

Abstract

Project Code: TRG5880225
Project Title: Cation Vacancy Defect in Modified Barium Titanate
Ferroelectric Ceramics
Investigator: Dr.Natthaphon Raengthon, Chulalongkorn University
E-mail Address: Natthaphon.R@chula.ac.th
Project Period: 2 years
Keywords: Point Defect, Cation Vacancy, Lead-free, Ferroelectric

The development of advanced materials for electronic applications has been continuously undertaken due to the increasing demands of new devices with high performance and efficiency. Careful modification of the materials could result in improvement of the electrical properties. Defects are known to play an important role in governing the electrical properties of titanate-based perovskites. Improvement of dielectric properties and insulation resistance are important for the development of high-performance dielectric materials. Various techniques can be used in order to improve the performance of such materials. The effect of A-cation non-stoichiometry on the electrical properties of barium strontium titanate ceramics is an interesting topic of investigation. This study examined the stoichiometric, Ba-excess, Ba-deficient, Sr-excess and Sr-deficient compositions of $(\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2})\text{TiO}_3$ ceramics. A-cation non-stoichiometry of $(\text{Ba}_{0.80}\text{Sr}_{0.20})\text{TiO}_3$ ceramics affected dielectric properties differently. The Ba- and Sr-excess compositions decreased dielectric constant at T_{max} while still maintaining broad phase transition characteristics. In contrast, dielectric constant increased in the Ba- and Sr-deficient compositions. The characteristics of electrical conduction are different at high temperatures when Ba- and Sr-deficiency is introduced to the dielectrics. Ti^{4+} state for the Ba-deficient composition is maintained. However, Ti^{4+} state partially changes to Ti^{3+} state, giving rise in the polaron hopping conduction process for Sr-deficient composition. Therefore, this study shows that minor deviation of A-cation from stoichiometry can induce a different conduction process while maintaining the dielectric permittivity characteristics.

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5880225
ชื่อโครงการ: ดำเนินแบบช่องว่างของไอออนบวกในแบเรียมไททาเนตเฟอร์โรอิเล็กทริก เซรามิก
ชื่อนักวิจัย: ดร.ณัฐพล แร่งทน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
E-mail Address: Natthaphon.R@chula.ac.th
ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี
คำหลัก : ดำเนินแบบจุด, ช่องว่างของไอออนบวก, ไร้สารตะกั่ว, เฟอร์โรอิเล็กทริก

การพัฒนาวัสดุขั้นสูงสำหรับการใช้งานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้มีการดำเนินการมาอย่างเป็นเวลานาน เนื่องจากมีความต้องการใช้งานจากอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องพร้อมกับอุปกรณ์ใหม่ที่ต้องการประสิทธิภาพที่สูง การปรับปรุงวัสดุอย่างระมัดระวังช่วยให้สมบัติทางไฟฟ้าพัฒนาดีขึ้นได้ ดำเนินเป็นตัวแปรหนึ่งที่สำคัญต่อการควบคุมสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุเฟอร์รอฟสไกต์ฐานไททาเนต การพัฒนาสมบัติไดอิเล็กทริกและความต้านทานไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาวัสดุไดอิเล็กทริกให้มีประสิทธิภาพสูง โดยเทคนิคในการพัฒนาสมบัติหรือประสิทธิภาพของวัสดุไดอิเล็กทริกให้ดีขึ้นนั้นมีหลากหลาย ซึ่งในงานวิจัยนี้สนใจที่จะศึกษาผลกระทบของปริมาณไอออนที่ตำแหน่งเอของวัสดุเฟอร์รอฟสไกต์ต่อสมบัติทางไฟฟ้าของแบเรียมสตรอนเทียมไททาเนตเซรามิก โดยเฉพาะมีการควบคุมปริมาณของไอออนดังนี้ แบเรียมเกิน แบเรียมขาด สตรอนเทียมเกิน และสตรอนเทียมขาด ที่เป็นองค์ประกอบของสารประกอบ $(\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2})\text{TiO}_3$ ผลการทดลองพบว่าสมบัติไดอิเล็กทริกมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันเมื่อปริมาณแบเรียมหรือสตรอนเทียมไอออนเกินและขาด สารประกอบที่มีองค์ประกอบของแบเรียมไอออนหรือสตรอนเทียมไอออนที่เกินมีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงสุดลดลงและมีพิสัยกว้าง ในทางตรงกันข้ามค่าคงที่ไดอิเล็กทริกมีค่าสูงขึ้นในสารประกอบที่มีองค์ประกอบของแบเรียมไอออนหรือสตรอนเทียมไอออนขาด เมื่อศึกษาสารประกอบที่มีองค์ประกอบของแบเรียมไอออนขาดหรือสตรอนเทียมไอออนขาดอย่างละเอียดพบว่าลักษณะเฉพาะของการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูงมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าสถานะวาเลนซ์อิเล็กตรอนของไทเทเนียมไอออนมีความแตกต่างกันระหว่างสารประกอบที่มีแบเรียมไอออนขาดและสารประกอบที่มีสตรอนเทียมไอออนขาด Ti^{4+} บางส่วนได้เปลี่ยนเป็น Ti^{3+} ในสารประกอบที่มีสตรอนเทียมไอออนขาดเท่านั้น ซึ่งดำเนินนี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดกระบวนการนำไฟฟ้าแบบโพรารอน ดังนั้นจากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการที่องค์ประกอบทางเคมีของแบเรียมไอออนหรือสตรอนเทียมไอออนเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยก็ส่งผลต่อการนำไฟฟ้าที่ต่างกันอย่างชัดเจนและสมบัติไดอิเล็กทริก