

تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية للغشاء الرقيق ZnO بأسمك

300Å,1500Å.

أسماء أحمد عزيز

تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية للغشاء الرقيق ZnO بأسمك

300Å,1500Å.

أسماء أحمد عزيز

قسم الفيزياء-كلية التربية- جامعة تكريت- تكريت

الملخص:

في هذا البحث ، تم دراسة تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية الممنوعة للغشاء الرقيق أو أكسيد الخارصين (ZnO) . حُضر الغشاء الرقيق ZnO بسمكين (300,1500)Å بطريقة الرش الكيميائي الحراري، وتم التشعيع بأشعة كاما باستخدام السيزيوم (Cs^{137}) بطاقة (0.662)MeV وفعالية (370)kBq. تم حساب فجوة الطاقة البصرية باستخدام المطياف قبل التشعيع وبعد (30,60,90,1410) min من التشعيع. وقد وجدت قيمة فجوة الطاقة البصرية قبل التشعيع للسمكين (300,1500)Å وكانت (3.25,3.23)eV، بينما بعد التشعيع كانت قيمها (3.22,3.21)eV, (3.20,3.19)eV, (3.17,3.15)eV, (3.14,3.12)eV على التوالي.

أظهرت نتائج البحث أن الزيادة في السمك في حالة عدم تشعيع الغشاء ZnO تؤدي إلى نقصان في قيمة فجوة الطاقة البصرية، كذلك زيادة فترات تشعيع الغشاء للسمكين تعمل على نقصان في قيمة فجوة الطاقة البصرية ، وذلك بسبب خلق مستويات طاقة إضافية محددة بين حزم التوصيل والتكافؤ.

الكلمات المفتاحية: أشعة كاما، فجوة الطاقة البصرية، الغشاء الرقيق ZnO

الجانب النظري:

أن لأشعة كاما (Gamma-rays) (موجات كهرومغناطيسية ذات أطوال موجية قصيرة وطاقات عالية ، تنبعث خلال العمليات النووية على شكل كمات أو فوتونات) قدرة كبيرة على اختراق المواد، فعند سقوط حزمة من هذه الأشعة على غشاء رقيق، فإن كل فوتون مزاح من الحزمة يزاح بشكل منفرد وبهذا تتضاعف شدة الأشعة الساقطة حسب قانون لامبرت [1] :

$$I=I_0e^{-\alpha t} \dots\dots\dots (1)$$

حيث ان :

شدة الأشعة النافذة : I : شدة الأشعة الساقطة ، I_0 : معامل الامتصاص ، α : سمك الغشاء :

وبذلك تكون لأشعة كاما تأثير على الخصائص البصرية ومن أهم هذه الخصائص فجوة الطاقة الممنوعة Forbidden Energy Gap ، حيث تعمل هذه الجرع على نقصان قيمة فجوة الطاقة بزيادة هذه الجرع [2].

تعد دراسة المواد المرسبة بشكل أغشية رقيقة إحدى الوسائل المناسبة لمعرفة العديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتي يصعب الحصول عليها بشكلها الطبيعي.

يستخدم مصطلح الأغشية الرقيقة Thin films لوصف طبقة أو عدة طبقات من المادة لا يتجاوز سمكها مايكرون واحد [3]، ولكون الغشاء رقيق ويسهل كسره فإنه يرسب على مواد مختلفة مثل الزجاج، الكوارتز، السليكون والألومنيوم [4].

تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية للغشاء الرقيق ZnO بأسمك

300Å, 1500Å.

أسماء أحمد عزيز

ومن خلال البحوث المستمرة عن الخواص لأشباه الموصلات لوحظ أنها تعتمد على فجوة الطاقة البصرية الممنوعة، وعلى حافتي حزمة التكافؤ والتوصيل باعتبارها من الثوابت البصرية المهمة في فيزياء أشباه الموصلات [5].

تعرف فجوة الطاقة البصرية : بأنها الطاقة اللازمة لإثارة (نقل) الإلكترونات من قمة حزمة التكافؤ إلى قعر حزمة التوصيل وقد سميت بالمحظورة أو الممنوعة، وذلك لان المدة الزمنية التي يمتلك فيها الإلكترون الطاقة خلال هذه المنطقة تكون قصيرة جداً [6]، وقد تم حساب فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح باستخدام العلاقة [7]:

$$(\alpha h \gamma) = A_0 (h \gamma - E_g)^r \dots\dots\dots (2)$$

حيثُ أن: α : معامل الامتصاص، $h\gamma$: طاقة الفوتون الممتص، E_g : فجوة الطاقة، $r = \frac{1}{2}$ (معامل أسي يعتمد على نوع الانتقال)، A_0 : متغير يعتمد على $h\gamma$ (طاقة الفوتون الساقط) وفجوة الطاقة [8].

يمثل أكسيد الخارصين ZnO مادة شبه موصلة من مجموعة الأكاسيد الموصلة الشفافة (Transperent Conducting Oxides) التي تمتاز بنفاذية عالية، توصيلية كهربائية جيدة من النوع (n-type) وتركيبه البلوري من النوع السداسي المتراس (Wurtzite) [9].

كذلك أن الغشاء الرقيق المحضر من مركب أكسيد الخارصين يمتاز بامتلاكه فجوة طاقة عالية تبلغ 3.2 eV (تألفت دخوله في استعمالات عديدة منها: الخلايا الشمسية، محولات الطاقة الاجهادية، المرايا الحرارية، المقاومات المتغيرة، خطوط المايكروف وأجهزة تحسس الغازات) [10].

كما لملك الغشاء تأثير في تحديد الخواص الفيزيائية للغشاء الرقيق المرسب على الأساس، حيثُ قيم فجوة الطاقة تقل بزيادة السمك، وقد يعود سبب نقصان قيم فجوة الطاقة البصرية إلى زيادة المستويات الموضعية بين حزمتي التكافؤ والتوصيل داخل فجوة الطاقة البصرية، ويحتل أن يعزى سبب قلة فجوة الطاقة البصرية أيضاً إلى زيادة العيوب البلورية أثناء ترسيب الأغشية على القواعد الزجاجية [11].

أن للتشعيع تأثير على خواص الأغشية الرقيقة فعند وضع بلورة مثالية في مسار معين ستظهر العيوب البلورية غير المثالية، حيثُ أن الترتيب الفراغي للعيوب يبقى حتى بعد عملية التشعيع وهذا ما يدعى بضرر الإشعاع، وخلال هذه العملية فإن الكثير من الخواص الفيزيائية تتغير وهذا ما يدعى بتأثير الإشعاع (Radiation Effect) [12].

أذاً التشعيع وسيلة جيدة وناجحة في أحداث عدد كبير من العيوب في البلورة وبأسلوب مسيطر عليه بشكل معقول [12]، كذلك أن قيمة فجوة الطاقة تقل وذلك نتيجة توليد مستويات طاقة إضافية ضمن المنطقة المحصورة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل [13]، وأن الجرعة الإشعاعية الكلية الممتصة التي يتلقاها الغشاء تمثل معدل الجرعة مضروباً بزمن التعرض، وهكذا أن زيادة زمن التعرض تعني زيادة كمية الجرعة الممتصة [14]. فقد تؤدي زيادة التعرض لهذه الجرعة إلى كسر الأواصر الكيميائية، زيادة المسافات البينية ونقصان في الكثافة مما يؤدي إلى عيوب بالتركيب البلوري [15].

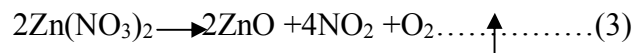
تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية للغشاء الرقيق ZnO بأسمك

300Å,1500Å.

أسماء أحمد عزيز

الجانب العملي والحسابات:

تم أعداد أغشية أكسيد الخارصين بسمكين (300Å,1500Å) من محلول نترات الخارصين المائية $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ وهي مادة صلبة ذات لون أبيض، وتم أذابتها في (150 ml) من الماء المقطر، بعد ذوبانها كلياً باستخدام الخلاط المغناطيسي حصلنا على محلول نترات الخارصين (وهو محلول رائق عديم اللون)، تم حفظه في قنينة حجمية لمدة (24) ساعة للتأكد من عدم وجود رواسب متخلفة فيه عند رش المحلول على القواعد الزجاجية وبفعل الحرارة تم ترسيب مادة أكسيد الخارصين ZnO على سطح القاعدة كما في التفاعل [16]:



تم تحضير الغشاء بطريقة الرش الكيميائي الحراري المرسل على أرضيات زجاجية (Substrate) بواسطة جهاز رش. حيث تم تحضير الأرضيات الزجاجية و وضعت على السخان الكهربائي لمدة (30) min للوصول إلى الحرارة المطلوبة $450^\circ C$ ، واتضح لنا انه عند هذه الدرجة تم الحصول على أفضل تجانس لعملية الرش.

تمت عملية الرش لفترات زمنية (15 sec) يعقبها توقف لمدة (3 min) ثم نعاود عملية الرش وهكذا حيث يتم تحديد سمك الغشاء من خلال عدد الرشاش وحسب العلاقة [9]:

$$t = \frac{\Delta m}{\rho A} \dots \dots \dots (4)$$

حيثُ تمثل:

t : سمك الغشاء ، Δm : الفرق بين الوزنين قبل وبعد الترسيب، ρ : كثافة المادة المرسبة g/cm^3 ، A : مساحة الغشاء cm^2 .

وبعد تبريد الغشاء (300Å,1500Å) وذلك لإتمام عملية الإنماء البلوري ، تم فحصه بمجهر ضوئي نوع (Olympus-Japan) ذو قوة تكبير ($\times 100$) وتبينُ خلوّه من التشققات والجزر والثقوب الابرية.

وباستخدام مصدر مشع لأشعة كاما (^{137}Cs)، طاقته (662)keV ذو فعالية (370) kBq (حيثُ تمثل فعالية المصدر المشع: عدد الانحلالا ت التي تحدث في الثانية الواحدة، وتقاس بوحدة البيكرل Bq او التحلل بالثانية dis/Sec).

وتم دراسة القياسات البصرية لمدى الأطوال الموجبة (200-1100)nm من خلال منحنى الامتصاصية (Absorption) والنفاذية (Transmission) للغشاء المُحضّر ZnO قبل وبعد التشعيع بأشعة كاما وللمسكين (300Å,1500Å) ، وذلك من خلال جهاز المطياف (Spectrometer) نوع (Cintras) الذي يعمل على الأطوال الموجية المرئية وفوق البنفسجية (UV-Visible) ، و تم تعرض الغشائين للمصدر المشع (^{137}Cs) وللفترات زمنية (30,60,90,1410)min على التوالي.

النتائج والمناقشة:

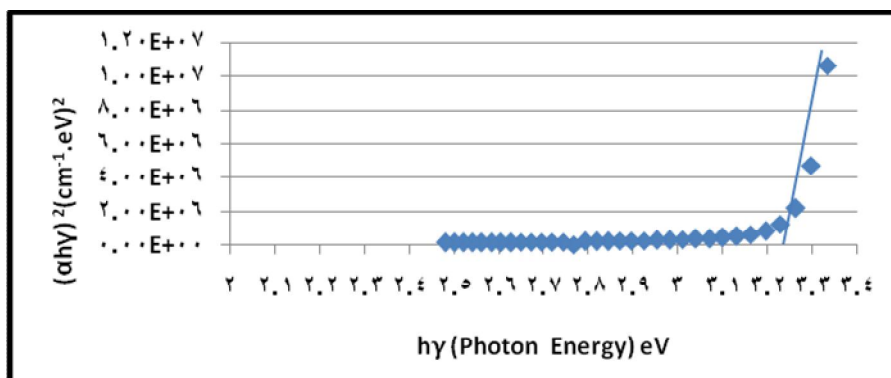
تم حساب قيمة فجوة الطاقة للانتقال المباشر (معادلة 2) وذلك برسم العلاقة بين $(\alpha h\nu)^2$ و $(h\nu)$ لأغشية أكسيد الخارصين وللمسكين (300Å,1500Å) قبل تعريض هذه الأغشية لأشعة كاما وبعد تعريضها، إذ نلاحظ أن المنحنى يحتوي على جزء مستقيم يقطع عند مدةً أحداتي $(h\nu)$ ويمثل هذا القطع طاقة الفجوة عندما $(\alpha h\nu)^2 = 0$

والشكلين (1-b)، (1-a) يمثلان فجوة الطاقة للغشاء ZnO ذات السمك (300,1500) Å قبل تعريض الغشاء لأشعة كاما ، حيث كانت قيمة فجوة الطاقة للغشاء (3.25,3.23) eV على التوالي ، وهذه القيمة مطابقة لبعض القيم المذكورة في الأبحاث المنشورة [16,17].

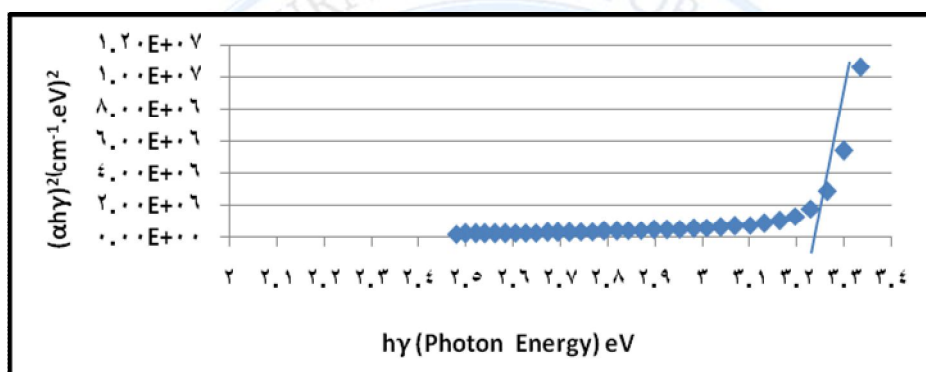
تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية للغشاء الرقيق ZnO بأسمك

300Å, 1500Å.

أسماء أحمد عزيز

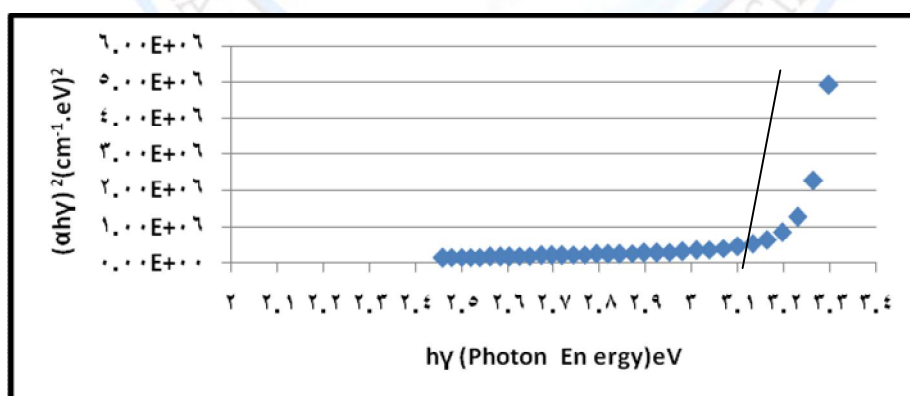


شكل (1-a): فجوة الطاقة للغشاء ZnO (t=300Å) قبل التشعيع ، $E_g = (3.25) \text{ eV}$.



شكل (1-b): فجوة الطاقة للغشاء ZnO (t=1500Å) قبل التشعيع ، $E_g = 3.23 \text{ eV}$.

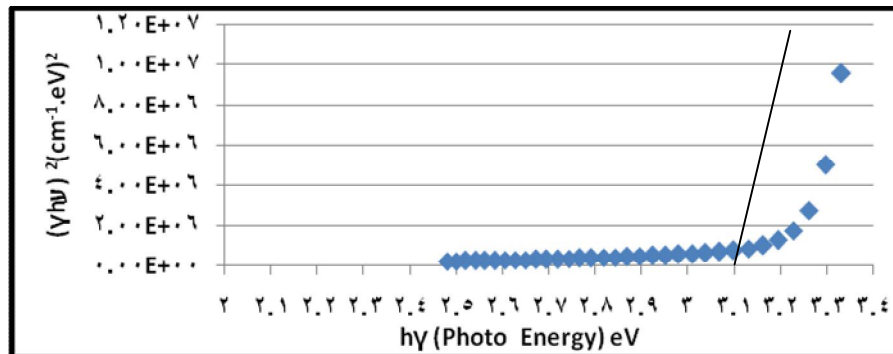
أما عند تعريض الغشاءين (300, 1500) Å إلى التشعيع بأشعة كاما ، الشكلين (2-a)، (2-b) فإن قيمة فجوة الطاقة تقل للسبكين إلى (3.22, 3.21) eV على التوالي.



شكل (2-a): فجوة الطاقة للغشاء ZnO (t=300Å) بعد (30min) من التشعيع ، $E_g = (3.22) \text{ eV}$.

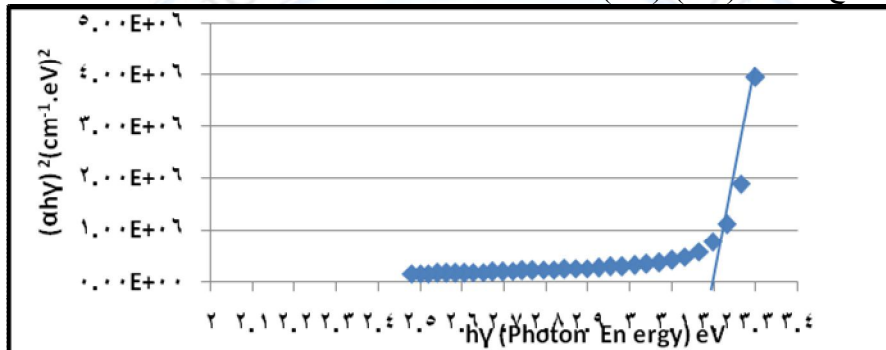
تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية للغشاء الرقيق ZnO بأسماء
300Å, 1500Å.

أسماء أحمد عزيز

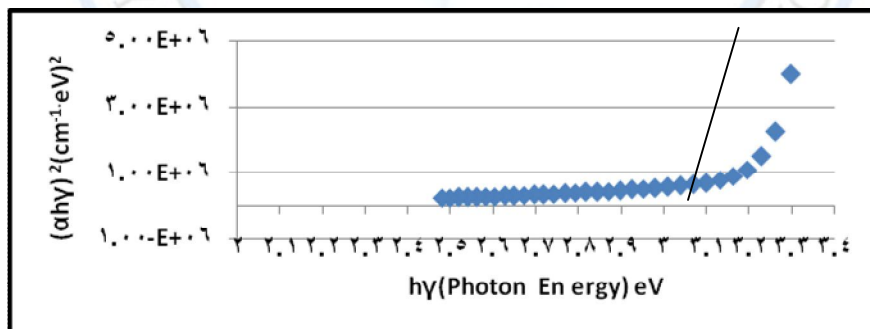


شكل (2-b): فجوة الطاقة للغشاء ZnO (t=1500Å) بعد (30min) من التشعيع، $E_g = (3.21) \text{ eV}$.

وهكذا عند تعريضهما الى (60 min) من التشعيع بأشعة كاما فإن قيمة فجوة الطاقة نقل للسمكين الى (3.20, 3.19)eV على التوالي كما واضح بالشكلين (3-a)، (3-b).



شكل (3-a): فجوة الطاقة للغشاء ZnO (t=300Å) بعد (60min) من التشعيع، $E_g = (3.20) \text{ eV}$.

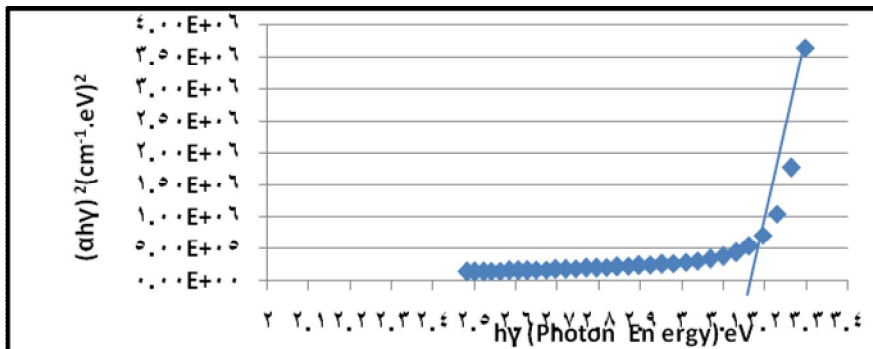


شكل (3-b): فجوة الطاقة للغشاء ZnO (t=1500Å) بعد (60min) من التشعيع، $E_g = (3.19) \text{ eV}$.

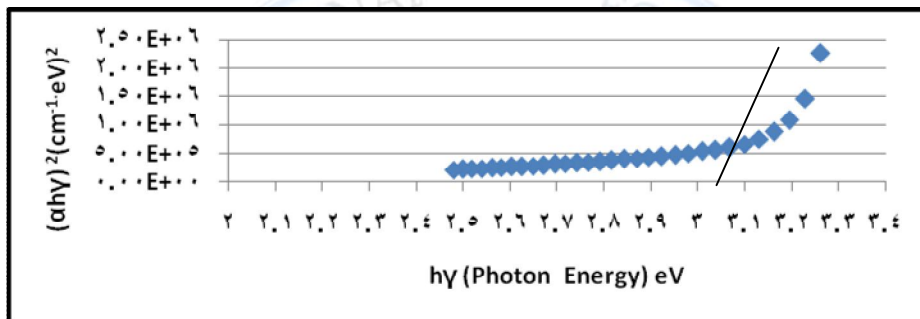
وبزيادة زمن التشعيع لأشعة كاما الى (90 min) للغشاءين قيد البحث فإن قيم فجوة الطاقة تقل الى (3.17, 3.15)eV وكما مبين بالشكلين (4-a)، (4-b).

تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية للغشاء الرقيق ZnO بأسمك
300Å,1500Å.

أسماء أحمد عزيز

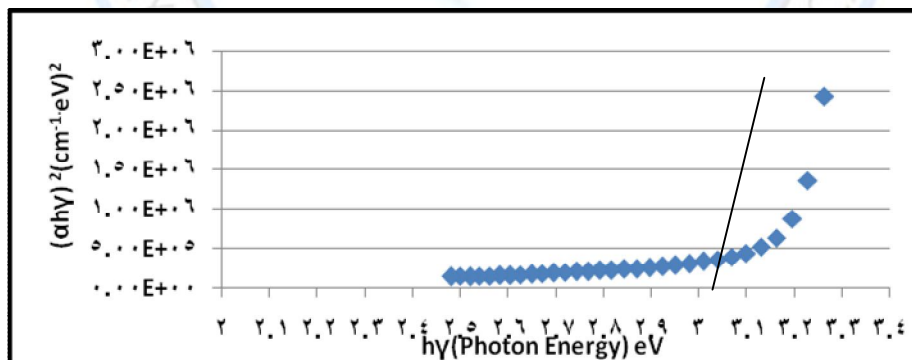


شكل (4-a): فجوة الطاقة للغشاء ZnO (t=300Å) بعد (90 min) من التشعيع ، $E_g = (3.17) \text{ eV}$.



شكل (4-b): فجوة الطاقة للغشاء ZnO (t=1500Å) بعد (90 min) من التشعيع ، $E_g = (3.15) \text{ eV}$.

ثم بزيادة زمن تعرض الغشائين (300,1500) Å الى (1410 min) فإن قيم فجوة الطاقة تقل إلى (3.14,3.12)eV على التوالي كما في الشكلين (5-a)،(5-b).

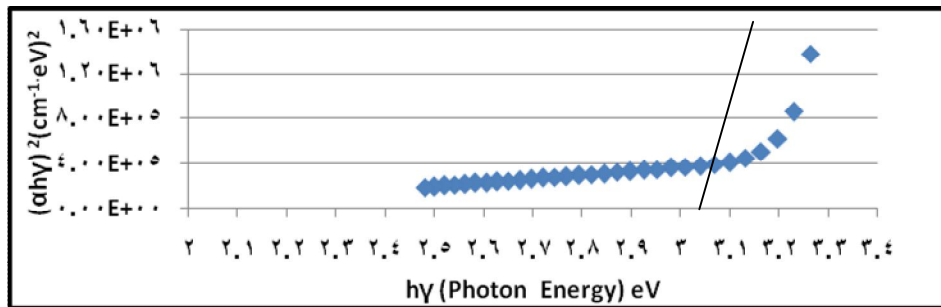


شكل (5-a): فجوة الطاقة للغشاء ZnO (t=300Å) بعد (1410 min) من التشعيع ، $E_g = (3.14) \text{ eV}$.

تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية للغشاء الرقيق ZnO بأسمك

300Å, 1500Å.

أسماء أحمد عزيز



شكل (5-b): فجوة الطاقة للغشاء ZnO (t=1500Å) بعد (1410 min) من التشعيع، $E_g = (3.12) \text{ eV}$.

والجدول (1) يمثل زمن التعريض لأشعة كاما مع فجوة الطاقة للغشاء ZnO الرقيق وبالسماك (t=1500Å) و (t=300Å).

جدول (1): زمن التعرض لأشعة كاما مع فجوة الطاقة للغشاء ZnO الرقيق وبسماك (t=1500Å) و (t=300Å).

Irradiation duration (min)	ZnO (t=300Å) $E_g(\text{eV})$	ZnO (t=1500 Å) $E_g(\text{eV})$
0	3.25	3.23
30	3.22	3.21
60	3.20	3.19
90	3.17	3.15
1410	3.14	3.12

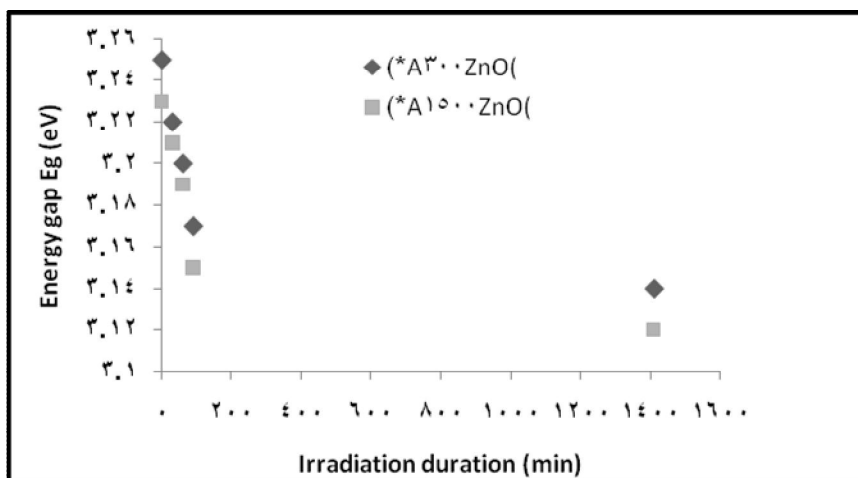
والشكل (6) يمثل قيم فجوة الطاقة البصرية كدالة لزمن التشعيع بأشعة كاما للغشاء ذو السماك (300, 1500)Å. حيث نلاحظ أن قيمة فجوة الطاقة تقل مع زيادة السماك وهذا بسبب تكوين مستويات مسموحة بالقرب من مستويات أو حزم التوصيل، أو يمكن لهذه الحزم أن تدمج مع حزمة التوصيل وبذلك تعمل على قلة قيمة فجوة الطاقة عند زيادة السماك، ويحتمل أن يعزى السبب إلى زيادة العيوب البلورية أثناء ترسيب الأغشية على القواعد الزجاجية [18].

كما نلاحظ أن قيمة فجوة الطاقة تقل بزيادة زمن تعرض الغشاء لأشعة كاما، وذلك بسبب توليد مستويات طاقة إضافية ضمن المنطقة المحصورة بين حزمي التكافؤ والتوصيل، أو يمكن توليد ذبول في فجوة الطاقة نتيجة تعرض الغشاء الرقيق لأشعة كاما، وهذا نتيجة تأثير الإشعاع في الشبكة البلورية، أو تكوين الفراغات (vacancy) نتيجة لإزاحة الذرات من موضعها وهذا ما يؤدي إلى توليد العيوب في البلورة [19,20].

تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية للغشاء الرقيق ZnO بأسمك

300Å, 1500Å.

أسماء أحمد عزيز



شكل(6): فجوة الطاقة البصرية Eg(eV) كدالة لزمن التشعيع (min) وللمسكين

(300,1500)Å

الاستنتاجات:

- زيادة السمك للغشاء ZnO الرقيق، قد أدى الى قلة قيمة فجوة الطاقة البصرية، وذلك بسبب زيادة المستويات الموضعية بين حزمتي التكافؤ والتوصيل، أو زيادة العيوب البلورية أثناء ترسيب الأغشية.
- زيادة زمن تعرض الغشاء ZnO الرقيق لأشعة كاما قد أدى الى قلة قيمة فجوة الطاقة البصرية. وذلك نتيجة توليد مستويات طاقة إضافية ضمن المنطقة المحصورة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل، أو توليد ذبول في الفجوة الممنوعة نتيجة تعرض الغشاء الرقيق لأشعة كاما.

تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية للغشاء الرقيق ZnO بأسماء

300Å,1500Å.

أسماء أحمد عزيز

المصادر:

1. Gmbtt, L.D., Atomic and Nuclear Physics, Federal Republic , Germany (2006).
2. Nadeem,M.Y.,Waqus,A.A.,Optical Properties of ZnS ThinFilms, Turk J Phy, 24,651-659,2000.
3. محمد شياع البياتي، دراسة تأثير السمك والتلدين على الخواص البصرية لاغشية كبريتيد الكاديوم، رسالة ماجستير - جامعة تكريت -كلية التربية، ٢٠٠٦ .
4. Allen, J.W., Effect of Radiation on the Solid-Liquid Interface Shape, Journal of Crystal Growth, Vol. 303, Issue1, 156-160, 2007.
5. Youn. H.D. and Freedman. R.A., University Physics, tenth edition, pp.27- 38, (2005).
6. Heaven, O.S., The film Physiscs, Methum&Coltect, Academic press, 1970.
7. Gumus, C. at al., structural and optical properties of Zinc Oxid thin films pyrolysis methods, Journal of Optoelectronics and Advanced materials, Vol.8,No.1,pp.299-303,2006.
8. ALhamed, M. at al, structural and optical properties of ZnO:Al films prepared by the Sol-gel method,Journal of Electron Devices, Vol.7,pp.246-252,2010.
9. Lytvyn, O.S. and Khomchenko, V.S., Semiconductor Physics Quantum Electronics and Optoelectronics,Vol.4,No1,P.19-23,2001.
10. Tsoulfanidis,N., Measurement and Detection of Radiation, Hhemsphere Publishing, co-washington,1983.
11. Thewlis, J., Encyclopaedic Dictionary of Physics, Vol.3,Pergamon press,1969.
12. Clough, R.L., High-energy radiation and polymers, Nuclear Instruments and Methods in Physics Res, Sec. B 185, 8-33, 2001.
13. Zaykin, Yu. A., Aliyev, B.A., Radiation effects in high-disperse metal media and their application in powder metallurgy, *Radiation Physics and Chemistry*, 227-230, 2002.
14. 1996.(منيب عادل خليل ، الفيزياء النووية ، دار الكتب للطباعة والنشر-الموصل، الفصل الثاني ص -١٢٢)
15. Rabab R.A.,Study of the Effect of Irradiation on Structure and Electrical Properties of (Bi₂Se₃ – Si) (Bismuth Selenide – Silicon), M.Sc., Souad King University, 2010.
16. Regimol, C.C., Menon, C.S., Effect of annealing and γ irradiation on tin phthalocyanine thin films, Materials Science – Poland.Vol.25.No.3,2007.
17. Look,D.C., Recent advances in ZnO materials and devices, Materials Science and Engineering B80,pp.383,2001.
18. Shan, F.K., at.al, Band Gap Energy of pure and AL-doped ZnO thin films , Journal ofEuropean Ceramics Society 24,pp.1869-1872,2004.
19. Hass, G. E and Thun, R.E., Physics of Thin Films, Academic press, 1966.
20. Arshak, K., Korostynska, O., Harris, Radiation dosimetry using screen printed Nickel oxide thin films, Thin Solid Films,pp.222-225, 2002.

تأثير زمن التشعيع بأشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية للغشاء الرقيق ZnO بأسماء

300Å,1500Å.

أسماء أحمد عزيز

Effect of irradiation duration by gamma rays on optical energy gap of ZnO thin films with thickness (300,1500)Å.

Asmaa Ahmad Aziz

Physics department - College of Education-University of Tikrit- Tikrit

Abstract:

In this research, the effect of irradiation duration using gamma-rays on forbidden energy gap of (ZnO) thin films were studied.

Two samples of ZnO thin films with thicknesses (300,1500)Å that prepared by chemical spray pyrolysis were irradiated using gamma rays emitted from Cs^{137} of energy (0.662) MeV and radioactivity 370 kBq.

ZnO thin films were evaluated spectrophotometrically before and after irradiation for (30,60,90,1410)minutes.

The result showed that the increment in the thickness of non-radiated ZnO thin films led to decrease in the optical energy gap, as well as, the increment in the irradiation duration (i.e. irradiation absorbed dose) decreased the optical energy gap values for the two samples because of creation of additional energy levels in the region restricted between valance and conduction bands.

The results showed increasing thickness from thin films leads to decreasing in energy gap and decreasing in energy gap with increasing absorbed dose.