สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา	3
	ขอบเขตของงานวิจัย	3
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
	ตัวเก็บรังสีอาทิตย์	4
	ประเภทตัวเก็บรังสีอาทิตย์	4
	ตัวเก็บรังสีชนิดสุญญากาศ (ETC)	4
	มาตรฐานการทดสอบตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ISO 9806-1	17
	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	18
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	30
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	31
	ส่วนที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอะลูมิเนียมอะโนไดซ์	31
	ส่วนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ประยุกต์ใช้อะลูมิเนียมอะโนไดซ์เป็นตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์	35
	ส่วนที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของตัวเก็บรังสี-อาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ประยุกต์ใช้อะลูมิเนียมอะโนไดซ์เป็นตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์	37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	38
	ส่วนที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอะลูมิเนียม-อะโนไดซ์	39
	ส่วนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูลการหาประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ประยุกต์ใช้อะลูมิเนียมอะโนไดซ์เป็นตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์	40
	ส่วนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ประยุกต์ใช้อะลูมิเนียมอะโนไดซ์เป็นตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์	43
4	**ผลการวิจัย**	44
	ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอะลูมิเนียมอะโนไดซ์	46
	ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ประยุกต์ใช้อะลูมิเนียมอะโนไดซ์เป็นตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์	55
	ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ประยุกต์ใช้อะลูมิเนียมอะโนไดซ์เป็นตัวดูดกลืน-รังสีอาทิตย์	68

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	**บทสรุป**	73
	สรุปผลการวิเคราะห์โครงสร้างสัณฐาน	73
	สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน	73
	สรุปผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์	74
	ข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม		75
ภาคผนวก		83
ประวัติผู้วิจัย		126

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ประเภทของตัวเก็บรังสีอาทิตย์	5
2	ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน	40
3	ความหนาเฉลี่ยของชั้นเคลือบอะลูมิเนียมอะโนไดซ์	47
4	ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสี (Absorbtance) และสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสี (Reflectance) ของอะลูมิเนียมอะโนไดซ์	54
5	ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ประยุกต์ใช้ฟิล์มอะลูมิเนียม	61
6	ความสัมพันธ์ระหว่างผลทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนกับความหนาของฟิล์มอะลูมิเนียมอะโนไดซ์	61
7	เปรียบเทียบสมการแสดงค่าสมรรถนะทางความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ประยุกต์ใช้อะลูมิเนียมอะโนไดซ์กับตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่จำหน่ายตามท้องตลาดที่ผ่านการทดสอบโดยวิทยาลัยพลังงานทดแทน	62
8	ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าพลังงานรายปี	65
9	ค่าพลังงานความร้อนรายปีที่ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบสุญญากาศที่ประยุกต์ใช้อะลูมิเนียมอะโนไดซ์ผลิตได้	66
10	ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการตลอดอายุโครงการ	70
11	ตัวแปรและข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ	71
12	มูลค่าตัวชี้วัดและพลังงานที่สามารถผลิตได้	71
13	แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนพลังงาน (LCOE) แต่ละชนิด แต่ละชนิดเทียบกับแต่ละความหนาของชั้นฟิล์มอะลูมิเนียมอะโนไดซ์	72
14	การคำนวณค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของฟิล์มอะลูมิเนียมหนา 16ไมโครเมตร	96
15	ข้อมูลสำหรับคำนวณประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ประยุกต์ใช้แผ่นอะลูมิเนียมอะโนไดซ์ความหนา 16 ไมโครเมตร	98
16	รายละเอียดการคำนวณพลังงานรายปี	102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

17 แสดงปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง (ค่าความร้อนสุทธิ)..... 104
18 ต้นทุน-ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ประยุกต์ ความหนา 16 ไมโครเมตร..... 107
19 การคำนวณต้นทุนพลังงาน (LCOE) ของแต่ละชนิดพลังงาน..... 108

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 ส่วนประกอบของท่อแก้วสุญญากาศ..... 2
2 ลักษณะการติดตั้งของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ชนิดสุญญากาศและส่วนประกอบภายในของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ชนิดท่อสุญญากาศ..... 6
3 Spectral performance of an ideal selective solar absorber 8
4 กระบวนการอะลูมิเนียมอะโนไดซ์..... 10
5 ภาพตัดขวางแสดงการสูญเสียความร้อนแบบต่างๆ ภายในท่อแก้วสุญญากาศ..... 12
6 การทำงานของท่อแก้วสุญญากาศ..... 13
7 ประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์..... 15
8 แผนภาพการทดสอบประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบระบบเปิด..... 17
9 ตัวเก็บรังสีแบบท่อสุญญากาศชนิดใส่ท่อตัวยู..... 20
10 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศชนิดใส่สารทำงาน..... 21
11 ท่อสุญญากาศแบบท่อตัวยูชนิดเติมสารทำงาน..... 22
12 ภาพตัดขวางและด้านของของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบสุญญากาศที่ออกแบบใหม่ 23
13 (ก-ง) ภาคตัดขวางของรูปแบบต่างๆ..... 24
14 ผลของปริมาณนิกเกิลต่อค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสี, ประสิทธิภาพเชิงความร้อน, สัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีและสัมประสิทธิ์การแผ่รังสี..... 28
15 การประกอบอลูมิเนียมอะโนไดซ์เข้ากับท่อแก้วสุญญากาศ..... 30
16 Shimadzu UV-3101PC spectrophotometer..... 31
17 JEOL JSM-5910 LV scanning electron microscope..... 33
18 Rigaku miniflex II X-ray diffraction..... 34
19 แท่นทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน..... 35
20 การติดตั้งเครื่องมือวัดสำหรับแท่นทดสอบตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบกลางแจ้ง..... 36
21 แผนภาพแสดงกระบวนการทำงานวิจัย..... 38
22 ตัวอย่างชิ้นงานสำหรับส่งทดสอบ..... 39
23 การควบคุมอัตราการไหลของน้ำในการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน..... 41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
24	แผนผังขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
25	แผ่นอะลูมิเนียม ก่อน-หลัง ผ่านกระบวนการอะโนไดซ์.....	44
26	อะลูมิเนียมอะโนไดซ์ทั้ง 3 ความหนา.....	45
27	รูปแบบ XRD ของแผ่นอะลูมิเนียมและแผ่นอะลูมิเนียมอะโนไดซ์ 3 ความหนา เทียบกับฐานข้อมูล JCPDS ของ Al ,Al_2O_3, Ni และ NiO.....	46
28	แผ่นอะลูมิเนียมอะโนไดซ์ความหนา 11 ไมโครเมตร.....	48
29	แผ่นอะลูมิเนียมอะโนไดซ์ความหนา 12 ไมโครเมตร.....	48
30	แผ่นอะลูมิเนียมอะโนไดซ์ความหนา 16 ไมโครเมตร.....	48
31	ผลวิเคราะห์แผ่นอะลูมิเนียมด้วยเครื่อง SEM-EDS	49
32	ผลวิเคราะห์ SEM-EDS linescan ของภาพตัดขวางแผ่นอะลูมิเนียมอะโนไดซ์.....	50
33	ผลวิเคราะห์ SEM-EDS Mapping ของภาพตัดขวางแผ่นอะลูมิเนียมอะโนไดซ์....	51
34	ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสี (Reflectance) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสี (Absorbtance) และค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของอะลูมิเนียมอะโนไดซ์ที่ความหนา 11 ไมโครเมตร เทียบกับความหนาแน่นกำลังรังสีอาทิตย์.....	53
35	ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสี (Reflectance) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสี (Absorbtance) และค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของอะลูมิเนียมอะโนไดซ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร เทียบกับความหนาแน่นกำลังรังสีอาทิตย์.....	53
36	ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสี (Reflectance) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสี (Absorbtance) และค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของอะลูมิเนียมอะโนไดซ์ที่ความหนา 16 ไมโครเมตร เทียบกับความหนาแน่นกำลังรังสีอาทิตย์.....	54
37	ประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศประยุกต์ใช้อะลูมิเนียมอะโนไดซ์ความหนา 11 ไมโครเมตร เป็นตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์.....	55
38	ประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศประยุกต์ใช้อะลูมิเนียมอะโนไดซ์ความหนา 12 ไมโครเมตร เป็นตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์.....	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
39	ประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ ประยุกต์ใช้อะลูมิเนียมอะโนไดซ์ความหนา 16 ไมโครเมตร เป็นตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์.....	57
40	กลไกการเปลี่ยนรังสีอาทิตย์เป็นความร้อนถ่ายเทไปยังแผ่นอะลูมิเนียม.....	58
41	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนกับความหนาของชั้นฟิล์มอะลูมิเนียมอะโนไดซ์.....	60
42	สมรรถนะทางความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 800 W/m^2.....	64
43	ค่าพลังงานความร้อนรายปีที่ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ผลิตได้.....	67