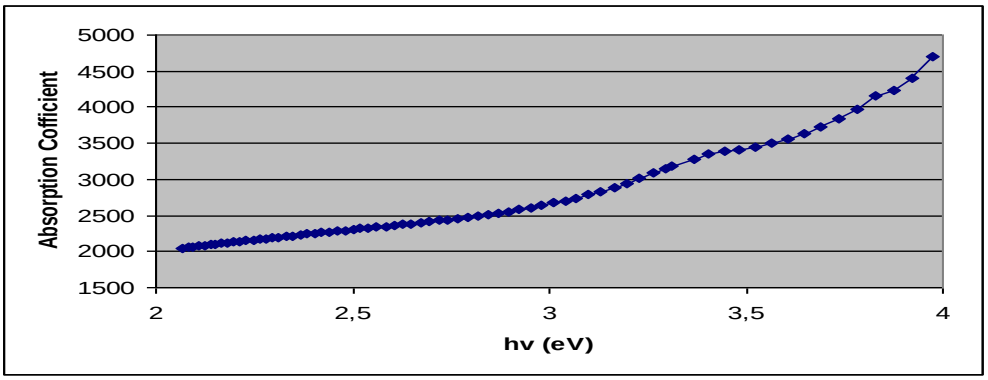
تم حساب معامل الامتصاص بأستخدام المعادلة (٣) والشكل (٤) يمثل تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون قبل التشعيع ويلاحظ من الشكل كيف ان معامل الامتصاص يزداد بزيادة طاقة الفوتون أما الأشكال (٦-٥) فتبين تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون بعد التشعيع لغشاء ZnO وبجرعتين ولفترة (min 60-30) ونلاحظ ان التشعيع أدى الى زيادة معامل الامتصاص بسبب تولد مستويات مانحة داخل فجوة الطاقة قريبة من حزمة التوصيل.



شكل (٤) معامل الامتصاص قبل التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (° ٤٠٠)



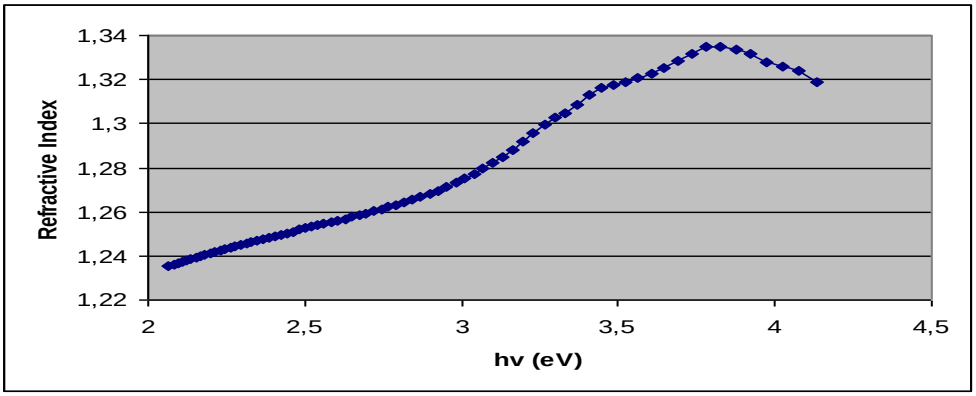
شكل (٥) معامل الامتصاص بعد التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (° ٤٠٠) (30min)



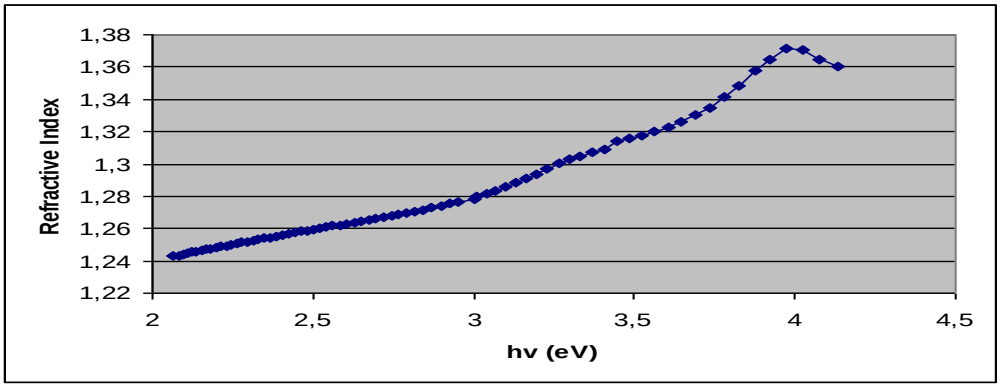
شكل (٦) معامل الامتصاص بعد التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (°٤٠٠) (60min)

٣-معامل الانكسار Refractive index

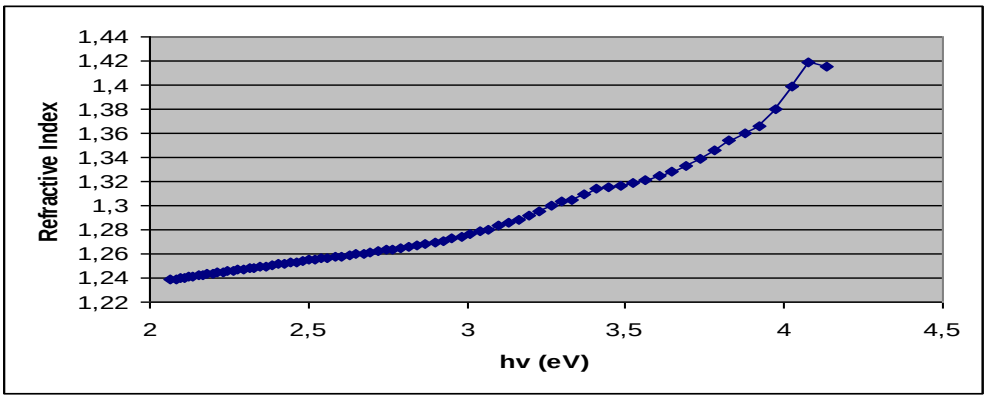
تم حساب معامل الانكسار بأستخدام المعادلة (٤) وتمثل الأشكال (٩،٨،٧) تغير معامل الانكسار كدالة لطاقة الفوتون لغشاء ZnO قبل التشعيع وبعده على التوالي ونلاحظ من الشكل زيادة معامل الانكسار تدريجيا بزيادة طاقة الفوتون ثم يتناقص بعد ذلك بزيادة طاقة الفوتونات ونلاحظ من الأشكال ان التشعيع قد غير من طبقة المنحني وبشكل طفيف وقد يعزى ذلك الى اختلاف طبقة سطح الغشاء وتأثير أشعة الليزر وخاصة بعد فترة (60min) .



شكل (٧) معامل الانكسار قبل التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (°٤٠٠)



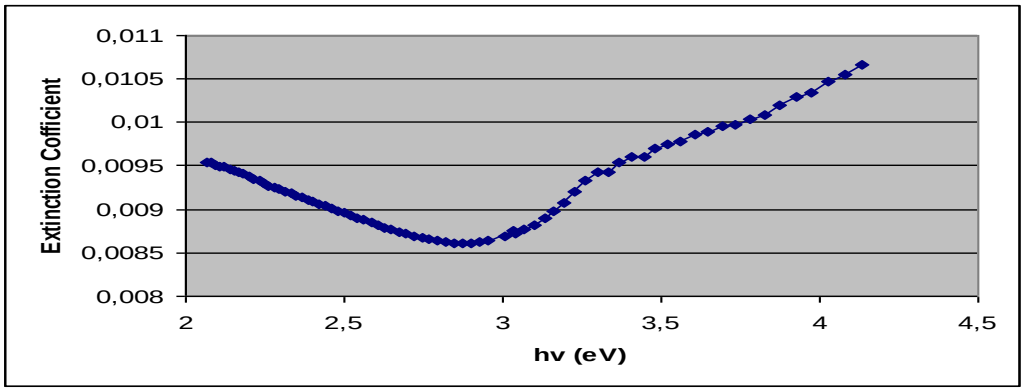
شكل (٨) معامل الانكسار بعد التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (°٤٠٠) (30min)



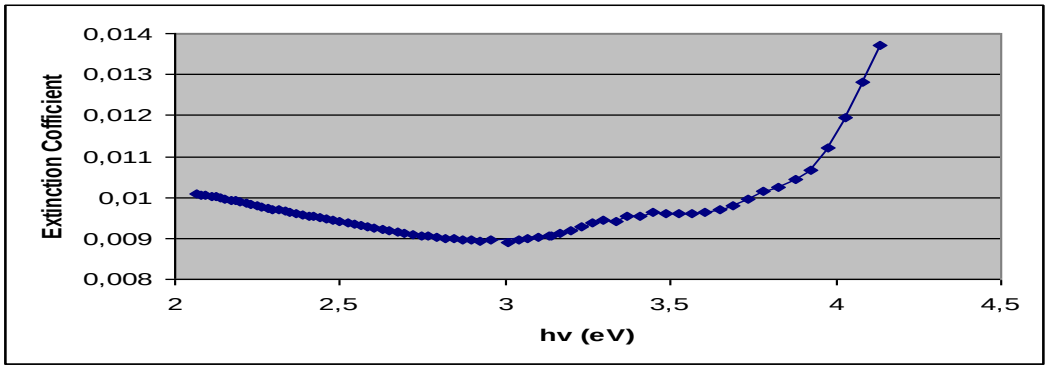
شكل (٩) معامل الانكسار بعد التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (٤٠٠ °) (60min)

٤- معامل الخمود Extinction Coefficient

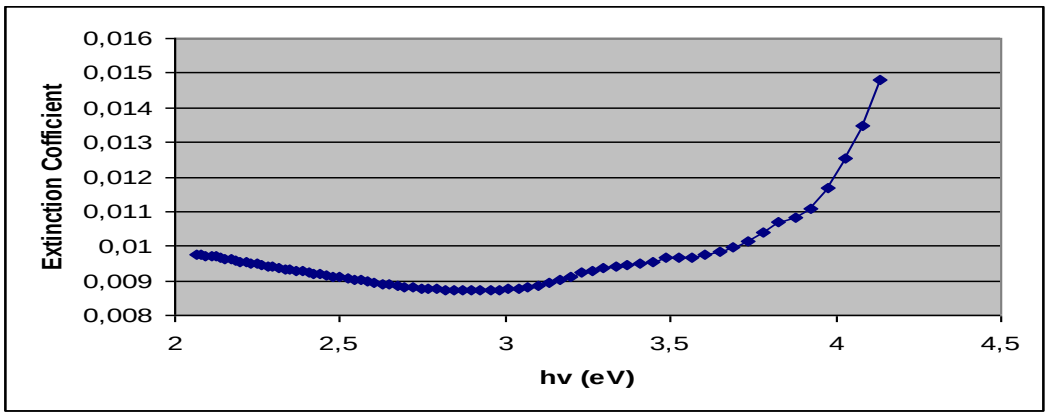
تم حساب معامل الخمود باستخدام المعادلة (٥) الشكل (١٠) يمثل تغير معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون ونلاحظ ان قيمته تقل بزيادة طاقة الفوتون . ثم يعقبه زيادة سريعة عند الطاقات الفوتونية العالية . أما الأشكال (١١,١٢) يمثلان تغير معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون بعدالتشعيع وللفترتين (30,60min) على التوالي ونلاحظ ان التشعيع قد غير من طبيعة سطح الغشاء الرقيق وقد أدى إلى خلق مستويات مانحة قرب حزمة التوصيل أدت إلى زيادة معامل الامتصاص وبالتالي زيادة معامل الخمود.



شكل (١٠) معامل الخمود قبل التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (٤٠٠ °)



شكل (١١) معامل الخمود بعد التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (٤٠٠ °) (30min)



شكل (١٢) معامل الخمود بعد التشعيع للغشاء الملدن بدرجة (° ٤٠٠) (60min)

الاستنتاجات :

١–ان للغشاء (ZnO)فجوة طاقة مسموحة قيمتها(٣,٢) وان التشعيع قد أدى الى تقليل قيمتها .

٢– ان التشعيع أدى الى تغير لون الغشاء المستخدم وطبيعة سطح الغشاء الرقيق .

٣–إن التشعيع أدى الى زيادة في كل من معامل الامتصاص ومعامل الانكسار ومعامل الخمود .

المصادر

١-Holland. L, "Thin film micro electronics", Chapman - London,1965.

2- Chopra. K. L, " Thin film phenomena", Mc. Graw-Hill book company, New York, (1969).

3- Johnson . W. E. and Schile. H. A., " J. Appl. Phys, Lett, Vol.40, No.9, p 798, (1982).

4 – رعد سعيد عبد الراوي " دراسة بعض الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية لأغشية الانتيمون والبزموث والتليريوم المرسبة بوضع مائل " رسالة دكتوراه الجامعة التكنولوجية. (٢٠٠١)

5 -S.S.AL-Rawi , " Solid State Physics " publishing house for printing , Mousil Univercity .(1988) .

6- – P.J. Darrant , "General and Inorganic Chemistry " , 3rd Ed , Bulter and Tanner Ltd London , 684 (1964) .

7 – Brain Ray , " II – VI Compounds " 1st . Ed , University of Standrews , (1969)

8 – 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 (٢٠٠٧) .

9- Abdul Majeed Eayada Ibrahim, "Optical properties of ZnO Thin Films As Function of Thickness and Annealing ". Vol . 10 . No3. (1999)

10- R. S. Longhrst. "Geometrical and Physical Optics" Longman Group . L T D . London -2nd Ed. (1976)

11– ريما عبد العزيز عبدالله . " دراسة الخواص البصرية لغشاء ZnO المشوب بالفضة " . رسالة ماجستير . كلية العلوم الجامعة المستنصرية (٢٠٠٢) .

١٢– "الخلايا الشمسية"، ترجمة الدكتور يوسف مولود حسن، دار الكتب للطباعة والنشر – جامعة الموصل (١٩٨٩).

13- L. Alyun, Z. Jiangin, and W .Qinghal, Structural and optical properties of ZnO thin films prepared by different Sal-Gel processes, Chem. Eng. Comm., 198,494—503,(2011).

The effect of Argon Laser Irradiation on the some optical properties of ZnO Thin film

Zuheer Naji Majeed

Department of Physics , College of Education , Tikrit University , Tikrit , Iraq

(**Received:** 15 / 3 / 2011 ---- **Accepted:** 11 / 5 / 2011)

Abstract

The effect of Argon Laser Irradiation on the some optical properties of ZnO Thin film after Annealing have been studied. These films were prepared by chemical spray pyrolysis method. With thickness 3500 A°. Optical properties such as (Energy gap, Absorption coefficient, Refractive index, and extinction coefficient) as a function of photon energy have been studied within the wavelength range (300-900) nm, using (uv-visible) Spectrophotometer, before and after irradiation. It is found that the optical properties were decreased by irradiation , from (3.22eV) to (3.18, 3.11) eV , respectively for (30,60) min .