تأثير التشويب بالفناديوم على المعلمات التركيبية وبعض الخواص البصرية لأغشية أوكسيد الخارصين المحضرة بالتحلل الكيميائي الحراري

نادر فاضل حبوبي
الجامعة المستنصرية–كلية التربية–قسم الفيزياء
صباح أنور سلمان
كاظم مصطفى كاظم
جامعة ديالى–كلية العلوم–قسم الفيزياء

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة تأثير التشويب بالفناديوم (V) وبنسب مختلفة %(1,3,5,7) على المعلمات التركيبية وبعض الخواص البصرية ك(النفاذية ، والامتصاصية) لأغشية أوكسيد الخارصين(ZnO) المحضرة بالتحلل الكيميائي الحراري والمرسبة على قواعد ساخنة من الزجاج بدرجة حرارة (450 °C) ، وبينت الدراسة أن إضافة الفناديوم تؤدي إلى تغير في قيم النفاذية والامتصاصية، وكذلك تغير في قيم المعلمات التركيبية لأغشية أوكسيد الخارصين.

المقدمة

نالت أكاسيد التوصيل الشفافة (TCOs) قدرا كبيرا من اهتمام الباحثين لما تملكه هذه المواد من صفات فريدة ميزتها عن غيرها من المواد ، إذ إن أغشية هذه الأكاسيد تمتلك نفاذية بصرية عالية في المنطقة المرئية وانعكاسية عالية في المنطقة تحت الحمراء ولها توصيلية كهربائية من النوع السالب (n–type) ، إذ تعد أكاسيد التوصيل الشفافة أشباه موصلات مركبة مكونة من معدن متحد مع الأوكسجين أي إنها أشباه موصلات اوكسيدية مثل (ZnO,CdO,SnO2,In2O3) وهي تمتلك فجوة طاقة بصرية واسعة [1].

يعتبر أوكسيد الخارصين مادة شبه موصلة من مجموعة (TCOs) وتركيبه البلوري من النوع السداسي المتراص وهو مشابه للتركيب البلوري للمجموعة (الثانية – السادسة) (II–VI)

لأشباه الموصلات ، اذ يمتاز الغشاء الرقيق المحضر من مركب أوكسيد الخارصين بامتلاكه فجوة طاقة مباشرة تتراوح بين eV (2.8–3.4) وامتلاكه لطاقة ربط (الكترون– فجوة) اكسيتون كبيرة بحدود (60 meV) في درجة حرارة الغرفة وذو استقرار كيميائي عال [2] ، و يعد أوكسيد الخارصين المشوب بشوائب منتخبة اختياراً بديلاً عن أوكسيد الانديوم المشوب بالقصدير(Indium Tin Oxide–ITO–) نتيجة لكلفته الواطئة مقارنةً بالأخير، الذي يستخدم في صناعة شاشات العرض المسطحة (LCD) [3] ، كما إن لاوكسيد الخارصين العديد من التطبيقات الأخرى في مختلف المجالات مثل الدايودات الباعثة للضوء ، ودايود الليزر، والمقاومات المتغيرة ، وأغشية موصلة شفافة تستخدم في الخلايا الشمسية [4].

وقد اظهر الباحث (Phillips) وجماعته ، أن تقنية تشويب (ZnO) تجعل منه اوكسيدا موصلا شفافا (TCO) وبمواصفات فريدة ، فالنفاذية تصبح مشابهة لتلك الموجودة في شبه الموصل ($CaInO_3$) والتوصيلية تقترب من تلك الموجودة في (ITO) متعدد الاستعمالات [5].

العمل التجريبي

1- تحضير الاغشية الرقيقة

تم تحضير محلول اسيتات الخارصين المائية بتركيز (0.1 M) بإذابتها في (100 ml) من الماء المقطر مع التحريك المستمر لمدة (15 min) بواسطة الخلاط المغناطيسي وبوجود عامل مساعد (الحرارة) تم الحصول على محلول رائق ومتجانس ، وبعد ترذيذ المحلول على القواعد الزجاجية الساخنة وبفعل عملية التحلل الكيميائي الحراري تمت عملية الترسيب لغشاء (ZnO) وفقاً للمعادلة الكيميائية الآتية:

$$Zn(CH_3COO)_2.2H_2O + H_2O \xrightarrow{450^\circ C} ZnO + \uparrow 2H_2O + \uparrow 2CH_3COOH$$

ولتحضير المادة الشائبة (الفناديوم) ، استخدمت مادة ثلاثي كلوريد الفناديوم ذات اللون الرمادي المزرق والتي صيغتها الكيميائية (VCl3) ، حيث تم تحضير محلول ثلاثي كلوريد الفناديوم بتركيز (0.1M) بعد إذابتها في (100 ml) من الماء المقطر مع التحريك المستمر لمدة (15 min) بواسطة الخلاط المغناطيسي للحصول على محلول جيد التجانس ، وبعدها تم إضافة محلول ثلاثي كلوريد الفناديوم (VCl3) وبنسب حجمية مختلفة %(1,3,5,7) إلى محلول

اسيتات الخارصين ويتم تحريك المحلول جيدا بالخلاط المغناطيسي لمدة (15 min) لضمان عملية التجانس الجيد ، ومن ثم تم ترذيذ المحلول على القواعد الزجاجية وبدرجة حرارة منتخبة (450 °C) ، وبفعل عملية التحلل الكيميائي الحراري تم ترسيب أغشية أوكسيد الخارصين المشوبة بالفناديوم ، إذ كانت الأغشية المحضرة ذات تجانس جيد وشديدة الالتصاق بالقاعدة وخالية من التشققات والثقوب الابرية وذات سمك بحدود (0.45±0.02 μm) ، وكانت الظروف المثلى لتحضير هذه الأغشية تتلخص بما يلي [درجة حرارة القاعدة (450 °C) ، معدل الترسيب (10 cm^3/min) ، ضغط الهواء (10^5 N/m^2) ، المسافة العمودية بين جهاز الترسيب والقاعدة (30±1 cm) ، زمن الترذيذ (10 s) ، والزمن بين ترذيذتين متتالتين (2 min)]. اشتملت القياسات البصرية على قياس طيفي الامتصاصية (Absorptance) والنفاذية (Transmittance) لمدى الاطوال الموجية nm (300–900) باستخدام المطياف ذي الحزمتين من نوع (UV–Visible Recording Spectrophotometer UV–1650) المجهز من قبل شركة (Shimadzu) اليابانية وقد أجريت كافة القياسات في درجة حرارة المختبر ، وان عملية فحص طوبوغرافية السطوح لتراكيب الأغشية المحضرة تمت بواسطة مجهر القوة الذرية (Atomic Force Microscopy–AFM–) من النوع (AAA3000) والمجهز من قبل شركة (Angstron Advanced Inc.) ، إذ تمت كافة الفحوصات في ظروف المختبر الاعتيادية من ضغط ودرجة حرارة ، أما عملية التعرف على طبيعة ونوع التركيب البلوري للأغشية فقد تمت بواسطة جهاز الأشعة السينية من النوع (Philips PW 180 CuKα).

النتائج والمناقشة

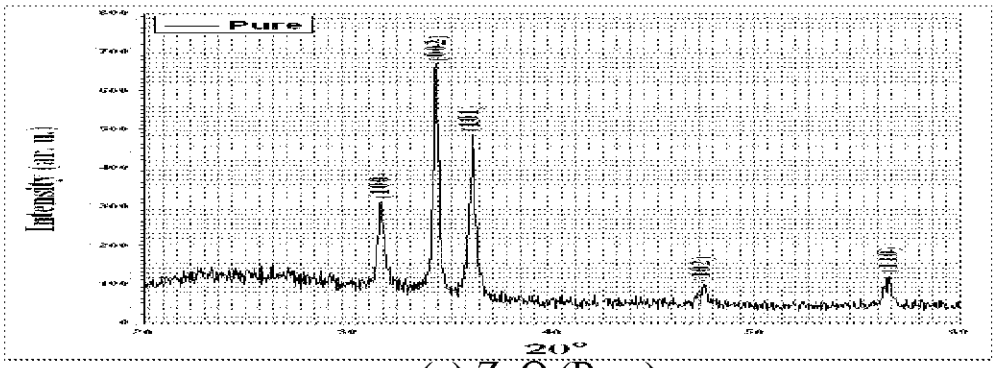
1- نتائج الفحوصات التركيبية

◄ نتائج فحص (XRD)

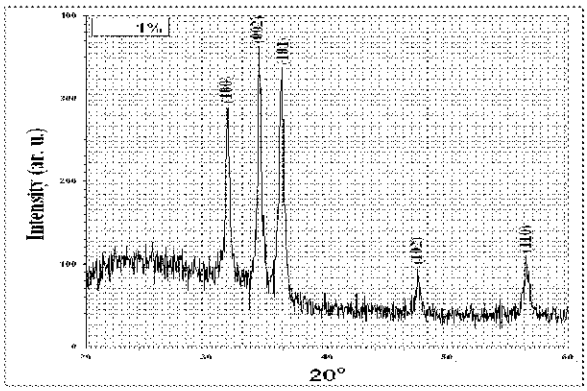
بينت نتائج الفحص بالأشعة السينية وبعد المقارنة مع البطاقة الدولية لمادة اوكسيد الخارصين (ZnO) (International Center for Diffraction Data) (ICDD 36-1451)،أن كافة أغشية أوكسيد الخارصين المحضرة (النقية والمشوبة بالفناديوم) تمتلك تركيبا متعدد التبلور من النوع السداسي المحكم،مع نمو متميز في الأتجاهية(002) ولكافة الاغشية عدا الاغشية المشوبة بنسبة التشويب(3%)كان الأتجاه السائد للتبلور هو(101)،ويفسر هذا الأختلاف

في الأتجاهية لتبلور الأغشية بنموذج البقـــاء للأســـرع (Survival of the fasted) [6] ، إذ يفترض هذا النموذج إن عملية تكون النوى تأخذ عدة اتجاهات في المراحل الأولى من تبلـــور الغشاء ثم تتبلور النوى ذات النمو الأسرع باتجاه بلوري معين أكثر من بقية اتجاهات التبلـــور للنوى الأخرى ذات النمو الأبطأ.

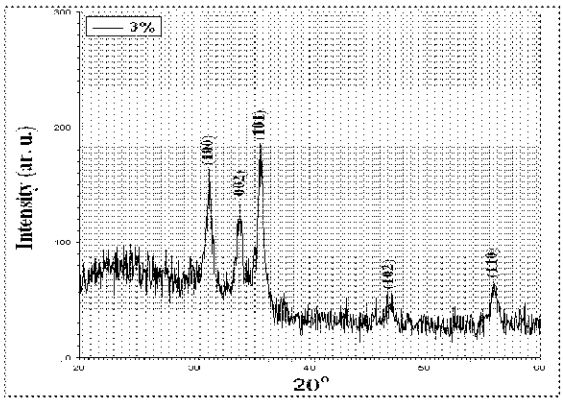
وأظهرت النتائج أن التركيب البلوري لأغشية أوكسيد الخارصين المحضرة يتأثر بعمليـــة التشويب بالفناديوم بشكل واضح مع محافظة كافة الاغشية المشوبة علـــى تركيبهـــا الـــسداسي المحكم ، وان كافة الاغشية تمتلك طور تبلور واحد وعدم ظهور طور تبلور آخر فـــي نمـــط الحيود ولكافة نسب التشويب ، ويتضح من مخططات حيود الاشعة السينية لأغـــشية أوكـــسيد الخارصين المشوبة بالفناديوم (ZnO:V) ، أن شدة القمم تقل مع زيادة في قيم العرض الكامـــل عند منتصف الذروة العظمى (FWHM) ولكافة نسب التشويب بالمقارنة مع شكل الحيود لغشاء أوكسيد الخارصين النقي(ZnO)، وهذا يعني إن درجة تبلور أغشية أوكسيد الخارصين تقل مع زيادة نسبة التشويب بالفناديوم وكما مبين في الشكل (1 a,b,c,d,e).



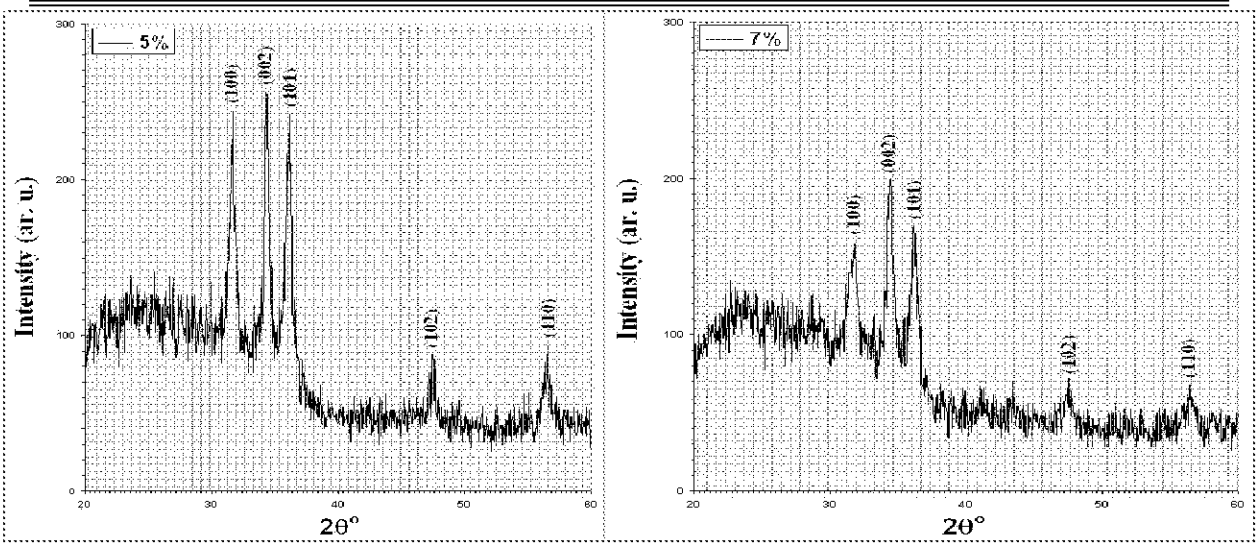
(a) ZnO (Pure)



(b) ZnO:V (1%)



(c) ZnO:V (3%)



(d) ZnO:V (5%) (e) ZnO:V (7%)

الشكل (1) : مخططات حيود الأشعة السينية لأغشية أوكسيد الخارصين الغير مشوبة (ZnO) والمشوبة بالفناديوم (ZnO:V) ولنسب تشويب مختلفة.

◄ حساب المعلمات التركيبية

1- المسافة بين المستويات البلورية (dhkl)

تم حساب المسافة بين المستويات البلورية والتي لها نفس معاملات ميلر (hkl) ولكافة الأغشية المحضرة باستخدام قانون براك ومن العلاقة [7]:

$$n\lambda=2d_{hkl}\sin\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

إذ إن:

n: رتبة الحيود. θ : زاوية سقوط الأشعة السينية.

λ: الطول الموجي. d_{hkl} : المسافة البينية للمستويات (hkl).

ووجد بأن قيمة (dhkl) متقاربة وتتفق مع القيم القياسية في البطاقة الدولية لمادة (ZnO) (ICDD 36-1451) ، وتكون قيمتها ثابتة تقريبا للأغشية المشوبة وهي اصغر من قيمتها للأغشية غير المشوبة عدا الأغشية المشوبة بالنسبة (3%) فأن قيمتها تكون اكبر.

2- ثوابت الشبيكة (c_o,a_o)

تم حساب ثابتي الشبيكة (c_o,a_o) لكافة أغشية أوكسيد الخارصين النقية (ZnO) والمشوبة بالفناديوم (ZnO:V) ذات التركيب البلوري من النوع السداسي المحكم باستخدام العلاقة [8]:

$$\frac{1}{d^2}=\frac{4}{3}\left(\frac{h^2+hk+k^2}{a_o^2}\right)+\frac{l^2}{c_o^2} \quad .....(2)$$

اذ إن : hkl تمثل معاملات ميلر.

ووجد أن قيم هذه الثوابت متقاربة وتتفق مع مثيلاتها في البطاقة الدولية لمادة (ZnO) (ICDD 36-1451) وتكون قيمتها ثابتة تقريبا للأغشية المشوبة وهي اصغر من قيمتها للأغشية غير المشوبة عدا الأغشية المشوبة بالنسبة (3%) فأن قيمتها تكون اكبر.

3- عامل التشكيل (Tc(hkl))

تم حساب عامل التشكيل باستخدام معادلة (Joseph and Manoj) [9]، والتي تصف الاتجاه السائد لمستوي التبلور(hkl) في الأغشية متعددة التبلور، إذ وجد أن قيم عامل التشكيل لا تقل عن الواحد ولكافة الأغشية المحضرة.

$$T_{c(hkl)}=\frac{I_{(hkl)}/I_{o(hkl)}}{\frac{1}{M}\sum I_{(hkl)}/I_{o(hkl)}} \quad .....(3)$$

إذ إن :

$I_{(hkl)}$: الشدة المقاسة.

$I_{o(hkl)}$: الشدة القياسية في البطاقة الدولية (ICDD) .

M : تمثل عدد القمم في نمط حيود الأشعة السينية.

4- معدل الحجم الحبيبي للبلورات (Dav)

تم حساب معدل الحجم الحبيبي للأغشية المحضرة لأعلى قمة (002) ولكافة نسب التشويب عدا نسبة التشويب (3%) فقد تم حسابها للقمة (101) ، باستخدام علاقة شيرر [10]:

$$D_{av}=\frac{0.9\lambda}{B\cos\theta_B} \quad .....(4)$$

إذ إن:

B : عرض المنحنى لمنتصف القمة (FWHM).

λ : الطول الموجي للأشعة السينية الساقطة.

θ_B : زاوية براك.

إذ وجد أن قيمة الحجم الحبيبي للاغشية المشوبة تقل مع زيادة نسب التشويب بالفناديوم بالمقارنة مع قيمتها للأغشية غير المشوبة نتيجة ازدياد حدود الحبيبات بفعل إحلال ايونات الفناديوم محل ايونات الخارصين في شبيكة أوكسيد الخارصين.

5- المطاوعة المايكروية (S)

تم حساب المطاوعة المايكروية ولكافة الأغشية المحضرة باستخدام العلاقة [11]:

$$S = \frac{\left|c_{o(ICDD)} - c_{o(XRD)}\right|}{c_{o(ICDD)}} \times 100\% \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

إذ إن :

$c_{o(ICDD)}$: قيمة ثابت الشبيكة (c_0) في البطاقة القياسية (ICDD).

$c_{o(XRD)}$: القيمة المحسوبة لثابت الشبكية (c_0).

ووجد أن قيم المطاوعة المايكروية اصغر من قيمتها للأغشية غير المشوبة عدا الأغشية المشوبة بالنسبة (3%) فأن قيمتها تكون اكبر.

6- كثافة الانخلاعات(δ)

تم حساب كثافة الانخلاعات ولكافة الأغشية المحضرة باستخدام العلاقة [12]:

$$\delta = \frac{1}{D_{av}^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

ووجد بأن كثافة الانخلاعات تزداد مع زيادة نسب التشويب لأن كثافة الانخلاعات تتناسب عكسيا مع مربع معدل الحجم الحبيبي.

7- عدد البلورات لوحدة المساحة (N_o)

تم حساب عدد البلورات لوحدة المساحة ولكافة الاغشية المحضرة من المعادلة [13]:

$$N_o = t / D_{av}^3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

إذ إن : t تمثل سمك الغشاء الرقيق.

إذ وجد أن عدد البلورات لوحدة المساحة يزداد مع زيادة نسبة التشويب بالفناديوم وذلك لان عدد البلورات لوحدة المساحة يتناسب عكسيا مع مكعب معدل الحجم الحبيبي.

والجداول (1)،(2)،(3) توضح قيم كافة المعلمات التركيبية المحسوبة ولكافة الأغشية المحضرة.

الجدول (1) : قيم ثوابت الشبيكة (c_o , a_o) للاغشية المحضرة مع قيم المسافات البينية ومعاملات ميلر للمستويات البلورية التي حسبت بدلالتها هذه القيم بالمقارنة مع القيم القياسية في بطاقة (ZnO).

Sample	a_o (Å)	c_o (Å)	d (Å)	hkl
ZnO (ICDD)	3.2498	5.2066	2.8143	100
			2.6030	002
ZnO (Pure)	3.2645	5.2237	2.8271	100
			2.6118	002
ZnO:V (1%)	3.2535	5.2070	2.8176	100
			2.6035	002
ZnO:V (3%)	3.3059	5.2324	2.8630	100
			2.6406	101
ZnO:V (5%)	3.2614	5.2140	2.8245	100
			2.6070	002
ZnO:V(7%)	3.2611	5.2070	2.8242	100
			2.6035	002

الجدول (2) : قيم (معدل الحجم الحبيبي ، عامل التشكيل ، زوايا حيود براك ، العرض الكامل لقمم الحيود عند منتصف الشدة) ولكافة الأغشية المحضرة .

Sample	θ (degree)	B=FWHM (radian)	Dav (nm)	Tc(hkl)	hkl
ZnO (Pure)	17.15	0.0046	31	2.55	002
ZnO:V (1%)	17.20	0.0055	26	1.90	002
ZnO:V (3%)	17.84	0.0096	15	1.10	101
ZnO:V (5%)	17.18	0.0082	17	1.79	002
ZnO:V (7%)	17.20	0.0111	13	2.10	002

الجدول (3) : قيم (المطاوعة المايكروية ، كثافة الانخلاعات ، عدد البلورات لوحدة المساحة) لكافة الاغشية المحضرة .

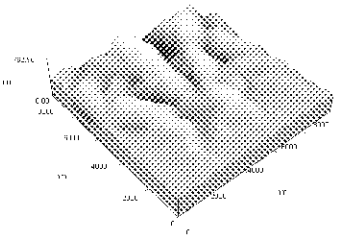
Sample	المطاوعة المايكروية (S)	كثافة الانخلاعات $(\delta)x10^{11}$ /cm^2	عدد البلورات لوحدة المساحة $(No)x10^{12}$ /cm^2
ZnO (Pure)	0.32	1.04	1.51
ZnO:V (1%)	0.0076	1.47	2.56
ZnO:V (3%)	0.49	4.44	10.33
ZnO:V (5%)	0.14	3.46	9.15
ZnO:V (7%)	0.0076	5.91	20.48

◄ نتائج فحص (AFM)

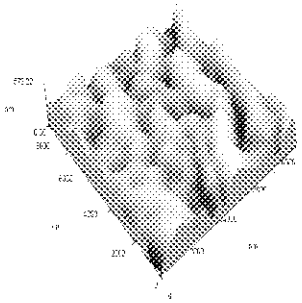
بينت صور ونتائج (AFM) أن عملية التشويب بالفناديوم لأغشية أوكسيد الخارصين تؤثر على معلمات أسطح الاغشية المحضرة بشكل واضح ، إذ يتضح من عملية المسح $(10x10)\mu m^2$ لتراكيب سطوح الاغشية المشوبة بالفناديوم (ZnO:V) ولكافة نسب التشويب بان حبيبات السطوح تكون أكثر تجانسا مع نقصان في قيم خشونتها (Roughness) اعتمادا على قيم الجذر التربيعي لمربع متوسط الخشونة (RMS) بالمقارنة مع تراكيب السطوح لأغشية أوكسيد الخارصين غير المشوبة (ZnO) ، وكما مبين في الشكل (2 a,b,c,d,e). وهذا يدل على نقصان في قيم معدل الحجم الحبيبي لتراكيب سطوح أغشية أوكسيد الخارصين المحضرة مع زيادة نسب التشويب بالفناديوم ، وتتفق هذه النتائج مع دراسة الباحثين [14,15] ، وان قياسات معدلات الحجم الحبيبي وتراكيب الأغشية المحضرة بواسطة مجهر القوة الذرية (AFM) قد جاءت متوافقة مع نتائج الفحص بتقنية حيود الأشعة السينية.

الجدول (4) : قيم معدل خشونة السطوح وقيم (RMS) لكافة الأغشية المحضرة والمقاسة بتقنية (AFM).

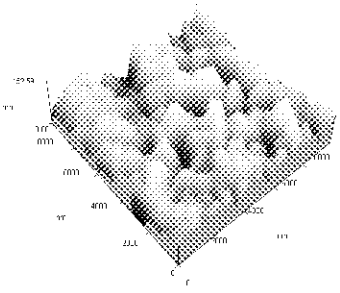
Sample	Surface roughness (nm)	RMS (nm)
ZnO (Pure)	53.2	73.6
ZnO:V (1%)	25.4	31.9
ZnO:V (3%)	20.1	25.5
ZnO:V (5%)	12.3	15.9
ZnO:V (7%)	7.61	9.93



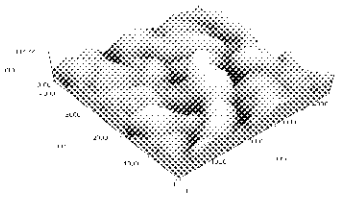
(a) ZnO (Pure)



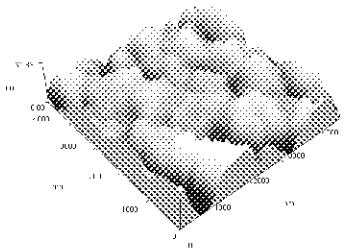
(b)) ZnO:V (1%)



(c) ZnO:V (3%)



(d) ZnO:V (5%)



(e) ZnO:V (7%)

الشكل (2) : صور تراكيب السطوح لاغشية أوكسيد الخارصين النقية (ZnO) والمشوبة بالفناديوم (ZnO:V) ولنسب تشويب مختلفة وحسب قياس (AFM).

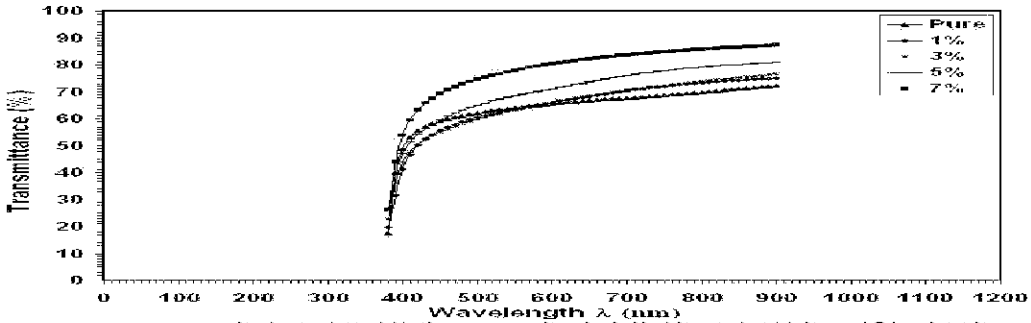
2- نتائج الفحوصات البصرية

◄ النفاذية

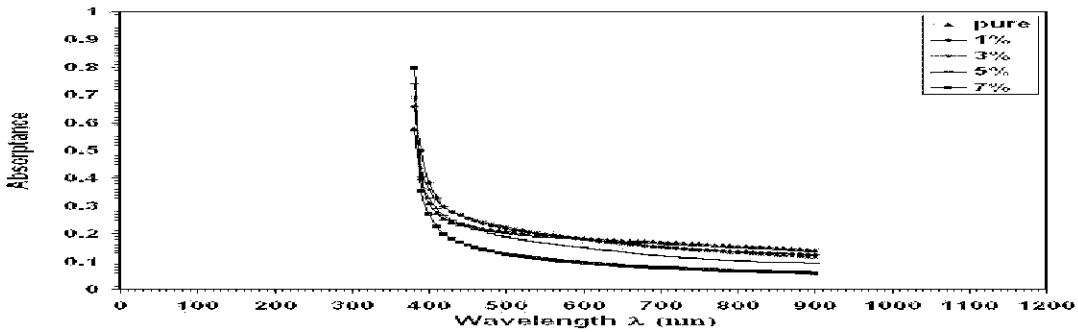
بينت القياسات البصرية أن كافة الأغشية تمتلك نفاذية عالية في المنطقتين المرئية وفوق البنفسجية القريبة تصل إلى (80%) ، ويتضح من الشكل (3) ان نفاذية كافة الأغشية تزداد مع زيادة الطول الموجي ولكافة الأغشية المحضرة ، أما في حالة التشويب بالفناديوم فأن نفاذية الأغشية المشوبة بالنسب %(1,3,5) تقل بنسبة قليلة في المنطقة المرئية ثم تزداد في المنطقة تحت الحمراء القريبة بالمقارنة مع نفاذية الأغشية غير المشوبة ، عدا الأغشية ذات نسبة التشويب (7%) فأن النفاذية تكون اكبر من نفاذية الأغشية غير المشوبة في المنطقتين المرئية وتحت الحمراء القريبة ، إذ تعتمد الزيادة والنقصان في نفاذية الاغشية على التشوهات الشبيكية ومراكز الاستطارة وطاقة الفوتون الساقط.

◄ الامتصاصية

يتضح من خلال منحني طيف الامتصاصية الشكل (4) ، أن الامتصاصية تقل مع زيادة الطول الموجي لأغشية أوكسيد الخارصين غير المشوبة ، أما الزيادة المفاجئة في قيم الامتصاصية عند الطاقات العالية تعزى إلى عمليات الامتصاص الأساسية الناشئة عن انتقال الالكترونات من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل ، وان عملية التشويب بالفناديوم أدت إلى نقصان في قيم الامتصاصية بنسبة قليلة في المنطقة تحت الحمراء القريبة ولكافة نسب التشويب ثم تزداد في المنطقة المرئية مع زيادة نسب التشويب للاغشية المشوبة بالنسب %(1,3,5) ، ويعزى ذلك إلى نشوء مستويات مانحة تعود لشوائب الفناديوم داخل فجوة الطاقة وبالقرب من حزمة التوصيل تعمل على تقليل فجوة الطاقة للاغشية المشوبة مما يؤدي الى انحراف حافة الامتصاص نحو الطاقات الفوتونية الواطئة مما يزيد من امتصاصية المادة في المنطقة المرئية ، أما بالنسبة لحالة التشويب (7%) فأن الامتصاصية تقل في المنطقتين تحت الحمراء والمرئية مما يؤدي الى انحراف حافة الامتصاص نحو الاطوال الموجية القصيرة بسبب زيادة فجوة الطاقة البصرية ، وان زيادة فجوة الطاقة بسبب النقصان بالحجم الحبيبي في أشباه الموصلات يعزى الى إزاحة بورشتاين– موس (Burstein–Moss Shift) [7].



الشكل (3) : النفاذية كدالة للطول الموجي ولكافة الاغشية المحضرة.



الشكل (4) : الامتصاصية كدالة للطول الموجي ولكافة الأغشية المحضرة.

الإستنتاجات

1- إن عملية التشويب بالفناديوم وبالنسب الحالية لأغشية أوكسيد الخارصين أدت الى تقليل تبلور الأغشية مع المحافظة على التركيب السداسي المحكم ولكافة نسب التشويب.

2- عملية التشويب بنسب واطئة بالفناديوم تؤدي الى الحصول على تراكيب عالية الجودة لسطوح أغشية أوكسيد الخارصين حسب قياسات (AFM).

3- بما إن النفاذية في المنطقة المرئية تكون ثابتة تقريبا ، لذا فان الأغشية المحضرة تصلح لاستخدامها كنافذة بصرية في الخلايا الشمسية.

المصادر

[1] N. M. Revindra and V. K. Sriva, "Infrared Physics", **22** (1982)81.
[2] J.B. You, X.W. Zhang, Y.M. Fan, Z.G. Yin, P.F. Cai, and N.F. Chen,"Effects of crystalline quality on the ultraviolet emission and electrical properties of the ZnO films deposited by magnetron sputtering", Applied Surface Science, **255** (2009) 5876.
[3] W.M. Tsang, F.L. Wong, M.K. Fung, J.C. Chang, C.S. Lee, and S.T. Lee, "Transparent conducting aluminum-doped zinc oxide thin film prepared by sol-gel process followed by laser irradiation treatment", Thin Solid Films, **517** (2008) 891.
[4] K. Laurent, B.Q. Wang, D.P. Yu, and Y.Leprince-Wang, "Structural and optical properties of electrodeposited ZnO thin films", Thin Solid Films, **517**(2008) 617.
[5] J. M. Phillips, J. Kwo, G. A. Thomas, S. A. Carter, R. J. Cara, S. Y. Hou, J. J. Krajewski, J. H. Morshlau and R. B. Van Dover, J. Appl. Phy. Lett, **65**(1994)115.
[6] A. Drift, Philips, "Crystals growth of Zinc Oxide thin films" Res, **22**(1967) 267.
[7] D. C. Altamirano, G. Torres, R. Castanedo, O. Jimeuz, J. Marquez and S. Jimenez, Superficies, **13**(2001) 66.
[8] P. Mitra , Khan , " Materials Chemistry and Physics ",**98**(2008) 279.
[9] B. Joseph , P. K. Manoj , V. K. Vaidyan , Bull Mater. Sci., **28** (2005) 487.
[10] R. M. Jr , D. L. Morel , C. S. Ferekides , "Thin Solid Films",**26** (2005)484.
[11] T. Obata, K. Komeda, T. Nakao, H. Ue and C.Tatsuyama, Journal Applied Physics , **81**(1997) 199.
[12] M. G. Sridharan , Sa. K. Narayanclass , D. Mangalaraj and H. Chuel lee, Journal of Optoelectronis and Advanced Materials , 7 (2005) 1483.
[13] M. Dhanam, R. R. Prabhu and P. K. Manoj, Materials Chemistry and Physics, "Investigations on chemical bath deposited cadmium selenide thin films", **107** (2008) 289.
[14] WANG Li-Wei,XU Zheng,MENG Li-Jian,Vasco Teixeira,SONG Shi-Geng,XU xu-Rong,"Influence of concentration of vanadium in zinc oxide on structural and optical properties with lower concentration", CHIN. PHYS. LETT., **26**(2009) 077801.
[15] Liwei Wang,Fujun Zheng,Zheng Xu,Suling Zhao,Lifang Lu,Xurong,"Effect of substrate temperature and vanadium concentration on optical properties and structure of ZnO:V thin films",Thin Solid Films,**517** (2009)3770.

The Effect of Vanadium Doped on the Structural Parameters and Some Optical Properties of (ZnO)Thin Films Prepared by Chemical Spray Pyrolsis

Nadir F. Habubi* , Sabah A. Salman , Kadhem M. Kadhem ****
*** Al- Mustansiriya University-Education College-Physics Department**
**** Diyala University-Science College-Physics Department**

Abstract

In this research; The effect of vanadium doped ZnO at different ratios (1,3,5,7)% on the structural parameters and some optical properties such as, (Transmittance, Absorptance) has been studied.

These thin films were prepared by the chemical spray pyrolysis and deposited on the glass substrates heated at (450 °C).The study showed that; The addition of vanadium changes the transmittance and absorptance values, also,The structural parameters values are changed for the prepared thin films.