دراسة بعض الصفات البصرية لأغشية أوكسيد النحاس الرقيقة

حنان رضا عبد علي

قسم الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

المستخلص:

حضرت أغشية اوكسيد النحاس باستخدام طريقة الترسيب الكيميائي الحراري . من منحني الامتصاصية والنفاذية . تم دراسة معامل الامتصاص،فجوة الطاقة المحظورة في الانتقال المباشر المسموح والممنوع كذلك فقد درست قيم ثابت العزل الحقيقي والخيالي كدالة لطاقة الفوتون .

المقدمة :

يعد فرع فيزياء الأغشية الرقيقة من الفروع المهمة لفيزياء الحالة الصلبة وهذا الفرع يتعامل مع نبائط دقيقة تتصف جميعها بأنها ذات سمك صغير جدا يقل عن واحد مايكرون [١] ، استخدم في هذا البحث اوكسيد النحاس والذي يعد من المواد شبه الموصلة المهمة،لا يذوب بالماء أو القواعد ويمكن الحصول عليه من أكسدة النحاس ويتميز بتركيبه البلوري الأحادي الميل وكذلك فهو شبه موصل نوع (p-type) أي أن حاملات الشحنة الأغلبية هي الفجوات [٢] .

يمتاز اوكسيد النحاس باللون البني الغامق وله الكثير من التطبيقات وخصوصا في المجمعات الضوئية–الحرارية الشمسية إذ تتطلب هذه التطبيقات كفاءة عالية ومدى جيد من الاستقرارية وكذلك تتطلب امتصاصية عالية في مدى الطول الموجي المرئي ،بالإضافة إلى استخدامه في صناعة الخلايا الشمسية[3-5].

يهدف البحث الحالي إلى تحضير أغشية رقيقة من مادة اوكسيد النحاس باستخدام طريقة الترسيب الكيميائي الحراري وبظروف تحضير منتخبة وتهدف إلى تحسين الصفات الضوئية لهذه الأغشية.

وقد اعتمدت طريقة الترسيب الكيميائي الحراري من قبل العديد من الباحثين [6-8] إذ تمتاز هذه الطريقة بخصائص من أهمها بساطة وقلة تكاليف الأجهزة المستخدمة ،يمكن استخدامها في الظروف الجوية الاعتيادية ، يمكن تحضير أغشية مواد ذات درجات انصهار عالية ،يمكن تحضير أغشية ذا تجانس جيد بمساحات كبيرة قد يتعذر تحضيرها بطرق أخرى ،تعد طريقة ملائمة لتحضير أغشية اكاسيد وكبريتات المواد.

العمل التجريبي :

حضرت أغشية اوكسيد النحاس بطريقة الترسيب الكيميائي الحراري على قواعد زجاجية من زجاج البوروسليكات وقد تطرق لطريقة عمل الجهاز العديد من الباحثين [9,10] أذيب كلوريد النحاس (Cucl) بعيارية (٠،١) مولاري وهو مصدر لايونات النحاس المجهز من قبل شركة BDH وبنقاوة ٩٨% في ٥ مل من حامض الهايدروكلوريك المخفف ثم أضيف إلى المحلول ٤٥ مل من الاثيانول و٥٠ مل من الماء المقطر (المعاد تقطيره مرتين) ومزج الخليط مزجا جيدا باستخدام خلاط زجاجي إلى أن تم الحصول على سائل رائق خالي من العوالق وفي درجة حرارة الغرفة ثم وضع المحلول في جهاز الرش وثم رشه على قواعد زجاجية ساخنة للحصول على أغشية اوكسيد النحاس لقد وجد أن أفضل الظروف للحصول على أغشية رقيقة متجانسة ،خالية من الثقوب الابرية ،متماسكة مع القاعدة فان عملية الرش يجب أن تخضع للقواعد التالية :-

١- درجة حرارة القاعدة ٧٢٣ k .

٢- معدل الرش $10 cm^3$ /min .

٣- ضغط الهواء 1.1×10^6 dyne/cm^2 .

٤- مدة الرش ١٥ sec .

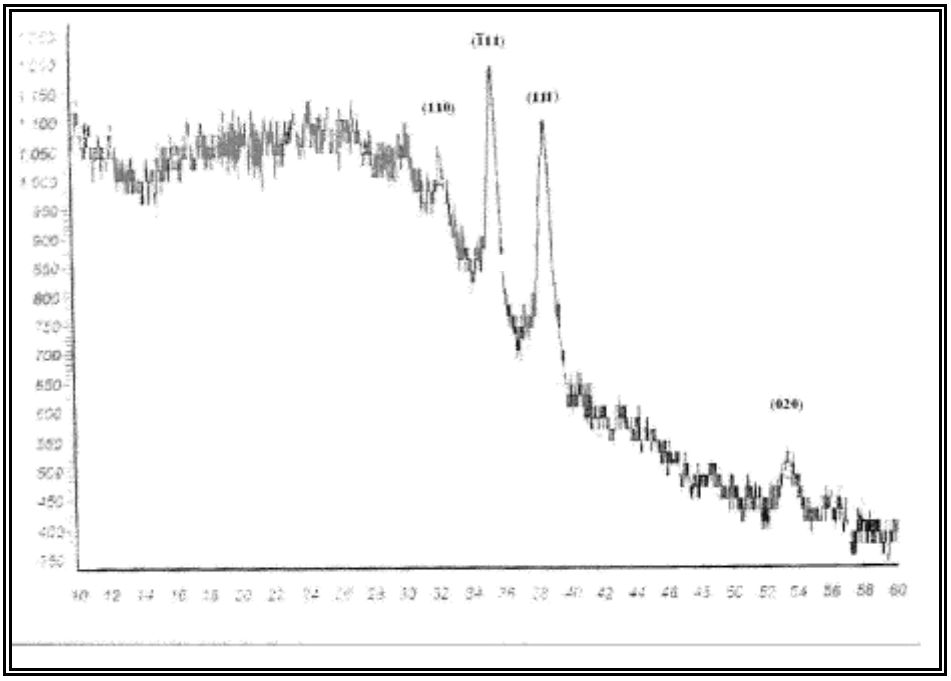
٥- فترة التوقف بين رشة وأخرى ٣ minute .

لقد تم قياس سمك الغشاء بطريقة الوزن وذلك باستخدام ميزان الكرتون حساس من نوع ميتلر تبلغ حساسيته (10^{-5})g وذلك لوزن القواعد الزجاجية قبل وبعد الترسيب وقد كان سمك الأغشية المحضرة بحدود A^o ٤٠٠ ± ٤٠٠٠ .

سجل طيفي الامتصاصية والنفاذية باستخدام مطياف من نوع pu -8800- uv/vis spectrophotometer ذي الحزمتين مجهز من شركة Philips ولمدى من الأطوال الموجية يتراوح بين (330-900 nm) وقد سجلت جميع القياسات في درجة حرارة الغرفة ، وضع برنامج حاسوبي لحساب كافة الخصائص البصرية قيد الدراسة.

النتائج والمناقشة :

أظهرت نتائج التشخيص بتقنية حيود الأشعة السينية أن الأغشية المحضرة كافة ذات تركيب متعدد التبلور ومن النوع أحادي الميل وهذا يتطابق مع البحوث السابقة في هذا المجال [11] يوضح الشكل (١) مخطط حيود الأشعة السينية وعند مقارنة النتائج التي حصلت عليها مع بطاقة المؤسسة الأمريكية لفحص المواد ،جاءت النتائج ذات تطابق جيد ولكن هناك إزاحة صغيرة لقمم حيود الأشعة السينية للأغشية المستخدمة نسبة إلى قمم المسحوق ،وقد يعزى السبب في ذلك إلى الإجهاد الميكانيكي الناتج من الشوائب أو العيوب أو الفراغات الكامنة في الغشاء [12].



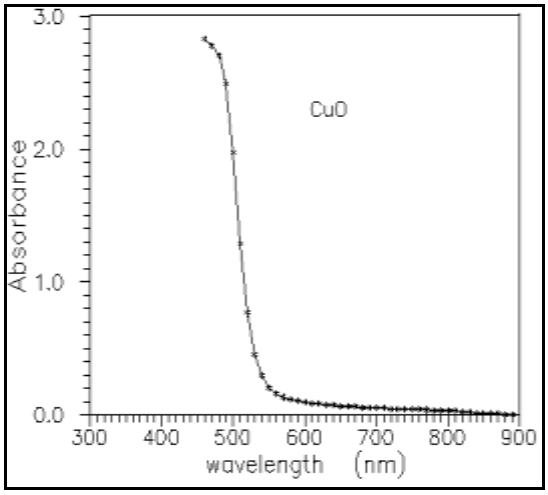
شكل (١) حيود الأشعة السينية لغشاء اوكسيد النحاس

يبين الشكل (٢) منحني الامتصاصية كدالة للطول الموجي ومن ملاحظة الشكل يتبين أن الامتصاصية تكون عالية عند الأطوال الموجية القصيرة في حين تقل الامتصاصية عند الأطوال الموجية الكبيرة ومن المعلوم بان امتصاصية المواد تتأثر بعوامل عدة منها السمك ،طول موجة الإشعاع الساقط ولون المادة .

لقد تم قياس معامل الامتصاص α لأغشية CuO باستخدام العلاقة :

$\alpha = 2.303\ A/t$

A يمثل الامتصاصية بعد التصحيح و t يمثل السمك



شكل(٢) الامتصاصية كدالة للطول الموجي

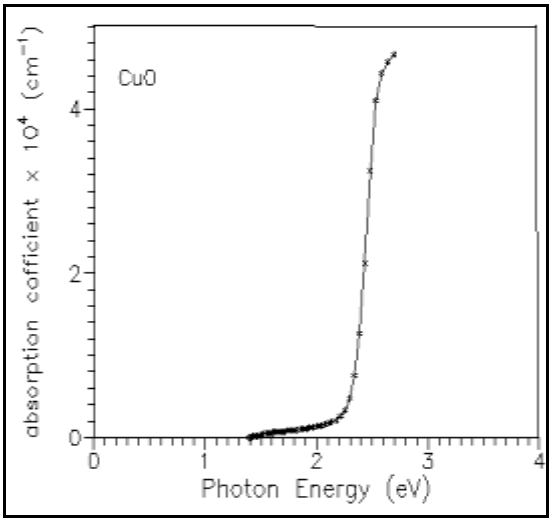
يوضح الشكل (٣) العلاقة بين معامل الامتصاص وطاقة الفوتون ، ومن الشكل يتضح أن قيمة معاالامتصاص.ص تتزايد زيادة طفيفة ضمن الطاقة الفوتونية ev (٢,١-١,٥) ومن ثم تبدأ قيمة معامل الامتصاص بالزيادة السريعة والتي عندها يمكن أن نستنتج حافة الامتصاص. نلاحظ أن حافة الامتصاص لا تكون حادة بل على شكل منحني وهذا يدل على أن الأغشية المحضرة بهذه الطريقة هي ذات تركيب متعدد التبلور [13] كذلك فان معامل الامتصاص المتمثل بالمدى قبل حافة الامتصاص ينسب إلى الامتصاص من قبل الشوائب أو الانتقالات ضمن الحزمة وتحدث عند الأطوال الموجية التي تكون فيها طاقة الفوتون الساقط اقل من فجوة الطاقة المحظورة [14] وتدل القيم العالية لمعامل الامتصاص($\alpha>10^4\ cm^{-1}$) على أن احتمالية الانتقال الالكتروني تكون كبيرة وتصنف ضمن الانتقالات الالكترونية المباشرة .

حسبت فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر بنوعيه المسموح والممنوع باستخدام العلاقة[14] :

$(\alpha h\upsilon)=B(h\upsilon-Eg)^r$

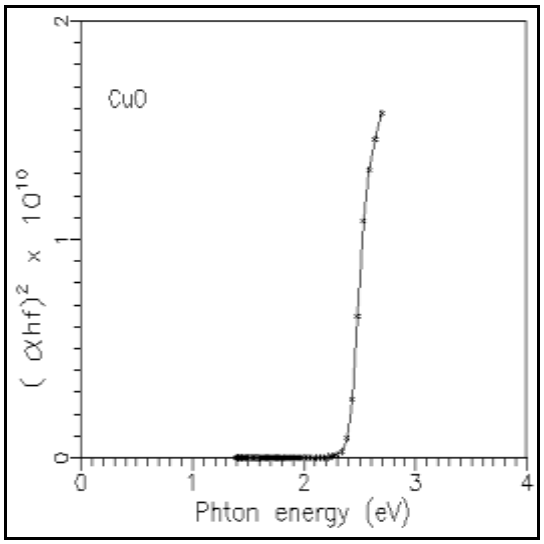
إذ أن B ثابت يعتمد على طبيعة المادة، Eg فجوة الطاقة الممنوعة hυ طاقة الفوتون ،r قيمة تعتمد على طبيعة الانتقالات فتساوي ½ للانتقال المباشر المسموح وتساوي3⁄2 للانتقال المباشر الممنوع .

ولغرض تعين فجوة الطاقة المحظورة للأغشية المحضرة. رسمت العلاقة بين $(\alpha h\upsilon)^r$ وطاقة الفوتون وبرسم مماس من أفضل خط مستقيم تمر به النقاط عند حافة الامتصاص إذ أن تقاطع هذا المماس مع المحور السيني يعطي قيمة فجوة الطاقة المحظورة .



شكل(٣) معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون

يمثل الشكل(٤) العلاقة بين^{٢}(αhυ) وطاقة الفوتون إذ يتضح من الشكل أن قيمة فجوة الطاقة للغشاء تساوي2.32ev .

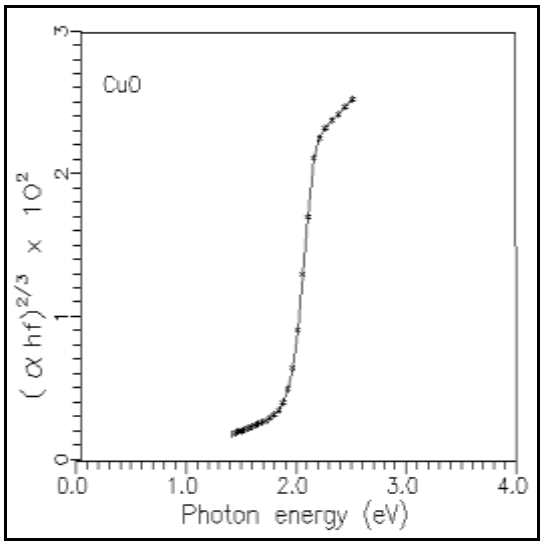


شكل (٤) $(\alpha h\nu)^2$ كدالة لطاقة الفوتون

ونلاحظ من الشكل(٥) العلاقة بين $^{2/3}$(αhυ) وطاقة الفوتون .لقد وجد بأن قيمة فجوة الطاقة تساوي1.8evللانتقال المباشر الممنوع تم حساب ثابت العزل الكهربائي الحقيقي والخيالي باستخدام العلاقتين[15] :

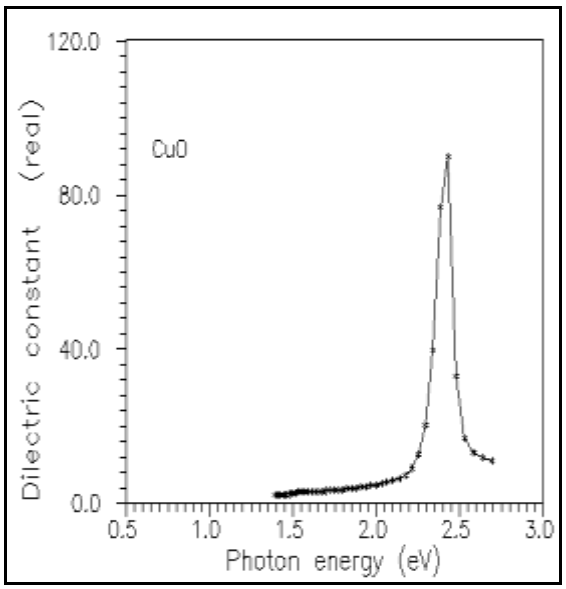
$\varepsilon_1 = n_0^2 - k_0^2$

$\varepsilon_2 = 2 n_0 k_0$

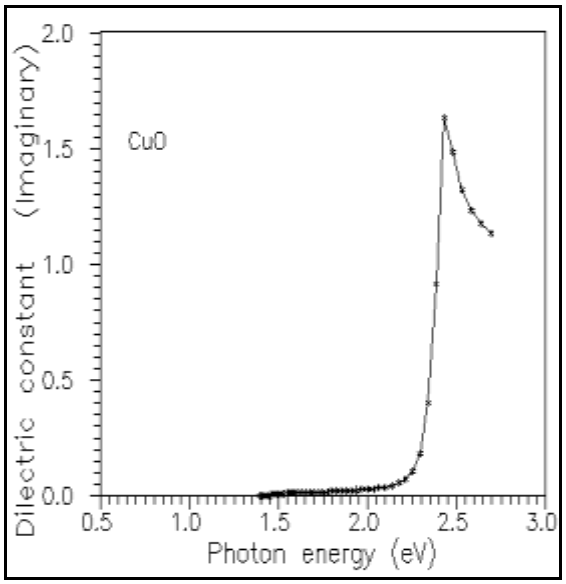


شكل(٥) $(\alpha h\nu)^{2/3}$ كدالة لطاقة الفوتون

يبين الشكلان (٦) و(٧) قيم ثابت العزل الحقيقي كدالة لطاقة الفوتون للأغشية قيد الدراسة ويتبين من الأشكال أن قيم الجزء الحقيقي من ثابت العزل تكون اكبر ما يمكن عند طاقة الفوتون 2.38ev ثم تبدأ بالنقصان بعد ذلك . أما الجزء الخيالي من ثابت العزل فتكون اكبر ما يمكن عند 2.41ev ثم تبدأ بالنقصان .



شكل(٦) ثابت العزل الحقيقي كدالة لطاقة الفوتون



شكل(٧) ثابت العزل الخيالي كدالة لطاقة الفوتون

الاستنتاجات :

١- إمكانية تحضير أغشية رقيقة من مادة اوكسيد النحاس باستخدام كلوريد النحاس وبظروف التحضير المنتجة على درجة عالية من التجانس والالتصاق بالقاعدة .

٢- طبيعة الانتقالات الالكترونية كانت انتقالات مباشرة بنوعيها المسموح والممنوع .

٣- أن زيادة قيمة ثابت العزل الحقيقي للمادة يؤدي إلى زيادة قابلية المادة على الاستقطاب .

References:

1- K.L. Chopra, "Thin Film Phenomena", Mc Grow-Hill New York,(1969).
2- Z.M. JarZebsk:, "Oxide Semiconductors", New York,(1974)
3- Z.H. Gan ,G. Q. Yu, B.K. Tay, C. M. Tan, Z. W. Zhao, J. Phys.D:Appl.,Vol.37,P.81,(2004).
4- J. Morales, L. Sanchez, F. Martin, J. R. Ramos-Barrado, M. Sanchez, Electrochima Acta. ,Vol.49,p.4589,(2004).
5- D. Chauhan, V.R. Satsangi, S. Dass, R. Shrivastav, Bull. Mater. Sci. ,Vol.29, No. 7,P.709,(2006).
6- A.K.Abass,"Solar Energy Materials",Vol.10,(1988).
7- S.Shanthi,C.Subramanian,P.Ramasamy,Cryst.Res.Technol.,Vol.34,(1999),P.1037.
8- E. Elangovan, K. Ramesh, K. Ramamurthi, Solid State Communication,Vol.130,(2004),P 523.
9- O.P. Agnihotri, M.T. Mohamad, A.K Abass, K.I. Arshak, Solid State Commun, Vol. 47, (1983), P195.
10- A.K. Abass, F.Y.M. AL.Eithan, R.H. Misho, Phys. Stat. Sol(a),Vol.89,(1985),P.225.
11- A.A.Kalaf,"TheEffect of Flourine doping on the electronic transition and energy gaps of CuO Thin films", M.Sc. Thesis, AL.Mustansiriya University,(1989).
12- A.A.Dakhel,F.Z.Henari,Crys.Res.Technol.,Vol.38,No.11,(2003),P.979.
13- N.F. Habubi, K.A. Misjal and A.F. Atwan, J. of College of Education, No.6,(2000),P.41.
14- S.M. SZe, "Physics of Semiconductor devise",2nd edition, John Wiley and Sons, Inc. Canada,(1976).
15- M.A. Khashan, A.M. EL-Naggar, Optics Commuications,Vol.174,(2000),P.445.

A Study of Some optical properties of CuO thin films

Hanan Ridha Abd Ali

Physics Dept., Education College, Tikrit University, Tikrit, Iraq

Abstract:

A copper oxide thin film were prepared by chemical spray paralysis technique. From the absorption and transmittance properties the absorption coefficient, forbidden energy gap for the direct allowed and forbidden transitions respectively, have been studied. The real and imaginary part of the dielectric constant as a function of photon energy have been calculated.