

การพัฒนาหัวตรวจวัดก๊าซโอโซนแบบฟิล์มบางอินเดียมออกไซด์

THE DEVELOPMENT OF INDIUM OXIDE THIN FILM OZONE SENSOR

สมพงษ์ เจริญกิจ

SOMPONG CHAREANKID

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1988-5

THE DEVELOPMENT OF INDIUM OXIDE THIN FILM OZONE SENSOR

SOMPONG CHAREANKID

**A THESIS SUMMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN ELETRONICS ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2005

ISBN 974-15-1988-5

COPYRIGHT 2005

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาหัวตรวจวัดก๊าซโอโซนแบบฟิล์มบางอินเดียมออกไซด์
นักศึกษา	นายสมพงษ์ เจริญกิจ
รหัสประจำตัว	44611431
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.สมศักดิ์ เชียร์ศิริกุล

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ การสร้างหัวตรวจวัดก๊าซโอโซนแบบฟิล์มบางอินเดียมออกไซด์ ศึกษาและวิจัยเพื่อพัฒนาหัวตรวจวัดก๊าซโอโซนให้มีความไวในการตอบสนองต่อชนิดของก๊าซโอโซนสูงสุด การเตรียมฟิล์มบางอินเดียมออกไซด์ด้วยระบบบอว์เอฟ สเปคเตอร์ริงในบรรยากาศของก๊าซผสม อาร์กอน:ออกซิเจน อัตราส่วน 50:50, 85:15, และ 100:0 ลงบนฐานรองซิลิคอนระนาบ (100) ควบคุมความหนาฟิล์ม 1000 ถึง 4000 อังสตรอม และทำการปรับปรุงโครงสร้างผลึกด้วยการแอนนัลที่อุณหภูมิ 400 ถึง 700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นศึกษาอัตราการเคลือบฟิล์มและค่าดัชนีหักเหแสงด้วยเครื่องอิลลิปโซมิเตอร์, ลักษณะโครงสร้างผลึกด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์, ลักษณะขนาดของเม็ดเกรนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลือนกราด, คุณสมบัติต่างๆทางไฟฟ้าของฟิล์มด้วยปรากฏการณ์ฮอลล์, ปริมาณองค์ประกอบของธาตุด้วยเครื่อง EDX, และทำการวัดผลตอบสนองที่มีต่อก๊าซโอโซน จากการศึกษาวิจัยพบว่าฟิล์มบางที่ปลูกในบรรยากาศก๊าซอาร์กอนบริสุทธิ์ ที่ความหนาฟิล์ม 2000 อังสตรอม และผ่านการแอนนัลที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส มีความไวในการตอบสนองต่อก๊าซโอโซนสูงสุด การประยุกต์สร้างหัวตรวจวัดก๊าซโอโซน โครงสร้างประกอบด้วย ฐานรองซิลิคอนไดอะแฟรม, ไมโครฮีตเตอร์, ตัววัดอุณหภูมิชนิดความต้านทาน, และขั้ววัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า การศึกษาผลตอบสนองที่มีต่อก๊าซโอโซน (10 มิลลิกรัม ต่อชั่วโมง) ที่อุณหภูมิทำงาน 150 ถึง 350 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิทำงาน 350 องศาเซลเซียส หัวตรวจวัดก๊าซโอโซนมีความไวในการตรวจจับก๊าซโอโซนสูงสุด 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการตอบสนองก๊าซ 120 วินาที ใช้เวลาคืนสภาพ 30 วินาที เมื่อผ่านการเคาะสวิตช์เปิด-ปิด อะลูมิเนียม, พลาคีนิม, แพลทินัม, และเหล็ก พบว่าหัวตรวจวัดก๊าซโอโซนที่ผ่านการเคาะสวิตช์เปิด-ปิดเหล็ก มีความไวในการตอบสนองต่อชนิดของก๊าซโอโซนสูงสุด 98 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการตอบสนองก๊าซ 90 วินาที ใช้เวลาคืนสภาพ 30 วินาที และมีความสามารถในการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซโอโซนได้อย่างแม่นยำ

Thesis Title	The Development of Indium Oxide Thin Film Ozone Sensor
Student	Mr.Sompong Chareankid
Student ID.	44611431
Degree	Master of Engineering
Programme	Electronics Engineering
Year	2005
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Somsak Cheirsirikul

ABSTRACT

This thesis presents the fabrication of indium oxide thin film ozone sensor. The main purpose of study and research is to develop the ozone sensor with high sensitivity. Firstly, the preparation of indium oxide (In_2O_3) thin film. Thin In_2O_3 film was deposited on (100) silicon substrate using RF sputtering under Ar: O_2 ratio 50:50, 85:15, and 100:0 with film's thickness 1000 to 4000 angstrom and film's crystallization was performed by annealing at 400 to 700 °C for 1 hr. Several parameters in film growth and annealing have been varied to study of properties of thin films inclusion film's thickness and refractive index (n) using Ellipsometer, structure of films using X-ray Diffractometer (XRD), grain size using Scanning Electron Microscope (SEM), electric properties of films using Hall's Effect, film's component using Energy Dispersive X-ray Analysis (EDX), and ozone sensitivity for fabrication of ozone sensors. Structure of ozone sensors consist of silicon diaphragm substrate, micro heater, resistance temperature detector (RTD), and electrode. We will also investigate the effect of temperature on sensor operating at 150 to 350 °C. From this study, the sensors can detect ozone (10 mg/hr at 350 °C) with sensitivity about 95 percent, response time of 120 second and recovery time of 30 second. The sensor can improve the sensitivity by doping aluminum (Al), palladium (Pd), platinum (Pt), and ferric (Fe) into the thin film indium oxide. The sensor has most sensitivity in condition Fe dope with sensitivity of 98 percent, response time of 90 second and recovery time of 30 second. In addition, this sensor can accurate detect any concentration level of ozone quantity.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ขอขอบพระคุณ รศ. สมศักดิ์ เชียร์ศิริกุล ซึ่งเป็นผู้มอบโอกาส และวางแนวทางการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนให้ความรู้ และช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว จนสามารถสำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สมเกียรติ สุภเดช และ รศ.ดร.เดิมพงษ์ เพชรกุล กรรมการสอบ หัวข้อและโครงร่างวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะ จนในที่สุดทำให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาท วิชาความรู้ คำแนะนำและความช่วยเหลือต่างๆ ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณ ดร.อัมพร โพธิ์ไย, คุณชาญเดช หรือนันต์, คุณลัดไทย ไทโยธิน, คุณธงชัย ธง วิจิตรมณี และพนักงานศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่าน สำหรับกำลังใจและคำแนะนำ ต่างๆ ด้านเครื่องมือวัด

ขอขอบคุณ คุณอลงกต ตรีทอง เจ้าหน้าที่ศูนย์บริการเครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์ ที่ให้ ความร่วมมือในการใช้เครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์

ขอขอบคุณ เพื่อนปริญญาโททุกท่าน ที่ร่วมกันสร้างความสนุกสนาน และความทรงจำที่ดี ตลอดการทำงาน

ขอขอบคุณ คุณดวงสมร มหิทธิมนตรี ที่ทำให้ทุกๆ วันมีความหมาย

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ ความรัก ความเข้าใจ และกำลังใจจากครอบครัว เจริญกิจ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการผลักดันให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เนื้อหาของวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ทางวิชาการแก่ท่านผู้อ่านไม่มากนัก

สมพงษ์ เจริญกิจ