พิทยา ดีกล้า : การพัฒนาระบบหมุนเวียนความร้อนขนาดเล็กสำหรับของเหลวระดับไมโครลิตร (DEVELOPMENT OF MINIATURIZED THERMO CYCLING SYSTEM FOR MICROLITER LIQUID) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.นิมิต ชมนาวัง, 187 หน้า.

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบหมุนเวียนความร้อนสำหรับของเหลวระดับไมโครลิตร เพื่อเป็นต้นแบบเครื่องพีซีอาร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ ให้มีขนาดเล็ก ทำงานรวดเร็ว พกพาสะดวก ด้วยการสร้างลวดลายของชุดทำความร้อนที่ประกอบด้วยไมโครฮีตเตอร์และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิโดยการเคลือบไอโลหะผ่านหน้ากากแข็งที่สร้างด้วยรังสีเอกซ์ พบว่าขนาดลวดลายที่ผลิตได้มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย ±7.50 % จากการออกแบบ กระบวนการดังกล่าวเป็นเทคนิคใหม่ที่สามารถลดต้นทุน เวลา สารเคมีและเครื่องมือในการสร้างได้อย่างมาก ซึ่งในงานวิจัยได้สร้างชุดทำความร้อนบนฐานรองกระจกหนา 1 mm และกระจกบาง 0.15 mm หลังจากนั้นทำการทดสอบคุณสมบัติ เมื่อพิจารณาชุดทำความร้อนบนฐานรองกระจกหนา เซนเซอร์มีค่าความแม่น ±2.4 % จากค่าเต็มสเกลที่ 110 ^{o}C และความมีค่าความไว 0.396 Ω/^{o}C ไมโครฮีตเตอร์มีค่าคงตัวทางเวลา 8.2 วินาที เวลาขาขึ้น 32.5 วินาที เวลาขาลง 38 วินาที และใช้กำลังขับ 392 W ส่วนชุดทำความร้อนบนฐานรองกระจกบาง เซนเซอร์มีค่าความแม่น ±1.8 % จากค่าเต็มสเกลที่ 110 ^{o}C มีค่าความไว 0.479 Ω/^{o}C และไมโครฮีตเตอร์มีค่าคงตัวทางเวลา 3.7 วินาที เวลาขาขึ้น 13 วินาที เวลาขาลง 14 วินาที ใช้กำลังขับ 206 W ดังนั้นชุดทำความร้อนบนกระจกบางให้ผลตอบสนองดีกว่าชุดทำความร้อนบนกระจกหนาดังนี้ ค่าคงตัวทางเวลาลดลง 54.8 % เวลาขาขึ้นลดลง 60.0 % เวลาขาลงลดลง 57.3 % และกำลังไฟฟ้าที่ในการขับลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 50.97 % ต่อมาทำการทดสอบหมุนเวียนความร้อนตามหลักการของพีซีอาร์จำนวน 30 รอบ พร้อมกับห้องบรรจุของเหลวที่ถูกสร้างด้วย PDMS บรรจุน้ำ 10 μL ได้ผลดังนี้ แบบที่ 1 (SUT1) ชุดทำความร้อนบนกระจกหนาไม่ระบายความร้อนใช้เวลา 30 นาที แบบที่ 2 (SUT2) ชุดทำความร้อนบนกระจกหนาระบายความร้อนด้วยก๊าซไนโตรเจนแรงดัน 0.5 บาร์ ใช้เวลา 23 นาที แบบที่ 3 (SUT3) ชุดทำความร้อนบนกระจกบางไม่ระบายความร้อนใช้เวลา 23 นาที และแบบที่ 4 (SUT4) ชุดทำความร้อนบนกระจกบางระบายความร้อนด้วยก๊าซไนโตรเจนแรงดัน 0.5 บาร์ ใช้เวลา 15 นาที หากทำการเปรียบเทียบเวลาในการทำงานกับแบบที่ 1 พบว่า เวลาทำงานแบบที่ 2 และแบบที่ 3 ลดเวลาได้ 1.3 เท่า ส่วนแบบที่ 4 สามารถลดเวลาได้ 2 เท่า

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2557

ลายมือชื่อนักศึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

PITTAYA DEEKLA : DEVELOPMENT OF MINIATURIZED THERMO CYCLING SYSTEM FOR MICROLITER LIQUID. THESIS ADVISOR : NIMIT CHOMNAWANG, Ph.D., 187 PP.

MICROHEATER/TEMPERATURE SENSOR/THERMO CYCLE/ PCR/MEMS

This research aims to develop a miniaturized thermo cycling system using liquid in amount of microliters for a prototype of PCR machine which is used to amplify a single or a few copies of a piece of DNA. To gain size reduction, fast operation and portable of the system, pattern of thermal set is designed with a microheater and sensor fabricated by evaporating metal through hard-mask which is constructed by X-ray lithography. There are errors of ±7.50 % from patterning design. To reduce costs, times, chemicals and machines in fabrication process, the fabrication of thermal set is based on glass slide with 1 mm-thick and 0.15 mm-thick. From the experiment and testing, the thermal set characteristics on both glasses, sensor of the thermal set on the thick glass has the accuracy of ±2.4 % at full-scale of 110 ^{o}C and sensitivity of 0.396 Ω/^{o}C while microheater has the time constant for 8.2 s, rise-time for 32.5 s and fall-time for 38 s using power at 392 W. On the other hand, sensor of the thermal set on the thin glass has the accuracy of ±1.8 % at the full-scale of 110 ^{o}C same as above and sensitivity of 0.479 Ω/^{o}C while microheater has the time constant for 3.7 s, rise-time for 13 s and fall-time for 14 s using power at 206 W. Obviously, the thermal set on the thin glass is better than the thermal set on the thick glass considering as time constant reduction at 54.8 %, rise-time reduction at 60.0 %, fall-time reduction at 57.3 % and power reduction at 50.97 %. Next, testing thermo cycler

by PCR technique in condition of 30 cycles times with liquid of 10 microliter in chamber which is fabricated by PDMS to be investigated in four cases for operating time. For the first case (SUT1), the thermal set on the thick glass with no cooling uses operating time for 30 minutes. For the second case (SUT2), the thermal set on the thick glass with N_2-0.5 bar cooling uses operating time for 23 minutes. For the third case (SUT3), the thermal set on the thin glass with no cooling uses operating time for 23 minutes. For the fourth case (SUT4), the thermal set on the thin glass with N_2-0.5 bar cooling uses operating time for 15 minutes. The comparisons of the first case with the second and third cases which have the reduction in operating time at 1.3 times and the fourth case has the reduction in operating time at 2 times.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Electrical Engineering

Academic Year 2014

Student's Signature_____

Advisor's Signature_____

Co-Advisor's Signature_____