

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การนำไฟฟ้าของวัสดุ	4
2.2 สภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุ (Conductivity)	8
2.3 พอลิเมอร์นำไฟฟ้า	11
2.4 โครงสร้างและกลไกการนำไฟฟ้าของพอลิเมอร์นำไฟฟ้า	14
2.5 Electroactive Polymer	15
2.6 แอคทูเอเตอร์ (Actuator)	16
2.7 ทฤษฎี One-point dipole	17
2.8 อนุภาคที่พอลาไรซ์ได้ (Polarized particle)	19
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 วิธีดำเนินการทดลอง	27
3.2 อุปกรณ์และสารเคมี	31
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	33
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์	34
ผลการทดลอง	34
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	52

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุบางชนิดที่อุณหภูมิห้อง	9
3.1	แสดงปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมพอลิไคเมทิลไซลอคเซนที่อัตราการเชื่อมโยงต่างๆ	27
3.2	แสดงแผนการดำเนินงาน	33
4.1	ลักษณะทางกายภาพของชิ้นงานพอลิไคเมทิลไซลอคเซนที่เตรียมได้	35
4.2	ลักษณะทางกายภาพของชิ้นงานพอลิไคเมทิลไซลอคเซนผสม	36
4.3	ค่ามอดูลัสสะสมของยางพอลิไคเมทิลไซลอคเซน	37
4.4	คำนวณแรงไดอิเล็กโตรโฟรีซิส (Dielectrophoresis, Fd)	50

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ประจุลบเคลื่อนที่แบบไม่มีทิศทางแบบสุ่ม ทำให้ไม่มีกระแสสุทธิ	4
2.2	แสดงกระแสของประจุไฟฟ้าเมื่อมีสนามไฟฟ้า	5
2.3	อิเล็กตรอนและหลุมในโครงสร้างของซิลิกอน	6
2.4	(ก) สารกึ่งตัวนำประเภท N (ข) สารกึ่งตัวนำประเภท P	6
2.5	แสดงแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำแบบ extrinsic	7
2.6	แสดงแถบพลังงานของ (ก) วัสดุฉนวนไฟฟ้า (ข) วัสดุกึ่งตัวนำไฟฟ้า และ (ค) วัสดุตัวนำไฟฟ้า	8
2.7	พฤติกรรมค่าการนำไฟฟ้าของพอลิเมอร์นำไฟฟ้าและโลหะเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิ	10
2.8	ตัวอย่างพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบ π -Conjugated Linear polymer	12
2.9	ตัวอย่างพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบ Narrow Band-Gap polymers	12
2.10	แสดงโครงสร้างโพลิโกโรอีฟีน	13
2.11	ตัวอย่างพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบ Non-conjugated Polymer Containing Pendant π -Electron systems	13
2.12	การซ้อนเหลื่อมของ Orbital ในระบบ Conjugation	14
2.13	แขนกลขนาดเล็กเลียนแบบมือของมนุษย์	15
2.14	กลไกการทำงานของแอกทูเอเตอร์และเซนเซอร์	16
2.15	การประยุกต์ใช้แอกทูเอเตอร์ในการทำห้วเข้าเทียมของมนุษย์ในหุ่นยนต์	17
2.16	กลไกการเกิดการตอบสนองทางไฟฟ้าของระบบ ER elastomer	18
2.17	รูปถ่ายสัณฐานด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ของ natural ilmenite granules ขนาด 90-250 ไมโครเมตร	19
2.18	การเตรียม Nanotube Ilminite Mineral	20

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.19	รูปถ่ายสัณฐานด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ของ Nanotube Ilminate Mineral กำลังขยาย 5,000	20
2.20	การเตรียม Ilminate Mineral Nanofiber	21
2.21	รูปถ่ายสัณฐานด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ของ Ilminate Mineral Nanofiber กำลังขยาย 10,000	22
2.22	รูปถ่ายสัณฐานด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ของ เส้นใยแร่ลูโคซิซนาคนาโน (Leucosene mineral Nanofiber) กำลังขยาย 5,000	22
2.23	การเปลี่ยนแปลงค่าสต่อเรจมอดูลัสเมื่อมีการกระตุ้นด้วย กระแสไฟฟ้าจากภายนอกของ	24
2.24	การบิดงอของพอลิเมอร์ผสมเมื่อมีการกระตุ้นด้วยไฟฟ้ากระแสตรง จากภายนอก	24
2.25	ค่าสต่อเรจมอดูลัสของยางธรรมชาติที่อัตราการเชื่อมโยงต่างๆใน ระบบที่มีและไม่มีการกระตุ้นกระแสไฟฟ้าจากภายนอก	25
3.1	รูปเครื่องวัดการเปลี่ยนแปลงเชิงกลเมื่อมีการกระตุ้นด้วย กระแสไฟฟ้า	30
3.2	การวัดการบิดงอเมื่อมีการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า	31
4.2	ชุดเครื่องมือทดสอบวัดการบิดงอเมื่อมีการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า	38
4.3	การตอบสนองทางไฟฟ้าของพอลิไคเมทิลไซลอกเซนที่ความเข้ม ไฟฟ้าต่างๆ	38
4.4	ผลการตอบสนองทางไฟฟ้าของยางสังเคราะห์พอลิไคเมทิลไซลอก เซน	39
4.5	ค่าสต่อเรจมอดูลัส (Storage modulus) ของยางพอลิไคเมทิล ไซลอกเซนผสมภายใต้การเหนี่ยวนำสนามไฟฟ้า 0 และ 1.5 kV	41
4.6	แสดงองศาการบิดงอของ PDMS + Lucosenenonafiber ที่ความต่าง ศักย์ไฟฟ้าต่างๆ	42

สารบัญรูป (ต่อ)

4.7	แสดงองศาการบิดงอของ PDMS + Lucoxenononafiber ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่างๆ	42
4.8	แสดงองศาการบิดงอของ PDMS + Lucoxenonafiber ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่างๆ	43
4.9	แสดงองศาการบิดงอของ PDMS + Lucoxenonafiber ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่างๆ	43
4.10	พอลิไดเมทิลไซลอกเซนผสมอนุภาคพอลาไลซ์ชนิดต่างๆ	44
4.11	Nanofiber from Ilmenite,PDMS	45
4.12	Nanofiber from Leucoxene,PDMS	45
4.13	Nanotubes from Ilmenite,PDMS	45
4.14	Nanotubes from Leucoxene,PDMS	
4.15	วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Differential scanning calorimetry , DSC ของ PDMS 2	46
4.16	แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Differential scanning calorimetry , DSC ของ PDMS3	46
4.17	แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Differential scanning calorimetry , DSC ของPDMS+IlmeniteNanofiber	47
4.18	แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Differential scanning calorimetry , DSC ของPDMS+Ilmenite nanotube	47
4.19	แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Differential scanning calorimetry, DSC ของPDMS+Leuco fiber	48
4.20	แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Differential scanning calorimetry , DSC ของPDMS+Leuco tube	48