

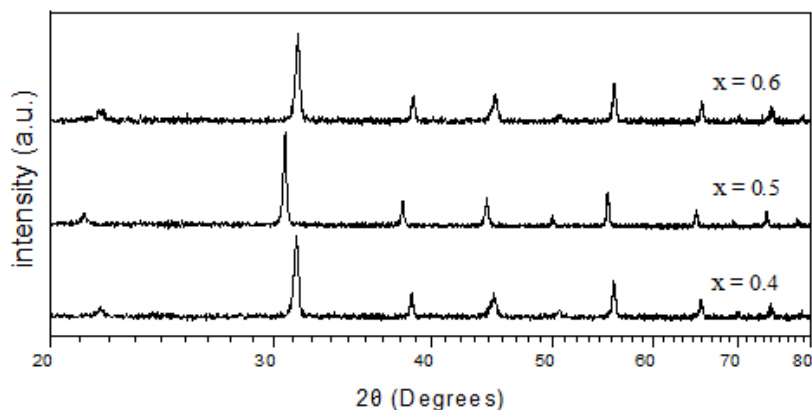
บทที่ 4

ผลการวิจัย

หลังจากทำการสังเคราะห์ผง $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$ ที่ปริมาณความเข้มข้นของสาร เท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 เศษส่วนโดยโมลแล้ว จึงนำผง $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$ ดังกล่าวมาอัดขึ้นรูปด้วยแรงดัน 1 ตัน เป็นเวลา 15 วินาที เป็นเม็ดแผ่นกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 เซนติเมตร โดยใช้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก เป็นสารยึดเหนี่ยวในการขึ้นรูป จากนั้นนำชิ้นงานไปเผาซินเทอร์ที่อุณหภูมิ 1,450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ด้วยอัตราเร็วการขึ้นลง 100 องศาเซลเซียสต่อนาที เมื่อได้เซรามิกแล้วในบทนี้จะได้อธิบายถึงและนำไปใช้ในการทดสอบคุณสมบัติด้านต่างๆของวัสดุต่อไป

4.1 ผลการตรวจสอบโครงสร้างผลึกของเซรามิกด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์

เมื่อนำผง $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$ ที่ x มีค่าเท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 มาอัดขึ้นรูปเป็นเม็ดกลมแบนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร โดยใช้สารยึดเหนี่ยวพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) เป็นตัวช่วยในการขึ้นรูป จากนั้นนำชิ้นงานไปทำการเผาซินเทอร์ที่อุณหภูมิ 1,450 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราการขึ้น/ลงของอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เพื่อเตรียมเป็นชิ้นงานเซรามิกแล้วนำมาตรวจสอบการเปลี่ยนโครงสร้างผลึกด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์



รูปที่ 4.1 รูปการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของเซรามิก $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$ เมื่อ $x = 0.4, 0.5$ และ 0.6

ที่อุณหภูมิซินเทอร์ 1,450 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 4.1 พบว่า เซรามิก $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$ มีโครงสร้างแบบเพอร์รอฟสไกต์ สูตรโมเลกุลคือ ABO_3 นอกจากนี้แนวโน้มของพีคเกิดการเคลื่อนตัวไม่ชัดเจน จะเห็นได้ว่าลักษณะของตำแหน่งปลายและรูปร่างของพีคมีลักษณะที่ต่างกัน

4.2 ผลการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของเซรามิก

ในการทดลองนี้ทำการเผาซินเทอร์ที่อุณหภูมิ 1,450 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง อัตราการขึ้นลง 100 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง ที่ปริมาณ เท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 เศษส่วนโดยโมล ดังรูปที่ 4.2 พบว่าเม็ดเซรามิกเป็นแผ่นกลม ไม่บิดเบี้ยวเสียรูปทรง และเม็ดเซรามิกแต่ละเม็ดมีลักษณะสีที่ใกล้เคียงกัน คือ มีสีแดงอิฐ จึงทำการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ คือ ค่าความหนาแน่น ซึ่งพบว่าได้ผลดังต่อไปนี้



X = 0.4

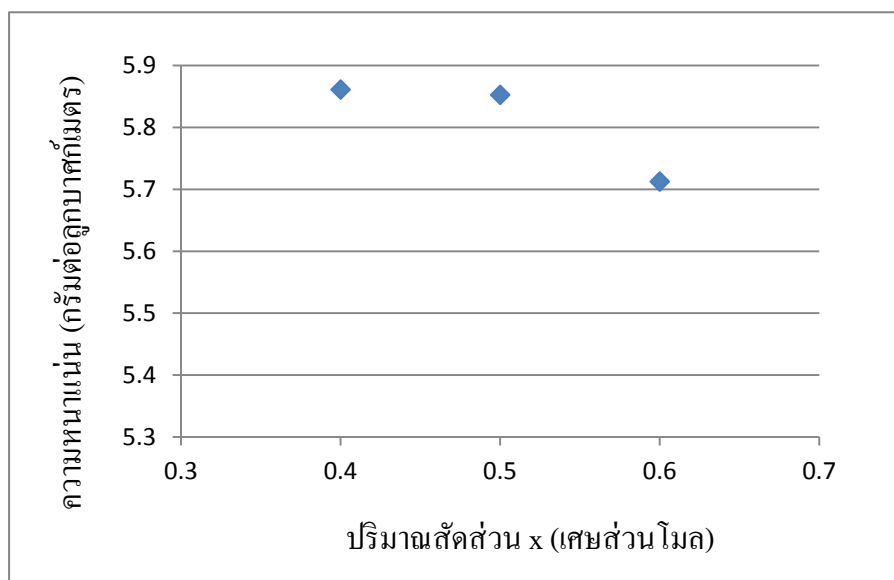
X = 0.5

X = 0.6

รูปที่ 4.2 เซรามิก (1-x)BZT-xBCeT เมื่อเผาซินเทอร์ที่อุณหภูมิ 1,450 องศาเซลเซียส

4.2.1 ความหนาแน่นของเซรามิก (1-x)BZT-xBCeT

ในการวิเคราะห์ความหนาแน่นของเซรามิก (1-x)BZT-xBCeT จะใช้หลักการของ อาร์คิมิดีส (Archimedes) ที่อาศัยหลักการแทนที่ด้วยน้ำในวัตถุ ซึ่งอธิบายรายละเอียดดังต่อไปนี้เมื่อนำผง ที่ผ่านการอัดเม็ด มาทดลองเผาซินเทอร์ที่อุณหภูมิ 1,450 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราขึ้นลง 100 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วนำมาหาค่าความหนาแน่นด้วยหลักอาร์คิมิดีส จากรูปที่ 4.3 พบว่าความหนาแน่นของเซรามิก มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณสัดส่วน x (เศษส่วนโมล) เข้าไปในปริมาณหนึ่ง และเมื่อเพิ่มปริมาณสัดส่วน x (เศษส่วนโมล) เพิ่มมากขึ้น พบว่าเซรามิกมีความหนาแน่นลดลง เนื่องจากเกรนโตขึ้นทำให้เกิดรูพรุนมากขึ้น ซึ่งชิ้นงานส่วนใหญ่มีค่าความหนาแน่นใน ช่วง 5.71 – 5.87 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร



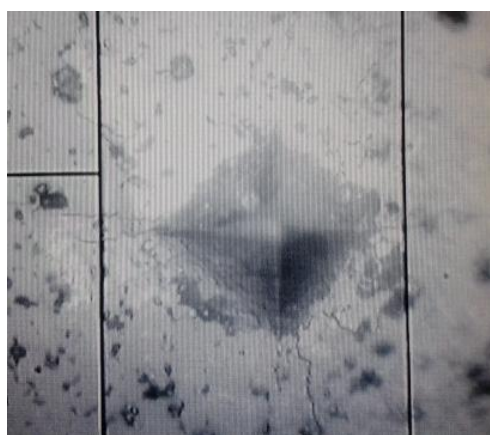
รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับปริมาณสัดส่วน x (เศษส่วน โมล) ที่อุณหภูมิ 1,450 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.1 ค่าความหนาแน่นของเซรามิก $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$ ที่ผ่านการเผาขึ้นเทอร์ที่อุณหภูมิ 1,450 องศาเซลเซียส

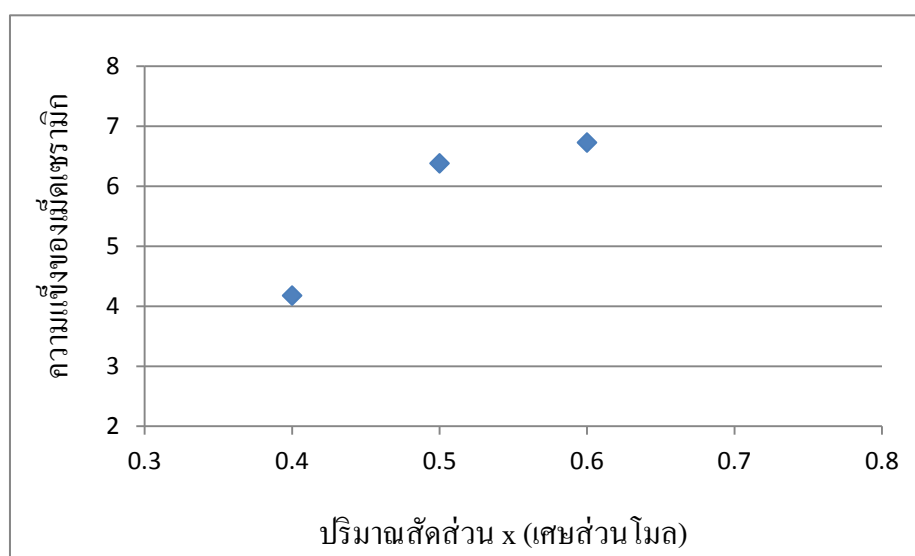
ปริมาณสัดส่วน x (เศษส่วน โมล)	ความหนาแน่น(กรัมต่อลูกบาศก์)
0.4	5.8613
0.5	5.8527
0.6	5.7127

4.3 ผลการตรวจสอบสมบัติเชิงกลของเซรามิก

เมื่อนำชิ้นงานเซรามิก $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$ มาทดสอบความแข็งแรงระดับจุลภาคแบบวิกเกอร์สโดยใช้แรงกด 9.087 นิวตัน ทำให้ได้รอยกดดังรูปที่ 4.4 โดยมีรูปร่างแบบพีระมิดฐานสี่เหลี่ยม พบว่ารอยกดของเซรามิก $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$ บางอัตราส่วนรูปร่างรอยกดไม่สมบูรณ์ดังรูปร่างมาตรฐานที่ควรจะเป็นเนื่องจากหลายปัจจัย เช่น การขัดพื้นผิวชิ้นงานไม่เรียบให้ได้ระนาบ รูพรุนบนผิวของชิ้นงาน และน้ำหนักที่กดลงบนชิ้นงานไม่เหมาะสม ในการทดลองเมื่อให้แรงกดบนผิวชิ้นงานโดยการหาขนาดรอยกดจากกล้องจุลทรรศน์แสง



รูปที่ 4.4 รอยกดแบบวิกเกอร์สของเซรามิก $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$



รูปที่ 4.5 แสดงค่าความแข็งแบบวิกเกอร์สของเซรามิก

4.3.1 ผลการตรวจสอบค่าความแข็งแรงแบบวิกเกอร์ส

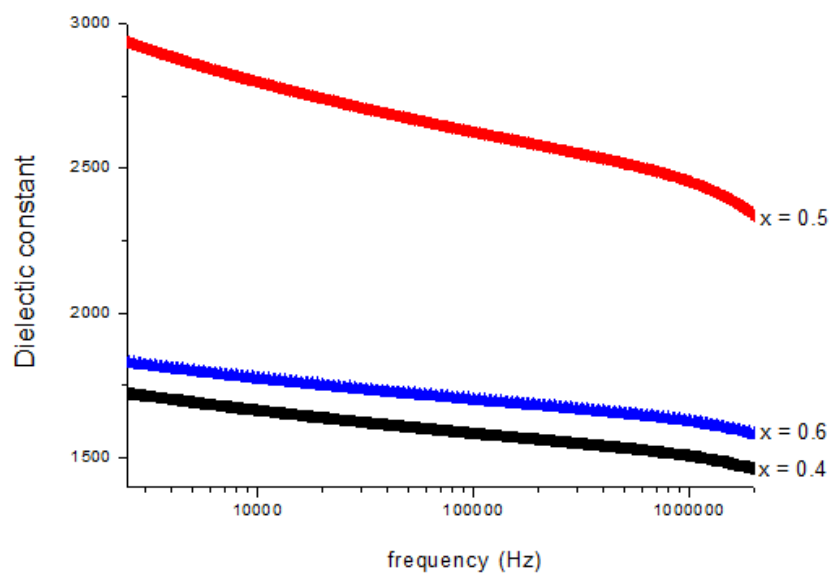
จากผลการทดลอง ดังรูปที่ 4.5 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงและปริมาณสัดส่วน x (เศษส่วนโมล) ของสาร สังเกตว่าค่าความแข็งแรงแบบวิกเกอร์สมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันโดยขึ้นอยู่กับปริมาณสัดส่วน x (เศษส่วนโมล) และค่าความแข็งแรงแบบวิกเกอร์สมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณสัดส่วน x (เศษส่วนโมล) ของสารเซรามิก ซึ่งเซรามิก $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$ เมื่อเพิ่มปริมาณสัดส่วน x (เศษส่วนโมล) ค่าความแข็งแรงของเซรามิกก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยค่าความแข็งแรงแบบวิกเกอร์สมีค่าในช่วง 4.178-6.729 จิกะปาสกาล โดยมีค่าความแข็งแรงสูงสุดและค่าความแข็งแรงต่ำสุดที่ปริมาณสัดส่วน x เท่ากับ 0.6 และ 0.4 เศษส่วนโมล ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยที่ทำให้ค่าความแข็งแรงของเม็ดเซรามิก 0.4 ต่ำสุด คือ รูพรุนที่หลงเหลืออยู่ ซึ่งเป็นข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเสมอ

4.4 ผลการตรวจสอบสมบัติไดอิเล็กทริก

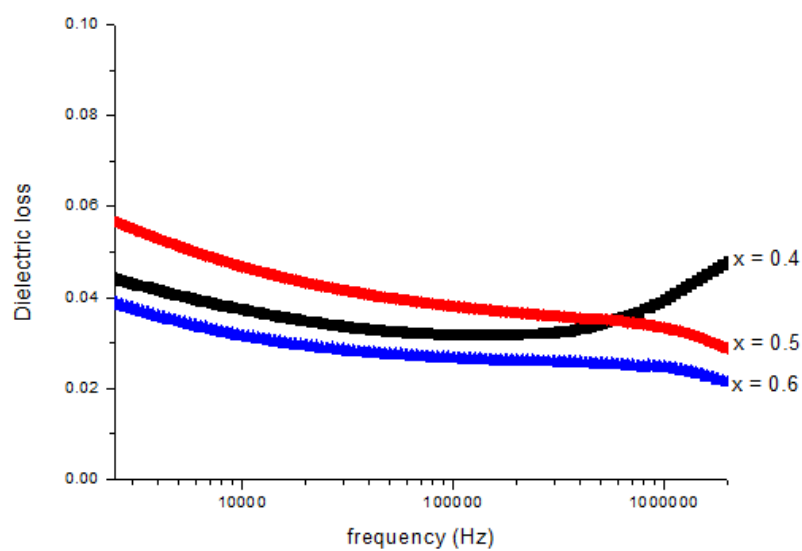
เมื่อนำเซรามิก $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$ และอัตราส่วนผสม $(1-x)\text{BZT}-x\text{BCeT}$ ทั้ง 2 ชุดข้อมูลมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ไดอิเล็กทริก และค่าการสูญเสียไดอิเล็กทริกเทียบกับความถี่ที่ 20 เฮิร์ต-2 เมกะเฮิร์ต ดังรูปที่ 4.6 และ 4.7

สำหรับค่าคงที่ไดอิเล็กทริก แสดงดังรูปที่ 4.6 พบว่า เมื่อความถี่สูงขึ้น ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของทุกๆ อัตราส่วนการเติมจะมีค่าลดลง โดยแนวโน้มของค่าคงที่ไดอิเล็กทริกนั้นชี้ให้เห็นว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณสัดส่วน x (เศษส่วนโมล) ของสารเซรามิก ค่าไดอิเล็กทริกจะมีค่าสูงขึ้น แต่มีค่าปริมาณสัดส่วน x เท่ากับ 0.6 ที่มีค่าไดอิเล็กทริกลดลง อาจเป็นเพราะ เกิดความผิดพลาดในการวัดและการอ่านค่า

สำหรับค่าการสูญเสียไดอิเล็กทริก แสดงดังรูปที่ 4.7 พบว่า ค่าการสูญเสียไดอิเล็กทริกนั้นมีแนวโน้มที่ไม่แน่นอน เมื่อมีความถี่สูงขึ้นค่าการสูญเสียไดอิเล็กทริกจะมีค่าลดลง แต่จะมีค่าปริมาณสัดส่วน x เท่ากับ 0.4 ที่มีค่าสูง เนื่องจากมีค่าความหนาแน่นต่ำสุดชี้ให้เห็นว่าเมื่อเซรามิกมีความหนาแน่นต่ำลง จะทำให้ค่าการสูญเสียไดอิเล็กทริกสูงขึ้น



รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกกับความถี่ เท่ากับ 20 Hz – 2MHz



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์การสูญเสียไดอิเล็กทริกกับความถี่ เท่ากับ 20 Hz – 2MHz