



جامعة الموصل

كلية التربية للعلوم الصرفة

تأثير التشعيع وظروف التحضير على الخصائص الفيزيائية لأغشية CdO النانوية الرقيقة وتطبيقاتها في الطاقة النظيفة

ندى أنور شاكر علي

رسالة ماجستير

الفيزياء

بإشراف

الاستاذ

الدكتور مشتاق عبد داود الجبوري

٢٠٢٦ م

١٤٤٧ هـ

الخلاصة

تضمنت هذه الدراسة تحضير أغشية أكسيد الكاديوم CdO الرقيقة باستخدام تقنية الطلاء الدوراني (Spin Coating) وبأسمك مختلفة، رُسب المحلول على الركائز الزجاجية بسرعة دوران 3500 rpm لمدة 30 sec وبعد الترسيب جُفِّت العينات لمدة 10 min بدرجة حرارة 250 °C ثم تلتها عملية التلدين بدرجة حرارة 350 °C لمدة ساعة واحدة. أظهرت نتائج برنامج VESTA أن مركب CdO متبلور ذو نظام مكعب (Cubic) من المجموعة الفراغية $Fm \bar{3}m$ مع تطابق كبير في المعلمات التركيبية حيث بلغت الكثافة 8.43 g/cm^3 ونصف القطر الفعال $1.647 \text{ \AA}$ ، وُحِّد سمك الأغشية المحضرة بطريقتين لضمان موثوقية النتائج وقد استخدمت الطريقة الوزنية وطريقة صور (FE- SEM) عن طريق قياس المقطع العرضي (cross section-FE-SEM) باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح بمجال الانبعاث FE-SEM وكانت معدلات الأسماك للطريقتين (155, 232 and 310) nm. أظهرت نتائج فحوصات الأشعة السينية (XRD) أن الأغشية المحضرة ذات بنية بلورية متعددة التبلور كما بينت الأنماط وجود قمم مميزة، وأن معدل الحجم الحبيبي (30.83, 30.26 and 32.34) nm ولأسمك (155, 232 and 310) nm على التوالي، وبينت نتائج الأشعة السينية المشتتة للطاقة EDS أن النسبة المئوية للكاديوم 58.91 ولأوكسجين 32.65 للسمك 310 nm، بينما أوضحت صور المجهر الإلكتروني الماسح بمجال الانبعاث (FE-SEM) أن الجسيمات ذات شكل كروي وبصورة عامة متجانسة وأن معدل أقطار الحبيبات (43.46 and 57.33) nm (لأسمك (155 and 232) nm على التوالي. بينما للسمك 310 nm يحدث انتقال تدريجي من حبيبات نانوية إلى تراكيب نانوية أحادية البعد والوصول إلى الأسلاك النانوية وأن معدل قطر السلك النانوي هو بحدود (38.43) nm. كما بينت فحوصات AFM مجهر القوة الذرية أن خشونة السطح ومتوسط الجذر التربيعي للخشونة يتناقصان مع زيادة سمك الأغشية المحضرة فقد بلغت قيم Sa كالاتي (38.37, 33.88 and 3.61) nm وقيمة RMS (50.35, 41.86 and 4.56) nm ولأسمك (155, 232 and 310) nm على التوالي. وبينت نتائج الفحوصات الأشعة فوق البنفسجية-المرئية ضمن مدى الأطوال الموجية (400-950) nm أن المعلمات البصرية (الامتصاصية، ومعامل الامتصاص، ومعامل الانكسار، ومعامل الخمود، وثابت العزل الحقيقي والخيالي، والتوصيلية البصرية) تزداد قيمهم مع زيادة سمك الأغشية

المحضرة وتقل مع زيادة الطول الموجي. كما أوضحت فحوصات FT-IR أن الروابط الكيميائية لأغشية CdO المحضرة تقع ضمن العدد الموجي $600-630 \text{ cm}^{-1}$ وفيما يخص نتائج ظاهرة التلألؤ الضوئي وباستخدام مخططين (CIE1931 and 1976)، أن اللون المنبعث انتقل من الأخضر-الأصفر إلى الأخضر-الأزرق مع تغير تدريجي نحو اللون الأزرق ولأسماك بلغت قيمها $155, 232 \text{ and } 310 \text{ nm}$ على التوالي. وعُرضت أغشية CdO لأشعة فوق البنفسجية من نوع UVC ولفترات زمنية $1-5 \text{ hr}$ بزيادة تتابعية 1 hr وأظهرت النتائج أن قيمة فجوة الطاقة البصرية قلت بصورة طفيفة بزيادة زمن التشعيع فقد تراوحت قيمتها بين $(2.40-2.04) \text{ eV}$ للسلك 155 nm بينما للسلك 232 nm كانت قيمتها بين $(2.35-2.06) \text{ eV}$ أما للسلك 310 nm فقد أصبحت قيمها بمدى ما بين $(2.25-1.94) \text{ eV}$ لأزمان التشعيع $1-5 \text{ hr}$ على التوالي. صُنِعَ مفرق هجين من نوع p-n وبالتالي كاشف ضوئي وتبين أن قيمة كل من الاستجابة الطيفية والكشفية والكفاءة الكمية $(0.6) \text{ A/W}$ ، $(8.37 \times 10^{12}) \text{ Jones}$ ، (97%) على التوالي.

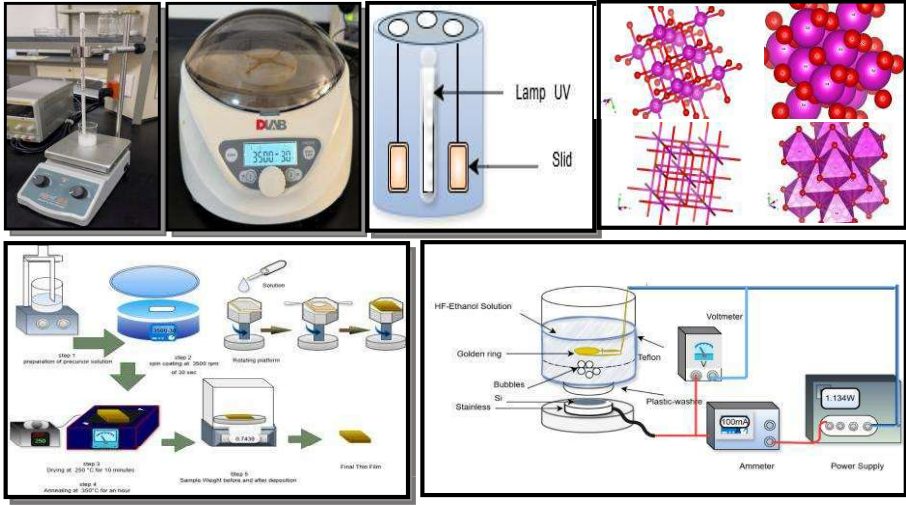
Abstract

This study involved the preparation of cadmium oxide (CdO) thin films using spin-coating technology with different thicknesses. The solution was deposited on glass substrates at a rotation speed of 3500 rpm for 30 seconds. After deposition, the samples were dried for 10 minutes at 250 °C, then annealing at 350 °C for one hour. The results of the VESTA software showed that the CdO compound crystallizes in the cubic system with a space group of $Fm \bar{3}m$, exhibiting good agreement in the structural parameters, where the density reached 8.43 g/cm³ and the effective radius was 1.647 Å. The thickness of the prepared samples was determined using two methods to ensure the reliability of the results: the gravimetric method and the (FE-SEM) by measuring the cross section (cross section-FE-SEM) the thicknesses obtained by the two methods were (155, 232 and 310) nm. The results of XRD that the prepared films had a polycrystalline structure, indicated the distinct peaks in the patterns and the average particle size (32.34, 30.26 and 30.83) nm for thicknesses (155, 232 and 310) nm respectively. The results of Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS) showed that the percentage of cadmium was 58.91 and that of oxygen was 32.65 for a thickness of 310 nm. While field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) images showed that the particles were spherical and generally homogeneous with slight voids, with average particle size (43.46 and 57.33) nm for thicknesses (155 and 232) nm respectively. While for thickness 310 nm it was also found a gradual transition from nanoparticles to one-dimensional nanostructures represented by nanowires, with average diameter of nanowire 38.43 nm. AFM atomic force microscopy results showed that surface roughness and the root mean square of roughness decrease with increasing thickness of the prepared films, with values of (38.37, 33.88 and 3.61) nm and (50.35, 41.86 and 4.56) nm for thicknesses of (155, 232 and 310) nm, respectively. The results of the UV –visible within the wavelength range (400-950) nm that the optical parameters (absorbance, absorption coefficient, refractive index, extinction coefficient, real and imaginary Dielectric constant, and optical conductivity) increase with the thickness of the prepared films and decrease with increasing wavelength. Results of FT-IR showed that the chemical bonds of CdO were within the wave number (600-630) cm⁻¹, the results of the photoluminescence

phenomenon and using the (CIE1931and1976) models, the emitted colour shifted from green-yellow to green-blue with a gradual shift towards blue for thickness (155, 232 and 310) nm respectively. CdO samples were exposed to UVC ultraviolet rays for different time (1-5) hr with interval periodic time (1) hr the results showed that the optical energy gap value decreased slightly with increasing exposure time, the values ranged between (2.40-2.04) eV for thickness of 155, while at a thickness of 232, the values ranged (2.35-2.06) eV, and for thickness 310 nm the values (2.25-1.94) eV for (1-5)hr respectively. A p-n junction was prepared and therefore a photodetector and showed that the value of spectral response, detection sensitivity, and quantum efficiency (0.6) W/A and (8.37×10^{12}) Jones, and (97%), respectively.

تأثير التشعيع وظروف التحضير على الخصائص الفيزيائية لأغشية CdO النانوية الرقيقة وتطبيقاتها في الطاقة النظيفة

Author: ندى أنور شاكر علي Advisor: مشتاق عبد داود الجبوري Publisher: جامعة الموصل

HIGHLIGHTS	GRAPHICAL ABSTRACT
<ul style="list-style-type: none"> • قياسات الخصائص البصرية والتركيبية لأغشية أكسيد الكاديوم • تأثير السمك على أغشية أكسيد الكاديوم • فحص المجهر الإلكتروني الماسح بمجال الانبعاث FE-SEM • دراسة ظاهرة التلألؤ الضوئي لأغشية أكسيد الكاديوم • دراسة نتائج FT-IR مطيافية الأشعة تحت الحمراء • تصنيع كاشف ضوئي عالي الكفاءة بطريقة التنميش 	
<p>Keywords:</p> <p>أكسيد الكاديوم التركيب البلوري فجوة الطاقة تشعيع UV الكاشف الضوئي</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>تضمنت هذه الدراسة تحضير أغشية أكسيد الكاديوم CdO الرقيقة باستخدام تقنية الطلاء الدوراني (Spin Coating) وبأسماك مختلفة، رُسب المحلول على الركائز الزجاجية بسرعة دوران 3500rpm لمدة 30sec وبعد الترسيب جُففت العينات لمدة 10min بدرجة حرارة 250 °C ثم تلثها عملية التلدين بدرجة حرارة 350 °C لمدة ساعة واحدة. أظهرت نتائج برنامج VESTA أن مركب CdO متبلور ذو نظام مكعب (Cubic) من المجموعة الفراغية $Fm\bar{3}m$ مع تطابق كبير في المعلمات التركيبية حيث بلغت الكثافة 8.43cm³/g ونصف القطر الفعال 1.647Å، وخُدد سمك الأغشية المحضرة بطريقتين لضمان موثوقية النتائج وقد استخدمت الطريقة الوزنية وطريقة صور (FE- SEM) عن طريق قياس المقطع العرضي (cross section-FE-SEM) باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح بمجال الانبعاث FE-SEM وكانت معدلات الأسماك للطريقتين (155, 232 and 310)nm أظهرت نتائج فحوصات الأشعة السينية (XRD) أن الأغشية المحضرة ذات بنية بلورية متعددة التبلور كما بينت الأنماط وجود قمم مميزة، وأن معدل الحجم الحبيبي (32.34, 30.26 and 30.83) nm وللأسماك (155, 232 and 310) nm على التوالي، وبينت نتائج الأشعة السينية المشتتة للطاقة EDS ان النسبة المئوية للكاديوم 58.91 ولأكسجين 32.65 للسمك 310 nm ، بينما أوضحت صور المجهر الإلكتروني الماسح بمجال الانبعاث (FE-SEM) أن الجسيمات ذات شكل كروي وبصورة عامة متجانسة وأن معدل أقطار الحبيبات (43. 46 and 57.33) nm لأسماك (155 and 232) على التوالي. بينما للسمك 310nm يحدث انتقال تدريجي من حبيبات نانوية إلى تراكيب نانوية أحادية البعد والوصول الى الأسلاك النانوية وإن معدل قطر السلك النانوي هو بحدود (38.43) nm كما بينت فحوصات AFM مجهر القوة الذرية أن خشونة السطح ومتوسط الجذر التربيعي للخشونة يتناقصان مع زيادة سمك الأغشية المحضرة فقد بلغت قيم Sa كالآتي (38.37, 33.88 and 3.61) nm وقيمة RMS (38.37, 33.88 and 3.61) nm ولأسماك (155, 232 and 310) nm على التوالي. وبينت نتائج الفحوصات الأشعة فوق البنفسجية- المرئية ضمن مدى الأطوال الموجية (400-950) nm أن المعلمات البصرية (الامتصاصية، ومعامل الامتصاص، ومعامل الانكسار، ومعامل الخمود، وثابت العزل الحقيقي والخيالي، والتوصيلية البصرية) تزداد قيمهم مع زيادة سمك الأغشية المحضرة وتقل مع زيادة الطول الموجي. كما أوضحت فحوصات FT-IR أن الروابط الكيميائية لأغشية CdO المحضرة تقع ضمن العدد الموجي (600-630) cm⁻¹ وفيما يخص نتائج ظاهرة التلألؤ الضوئي وباستخدام مخططين (CIE1931 and 1976)، أن اللون المنبعث انتقل من الأخضر-الأصفر إلى الأخضر-الأزرق مع تغير تدريجي نحو اللون الأزرق وللأسماك (155, 232 and 310) nm على التوالي. وعُرضت أغشية CdO لأشعة فوق البنفسجية من نوع UVC ولفترات زمنية (1-5) hr بزيادة تتابعية (1) وأظهرت النتائج أن قيمة فجوة الطاقة البصرية قلت بصورة طفيفة بزيادة زمن التشعيع فقد تراوحت قيمتها بين (2.40-2.04) eV للسمك 155 nm بينما للسمك 232 nm كانت قيمتها بين (2.35-2.06) eV أما للسمك 310 nm فقد أصبحت قيمها بمدى ما بين (2.25-1.94) eV لأزمان التشعيع (1-5) hr على التوالي. صُنِعَ مفرق هجيني من نوع p-n وبالتالي كاشف ضوئي وتبين أن قيمة كل من الاستجابة الطيفية والكشفية والكفاءة الكمية (Jones.W/A (0.6) (8.37×10^{12})، (97%) على التوالي.</p> <p>nada.24esp51@student.uomosul.edu.iq</p>

University of Mosul
College of Education
for Pure Sciences



Effect of Irradiation and Preparation Conditions on the Physical Properties of CdO Nanostructured Thin Films and Their Applications in Clean Energy

Nada Anwar Shaker Ali

M.Sc. Thesis

Physics

Supervised by Prof.

Dr. Mushtaq Abed Dawood Al-Jubbori

2026 A.D

1447 A.H