

สารบัญ

หน้า

คำขอบคุณ	ค
บทคัดย่อ	ง
Abstract	จ
รายการตารางประกอบ	ช
รายการภาพประกอบ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	2
2.1 สารกึ่งตัวนำแบบเวียมไททาเนต	2
2.2 การนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำ	2
2.2.1 การกระจายพลังงานของอิเล็กตรอนในสารกึ่งตัวนำ	2
2.2.2 อิเล็กตรอนและโฮลในสารกึ่งตัวนำ	4
2.2.3 ความสัมพันธ์ของสภาพต้านทานไฟฟ้า	7
2.3 เทอร์มิสเตอร์	8
2.4 dielectric loss factor	9
2.5 การเพาซินเตอร์	11
2.6 การหาโครงสร้างของผลึก	12
2.6.1 การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์	12
2.6.2 เอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์	15
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	18
3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	18
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	18
3.3 วิธีการทดลอง	23
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	31
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	106
5.1 สรุปผลการทดลอง	106
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	107
บรรณานุกรม	108
ภาคผนวก ก แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr	110
ภาคผนวก ข แสดงกราฟค่า log resistivity กับส่วนกลับของ อุณหภูมิของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr	121
ประวัติการศึกษา	127

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
3.1	25
แสดงอัตราส่วนการผสมสารตั้งต้นในการเตรียมสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr	
4.1	32
แสดงค่า slope ของกราฟ log resistivity กับ $1/T$ (ค่า B), ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุด (ρ_{max}), ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำสุด (ρ_{min}) และค่า loss factor สูงสุดที่อุณหภูมิห้อง $[\epsilon \tan \delta]_{max,R}$ ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาขึ้นเตอร์ในอากาศที่ $1200^{\circ}C$ 3 hr แล้วเผาขึ้นเตอร์ครั้งที่สองที่ $1400^{\circ}C$ 3 hr ในอากาศ	
4.2	33
แสดงค่า slope ของกราฟ log resistivity กับ $1/T$ (ค่า B) ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุด (ρ_{max}), ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำสุด (ρ_{min}) และค่า loss factor สูงสุดที่อุณหภูมิห้อง $[\epsilon \tan \delta]_{max,R}$ ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาขึ้นเตอร์ในอากาศที่ด้วยเงื่อนไขการขึ้นเตอร์ต่าง ๆ	
4.3	63
แสดงค่า B, ค่า ρ_{max} , ค่า ρ_{min} และค่า $[\epsilon \tan \delta]_{max,R}$ ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่เผาขึ้นเตอร์ในบรรยากาศไนโตรเจน	
4.4	88
แสดงค่า B ของสารตัวอย่างที่เผาในอากาศและในบรรยากาศไนโตรเจน	
ผ. 1-ผ. 6	111 - 116
แสดงข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของสารตัวอย่างที่ผ่านการเผาขึ้นเตอร์ในอากาศ	
ผ. 7-ผ. 10	117 - 120
แสดงข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของสารตัวอย่างที่ผ่านการเผาขึ้นเตอร์ในบรรยากาศไนโตรเจน	

รายการภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดง Fermi-Dirac distribution	3
2.2	แสดง โครงสร้างแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำ	4
2.3	แสดงลักษณะ NTC thermistor	8
2.4	แสดงค่าปารีเตอร์ที่มี dielectric	9
2.5	แสดงการเคลื่อนที่ของอะตอมก่อนและหลังชบวนการ Sintering	11
2.6	แสดง Sintering cycle	12
2.7	การสะท้อนของรังสีเอกซ์จากระนาบผลึกที่ขนาน	13
2.8	แสดงส่วนสำคัญของเอกซ์ เรย์ดิฟแฟรค โดมิเตอร์	14
2.9	diffraction pattern	15
2.10	แสดงส่วนประกอบของเครื่อง x-ray fluorescence	16
2.11	ตัวอย่างแสดงสเปกตรัมของสาร	16
3.1	เครื่องชั่งมวลละเอียด Precisa	20
3.2	แบบพิมพ์สำหรับอัดเม็ดสาร (Pressing block)	20
3.3	เครื่องอัดไฮโดรลิก	21
3.4	เตาเผาไฟฟ้า Eurotherm	21
3.5	ตู้อบไฟฟ้า	22
3.6	เครื่องผสมสาร (magnetic stirrer)	22
3.7	แสดง เงื่อนไซ ในการซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1200 °C	26
3.8	แสดง เงื่อนไซ ในการซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1300 °C	26
3.9	แสดง เงื่อนไซ ในการซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1400 °C	27
3.10	แสดง เงื่อนไซ ในการซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1500 °C	27
3.11(ก)	แสดงวงจรไฟฟ้าที่ใช้วัดสภาพต้านทานไฟฟ้าของสารตัวอย่าง ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	28
3.11(ข)	แสดงวงจรไฟฟ้าที่ใช้หาค่า loss factor ของสารตัวอย่าง ที่อุณหภูมิและความถี่ต่าง ๆ	28
3.12	แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าตามรูปที่ 3.11	29
4.1-4.18	กราฟแสดงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของสาร เซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วนต่าง ๆ และมี เงื่อนไซ การเผาซินเตอร์ ในอากาศที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน	34-42

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.19-4.41	กราฟแสดงค่า loss factor ที่ความถี่ต่าง ๆ และอุณหภูมิคงที่ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วนต่าง ๆ และมีเงื่อนไขการเผาขึ้นเตอร์ในอากาศที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน	43-54
4.42-4.57	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับอุณหภูมิที่ความถี่คงที่ ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วนต่าง ๆ และมีเงื่อนไขการเผาขึ้นเตอร์ในอากาศที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน	55-62
4.58-4.65	กราฟแสดงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วนต่าง ๆ และมีเงื่อนไขการเผาขึ้นเตอร์ในบรรยากาศไนโตรเจนที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน	64-67
4.66-4.81	กราฟแสดงค่า loss factor ที่ความถี่ต่าง ๆ และอุณหภูมิคงที่ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วนต่าง ๆ และมีเงื่อนไขการเผาขึ้นเตอร์ในบรรยากาศไนโตรเจนที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน	68-75
4.82-4.88	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับอุณหภูมิที่ความถี่คงที่ ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วนต่าง ๆ และมีเงื่อนไขการเผาขึ้นเตอร์ในบรรยากาศไนโตรเจนที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน	76-79
4.89-4.96	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง loss factor กับจำนวนโมลของ SrO ที่อุณหภูมิกิ่งที่และความถี่คงที่ ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr ที่มีอัตราส่วนต่าง ๆ และมีเงื่อนไขการเผาขึ้นเตอร์ต่าง ๆ กัน	80-83
4.97-4.104	แสดง diffraction pattern ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr	90-97
4.105-4.112	แสดง Spectrum ของสารเซรามิกระบบ Ba-Ti-Zr-Sr	98-105
ผ.1-ผ.6	แสดงกราฟระหว่าง log ของสภาพต้านทานไฟฟ้ากับส่วนกลับของอุณหภูมิ ของสารตัวอย่างที่ผ่านการเผาขึ้นเตอร์ในอากาศ	122-124
ผ.7-ผ.10	แสดงกราฟระหว่าง log ของสภาพต้านทานไฟฟ้ากับส่วนกลับของอุณหภูมิ ของสารตัวอย่างที่ผ่านการเผาขึ้นเตอร์ในบรรยากาศไนโตรเจน	125-126