

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5480074

ชื่อโครงการ : โครงสร้าง และสมบัติอิเล็กทรอนิกส์ของเซรามิกเพอรอฟสไกด์ฐานแบเรียมไททานเตดัดแปลง สำหรับการประยุกต์ใช้งานในตัวเก็บประจุอุณหภูมิสูง

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน : ดร.อุไรวรรณ อินตะดา สำนักวิชา
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

E-mail Address : uraiwan.int@mfu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

บทคัดย่อ:

เซรามิกฐานแบเรียมดัดแปลงเป็นเซรามิกที่มีพฤติกรรมเป็นรีแลกเซอร์เฟอร์โรอิเล็กทริก และได้นำมาประยุกต์ใช้งานเป็นเซรามิกตัวเก็บประจุที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงมาเป็นเวลาหลายปีแล้ว ตัวเก็บประจุประเภทนี้จะนำไปใช้งานในหลายประเภท เช่น ในยานยนต์ ยานอวกาศ และในเครื่องมือที่ใช้ชุดเจาะน้ำมัน เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการประยุกต์งานดังกล่าวมีช่วงการทำงานที่อุณหภูมิสูง (มากกว่า 200°C) ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเซรามิกฐานแบเรียมสองระบบ ระบบที่หนึ่งศึกษาการเตรียมและสมบัติของเซรามิก $(1-x)\text{Bi}(\text{Zn}_{1/2}\text{Ti}_{1/2})\text{O}_3 - x\text{Ba}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$ ที่เตรียมโดยวิธีปฏิกิริยาของแข็ง โดยที่มีการแปรค่า $x = 0.7, 0.8$ และ 0.9 จากผลการทดลองพบว่าเซรามิกทุกเงื่อนไขมีโครงสร้างแบบเพอรอฟสไกด์ และมีการเปลี่ยนโครงสร้างเป็นคิวบิกตามปริมาณ BFN และค่าคงที่ไดอิเล็กทริกจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณ BFN แต่จะลดลงเมื่อทำการเพิ่มความถี่ในการวัด ส่วนค่าการสูญเสียจะมีค่าต่ำกว่า 2.0 ที่อุณหภูมิห้องและเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และพบว่าเซรามิกนี้มีความประพฤติเป็นรีแลกเซอร์แบบที่ไม่สามารถอธิบายด้วยกฎของเดอบายต์ ส่วนระบบที่สองจะเตรียมเซรามิกไร้สารตะกั่วระบบ $\text{Ba}_{0.85}\text{Ca}_{0.15}\text{Zr}_{0.1}\text{Ti}_{0.9}\text{O}_3$ ที่มีการเจือ MnO_2 และ Al_2O_3 ตั้งแต่ 0.00 – 0.20 mol% โดยมีการเตรียมแบบวิธี molten salt โดยมีการศึกษาหาเฟสและสมบัติไดอิเล็กทริกด้วยเครื่อง X-ray Diffraction (XRD) และการวัดทางไฟฟ้า จากผลการทดลองพบว่าทุกตัวอย่างมีโครงสร้างแบบเพอรอฟสไกด์ จากการศึกษาสมบัติไดอิเล็กทริกพบว่าเซรามิก BCZT ที่เจือ MnO_2 และ Al_2O_3 แต่อย่างไรก็ตามเซรามิก BCZT ที่เจือด้วย Mn จะมีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงกว่าเซรามิกที่เจือ Al ค่าการสูญเสียที่วัดที่ความถี่ 1 kHz จะมีค่าน้อยกว่า 0.02 ทุกตัวอย่าง และจากการศึกษาพบว่าเซรามิกที่เตรียมได้มีพฤติกรรมเฟอร์โรอิเล็กทริก ($P_r = 1.25 - 2.26 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ และ $E_c = 3.10 - 4.25 \text{ kV}/\text{cm}$).

คำหลัก : เซรามิกที่มีไดอิเล็กทริกสูงมาก, สมบัติเฟอร์โรอิเล็กทริก, เพอรอฟสไกด์เชิงซ้อน และเซรามิกไร้สารตะกั่ว

Abstract

Project Code : MRG5480074

Project Title : Structural and Dielectric Properties of Modified Barium Titanate Based Perovskite Ceramics for High Temperature Capacitor Applications

Investigator : Dr. Uraiwan Intatha
School of Science, Mae Fah Luang University

E-mail Address : uraiwan.int@mfu.ac.th

Project Period : 2 years

Abstract:

Modified Barium - based ceramics, which exhibit relaxor ferroelectrics, have been used as high dielectric constant ceramic capacitors for many years. Ceramic capacitors are necessary in many applications such as automotive, aerospace, and deep oil well instrumentation. These applications require that the capacitor operate at high temperatures ($>200^{\circ}\text{C}$). There is still a strong need for new dielectric ceramics for higher temperature applications. In this study, two different Barium - based ceramic systems were carried out. Firstly, $(1-x)\text{Bi}(\text{Zn}_{1/2}\text{Ti}_{1/2})\text{O}_3 - x\text{Ba}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$ ceramics were prepared by solid-state reaction method where $x = 0.7, 0.8$ and 0.9 . The pure perovskite phase was found to be stable for all compositions. The XRD results demonstrated that the structure of ceramics changed to the cubic phase with increasing BFN content. Dielectric constant of ceramics tended to increase with increasing amounts of BFN and decreased with increasing frequency of measurement. The dielectric loss of the ceramics was lower than 2.0 at room temperature and increased when increasing temperature up to 350°C . Relaxation phenomena of non-Debye type has been observed. Secondly, Lead-free $\text{Ba}_{0.85}\text{Ca}_{0.15}\text{Zr}_{0.1}\text{Ti}_{0.9}\text{O}_3$ ceramics doped with 0.00 – 0.20 mol% MnO_2 and Al_2O_3 were prepared by the molten salt method. The phase formation and dielectric properties of the ceramic systems were analyzed by X-ray Diffraction (XRD) and electrical measurement. The phase of the samples showed pure perovskite structure for all conditions. The BCZT ceramics doped with MnO_2 and Al_2O_3 exhibited a good dielectric properties. BCZT doped with Mn has a higher dielectric constant than BCZT doped with Al. The loss tangent

values at 1 kHz were lower than 0.02 of all samples. The ceramic systems indicate ferroelectric behavior for all samples ($P_r = 1.25 - 2.26 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ and $E_c = 3.10 - 4.25 \text{ kV}/\text{cm}$).

Keywords : Giant Dielectric ceramics, Ferroelectric properties, Complex perovskite and Lead-free ceramics