

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
สมมุติฐานของการวิจัย.....	4
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
รังสีแสงอาทิตย์.....	5
มวลอากาศ.....	8
ระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน.....	10
การทดสอบประสิทธิภาพรวมของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน...	20
การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์.....	21
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	27
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	27
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	28
การออกแบบระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน.....	29
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	32
การทดสอบประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน.....	36
การประเมินความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานร่วม เซลล์สุริยะ/ความร้อน.....	39

สารบัญ (ต่อ)

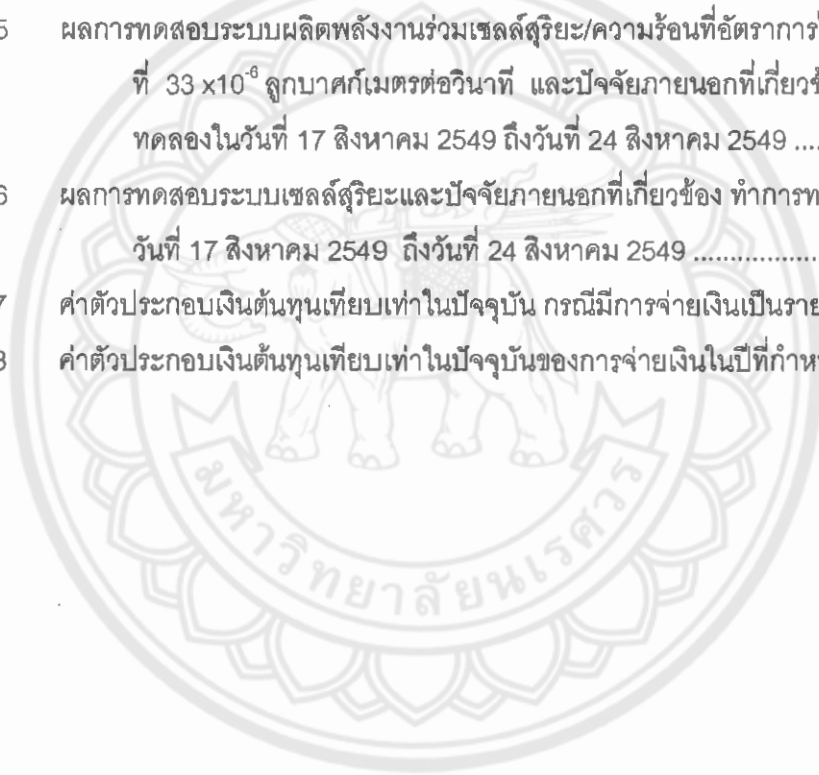
บทที่	หน้า
4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน.....	41
ผลการประเมินความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน.....	60
5 สรุปผลการวิจัย.....	64
สรุปผลการวิจัย.....	64
อภิปรายผลการวิจัย.....	66
ข้อเสนอแนะ.....	68
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก คุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของมอดูลเซลล์สุริยะที่ทำการติดตั้งระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน.....	71
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อนกับระบบเซลล์สุริยะ.....	78
ภาคผนวก ค ค่าตัวประกอบเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบัน กรณีมีการจ่ายเงินเป็นรายปีและค่าตัวประกอบเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบันของการจ่ายเงินในปีที่กำหนด.....	163
ประวัติผู้วิจัย.....	166

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 สมบัติวัสดุของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน.....	32
2 ค่าเฉลี่ยรายวันของคุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของมอดูลเซลล์สุริยะที่ทำการติดตั้ง ระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อนที่สภาวะต่าง ๆ	47
3 ค่าเฉลี่ยรายวันของคุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของมอดูลเซลล์สุริยะที่ไม่ทำการติดตั้ง ระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อนที่สภาวะต่าง ๆ	48
4 ค่าเฉลี่ยรายวันของคุณสมบัติเชิงความร้อนของมอดูลเซลล์สุริยะที่ทำการติดตั้งระบบ ผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน ที่อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 33×10^{-6} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	53
5 ค่าเฉลี่ยรายวันของคุณสมบัติเชิงความร้อนของมอดูลเซลล์สุริยะที่ทำการติดตั้ง ระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน ที่อัตราการไหลของน้ำ เท่ากับ 50×10^{-6} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	54
6 ค่าเฉลี่ยรายวันของคุณสมบัติเชิงความร้อนของมอดูลเซลล์สุริยะที่ทำการติดตั้งระบบ ผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน ที่อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 100×10^{-6} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	55
7 ค่าเฉลี่ยรายวันของประสิทธิภาพรวมของระบบผลิตพลังงานร่วม เซลล์สุริยะ/ความร้อนที่อัตราการไหลของน้ำค่าต่าง ๆ	58
8 รายละเอียดค่าใช้จ่ายต่อหนึ่งระบบ	60
9 ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานต่อหนึ่งระบบผลิตพลังงานร่วม เซลล์สุริยะ/ความร้อน	62
10 คุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของมอดูลเซลล์สุริยะที่ทำการติดตั้งระบบผลิตพลังงานร่วม เซลล์สุริยะ/ความร้อน	72
11 ผลการทดสอบระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อนที่อัตราการไหลของน้ำ ที่ 50×10^{-6} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง ทำการ ทดลองในวันที่ 1 สิงหาคม 2549 ถึงวันที่ 8 สิงหาคม 2549	79
12 ผลการทดสอบระบบเซลล์สุริยะและปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง ทำการทดลองใน วันที่ 1 สิงหาคม 2549 ถึงวันที่ 8 สิงหาคม 2549	93

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
13	ผลการทดสอบระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อนที่อัตราการไหลของน้ำ ที่ 100×10^{-6} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง ทำการ ทดลองในวันที่ 9 สิงหาคม 2549 ถึงวันที่ 16 สิงหาคม 2549	107
14	ผลการทดสอบเซลล์สุริยะและปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง ทำการทดลองในวันที่ 9 สิงหาคม 2549 ถึงวันที่ 16 สิงหาคม 2549	121
15	ผลการทดสอบระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อนที่อัตราการไหลของน้ำ ที่ 33×10^{-6} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง ทำการ ทดลองในวันที่ 17 สิงหาคม 2549 ถึงวันที่ 24 สิงหาคม 2549	135
16	ผลการทดสอบระบบเซลล์สุริยะและปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง ทำการทดลองใน วันที่ 17 สิงหาคม 2549 ถึงวันที่ 24 สิงหาคม 2549	149
17	ค่าตัวประกอบเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบัน กรณีมีการจ่ายเงินเป็นรายปี (Pa)	164
18	ค่าตัวประกอบเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบันของการจ่ายเงินในปีที่กำหนด (Pr)	165



บัญชีภาพ

ภาพ		หน้า
1	แบบจำลองลักษณะภายในของดวงอาทิตย์	5
2	การเปรียบเทียบสเปกตรัมของรังสีดวงอาทิตย์เทียบกับวัตถุดำอุณหภูมิ 6,000 องศาเซลวิน	6
3	การเปลี่ยนแปลงของรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวโลก	6
4	การกระจายของสเปกตรัมของรังสีแสงอาทิตย์เมื่อผ่านบรรยากาศโลก	7
5	การเกิดคู่อิเล็กตรอน – โฮลด้วยแสงที่ตกกระทบ	11
6	วงจรไฟฟ้าสมมูล	12
7	คุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของเซลล์สุริยะ	12
8	ลักษณะกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของเซลล์สุริยะ	13
9	ผลของอุณหภูมิต่อลักษณะเชิงไฟฟ้าของเซลล์สุริยะ	15
10	ผลของความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ต่อลักษณะเชิงไฟฟ้าของเซลล์สุริยะ	16
11	มอดูลเซลล์สุริยะของบริษัท Solarex รุ่น MSX-64	27
12	การปิดด้านหลังของมอดูลเซลล์สุริยะด้วยแผ่นโลหะ	29
13	ภาคตัดขวางของระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อนเมื่อปิดกันด้วยแผ่นโลหะ	30
14	ช่องสำหรับให้น้ำไหลผ่านด้านหลังมอดูลเซลล์สุริยะ	30
15	การไหลของน้ำผ่านด้านหลังของมอดูลเซลล์สุริยะ/ความร้อน	31
16	ภาคตัดขวางของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อนที่ทำการหุ้มฉนวน ...	31
17	วงจรการทดสอบคุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของระบบผลิตพลังงานร่วม เซลล์สุริยะ/ความร้อน	33
18	แสดงตำแหน่งติดตั้งห้ววัดอุณหภูมิ	33
19	ตำแหน่งติดห้ววัดอุณหภูมิ.....	35
20	การต่อท่อสำหรับทดสอบระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน.....	35
21	กราฟแสดงการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นของกระแสไฟฟ้าลัดวงจร.....	42
22	กราฟแสดงการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นของแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด.....	42
23	การเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่ได้จากการสร้างแบบจำลองและที่ได้การ ทดสอบในภาคสนาม.....	43

บัญชีภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
24	การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดที่ได้จากการสร้างแบบจำลองและที่ได้จากการทดสอบในภาคสนาม.....	44
25	การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้จากการสร้างแบบจำลองและที่ได้จากการทดสอบในภาคสนาม.....	45
26	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าที่ได้จากการสร้างแบบจำลองและที่ได้จากการทดสอบในภาคสนาม.....	46
27	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีแสงอาทิตย์กับกระแสไฟฟ้าลัดวงจร.....	49
28	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของมอดูลเซลล์สุริยะกับแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดที่ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์มีค่าคงที่.....	50
29	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับกำลังไฟฟ้าสูงสุดของมอดูลเซลล์สุริยะที่ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์มีค่าคงที่.....	51
30	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าของมอดูลเซลล์สุริยะที่ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์มีค่าคงที่.....	52
31	กราฟคุณสมบัติเชิงความร้อนของมอดูลเซลล์สุริยะที่ทำการติดตั้งระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน ที่อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 33×10^{-6} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที.....	53
32	กราฟคุณสมบัติเชิงความร้อนของมอดูลเซลล์สุริยะที่ทำการติดตั้งระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน ที่อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 50×10^{-6} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที.....	54
33	กราฟคุณสมบัติเชิงความร้อนของมอดูลเซลล์สุริยะที่ทำการติดตั้งระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน ที่อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 100×10^{-6} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที.....	55
34	กราฟคุณสมบัติเชิงความร้อนของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน ที่ค่าอัตราการไหลของน้ำค่าต่าง ๆ	56