วัชรพล ภุมรา : การสร้างตัวตรวจรู้ความดันแบบตัวเก็บประจุด้วยกระบวนการเอกซ์เรย์ลิโธกราฟฟีโดยตรงของสารไวแสง SU-8 (FABRICATION OF CAPACITIVE PRESSURE SENSORS USING DIRECT X-RAY LITHOGRAPHY OF SU-8 PHOTORESIST) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.นิมิต ชมนาวัง, 215 หน้า

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างตัวตรวจรู้ความดันแบบตัวเก็บประจุที่มีไดอะแฟรมเป็นตัวรับรู้ปริมาณอินพุต ส่วนของตัวเก็บประจุเป็นโครงสร้างพอลิเมอร์ที่สร้างด้วยกระบวนการเอกซ์เรย์ลิโธกราฟฟี และเคลือบโลหะบนโครงสร้างตัวเก็บประจุเพื่อให้ได้โครงสร้างนำไฟฟ้า ตัวเก็บประจุมีขนาดความกว้างและความยาว เท่ากับ 500 μm ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าเท่ากับ 60 μm ส่วนไดอะแฟรมสร้างจากวัสดุพอลิเมอร์สองชนิดคือ Polyimide (PI) ความหนาเท่ากับ 25 μm และ Polydimethylsiloxane (PDMS) ความหนาเท่ากับ 120 μm มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1000 μm ตัวเก็บประจุที่เป็นโครงสร้างพอลิเมอร์เคลือบโลหะถูกนำมาติดตั้งบนไดอะแฟรมซึ่งเมื่อไดอะแฟรมเกิดการโก่งตัวเนื่องจากความดัน ส่งผลให้ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าเปลี่ยนไปเท่ากับระยะการโก่งตัว และเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความจุไฟฟ้าที่วัดได้ ตัวตรวจรู้ความดันที่มีไดอะแฟรมเป็น PDMS (SUT-S) และ PI (SUT-I) ถูกปรับเทียบกับตัวตรวจรู้ความดันเชิงพาณิชย์ MPX4250 และ MPX5700 สำหรับย่านความดัน 0 – 100 kPa และ 0 – 500 kPa ตามลำดับ จากการทดสอบคุณสมบัติ ตัวตรวจรู้ความดันที่มีไดอะแฟรม PDMS มีค่าการเปลี่ยนแปลงความจุไฟฟ้ามากที่สุด 38.23 % ความไวเฉลี่ยเท่ากับ 4.714 fF/kPa ค่าความผิดพลาดในการวัดความดัน ± 9 % มีผลตอบสนองทางเวลาทั้งขาขึ้นและขาลงน้อยกว่า 1 วินาที ส่วนตัวตรวจรู้ความดันที่มีไดอะแฟรมเป็น PI มีการเปลี่ยนแปลงความจุไฟฟ้ามากที่สุด 3.94 % ความไวเฉลี่ยเท่ากับ 0.03343 fF/kPa และมีค่าความผิดพลาดในการวัดความดัน ± 7.4 % มีผลตอบสนองทางเวลาช่วงขาขึ้นเท่ากับ 7 วินาที ขาลง 27 วินาที ตัวตรวจรู้ SUT-S ที่สร้างขึ้นจาก PDMS และ SUT-I ที่สร้างขึ้นจาก PI ได้ถูกนำไปทดสอบวัดความดันภายในยางรถจักรยานยนต์ โดยมีการรายงานค่าความดันผ่านระบบไร้สาย ระบบเครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นนี้มีค่าความคลาดเลื่อน 8.27 % จากเต็มสเกล 100 kPa สำหรับตัวตรวจรู้ SUT-S และ 3.9 % จากเต็มสเกล 500 kPa สำหรับตัวตรวจรู้ SUT-I

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

WATCHARAPON PUMMARA : FABRICATION OF CAPACITIVE PRESSURE SENSORS USING DIRECT X-RAY LITHOGRAPHY OF SU-8 PHOTORESIST. THESIS ADVISOR : NIMIT CHOMNAWANG, Ph.D., 215 PP.

MEMS/CAPACITIVE PRESSURE SENSOR/X-RAY LITHOGRAPHY

This research aimed to design and fabrication of capacitive pressure sensors which have two different types of diaphragm. Polymer capacitors fabricated by X-ray lithography were coated by metallic films in order to be electrically conductive material. The dimension of capacitors is 500 micron x 500 micron and gap between electrodes was 60 micron. The diameter of diaphragms fabricated by polymer materials was 1000 micron. The diaphragm made of Polyimide (PI) and polydimethylsiloxane (PDMS) were 25 micron and 60 micron thick, respectively. Is Polymeric capacitor was mounted on a pressure sensitive diaphragm so that its capacitance varies with input pressure. The pressure sensors with PDMS diaphragm (SUT-S) and that with PI diaphragm (SUT-I) were calibrated by MPX4250 for 0-100 kPa and MPX5700 for 0-500 kPa, respectively. Characterization of SUT-S pressure sensor showed the maximum capacitance change of 38.23%, sensitivity of 4.714 fF/kPa, error of $\pm$ 9% full scale and rise time/fall time of 1s. On the other hand, Characterization of SUT-I pressure sensor showed the maximum capacitance change of 38.23%, sensitivity of 0.03343 fF/kPa, error of $\pm$ 9% full scale, rise time of 7s and fall time of 27s, respectively. Applications of the SUT-S and SUT-I sensors in motorcycle tire pressure monitoring system (TPMS) were demonstrated. The system

could monitor the pressure inside a motorcycle tire in a range of 0 – 100 kPa for SUT-S and 0 – 230 kPa for SUT-I sensor with maximum error of 8.27% and 3.9% full- scale measurement error, respectively.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Electrical Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2013 Advisor's Signature_____