

دراسة التأثير المولاري على الخصائص التركيبية لأوكسيد التيتانيوم TiO_2 المحضر بطريقة Sol _ Gel

رياض سامي عنتر¹، رافع عبد الله منيف²، فارس صالح عطاالله¹

¹قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت، العراق

²قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة كركوك، كركوك، العراق

الملخص

تم في هذا البحث دراسة التأثير المولاري على الخصائص التركيبية لثنائي أوكسيد التيتانيوم TiO_2 حيث رسبت الاغشية على ارضيات من الزجاج باستخدام محلول (Sol_Gel) وبتقنية Spin_Coting وبسرعة 3000 RPM خلال زمن ترسيب قدره 30sec وتم تحضير المحلول باستخدام مادة اوكسيد التيتانيوم المائي $Ti[O(CH_2)_3CH_3]_4$ و $[C_4H_{11}NO_2]$ كمثبت والايثانول كمذيب ($C_3H_8O_2$) وحضر المحلول بمولاريات مختلفة من (0.05,0.1,0.15,0.2,0.3) M ويتم تلمين الأغشية بدرجة حرارة $500^\circ C$ ، وتم دراسة الخصائص التركيبية من خلال فحوصات (XRD & AFM,SEM). حيث تبين من النتائج (XRD) ان طور الانتاس هو الطور السائد عند التركيز (0.1 & 0.05) M وبعد زيادة التركيز يبدأ التحول التدريجي بالطور حيث يتحول من الانتاس الى الروتايل عند تركيز 0.2M، وبينت فحوصات (SEM) ان الغشاء ذو طوبوغرافية جيدة، وان شكل الحبيبات يكون معيني ثم يتحول بزيادة التركيز الى عناقيد زهرية الشكل، ومن خلال فحوصات (AFM) تبين ان الاغشية ذات سمك نانوي وناعمة وذات اكساء جيد .

الكلمات المفتاحية: أغشية رقيقة ثنائي اوكسيد التيتانيوم، محلول Sol-Gel، TiO_2 , Spin-Goating، الانتاس، الروتايل

المقدمة

حضر المحلول TiO_2 من مادة ثنائي اوكسيد التيتانيوم المائي $Ti[O(CH_2)_3CH_3]_4$ ، ورمزه (TPT)، وهي مادة سائلة ذات لون مائي، ووزنها الجزيئي (496.38 g/mol)، باستخدام Sol_Gel وبتقنية Spin_Coting. يرسب الغشاء باستخدام منظومة الترسيب Spin_Coating الموضحة في الشكل (1) مجهز قدرة بفولتية دخول قدرها (220 V) للتحكم بسرعة الدوران عن طريق منظم السرعة ومحرك كهربائي يدور بسرعة دوران قصوى مقدارها تقريباً (8000 rpm) ويتم الترسيب وبسرعة PRM3000 دورة خلال زمن ترسيب قدره 30Sec، وحضر المحلول بمولاريات مختلفة (0.05,0.1,0.15,0.2,0.3)M وقد تم استخدام المادة المثبتة (Diethanolamine) $[C_4H_{11}NO_2]$ لونها مائي ذات وزن جزيئي (105 g/mol) ومادة مذيبي هي الايثانول ($C_3H_8O_2$)، وبعد تحضير المحلول وتجهيزه يعزل عن المحيط ويترك المحلول 24 ساعة وبعد ذلك يتم وضع المحلول في (Stirring) لمدة 15 دقيقة ثم نقوم بترشيح المحلول لتخلص من العوالق وبعد ذلك يتم التنظيف حيث تم استخدام قواعد زجاجية ألمانية الصنع بأبعاد (2.5x2.5)cm في البدء يتم تنظيف العينات المراد ترسيب المادة عليها ويتم ذلك بغسل القواعد بالماء ووضعها في الحامض HNO_3 لمدة (10min)، ثم وضعها بالماء وبعد ذلك يتم وضعها في كحول الأستون لمدة (10min) وغمرها في الماء المقطر الفاتر لمدة (15min). ووضعها في كحول الميثان، ثم تركها لتجف لتخلص من الشوائب والمواد العالقة عليها التي قد تؤدي إلى تغير أو تشويه تركيب الغشاء أو بعده يتم تجفيف الشرائح باستخدام ورق تجفيف خاص، ثم تلمن الاغشية المحضرة

إن تقنية الأغشية الرقيقة ساهمت مساهمة كبيرة في تطوير ودراسة أشباه الموصلات (Semiconductors)، وأعطت فكرة واضحة عن خصائص المواد وتركيبها [1].
ويعد اوكسيد التيتانيوم من الاكاسيد الشفافة (TCO) والتي تحتوي على فجوة طاقة كبيرة وشفافية عالية [2]، حيث يوجد TiO_2 في الطبيعة بثلاثة اطوار رئيسية هي Anatase, Rutail, Brookite وكل طور من هذه الاطوار له صفات خاصة فيه فطور Rutail يكون اكثر استقرار من باقي الاطوار واكثرها شيوعاً أما طوري Anatase, Brookite فهما نادرا الوجود في الطبيعة [3]، ويتكون هذان الطوران تحت ظروف معينة من درجة حرارة وضغط وغيرهما [4_6]. كما ان تركيب البلورة في طوري (Anatase, Ruitale) يكون محاط بستة ذرات من الاوكسجين في الفراغ للجسم الثماني [7,8].
في السنين الاخيرة تم استخدام TiO_2 في التطبيقات البيئية [4,9] ويمتلك اوكسيد التيتانيوم صفات فيزيائية جيدة جدا [10] منها الصفات الكهربائية والحرارية ومقاوم لدرجات الحرارة العالية ومقاوم للتآكل والصدأ يتفاعل بسهولة مع الاوكسجين والتيتانيوم عنصر لماع ذو كثافة عالية درجة انصهاره عالية تقدر ب ($1668^\circ C$) وهو عنصر صلب جيد النقل ويستعمل التيتانيوم في الطب في زراعة الاسنان وزراعة العظام لأنه غير سام ويتقبله جسم الانسان. و يستخدم في صناعة السبائك (سبائك الحديد وتيتانيوم). يخلط مع الفولاذ لخفض محتوى الكربون لكي يقاوم الصدأ [1]. و يستخدم التيتانيوم كسبائك في الطائرات والمدركات وغير ذلك من الاستخدامات .
تحضير محلول أغشية أوكسيد التيتانيوم (TiO_2)

بدرجة حرارة 500°C وبعدها تكون جاهزة للفحص ، والجدول (1) يوضح ظروف تحضير الاغشية.

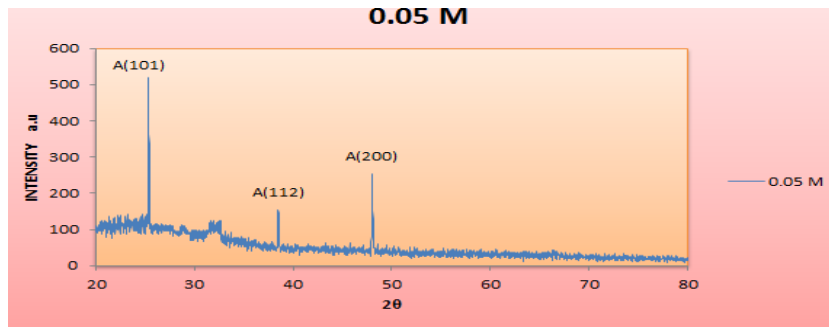


الشكل (1) يوضح صورة جهاز المستخدم في الترسيب

للأغشية المرسيبه من TiO_2 ، وتم دراسة سمك الغشاء وطبيعته باستخدام جهاز (AFM). تظهر الاشكل (2_6) ان اغشية (TiO_2) ذات تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline). ومن الشكل (2) يلاحظ ان الطور السائد للانتاس هو (101) عند الزاوية ($2\theta = 25.3$) عند تركيز (0.05M) وهذه النتيجة مشابهة لنتيجة الباحثين [11_13].

الحسابات والنتائج

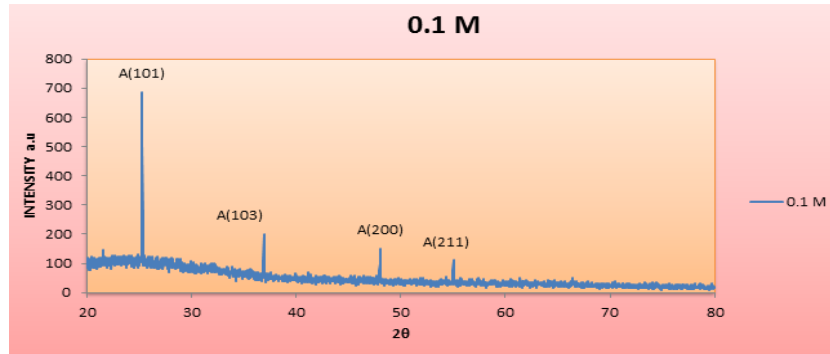
تم دراسة الخصائص التركيبية للأغشية لـ TiO_2 المحضرة بطريقة Sol_Gel وبتقنية Spin_coating والمرسية على ارضيات زجاجية باستخدام جهاز حيود الاشعة السينية لمعرفة طبيعة التبلور للغشاء المرسيب، ويتم دراسة طبوغرافية سطح غشاء ثنائي اوكسيد التيتانيوم باستخدام المجهر الماسح الالكتروني (SEM)



الشكل (2) طيف الأشعة السينية (XRD) لغشاء TiO_2 المرسيب على أرضيات زجاجية عند تراكيز 0.05M

الغشاء يتحول الى خليط من طورين الروتايل و الانتاس. كما في الشكل (4) نلاحظ ظهور طور الانتاس في الزاوية (25.3 و 48) والتي تقابل الاتجاه (101) و (200) على التوالي، ونلاحظ ظهور طور الروتايل في الزاوية (27.4 و 36) والتي تقابل الاتجاهات البلورية (110) و (101) على التوالي. وقد وجدنا ان الطور السائد هو طور الانتاس عند المستوى (200) ويقابل الزاوية ($2\theta = 48$) وهذه النتيجة مشابهة لنتيجة الباحثين [16_18].

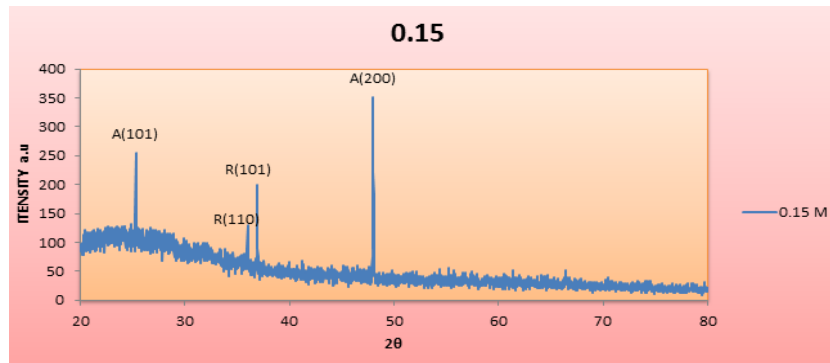
ومع زيادة التركيز المولاري الى (0.1 M) و من خلال الشكل (3) يتبين ان شدة المستوي تزداد مع زيادة التركيز المولاري ولوحظ ان الشدة عند المستوى (101) تزداد لتصل الى (687) بينما كانت شدة المستوي عند التركيز المولاري (0.05M) حوالي (520) وهذه الزيادة في شدة المستوي تدل على زيادة التبلور او زيادة الحجم الحبيبي او كلاهما وهذه النتيجة مشابهة لنتيجة الباحثين [14][15] ووجد عند هذا التركيز ان الانتاس هو الطور السائد في المادة وذو الاتجاه (101) عند الزاوية ($2\theta = 25.3$) . ومع زيادة التركيز الى (0.15 M) بدأ



الشكل (3) طيف الأشعة السينية (XRD) لغشاء TiO_2 المرسب على أرضيات زجاجية عند تراكيز 0.1M

ويعتقد ان غشاء المرسب بدء ينتقل من الطور المشترك ما بين الانتاس والروتايل الى طور الروتايل ويصاحب هذا الانتقال الزيادة في الحجم الحبيبي مما يؤدي الى زيادة

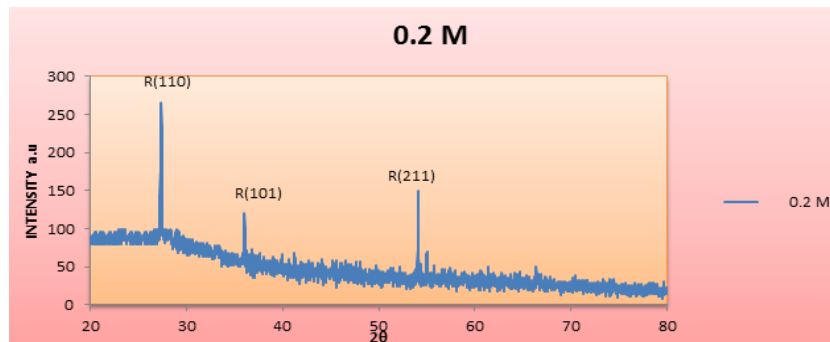
وعند زيادة التركيز الى 0.2 M نلاحظ ان غشاء المرسب بدء ينتقل من الطور المشترك ما بين الانتاس والروتايل الى طور الروتايل ويصاحب هذا الانتقال الزيادة في الحجم الحبيبي مما يؤدي الى زيادة



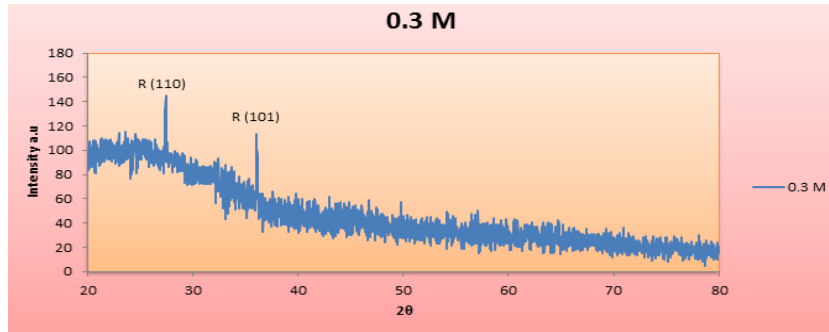
الشكل (4) طيف الأشعة السينية (XRD) لغشاء TiO_2 المرسب على أرضيات زجاجية عند تراكيز 0.15M

والتحليل المجهرية ومعرفة التركيب الكيميائي للمواد والشكل (7) يوضح صورة SEM للغشاء المرسب على أرضية زجاجية بتركيز 0.05 M ويظهر من خلال الشكل (7A) ان الغشاء مكون من حبيبات سداسية غير متماثلة الشكل وغير منتظمة تماما. والغشاء خالي من الفجوات مع احتوائها على مسافات بينية كبيرة.

وعند زيادة التركيز المولاري الى 0.3 M (كما في الشكل (6)) نلاحظ تناقص في درجة التبلور بسبب زيادة كتل الايونات TiO_2 في المحلول المرسب للغشاء وان الاتجاه السائد هو (110) الذي يقابل الزاوية $(2\theta = 27.4)$. تم استخدام تقنية (SEM) لمعرفة طبيعة سطح الأغشية وحساب الحجم الحبيبي حيث يزودنا المجهر الالكتروني الماسح بصورة مجسمة تفيدنا في دراسة طبوغرافية السطح



الشكل (5) طيف الأشعة السينية (XRD) لغشاء TiO_2 المرسب على أرضيات زجاجية عند تراكيز 0.2M



الشكل (6) طيف الأشعة السينية (XRD) لغشاء TiO_2 المرسب على أرضيات زجاجية عند تراكيز 0.3M

صورة الاغشية المرسبة، ومن خلاله تم حساب الحجم الحبيبي (size Grain)، ومعدل خشونة السطح (Roughness Average)، ومتوسط قيمة الجذر التربيعي (Root Mean Square). صور مجهر (AFM) لمنطقة قياس بمساحة (Size=2032×2044nm) وقدرة تحليلية (Pixels= 492×496) لطبوغرافية طبقة الطلاء التي حضرت بطريقة Sol_Gel وبتقنية Spin_Coating والشكل (8) يوضح صورة (3D) التي تم تحليلها باستخدام مجهر AFM ومن خلال الفحص تبين انه بزيادة التركيز المولاري يزداد كل من الحجم الحبيبي والخشونة ومتوسط الجذر التربيعي وكذلك تزداد اعلى قمة بلورية على السطح ومن خلال الشكل (8A) ان الغشاء بتركيز 0.05M يمتلك اقل سمك ومع زيادة التركيز الى 0.1M كما في الشكل (8B) نجد ان خشونة السطح تزداد وكذلك السمك، والشكل (8C) هو صورة الغشاء بتركيز 0.15M ومع زيادة التركيز الى 0.2M كما في الشكل (8D) تزداد خشونة و سمك الغشاء وكذلك تزداد اعلى قمة بلورية، ومع زيادة التركيز الى 0.3M حيث ان طور الروتيل أكثر سمك من الانتاس كما في الشكل (8E) نلاحظ ان هذا الغشاء يعطي اعلى سمك واعلى تركيز مقارنة بالتراكيز السابقة بسبب زيادة تركيز ايونات ثنائي أكسيد التيتانيوم في المحلول المرسب والجدول (3) يبين نتائج الفحص. وهذه النتائج مقارنة للباحثين [25,24]

الاستنتاجات

ان اغشية TiO_2 المحضرة بطريقة Sol_Gel وبتقنية Spin_Coating ذات تركيب متعدد التبلور و كلما زاد التركيز المولاري زاد الحجم الحبيبي وبزيادة التركيز المولاري تجري عملية التحول في الاطوار الاغشية المرسبه من طور الانتاس الى طور الروتايل. من فحوصات SEM يتبين ان شكل الحبيبات سداسي ويتحول الى معيني بزيادة التركيز، وعند زيادة التركيز المولاري يتم تحولها الى عناقيد زهرية، وبزيادة التركيز المولاري فان سطح الأغشية يكون أخشن ويرافقها زيادة في الحجم الحبيبي وخاصة لطور الروتايل والانتاس. من فحوصات AFM نلاحظ طبيعة السطح حيث بزيادة التركيز المولاري يزداد خشونة السطح، ومن فحوصات AFM تبين ان سمك الغشاء نانوي وان الاغشية ناعمة وذات اكساء جيد، ويمكن الاستفادة منها في تصنيع الخلايا الشمسية.

نلاحظ من الشكل (7B) مع زيادة التركيز المولاري الى 0.1M يكون شكل الحبيبات معيني اكثر انتظاما وذات توزيع أكثر منتظم وقليل الفراغات وأكثر خشونة من التركيز 0.05M بسبب زيادة التركيز اي زيادة ترسيب ايونات TiO_2 وهذا يدل على ان الحجم البلوري الابتدائي للطور Anatase يزداد بزيادة التركيز المولاري والذي يزيد من تجمع الجزيئات مع بعضها البعض على شريحة والشكل (7C) يوضح صورة الغشاء المرسب على ارضية من الزجاج. مع زيادة التركيز المولاري الى 0.15M يكون سطح الغشاء المرسب اكثر كثافة وقليل الفراغات وقريب من الشكل الكروي ومختلف عن التراكيز السابقة و يظهر زيادة في خشونة السطح مع نقصان في المسافات البينية الفاصلة بين الجزيئات ويرافقها زيادة في متوسط حجم الحبيبات ويعود السبب في ذلك إلى أن الحجم البلوري الابتدائي للطورين Anatase و Rutile يزداد بزيادة التركيز المولاري والذي يزيد من تجمع الجزيئات مع بعضها البعض، والشكل (7D) وعند زيادة التركيز الى 0.2M يكون سطح الغشاء المرسب كثيف جداً وقليل الفراغات على الشكل عناقيد زهرية ومختلف عن التراكيز السابقة و يظهر زيادة في خشونة السطح مع زيادة التركيز المولاري حيث تكون علاقة الخشونة مع التركيز علاقة طردية، ونلاحظ نقصان في المسافات البينية الفاصلة بين الجزيئات مع زيادة التركيز المولاري وتكون العلاقة ما بين المسافات البينية الفاصلة بين الجزيئات والتركيز علاقة عكسية ويرافقها زيادة في متوسط حجم الحبيبات ويعود السبب في ذلك إلى أن الحجم البلوري الابتدائي لطور Rutile يزداد بزيادة التركيز المولاري والذي يزيد من تجمع الجزيئات مع بعضها البعض، وهذه النتائج مقارنة للباحثين [23,22] والجدول (2) يوضح خلاصة الخصائص التركيبية TiO_2 وتم ايجاد الحجم الحبيبي باستخدام معادلة التالية:

$$D_{av} = \frac{0.94\lambda}{B \cos \theta_B} \quad \dots 1$$

B هي عرض المنحنى عند منتصف الذروة العظمى (FWHM).
 λ : يمثل الطول الموجي للحزمة الساقطة، θ هي زاوية الانعكاس [10]
 كما تم استخدام مجهر القوة الذرية (AFM) في دراسة طبوغرافية السطح والتركيب البلوري السطحي لطبقات الطلاء والشكل (8) يوضح

الجدول (1) يبين الاوزان المولارية وظروف الترسيب المستخدمة في البحث

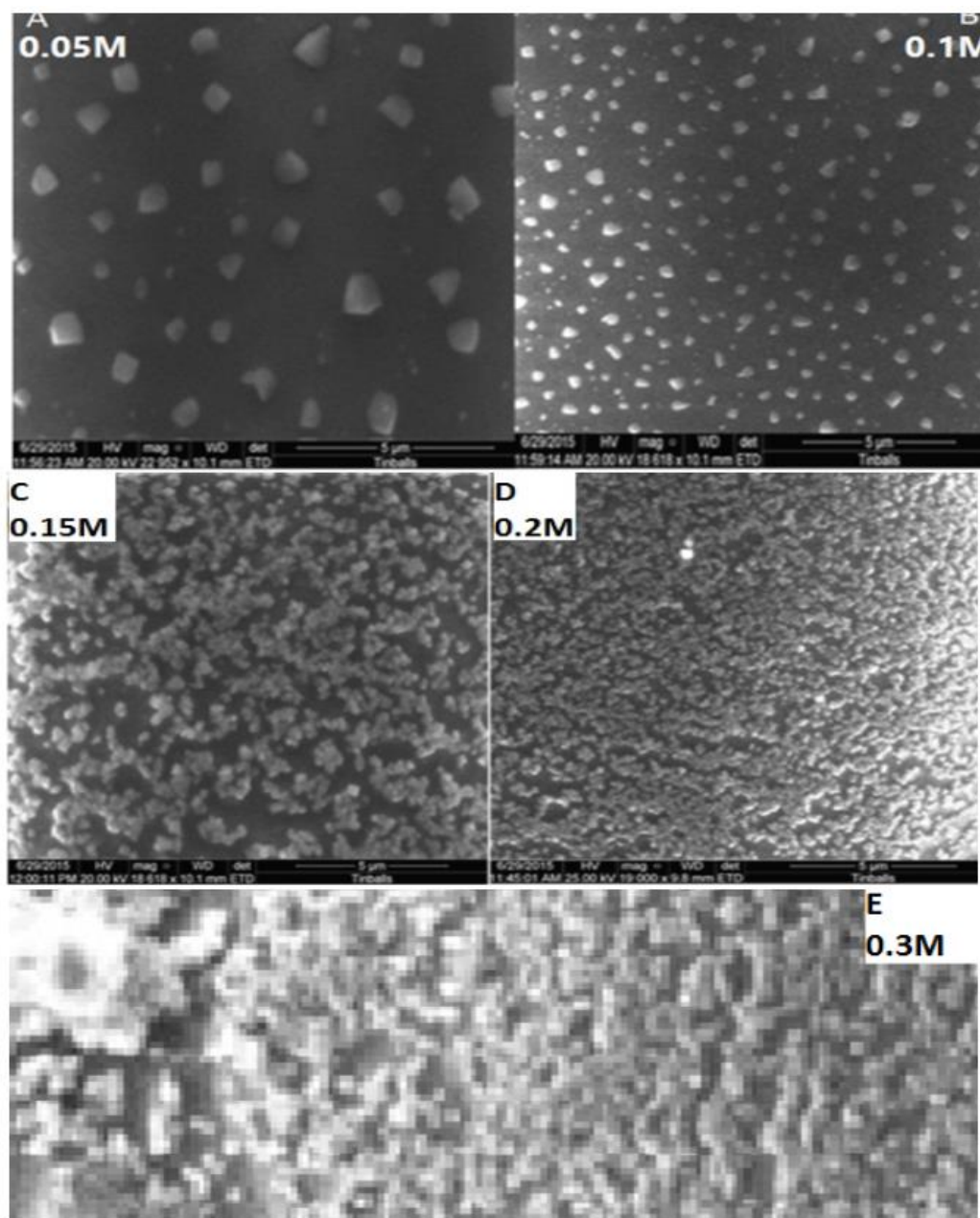
| تركيز المادة M | وزن مادة g | وزن المثبت g | التجفيف 15 °C min | التلدين 1h °C | Stirring 1h °C | AGEING H |
|-------------------|---------------|-----------------|----------------------|------------------|-------------------|-------------|
| 0.05 | 0.99 | 0.21 | 250°C | 500 | (60-70) | 24 |
| 0.1 | 1.99 | 0.42 | 250°C | 500 | (60-70) | 24 |
| 0.15 | 2.97 | 0.63 | 250°C | 500 | (70-75) | 24 |
| 0.2 | 3.97 | 0.84 | 250°C | 500 | (70-75) | 24 |
| 0.3 | 5.95 | 1.26 | 250°C | 500 | (70-75) | 24 |

الجدول (2) يعطي المعلومات التي تم الحصول عليها من الفحوصات التركيبية

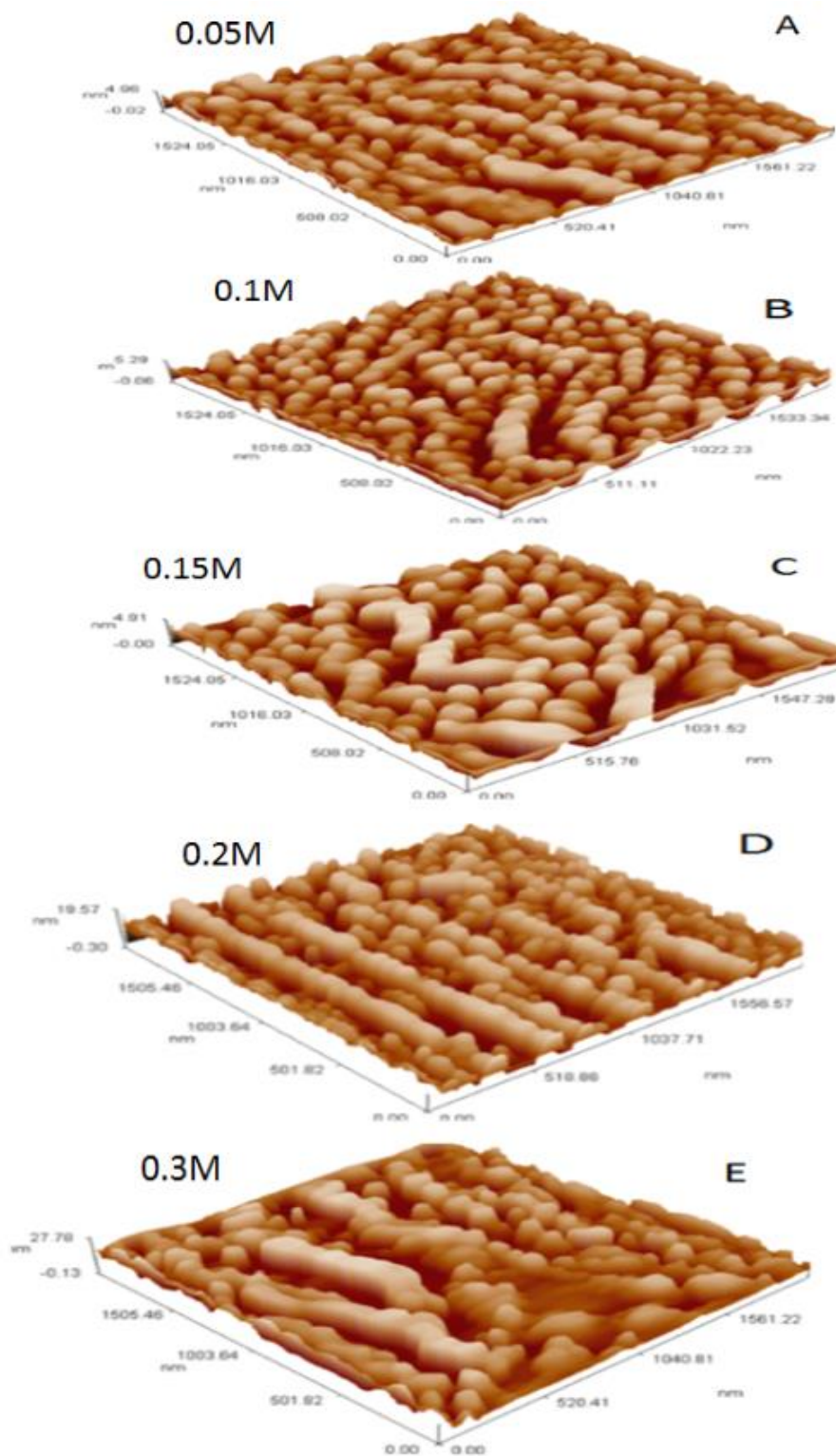
| M | 2θ | AHFW | (hkl) | d Å | G nm (XRD) | G nm (SEM) | G nm (AFM) |
|------|-------|----------|--------|------|------------|------------|------------|
| 0.05 | 25.3 | (0.102) | A(101) | 3.5 | 79.8 | 38.17 | 87.33 |
| | 38.5 | (0.121) | A(112) | 2.3 | 69.5 | | |
| | 48 | (0.12) | A(200) | 1.89 | 72.5 | | |
| 0.1 | 25.3 | (0.1) | A(101) | 3.5 | 81.9 | 43.91 | 91.36 |
| | 36.9 | (0.13) | A(103) | 2.43 | 64.4 | | |
| | 48 | (0.14) | A(200) | 1.89 | 62.15 | | |
| | 55 | (0.149) | A(211) | 1.67 | 60 | | |
| 0.15 | 25.3 | (0.154) | A(101) | 3.5 | 53 | 63.74 | 94.18 |
| | 48 | (0.139) | A(200) | 1.89 | 62.6 | | |
| | 39.1 | (0.092) | R(200) | 1.67 | 91.87 | | |
| | 36 | (0.099) | R(101) | 2.3 | 88.9 | | |
| 0.2 | 27.4 | (0.09) | R(110) | 3.25 | 91 | 83.24 | 97.12 |
| | 36 | (0.089) | R(101) | 3.4 | 93.7 | | |
| 0.3 | 27.4 | (0.0757) | R(110) | 3.25 | 108 | 313.6 | 124.39 |
| | 36.06 | (0.0827) | R(101) | 2.48 | 101 | | |

الجدول (3) يعطي المعلومات التي تم الحصول عليها من فحص AFM

| Concentration | Roughness | RMS | G.H.Grain | Avy.Diameter |
|---------------|-----------|-------|-----------|--------------|
| 0.05 | 0.803 | 0.922 | 4.96 | 87.33 |
| 0.1 | 1.06 | 1.22 | 5.29 | 91.36 |
| 0.15 | 1.01 | 1.18 | 4.91 | 94.18 |
| 0.2 | 3.33 | 3.88 | 19.57 | 97.12 |
| 0.3 | 4.58 | 5.34 | 27.78 | 124.39 |



الشكل (7) يوضح صورة الاغشية من خلال جهاز SEM للمولاريات (0.05,0.1,0.15,0.2,0.3)M



الشكل (8) يوضح صورة الاغشية من خلال جهاز AFM للمولاريات (0.05,0.1,0.15,0.2,0.3)M

المصادر

- [1] J. R. Son, "Thin Film Technologies", 2nd Ed. (1986).
- [2] A. Roth, D. Williams "properties of ZnO films prepared by oxidation of diethylzinc" ,J. Appl. Phys, 52 6685. (1981).
- [3] K. Karki, K.I. Gnanasekar and B. Rambabu "Nanostructure Semiconductor Oxide Powders and Thin Films for Gas Sensors" Appl. Sur. Sci. ,Vol. 193-195 , p.399, (2006) .
- [4] V. Stengl, et, Material Chemistry and Physics 105 38(2007)
- [5] H. Bensmira, Thèse de magister, Université Mentouri, Constantine(2004).
- [6] Ulrike diebddd, *Surface Science reports* 48 53_229 (2003).
- [7] V. Nelea, *Surface and Coatings Technology* 173 315 (2003).
- [8] A. Ibrahim Mater.et al, Res .Soc. Symp. Proc. Vol. 848 20 (2005).
- [9] D. Gong, C.A. Grimes, O.K. Varghese, W. Hu, R.S. Singh, Z. Chen, E.C. Dickey, J. Mater. Res. 16 3331(2001) .
- [10] يمان ،تأثير سماحي معالجة الحرارية على طبقات رقيقة من المرسب على مسند من الزجاج ،رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الرياضيات وعلوم المادة جامعة قاصدي مرياح ورقلة ،(2014).
- [11] R.S. Suci and G.I. Rusu, " On the Electrical Properties of TiO₂ Thin Film", Journal of Optoelectronics and Advanced Materials ,Vol. 7, p234 , (2005).
- [12] I.Senain,et, "Structural and Electrical Properties of TiO₂ Thin film Derived from Sol-gel Method using Titanium (IV) Butoxide ", International Journal of Integrated Engineering (Issue on Electrical and Electronic Engineering).
- [13] S.G. Pawar, et, "Effect Of Annealing On Structure, Morphology, Electrical And Optical Properties Of Nanocrystalline TiO₂ Thin Film, J. Nano- Electron. Phys, 3 No1, P.185-192 (2011) .
- [14] S. K. Gupta,et," Titanium dioxide synthesized using titanium chloride: Size effect study using Raman and Photoluminescence", Department of Physics, M.Sc. Thesis Bhavnagar University, Bhavnagar, 364 022, Gujarat, India
- [15] T. Ranganayaki, et, "Preparation and Characterization of Nanocrystalline TiO₂ Thin Films Prepared By Sol-Gel Spin Coating Method", International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, (An ISO 3297: 2007 Certified Organization) Vol.3, Issue 10, October (2014)
- [16] M. L. Vera, et ,et, "Characterization of TiO₂ Nanofilms obtained by Sol-gel and Anodic oxidation", Nanomater Nanotechnol, , 4:10 | doi: 10.5772/58522 . (2014)
- [17] X. Wang , et, "Optical Constants of Crystallized TiO₂ Coatings Prepared by Sol-Gel Process", Materials, 6, 2819-2830; doi:10.3390/ma6072819. (2013).
- [18] Mohammed. H., "Preparation of Titanium Dioxide (TiO₂) Via the Sol-Gel Process" , M.Sc. Thesis University of Basrah, College of Education, Department of Physics (2007)
- [19] Y. Sam Jin and H. Wook Choi," The effect of different TiO₂ passivating layers on the photovoltaic performance of dye-sensitized solar cells" , Journal of Ceramic Processing Research. Vol. 13, No. 2, pp. 178~183 (2012).
- [20] P. Malliga, et , "Influence of Film Thickness on Structural and Optical Properties of Sol – Gel Spin Coated TiO₂ Thin Film", IOSR Journal of Applied Physics (IOSR-JAP)(e-ISSN: 2278-4861. Volume 6, Issue 1 Ver. I PP 22-28 (Jan. 2014).
- [21] Ching-Hua Wei and Ching-Min Chang, "Polycrystalline TiO₂ Thin Films with Different Thicknesses Deposited on Unheated Substrates Using RF Magnetron Sputtering", Materials Transactions, Vol. 52, No. 3 pp. 554 to 559 (2011).
- [22] M. SINGH, et, "Sol gel spin coated TiO₂ films for transparent window Applications", Material Science Research, Laboratory, Department of Physics, Guru Nanak Dev University, Amritsar, India, Journal Of Optoelectronics And Advanced Materials Vol. 14, No. 7- 8, July – August, p. 624 – 629 (2012).
- [23] A.H. Mayabadi, et, Evolution of structural and optical properties of rutile TiO₂ thin films synthesized at room temperature by chemical bath deposition method, J. Phys. Chem. Solids (2013),
- [24] W. Niu, et, "Preparation and Electrochromic Performance of TiO₂ Thin Film", Int. J. Electrochem. Sci., 10 2613 – 2620 (2015) .
- [25] Ching-Hua Wei and Ching-Min Chang," Polycrystalline TiO₂ Thin Films with Different Thicknesses Deposited on Unheated Substrates Using RF Magnetron Sputtering", Materials Transactions, Vol. 52, No. 3 pp. 554 to 559 (2011) .

Study The Molarity Influence on the structural properties of titanium oxide (TiO₂) Prepared with (Sol_Gel)

Riyadh sami¹, Rafea A. Munef², Fares Saleh Atallah¹

¹ Department of Physics , College of Science , Tikrit University , Tikrit , Iraq

² Department of Physics , College of Science , Kirkuk University , Kirkuk , Iraq

Abstract

This report was conducted to study the molar effect on structural characteristics of Titanium dioxide TiO₂, the deposition of films on glass substrates was done by using sol gel solution with Spin-Coating method (speed =3000 rpm) during 30 sec of the deposition where the solution have been prepared using Titanium hydroxyl Material Ti[O(CH₂)₃(CH₃)₄] and C₄H₁₁NO₂ as Fixative and Ethanol as a solvent. we have prepared different concentrations of solution (0.05, 0.10 , 0.15, 0.20, 0.30) M ,the films have been annealing with temperature (500 °C), we have investigated the Structural characteristics using (XRD,AFM and SEM) analyses. The (XRD) results have shown that the Anatase phase is the prevalent phase when the concentrations (0.05 and 0.10)M and after increase the concentration start changes gradually from Anatase phase to Rutile phase when the concentration (0.2)M. The SEM analyses have approved that the film has good topography. The granules had a rhombus form then its shape became cluster with the increasing of concentration . The (AFM) have shown that the membranes had nano- thickness,and they are soft with good coating

Keywords: thin films titanium oxide, TiO₂, Spin-Coating ,Sol-Gel ,Antase ,Rutile