Abstract

This research project is aimed to search new ceramic materials with high electrical performance, for electronic applications. Many materials characterization methods were employed in order to investigate the properties of samples such as phase formation, phase transition behavior, microstructure, electrical and magnetic properties. The important characterization methods included X-ray diffraction technique, thermal analysis, electron microscopy, magnetic and electrical measurements. Three main research topics were carried out. Firstly, new lead-free piezoceramics from $Ba(Zr_{0.07}Ti_{0.93})O_3$ and $(Bi_{0.5}K_{0.5})TiO_3$ based systems were prefabricated and their properties were investigated. The obtained results showed that the ceramics presented very high piezoelectric properties as expected. Secondly, high dielectric ceramics were fabricated including, $SrFe_{0.5}Nb_{0.5}O_3$, $BaFe_{0.5}Ta_{0.5}O_3$, and $BaFe_{0.5}Nb_{0.5}O_3$ based ceramics. Some of the high dielectric constant ceramics were synthesis by a molten salt technique. The obtained ceramics presented very high dielectric constant such as $Sr(Fe_{1-x}Al_x)_{0.5}Nb_{0.5}O_3$ had extremely high dielectric constant (ε_r >199,000 for temperatures >200 ^{o}C). The dielectric behavior of the studied ceramics was interpreted in terms of Maxwell– Wagner polarization mechanism. Finally, properties of the multiferroic materials including $BiFeO_3$ doped Bi_2O_3, and 0.94BNT-0.06BT/xNiO were investigated. The obtained data showed the multiferroic materials had many interesting properties. Based on the obtained results and investigation, at least 15 papers were published in international publications. This project also produced more than 7 graduate students and made good connection with 15 researchers (inside and outside Thailand).

Keyword: dielectric, piezoelectric, ferrroeclectric, multiferroic

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาวัสดุเซรามิกใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงไฟฟ้าสำหรับการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ วิธีการหาลักษณะเฉพาะแบบต่างๆได้ถูกใช้เพื่อตรวจสอบสมบัติของเซรามิกตัวอย่าง ซึ่งสมบัติเหล่านี้ได้แก่ การก่อตัววัฏภาคพฤติกรรม การเปลี่ยนวัฏภาค โครงสร้างทางจุลภาค สมบัติเชิงแม่เหล็ก และสมบัติเชิงไฟฟ้า วิธีการหาลักษณะเฉพาะที่สำคัญได้แก่เทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ เทคนิควิเคราะห์เชิงความร้อน กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน การวัดสมบัติแม่เหล็กไฟฟ้า และการวัดสมบัติเชิงไฟฟ้า ซึ่งงานวิจัยสามารถแบ่งเป็นสามส่วนดังนี้คือ ส่วนแรกได้ทำการวิจัยวัสดุเซรามิกไพอิโซอิเล็กทริกไร้สารตะกั่วจากเซรามิกที่มี $Ba(Zr_{0.07}Ti_{0.93})O_3$ และ $(Bi_{0.5}K_{0.5})TiO_3$ เป็นฐาน ผลการศึกษาที่ได้แสดงให้เห็นว่า วัสดุเซรามิกไพอิโซอิเล็กทริกไร้สารตะกั่วดังกล่าวมีสมบัติไพอิโซอิเล็กทริกที่สูงมากดังที่คาดการณ์ไว้ ในส่วนที่สองได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับวัสดุเซรามิกไดอิเล็กทริกค่าสูง อันได้แก่เซรามิกที่มี $SrFe_{0.5}Nb_{0.5}O_3$, $BaFe_{0.5}Ta_{0.5}O_3$, และ $BaFe_{0.5}Nb_{0.5}O_3$ เป็นฐาน โดยเซรามิกบางส่วนได้ทำการสังเคราะห์ด้วยเทคนิคเกลือหลอมเหลว พบว่าเซรามิกที่ได้มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงอย่างมากเช่น $Sr(Fe_{1-x}Al_x)_{0.5}$ $Nb_{0.5}O_3$ มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกมากกว่า 199,000 สำหรับอุณหภูมิ > 200 °C โดยพฤติกรรมของค่าคงที่
ไดอิเล็กทริกสูงนี้สามารถอิบายโดยกลไกโพลาไรเซชั่นของแมกเวลล์-วากเนอร์ ในส่วนสุดท้ายได้ศึกษาสมบัติของวัสดุมัลติเฟร์โรอิกอันได้แก่ $BiFeO_3$ เจือ Bi_2O_3 และ 0.94BNT-0.06BT/xNiO ได้ถูกตรวจสอบข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่าวัสดุมัลติเฟร์โรอิกมีสมบัติที่น่าสนใจมากมาย จากงานวิจัยในครั้งนี้ได้ตีพิมพ์ผลงานในวารสารระดับนานาชาติจำนวนไม่น้อยกว่า 15 เรื่อง ได้ผลิตบัณฑิตศึกษาไม่น้อยกว่า 7 ท่าน และได้สร้างความสัมพันธ์กับนักวิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศ จำนวน 12 ท่าน

Keyword: ไดอิเล็กทริก ไพอิโซอิเล็กทริก เฟร์โรอิเล็กทริก มัลติเฟร์โรอิก