สมปอง สุขประสงค์ : การประยุกต์ใช้งานเทคนิคซินโครตรอนเอกซ์เรย์ลิโธกราฟฟีในการพัฒนาตัวตรวจรู้เชิงแสงสำหรับปริมาณทางชีวเวชศาสตร์ (APPLICATIONS OF SYNCHROTRON X-RAY LITHOGRAPHY TECHNIQUE IN DEVELOPMENT OF BIOMEDICAL OPTICAL SENSORS) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.นิมิต ชมนาวัง, 148 หน้า.

งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบและสร้างตัวตรวจรู้ความชื้นและตัวตรวจรู้ฟองอากาศโดยใช้เทคนิคซินโครตรอนเอกซ์เรย์ลิโธกราฟฟี ตัวตรวจรู้ความชื้นใช้สารไวแสงชนิดลบ (SU-8) เป็นวัสดุไวความชื้น ซึ่งความเข้มแสงที่ส่งผ่านจะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นที่แทรกตัวอยู่ภายในเนื้อของ SU-8 โครงสร้างของ SU-8 ได้ถูกออกแบบเป็นแบบซี่ (Comb-like) และใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายผลตอบสนองทางแสงในย่านของความยาวคลื่นแสงที่ต้องการ ตัวตรวจรู้ความชื้นใช้แหล่งกำเนิดแสงส่งแสงผ่านโครงสร้างของวัสดุไวความชื้นและมีอุปกรณ์รับแสงเพื่อนำแสงเข้าสู่วงจรที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ การทดสอบคุณสมบัติของตัวตรวจรู้ความชื้นใช้การปรับเทียบความชื้นกับสารละลายเกลืออิ่มตัวมาตรฐาน พบว่าตัวตรวจรู้ที่มีขนาดซี่กว้าง 60 μm มีความไว 17,038 ppm /% RH เวลาในการดูดความชื้น 2.7 วินาที เวลาในการคายความชื้น6.5 วินาที ค่าความผิดพลาดสูงสุด ±5% ฮีสเตอร์รีซีส 4.10%F.S. สำหรับตัวตรวจรู้ฟองอากาศนั้นเป็นที่ทราบกันดีว่าในทางการแพทย์ระบบการให้สารน้ำเข้าสู่หลอดเลือด หากมีฟองอากาศอยู่ภายในอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ป่วย ตัวตรวจรู้ฟองอากาศจึงมีความจำเป็นในระบบดังกล่าว ตัวตรวจรู้นี้ถูกออกแบบเป็นช่องทางเดินจุลภาคที่สร้างจากซิลิโคน (PDMS) โดยใช้แม่พิมพ์โลหะเพื่อการผลิตซ้ำ จากนั้นทำการเชื่อมต่อพื้นผิวระหว่างช่องทางเดินจุลภาค PDMS กับกระจก ซึ่งมีการรับและส่งสัญญาณผ่านเส้นใยแก้วนำแสงที่ปลายทั้งสองด้านที่วางอยู่ระหว่างช่องทางเดินจุลภาค การทดสอบตัวตรวจรู้นั้นใช้น้ำและฟองอากาศไหลผ่านช่องทางเดินจุลภาคแล้วพบว่าตัวตรวจรู้ที่มีขนาดช่องทางเดินจุลภาคกว้าง 65 μm สามารถตรวจรู้ฟองอากาศขนาด 0.3 μl ที่อัตราการไหลของของเหลว 0.1 ถึง5.0 μl/s ค่าความผิดพลาดในการวัดปริมาตรของฟองอากาศสูงสุด ±5%

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

SOMPONG SUKPRASONG : APPLICATIONS OF SYNCHROTRON X-RAY LITHOGRAPHY TECHNIQUE IN DEVELOPMENT OF BIOMEDICAL OPTICAL SENSORS. THESIS ADVISOR : NIMIT CHOMNAWANG, Ph.D., 148 PP.

HUMIDITY SENSOR/BUBBLE DETECTOR/X-RAY LITHOGRAPHY

This thesis presents design and fabrication of humidity sensor and bubble detector using synchrotron x-ray lithography technique. For humidity sensors, su-8 photoresist was used as moisture sensitive material in which the intensity of transmitted light varies with concentration of water inside. A comb-like su-8 microstructure was designed and a mathematical model was used to predict its response to transmitted light at a selected wave length. The sensing comb-like microstructures were fabricated using x-ray lithography techniques. The resulting su-8 modules were combined with a light source and photodetector as well as related computer interfacing circuits. The humidity sensors were calibrated against saturated salt solution standards. Their sensitivity, response time and temperature dependency were characterized. Experiments showed that a sensor with 60 μm-wide su-8 combs has sensitivity of 17,038 ppm/%RH adsorption time of 2.7 seconds, desorption time of 6.5 seconds, maximum error of ±5% and full-scale hysteresis error of 4.10%. For the bubble detector, it has been known that the presence of air bubbles in fluid-transporting micro passages might be harmful to patients in cases where microfluidic devices were clinically used. Air-bubble sensors are therefore needed in such system. This optical sensor was designed as a PDMS microchannel that allows insertion of

light transmitting and receiving fiber optics on both sides of the fluid passage. A metal mold was fabricated using x-ray lithography technique so that it can be used to produce multiples of such PDMS microchannel chips. A duplicated PDMS chip was bonded to glass substrate, combined with fiber optics and light transmitting/receiving circuits. The module was tested by feeding DI water into the detector along with some air bubbles. Experiments showed that the sensor with 65 μm-wide microchannel can detect bubble of 0.3 μl at liquid flow rates to 0.1-5.0 μl/s. The presence of air bubbles as well as their volume sizes can be measured with maximum error of ±5%.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Electrical Engineering

Academic Year 2013

Student's Signature_____

Advisor's Signature_____

Co- Advisor's Signature _____