دراسة تأثير التلدين و التشعيع بليزر الأركون على بعض الخواص البصرية لأغشية اوكسيد النحاس(CuO)

زهير ناجي مجيد

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

الملخص

تم في هذا البحث دراسة تأثير التلدين و التشعيع بليزر الأركون على بعض الخواص البصرية لأغشية اوكسيد النحاس والتي حضرت بطريقة الرش الكيميائي الحراري ولسمك 1000A°. حيث تمت دراسة الخواص البصرية للغشاء والتي تتضمن (الانعكاسية و فجوة الطاقة ومعامل الامتصاص) كدوال لطاقة الفوتون . وهذه الخواص قد تمت دراستها في المنطقة المرئية والفوق بنفسجية في مدى الأطوال الموجية من (300-900)nm وذلك باستخدام مطياف من نوع (UV-Visible) . ثم درست الخواص قبل وبعد التلدين و التشعيع تبين من خلال النتائج إن هذه الخواص قد تغيرت بعد التلدين و التشعيع.

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 (1µm) ناتجة عن تكثيف الذرات أو الجزيئات أو الايونات والتي تمتلك خواص فريدة هامة تختلف عما إذا كانت عبارة عن جسم سميك كالصفات الهندسية والفيزيائية وعدم توازن تركيبها المايكروي وللأغشية الرقيقة استعمالات واسعة ضمن مجالات متعددة حيث تدخل في صناعة العديد من مكونات الأجهزة الإلكترونية الدقيقة و الكواشف ومعدات الخزن المغناطيسي ومرشحات التداخل والطلاء العاكس وغير العاكس كما تستخدم في صناعة الدوائر المتناهية الدقة والدوائر الكهربائية للمجهر الإلكتروني وفي صناعة عوازل المتسعات والمقومات . ونظرا لصغر حجمها وخفة وزنها فإنها تستخدم في الحاسبات الرقمية [1,2].

إن فيزياء الحالة الصلبة هي احد العلوم المهمة التي تعنى بدراسة الخواص الفيزيائية المختلفة للمواد الصلبة التي تشمل الأواصر وترتيب الذرات واستقطاب الجزيئات وتصرفات الالكترونات الحرة والطليقة في المادة بالإضافة إلى الخواص الكهربائية للمواد النقية وتلك التي تحتوي على شوائب، إضافة إلى الخواص المغناطيسية والميكانيكية للمواد في درجات حرارية واطئة و تترتب ذرات المواد الصلبة على هيئة وحدات هندسية أولية تعيد نفسها بانتظام ضمن فضاء الجسم الصلب، وتبعا لدرجة الانتظام فان المواد الصلبة توجد بإشكال عديدة تتراوح في العادة بين أحادية البلورة (single crystal) التي تمثل أعلى درجة انتظام والعشوائية (Amorphous) التي تفتقر الى الانتظام البلوري.إن الخصائص البصرية للمواد الصلبة تعتمد على توزيعات الالكترونات في ذراتها وبالتالي فهي تعتمد على طريقة ترتيب وانتظام الذرات، لذا فان من متطلبات فهم هذه الخصائص ودراستها تحديد علاقتها بالخصائص التركيبية للمواد الصلبة بشكل عام وأشباه الموصلات بشكل خاص. و تتأثر المواد شبه الموصلة بالحرارة والضوء والمجال المغناطيسي فضلا عن تأثير الشوائب، ونتيجة لحساسية المواد شبه الموصلة بهذه العوامل فقد أصبحت من المواد البالغة الأهمية في التطبيقات المختلفة [3,4]. و يعد ليزر الأركون احد أصناف الليزرات الأيونية للغازات النبيلة التي تعمل في المنطقة المرئية والمنطقة فوق البنفسجية من الطيف ويقع ضمن هذا الصنف أيضاً ليزرات أيونية لغازات نادرة مثل الكريبتون و الزينون وتعمل هذه الليزرات في الغالب بموجة مستمرة التي يكون تأهيل المستوى العلوي لليزر أكثر من تأهيل المستوى السفلي . مع أن القليل منها يعمل بموجة نبضية التي يكون فيها تأهيل المستوى العلوي اقل من تأهيل المستوى السفلي لفترة قصيرة جدا. وهو ذو طاقة (150mW) وبطول موجي (515nm) و بقدرة (1326.964 W/cm^2) ويستخدم في المجالات الطبية بشكل واسع [5].و يعتبر **(CuO)** من أشباه الموصلات المهمة وذلك لكونه احد مركبات النحاس الكيميائية ويمكن الحصول عليه من أكسدة النحاس ويتميز بتركيبه البلوري الأحادي الميل ويمتاز باللون البني الغامق وهو عديم الرائحة وبالنظر لامتلاكه فجوة طاقة كبيرة نسبيا" حوالي (2eV)ومعامل امتصاص عالي في المنطقة المرئية يستخدم في التطبيقات الشمسية وخاصة الخلايا الضوئية – الحرارية الشمسية حيث يتطلب امتصاصية ذات كفاءة عالية ومدى جيد من الاستقرارية وكذلك تتطلب امتصاصية عالية في مدى الطول ألموجي المرئي [6] .

بعض الخواص التي تمت دراستها في هذا البحث

1- **الانعكاسية :**

وهي أولى العمليات الفيزيائية التي تحصل للضوء لحظة سقوطه على سطح المادة وهي تمثل النسبة بين شدة الضوء المنعكس عن المادة إلى شدة الضوء الساقط وهذه خاصية السطوح الصقيلة. وتعتمد قيمة الانعكاس في الأغشية الرقيقة على ثلاثة عوامل أساسية هي : سمك الغشاء وخشونته ونوع مادة الغشاء . إن تأثير السمك على طيف الانعكاسية هو صفة خاصة بالأغشية الرقيقة فقط ويحدث ضمن الأطوال الموجية القريبة من سمك الغشاء حيث تحدث هذه الظاهرة نتيجة التداخل الحاصل بين الموجة المنعكسة من السطح العلوي للغشاء والموجة المنعكسة من السطح السفلي للغشاء . كما أن وجود التضاريس والعيوب السطحية والخشونة العالية لسطح الغشاء تعمل

على زيادة قيمة التشتت وتزداد معها الانعكاسية [7] . وتم حساب الانعكاسية من قانون حفظ الطاقة [8].

$$R + A + T = 1 \text{ ---------(1)}$$

حيث إن : R : الانعكاسية , T : النفاذية , A : الامتصاصية

ويمكن كتابة هذه المعادلة بصيغة أخرى :

$$R= 1 – A- T \text{ ------(2)}$$

2- معامل الامتصاص :

يعرف معامل الامتصاص بأنه نسبة النقصان في قيمة فيض طاقة الإشعاع بالنسبة لوحدة المسافة باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط [9]. ويعتمد على طاقة الفوتونات والطول ألموجي وكذلك طبيعة سطح الغشاء الرقيق وفجوة الطاقة لشبه الموصل وكذلك نوع الانتقالات الالكترونية التي تحدث بين حزمتي التكافؤ والتوصيل و يعبر عنه بالمعادلة الآتية [10] .

$$I_t = I_o e^{-\alpha t} \text{ ------- (3)}$$

وبعد إجراء بعض العمليات الحسابية نحصل على المعادلة التالية

$$\alpha=2.303 A/t \text{ -------(4)}$$

حيث α: معامل الامتصاص و t: سمك الغشاء و A: الامتصاصية

3- فجوة الطاقة :

تعرف بأنها الطاقة اللازمة لإثارة الالكترونات من قمة حزمة التكافؤ إلى قعر حزمة التوصيل , وقد سميت بالممنوعة لأن المدة الزمنية التي يمتلك فيها الإلكترون الطاقة خلال الفسحة الموجودة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل تكون قصيرة [11]. وهي من أهم الثوابت البصرية المعتمدة في فيزياء أشباه الموصلات لتصنيع العديد من النبائط الالكترونية مثل الخلايا الشمسية و الكواشف والثنائيات الضوئية وغيرها، ويتم اختيار مواد شبه موصلة تقارن طاقة فجوتها الممنوعة مع طاقة الفوتونات ضمن الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي، وذلك لمعرفة مقدار ما ينفذ و يمتص أو ينعكس من الفوتونات المؤثرة على الغشاء . تم حساب فجوة الطاقة باستخدام المعادلة التالية [12].

$$(\alpha h \nu) = A\ (h\nu - Eg)^r \text{ ------(5)}$$

حيث إن : α- معامل الامتصاص, hν طاقة الفوتون , A ثابت , E_g فجوة الطاقة, r مقدار أسي وقيمة r هي ½ للانتقال المباشر الذي تم حسابه وبتربيع المعادلة نحصل على هذه المعادلة .

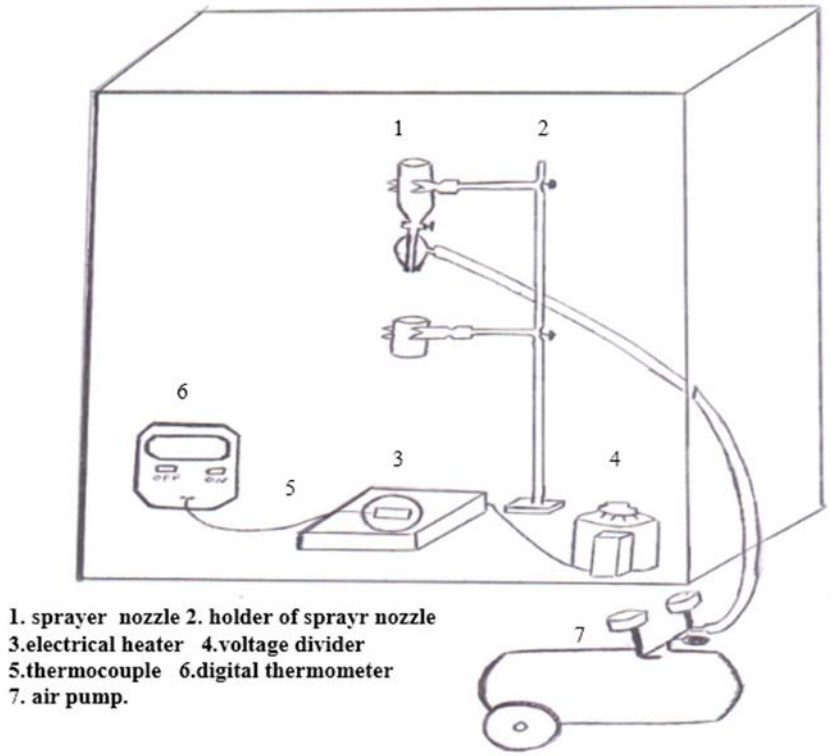
$$(\alpha h \nu)^2 = A^2 (h\nu - Eg) \text{ -------(6)}$$

الجانب العملي :

تم تحضير الأغشية الرقيقة المستخدمة في هذا البحث بطريقة الرش الكيميائي الحراري حيث استخدمت مادة نترات النحاس المائية ورمزها الكيميائي $(Cu(No_3)_2 3H_2O)$ وهي مادة على شكل مسحوق أزرق اللون وزنها المكافئ (241.6) سريعة الذوبان بالماء وتم إذابتها في (100ml) من الماء المقطر . وبعد ذوبانها إذابة تدريجية باستخدام الخلاط المغناطيسي وصولا" إلى محلول نترات النحاس , رسبت على قواعد من زجاج وأما المعادلة التي تم الحصول منها على الغشاء فهي [13].

$$Cu(NO_3)_2 \xrightarrow[350\ °C]{\text{Heat}} CuO + 4NO + O_2 \text{ -----(7)}$$

والشكل (1) يوضح منظومة تحضير أغشية اوكسيد النحاس



1. sprayer nozzle 2. holder of sprayr nozzle
3.electrical heater 4.voltage divider
5.thermocouple 6.digital thermometer
7. air pump.

شكل (1) يوضح منظومة الرش الكيميائي الحراري بكافة اجزائها

وتمت عملية تلدين الأغشية باستخدام فرن ألماني المنشأ وبدرجة حرارة 400 °C ولمدة نصف ساعة حيث تساعد هذه العملية على زيادة تبلور الغشاء وتقليل العيوب البلورية فيه و تم أيضا" تشعيع الأغشية بليزر الاركون حيث تم وضع الشريحة على بعد (2m) من جهاز الليزر بعد تثبيتها وجعل شعاع ليزر ايون الاركون يسقط عليها بصورة عمودية ولفترة 15min . وتم حساب سمك الغشاء الرقيق باستخدام الطريقة الوزنيه وبتطبيق العلاقة الآتية[14].

$$T = \Delta w / \rho_d A \quad \text{-------} \quad (8)$$

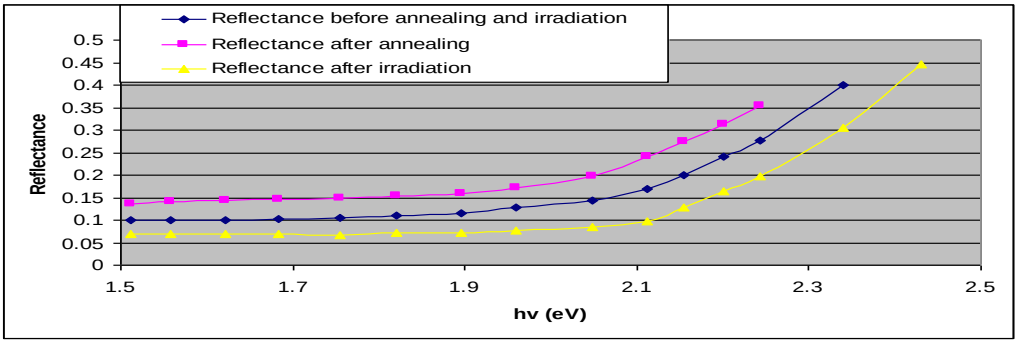
حيث t: سمك الغشاء – Δw: فرق الوزن قبل وبعد الترسيب – ρ_d: كثافة مادة (g/Cm^3) – A: مساحة الغشاء (Cm^2)

النتائج والمناقشة:

تم اخذ بعض الخواص ودراستها مثل الانعكاسية و معامل الامتصاص و فجوة الطاقة باحتساب قيمها من خلال برنامج خاص بحساب الثوابت البصرية بعد حساب قيم الامتصاصية و النفاذية المحسوبة من جهاز (UV) وإدخالها في البرنامج الخاص لحساب بقية الثوابت البصرية .

1-الانعكاسية .

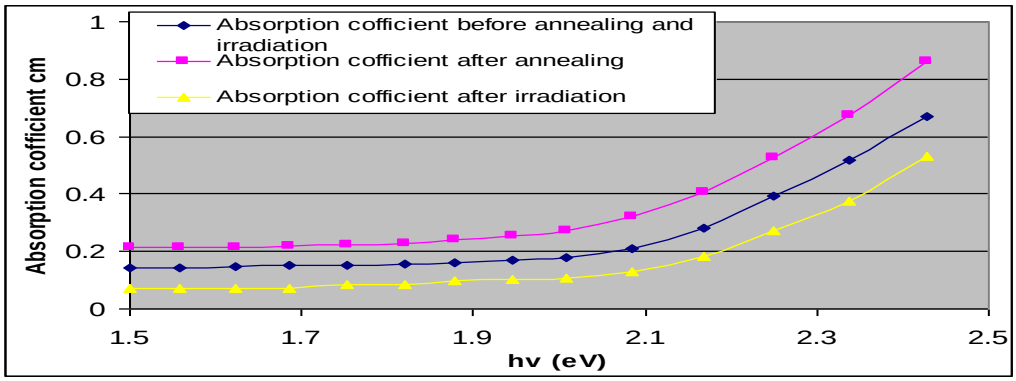
باستخدام العلاقة (2) تم حساب الانعكاسية والشكل (2) يوضح ان الانعكاسية قبل و بعد التلدين و التشعيع كدالة لطاقة الفوتون حيث ادى التلدين الى زيادة الانعكاسية بسبب كبر متوسط قطر الحبيبات البلورية لمادة الغشاء والتي بدورها تؤثر على طبيعة السطح .. اما بعد التشعيع فنلاحظ نقصان في مقدار الانعكاسية نتيجة نقصان في حجم البلورات الصغيرة لمادة الغشاء . وهذه النتيجة مقاربة لنتيجة الباحثين [8,15].



الشكل (2) الانعكاسية قبل وبعد التلدين و التشعيع كدالة لطاقة الفوتون

2- معامل الامتصاص :

باستخدام العلاقة (4) تم حساب معامل الامتصاص ويوضح الشكل (3) معامل الامتصاص قبل وبعد التلدين و التشعيع كيف إن التلدين أدى إلى زيادة معامل الامتصاص وذلك لأنه يعيد تنظيم التركيب البلوري للمادة ويقلل العيوب البلورية الموجودة فيها . أما التشعيع فقد أدى إلى نقصان قيمة معامل الامتصاص وسبب ذلك يعود إلى أن التشعيع أدى الى تقليل درجة التبلور والتي أثرت في عملية الامتصاص وقللت من الالكترونات التي يمكن ان تصل الى حزم التوصيل هذه النتيجة مقاربة لنتيجة الباحثين [16,17].

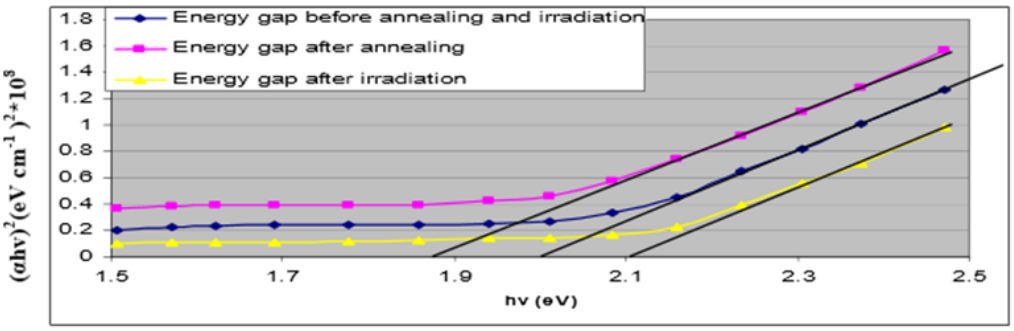


الشكل (3) معامل الامتصاص قبل وبعد التلدين و التشعيع كدالة لطاقة الفوتون

3- فجوة الطاقة

باستخدام العلاقة (6) تم حساب فجوة الطاقة ويتبين لنا من الشكل (4) ان فجوة الطاقة قبل وبعد التلدين و التشعيع ان التلدين أدى الى نقصان قيمة فجوة الطاقة وتفسير هذا النقصان هو إنه أدى الى توليد مستويات موضعية إضافية ضمن الفجوة المحظورة وبالقرب من حزمة التوصيل والتي بدورها قد تسبب أحيانا" تقليل مقاومة الغشاء . أما التشعيع أدى زيادة فجوة الطاقة وذلك لأن التشعيع أدى الى نقصان معامل الامتصاص والذي أدى بدوره الى نقصان في عدد تصادمات

الفوتون مع المادة وهذا يؤدي بدوره الى نقصان عدد الالكترونات والفجوات مما أدى الى زيادة فجوة الطاقة وهذه النتيجة تقارب نتيجة الباحثين [18,19] .



الشكل (4) فجوة الطاقة قبل وبعد التلدين و التشعيع كدالة لطاقة الفوتون

الاستنتاجات

1- ادى التلدين الى زيادة قيمة الانعكاسية بينما ادى التشعيع الى نقصان قيمتها .

2- غشاء اوكسيد النحاس له معامل امتصاص عالي و التلدين ادى الى زيادته بينما التشعيع ادى الى نقصانه .

3- غشاء اوكسيد النحاس له فجوة طاقة عالية و التلدين ادى الى نقصان قيمتها بينما التشعيع ادى الى زيادة قيمتها .

المصادر

1- Tribble, "Electrical Engineering Materials and Devies", University of Lawa ,(2002).

2- R.W. Berry and P.M. Hall, "Thin Films Technology", New York, (1979).

3-S.S.AL-Rawi , " Solid State Physics " (1988) .

4- A .K. Abass, "Solar Energy Materials", Vol.10, (1988).

5- William, T. silfvast, "Laser fundamentals", 2nd Ed, New York, p497,(2003).

6-Swarnkar,R.K,S.C.Singh,M.K.Singh and R. Gopal, Applied science innovations private limited, India ,pp(23-29), (2009).

7- G. Contreras ,O. S. Khomchenko. Thin solid films ,pp361-378.(2004).

8- صبرية عليوي ضبع ,انتصار هاتو هاشم ,فاتن شكور زين العابدين " تأثير التلدين على الثوابت البصرية لأغشية اوكسيد النحاس المشوبة بالانديوم" المجلة العلمية لكلية التربية العدد1 صفحة (244-258) , سنة (2008)

9- B. Thangaraju and P.Kaliannan, Crystal Res. Tech, Vol. 25, pp (71-75) ,(2000).

10- K . Shamala , L . Murthy and K . Narasimha " Studies on tin oxide films prepared by electron beam evaporation and spray pyrolysis methods " ater. Sci , Vol. 27,No.3,pp295-301 , (2004) .

11-M .G . Yousif , " Solid State Physics " 1st and 2nd Ed , (1987) .

12- A .G Nilens," Deep imparity in semiconductors", Wiley- Interscience publication , (1973) .

13- كيلان اسعد , عمار عايش , جاسم محمد " تأثير التشعيع على الانتقالات الالكترونية لأغشية اوكسيد النحاس (CuO) المحضرة بطريقة الترسيب الكيميائي الحراري" مجلة جامعة ديالى للعلوم الصرفة المجلد 36 لسنة (2009)

14. H.G. Rashid, “Design and optimization of thin film optical filters with applications in the visible and infrared regions”, ph. D .Thesis Al-Mustansiryi University 1996.

15- M.H. Abdul-Allah, S.A. Salam, W.H. Abbas "Annealing effect on the structural and optical properties of $(CuO)_{1-x}(Fe_2O_3)_x$ thin films obtained by chemical spray pyrolysis" J. Thi -Qar Sci, Vol .5(1) , pp 91-96 , Dec.(2014)

16-A-Q .D. Faisal , Z. N. Jameel , R.A. Ismail ," Synthesis of colloidal copper oxide nano particles using pulsed Nd: Yag laser ablation in liquid " Eng &Tech . journal , Vol. 31,No. 1,pp14-23, (2013).

17- M .A. Hasssan " Studying the effect of doping in some physical properties of copper oxide thin films " Eng &Tech . journal ,Vol . 30,No. 14,pp2421-2430, (2012).

18- R. A .Faris " Synthesis , characterization ,and optical properties of copper oxide thin films obtained by spray pyrolysis deposition " Iraqi Journal of physics Vol .11,No .22,pp(.64-71) , (2013) .

19- Bushra. K .H. al-Maiyaly, I.H.Khudayer, Ayser.J.Ibraheim," Effect ambient oxidation on structural an optical properties of copper oxide thin films ," International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology, Vol. 3, (2014) .

Study The effect of Annealing and Argon Laser Irradiation on the some optical properties of CuO Thin film

Zuheer Naji Majeed

Department of Physics , College of Education for pure science , Tikrit University , Tikrit , Iraq

Abstract

In this research the effect of annealing and Argon Laser Irradiation on some optical properties of CuO thin films have been done. Thin films were prepared by chemical spray pyrolysis technique . The thickness of films was 1000 A°. Optical properties such as Reflectance, Energy band gap and Absorption coefficient as a function of photon energy have been studied within the wavelength range of (300-900) nm, using UV-visible Spectrophotometer, before and after annealing and irradiation. It is found that the optical properties are changed.