บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการทดลองการเตรียมผงผลึกและเซรามิก BCTS

การเตรียมเซรามิก BCTS ด้วยวิธีการเผาไหม้ เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิการเตรียมที่มีต่อการก่อเกิดเฟส โครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิก โดยการเตรียมผงผลึก BCTS โดยใช้ไกลซีนเป็นเชื้อเพลิง โดยอัตราส่วนระหว่างสารตั้งต้นและไกลซีนเป็น 1:2 แคลไซน์ที่อุณหภูมิ 1050 ถึง 1250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าผงผลึก BCTS ที่บริสุทธิ์สามารถเตรียมได้โดยใช้เงื่อนไขการแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 1150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งต่ำกว่าวิธีปฏิกิริยาสถานะของแข็งประมาณ 150 องศาเซลเซียส และเวลาเผาแช่สั้นกว่า 2 ชั่วโมง สำหรับเซรามิก BCTS ซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1325 ถึง 1450 องศาเซลเซียส จากการศึกษาโครงสร้างเฟสด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (XRD) พบว่าเซรามิกแสดงโครงสร้างเพอรอฟสไกต์บริสุทธิ์ในทุกตัวอย่าง โดยเซรามิกแสดงโครงสร้างเฟสร่วมระหว่างออร์โธรอมบิกและเททระโกนัล ในขณะที่อุณหภูมิซินเตอร์ 1400 องศาเซลเซียส เซรามิกแสดงโครงสร้างเฟสผสมของ O+T+R ซึ่งยืนยันจากวิธี Rietveld refinement นอกจากนี้ยังแสดงโครงสร้างจุลภาคที่ดี ค่าความหนาแน่นสูงสุด ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกที่ดีเยี่ยม และค่า d_{33}* สูง ผลของการก่อเกิดเฟส โครงสร้างจุลภาค ความหนาแน่นและสมบัติไดอิเล็กทริกสนับสนุนซึ่งกันและกัน

สรุปผลการทดลองการเตรียมผงผลึกและเซรามิก 0.94BNT-0.06BCST

เตรียมเซรามิก 0.94BNT-0.06BCST ด้วยวิธีการเผาไหม้ โดยใช้ไกลซีนเป็นเชื้อเพลิง โดยอัตราส่วนระหว่างสารตั้งต้นและไกลซีนเป็น 1:0.39 แคลไซน์ที่อุณหภูมิ 600 ถึง 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าผงผลึก 0.94BNT-0.06BCST มีโครงสร้างเฟสแบบเพอรอฟสไกต์ ผงผลึกบริสุทธิ์สามารถเตรียมได้โดยเงื่อนไขการแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งต่ำกว่าวิธีปฏิกิริยาสถานะของแข็ง 200 องศาเซลเซียส และสามารถลดชั่วโมงการเผาแช่ได้ 4 ชั่วโมง อนุภาคของผงผลึก 0.94BNT-0.06BCST มีลักษณะค่อนข้างกลมและเกาะกลุ่มกันอย่างหนาแน่น อนุภาคของผงผลึกมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่ออุณหภูมิแคลไซน์เพิ่มขึ้น สำหรับเซรามิก 0.94BNT-0.06BCST ซินเตอร์ที่อุณหภูมิ1100 ถึง 1200 องศาเซลเซียส พบว่าเซรามิกแสดงโครงสร้างเฟสแบบผสมระหว่างรอมโบฮีดรัลและเททระโกนัลในทุกตัวอย่าง ที่อุณหภูมิซินเตอร์เท่ากับ 1150 องศาเซลเซียส เซรามิกมีค่าความหนาแน่นสูง (5.95 g/cm^3) มีค่าไดอิเล็กทริกที่อุณหภูมิห้องดี ($\varepsilon \cong 1530$, $\tan\delta \cong 0.058$) มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกที่ T_m สูงสุด ($\varepsilon_m \cong 6210$) แสดงสมบัติเฟร์โรอิเล็กทริกที่ดี (P_r =42.88 $\mu c/cm^2$, E_c = 37.34 kV/cm) และมีค่าสัมประสิทธิ์ไพอิโซอิเล็กทริกสูง ($d_{33} \cong 189$) จากผลการทดลองพบว่าโครงสร้างจุลภาค สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางไฟฟ้า มีความสอดคล้องซึ่งกันและกัน แสดงว่าให้เห็นว่าวิธีการเผาไหม้เป็นวิธีการที่มีความสะดวก ประหยัดพลังงานและทำให้ได้เซรามิก 0.94BNT-0.06BCST ที่มีคุณภาพสูง

สรุปผลการทดลองการเตรียมเซรามิก (1-x)BNT-xBCST

เตรียมเซรามิก (1-x)BNT-xBCST ที่ปริมาณ x เท่ากับ 0.03 ถึง 0.09 ด้วยวิธีการเผาไหม้ โดยใช้ไกลซีนเป็นเชื้อเพลิง โดยอัตราส่วนระหว่างสารตั้งต้นและไกลซีนเป็น 1:0.39 แคลไซน์ที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าผงผลึก (1-x)BNT-xBCST มีโครงสร้างเฟสแบบเพอรอฟสไกต์ที่บริสุทธิ์ในทุกอัตราส่วน

สำหรับเซรามิก (1-x)BNT-xBCST ที่ปริมาณ x เท่ากับ 0.03 ถึง 0.09 ซินเตอร์ที่อุณหภูมิ1150 องศาเซลเซียส พบว่าเซรามิกที่ปริมาณ x = 0.03 แสดงโครงสร้างเฟสแบบเททระโกนอลที่ไม่สมบูรณ์ และเมื่อปริมาณ x เพิ่มขึ้นระหว่าง 0.04-0.07 เซรามิกแสดงโครงสร้างเฟสแบบผสมระหว่างรอมโบฮีดรัลและเททระโกนัล ในขณะที่ตัวอย่างที่ปริมาณ x เพิ่มขึ้นระหว่าง 0.08-0.09 เซรามิกมีโครงสร้างเฟสที่เป็นเททระโกนอลมากขึ้น เมื่อปริมาณ x มากขึ้น โครงสร้างจุลภาคของเซรามิก (1-x)BNT-xBCST ที่ปริมาณ x เท่ากับ 0.03 ถึง 0.09 เกรนเซรามิกมีลักษณะเป็นทรงหลายเหลี่ยมและมีการผลึกนึกตัวของเกรนดีในทุกอัตราส่วน โดยขนาดเกรนเฉลี่ยและค่าความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ x เพิ่มขึ้นจนถึง 0.07 หลังจากนั้นมีค่าลดลง สำหรับสมบัติเฟร์โรอิเล็กทริกและค่าสัมประสิทธิ์ไพอิโซอิเล็กทริกของเซรามิก (1-x)BNT-xBCST ที่ปริมาณ x เท่ากับ 0.03 ถึง 0.09 พบว่าที่ปริมาณการเจือสาร BCTS ที่ปริมาณ x เท่ากับ 0.07 แสดงสมบัติเฟร์โรอิเล็กทริกและค่าสัมประสิทธิ์ไพอิโซอิเล็กทริกที่ดีที่สุดโดยมีค่า P_r =32 μc/cm^2, E_c = 18 kV/cm และ $d_{33} \cong$ 202 pC/N จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเจือสาร BCTS ในปริมาณที่เหมาะสมสามารถพัฒนาค่าสัมประสิทธิ์ไพอิโซอิเล็กทริกของเซรามิก BNT ได้ ทำให้เพิ่มประสิทธิ์ที่ภาพของเซรามิกที่ปราศจากตะกั่วในการนำไปประยุกต์ใช้งานในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่อไป