บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

สารตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้คือแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ และ แบเรียมไทเทเนท ที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์ ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยโมล ขึ้นรูปที่ความดัน 2,000 กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตร เผาอบผนึกที่อุณหภูมิ 1,100 1,200 1,250 1,300 1,350 และ 1,400 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วนำแบเรียมไทเทเนทที่ได้จากการเตรียมไปทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์ และสมบัติทางไดอิเล็กทริก

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 ผลการตรวจสอบโครงสร้างด้วยเครื่องเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์

สารตัวอย่างที่เตรียมได้จากอุณหภูมิเผาอบผนึกข้างต้น นำไปตรวจสอบโครงสร้างด้วยเครื่องเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ โดยพิจารณาจากค่า d – spacing เทียบกับค่า d – spacing มาตรฐานของ JCPDS – International Center for Diffraction Data ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า d-spacing ของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิเผาอบผนึกต่างๆกันเทียบกับค่า d-spacing ของมาตรฐาน JCPDS-international Center for Diffraction Data

เส้นที่	มาตรฐาน			d (A^0)					
	d (A^0)	int	h k l	1,100	1,200	1,250	1,300	1,350	1,400
1	4.030	12	0 0 1	4.001	4.002	3.999	4.002	4.000	4.000
2	2.838	100	1 0 1	2.838	2.837	2.838	2.838	2.838	2.838
3	2.314	46	1 1 1	2.315	2.315	2.315	2.316	2.316	2.315
4	2.019	12	0 0 2	2.017	1.002	2.018	2.019	2.015	2.017
5	1.997	37	2 0 0	1.996	1.791	2.001	1.999	2.000	1.999
6	1.802	6	1 0 2	1.791	1.637	1.794	1.791	1.791	1.801

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า d-spacing ของแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์ที่อุณหภูมิเผาอบผนึกต่างๆกันเทียบกับค่า d-spacing ของมาตรฐาน JCPDS-international Center for Diffraction Data

เส้นที่	มาตรฐาน			d (A^0)					
	d (A^0)	int	h k l	1,100	1,200	1,250	1,300	1,350	1,400
1	4.030	12	0 0 1	4.004	4.000	3.999	3.999	4.002	4.003
2	2.838	100	1 0 1	2.838	2.833	2.833	2.834	2.838	2.836
3	2.314	46	1 1 1	2.317	2.317	2.317	2.316	2.317	2.317
4	2.019	12	0 0 2	2.019	2.020	2.019	2.019	2.020	2.021
5	1.997	37	2 0 0	1.999	1.995	1.995	1.999	1.999	1.999
6	1.802	6	1 0 2	1.788	1.719	1.803	1.802	1.790	1.800

4.1.2 นำผลที่ได้จากเครื่อง XRD มาหาหาค่าความเป็นเตตระโกนอลจากอัตราส่วน c/a โดยค่า c คำนวณจากสมการที่ 3.10 และค่า a คำนวณจากสมการ 3.9 ได้ค่าความเป็นเตตระโกนอลของสารตัวอย่างทั้ง 2 ชุดดังตาราง

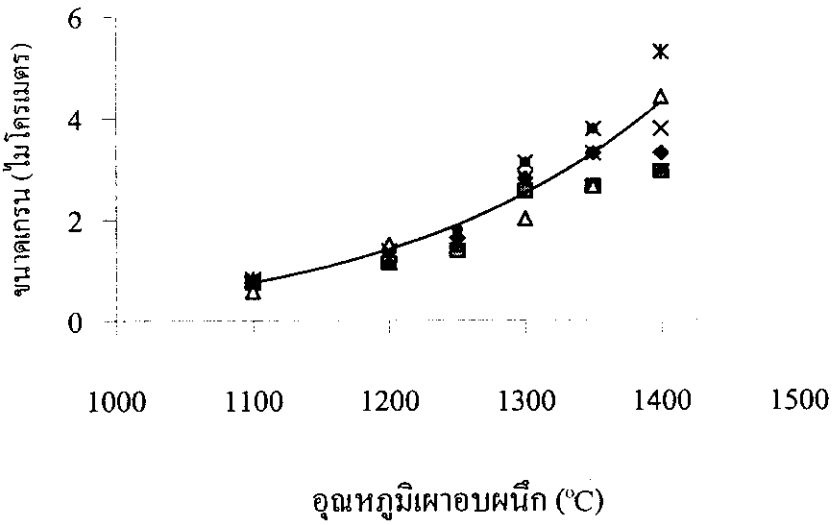
ตารางที่ 4.3 ค่าความเป็นเตตระโกนอลของสารตัวอย่างทั้งสองชุด

อุณหภูมิเผาอบผนึก (°C)	c/a	
	$BaTiO_3$	$BaCO_3$+TiO_2
1,100	1.0035	1.0054
1,200	1.0054	1.0002
1,250	1.0047	1.0002
1,300	1.0047	1.0001
1,350	1.0054	1.0002
1,400	1.0050	1.0002

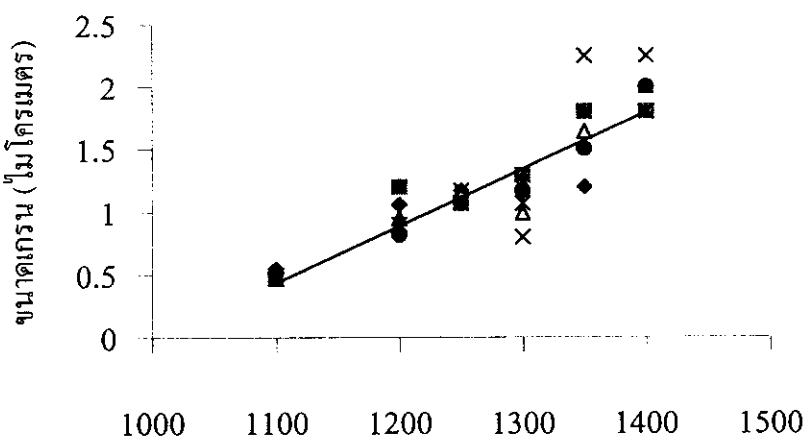
4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเผาอบผนึกกับขนาดของเกรน

นำภาพของสารตัวอย่างที่ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบกวาด มาหาขนาดของเกรนด้วยวิธีลากเส้นตัดแล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟเทียบกับอุณหภูมิเผาอบผนึก ได้ผลดังรูป

ภาพประกอบ 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเกรนกับอุณหภูมิเผาอบผนึกของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์



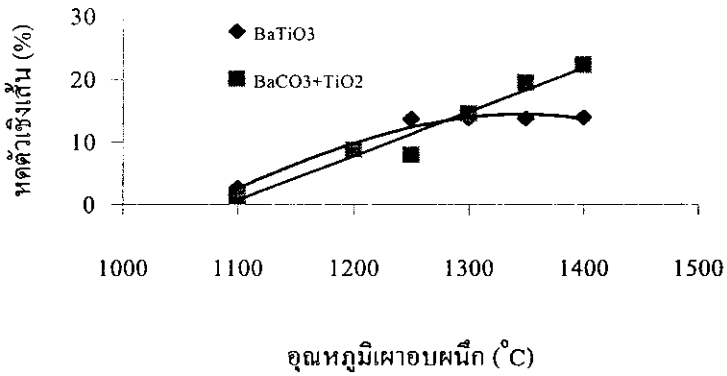
ภาพประกอบ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเกรนกับอุณหภูมิเผาอบผนึกของแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์



4.1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวเชิงเส้นกับอุณหภูมิเผาอบผนึก

คำนวณค่าการหดตัวเชิงเส้นตามสมการที่ 3.1 แล้วนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวเชิงเส้นกับอุณหภูมิเผาอบผนึกของตัวอย่างทั้ง 2 ชุด ได้ผลดังรูป

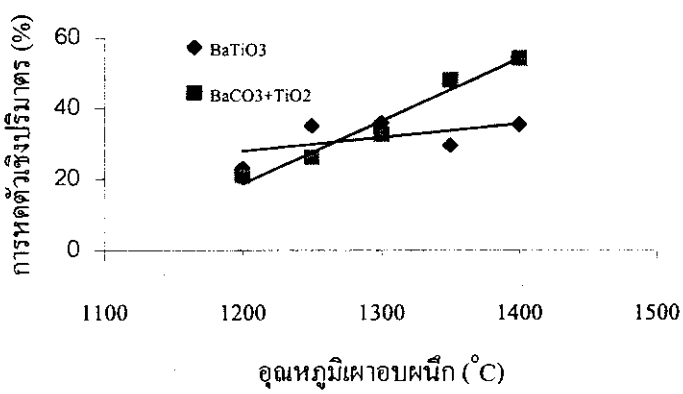
ภาพประกอบ 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวเชิงเส้นกับอุณหภูมิเผาอบผนึก



4.1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวเชิงปริมาตรกับอุณหภูมิเผาอบผนึก

คำนวณค่าการหดตัวเชิงปริมาตรจากสมการที่ 3.2 แล้วนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวเชิงปริมาตรกับอุณหภูมิเผาอบผนึกได้ผลดังรูป

ภาพประกอบ 18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวเชิงปริมาตรกับอุณหภูมิเผาอบผนึก

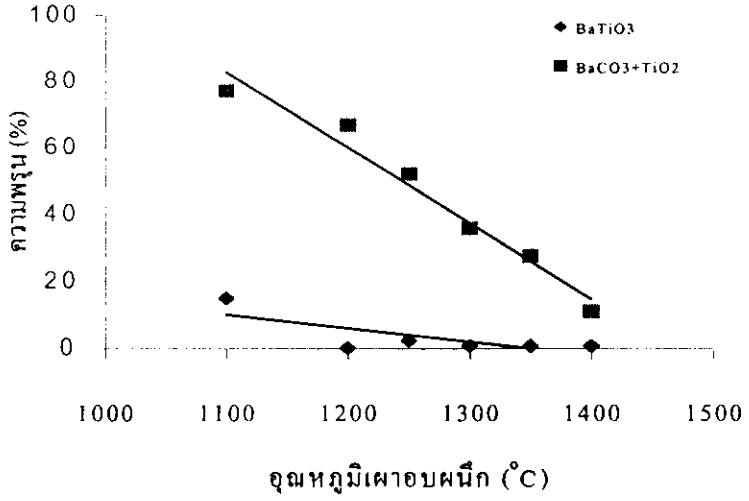


4.1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความพรุน (%) กับอุณหภูมิเผาอบผนึก

นำสารตัวอย่างที่ได้ภายหลังการเผาอบผนึกแล้วต้มในน้ำกลั่นเป็นเวลา 6 ชั่วโมงเพื่อให้โมเลกุลของน้ำเข้าไปแทนที่ช่องว่างภายในเนื้อสาร แล้วนำไปชั่งน้ำหนักในน้ำและใน

อากาศ หลังจากนั้นนำสารที่ต้มไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักขณะอบแห้ง นำผลที่ได้ไปคำนวณค่าความพรุนจากสมการที่ 3.6 และเมื่อนำค่าความพรุนที่ได้ไปเขียนกราฟเทียบกับอุณหภูมิเผาอบผนึกได้ผลดังรูป

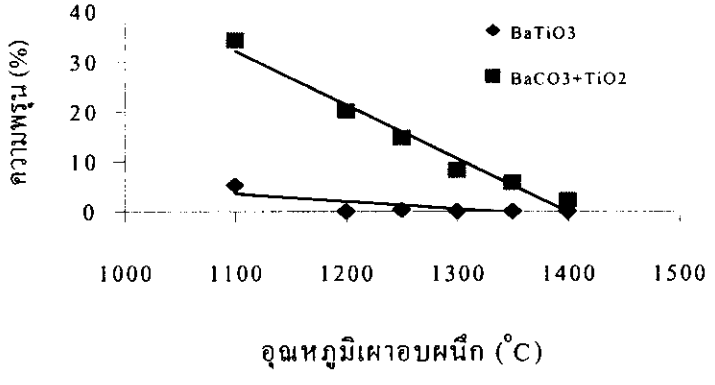
ภาพประกอบ 19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความพรุนกับอุณหภูมิเผาอบผนึก



4.1.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซึมน้ำกับอุณหภูมิเผาอบผนึก

ด้วยวิธีการเดียวกับ 4.1.6 แล้วคำนวณค่าการดูดซึมน้ำจากสมการที่ 3.5 แล้วนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซึมน้ำกับอุณหภูมิเผาอบผนึกได้ผลดังรูป

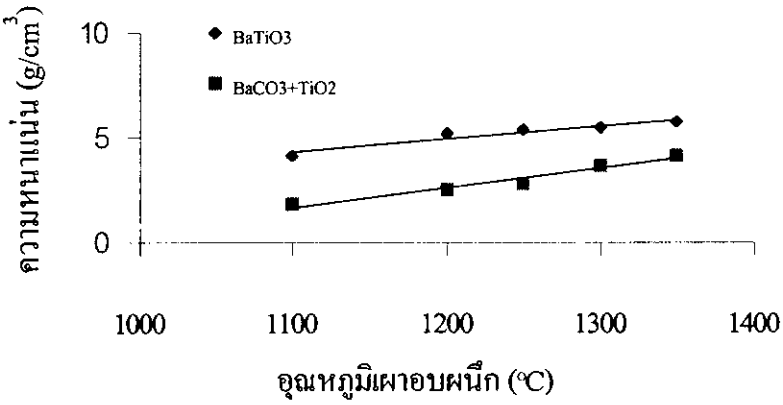
ภาพประกอบ 20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซึมน้ำกับอุณหภูมิเผาอบผนึก



4.1.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นกับอุณหภูมิเผาอบผนึก

คำนวณค่าความหนาแน่นจากสมการที่ 3.4 แล้วนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นกับอุณหภูมิเผาอบผนึกได้ผลดังรูป

ภาพประกอบ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่น
กับอุณหภูมิเผาอบผนึก



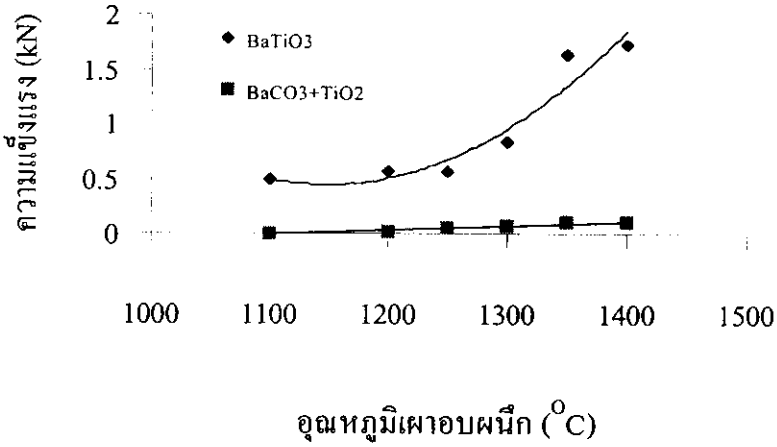
หมายเหตุ 1. ค่าความหนาแน่นจริง (True density) ของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์เมื่อวัดด้วยเครื่อง He pycnometer Quantachrome รุ่น Multipycnometer ของภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้เท่ากับ 5.79 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร

2. ค่าความหนาแน่นของสารตัวอย่างที่อุณหภูมิเผาอบผนึก 1,400 องศาเซลเซียสของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ และแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์ วัดได้ 8.4 และ 6.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตรตามลำดับ ซึ่งเกินค่ามาตรฐาน จึงเตรียมสารตัวอย่างใหม่ภายใต้เงื่อนไขได้ความหนาแน่นคือ แบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์เท่ากับ 5.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร และของแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียม คาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์เท่ากับ 5.40 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร

4.1.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงกับอุณหภูมิเผาอบผนึก

คำนวณค่าความแข็งแรงจากแรงดึงผ่านศูนย์กลางที่ทำให้เม็ดสารตัวอย่างแตก จากสมการที่ 3.11 แล้วนำผลที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงกับ อุณหภูมิเผาอบผนึกได้ผลดังรูป

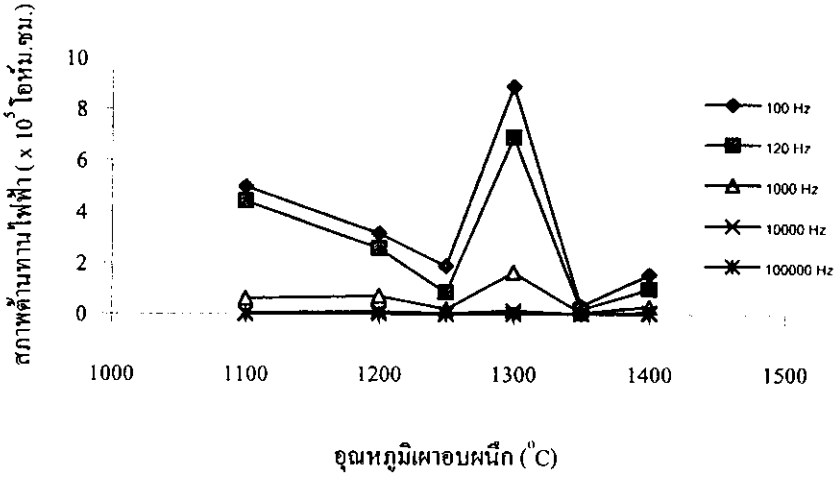
ภาพประกอบ 22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงกับอุณหภูมิเผาอบผนึก



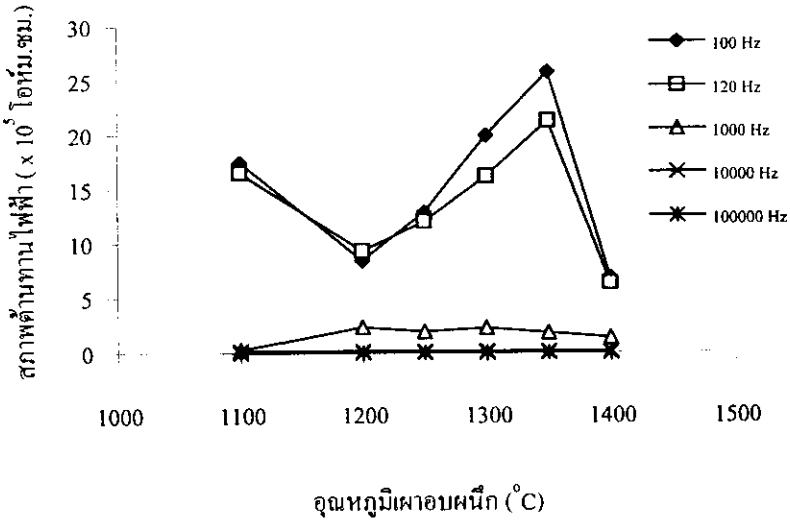
4.1.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ากับความถี่

นำค่าความต้านทานที่ได้ไปคำนวณค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าจากสมการที่ 3.8 เขียนกราฟกับอุณหภูมิเผาอบผนึกได้ผลดังรูป

ภาพประกอบ 23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ากับความถี่ของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิเผาอบผนึกต่างๆกัน



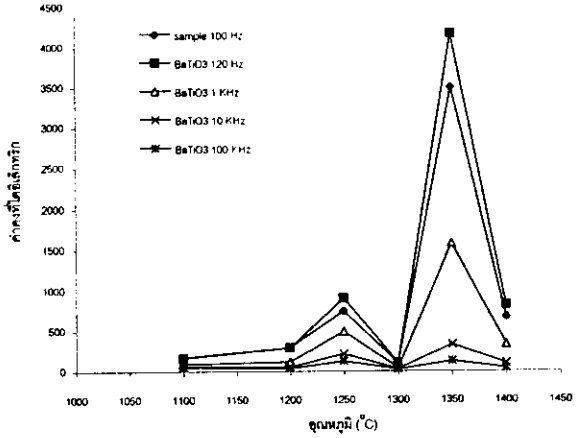
ภาพประกอบ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ากับความถี่ของแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์ที่อุณหภูมิเผาอบผนึกต่างๆ



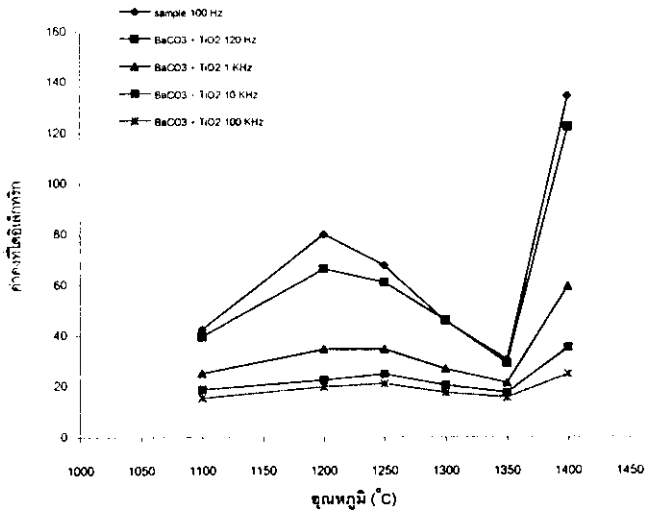
4.1.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ไดอิเล็กทริกกับความถี่

นำสารตัวอย่างที่ได้ไปทำตัวเก็บประจุ แล้ววัดค่าความจุด้วยเครื่อง LCR และนำค่าความจุที่ได้ไปคำนวณค่าคงที่ไดอิเล็กทริกจากสมการที่ 3.7 แล้วนำค่าคงที่ไดอิเล็กทริกเขียนกราฟเทียบกับอุณหภูมิเผาอบผนึกได้ผลดังรูป

ภาพประกอบ 25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ไดอิเล็กทริกกับความถี่ของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์กับอุณหภูมิเผาอบผนึก

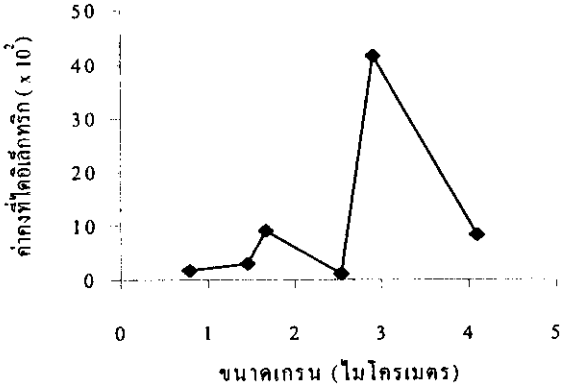


ภาพประกอบ 26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ไดอิเล็กทริกกับความถี่ของแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์กับอุณหภูมิเผาอบผนึกต่างๆ

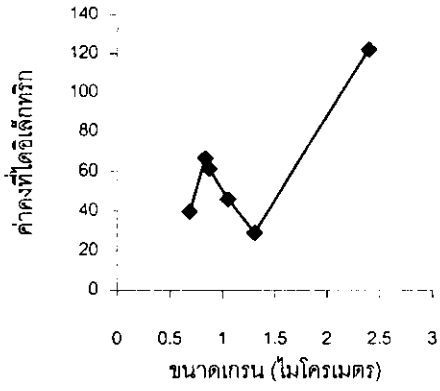


4.1.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ไดอิเล็กทริกกับขนาดของเกรน

ภาพประกอบ 27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ไดอิเล็กทริกกับขนาดของเกรนของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิเผาอบผนึกต่างๆกัน



ภาพประกอบ 28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ไดอิเล็กทริกกับขนาดของ เกรนของแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนต กับไทเทเนียมออกไซด์ที่อุณหภูมิเผาอบผนึกต่างๆ



4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

4.2.1 ค่า d – spacing ของแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์และแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์มีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐาน ดังนั้นสารที่เตรียมที่อุณหภูมิดังกล่าวเป็นแบเรียมไทเทเนทโดยสมบูรณ์

4.2.2 พิจารณาอัตราส่วนระหว่าง c/a ของสารตัวอย่างทั้งสองชุดในทุกๆอุณหภูมิเผาอบผนึกพบว่ามีค่ามากกว่า 1 ทั้งหมด แสดงว่าสารตัวอย่างทั้งสองชุดมีโครงสร้างแบบเตตระโกนอล ซึ่งสอดคล้องกับ Ikeda และ คณะ (1991) Parkash และ คณะ (1992) และเมื่อเปรียบเทียบกับของ ทวีตันฆศิริ และกอบวุฒิ รุจิจนากุล (1996) พบว่ามีค่าความเป็นเตตระโกนอลที่สูงกว่า นั่นแสดงว่ากระบวนการเตรียมทางเคมีจะทำให้อะตอมของแบเรียมเคลื่อนที่จากสมมาตรได้ดีกว่าซึ่งจะทำให้มีสภาพความเป็นขั้วดีกว่าด้วย

4.2.3 ขนาดของเกรน ทั้งแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ และที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์พบว่าขนาดของเกรนใหญ่ขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอะตอมบริเวณเส้นแบ่งเกรนซึ่งมีพลังงานสูงอยู่แล้วได้รับพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้นจึงทำให้เกิดการแพร่ของอะตอมดังกล่าวผ่านเส้นแบ่งเกรนไปรวมกับเกรนที่มีขนาดใหญ่กว่า จึงทำให้เกิดการขยายตัวของเกรน และจากการทดลองพบว่าแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์มีอัตราการเจริญเติบโตของเกรน (Grain Growth) ดีกว่าของแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์ ทั้งนี้เพราะแบเรียมไทเทเนทที่ได้จากสารผสมมีระยะห่างระหว่างเกรนมากกว่า เนื่องจากความพรุนมากกว่า ดังนั้นการแพร่ของอะตอมเพื่อไปรวมกับเกรนอื่นจึงเกิดขึ้นได้ไม่ดีเท่ากับแบเรียมไทเทเนท

บริสุทธิ์ที่มีระยะห่างระหว่างเกรนน้อยกว่า และเมื่อเปรียบเทียบกับของ Tunkasiri และ Rujijanagul (1996) พบว่าการเตรียมด้วยกระบวนการทางเคมี จะทำให้เกรนขยายตัวได้ดีกว่าการเตรียมด้วยวิธีที่สารตั้งต้นอยู่ในสถานะของแข็ง (solid-state reaction)

4.2.4 ค่าการหดตัวเชิงเส้นของแบเรียมไทเทเนททั้ง 2 ชุดพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเปอร์เซ็นต์การหดตัวก็จะสูงตามไปด้วยทั้งนี้เพราะเมื่อเกิดการขยายตัวของเกรนเนื่องจากการแพร่ของอะตอมทำให้ช่องว่างระหว่างเกรนถูกแทนที่ด้วยเกรนใหม่ตลอดเวลาขณะเผาอบผนึก ดังนั้นจึงทำให้สารเกิดการหดตัวโดยแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์มีอัตราการหดตัวสูงที่อุณหภูมิเผาอบผนึกที่ 1,100 – 1,250 องศาเซลเซียสและจาก 1,250 – 1,400 องศาเซลเซียสค่าการหดตัวเชิงเส้นค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้เนื่องจากแบเรียมไทเทเนทที่เรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์นั้นการจับกันของอนุภาคมีความหนาแน่นน้อยเมื่อเทียบกับแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ และเมื่อเปรียบเทียบกับของ ทวี ตันฆศิริ และ กอบวุฒิ รุจิจนากุล (1996) ที่เผาอบผนึกที่ 1,380 องศาเซลเซียส กับ จากงานวิจัยครั้งนี้ที่อุณหภูมิเผาอบผนึกที่ 1,400 องศาเซลเซียส พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงเส้นใกล้เคียงกัน

4.2.5 ค่าการหดตัวเชิงปริมาตรของแบเรียมไทเทเนททั้ง 2 ชุดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเผาอบผนึกเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับค่าการหดตัวเชิงเส้น และการหดตัวดังกล่าวเกิดขึ้นด้วยเหตุผลเดียวกับการหดตัวเชิงเส้น และเมื่อเปรียบเทียบกับของ ทวี ตันฆศิริ และ กอบวุฒิ รุจิจนากุล (1996) ที่เผาอบผนึกที่ 1,380 องศาเซลเซียส กับ จากงานวิจัยครั้งนี้ที่อุณหภูมิเผาอบผนึกที่ 1,400 องศาเซลเซียส พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงปริมาตรมีค่าใกล้เคียงกัน

4.2.6 ค่าความพรุนของสารตัวอย่างทั้งสองชุดมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิเผาอบผนึกเพิ่มขึ้นทั้งนี้เพราะช่องว่างระหว่างอนุภาคลดลงเนื่องจากการขายตัวของเกรน โดยค่าความพรุนของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์มีค่าน้อยกว่าของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ โดยที่อุณหภูมิเผาอบผนึกตั้งแต่ 1,200 – 1,400 องศาเซลเซียส ค่าความพรุนค่อนข้างคงที่ ในขณะที่แบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตและไทเทเนียมออกไซด์มียังคงมีแนวโน้มลดลง

4.2.7 ค่าการดูดซึมน้ำ ของสารตัวอย่างทั้งสองชุดพบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าการดูดซึมน้ำลดลง ทั้งนี้เนื่องจากช่องว่างระหว่างอนุภาคมีค่าลดงบลงเมื่ออุณหภูมิเผาอบผนึกเพิ่มขึ้นดังนั้นจึงมีเนื้อที่สำหรับให้น้ำเข้าไปแทนที่น้อยลงเช่นกัน โดยแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ค่าการดูดซึมน้ำลดลงมากจากอุณหภูมิ 1,100 – 1,200 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นค่าการดูดซึมน้ำค่อนข้างคงที่ ในขณะที่แบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์ค่าการดูดซึมน้ำยังคงลดลงแบบเชิงเส้น

4.2.8 ค่าความหนาแน่น ของสารตัวอย่างทั้งสองชุดมีค่าเพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้น เมื่ออุณหภูมิเผาอบผนึกเพิ่มขึ้นถึง 1,350 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพราะเมื่อค่าความพรุนลดลงค่าความหนาแน่นจึงเพิ่มขึ้น โดยแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิเผาอบผนึก 1,350 องศาเซลเซียสภายหลังปรับแก้แล้วมีค่า

เท่ากับ 5.79 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร ซึ่งเท่ากับความหนาแน่นจริง (True density) ที่ตรวจวัดด้วยเครื่อง Hepycnometer Quantachrome และของแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์ที่อุณหภูมิเผาอบผนึก 1,350 องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับ 4.14 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตรซึ่งต่ำกว่าค่าความหนาแน่นจริง เพราะอะตอมบริเวณผิวของเกรนมีพลังงานต่ำกว่าของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ทำให้การแพร่ของอะตอมเกิดได้ไม่ดีเท่ากับของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ และซึ่งค่าที่ได้ดังกล่าวใกล้เคียงกับของ ทวี ตันฆศิริ และ กอบวุฒิ รุจิจนากุล ที่เตรียมแบเรียมไทเทเนทด้วยกระบวนการทางเคมีที่อุณหภูมิเผาแคลไซน์ที่ 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส แล้วเผาอบผนึกที่ 1,380 องศาเซลเซียส ซึ่งได้ค่าความหนาแน่นเท่ากับ 5.81 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร

4.2.9 ค่าความแข็งแรง ของสารตัวอย่างทั้งสองชุดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเผาอบผนึกเพิ่มขึ้น โดยแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์มีค่าความแข็งแรงสูงกว่าแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์ในทุกๆอุณหภูมิ เหตุที่ค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิเผาอบผนึกเนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการเข้าแทนที่ของอะตอมต่างๆในโครงสร้างอะตอมเกิดขึ้นได้ดี ดังนั้นพันธะที่เกิดขึ้นจึงมีความแข็งแรงสูงกว่า

4.2.10 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์ที่ความถี่ต่างๆพบว่า ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น เพราะเมื่อความถี่สูงขึ้น การสั่นของขั้วคู่ไฟฟ้าจะมากขึ้นตามไปด้วยทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไปในรูปของความร้อน ซึ่งสารที่เป็นฉนวนเมื่อความร้อนเพิ่มขึ้นค่าความต้านทานจะลดลง ดังนั้นค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าจึงแปรตามความถี่โดยเมื่อความถี่เพิ่มขึ้นค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าจะลดลง และจากการทดลองพบว่าตัวอย่างที่เผาอบผนึกที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียสมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงที่สุดในทุกๆความถี่ และที่ 1,400 องศาเซลเซียสค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำที่สุดในทุกๆความถี่เช่นกัน

ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์พบว่าค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแปรผกผันกับความถี่เช่นเดียวกับของแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ ทั้งนี้ด้วยเหตุผลเดียวกัน โดยตัวอย่างที่เผาอบผนึกที่อุณหภูมิ 1,350 องศาเซลเซียส มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงที่สุดในทุกๆความถี่ และต่ำสุดที่อุณหภูมิเผาอบผนึกเท่ากับ 1,400 องศาเซลเซียส

4.2.11 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของสารตัวอย่างทั้งสองชุดพบว่า ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น เพราะเมื่อความถี่สูงขึ้นทำให้ขั้วคู่ไฟฟ้าภายในเนื้อสารสั่นแบบฮาร์โมนิกและเกิดการชนกับอะตอมข้างเคียงทำให้พลังงานไฟฟ้าสูญเสียไปในรูปของความร้อน ซึ่งพลังงานที่สูญเสียไปนั้นแปรผันตรงกับความถี่ ซึ่งการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวคือการสูญเสียทางไดอิเล็กทริก ดังนั้นเมื่อป้อนสนามไฟฟ้าที่มีความถี่สูงเข้าไปในสารไดอิเล็กทริกทำให้ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกลดลง และจากการทดลองพบว่าแบเรียมไทเทเนทที่เตรียมจากแบเรียมคาร์บอเนตกับไทเทเนียมออกไซด์ให้ค่าไดอิเล็กทริกสูงสุดที่อุณหภูมิเผาอบผนึก 1,400 องศาเซลเซียส และให้ค่าต่ำสุดที่อุณหภูมิเผา

อบผนึก 1,300 องศาเซลเซียสและแบเรียมไทเทเนทบริสุทธิ์ให้ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงสุดที่อุณหภูมิเผาอบผนึก 1,350 องศาเซลเซียส และต่ำสุดที่อุณหภูมิเผาอบผนึก 1,300 องศาเซลเซียส