Thesis Title Electrical Property Development of Lead-free Barium Zirconate Titanate Ceramics

Author Mr. Parkpoom Jarupoom

Degree Doctor of Philosophy (Materials Science)

Thesis Advisory Committee Assoc. Prof. Dr. Gobwute Rujijanagul Advisor

Prof. Emeritus Dr. Tawee Tunkasiri Co-advisor

Asst. Prof. Dr. Kamonpan Pengpat Co-advisor

ABSTRACT

In this research project, properties of lead free barium zirconate titanate based ceramics were investigated. The barium zirconate titanate ceramics having a composition of $Ba(Zr_{0.07}Ti_{0.93})O_3$ was selected for this study. The ceramics were prepared by a solid-state reaction technique. Effects of B_2O_3 addition on many properties of $Ba(Zr_{0.07}Ti_{0.93})O_3$ ceramics were examined. The pure and doped ceramics were annealed at various annealing times to study their relation to the ceramic properties. Finally, nano-particles of Co and Ni were added into the ceramics to form novel nanocomposites. Effects of the nano-particles on the properties of the prepared nanocomposites were studied.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

For effects of B_2O_3 doping, the result showed that B_2O_3 addition decreased the sintering temperature by 200°C. The doping increased electrical properties of $Ba(Zr_{0.07}Ti_{0.93})O_3$ ceramics where 2 wt% B_2O_3 doped ceramics had the maximum d_{33} and g_{33} values about 291 pC/N and $21x10^{-3}$ Vm/N respectively. These values are quite high for the lead-free ceramics.

In case of annealed ceramics, it was observed that the annealing affected on physical and electrical properties of the pure and doped $Ba(Zr_{0.07}Ti_{0.93})O_3$ ceramics. The experiment results showed that 8 h annealing was an optimum annealing time for improving the properties of the pure and doped ceramics. The 8 h annealed sample exhibited very high strain and d_{33}^* values of 0.47% and 603 pm/V (at 8kV/mm), respectively.

For the nanocomposites, it was found that the nano-particles increased magnetic behavior as well as mechanical properties of the samples. However, the optimum ferroelectric and magnetic properties were achieved for 0.1vol.% of the Co and Ni additions.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิกไร้สารตะกั่วแบเรียมเซอร์โคเนตไทเทเนต

ผู้เขียน นายภาคภูมิ จารุภูมิ

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. กอบวุฒิ รุจิจนากุล	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ศ. เกียรติคุณ ดร. ทวี ตันฑศิริ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ. ดร. กมลพรรณ เพ็งพัด	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสมบัติของเซรามิกแบเรียมเซอร์โคเนตไทเทเนต โดยได้เลือกทำ การศึกษาเซรามิกแบเรียมเซอร์โคเนตไทเทเนต ในองค์ประกอบ $Ba(Zr_{0.07}Ti_{0.93})O_3$ ซึ่งผ่านการเตรียมด้วยเทคนิคปฏิกิริยาของแข็ง โดยได้ศึกษาผลกระทบจากการเจือด้วยโบรอนออกไซด์ ที่มีต่อสมบัติในด้านต่างๆของเซรามิก $Ba(Zr_{0.07}Ti_{0.93})O_3$ จากนั้นเซรามิกบริสุทธิ์ และที่ผ่านการเจือได้ถูกอบอ่อนที่เวลาแตกต่างกัน เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ต่อสมบัติต่างๆของเซรามิก อีกทั้งอนุภาคระดับนาโนเมตรของโคบอลต์ (Co) และนิกเกิล (Ni) ได้ถูกเติมเข้าไปในเซรามิกเพื่อที่จะสร้างนาโนคอมโพสิทชนิดใหม่ขึ้นมา ผลของอนุภาคนาโนต่อสมบัติและการเตรียมของนาโนคอมโพสิทได้ถูกตรวจสอบในงานวิจัย

สำหรับผลของการเจือโบรอนออกไซด์ แสดงให้เห็นว่าจากเจือโบรอนออกไซด์ ส่งผลให้อุณหภูมิซินเตอร์มีค่าลดลง 200 องศาเซลเซียส อีกทั้งการเจือยังส่งผลต่อสมบัติทางไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของ $Ba(Zr_{0.07}Ti_{0.93})O_3$ ซึ่งเซรามิกที่ผ่านการเจือด้วยโบรอนออกไซด์ที่ปริมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนักนั้นจะมีค่าสัมประสิทธิ์เพียโซอิเล็กทริก (d_{33}) ที่สูงที่สุด และมีค่าสัมประสิทธิ์ความต่างศักย์ (g_{33}) อยู่ที่ 291 pC/N และ $21x10^{-3}$ ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นค่าที่สูงสำหรับเซรามิกไร้สารตะกั่ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในกรณีของการอบอ่อนของเซรามิกนั้น ได้ถูกตรวจสอบว่าการอบอ่อนส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพและทางไฟฟ้าของเซรามิกบริสุทธิ์ $Ba(Zr_{0.07}Ti_{0.93})O_3$ และที่ผ่านการเจือ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่การอบอ่อนด้วยเวลา 8 ชั่วโมง เป็นเวลาการอบอ่อนที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงสมบัติของเซรามิกบริสุทธิ์ และที่ผ่านการเจือ ซึ่งชิ้นงานที่ผ่านการอบอ่อนที่ 8 ชั่วโมงจะแสดงค่าของผลทางความเครียด และ d_{33}^* ที่สูงมาก ที่ 0.47% และ 603 pm/V (ที่ 8 kV/mm) ตามลำดับ

สำหรับนาโนคอมโพสิท ได้ถูกพบว่าอนุภาคนาโนสามารถเพิ่มสภาพแม่เหล็กได้ดีตลอดจนสมบัติทางกลของชิ้นงาน อย่างไรก็ตาม สมบัติเฟร์โรอิเล็กทริก และแม่เหล็กที่เหมาะสมนั้นสามารถตรวจสอบได้ที่ปริมาณการเติมร้อยละ 0.1 โดยปริมาตรของการเติมโคบอลต์ และนิกเกิล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved