مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد الثالث والعشرون - المجلد السادس - علوم الفيزياء - نيسان 2024م
doi.org/10.52866/esj.2023.06.23.02

تأثير السمك على بعض الخصائص الفيزيائية لأغشية اوكسيد النحاس النانوية المحضرة بطريقة الترسيب بالرش الكيميائي

علي عبدالله حسن[1*] , زهير ناجي مجيد[2]
[1] قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت، العراق
[2] قسم الفيزياء، كلية التربية بنات، جامعة كركوك، العراق
البحث مستل من رسالة ماجستير الباحث الأول
Email[2]: zuheernaji@uokirkuk.edu.iq Email[1*]: aliphysics223@gmail.com

مستخلص:
في هذا البحث تم دراسة الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية أوكسيد النحاس (CuO) النقية بطريقة الرش الكيميائي الحراري لأسماك مختلفة والمترسبة على قواعد زجاجية ذات ابعاد cm(5.2×5.2) وبسمك mm(1-12) عند درجة حرارة (300°C) باستخدام تقنية الرش الكيميائي الحراري. حيث أظهرت نتائج البحث بالنسبة لفحوصات تقنية حيود الاشعة السينية (XRD) تناقص في قيم الحجم الحبيبي البلوري بالنسبة الجميع الاغشية المحضرة وأنها كانت ذات تركيب متعدد التبلور ومن احادي الميل وبالتجاة سائد (111) وكذلك بينت نتائج فحوصات (AFM) زيادة في قيم كل من معدل خشونة السطح ومتوسط الجذر التربيعي (RMS) مع زيادة نسبة السمك الاغشية المحضرة، كما بينت نتائج الفحوصات البصرية باستخدام مطياف الاشعة الفوق البنفسجية (UV-VIS) زيادة في قيم الامتصاصية كلما ازداد سمك الغشاء اما فجوة الطاقة البصرية فكانت تتناقص قيمتها مع زيادة السمك، تأثير هول Hall Effect. وتم دراسة الخواص الكهربائية بطريقة تأثير هول وقد ظهرت اوكسيد النحاس النانوية بموصلية نوع (P-type) وان تركيز حاملات الشحنة (n_H) تزداد مع زيادة السمك ، التحسسية بينت نتائج التحسسية للغاز ان زيادة التحسسية الاغشية تزداد مع زيادة درجة الحرارة.

الكلمات المفتاحية: اغشية رقيقة، اوكسيد النحاس، خواص تركيبية، خواص بصرية، متحسس غازي، طريقة الرش الكيميائي الحراري.

Effect of thickness on some physical properties of CuO Nano thin films prepared by Thermal chemical spraying method

Ali Abdullah Hassan[*1] , Zuheer N. Majeed[2]
[1] Department of Physics, College of Education for Pure Sciences, University of Tikrit, Iraq
[2] Department of Physics, College of Education for Woman University of Kirkuk, Iraq
E-mail [*1]: Aliphysics223@gmail.com E-mail [2]: zuheernaji@uokirkuk.edu.iq

Abstract :
In this research, the structural and optical properties of pure copper oxide (CuO) films were studied by a method of thermochemical spraying of different thicknesses and deposited on glass bases with dimensions of (5.2 × 5.2) cm and thickness of (1-12) mm at a temperature (300 °C) using the thermochemical spray technique. The results showed, with regard to X-ray diffraction (XRD) technical tests, a decrease in the values of the crystalline particle size for all the prepared films, and that they were of a polycrystalline structure, monoclinic, and in the dominant direction (111). Likewise, the results of the (AFM) tests showed an increase in the values of each of the average surface roughness and root mean square (RMS) with increasing thickness of the prepared films. The results of optical tests using ultraviolet spectroscopy (UV-VIS) also showed an increase in the absorbance values as the thickness of the film increased, while the optical energy gap decreased in value with the increase in thickness and The Hall Effect. The electrical properties are studied using the Hall Effect method, and copper oxide nanoparticles have appeared. With conductivity of the P-type and the concentration of charge carriers (nH) increases with increasing thickness and sensitivity. Gas sensitivity results showed that the sensitivity of films increases with increasing temperature.

Keywords: thin films, copper oxide, structural properties, optical properties, gaseous sensor, thermal chemical spray method.

1- المقدمة Introduction

تعد تقنية الاغشية الرقيقة من اهم التقنيات المهمة في فيزياء الحالة الصلبة واصبحت من المواد المهمة في التطبيقات الالكترونية لما تتميز هذه المواد من حيث توصيليتها للحرارة والضوء والمجال المغناطيسي [1] ونظرا لما يظهر أوكسيد النحاس من معامل امتصاص عالي للأشعة الكهرومغناطيسية في المنطقة المرئية من الطيف الكهرومغناطيسي فهو يستخدم في التطبيقات الشمسية ومنها الخلايا الشمسية بالإضافة الى تطبيقات الاخرى في متحسسات الغاز [2] الغشاء الرقيق Thin Films مصطلح يستخدم لوصف طبقة وطبقات عديدة من ذرات المادة التي لا يتعدا سمكها مايكرومتر واحد واعدة نانو مترات[3] ان مصطلح الأغشية الرقيقة من اهم المفاهيم التي كان لها اهمية في دراسة تطوير المواد الشبة الموصلة وتم معرفة مجموعة من خصائصها الكيميائية والفيزيائية المميزة والتي تكون مختلفة عن خصائص المواد التي قامت بتكوينها [4] اعتمادها على الطريقة التي يتم تحضيرها فأنه بالإمكان تغير الخائص الكهربائية والبصرية لهذه الأغشية كاستخدام انواع مختلفة من مواد التشويب مع امكانية تغير نسبها او درجة حرارة القاعدة [5] وتستخدم في تطوير الحاسبات الرقمية واستخدمت في الدوائر المتكاملة في دوائر لقلق والفتح وصناعة الترانزستورات والخلايا الشمسية والمتحسسات الغازية وفي المجالات البصرية وفي صناعة المرشحات البصرية واجهزة الاستنساخ [6] ويمكن تصنيف طرائق تحضير الاغشية الى مجموعتين الأولى هي الطرائق الفيزيائية وتتضمن طريقة الاقتلاع بالليزر الاطلاء الايوني التبخر الحراري في الفراغ الترذيذ، والمجموعة الثانية هي الطريقة الكيميائية طريقة الترسيب بالحمام الكيميائي والترسيب الذري والرش الكيميائي الحراري[7].

3 - الجزء العملي Experimental part :

لتحضير محلول اوكسيد النحاس (CuO) النقية يتم ذلك باستخدام مادة نترات النحاس المائية ذي اللون الأزرق والتي لها الصيغة الكيميائية ($Cu(NO_3)_2.3H_2O$) ووزنها الجزيئي (241.54 g/ mol) يحضر محلول نترات النحاس المائية بتركيز (0.1 M)) وذلك بإذابتها في (100 ml) من الماء المقطر مع التحريك بوساطة الخلاط المغناطيسي بوجود عامل مساعد الحرارة للحصول على محلول متجانس ازرق اللون وبعد رش المحلول وترسيبه على زجاجية ساخنة نحصل على غشاء CuO وفقا للمعادلة الكيميائية التالية:

$$2Cu(NO_3)_2 \rightarrow 2CuO + 4NO\uparrow + 3O_2\uparrow \quad \ldots(1)$$

النتائج والمناقشة
Results and Discussion

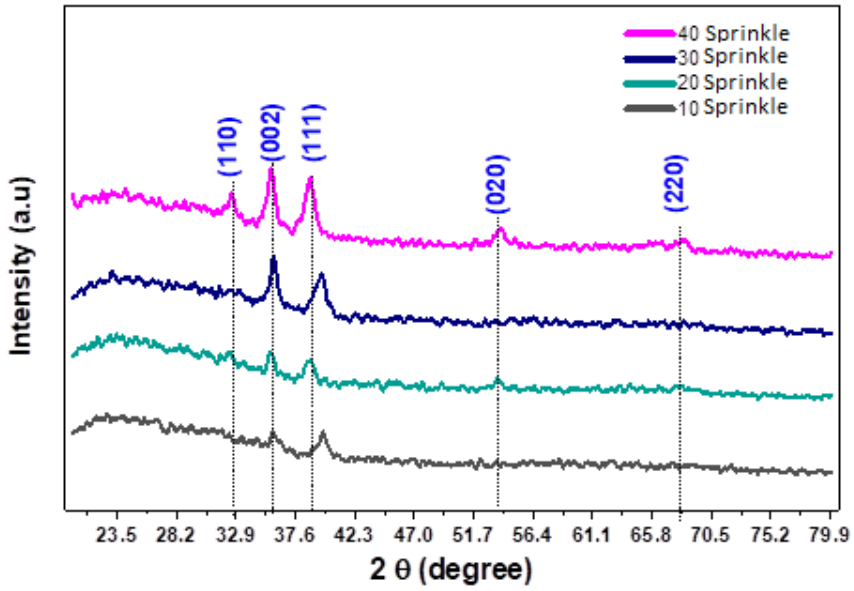
1. **نتائج فحوصات حيود الاشعة السينية** (XRD)

قد اظهرت نتائج التشخيص حيود الاشعة السينية في الشكل (1) للعينات بان طيف الاشعة السينية لأغشية (CuO) بأنها ذات تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline) ومن النوع احادي الميل (Monoclinic) وهذه النتائج [8] حيث نلاحظ نمط الحيود الذي رسمة الغشاء في النطاق (20°–80°) وجود قمتين (Peaks) للمستويين (002) (111) عند الزاويتين 36.020°، 39.512° على التوالي وبالاعتماد على بطاقة القياس العالمية (ASTM) American Standard of Testing Materials والتي تحمل الرقم (041-00-0254) والعائدة لأوكسيد

النحاس وهذه النتائج مقاربة لنتائج الباحث [9] وقد ظهرت هناك قمتين للمستويين (020-220) عند الزاويتين (° 53.46 -° 68.14)] وعند زيادة سمك الغشاء الى 20 رشة ظهرت قمتين لا غشية (CuO) للمستويين (002)، (110) عند الزاويتين °32.423 - °35.577 على التوالي وبالاعتماد على البطاقة القياسية العالمية (ASTM) والتي تحمل الرقم (00-0254-041) ونلاحظ زيادة في نمو المستويات البلورية مع زيادة سمك الغشاء حيث ان عملية في زيادة سمك الغشاء اوكسيد النحاس (CuO) لم تؤدي الى تغير في شكل التركيب البلوري والطور الذي تكونت مادة الغشاء وانها عملت كمحفز لنمو وانتظام تراصف وبناء البلورات وهذا السلوك يتطابق مع الباحث [01] 1ي وعند زيادة سمك الغشاء الى 30 رشه يسبب ويعزز نمو الحبيبات الى ان الحبيبات تندمج بسبب تواجد مستويات الذرات بالاتجاه نفسة مسببه زيادة الحجم الحبيبي وتقل الحدود الحبيبية الى الغاء العيوب البلورية وتحسين بلورية المادة [11].

الجدول (1) النتائج المستحصلة من نماذج XRD لأغشية أوكسيد النحاس (CuO) وبعدد رشات مختلفة

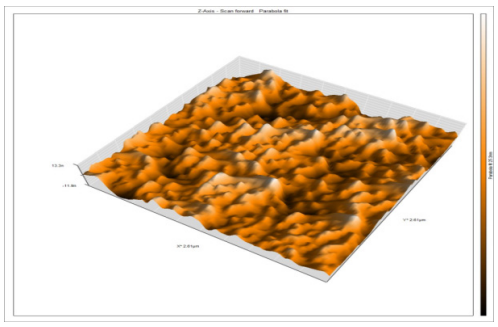
Sample	Formula	θ 2	θ – 2 Stander	d(A°)	Intensity	FWHM (deg)	(hkl)	System	C.z(nm)
10 sprinkle	CuO	35.7368	35.43	2.51257	22.83551	0.3936	002	Monoclinic	19.202
	CuO	39.757	38.94	2.26727	40.35182	0.1968	111	Monoclinic	37.947
20 sprinkle	CuO	32.425	32.50	2.76121	16.80957	0.47232	110	Monoclinic	16.144
	CuO	35.577	35.43	2.52343	34.5849	0.31488	002	Monoclinic	24.014
	CuO	38.841	38.94	2.31858	29.56704	0.3936	111	Monoclinic	19.027
	CuO	53.629	53.46	1.70898	15.54107	0.47232	020	Monoclinic	15.005
30 sprinkle	CuO	35.857	35.43	2.50437	72.41597	0.3936	002	Monoclinic	19.196
	CuO	39.818	38.94	2.26393	83.11107	0.0787	111	Monoclinic	94.874
40 sprinkle	CuO	32.60154	32.50	2.74668	36.91241	0.1968	110	Monoclinic	38.729
	CuO	35.70723	35.43	2.51459	102.1748	0.1968	002	Monoclinic	38.408
	CuO	38.76188	38.94	2.32317	84.01735	0.15744	111	Monoclinic	47.581
	CuO	53.69764	53.46	1.70698	31.46549	0.11808	020	Monoclinic	60.002
	CuO	68.35642	68.14	1.37234	11.62572	0.47232	220	Monoclinic	13.909

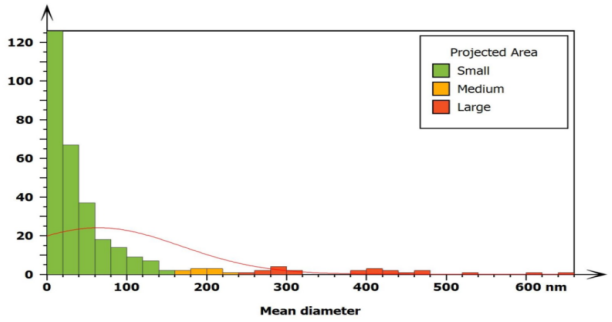


الشكل (1) : الشكل نموذج حيود الاشعة السينية (**XRD**) لأغشية أوكسيد النحاس النقية

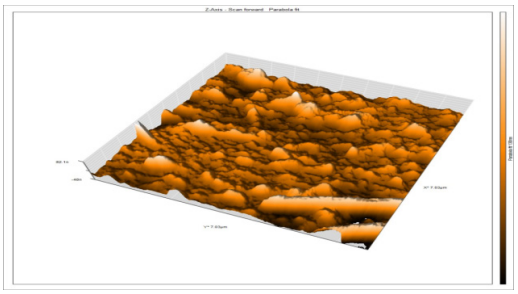
2- فحوصات مجهر القوة الذرية (AFM) Atomic Force Microscope

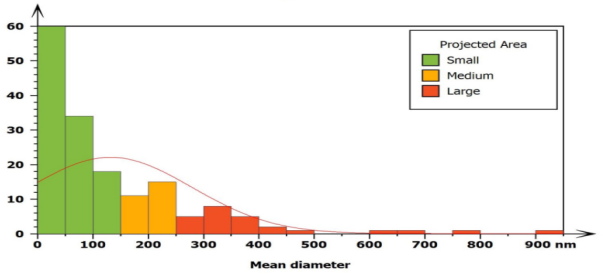
ومن حلال هذا الفحص حيث يتم دراسة طبوغرافية وتضاريس سطوح الاغشية المحضرة عند درجة حرارة (300°C) باستخدام تقنية الرش الكيميائي الحراري حيث تم مسح العينات بالبعاد (4000×4000) nm ويوضح الشكل (2) للصور ثلاثية البعاد وتجانس في سطوح الغشية المحضرة وكذلك الزيادة في حجم كل من خشونة السطح والجذر التربيعي لمربع متوسط الخشونة (RMS) مع زيادة الحجم الحبيبي الجميع الاغشية المحضرة عند زيادة سمك الغشاء [12].



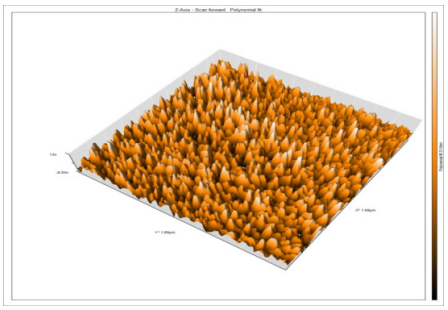


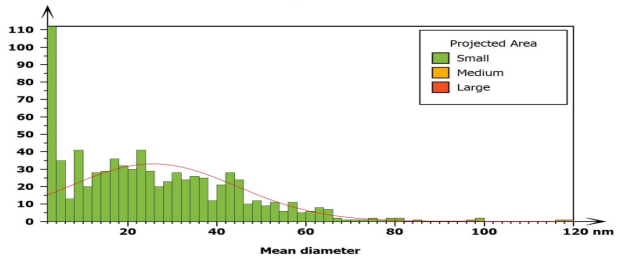
10 Sprinkle



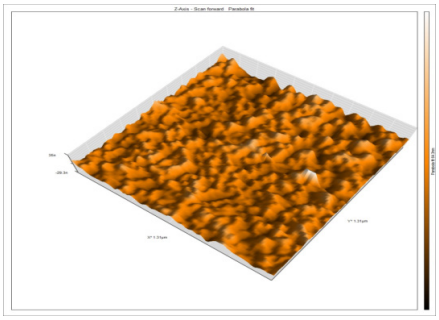


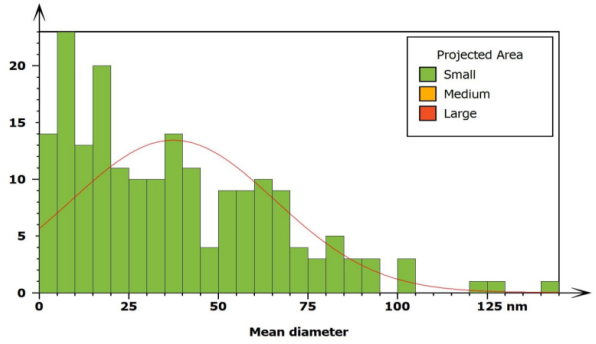
20 Sprinkle





30 Sprinkle





40 Sprinkle

الشكل (2): يوضح فحوصات مجهر القوة الذرية (AFM) لأغشية أوكسيد النحاس النقية ويعدد رشات مختلفة (10 رشات، 20 رشة، 30 رشة، 40 رشة)

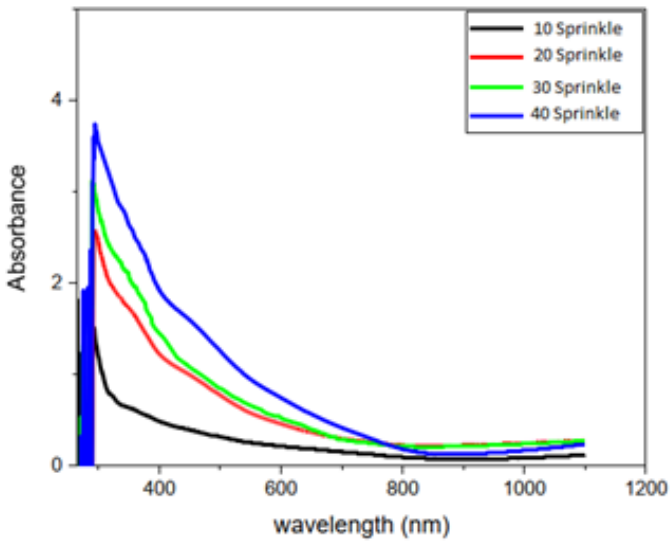
الجدول (2): نتائج مجهر القوة الذرية (AFM)

Sample	Average diameter (nm)	Surface roughness (nm)	Root mean square (nm)
10 sprinkle	25.65	7.123	8.825
20 sprinkle	37.39	20.43	25.78
30 sprinkle	64.38	22.13	26.07
40 sprinkle	131.6	34.01	42.17

3 – الامتصاصية Absorbance:

ان دراسة طيفي الامتصاصية فائد مهمة في تحديد التطبيق العلمي، وتعتمد الامتصاصية على طاقة الفوتونات الضوئية الساقطة وعلى نوع المادة وطبيعة تركيبها البلوري وقد اجريت جميع القياسات طيفي الامتصاصية ضمن مدى الاطوال الموجية nm (3000 – 1100) لجميع الأغشية المحضرة النقية.

ويوضح الشكل (3) طيف الامتصاصية دالة الطاقة الفوتون الساقط لأغشية اوكسيد النحاس النقية في عدد رشات مختلفة (بسماكة مختلفة) إذ تبين من الشكل ان امتصاصية الاغشية المحضرة النقية تبدا بل الزيادة التدريجية مع زيادة طاقة الفوتونات الضوئية الساقطة (نقصان في الطول الموجي) وادت زيادة السمك الى زيادة في قيمة الامتصاصية، وذلك ان الامتصاصية تكون اعظم ما يمكن عند الاطوال الموجية القصيرة [13].

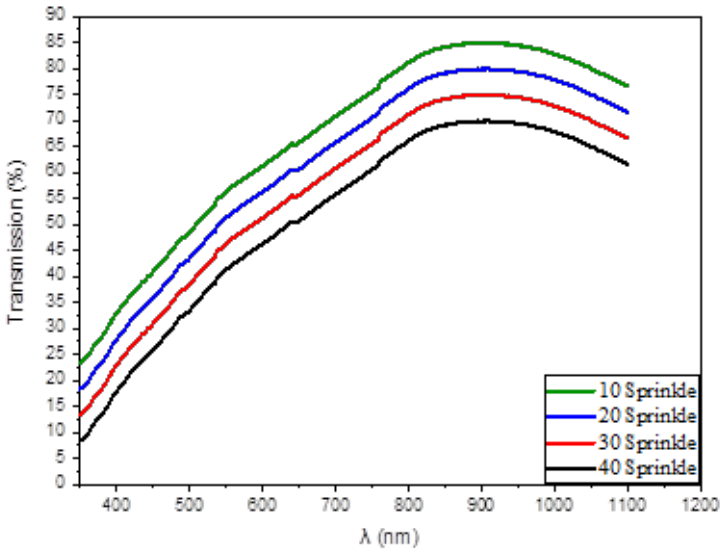


الشكل (3)
طيف الامتصاصية
لأغشية اوكسيد
النحاس النقية العدد
رشات مختلفة
(10 رشات، 20
رشة، 30 رشة،
40 رشة)

4 – النفاذية Transmittance

يعتمد طيف النفاذية في الاغشية الرقيقة على التركيب الكيميائي والبلوري للمادة ويعتمد على سمك الغشاء وتضاريس السطح ، وتم حساب النفاذية عند مدى الاطوال الموجية nm(1200 – 400) اذ تتناسب النفاذية عكسا مع سمك الغشاء، فالسمك العالي يوفر فرصة اكبر لحصول ظواهر الامتصاص البصري المختلفة في الغشاء وبالتالي توهين جزء اكبر من الشعاع الساقط[14] وتتغير النفاذية مع الطول الموجي وطاقة الفوتون الساقط

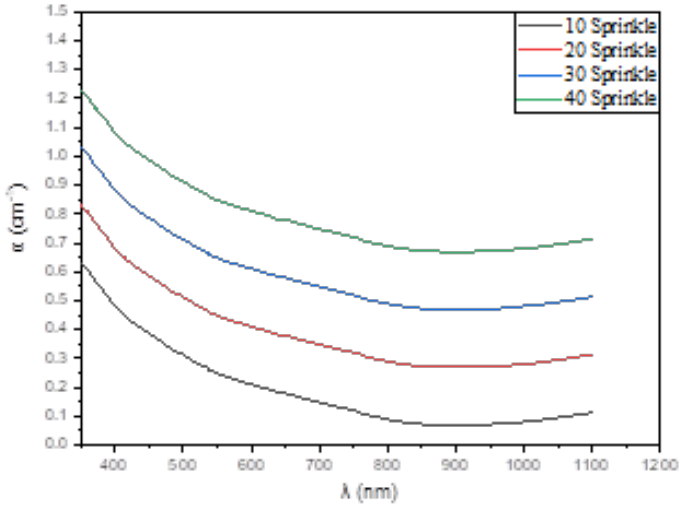
ويبين الشكل (4) طيف النفاذية لأغشية (CuO) وبالسماك المختلفة ونلاحظ من الشكل بان النفاذية تقل مع زيادة طاقة الفوتون وكذلك نلاحظ بان النفاذية تقل مع زيادة السمك.



الشكل (4)
طيف النفاذية لأغشية
اوكسيد النحاس النقية
وبعدد رشات مختلفة
(10 رشات، 20 رشة،
30 رشة، 40 رشة)

5 – معامل الامتصاص Absorption Coefficient

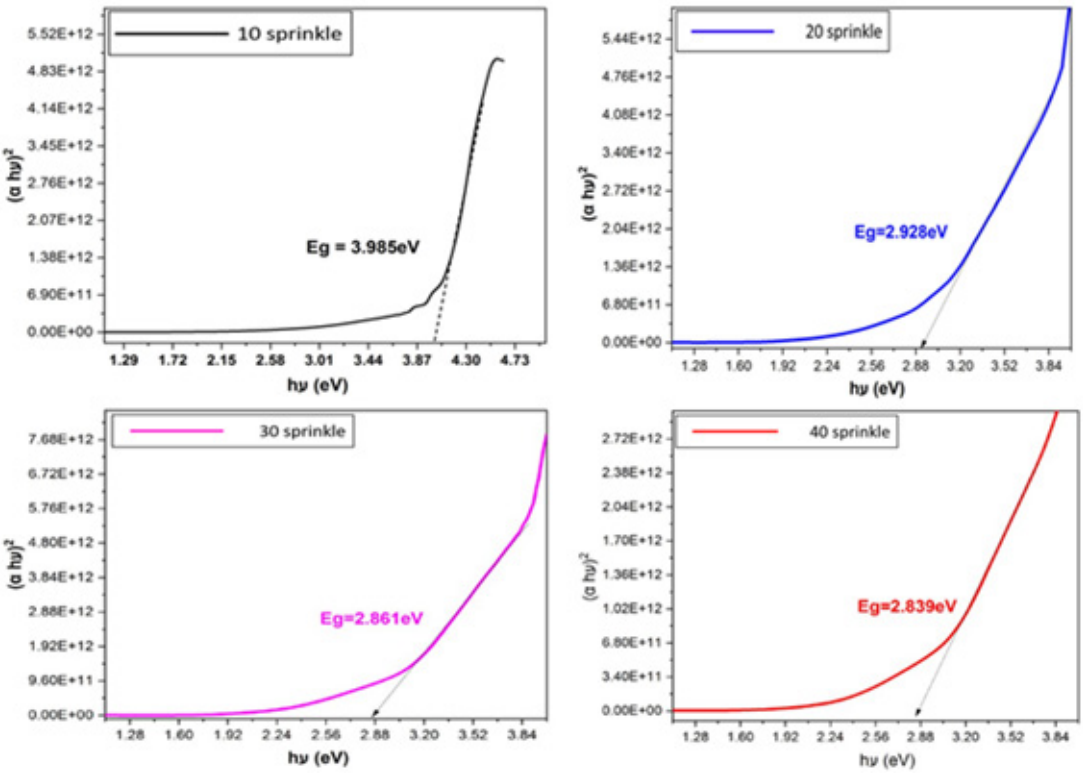
يعرف معامل الامتصاص بانة نسبة لنقصان في فيض طاقة الاشعاع بالنسبة لوحدة المسافة باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط ، وشكل (5) يبين منحني معامل الامتصاص كدالة للطول الموجي لغشية (CuO) إذ يتضح من الشكل ان معامل الامتصاص يتصرف بسلوك مشابه لسلوك طيف الامتصاصية وهذا يرجع الى طبيعة العلاقة بينهما [15] ونلاحظ من الشكل ان معامل الامتصاص يزداد بزيادة السمك، ان زيادة سمك الاغشية أدت الى زيادة عدد التصادمات مع المادة بشكل كبير مسببة زيادة في قيم معامل الامتصاص.



الشكل (5)
يوضح معامل
الامتصاص لأغشية
اوكسيد النحاس النقية
والعدد رشات مختلفة
(10 رشات،
20 رشة، 30 رشة،
40 رشة)

6- فجوة الطاقة البصرية Optical Energy Gap

يتم حساب فجوة الطاقة البصرية وحسب الشكل (6) حيث توضح العلاقة $(\alpha h\nu)^2$ مع قيم $(h\nu)$ لطاقة الفوتون الساقط ومن خلال الرسم امتداد لخط مستقيم بعد حافة الامتصاص الاساسية ليقطع محور طاقة الفوتون عند الصفر $(\alpha h\nu) = 0$ حيث يتم حساب فجوة الطاقة للانتقالات الالكترونية المباشرة (CuO) النقية حيث وجدت ان قيم فجوة الطاقة الأغشية النقية (3.985ev) وعنده زيادة سمك الغشاء حيث وجد ان قيم فجوة الطاقة تقل بزيادة السمك حتى تصل الى (2.839ev) ويعود السبب للنقصان في قيم فجوة الطاقة الى ان تكون المستويات (CuO) داخل فجوة الطاقة ويزداد عرض هذا المستويات بزيادة السمك مما يؤدي الى تناقص في عرض الفجوة وهذا يتفق مع ما توصل اليه [16].

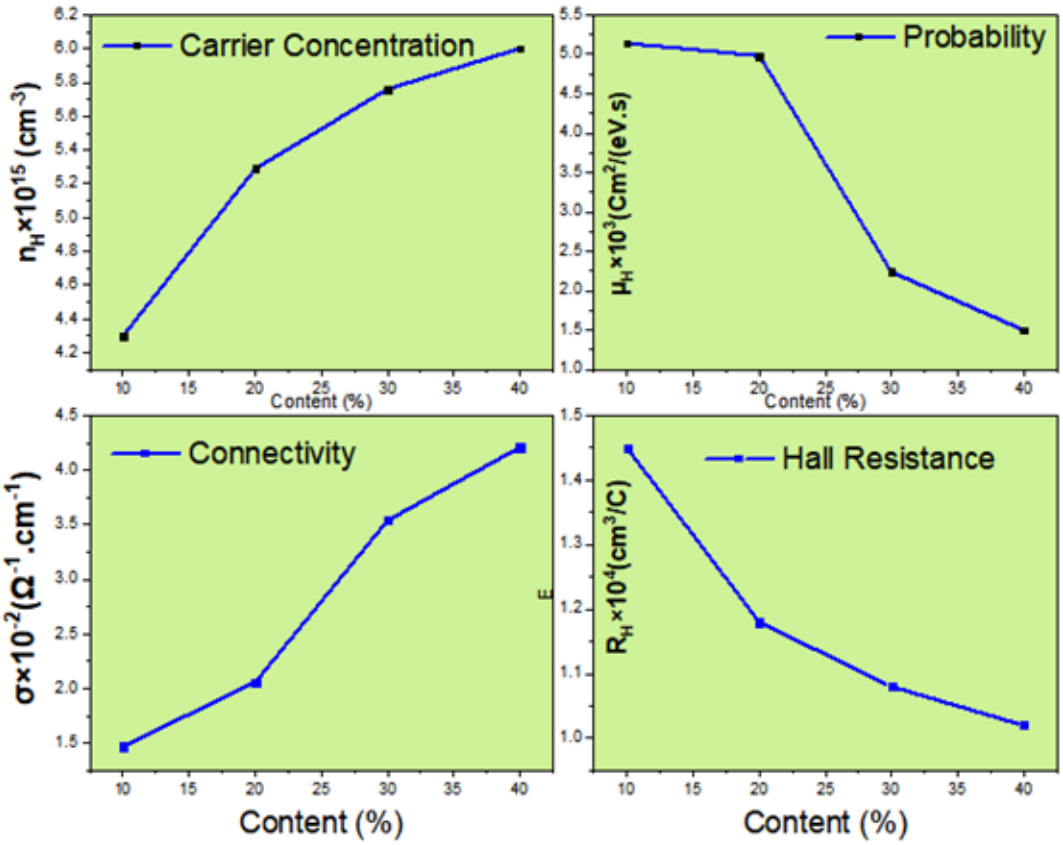


الشكل (6) يوضح فجوات الطاقة لأغشية اوكسيد النحاس النقية
ولعدد رشات مختلفة (10 رشات، 20 رشة، 30 رشة 40 رشة)

7- تأثير هول Hall Effect

يعتمد تأثير هول في الاغشية الرقيقة متعددة التبلور على ظروف الترسيب والبنية البلورية وتمت دراسة الخواص الكهربائية بطريقة تأثير هول وقد ظهرت اغشية اوكسيد النحاس (CuO) النانوية بموصلية نوع (P- type) وبذلك تكون ناقلات الشحنة الاغلبية هي الفجوات مع زيادة حاملات الشحنة (n_H) ومعا زيادة التوصيلية الكهربائية (σ) فيما انخفضت قيمة الاحتمالية (μ_H) ومعامل Hall Effect (R_H) والجدول يوضح () يبين قيم المعلمات

الرئيسية من تأثير هول ويوضح تركيز حاملات الشحنة (n_H) واحتمالية هول (μ_H) كدالة لعدد الرشات ، وتبين ان حاملات الشحنة (Hμ) تزداد مع زيادة عدد الرشات ويرجع السبب زيادة حاملات الشحنة الى خفض الجهد الحاجز وذلك يؤدي الى توليد مستويات ثانوية بين حزمة التكافؤ والتوصيل لذلك مكن الالكترونات من شغل هذه المستويات اثناء انتقال بين الحزم والتي بدورها تؤدي الى زيادة عدد الذرات الوهبة [17].

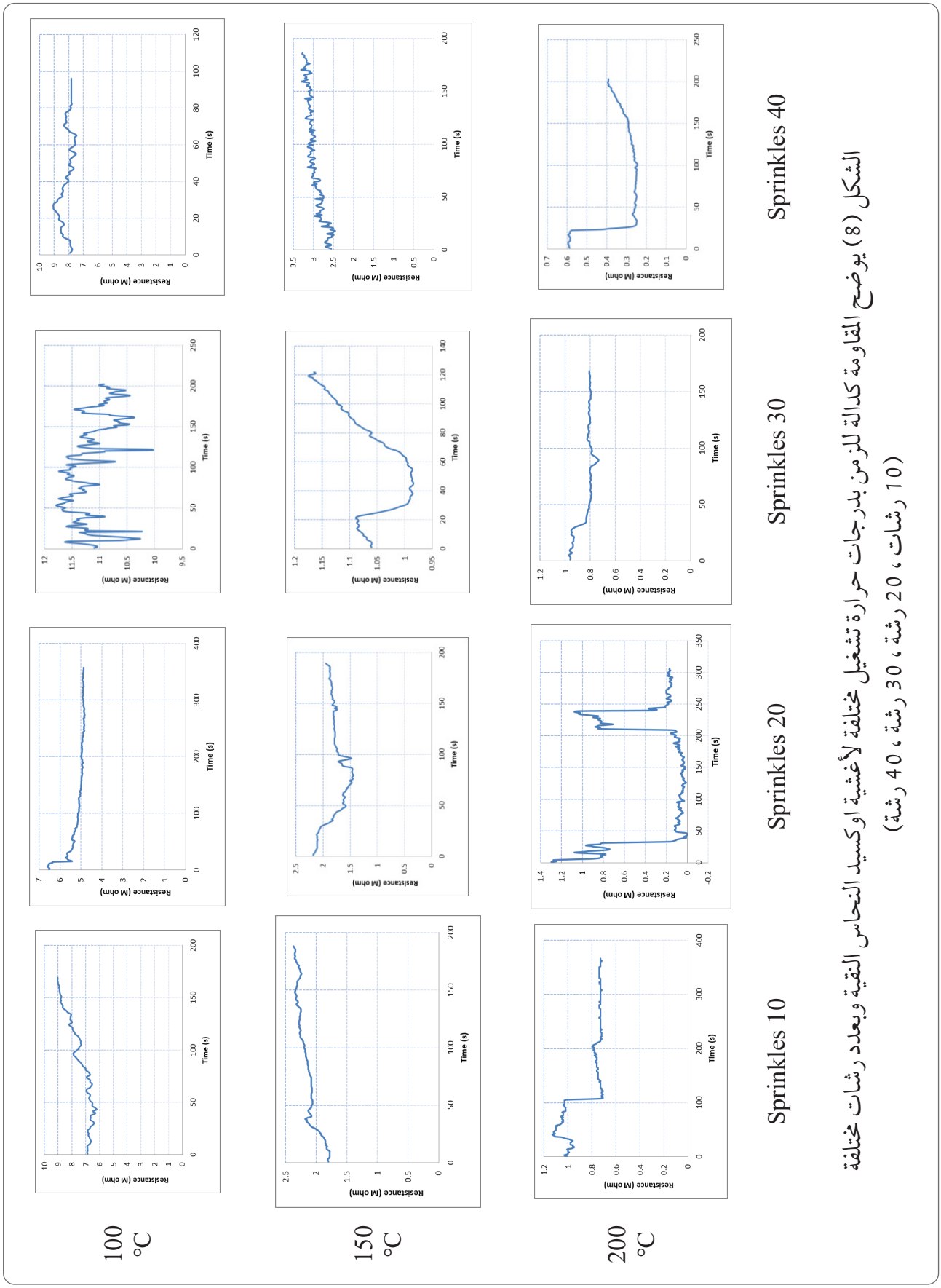


الشكل (7) يوضح معلمات هول لأغشية اوكسيد النحاس النقية

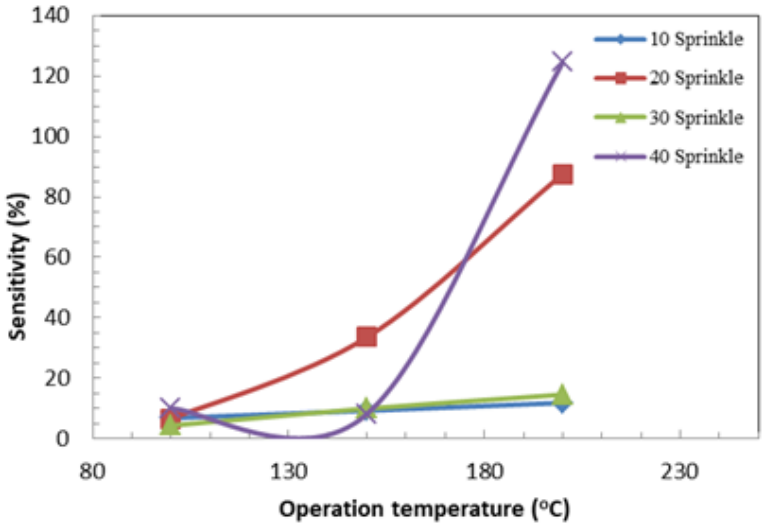
8 – التحسسية Sensitivity

اظهرت نتائج المتحسس الغازي ان زيادة الحساسية الاغشية تزداد مع زيادة درجة الحرارة ويوضح الشكل (8) ان حساسية جميع الاغشية تزداد مع درجة حرارة التشغيل ، ويرجع السبب الى زيادة معدل التفاعل السطحي للغشاء مع الغاز المستهدف، كذلك نلاحظ زيادة في التحسسية مع زيادة نسبة عدد الرشات مما يدل على ظاهرة امتزاز الغازات استجابة تحسسية الغشاء لغاز (NO_2) كدالة للزمن إذ يلاحظ ان تأثير السمك يؤدي الى زيادة التحسسية عند درجة الحرارة (100°C- 150) كما نلاحظ الى زيادة تحسسية الغشاء (CuO) عند درجة الحرارة (200°C) ثم نسجل اعلى تحسسية في درستنا الحالية استخدمنا اكسيد اشباه الموصلات للكشف عن التراكيز قليلة للغازات الخطيرة الموجودة في الهواء الجوي والذي يعتبر (NO_2) من الغازات المؤكسدة اثقل من الهواء بالتالي يمكن ان يصعد من الطبقات القريبة من سطح الارض

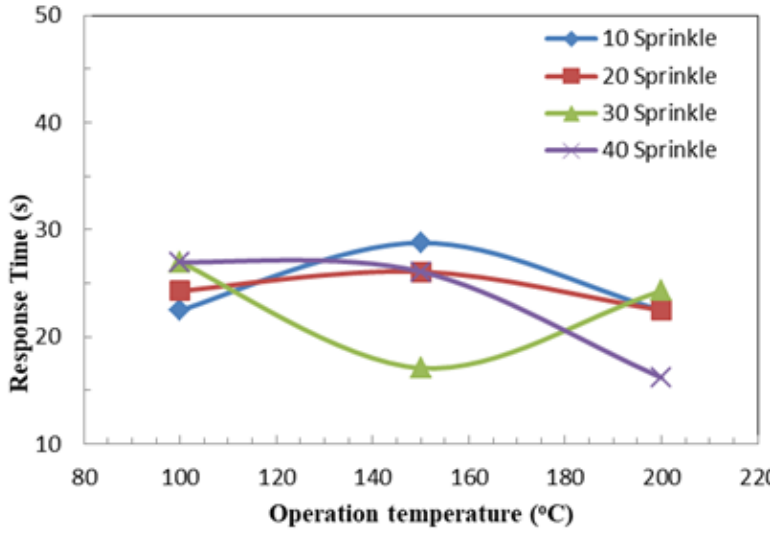
بتراكيز عالية، حيث يعتمد مبدا ميكانيكية الكشف على عملية امتزاز الغاز على سطح اوكسيد النحاس المعتمد على وجود العيوب الحجمية وعلى التركيب البلوري للغشاء حيث تظهر ذرات الاوكسجين على شكل ايونات (O) المادة CuO النانوية على سطح الغشاء التي تعمل على تكوين طبقة استنزاف ونمو حاجز جهد عند الحدود الحبيبية وتمثل مصدر لقنص جزيئات الغاز الممتز على سطح المتحسس [17] ان ايونات الاوكسجين (O) لمادة (CuO) النانوية الموجودة على السطح عند الحدود الحبيبية سوف تمتص من قبل الغاز اي سوف يقل تركيز حاملات الشحنة وينمو حاجز الجهد التغير في قيمة المقاومة حيث تزداد قيمتها بزيادة درجة الحرارة للأغشية النقية (CuO) ويظهر تأثير السمك على المقاومة الكهربائية للأغشية حيث ان قيمة المقاومة تنخفض تدريجا مع زيادة السمك وان سبب انخفاض المقاومة حيث يتم انشاء عدد اضافي من الالكترونات الحرة وكما نلاحظ انخفاض كبير في منحني المقاومة في درجة حرارة (200°C) ومن خلال التحسس البناء البلوري وزيادة الحجم الحبيبي ن، فضلا عن ذلك فأن زمن حدوث التفاعل اثناء عملية التحسس والرجوع الى الحالة الابتدائية والذي يعرف في زمن(الاستجابة) هو من الجوانب المهمة التي تحدد كفاءة المتحسس، وكلما كانت الاستجابة اسرع زادت من كفاءة المتحسس ويبين الشكل (9) والشكل(10) والشكل(11) قيم كل من التحسسية وزمن الاستجابة وزمن الاسترجاع لجميع الاغشية المحضرة وهي تتفق مع الدراسة [18].



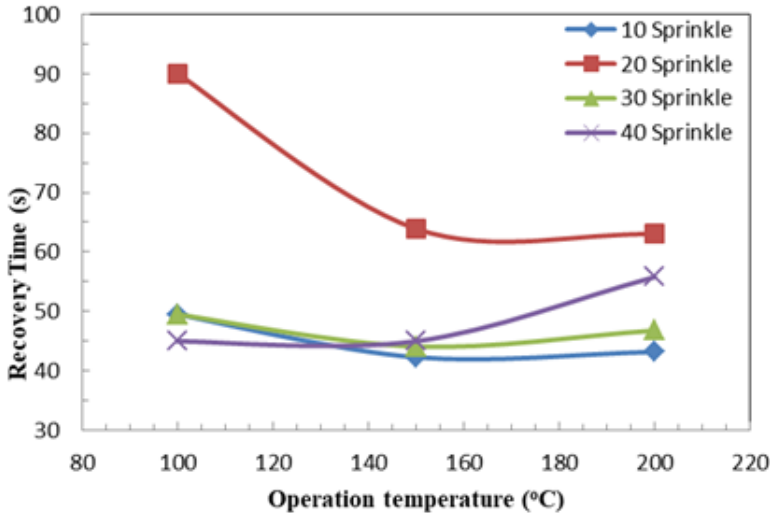
الشكل (8) يوضح المقاومة كدالة للزمن بدرجات حرارة تشغيل مختلفة لأغشية اوكسيد النحاس النقية وبعدد رشات مختلفة (10 رشات ، 20 رشة ، 30 رشة ، 40 رشة)



الشكل (9)
يوضح تغير التحسسية لأغشية أوكسيد النحاس النقية مع تغير درجات حرارة التشغيل



الشكل (10)
يوضح وقت الاسترداد لأغشية اوكسيد النحاس النقية



الشكل (11)
يوضح وقت الاستجابة لأغشية اوكسيد النحاس النقية

الاستنتاجات Conclusions

من خلال البحث ومن خلال النتائج التي حصنا عليها ان الاغشية المحضرة كانت ذات تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline) ومن النوع احادي الميل (Monoclinic) وذلك لما تم الحصول علية من نتائج فحص (XRD)، وتبين من خلال فحص مجهر القوة الذرية (AFM) زيادة في قيم معدل خشونة السطح ومتوسط الجذر التربيعي مع زيادة السمك، وكما بينت الفحوصات البصرية زيادة في الامتصاصية مع زيادة سمك الغشاء ،حيث لوحظ ان هذه الزيادة ادت الى نقصان في فجوة الطاقة، ونقصان في النفاذية ، وزيادة في معامل الامتصاص، اظهرت دراسة تأثير هول (Hall Effect) ان اغشية اوكسيد النحاس هي من النوع (P- type) وان تركيز حاملات الشحنة (nH) يزداد مع زيادة سمك الغشاء مع انخفاض قيمة الاحتمالية (μ H) ولوحظ زيادة حساسية اغشية (CuO) عند زيادة درجة حرارة التشغيل .

المصادر

1. S.M. Sze," semiconductors Devices", gohn Wiley and sons، Ins, (2002).
2. K. L. chopra,I. Kaur," thin Film Device Applications," plenum press, New York(1983).
3. K.D.Loavaer" Thin Films، wykoham publications, London,(1971).
4. محمد امين سليمان، احمد فؤاد باشا، وشريف احمد خيري،» فيزياء مطبعة دار الفكر العربي (0002).
5. H.A.macleod,"Thin Film optical Fillers," 3rd Ed"(2001).
6. K.Laurent, B.Q.wang, D.P.Yu,Y. Leprince-wanctural and optical properties of electrodeposited CuO Films," Thin Solid Films 517,(2008) 617-621.
7. W.R.Salch،N.M.Saeed, W.A.Twej, M.Alwan،" Synthesis Sol-Gel Derived Highly Transparent CuO Thin Films For optelectronic Application," Advances in Materials Physics and chemistry,2,(2012) 11-16.
8. J.Ebothe, A.EL Hichou, P.vautrot، M.Addou, Flow Rate and Interface Roughness of CuO Thin Films Deposition By Spray physics،93, (2003) 632-637-517,(2008) 617-621.
9. نعيمة احمد اسود (2202) الخصائص التركيبية والبصرية لاغشية OnZ:OuC والمحضرة بطريقة التحليل الكيميائي الحراري، " رسالة ماجستير كلية التربية للعلوم الصرفة جامعة تكريت.
10. khawla S. Khashan Dr.Jehan A.Saimon, Dr.Azhar.I.Hassan," Optical Properties of CuO Thin Films With Different Concetration by spray pyrolysis Method," End δ Tech. Juornal, 32(1) (20140.
11. Z.S. Razzaq،" Aluminum doping Nanotructured CuO Thin Films to enhancement

Some Physical properties,'' J.Educ, vol. 3,pp.45-52,2021.

12. R.M.Thyab, M.A.H.AL.hilo,E.A. Yasseen,H. Alshater E.G.Blall, and M.A.Abdel-lateef,'' In Fluence of Aluminum poping on structural and optical properties of the Nanostructured copper Oxide Thin Films prepared by Csp Method,'' Neuro Quantology,vol.20, No.3,pp,99-104,2022, doi:10.14704/nq.2022.3.NQ22048.
13. Z.T.Khodair and A.A.H,'' Effect of Aluminum Doping on structural properties of CuO Thin Film prepared by chemical spray pyrdysis (CSP) Technique,'' DIYALAJ. PVRE SCINCES, vol.13, no.3, pp.198.208,2017.
14. Habubi, N.F., Mishjal, K.H.and Ziad،T.K. journal of College Education, Almustansyiah University, (2002).
15. F.Daglekn, Z.Serbetci, R.K.Guptaoand F.Yakuphanoglu,' preparation of nanostructured Bi- doped Cdo Thin Fims by sol-gel spin coating method '' Mater.Lett,vol. 80,pp.127-130,2012.
16. A.A. khadayeir et al ،'' The effect of substrate temperature on the physical properties of copper oxide Films,'' J.phys. conf,vol.1294,no.2,2019,doi:10, 1088/1742-6596/1294/2/022009.
17. Zhang Y.Z.,Liu Y.P. WuL.H.LiH. HanL.Z.Wang B.C.and Xie E. Q.2009,'' Effect of annealing atmosphere on the photoluminescence of CuO nanospheres,'' Appl. Surf. Sci. 255 -4801-5.
18. Z.S.Razzaq،'' Aluminum doping Nanostructured CuO Thin Films to enhancement some physical properties,'' J.Educ,vol.3,pp.45-52,2021.