

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(9)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 บทนำตั้งเรื่อง	2
1.2 การตรวจเอกสาร	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	6
2. ทฤษฎีสารและสมบัติเชิงอนุภาคของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	7
2.1 อันตรกิริยาระหว่างโฟตอนกับสาร	9
2.2 การดูดกลืนคลื่นแสงของโมเลกุล	10
2.3 การดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ตและวิสิเบิล	13
3. ทฤษฎีเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอนและแบบคายเซนซีไทเซอร์	15
3.1 ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอน	15
3.2 ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซีไทเซอร์	25
4. วิธีการวิจัย	34
4.1 วัสดุและอุปกรณ์	34
4.2 วิธีการทดลอง	35
4.3 การวัดการตอบสนองต่อแสง	40
4.4 การวัดประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซีไทเซอร์	43

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5. ผลและการอภิปรายผล	44
5.1 ค่าแอมบอสมแบนด์ของคลอโรฟิลล์ที่ได้จากพืชทั้ง 3 ชนิด	44
5.2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซีไทเซออร์ที่ใช้ไอเล็กโตรไลต์ KI/I <sub>2</sub>	46
5.3 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซีไทเซออร์ที่ใช้ไอ I <sub>2</sub> บริสุทธิ์	50
5.4 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซีไทเซออร์โดยใช้อิเล็กโตรไลต์ FeCl <sub>3</sub>	54
5.5 การทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซีไทเซออร์โดยใช้อิ I <sub>2</sub> บริสุทธิ์โดยวัดกับแสงอาทิตย์	57
5.6 ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซีไทเซออร์	59
6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	63
6.1 บทสรุป	63
6.2 ข้อเสนอแนะ	64
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	69
(ก) ภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 ชนิด	70
(ข) ตารางข้อมูลการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของเซลล์แสงอาทิตย์	72
(ค) Manuscripts	81
ประวัติผู้เขียน	92

## รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1-1 ค่าประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ แบบใช้สี่ข้อมจากอดีตจนถึงปี ค.ศ.2001	5
2-1 ชนิด ความยาวคลื่น ความถี่ และพลังงานควอนตัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	8
2-2 ชนิดของพลังงานและช่วงความยาวคลื่นเฉพาะที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะ	12
5-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน ความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้า	59
ข-1 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์ที่ใช้ไอเล็กโตรไลต์ KI/I <sub>2</sub> ครั้งที่ 1	72
ข-2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์ที่ใช้ไอเล็กโตรไลต์ KI/I <sub>2</sub> ครั้งที่ 2	73
ข-3 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์ที่ใช้ไอเล็กโตรไลต์ KI/I <sub>2</sub> ครั้งที่ 3	74
ข-4 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์ที่ใช้ไอ I <sub>2</sub> บริสุทธิ์ ครั้งที่ 1	75
ข-5 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์ที่ใช้ไอ I <sub>2</sub> บริสุทธิ์ ครั้งที่ 2	76
ข-6 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์ที่ใช้ไอ I <sub>2</sub> บริสุทธิ์ ครั้งที่ 3	77
ข-7 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์โดยใช้ไอเล็กโตรไลต์ FeCl <sub>3</sub> ครั้งที่ 1	78
ข-8 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์โดยใช้ไอเล็กโตรไลต์ FeCl <sub>3</sub> ครั้งที่ 2	79
ข-9 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์ที่ใช้ไอ I <sub>2</sub> บริสุทธิ์ ที่ทดสอบกับแสงอาทิตย์	80

## รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1-1 Fluorescence spectra ของ Chlorine- $e_6$ ในสารละลายเมทานอลและ Chlorine- $e_6$ ที่เกาะอยู่บน $TiO_2$	3
2-1 การเปลี่ยนสถานะของระดับพลังงานของการสั้น (V) ระดับพลังงานของการหมุน (R) และระดับพลังงานอิเล็กตรอน (E) ของโมเลกุลอันเนื่องมาจากการดูดกลืนคลื่นแสง	11
2-2 ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะ	14
3-1 โครงสร้างและแผนภาพของแถบพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์รอยต่อ p-n	15
3-2 วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์ทั่วไป	21
3-3 ลักษณะสมบัติเอาต์พุตของเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอน	24
3-4 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดหัวต่อสารกึ่งตัวนำ-ของเหลว	27
3-5 แถบพลังงานของไทเทเนียมไดออกไซด์	28
3-6 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซีไทเซออร์	29
3-7 ขั้นตอนการเกิดกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซีไทเซออร์	31
3-8 รอยต่ออิเล็กโทรไลต์และสารกึ่งตัวนำ	32
4-1 การฉีดพื้นละอองสารละลาย $SnCl_4$ เพื่อทำให้เกิดการนำไฟฟ้าบนกระจก	36
4-2 UV/Vis Spectrophotometer และลักษณะของสารละลายคลอโรฟิลล์	36
4-3 การเคลือบของผสมเข้มข้น $TiO_2$ บนกระจกนำไฟฟ้าที่เตรียม	37
4-4 แผ่นขั้วไฟฟ้าโปร่งใสที่มี $TiO_2$ เคลือบอยู่มาแช่ในสารละลายคลอโรฟิลล์	38
4-5 แผ่นขั้วไฟฟ้าโปร่งใสที่เคลือบด้วยเขม่าดำ	38
4-6 การประกบกันของด้านที่มี $TiO_2$ และด้านที่มีเขม่าดำ	39
4-7 การให้ไอ $I_2$ แผ่นขั้วไฟฟ้าโปร่งใสด้านที่มี $TiO_2$ เคลือบอยู่	40
4-8 การวัดค่าค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดที่ค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux	41
4-9 การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด ภายใต้ค่าการส่องสว่าง 0 Lux	42
4-10 วงจรทดสอบประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์	43

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
5-1 ค่าแอบซอบแบนด์ของคลอโรฟิลล์ที่ได้จากใบตะไคร้	44
5-2 ค่าแอบซอบแบนด์ของคลอโรฟิลล์ที่ได้จากสาหร่ายจิ๋ม่าย	45
5-3 ค่าแอบซอบแบนด์ของคลอโรฟิลล์ที่ได้จากใบมะนาว	46
5-4 ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดเมื่อใช้แสงค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux และ 0 Lux ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ใช้ KI/L <sub>2</sub> ครั้งที่ 1	47
5-5 ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดเมื่อใช้แสงที่มีค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux และ 0 Lux ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ 1 ครั้งที่ 2	48
5-6 การทดสอบโดยใช้ค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux และ 0 Lux ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ 1 ครั้งที่ 3	49
5-7 การเปรียบเทียบการทดสอบโดยใช้ค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux และ 0 Lux ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ 1	50
5-8 การทดสอบโดยใช้ค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux และ 0 Lux ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ 2 ครั้งที่ 1	51
5-9 การทดสอบโดยใช้ค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux และ 0 Lux ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ 2 ครั้งที่ 2	52
5-10 การทดสอบโดยใช้ค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux และ 0 Lux ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ 2 ครั้งที่ 3	53
5-11 การเปรียบเทียบการทดสอบโดยใช้ค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux และ 0 Lux ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ 2	54
5-12 การทดสอบโดยใช้ค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux และ 0 Lux ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ 3 ครั้งที่ 1	55
5-13 การทดสอบโดยใช้ค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux และ 0 Lux ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ 3 ครั้งที่ 2	56
5-14 การเปรียบเทียบการทดสอบโดยใช้ค่าการส่องสว่างที่ 1,000 Lux และ 0 Lux ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ 3	57

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
5-15 การทดสอบโดยใช้ค่าการส่องสว่างจากแสงอาทิตย์ของ เซลล์ แสงอาทิตย์ที่ใช้ไอ I <sub>2</sub> บริสุทธิ์	58
5-16 ความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ 2	61
ก-1 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์โดยใช้อิเล็กโทรไลต์ KI/I <sub>2</sub>	70
ก-2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์โดยใช้ไอ I <sub>2</sub> บริสุทธิ์	70
ก-3 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคายเซนซิไทเซอร์โดยใช้อิเล็กโทรไลต์ FeCl <sub>3</sub>	71