دراسة الخواص البصرية لاغشية كبريتيد الكادميوم المشوبة بالنحاس

سعاد غفوري خليل* ضياء حمدي العميدي**
فؤاد مالك مطر***

تاريخ قبول النشر ٢٠٠٢/١٠/١٣

الخلاصة

تم تحضير اغشية كبريتيد الكادميوم المشوبة بالنحاس وبنسب wt% (1, 3, 8) بطريقة الرش الكيمائي الحراري ، درجة حرارة التحضير لجميع الاغشية 400 °C. لقد وجد من دراسة الخواص البصرية لهذه اغشية بعد تشعيعها باشعة كاما ان هناك زيادة في قيم معامل الامتصاص البصري وانخفاض في قيمة طاقة تأين الشوائب اذ ان تعريض البلورات إلى اشعة كاما يؤدي إلى حدوث عيب فرنكل والذي ينشأ من ازاحة ذرة من احد مواقع الشبكية البلورية واحتلالها لموقع غير مخصص اساسا لوجود ذرة (اي توليد ذرة بينية) وتكوين ثغرة في الشبيكة البلورية.كما تمت دراسة معاملي الانكسار والخمود وثابت العزل الكهربائي بجزئيه الحقيقي والخيالي.

المقدمة

ازداد اهتمام الباحثين في دراسة الخواص الفيزياوية للاغشية الرقيقة متعددة التبلور في الاونة الاخيرة وذلك لاستخدامها في كثير من التطبيقات [١-٣] مثل مادة الـ CdS وهي مادة مهمة وتستخدم كخلايا شمسية قليلة الكلفة [٤] وكذلك خلايا من نوع (CdS/Cu_2S) [٥] ومتحسسات [٦] ومرشحات [٧] وتدخل في صناعة الكواشف الفولتائية من نوع (CdS/CdTe) [٨] ذات تحسسية ضوئية جيدة.اذ تمتلك مادة CdS فجوة طاقة مباشرة مساوية إلى (2.42 eV) [٩] في درجة حرارة الغرفة ، إضافة إلى كونها مادة شفافة للضوء (Window Layer) . بينت الدراسات ان طرق تحضير الاغشية متعددة منها طريقة التبخير والترذيذ والترسيب الكيميائي والرش الكيميائي الحراري [١٠-١٣] . لقد اجريت دراسات عديدة للخواص البصرية والكهربائية لاغشية CdS النقية والمشوبة الا ان دراسة تاثير التشعيع على خواص هذه الاغشية قليلة.ان الهدف من البحث دراسة الخواص البصرية لمادة كبريتيد الكادميوم المشوبة بالنحاس قبل وبعد التشعيع باشعة كاما والمحضرة بطريقة الرش الكيميائى الحراري. ان تفاعل اشعة كاما يؤدي إلى ظهور عيوب نقطية في الشبيكة البلورية للمادة شبه الموصلة حيث ان آلية التفاعل تعتمد على طاقة الفوتونات الساقطة ($\hbar\omega$) على المادة. شمل هذا البحث دراسة تاثير أشعة كاما مع المادة والتي تتم من التاثير الكهروضوئي ، كومبتن وخلق زوج (الكترون – بوزوترون) بمعنى ان الانتقال من التاثير الكهروضوئي إلى تاثير كومبتن يكون مقرونا بزيادة طاقة الفوتونات الساقطة والتي تتفاعل مع الكترونات وسط المادة الذي تمر خلاله وكذلك الحالة بالنسبة لتاثير خلق زوج الكترون بوزوترون [١٤-١٧].

الجانب العملي

حضرت اغشية كبرتيد الكادميوم المشوبة بالنحاس على قواعد من الزجاج بطريقة الرش الكيميائي الحراري. ولتحضير هذا المركب

---

* ماجستير –مدرس–قسم الفيزياء – كلية العلوم للبنات – جامعة بغداد
** دكتوراه–أستاذ–قسم الفيزياء – كلية العلوم للبنات – جامعة بغداد
*** ماجستير –مدرس مساعد–وزارة التربية

استخدمت مادتي كلوريد الكادميوم $CdCl_2$ والثايوريا بعيارية (٠,١) مولاري وتم اذابتهما في 50 ml من الماء المقطر. ولتشويب الاغشية بالنحاس تضاف تراكيز مختلفة من مادة كلوريد النحاس $CuCl_2$ التي هي مصدر للنحاس، وكان سمك الاغشية المحضرة حوالي (0.9μm).وتم دراسة الخواص البصرية للاغشية من قياس طيفي الامتصاصية والنفاذية كدالة للطول الموجي ضمن المنطقة nm (400-800) باستخدام جهاز المطياف(UU/VIS/NIR λ-9) وتم تعريض النماذج قيد البحث لاشعة كاما باستخدام خلية Co60 وبمعدل جرعة (0.27 Mrad/hour) ولمدة ٦ ساعات حيث اصبحت الجرعة الكلية مساوية (1.62 Mrad). تختلف قيمة معامل الامتصاص البصرى باختلاف المادة شبه الموصلة، ويمكن التعبير عنه بالعلاقة التالية [18]:

$$\alpha = 2.303\left(\frac{A}{d}\right) \quad \ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث A : الامتصاصية و d: سمك الغشاء.

ولغرض حساب معامل الخمود فقد استخدمت العلاقة الاتية [١٩]:

$$k = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

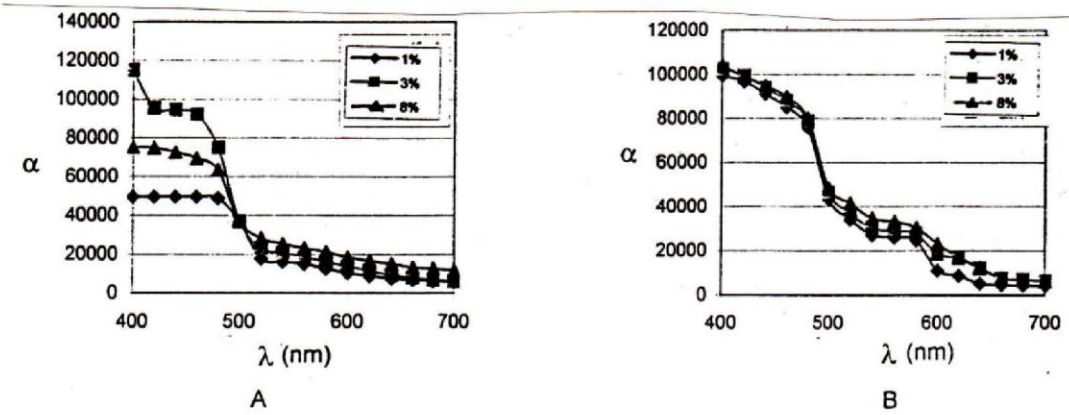
حيث α : معامل الامتصاص.

λ : الطول الموجي للضوء الساقط.

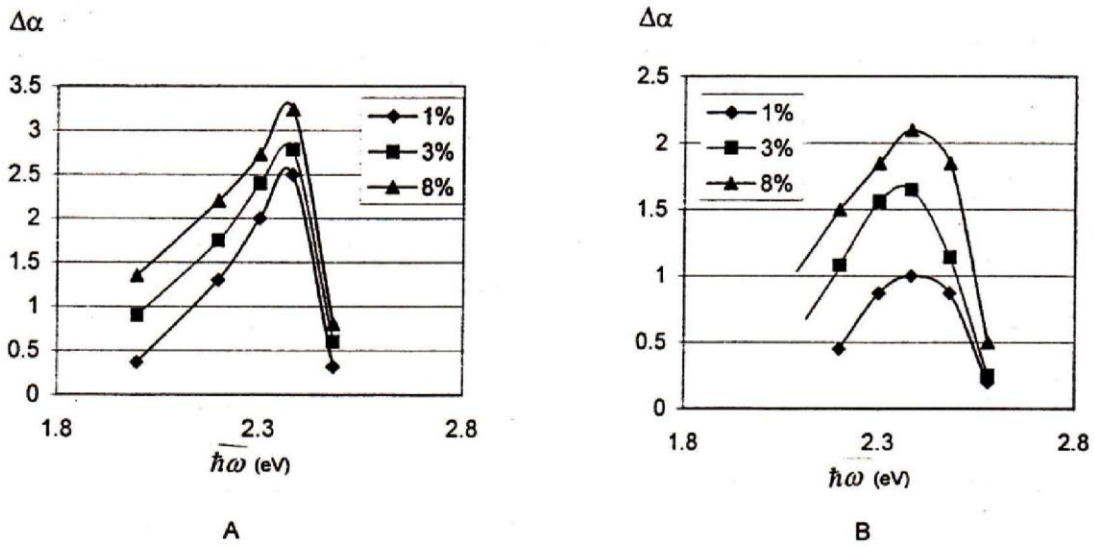
النتائج والمناقشة

يوضح الشكل رقم (١) سلوك معامل الامتصاص كدالة للطول الموجي للضوء الساقط حيث يبين ان قيمة معامل الامتصاص الواطئة تقع عند الطاقات الواطئة (الاطوال الموجية الطويلة) وعند الوصول الى حافة الامتصاص الاساسية نلاحظ حصول تغيير سريع في قيمة معامل الامتصاص ويعزى هذا التغير إلى وجود مستوي ثانوي بين حزمتي التكافؤ والتوصيل ناتج من دخول ايونات النحاس كشوائب في اغشية CdS التي تكون مستوي قابل اضافي (Acceptor level) اي وجود انتقالات الكترونية مباشرة بين حزمة التكافؤ ومستوي الشوائب بالاضافة إلى الانتقالات الاعتيادية.اما تأثير التشويب على الامتصاص فيبدو واضحا حيث اظهرت النتائج ان معامل الامتصاص يزداد بزيادة تركيز الشوائب ويعزى ذلك إلى زيادة عدد ذرات الشوائب الممتصة غير المتأينة (Nu) وبالتالي يزداد معامل الامتصاص للمادة شبه الموصلة [20]. كما لوحظ حصول زحف (shifiting) في حافة الامتصاص الاساسية نتيجة التعرض لاشعة كاما عند الطاقات الواطئة اي انها تزحف نحو الاطوال الموجية الطويلة [21].وتعزى الزيادة الحاصلة في قيمة معامل الامتصاص إلى ان التشعيع ادى إلى تكوين مستويات موضعية داخل فجوة الطاقة وهذا يشير إلى تكسر اواصر الشبيكة وتكوين الفراغات نتيجة لازاحة الذرات عن مواضعها [22]. وهذا يزيد من احتمالية امتصاص الفوتونات ذات الطاقة الواطئة وبالتالي زيادة الامتصاصية عما كانت عليه قبل التشعيع. تم تقدير الامتصاص الناتج من الشوائب وذلك بطرح قيمة طيف الامتصاص لاغشية CdS من طيف الامتصاص للاغشية المشوبة ذات التراكيز wt% (1, 3, 8).يوضح الشكل رقم (٢) العلاقة بين التغير في معامل الامتصاص ($\Delta\alpha$) وطاقة الفوتون ($\hbar\omega$) حيث ان ($\Delta\alpha$) تمثل الامتصاص الناتج من الانتقالات الالكترونية من حزمة التكافؤ إلى مستويات الشوائب. ويمكن تقدير طاقة مستوي الشوائب من متوسط عرض حزمة الامتصاص الناتجة من شوائب النحاس حيث كانت قبل تشعيعها بحدود (0.4 eV) وقد استخدم هذا الاسلوب للتقدير في بحوث سابقة [٢٣].حيث ان نسبة الشوائب تؤثر على شدة الامتصاصية ولا تؤثر على مستوى طاقة الشوائب. اما بعد التشعيع فقد اظهرت النتائج ان قيمة طاقة تأين الشوائب بحدود (0.28 eV). ويعزى سبب نقصان هذه الطاقة إلى زحف حافة الامتصاص نحو الاطوال الموجية الطويلة وهذا ناتج عن الزيادة في العيوب البلورية (defects) مما ادى إلى زيادة عدد الفراغات (voids) في الشبيكة البلورية.يوضح الشكل رقم (٣) منحنى الانعكاسية كدالة لطاقة الفوتون الساقط ، حيث لوحظ تولد ذروة (قمة) في منحنى الانعكاسية عند الطاقات المقابلة لفجوة الطاقة (E_g) بسبب تزايد امتصاص المادة عند هذا الطول الموجي اما بعد تشعيع النماذج لوحظ زيادة في انعكاسية الاغشية ويعود السبب في ذلك إلى ان الاشعاع سبب ضررا في التركيب البلوري لمادة الغشاء الرقيق والذي سبب تغير في طبيعة سطح الغشاء حيث ان الانعكاسية تحدث عند سطوح الاغشية. ويبين الشكل رقم (٤) سلوك معامل الخمود (k) كدالة لطاقة الفوتون ، حيث ان قيم معامل الخمود كبيرة في منطقة الامتصاص العالي وبعدها يقل معامل الخمود بصورة سريعة وتصبح قيمتها واطئة جدا عند منطقة الامتصاص الواطئ (المنطقة الشفافة) وهذه تعكس الانتقالات الالكترونية المباشرة وذلك لاعتماد k على معامل الامتصاص وتأثير الاشعاع يبدو واضحا على قيم

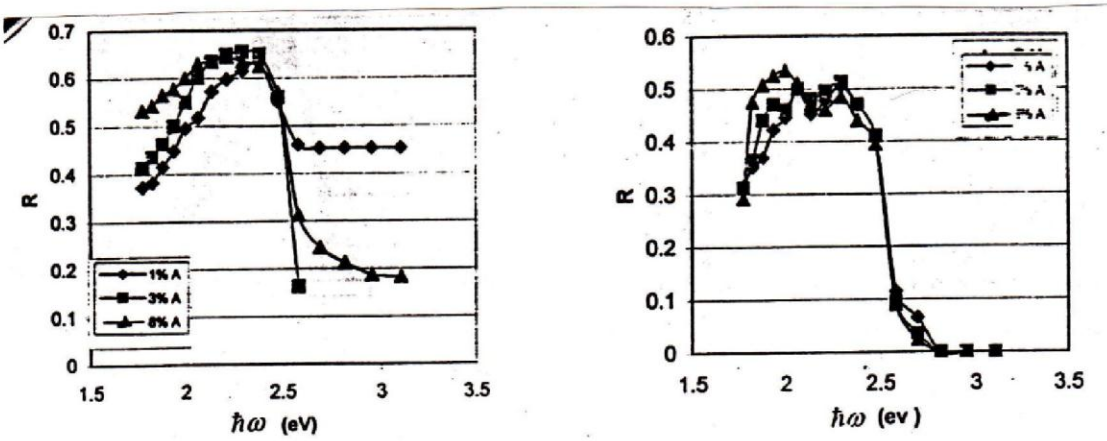
معامل الخمود عند الطاقة المقاربة لفجوة الطاقة الذي يعود إلى ازاحة حافة الامتصاص نتيجة للتغير الحاصل في التركيب البلوري للغشاء.ويتضح من الشكل رقم (٥) العلاقة بين معامل الانكسار (n) وطاقة الفوتون وجود تشابه بين منحنيات معامل الانكسار مع منحنى الانعكاسية. اذ ان هذا التشابه ناتج من اعتماد قيمة معامل الانكسار على الانعكاسية ، ولوحظ ايضا ان القيمة الدنيا لمعامل الانكسار يقابلها قيمة عليا لمعامل الخمود . كما تبين من الشكل البياني ان قيمة معامل الانكسار عند الطاقة المقابلة لفجوة الطاقة هي (٢) قبل التشعيع وازدادت قيمته بعد التشعيع الى (3.7).كما تم رسم العلاقة بين ثابت العزل الكهربائي بجزيئة الحقيقي(ε)والخيللي(ε′) والموضح في الشكلين(٦و٧)،حيث لوحظ وجود تشابه بين ثابت العزل ومعامل الانكسار وذلك لاعتمادε علىn .وان قيمة ثابت العزل ازدادت بعد التشعيع وذلك لزيادة انعكاسية الاغشية عند الطاقة المقابلة لفجوة الطاقة.



الشكل (١) : يوضح سلوك معامل الامتصاص للطول الموجي للضوء الساقط
A : بعد التشعيع B : قبل التشعيع

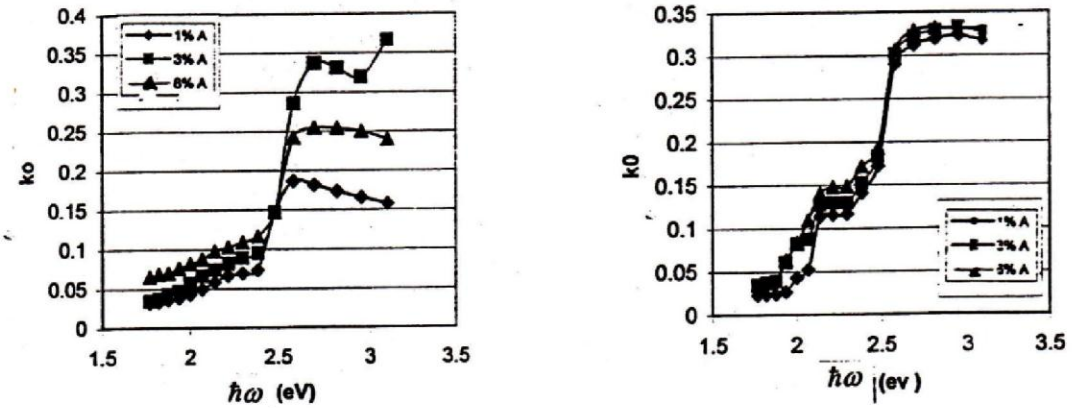


الشكل (٢) : يوضح سلوك معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون
A : بعد التشعيع B : قبل التشعيع



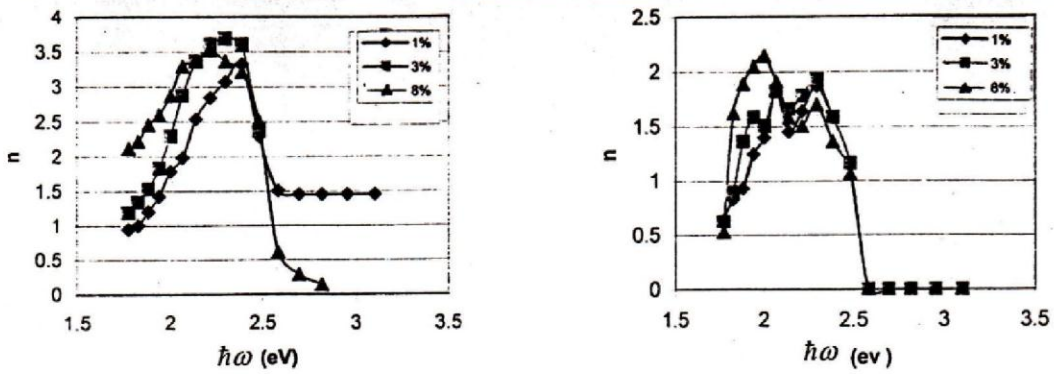
A B

الشكل (٣) : يوضح منحنى الانعكاسية كدالة لطاقة الفوتون
A : بعد التشعيع B : قبل التشعيع



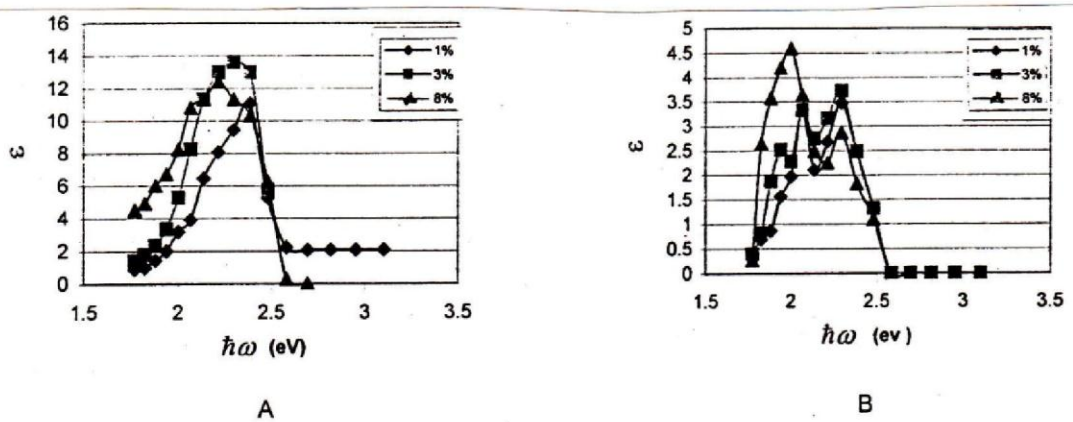
A B

الشكل (٤) : يوضح سلوك معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون
A : بعد التشعيع B : قبل التشعيع

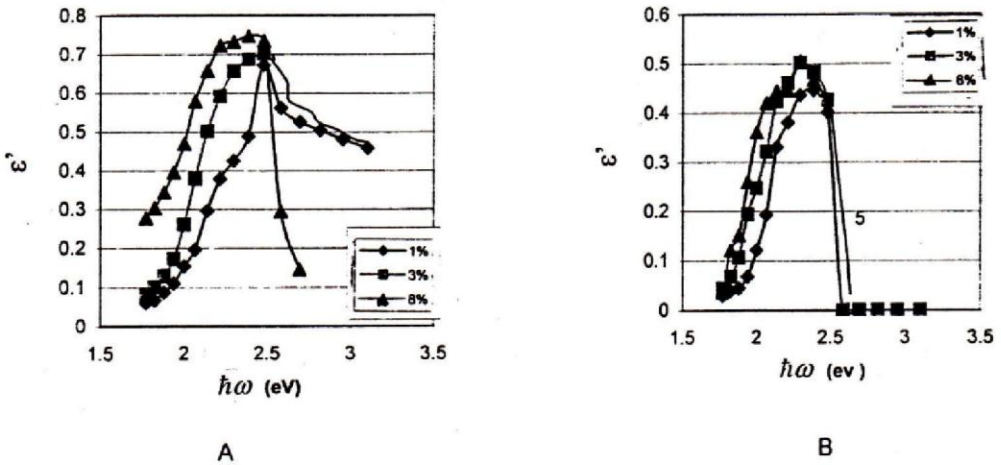


A B

الشكل (٥) : يوضح سلوك معامل الانكسار كدالة لطاقة الفوتون
A : بعد التشعيع B : قبل التشعيع



الشكل (٦) : يوضح العلاقة بين ثابت العزل الحقيقي وطاقة الفوتون
A : بعد التشعيع B : قبل التشعيع



الشكل (٧) : يوضح العلاقة بين ثابت العزل الخيالي وطاقة الفوتون
A : بعد التشعيع B : قبل التشعيع

المصادر

1. Gregorkiewicz, T. 1999. D.T.X. Thao and J.M.Langer, Appl.phys. lett. 75, 4121.
2. Q.Xiang , 2000Y.Zhou, B.S. Ooi, Y.L.Lam,Y.C.Chan and C.H. Kam,Thin solid film 370,243.
3. N.Georgobiani, 2000.M.B., Kotljarevsky ,V.V. Kidalov, I.V. Rogozin, and U.A.Aminov,J.Cryst. Growth 214/215,516.
4. S.Ferekides, D.Marinsky, V.V iswanathan, B.Tetaly,V.Palekis, 2000 P. Selvaraj and D.L.Morel,thin soild films 361/362 ,520.
5. J.A.Bragagnolw,1980,"Properties of Al-Doped Cds thin films prepared by spray pyrolysis Technique" IEEE Trans.. Electron Dev., ED-27, 645 .
6. K..Miremadi, 1997. K.Colbow, and Y.Harima,Rev,sci,Instrum, 68, 3898.
7. M..Kobayashi, K.Kitamura, H. Umeya, A.W.Jia, A. Yoshikawa, M. Shimotomai, Y.Kato, and K. Takahashi, 2000J.Vac. Sci. Technol. B 18,1684.
8. P.K.Nair, 1987.and M.T.S. Nair, "solar cells",Vol.22,p.(103-112), No.2, October.
9. B.K. Gupta, and O. P. Agnihotri, 1977, "Properties of Cds thin films prepared by spray

Technique"Solid State Commun, 23,295.

10. K.H.Norian and J.W.Edington., 1981,"Electrical and optical properties of polycrystalline Ag-Doped Cds thin films"Thin Solid Films", 75,35.
11. Y.T.Kim and S.C. Park.,1987, "Electrical and optical properties of polycrystalline Ag-Doped Cds thin films" Mat. Res. Soc. Symp., 77, 311.
12. O.Yamamoto., T.Sasamoto and M.Inahaki., Nippon Kagaku Kaiski., ISS3, 1996. pp. 283-289.
13. H.H.Mohammed, S.K.J. Al-Ani and S.G.K. Al-Ani, 1998. 3rd International Conference on Solar Electricity.
14. A.Awni., M.G. Yousif., Effect Temperature, Fast Neutron and Gamma Radiation and Performance of Silicon and Germanium Diodes., 1986., Nuclear Research Center, IRAQ.

١٥. ف.س.فافيلوف ، طرق تفاعل الاشعة مع المادة (مواد اشباه الموصلات) ١٩٨٩ ، ص ٦١.

١٦. كلنيكر م.ي. ١٩٨٢. منشأ العيوب البلورية نتيجة تفاعل الاشعة مع المادة الصلبة ، مجلة اكاديمية العلوم ، المجلد ١٤٧ ، الجزء الثالث ، ص ٥٢٣ .

١٧. لوشيك ز.ب.١٩٧٧العيوب البلورية المتولدة في البلورات الايونية ، مجلة اكاديمية العلوم (اوكرانيا) ، المجلد ١٢٢ ، الجزء الثاني ، ص ٢٢٣ .

18. Mose, T.S., 1959. Optical Properties of Semiconductors (Butter Word's Scientific), London,.
19. J.I.Pankove., 1971. "Optical Processes in Semiconductors"London,
20. Kenneth A. Jones., 1987, "Introduction to Optical Electronics "John Wiely and Sons, New York, pp 152-181.
21. P.Banerjee, S.Ray and A.K. Barua., 1984. J.Phys, 58A, 166,.
22. V.S.Vavilov., 1965. "Effect of Radiation on Semiconductors", New York,.
23. George, Joy. C.K. 1983, Valsala Kumari and K.S. Joesph., J.Appl. Phys., Vol.54, No. 9, 5347.

Study Of Optical Properties Of Copper-Doped Cds Thin Films

*S.G.K. Al-Ani *D.H. Al-Amiedy
**F.M. Mutter

*Department of Physics-College of Science for Women-University of Baghdad.
**Ministry of Education

Abstract

Thin films of CdS:Cu were deposited onto glass substrate temperature 400 °C. The optical properties have been studied for CdS doped with (1, 3, 8) wt% of Cu before and after Gamma irradiation. It was found that the irradiation caused an (Frenkel defects) where the atom is displaced from its original site leaving vacancy and forming on interstitial atom. It was found the irradiation caused an absorption edge shifting towards long wavelength as a result of the increasing of Cu concentration.