بسم الله الرحمن الرحيم

Sudan University of Science and Technology

College of Graduate studies

Design and Implementation of Optical Fiber Sensor Using Palladium and Zinc Oxide Films for Hydrogen

تصميم وتنفيذ متحسس ليف بصري للهيدروجين بإستخدام شرائح البلاديوم واكسيد الزنك

A thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor in Laser Applications in Physics

By:

Albashir Zomrawi Mohamed Yousif

Supervisor:
Prof. Dr. Kais Abdelstar Alnaimee

Co-supervisor
Associate Prof. Abdelmoneim Mohamed Awadelgied

August 2014

بسم الله الرحمن الرحيم

(وما أوتيتم من العلم إلا قليلا)

صدق الله العظيم

الآيه (85)سورة الإسراء

DEDICATION

Dedicated…

To my father,

the first one who taught me a letter.

To my mother,

from whom I know the meaning of life.

To my brothers, Nadir, Nagi, Eltayeb,

the light of my way.

To my family, Tagwa To my sons, Ahmed & Mohamed

whom I love.

ACKNOWLEDGEMENT

My primary thanks to Allah, the most beneficent, the most merciful.

Thanks to prof. Kais AlNaimee, my supervisor, for his help, advices and continuous encouragement through this research work, and Dr. Abd elmoneim Mohamed Awad elgied, my co- supervisor, Thanks also to all the staff of the Institute of Laser.

I am grateful to Colonel Dr. Alnaeen Altom, head of general science management, university of Karary, and Dr. Alameen Alhosean, vice chancellor, university of Karary, and I am thankful to my brother Dr. Nagi Zomrawi, head of survey engineering department, Sudan university of since and technology, whom continuously encourage me through this research work. Thanks also extended to ustaz Mohamed Solyman who assist me in the practical work.

Finally, I am indebted to all people who gave me their time, advice, and support and helped me in various aspects of this study.

Acknowledgments extended to my teachers and colleagues at general science administration, university of Karary.

الخلاصة

خص هذا العمل لتصميم وتنفيذ متحسس ليف بصري لغاز الهيدروجين بإستخدام شرائح البلاديوم وأكسيد الزنك. تصميم المتحسس إعتمد على مادة البلاديم ومادة أكسيد الزنك حيث تم طلائهما على شرائح زجاجية كأفلام رقيقة قابلة لكشف غاز الهيدروجين. في هذا العمل تم تجهيز ست عينات، أربع من هذه العينات تم تجهيزها من مادة البلاديوم وأثنين من العينات تم تجهيزهما من مادة أكسيد الزنك. وهذه الافلام تم تحضيرها على شرائح زجاجية، وجهزت بواسطة تقنية الترسيب بالتبخير، وتم إخضاع العينات لثلاث أختبارات. الأول هو حيود الاشعة السينية وذلك للتأكد من تبلور العينات، ثم المجهر الذري لدراسة تسطح العينات، وآخيراً المجهر الألكتروني لمعرفة الوصف الدقيق لسمات سطح العينات (خشونة البنية السطحية). كما تم تصميم حجرة إختبار مكعبة من اللدائن. لتطوير متحسس، يعتمد على تمرير غاز الهيدروجين خلال الحجرة ليتم إمتزازه في العينات (البلاديوم و أكسيد الزنك)، وتمرير شعاع ضوئي خلال العينات يتم إستقباله على محالل طيفي لقياسه وتسجيله بواسطة الحاسوب. أخزت ست قراءات لكل عينة تحت الضغوط الآتية -0.5، -0.4، -0.3، -0.2، -0.1 بار. وسجل الضوء النافذ خلال العينات في طيف لكل قراءة. ومن القراءات وجد أنه بزيادة تركيز غاز الهيدروجين في حجرة الإختبار تزداد شدة الضوء النافذ خلال العينات، وهذا يعني أن عينات البلاديوم وأكسيد الزنك نجحت في كشف غاز الهيدروجين. وهذا يؤكد نجاح المتحسس.

ABSTRACT

This work aimed to design and implements of optical fiber sensor based on a hydrogen-especial material that is inert to variation environment. The sensor design depends on the Palladium and Zinc Oxide coated on glass thin film that adept to detect hydrogen gas. In this research six samples have been prepared, four of them prepared from palladium metal and two other samples prepared from Zinc Oxide. Palladium and Zinc Oxide thin films were prepared on glass substrates. The Films were constructed by vaporization deposition technique, which subjects to three tests. The X-Ray Diffraction (XRD) to check the crystalline structure of the samples, Atomic Force Microscope (AFM) to study the surface flatness of samples, and the scanning electron microscope (SEM) to take images of surface topography of samples. A polymer test chamber was fabricated to contain the sample. The approach of the manufacture the sensor based on passing the gas to the chamber, which adsorbs on the sample (Palladium, or Zinc Oxide), and the light is transmitted through the sample to the CCS spectrometer to measure and recorded the signal using computer. Six readings were recorded for each sample test under pressures of -0.6, -0.5, -0.4, -0.3, -0.2 and -0.1 bar. Frequency against transmitted light intensity was then plotted for each measurement. From the data recorded, it was found that by increase of concentration of hydrogen gas in the test chamber, the sensitivity is increased linearly as the gas concentration increases, which means that the

Zinc Oxide and Palladium thin film samples successfully detect hydrogen gas.

LIST OF CONTENTS