

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ฉ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	น
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและทบทวนเอกสารทางวิชาการ	4
2.1 ผลึกเฟอร์ไรต์เล็กทรอนิกส์	4
2.2 สมบัติต่างๆ ของแบเรียมติตาเนต	7
2.2.1 โครงสร้างผลึกของแบเรียมติตาเนต	7
2.2.2 สารกึ่งตัวนำแบเรียมติตาเนต	10
2.2.3 แบเรียม - สทรอนเซียมติตาเนต	12
2.3 ตัวต้านทานที่ไวต่อความร้อน	15
2.3.1 ลักษณะเฉพาะของ PTC เทอร์มิสเตอร์	18
2.3.2 เงื่อนไขการเกิดลักษณะเฉพาะของ PTCR	20
2.3.3 ตัวแปรที่มีผลต่อลักษณะเฉพาะของ PTCR	21
2.3.3.1 ตัวที่ช่วยในกระบวนการซินเตอร์ริง	25
2.3.3.2 อัตราส่วนระหว่าง Ba/Ti	26
2.4 สมบัติไดอิเล็กตริก	27
2.4.1 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์	27
2.4.2 ความหนาไดอิเล็กตริก	29
2.4.3 แฟกเตอร์การสูญเสียพลังงาน	29
2.4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพยอมสัมพัทธ์เทียบกับอุณหภูมิ	30
2.5 แบบจำลองที่ใช้อธิบายลักษณะของ PTCR ใน BaTiO ₃	31
2.6 สรุปสาระสำคัญของเอกสารที่เกี่ยวข้อง	34

	หน้า
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	36
3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	37
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	37
3.3 วิธีการทดลอง	39
3.3.1 การเตรียมสารตัวอย่าง	39
3.3.2 การตรวจสอบสารตัวอย่างด้วย XRD	44
3.3.3 การตรวจสอบขนาดอนุภาคและการกระจายตัวของผงละเอียด ที่เตรียมได้โดยใช้ Laser diffraction spectrometer	45
3.3.4 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของเซรามิกสารตัวอย่าง ที่เตรียมได้	46
3.3.4.1 การตรวจสอบค่าการหดตัว	46
3.3.4.2 การตรวจสอบค่าความพรุน	47
3.3.5 การตรวจสอบค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิ	47
3.3.6 การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความ ต่างศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง	49
3.3.7 การตรวจสอบค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และแฟกเตอร์การสูญเสีย ในรูปความร้อนของไดอิเล็กตริก	51
3.3.8 การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของเซรามิกที่เตรียมได้	52
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง	53
4.1 การตรวจวิเคราะห์ผงละเอียดของสารตัวอย่างด้วย XRD	53
4.2 การตรวจวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวและขนาดอนุภาคของ ผงละเอียดของสารตัวอย่างด้วย Laser diffraction spectrometer	57
4.3 การตรวจวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของเซรามิกที่เตรียมได้	63
4.4 การตรวจวิเคราะห์เซรามิกที่เตรียมได้ด้วย XRD	66
4.5 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของเซรามิกแบบเรียบ - สทรองเชื่อมติดานต์	76
4.5.1 การตรวจสอบค่าการหดตัว	76
4.5.2 การตรวจสอบค่าความพรุน	79

	หน้า
4.6 การตรวจสอบสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิก - สทรอนเซียมดีตาเนต	82
4.6.1 การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิ	82
4.6.2 การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมเซรามิกแบเรียม - สทรอนเซียมดีตาเนต	112
4.6.3 การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพยอมลัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปความร้อนของไดอิเล็กตริกเทียบกับอุณหภูมิ	119
4.7 การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของเซรามิกสารตัวอย่างที่เตรียมได้	130
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	141
5.1 สรุปผลการทดลอง	141
5.2 ข้อเสนอแนะ	142
เอกสารอ้างอิง	144
ภาคผนวก	148
ภาคผนวก ก XRD ของสารตั้งต้นที่ใช้ในการทดลอง	149
ภาคผนวก ข ข้อมูลทางสถิติและกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ขนาดและการกระจายตัวของอนุภาค	155
ประวัติผู้เขียน	168

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 โครงสร้างผลึกของ BaTiO_3 ในช่วงอุณหภูมิต่างๆ	7
2.2 ขนาดของไอออน Ba^{+2} , Ti^{+4} และ O^{2-} ใน BaTiO_3	11
2.3 สมบัติพิเศษของเทอร์มิสเตอร์	16
2.4 ชนิดของเทอร์มิสเตอร์	17
4.1 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์สารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล แล้วทำการปรับเปลี่ยนเวลาในการหมนผสมสารหลังแคลไซน์	57
4.2 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์สารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณต่างๆ	58
4.3 สีของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 โมล และทำการปรับเปลี่ยนเวลาในการหมนผสมสารหลังการเผาแคลไซน์	64
4.4 สีของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015, 0.002 และ 0.003 โมล เมื่อขึ้นเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	64
4.5 สีของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อขึ้นเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ ด้วยเวลาต่างกัน	65
4.6 ค่า d-spacing ของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล เมื่อทำการปรับเปลี่ยนเวลาในการหมนผสมสารหลังการเผาแคลไซน์ เทียบกับค่า d-spacing ของแบเรียม - สทรอนเซียมดีตาเนต	67
4.7 ค่า d-spacing ของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณที่ต่างกันเทียบกับค่า d-spacing ของแบเรียม - สทรอนเซียมดีตาเนต	68
4.8 ค่า d-spacing ของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล แล้วนำมาขึ้นเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ ด้วยเวลาที่ต่างกันเทียบกับค่า d-spacing ของแบเรียม - สทรอนเซียมดีตาเนต	69

ตารางที่	หน้า
ข.1 ข้อมูลทางสถิติและกราฟแสดงขนาดและการกระจายตัวของอนุภาค ของสารตั้งต้นแบเรียมคาร์บอเนต (BaCO_3)	156
ข.2 ข้อมูลทางสถิติและกราฟแสดงขนาดและการกระจายตัวของอนุภาค ของสารตั้งต้นติตาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2)	157
ข.3 ข้อมูลทางสถิติและกราฟแสดงขนาดและการกระจายตัวของอนุภาค ของสารตั้งต้นสทรอนเชียมคาร์บอเนต (SrCO_3)	158
ข.4 ข้อมูลทางสถิติและกราฟแสดงขนาดและการกระจายตัวของอนุภาค ของสารตั้งต้นแอนติโมนีออกไซด์ (Sb_2O_3)	159
ข.5 ข้อมูลทางสถิติและกราฟแสดงขนาดและการกระจายตัวของอนุภาค ของสารตั้งต้นซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2)	160
ข.6 ข้อมูลทางสถิติของแบเรียม - สทรอนเชียมติตานเต ($\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$) ที่ไม่ได้ เจือด้วย Sb_2O_3 (Undoped)	161
ข.7 ข้อมูลทางสถิติของแบเรียม - สทรอนเชียมติตานเต ($\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$) ที่เจือ ด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และไม่ได้ทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์	162
ข.8 ข้อมูลทางสถิติของแบเรียม - สทรอนเชียมติตานเต ($\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$) ที่เจือ ด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์ 12 ชั่วโมง	163
ข.9 ข้อมูลทางสถิติของแบเรียม - สทรอนเชียมติตานเต ($\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$) ที่เจือ ด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์ 24 ชั่วโมง	164
ข.10 ข้อมูลทางสถิติของแบเรียม - สทรอนเชียมติตานเต ($\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$) ที่เจือ ด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์ 36 ชั่วโมง	165
ข.11 ข้อมูลทางสถิติของแบเรียม - สทรอนเชียมติตานเต ($\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$) ที่เจือ ด้วย Sb_2O_3 0.002 โมล	166
ข.12 ข้อมูลทางสถิติของแบเรียม - สทรอนเชียมติตานเต ($\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$) ที่เจือ ด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล	167

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 การแบ่งกลุ่มผลึกของวัสดุใน 32 กลุ่ม	4
2.2 (ก) ลักษณะการเกิดโดเมนของวัสดุเฟอร์โรอิเล็กทริก	5
2.2 (ข) ลักษณะของโดเมนบันดารีที่ไดโพลโมเมนต์ทำมุมกัน 90° และ 180°	5
2.3 ลักษณะของวงฮีสเทอรีซิสในเฟอร์โรอิเล็กทริก	6
2.4 ยูนิตเซลล์ของ BaTiO_3	8
2.5 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกของ BaTiO_3 เทียบกับอุณหภูมิ	8
2.6 การเปลี่ยนแปลงขนาดแลตทิซเทียบกับอุณหภูมิ	9
2.7 (ก) การเลื่อนตำแหน่งของอะตอมใน BaTiO_3	9
2.7 (ข) การเลื่อนตำแหน่งของอะตอมใน BaTiO_3 เมื่อพิจารณาใน 2 มิติ	10
2.8 การแทนที่ Ba^{+2} หรือ Ti^{+4} ด้วยไอออนชนิดต่างๆ	11
2.9 ผลการแทนที่แบบเรียงด้วยสทอนเนียนหรือเลดในแบบเรียงิตาเนต	13
2.10 ผลการผสมกันระหว่าง BaTiO_3 - SrTiO_3 ที่มีต่อค่าสภาพยอมสัมพัทธ์เมื่อวัดเทียบกับอุณหภูมิ	14
2.11 ผลของการแทนที่แบบเรียงด้วยสารที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน ในการศึกษาสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์ชนิดพีทีซีของแบบเรียงิตาเนต	14
2.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้ากับอุณหภูมิของ NTCR	15
2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\log$ ของสภาพต้านทานไฟฟ้ากับอุณหภูมิของ PTCR	16
2.14 สัมประสิทธิ์อุณหภูมิทางบวกของสารกึ่งตัวนำแบบเรียงิตาเนตในผลึกเชิงเดี่ยวและผลึกผสม	20
2.15 สภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของแบบเรียงิตาเนตที่ขึ้นกับชนิดและปริมาณของสารเจือ	22

รูปที่	หน้า
2.16 สภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของแบเรียมดีททาเนตที่ขึ้นกับปริมาณของตัวช่วยในกระบวนการซินเตอร์	23
2.17 สภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของแบเรียมดีททาเนตที่ขึ้นกับอัตราส่วนผสมระหว่างแบเรียมต่อดีทาเนียม	23
2.18 สภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของแบเรียมดีททาเนตที่ขึ้นกับชนิดของธาตุทรานซิชันในระดับพลังงานชั้น 3d	24
2.19 สภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของแบเรียมดีททาเนตที่ขึ้นกับชนิดของวัสดุที่ใช้ทำขั้วไฟฟ้า	25
2.20 เฟสไดอะแกรมของระบบ BaO-TiO ₂	27
2.21 ตัวเก็บประจุแผ่นขนาน	28
2.22 ตัวเก็บประจุแผ่นขนาน 2 ตัวต่อในวงจรไฟฟ้าเดียวกัน ตัวหนึ่งมีไดอิเล็กตริกอยู่ตรงกลาง อีกตัวหนึ่งเป็นสุญญากาศ	28
2.23 การวัดค่าสภาพยอมสัมพัทธ์ในทิศ a และ c เทียบกับอุณหภูมิ	30
2.24 Electrical double layer ที่รอยต่อระหว่างเกรน	32
2.25 ไดอะแกรมระดับพลังงานใกล้รอยต่อระหว่างเกรน	32
3.1 แผนภูมิขั้นตอนการทดลอง	42
3.2 แผนภูมิการเผาแคลไซน์	43
3.3 แม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับอัดขึ้นรูปสารตัวอย่าง	43
3.4 แผนภูมิการเผาซินเตอร์	44
3.5 อุปกรณ์การกระเจิงแสงด้วยเลเซอร์และมุมการเลี้ยวเบนที่เกิดขึ้น	46
3.6 วงจรที่ใช้ในการทดลองเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิ	49
3.7 วงจรที่ใช้ในการทดลองเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง	50
3.8 วงจรที่ใช้ในการตรวจสอบค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับอุณหภูมิ	52

รูปที่	หน้า
4.1 XRD ของผงละเอียดของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และนำไปเผาแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 1100 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์	55
4.2 XRD ของผงละเอียดของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณที่ต่างกันและนำไปเผาแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 1100 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	56
4.3 กราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวและขนาดอนุภาคของสารตัวอย่างที่ไม่มีสารเจือ (Undoped)	60
4.4 กราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวและขนาดอนุภาคของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และไม่ได้ทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์	60
4.5 กราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวและขนาดอนุภาคของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์ 12 ชั่วโมง	61
4.6 กราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวและขนาดอนุภาคของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์ 24 ชั่วโมง	61
4.7 กราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวและขนาดอนุภาคของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์ 36 ชั่วโมง	62
4.8 กราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวและขนาดอนุภาคของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.002 โมล	62
4.9 กราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวและขนาดอนุภาคของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล	63
4.10 สารตัวอย่างที่เตรียมได้เมื่อเจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล	66
4.11 XRD ของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล เมื่อทำการปรับเปลี่ยนเวลาหมุนผสมสารหลังการเผาแคลไซน์ และนำมาเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	70
4.12 XRD ของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล เมื่อทำการปรับเปลี่ยนเวลาหมุนผสมสารหลังการเผาแคลไซน์ และนำมาเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	71

รูปที่	หน้า
4.13 XRD ของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณที่ต่างกันและนำมาเผา ซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	72
4.14 XRD ของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณที่ต่างกันและนำมาเผา ซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	73
4.15 XRD ของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณ 0.0015 โมล และนำมาเผา ซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ ด้วยเวลาที่ต่างกัน	74
4.16 XRD ของสารตัวอย่างที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณ 0.0015 โมล และนำมาเผา ซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ ด้วยเวลาที่ต่างกัน	75
4.17 ค่าการหดตัวของเซรามิก $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการ หมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์ด้วยเวลาที่ต่างกัน และนำไปเผาซินเตอร์ ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	77
4.18 ค่าการหดตัวของเซรามิก $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณที่ต่างกัน และนำไปเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	78
4.19 ค่าการหดตัวของเซรามิก $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และนำไปเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ ด้วยเวลาที่ต่างกัน	78
4.20 ค่าความพรุนของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์ด้วยเวลาที่ต่างกัน และนำไป เผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	80
4.21 ค่าความพรุนของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณ ที่ต่างกันและนำไปเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	81
4.22 ค่าความพรุนของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และนำไปเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ ด้วยเวลาที่ต่างกัน	81
4.23 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือ ด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล เมื่อทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์ด้วยเวลา ที่ต่างกันและเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	86

รูปที่	หน้า
4.24 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล เมื่อทำการหมนผสมสารหลังการเผาแคลไซน์ด้วยเวลา 36 ชั่วโมง และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	87
4.25 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณที่ต่างกันและเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	88
4.26 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณที่ต่างกันและเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	89
4.27 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	90
4.28 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	91
4.29 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง	92
4.30 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง	93
4.31 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350°ซ ด้วยเวลาที่ต่างๆ กัน	94
4.32 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ ด้วยเวลาที่ต่างๆ กัน	95
4.33 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำขั้วไฟฟ้าด้วยเงินบริสุทธิ์ (Ag)	96

รูปที่	หน้า
4.34 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำขั้วไฟฟ้าด้วยอะลูมิเนียม (Al)	97
4.35 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำขั้วไฟฟ้าด้วยทองคำบริสุทธิ์ (Au)	98
4.36 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำขั้วไฟฟ้าด้วยทองแดง (Cu)	99
4.37 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำขั้วไฟฟ้าด้วยกาวเงิน	100
4.38 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำขั้วไฟฟ้าด้วยทองที่ใช้ในการเคลือบผิวของสารตัวอย่างในตอนถ่าย SEM (Au)	101
4.39 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำขั้วไฟฟ้าด้วยไทเทเนียม (Ti)	102
4.40 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและทำขั้วไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	103
4.41 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล และเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและทำขั้วไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	104
4.42 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้องของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการหุมนผสมสารหลังการเผาแคลไซน์ด้วยเวลาต่างๆ กัน เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	105

รูปที่	หน้า
4.43 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้องของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณต่างๆ กัน เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	105
4.44 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้องของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ ด้วยเวลาต่างๆ กัน	106
4.45 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้องของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	106
4.46 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุดของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการหุ้มผสมสารหลังการเผาแคลไซน์ด้วยเวลาต่างๆ กัน เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	107
4.47 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุดของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณต่างๆ กัน เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	107
4.48 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุดของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ ด้วยเวลาต่างๆ กัน	108
4.49 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุดของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	108
4.50 ค่าขนาดของ PTCR ของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการหุ้มผสมสารหลังการเผาแคลไซน์ด้วยเวลาต่างๆ กัน เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	109
4.51 ค่าขนาดของ PTCR ของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 ในปริมาณต่างๆ กัน เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	109
4.52 ค่าขนาดของ PTCR ของสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ ด้วยเวลาต่างๆ กัน	110

รูปที่	หน้า
4.53 ค่าขนาดของ PTCR ของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	110
4.54 อุณหภูมิที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุดของสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	111
4.55 พฤติกรรมของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าของเทอร์มิสเตอร์ชนิด PTC	113
4.56 วงจรสมมูลของสารกึ่งตัวนำแบบเรียบติดตามที่มีซ้ำไฟฟ้าในลักษณะที่เป็นโอห์มิก	114
4.57 วงจรสมมูลของสารกึ่งตัวนำแบบเรียบติดตามที่มีซ้ำไฟฟ้าในลักษณะที่ไม่เป็นโอห์มิก	114
4.58 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อทำซ้ำไฟฟ้าด้วยเงินบริสุทธิ์ (Ag)	115
4.59 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อทำซ้ำไฟฟ้าด้วยอะลูมิเนียม (Al)	115
4.60 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อทำซ้ำไฟฟ้าด้วยทองบริสุทธิ์ (Au)	116
4.61 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อทำซ้ำไฟฟ้าด้วยทองแดงบริสุทธิ์ (Cu)	116
4.62 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อทำซ้ำไฟฟ้าด้วยทองที่ใช้ในการเคลือบผิวของสารตัวอย่างในตอนที่ SEM (Au)	117
4.63 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อทำซ้ำไฟฟ้าด้วยไทเทเนียม (Ti)	117
4.64 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อทำซ้ำไฟฟ้าด้วยกาวเงิน	118
4.65 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่าง ๆ เมื่อซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินา	118

รูปที่	หน้า
4.66 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่าง ๆ เมื่อเผาซินเตอร์แบบไม่กลบอะลูมินา	119
4.67 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับ อุณหภูมิเมื่อซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยเงินบริสุทธิ์	121
4.68 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับ อุณหภูมิเมื่อซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยเงินบริสุทธิ์	122
4.69 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับ อุณหภูมิเมื่อซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยอะลูมิเนียม	122
4.70 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับ อุณหภูมิเมื่อซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยอะลูมิเนียม	123
4.71 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับ อุณหภูมิเมื่อซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยทองบริสุทธิ์	123
4.72 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับ อุณหภูมิเมื่อซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยทองบริสุทธิ์	124
4.73 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับ อุณหภูมิเมื่อซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยทองแดง	124
4.74 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับ อุณหภูมิเมื่อซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยทองแดง	125
4.75 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับ อุณหภูมิเมื่อซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยกาวเงิน	125
4.76 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับ อุณหภูมิเมื่อซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยกาวเงิน	126
4.77 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับ อุณหภูมิเมื่อซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยทองที่ใช้ในการเคลือบผิวสารตัวอย่างในตอนถ่าย SEM	126

รูปที่	หน้า
4.78 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์เทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่างเมื่อซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	127
4.79 ค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่างเมื่อซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	127
4.80 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์เทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่างเมื่อซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	128
4.81 ค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนเทียบกับอุณหภูมิของสารตัวอย่างเมื่อซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินาและทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	128
4.82 ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิห้องของสารตัวอย่างเมื่อทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	129
4.83 ค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนที่อุณหภูมิห้องของสารตัวอย่างเมื่อทำซ้ำไฟฟ้าด้วยวัสดุชนิดต่างๆ	129
4.84 โครงสร้างจุลภาคของ $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่ไม่มีสารเจือ (Undoped)	132
4.85 โครงสร้างจุลภาคของ $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และไม่ได้ทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์	133
(ก) เมื่อเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินา	
(ข) เมื่อเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินา	
4.86 โครงสร้างจุลภาคของ $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.003 โมล และทำการหมุนผสมสารเพิ่มหลังการเผาแคลไซน์ 36 ชั่วโมง	134
(ก) เมื่อเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินา	
(ข) เมื่อเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินา	
4.87 โครงสร้างจุลภาคของ $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.002 โมล	135
(ก) เมื่อเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินา	
(ข) เมื่อเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินา	
4.88 โครงสร้างจุลภาคของ $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	136
(ก) เมื่อเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินา	
(ข) เมื่อเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินา	

รูปที่	หน้า
4.89 โครงสร้างจุลภาคของ $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (ก) เมื่อเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินา (ข) เมื่อเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินา	137
4.90 โครงสร้างจุลภาคของ $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (ก) เมื่อเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินา (ข) เมื่อเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินา	138
4.91 โครงสร้างจุลภาคของ $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง (ก) เมื่อเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินา (ข) เมื่อเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินา	139
4.92 โครงสร้างจุลภาคของผิวหลังการเผาซินเตอร์ของ $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ ที่เจือด้วย Sb_2O_3 0.0015 โมล เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1350 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (ก) เมื่อเผาซินเตอร์แบบกลบด้วยผงอะลูมินา (ข) เมื่อเผาซินเตอร์แบบไม่กลบด้วยผงอะลูมินา	140
ก.1 XRD ของแบเรียมคาร์บอเนต	150
ก.2 XRD ของดิดานาไดออกไซด์	151
ก.3 XRD ของสทรอนเชียมคาร์บอเนต	152
ก.4 XRD ของแอนติโมนีไดออกไซด์	153
ก.5 XRD ของซิลิคอนไดออกไซด์	154

อักษรย่อและสัญลักษณ์

A	ค่าคงที่
a	พื้นที่หน้าตัดของวัสดุ
AST	ตัวช่วยในกระบวนการขึ้นเตอรังในระบบของ $Al_2O_3 - SiO_2 - TiO_2$
C	ค่าความจุไฟฟ้า
C	ค่าคงที่ของคูรี
d	ความหนาของสารตัวอย่าง
D	เส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดสารหลังการเผาซินเตอร์
D _B	เส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดสารก่อนการเผาซินเตอร์
E	ความเข้มสนามไฟฟ้า
E _C	สนามไฟฟ้าที่ทำให้ค่าโพลาริเซชันเป็นศูนย์
e	ประจุอิเล็กตรอน
$\bar{e}$	อิเล็กตรอน
I _S	กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสารตัวอย่าง
I _R	กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R
K	ค่าคงที่ของ Boltz mann
ℓ	ความยาวของวัสดุ
MLC	ตัวเก็บประจุแบบหลายชั้น
NTCR	สภาพต้านทานไฟฟ้าที่มีสัมประสิทธิ์อุณหภูมิเป็นลบ
N _s	ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนที่ถูกจับที่รอยต่อระหว่างเกรน
N _d	ความเข้มของประจุพาหะ
PTCR	สภาพต้านทานไฟฟ้าที่มีสัมประสิทธิ์อุณหภูมิเป็นบวก
P	ค่าโพลาริเซชันทางไฟฟ้า
P _r	ค่าโพลาริเซชันที่เหลืออยู่
P	ค่าความพูน
PVA	โพลีไวนิลแอลกอฮอล์

q	ประจุไฟฟ้า
R	ความต้านทานที่อุณหภูมิใด ๆ
R_o	ความต้านทานที่อุณหภูมิคูรี
R_s	ความต้านทานของสารตัวอย่าง
S_L	ค่าการหดตัวเชิงเส้น
T_c	อุณหภูมิคูรี
$\tan \delta$	ค่าแฟกเตอร์การสูญเสียในรูปของความร้อนของไดอิเล็กตริก
V	ความต่างศักย์ไฟฟ้า
V_s	ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมสารตัวอย่าง
V_{dc}	ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่วงจร
V_R	ความต่างศักย์ที่ตกคร่อม R
XRD	การเลี้ยวเบนด้วยเอ็กซ์เรย์
α	ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานตามอุณหภูมิ
$^{\circ}\text{C}$	องศาเซลเซียส
Ω	โอห์ม (หน่วยของความต้านทาน)
ρ	สภาพต้านทานไฟฟ้า
ρ_{ht}	สภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิที่ให้ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุด
ρ_{rt}	สภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้อง
ϵ_r	สภาพยอมสัมพัทธ์
ϵ_o	สภาพยอมของสุญญากาศ
ϵ_r	สภาพยอมสัมพัทธ์ที่บริเวณรอยต่อระหว่างเกรน
χ	electrical susceptibility
Φ_o	ค่าแม่เหล็ก