



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การเตรียมและสมบัติของเซรามิกเพียโซอิเล็กทริกที่มี
บิสมัทโซเดียมไทเทเนตเป็นฐาน
**Processing and Properties of Bismuth Sodium Titanate
Based Piezoelectric Ceramics**

โดย... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรสุดา บ่มไฉ่

หลักสูตรวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

ชื่อโครงการ : การเตรียมและสมบัติของเซรามิกเพียโซอิเล็กทริกที่มีบีสมัทโซเดียมไทเทเนตเป็นฐาน

ชื่อนักวิจัย : ผศ.ดร. พรสุดา บ่มไม้

E-mail Address : ppornsuda@yahoo.com และ pornsuda.b@psu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี 6 เดือน (26 กันยายน 2549 – 31 มีนาคม 2552)

ในวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา กระบวนการเตรียมและสมบัติของเซรามิกเพียโซอิเล็กทริกที่มีบีสมัทโซเดียมไทเทเนต ($(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$) เป็นฐาน โดยได้แบ่งงานวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ทำการเตรียมและตรวจสอบผง $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ และส่วนที่ 2 เตรียมและตรวจสอบเซรามิก $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ ที่เติมสารเจือชนิดต่างๆ

ส่วนที่ 1 ของโครงการได้ทำการเตรียมผง $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3 + x \text{ wt}\% \text{ Bi}_2\text{O}_3$ เมื่อ $x = 0$ และ $2 \text{ wt}\%$ ด้วยเทคนิคผสมออกไซด์แบบที่ใช้กันทั่วไป โดยใช้อุณหภูมิและเวลาในการแคลไซน์แตกต่างกัน และตรวจสอบด้วยเทคนิค TG-DTA, XRD และ SEM พบว่าเงื่อนไขการแคลไซน์และปริมาณ Bi_2O_3 ส่วนเกิน (x) มีอิทธิพลต่อการเกิดเฟสและลักษณะสัณฐานวิทยาของอนุภาค ซึ่งสารตัวอย่าง $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ บริสุทธิ์ที่มีโครงสร้างผลึกแบบรอมโบฮีดรอลสามารถเตรียมได้ที่อุณหภูมิ 750°C เผาแห้งเป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง โดยขนาดอนุภาคจะโตขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการแคลไซน์เพิ่มขึ้น ซึ่งการเติม Bi_2O_3 ส่วนเกินในปริมาณ $2 \text{ wt}\%$ ในสารผสม $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ ทำให้อนุภาคมีขนาดที่สม่ำเสมอมากกว่าสารตัวอย่างที่ไม่เติม Bi_2O_3 ส่วนเกิน

ส่วนที่ 2 ของโครงการได้การเตรียมเซรามิก $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ ที่เติมด้วยสารเจือชนิดต่าง ๆ คือ K_2CO_3 (0.075 mol) + $\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{excess}$ (0 – 2 wt%), LiNbO_3 (0.01 mol) + $\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{excess}$ (0 – 10 wt%), LiNbO_3 (0.0 – 0.10 mol) + $\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{excess}$ (8 wt%) และ LiNbO_3 (0.06 mol) + $\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{excess}$ (6 wt%) + MnO (0.0 – 1.0 mol%) โดยเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ผลจากการทดลองพบว่า สมบัติทางกายภาพการเกิดเฟส โครงสร้างจุลภาค และสมบัติไดอิเล็กทริกและเพียโซอิเล็กทริกมีค่าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิซินเตอร์ ปริมาณ Bi_2O_3 ส่วนเกิน (x) ชนิดและปริมาณสารเจือที่เติมลงไปอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าสัมประสิทธิ์เพียโซอิเล็กทริก (d_{33}) ที่สูงที่สุดประมาณ 96 pC/N พบในสารตัวอย่าง $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.15})_{0.5}\text{TiO}_3$ สำหรับสมบัติไดอิเล็กทริก พบว่า สารตัวอย่างที่เติมสารเจือทุกตัวให้ค่าในลักษณะเดียวกันโดยอุณหภูมิ T_c มีค่าลดลง ยกเว้นสารตัวอย่างที่เติม $\text{LiNbO}_3 \geq 0.06 \text{ mol}$ ไม่สามารถตรวจวัดอุณหภูมิ T_c ได้เนื่องจากสภาพเฟอร์โรอิเล็กทริกหมดไป

คำหลัก : วัสดุเพียโซอิเล็กทริก ไร้สารตะกั่ว บีสมัทโซเดียมไทเทเนต สมบัติทางไฟฟ้า การเกิดเฟส ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

Abstract

Project Title : Processing and Properties of Bismuth Sodium Titanate Based Piezoelectric Ceramics

Investigator : Assist. Prof. Dr. Pornsuda Bomlai

E-mail Address : ppornsuda@yahoo.com and pornsuda.b@psu.ac.th

Project Period : 2 years and 6 months (26 September 2006 – 31 March 2009)

In this research, the processing and properties of bismuth sodium titanate ($\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$) - based lead free piezoelectric materials were studied. This project can be divided into 2 sections which are 1) preparation and characterization of ($\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$) powders and 2) preparation and characterization of ($\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$) ceramics with different dopants.

The first part of the project, ($\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$) + x wt% Bi_2O_3 powders with x = 0 and 2 were prepared at different calcinations temperature and dwell time using conventional mixed oxide method and characterized by TG-DTA, XRD and SEM techniques. The calcination condition and Bi_2O_3 -excess content (x) were found to have a pronounced effect on the phase formation and powder morphology of the calcined ($\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$) powders. A rhombohedral phase, consistent with single-phase ($\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$), was obtained after calcination at 750 °C for 2 h for the both samples. A particle size increased with increasing calcination temperature. Introducing 2 wt% Bi_2O_3 -excess to the ($\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$) starting mixture showed an more uniform particle size than the non-excess powder.

The second part of the project, ($\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$) ceramics with different dopants such as K_2CO_3 (0.075 mol) + Bi_2O_3 - excess (0 – 2 wt%), LiNbO_3 (0.01 mol) + Bi_2O_3 - excess (0 – 10 wt%), LiNbO_3 (0.0 – 0.10 mol) + Bi_2O_3 - excess (8 wt%) and LiNbO_3 (0.06 mol) + Bi_2O_3 - excess (6 wt%) + MnO (0.0 – 1.0 mol%) were prepared at different sintering temperature. It was noted that physical properties, phase formation, microstructure, and dielectric and piezoelectric properties were found to depend significantly on sintering temperature, Bi_2O_3 - excess content, type and amount of dopants. The highest d_{33} - piezoelectric coefficient of 96 pC/N was obtained in $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.15})_{0.5}\text{TiO}_3$ sample sintered at 1100 °C. For dielectric properties, the doped-samples showed similar behavior with the T_C decreased, except samples doped $\text{LiNbO}_3 \geq 0.06$ mol could not observe T_C due to ferroelectricity disappeared.

Keywords : Lead-free piezoelectric materials, Bismuth sodium titanate, Electrical properties, Phase formation, Morphology evolution.