

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
การตรวจเอกสาร	4
พอลิเมอร์อินทรีย์	8
พอลิเอทิลีน	10
กระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชัน	11
ชนิดของพอลิเอทิลีน	13
ฟิลเลอร์	15
กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	16
การศึกษาสมบัติทางความร้อนด้วยชุดวิเคราะห์ความร้อนโน้มถ่วง	19
หลักการทำงานของชุดวิเคราะห์ความร้อนโน้มถ่วง	23
การเปรียบเทียบมาตรฐานของเครื่องวิเคราะห์ความร้อนโน้มถ่วง	24
การศึกษาพารามิเตอร์จลน์ของปฏิกิริยาการสลายตัวด้วยความร้อน	26
วิธีอนุพันธ์	27
วิธีอินทิกรัล	28
การหาค่าพารามิเตอร์จลน์ด้วยวิธีสมบัติที่จุดยอด	29
อุปกรณ์และวิธีการ	34
อุปกรณ์	34
วิธีการ	39
การศึกษาการย่อยสลายทางความร้อนด้วยชุดวิเคราะห์ความร้อนโน้มถ่วง	39
การหาค่าพารามิเตอร์จลน์	40
การศึกษาพื้นฐานวิทยาของแผ่นฟิล์มพลาสติก	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย	41
สถานที่ทำการวิจัย	41
ระยะเวลาทำการวิจัย	41
ผลและวิจารณ์	42
ผลการศึกษาการย่อยสลายทางความร้อนด้วยชุดวิเคราะห์ความร้อนโน้มถ่วง	42
ผลการหาค่าพารามิเตอร์จลน์	57
ผลการศึกษาสัณฐานวิทยาของแผ่นฟิล์มพลาสติก	65
สรุป	71
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	73
ภาคผนวก	76
ภาคผนวก ก	77
ภาคผนวก ข	94
ภาคผนวก ค	97
ภาคผนวก ง	99

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	โครงสร้างมอนอเมอร์และการใช้งานของเทอร์โมพลาสติกบางชนิด	9
2	โครงสร้างโมเลกุลของสารไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวบางชนิด	11
3	เทคนิคการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของวัสดุ	20
4	อุณหภูมิคูรีของสารอ้างอิงมาตรฐาน	25
5	สัญลักษณ์ที่ใช้แทนแผ่นฟิล์มตัวอย่าง	42
6	อุณหภูมิที่จุดยอด (T_m) ความสูงที่จุดยอดของกราฟ (h_m) และปฏิกิริยาเศษส่วนที่อุณหภูมิจุดยอด (α_m) ที่หาได้จากจุดยอดของกราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง	46
7	ค่าแฟกเตอร์การแปลง ϕ_m และพารามิเตอร์จลน์ของแผ่นฟิล์มพลาสติก	58
8	ค่าพารามิเตอร์จลน์เฉลี่ยของแผ่นฟิล์มพลาสติก	63
9	ลักษณะและขนาดโดยประมาณของอนุภาคแคลเซียมคาร์บอเนตในแผ่นฟิล์มพลาสติก HDPE ที่ได้จากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	69

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของโซโม่เลกุลใน (ก) เทอร์โมพลาสติก (ข) เทอร์โมเซตติง และ (ค) อีลาสโตเมอร์	8
2	โครงสร้างทางเคมีของ (ก) โม่เลกุลเอทิลีน (ข) เอทิลีนมอนอเมอร์	10
3	พอลิเอทิลีนประกอบด้วยอะตอมคาร์บอนจัดตัวในรูปซิกแซก อยู่ที่แกนกลางของโซ่	10
4	โครงสร้างของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง	14
5	โครงสร้างของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ	14
6	โครงสร้างของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น	15
7	แผนภาพระบบการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	17
8	ชุดวิเคราะห์ความร้อนโน้มถ่วงประกอบด้วย (ก) เครื่องวิเคราะห์ความร้อนโน้มถ่วง (ข) เครื่องคอมพิวเตอร์ (ค) เครื่องควบคุมการวิเคราะห์ความร้อน และ (ง) แก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์ 99%	21
9	แผนภาพภายในเครื่องวิเคราะห์ความร้อนโน้มถ่วง	22
10	แผนภาพการทำงานของชุด TGA	23
11	กราฟความร้อนโน้มถ่วงโดยวิธี (ก) ไอโซเทอร์มัล (ข) ไม่ไอโซเทอร์มัล	24
12	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง α กับ T (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $d\alpha/dT$ กับ T	29
13	ขั้นตอนการคำนวณค่าพารามิเตอร์จลน์	33
14	แผ่นฟิล์มพลาสติกมีอัตราส่วน HDPE:CaCO ₃ 6 อัตราส่วน ที่ความหนา (ก) 8 (ข) 10 และ (ค) 15 ไมครอน	34
15	กระเพาะใส่สารตัวอย่าง	34
16	เครื่องวิเคราะห์ความร้อนโน้มถ่วง	35
17	เครื่องควบคุมการวิเคราะห์ความร้อน	36
18	คีมคีบต่าง ๆ	36
19	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	เครื่องเคลือบไอออน	38
21	ถังใส่ไนโตรเจนเหลว	38
22	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ไม่ได้ผสมแคลเซียมคาร์บอเนต หน้า 8 ไมครอน	44
23	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสมแคลเซียมคาร์บอเนต 30% หน้า 8 ไมครอน	45
24	อุณหภูมิที่จุดยอดของกราฟ DTG ของการย่อยสลายขั้นตอนที่ 1 ของแผ่นฟิล์มพลาสติก	51
25	อุณหภูมิที่จุดยอดของกราฟ DTG ของการย่อยสลายขั้นตอนที่ 2 ของแผ่นฟิล์มพลาสติก	52
26	ความสูงที่จุดยอดของกราฟ DTG ของการย่อยสลายขั้นตอนที่ 1 ของแผ่นฟิล์มพลาสติก	53
27	ความสูงที่จุดยอดของกราฟ DTG ของการย่อยสลายขั้นตอนที่ 2 ของแผ่นฟิล์มพลาสติก	54
28	ปฏิกิริยาเศษส่วนที่อุณหภูมิจุดยอดของกราฟ DTG ของการย่อยสลายขั้นตอนที่ 1 ของแผ่นฟิล์มพลาสติก	55
29	ปฏิกิริยาเศษส่วนที่อุณหภูมิจุดยอดของกราฟ DTG ของการย่อยสลายขั้นตอนที่ 2 ของแผ่นฟิล์มพลาสติก	56
30	ค่าเฉลี่ยของ (ก) อันดับการเกิดปฏิกิริยา (n) (ข) พลังงานก่อกัมมันต์ (E) และ (ค) ลอการิทึมของแฟกเตอร์ก่อนเอกซ์โพเนนเชียล (ln A) ของแผ่นฟิล์มพลาสติก	64
31	ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของแผ่นฟิล์มพลาสติก หน้า 8 μm เมื่อมีปริมาณ CaCO_3 (ก) 0% (ข) 10% (ค) 15% (ง) 20% (จ) 25% และ (ฉ) 30%	66
32	ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของแผ่นฟิล์มพลาสติก หน้า 10 μm เมื่อมีปริมาณ CaCO_3 (ก) 0% (ข) 10% (ค) 15% (ง) 20% (จ) 25% และ (ฉ) 30%	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
33	ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของแผ่นฟิล์มพลาสติกหนา 15 μm เมื่อมีปริมาณ $CaCO_3$ (ก) 0% (ข) 10% (ค) 15% (ง) 20% (จ) 25% และ (ฉ) 30%	68
ภาพผนวกที่		
1	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม $CaCO_3$ 10% หนา 8 ไมครอน	78
2	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม $CaCO_3$ 15% หนา 8 ไมครอน	79
3	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม $CaCO_3$ 20% หนา 8 ไมครอน	80
4	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม $CaCO_3$ 25% หนา 8 ไมครอน	81
5	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ไม่ได้ผสม $CaCO_3$ หนา 10 ไมครอน	82
6	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม $CaCO_3$ 10% หนา 10 ไมครอน	83
7	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม $CaCO_3$ 15% หนา 10 ไมครอน	84
8	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม $CaCO_3$ 20% หนา 10 ไมครอน	85
9	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม $CaCO_3$ 25% หนา 10 ไมครอน	86
10	(ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม $CaCO_3$ 30% หนา 10 ไมครอน	87

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
11 (ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ไม่ได้ผสม CaCO_3 หน้า 15 ไมครอน	88
12 (ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม CaCO_3 10% หน้า 15 ไมครอน	89
13 (ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม CaCO_3 15% หน้า 15 ไมครอน	90
14 (ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม CaCO_3 20% หน้า 15 ไมครอน	91
15 (ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม CaCO_3 25% หน้า 15 ไมครอน	92
16 (ก) กราฟความร้อนโน้มถ่วง (TG) และ (ข) กราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง (DTG) ของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม CaCO_3 30% หน้า 15 ไมครอน	93