

دراسة تأثير أشعة كاما المؤينة على الخواص التركيبية والبصرية لأغشية كبريتيد الزئبق ZnS المحضرة بطريقة التبخير الحراري في الفراغ

د.كريم خلف محمد

راضى شبيب كاند

مدرس مساعد

مدرس مساعد

استاذ مساعد

كلية الهندسة - جامعة النهدين

الخلاصة

تم في هذا البحث تحضير أغشية رقيقة من مادة كبريتيد الزئبق ZnS المحضرة بطريقة التبخير الحراري في الفراغ تحت ضغط (10^{-5} mbar) وبسمك (200nm) على قواعد زجاجية مسخنة بدرجة حرارة (100 C°) للقاعدة الأساس.

وتضمن البحث دراسة بعض الخواص التركيبية والخواص البصرية لأغشية كبريتيد الزئبق ZnS المحضرة قبل التشعيع وبعد تشعيه بأشعة كاما المنبعثة من Co-60 بجرعتين إشعاعية (10,20)Mrad على التوالي وبينت نتائج فحوصات الأشعة السينية (X-ray) ان الغشاء ذات تركيب عشوائي قبل التشعيع وبعده ومن خلال قياس طيفا لامتناهية والنفاذية في مدى الأطوال الموجية (200-600)nm وجد ان الامتصاصية تزداد والنفاذية تقل كدالة للطول الموجي مع زيادة الجرعات الإشعاعية الممتصة كما تم حساب فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح لأغشية كبريتيد الزئبق ZnS قبل التشعيع وبعده وتبين نقصان قيم فجوة الطاقة البصرية للأغشية مع زيادة الجرعة الإشعاعية الممتصة وتضمنت الحسابات البصرية أيضا حساب الثوابت البصرية كعامل الخمود ومعامل الانكسار وانعكاسية الأغشية كما حسب الجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل الكهربائي قبل التشعيع وبعده.

هدف البحث :-

إمكانية تحضير غشاء كبريتيد الزئبق ZnS بطريقة التبخير الحراري في الفراغ ودراسة تأثير أشعة كاما على خواصها التركيبية والبصرية.

المقدمة

تمثل الأغشية الرقيقة مكانا بارزا في البحوث التطبيقية لفيزياء الحالة الصلبة حيث من الممكن معرفة الصفات الفيزيائية والكيميائية التي تتعدر دراستها في بعض الأحيان وهي في حالتها الصلبة (Bulk) ⁽¹⁾.

دراسة تأثير أشعة كاما المؤينة على الخواص التركيبية والبصرية لأغشية كبريتيد الخارصين ZnS المحضرة بطريقة التبخير الحراري في الفراغ

وتم الاهتمام في السنوات الأخيرة بدراسة تأثير التشعيع ذي الطاقات العالية كأشعة كاما والجسيمات الخفيفة والثقيلة كالإلكترونات والنيوترونات على المواد الصلبة المستخدمة في الأجهزة الإلكترونية والميكانيكية^(2,3,4).

ان كبريتيد الخارصين ZnS مسحوق ابيض شفاف يتشكل بطورين (α wurtize) و (B zinc- blend) يتغير الى طور α عند درجة الحرارة (1293k) والضغط الجوي الاعتيادي ولا يذوب في الحوامض ولا يذوب في الماء كما انه قليل السمية وان كبريتيد الخارصين في المواد شبه الموصلية ذات فجوة بصرية مقدارها $(3,5 \pm 0,02)$ في درجة حرارة الغرفة ودرجة غليان هي 1665°C ودرجة انصهار 150°C والوزن الجزيئي له $97,43$ ومعامل انكسار ضمن مدى طول موجي (1060 um) هو $2,29$.

ويستخدم كبريتيد الخارصين في مجالات الصناعة حيث يستخدم في صناعة الاصباغ والشمع والزجاج الابيض غير الشفاف ويكون اساسا في صناعة الشاشات التلفازية والعدادات الوميضية وفي اضاءة وتوهج وجوه الساعات وفي صناعة المراهم الطبية^(5,6).

الجانب العملي

تم كبس مسحوق مركب كبريتيد الخارصين ZnS على شكل قرص ومن ثم وضعه في بودقة مصنوعة من مادة الموليدنيوم باستخدام منظومة التبخر الحراري من نوع (lybold coating unit) وثبتت على قواعد زجاجية بعد تنظيفها ووضعها على حامل العينات والوصول الى الضغط المناسب (10^{-7} m bar) وتسخين القاعدة الى درجة (50°C) للحصول على التصاق جيد للغشاء بالقاعدة ويحسب سمك الغشاء بواسطة استخدام مرقاب بلورة الكوارتز الذي يوضع داخل حجرة الترسيب ويمكن حساب سمك الغشاء من حساب تردده الابتدائي لبلورة الكوارتز (f_0) قبل التبخير ثم حساب ترددها الثاني (f) بعد عملية التبخير ثم حساب ترددها الثاني من المادة المبخرة على سطح البلورة

$$T=K/P (1/F-1/F_0)$$

حيث ان

T= سمك الطبقة المترسبة

P= كثافة المادة

K= ثابت وقيمته تقترب من الواحد

الجانب النظري :

الخواص البصرية لأشباه الموصلات

OPTICAL PROPERTIES OF SEMICONDUCTORS

ينتج طيف الامتصاص من ظاهرة فقدان في الطاقة الناتجة من التفاعل الحاصل بين الضوء والشحنات التي تحتويها المادة⁽⁶⁾ إذ انه عندما تسقط حزمة ضوئية شدتها I_0 على غشاء فالشعاع النافذ تكون شدته I حسب قانون لامبرت Lambert Law :

$$I=I_0 \exp (-\alpha t) \dots \dots \dots (1)$$

α : معامل الامتصاص (Absorption Coefficient), ويعرف بأنه نسبة النقصان في فيض طاقة الإشعاع أو الشدة بالنسبة لوحدة المسافة باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط .

t : سمك الغشاء (cm) .

ويمكن كتابة العلاقة (1) بالصيغة الآتية:

$$\ln I/I_0 = -\alpha t \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$t\alpha = 2.303 \log I_0/I \quad \dots\dots\dots (3)$$

وبما أن المقدار ($\log I_0/I$) تمثل الامتصاصية (Absorption) (A) لمادة الغشاء فيمكن كتابة المعادلة (3) بالصورة الآتية :

$$\alpha = 2.303 A/t \quad \dots\dots\dots (4)$$

ويعتمد معامل الامتصاص على خواص شبه الموصل من حيث فجوة الطاقة الممنوعة ونوع الانتقالات الإلكترونية التي تحدث بين حزم طاقته .

وتحسب طاقة الفوتون ($h\nu$) من العلاقة الآتية:-

$$h\nu \text{ (eV)} = 1240 / \lambda \quad \dots\dots\dots (5)$$

حيث أن :-

λ : الطول الموجي (nm) .

وتحسب الانعكاسية وفق العلاقة الآتية:-

$$R = 1 - T - A \quad \dots\dots\dots (6)$$

أما معامل الخمود فيعطى من خلال المعادلة الآتية

$$k_0 = \alpha \lambda / 4\pi \quad \dots\dots\dots (7)$$

ولدراسة الثوابت البصرية يجب ان نتعرف على العوامل التي يعتمد عليها كل من (n_0, k_0) ، إذ يعتمد (N) على عوامل عدة منها نوع المادة، والتركيب البلوري (ولو كان التركيبي البلوري نفسه فان N تتغير تبعاً لتغير الحجم الحبيبي).

يمكن حساب معامل الانكسار من خلال العلاقة الآتية (8):

$$n_0 = \left[\frac{(1+R)^2}{(1-R)^2} - (k_0^2 - 1) \right]^{1/2} + \frac{(1+R)}{(1-R)} \quad \dots\dots\dots (8)$$

ويمثل ثابت العزل قابلية المادة على الاستقطاب ويمثل استجابة المادة لترددات مختلفة وبسلوك معقد، ويمكن حساب ثابت العزل بواسطة حساب معامل الانكسار، إذ عند الترددات البصرية الممثلة بالموجات الضوئية تكون الاستقطابية الإلكترونية هي السائدة فقط على بقية أنواع الاستقطاب الأخرى، كما ان درجة أستقطاب المادة لا تعتمد على

المجال الكهربائي فقط ولكنها أيضاً تعتمد على الخواص الجزئية للمادة التي تجعل من هذه المادة مادة عازلة والمعادلات الاتية يحسب من خلالها ثابت العزل الكهربائي الحقيقي والخيالي^(7,8).
وثابت العزل الكهربائي الحقيقي يعوض بالعلاقة الاتية:-

$$\epsilon_r = n_0^2 - k_0^2 \dots\dots\dots (9)$$

اما قيمة ثابت العزل الكهربائي الخيالي فيكتب كالآتي:

$$\epsilon_i = 2n_0 k_0 \dots\dots\dots (10)$$

ويمثل الجزء الحقيقي مقياس السعة واستقطاب الدايبولات اما الجزء الخيالي فيمثل الفقد في العزل.

النتائج والمناقشة

١- الفحوص التركيبية

اظهرت نتائج فحوص جهود الاشعة السينية ان اغشية كبريتيد الزنك ذات تركيب عشوائي ويمثل الشكل (١) طيف حيود الاشعة السينية لثلاث حالات قبل التشعيع (a) والثاني (b,c) عند تعرض الغشاء لجرعتين Mrad (١٠ و ٢٠) على التوالي ونستنتج ان الغشاء ذو تركيب عشوائي اي ان عملية التشعيع لم تؤثر على طبيعة وتركيب هذا الغشاء.

٢- اطياف الامتصاصية والنفاذية

يوضح الشكلين (2,3) تغير اطياف الامتصاصية والنفاذية لاغشية ZnS مع الطول الموجي قبل التشعيع وبعده اذ يتضح زيادة في قيم الامتصاصية ونقصان في النفاذية بزيادة الجرعة الاشعاعية بسبب تكوين المستويات الموضعية داخل فجوة الطاقة مما يزيد من امتصاصية المادة ونقصان نفاذيتها.

٣- معامل الامتصاص $\alpha(\text{cm})^{-1}$

تم حساب معامل الامتصاص للاغشية المحضرة بدلالة طيف الامتصاصية باستخدام العلاقة (٤) واطهرت النتائج المستحصلة من هذه العلاقة زيادة في قيم معامل الامتصاص لهذه الاغشية بزيادة الجرعة الاشعاعية وكما هو موضح في الشكل (٤) وتدل القيم العالية لمعامل الامتصاص ($\alpha(\text{cm})^{-1} > 10^3$) على حدوث انتقالات الكترونية مباشرة وان الطاقات التي حسبت عندها هذه القيم هي طاقات فجوة مباشرة وهذا يتفق مع المصدر^(9,10).

٤- فجوة الطاقة البصرية $(E_g)\text{eV}$:

كما تم حساب فجوة الطاقة البصرية (E_g) للانتقال المباشر المسموح وفق العلاقة (١١) عندما $(r=1/2)$ على التوالي وذلك من خلال رسم العلاقة بين $(\alpha h\nu)^r$ وطاقة الفوتون $h\nu$ اذ تمثل E_g نقطة امتداد الخط المستقيم المرسوم بصورة مماسة لمنحني الامتصاص مع محور طاقة الفوتون.

$$(\alpha h\nu) = \beta (h\nu - E_g)^r \dots\dots\dots (11)$$

حيث

α : معامل الامتصاص

hν: طاقة الفوتون الساقط

β : ثابت يعتمد على طبيعة المادة

Eg: فجوة الطاقة البصرية

r : معامل أسي يعتمد على نوع الانتقال وقيمه في هذا البحث (١/٢)

ويوضح الشكل (٥) قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح على التوالي لاغشية ZnS اذ يتضح من هذه الاشكال تناقص قيم فجوة الطاقة البصرية بزيادة الجرعة الاشعاعية والسبب في ذلك يعزى الى تكون مستويات موضعية داخل فجوة الطاقة البصرية مما يؤدي الى تناقص قيم (Eg) ⁽¹⁰⁾.

5- الانعكاسية (R)

تم حساب الانعكاسية استنادا الى المعادلة (٦) اذ يوضح الشكل (6) انعكاسية اغشية ZnS كدالة لطاقة الفوتون الساقط اذ يلاحظ من الشكل ان انعكاسية الاغشية نقل بزيادة الجرعة الاشعاعية والذي تعود الى زيادة امتصاصية الاغشية بزيادة الجرعة الممتصة ⁽¹¹⁾.

6- معامل الخمود (K₀)

تم حساب معامل الخمود باستخدام المعادلة (7) ويوضح الشكل (٧) تغير معامل الخمود مع طاقة الفوتون الساقط ومن خلال الشكل نستطيع ملاحظة التشابه في طبيعة منحنى معامل الامتصاص وتغيرهما مع طاقة الفوتون اذ ان التشابه ناتج عن اعتماد حساب قيم معامل الخمود على قيم معامل الامتصاص كما هو واضح في المعادلة (٧) ويلاحظ من الشكل تزايد قيم معامل الخمود بزيادة الجرعة الاشعاعية المختصة لغشاء ZnS ويلاحظ تزايد قيم معامل الخمود وبشكل سريع عند قيم الطاقات القريبة من حافة الامتصاص البصري مما يؤكد حصول انتقالات الكترونية مباشرة عند تلك الطاقات ⁽¹²⁾.

7- معامل الانكسار (n₀)

تم حساب معامل الانكسار استنادا الى المعادلة (٨) ويبين الشكل (٨) تغير معامل الانكسار كدالة لطاقة الفوتون لاغشية ZnS قبل التشعيع وبعده ويلاحظ ان معامل الانكسار يقل بزيادة الجرعة الاشعاعية.

8- ثابت العزل الكهربائي المعقد

تم حساب ثابت العزل الكهربائي المعقد بجزئيه الحقيقي والخيالي لاغشية ZnS باستخدام العلاقة (٩،١٠) على التوالي: يوضح الشكل (٩) تغير الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي كدالة لطاقة الفوتون لاغشية ZnS قبل التشعيع وبعده اذ يلاحظ تشابه طبيعة منحنى الجزء الحقيقي لثابت العزل مع طاقة الفوتون مع منحنى معامل الانكسار مع طاقة الفوتون وهذا يتفق مع العلاقة (٩) حيث يكون تأثير معامل الخمود قليلا مقارنة بتأثير معامل الانكسار. ويوضح الشكل (١٠) تغير الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي (ε_i) مع طاقة الفوتون حيث يلاحظ تزايد الجزء الخيالي عند الطاقات الفوتونية العالية بزيادة الجرعة الاشعاعية ويعود السبب في ذلك الى زيادة امتصاصية الغشاء بعد التشعيع وبالتالي نقصان انعكاسيتها وكذلك نقصان معامل انكسارها ⁽¹³⁾.

REFERENCES

- 1.Chopra, K.L., "Thin film phenomena", MC-Graw Hill Book Company, New York, ١٩٦٩.

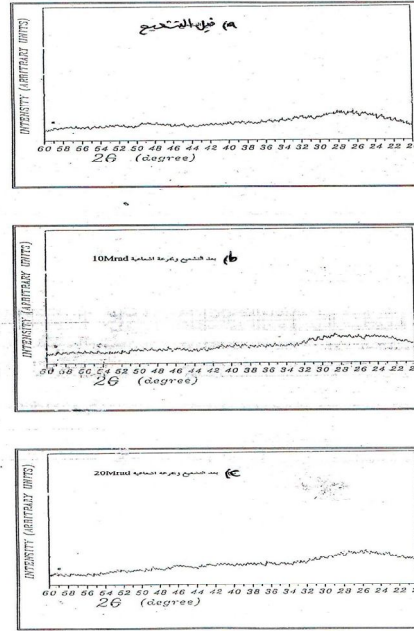
2. H. Hageman , H.Bill , W. Sadowki, E.Waker and M.francois “Solid state communication “vol. 73 ,no.6, p 447-451, 1990.
3. Tyagi A.K, Tyagi S. and Sharma T.P.” Materials Science and Engineering B45” p 88-97, 1997.
4. (Internet) –“physics Today “, v-13, 1999.
5. william, w.piper "some electrical and optical properties of Zns" vol 92, Oct 1953.
6. H.K.pulker, "characterization of optical thin film "Appl.opt, vol.18, no.12, 1979
7. E.Cetinorgu, S: Gold smith, yurosenbrg, R.L.Boxman “influences of annealing on the physical properties of filtered vacuum are deposited in the oxide thin film "journal of non-crystalline solids, vol.353, p.25, 5- 2602, 2007.
8. J.Tauce, “Amorphous and Liquid semiconductors plennmpress”, London and New York, 1974.
9. S.K. AL-Ani “Studies of optical and related properties of thin amorphous films “Ph.D. Thesis Brunel University 1984.
10. 1C.A. Hogartg and M.Y.Nadeem “phys. Stat. Sol. Cal” 1981.
11. Chadhri S., Biswas S.K. "Amorphous to crystalline transition of Selenium thin films of different thicknesses, 1981.
12. I.C.Naukwe, "solution growth characterization and applications of zinc sulphide thin film, solar cells, vol. 40, p123- 131, 1996
13. leng, jian yn,zhinong xue,weizhang, "influence of Ag thickness on structure, optical, and electrical properties of Zns multilayer’s prepared by ion beam assisted deposition journal of applied by physics, vol. 7, p. 073109-073109, 2010.

جدول رقم (١): يوضح قيم فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح لاغشية كبريتيد الزنك ZnS قبل

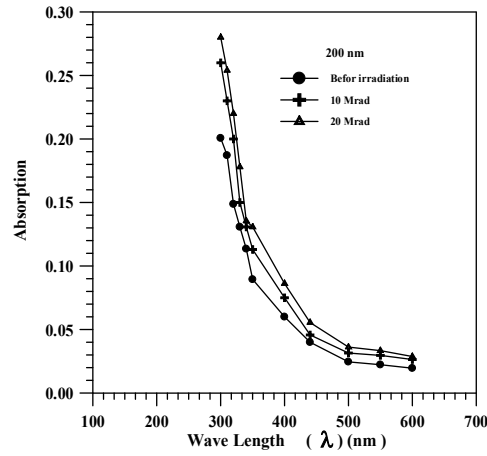
التشعيع وبعده

الجرعات الإشعاعية	Eg(eV) فجوة الطاقة البصرية المسموح
Before irradiation	3.6
10 Mrad	3.58
20 Mrad	3.57

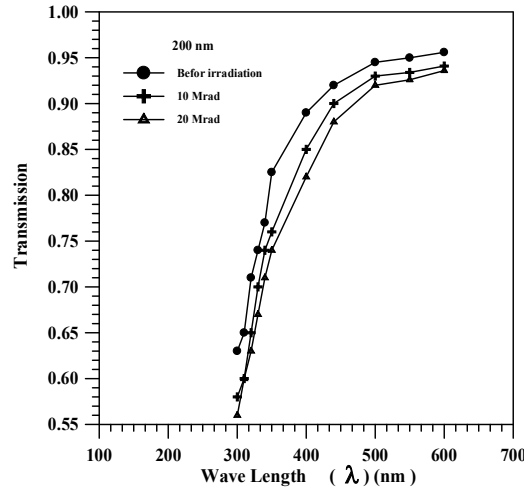
دراسة تأثير أشعة كاما المؤينة على الخواص التركيبية والبصرية لأغشية كبريتيد الزنك ZnS المحضرة بطريقة التبخير الحراري في الفراغ



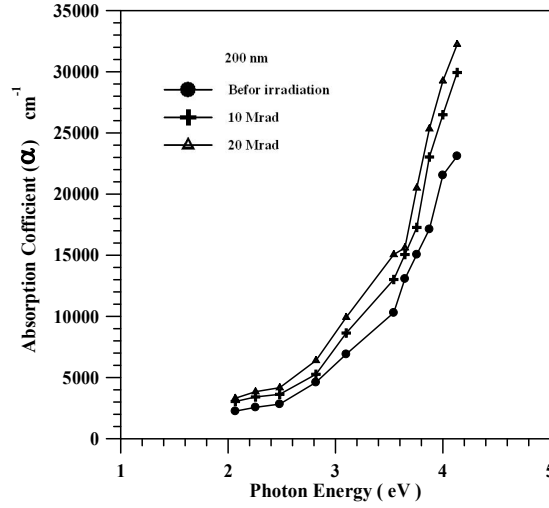
الشكل (١): يوضح طيف حيود الاشعة السينية لغشاء كبريتيد الزنك ZnS قبل التشعيع وبعده.



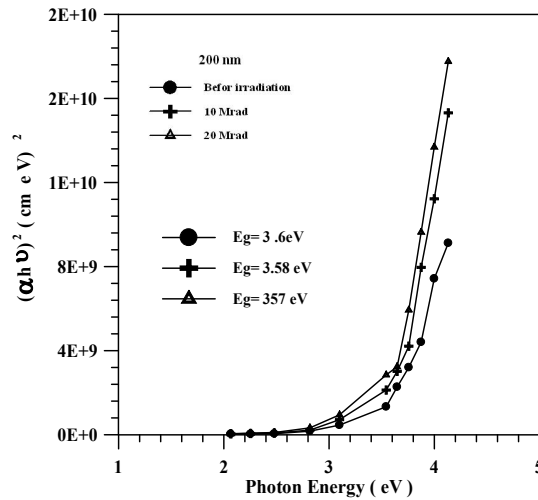
الشكل (٢): يوضح تغير الامتصاصية كدالة للطول الموجي لاغشية ZnS قبل التشعيع وبعده



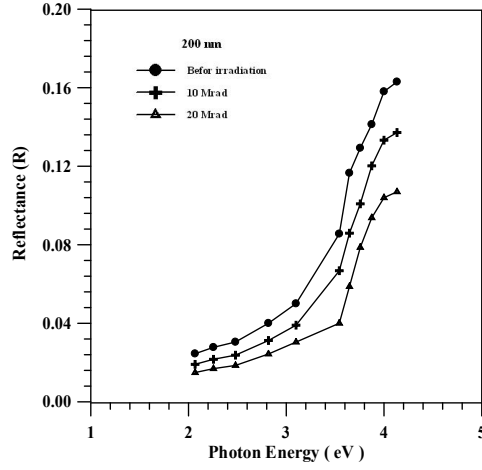
الشكل (٣):- يوضح تغير النفاذية كدالة للطول الموجي لأغشية ZnS قبل التشعيع وبعده



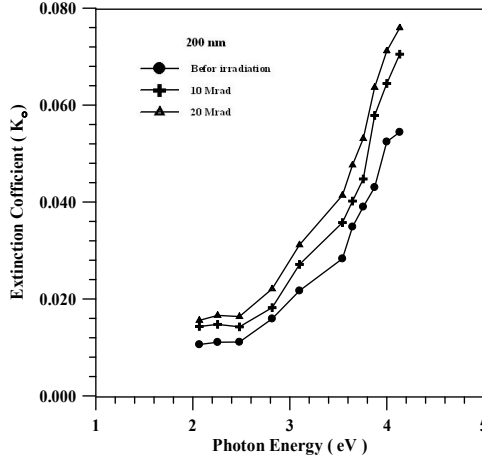
الشكل (٤):- يوضح تغير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لأغشية ZnS قبل التشعيع وبعده.



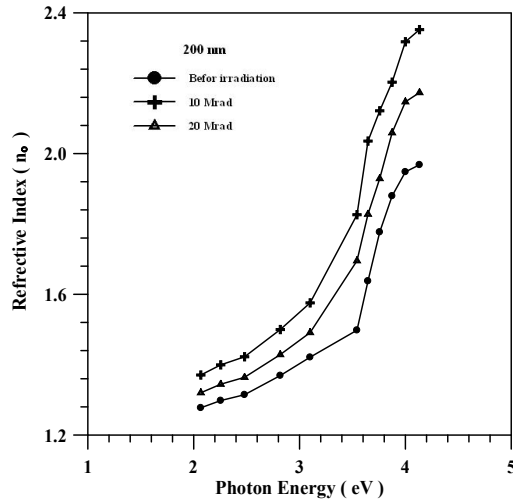
الشكل (٥):- يوضح تغير فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح لأغشية ZnS قبل التشعيع وبعده.



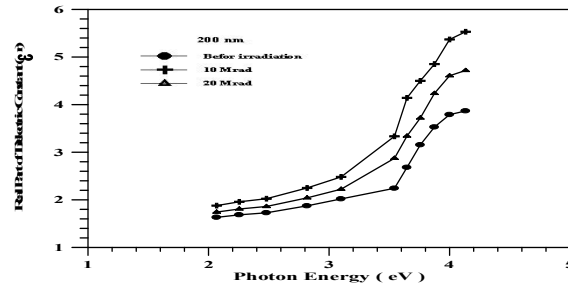
الشكل (٦):- يوضح تغير الانعكاسية كدالة لطاقات الفوتون لأغشية ZnS قبل التشعيع وبعده.



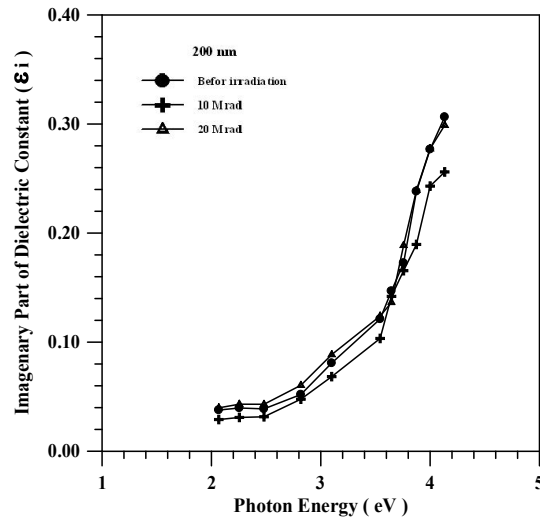
الشكل (٧):- يوضح تغير معامل الخمود كدالة لطاقات الفوتون لأغشية ZnS قبل التشعيع وبعده.



الشكل (٨):- يوضح تغير معامل الانكسار كدالة لطاقات الفوتون لأغشية ZnS قبل التشعيع وبعده.



الشكل (٩):- يوضح تغير الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي كدالة لطاقة الفوتون لأغشية ZnS قبل التشعيع وبعده.



الشكل (١٠):- يوضح تغير الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي كدالة لطاقة الفوتون لأغشية ZnS قبل التشعيع وبعده.

A STUDY ON THE EFFECT OF GAMMA – RAY ON STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF ZINC SULFIDE (ZnS) THIN FILMS

Kareem K. Mohammad , Radhi Shibebe Kaned , Dhifaf Ya. Salih
College Of Engineering, Nahrain University

ABSTRACT:- In this search prepared Zinc Sulfide (ZnS) thin film by using the method of thermal evaporation in vacuum under pressure (10^{-5} mbar) of thickness (200) nm on glass substrate at temperature of ($100C^{\circ}$).

Also the search had included studying some of the structure and optical properties of (ZnS) thin film before and after irradiation from Co- 60 by with double ray doses (10-20) Mrad on respectively. The results. (X-ray) examination showed that all the thin films amorphous structure before and after irradiation through the measurement of the absorption and transmission spectra within the range of wave length of (200-600) nm .It was found the absorption increases but the transmission decreases as a data of waving length with increasing of ray doses .

A calculation were carried out for measuring forbidden energy gap for direct allowed and forbidden, it was noticed that there were decreases in the value of forbidden energy gap as the doses increases also a calculation of the optical constant carried such as extinction coefficient refractive index, reflectance, real imaginary part of dielectric constant of thin films before and after irradiation.