

เซรามิกเฟอร์โรอิเล็กทริกจัดเป็นวัสดุชั้นสูง (advanced materials) สามารถผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้หลากหลายชนิด เช่น อุปกรณ์ไดอิเล็กทริก หน่วยความจำ อุปกรณ์รับรู้ อุปกรณ์แปลงสัญญาณ และแอกชูเอเตอร์ (actuator) เป็นต้น ปัจจุบันวัสดุเซรามิกเฟอร์โรอิเล็กทริกทางการค้าที่แสดงสมบัติทางเฟอร์โรอิเล็กทริกที่ดีที่สุดใช้ตะกั่วเป็นส่วนประกอบ แต่วัสดุในกลุ่มนี้มีปัญหาในการควบคุมองค์ประกอบ เนื่องจากตะกั่วออกไซด์สามารถระเหยได้ในกระบวนการผลิต อีกทั้งความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมเรื่องการลดการใช้ตะกั่ว ทำให้มีการวิจัยพัฒนาวัสดุกลุ่มที่ไม่มีตะกั่ว เช่น $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$, KNbTiO_3 , $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ เพื่อทดแทน แต่สมบัติเฟอร์โรอิเล็กทริกของวัสดุใหม่นี้มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่มีตะกั่วมาก ทำให้ยังไม่อาจใช้ทดแทนได้ การพัฒนาสมบัติของวัสดุกลุ่มนี้สามารถทำได้ด้วยการผลิตด้วยกระบวนการแบบใหม่เรียกว่า กระบวนการขึ้นรูปแบบ TGG (template grain growth, TGG) โดยใช้แรงเหวี่ยงในขั้นตอนการขึ้นรูป ช่วยจัดเรียงผลึกต้นแบบที่มีรูปร่างไม่สมมาตรให้เรียงตัวในผงเซรามิกเฟอร์โรอิเล็กทริกที่มีขนาดเล็ก ทำให้ได้วัสดุพหุผลึกที่มีการจัดเรียงทิศทางไปทางเดียวกัน ส่งผลให้สมบัติเฟอร์โรอิเล็กทริกใกล้เคียงกับผลึกเดี่ยว สันฐานของผลึกต้นแบบนับได้ว่าเป็นประเด็นที่น่าสนใจเนื่องจากมีอิทธิพลต่อการเรียงตัวของเกรนไปในทิศทางที่สนใจ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาปัจจัยที่ควบคุมสันฐานของผลึกเฟอร์โรอิเล็กทริก 4 ชนิด ได้แก่ $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ (BT12) $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNT) $\text{Sr}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$ (ST7) และ SrTiO_3 (ST) ซึ่งปลูกโดยใช้เทคนิคฟลักซ์ พบว่า โครงสร้างผลึกเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมสันฐานของผลึก โดย BNT และ ST มีโครงสร้างผลึกแบบเพอโรฟสไกต์ มีรูปร่างค่อนข้างสมมาตร ขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน สำหรับผลึก BT12 มีโครงสร้างแบบบิสมัท-เทลเลอร์ รูปร่างเป็นเกล็ดแบน (plate-like shape) ขนาดประมาณ 1-13 ไมครอน และผลึก ST7 มีโครงสร้างแบบรีดเคลสเดน-พอฟเฟอร์ รูปร่างผลึกเป็นสี่เหลี่ยมแบน (tabular shape) ขนาดประมาณ 5-10 ไมครอน การเปลี่ยนแปลงสันฐานผลึก ST ซึ่งมีโครงสร้างค่อนข้างสมมาตรเป็นผลึกที่ไม่สมมาตรสามารถทำได้โดยปลูกบนผลึกต้นแบบ ST7 ด้วยหลักการปลูกแบบเอพิแทกเซียล (epitaxial growth) ส่วนขนาดผลึกแปรตามปัจจัยในขั้นตอนการปลูกผลึก ได้แก่ ปริมาณเกลือชนิดเกลือ อุณหภูมิปลูก เป็นต้น โดยปริมาณเกลืออย่างน้อยร้อยละ 75 จะให้ผลึกที่ไม่เกาะตัวกัน ซึ่งเหมาะสำหรับนำไปเป็นผลึกต้นแบบ เกลือโซเดียมคลอไรด์ผสมโปแทสเซียม จะให้ผลึกที่มีรูปร่างใหญ่กว่าเกลือโซเดียมซัลเฟตผสมโปแทสเซียมซัลเฟต การใช้อุณหภูมิปลูกที่สูงกว่าจะได้ผลึกที่มีขนาดใหญ่กว่าการปลูกที่อุณหภูมิต่ำ แต่อัตราการเย็นตัวไม่สามารถสรุปได้ว่ามีผลขนาดของผลึกอย่างไร

Ferroelectric ceramics are a group of advanced electronic materials with a wide variety of useful properties used in application such as dielectric devices, memory devices, sensors, transducers, actuators. The best ferroelectric materials used in commercial applications contain lead element. Many new lead-free ferroelectric compositions such as $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$, KNbTiO_3 are developed according to the problem of evaporation of PbO at near sintering temperature leading to an undesired stoichiometric composition and environmental concerning which desires avoiding lead element as much as possible. Unfortunately, new compositions researched so far still give low ferroelectric properties comparing to lead-based materials. The limit of seeking a new lead-free composition lead to develop by alternate synthesizing method known as templated grain growth method instead of conventional mixed oxide method. Thereby, preferred oriented polycrystalline ceramic which give properties like single crystal was yield. A successful key for this method is aligning small anisotropic-shaped single crystal (or “seed”) in a fine ferroelectric powder by shear force from shaping step. Thus effects on shape of template crystal are also interested to investigate.

This thesis investigated the effects for controlling morphology of four ferroelectric crystals e.g. $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ (BT12), $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNT), $\text{Sr}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$ (ST7) and SrTiO_3 (ST) synthesized by flux growth method. It was found that morphology of crystal depended on its crystal structure: BNT and ST crystals having a perovskite structure, have an equiaxed shape with size $<2 \mu\text{m}$. BT12 crystals having a bismuth layer structure, have a plate-like shape with size ranging $\sim 1\text{-}13 \mu\text{m}$. ST7 crystals having a Ruddlesden-Proper structure, have a tabular shape with size ranging $\sim 5\text{-}10 \mu\text{m}$. However highly anisotropic-shaped crystals such as ST crystal was grown into tabular shape by epitaxially growing on a tabular ST7 crystal. Besides the influence of crystal structure, growth parameters such as salt volume, synthesis temperature, salt species also affected to size of those crystals. Salt volume was one factor relate to quality of crystal, the optimum value required salt approximately 75% of system total volume for gaining well-separated crystal with pure phase. In term of crystal size, it strongly depended on growth temperatures as well as salt species. In terms of crystal size, it strongly depended on growth temperatures as well as salt species. On the other hand it was not affected by cooling rate.