ปณิธาน ศรีบริบูรณ์ : คุณสมบัติของเฟอโรอิเล็กทริกโดเมนของเซรามิกแบเรียมไททาเนต และบิสมัสแฟไรท์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบหัวสแกน (PROPERTIES OF FERROELECTRIC DOMAINS OF BARIUM TITANATE AND BISMUTH FERRITE CERAMICS USING SCANNING PROBE MICROSCOPY) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.วรศม กุนทีกาญจน์, 74 หน้า.

บิสมัทเฟอร์ไรท์ ($BiFeO_3$) เป็นวัสดุมัลติเฟอร์โรอิก (multiferroic) ที่ได้รับความสนใจอย่างมาก แต่สารส่วนใหญ่ที่ปลูกได้กลับมีการตอบสนองเชิงเพียโซต่ำ และกระแสรั่วไหลสูง เพราะมีสารอื่นเจือปน ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์ได้จริง ในงานวิจัยนี้ศึกษาเฟอร์โรอิเล็กทริกโดเมนในแบเรียมไททาเนต ($BaTiO_3$) และบิสมัสแฟไรท์เจือซามาเรียม ($Bi_{1-x}Sm_xFeO_3$) สำหรับแบเรียมไททาเนต งานวิจัยนี้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการตอบสนองเชิงเพียโซของสารเมื่อเจือผงทองคำนาโนเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการควบคุมทิศทางของโพลาไรเซชั่นเมื่อสารตัวอย่างอยู่ในสนามไปฟ้ากระแสตรงที่เหมาะสม สำหรับบิสมัสแฟไรท์เจือซามาเรียม งานวิจัยนี้ศึกษาโครงสร้างผลึกรวม (polycrystalline) ของสารบิสมัทแฟไรท์ ศึกษาสมบัติเฟอร์โรอิเล็กทริก และศึกษาการตอบสนองเชิงเพียโซ ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเจือด้วยซาแมเรียม ซึ่งถูกเตรียม โดยวิธี simple co-precipitation $BiFeO_3$ การศึกษาโครงสร้างใช้เทคนิค X-ray Diffraction (XRD) พบว่าเมื่อเจือ Sm จะทำให้สารเจือปน $Bi_2Fe_4O_9$ ที่มีปะปนอยู่แล้วในตัวอย่าง $BiFeO_3$ ลดลง แต่เมื่อเจือ Sm มากจนถึง Morphotropic Phase Boundary (MPB) ที่ 15% โครงสร้างของ $BiFeO_3$ จะเปลี่ยนจาก Rhombohedral (R3c) ไปเป็น Orthorhombic (Pnma) การศึกษาโดเมนเฟอร์โรอิเล็กทริก และการนำไฟฟ้าของโดเมนเหล่านี้ การศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดชนิดวัดการตอบสนองเชิงเพียโซ (piezoresponse force microscopy) ทำให้เห็นโดเมนเฟอร์โรอิเล็กทริก โดยเฉลี่ยสารมีค่าการตอบสนองเชิงเพียโซที่มากขึ้นเมื่อเจือซาแมเรียม แต่หายไปเมื่อเจือซาแมเรียมถึง 15% เนื่องจากสารเปลี่ยนโครงสร้างที่ MBP ในขณะเดียวกับพบว่า โดเมนเหล่านี้นำไฟฟ้า มีลักษณะ การนำไฟฟ้าเหมือนไดโอด โดยมีค่าการนำไฟฟ้าที่มากที่สุดเมื่อเจือ ซามาเรียมระหว่าง 0% ถึง 5%

สาขาวิชาฟิสิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

PANITHAN SRIBORIBOON : PROPERTIES OF FERROELECTRIC DOMAINS OF BARIUM TITANATE AND BISMUTH FERRITE CERAMICS USING SCANNING PROBE MICROSCOPY. THESIS ADVISOR : WORASOM KUNDHIKANJANA, Ph.D. 74 PP.

KEYWORDS: SCANNING PROBE MICROSCOPY, PIEZORESPONSE FORCE MICROSCOPY, CONDUCTIVE ATOMIC FORCE MICROSCOPY, FERROELECTRIC MATERIALS, BISMUTH FERRITE, BARIUM TITANATE

Bismuth ferrite (BFO) is one of the most studied and attractive multiferroic materials; however, low electrical polarization and sizable leakage current still prevents real device applications. In this project, we studied ferroelectric domains in barium titanate $BaTiO_3$ (BT) and samarium (Sm) doped $BiFeO_3$ (BFO), $Bi_{1-x}Sm_xFeO_3$ ceramics. For the BT sample, we study change in PFM responses on Au-nanoparticles modified barium titanate as a function of DC voltage bias. The obtained results point towards possibility of control the polarization switching of the AuNPs-modified BT ceramics with fined-grains sizes, by a selection of the proper applied DC voltage (V_{dc}). For BFO sample, the BFO samples were prepared by a simple co-precipitation method. The X-ray diffraction (XRD) patterns show that secondary phase, $Bi_2Fe_4O_9$, is suppressed when Sm doping amount is higher than 10%. A structural phase transition from rhombohedral (R3c) to orthorhombic phases (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-substituted 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 for different doping.

School of Physics

Academic Year 2018

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____