ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลของความเค้นอัดต่อสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิกเฟร์โรอิเล็กทริกเพอรอพสไกต์ที่มีตะกั่วเป็นฐาน

ผู้เขียน นายเมืองใจ อุ่นเรือน

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วัสดุ ศาสตร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. สุพล อนันตา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผศ.ดร. รัตติกร ยิ้มนิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ดร. อธิพงศ์ งามจารุโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาถึงผลของความเค้นอัดต่อสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิกซึ่งเป็นสารละลายของแข็งระหว่างเฟร์โรอิเล็กทริก แบบปกติกับแบบรีแลกเซอร์ เช่น PMN-PT, PIN-PT, PZT-PZN, PZT-PNN และ PZT-PCN ที่เตรียมโดยใช้วิธีการผสมออกไซด์แบบดั้งเดิม โดยทำการวัดสมบัติไดอิเล็กทริกและเฟร์โรอิเล็กทริกของเซรามิกดังกล่าว ภายใต้ความเค้นอัดที่ให้ทั้งในทิศทางตั้งฉากและขนานกับทิศทางของสนามไฟฟ้า ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าความเค้นอัดที่ให้กับวัสดุ ทั้งสอง ทิศทางนั้นมีผลต่อ สมบัติ ไดอิเล็กทริกและเฟร์โรอิเล็กทริก นอกจากนี้องค์ประกอบที่เป็นรอยต่อเฟสที่มีสัณฐาน เหมือนกัน หรือองค์ประกอบที่เป็นบริเวณใกล้เคียงกับรอยต่อเฟสที่มีสัณฐานเหมือนกันแสดงการเปลี่ยนแปลงสมบัติไดอิเล็กทริกและเฟร์โรอิเล็กทริกภายใต้ความเค้นอัดอย่างมาก ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากมีสถานะของโพลาไรเซชันที่กลับทิศทางได้มากกว่าองค์ประกอบอื่นๆ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเซรามิกเหล่านี้ไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานภายใต้สภาวะที่มีความเค้นอัดสูง นอกจากนี้ยังพบว่า อิทธิพลของความ เค้นอัดส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อสมบัติไดอิเล็กทริกและเฟร์โรอิเล็กทริกของเซรามิกที่มี PT เป็นองค์ประกอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลัก เช่น 0.5PMN-0.5PT และ 0.5PIN-0.5PT สำหรับเซรามิก 0.9PMN-0.1PT นั้นค่าคงที่ไดอิเล็กทริกลดลงอย่างมากภายใต้ความเค้นอัดและค่าคงที่ไดอิเล็กทริกมีค่า เหลือเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ ของค่าเริ่มต้นเท่านั้นเมื่อนำความเค้นอัดออก ตัวแปรเฟร์โรอิเล็กทริกมีค่าลดลงภายใต้ความเค้นอัดในทิศทางตั้งฉากกับสนามไฟฟ้าในทุกระบบและทุกองค์ประกอบ ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อเพิ่มค่าความ เค้น อัดในทิศทางขนานและตั้งฉากกับทิศทางของสนามไฟฟ้าตามลำดับ ยกเว้นเซรามิกในระบบ PZT-PZN ซึ่งค่าคงที่ไดอิเล็กทริกลดลงภายใต้ความเค้นอัดทั้งสองทิศทาง การเปลี่ยนแปลงของสมบัติไดอิเล็กทริกและสมบัติเฟร์โรอิเล็กทริกในกรณีที่ให้ความเค้นอัดในทิศทางขนานกับสนามไฟฟ้ามีลักษณะที่ตรงกันข้ามกับในกรณีที่ให้ความเค้นอัดในทิศทางตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า จากผลการทดลอง การเปลี่ยนแปลงของสมบัติไดอิเล็กทริกและเฟร์โรอิเล็กทริกภายใต้ความเค้นอัดนั้น เป็นผลมาจากการแข่งขันกันของอิทธิพลที่เกิดจากการเปลี่ยนทิศทางของโดเมนที่ไม่เป็น 180 องศา เช่น การเปลี่ยนแปลงทิศทางของโดเมนแบบ 90 องศา ในองค์ประกอบที่เป็นเตตระโกนอล และการเปลี่ยนแปลงทิศทางของโดเมนแบบ 7 1 องศา (หรือ109 องศา) ในองค์ประกอบที่เป็นรอมโบฮีดรอล, การตรึงของผนังโดเมน, กลไกการลดการเสื่อมตามอายุ และการลดลงของโพลาไรเซชันที่กลับทิศทางได้โดยการเหนี่ยวนำจากความเค้น ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของแต่ละกลไกที่มีผลต่อสมบัติไดอิเล็กทริกและเฟร์โรอิเล็กทริกของเซรามิกเหล่านี้ขึ้นอยู่กับสารที่เป็นองค์ประกอบ ปริมาณของความเค้นอัด และทิศทางของความเค้นอัดที่ให้ต่อวัสดุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Effects of Compressive Stress on Electrical Properties of Lead-based Perovskite Ferroelectric Ceramics
Author	Mr. Muangjai Unruan
Degree	Doctor of Philosophy (Materials Science)
Thesis Advisory Committee	Assoc. Prof. Dr. Supon Ananta — Advisor
	Asst. Prof. Dr. Rattikorn Yimnirun — Co-advisor
	Dr. Athipong Ngamjarurojana — Co-advisor

ABSTRACT

In this study, the effects of compressive stress on the electrical properties of solid solution of normal and relaxor ferroelectric ceramics; i.e., PMN-PT, PIN-PT, PZT-PZN, PZT-PNN and PZT-PCN prepared by the conventional mixed-oxide method were investigated. The dielectric and ferroelectric properties of the ceramics mentioned above were measured under compressive stress applied parallel and perpendicular to the electric field direction. The results clearly showed that the superimposed compression stress had pronounced effects on the dielectric and ferroelectric properties of these ceramics. In addition, the morphotropic phase boundary (MPB) or the near morphotropic phase boundary compositions showed more changes in the dielectric and ferroelectric properties under compressive stress due to more switchable polarization states. These results indicated that these ceramics

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

were not suitable for high compressive stress applications. The applied compressive stress showed little influence on the dielectric and ferroelectric properties of PT-rich composition; i.e., 0.5PMN-0.5PT and 0.5PIN-0.5PT. For 0.9PMN–0.1PT ceramic, in which the dielectric constant decreased drastically with the stress and only returned to slightly less than 50% of its original value when the stress was removed. The ferroelectric parameters decreased with increasing parallel compressive stress in all ceramic systems and compositions. The dielectric constant increased and decreased with increasing compressive stress applied parallel and perpendicular to the electric field direction, respectively. Except for PZT-PZN system, the dielectric constant decreased with stress in both directions. The observed changes in the dielectric and ferroelectric properties under parallel compressive stress were exactly opposite to those under perpendicular compressive stress. The observations were interpreted mainly in terms of competing influences of the domain switching through non-180^{o} domain wall (i.e., 90° domain switching in tetragonal compositions and 71° (or 109°) domain switching in rhombohedral compositions), clamping of domain walls, de-ageing mechanisms and stress-induced decrease in switchable part of spontaneous polarization. These results clearly demonstrated that the contribution of each mechanism to the dielectric and ferroelectric responses of the ceramics depended on compositions, stress level, and direction of the applied compressive stress.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved