

ตู้อบความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์

Infrared Heating Chamber for PCB Assembly

พงศกร กันพร้อม นัศรแก้ว จริยตันติเวทย์ และ พลกฤษณ์ จริยตันติเวทย์

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: ponlakit.j@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญในชีวิตประจำวันของเรามาก ผู้ประกอบการต่างแข่งขันสร้างเครื่องใช้ทางอิเล็กทรอนิกส์นานาชนิด วงจรอิเล็กทรอนิกส์ถือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญซึ่งจะถูกสร้างและประกอบอยู่ในรูปแผงวงจรพิมพ์ ปัจจุบันแผงวงจรพิมพ์มีขนาดเล็กลงซึ่งใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กลงด้วย บทความนี้เสนอการออกแบบและสร้างตู้อบความร้อนแบบอินฟราเรดซึ่งควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เพื่ออบตะกั่วเหลวในการประกอบแผงวงจรพิมพ์ ในการทดลอง อุณหภูมิหลอมละลายของตะกั่วเหลวที่ใช้อยู่ที่ 170 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการอบเฉลี่ย 32.03 นาที และหากอบต่อเนื่องจะใช้เวลา 16.54 นาที ในการอบแผงวงจรพิมพ์จำนวน 20 แผ่นที่กระจายอย่างสม่ำเสมอภายในตู้อบพบว่า แผงวงจรพิมพ์ที่ตะกั่วเหลวละลายอย่างสมบูรณ์และไม่เกิดการไหม้ของแผงวงจรพิมพ์นั้นคิดเป็น 85 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ตู้อบความร้อน, อินฟราเรด, แผงวงจรพิมพ์

Abstract

Nowadays, electronic technology becomes a significant part of our daily life. Manufacturers compete to produce a variety of electronic products. The electronic circuit is considered an important part which will be created and assembled in the form of printed circuit boards (PCBs). At present, the PCB is smaller and can be used with smaller electronic devices as well. This paper presents the design and construction of the infrared heating chamber controlled by an Arduino Uno R3 microcontroller for PCB assembly. In the experiment, the melting temperature of the liquid lead was 170 °C. The average baking time was 32.03 minutes and if continuous baking would take 16.54 minutes. For baking of 20 PCBs that were uniformly distributed inside the chamber, it was found that the successful rate was 85 percent.

Keywords: Heating Chamber, Infrared, Printed Circuit Board

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้เครื่องใช้ทางอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนสำคัญในการใช้ชีวิตของผู้คนเป็นจำนวนมาก จึงมีผู้ผลิตผู้ประกอบการแข่งขันกันสร้างเครื่องใช้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องใช้ทางอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้คือ แผงวงจรพิมพ์ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมสั่งการ การทำงานต่าง ๆ ของเครื่องใช้ทางอิเล็กทรอนิกส์ และในปัจจุบันนิยมใช้ขนาดเล็กเพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย ประหยัดพื้นที่ในการใช้งาน และสามารถรวมวงจรหลายวงจรไว้ในแผงวงจรเดียว ในการที่จะสร้างแผงวงจรพิมพ์ที่มีขนาดเล็กนั้นจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กด้วย ในการที่จะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาบัดกรีใส่แผงวงจรพิมพ์นั้นยากและลำบาก เพราะมีขนาดเล็ก

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้หลอดอินฟราเรดสำหรับการอบแห้ง [1-2] งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะสร้างตู้อบความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์ เพื่อที่จะนำเอาอบตะกั่วเหลวซึ่งเป็นตะกั่วที่ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเหลว นำมาสกรีนลงบนแผงวงจรพิมพ์และนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาวางบนแผงวงจรพิมพ์ตามวงจรที่ทำการออกแบบ จากนั้นก็นำไปอบด้วยตู้อบความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์ โดยใช้หลอดฮีตเตอร์อินฟราเรดในการให้ความร้อน แผงรีดความร้อนแบบแสงอาทิตย์ ซึ่งความร้อนจะค่อย ๆ แผ่กระจายเข้าสู่เนื้อตะกั่วเหลว จนหลอมละลายและทำหน้าที่เชื่อมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแผงวงจรพิมพ์แทนการบัดกรีด้วยหัวแร้ง

2. หลักการและการออกแบบตู้อบความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์

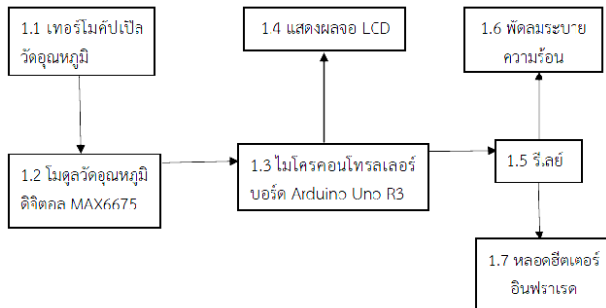
การทำงานของตู้อบความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์เมื่อทำการกดสวิทช์เริ่มทำงาน เทอร์โมคัปเปิลจะทำหน้าที่วัดค่าอุณหภูมิที่อยู่ภายในตู้อบและส่งค่าอุณหภูมิที่วัดได้ไปยังโมดูลวัดอุณหภูมิ MAX 6675 เมื่อโมดูลวัดอุณหภูมิได้รับข้อมูลก็จะส่งไปยังบอร์ดคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลการทำงาน บอร์ดจะประมวลผลการทำงานและสั่งการการทำงาน จอ LCD จะแสดงสถานะของตู้อบแสดงเวลาและอุณหภูมิในการทำงาน รีเลย์โมดูลทำหน้าที่เป็นสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์รับข้อมูลมาจาก Arduino Uno R3 สั่งเปิด-ปิดการทำงานของหลอดฮีตเตอร์

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มท.พระนคร ครั้งที่ 4

Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology

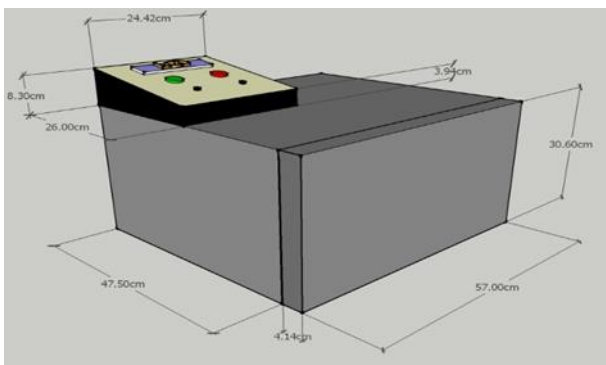
อินฟราเรดและพัฒนาระบบความร้อนและหลอดฮีตเตอร์อินฟราเรดจะทำหน้าที่ในการให้ความร้อนกับตู้อบ ความดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

2.1 การออกแบบตู้ความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์

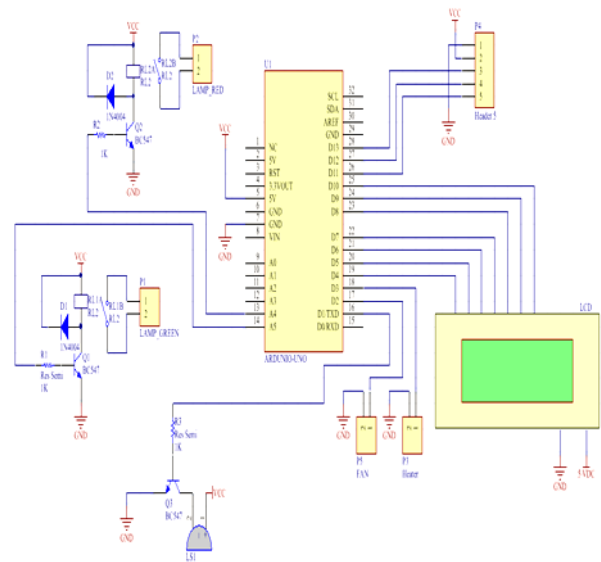
การออกแบบตู้ความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์มีความกว้าง 57 เซนติเมตร ยาว 47.6 เซนติเมตร และ สูง 30.6 เซนติเมตร โดยมีกล่องควบคุมการทำงานขนาด ความกว้าง 24.5 เซนติเมตร ยาว 26.2 เซนติเมตร และสูง 8.3 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2 ภายในประกอบไปด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิและแสดงผลโดยใช้เซ็นเซอร์ MAX 6675 ในการวัดอุณหภูมิภายในตู้อบ ใช้จอ LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด ในการแสดงสถานะการทำงานของตู้อบ เวลาในการอบ และ อุณหภูมิภายในตู้อบ มีไฟ LED แสดงสถานะของตู้อบและเสียงเตือนการอบเสร็จสิ้น โดยการควบคุมการทำงานของตู้อบนั้นใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 สำหรับควบคุมการทำงานทั้งหมด



รูปที่ 2 โครงสร้างภายนอกตู้ความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์

2.2 การออกแบบวงจร

วงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของตู้อบความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์ ใช้บอร์ด Arduino Uno R3 ในการควบคุมและสั่งการการทำงานของตู้อบ เมื่อกดสวิตช์เริ่มทำงานเทอร์โมคัปเปิลจะทำการวัดอุณหภูมิและส่งข้อมูลมาที่โมดูล MAX 6675 และส่งต่อไปยัง บอร์ด Arduino Uno R3 เพื่อประมวลผลและส่งข้อมูลไปแสดงผลที่ จอ LCD แสดงสถานะ อุณหภูมิ และเวลา จากนั้นวงจรรีเลย์รับข้อมูลจากบอร์ด Arduino Uno R3 ทำหน้าที่ เปิด-ปิด การทำงานหลอดฮีตเตอร์อินฟราเรด [3] พัฒนาระบบความร้อน และเมื่อตู้อบเสร็จการทำงานก็จะมีการแจ้งเตือนสัญญาณเตือนเสร็จการทำงาน วงจรรวมสำหรับควบคุมการทำงานของตู้อบนี้แสดงไว้ในรูปที่ 3



รูปที่ 3 วงจรควบคุมการทำงานของตู้ความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์

3. การสร้างและการทดสอบ

การสร้างตู้ความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของโครงสร้างตู้อบและส่วนกล่องควบคุมและแสดงผล โครงสร้างตู้อบเป็นโครงเหล็กและเคลือบด้วยอลูมิเนียมมีความกว้าง 57 เซนติเมตร ความยาว 47.6 เซนติเมตร ความสูง 30.6 เซนติเมตร ทำการยึดหลอดฮีตเตอร์อินฟราเรด ดังรูปที่ 4 มีการบุนวนกันความร้อนบริเวณผนังของในตู้อบดังแสดงในรูปที่ 5 ในส่วนกล่องควบคุมและแสดงผลนั้น ภายในประกอบไปด้วยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน การวัดและควบคุมอุณหภูมิและการแสดงผล หลังการสร้างกล่องควบคุมและแสดงผลเสร็จจะถูก

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4

Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology

นำไปใช้ได้นั่นคือได้อุณหภูมิแบบอินฟราเรดสำหรับ
แผงวงจรพิมพ์ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 4 ตำแหน่งหลอดอินฟราเรดภายในตู้อบ



รูปที่ 7 แผงวงจรควบคุมและแสดงผล



รูปที่ 5 ฉนวนกันความร้อนที่ใส่ไว้บริเวณผนังตู้อบความร้อน



รูปที่ 6 ตู้อบความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์ที่สมบูรณ์

ในส่วนของการสร้างแผงวงจรจะใช้เตารีดรีดลาย
วงจรบนแผ่น PCB แล้วจึงนำไปกัดด้วยน้ำยาลอกทองแดง ทำการเจาะรู
ขาอุปกรณ์ แล้วนำอุปกรณ์มาใส่ตามช่องที่ได้เจาะไว้ ดังรูปที่ 7

ในการทดสอบการทำงานของตู้อบความร้อนแบบอินฟราเรด
สำหรับแผงวงจรพิมพ์นั้นเริ่มจากการเทียบค่าอุณหภูมิระหว่าง
เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ MAX 6695 กับเครื่องวัดอุณหภูมิเดาอบ ซึ่งได้ผลดัง
ตารางที่ 1 จะเห็นว่าผลการวัดอุณหภูมิจากวงจรที่ออกแบบสอดคล้องกับ
ผลการวัดอุณหภูมิจากเครื่องวัดอุณหภูมิเดาอบ

ตารางที่ 1 ผลทดสอบเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิระหว่างเซ็นเซอร์ MAX
6675 กับเครื่องวัดอุณหภูมิเดาอบ

ครั้งที่	เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ MAX 6695	เครื่องวัดอุณหภูมิ เดาอบ	ค่าความคลาด เคลื่อน
1	60	58	2 %
2	90	100	10 %
3	100	108	8 %
4	110	107	3 %
5	120	122	2 %
6	130	133	3 %
7	140	145	5 %
8	150	150	0 %
9	160	163	3 %
10	170	170	0 %

หลังจากนั้นทดสอบตู้อบความร้อนแบบอินฟราเรดสำหรับ
แผงวงจรพิมพ์โดยจับเวลาที่ใช้ในการอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่ง
ได้ผลดัง ตารางที่ 2 ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการอบแผงวงจรพิมพ์แต่ละครั้ง
ซึ่งอุณหภูมิในตู้อบเทียบกับเวลาแสดงเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ได้ดังรูป
ที่ 8

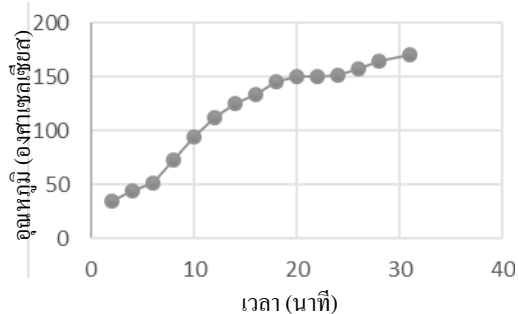
บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4

Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology

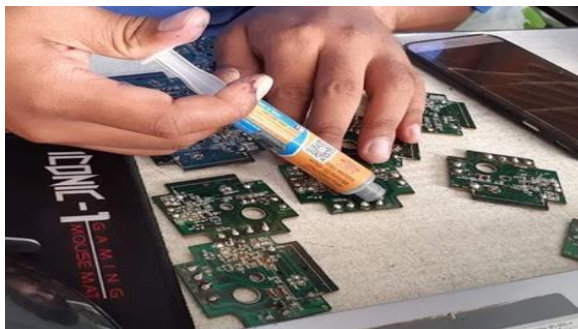
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ครั้งที่	เวลาในการอบ (นาท)
1	30.57
2	32.10
3	30.44
4	32.11
5	31.20
6	30.42
7	32.05
8	32.13
9	30.30
10	30.32



รูปที่ 8 แสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา

ทำการทดสอบดูอุณหภูมิแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์ทดสอบอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำการสกรีนแผงวงจรด้วยตะกั่วเหลว ดังรูปที่ 9 และเรียงบนกระดาษจำนวน 20 แผ่น และนำไปอบ ซึ่งผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 3 ซึ่งจะแสดงความสำเร็จของจำนวนแผงวงจรพิมพ์ที่สามารถอบและตะกั่วละลายได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีอัตราความล้มเหลวหรือการอบไม่สมบูรณ์ไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 9 ทำการสกรีนแผงวงจรพิมพ์ด้วยตะกั่วเหลว

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบอบแผงวงจรพิมพ์

ครั้งที่	จำนวนแผงวงจรที่นำไปอบ (แผ่น)	แผงวงจรที่ตะกั่วเหลวละลาย (แผ่น)	ค่าความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)
1	20	16	4 %
2	20	18	2 %
3	20	18	2 %
4	20	17	3 %
5	20	16	4 %

4. บทสรุป

จากการทดลองดูอุณหภูมิแบบอินฟราเรดสำหรับแผงวงจรพิมพ์ พบว่าค่าเฉลี่ยความผิดพลาดในการวัดอุณหภูมิเทียบกับเครื่องวัดอุณหภูมิเดาอบอยู่ที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิที่ใช้ทำการอบอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการอบเฉลี่ยแล้วที่ 32.03 นาที สำหรับการอบครั้งแรกหรือจากอุณหภูมิในเดาอบเป็นอุณหภูมิห้อง และเมื่อทำการอบต่อเนื่องจะใช้เวลาในการอบ 16.54 นาที ในการทดลองการอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 20 แผ่น ที่วางกระจายอย่างสม่ำเสมอในตู้อบนั้นพบว่าแผงวงจรพิมพ์ที่ตะกั่วหลอมละลายได้อย่างสมบูรณ์และไม่ทำให้แผงวงจรพิมพ์เกิดการไหม้นั้นคิดเป็น 85 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองพบว่าแบบรูปอุณหภูมิ (Temperature Pattern) ดังเช่นแผนภูมิดังรูปที่ 8 นั้นมีผลต่ออัตราความล้มเหลว (Failure Rate) ของผลการอบแผงวงจรพิมพ์และมีผลต่อเวลาของการอบในกรณีอบอย่างต่อเนื่อง โดยแบบรูปอุณหภูมินี้ควรกำหนดให้มีขั้นตอน อย่างน้อย 3 ขั้นตอน คือ การให้ความร้อนเริ่มต้น (Pre-heating) การให้ความร้อนอุณหภูมิคงตัว (constant temperature) และการเร่งให้อุณหภูมิถึงจุดหลอมละลาย (heating up) ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอไว้เพื่อการพัฒนาต่อไปในอนาคต

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] จักรพล ชันแก้ว, เอกลักษณ์ วาริสุข, “เครื่องอบหมาดสีสกรีนแบบรังสีอินฟราเรด,” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลภาคพายัพ, 2548
- [2] กิตติศักดิ์ บุญเสาร์, วิทวัส พลแสน, “เครื่องอบแห้งระบบสูญญากาศด้วยฮีตเตอร์อินฟราเรด (VACUUM DRYER WITH INFRARED HEATER),” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (เครื่องกล), สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ, 2546
- [3] Heater infrared. (ออนไลน์), สืบค้นจาก: www.sangchaimeter.com