



جامعة الموصل

كلية التربية للعلوم الصرفة

دراسة الخصائص البصرية والتركيبية والكهربائية لأغشية أوكسيد  
الكاديوم المحضرة بطريقة الطلاء البرمي

محمد ثامر شاكر محمود

رسالة ماجستير

الفيزياء

بإشراف

الأستاذ مساعد

الدكتور معتز صالح حسن

الأستاذ

الدكتور ياسر يحيى قاسم

٢٠٢٥ م

١٤٤٧ هـ

## الخلاصة

اجريت في هذه الدراسة تحضير أغشية أكسيد الكاديوم (CdO) الرقيقة على قواعد زجاجية ولدرجات حرارة مختلفة °C (400، 500) باستخدام طريقة الطلاء البرمي (Spin Coating) للمحلول الهلامي (Sol-Gel) ، وتضمنت الدراسة تأثير تغيير درجات الحرارة على الخواص البصرية والتركيبية للأغشية المحضرة ، كما تم قياس سمك الأغشية المحضرة بأكثر من طريقة لزيادة دقة النتائج والتي شملت الطريقة الوزنية التقليدية وطريقة تحليل المقطع العرضي باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (cross-section SEM) ، وأظهرت النتائج توافقاً جيداً في قياس السمك بين الطريقتين. وتمت دراسة الخصائص التركيبية باستخدام تقنيات (XRD)، (FE-SEM)، و(EDX)، وقد أظهرت نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) ومن خلال مطابقتها مع البطاقة الدولية (96-900-8610) أن أغشية أكسيد الكاديوم (CdO) تمتاز بتركيب متعدد التبلور وتنتمي إلى الطور المكعب متمركز الأوجه (Fcc) وتحتوي على قمم عديدة، كما بينت النتائج أن الحجم البلوري قل مع زيادة درجات حرارة الترسيب حيث كانت (19.51, 17.96)nm عند درجات الحرارة °C (400, 500) على التوالي بينما هناك زيادة في كلاً من كثافة الانخلاعات وعدد البلورات وعدد الطبقات وكذلك المساحة السطحية النوعية بزيادة درجات حرارة قواعد الترسيب ، وأظهرت نتائج تحاليل الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) بأن هنالك نسب عالية لعنصر الكاديوم (Cd) وكذلك نسب عالية لعنصر الأوكسجين (O) حيث كانت % (38.07, 30.48) لعنصر الكاديوم بينما كانت % (23.00, 28.31) لعنصر الأوكسجين ولدرجات حرارة °C (500, 400) ، ومن خلال نتائج المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) تبين أن شكل الجسيمات كانت بصورة عامة كانت كروية أو شبه كروية ، وتبين بأن معدل أقطار الجسيمات والتي تم حسابها باستخدام برنامج (Image J) قد إزداد بزيادة درجات الحرارة إذ كانت الجسيمات أقطارها بمعدل (84.57, 53.48)nm للعينات المحضرة عن درجات حرارة °C (500, 400) على التوالي. وتم قياس الخصائص البصرية للأغشية المحضرة من خلال قياسات (UV-Visible) وظهر من خلال فحوصات مطيافية الأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV-Visible) أن طيف الامتصاصية يتغير مع الطول الموجي ، إذ تبين أن طيف الامتصاص يكون في أعلى قيمها عند الطول الموجي (350)nm، ثم تنخفض تدريجياً مع زيادة درجات الحرارة حتى يصل إلى أدنى قيمة لها عند الطول

الموجي nm (900) وفي النطاق nm (900-1000) يبقى طيف الامتصاص ثابت تقريباً ، كما تبين بان أطيف الامتصاصية للأغشية المحضرة قلت مع زيادة درجات الحرارة من (400 °C) إلى (500°C) وتم حساب فجوة الطاقة البصرية وتبين أنها قلت مع زيادة درجات الحرارة القواعد، وتراوحت قيمها المحسوبة باستخدام معادلة تاوس eV (2.24-2.27) ولدرجات حرارة °C (500) , (400) على التوالي . وكذلك اظهرت نتائج بعض الثوابت البصرية انها قلت بشكل عام مع زيادة درجات الحرارة القاعدة . وتم تحضير السليكون المسامي (PSi) باستخدام شريحة من السليكون النقي من النوع (p-type) وبمساحة  $2\text{cm}^2$ ، ومن ثم عمل كاشف ضوئي (p-n-CdO/PSi) لأوكسيد الكاديوم وحسب كل من الاستجابة الطيفية ( $R_\lambda$ ) والكشفية الطيفية ( $D^*$ ) والكفاءة الكمية . (Q)

دراسة الخصائص البصرية والتكريبية والكهربائية لأغشية أكسيد الكاديوم المحضرة بطريقة الطلاء البرمي  
 المؤلف : محمد ثامر شاكر  
 المشرف : أ.د. ياسر يحيى قاسم و أ.م.د. معتر صالح حسن  
 الناشر : جامعة الموصل

أهم النتائج	الملخص البياني
<ul style="list-style-type: none"> <li>• الامتصاص تقل بزيادة درجات الحرارة</li> <li>• الانعكاسية تقل بزيادة درجات الحرارة</li> <li>• معامل الانكسار يقل بزيادة درجات الحرارة</li> <li>• وثابتي العزل الحقيقي والخيالي يقل بزيادة درجات الحرارة</li> <li>• فجوة الطاقة البصرية تنخفض بزيادة درجات الحرارة</li> </ul>	<p>The figure consists of six sub-graphs for CdO, comparing properties at 400°C (black line) and 500°C (red line):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Absorbance (a.u.):</b> Shows a decrease in absorbance with increasing wavelength and temperature.</li> <li><b>Refractive Index(n):</b> Shows a decrease in refractive index with increasing wavelength and temperature.</li> <li><b>Real dielectric constant(ε<sub>r</sub>):</b> Shows a decrease in dielectric constant with increasing wavelength and temperature.</li> <li><b>Imaginary dielectric constant(ε<sub>i</sub>):</b> Shows a decrease in dielectric constant with increasing wavelength and temperature.</li> <li><b>Reflectance:</b> Shows a decrease in reflectance with increasing wavelength and temperature.</li> <li><b>Band gap energy (eV):</b> Shows a decrease in band gap energy with increasing temperature. Values are Eg=2.27eV at 400°C and Eg=2.24eV at 500°C.</li> </ul>
<p>الكلمات المفتاحية                  أكسيد الكاديوم CdO                  الطلاء البرمي                  الخواص البصرية                  ألمفروق الهجيني p-n .</p>	<p><b>المستخلص</b></p> <p>تم تحضير أغشية أكسيد الكاديوم باستخدام تقنية الطلاء البرمي وركزت الدراسة على توضيح تأثير درجة الحرارة على الخواص البصرية لأغشية أكسيد الكاديوم المترسبة على ركائز زجاجية بمساحة <math>2 \times 1.5 \text{ cm}^2</math> عند درجات حرارة مختلفة كما تمت دراسة سلوك أطراف الامتصاص المرئية لأغشية أكسيد الكاديوم كدالة للطول الموجي وأظهرت هذه النتائج أن شدة الامتصاص تقل بزيادة درجات الحرارة وهذا يدل على زيادة تركيز مادة الغشاء كما تمت دراسة بعض الثوابت البصرية مثل معامل الانكسار وثابتي العزل الحقيقي والخيالي ومعامل التوصيل الكهربائي ووجد أن قيمها جميعها تتغير بزيادة درجات الحرارة. ومن خلال طيف الامتصاص تم حساب فجوة الطاقة البصرية وتبين بأنها تتغير وبشكل طفيف بزيادة درجة الحرارة حيث تنخفض قيمتها من <math>2.27 \text{ eV}</math> إلى <math>2.24 \text{ eV}</math>، عندما تزداد درجة الحرارة من <math>400^\circ\text{C}</math> إلى <math>500^\circ\text{C}</math>. كذلك تم صنع مفروق هجيني من النوع p-n ومن ثم استخدامه في صنع كاشف ضوئي. من خلال دراسة معاملات الكاشف تم حساب كل من الاستجابة الطيفية والكثافة الطيفية وكذلك كفاءة الكاشف الكمية ولجميع درجات حرارة الترسيب.</p> <p>2025 رسالة ماجستير ، جامعة الموصل ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، قسم الفيزياء  <a href="https://www.uomosul.edu.iq">https://www.uomosul.edu.iq</a></p>

## Abstract

In this study, cadmium oxide (CdO) thin films were prepared on glass substrates at different temperatures (400, 500 °C) using the (sol-gel) spin coating method. The study included the effect of changing temperature on the optical and structural properties of the prepared films. The thickness of the prepared films was also measured using several methods to increase the accuracy of the results which included both the traditional gravimetric method as well as cross-sectional analysis using a scanning electron microscope (SEM). The results showed good agreement in thickness measurement between the methods used. The structural properties were studied using (XRD), (FE-SEM), and (EDX) techniques. The results of X-ray diffraction (XRD) showed, through matching with the international card (96-900-8610), that the cadmium oxide films are characterized by a polycrystalline structure and belong to the face-centered cubic phase and contain several peaks. The results also showed that the crystal size decreases with increasing deposition temperature, as it was (19.51, 17.96 nm) for temperatures (400, 500 °C) respectively while there is an increase in both the density of dislocations, the number of crystals, the number of layers, and the specific surface area with the increase in the temperature of the deposition bases, the results of the energy dispersive X-ray (EDX) analysis also showed that there is a high percentage of the element cadmium (Cd) as well as a high percentage of the element oxygen (O), as it was (30.48, 38.07%) for the element cadmium, while it was (28.31, 23.00%) for the element oxygen, and for temperatures (400,500°C) respectively. The optical properties of the prepared films were measured by UV-Visible measurements. It was shown through UV-Visible spectroscopy that the absorbance spectrum changes with the wavelength. It was found that the absorption spectrum is at its highest value at the wavelength of (350 nm), then gradually decreases with increasing temperature until it reaches its lowest value at 900 nm. In the range of (900-1000 nm), the absorption spectrum remains almost constant. It was also shown that the absorption spectra of the prepared films decreased with increasing temperature from (400 °C) to (500 °C). The optical energy gap was calculated and it was found that it decreased with decreasing temperature of the substrates. Its calculated values ranged (2.27-2.24 eV) for temperatures (500, 400 °C) respectively. The results of some optical constants also showed that they all decrease in general with increasing base temperature. Porous silicon (PSi) was prepared using a pure p-type silicon wafer with an area of (2 cm<sup>2</sup>) using the electrochemical etching technique.

The etching process was carried out in an electrolytic solution consisting of hydrofluoric acid (HF) mixed with ethanol at a concentration of (15%) an electric current of ( $10 \pm 2$  mA/cm<sup>2</sup>) was applied to the sample for (10 minutes) to induce the etching process and form the porous structure. Then a photodetector (p-n-CdO/PSi) was used for cadmium oxide, and the spectral response ( $R_\lambda$ ) spectral detectivity ( $D^*$ ) and quantum efficiency (Q) were calculated.

**University of Mosul**  
**College of Education for**  
**Pure Sciences**



Study of the optical, structural and electrical  
properties of cadmium oxide films prepared by the  
permalloy method

**Mohammed Thamer Shaker Mahmoud**

M. Sc. Thesis

Physics

Supervised By

Prof.  
Dr. Yasser Yahya Qasim

Assistant. Prof  
Dr. Moataz Saleh Hassan

2025 A.D.

1447 A.H.