Thesis Title Effects of Chromium (III) Oxide and Niobium (V) Oxide Addition on Electrical Properties of Lead Zirconate Titanate Ceramics

Author Mr. Piyachon Ketsuwan

Degree Doctor of Philosophy (Materials Science)

Thesis Advisory Committee Asst. Prof. Dr. Rattikorn Yimnirun Chairperson

Assoc. Prof. Dr. Supon Ananta Member

Dr. Athipong Ngamjarurojana Member

ABSTRACT

In this study, the effect of chromium (III) oxide and niobium (V) oxide addition on phase formation, microstructure, dielectric and ferroelectric properties of lead zirconate titanate ceramics was investigated. For understanding the mechanism of chromium (III) oxide and niobium (V) oxide addition, the study was divided into three sections. First, the effect of sintering temperature on the electrical properties of 1 wt% niobium (V) oxide addition in lead zirconate titanate ceramics. From this part, a suitable sintering temperature of 1250^{o}C was found. Secondly, the effect of single chromium (III) oxide addition in lead zirconate titanate ceramics and the effect of single niobium (V) oxide addition in lead zirconate titanate ceramics were studied. It was found that the addition of chromium (III) oxide in quantity of 0.1- 0.6 mol% revealed the soft behavior. Further increase in chromium (III) oxide content from 1- 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

mol%, the ceramics revealed the hard behavior. However, the addition of niobium (V) oxide only revealed the soft behavior.

Finally, the effect of co-doped of chromium (III) oxide and niobium (V) oxide was investigated. The part of the study was divided into; (i) chromium (III) oxide addition fixed at 0.2 mol% with varying niobium (V) oxide concentration and (ii) niobium (V) oxide addition fixed at 3 mol% with varying chromium (III) oxide concentration. In case (i), it was found that the shifted of highest value of maximum dielectric constant at 1 mol% Nb single-doped PZT based ceramics to 2 mol% Nb co-doped with fixed 0.2 mol% Cr PZT ceramics might be due to the effect of phase formation. The coercive field decrease while the remanent polarization tends to increase with increasing niobium concentration from 1-3 mol% because Nb contents reduce the oxygen vacancies. Further increase in niobium concentration results in a drop of the remanent polarization and coercive field because lattice distortion becomes larger. (ii) The maximum dielectric constant tend to decrease with increasing Cr doping concentration from the concentration of 0.1 to 1 mol%. Further increase in Cr concentration, the maximum dielectric constant increase dramatically. It is believed that the high value of maximum dielectric constant is due to the effect of the mobile charged from the high solubility of dopants and energy activation. The electrical coercivity and the remnant polarization do not show a systematic trend at low concentration of Cr doping while, the observations clearly indicate the hardening behavior at higher concentration because of more solubility of Cr.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลของการเติมโครเมียม (III) ออกไซด์และไนโอเบียม (V) ออกไซด์ต่อสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิกเลดเซอร์โคเนต ไทเทเนต

ผู้เขียน นายปิยชนน์ เกษสุวรรณ

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ. ดร. รัตติกร ยิ้มนิรัญ	ประธานกรรมการ
รศ. ดร. สุพล อนันตา	กรรมการ
ดร. อธิพงศ์ งามจารุโรจน์	กรรมการ

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของการเติมโครเมียม (III) ออกไซด์และไนโอเบียม (V) ออกไซด์ ต่อ การเกิดเฟส โครงสร้างทางจุลภาค สมบัติไดอิเล็กทริก และสมบัติเฟร์โรอิเล็กทริก ของเซรามิกเลดเซอร์โคเนตไทเทเนต เพื่อทำความเข้าใจกลไกของการเติมโครเมียม (III) ออกไซด์ และไนโอเบียม (V) ออกไซด์ ของเซรามิกเลดเซอร์โคเนตไทเทเนตนั้น ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็นสามส่วนคือ ส่วนแรกได้ทำการศึกษา อิทธิพลของอุณหภมิการเผาที่มีผลต่อสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิกเลดเซอร์โคเนตไทเทเนตที่มีการการเติมไนโอเบียม (V) ออกไซด์ ปริมาณ 1 เปอร์เซนต์ โดยน้ำหนัก เพื่อหาอุณหภูมิการเผาที่เหมาะสม สำหรับการเตรียมเซรามิก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เลดเซอร์โคเนตไทเทเนตที่มีการเติมโครเมียม (III) ออกไซด์และไนโอเบียม (V) ออกไซด์ จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 1250^{o}C

ส่วนที่สองได้ศึกษาผลของการเติมโครเมียม (III) ออกไซด์แบบเดี่ยว และ ผลของการเติมไนโอเบียม (V) ออกไซด์แบบเดี่ยว ในเซรามิกเลดเซอร์โคเนตไทเทเนต จากผลการศึกษาพบว่า การเติมโครเมียม (III) ออกไซด์ในปริมาณ 0.1- 0.6 เปอร์เซนต์โดยโมล มีผลต่อสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิกเลดเซอร์โคเนตไทเทเนต โดยแสดงสมบัติแบบอ่อน (soft) และแสดงสมบัติแบบแข็ง (hard) เมื่อเพิ่มปริมาณการเติมเป็น 1- 3 เปอร์เซนต์ โดยโมล ในขณะที่การเติมไนโอเบียม (V) ออกไซด์ แสดงสมบัติแบบอ่อน (soft) ตลอดช่วงปริมาณการเติม

ส่วนสุดท้ายได้ทำการศึกษาผลของการเติมโครเมียม (III) ออกไซด์ ร่วมกับ ไนโอเบียม (V) ออกไซด์ในเซรามิกเลดเซอร์โคเนตไทเทเนต โดยแบ่งเป็น (i) การเติมโครเมียม (III) ออกไซด์ ปริมาณคงที่ 0.2 เปอร์เซนต์โดยโมล ร่วมกับการเติมไนโอเบียม (V) ออกไซด์ ปริมาณต่างๆกัน และ (ii) การเติมไนโอเบียม (V) ออกไซด์ ปริมาณคงที่ 3 เปอร์เซนต์โดยโมล ร่วมกับการเติม โครเมียม (III) ออกไซด์ ปริมาณต่างๆกัน ในกรณีของการเติมโครเมียม (III) ออกไซด์ ปริมาณคงที่ 0.2 เปอร์เซนต์โดยโมล ร่วมกับแปรค่าปริมาณการเติมไนโอเบียม (V) ออกไซด์ จากการศึกษาพบว่า ในกรณี (i) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงสุดที่แสดง ณ การเติมไนโอเบียม (V) ออกไซด์แบบเดี่ยวปริมาณ 1 เปอร์เซนต์โดยโมล เลื่อนไป แสดงที่ การเติมไนโอเบียม (V) ออกไซด์ ปริมาณ 2 เปอร์เซนต์โดยโมล เนื่องมาจากอิทธิพลของการเกิดเฟส สนามลบร้างมีค่าลดลง ในขณะที่โพลาไรเซชันหลงเหลือเพิ่มขึ้นตามปริมาณ ไนโอเบียม (V) ออกไซด์ ที่เพิ่มขึ้นจาก 1 ถึง 3 เปอร์เซนต์โดยโมล เมื่อปริมาณเพิ่มขึ้นอีกมีผลให้ สนามลบร้างและโพลาไรเซชันหลงเหลือมีค่าลดลง เนื่องจากการบิดของโครงสร้างที่มากขึ้น กรณี (ii) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงสุดลดลง เมื่อมีการเพิ่มปริมาณโครเมียม (III)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกไซด์ จาก 0.1 ถึง 1 เปอร์เซนต์โดยโมล เมื่อมีการเพิ่มปริมาณอีกพบว่าค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงสุด มีค่ามากขึ้น อาจเนื่องจากพาหะนำไฟฟ้า เนื่องจากการปริมาณของตัวเติมที่มากและถูกกระตุ้นด้วยพลังงานความร้อน สนามลบร้างและโพลาไรเซชันหลงเหลือ เปลี่ยนแปลงโดยไม่แสดงนัย ในปริมาณการเติมของโครเมียม (III) ออกไซด์จำนวนน้อย แต่แสดงสมบัติแบบแข็งเมื่อมีปริมาณการเติม โครเมียม (III) ออกไซด์ ในปริมาณมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved