دراسة تأثير نوع وطبيعة الارضية على الخواص البصرية لأغشية (NiO) المحضرة بطريقة الطلاء الدوراني

عايد نجم صالح ، اسامة ابراهيم حسن

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

الملخص

حضرت اغشية اوكسيد النيكل (NiO) النقية بطريقة الطلاء الدوراني (Spin Coating)، على ارضيات من الزجاج والكوارتز بدرجة حرارة الغرفة وحرارة تجفيف (180°C) لمدة ربع ساعة، وبمعدل4 رشات لكل ارضية. تمت دراسة الخصائص البصرية للأغشية المحضرة من خلال تسجيل طيفيّ النفاذية والامتصاصية، ولمدى الأطوال الموجية (300-900 nm) ، لقد وجد أن النفاذية وفجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح تقل بزيادة عدد الرشات. بينما تزداد كل من الامتصاصية ومعامل الامتصاص بزيادة عدد الرشات ولكلا الارضيتين(الزجاج والكوارتز).

كلمات مفتاحية: اوكسيد النيكل (NiO) ، الطلاء الدوراني ، الخصائص البصرية

الجانب النظري

تعد فيزياء الأغشية الرقيقة واحدة من الفروع المهمة في فيزياء الحالة الصلبة التي تتعامل مع انظمة ذات سمك قليل جداً يتراوح بين عشرات النانومترات وبضع من مايكرومتر ' وترسب عادة على مواد صلبة تعرف بقواعد الاساس (Substrate) تعتمد على طبيعة الدراسة، ومن هذه المواد الزجاج والسليكون وبعض الأملاح والمعادن والبوليمرات [1].أسهمت تقنية الأغشية الرقيقة اسهاماً كبيراً في دراسة اشباه الموصلات والتي بدأ الاهتمام فيها منذ أوائل القرن التاسع عشر, واعطت فكرة واضحة عن العديد من خواصها الفيزيائية والكيميائية التي تختلف عن خواص المواد المكونة لها وهي في حالتها الحجمية (Bulk) [2]. تم استخدام الأغشية الرقيقة للاستعاضه عن كثير من اجزاء الدوائر الالكترونية التي تُعطي صفات مماثلة بكفاءة اكبر كالمقومات (Rectifiers) والمتسعات (Capacitors) والترانزستورات (Transistors) والحاسبات الرقمية (DigitalComput), استعملت الأغشية الرقيقة ايضا في عملية التداخل المستخدمة في اجهزة الاستنساخ والتصوير الفوتوغرافي، كذلك استخدمت في طلاء العدسات والمرايا والمرشحات لبعض الاطوال الموجية ذات المواصفات الخاصة للاستفادة منها في الخلايا الضوئية (Photo Cells) والخلايا الشمسية (Solar Cells) والكواشف (Detectors) بشكل عام [3]. ونتيجة اتساع أفق التطبيقات الصناعية والبحثية للأغشية الرقيقة وبروز أهمية الأغشية الموصلة كهربائياً والشفافة ضوئياً كان الاهتمام بأغشية اوكسيد النيكل(NiO)، إذ تتميز بأنها تمتلك فجوة طاقة مباشرة وتعد أغشية (NiO) من الأغشية الموصلة وهي من النوع المانح (P-type) . أي أن حاملات الشحنة الرئيسة هي البروتونات [4,5].ان اهم استعمالات اوكسيد النيكل انه يستخدم كمتحسس غاز (كهربائي أو بصري), وكذلك في كواشف أشعة كاما حيث أن هذه الكواشف تغير لونها عند تعرضها لأشعة كاما [6], وكذلك في صناعة المتسعات الكهروكيميائية [7], وفي المحفزات (العوامل المساعدة) التي تدخل في العمليات الصناعية مثل هدرجة المركبات العضوية غير المشبع, و كمواد كهروحرارية ومغناطيسية ويستخدم في اجهزة التلوين الكهربائي والتأثير المضاد للقطب الكهربائي[8].

الجانب العملي

تم تحضير أغشية اوكسيد النيكل(NiO) الرقيقة بواسطة الطلاءالدوراني (Spin coating) . حيث استخدمت مادة خلات النيكل المائية (Ni(CH3COO)2.4H2O) , وهي مادة صلبة ذات لون اخضر فاتح إذا كانت جافةً تماماً , وذات لون أخضر غامق عند ذوبانها في المذيبات, ووزنها الجزيئي 248.62 g/mol, وحضر المحلول بمولارية واحدة(0.3), وقد استخدم ميزان حساس من نوع SCALTEC ذا حساسية 10^{-4}gm وأقصى قراءة له 200gm , تم إذابة المادة في كميات متساوية من المذيبات وهي(2-ميثوكسي ايثانول$C_3H_8O_2$) و(مونوايثانول أمينC_2H_7NO) بحجم معين ثم وُضع على خلاط مغناطيسي Magnetic stirrer من نوع (MsH-300) ألماني الصنع لمدة (5) ساعات , وذلك للتأكد من الإذابة التامة للمادة , وبذلك أمكن الحصول على محلول أوكسيد النيكل , لقد حضر المحلول بدرجة حرارة °C (60), وتم حفظه في قنينة حجمية وترك لمدة 24 ساعة للتأكد من عدم وجود رواسب أو عالق فيه وضمان تجانس المحلول, واستخدمت العلاقة الآتية للحصول على الوزن المراد إذابته[9] .

$$W_m = V_o . M_{wt} . M / 1000 \quad — (1)$$

حيث:

M : التركيز المولاري

V_o : حجم المذيب المطلوب

M_{wt} : الوزن الجزيئي لمادة خلات النيكل

W_m :الوزن المراد إذابته

تم استخدام قواعد من الزجاج والكوارتز لترسيب الأغشية عليها بعد التنظيف والتجفيف , وتبدأ عملية الرش من نزول القطرات على القاعدة , ثم التدوير بالسرعة المطلوبة لمدة زمنية محددة حتى يتبخر المحلول

, وبعد ذلك تؤخذ العينة وتوضع في الفرن لتجفيف الغشاء بشكل تام , وهكذا تتكرر العملية لعدة مرات للحصول على الغشاء المطلوب.

هناك عدة معلمات قياسية مؤثرة تم الاعتماد عليها في تحضير الاغشية الرقيقة هي:

1- تأثير السرعة :أخذنا سرع مختلفة لدراسة تأثير السرع على طبيعة الأغشية , وكانت هذه السرع **(1000,2000,3000)rpm** وأفضل هذه السرع هي **(3000)rpm** حيث يكون الغشاء عند هذه السرعة أكثر تجانساً وسمك بحدود**(200-300nm)**

2- تأثير زمن الدوران :أخذنا أزمان دوران مختلفة وهي : **(10,15,20)Sec** وكان أفضل زمن عند **(20)Sec** وكانت السرعة الدورانية ثابتة عند **(3000)rpm.**

3- تأثير درجة حرارة التجفيف: تم اختيار تأثير درجة الحرارة لتجفيف الغشاء لمدة (15 min) , وكانت الدرجة المثالية هي (180) $^{\circ}$C.

4- تأثير المولارية: تم الاعتماد على مولاريات مختلفة (0.05,0.1,0.3,0.5)M للحصول على غشاء أكثر تجانس وأقل عيوب وكانت أفضل مولارية (0.3)M .

النتائج والمناقشة:

تم في هذا البحث دراسة الخواص البصرية لأغشية (NiO) النقية والمرسبة على قواعد من الزجاج والكوارتز وكما يأتي:

الخواص البصرية Optical Propertice:

أ- **النفاذية Transmittance** : هي النسبة بين شدة الضوء النافذ (I_t) وشدة الضوء الساقطة على النموذج (I_o) [10].

$$T=I_t/I_o \text{----------(2)}$$

تم حساب قيم طيف النفاذية للأغشية المحضرة للأطوال الموجية من (300-900) نانومتر ,نلاحظ ان النفاذية للأغشية المحضرة تقل بزيادة عدد الرشات وكما موضح في الشكل(1a) للزجاج والشكل (1b) للكوارتز حيث ذلك يؤدي الى زيادة سمك الغشاء وبالتالي تقل النفاذية للأغشية المحضرة وهذه النتائج التجريبية تتفق مع ما جاء به الباحث[11].

ب: معامل الامتصاص (α) Absorption Coefficient:

تم حساب معامل الامتصاص(α) من استخدام العلاقة التالية [12].

$$\alpha = 2.303 \frac{A}{t} \text{ ---------- (3)}$$

الشكل (2a) للزجاج والشكل(2b) للكوارتز يوضحان تغير معامل الامتصاص للأغشية بوصفه دالة لطاقة الفوتون، حيث نلاحظ أن معامل الامتصاص يزداد بزيادة طاقة الفوتون، وكذلك يزداد بزيادة عدد الرشات لكلا الارضيتين(الزجاج والكوارتز) ، وتعزى الزيادة في معامل الامتصاص الى قلة فجوة الطاقة البصرية وكما موضح في الجدول رقم (1)، وحصول الانتقالات المباشرة . ويؤكد ذلك القيم الكبيرة لمعامل الامتصاص التي تكون ($\alpha>10^4 cm^{-1}$) .

ج- فجوة الطاقة البصرية Optical Band Gap:

لقد تم حساب فجوة الطاقة الممنوعة لأغشية (NiO) النقية والمرسبة على ارضيات من الزجاج الكوارتز للانتقالات الالكترونية المباشرة المسموحة من العلاقة [13].

$$\alpha h\nu = B_o (h\nu - E_g^{opt})^r \text{ ---------- (4)}$$

r: معامل أسي يحدد نوع الانتقال.

B_o: ثابت يعتمد على طبيعة المادة.

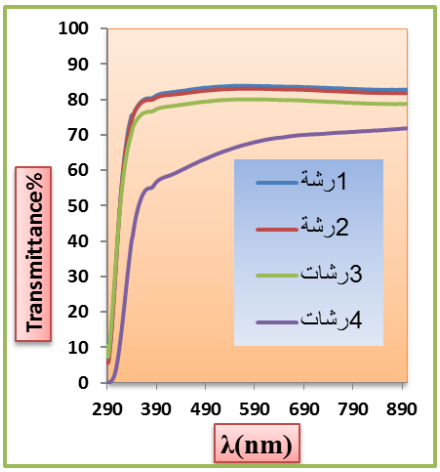
E_g^{opt}: تمثل فجوة الطاقة البصرية بوحدات (eV).

$h\nu$: طاقة الفوتون بوحدات (eV)

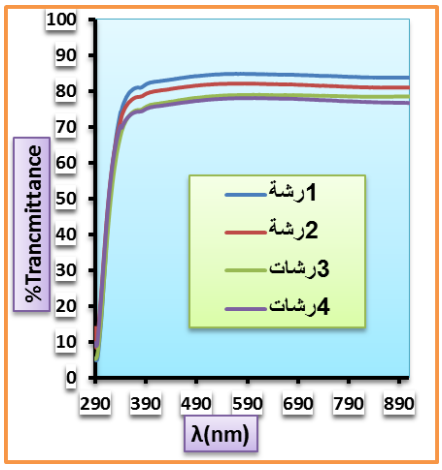
وذلك برسم العلاقة بين $(\alpha h\upsilon)^2$ وبين طاقة الفوتون $(h\upsilon)$ من امتداد الجزء المستقيم للمنحني الذي يقطع محور طاقة الفوتون عند النقطة $(\alpha h\upsilon)^2 = 0$، أي أن نقطة القطع تمثل قيمة فجوة الطاقة البصرية (E_g^{opt}) للانتقال المباشر المسموح لأغشية **(NiO)**النقية ، كما هو موضح في الشكل (3a) للزجاج والشكل (3b) للكوارتز. ولقد أدى زيادة عدد الرشات الى تناقص قيم (E_g^{opt}) وكما مبين في الجدول رقم (2) ، وهذا ما يتفق مع ماجاء به الباحث [14] .

الاستنتاجات:

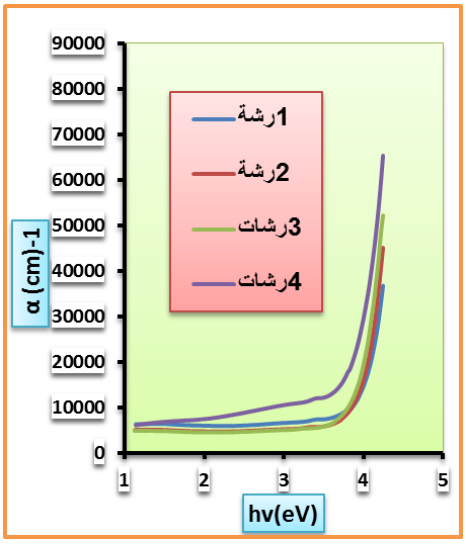
1. ان النفاذية تزداد بزيادة الطول الموجي وقد سجلت اعلى نفاذية (82%) وان زيادة عدد الرشات تؤدي الى تقليل النفاذية.
2. دلت نتائج القياسات البصرية على أن طبيعة الانتقالات الالكترونية كانت انتقالات الكترونية مباشرة مسموحة وهذا يدل على ان الاغشية المحضرة ذات فجوة طاقة مباشرة.
3. دلت نتائج القياسات البصرية أن فجوة الطاقة البصرية للانتقالات المباشرة المسموحة تقل بزيادة عدد الرشات.
4. إن زيادة عدد الرشات تؤدي الى زيادة الامتصاصية، وكذلك زيادة معامل الامتصاص ، ولذلك يمكن استعمال الأغشية المحضرة في تصنيع الخلايا الشمسية.
5. لم يظهر هناك تأثير كبير للقواعد (الزجاج والكوارتز) على الخصائص البصرية لأغشية (NiO) المحضرة بطريقة الطلاء الدوراني الا ان الاغشية المرسبة على الكوارتز كانت اكثر انتظاما مما هي عليه من الاغشية المرسبة على الزجاج ويظهر هذا من خلال ملاحظة الرسومات والاشكال والسبب في ذلك يعود الى طبيعة التركيب البلوري المنتظم للكوارتز.



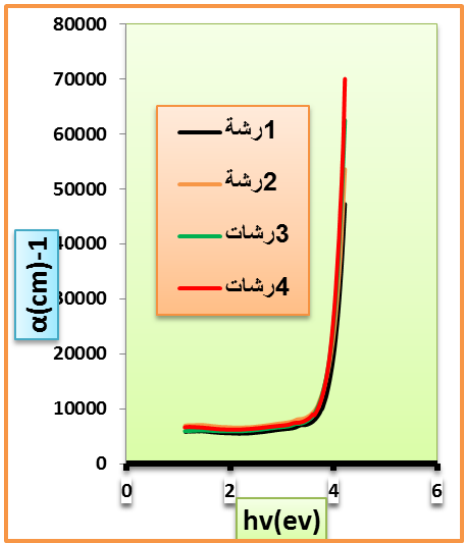
شكل (1a)النفاذية لغشاء اوكسيد النيكل(NiO) المرسب على الزجاج



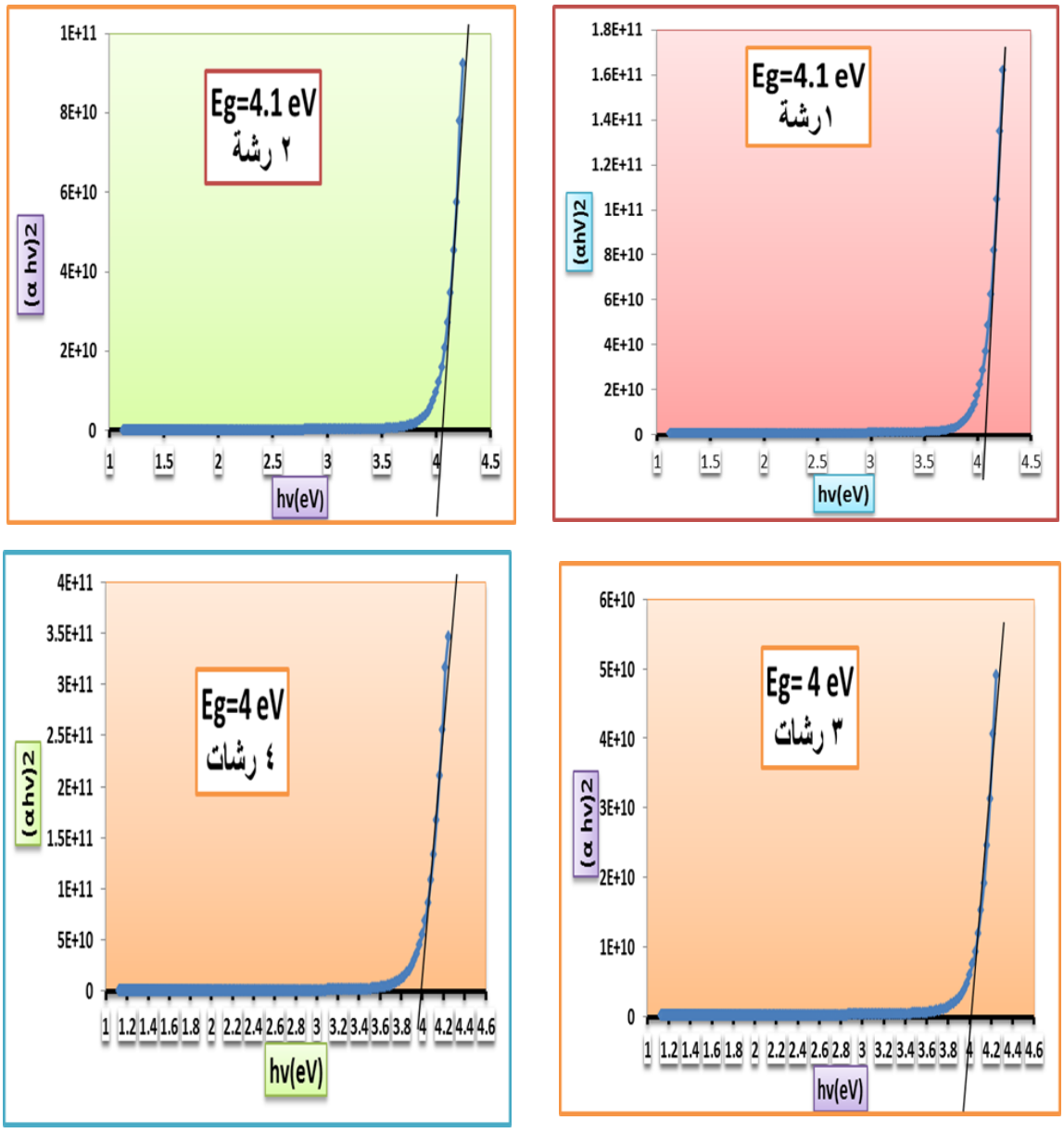
شكل (1b)النفاذية لغشاء اوكسيد النيكل(NiO) المرسب على الكوارتز



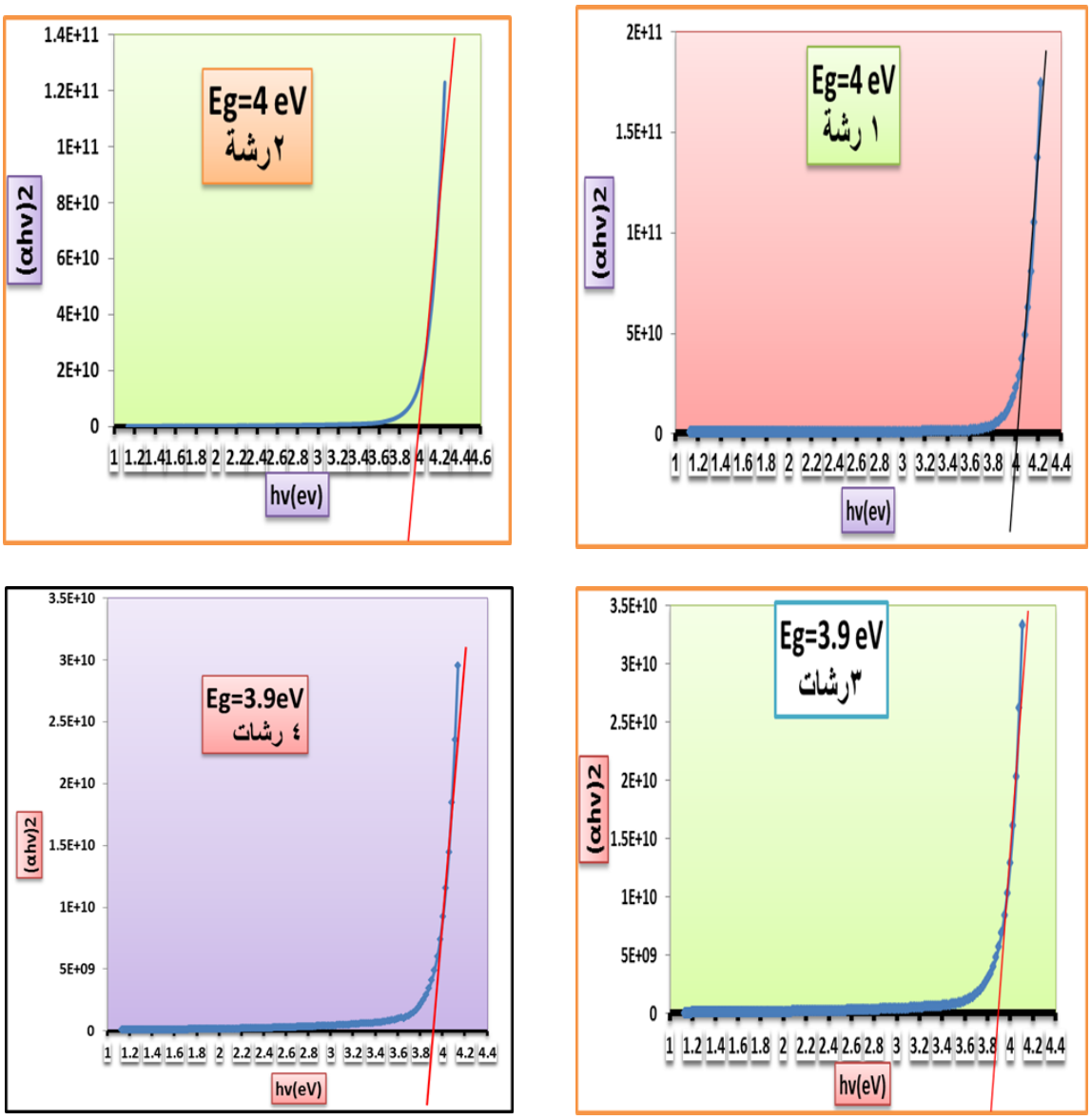
شكل (2a) معامل الامتصاص لغشاء اوكسيد النيكل (NiO) المرسب على الزجاج



شكل (2b) معامل الامتصاص لغشاء اوكسيد النيكل (NiO) المرسب على الكوارتز



شكل (3a) يوضح فجوة الطاقة البصرية لأغشية NiO المرسبة على الزجاج



شكل (3b) يوضح فجوة الطاقة البصرية لأغشية NiO المرسبة على الكوارتز

الجدول (1) قيم معامل الامتصاص البصرية لأغشية NiO المرسبة على قواعد من الزجاج والكوارتز

الغشاء وعدد الرشات	معامل الامتصاص α $(cm)^{-1}$	
	اغشية NiO المرسبة على الكوارتز	اغشية NiO المرسبة على الزجاج
1 رشة	47255	32517
2 رشة	53584	40101
3 رشات	62494	52142
4 رشات	70023	65604

الجدول (2) قيم فجوة الطاقة البصرية لأغشية NiO المرسبة على قواعد من الزجاج والكوارتز

عدد الرشات	E_g (eV) لأغشية NiO المرسبة على الزجاج	E_g(eV) لأغشية NiO المرسبة على الكوارتز
1 رشة	4.1	4
2 رشة	4.1	4
3 رشات	4	3.9
4 رشات	4	3.9

المصادر

[1] S.R. Nalage e a, M.A. Chougule a, Shashwati Sen b, P.B. Joshi a, V.B. Patil. "Sol–gel synthesis of nickel oxide thin films and their characterization" Thin Solid Films 520 4835–4840, (2012).

[2]Y. Zhou, yongyou Geny, Donghong Gu, Weibing Gu, Zhi Jiang ,"Effect of film thickness on the optical constants and optical absorption properties of NiO_x thin films,"physica B405 (2010).

[3] A. Kumar Srivastava, Subhash Thota, and Jitendra Kumar .preparation ,Microstructure and optical Absorption Behavionr Behavionr of Nio thin films Journal of Nano science and Nanotechnology. Vol\ 8,4115 - 4115.(2008).

[4] V. Shailesh, Manik, Prasad, Ratnakar, Shashwati, Pradeep Effect of Annealing on Structural, Morphological, Electrical and Optical Studies of Nickel Oxide Thin Films" Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology, 1, 35-41, (2011) .

[5]- T. Tepper, F. Ilievski, and C. A. Ross," Magneto-optical properties of iron oxide films", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, VOL. 93, NO. 10, 15 MAY (2003).

[6] M. Ando, J. Zehetner, T. Kobayashi, M. Haruta, sensors and Actuators B36,513-516 (2003) .

[7] X.M. Liu, X.G. Zhang, Electrochimics ,14,81-87 (2003) .

[8] S.A. Mahmoud1, Shereen. Alshomer 1,2, Mou'adA. Tarawnh3 Structural and Optical Dispersion Characterisation, of Sprayed Nickel Oxide Thin Films " *Journal of Modern Physics*,2,1178-1186, (2011).

[9] P.S. patil,and L.D. kadam,"Preparation and characterization of spray Nickel oxide(NiO) thin films", Applied surface scince,Vol.199211, (2002).

[10] O. Stenz-el, "The Physics of Thin Film Optical Spectra", An Introduction, Winzerlaer Str. 10, 07745 Jena, Germany, (2005) .

[11] Hao-Long chen ,Yany –Ming Lu , Weny –Sing Hwang "Properties of sputtered Nickel oxide films " thin solid films 514(2006).

[12] G. Korotecenkov, V. Brinzari, Material Sensors and Engineering, Vol. C 19, pp. 73, (2002) .

[13] X. Rong, W. Xin, J. Delong, L. Junqiao, and Wang" Structural Properties of NiO Thin Film" Chinese Journal of Electronis, Vol.19,No.4,Oct. 631, (2010).

[14] E. Valmir, H. Sofia Hoffmann, T. Maria Haas Costa and B. Valter Stefani "Pressure –Induced changes on the optical properties and microstructures of silica–gel matrices doped with R6G" J. Opt. mater. vol.11, Np.6 (2004).

Study the effect of the type and nature of the substrate on the optical properties of the thin films of (NiO) prepared by spin coating method

Ayed Najim Salih , Usama Ibrahim Hassan

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

Abstract

Pure nickel oxide (NiO) thin films has been prepared by spin coating method on the substrates of glass and quartz at room temperature and the heat of drying (180˚C) for (15) minutes at a rate of 4 sprays each substrate . Has been studied the optical properties of the thin films prepared by recording spectral transmittance and absorbance and the extent of wavelengths (300-900 nm), has found that the transmittance and the optical energy gap for direct transmission allowed less than increasing the number of sprays. While each of the absorbance and the absorption coefficient of increasing the number of sprays and increase both substrates (glass, quartz).