บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาของการวิจัย

ในปัจจุบันสารเฟร์โรอิเล็กทริก เข้ามามีบทบาทในการพัฒนางานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมาก สารเฟร์โรอิเล็กทริกเป็นสารที่มีโพลาไรเซชั่นในตัวเองถึงแม้จะไม่ได้รับสนามไฟฟ้าจากภายนอก อีกทั้งยังจัดอยู่ในกลุ่มของสารเพียโซอิเล็กทริก ซึ่ง วัสดุที่มีโครงสร้างเพอร์รอฟสไกด์ประเภทเฟร์โรอิเล็ก ทริกได้รับความสนใจอย่างมากสำหรับนักวิทยาศาสตร์ทางด้านฟิสิกส์ประยุกต์และทางด้านวัสดุศาสตร์ มีความสำเร็จอย่างมากมายที่เกี่ยวกับงานวิจัยทางด้านนี้ดังจะเห็นได้จากผลงานที่มีการค้นพบวัสดุชนิดใหม่โดยการสังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การค้นพบสมบัติใหม่ ๆ รวมไปถึงการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ [1] ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประวันผ่านทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในทางอุตสาหกรรม อุปกรณ์ทางการแพทย์ และการวิจัยระดับสูง ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้เช่นนำไปสร้างเป็น ตัวกรองทางวิทยุและการสื่อสาร หม้อแปลงเพียร์โซอิเล็กทริก ตัวตรวจจับ ตัวเก็บประจุที่มีค่าสูง โซนาร์เพียร์โซอิเล็กทริกและอุปกรณ์อัลตราโซนิกส์ อุปกรณ์วินิจฉัยทางการแพทย์ และอื่น ๆ [2-5] วัสดุที่นำมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในงานทางด้านนี้ได้แก่วัสดุประเภท เลดเซอร์โคเนตไททาเนต และวัสดุที่มีเลดเซอร์โคเนตไททาเนตเป็นองค์ประกอบหลัก [6] แต่มีข้อจำกัดที่ว่าไอตะกั่วที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันมีการตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จึงเริ่มมีแนวคิดที่จะลดการใช้สารเคมีที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยมีความพยายามของหลายประเทศและระหว่างประเทศที่จะทำการลดการใช้สารเคมีที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจังตัวอย่างเช่น สหภาพยุโรปได้ผ่านร่างกฎหมายที่เกี่ยวกับขยะทางอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์และการลดการใช้สารเคมีที่เป็นพิษในส่วนประกอบของอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งกฎหมายนี้มีชื่อย่อว่า “WEEE” และ “RoHs” มีจุดประสงค์หลักเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์โดยการลดปริมาณของ สารตะกั่ว ปรอท แคดเมียม โครเมียมเฮกซะวาเลนท์ โพลีโบรมิเนตเต็ดไบฟีนิล และโพลีโบรมิเนตเต็ดไดฟินิลอีเทอร์ ที่อยู่ในเครื่องมือเครื่องใช้และอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆในท้องตลาดลง ดังนั้นนักวิจัยจึงให้ความสนใจที่ศึกษาและวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับวัสดุไร้ตะกั่วเพื่อใช้สำหรับแทนวัสดุที่มีองค์ประกอบเป็นตะกั่วอยู่ [7]

โดยทั่วไปแล้ววัสดุไร้ตะกั่วที่มีโครงสร้างแบบเพอร์รอฟสไกต์ที่มีการทำการวิจัยในปัจจุบันจะมีวัสดุดังต่อไปนี้ที่เป็นองค์ประกอบหลักได้แก่ วัสดุจำพวกแบเรียมไททาเนตและแบเรียมไททาเนตดัดแปลง [8] บิสมัทโซเดียมไททาเนต[9] โพแทสเซียมโซเดียมไนโอเบต[10]และ แบเรียมไนโอเบต เป็นต้น บิสมัทโซเดียมโพแทสเซียมไททาเนตดัดแปลง modified-BNKT นั้นเป็นวัสดุหนึ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากมี ค่าไดอิเล็กทริกสูง ค่าการสูญเสียทางไดอิเล็กทริกต่ำ สมบัติเฟร์โรอิเล็กทริกที่ดี โดยมีค่าโพลาไรเซชัน คงค้างสูงแต่ สัมประสิทธิ์เพียโซอิเล็กทริกสูง วัสดุชนิดนี้จึงเหมาะสมที่นำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้ต่อไป และยังก่อให้เกิดสารพิษต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับวัสดุจำพวกบิสมัทโซเดียมไททาเนตพบว่าใช้การแทนที่ของโพแทสเซียมแทนโซเดียมไอออนในโครงสร้างผลึกเพื่อปรับปรุงสมบัติของบิสมัทโซเดียมไททาเนต ซึ่งมีผลชัดเจนว่าทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งสมบัติทางไฟฟ้าและโครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่าไดอิเล็กทริก ค่าเพียโซอิเล็กทริก การเปลี่ยนเฟส และโครงสร้างผลึก แต่วัสดุจำพวกบิสมัทโซเดียมไททาเนตบริสุทธิ์นั้นสมบัติทางไฟฟ้ายังไม่สามารถที่จะนำไปแทนวัสดุที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบหลักได้ ดังนั้นจึงมีการค้นคว้าอย่างต่อเนื่องโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาสมบัติทางไดอิเล็กทริกของวัสดุชนิดนี้ไม่ว่าจะใช้วิธีการเจือสารต่างๆลงไปผสม การปรับปรุงกระบวนการผลิต และการทำสารละลายของแข็ง

อย่างไรก็ตามสำหรับในปรับปรุงเซรามิกจำพวกอิเล็กโทรเซรามิก การเจือสารต่าง ๆ ลงไปด้วยตัวเจือต่างๆ เช่น ไนโอเบียม แมงกานีส นิกเกิล และโบรอน [11-14] สามารถปรับปรุงสมบัติของวัสดุชนิดนี้ได้ ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต การปรับปรุงทำได้หลากหลายวิธีการเช่น การเตรียมผงโดยวิธีบดแบบสั่นความถี่สูงเพื่อให้ได้ผงที่มีขนาดเล็ก [15,16] การปรับปรุงวิธีการเผาผนึกเช่น การเผาผนึกด้วยอัตราการเผาอย่างรวดเร็ว การควบคุมอัตราการเผาแบบต่างๆ และ การเผาผนึกสองขั้นตอน [17,18] และการสังเคราะห์โดยวิธีสารละลายของแข็ง ในปัจจุบันมีหลายกลุ่มวิจัยได้ทำการปรับปรุงสมบัติของเซรามิกที่มีบิสมัทโซเดียมโพแทสเซียมไททาเนตเป็นองค์ประกอบหลักพบว่ามีค่าความเครียดที่เหนี่ยวนำโดยสนามไฟฟ้า(electric field-induced strain) สูงมากมีค่ามากและมีค่าการสูญเสียทางไดอิเล็กทริกที่ต่ำสำหรับวัสดุที่ไร้สารตะกั่วเป็นองค์ประกอบ [19-23] วัสดุชนิดนี้จึงมีศักยภาพสูงมากที่จะนำมาประยุกต์ใช้งาน อีกทั้งในส่วนของเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ก็ยังมีความต้องการการพัฒนาประสิทธิภาพของวัสดุให้ดีขึ้นเช่น ทำให้มีขนาดเล็กลง มีการนำไฟฟ้าที่ดี มีความจุไฟฟ้าสูง มีค่าความเครียดที่เหนี่ยวนำโดยสนามไฟฟ้าที่สูง จึงมีการพัฒนาวัสดุจำพวกไจแอนท์ไดอิเล็กทริก ทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในการเก็บประจุไฟฟ้าดังนั้นเพื่อการพัฒนาทำให้ได้ตัวเก็บประจุที่

มีขนาดเล็กลง เช่นวัสดุจำพวก สตรอนเซียมไอรอนไนโอเบต ($SrFe_{0.5}Nb_{0.5}O_3$; (SFN)) และ แบเรียมไอออนแทนทาเลต ($BaFe_{0.5}Ta_{0.5}O_3$; (BFT)) ซึ่งให้ค่าไดอิเล็กทริกสูงจึงไปที่น่าสนใจอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการประดิษฐ์และพัฒนาปรับปรุงสมบัติของเซรามิกเฟร์โรอิเล็กทริกไร้ตะกั่วในระบบบิสมัทโซเดียมโพแทสเซียมไททาเนต-สตรอนเชียมไอรอนแทนทาเลต ซึ่งทั้งสองระบบมีสมบัติที่ดีเมื่อนำทั้งสองระบบมารวมกันจึงมีโอกาสเป็นได้สูงที่จะค้นพบวัสดุชนิดที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) สังเคราะห์เซรามิกไร้สารตะกั่วชนิดใหม่ระบบบิสมัทโซเดียมโพแทสเซียมไททาเนต-สตรอนเชียมไอรอนแทนทาเลต

2) วิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของวัสดุชนิดใหม่ที่เตรียมได้ทั้งสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางไฟฟ้าและสมบัติเชิงกล

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นสังเคราะห์เซรามิกไร้ตะกั่วชนิดใหม่ระบบบิสมัทโซเดียมโพแทสเซียมไททาเนต-สตรอนเชียมไอรอนแทนทาเลตด้วยกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนและใช้ต้นทุนที่ต่ำ แล้วทำการทดสอบสมบัติ ทางไฟฟ้า ทางกายภาพและเชิงกล หาลักษณะเฉพาะของวัสดุที่สังเคราะห์ได้ โดยมีการปรับเปลี่ยนตัวแปรการผลิตให้ได้เซรามิกที่ให้สมบัติที่ดี