บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

แก้วเซรามิกคือแก้วที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนเพื่อช่วยทำให้เกิดผลึกในเนื้อแก้ว โดยใช้กระบวนการทางความร้อนให้การควบคุมกระบวนการตกผลึก ปริมาณ ขนาด และรูปร่างของผลึกได้ แก้วเซรามิกมีลักษณะโครงสร้างภายในแบบหลายผลึก (polycrystalline) และผลึกที่ได้มีขนาดเล็กในระดับนาโนเมตร จากลักษณะดังกล่าวทำให้แก้วเซรามิกมีความแข็งแรงกว่าแก้วปกติ จึงสามารถนำไปใช้งานเป็นภาชนะและกระจกที่มีความแข็งแรงสูงหรือทนความร้อนสูง ในปัจจุบันแก้วเซรามิกยังมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่น่าสนใจ เนื่องจากปริมาณของรูพรุนของแก้วที่น้อยทำให้ค่าการสูญเสียทางไฟฟ้าที่ต่ำลงและมีค่าทางไฟฟ้าที่ดี โดยยังคงความโปร่งใสไว้ได้ ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านอุปกรณ์เชิงแสงต่างๆ เช่น สวิตซ์แสง อุปกรณ์ทางด้านไมโครเวฟ อุปกรณ์เชิงแสงแบบไม่เป็นเส้นตรง เป็นต้น นักวิทยาศาสตร์จำนวนไม่น้อยที่สนใจศึกษาแก้วเซรามิกโดยมีความพยายามพัฒนาคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าและคุณสมบัติเชิงแสง โดยการเลือกปลูกผลึกของสารเฟร์โรอิเล็กทริกชนิดต่างๆลงในเนื้อแก้ว อาทิ ลิเทียมไนโอเบต ($LiNbO_3$) โพแทสเซียมไนโอเบต ($KNbO_3$) และอื่นๆ อีกมากมาย เกิดเป็นแก้วเซรามิกเฟร์โรอิเล็กทริก ทำให้แก้วเซรามิกเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่มีความน่าสนใจที่จะนำไปศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้งานทางด้านไฟฟ้าเชิงแสง

วัสดุเฟร์โรอิเล็กทริกเป็นวัสดุที่แสดงพฤติกรรมที่มีการตอบสนองของโพลาไลเซชั่นไฟฟ้าคือสามารถกลับทิศทางได้เมื่อมีการให้สนามไฟฟ้าเข้าไป เพราะฉะนั้นวัสดุเฟร์โรอิเล็กทริกจึงเหมาะกับการประยุกต์ใช้งานทางด้านต่างๆ เช่น อุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์เชิงแสง (optoelectronic) และอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารเช่น โมดูเลเตอร์ (Modulators), ตัวเก็บประจุและอื่นๆอีกมาก [7-9] อย่างไรก็ตามวัสดุเฟร์โรอิเล็กทริกที่นิยมใช้ก็คือวัสดุที่มีผลึกเดี่ยว (single crystal) วัสดุเฟร์โรอิเล็กทริกที่มีผลึกเดี่ยวนั้นจะมีกระบวนการผลิตที่ต้องใช้ความชำนาญสูงและระยะเวลาในการผลิตที่นาน เนื่องจากกระบวนการผลิตที่มีความซับซ้อน จึงทำให้มีราคาที่แพงขึ้นตาม เมื่อไม่นานมานี้นักวิทยาศาสตร์สามารถผลิตวัสดุเฟร์โรอิเล็กทริกหลายชนิดที่มีความโปร่งแสงได้สำเร็จโดยสามารถปลูกผลึกที่มีขนาดนาโนเมตรไว้ภายในเนื้อแก้วได้ เพียงอาศัยกระบวนการทางความร้อน

และแก้วเบสที่มีความเหมาะสม โดยการนำไปใช้งานในปัจจุบันได้แก่ อุปกรณ์แสดงผล (display device) สวิตซ์ทางแสง (optical switch) และตัวแยกทางแสง (optical isolator) เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้สามารถเตรียมแก้วเซรามิกได้จากกระบวนการอินคอร์ปอเรชั่น (incorporation) โดยเริ่มจากการเตรียมสารตั้งต้นโพแทสเซียมโซเดียมไนโอเบตด้วยวิธีการผสมออกไซด์ (mixed oxide method) แล้วจึงนำสารตั้งต้นที่เตรียมได้ไปผสมกับซิลิกา เพื่อสร้างแก้วเซรามิกและปลูกผลึกด้วยความร้อน จากนั้นจึงนำชิ้นงานไปวิเคราะห์องค์ประกอบเฟส โครงสร้างทางจุลภาค ขนาดของผลึก ทดสอบสมบัติต่างๆ อาทิ กายภาพ ความร้อน ไฟฟ้า และเชิงแสงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตแก้วเซรามิกเฟร์โรอิเล็กทริกไร้สารตะกั่วในระบบโพแทสเซียมโซเดียมไนโอเบตโดยวิธีการอินคอร์ปอเรชั่น (incorporation)
2. เพื่อศึกษาเงื่อนไขในการเตรียมแก้วเซรามิกที่เหมาะสม และปัจจัยที่มีผลต่อชนิด ขนาด และปริมาณผลึกของแก้วเซรามิกที่เตรียมได้ถึงอิทธิพลของตัวแปรในกรรมวิธีทางความร้อน (heat treatment) เช่น อุณหภูมิที่ใช้ อัตราการขึ้นลงของอุณหภูมิ และระยะเวลาต่อการตกผลึกในแก้ว
3. เพื่อศึกษาผลของขนาดและรูปร่างของผลึกในแก้วเซรามิกไร้สารตะกั่วที่เตรียมได้ต่อสมบัติต่างๆ เช่น สมบัติทางกายภาพ ไฟฟ้า และทางแสง เป็นต้น
4. เพื่อศึกษาสมบัติทางเฟร์โรอิเล็กทริก และไดอิเล็กทริกของแก้วเซรามิกไร้สารตะกั่วที่เตรียมได้ เพื่อการนำแก้วเซรามิกไร้สารตะกั่วที่เตรียมได้ไปประยุกต์ด้านไฟฟ้าเชิงแสง

1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา เชิงทฤษฎีและ/หรือเชิงประยุกต์

1. ทราบวิธีการประดิษฐ์แก้วเซรามิกเฟร์โรอิเล็กทริกไร้สารตะกั่วโพแทสเซียมโซเดียมไน-โอเบตโดยวิธีการอินคอร์ปอเรชั่น (incorporation)
2. ทราบอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ เช่น อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการทางความร้อน ขนาดและรูปร่างของผลึก ต่อสมบัติต่างๆ ของแก้วเซรามิกที่เตรียมได้ ทั้งกายภาพ ทางแสง และทางไฟฟ้าได้
3. สามารถพัฒนาวัสดุเฟร์โรอิเล็กทริก และไดอิเล็กทริกที่ปราศจากออกไซด์ของตะกั่วให้มีสมบัติที่ดีขึ้นได้