Thesis Title Effects of Iron (III) Oxide and Manganese (IV) Oxide Addition on Electrical Properties of Lead Zinc Niobate-Lead Zirconate Titanate Ceramics

Author Mr. Athipong Ngamjarurojana

Degree Doctor of Philosophy (Materials Science)

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

Assoc. Prof. Dr. Supon Ananta Member

Asst. Prof. Dr. Yongyut Laosiritaworn Member

ABSTRACT

This study has been carried out to investigate the relationships existing among conditions of fabricating processes, structural characteristics and electrical properties of the PZN-PZT based-compositions. Processing-structure-property relationships are brought out and discussed in terms of physical and electrical properties. This research have mainly two sections.

First aim of this work was to synthesize pyrochlore-free lead zinc niobate – lead zirconate titanate ceramics by a conventional mixed oxide route via the rapid vibro-milling method and to investigate the dielectric, piezoelectric, and ferroelectric properties of the ceramics to identify MPB composition in this ceramic system. The results clearly show that $0.2Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$0.8Pb(Zr_{1/2}Ti_{1/2})O_3$ is the morphotropic

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

phase boundary composition of the PZN-PZT system, which indicates the significance of PZN in controlling the electrical responses of the PZN–PZT system. Subsequently, the influence of Zr/Ti ratio on structural characteristic and electrical properties of $0.2Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$0.8Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ ceramics was investigated. It was shown that the optimal dielectric, piezoelectric, and ferroelectric properties of PZN-based ceramics occurred when Zr/Ti = 50/50.

Secondly, effects of Fe_2O_3 and MnO_2 addition on structure, and electrical properties of $0.2Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$0.8Pb(Zr_{1/2}Ti_{1/2})O_3$ ceramics were investigated. This was especially important from the viewpoint of the development of practical piezoelectric materials. The dielectric, piezoelectric, and ferroelectric results clearly showed the significance of MnO_2 and Fe_2O_3 addition on the electrical properties of the PZN–PZT system. The observed ‘‘hard’’ characteristics caused by addition of Mn and Fe ions were a result of the creation of oxygen vacancies, which pin the movement of the ferroelectric domain walls.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	ผลของการเติมเหล็ก (III) ออกไซด์และแมงกานีส (IV) ออกไซด์ต่อสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิกเลดซิงค์ไนโอเบต–เลดเซอร์โคเนตไทเทเนต
ผู้เขียน	นายอธิพงศ์ งามจารุโรจน์
ปริญญา	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ. ดร. รัตติกร ยิ้มนิรัญ ประธานกรรมการ รศ. ดร. สุพล อนันตา กรรมการ ผศ. ดร. ยงยุทธ เหล่าศิริถาวร กรรมการ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขที่ใช้ในกระบวนการเตรียม ลักษณะเฉพาะทางโครงสร้าง และสมบัติทางไฟฟ้าของพีแซดเอ็น-พีแซดที (PZN-PZT) โดยการนำเสนอและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง กระบวนการเตรียม - โครงสร้าง - สมบัติ ออกมาในพจน์ของสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางไฟฟ้า จากการศึกษา 2 กรณีหลัก

ในกรณีแรกได้ทำการเตรียมเซรามิกเลดซิงค์ไนโอเบต–เลดเซอร์โคเนตไทเทเนตด้วยเทคนิคมิกส์ออกไซด์ผ่านการบดย่อยละเอียดและทำการศึกษา สมบัติไดอิเล็กทริก พิโซอิเล็กทริก และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เฟร์โรอิเล็กทริก เพื่อระบุแนวรอยต่อของเฟส (MPB) จากผลการทดลอง พบว่า 0.2PZN-0.8PZT เป็นแนวรอยต่อของเฟสของระบบพีแซดเอ็น-พีแซดที (PZN-PZT) โดยที่พีแซดเอ็น มีผลต่อสมบัติทางไฟฟ้าของระบบดังกล่าว หลังจากนั้นทำการศึกษาผลของอัตราส่วนของเซอร์โคเนตต่อไทเทเนตที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางไฟฟ้าพบว่าค่าสูงสุดของสมบัติไดอิเล็กทริก พิโซอิเล็ก-ทริกและเฟร์โรอิเล็กทริกของเซรามิกพีแซดเอ็น-พีแซดทีอยู่ที่อัตราส่วนของเซอร์โคเนตต่อไทเทเนตเท่ากับ 50/50

ในกรณีที่สอง ได้ทำการศึกษาผลของการเติม เหล็ก (III) ออกไซด์และแมงกานีส (IV) ออกไซด์ ที่มีผลต่อโครงสร้างและสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิก 0.2PZN-0.8PZT ซึ่งเป็นมุมมองในการพัฒนาวัสดุพิโซอิเล็กทริก จากผลการทดลองพบว่าสมบัติไดอิเล็กทริก พิโซอิเล็กทริก และเฟร์โรอิเล็กทริก แสดงว่าการเติมเหล็ก (III) ออกไซด์และ แมงกานีส (IV) ออกไซด์มีผลต่อสมบัติทางไฟฟ้าของระบบ โดยแสดงสมบัติแบบแข็ง (hard) เนื่องจากไอออนของแมงกานีสและเหล็ก ทำให้เกิดการบกพร่องของตำแหน่งออกซิเจน ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการยึดการเคลื่อนไหวของผนังโดเมนเฟร์โรอิเล็กทริก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved