

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเซรามิก  $(1-x)\text{BKT}-x\text{ST}$  ที่สัดส่วน  $x = 0.00, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80$  และ  $0.90$  พบว่าสามารถเตรียมเซรามิกในระบบ BKT-ST ได้โดยใช้ปฏิกิริยาสถานะของแข็งและใช้อุณหภูมิแคลไซน์คือ  $850 - 900\text{ }^{\circ}\text{C}$

จากข้อมูลรูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของเซรามิกพบว่าที่ทุกสัดส่วนองค์ประกอบนั้นสามารถเตรียมให้เกิดเฟอโรไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์ โดยไม่พบเฟสไพโรคลอรัซึนในระบบ ซึ่งเมื่อสัดส่วนองค์ประกอบของ ST เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์เปลี่ยนแปลงจาก BKT จนกระทั่งมีลักษณะใกล้เคียงรูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของ ST ซึ่งพบว่าโครงสร้างจะเปลี่ยนจากเทอร์โกนอลไปเป็นคิวบิกเสมือน

จากการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของเซรามิกพบว่าแต่ละสัดส่วนองค์ประกอบให้ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 90 และความหนาแน่นลดลงเมื่อสัดส่วนองค์ประกอบมากขึ้นซึ่งมีค่าประมาณ  $4.743 - 5.674\text{ g/cm}^3$

จากการตรวจสอบทางสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดพบว่าลักษณะเกรนของเซรามิกมีรูปร่างเป็นลูกบาศก์ ขนาดของเกรนค่อนข้างสม่ำเสมอ ไม่พบเกรนที่มีลักษณะแตกต่างกันซึ่งคาดว่าเฟสอื่น โครงสร้างมีรูพรุน และพบว่าสัดส่วนองค์ประกอบของ ST มีผลต่อขนาดของเกรนเฉลี่ย โดยขนาดของเกรนมีแนวโน้มลดลงเมื่อสัดส่วนองค์ประกอบมากขึ้นซึ่งมีขนาดเกรนเฉลี่ยระหว่าง  $0.173-0.201\text{ }\mu\text{m}$

จากการตรวจสอบสมบัติทางไดอิเล็กทริกพบว่าค่าคงที่ไดอิเล็กทริกมีแนวโน้มลดลงเมื่อสัดส่วนองค์ประกอบของ ST มากขึ้น และค่าคงที่ไดอิเล็กทริกที่ได้ขึ้นเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ โดยมีค่าลดลงเมื่อสัดส่วนองค์ประกอบของ ST เพิ่มมากขึ้นแต่ที่สัดส่วนองค์ประกอบ  $x = 0.20$  มีค่าไดอิเล็กทริกสูงสุดเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้าง โดยความถี่นั้นไม่ได้เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งค่าอุณหภูมิในการเปลี่ยนเฟสนั้นได้มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิการเปลี่ยนเฟสที่ได้จากการคำนวณความชันของกราฟ ( $\gamma$ ) ตามกฎ Curie-Weiss ของเซรามิกอยู่ในช่วง  $1.704 - 1.857$  ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสมบัติที่เป็นเฟอร์โรอิเล็กทริกแบบรีแลกเซอร์มากกว่า

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมอย่างละเอียดเกี่ยวกับมอร์โฟทรอปิกเฟสवादารี (MPB) เพื่อสามารถทำให้เซรามิกในสัดส่วนองค์ประกอบนี้มีสมบัติทางไฟฟ้าที่ดีขึ้น
2. ควรศึกษาเพิ่มเติมอย่างละเอียดถึงอุณหภูมิในการซินเตอร์เซรามิกให้มากขึ้นเพื่อศึกษาถึงความหนาแน่นและขนาดของเกรนในเงื่อนไขอุณหภูมิในการซินเตอร์ที่เหมาะสมและให้คุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ดีกว่าเดิม
3. ควรศึกษาเกี่ยวกับสมบัติทางเฟอร์โรอิเล็กทริกเพื่อทำการยืนยันกับผลที่ได้
4. ควรศึกษาการสังเคราะห์และสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิกที่มีส่วนผสมโพแทสเซียมไททานเตเป็นองค์ประกอบหลักที่เจือด้วยสาร  $\text{LiSbO}_3$  เพื่อให้สามารถอัดเม็ดขึ้นรูปได้และพัฒนาคุณสมบัติทางไฟฟ้าให้ดียิ่งขึ้น