

Abstract (บทคัดย่อ)

Project Code : TRG5880060

(รหัสโครงการ)

Project Title : Quantitative Dielectric Constant Measurements with Scanning Probe Microscopy

(ชื่อโครงการ) :

Investigator : Dr. Worasom Kundhikanjana

(ชื่อนักวิจัย): ดร.วรสม กุณทีกาญจน์

E-mail Address : worasom@g.sut.ac.th

Project Period : 2 years

(ระยะเวลาโครงการ): 2 ปี

บทคัดย่อภาษาไทย

บิสมัทเฟอร์ไรท์ (BiFeO_3) เป็นวัสดุแม่เหล็กเฟอร์โรอิก (multiferroic) ที่ได้รับความสนใจอย่างมาก แต่สารส่วนใหญ่ที่ปลูกได้กลับมีการตอบสนองเชิงเพียโซต่ำ และกระแสรั่วไหลสูง เพราะมีสารอื่นเจือปน ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์ได้จริง การเพิ่มขนาดของการตอบสนองเชิงเพียโซทำได้โดย การปรับปรุงโครงสร้างของผลึกด้วยการเจือโลหะเข้าไปลดโครงสร้างเจือปน แต่ก็ทำให้โครงสร้างเดิมเปลี่ยนไป งานวิจัยนี้ศึกษาโครงสร้างผลึกรวม (polycrystal) ของสารบิสมัทเฟอร์ไรท์ ศึกษาสมบัติ เฟอร์โรอิเล็กทริก และศึกษาการตอบสนองเชิงเพียโซ ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเจือด้วยซาแมเรียม ($\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$) ซึ่งถูกเตรียม โดยวิธี simple co-precipitation BiFeO_3 การศึกษาโครงสร้างใช้เทคนิค X-ray Diffraction (XRD) พบว่าเมื่อเจือ Sm จะทำให้สารเจือปน $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ ที่มีปะปนอยู่แล้วในตัวอย่าง BiFeO_3 ลดลง แต่เมื่อเจือ Sm มากจนถึง Morphotropic Phase Boundary (MPB) ที่ 15% โครงสร้างของ BiFeO_3 จะเปลี่ยนจาก Rhombohedral ($R3c$) ไปเป็น Orthorhombic ($Pnma$) การศึกษาโดเมน เฟอร์โรอิเล็กทริก และการนำไฟฟ้าของโดเมนเหล่านี้ การศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ แบบส่องกราด ชนิดวัดการตอบสนองเชิงเพียโซ (piezoresponse force microscopy) ทำให้เห็นโดเมนเฟอร์โรอิเล็กทริก

โดยเฉลี่ยสารมีค่าการตอบสนองเชิงเพียโซที่มากขึ้นเมื่อเจือซาแมเรียม แต่หายไปเมื่อเจือซาแมเรียมถึง 15% เนื่องจากสารเปลี่ยนโครงสร้างที่ MBP ในขณะที่ตัวพบว่า โดเมนเหล่านี้นำไฟฟ้า มีลักษณะการนำไฟฟ้าเหมือนไดโอด โดยมีค่าการนำไฟฟ้าที่มากที่สุดเมื่อเจือ ซามาเรียมระหว่าง 0% ถึง 5% นอกจากนี้ในโครงการยังได้ศึกษาโดเมนเฟอร์โรอิเล็กทริกของสาร แบเรียมไททาเนตที่ผสมอนุภาคทอง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดชนิดวัดการตอบสนอง เชิงเพียโซ และศึกษาการตอบสนองที่เปลี่ยนไปเมื่อใส่ศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC voltage bias)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

Bismuth ferrite (BFO) is one of the most studied and attractive multiferroic material; however low electrical polarization and sizable leakage current still prevents real device applications. In this project, we studied ferroelectric domains and their conductivity in samarium (Sm) doped BiFeO_3 (BFO) ceramics, $\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$, prepared by a simple co-precipitation method. The X-ray diffraction (XRD) patterns show that secondary phase, $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$, is suppressed when Sm doping amount is higher than 10%. A structural phase transition from rhombohedral (R3c) to a orthorhombic phase (Pnma) at 15% Sm-doping was confirmed by XRD and Le Bail refinement. The Piezoresponse Force Microscopy (PFM) is used to acquire an image of polarization amplitude and phase of ferroelectric domains. PFM images analysis demonstrated that average out of plane polarization amplitude increases as the Sm-doped into the material before diminishing at doping 15% doping due to the phase transition at doping level 15%. Conductive AFM shows an average conductivity decreases at 7.5% doping, and I-V characteristics of the BFO domains shows diode behavior with similar ideality factor as a function of doping. In addition, we also studies PFM measurements on Au-nanoparticles modified barium titanate as a function of DC voltage bias.

Keywords (คำหลัก): scanning probe microscopy (กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด), piezoresponse force microscopy, ferroelectric materials (สารเฟอร์โรอิเล็กทริก), bismuth ferrite (บิสมัทเฟอร์ไรท์)