

## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RSA5480021

ชื่อโครงการ: การประดิษฐ์เซรามิกเพอร์โรอิเล็กทริกที่อุณหภูมิต่ำด้วยวิธีการเผาไหม้

ชื่อนักวิจัยและสถาบัน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระชัย บงการณ  
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail Address: researchcmu@yahoo.com, theerachaib@nu.ac.th

ระยะเวลาดำเนินงาน: 3 ปี (15 มิถุนายน 2554 ถึง 14 มิถุนายน 2557)

## บทคัดย่อ

ศึกษาลักษณะเฉพาะของเซรามิกเพอร์โรอิเล็กทริก  $1-x(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3-x\text{ATiO}_3$  [ $A = \text{Ba}^{2+}, \text{Ca}^{2+}$  และ  $\text{Sr}^{2+}$ ] หรือ BNTBT100x, BNTCT100x และ BNTST100x โดยที่  $x = 0-0.12$ ,  $0-0.08$  และ  $0-0.12$  ตามลำดับ ที่เตรียมด้วยวิธีการเผาไหม้ พบว่าเซรามิก BNTBT100x มีโครงสร้างแบบผสมของรอมโบอีตรอลและเททระโนล สำหรับเซรามิก BNTBT2 และ BNTBT4 ค่าความหนาแน่น ค่าความหดตัวเชิงเส้น และค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิซินเตอร์เพิ่มขึ้นจนถึง 1150 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะเกิดการระเหยของ  $\text{Bi}^{3+}$  และ  $\text{Na}^+$ . ในขณะที่เซรามิก BNTBT6 BNTBT8 BNTBT10 และ BNTBT12 ค่าความหนาแน่น ค่าความหดตัวเชิงเส้น และค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิซินเตอร์เพิ่มขึ้นจนถึง 1200 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะพบเฟสแปลกปลอม เซรามิก BNTBT8 ซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกที่อุณหภูมิคูรีสูงสุด ค่าความหนาแน่นสูงสุด โดยมีค่าประมาณ 7400 และ  $5.80 \text{ g/cm}^3$  และมี ค่า  $P_r$  และ  $E_c$  (ใช้สนามไฟฟ้าเพิ่ม 40 kV) เท่ากับ  $28.10 \mu\text{C/cm}^3$  และ  $21.02 \text{ kV/cm}$  ตามลำดับ เซรามิก BNTCT100x มีโครงสร้างแบบรอมโบอีตรอลในทุกๆ ตัวอย่าง ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิซินเตอร์เพิ่มขึ้นจนถึง 1150 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นความหนาแน่นมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิซินเตอร์เพิ่มขึ้น ในขณะที่การหดตัวเชิงเส้นมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิซินเตอร์เพิ่มขึ้น เซรามิก BNTCT2 ซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1150 องศาเซลเซียส มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกที่อุณหภูมิคูรีสูงสุด และค่าความหนาแน่นสูงสุด โดยมีค่าประมาณ 3208 และ  $5.57 \text{ g/cm}^3$  และมี ค่า  $P_r$  และ  $E_c$  (ใช้สนามไฟฟ้าเพิ่ม 40 kV) เท่ากับ  $17.4 \mu\text{C/cm}^3$  และ  $30.13 \text{ kV/cm}$  ตามลำดับ เซรามิก BNTST100x มีโครงสร้างแบบคิวบิกในทุกๆ ตัวอย่าง ค่าความหนาแน่น และการหดตัวเชิงเส้นมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิซินเตอร์เพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นเซรามิก BNTST20 ซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกที่อุณหภูมิคูรีสูงสุด และค่าความหนาแน่นสูงสุด โดยมีค่าประมาณ 4725 และ  $5.57 \text{ g/cm}^3$  ตามลำดับ และมี ค่า  $P_r$  และ  $E_c$  (ใช้สนามไฟฟ้าเพิ่ม 40 kV) เท่ากับ  $17.19 \mu\text{C/cm}^3$  และ  $29.61 \text{ kV/cm}$  ตามลำดับ

คำหลัก: วิธีการเผาไหม้, เพอร์โรอิเล็กทริก, โครงสร้างจุลภาค, สมบัติไดอิเล็กทริก, การก่อเกิดเฟส

### Abstract

**Project Code:** RSA5480021

**Project Title:** Low Temperature Fabrication of Ferroelectric Ceramics by Combustion Method

**Investigator:** Assistant Professor Dr. Theerachai Bongkarn

Department of Physics, Faculty of Science, Naresuan University

**E-mail Address:** researchcmu@yahoo.com, theerachaib@nu.ac.th

**Project Period:** 3 years (15 June 2011 – 14 June 2014)

### Abstract

Characterization of lead-free ferroelectric  $1-x(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3-x\text{ATiO}_3$  [ $A = \text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Sr}^{2+}$ ] or BNTBT100x, BNTCT100x, BNTST100x with  $x = 0-0.12$ ,  $0-0.08$  and  $0-0.12$  ceramics prepared via combustion method was studied. BNTBT100x ceramics showed mixed of rhombohedral and tetragonal phase. The density, linear shrinkage and maximum dielectric constant of BNTBT2 and BNTBT4 ceramics increased with increasing sintering temperatures up to  $1150^\circ\text{C}$  and then evaporations of  $\text{Bi}^{3+}$  and  $\text{Na}^+$  occurred. While, the density, linear shrinkage and maximum dielectric constant of BNTBT6 BNTBT8 BNTBT10 and BNTBT12 ceramics increased with increasing sintering temperatures up to  $1200^\circ\text{C}$  and then the impurity phases were detected at higher sintering temperatures. Moreover, the BNTBT8 ceramics sintered at  $1200^\circ\text{C}$  showed the highest dielectric constant at  $T_c$  and highest density of  $7400$  and  $5.80 \text{ g/cm}^3$ . The  $P_r$  and  $E_c$  (using electric field at  $40 \text{ kV}$ ) were  $28.10 \text{ } \mu\text{C/cm}^3$  and  $21.02 \text{ kV/cm}$ , respectively. BNTCT100x ceramics exhibited the rhombohedral phase in all the samples. The density of BNTCT100x ceramics increased with increasing sintering temperatures up to  $1150^\circ\text{C}$  and thereafter they decreased. The linear shrinkage of BNTCT100x ceramics increased with increasing sintering temperatures. Moreover, the BNTCT2 ceramics sintered at  $1150^\circ\text{C}$  showed the highest dielectric constant at  $T_c$  and highest density of  $3208$  and  $5.57 \text{ g/cm}^3$ . The  $P_r$  and  $E_c$  (using electric field at  $40 \text{ kV}$ ) were  $17.4 \text{ } \mu\text{C/cm}^3$  and  $30.13 \text{ kV/cm}$ , respectively. BNTST100x ceramics exhibited the cubic phase in all the samples. The density and linear shrinkage of BNTST100x ceramics increased with increasing sintering temperatures. Moreover, the BNTST20 ceramics sintered at  $1200^\circ\text{C}$  showed the highest dielectric constant at  $T_c$  and highest density of  $4725$  and  $5.57 \text{ g/cm}^3$ . The  $P_r$  and  $E_c$  (using electric field at  $40 \text{ kV}$ ) were  $17.19 \text{ } \mu\text{C/cm}^3$  and  $29.61 \text{ kV/cm}$ , respectively.

**Key words:** combustion method, ferroelectric, microstructure, dielectric properties, phase formation