دراسة الخواص البصرية لغشاء كبريتيد الكادميوم (CdS) الرقيق

صبري جاسم محمد ، وخالد حمدي رزيج ، ومحمد شياع مرعي
جامعة تكريت ـ كلية التربية ـ قسم الفيزياء

الخلاصة

تم في هذا البحث حساب بعض الخواص البصرية لغشاء مادة (CdS) والمحضر بدرجة حرارة الغرفة وبسمك A(4000)، بطريقة التبخير الحراري الفراغي (Thermal Vacuum Evaporation) تحت ضغط Torr(10^{-6}) على قواعد من الزجاج، فقد تم حساب كل من فجوة الطاقة البصرية الممنوعة وكانت تساوي eV(2.3) وأيضا معامل الامتصاص حيث كانت قيمته اكبر منcm^{-1}(10^4) ، علما إن جميع الثوابت البصرية تم حسابها كدالة لطاقة الفوتون ومن طيفي الامتصاصية والنفاذية .

المقدمة: Introduction

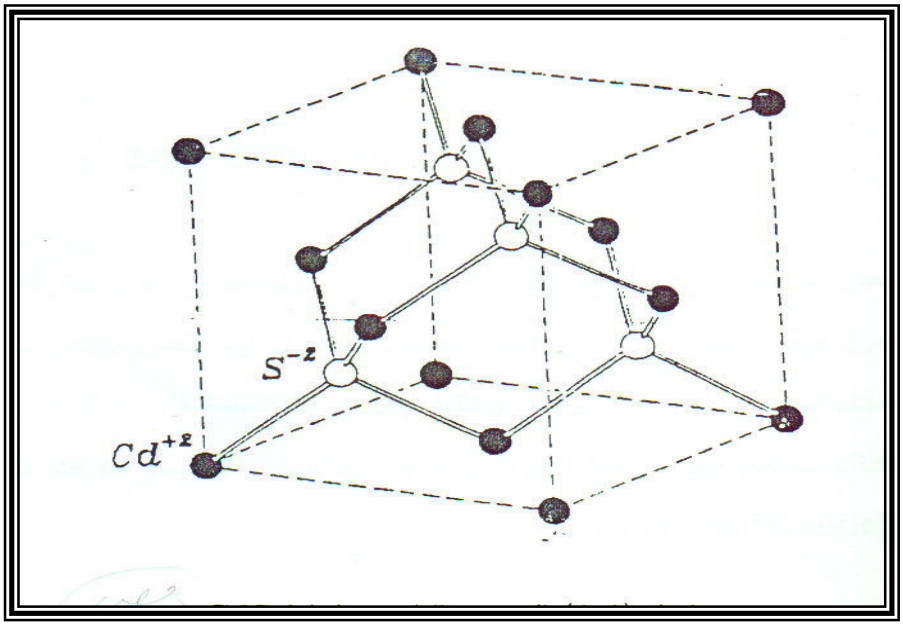
إن الأجهزة الالكترونية الحديثة تعتمد اعتمادا كليا في عملها على مواد ذات خصائص فيزيائية وكيميائية خاصة وهي المواد شبه الموصلة التي تمتلك خواص العوازل عند الدرجات الحرارية الواطئة والصفر المطلق ولها القابلية على التوصيل الكهربائي عندما ترتفع درجة حرارتها إلى حد معين[1] .

وبدأت بحوث مكثفة وموسعة للتعرف على خواص المواد شبه الموصلة وتركيبها (بناءها البلوري) وإمكانية الاستفادة القصوى منها عمليا ، وأثمرت هذه البحوث عن تصنيع المقومات عام (1886) والدايود والترانزستور عام (1964) [2]. ومن ثم الخلايا الشمسية وكذلك تصنيع الدوائر الالكترونية المتكاملة والتي تعتبر الخلفية الحديثة للترانزستور وبهذا صار حقل فيزياء أشباه الموصلات من أهم حقول الفيزياء التطبيقية والذي ما زال يتطور ويتقدم بخطوات حتى دخل مجالات الحياة اليومية[3] .

المركب كبريتيد الكادميوم (CdS)

هو من المواد شبه الموصلة التي تنتمي إلى المجموعة الثانية والسادسة من الجدول الدوري وهو مادة ذات لون اصفر براق يذوب في الماء المقطر وكثافته هي ($4.84gm/cm^3$) ويمتلك تركيب بلوري سداسي ومكعب أحيانا ويرتبط

الكادميوم مع الكبريت في هذا المركب بآصرة تساهمية. وتعتبر مادة كبريتيد الكادميوم من المواد واسعة التطبيق حيث يدخل هذا المركب بصورة رئيسية في صناعة الخلايا الشمسية ويتم ترسيبه مع مواد أخرى مثل الكاليوم ارسينايد لتشكيل طبقات (layer) للحصول على خلايا شمسية ذات مواصفات جيدة[4].والشكل (1) يوضح تركيب كبريتيد الكادميوم البلوري [5].



شكل (1) التركيب البلوري للمركب كبريتيد الكادميوم (CdS)

الجانب العملي The experiment

تم في هذا البحث تحضير غشاء رقيق من مادة كبريتيد الكادميوم بسمك (4000)A° باستخدام طريقة التبخير الحراري الفراغي (thermal vacumme evaporation) تحت ضغط torr(10^{-6}) وعلى أرضيات من القواعد الزجاجية الاعتيادية وبدرجة حرارة الغرفة وقد استخدمنا الطريقة الوزنية لقياس سمك لغشاء وهي تعتمد على فرق الوزن بين القاعدة الزجاجية قبل الترسيب وبعده علما ان هذه الطريقة فيها نسبة خطأ تقريبا (20%) لذلك يجب إضافة نسبة الخطأ إلى الوزن الكلي للمادة لكي نحصل على غشاء بالسمك المطلوب، ولقد تم حساب وزن القاعدة قبل الترسيب وبعده تم باستخدام ميزان حساس نوع (mettler) يستطيع حساب الوزن الى حد gm(10^{-4}).

ولدراسة بعض الخواص البصرية لغشاء مادة (CdS) فقد تم استخدام مطياف من نوع (UV-Visible) ذي الحزمتين ياباني الصنع و تمت برمجة الجهاز وإدخال المعلومات اللازمة بعد ذلك تم تصفير الجهاز باستخدام قاعدتين من الزجاج غير مرسب عليهما غشاء رقيق بحيث توضع إحداهما في شباك المصدر (العينة)(Sample) والأخرى أمام شباك المرجع (Reference) وبالضغط على مفتاح معين للتصفير يصبح الجهاز مهيأ لقياس امتصاصية أو نفاذية الأغشية الرقيقة، بعدها يتم رفع القاعدة الزجاجية الموضوعة في شباك المصدر وتوضع مكانها قاعدة بنفس مواصفات القاعدة الزجاجية الأولى ولكن مرسب عليها غشاء رقيق، بحيث لايترك أي فراغ بين الغشاء وشباك العينة لأنها تؤثر على قراءة الجهاز، حيث يجب أن تسقط الحزمة الضوئية بشكل عمودي على الغشاء. وتتم برمجة الجهاز ضمن الأطوال الموجية nm(900-330) وتشمل الخواص البصرية التي تم دراستها في هذا البحث على التالي:-

الحسابات و النتائج Calculation and results

أ. فجوة الطاقة البصرية الممنوعة (Forbidden Energy Gap)

تعرف فجوة الطاقة الممنوعة بأنها فسحة الطاقة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل وتكون اقل فترة يتواجد فيها الإلكترون[6]. وتعد فجوة الطاقة واحدة من أهم الثوابت في فيزياء أشباه الموصلات إذ يعتمد على تحديد قيمة هذه الطاقة تصنيع العديد من النبائط الالكترونية كالخلايا الضوئية والخلايا الشمسية والكواشف بأنواعها. ويتم اختيار مواد شبه موصلة طاقة الفجوة لها تقارن بطاقة الفوتونات ضمن الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي[7]. وذلك للتعرف على مقدار ما ينفذ أو يمتص أو ينعكس من طاقة الفوتونات المؤثرة على الغشاء. وقد لاحظنا بان المركب (CdS) قد حدثت فيه انتقالات الكترونية مباشرة لذلك قمنا بحساب فجوة الطاقة البصرية الممنوعة للانتقال المباشر المسموح فقط. وذلك من العلاقة التالية [8] .

$$(\alpha h\nu) = A(h\nu - E_g)^r \quad \text{.....(1)}$$

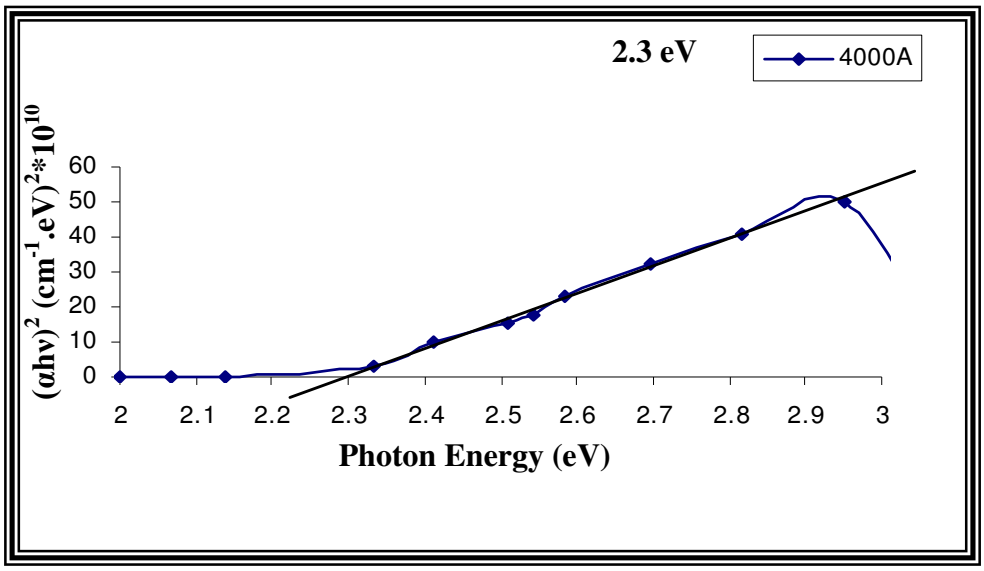
حيث

α : معامل الامتصاص (cm^{-1})

A: امتصاصية مادة الغشاء

h : ثابت بلانك

حيث يبين الشكل (2) فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح لغشاء مادة (CdS) وبسمك $4000)A^{\circ}$ وبدرجة حرارة الغرفة حيث نستطيع الحصول على قيمة فجوة الطاقة الممنوعة وذلك بمد الجزء المستقيم من المنحني ليقطع محور طاقة الفوتون عند قيمة $(\alpha h\nu) = 0$ ونقطة تقاطع الخط المستقيم مع محور السينات تمثل فجوة الطاقة الممنوعة حيث نلاحظ بان قيمة فجوة الطاقة لهذا الغشاء هي 2.3)eV وهذه القيمة هي اقل بقليل من قيمة فجوة الطاقة القياسية لمادة (CdS) ويمكن أن يعزى ذلك إلى توليد مستويات موضعية بين حزمتي التكافؤ والتوصيل مما أدى بالتالي إلى تقليل قيمة الفجوة الممنوعة وساعد كذلك على حصول انتقالات الكترونية مباشرة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل



شكل (2) فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال المباشر المسموح كدالة لطاقة الفوتون لغشاء (CdS) بسمك $4000)A^{\circ}$ والمحضر بدرجة حرارة الغر

ب. معامل الامتصاص (Absorption coefficient)

يعرف معامل الامتصاص بأنه نسبة الفقدان في فيض طاقة الإشعاع باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط ويعتمد على طبيعة مادة الوسط وسمك الغشاء وامتصاصية مادة الغشاء للأشعة الساقطة[9]. حيث يمكن من خلال معامل الامتصاص معرفة الانتقالات الالكترونية المختلفة إذ تدل القيم العالية لمعامل الامتصاص($\alpha \rangle 10^4 cm^{-1}$) على حدوث انتقالات الكترونية مباشرة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل بينما تدل القيم الواطئة لمعامل الامتصاص على حدوث انتقالات الكترونية غير مباشرة($\alpha \langle 10^4 cm^{-1}$). وقد تم في هذا البحث حساب معامل الامتصاص من العلاقة التالية[10].

$$\alpha = 2.303\frac{A}{t} \quad \text{.....(2)}$$

حيث أن

t: سمك الغشاء (cm).

حيث إن المعادلة أعلاه هي مشتقة من قانون لامبرت للامتصاصية. ويوضح الشكل (3) تغير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لغشاء مادة (CdS) وبسمك A°(4000) حيث نلاحظ من الشكل بان معامل الامتصاص يمتلك قيما عالية حيث تكون قيم معامل الامتصاص هي اكبر من ($\alpha \rangle 10^4 cm^{-1}$) ويمكن تفسير ذلك بحصول انتقالات الإلكترونية مباشرة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل. وان قيم فجوة الطاقة المقابلة لهذه القيم هي قيم فجوة طاقة مباشرة.

ج. معامل الخمود K(Extinction Coefficient)

يعرف معامل الخمود على انه الخمود الحاصل للموجة الكهرومغناطيسية داخل المادة وهو كمية ما تمتصه الكترونات المادة من طاقة الفوتونات الساقطة وعلى هذا الأساس فان قيمته تتحدد من خلال تفاعلات الموجة الكهرومغناطيسية مع الوسط. ويتم حساب معامل الخمود من خلال قيم معامل الامتصاص والمحسوبة من طيف الامتصاصية وذلك حسب المعادلة الآتية[11]:

$$K = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \quad \text{.....(3)}$$

حيث أن

α: معامل الامتصاص $(cm)^{-1}$

λ: الطول ألموجي للشعاع الساقط.

وكذلك فان معامل الخمود يمثل الجزء الخيالي من عامل الانكسار المعقد (N) وفق المعادلة التالية[12]:

$$N = \frac{C}{V} = n - ik \quad \text{.....(4)}$$

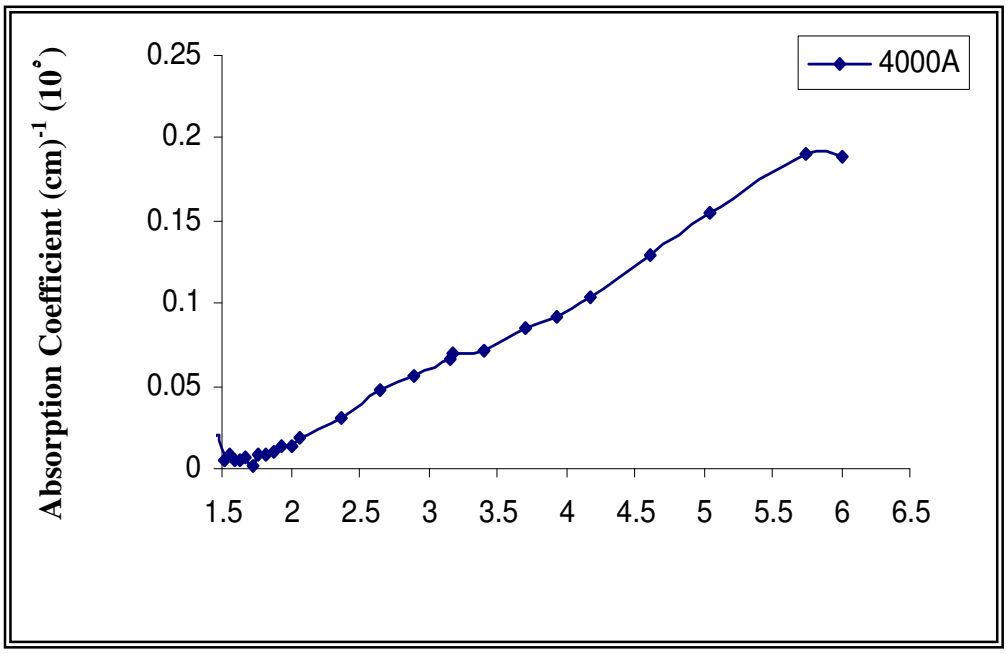
حيث أن

C: سرعة الضوء في الفراغ.

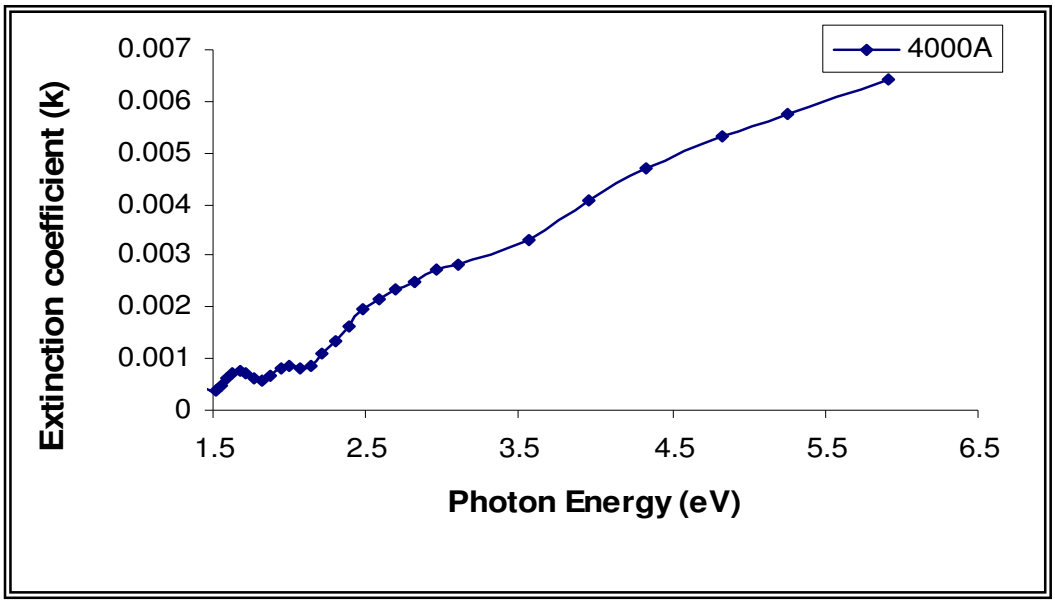
V: سرعة الضوء خلال الغشاء الرقيق

حيث يبين الشكل (4) تغير معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون ونلاحظ بان معامل الخمود يسلك تقريبا نفس سلوك معامل الامتصاص وذلك لارتباطهما وفق المعادلة(3) حيث نلاحظ أيضا أن معامل الخمود يزداد بزيادة طاقة الفوتون إلى حد معين وبعد ذلك نلحظ زيادة سريعة لمعامل الخمود عندما تزداد قيمة طاقة الفوتون لتكون اكبر من قيمة فجوة الطاقة البصرية الممنوعة. كما نلاحظ أيضا بان قيم معامل الخمود هي اقل من قيم معامل الامتصاص.

نستنتج ان الخواص البصرية لغشاءCdS انة يمتلك معامل امتصاص عالي وهذا يدل على حدوث انتقالات الكترونية مباشرة وقد تم الحصول على قيم طاقة الفجوة البصرية ووجد انها قيم طاقة الفجوة المباشرة.



شكل (3) تغير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لغشاء (CdS) بسمك (4000)A° والمحضر بدرجة حرارة الغرفة



شكل (4) تغير معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون لغشاء (CdS) بسمك (4000)A والمحضر بدرجة حرارة الغرفة.

المصادر

1. Martin A. Green "Solar Cell" (Translated to Arabic by Y.M.Hassan), (1989).
2. R.A.Smith "Semiconductors" Cambridge Uniersity Press) (1987).

٣. اس ام زي، "نبائط أشباه الموصلات فيزياء وتقنية" ترجمة الدكتور فهر غالب حياتي والدكتور حسين علي احمد– دار الحكمة للطباعة والنشر جامعة، الموصل، (1990).

4. Hand Book of Chemistry & Physics 59th Edition CRC Press Inc. (1978-1979).
5. B.K.Cupta & O.P.Agnilotri, "Journal of Applied Phys, V.18.No.2, Feb (1979).
6. J.S.Blakmore, "Solid State Physics", (Cambridge Press, 2nd ed, (1986).

٧. علي فؤاد الأمين، "الخواص البصرية لأغشية CdS ، PbS ومزيجهما" رسالة ماجستير، جامعة بغداد، (1996).

8.K.Yatsui, X.D.Kang, Physics of plasma, Vol.1, No.5, P42 (1994).
9. J.I.Ponkove, "Optical Processes in Semicinductors" Dove Publications, Inc.,New York, (1975).
10.S.F.Mattar "Optical and electrical properties of Cu_2O doped with Halogen's group M.Sc. ThesisAl-Mustansiriyah University (1996).
11. A.H.Clark, "Optical Properties of Polycrystalline Semiconductors Film, "in Polycrystalline & Amorphous Thin Films & Devices" edited by lawrece.L.Kazemerki, (Academic Press, 1980).
12. A.H.Clark, Optical Properties of polycrystalline Semiconductors films "In polycrystalline and Amorphous Thin Films and Devices" edited Lawrece kazermrki (A condemic Press) (1980).

Study the optical properties of (CdS)thin film

Sabre Jaseem Mohamad Kald Hamde Rzaieg

Tikret University College of Education
Dept of physics

Mohamed Sheeaa Maree
Tikret University / College of Education
Dept of physics

Abstract

In this study we calculated some of the optical properties for (CdS) thin film prepared in thickness (4000)A° in room temperature on glass substrate by using (thermal vacuum evaporation) method under pressure (10^{-6}) Torr

We calculated the energy which gave energy gap equal to (2.3)eV absorption coefficient is above than (10^{4})cm^{-1} and extinction coefficient. Which shows value less than the absorption coefficient.