บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

เซรามิกพิโซอิเล็กทริกชนิดเฟร์โรอิเล็กทริก (ferroelectric) กลุ่มที่มีโครงสร้างแบบเพอร์รอฟไกต์ (perovskite, ABO_3) เช่น เลดไททาเนต ($PbTiO_3$), สตรอนเซียมไททาเนต ($SrTiO_3$) และเลดสตรอนเซียมไททาเนต (PST) [1-3] เป็นเซรามิกที่มีความสำคัญมากต่อการนำไปประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เลดไททาเนต (PT) เป็นสารเฟร์โรอิเล็กทริกที่มีสมบัติพิโซอิเล็กทริก (piezoelectrics) และไพโรอิเล็กทริก (pyroelectrics) ที่โดดเด่นมากตัวหนึ่ง และเหมาะสำหรับการนำไปใช้งานที่ต้องการความถี่สูง [2] เช่น ทรานสดิวเซอร์ (transducer) โซนาร์ (sonar) ตัวกรองสัญญาณ และเซนเซอร์ (sensor) อย่างไรก็ตามเลดไททาเนตมีอุณหภูมิคูรี (T_c) ค่อนข้างสูง (ประมาณ 490 °C) ส่งผลทำให้การใช้ประโยชน์สูงสุดของสาร PT จะต้องทำที่อุณหภูมิสูงใกล้เคียงกับอุณหภูมิคูรี ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการในทางปฏิบัติ และนอกจากนี้ PT ยังมีค่าเททระโกนอลิตี้ (tetragonality) หรือ c/a สูงมาก (~1.064) [4] ทำให้ PT เป็นสารที่มีความเครียดภายในสูงมาก ดังนั้นการเตรียมชิ้นงานเซรามิกจึงกระทำได้ยากมาก เพราะชิ้นงานจะแตกออกเป็นเสี่ยงเสมอ จึงนิยมทำการเติมสารเจือเพื่อลดความเครียดภายในเนื้อสาร หรือไม่ก็นำไปรวมกับสารชนิดอื่นๆ ก่อนที่จะนำไปใช้งานต่อไป [2]

ในขณะที่สตรอนเซียมไททาเนต (ST) เป็นวัสดุที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุ อุปกรณ์ปรับความถี่ และอุปกรณ์ที่มีโวลท์เตจสูง [5] เนื่องจากเป็นวัสดุพาราอิเล็กทริกที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกและมีความเสถียรภาพสูง [6] นอกจากนี้ยังมีอุณหภูมิคูรีประมาณ -163 °C และมีค่าแลตทิซพารามิเตอร์ a = 0.3905 nm [7] มีงานวิจัยมากมายที่พบว่าอุณหภูมิคูรีของ ST สามารถเพิ่มขึ้นได้เมื่อเติมตะกั่วลงไป และในทางกลับกันสามารถลดอุณหภูมิคูรีของ PT ลงได้ด้วยการเติมสตรอนเซียม [8]

เลดสตรอนเซียมไททาเนต (PST) เป็นสารเฟร์โรอิเล็กทริกที่มีโครงสร้างแบบเพอร์รอฟสไกต์ที่เตรียมได้จากสารละลายของแข็งระหว่างเลดไททาเนต (PT) และสตรอนเซียมไททาเนต (ST) PST มีความเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กเป็นพิเศษ เช่น อุปกรณ์รับส่งสัญญาณไมโครเวฟ อุปกรณ์สำหรับปรับความถี่ ตัวเก็บประจุ และเซนเซอร์ [9] นอกจากนี้ยังพบว่าเลดสตรอนเซียมไททาเนตเป็นวัสดุสารกึ่งตัวนำ [10] ที่มีความเหมาะสมในการประยุกต์เป็นตัวต้านทานแบบค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานต่ออุณหภูมิ

เป็นลบ (NTCR) และตัวต้านทานแบบค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานต่ออุณหภูมิเป็นบวก (PTCR) [11] ทำให้มีงานวิจัยที่ศึกษาการเตรียมและสมบัติของเซรามิกเลดสตรอนเชียมไททาเนตอย่างมากมาย [10-14] อย่างไรก็ตามการเตรียมเซรามิกที่มีตะกั่วเป็นประกอบของมักเกิดการระเหยของตะกั่วในระหว่างขบวนการเผาแคลไซน์ และซินเตอร์ เป็นผลให้สมบัติต่างๆ ของเซรามิกเปลี่ยนแปลงไป [15, 16] เช่น เกิดเฟสแปลกปลอม ความหนาแน่นและค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของเซรามิกลดลง เป็นต้น การเติมตะกั่วส่วนเกินเพื่อชดเชยส่วนที่สูญเสียไปจากการเผาเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างมาก [17-20] ทำให้งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาผลของปริมาณตะกั่วส่วนเกินที่มีต่อสมบัติต่างๆ ของเซรามิกเลดสตรอนเชียมไททาเนต โดยการเตรียมเซรามิกเลดสตรอนเชียมไททาเนต ($Pb_{1-x}Sr_xTiO_3$), (x = 0.25, 0.50 และ 0.75) ที่มีปริมาณตะกั่วส่วนเกินต่างๆ (0, 1, 3, 5 และ 10 wt%) ด้วยวิธีผสมออกไซด์ แล้วศึกษาผลของปริมาณตะกั่วส่วนเกินที่มีต่อ โครงสร้างผลึก โครงสร้างจุลภาค ความหนาแน่น สมบัติทางความร้อน และสมบัติทางไฟฟ้า ของเซรามิกเลดสตรอนเชียมไททาเนตที่เตรียมได้

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาเงื่อนไขการเตรียมผงผลึกและเซรามิกเลดสตรอนเชียมไททาเนตที่เติมตะกั่วส่วนเกินปริมาณต่างๆ
2. ศึกษาผลของตะกั่วส่วนเกินในปริมาณต่างๆ ที่มีต่อโครงสร้างจุลภาค โครงสร้างผลึก และสมบัติต่างๆ ของผงผลึกและเซรามิกเลดสตรอนเชียมไททาเนต
3. ศึกษาความสัมพันธ์ของตะกั่วส่วนเกินปริมาณต่างๆ ที่มีต่อโครงสร้างจุลภาค โครงสร้างผลึกและสมบัติต่างๆ ของผงผลึกและเซรามิกเลดสตรอนเชียมไททาเนต

ขอบเขตงานวิจัย

1. เตรียมผงผลึกและเซรามิกเลดสตรอนเชียมไททาเนต ($Pb_{1-x}Sr_xTiO_3$), x= 2.5, 5.0 และ 7.5 ที่เติมตะกั่วส่วนเกินปริมาณต่างๆ คือ 0, 1, 3, 5 และ 10 wt.% ด้วยวิธีการผสมออกไซด์
2. ศึกษาสมบัติของผงผลึกและเซรามิกเลดสตรอนเชียมไททาเนต เช่น ศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการแคลไซน์โดยการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักด้วยความร้อน (TGA) ศึกษาผลต่างทางความร้อน (DTA) ศึกษาโครงสร้างเฟสด้วยเครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์ (XRD) โครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าโดยการวัดค่าคงที่ไดอิเล็กทริก วัดความหนาแน่นด้วยการแทนที่น้ำ ศึกษาสมบัติทางกายภาพด้วยเครื่อง DSC

3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขการเตรียมและสมบัติของผงผลึกและเซรามิกเลดสตรอนเซียมไททาเนต

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถหาเงื่อนไขและปริมาณตะกั่วส่วนเกินที่เหมาะสมในการเตรียมผงผลึกและเซรามิกเลดสตรอนเซียมไททาเนตได้

2. สามารถหาสมบัติต่างๆ เช่น โครงสร้างเฟส โครงสร้างจุลภาค สมบัติทางกายภาพของผงผลึกและเซรามิกเลดสตรอนเซียมไททาเนตได้

3. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วส่วนเกินที่มีต่อโครงสร้างจุลภาค โครงสร้างผลึก สมบัติทางกายภาพของผงผลึกและเซรามิกเลดสตรอนเซียมไททาเนต เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไป