



جامعة الموصل

كلية التربية للعلوم الصرفة

دراسة تأثير التشعيع على الخصائص البصرية والتركيبية لأغشية  
أوكسيد الكادميوم وبعض تطبيقاتها الفيزيائية

محمد صالح سنجار وهب

رسالة ماجستير

الفيزياء

بإشراف

الأستاذ

الدكتور مشتاق عبد داود الجبوري

٢٠٢٥م

١٤٤٦هـ

## الخلاصة

في دراستنا هذه تم تحضير أغشية أكسيد الكاديوم (CdO) الرقيقة على قواعد زجاجية في درجات حرارة مختلفة °C (400, 450 and 500) باستخدام طريقة التحلل الحراري الكيميائي بالرش بضغط (2) بار وبمعدل تدفق للمحلول 4 mL/min مع فترة توقف (180) s بعد كل رش. وتضمنت الدراسة تأثير تغيير درجة الحرارة على الخواص التركيبية والبصرية للأغشية المحضرة، حيث تم استخدام مطياف (UV-Visible 1800 double beam spectrophotometer) لمدى من الأطوال الموجية nm (350-950) لقياس طيف الامتصاصية، وتم قياس سمك الأغشية المحضرة بأكثر من طريقة لزيادة الدقة، إذ تم استخدام الطريقة الوزنية التقليدية وطريقة استخدام صور (CROSS SECTION- SEM) وطريقة الـ (OPTIFIT) وكان معدل سمك الغشاء المحضر nm (320). تم إجراء قياسات الخصائص التركيبية باستخدام فحوصات (XRD) و (FE-SEM) و (AFM) و (EDX) حيث أظهرت نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) من خلال المطابقة مع البطاقات (01-075-0591, 01-078-0653) إن أغشية أكسيد الكاديوم ذات تركيب متعدد التبلور ومكعب الشكل وتحتوي على مجموعة من القمم وأن الحجم البلوري يقل ثم يزداد بصورة طفيفة ويكاد يكون ثابتاً مع زيادة درجة الحرارة لقواعد الترسيب، وكان معدل الحجم البلوري nm (18.69, 17.79 and 18.75) حسب درجات الحرارة °C (400, 450 and 500) على التوالي، وأظهرت نتائج الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) أن النسبة المئوية للكاديوم 7.3% وللأوكسجين 37.6% ضمن الأغشية المحضرة، ومن خلال نتائج المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) تبين أن شكل الجسيمات بصورة عامة كروي أو شبه كروي وتبين كذلك أن هناك زيادة في أقطار الجسيمات حيث كانت nm (25.66, 34.87 and 41.62) عند درجات حرارة °C (400, 450 and 500) على التوالي، كما أظهرت فحوصات مجهر القوة الذرية (AFM) خشونة في أسطح الأغشية المحضرة وأن هذه الخشونة تزداد مع الزيادة في درجة حرارة القواعد وكانت nm (14, 20.75 and 40.16) وكذلك فإن متوسط الجذر التربيعي لخشونة السطح nm (18.42, 27.15 and 51.04) وقطر الحبيبات فكان nm (80.63, 136.4 and 46.88) عند نفس درجات الحرارة على التوالي. وتم قياس الخصائص البصرية للأغشية المحضرة من خلال قياسات (UV-Visible) ومطيافية الأشعة تحت الحمراء باستخدام تحويل فوريير (FT-IR)

ومطيافية ظاهرة التلألؤ الضوئي (PL) وظهر من خلال فحوصات مطيافية الأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV-Visible) أن طيف الامتصاصية يتغير مع الطول الموجي ويبدأ بأعلى قيمة له عند الطول الموجي 350 nm وأقل قيمة عند الطول الموجي 750 nm) ومن ثم يثبت بين 750-900 nm، وبلغت أعلى قيمة للامتصاصية عند درجة حرارة 400 °C وأقل قيمة عند 500 °C) وتم حساب فجوة الطاقة البصرية وتبين أنها تقل مع الزيادة في درجة حرارة القواعد، وتراوحت قيمها المحسوبة باستخدام معادلة تاوس (2.51, 2.44 and 2.37) eV لدرجات حرارة 400, 450 and 500 °C على التوالي. وأظهرت بعض الثوابت البصرية مثل معامل الامتصاص ومعامل الانكسار ومعامل الخمود والتوصيلية البصرية وثابتي العزل الحقيقي والخيالي نقصاناً مع زيادة درجة الحرارة. وقد تبين من خلال فحوصات (FT-IR) أنواع الروابط الكيميائية بوصفها دوالاً للعدد الموجي وكانت رابطة (Cd-O) ضمن العدد الموجي  $470-690\text{ cm}^{-1}$ ، وتم تحديد المجموعات الوظيفية (Functional Groups) حيث ظهرت مجموعات عديدة من أهمها مجموعتي الكربونيل (C=O) والهيدروكسيل (O-H) وغيرها، وتبين أيضاً أن هناك نوعين من الحركة للروابط وهي التمدد أو التمدط (Stretching) والثني أو اللي (Bending)، بينما أظهرت نتائج ظاهرة التلألؤ اللوني من خلال أنموذجات CIE1931 وCIE1976 أن الألوان التي تنبعث في درجة الحرارة 400 °C تقع ضمن المدى (أزرق - برتقالي) أما في ما يخص درجة الحرارة 450 °C فإنها تقع ضمن المدى اللوني (أحمر - برتقالي) وبالنسبة لدرجة الحرارة 500 °C فإن النقطة تتحرك نحو مركز المخطط مما يشير إلى انتقال اللون نحو الأبيض أو لون متوازن يحتوي على أطوال موجية متعددة. تم تشعيع أغشية أكسيد الكاديوم بالأشعة فوق البنفسجية من النوع (UVC) والتي يتراوح طولها الموجي من 100-280 nm) لأزمان تشعيع مختلفة تراوحت 1-5 hr) بزيادة تتابعية 1 hr) في كل عملية تشعيع، ولوحظ نقصان كل من طيف الامتصاصية وقيم فجوة الطاقة البصرية بشكل طفيف وتراوحت قيم فجوة الطاقة eV (2.51-2.46) بالنسبة لدرجة حرارة ترسيب 400 °C وكانت بحدود eV (2.44-2.42) لدرجة حرارة 450 °C وكانت بحدود eV (2.37-2.34) لدرجة حرارة 500 °C لأزمان التشعيع أنفة الذكر، وتم تحضير سليكون مسامي (PSi) باستخدام شريحة من السليكون النقي من النوع p بمساحة  $2\text{ cm}^2$ ) بطريقة التمشيش الكهروكيميائي باستخدام حامض إلكتروليتي مكون من حامض الهيدروفلوريك HF مع كحول الإيثانول وكان تركيز الخليط % (15) مع تسليط تيار كثافته  $10\pm 2\text{ mA/cm}^2$  وبزمن حفر

(10) min وتم إجراء قياسات FT-IR و AFM و PL للسليكون المسامي المحضر. من خلال قياسات FT-IR تم تحديد الروابط الكيميائية الخاصة بالسليكون ضمن العدد الموجي الذي تراوح بين  $1\text{ cm}^{-1}$  (450-4000) ، وتبين من خلال نتائج AFM أن خشونة السطح بحدود (3.19) nm ومتوسط الجذر التربيعي (4.56) nm. من نتائج PL تم تحديد الأطوال الموجية التي تظهر عندها أعلى شدة تلافؤ والتي هي (782.53) nm و (606.89) nm و (465.53) nm. صُنِعَ مفرق هجين من نوع p-n ومن ثم عُمل كاشف ضوئي n-CdO/p-PSi لأوكسيد الكاديوم وعند درجات حرارة ترسيب مختلفة  $^{\circ}\text{C}$  (400, 450 and 500) وحُسب كل من الاستجابة الطيفية ( $R_{\lambda}$ ) والكشفية الطيفية ( $D^*$ ) والكفاءة الكمية (Q) لجميع درجات حرارة الترسيب، إذ وجد أنه مقدار الاستجابة الطيفية تراوح بحدود (0.6, 0.5 and 0.37) A/W، بينما كانت قيم الكشفية الطيفية بحدود  $10^{12}\text{ J}$  (8.6, 7.2 and 5.3) ، وكانت الكفاءة الكمية % (100.4, 83.6 and 69.19) لدرجات حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (400, 450 and 500) على التوالي.

## Abstract

In this study, Cadmium Oxide (CdO) thin films were prepared on glass substrates at different deposition temperatures (400, 450 and 500) °C by the chemical spray pyrolysis technique under a pressure of 2 bar and a deposition rate of 4 mL/min with a pause of 180 s between each round of spray. The effect of temperature variation on the structural and optical properties of the prepared films was investigated. The absorbance spectra of the thin film samples were measured using a UV-Visible 1800 double-beam spectrophotometer over a wavelength range of (350-950) nm. Moreover, the thickness of the films was calculated by different methods for the sake of accuracy, including the traditional weight method, cross-sectional SEM images, and the OPTIFIT method. It was found that the average thickness of the prepared films is approximately 320 nm. Furthermore, the structural properties of the samples were examined by XRD, FE-SEM, AFM, and EDX techniques. XRD results, based on reference cards (01-075-0591) and (01-078-0653), indicated a polycrystalline-cubic structure of CdO samples with several peaks. Additionally, the crystalline size increased and decreased slightly and almost constant with increasing substrate temperatures (18.69, 17.79 and 18.75) nm. EDX measurements also revealed the percentage of Cd as 7.3% and oxygen as 37.6% within the films. SEM images revealed spherical or near-spherical shapes of the particles, with an increase in their grain size with increasing the deposition temperature, as (25.66, 34.87 and 41.62) nm for (400, 450 and 500) °C, respectively. AFM measurements showed that the surface roughness of the samples increased with increasing the temperatures substrate, as (14, 20.75, and 40.16) nm, for (400, 450 and 500) °C respectively. The root means square roughness values were found to be (18.42, 27.15 and 51.04) nm, while the particle diameters were found around (80.63, 136.4 and 46.88) nm for temperatures of (400, 450 and 500) °C, respectively.

The optical properties of the samples were detailed using UV-Visible spectroscopy, FT-IR, and photoluminescence (PL) spectroscopy. The UV-Visible spectra showed that the absorbance spectrum varied with wavelength, and the highest magnitudes located around 350 nm, whereas the lowest located around 750 nm, then stabilized between (750-900) nm. On the other hand, the highest absorbance was observed for the 400 °C sample, while the lowest one was for the 500 °C sample. The direct optical bandgap decreased with increasing deposition temperatures, ranging as (2.51, 2.44 and 2.37) eV for

temperatures (400, 450 and 500) °C, respectively. Some optical constants, such as absorption coefficient, refractive index, extinction coefficient, optical conductivity, as well as the real and imaginary parts of dielectric constants, decreased with increasing temperature.

FT-IR measurements identified chemical bonds as functions of wavenumber, with the Cd-O bond appearing in the range of (470-690)  $\text{cm}^{-1}$ . Functional groups, such as carbonyl (C=O) and hydroxyl (O-H) groups, were also identified. The FT-IR exhibited two types of bond motions; stretching and bending. PL results using (CIE 1931 and 1976) diagrams showed that the emission colors at 400 °C are within the blue-orange range, and at 450 °C are within the red-orange range, meanwhile at 500°C are near the diagram's center, indicating a shift toward white or balanced color containing multiple wavelengths.

Additionally, CdO films were irradiated with UVC radiation for different exposure times (1-5) hr with systematic increments each 1 hr. A slight decrease in both absorbance spectrum and energy bandgap was observed, where the energy bandgap ranging (2.51-2.46) eV at 400 °C, (2.44-2.42) eV at 450 °C and (2.37-2.34) eV at 500 °C for the mentioned exposure times.

Moreover, Porous Silicon (PSi) was prepared using a p-type silicon wafer of 2  $\text{cm}^2$  by electrochemical etching method with a mixture of hydrofluoric acid (HF) and ethanol with (15% concentration), then applying a current density of  $10 \pm 2 \text{ mA/cm}^2$  for 10 min. FT-IR, AFM, and PL measurements were also conducted for the prepared PSi. FT-IR measurements identified chemical bonds within the wavenumber range of (450-4000)  $\text{cm}^{-1}$ . AFM results showed that the surface roughness of the PSi is around 3.19 nm and a root mean square was found to be 4.56 nm. PL measurements of PSi exhibited maximum luminescence intensities at (782.53, 606.89 and 465.53) nm.

Finally, p-n junction then n-CdO/p-PSi photodetector was fabricated from CdO samples prepared at different deposition temperatures (400, 450 and 500) °C. The spectral response ( $R_\lambda$ ), specific detectivity ( $D^*$ ), and quantum efficiency (QE) were calculated for samples at all deposition temperatures. The results showed that the  $R_\lambda$  values are (0.6, 0.5, and 0.37) A/W, while the  $D^*$  values are approximately (8.6, 7.2, and 5.3)  $\times 10^{12}$  J, and the QE values are (100.4, 83.6, and 69.19) % for deposition temperatures (400, 450 and 500) °C, respectively.

University of Mosul  
College of Education  
for Pure Sciences



# Study of the Effect Irradiation on Optical and Structure Properties of Cadmium Oxide Films and Some Physical Applications

**Mohammed Saleh Sinjar Whab**

M. Sc. Thesis

Physics

Supervised by

Prof.

Dr. Mushtaq Abed Dawood Al-Jubbori

2025 A.D

1446 A.H