บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการตรวจสอบผงผสมของสารตั้งต้น

ผลการทดสอบความร้อนของผงผสมสารตั้งต้น PST25, PST50 และ PST75 พบว่าผงผสมของสารตั้งต้นทั้งหมดมีการสูญเสียน้ำหนักสองช่วง สำหรับ PST25 การสูญเสียน้ำหนักในช่วงแรกเกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 277 °C และช่วงที่สองเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่า 803 °C ซึ่งมีความสอดคล้องกับกราฟ DTA ที่อุณหภูมิประมาณ 917 °C จึงคาดว่าผงผสมของสารตั้งต้นของ PST25 ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิประมาณ 950 °C สำหรับผงผสมของสารตั้งต้นของ PST50 พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนักช่วงแรกเกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 289 °C และช่วงที่สองเกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 840 °C ซึ่งมีความสอดคล้องกับกราฟ DTA ที่อุณหภูมิประมาณ 957 °C จึงคาดว่าผงผสมของสารตั้งต้นของ PST50 ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิประมาณ 950 สำหรับผงผสมของสารตั้งต้น PST75 พบการสูญเสียน้ำหนักช่วงแรกที่อุณหภูมิประมาณ 292 °C และช่วงที่สองเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่า 890 °C ซึ่งมีความสอดคล้องกับกราฟ DTA ที่อุณหภูมิประมาณ 985 °C จึงคาดว่าผงผสมของสารตั้งต้นของ PST75 ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิประมาณ 1000 °C

สรุปการตรวจสอบผงผลึกเลดสตรอนเซียมไททาเนตที่มีอุณหภูมิแคลไซน์ต่างๆ

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของผงผลึก PST25, PST50 และ PST75 ที่ใช้อุณหภูมิซินเตอร์ตั้งแต่ 600-1100 °C พบว่าผงผลึก PST25 และ PST50 มีโครงสร้างเป็นแบบเททระโกนอลและมีโครงสร้างเพอรอฟสไกต์ 100 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 950-1100 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สำหรับผงผลึก PST75 พบว่ามีโครงสร้างเป็นแบบคิวบิกและมีโครงสร้างเพอรอฟสไกต์ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 950-1100 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ผลที่ได้สอดคล้องกับผลการตรวจวิเคราะห์ทางความร้อน ดังนั้นจึงทำการแคลไซน์ผงผลึก PST25, PST50 และ PST75 ที่อุณหภูมิ 950 °C นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิแคลไซน์และปริมาณสตรอนเซียมมีผลต่อค่าคงที่แลตทิซ a, c และ c/a ของผงผลึก PST25, PST50 และ PST75

ผลการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของผงผลึก PST25, PST50 และ PST75 พบว่าอุณหภูมิแคลไซน์มีผลต่อผลึก PST25, PST50 และ PST75 โดยที่อุณหภูมิซินเตอร์เพิ่มขนาดอนุภาคมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณสตรอนเซียมให้สูงขึ้น ที่อุณหภูมิแคลไซน์เดียวกัน คือ 600-900 °C ขนาดอนุภาคมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน จนกระทั่งที่อุณหภูมิสูงกว่า 900 °C ขนาดอนุภาคมีค่าลดลง

สรุปการตรวจสอบเซรามิกเลดสตรอนเซียมไททาเนตที่มีอุณหภูมิซินเตอร์ต่าง ๆ

จากการเตรียมเซรามิก PST25, PST50 และ PST75 ที่มีอุณหภูมิซินเตอร์ตั้งแต่ 1050-1250 °C พบว่าไม่พบเฟสแปลกปลอมที่หลงเหลือจากกระบวนการแคลไซน์ นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิซินเตอร์และปริมาณสตรอนเซียมมีผลต่อค่าแลตทิซพารามิเตอร์ PST25, PST50 และ PST75 ซึ่งมีลักษณะแนวโน้มที่พบคล้ายกับในกระบวนการแคลไซน์

จากการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของเซรามิก PST25, PST50 และ PST75 พบว่าอุณหภูมิซินเตอร์มีผลต่อขนาดอนุภาคและความแข็งแรงของขอบเกรนคือ เมื่ออุณหภูมิซินเตอร์เพิ่มขึ้น ขนาดอนุภาคเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้จากถ่ายรอยหัก (fracture surface) ของเซรามิก PST25 พบว่าเซรามิกมีการหักแบบผ่าเกรน (intra-granular) ที่อุณหภูมิสูงกว่า 1150 °C สำหรับเซรามิก PST50 และ PST75 พบว่าเซรามิกหักผ่าเกรนที่อุณหภูมิ 1250 °C

จากการวัดค่าความหนาแน่น และค่าความหดตัวของเซรามิก PST25, PST50 และ PST75 พบว่าเซรามิก PST25, PST50 และ PST75 มีค่าความหนาแน่น และค่าความหดตัวสูงสุดที่อุณหภูมิซินเตอร์เป็น 1150 °C, 1250 °C และ 1250 °C ตามลำดับ ผลที่ได้มีความสอดคล้องกับค่าคงคงที่ไดอิเล็กทริก นั่นคือเมื่อเซรามิกมีความหนาแน่นสูงจะให้ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงด้วย

สรุปการตรวจสอบผงผลึกเลดสตรอนเซียมไททาเนตที่มีปริมาณตะกั่วส่วนเกินต่าง ๆ

จากการเตรียมผงผลึก PST25, PST50 และ PST75 ที่ปริมาณตะกั่วส่วนเกินต่างๆ พบว่าผงผลึก PST25 และ PST50 มีโครงสร้างเป็นแบบเททระโกนอลในทุกๆ ปริมาณตะกั่วส่วนเกิน และพบว่ามีโครงสร้างเพอรอพสไกด์เป็นร้อยละ 100 ที่ปริมาณตะกั่วส่วนเกิน $\leq$ 1 wt.%. สำหรับผงผลึก PST75 พบว่ามีโครงสร้างเป็นแบบคิวบิกในทุกๆ ปริมาณตะกั่วส่วนเกิน และพบว่ามีโครงสร้างเป็นแบบเพอรอพสไกด์เป็นร้อยละ 100 ที่ปริมาณตะกั่วส่วนเกิน $\leq$ 3 wt.% นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณตะกั่วส่วนเกินมีผลต่อค่าแลตทิซพารามิเตอร์ a, c และ c/a

จากการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของผงผลึก PST25, PST50 และ PST75 พบว่าตะกั่วส่วนเกินมีผลต่อขนาดอนุภาคเฉลี่ยคือ เมื่อปริมาณตะกั่วส่วนเกินเพิ่มขึ้น ขนาดอนุภาคมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสตรอนเซียมมีผลต่อขนาดอนุภาคคือ เมื่อปริมาณสตรอนเซียมเพิ่มขึ้น ขนาดอนุภาคมีค่าลดลง

สรุปการตรวจสอบเซรามิกเลดสตรอนเซียมไททาเนตที่มีปริมาณตะกั่วส่วนเกินต่าง ๆ

จากการเตรียมเซรามิก PST25, PST50 และ PST75 ที่ปริมาณตะกั่วส่วนเกินต่างๆ พบว่าไม่พบเฟสแปลกปลอมที่หลงเหลืออยู่ในกระบวนการแคลไซน์ในเซรามิก PST25, PST50 และ PST75 นอกจากนี้ยังพบว่าตะกั่วส่วนเกินและปริมาณสตรอนเซียมมีผลต่อค่าคงที่แลตทิซพารามิเตอร์ a, c และ c/a ซึ่งมีลักษณะแนวโน้มที่พบคล้ายกับในกระบวนการแคลไซน์

จากการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของเซรามิก PST25, PST50 และ PST75 พบว่าตะกั่วส่วนเกินมีผลต่อขนาดอนุภาคและความแข็งแรงของขอบเกรนคือ เมื่อปริมาณตะกั่วส่วนเกินเพิ่มขึ้น ขนาดอนุภาคเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าเซรามิก PST25 และ PST50 เริ่มเปลี่ยนจากหักผ่าเกรนเป็นแบบหักตามขอบเกรน ที่ปริมาณตะกั่วส่วนเกิน >1 wt.% สำหรับเซรามิก PST75 มีลักษณะเปลี่ยนจากหักผ่าเกรนเป็นหักตามขอบเกรน เมื่อปริมาณตะกั่วสูงกว่า 0 wt.% และพบว่าเซรามิก PST25, PST50 และ PST75 มีค่าความหนาแน่นมากสุดที่ปริมาณตะกั่วส่วนเกินเท่ากับ 1 wt.%, 3 wt.% และ 1wt.% ตามลำดับ

จากการตรวจสอบเซรามิก PST25 และ PST50 ด้วยเครื่องมือวัดไดอิเล็กทริก พบว่าตะกั่วส่วนเกินไม่มีผลต่อค่าคงที่ไดอิเล็กทริกในเซรามิก PST25 แต่มีผลต่อเซรามิก PST50 โดยพบว่ามีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงสุดที่ปริมาณตะกั่วส่วนเกินเป็น 1 wt.%

จากการตรวจสอบเซรามิก PST25 และ PST50 ด้วยเครื่องมือ DSC พบว่าตะกั่วส่วนเกินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเฟสในเซรามิก PST25 และ PST50 โดยพบว่าเซรามิก PST25 มีการเปลี่ยนแปลงเฟสเพิ่มขึ้นและสูงสุดที่ปริมาณตะกั่วส่วนเกินเป็น 3 wt.% หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงเฟสจึงมีค่าลดลงเมื่อปริมาณตะกั่วส่วนเกินสูงกว่า 3 wt.% สำหรับเซรามิก PST50 พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับเซรามิก PST25 โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงเฟสสูงสุดที่ปริมาณตะกั่วส่วนเกินเป็น 1 wt.%

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการวิเคราะห์การเปลี่ยนโครงสร้างผลึกของเซรามิก PST25, PST50 และ PST75 ที่อัตราส่วนต่างๆ ด้วยรูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการหาค่าความหนาแน่นร้อยละทางทฤษฎีของเซรามิกในระบบนี้ โดยอาศัยรูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ และโปรแกรมวิเคราะห์ (JADE) เพื่อการเปรียบเทียบความหนาแน่นที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการวัดค่าสัมประสิทธิ์เพียโซอิเล็กทริก โดยศึกษาถึงผลการเปลี่ยนแปลงของค่าสนามไฟฟ้าที่ให้หรืออุณหภูมิที่ใช้ในการสร้างขั้วต่อค่าสัมประสิทธิ์เพียโซอิเล็กทริก เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์เพียโซอิเล็กทริกที่ดีที่สุด และยังทำให้ทราบถึงขีดความสามารถในการสร้างขั้วชิ้นงานเซรามิกอีกด้วย

4. ควรมีการศึกษาสมบัติเชิงกลของเซรามิกเพิ่มเติมว่าจะมีผลเป็นเช่นไรเมื่อเติมปริมาณตะกั่วส่วนเกิน