ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลของอัตราส่วนองค์ประกอบและสภาวะการทำขั้วต่อสมบัติฮีสเทอรีซีสของสารเซรามิกเลดแมกนีเซียมไนโอเบต-เลดเซอร์โคเนตไทเทเนต

ผู้เขียน นางสาวสุพัตรา วงศ์แสนใหม่

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร. รัตติกร ยิ้มนิรัญ

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนองค์ประกอบและสภาวะการทำขั้วต่อสมบัติฮีสเทอรีซีสของสารเซรามิกเลดแมกนีเซียมไนโอเบต - เลดเซอร์โคเนตไทเทเนต ที่มีสูตรเป็น $(x)Pb(Mg_{0.33}Nb_{0.67})O_3$-$(1-x)Pb(Zr_{0.44}Ti_{0.56})O_3$ เมื่อ x มีค่าเท่ากับ 0.0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 และ 1.0 ซึ่งเตรียมได้จากวิธีการผสมออกไซด์แบบสองขั้นตอน โดยได้ทำการตรวจสอบพฤติกรรมการเกิดเฟสของเซรามิกที่เตรียมได้ด้วยวิธีการ XRD และศึกษาลักษณะโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) รวมทั้งความหนาแน่นด้วยวิธีการอาร์คีเมเดส สารเซรามิกถูกทำขั้วภายใต้สภาวะการให้สนามไฟฟ้ากระแสตรงที่แตกต่างกันระหว่าง 10-40 กิโลโวลท์ต่อเซนติเมตร และตรวจวัดสมบัติฮีสเทอรีซีสด้วยการใช้วงจร Sawyer-Tower

สารเซรามิกที่เตรียมได้ถูกนำมาศึกษาผลของสนามไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ทำขั้วต่อตัวแปรฮีสเทอรีซีส คือ ค่าโพลาไรเซชั่นคงเหลือ (remanent polarization, P_r), ค่าโพลาไรเซชั่นอิ่มตัว (saturation polarization, P_s) และสนามไฟฟ้าลบล้าง (coercive field, E_c) พบว่าสามารถแบ่งการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรฮีสเทอรีซีสที่เปลี่ยนแปลงตามสนามไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ในการทำขั้วเป็นสามกลุ่ม ในกลุ่มแรกค่าของตัวแปรฮีสเทอรีซีส (P_r, P_s และ E_c) ของสารเซรามิก PZT มีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าของสนามไฟฟ้ากระแสตรงของการทำขั้ว ในกลุ่มที่สองค่าโพลาไรเซชั่น (P_r และ P_s) ของสารเซรามิก PMN-PZT ที่อัตราส่วนของ x = 0.1 และ 0.3 พบว่ามีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในขณะที่ค่าสนามไฟฟ้าลบล้าง (E_c) ยังคงที่ และในกลุ่มที่สามสำหรับสารเซรามิกที่มี PMN เป็นองค์ประกอบหลัก (เมื่อ x = 0.5, 0.7, 0.9 และ 1.0) พบว่าค่าโพลไรเซชั่น (P_r และ P_s) มีค่าเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จนกระทั่งสนามไฟฟ้ากระแสตรงของการทำขั้วเป็น 20 กิโลโวลท์ต่อเซนติเมตร หลังจากนั้นคงที่ ขณะที่ค่าสนามไฟฟ้าลบล้าง (E_c) ยังมีค่าคงที่ โดยรวมแล้วที่สนามไฟฟ้ากระแสตรงของการทำขั้วเป็น 30 กิโลโวลท์ต่อเซนติเมตร ทำให้ตัวแปรฮีสเทอรีซีสมีค่าสูงสุดกว่าสนามไฟฟ้าอื่น นอกจากนี้สารเซรามิกที่เตรียมได้ถูกนำมาศึกษาผลของอัตราส่วนองค์ประกอบต่อตัวแปรฮีสเทอรีซีสพบว่าค่าโพลาไรเซชั่นสูงสุด (P_r และ P_s) ที่อัตราส่วน $x = 0.3$ เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่บริเวณใกล้เคียงกับรอยต่อเฟสที่มีสัณฐานเหมือนกัน (Morphotropic Phase Boundary หรือ MPB) ของระบบ และค่าโพลาไรเซชั่นลดลงเมื่อปริมาณของ PMN เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ค่าสนามไฟฟ้าลบล้าง (E_c) มีค่าสูงสุดสำหรับสารเซรามิก PZT และมีค่าลดลงเมื่อปริมาณของ PMN เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Effects of Compositional Ratio and Poling Condition on Hysteresis Properties of Lead Magnesium Niobate-Lead Zirconate Titanate Ceramics

Author Miss Supattra Wongsaenmai

Degree Master of Science (Materials Science)

Thesis Advisor Dr. Rattikorn Yimnirun

ABSTRACT

This thesis describes the effects of composition ratio and poling field condition on hysteresis properties of lead magnesium niobate – lead zirconate titanate ceramics, with formula $(x)Pb(Mg_{0.33}Nb_{0.67})O_3$-$(1-x)Pb(Zr_{0.44}Ti_{0.56})O_3$ (when x = 0.0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 and 1.0). The ceramics are prepared by a solid-state mixed-oxide technique. The phase formation behavior, microstructure and density of these ceramics are studied using x-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and Archimedes method, respectively. The ceramics are poled at different applied DC field strengths of 10-40 kV/cm and the hysteresis properties are measured by a Sawyer-Tower circuit.

The hysteresis parameters of the prepared ceramics, which are remanent polarization (P_r), spontaneous polarization (P_s) and coercive field (E_c), are determined as a function of the poling field strength. Results of variations of the values of the hysteresis parameters with poling field strength can be categorized in three groups. For the first group, the polarization (P_r and P_s) and coercive field (E_c) of PZT ceramic are increased with increasing poling field strength. For the second group, the values of polarization (P_r and P_s) of ceramics with x = 0.1 and x = 0.3 are increased slightly, while E_c remains rather constant. For the last group, the values of polarization (P_r and P_s) of PMN-riched compositions (x = 0.5, 0.7, 0.9, and 1.0) are increased with poling field strength up to 20 kV/cm, then become constant with further increasing of the poling field

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

strength, while E_c remains constant. In general, maximum values of the hysteresis parameters (P_r, P_s and E_c) are found at the poling field strength of 30 kV/cm. In addition, the hysteresis parameters are determined as a function of composition ratio of the ceramics. It is found that the polarization values (P_r and P_s) peak at x = 0.3 owning to the morphotropic phase boundary (MPB) of PMN-PZT system near this composition. Further increase of the PMN content results in decrease of the polarization values. Moreover, PZT ceramic shows the maximum value of coercive field and the E_c decreases with increasing PMN content.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved