

มาโนทย์ มาปะโท : การสร้างตัวตรวจรู้ความชื้นความเร็วสูงโดยกระบวนการลิโธกราฟี
ด้วยรังสีเอ็กซ์ (FABRICATION OF FAST RESPONSE HUMIDITY SENSOR
BY USING X-RAY LITHOGRAPHY TECHNIQUE) อาจารย์ที่ปรึกษา :

อ. ดร.นิมิต ชมนาวัง, 123 หน้า

งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบ และสร้างตัวตรวจรู้ความชื้นแบบตัวเก็บประจุ
ที่มีคุณสมบัติในการตอบสนองต่อความชื้นเร็ว สร้างโดยใช้กระบวนการลิโธกราฟีด้วยรังสีเอ็กซ์
และรังสีอัลตราไวโอเล็ต การออกแบบตัวตรวจรู้ ใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จำลอง
ผลตอบสนองต่อความชื้นของตัวตรวจรู้ที่มีโครงสร้างต่างกัน ได้แก่ โครงสร้างแบบขั้วไฟฟ้า
มีรูพรุน แบบสารไวความชื้นเป็นทรงกระบอก แบบทรงลูกบาศก์ และแบบอิเล็กทรอนิกส์
เมื่อคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการสร้างตัวตรวจรู้ความชื้นพบว่าตัวตรวจรู้ความชื้นแบบอิเล็กทรอนิกส์
ซึ่งยาวมีความเหมาะสมมากที่สุด ความเร็วในการตอบสนองขึ้นกับขนาดความกว้างของซี่
สารไวความชื้น เมื่อซี่ของสารไวความชื้นมีความกว้างลดลง เวลาในการตอบสนองจะลดลง
เช่นเดียวกัน ตัวตรวจรู้ความชื้นสร้างโดยการเคลือบสารไวแสง SU-8 ลงบนฐานนำไฟฟ้า และสร้าง
ลวดลายของสารไวความชื้น โดยใช้การฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตผ่านหน้ากากโลหะ ที่มีช่องเปิด
เป็นรูปซี่อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเตรียมขึ้นด้วยเทคนิคการลิโธกราฟีด้วยรังสีเอ็กซ์ และเคลือบโลหะ
ด้านบนเป็นซี่อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้หน้ากากตัวเดียวกัน โดยหน้ากากโลหะหลังจากใช้สร้างตัวตรวจรู้
สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การทดสอบคุณสมบัติของตัวตรวจรู้ความชื้น ใช้การเปรียบเทียบ
ความชื้นด้วยความชื้นจากสารละลายเกลืออิ่มตัว ผลการทดสอบคุณสมบัติของตัวตรวจรู้ความชื้น
ที่มีสารไวความชื้นเป็นซี่ขนาดความกว้างเท่ากับ 51 μm หน้า 2 μm พบว่าตัวตรวจรู้มีค่าความจุ
ไฟฟ้าที่ความชื้นสัมพัทธ์ 30% เท่ากับ 31 pF ความไวเท่ากับ 83 fF/%RH หรือ 2,677 ppm/%RH
ค่าความผิดพลาดในการวัดความชื้นสูงสุดเท่ากับ $\pm 5\%$ เวลาในการดูดซึมความชื้น 0.56 วินาที คาย
ความชื้น 1 วินาที ซึ่งเป็นผลตอบสนองที่เร็วตามความคาดหมาย ตัวตรวจรู้ความชื้น โครงสร้างนี้
จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานที่ต้องการวัดความชื้นที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

MANOT MAPATO : FABRICATION OF FAST RESPONSE HUMUDITY
SENSOR BY USING X-RAY LITHOGRAPHY TECHNIQUE.

THESIS ADVISOR : NIMIT CHOMNAWANG, Ph.D., 123 PP.

HUMIDITY SENSOR/X-RAY LITHOGRAPHY

This thesis presents design and fabrication of fast-response capacitive humidity sensor using X-ray and UV lithography techniques. Mathematic models based on Fick's law are used to determine the humidity response for different types of humidity sensor including long electrode, porous electrode, cylindrical and cube body. Considering possibility of structural realization, the long electrode type is the most possible form to be fabricated. Mathematic models predict that the time response would decrease if the comb width of sensitive material is reduced.

The long-electrode type sensor was fabricated by spin coating of SU-8 photoresist on a conductive substrate. The soft baked resist was patterned by exposure of UV radiation through a 250 μm -thick metal mask with comb-like aperture which was prepared by x-ray lithography technique. Aluminum film was then coated by thermal evaporation onto the UV exposed SU-8 combs underneath the aperture to form an upper electrode. After removal of the metal mask, and development of un exposed SU-8, the capacitance of fabricated sensors were calibrated against various humidity standards using saturated salt solutions. The characterization were done to find its sensitivity and response time. The experimental results showed that a sensor with 51 μm -wide and 2 μm -thick electrode has capacitance of 31 pF at relative humidity of 30%, sensitivity of 83 fF/%RH or 2,677 ppm/%RH and

maximum error of $\pm 5\%$. Humidity adsorption and desorption time are 0.56 and 1 seconds, respectively. Good results were readily obtained from the experiment. This work provides technologies to realize a fully functioning fast response capacitive humidity sensor in the future.

School of Electrical Engineering

Academic Year 2007

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

Co-Advisor's Signature _____