دراسة اثر رفع درجة حرارة القواعد الزجاجية على الخواص البصرية لأغشية كبريتيد النحاس(CuS)

هناء حسين سلمان
جامعة القادسية- كلية التربية - قسم الفيزياء

الخلاصة

تم في البحث قياس بعض الخواص البصرية لغشاء (CuS) المحضر بطريقة الرش الكيميائي الحراري وذلك بترسيب الغشاء على قواعد زجاجية وبأبعاد cm (7.6*2.6*1) وبدرجات حرارة مختلفة . تم قياس خواص الامتصاصية والنفاذية للغشاء بواسطة جهاز(UV-1601) ضمن مدى الطول الموجي nm (700-200) ودراسة اثر رفع درجة حرارة القواعد الزجاجية على تلك الخواص وبتحليل البيانات البصرية الخاصة بمعامل الامتصاص وطاقة الفوتون الساقط أمكن رسم العلاقة بين (α hv) كدالة (hv) تم حساب فجوة الطاقة البصرية لهذا الغشاء وقد تبين أن هذه الفجوة تتباين قيمتها بين ev (2.2-3) اعتمادا على درجة حرارة القواعد تم استخدام ثلاث درجات حرارية في هذا البحث وهي (C° 200 ,C°190 ,C°180) لان الغشاء يتحلل في درجات حرارة أعلى من ذلك [1].

المقدمة

مرت تقنية الأغشية الرقيقة بمراحل تطور سريعة نتيجة تميزها بخصائص أساسية تهم التطور التكنولوجي ،مثل التكلفة[الرخيصة والدقة والتقادم والتقلص في الحجم . وهكذا وجدت الأغشية الرقيقة طريقها بجدارة في التطبيقات التكنولوجية الحديثة مثل صناعة الدوائر الالكترونية حيث تستخدم تقنية الأغشية في بناء المحاثات والمقاومات والمتسعات والثنائيات البلورية والترانزستورات كما وتستخدم الأغشية الرقيقة كمرشحات وكواشف للأشعة الكهرومغناطيسية ومرايا عالية الكفاءة وقد وجدت الأغشية الرقيقة المجال الخصب في تطبيقات الطاقة الشمسية إذ تفيد كمرايا حرارية عندما تكون بنفاذية واطئة وانعكاسية عالية في الطيف الحراري (IR) كما وبات مؤكدا اليوم أن الأغشية الرقيقة تلعب دورا بارزا في عمليات تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية بطريقة مباشرة (خلايا شمسية) وبطريقة غير مباشرة والتي يتم فيها توليد طاقة حرارية من الشعاع الشمسي وبالتالي تحويل الحرارة إلى كهرباء .
يستخدم مصطلح الأغشية الرقيقة لوصف طبقة أو طبقات عديدة من ذرات المادة لا يتعدى سمكها مايكرو متر واحد أو عدة نانومترات ،ولأنها رقيقة وهشة يجب ترسيبها على مادة صلبة مثل الزجاج والسليكون او بعض الاملاح او البوليمرات [2] .
أثارت الأغشية الرقيقة اهتمام العلماء أكثر من قرن ابتداءا من عام 1857م عندما تمكن فراداي من تحضير أغشية معدنية وذلك بتبخير سلك معدني في الفراغ عن طريق امرار تيار كهربائي فيه [3].
وفي عام 1876 قام (Adams♀) بتحضير أغشية رقيقة ملاصقة لطبقة البلاتينيوم ودراسة خواصها البصرية والكهربائية ،واستمرت بحوث مكثفة وموسعة للتعرف على خواص المواد شبه الموصلة وتركيبها وبنائها(البلوري) وإمكانية الاستفادة القصوى منها عمليا وأثمرت هذه البحوث عن تصنيع المقومات (Rectifiers)عام1886 والثنائيات(Diode) والثنائيات الضوئية (Photodiode) والترانزستورات عام 1987 [4] .

الخواص البصرية

تصف معاملات الخواص البصرية وبشكل خاص معامل الامتصاص(α) تفاعل الضوء مع الوسط بشكل كمي أي ان الضوء كمات من الطاقة طاقتها تساوي

$$E = h\nu \text{.....(1)}$$

وبدلالة الطول الموجي تأخذ معادلة (1) الشكل التالي:

$$E(ev) = (hc/\lambda) = (1240/\lambda) \text{.....(2)}$$

ويعرف معامل الامتصاص (α)بأنه نسبة النقصان في طاقة الاشعاع بالنسبة لوحدة المسافة بأتجاه انتشار الموجة داخل الوسط ويعتمد على طاقة الفوتون الساقط والطول الموجي وطبيعة سطح الغشاء وفجوة الطاقة لشبه الموصل ونوع الانتقالات الالكترونية داخل حزمة الطاقة [5].
وصف لامبرت (Lambert) الامتصاصية حسب العلاقة بين شدة الضوء الساقط(I_0) وشدة الشعاع النافذ(I) بالصيغةالاتية [6].

$$I(x) = I_0 e^{-\alpha x} \text{.....(3)}$$

$$I_t = I_0 e^{-\alpha t} \text{.....(4)}$$

وتدعى النسبة(I_t/I_0)بالنفاذية(Transmittance)وتمثل شدة الضوء النافذ خلال السمك(t) والساقط والتي تربطها مع الامتصاصية[7]

$$A = Log_{10}\left(I_0 / I_t\right) = Log\ 1/T \text{.....(5)}$$

$$Ln\left(I_0 / I_t\right) = \alpha t \text{.....(6)}$$

$$2.303 Log\left(I_0 / I_t\right) = \alpha t \text{.....(7)}$$

$$\alpha. = 2.303\, A/t \text{ .....(8)}$$

ومن المعادلة اعلاه يمكن ان نعلم ان معامل الامتصاص هو العامل الاساسي في استنتاج فجوة الطاقة فبحساب طاقة الفوتون من المعادلة(2) وايجاد قيمة معامل الامتصاص من المعادلة(8)واستخدام المعادلة الاتية

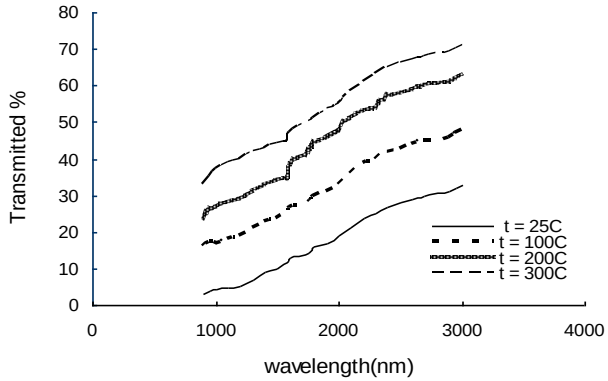
$$\alpha h\nu = A_0\left(h\nu - E_g\right)^r \text{.....(9)}$$

حيث ان

h **ثابت بلانك،** A_0**:ثابت،** **r: (3،2،3/2،1/2) عدد نسبي،** ***ν*** **:تردد الشعاع الساقط.**

النتائج والمناقشة

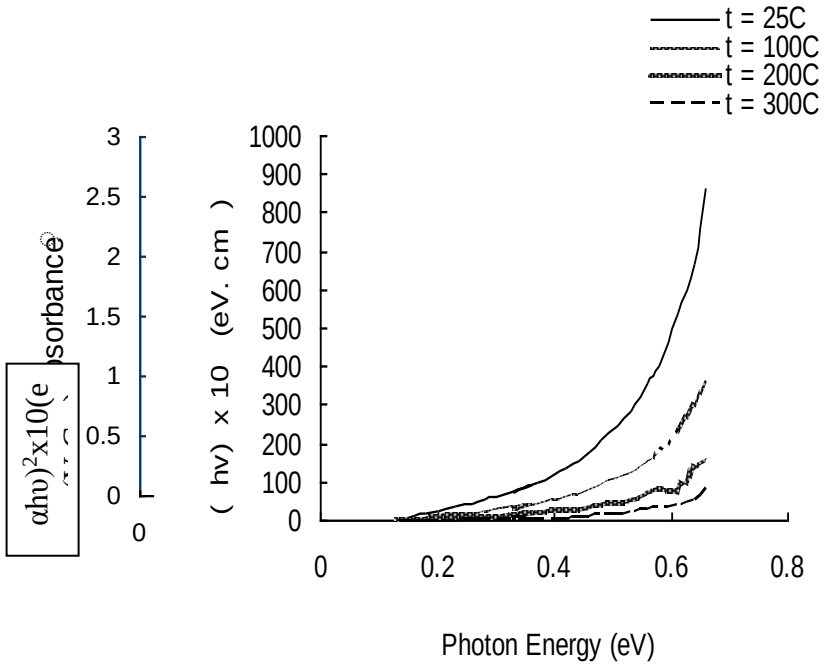
تم في هذا البحث حساب فجوة الطاقة البصرية لغشاء (CuS) من خلال قياس النفاذية كدالة للطول الموجي للغشاء وبدرجات حرارة مختلفة وكما مبين في الشكل (1).



شكل (1) النفاذية كدالة للطول الموجي لغشاء PbS بدرجات حرارة مختلفة

λ

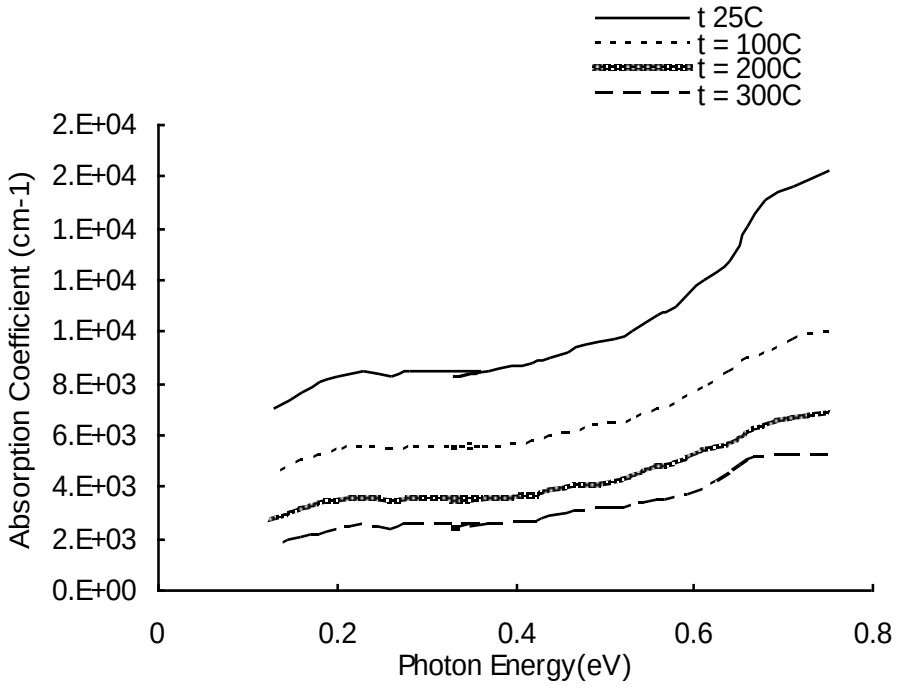
يبين الشكل (1) اثر رفع درجة حرارة القواعد على نفاذية غشاء (CuS)حيث يتبين من الشكل (1) ان رفع درجة حرارة القواعد تسبب زيادة النفاذية وتكون النفاذية اعلى ما يمكن عند اعلى درجة حرارة للقاعدة (200 ^oC) وقد يعزى ذلك الى ان رفع درجة حرارة القواعد الزجاجية يعمل على زيادة فجوة الطاقة بسبب التخلص من بعض العيوب البلورية او زيادة نمو حجم الحبيبات كما يبين ذلك الشكل(2).



شكل (2) فجوة الطاقة المباشرة لغشاء PbS بدرجات حرارة مختلفة

اذ يبين الشكل (2) فجوة الطاقة البصرية المحسوبة للغشاء من خلال رسم العلاقة بين$(\alpha h\upsilon)^2$ وطاقة الفوتون الساقط ضمن المدى(200-700)nm حيث تتحقق المعادلة (hv=Eg) بمد الجزء المستقيم من المنحنيات الى$(\alpha h\upsilon)$ فيقطع محور الطاقة عند قيمة معينة تمثل فجوة الطاقة لتلك الدرجات الحرارية المختلفة . كما يتبين من الشكل(2) ان فجوة الطاقة البصرية تتباين من ev(3-2.2) اعتمادا على درجة حرارة القواعد. ان هذا السلوك للنفاذية يعاكس السلوك للامتصاصية كما يبين ذلك الشكل(3).

يتبين من الشكل (3) ان رفع درجة حرارة القواعد الزجاجية يسبب نقصاغن الامتصاص اذ يصل الامتصاص الى اقل من (0.2) للاطوال الموجية (λ>600). ان ذلك يعني ان رفع درجة حرارة القواعد يعمل على نقصان معامل الامتصاص وكما مبين في الشكل (4).



شكل (3) علاقة معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون لغشاء PbS
بدرجات حرارة مختلفة

يبين الشكل (4) تغير طاقة الفوتون مع معامل الامتصاصية لغشاء(CuS) اذ يلاحظ نقصان معامل الامتصاص حتى بلوغه ادنى قيمة عند الدرجة (200 °C) .ويعزى ذلك لزيادة تبلور المادة التي بدورها تقلل العيوب البلورية ،وكذلك تسبب تقليل المستويات الموضعية الموجودة داخل فجوة الطاقة الممنوعة التي تنتج عن وجود خلل او عيوب في التركيب البلوري.

الاستنتاجات

أظهرت نتائج البحث أن أغشية (CuS) تمتلك نفاذية واطئة في المنطقة القريبة من (IR) وتزداد نسبة هذه النفاذية بزيادة درجة حرارة القاعدة المرسب على الغشاء كما وتم استنتاج أن غشاء (CuS) ذو فجوات طاقة قليلة جدا (0.43)ev بسمك (300)nm وتزداد زيادة طفيفة بزيادة درجة حرارة القاعدة وتتباين من ev (0.45-0.47) اعتمادا على درجة حرارة القاعدة وكذلك أظهرت النتائج زيادة معامل الامتصاص بزيادة طاقة الفوتون الساقط ،وذلك يعود إلى مستويات ثانوية داخل فجوة الطاقة القريبة من حزمة التوصيل . ومن خلال القيم المحسوبة لمعامل الامتصاص تم استنتاج أن جميع الانتقالات لغشاء (CuS) هي انتقالات الكترونية مباشرة.

References

1-Technical University of cluj-Nupoca Romania

http://chimic.uteluj.utcluj.ro/~nascu

2- L.L.Kazmerski,,1980,"Electrical Properties of Polycrystalline Semiconductor Thin Films".

3 - K.L.Chopra, , 1970 , "Thin Film Phenomena's Technology", McGraw-Hill Comp, New York .

4- R. A. Smith, (1987) "Semiconductors", 2ndEdition, (Cambridge University press) .

5- Jacques I. Ponkove , 1975 , "Optical Processes in Semiconductors Dove Publications" lnc ., New York.

6 - B.G.Streetman, 1991, "Solid State Electronic Devices" (Prentice-Hell of lndia Private Limited New York.

7 – B. Altioka and S. Aksay , 2005, "Optical Properties Of CuInS Films Produced by Spray Pyrolysis Method"

Study on Effect temperature of substrates on Optical Properties of (CuS) Thin Films

H.Hussein.Salman

Department of Physics ,University of AL-Qadisiya

Abstract

(CuS) thin films was prepared by *Spray Pytolysis Method (SPM).* Glass substrates with (1 * 2.6 * 7.6) cm were used at different temperature (180ºC ،190ºC ، 200ºC) .

The optical properties of the (CuS) films such as absorbance and transmittance have been analyzed using (UV – 1601) instrument at the wavelength range (200 – 1,100,00) nm. The optical band gab energy has been obtained from the plot between (αhv) and (hv) was (2.1) eV. The absorption spectra of the films showed that this compound is a direct band gap and this gap decrees with substrates temperatures .