

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพประกอบ	(10)
 บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและ/เชิงประยุกต์.....	3
1.5 คำสำคัญของวิทยานิพนธ์.....	3
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 หลักการของแสง.....	6
2.1.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	6
2.1.2 สมการคลื่น	8
2.2 โฟลาโรเซชันของแสง.....	14
2.3 สมบัติทางแสงของวัตถุ.....	15

2.4	สมการพื้นฐานของอิลิปโซเมทรี	17
2.5	การคำนวณหาความหนาของฟิล์มโดยวิธีทางแสง.....	19
2.5.1	การหาค่าคงที่ทางแสงโดยวิธี Swanepole	19
2.5.2	การกำหนดความหนาของฟิล์ม.....	25
3.	วิธีการวิจัย.....	27
3.1	การศึกษาสมบัติทางแสงของฟิล์มเซอริโคเนียมไดออกไซด์โดยเทคนิคสเปกโตรสโคปิกอิลิปโซเมทรี.....	27
3.1.1	ขั้นตอนการวิเคราะห์ฟิล์ม.....	28
3.1.2	การสร้างแบบจำลองของฟิล์ม.....	30
3.2	การศึกษาสมบัติทางแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	34
3.3	การศึกษาลักษณะทางกายภาพของฟิล์มด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	37
3.4	การตรวจสอบสมบัติทางโครงสร้างโดยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์.....	38
3.5	เครื่องเคลือบฟิล์มระบบสปีดเตอริง.....	39
3.5.1	ขั้นตอนในการเตรียมฟิล์ม.....	39
3.6	วัสดุที่ใช้ในการทดลอง.....	42
3.7	อุปกรณ์ทำความสะอาดแผ่นรองรับ.....	42
3.8	ขั้นตอนการทำความสะอาดแผ่นรองรับ.....	43
4.	ผลการดำเนินงานวิจัย	44
4.1	การวิเคราะห์สมบัติทางแสงและความหนาของฟิล์มเซอริโคเนียมไดออกไซด์ที่เตรียมด้วยวิธีรีแอคทีฟ แมกนีตรอน สปีดเตอริง.....	44
4.1.1	การใช้เทคนิคสเปกโตรสโคปิกอิลิปโซเมทรีในการวิเคราะห์ฟิล์มเซอริโคเนียมไดออกไซด์.....	45
4.1.1.1	การสร้างแบบจำลองทางกายภาพของฟิล์มเซอริโคเนียม	

ไดออกไซด์.....	46
4.1.1.2 การสร้างแบบจำลองทางแสงฟิล์มเซอริโคเนียม	
ไดออกไซด์.....	48
4.1.1.3 ค่าดัชนีหักเห ค่าสัมประสิทธิ์การดับสูญและค่าช่องว่าง	
พลังงานของฟิล์มเซอริโคเนียมไดออกไซด์.....	56
4.1.2 การใช้เทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรีในการวิเคราะห์ฟิล์มเซอริโคเนียม	
ไดออกไซด์.....	60
4.1.2.1 สเปกตรัมทางแสงของฟิล์มเซอริโคเนียมไดออกไซด์.....	60
4.1.2.2 ค่าดัชนีหักเหของฟิล์มเซอริโคเนียมไดออกไซด์.....	62
4.1.2.2 ความหนาของฟิล์มเซอริโคเนียมไดออกไซด์.....	65
4.2 การวิเคราะห์สมบัติทางแสงและความหนาของฟิล์มเซอริโคเนียมไดออกไซด์	
ที่เตรียมด้วยวิธีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยความร้อน.....	68
4.2.1 ผลกระทบของอุณหภูมิในการอบฟิล์มต่อสมบัติทางแสงของ	
ฟิล์มบางเซอริโคเนียมไดออกไซด์.....	73
4.2.1.1 การวิเคราะห์ค่าการส่งผ่านแสงของฟิล์มบาง	
เซอริโคเนียมไดออกไซด์.....	69
4.2.1.1 การวิเคราะห์โครงสร้างของฟิล์มบางเซอริโคเนียมได	
ออกไซด์.....	70
4.2.2 ผลกระทบของเวลาในการอบฟิล์มต่อสมบัติทางแสงของ	
ฟิล์มบางเซอริโคเนียมไดออกไซด์.....	71
4.2.2.1 การวิเคราะห์ค่าการส่งผ่านแสงของฟิล์มบาง	
เซอริโคเนียมไดออกไซด์.....	71
4.2.2.2 การวิเคราะห์โครงสร้างของฟิล์มบางเซอริโคเนียมได	
ออกไซด์.....	73
4.2.1.3 ค่าดัชนีหักเห ค่าสัมประสิทธิ์การดับสูญ ค่าช่องว่างพลังงาน	
และความหนาของฟิล์มบางเซอริโคเนียมไดออกไซด์	74

4.3 การวิเคราะห์ค่าดัชนีหักเหและความหนาของระบบฟิล์มบางป้องกัน	
การสะท้อนแสง	84
4.3.1 การวิเคราะห์ฟิล์มบางซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO ₂).....	85
4.3.2 การวิเคราะห์ฟิล์มบางเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ (ZrO ₂).....	87
4.3.3 การวิเคราะห์ฟิล์มบาง 5 ชั้น.....	90
5. สรุปผลการศึกษา	79
5.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางแสงและความหนาของฟิล์มเซอร์โคเนียม ไดออกไซด์ที่เตรียมด้วยวิธีแอคทีฟแมกนีตรอน สปีดเตอริง	104
5.1.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางแสงและความหนาด้วยเทคนิคสเปกโตร สโคปิกอิลิปโซเมทรี.....	104
5.1.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางแสงและความหนาด้วยเทคนิคสเปกโตร โฟโตเมทรี.....	105
5.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางแสงและความหนาของฟิล์มเซอร์โคเนียม ไดออกไซด์ที่เตรียมด้วยวิธีปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยความร้อน	106
5.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางแสงและความหนาของฟิล์มที่เคลือบเพื่อ ป้องกันการสะท้อนแสง.....	107
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	108
บรรณานุกรม	109
ภาคผนวก	
ก. สัญลักษณ์ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์.....	113
ข. ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ระดับน้ำทะเล และมวลอากาศ.....	114
ประวัติการศึกษา.....	115