



جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

دراسة الخصائص التركيبية والبصرية لأكسيد الفاناديوم الخماسي V_2O_5 المرسب على السليكون المسامي

ضحى احمد سالم محمد العبيدي

رسالة ماجستير
الفيزياء

بإشراف
الأستاذ المساعد
الدكتور غزوان غازي علي النعيمي

الخلاصة

المحور الاول تحضير طبقة السليكون المسامي النانوي باستخدام تقنية التتميش الكهروكيميائي - الضوئي لشريحة السليكون من النوع المانح (n-type) ذات الاتجاهية (111) وبمقاومية كهربائية ($1-10 \Omega.cm$) عند زمن تتميش (5min) المغمور في حامض الهيدروفلوريك HF بتركيز 16% وبكثافة تيار ثابت $10 \frac{mA}{cm^2}$

المحور الثاني تحضير خماسي اوكسيد الفاناديوم V_2O_5 المرسبة على قواعد زجاجية وعلى السليكون المسامي، باستخدام تقنية الرش الكيميائي الحراري، ودراسة تأثير تركيز محلول الترسيب (0.1,0.3,0.5)M على الخصائص البنيوية والمورفولوجية والبصرية، واستخدامها كمتحسسات لغاز NO_2 .

بينت فحوصات الحيود الأشعة السينية (XRD) أن العرض الكلي عند منتصف الذروة العظمى تزداد مع زيادة نسبة تركيز خماسي اوكسيد الفاناديوم V_2O_5 . كما تم الحصول على جميع القمم والانماط المتماثلة والتي تدل على أن غشاء خماسي اوكسيد الفاناديوم يمتلك تركيب معيني قائم عند الاتجاهية (110) وزاوية حيود $2\theta = 20.7^\circ$ ، كما بينت صور المجهر الإلكتروني الماسح (FESEM) ان السليكون المسامي يمتلك تركيب اسفنجي، وأن الاغشية المرسبة اظهرت تحكما واضحا بالحجم الحبيبي مع زيادة التركيز، كما أن زيادة التركيز تؤدي إلى تحسن انتظام البلورات وزيادة سمك الطبقة المترسبة. أكد تحليل (EDX) نقاوة الاغشية المحضرة وثبات التركيب الكيميائي مع زيادة نسبة التركيز. اظهرت القياسات البصرية (UV-Vis) بأن هناك زيادة في قيم الامتصاصية ومعامل الانكسار مع زيادة تركيز V_2O_5 ، وتتحفض الانعكاسية و طاقة الفجوة مع زيادة التركيز وتمثل القيم (2.5,2.6,2.7)eV للتركيز (0.5,0.3,0.1)M على التوالي، بينت نتائج قياسات المتحسس الغازي بأن جميع الاغشية المحضرة تمتلك استجابة مستقرة كدالة لدرجات حرارة التشغيل وان الحساسية تزداد مع زيادة نسبة التركيز، أذ ان اقصى قيمة كانت تساوي 27.65 عند تركيز 0.5M مقارنة بالتركيز 0.1M والتي كانت قيمتها 19.52، تؤكد هذه النتائج أن غشاء خماسي اوكسيد الفاناديوم V_2O_5 المرسب على السليكون المسامي يمكن تطبيقه في مستشعرات الغازات والكثير من المجالات نظراً لما يتميز به من خصائص فيزيائية فريدة عبر ضبط تركيز المحلول وظروف الترسيب ودرجة حرارة التشغيل بما يخدم التطبيقات البصرية والإلكترونية.

Abstract

The first part involves the preparation of a porous silicon layer using the photoelectrochemical etching technique for an n-type silicon wafer with (111) orientation and a resistivity of (1–10 $\Omega \cdot \text{cm}$) at an etching time of (5 min) immersed in hydrofluoric acid (HF) with a concentration of 16% and a constant current density of 10 mA/cm². The second part includes the preparation of vanadium pentoxide (V₂O₅) films deposited on glass substrates and porous silicon using the chemical spray pyrolysis technique, and studying the effect of solution concentration (0.1, 0.3, 0.5 M) on the structural, morphological, and optical properties, and using them as NO₂ gas sensors. X-ray diffraction (XRD) examinations showed that the full width at half maximum increases with increasing concentration of vanadium pentoxide V₂O₅, and all peaks and characteristic patterns were obtained, which indicate that the vanadium pentoxide film possesses a crystalline structure with a preferred orientation at (110) and a diffraction angle of about $2\theta = 20.7^\circ$. Field emission scanning electron microscopy (FESEM) images also showed that porous silicon has a sponge-like structure, and that the deposited films exhibited a clear control in grain size with increasing concentration, and that increasing concentration leads to improved crystallinity and increased thickness of the deposited layer. Energy dispersive X-ray analysis (EDX) confirmed the purity of the prepared films and the stability of their chemical composition with increasing concentration. Optical measurements (UV-Vis) showed that there is an increase in absorbance values and refractive index with increasing concentration of V₂O₅, while reflectance decreases and the energy gap decreases with increasing concentration, and the values (2.7, 2.6, 2.5 eV) represent the energy gap for concentrations (0.1, 0.3, 0.5 M), respectively. Gas sensor measurements showed that all prepared films have a stable response as a function of operating temperatures and that sensitivity increases with increasing concentration, as the maximum value reached 27.65 at a concentration of 0.5 M compared to 19.52 at a concentration of 0.1 M. These results confirm that V₂O₅ films deposited on porous silicon can be applied in gas sensors and many other fields due to their distinctive physical properties that can be tuned by controlling the solution concentration, deposition conditions, and operating temperature, making them suitable for optical and electronic applications.

دراسة الخصائص التركيبية والبصرية لأوكسيد الفاناديوم الخماسي (V_2O_5) المرسب على السليكون المسامي

Author: ضحى احمد سالم محمد العبيدي Advisor: غزوان غازي علي النعيمي Publisher: جامعة الموصل

HIGHLIGHTS	GRAPHICAL ABSTRACT
<ul style="list-style-type: none"> • قياس الخصائص التركيبية لخماسي أوكسيد الفاناديوم • قياس الخصائص البصرية لخماسي أوكسيد الفاناديوم • قياسات استشعار الغاز 	
<p>Keywords:</p> <p>السليكون المسامي</p> <p>متحسس الغاز</p> <p>خماسي أوكسيد الفاناديوم</p> <p>الرش الكيميائي الحراري</p> <p>التمشيش الكهروكيميائي - الضوئي</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>المحور الاول تحضير طبقة السليكون المسامي النانوي باستخدام تقنية التمشيش الكهروكيميائي - الضوئي لشريحة السليكون من النوع المانع (n-type) ذات الاتجاهية (111) وبمقاومية كهربائية (1-10 $\Omega.cm$) عند زمن تمشيش (5min) المغمور في حامض الهيدروفلوريك HF بتركيز 16% وبكثافة تيار ثابت $10 \frac{mA}{cm^2}$</p> <p>المحور الثاني تحضير خماسي أوكسيد الفاناديوم V_2O_5 المرسبة على قواعد زجاجية وعلى السليكون المسامي، باستخدام تقنية الرش الكيميائي الحراري، ودراسة تأثير تركيز محلول الترسيب (0.1,0.3,0.5)M على الخصائص البنيوية والمورفولوجية والبصرية، واستخدامها كمتحسسات لغاز NO_2.</p> <p>بينت فحوصات الحيود الأشعة السينية (XRD) أن العرض الكلي عند منتصف الذروة العظمى تزداد مع زيادة نسبة تركيز خماسي أوكسيد الفاناديوم V_2O_5. كما تم الحصول على جميع القمم والانماط المتماثلة والتي تدل على أن غشاء خماسي أوكسيد الفاناديوم يمتلك تركيب معيني قائم عند الاتجاهية (110) وزاوية حيود $20.7^\circ = 2\theta$، كما بينت صور المجهر الإلكتروني الماسح (FESEM) ان السليكون المسامي يمتلك تركيب اسفنجي، وأن الاغشية المرسبة اظهرت تحكما واضحا بالحجم الحبيبي مع زيادة التركيز، كما أن زيادة التركيز تؤدي إلى تحسن انتظام البلورات وزيادة سمك الطبقة المترسبة. أكد تحليل (EDX) نقاوة الاغشية المحضرة وثبات التركيب الكيميائي مع زيادة نسبة التركيز. اظهرت القياسات البصرية (UV-Vis) بأن هناك زيادة في قيم الامتصاصية ومعامل الانكسار مع زيادة تركيز V_2O_5، وتتنخفض الانعكاسية وطاقه الفجوة مع زيادة التركيز وتمثل القيم $2.5, 2.6, 2.7 eV$ للترانزيت (0.5,0.3,0.1)M على التوالي، بينت نتائج قياسات المتحسس الغازي بأن جميع الاغشية المحضرة تمتلك استجابة مستقرة كدالة لدرجات حرارة التشغيل وان الحساسية تزداد مع زيادة نسبة التركيز، أذ ان اقصى قيمة كانت تساوي 27.65 عند تركيز 0.5M مقارنة بالتركيز 0.1M والتي كانت قيمتها 19.52، تؤكد هذه النتائج أن غشاء خماسي أوكسيد الفاناديوم V_2O_5 المرسب على السليكون المسامي يمكن تطبيقه في مستشعرات الغازات والكثير من المجالات نظراً لما يتميز به من خصائص فيزيائية فريدة عبر ضبط تركيز المحلول وظروف الترسيب ودرجة حرارة التشغيل بما يخدم التطبيقات البصرية والإلكترونية.</p> <p>doha.24esp47@student.uomosul.edu.iq</p>

University Of Mosul
College Of Education
For Pure Science



**Study of the structural and optical properties
of vanadium pentoxide V_2O_5 deposited on
porous silicon**

Doha Ahmed Salem Mohammed Al-Obaidi

M.Sc. Thesis

Physics

Supervised by

Assistant Prof.
Dr. Ghazwan Ghazi Ali

2026 A.D.

1447 A.H.