ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
190953

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบซีพีซี (CPC)

Development of Compound Parabolic Concentrating Collector (CPC)

โดย นายวิสุทธิ์ แช่มสะอาด และคณะ

กรกฎาคม 2555

b00256169

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
190953

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบซีพีซี (CPC)

Development of Compound Parabolic Concentrating Collector (CPC)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

โดย นายวิสุทธิ์ แช่มสะอาด และคณะ

กรกฎาคม 2555

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบซีพีซี (CPC)

Development of Compound Parabolic Concentrating Collector (CPC)

คณะผู้วิจัย สังกัดวิทยาลัยพลังงานทดแทน

นายวิสุทธิ์	แช่มสะอาด
ดร.สุขฤดี	สุขใจ
ดร.อนันต์	พงศ์ธรกุลพานิช
นายไพฑูรย์	เหล่าดี
นายสรวิศ	สอนสารี

สนับสนุนโดยงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยนเรศวร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2554 คณะผู้ดำเนินงานวิจัยใคร่ขอขอบคุณอย่างยิ่ง ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรที่สนับสนุนงานวิจัยอย่างจริงจัง และต่อเนื่องมาโดยตลอด และขอขอบคุณคณะนักวิจัยทุกท่าน เจ้าหน้าที่ฝ่ายสนับสนุนของวิทยาลัยพลังงานทดแทนทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คณะผู้วิจัย

กรกฎาคม 2555

บทคัดย่อ

190953

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (CPC) โดยเน้นผลิตจากวัสดุภายในประเทศ การศึกษาจะเป็นการออกแบบและสร้างแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์รูปประกอบพาราโบลา โดยทำการทดสอบร่วมกับระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ ที่มีพื้นที่ตัวเก็บรังสีอาทิตย์รวม (Gross Area) ไม่น้อยกว่า 2 ตารางเมตร การวิเคราะห์จะเป็นการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (CPC) เปรียบเทียบกับระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (Non-CPC) จากผลการศึกษาพบว่า ระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลาสามารถผลิตพลังงานความร้อนได้มากกว่าระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา 73.7% โดยเปรียบเทียบที่พลังงานแสงอาทิตย์ 1 MJ/m^2 และมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบแบบ Base on gross area มากกว่า 73.38% คือมีค่าเท่ากับ 45.6% และ 26.3% ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบแบบ Base on absorber area แล้วพบว่าระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลามีประสิทธิภาพน้อยกว่าระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา 15.14% คือมีค่าเท่ากับ 68.7% และ 79.1% ตามลำดับ

คำสำคัญ: พลังงานแสงอาทิตย์ / ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา / ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบซีพีซี / ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

Abstract

190953

This research has developed a compound parabolic concentrator collector (CPC) by focusing on the local materials production. The study is design and constructs compound parabolic concentrator reflector and test it with evacuated tube solar hot water system that has gross area of the collector not less than two square meters. The analysis is to analyze the systems thermal performance for evacuated tube solar hot water system with compound parabolic concentrator (CPC) compared with evacuated tube solar hot water system without compound parabolic concentrator (Non-CPC). The study found that evacuated tube solar hot water system with compound parabolic concentrator is able to produce more heat energy than evacuated tube solar hot water system without compound parabolic concentrator 73.7% at solar energy input 1 MJ/m^2 and has more thermal efficiency base on gross area of 73.38%, the values are 45.6% and 26.3% respectively. Consider to thermal efficiency base on absorber area, evacuated tube solar hot water system with compound parabolic concentrator has less efficiency than evacuated tube solar hot water system without compound parabolic concentrator 15.14%, the values are 68.7% and 79.1% respectively.

Keywords: Solar Energy / Compound Parabolic Concentrator (CPC) / Thermal Performance

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบาญ	จ
สารบาญตาราง	ช
สารบาญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	3
1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	5
2.1 การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	5
2.2 แผงรับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (Compound Parabolic Concentrator, CPC)	6
2.3 ข้อจำกัดของ CPC ในการรับรังสี	9
2.4 ความร้อนนำไปใช้ประโยชน์จากตัวรวมรังสี	10
2.5 ประสิทธิภาพของตัวรวมรังสีรูปประกอบพาราโบลา	10
2.6 ความแตกต่างของพื้นที่ในการคำนวณความร้อนที่ได้จากตัวเก็บรังสีอาทิตย์	11
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	14
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ	14
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล	17
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์	20
4.1 ผลการทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (CPC)	21

4.2 ผลการทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (Non-CPC) 25

4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากการทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (With-CPC) และที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (Non-CPC) 29

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 31

5.1 สรุปผลการศึกษา 31

5.2 ข้อเสนอแนะ 31

บรรณานุกรม 33

ภาคผนวก 34

ภาคผนวก ก ผลงานวิจัยที่ได้นำเสนอในงานประชุมวิชาการ 35

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

2.1 ความสัมพันธ์ของความสูง (H) ความยาวโฟกัส (f) ครึ่งมุมรับรังสี (θ_c) และเส้นรอบรูปของเป้ารับรังสี (เฉพาะด้านที่รับรังสี, a) ของ CPC 8

4.1 ข้อมูลจากการทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา 22

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา 23

4.3 ข้อมูลจากการทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา 26

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา 27

สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
2.1 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (Flat – Plate Solar Collector)	5
2.2 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อความร้อนชนิดท่อสุญญากาศ (Evacuated Tube Heat Pipe Solar Collector)	5
2.3 ชนิดและส่วนประกอบของ CPC แต่ละแบบ	7
2.4 อัตราส่วนความสูงต่อหน้าตัดรับรังสี (H/A) ของ CPC แบบเต็มและแบบที่ถูกตัดบางส่วน	9
2.5 อัตราส่วนของผิวสะท้อนรังสีต่อพื้นที่หน้าตัดแผงรับรังสีของ CPC แบบเต็มและแบบที่ถูกตัดบางส่วน	9
2.6 ภาพตัดขวางแสดงความแตกต่างของพื้นที่สำหรับนำมาคำนวณความร้อนที่ได้จากตัวเก็บรังสีอาทิตย์	12
3.1 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (CPC)	14
3.2 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (Non-CPC)	15
3.3 ชุดอ่านและบันทึกข้อมูล	16
3.4 อุปกรณ์วัดค่ารังสีอาทิตย์ชนิดรังสีรวม (Pyranometer) ยี่ห้อ KIPP & ZONE รุ่น CM11	16
3.5 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ Thermocouple Type K	17
3.6 แสดงขนาดของเป้ารับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (CPC)	18
3.8 ผังแสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัดข้อมูลในการทดสอบสมรรถนะเชิงความร้อนของระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	18
4.1 กราฟแสดงค่ารังสีอาทิตย์ อุณหภูมิแวดล้อม และอุณหภูมิน้ำร้อน ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา	21
4.2 กราฟแสดงค่าพลังงานแสงอาทิตย์กับพลังงานที่ได้จากระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (CPC)	24
4.3 กราฟแสดงค่ารังสีอาทิตย์ อุณหภูมิแวดล้อม และอุณหภูมิน้ำร้อน ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา	25
4.4 กราฟแสดงค่าพลังงานแสงอาทิตย์กับพลังงานที่ได้จากระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (Non-CPC)	28
4.5 กราฟเปรียบเทียบพลังงานที่ระบบได้รับและพลังงานที่ได้จากระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ระบบ	29

4.6 กราฟเปรียบเทียบพลังงานที่ผลิตได้ต่อพลังงานแสงอาทิตย์ 1 MJ/m^2 จากระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ระบบ 29
4.7 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ระบบ 30