ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การศึกษาสมบัติเชิงกลและสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิกผสมเลดแมกนีเซียมไนโอเบต-เลดเซอร์โคเนตไทเทเนต

ผู้เขียน ขันทอง ทรงศิริ

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร. สุกานดา เจียรศิริสมบูรณ์

บทคัดย่อ

เซรามิกผสมเลดแมกนีเซียมไนโอเบต-เลดเซอร์โคเนตไทเทเนต (PMN-PZT) เตรียมโดยการผสม PMN ที่เผาแคลไซน์อุณหภูมิ 800 °ซ นาน 4 ชั่วโมง ด้วยอัตราการขึ้นลงของอุณหภูมิ 10 °ซ/นาที ผสมกับผง PZT ที่เผาแคลไซน์อุณหภูมิ 800 °ซ นาน 2 ชั่วโมง ด้วยอัตราการขึ้นลงของอุณหภูมิ 5 °ซ/นาที ด้วยอัตราส่วน xPMN-(1-x)PZT เมื่อ x = 0.0 ,0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 โดยโมล จากนั้นเผาซินเตอร์ PMN-PZT ที่อุณหภูมิ 1200-1300 °ซ นาน 2 ชั่วโมง ด้วยอัตราการขึ้นลงของอุณหภูมิ 10 °ซ/นาที หลังจากนั้นจึงทำการวัดสมบัติทางกายภาพและตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของเซรามิกผสมและทำการคัดเลือกเซรามิกที่มีความหนาแน่นมากที่สุดแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มที่ไม่สร้างขั้วและกลุ่มที่ถูกสร้างขั้วเมื่อวัดสมบัติทางไฟฟ้า ซึ่งได้แก่ ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์และค่าสัมประสิทธิ์พิโซอิเล็กทริก พบว่าค่าสภาพยอมสัมพัทธ์ของเซรามิกผสม PMN-PZT ที่ถูกสร้างขั้วและวัดในทิศขนานกับทิศการสร้างขั้ว (ε_{33}) มีค่ามากกว่าในเซรามิกที่ไม่ถูกสร้างขั้ว (ε_r) และเซรามิกที่สร้างขั้วและวัดในทิศตั้งฉากกับทิศการสร้างขั้ว (ε_{11}) นั่นคือ $\varepsilon_{33} > \varepsilon_r > \varepsilon_{11}$ และค่าสภาพยอมสัมพัทธ์ที่วัดที่อุณหภูมิห้องของเซรามิกผสมสูงขึ้นเมื่อมีอัตราส่วนโดยโมลของ PMN เพิ่มขึ้น ส่วนค่าสัมประสิทธิ์พิโซอิเล็กทริก (d_{33}) ของเซรามิกผสม PMN-PZT มีค่าสูงขึ้น เมื่อเซรามิกผสมมีอัตราส่วนโดยโมลของ PMN ลดลง และเมื่อทำการทดสอบสมบัติเชิงกลของเซรามิกผสม PMN-PZT พบว่าค่าความแข็งทั้งแบบนูปและแบบวิกเกอร์ของเซรามิกผสมทั้งที่ไม่ถูกสร้างขั้วและที่ถูกสร้างขั้วนั้นค่าใกล้เคียงกัน ค่าความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเซรามิกผสมมีอัตราส่วนโดยโมลของ PMN เพิ่มขึ้น ค่ามอดูลัสของยังในเซรามิกที่ไม่ถูกสร้างขั้วมีค่ามากกว่าเซรามิกที่ถูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สร้างขั้ว และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีอัตราส่วนโดยโมลของ PMN เพิ่มขึ้น เมื่อทำการวัดความยาวของรอยแยกที่เกิดจากการกดด้วยหัวกดแบบวิกเกอร์ พบว่าความยาวของรอยแยกในทิศตั้งฉากกับทิศการสร้างขั้ว ($c_{perpendicular}$) ในเซรามิกผสม PMN-PZT ที่ถูกสร้างขั้วมีค่ามากกว่าความยาวของรอยแยกในเซรามิกที่ไม่ถูกสร้างขั้ว (c_{unpole}) และเซรามิกที่ถูกสร้างขั้วที่วัดความยาวของรอยแยกในทิศขนานกับทิศการสร้างขั้ว ($c_{parallel}$) นั่นคือ $c_{perpendicular} > c_{unpole} > c_{parallel}$ ส่วนค่าความต้านทานต่อรอยแยกของเซรามิกผสมที่ถูกสร้างขั้วในทิศขนานกับทิศการสร้างขั้ว ($K_{IC\ parallel}$) จะมากกว่าในเซรามิกที่ถูกสร้างขั้วในทิศตั้งฉากกับทิศการสร้างขั้ว ($K_{IC\ perpendicular}$) นั่นคือ $K_{IC\ parallel} > K_{IC\ perpendicular}$ และเมื่อศึกษาอิทธิพลของความร้อนและลำดับการสร้างขั้วไฟฟ้าที่มีต่อพฤติกรรมการเติบโตของรอยแยก พบว่าในการทดลองนี้กระบวนการทั้งสองแทบจะไม่มีอิทธิพลต่อการเติบโตของรอยแยก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title The Study of Mechanical and Electrical Properties of Lead Magnesium Niobate-Lead Zirconate Titanate Ceramics

Author Miss Khuntong Songsiri

Degree Master of Science (Materials)

Thesis Advisor Dr. Sukanda Jiansirisomboon

Abstract

Lead Magnesium Niobate-Lead Zirconate Titanate (PMN-PZT) ceramics were prepared by mixing PMN powder calcined at 800 °C for 4 h with a heating/cooling rate of 10 °C/min and PZT powder calcined at 800 °C for 2 h with a heating/cooling rate of 5 °C/min. PMN-PZT powders were mixed with the ratio xPMN-(1-x)PZT when x = 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0 by mole. Then PMN-PZT powders were pressed and sintered at 1200-1300 °C for 2 h with a heating/cooling rate of 10 °C/min. Physical properties and microstructure of the ceramics were characterized. The maximum density for each PMN-PZT composition was selected and then separated into 2 groups which were unpoled and poled ceramics. Electrical properties in terms of dielectric permittivity and piezoelectric coefficient were measured. It was found that the dielectric permittivity of poled PMN-PZT ceramics measured in parallel direction with dipole (ε_{33}) was higher than unpoled ceramics (ε_r) and poled ceramics in perpendicular direction with dipole (ε_{11}) respectively, i.e. $\varepsilon_{33} > \varepsilon_r > \varepsilon_{11}$ when measured at room temperature. The dielectric permittivity was high in high PMN mole ratio ceramics. The piezoelectric coefficient (d_{33}) of PMN-PZT ceramics were high in the ceramics with low PMN mole ratio. The mechanical properties in terms of hardness, Young's modulus and fracture toughness

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

were measured. The Vickerss hardness and Knoop hardness of unpoled and poled ceramics were relatively similar. The hardness values trended to increase when increasing mole ratio of PMN. The Young's modulus of unpoled ceramics was higher than poled ceramics. Again, Young's modulus increased with increasing PMN mole ratio. Crack length of poled ceramics measured in the direction perpendicular to the poling direction ($c_{perpendicular}$) was longer than that of unpoled ceramics (c_{unpole}) and poled ceramics in the direction parallel to the poling direction ($c_{parallel}$) respectively, i.e. $c_{perpendicular} > c_{unpole} > c_{parallel}$. The fracture toughness of PMN-PZT poled ceramics measured in parallel direction to the poling ($K_{IC,parallel}$) was higher than that in poled ceramics measured in perpendicular direction to the poling direction ($K_{IC,perpendicular}$) respectively, i.e. $K_{IC,parallel} > K_{IC,perpendicular}$. The study of the effects of annealing and poling sequences in PMN-PZT ceramics suggested that these procedures had little effect on crack growth behavior.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved