



دراسة تأثير التشويب والتلدين وتغير السمك على الخواص البصرية لأغشية Cds الرقيقة

تحسين علي أسود

صبري جاسم محمد

عبدالمجيد عيادة إبراهيم

جامعة تكريت- كلية التربية

الخلاصة:

تضمن هذا البحث دراسة تأثير بعض الخصائص الفيزيائية كالتشويب [بمادة الكوبلت بنسبة (3%) والتلدين [عند درجة حرارة 300C0 ولمدة نصف ساعة] وتغير السمك (300 , 160 nm] على بعض الخواص البصرية لغشاء كبريتيد الكاديوم (CdS) الرقيق المحضر بطريقة الرش الكيميائي الحراري. وقد تم تحضير عدة نماذج من غشاء كبريتيد الكاديوم (نقي ومشوب وما قبل التلدين وما بعده ولسماك مختلفة). وقد لوحظ أن كل من زيادة السمك والتلدين أدى الى تقليل قيم فجوة الطاقة الممنوعة ، في حين لوحظ أن التشويب يؤدي الى زيادة قيمة فجوة الطاقة الممنوعة، إذ أظهرت النتائج أن قيم فجوة الطاقة بعد التلدين عند سمك (300nm) للغشاء النقي هي 2.39 eV وللغشاء المشوب هي 2.43 eV، وكذلك فإن قيمة فجوة الطاقة قبل التلدين للغشاء النقي لنفس السمك (300nm) هي 2.42 eV ، في حين إن قيمة فجوة الطاقة بعد التلدين لسمك (160nm) هي 2.58 eV. كما لوحظ أن الخصائص أعلاه قد أثرت وبشكل واضح على بقية الخواص البصرية (الامتصاصية ، معامل الامتصاص ، معامل الخمود).

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2011/4/24

تاريخ القبول: 2011/9/6

تاريخ النشر: 2013 / 8 /29

DOI: 10.37652/juaps.2012.77627

الكلمات المفتاحية:

المقدمة:

تعد تقنية الأغشية الرقيقة واحدة من أهم التقنيات التي أسهمت في تطور دراسة أشباه الموصلات وأعطت فكرة واضحة عن العديد من خواصها. يستخدم مصطلح الغشاء الرقيق لوصف طبقة أو عدة طبقات [1] من ذرات مادة لا يتجاوز سمكها مايكروناً واحداً (2)، ونظراً لأن طبقة الغشاء رقيقة فإنها ترسب على مواد مختلفة تعرف بقواعد الأساس وتعتمد على طبيعة الدراسة ومن هذه المواد الزجاج والسليكون والمعادن [3]. تحظى الأغشية الرقيقة في الوقت الراهن بعناية أكبر، لأستخدامها ضمن مجالات متعددة إذ تدخل في تصنيع العديد من مكونات الأجهزة الإلكترونية الرقيقة والكواشف (Detectors) ومرشحات التداخل (4)، وتستخدم في عددٍ كبيرٍ من المجالات البصرية كتصنيع المرايا الاعتيادية والحرارية والألواح الحساسة للموجات الكهرومغناطيسية. وتدخل أيضاً في صناعة الدوائر الكهربائية المتناهية الدقة (Micro circuits) [5] ونظراً لصغر حجمها وخفة وزنها فقد دخلت في مجال بناء الحاسبات الإلكترونية الرقمية وفي تطوير أجهزة أبحاث الفضاء .

الجانب العملي والحسابات:

تم تحضير الأغشية الرقيقة لمادة (CdS) بأستخدام طريقة الرش الكيميائي الحراري والتي تم ترسيبها على ارضيات (substate) زجاجية بواسطة جهاز رش مصنع محلياً من الزجاج الاعتيادي، وقد أستخدم (1.18)gm من مادة نترات الكاديوم $Cd(NO_3)_2$ بالإضافة الى (0.3806)gm من الثايوريا $Cs(NH_2)_2$ في تحضير الاغشية النقية، أما بالنسبة للأغشية المشوبة فقد أستخدم (1.1896)gm من الملح المائي $(CoCl_2.6H_2O)$ في تحضير هذه الأغشية ، حيث يتم سحب (3ml) من الملح المائي وإضافته الى (100ml) من المحلول الذي تكونت منه الأغشية النقية للحصول على نسبة التشويب (3%). تم وضع الارضيات الزجاجية بعد تنظيفها بغسلها بالماء المقطر ومسحوق الغسيل أولاً ثم كحول الايثانول ثم الاستون وتجفف بورقة ترشيع ويتم وضعها بعد ذلك على السخان الكهربائي حتى تصل درجة حرارتها الى $(350C^0)$ والتي تم اختيارها بعد اجراء عدة محاولات لدرجات حرارية مختلفة وأتضح لنا أنه عند هذه الدرجة تم الحصول على افضل تجانس لعملية الرش. بعدها نضع المحلول المهياً في خزان الرش. ثم تبدأ عملية الرش ولفترات زمنية أمدها (15sec) يعقبها توقف

* Corresponding author at: Tikrit University - College of Education;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5859-6212> .Mobil:777777
E-mail address:

حزمة التوصيل (10) بينما الانتقال الممنوع يحدث في المناطق المجاورة للانتقال المسموح. كما أن الانتقالات المباشرة تحدث عند امتصاص الألكترون لفوتون طاقته مساوية أو أكبر من فجوة الطاقة المحظورة بينما في الانتقالات غير المباشرة نحتاج بالإضافة الى ذلك الى امتصاص أو انبعاث فوتون من اجل تحقيق قانوني حفظ الطاقة والزخم.

النتائج والمناقشة:

فجوة الطاقة (Eg) Energy Gap :

هي أقصر مسافة عمودية بين قعر حزمة التوصيل وقمة حزمة التكافؤ، وأن غشاء CdS ذو طاقة فجوة مباشرة [4,11,12]، وهو الذي تكون فيه أوطأ نقطة في منخفض الطاقة الرئيسي فوق أعلى نقطة في مرتفع التكافؤ الرئيسي مباشرة، أي عند نفس متجه الموجة [13]. K. وقد تم حساب قيمة فجوة الطاقة للانتقال المباشر باستخدام العلاقة (3) وذلك برسم العلاقة بين $(\alpha h\nu)^2$ وطاقة الفوتون $h\nu$ ، ونمد الجزء الخطي من المنحني ليقطع محور طاقة الفوتون عند نقطة $(\alpha h\nu=0)$ لنحصل على قيمة فجوة الطاقة. ومن الشكل (1) نجد أنها تساوي (2.42eV) وهي لسلك 300nm للغشاء النقي وقبل التلدين، بينما من الشكل (2) نجد أنها تساوي (2.39eV) وهي لسلك 300nm للغشاء النقي وبعد التلدين. بينما من الشكل (3) فنجد أنها تساوي (2.58eV) وهي لسلك 160nm للغشاء النقي وبعد التلدين. أما من الشكل (4) فنجد أن قيمة فجوة الطاقة تساوي (2.43eV) وهي لسلك 300nm للغشاء المشوب بنسبة (3%) وبعد التلدين أيضاً.

ومن ملاحظة الاشكال (2,4) نجد أن التشويب أدى الى زيادة قيمة فجوة الطاقة وهذا يتفق مع نتائج الباحث حسين خضير (2008) [14]، ويمكن تفسير هذه الزيادة الى أن التشويب أدى الى وجود مستويات مانحة داخل فجوة الطاقة الممنوعة بالقرب من حزمة التوصيل وإن وجود هذه المستويات المانحة يزيد من احتمالية امتصاص الفوتونات ذات الأطوال الموجية الطويلة مما يؤدي الى زيادة قيمة فجوة الطاقة.

أما عند ملاحظة الاشكال (1,2) فنجد أن التلدين أدى الى نقصان قيمة فجوة الطاقة، ويعزى سبب ذلك الى زيادة تبلور المادة وتقليل العيوب البلورية وبالتالي تقليل المستويات الموضعية قرب حزمتي التكافؤ والتوصيل. وعند ملاحظة الاشكال (2,3) نجد أن تغير

عن الرش ولمدة (3min) كي تعود درجة حرارة الغشاء الى الدرجة المختارة ثم نعاود عملية الرش مرة اخرى، حيث انه كلما زادت فترة وعدد الرشوات زاد سمك الغشاء، وبعد الانتهاء من عملية الرش يطفئ السخان وتترك الارضيات الزجاجية على سطح السخان الى أن تبرد تماماً لغرض تبخر الماء وأتمام عملية الإنماء البلوري. تم فحص الاغشية المحضرة بواسطة مجهر ضوئي من نوع (M20) مجهز من شركة phywe الألمانية للتعرف على طبيعة سطح الغشاء من حيث خلوه من الفراغات والتقوب الابرية، وقد تبين من نتيجة الفحص أنها خالية من العيوب. وبعد إتمام عملية تحضير الاغشية، تم دراسة القياسات البصرية لمدى الاطوال الموجية (330-900nm) من خلال قياس الامتصاصية (Absorption) باستخدام جهاز المطياف (UV-Visible- spectrophotometer) الياباني الصنع نوع (Cintra5). وقد تم في هذا البحث إجراء

المعاملة الحرارية (التلدين) باستخدام فرن كهربائي نوع (Mommert) ألماني المنشأ، إذ تم التلدين بدرجة حرارة $300^{\circ}C$ ولمدة نصف ساعة. وقد تم دراسة معامل الامتصاص، ومعامل الخمود، وفجوة الطاقة، من العلاقات الآتية حسب التعاقب [6,7,8]:

$$\alpha = 2.303 A / t \dots \dots \dots (1)$$

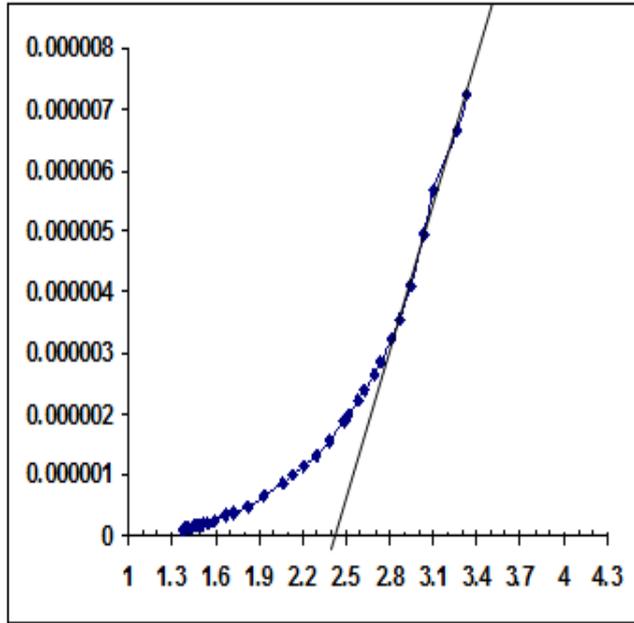
$$K_0 = \frac{\alpha \lambda}{4\pi} \dots \dots \dots (2)$$

$$\alpha h\nu = A (h\nu - E_g)^r \dots \dots \dots (3)$$

حيث أن:

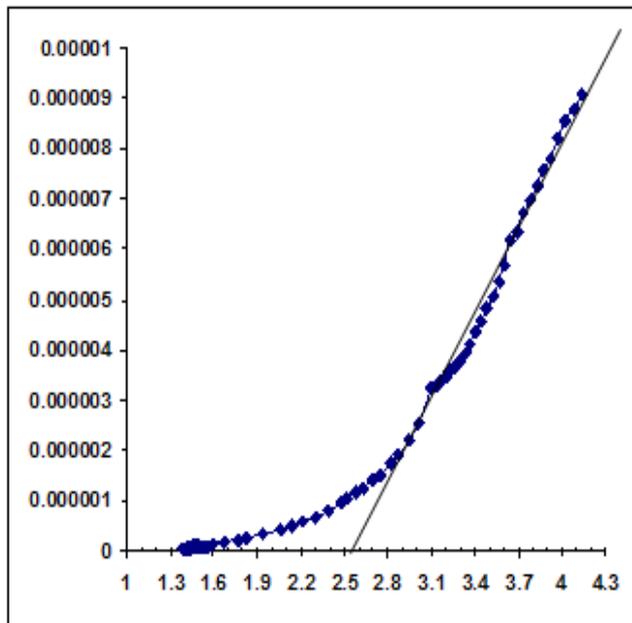
α : معامل الامتصاص، A: الامتصاصية، t: سمك الغشاء، K_0 : معامل الخمود، λ : الطول الموجي، $h\nu$: طاقة الفوتون الممتص، E_g : فجوة الطاقة، r: معامل أسي يعتمد على نوع الانتقال.

وأن الانتقال الألكتروني نوعين: مباشر [عندما $(\Delta k = 0)$] ويكون انتقال الالكترتون من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل بصورة عمودية عند متجه الموجة (k) نفسه [9] وهو نوعين أيضاً: مسموح (r=1/2) وممنوع (r=3/2)، والنوع الآخر غير مباشر [عندما $(\Delta k \neq 0)$] ويكون انتقال الالكترتون بشكل مائل مع تغير في قيمة متجه الموجة (k) وهو نوعين أيضاً: مسموح (r=2) وممنوع (r=3).=، علماً أن الانتقال المسموح يحدث من قمة حزمة التكافؤ الى قعر



$$(\alpha h\nu)^2 \times 10^8 (\text{cm}^{-1} \text{eV})^2$$

الشكل (3) غشاء نقي بسمك (160nm) بعد التلدين



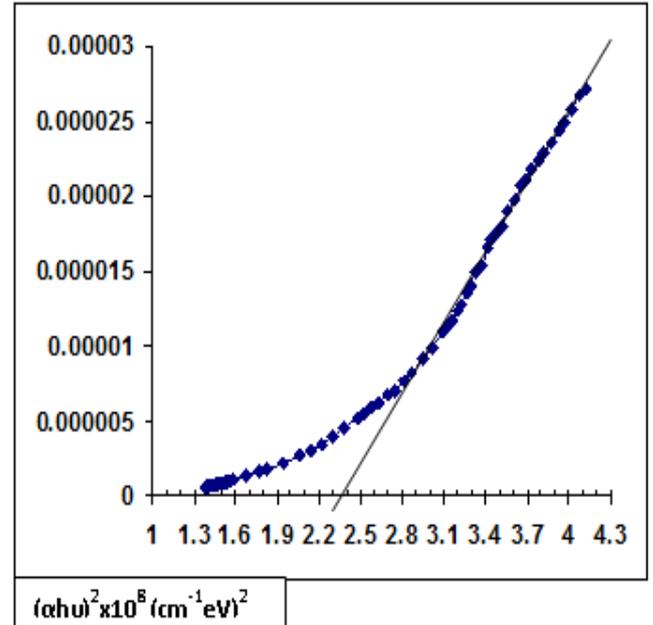
$$(\alpha h\nu)^2 \times 10^8 (\text{cm}^{-1} \text{eV})^2$$

شكل (4) غشاء مشوب بسمك (300nm) بعد التلدين

الامتصاصية:

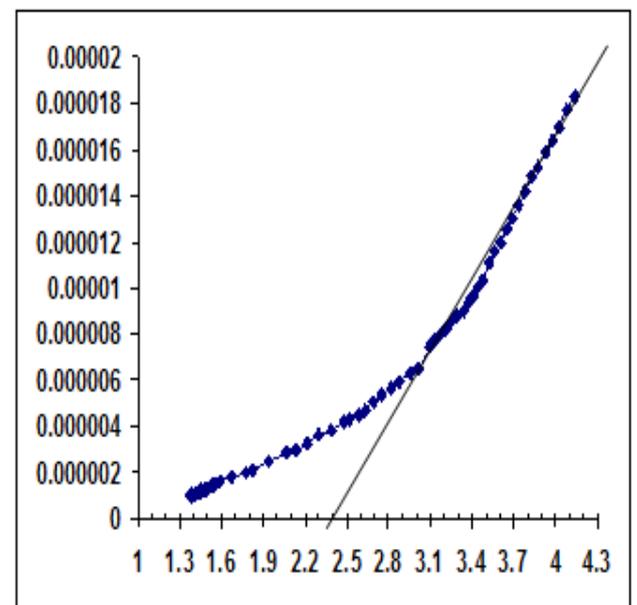
تتم عملية امتصاص طاقة الفوتونات في أشباه الموصلات بواسطة الإلكترونات (15)، فعند سقوط شعاع على شبه موصل يكون ضمن مجال مغناطيسي فان جزءاً من الشعاع الساقط سوف يمتص خلال المادة وينتشر خلالها [16]. وقد تم حساب قيم الامتصاصية من

السلك قد أثر وبشكل واضح على قيمة فجوة الطاقة إذ نلاحظ أن قيمة فجوة الطاقة الممنوعة تقل بزيادة السمك وهذا يتفق مع نتائج الباحث محمد شياع (2006) [12]، وقد يعود سبب نقصان قيم فجوة الطاقة البصرية الممنوعة الى تقليل المستويات الموضعية بين حزمتي التكافؤ والتوصيل داخل فجوة الطاقة البصرية الممنوعة. والجدول (1) يوضح قيم فجوة الطاقة للأغشية المحضرة ولجميع الحالات.



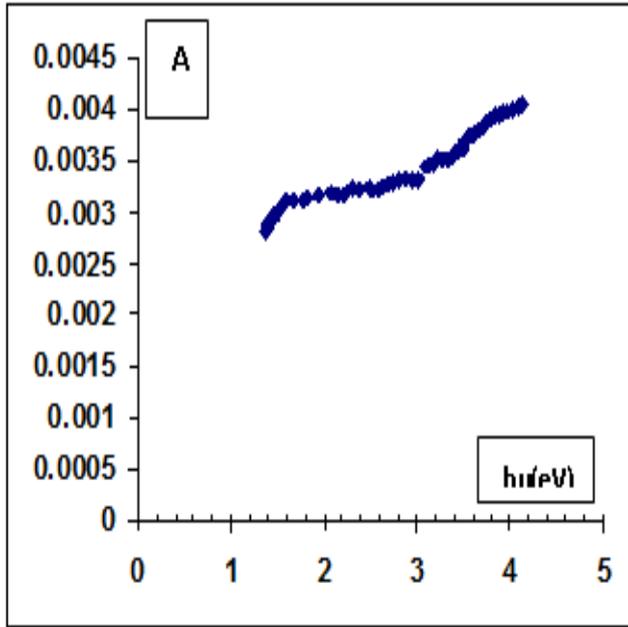
$$(\alpha h\nu)^2 \times 10^8 (\text{cm}^{-1} \text{eV})^2$$

شكل (1) غشاء نقي بسمك (300nm) قبل التلدين

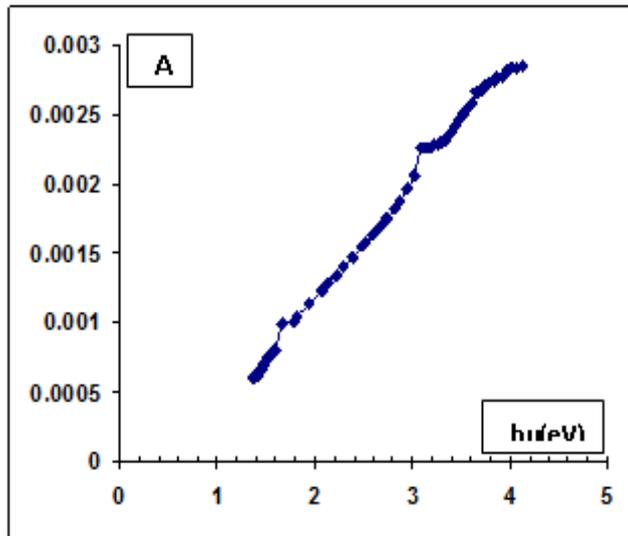


$$(\alpha h\nu)^2 \times 10^8 (\text{cm}^{-1} \text{eV})^2$$

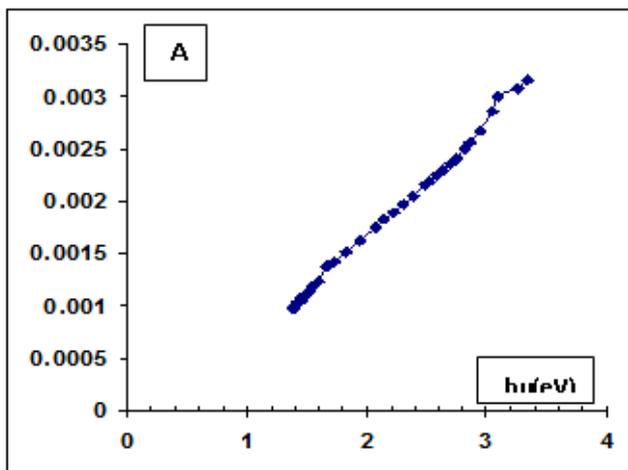
الشكل (2) غشاء نقي بسمك (300nm) بعد التلدين



الشكل (6) غشاء نقي بسمك (300nm) بعد التلدين

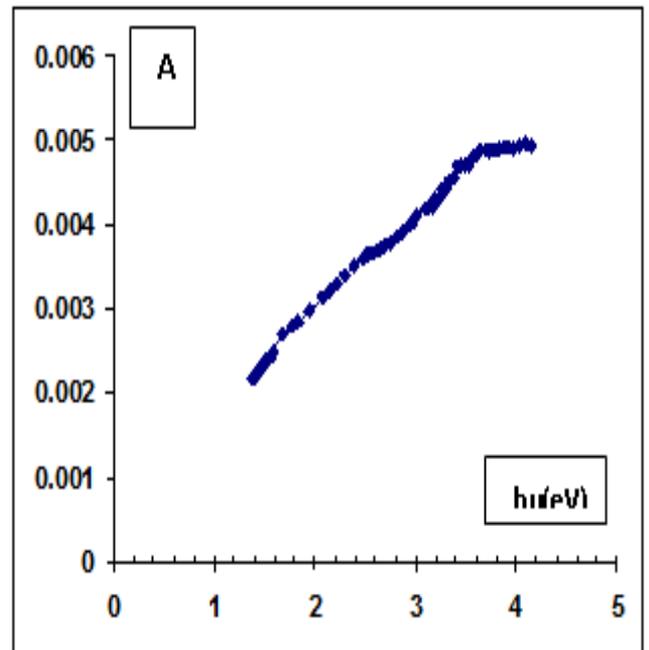


الشكل (7) غشاء نقي بسمك (160nm) بعد التلدين



الشكل (8) غشاء مشوب بسمك (300nm) بعد التلدين

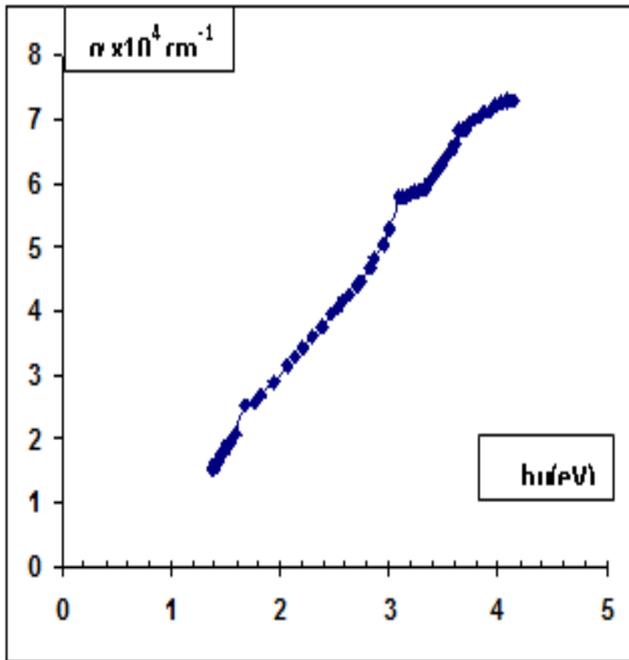
خلال جهاز المطياف مباشرة وقد تم رسم جميع المنحنيات نسبة لطاقة الفوتون. ومن ملاحظة الأشكال (6,8) نلاحظ أن التشويب أدى إلى انخفاض كبير في منحنى الامتصاصية. بينما الأشكال (5,6) فتشير إلى تأثير التلدين حيث نلاحظ أيضاً انخفاض منحنى الامتصاصية وبشكل كبير وهذا يتفق مع نتائج الباحث زهير ناجي (2007) [17]. وكذلك عند ملاحظة الأشكال (6,7) فتشير إلى تأثير تغير السمك على منحنى الامتصاصية حيث نلاحظ أن زيادة السمك تؤدي إلى زيادة الامتصاصية أي أن الامتصاصية تتناسب طردياً مع السمك وتفسير ذلك رياضياً حسب المعادلة (1) أد أن زيادة السمك يتيح مسافة أكبر للضوء داخل الغشاء لتهييج أكبر عدد من الألكترونات، بينما تقلبه سيقلل من تفاعل الضوء مع الغشاء بسبب نفاذ كمية كبيرة من الضوء خلال الغشاء وهذا يتفق مع نتائج الباحث محمد شياع (2006) [12].



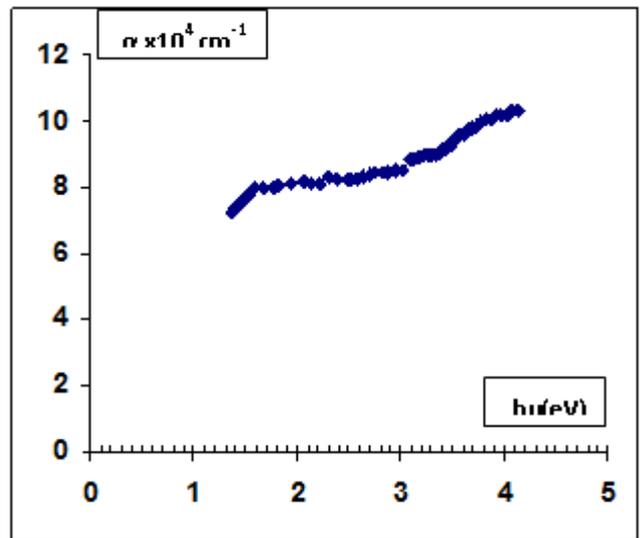
الشكل (5) غشاء نقي بسمك (300nm) قبل التلدين

معامل الامتصاص (α)

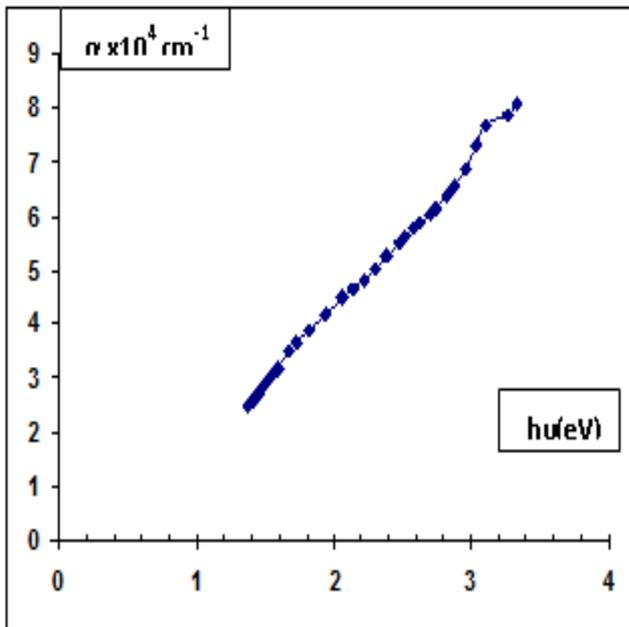
يعرف معامل الامتصاص بأنيبه النقصان الحاصل في فيض طاقة الإشعاع أو الشدة بالنسبة لوحدة المساحة باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط [18] ، وقد تم حساب قيم معامل الامتصاص باستخدام المعادلة (1) وقد تم رسم جميع المنحنيات نسبة لطاقة الفوتون. ومن ملاحظة الاشكال (10,12) نلاحظ أن التشويب أدى الى أنخفاض منحنى معامل الامتصاص عما كان عليه قبل التشويب وهذا يتفق مع نتائج الباحث زهير ناجي (2007) [17]. بينما الاشكال (9,10) فتشير الى تأثير التلدين حيث نلاحظ زيادة واضحة لمنحنى معامل الامتصاص عند الطاقات العالية وأنخفاضه عند الطاقات الواطئة.



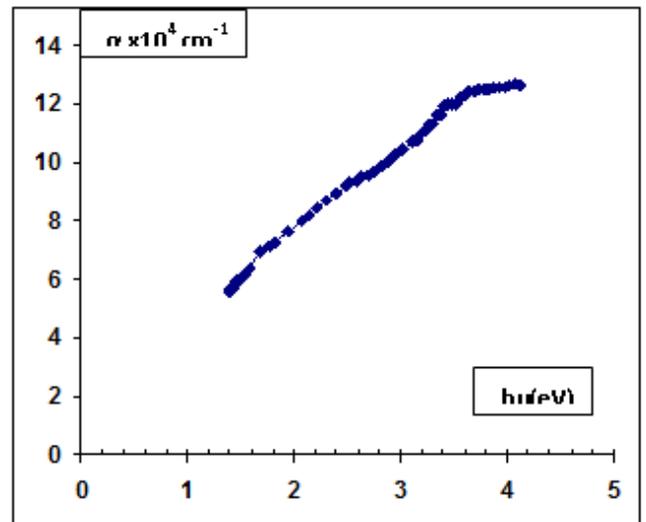
الشكل(11) غشاء نقي بسمك(160nm) بعد التلدين



الشكل(9) غشاء نقي بسمك (300nm) قبل التلدين



الشكل(12) غشاء مشوب بسمك(300nm) بعد التلدين

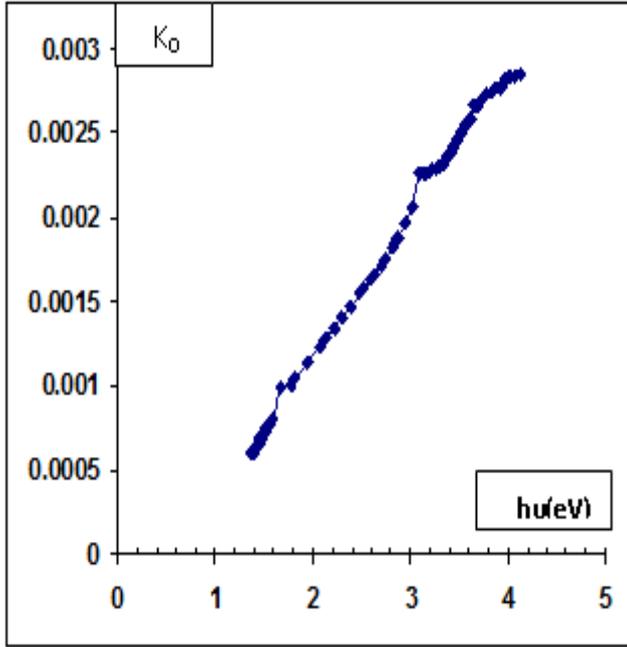


الشكل(10) غشاء نقي بسمك(300nm) بعد التلدين

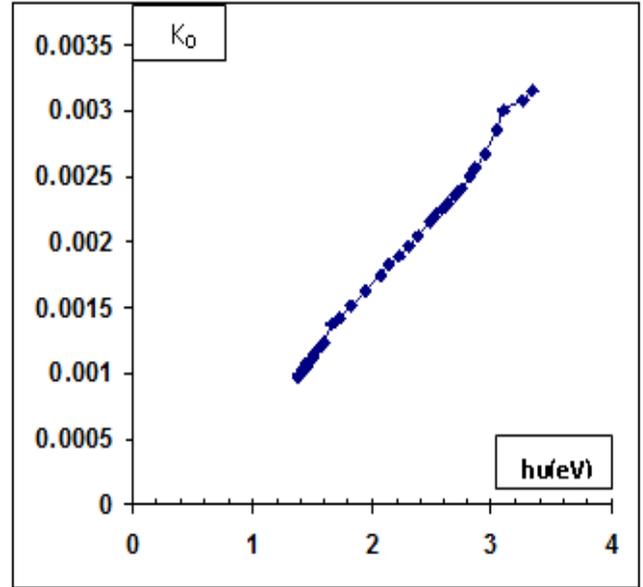
وكذلك عند ملاحظة الاشكال (10,11) فتشير الى تأثير تغير السمك على منحنى معامل الامتصاص حيث نلاحظ أن زيادة السمك تؤدي الى زيادة معامل الامتصاص.

معامل الخمود (k_0)

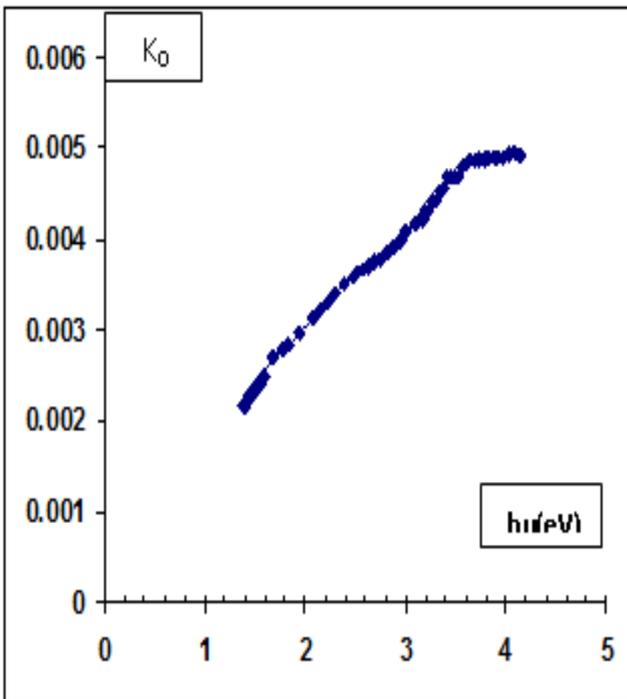
يعرف معامل الخمود بأنه الخمود الحاصل للموجة الكهرومغناطيسية داخل المادة وهو كمية ما تمتصه الإلكترونات من طاقة الفوتونات الساقطة [19]، وقد



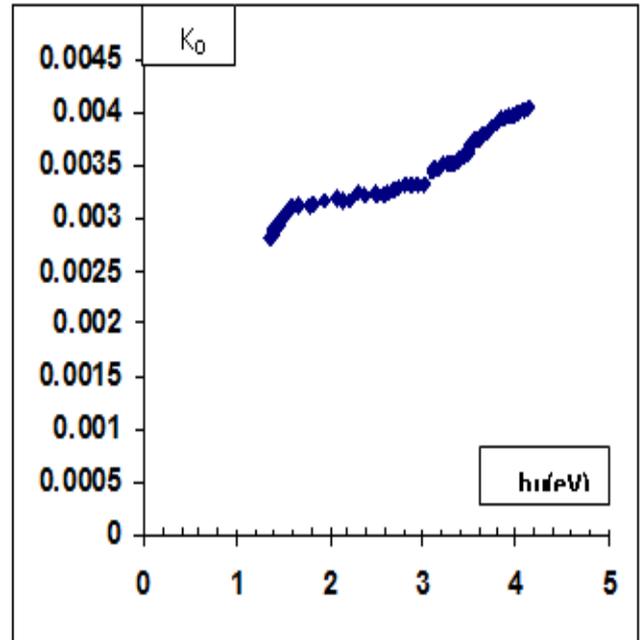
الشكل(15) غشاء مشوب بسلك (300nm) قبل التلدين



الشكل(13) غشاء نقي بسلك (300nm) قبل التلدين



الشكل(16) غشاء مشوب بسلك (300nm) بعد التلدين



الشكل(14) غشاء نقي بسلك (300nm) بعد التلدين

تم حساب قيم معامل الخمود باستخدام المعادلة (2) وقد تم رسم جميع المنحنيات نسبة لطاقة الفوتون. من ملاحظة الاشكال (14,16) نلاحظ أن التشويب أدى الى انخفاض منحنى معامل الخمود عما كان عليه قبل التشويب. بينما الاشكال (13,14) فتشير الى تأثير التلدين حيث نلاحظ زيادة واضحة لمنحنى معامل الخمود عند الطاقات العالية وانخفاضه عند الطاقات الواطئة. وكذلك عند ملاحظة الاشكال

8. منتهى جاسم الحسني، "دراسة الخواص الكهربائية والبصرية لأغشية كبريتيد الخارصين وكبريتيد الرصاص"، رسالة ماجستير، كلية العلوم- الجامعة المستنصرية (العراق-بغداد) (1998).
- 9-M.M.El-Ocker,F.Sharaf, S.M.Yossef , F.Metawe and M. Al-Desouki ,Optical Behaviour of Lead Selenide Films,, Phys. State. Sol.(b) ,Vol.157, P:609-614, (1990).
10. يحيى نوري الجمال، "فيزياء الحالة الصلبة"، الطبعة الثانية، جامعة الموصل، (2000).
11. A. E. Rakhshani, and A. S. Al-Azab, "CdS thin films" Journal Colloid Interface Sci. Chemical Process Engineering Research Institute, July (2005).
12. محمد شياع مرعي "دراسة تأثير السمك والتلدين على الخواص التركيبية والبصرية لأغشية كبريتيد الكاديوم" رسالة ماجستير، كلية التربية-جامعة تكريت، (2006).
13. جاكلين هارباغوان داس "تأثير التشعيع على الخواص البصرية لأغشية كبريتيد الكاديوم" رسالة ماجستير، كلية التربية- الجامعة المستنصرية، (1998).
14. حسين خضير محمد، "دراسة الخصائص البصرية لأغشية أكسيد القصدير الرقيقة النقية والمشوبة بالفضة"، رسالة ماجستير، كلية التربية-جامعة تكريت (2008).
15. صبحي سعيد الراوي وشاكر جابر ويوسف مولود حسن، "فيزياء الحالة الصلبة، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، (1990).
16. R. F. Wallis and M. F. Balkanski, " Semiconductor physics and applications". Oxford University press (2000).
17. زهير ناجي مجيد، "دراسة تأثير التشويب بالنحاس على الخواص البصرية لأغشية كبريتيد الكاديوم"، رسالة ماجستير، كلية التربية- جامعة تكريت، (2007).
18. J.I. Ponkove, "Optical Processes in Semiconductors" Dove Publications, Inc. New York, (1975).
19. جرين مارتن "الخلايا الشمسية"، ترجمة الدكتور يوسف مولود حسن، دار الكتب، جامعة الموصل (1989).
- (14,15) فتشير الى تأثير تغير السمك على منحنى معامل الخمود حيث نلاحظ أن زيادة السمك تؤدي الى زيادة معامل الخمود.
- الاستنتاجات :**
1. يمتلك كبريتيد الكاديوم فجوة طاقة مباشرة مسموحة تساوي (2.42eV) وهي تقع ضمن مدى قيم فجوة الطاقة لأشباه الموصلات.
2. يؤدي التشويب إلى زيادة قيمة فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح ويعزى ذلك الى خلق مستويات طاقة جديدة (قابلة أو مانحة حسب نوع المادة الشائبة) داخل فجوة الطاقة وبالتالي تتداخل هذه الفجوة مع حزمة التوصيل مما يؤدي الى زيادة عرض فجوة الطاقة.
3. نقصان قيمة فجوة الطاقة البصرية بزيادة سمك الغشاء.
4. التلدين يؤدي الى نقصان قيمة فجوة الطاقة البصرية الممنوعة.
5. العوامل أعلاه (التشويب والتلدين وتغير السمك) لها تأثير واضح على بقية الثوابت البصرية والسبب يعود الى ارتباط الثوابت البصرية مع بعضها البعض بعلاقات رياضية عدة.
- المصادر**
1. بان يوسف حنا، "الصفات البصرية لأغشية CdO، ZnO ولمزيجهما بنسب مختلفة" رسالة ماجستير، كلية العلوم- الجامعة المستنصرية (العراق-بغداد) (1991).
2. عبدالمجيد عيادة إبراهيم، نيران فاضل عبدالجبار، قاسم حمادي محمود، "دراسة تأثير التشعيع بأشعة كما على الخواص البصرية للأغشية الرقيقة"، مجلة جامعة كركوك-الدراسات العلمية المجلد(5)-العدد(1) (2010).
3. J. M. Pawlikowski, "Thin solid film",Vol.127, pp.9-27,(1985).
4. مؤيد جبرائيل يوسف، "فيزياء الحالة الصلبة"، الجزء الثاني، جامعة بغداد، (1989).
5. R. A. Smith, "Semiconductors", Cambridge, University press 2nd ed.(1987).
- 6.M.A.Green, "Solar Cells", Translated by Y. M. Hassan, University of Mousul,(1989).
7. علي احمد يوسف، "دراسة الخواص البصرية والكهربائية لكبريتيد الكاديوم المشوب بالفضة، رسالة ماجستير، كلية التربية-الجامعة المستنصرية (العراق-بغداد) (2001).

STUDY THE EFFECT OF DOPPING , ANNEALING AND THICKNESS ON OPTICAL PROPERTIES OF CDS THIN FILMS

ABDUL-MAJEED E. IBRAHIM SABRI J. MOHAMMED TAHSEEN A. ASWAD

ABSTRACT:

Include this research studied the effect some Physics Properties as doping [by CO perhaps(3%)] , annealing [at temperature (300C) for an half hour] and change thickness [(160 , 300) nm] on the some optical properties of CdS thin film which was prepared by thermal chemical phyrolysis method. We prepared many modul of (CdS)Thin film (pure , doping , before annealing , after annealing and different thickness). We notice the effect of each from increase thickness and annealing lead to decrease in forbidden energy gap value , while we notice the effect of dopping lead to increase in forbidden energy gap value. Results showed that energy gap value after annealing for thickness(300 nm) for pure film (2.39)eV and dopping film (2.43)eV , so energy gap value before annealing for pure film and same thickness(300 nm) (2.42)eV , while energy gap value after annealing for thickness (160 nm) (2.58) eV. We notice that over properties had apronoced effect on the few optical properties (Absorptance , Absorption Coefficient , Extinction Coefficient).