บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของการทำวิจัย

เซรามิกชนิดเฟร์โรอิเล็กทริก (ferroelectric) กลุ่มที่มีโครงสร้างแบบเพอร์รอพสไกต์ (perovskite, ABO_3) มีความสำคัญมากที่สุดต่อการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตตัวเก็บประจุที่มีค่าคงตัวไดอิเล็กทริก (dielectric constant, ε_r) สูง ทรานสดิวเซอร์ (transducer) โซนาร์ (sonar) ตัวกรองสัญญาณ เซนเซอร์ (sensor) เป็นต้น วัสดุที่นำมาผลิตเซรามิกประเภทนี้มากที่สุด คือ แบเรียมไททาเนต (barium titanate, BT) เลดเซอร์โคเนตไททาเนต (lead zirconate titanate, PZT) เลดแลนทานัมเซอร์โคเนตไททาเนต (lead lanthanum zirconate titanate, PLZT) เลดไททาเนต (lead titanate, PT) และเลดแมกนีเซียมไนโอเบต (lead magnesium niobate, PMN) [6].

แบเรียมเซอร์โคเนต $(Pb_{1-x}Ba_x)ZrO_3$: PBZ เป็นวัสดุที่มีโครงสร้างแบบเพอรอพสไกต์ ที่อุณหภูมิห้องจะมีสภาพเป็นสารแอนติเฟร์โรอิเล็กทริก (AFE) โดยมีโครงสร้างเป็นออโธรอมบิค (orthorhombic) [1-3] PBZ สามารถเปลี่ยนเฟสจาก AFE เป็นเฟร์โรอิเล็กทริก (FE) และเปลี่ยนโครงสร้างจากออโธรอมบิคเป็นรอมโบฮีดรอล อีกทั้งสาร FE จะเปลี่ยนเป็นสภาพพาราอิเล็กทริก PE และเปลี่ยนโครงสร้างจากรอมโบฮีดรอลเป็นโครงสร้างแบบคิวบิคได้เมื่อได้รับการเหนี่ยวนำจากสนามไฟฟ้า ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเฟส AFE-FE ของ PBZ นี้ทำให้เซรามิกมีการขยายตัวอย่างมาก (ประมาณ 1%) ซึ่งเหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น displacement electromechanical actuator[4] ตัวกักเก็บพลังงาน เป็นต้น

เลดแบเรียมไททาเนต$(Pb_{1-x}Ba_x)TiO_3$: PBT เป็นวัสดุเฟร์โรอิเล็กทริกชนิดที่มีโครงสร้างแบบเพอรอพสไกต์ และมีโครงสร้างแบบเททระโกนอลที่อุณหภูมิห้อง [5-6] โดยสามารถเปลี่ยนสภาพจาก FE เป็น PE ได้เมื่ออุณหภูมิที่เหมาะสม เรียกกว่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า อุณหภูมิคูรี ซึ่งอุณหภูมิคูรีของ PBT สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยจะมีค่าต่ำลงเมื่อปริมาณไอออนของ Ba^{2+} มีค่าน้อยลง ในทางกลับกันคือจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อปริมาณไอออนของ Ba^{2+} มีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้วัสดุนี้เหมาะต่อการนำมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องใช้อุณหภูมิและมีความถี่สูง เช่นตัวขับเร้า ตัวเก็บประจุ เป็นต้น

เลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนต (PBZT) เป็นวัสดุที่เกิดจากการรวมตัวกันของสารประกอบ PBZ และ PBT ซึ่งปริมาณของ Zr^{4+} และ Ti^{4+} นั้นมีผลทำให้โครงสร้างเฟส โครงสร้างจุลภาคและสมบัติต่างๆของ PBZ และ PBT เกิดความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามยังไม่มีการรายงานถึงรายละเอียดและสมบัติต่างๆของผงผลึก PBZT ที่เตรียมโดยวิธีปฏิกิริยาสถานะของแข็ง ดั้งนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการเตรียมผงผลึกเลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนตด้วยวิธีปฏิกิริยาสถานะของแข็งโดยใช้อัตราส่วนของสารตั้งต้น คือ $(Pb_{1-x}Ba_x)(Zr_{1-y}Ti_y)O_3$, โดยที่ $0.05 \leq x \leq 0.1$ และ $0 \leq y \leq 1$ และศึกษาถึงผลของปริมาณของสารตั้งต้นที่มีต่อสมบัติต่างๆของผงผลึกและเซรามิกเลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนตที่เตรียมได้ เช่น โครงสร้างผลึก โครงสร้างจุลภาค และสมบัติทางกายภาพ เป็นต้น

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อเตรียมผงผลึกและเซรามิกเลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนต โดยใช้อัตราส่วนของสารตั้งต้นคือ $(Pb_{1-x}Ba_x)(Zr_{1-y}Ti_y)O_3$, โดยที่ $0.05 \leq x \leq 0.1$ และ $0 \leq y \leq 1$
2. เพื่อศึกษาสมบัติต่างๆ ของผงผลึกและเซรามิกเลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนตที่เตรียมได้ เช่น โครงสร้างผลึก โครงสร้างจุลภาค และสมบัติทางกายภาพ
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของสารตั้งต้นที่มีต่อโครงสร้างผลึก โครงสร้างจุลภาค และสมบัติทางกายภาพ ของผงผลึกและเซรามิกเลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนต

ขอบเขตงานวิจัย

1. เตรียมผงผลึกเลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนต ในอัตราส่วนของสารตั้งต้นคือ $(Pb_{1-x}Ba_x)(Zr_{1-y}Ti_y)O_3$, โดยที่ $0.05 \leq x \leq 0.1$ และ $0 \leq y \leq 1$ ด้วยวิธีปฏิกิริยาสถานะของแข็งโดยใช้อุณหภูมิในการเผาแคลไซน์ 800-1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. เตรียมเซรามิกเลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนต ในอัตราส่วนของสารตั้งต้นต่างๆกัน ด้วยวิธีการปฏิกิริยาสถานะของแข็ง โดยใช้อุณหภูมิในการเผาซินเตอร์ 1200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
3. ศึกษาสมบัติต่างๆ ของผงผลึกและเซรามิกเลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนต เช่น โครงสร้างผลึก โครงสร้างจุลภาค และสมบัติทางกายภาพ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเตรียมและพัฒนาการเตรียมผงผลึกและเซรามิกเลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนต
2. สามารถตรวจสอบสมบัติต่างๆ ของผงผลึกและเซรามิกเลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนตที่เตรียมได้ เช่น โครงสร้างผลึก โครงสร้างจุลภาค และสมบัติทางกายภาพ
3. ทราบและเข้าใจเงื่อนไขของอัตราส่วนของสารตั้งต้นที่มีต่อโครงสร้างผลึก โครงสร้างจุลภาค สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางไฟฟ้าของผงผลึกและเซรามิกเลดแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนต