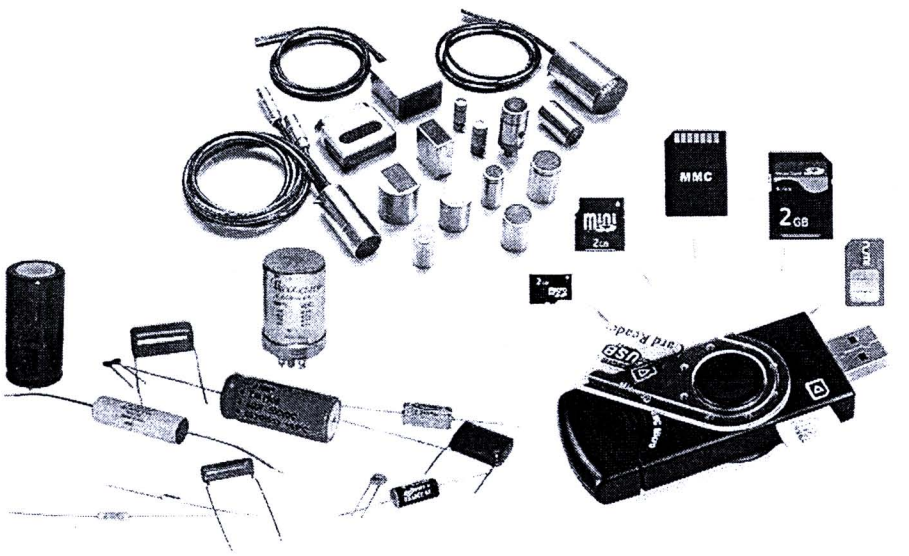
บทที่ 1
บทนำ

เซรามิกเฟร์โรอิเล็กทริกชนิดที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น สารเลดเซอร์โคเนตไทเทเนต $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ (PZT) เลดแมกนีเซียมไนโอเบต $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ (PMN) หรือเลดซิงค์ไนโอเบต $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ (PZN) นั้น จัดได้ว่าเป็นวัสดุที่ได้รับความสนใจในการค้นคว้าวิจัยกันอย่างกว้างขวางทั้งในเชิงวิชาการและในเชิงพาณิชย์มานาน เนื่องจากวัสดุในกลุ่มนี้สามารถแสดงสมบัติทางไฟฟ้าที่สำคัญสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่าง ๆ ได้ดี (รูป 1.1) เช่น ทรานสดิวเซอร์ (transducers) หน่วยความจำ (memories) และตัวเก็บประจุไฟฟ้า (capacitors) เป็นต้น [1] แต่อย่างไรก็ตาม สารเซรามิกเหล่านี้ล้วนแต่มีโอกาสสร้างความเป็นพิษได้ง่ายในระหว่างกระบวนการทางความร้อนสูง เนื่องจากสารตะกั่วสามารถระเหยกลายเป็นไอได้ที่อุณหภูมิสูงเกิน ~ 900 °ซ ขึ้นไป [2] ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดมลพิษและเป็นหนึ่งในสารควบคุมพิเศษหรือสารต้องห้ามของการนำเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของหลายกลุ่มประเทศ [3] จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ในปัจจุบันมีการตื่นตัวกันมากในการค้นคว้าวิจัยเพื่อพัฒนาสารเซรามิกเฟร์โรอิเล็กทริกชนิดที่ปลอดสารตะกั่วขึ้นมาทดแทน เช่น สารแบเรียมไทเทเนต $BaTiO_3$ (BT) โพแทสเซียมโซเดียมไนโอเบต $(K,Nb)NbO_3$ (KNN) และบิสมัตโซเดียมไทเทเนต $(Bi_{1/2}Na_{1/2})TiO_3$ (BNT) เป็นต้น [4]

สาร $BaTiO_3$ เป็นหนึ่งในสารเฟร์โรอิเล็กทริกที่สามารถทำการสังเคราะห์ให้ได้เฟสเพอรอฟสไกต์ได้ง่ายมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทียบเคียงกับการสังเคราะห์สารในกลุ่มเฟร์โรอิเล็กทริกชนิดที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบหลัก [4] ซึ่งในปัจจุบันการควบคุมขนาดเกรนของสารเซรามิก BT โดยอาศัยเทคโนโลยีนาโนเพื่อปรับปรุงค่าความหนาแน่น สมบัติทางกล และสมบัติทางไฟฟ้ากำลังเป็นที่นิยมกันมาก [5] โดยมีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเทคนิคการสังเคราะห์ BT ให้มีขนาดอนุภาคระดับนาโนเมตรปรากฏอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ยังไม่พบว่ามีการรายงานเกี่ยวกับการเตรียมสาร BT ที่มีขนาดอนุภาคระดับนาโนเมตรด้วยเทคนิค ball-milling มาก่อน ดังนั้น ในประเด็นแรกผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของเทคนิคดังกล่าว



รูป 1.1 แสดงการประยุกต์ใช้งานสารเซรามิกเฟร์โรอิเล็กทริก [1]

นอกจากนี้การควบคุมพฤติกรรมทางไฟฟ้าของสารเซรามิก BT โดยอาศัยเทคนิคการเจือสารบางชนิดลงไป เช่น Fe, Nb และ Dy เป็นต้น ก็กำลังเป็นที่สนใจเช่นเดียวกัน [6-8] เนื่องจากมีการค้นพบว่าการเจือสารเหล่านี้ลงไปในปริมาณที่เหมาะสมสามารถช่วยบรรเทาปัญหาเรื่องการเสื่อมสภาพของสมบัติทางไฟฟ้าตามเวลาในสารเซรามิก BT ได้ดี และเป็นที่น่าสังเกตว่า ยังไม่มีการรายงานผลการศึกษาถึงอิทธิพลของสารเจือ Fe_2O_3 และ Nb_2O_5 ที่มีต่อเฟสและโครงสร้างจุลภาคของสารเซรามิก BT ชนิดที่เตรียมขึ้นมาจากผง BT ที่มีขนาดอนุภาคในระดับนาโนเมตรมาก่อน ด้วยเหตุนี้ ในประเด็นที่สองทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำสารเซรามิกที่ได้จากการศึกษาในประเด็นแรกมาทำการศึกษาวิจัยถึงอิทธิพลของสารเจือ Fe_2O_3 และ Nb_2O_5 ต่อไป โดยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อทำการประดิษฐ์สารเซรามิกเฟร์โรอิเล็กทริกที่มีแบเรียมไทเทเนตเป็นฐานในระบบเซรามิก BT บริสุทธิ์ และชนิดที่เจือด้วยเหล็กและไนโอเบียมด้วยเทคนิคมิกซ์ออกไซด์ที่ใช้ผง BT ขนาดอนุภาคนาโนเป็นสารตั้งต้น
2. เพื่อตรวจสอบเฟส โครงสร้างจุลภาค และสมบัติไฟฟ้า ของสารเซรามิกเฟร์โรอิเล็กทริกที่มีแบเรียมไทเทเนตเป็นฐานในระบบเซรามิก BT บริสุทธิ์ และชนิดที่เจือด้วยเหล็กและไนโอเบียม