



جامعة الموصل

كلية التربية للعلوم الصرفة

دراسة تأثير تغير درجة حرارة الترسيب على الخصائص التركيبية

والبصرية لأغشية ZnO نانوية التركيب

ديانا دريد ابلحد جرجيس

رسالة ماجستير

الفيزياء

بإشراف

الاستاذ المساعد

الدكتور معتز صالح حسن الجبوري

٢٠٢٦م

١٤٤٨هـ

شكر وعرفان

الشكر لله الذي وهبني هذه النعمة بأن أسير في طريق العلم والمعرفة وكانت رحمته ترافقني منذ بداية مسيرتي الى اليوم

وبعد:

فإنني أتوجه بوافر الشكر وعظيم الامتنان إلى أستاذي المشرف الأستاذ المساعد الدكتور معتر صالح حسن الجبوري، لتفضله باقتراح موضوع الرسالة والإشراف عليها، ولما بذله من جهد وارشادات في تصحيح المسار العملي والخطوات العلمية والفكرية طوال مراحل إعداد هذه الرسالة، فهو لم يدخر جهداً في توجيهي وتصوبيي، ولم يبخل بعلمه وخبرته الواسعة التي كانت الركيزة الأساسية لتحقيق هذا العمل، فله مني كل الودّ والاحترام، راجية الله أن يبارك جهوده ومسيرته العلمية.

ولا أنسى من له الفضل الكبير في نصائحه وتوجيهاته ومساهمته الكبيرة في إنجاح مشروع رسالتي البحثية الأستاذ الدكتور مشتاق عبد داود الجبوري الذي لم يبخل بعلمه وفكره عن العطاء بلا مقابل، ساعياً في تطوير العلم من خلال مساعدة جميع الطلبة على التطور والتقدم في دروب العلم والمعرفة فله مني كل الودّ والاحترام، راجية الله أن يبارك جهوده ومسيرته العلمية.

ولا يسعني إلا أن أتوجه بجزيل الشكر والامتنان إلى عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة في جامعة الموصل ولرئاسة قسم الفيزياء وأساتذته الأفاضل لإتاحتهم الفرصة لتحقيق هذا الهدف. وأتوجه بخالص الامتنان إلى أعضاء لجنة المناقشة الأفاضل على تفضلهم بقراءة الرسالة وتقديمهم الملاحظات البناءة التي أسهمت في تطويرها وصقلها.

كما أتقدم بالشكر الجزيل لعائلتي التي آزرمتي وشجعتني لإكمال هذه الرسالة، وأخيراً وليس آخراً أتقدم بالشكر إلى زملائي وزميلاتي والى كل من دعمني بكلمة طيبة وساندني في مسيرتي العلمية. وفي الختام، أشكر الله على توفيقه وعونه لي في إنجاز هذا العمل العلمي المتواضع، وأسأله أن يبارك به ليكون نافعا للعلم والمجتمع.

الخلاصة

في دراستنا هذه تم تحضير أغشية أكسيد الخارصين (ZnO) الرقيقة على القواعد الزجاجية ولدرجات حرارة مختلفة $^{\circ}\text{C}$ (300, 350 and 400) وذلك باستخدام طريقة التحلل الحراري الكيميائي بالرش عند ضغط 2 bar وبمعدل تدفق للمحلول 4 mL/min مع مدة توقف (180) s بعد كل رش. وتضمنت دراستنا تأثير التغيير في درجة الحرارة على الخواص البصرية والتركيبية للأغشية المحضرة، إذ استخدم مطياف (UV-Visible 1800 double beam spectrophotometer) لمدى من الأطوال الموجية nm (370-900) لقياس طيف الامتصاصية، وتم قياس سمك الأغشية المحضرة بطريقتين لزيادة الدقة، حيث استخدمت الطريقة الوزنية وكذلك استخدمت صور (Cross Section FE-SEM) وكان معدل السمك للغشاء المحضر nm (300). وأجريت القياسات للخصائص التركيبية وذلك باستخدام فحوصات (XRD) و (FE-SEM) و (EDX) وقد أظهرت نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) وذلك من خلال المطابقة مع البطاقات (96-230-0115, 01-075-1526 and 00-003-0752) إن أغشية أكسيد الخارصين ذات تركيب متعدد التبلور وسداسي الشكل وأن الحجم البلوري يزداد مع زيادة درجة حرارة قواعد الترسيب، وكان معدل الحجم البلوري nm (20.683, 27.545 and 36.314) لدرجات الحرارة $^{\circ}\text{C}$ (300, 350 and 400) على التوالي، وأظهرت نتائج الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) أن نسبة عنصر الخارصين (24.4, 13.1 and 12.5) والنسبة للأوكسجين (33.6, 42.1 and 44.1) لدرجات الحرارة نفسها على التوالي، ومن خلال نتائج المجهر الإلكتروني الماسح بمجال الانبعاث (FE-SEM) تبين أن الجسيمات تمتلك شكلاً كروياً أو شبه كروي ومتجمعة بهيئة عناقيد وتبين كذلك الزيادة في أقطار الجسيمات فقد كانت (21.463, 28.659 and 37.652) nm لدرجات الحرارة نفسها على التوالي، وتم قياس الخصائص البصرية للأغشية المحضرة من خلال قياسات مطيافية الأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV-Visible) وقد ظهر أن طيف الامتصاصية يتغير مع الطول الموجي وبلغ أعلى قيمة عند الأطوال الموجية nm (370-390) ومع زيادة الطول الموجي لأكثر من 400 nm ينخفض الامتصاص بشكل ملحوظ ويقترّب من الصفر في منطقة الضوء المرئي وبلغت أعلى قيمة للامتصاصية عند درجة حرارة $^{\circ}\text{C}$ (300) وأقل قيمة عند درجة حرارة $^{\circ}\text{C}$ (400) وحُسِبَت فجوة الطاقة البصرية وتبين بأنها

تقل مع الزيادة في درجة حرارة قواعد الترسيب وتراوح قيمها المحسوبة باستخدام معادلة تاوس eV (3.279, 3.274 and 3.269) لدرجات الحرارة $^{\circ}C$ (300, 350 and 400) على التوالي. كما أظهرت بعض الثوابت البصرية مثل معامل الامتصاص ومعامل الخمود ومعامل الانكسار وثابتي العزل الحقيقي والخيالي والتوصيلية البصرية نقصاناً مع الزيادة في درجة الحرارة. وتم تشييع أغشية أكسيد الخارصين بالأشعة فوق البنفسجية من النوع (UVC) والتي يتراوح الطول الموجي لها من (100-280) nm في أزمان تشييع مختلفة تراوحت بين (1-3) hr بزيادة تتابعية (1) hr في كل عملية تشييع، ولوحظ زيادة في طيف الامتصاصية ونقصان قيم فجوة الطاقة البصرية بشكل طفيف وتراوحت قيم فجوة الطاقة eV (3.2789 - 3.2713) لدرجة حرارة $^{\circ}C$ (300) وكانت بحدود eV (3.2691-3.2595) لدرجة حرارة $^{\circ}C$ (350) أما لدرجة حرارة $^{\circ}C$ (400) فكانت eV (3.2645- 3.2609) في أزمان التشييع المذكورة آنفاً، كما حُضر سليكون مسامي (PSi) باستخدام شريحة من السليكون النقي من النوع p بطريقة التتميش الكهروكيميائي وذلك باستخدام حامض إلكتروليتي مكون من كحول الإيثانول مع حامض الهيدروفلوريك HF وكان تركيز الخليط (0.15) mol مع تسليط تيار كثافته $(10 \pm 2) \text{ mA/cm}^2$ وكان زمن الحفر (10) min وقد صنع مفرق هجيني من نوع p-n ثم عُمل كاشف ضوئي لأوكسيد الخارصين لدرجة حرارة $^{\circ}C$ (350) وحُسبت الاستجابة الطيفية وبلغت قيمتها (0.607) A/W بينما كانت قيمة الكشفية الطيفية J (8.682×10^{12}) وبلغت قيمة الكفاءة الكمية % (100.404).

Abstract

In this study, thin zinc oxide (ZnO) films were prepared on glass substrates at various temperatures (300, 350 and 400) °C by the chemical spray pyrolysis technique under a pressure of 2 bar and a solution flow rate of 4 mL/min, with a pause of 180 s after each spray. Our study investigated the effect of temperature variation on the optical and structural properties of the prepared films. A UV-Visible 1800 double-beam spectrophotometer was used over a wavelength range of 370–900 nm to measure the absorption spectrum, The thickness of the prepared films was measured using two methods to ensure accuracy: the gravimetric method and cross-sectional FE-SEM images, with the average thickness of the prepared film being 300 nm. Measurements of the structural properties were carried out using XRD, FE-SEM and EDX analyses. The XRD results, when compared with the patterns (96-230-0115, 01-075-1526 and 00-003-0752) that the zinc oxide films have a polycrystalline, hexagonal structure and that the crystal size increases with increasing temperature of the deposition bases; the average crystal size was (20.683, 27.545 and 36.314) nm at temperatures of (300, 350 and 400) °C, respectively. Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX) results showed that the zinc content was (24.4, 13.1 and 12.5) and the oxygen content (33.6, 42.1 and 44.1) at the same temperatures, respectively. Results of the Scanning electron microscopy in the Emission Field (FE-SEM) showed that the particles were spherical or sub-spherical in shape and aggregated in clusters; an increase in particle diameters was also observed, with values of (21.463, 28.659 and 37.652) nm at the same temperatures, respectively. The optical properties of the prepared films were measured using UV-Visible spectroscopy, which revealed that the absorption spectrum varies with wavelength reaching its maximum value at wavelengths (370–390) nm as the wavelength increased beyond 400 nm, the absorption decreased significantly and approached zero in the visible light region. The highest absorption value was recorded at a temperature of (300) °C and the lowest at (400) °C The optical energy gap was calculated and found to decrease with increasing temperature of the deposition substrates; the values calculated using the Taucs equation were (3.279, 3.274 and 3.269) eV for temperatures of (300, 350 and 400) °C, respectively. Furthermore, certain optical constants such as the

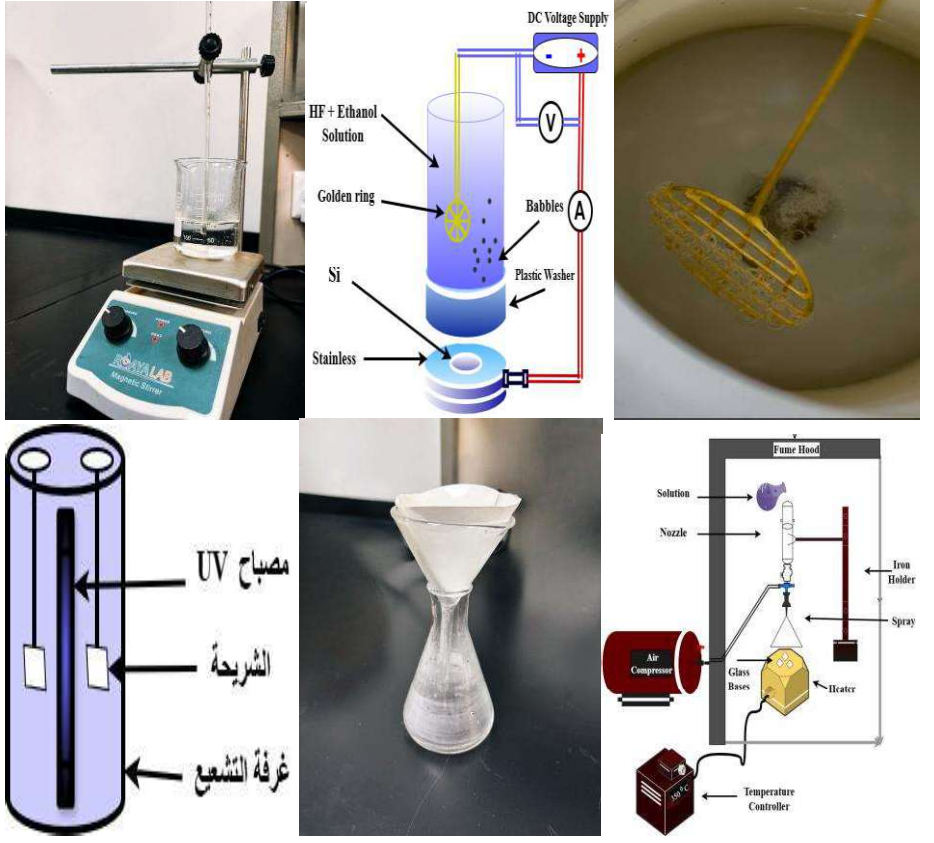
absorption coefficient, extinction coefficient, refractive index, real and imaginary permittivities and optical conductivity were found to decrease with increasing temperature. The zinc oxide films were irradiated with ultraviolet (UVC) radiation with a wavelength range of (100–280) nm for different irradiation times ranging from (1–3) hr in sequential increments of 1 hour in each irradiation process. A slight increase was observed in the absorption spectrum and decrease the optical bandgap values with the bandgap values ranging from (3.2789– 3.2713) eV at a temperature of 300 °C, and were in the range of (3.2691–3.2595) eV at 350 °C; at 400 °C they were (3.2645–3.2609) eV for the aforementioned irradiation times. Porous silicon (PSi) was also prepared using a p-type pure silicon wafer by electrochemical etching, employing an electrolytic solution consisting of ethanol and hydrofluoric acid (HF). The concentration of the mixture was (0.15) mol, with a current density of (10±2) mA/cm² and the etching time was (10) min. A p-n junction was fabricated, and a cadmium oxide photodetector was then prepared at a temperature of (350) °C The spectral response was calculated and found to be (0.607) A/W, whilst the spectral sensitivity was (8.682 × 10¹²) J and the quantum efficiency was (100.404) %.

دراسة تأثير تغير درجة حرارة الترسيب على الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية ZnO نانوية التركيب

Author: ديانا دريد ابلحد جرجيس

Advisor: معتز صالح حسن الجبوري

Publisher: جامعة الموصل

HIGHLIGHTS	GRAPHICAL ABSTRACT
<ul style="list-style-type: none"> • تأثير تغير درجات الحرارة على أغشية أكسيد الخارصين • قياسات الخصائص البصرية والتركيبية لأغشية أكسيد الخارصين • فحص المجهر الالكتروني الماسح بمجال الانبعث • تأثير التشعيع بأشعة UVC على أغشية أكسيد الخارصين • صنع مفرق هجيني نوع p-n وعمل كاشف ضوئي ذو كفاءة عالية 	 <p>The graphical abstract consists of several images and diagrams illustrating the experimental process and results:</p> <ul style="list-style-type: none"> Top Left: A photograph of a magnetic stirrer with a beaker containing a solution. Top Middle: A schematic diagram of an electrochemical deposition setup. It shows a DC Voltage Supply connected to a Golden ring (cathode) and a Si substrate (anode) immersed in an HF + Ethanol Solution. Labels include 'Bubbles', 'Plastic Washer', and 'Stainless'. Top Right: A photograph of a golden ring submerged in a solution. Bottom Left: A diagram of a UV irradiation setup. It shows a UV lamp (مصابيح UV) inside a chamber (غرفة التشعيع) with a sample holder (الشريحة). Bottom Middle: A photograph of a glass flask containing a white precipitate. Bottom Right: A schematic diagram of a spray coating system. It includes a Solution reservoir, a Nozzle, an Air Compressor, a Heater, a Temperature Controller, and an Iron Holder for the substrate.
<p>Keywords:</p> <p>أكسيد الخارصين</p> <p>الخصائص البصرية</p> <p>فجوة الطاقة</p> <p>تشعيع UV</p> <p>الكاشف الضوئي</p>	<p>https://uomosul.edu.iq/libcentral</p> <p>E-Mail : central_library@uomosul.edu.iq</p>

University of Mosul
College of Education
for Pure Sciences



A study of the effect of change deposition temperature on
the structural and optical properties of ZnO films
nanostructure

Diana Duraid Ablahad Jirjees

M.Sc. Thesis

Physics

Supervised by

Assit. Prof.

Dr. Mutaz Sailh Hasan Aljuboori

2026 A.D

1448 A.H