

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
สารบัญเรื่อง.....	ค
สารบัญตาราง.....	ง
สารบัญภาพ.....	จ
บทนำ.....	1
บทที่ 1 การทดลองที่ 1.....	3
บทที่ 2 การทดลองที่ 2.....	28
บทที่ 3 การทดลองที่ 3.....	36
บทที่ 4 การทดลองที่ 4.....	48
บทที่ 5 การทดลองที่ 5.....	62
บทที่ 6 การทดลองที่ 6.....	73
บทที่ 7 การทดลองที่ 7.....	76
สรุปและข้อเสนอแนะ.....	81
บรรณานุกรม.....	82
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.....	84
ภาคผนวก ข.....	92
ภาคผนวก ค.....	101
ประวัติผู้วิจัย.....	128

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 สูตรเคมีของ PTCR สูตรที่ 11, 12 และ 13.....	6
2 วัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์ PTCR สูตรที่ 11, 12 และ 13.....	6
3 ออกไซด์ที่เป็นส่วนประกอบของ PTCR ที่ใช้ในเชิงการค้าหมายเลข C14 และ C6.....	39
4 สูตรเคมีของ PTCR สูตรที่ 14, 15, 16 และ 17.....	48
5 สูตรเคมีของ PTCR สูตรที่ 18, 19, 20 และ 21.....	62
6 ส่วนผสมของ PTCR ในการทดลองที่ 6.....	73
7 สูตรเคมีของ PTCR สูตรที่ 22 และ 23.....	76
8 ความหนาแน่นและความพรุนตัวของ PTCR สูตร 22 ซึ่งเผาผนึกที่อุณหภูมิต่างๆ	77

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1 กราฟ profile การเผาผนึกขึ้นตัวอย่าง.....	5
2 แผนภูมิแสดงลำดับวิธีการทดลอง.....	7
3 a) เครื่อง Hewlett Packard precision LCR meter (HP 4284A) ที่ใช้วัด Cp และ R	8
b) บีกเกอร์บรรจุน้ำมันพืชใส่ sample holder ที่ใช้ในการวัด Cp และ R.....	
4 กราฟ X-ray diffraction ของ PTCR สูตร 11 เผาผนึกที่ 1300 - 1450 °C.....	10
5 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 11 เผาผนึกที่ 1300 °C.....	11
6 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 11 เผาผนึกที่ 1300 °C.....	11
7 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 11 เผาผนึกที่ 1350 °C.....	12
8 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 11 เผาผนึกที่ 1350 °C.....	12
9 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 11 เผาผนึกที่ 1400 °C.....	13
10 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 11 เผาผนึกที่ 1400 °C.....	13
11 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 11 เผาผนึกที่ 1450 °C.....	14
12 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 11 เผาผนึกที่ 1450 °C.....	14
13 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 11 ซึ่งเผาผนึกที่อุณหภูมิ 1300-1400 °C.....	15
14 สภาพความต้านทานของ PTCR สูตร 11 ซึ่งเผาผนึกที่อุณหภูมิต่างกัน.....	15
15 กราฟ X-ray diffraction ของ PTCR สูตร 12 เผาผนึกที่ 1300 - 1450 °C.....	16
16 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 12 เผาผนึกที่ 1300 °C.....	17
17 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 12 เผาผนึกที่ 1300 °C.....	17
18 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 12 เผาผนึกที่ 1350 °C.....	18
19 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 12 เผาผนึกที่ 1350 °C.....	18
20 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 12 เผาผนึกที่ 1400 °C.....	19
21 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 12 เผาผนึกที่ 1400 °C.....	19
22 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 12 เผาผนึกที่ 1450 °C.....	20
23 โครงสร้างจุลภาคของ PTCR สูตร 12 เผาผนึกที่ 1450 °C.....	20
24 ผลวิเคราะห์ EDS ของส่วนที่เป็น dendrite ซึ่ง mark ด้วย 12/6-1 ในรูปที่ 17.....	21
25 ผลวิเคราะห์ EDS ของส่วนที่อยู่รอบๆ dendrite ซึ่ง mark ด้วย 12/6-2 ในรูปที่ 17.....	21
26 ผลวิเคราะห์ EDS ของส่วนที่เป็น grain boundary ซึ่ง mark ด้วย 12/8-1 ในรูปที่ 23....	22
27 ผลวิเคราะห์ EDS ของส่วนที่เป็น grain ซึ่ง mark ด้วย 12/8-2 ในรูปที่ 23.....	22
28 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 12 ซึ่งเผาผนึกที่ 1300 - 1450 °C.....	24

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
29 สภาพความต้านทานของ PTCR สูตร 12 ซึ่งเผาผนึกที่ 1300 – 1450 °C.....	25
30 กราฟ X-ray diffraction ของ PTCR สูตร 13 เเผาผนึกที่ 1300 - 1450 °C.....	26
31 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 13 ซึ่งเผาผนึกที่ 1300 – 1450 °C.....	27
32 สภาพความต้านทานของ PTCR สูตร 13 ซึ่งเผาผนึกที่ 1300 – 1450 °C.....	27
33 วิธีการทดลองในการทดลองที่ 2.....	29
34 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 11 ซึ่งอัดเม็ดด้วยแรงดัน 5000-7000 ปอนด์.....	31
35 สภาพความต้านทานของ PTCR สูตร 11 ซึ่งอัดเม็ดด้วยแรงดัน 5000-7000 ปอนด์.....	31
36 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 12 ซึ่งอัดเม็ดด้วยแรงดันต่างๆ กัน.....	33
37 สภาพความต้านทานของ PTCR สูตร 12 ซึ่งอัดเม็ดด้วยแรงดันต่างๆ กัน.....	33
38 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 13 ซึ่งอัดเม็ดด้วยแรงดันต่างๆ กัน.....	35
39 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 13 ซึ่งอัดเม็ดด้วยแรงดันต่างๆ กัน.....	35
40 เครื่องอุ่นน้ำชา.....	36
41 เครื่องทำความอบอุ่นในห้อง.....	36
42 เครื่องรีดผม.....	37
43 ตัวให้ความร้อนในรถยนต์ (web wvortex.com).....	37
44 กราฟ X-ray diffraction ของ PTCR เซึ่งการค้าหมายเลข C17.....	40
45 กราฟ X-ray diffraction ของ PTCR เซึ่งการค้าหมายเลข C15.....	40
46 ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคของ PTCR ที่ใช้ในเชิงการค้าหมายเลข C15.....	41
47 ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคของ PTCR ที่ใช้ในเชิงการค้าหมายเลข C15.....	41
48 ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคของ PTCR ที่ใช้ในเชิงการค้าหมายเลข C15.....	41
49 ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคของ PTCR ที่ใช้ในเชิงการค้าหมายเลข C17.....	42
50 ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคของ PTCR ที่ใช้ในเชิงการค้าหมายเลข C17.....	42
51 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR ที่ใช้ทางการค้าหมายเลข C17.....	44
52 สภาพต้านทานไฟฟ้าของ PTCR ที่ใช้ทางการค้าหมายเลข C17.....	44
53 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR ที่ใช้ทางการค้าหมายเลข C12.....	45
54 สภาพความต้านทานของ PTCR ที่ใช้ทางการค้าหมายเลข C12.....	45
55 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR ที่ใช้ทางการค้าหมายเลข C15.....	46
56 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR ที่ใช้ทางการค้าหมายเลข C15.....	46
57 Logarithm ของสภาพความต้านทานไฟฟ้าต่ออุณหภูมิของ PTCR ทางการค้าหมายเลขที่ C15.....	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
58 แผนภูมิแสดงวิธีการทดลองในการทดลองที่ 4.....	49
59 กราฟ X-ray diffraction ของ PTCR สูตร 14 เผาฉนิกที่ 1000 - 1200 °C.....	51
60 กราฟ X-ray diffraction ของ PTCR สูตร 15 เผาฉนิกที่ 1000 - 1200 °C.....	51
61 กราฟ X-ray diffraction ของ PTCR สูตร 16 เผาฉนิกที่ 1000 - 1200 °C.....	52
62 กราฟ X-ray diffraction ของ PTCR สูตร 17 เผาฉนิกที่ 1000 - 1200 °C.....	52
63 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 14 เผาฉนิกที่อุณหภูมิ 1000-1200 °C.....	53
64 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 14 ซึ่งเผาฉนิกที่อุณหภูมิ 1000-1200 °C.....	53
65 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 15 เผาฉนิกที่อุณหภูมิ 1000-1200 °C.....	55
66 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 15 ซึ่งเผาฉนิกที่อุณหภูมิ 1000-1200 °C.....	55
67 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 16 เผาฉนิกที่อุณหภูมิ 1000-1200 °C.....	57
68 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 16 ซึ่งเผาฉนิกที่อุณหภูมิ 1000-1200 °C.....	57
69 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก PTCR สูตร 17 เผาฉนิกที่ 1000-1200 °C.....	60
70 สภาพความต้านทานไฟฟ้า PTCR สูตร 17 เผาฉนิกที่ 1000-1200 °C.....	60
71 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 14-17 เผาฉนิกที่ 1200 °C.....	61
72 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 14-17 เผาฉนิกที่ 1000 °C.....	61
73 กราฟ X-ray diffraction ของ PTCR สูตร 18 เผาฉนิกที่ 1000 - 1200 °C.....	63
74 กราฟ X-ray diffraction ของ PTCR สูตร 19 เผาฉนิกที่ 1000 - 1200 °C.....	63
75 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 18 ซึ่งเผาฉนิกที่ 1000 - 1200 °C.....	65
76 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 18 ซึ่งเผาฉนิกที่ 1000-1200 °C.....	65
77 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 19 ซึ่งเผาฉนิกที่ 1000 - 1200 °C.....	67
78 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 19 ซึ่งเผาฉนิกที่ 1000 - 1200 °C.....	67
79 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 20 เผาฉนิกที่ 900 - 1200 °C.....	69
80 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 20 ในการทดลองที่ 5 ซึ่งเผาฉนิกที่ 900- 1200 °C.....	69
81 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 20 ในการทดลองที่ 5 ซึ่งเผาฉนิกที่ 900, 1000, 1100 และ 1200 °C.....	70
82 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 21 ในการทดลองที่ 5 ซึ่งเผาฉนิกที่ 900 - 1200 °C	72
83 สภาพความต้านทานไฟฟ้า PTCR สูตร 21 ในการทดลองที่ 5 ซึ่งเผาฉนิกที่ 900 - 1200 °C.....	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
84 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 20 ที่ใส่แบ่งในปริมาณต่างๆ.....	75
85 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 20 ที่ใส่แบ่งปริมาณต่างๆ กัน.....	75
86 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 22 ซึ่งเผาผนึกที่ 900-1200 °C.....	78
87 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 22 ซึ่งเผาผนึกที่ 900-1200 °C.....	78
88 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของ PTCR สูตร 23 ซึ่งเผาผนึกที่ 1000 – 1200 °C.....	80
89 สภาพความต้านทานไฟฟ้าของ PTCR สูตร 23 ซึ่งเผาผนึกที่ 1000 – 1200 °C.....	80