دراسة تأثير ألتشويب بالنيكل على بعض الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية CuO الرقيقة

صبري جاسم محمد رعد قاسم عبد الأمير

جامعة تكريت/كلية التربية/قسم الفيزياء

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة بعض الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية أوكسيد النحاس CuO النقي والمشوب بالنيكل بنسب تشويب وزنيـــــــــة (1,3,5,7)% من محلـــــولي نترات النحاس المائية ($Cu(NO_3)_2.3H_2O$) وكلوريد النيكل ($NiCl_2$) ، والمحضرة بطريقة التحلل الكيميائي الحراري على قواعد زجاجية بدرجة حرارة اساس(623 °K) وبسمك مقداره (120 nm). تمت دراسة أثر التشويب بالنيكل (Ni) في الخصائص التركيبية والبصرية للأغشية المحضرة حيث أظهرت نتائج فحوصات الأشعة السينية (XRD) أن جميع الأغشية المحضرة كانت ذات تركيب متعدد التبلور ومن النوع الاحادي الميل وبالاتجاه السائد $(\bar{1}11)$; وأن معدل الحجم الحبيبي قد يتناقص بزيادة نسب التشويب مع تغيير قليل في قيم ثوابت الشبيكة وزوايا الحيود . أظهرت صور مجهر القوة الذرية (AFM) أن معدل خشونة السطح ومتوسط الجذر التربيعي(RMS) تزداد قيمتها عند التشويب لجميع الاغشية . ومن خلال تسجيل طيفيّ النفاذية والامتصاصية ، بأستخدام مطياف (UV-VIS) لمدى الأطوال الموجية (200-1100 nm) ، وجد أن الامتصاصية تزداد والنفاذية تقل بزيادة التشويب ، وكذلك وجد بأن معامل الامتصاص يزداد بالتشويب ، في حين تقل فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشـــــــــر المسمـــــــــوح بزيادة التشويب بالنيكـــــــل ev (2.6-2.8) .

الكلمات الدالة: أوكسيد النحاس ، التحلل الكيميائي الحراري ، الخصائص التركيبية ، الخصائص البصرية ، التشويب بالنيكل .

Study the Doping Effect of Nickel on some the Structural and Optical Properties of (CuO) Thin.

Supervised by researcher

Sabri Jassim Mohammed **Ra'ad Qasim Abid Al-Ameer**

University of Tikrit/ College of Education/ Dept. of Physics

Received 13 November 2014 ; Accepted 15 February 2015

Abstract

In this research, some of the structural and optical properties of the films study copper oxide CuO and doped with pure nickel weighting Doping ratios (1,3,5,7) % of water copper nitrate ($Cu(NO_3)_2.3H_2O$) and nickel chloride ($NiCl_2$) and prepared a chemical Spray Pyrolysis method on glass substrates at (623 K °) and a thickness amount (120 nm) have been studied.

The impact of doping with nickel (Ni) on the structural and optical properties of prepared films has been studied . The results of (XRD) tests showed that all the prepared films were of a polycrystalline installation and monoclinic crystal structure with a preferable direction was ($\bar{1}11$) ; and that the average of crystal size rates may decrease by increasing doping rates with a little change in the values of the lattice constants and the diffraction angles. The picture atomic force microscope (AFM) showed the values of the average of the surface roughness and the square root (RMS) increase when doping for all films.

Through the record of transmittance and absorbance spectral by using spectrometer (UV-VIS) to the extent of wavelengths (200-1100 nm), it has been found that the absorbance increases , while transmittance decreased by increasing doping. It has also been found that the absorption coefficient increases by doping, while the optical energy gap for allowed direct transmission decrease by increasing doping with nickel (2.8-2.6) ev.

Key words: Copper oxide, chemical spray pyrolysis , structural properties , optical properties,Ni-Doping.

المقدمة

تعد دراسة المادة بشكل غشاء رقيق من الموضوعات المهمة لفيزياء الحالة الصلبة وقد أسهمت تقنية الاغشية الرقيقة مساهمة كبيرة في دراسةِ اشباه الموصلات وتم تحديد العديد من الخواص الفيزيائية والكيميائية لها بهدف تحديد استخدامها في التطبيقات المختلفة [1] لذلك أثارت الأغشية الرقيقة في تحضيرها ثورة في مجال التطبيقات، لأنها أصبحت البديل الناجح عن المـواد الجاسئة (Bulk materials) في تحقيق خصائصها وكذلك إمكانية تغير الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتلك المواد، فالأغشية تُعرف على إنها مواد تحضر على شكل طبقة أو عدة طبقات رقيقة بالترسيب المسيطر عليه للجزيئات أو الذرات أو الأيونات على أساس صلب (Substrate) ويشترط أن لا يتجاوز سمكها المايكرون الواحـد [2]. واوكسيد النحاس هو من اشباه الموصلات وله بنية بلورية متعـددة ومن النـــوع احـــادي الميـــل ويمتـــلك فجـــــوة طاقة بصرية (1.27-1.58) ev [3,4,5] على التوالي وكما نلاحظ ان قيم فجوة الطاقة مختلفة القيم ويعود سبب ذلك الى نوع طريقة التحضير والمواد المستخدمة والمعلمات والظروف المحيطة داخل المختبر اثناء تحضير الغشاء. يتميز اوكسيد النحاس(CuO) بكونه عديم الرائحة، يمتلك طبيعة غير سامة، إمكانية توفره، وكلفة إنتاجه منخفضة [6].ويكون في الطبيعة ذو لون بني غامق مائل للسواد(black powder) [7] .وإن الطول الموجي القاطع لمادة (CuO) هو (680 nm)، أما معامل الامتصاص فهو (10^4 cm^{-1}) عند طول موجة (500nm) [8]. وقد وجد لأوكسيد النحاس العديد من التطبيقات في مجالات متنوعة كتطبيقات الطاقة الشمسية (Solar application) : إذ يستخدم في المجمعات الضوئية - الحرارية التي تتطلب كفاءة عالية ومدى جيد من الاستقرارية وامتصاصية عالية في مدى الطول ألموجي المرئي [9]، و في نبائط تحويل الطاقة الشمسية [10] ، تستعمل في النبائط المغناطيسية (magnetic devices) [11] وفي أوساط الخزن المغناطيسية (magnetic storage media) [12]، وفي النبائط الكهروضوئية

(Optoelectronic Device) حيث له تطبيقات واسعة ومختلفة في الأجهزة الكهروضوئية إذ يستعمل في أجهزة مختلفة مثل الدايودات الباعثة للضوء [13]، والمجالات الباعثة (field emission) [14] ، ومتحسسات الغاز (Gas Sensors) [15].

Experimental Part الجزء العملي

عند تحضير المحلول المستخدم لترسيب أغشية (CuO) استخدمت مادة نترات النحاس المائية ($Cu(NO_3)_2.3H_2O$) لتحضير أغشية أوكسيد النحاس ، وهي مادة على شكل مسحوق أزرق اللون وزنها الجزيئي g/mol (241.60) وبنقاوة (91%) مجهزة من شركة (Fluka-Garanitc) إذ حضر المحلول بعيارية (0.1 mol) وذلك بإذابة (3.656 gm) من المادة في (100 ml) من الماء المقطر إذابة تدريجية وفي درجة حرارة الغرفة وباستخدام خلاط مغناطيسي (Magnetic Stirrer) وصولاً الى محلول نترات النحاس ، وهو محلول متجانس ذو لون أزرق.

تم حساب وزن المادة باستخدام ميزان حساس من نوع (Metller. A. E-160) حساسيته (10^{-4} gm) وسعته (160 gm) ، أما أغشية اوكسيد النحاس المشابة بالنيكل (CuO:Ni) فقد حضرت من مادة كلوريد النيكل ($NiCl_2$)، وهي مسحوق أخضر اللون سريعة الذوبان في الماء، تضاف بوزن معين إلى مادة نترات النحاس المائية قبل إذابتها بالماء المقطر، وبالتالي نحصل على محلول نترات النحاس ذي نسبة وزنية %(1,3,5,7) من عنصر الاشابة (النيكل).

وبعد إكمال عملية ألإذابة والحصول على المحلول يترك لمدة زمنية مناسبة لضمان تبريده قبل الرش ثم يوضع في جهاز الرش وبعد ترسيبه على القواعد الزجاجية (المحضرة مسبقاً بعد ان تنظف القواعد جيداً بالكحول والماء) نحصل على اغشية (CuO) وبحسب المعادلة رقم (1) [16].

$$2Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{\text{Ø}} 2CuO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow \quad \text{.....(1)}$$

وبعد أجراء العديد من عمليات الرش مع التغيير في كل مرة في احد معلمات الرش للحصول على أفضل غشاء من حيث التجانس والالتصاق العالية وجدنا أفضل ظروف للتحضير هي كما يلي :

المولارية 0.1M ، معدل الترسيب 30 ml/min ، ارتفاع جهاز الرش 27 ± 1cm ، زمن الترسيب 5 sec ، زمن التوقف 120 sec ، ضغط الهواء 1.3 bar.

وقد تم قياس سُمك الأغشية الرقيقة " بجهاز قياس السمك والانعكاسية SR300" المجهز من شركة Angstrom Sun Technologies,Inc. صنع الولايات المتحدة الامريكية، و لأجل تشخيص طبيعة ونوع الأغشية النقية وغير المشوبة تم استعمال جهاز حيود الأشعة السينية من النوع (XRD – 6000) والمجهز من شركة Shimadzu اليابانية ، وتم اجراء قياسات مجهر القوة الذرية (AFM) باستعمال المجهر ذي النوع (AA3000) المجهز من شركة (AngstromAdvanced Inc.) ، اما القياسات البصرية المتضمن قياس الامتصاصية والنفاذية ولمدى الاطوال الموجية (200-1100)nm فقد استخدم جهاز uv2061 Spectrophotometer uv/vis ذي الحزمتين المجهز من شركة Biotech engineering management co ltd.[UK] الإنكليزية المنشأ.

النتائج والمناقشة

أولا" : فحص (XRD) وفحص (AFM)

من خلال ملاحظة الجدول (1) والشكل (1) الذي يبين نتائج الفحص بحيود الأشعة السينية (XRD) ومقارنة هذه النتائج مع بطاقة (American Standard of Testing Materials)(ASTM)، المرقمة (05-0661) وجد إن النتائج متوافقة الى حد ما ومن خلال دراسة نمط حيود الأشعة السينية ومعرفة مواقع القمم التي تظهر لكافة الأغشية المحضَّرة غير المشوبة والمشوبة بالنيكل بدرجة حرارية (623°K) على قواعد زجاجية تبين لنا أنّها تمتلك تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline) ومن النوع احادي الميل(Monoclinic) ، وكان الاتجاه السائد لهذه الأغشية هو $(\bar{1}11)$ ، فضلاً عن ظهور قمة ثانية اقل شدة (200) ، اما القمة الثالثة فكانت الاقل شدة وتمايزت بالمستويين (110) ، (020) عند زوايا حيود معلومة القيمة وجميعها تخص (CuO) . وعند تشويب المركب (CuO)بالنيكل بالنسب الوزنية %(1,3,5,7) لاحظنا انخفاضا بالقمم مع ازدياد في عرض المنحني لمنتصف القمى العظمى (FWHM) مع وجود تباين في أزاحه الزوايا ويعود ذلك لحلول أيون النيكل(Ni^{+2}) ذو نصف القطر الأيوني (0.69 Å) أوحلـــــــــــــول أيون النيكل(Ni^{+3}) ذو نصف القطر الأيونـــــــــــــي (0.64 Å) محل ايون النحاس ذو نصف القطر الأيوني (0.69 Å) مما يؤدي الى تغير في شكل التركيب البلوري وأقطار الثوابت الشبيكية و الحجم الحبيبي حسب أنصاف أقطار ايون النيكل المختلفة التي تحل محل ايون النحاس.

وتم حساب معدل الحجم الحبيبي D بأستخدام نتائج حيود الاشعة السينية (XRD) بتطبيق معادلة رقم (2)(معادلة شرر Scherrer) [17] .

$$D = \frac{0.94\lambda_{x-ray}}{\beta \cos\theta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

حيث ان :

λ_{x-ray} : طول موجة الاشعة السينية المستخدمة (1.5406 Å)

β : عرض المنحني عند منتصف القمة $(FWHM)$ ، θ : زاوية براك

وتبين ان الحجم البلوري(D) يقل بزيادة التشويب مع زيادة بعرض منتصف الشدة $(FWHM)$ وهذه من الحقائق الثابتة لوجود علاقة عكسية بينهما كما توضحه معادلة (2) في اعلاه ، والجدول رقم (1) فيه جميع القيم لفحـــــوص XRD والمتمثلة بـ المسافات البينية d_{hkl} ومعاملات ملر والحجم البلوري وعرض منتصف القمة للشدة .

وكما تم اجراء فحوصات AFM على غشاء (CuO) النقي والمشوب بالنيكل (CuO:Ni) بالنسب % (1,3,5,7) كما في الشكل(2) والذي يبين توزيع الحبيبات على سطح الغشاء وصورتين اولهما ببعدين (2D) والثانية بثلاث ابعاد (3D) بأبعاد (2×2 μm^2) وتبين أن معدل خشونة السطح ومتوسط الجذر التربيعي تزداد قيمتها عند التشويب وكما مبين في جدول (2) وتفسير ذلك هو حدوث الانماء البلوري للحبيبات بشكل عمودي على السطح .

ثانيا" :- الفحوصات البصرية

1- النفاذية(T) :-(Transmittance) تم حساب النفاذية عند مدى الطول الموجي nm (200-1100) ونلاحظ من الشكل (3) ان النفاذية تزداد بصورة تدريجية بازدياد الطول الموجي ، حيث ان الاغشية النقية والمشوبة بالنيكل وبنسب وزنية (1%,3%,5%,7%) تبدأ بأقل قيمة لها عند الطول الموجي (200nm) ثم تبدو تقريباً ثابتة ضمن مدى الطول الموجـــــــي (550-800nm) لترتفع بشكل سريع لمدى الطول الموجي (800- 1100 nm) وتفسير ذلك ان هذه المـــواد تسلك سلوك مـــــواد معتمـــــة (opaque materials) ونافذة للأشعة تحت الحمراء(IR)، كما لاحظنا بان النفاذية تقل للأغشية المحضرة بزيادة التشويبب بالنيكل كما هو موضح في الشكل (3)، وإن زيادة نسبة التشويب تؤدي إلى تكوّن مستويات موضعية جديدة أسفل حزمة التوصيل وهذه المستويات مهيأة لاستقبال الإلكترونات وتوليد ذيول في فجوة الطاقة البصرية وهذه الذيول تعمل باتجاه التقليل من فجوة الطاقة وهي أحد العيوب البلورية .

2- **الامتصاصية (A):-** (Absorbance) اجـــــــــريت قياســـــــــات الامتصاصية ضمن مدى الاطـــــــــوال الموجيـــــــــــة

(200-1100nm) لجميع الأغشية المحضرة. ولاحظنا ان الامتصاصية تسلك سلوكا" مغايرا" للنفاذية أذ يأخذ طيف الامتصاص بالانحلال الأُسي مع زيادة الطول الموجي بسبب قلة طاقة الفوتونات الساقطة وعدم قدرتها على رفع الالكترونات من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل، إذ تكون العلاقة عكسية ما بين الطول الموجي وطاقة الفوتون [18] ويبين الشكل (4) تغير الامتصاصيـــــة مع الطول الموجي لأغشيـــة CuO غير المشوبـــــة والمشوبـــــة بـ Ni وبنســـــب وزنيـــــة % (1,3,5,7) . نلاحظ ازدياد الامتصاصية بزيادة التشويب بالنيكل واعلى نسبة للامتصاصية كانت عند نسبة تشويب (5%). وتبَّين أن إضافة شائبة Ni ولنسب وزنية % (1,3,5,7) إلى مادة أوكسيد النحاس فأن منحنيات الامتصاصية للأغشية المشوبة تسلك نفس طبيعة منحني الامتصاصية لغشاء أوكسيد النحاس النقي

3- معامل الامتصاص $(\alpha)\ cm^{-1}$:-(Absorption Coefficient) تم حساب معامل الامتصاص للأغشية المحضرة بسمك (t) من طيف الامتصاصية (A) كما في المعادلة رقم (3) [19] .

$$\alpha = 2.303\ \frac{A}{t} \qquad \text{.....} \quad (3)$$

حيث

ان :

A : الامتصاصية ، t : سمك الغشاء بـ cm

ويبين الشكل (5) تغير معامل الامتصاص (α) كدالة لطاقة الفوتون (hυ) لأغشية (CuO) غير المشوبة والمشوبة بـــNi للنسب الوزنية % (1,3,5,7) . ومن الشكل نلاحظ إن قيمة معامل الامتصاص لغشاء CuO غير المشوب تتزايد بصورة تدريجية بزيادة طاقة الفوتون ولمدى الطاقات (1.3-2.85eV)، وتكون قيم معامل الامتصاص لغشاء CuO عالية ($\alpha>10^4 cm^{-1}$) ضمن المدى نفسه من الطاقات، وهذا يساعد على توقع حدوث انتقالات مباشرة لهذا المدى من الطاقات، إذ

بالإمكان استنتاج طبيعة الانتقالات الالكترونية من خلال دراسة قيم معامل الامتصاص ومدى تغير هذه القيم مع طاقة الفوتون الساقط. إذ تشير القيم العالية لمعامل الامتصاص إلى أن احتمالية الانتقال الالكتروني تكون كبيرة فتحدث انتقالات مباشرة وأن الطاقات التي حسبت عندها هذه القيم هي طاقة فجوة مباشرة.

وفي حالة الأغشية المشوبة، نجد ان طبيعة منحني معامل الامتصاص لم تتغير بإضافة الشوائب ولكن نلاحظ ان عملية التشويب أدت إلى زيادة قيم معامل الامتصاص للأغشية المشوبة عند مدى الطاقات (2.5 - 3.5 eV) عن حالة ما قبل التشويب وتعزى هذه الزيادة في قيمة معامل الامتصاص إلى أن الشائبة أدت إلى توليد مستويات مانحة داخل فجوة الطاقة الممنوعة وقريبة من حزمة التوصيل وهذا ما سبب في زيادة احتمالية امتصاص الفوتونات ذات الطاقات الواطئة.

4- فجوة الطاقة البصرية للانتقالات المباشرة المسموحة (Eg^{opt}):-

تبيّن من خلال الدراسة الحالية، حدوث نوع واحد من الانتقالات الالكترونية الأساسية وهي الانتقالات الالكترونية المباشرة المسموحة، التي من خلالها تَمَّ حساب قيم فجوة الطاقة البَصَريَّة للأغشية المحضَّرة حيث حُسبت قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح لجميع أغشية أوكسيد النحاس النقية والمشوبة بالنيكل باستخدام العلاقة التالية حيث تكون قيمة الثابت ($r = 1/2$) [20].

$$\alpha h\nu = B\,(h\nu - E_g^{opt})^r \qquad \text{----------} \qquad (1-4)$$

وبتربيع الطرفين ينتج .

$$(\alpha h\nu)^2 = B^2\,(h\nu - E_g^{opt}) \qquad \text{----------} \qquad (2-4)$$

وعندما يكون:

$$(\alpha h\nu)^2 = 0$$

فأن:

$$E_g^{opt} = h\nu \qquad \text{----------} \qquad (3-4)$$

وعند رسم علاقة بيانية بين $(\alpha h\nu)^2$ كدالة لطاقة الفوتون ($h\nu$) ، وان خط المماس بجزء المستقيم للمنحني الذي يقطع محور طاقة الفوتون عند [$(\alpha h\nu)^2 = 0$] يمثل قيمة فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح ، حيث اعتمدت هذه الطريقة لأغلب الباحثين في تعيين فجوة الطاقة أمثال الباحث(Rusu)[21]، وكذلك الباحث (Marfai *et* al.) [22]، ومن الشكل (6) يتضح لنا علاقة تغير $(\alpha h\nu)^2$ بوصفها دالة لطاقة الفوتون الساقط لأغشية أوكسيد النحاس غير المشوبة والمشوبة بالنيكل وللنسب % (1,3,5,7) فإن قيم فجوة الطاقة تقل تدريجيا بزيادة نسب التشويب وهذا يعني أن التشويب أدى إلى إزاحة حافة

الامتصاص نحو الطاقات الواطئة وهذا النقصان يمكن تفسيره إلى أن الشوائب أدت إلى تكوين مستويات مانحة داخل فجوة الطاقة وبالقرب من حزمة التوصيل وبالتالي امتصاص الفوتونات ذات الطاقة القليلة وزيادة في الانتقالات الالكترونية ومن ثم نقصان في قيم فجوة الطاقة البصريـــة وادرجنا قيم طاقة الفجوة للأغشية كافة بالجدول (3) .

5-_الاستنتاجات :-

1. ان جميع الاغشية النقية والمشوبة بالنيكل كانت ذات تركيب متعددة التبلور ومن النوع الاحادي الميل عند درجة حرارة القاعدة (623 K°) .
2. ان التشويب لم يوثر على طبيعة التركيب البلوري لمادة اوكسيد النحاس.
3. أدى التشويب الى نقصان الحجم البلوري ($\boldsymbol{D}$) مع زيادة بعرض منتصف الشدة ($\boldsymbol{FWHM}$) كما أوضحته نتائج الاشعة السينية .
4. ان تراكيب الحبيبة تقع ضمن التراكيب النانوية وهذا ما أوضحته نتائج الاشعة السينية .
5. ان معدل خشونة السطح ومتوسط الجذر التربيعي (RMS) تزداد قيمهما عند التشويب لجميع الاغشية وتناقص معدل الحجم الحبيبي كما أوضحه فحص (AFM).
6. نفاذية الأغشية تقل والامتصاصية تزداد مع زيادة نسب التشويب .
7. أن قيم معامل الامتصاص كانت اكبر من (10^4 cm^{-1}) مما يدل على حدوث انتقالات الكترونية مباشرة .
8. فجوة الطاقة البصرية تقل بعد عملية الاشابة نتيجة لوجود المستويات الموضعية والذيول الناتجة من عملية الاشابة. مما يؤهل هذه الاغشية لاستخدامها في تصنيع الخلايا الشمسية .

جدول رقم (1) مقارنة النتائج المستحصلة من نماذج حيود الأشعة السينية لأغشية أوكسيد النحاس النقي والمشوب بالنيكل بنتائج بطاقة (ASTM) لل CuO المرقمة 5-0661 وحساب الحجم الحبيبي

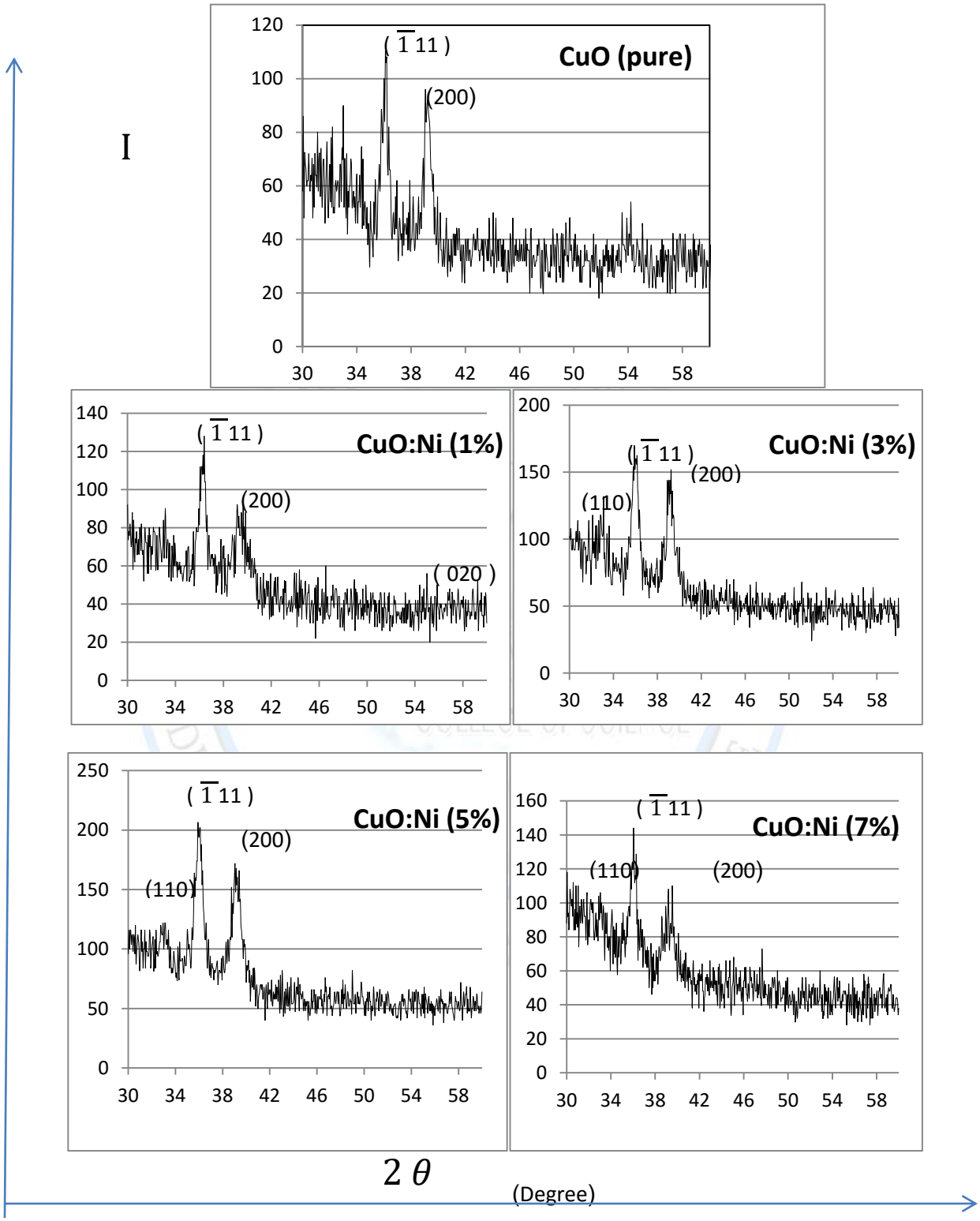
Sample	2θ(degree)	$d_{hk\ell}$ (Å)	$hk\ell$	FWHM(radian)	G.S . Average(nm)
(ASTM) CuO 5-0661 NO.	32.513	2.751	110		
	35.552	2.523	$\bar{1}$ 11		
	38.934	2.312	200		
	53.402	1.714	020		
(Pure) CuO	36.0785	2.48750	$\bar{1}$ 11	0.58330	13.6463
	39.2240	2.29496	200	0.64580	
	53.9598	1.69790	020	0.66670	
(1%) CuO:Ni	36.2693	2.47485	$\bar{1}$ 11	0.71500	13.5266
	39.4218	2.28390	200	1.27500	
	52.8001	1.68276	020	0.40000	
(3%) CuO:Ni	35.9920	2.49328	$\bar{1}$ 11	0.75000	13.5159
	39.1757	2.29768	200	0.75750	
	32.8983	2.72033	110	0.71670	
(5%) CuO:Ni	35.9947	2.49310	$\bar{1}$ 11	0.80120	13.5160
	39.1823	2.29730	200	0.97080	
	33.0210	2.71050	110	0.71250	
CuO:Ni (7%)	36.0349	2.49041	$\bar{1}$ 11	0.67080	13.5175
	39.2427	2.29391	200	0.88330	
	33.1438	2.70074	110	0.45830	

جدول رقم (2) النتائج المستحصلة من جهاز (AFM) والتي تشمل معدل خشونة السطح ومتوسط الجذر التربيعي

sample	Roughness Average معدل الخشونة للسطح (nm)	Root mean Square التربيعي الجذر متوسط (nm)	G.S . Average الحبيبي الحجم معدل (nm)
CuO (pure)	0.745	0.874	105.76
CuO:Ni 1%	1.19	1.45	98.37
CuO:Ni 3%	0.546	0.635	105.37
CuO:Ni 5%	0.819	0.947	131.11
CuO:Ni 7%	0.811	0.941	91.42

جدول رقم (3) قيم فجوة الطاقة للانتقال المباشر المسموح لأغشية أوكسيد النحاس النقي والمشوب بالنيكل

Sample	CuO (pure)	CuO:Ni 1%	CuO:Ni 3%	CuO:Ni 5%	CuO:Ni 7%
Eg (eV)	2.8	3	2.8	2.6	2.65

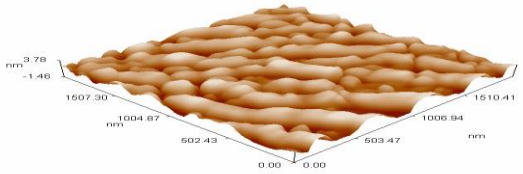


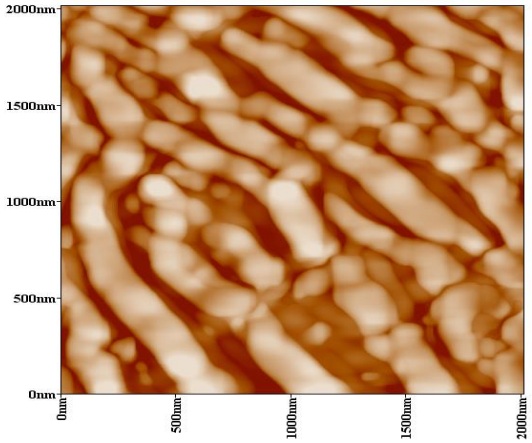
شكل(1) مخطط حيود الاشعة السينية لأغشية أوكسيد النحاس النقي والمشوب بالنيكل

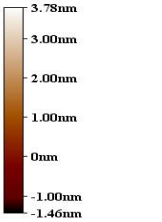
دراسة تأثير ألتشويب بالنيكل على بعض الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية CuO الرقيقة

صبري جاسم محمد رعد قاسم عبد الأمير

CuO (pure)







CSPM Imager Surface Roughness Analysis

Image size:2009.73nm X 2013.89nm

Amplitude parameters:
Sa(Roughness Average) 0.745 [nm]
Sq(Root Mean Square) 0.874 [nm]
Ssk(Surface Skewness) -0.351
Sku(Surface Kurtosis) 2.08
Sy(Peak-Peak) 3.27 [nm]
Sz(Ten Point Height) 1.79 [nm]

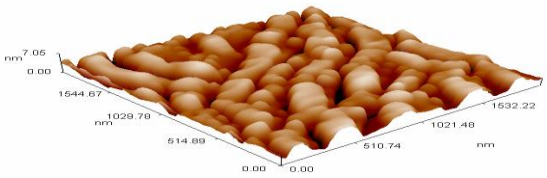
Hybrid Parameters:
Ssc(Mean Summit Curvature) -1.#J [1/nm]
Sdq(Root Mean Square Slope) 0.0338[1/nm]
Sdr(Surface Area Ratio) 0.057

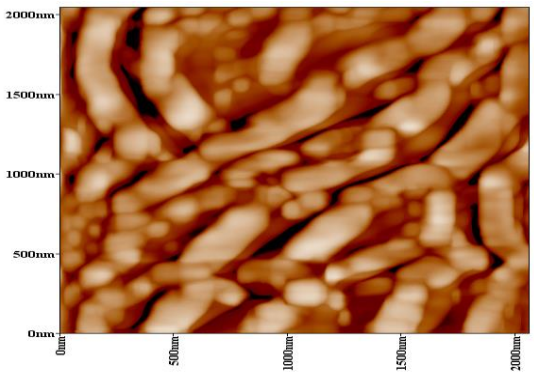
Functional Parameters:
Sbi(Surface Bearing Index) 2.3
Sci(Core Fluid Retention Index) 1.28
Svi(Valley Fluid Retention Index) 0.104
Spk(Reduced Summit Height) 0.259 [nm]
Sk(Core Roughness Depth) 2.1 [nm]
Svk(Reduced Valley Depth) 0.951 [nm]
Sdc 0-5(0-5% height intervals of Bearing Curve) 0.38 [nm]
Sdc 5-10(5-10% height intervals of Bearing Curve) 0.166 [nm]
Sdc 10-50(10-50% height intervals of Bearing Curve) 0.881 [nm]
Sdc 50-95(50-95% height intervals of Bearing Curve) 1.83 [nm]

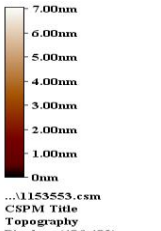
Spatial Parameters:
Sds(Density of Summits) 0.496 [1/um2]

Fractal Dimension 2.52

CuO:Ni 1%







CSPM Imager Surface Roughness Analysis

Image size:2059.56nm X 2042.95nm

Amplitude parameters:
Sa(Roughness Average) 1.19 [nm]
Sq(Root Mean Square) 1.45 [nm]
Ssk(Surface Skewness) -0.525
Sku(Surface Kurtosis) 2.55
Sy(Peak-Peak) 6.32 [nm]
Sz(Ten Point Height) 3.5 [nm]

Hybrid Parameters:
Ssc(Mean Summit Curvature) -1.#J [1/nm]
Sdq(Root Mean Square Slope) 0.0585[1/nm]
Sdr(Surface Area Ratio) 0.17

Functional Parameters:
Sbi(Surface Bearing Index) 1.78
Sci(Core Fluid Retention Index) 1.26
Svi(Valley Fluid Retention Index) 0.135
Spk(Reduced Summit Height) 0.51 [nm]
Sk(Core Roughness Depth) 3.62 [nm]
Svk(Reduced Valley Depth) 1.8 [nm]
Sdc 0-5(0-5% height intervals of Bearing Curve) 0.814 [nm]
Sdc 5-10(5-10% height intervals of Bearing Curve) 0.284 [nm]
Sdc 10-50(10-50% height intervals of Bearing Curve) 1.51 [nm]
Sdc 50-95(50-95% height intervals of Bearing Curve) 2.99 [nm]

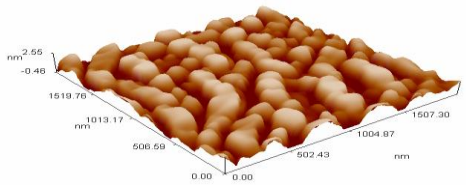
Spatial Parameters:
Sds(Density of Summits) 0 [1/um2]

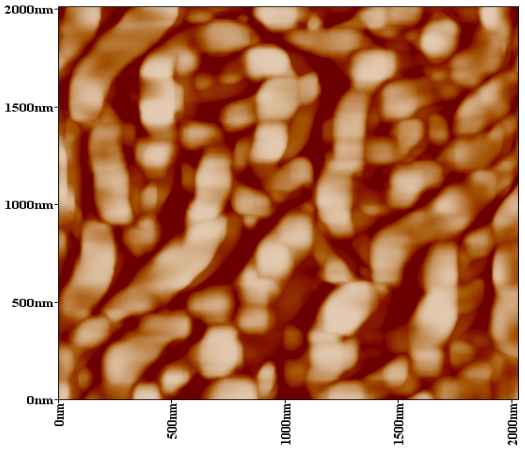
Fractal Dimension 2.47

دراسة تأثير ألتشويب بالنيكل على بعض الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية CuO الرقيقة

صبري جاسم محمد رعد قاسم عبد الأمير

CuO:Ni 3%





CSPM Imager Surface Roughness Analysis

Image size:2026.34nm X 2009.73nm

Amplitude parameters:
Sa(Roughness Average) 0.546 [nm]
Sq(Root Mean Square) 0.635 [nm]
Ssk(Surface Skewness) -0.13
Sku(Surface Kurtosis) 1.86
Sy(Peak-Peak) 2.08 [nm]
Sz(Ten Point Height) 1.03 [nm]

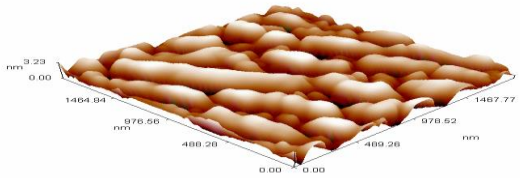
Hybrid Parameters:
Ssc(Mean Summit Curvature) -1.#J [1/nm]
Sdq(Root Mean Square Slope) 0.0263[1/nm]
Sdr(Surface Area Ratio) 0.0345

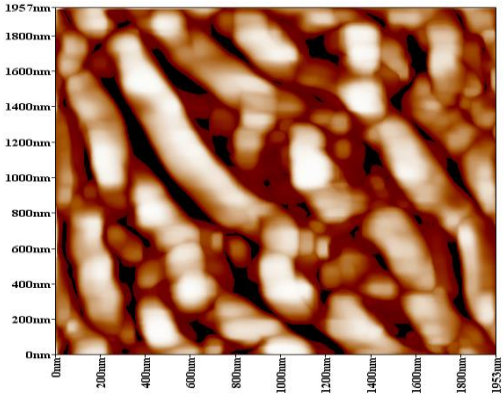
Functional Parameters:
Sbi(Surface Bearing Index) 5.89
Sci(Core Fluid Retention Index) 1.41
Svi(Valley Fluid Retention Index) 0.0941
Spk(Reduced Summit Height) 0.00408[nm]
Sk(Core Roughness Depth) 2.04 [nm]
Svk(Reduced Valley Depth) 0.0897[nm]
Sdc 0-5(0-5% height intervals of Bearing Curve) 0.108 [nm]
Sdc 5-10(5-10% height intervals of Bearing Curve) 0.104 [nm]
Sdc 10-50(10-50% height intervals of Bearing Curve) 0.823 [nm]
Sdc 50-95(50-95% height intervals of Bearing Curve) 1.05 [nm]

Spatial Parameters:
Sds(Density of Summits) 0 [1/um2]

Fractal Dimension 2.48

CuO:Ni 5%





CSPM Imager Surface Roughness Analysis

Image size:1953.13nm X 1957.03nm

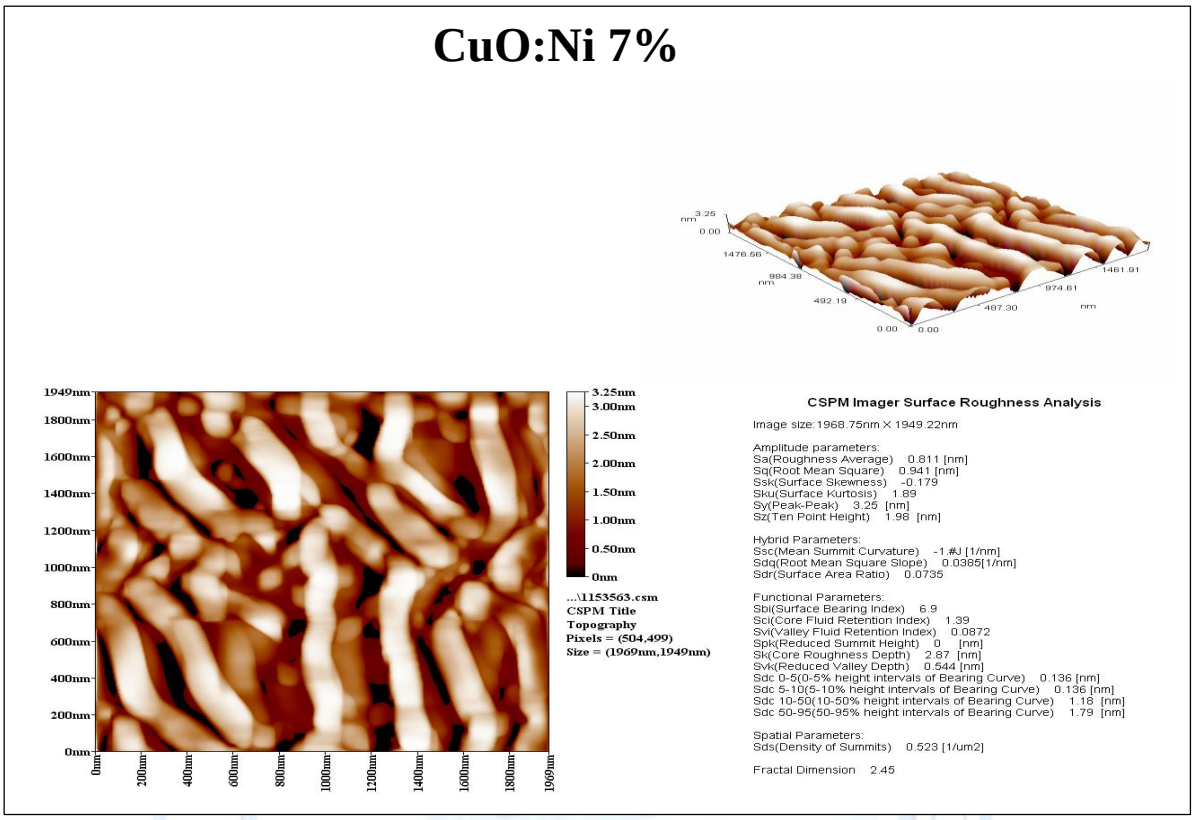
Amplitude parameters:
Sa(Roughness Average) 0.819 [nm]
Sq(Root Mean Square) 0.947 [nm]
Ssk(Surface Skewness) -0.0412
Sku(Surface Kurtosis) 1.82
Sy(Peak-Peak) 3.23 [nm]
Sz(Ten Point Height) 1.6 [nm]

Hybrid Parameters:
Ssc(Mean Summit Curvature) -1.#J [1/nm]
Sdq(Root Mean Square Slope) 0.0326[1/nm]
Sdr(Surface Area Ratio) 0.0529

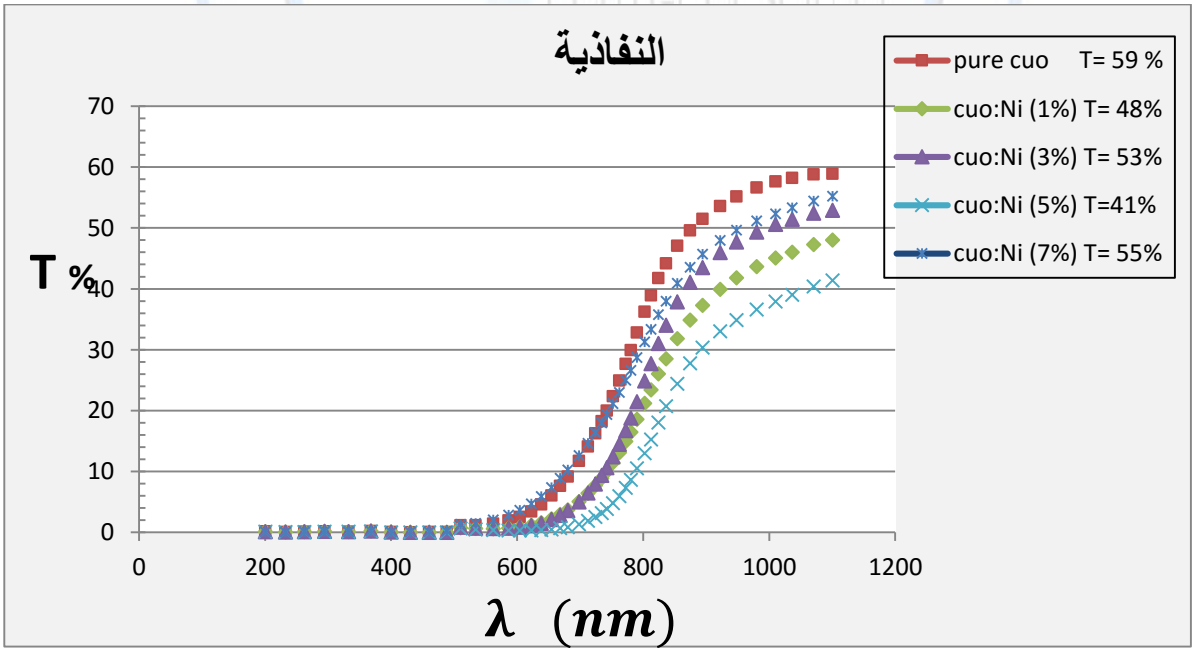
Functional Parameters:
Sbi(Surface Bearing Index) 5.37
Sci(Core Fluid Retention Index) 1.47
Svi(Valley Fluid Retention Index) 0.0732
Spk(Reduced Summit Height) 0.277 [nm]
Sk(Core Roughness Depth) 2.92 [nm]
Svk(Reduced Valley Depth) 0.0505[nm]
Sdc 0-5(0-5% height intervals of Bearing Curve) 0.176 [nm]
Sdc 5-10(5-10% height intervals of Bearing Curve) 0.157 [nm]
Sdc 10-50(10-50% height intervals of Bearing Curve) 1.28 [nm]
Sdc 50-95(50-95% height intervals of Bearing Curve) 1.61 [nm]

Spatial Parameters:
Sds(Density of Summits) 0 [1/um2]

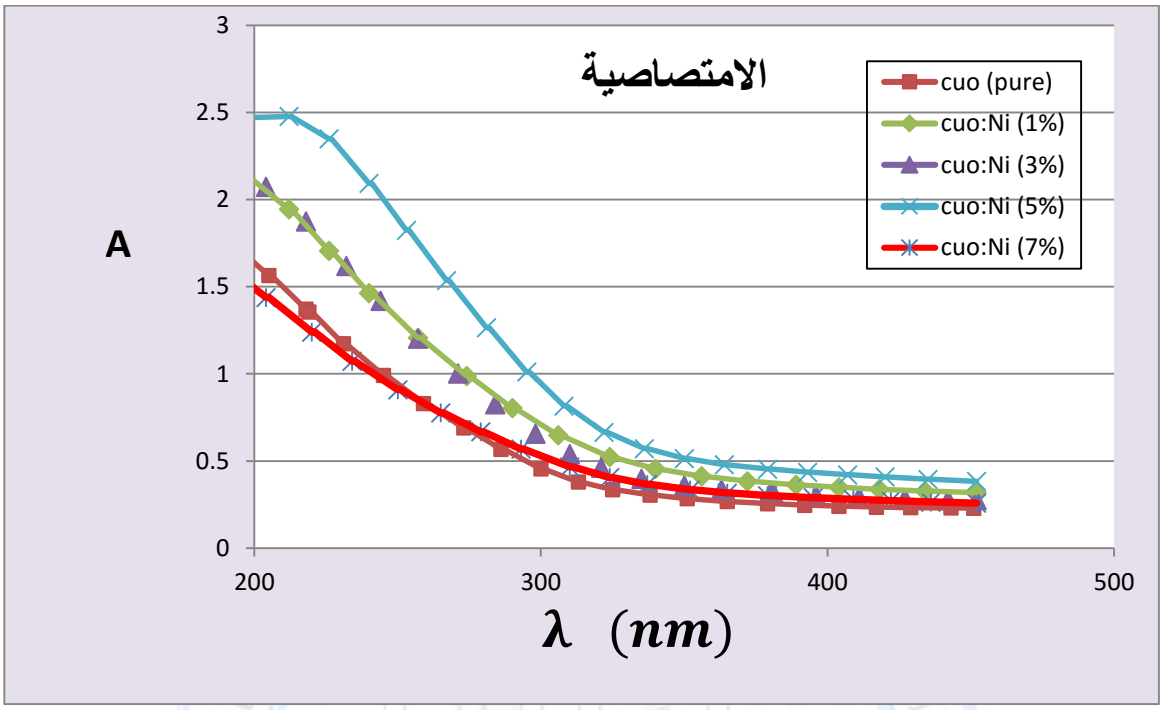
Fractal Dimension 2.46



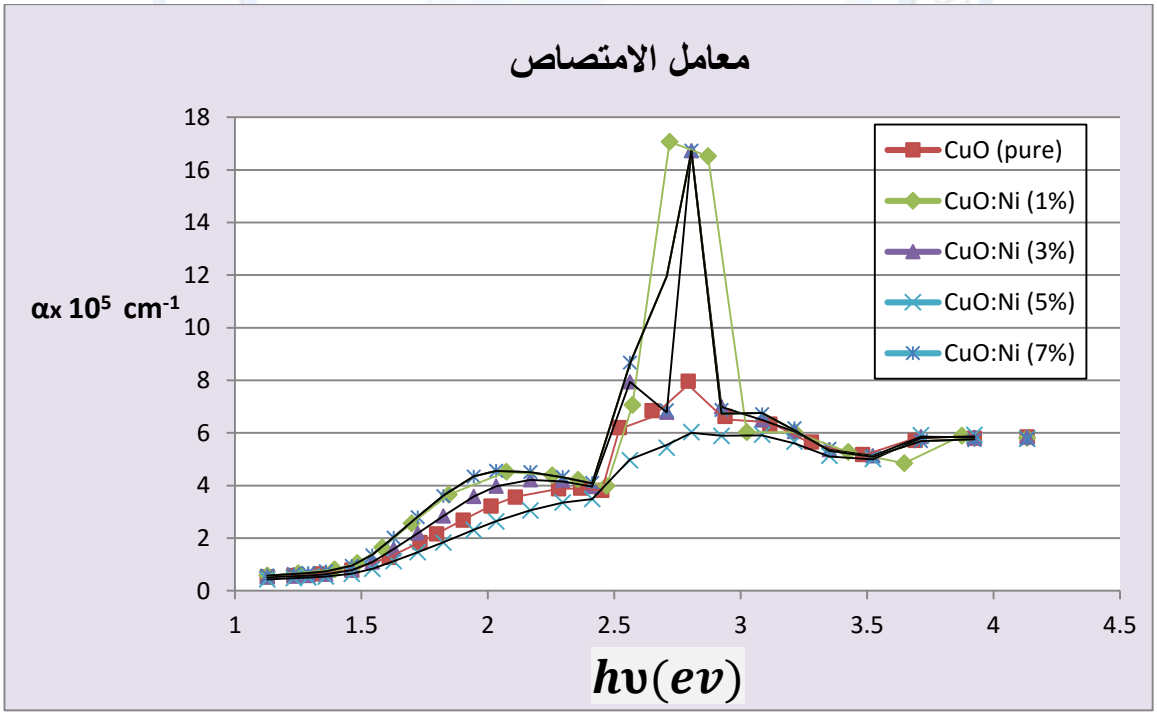
الشكل (2): صور (AFM) طبوغرافية سطوح أغشية أوكسيد النحاس غير المشوبة والمشوبة بالنيكل ولنسب تشويب مختلفة .



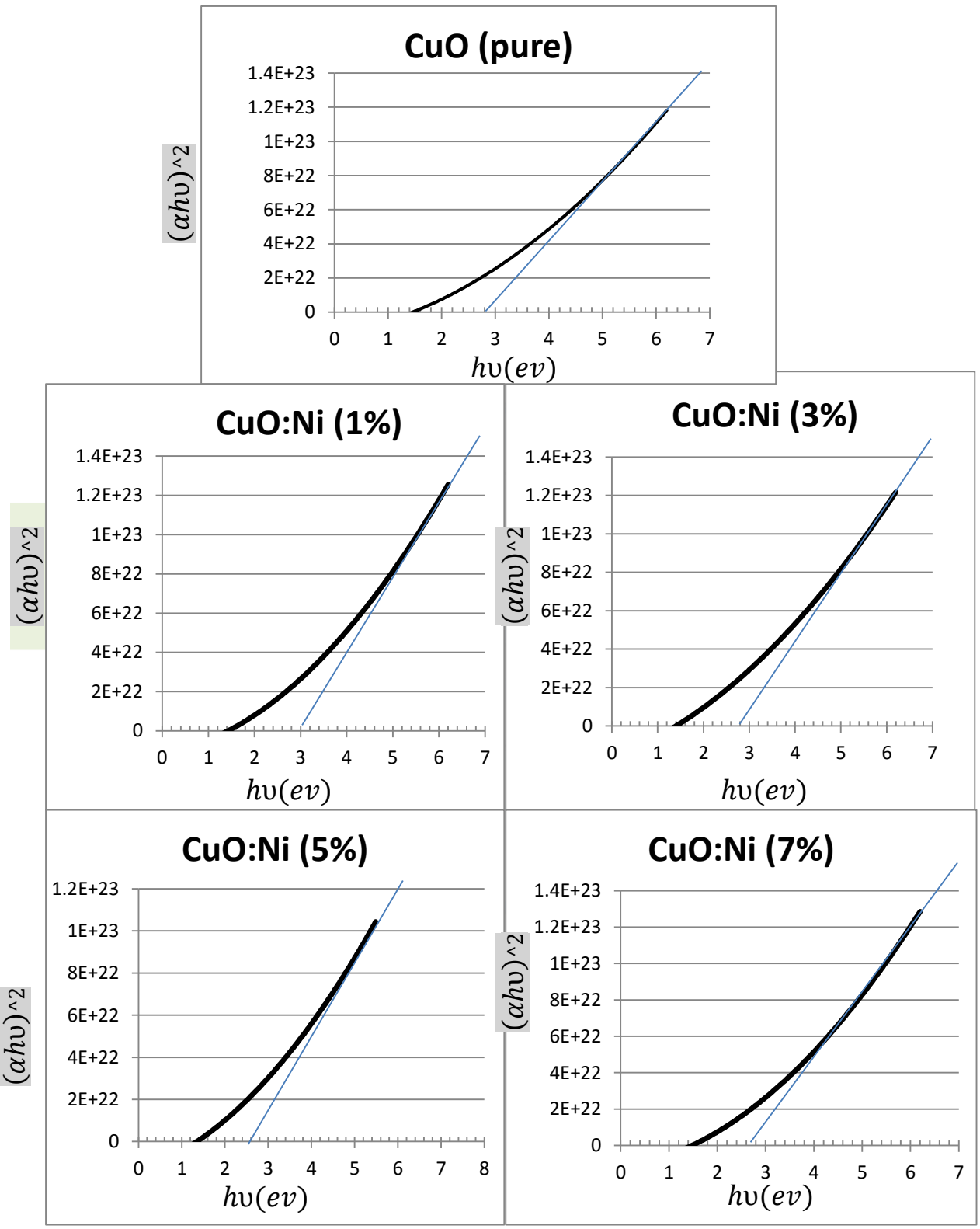
الشكل (3): النفاذية كدالة للطول الموجي لأغشية (CuO) غير المشوبة والمشوبة بالنيكل (Ni) بنسب مختلفة.



الشكل (4): الامتصاصية كدالة للطول الموجي لأغشية (CuO) غير المشوبة والمشوبة بالنيكل (Ni) بنسب مختلفة.



الشكل (5) تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون لأغشية (CuO) غير المشوبة والمشوبة بـ(Ni) وبنسب مختلفة



الشكل (6): قيم فجوة الطاقة البَصَريَّة للانتقال المباشر المسموح لأغشية أوكسيد النحاس غير المشوبة والمشوبة بالنيكل ولنسب تشويب مختلفة.

المصادر

1. K.L. Chopra , " Thin Film Phenomena .", Mc.Graw New York , (1969).

2. K.L.Chopra and I.Kaur,"Thin Film Devices Applications", Plenum Press, New York, 1983.

3. F.Bayansal, B. Sahin, M. Yuksel, H.A. Cetinkara , " SILAR-based growth of nanostructured CuO thin films from alkaline baths containing saccharin as additive" J. Materials Letters Vol. 98 Pages: 197-200 Provider: Elsevier,(2013).

4. M. Izaki, "Effects of annealing on optical and electrical characteristics of p-type semiconductor copper (II) oxide electrodeposits " Journal: Thin Solid Films Vol. 520 ,P. 2434-2437 Provider: Elsevier, (2012).

5. H.C. Lu, C.L. Chu, C.Y. Lai, Y.H. Wang, "Property variations of direct-current reactive magnetron sputtered copper oxide thin films deposited at different oxygen partial pressures" Journal: Thin Solid Films , Volume: 517 , P. 4408-4412 Provider: Elsevier Publisher,(2009) .

6. B.Balamurugan, B.R. Mehta," Optical and structural properties of nanocrystalline copper oxide thin films prepared by activated reactive evaporation", Thin Solid Films,Vol.396,PP.90-96, (2001).

7. J. B. Forsyth, S. Hull," The effect of hydrostatic pressure on the ambient temperature structure of CuO", J. Phys. Condens. Matter 3, PP. 5257-5261, (1991).

8. Z.H. Gan, G.Q. Yu, B.K. Tay, C.M. Tan, Z.W. Zhao, Y.Q. Fu," Preparation and characterization of copper oxide thin films deposited by filtered cathodic vacuum arc" J..Appl. Phys, Vol. 37, P. 81, (2004).

9. X.P. Gao, J.L. Bao, G.L. Pan, H.Y. Zhu, P.X. Huang, F. Wu, D.Y. Song," Preparation and Electrochemical Performance of Polycrystalline and Single Crystalline CuO Nanorods as Anode Materials for Li Ion Battery", J. Phys. Chem, Vol. 108, PP. 5547.1966, (2004).

10. H.M. Xiao, S.Y. Fu, L.P. Zhu, Y.Q. Li, G. Yang, Eur," Controlled synthesis and characterization of CuO nanostructures through a facile hydrothermal route in the presence of sodium citrate", J. Inorg. Chem, Vol. 14, (2007).

11. H. Fan, L. Yang, W. Hua, X. Wu, Z. Wu, S. Xie, B. Zou," Controlled synthesis of monodispersed CuO nanocrystals", *Nanotechnology* Nanotechnology, Vol. 15, P. 37, (2004).

12. C.T. Hsieh, J.M. Chen, H.H. Lin, H.C. Shih," Field emission from various CuO nanostructures", *Applied Physics Letters*,Vol. 83, P. 3383, (2003).

13. P.O. Larsson, A. Andersson, R.L. Wallengerg, B. Svensson," Catalytic Oxidation of 1,2-Dichlorobenzene over Supported Transition Metal Oxides", J. Catal, Vol. 163, P. 279 ,(1996).

14. W. Chae, J. Ho Yoon, H. Yu, D. Jang, Y. Kim," Ultraviolet Emission of ZnS Nanoparticles Confined within a Functionalized Mesoporous Host", J. Phys. Chem., Vol. 108, P. 11509, (2004) .

15. M .Ando, T.Kobayashi, M.Haruta," Size- and support-dependency in the catalysis of gold", Catal. Today, Vol. 36, P. 135 (1997).

16. R .L.Madan and G.D.Tuli,"s.chand success guide lnorganic chemistry",(1999).

17. J. S. Blakmore, "Solid State Physics", Cambridge Press, 2nd Edition, (1986) .

18. مؤيد جبرائيل، "فيزياء الحالة الصلبة"مديرية دار الكتب للطباعة والنشر/الموصل،ج1،الاولى،(1987)

19. J. I. Pankove, "Optical Processes in Semiconductors", Prentice-Hall, New Jersey, (1971)

20. M. S. Dresselhaus , "Optical Properties of Solids" Part II , (1998).

21. G. G. Rusu , M. Rusu , "Optical Behavior Of Multilayered Cdte/Cu Thin Films Deposited By Stacked Layer Method" , J. of Opt.and Advanced Materials, 7(2005)885.

22 . M. Marafi, F. El Akkad, B. Pradeep , "Properties of R.F. Sputtered Cadmium Telluride Thin Films " , Journal of Materials Science, 14 (2003) 21.