

Thesis Title	Preparation and Characterization of Ceramic Nanocomposites in the PZT-BT and TiO ₂ -SnO ₂ Systems	
Author	Miss Wanwilai Chaisan	
Degree	Doctor of Philosophy (Materials Science)	
Thesis Advisory Committee	Assoc. Prof. Dr. Supon Ananta	Chairperson
	Asst. Prof. Dr. Rattikorn Yimnirun	Member
	Prof. Emeritus Dr. Tawee Tunkasiri	Member

ABSTRACT

This study has been carried out to investigate the relationships existed among conditions of fabricating process, structural characteristic and electrical property of the two selected electroceramic systems, i.e., perovskite PZT-BT and rutile TiO₂-SnO₂.

Processing-structure-property relationships are brought out and discussed in terms of phase formation, densification, microstructure and dielectric properties.

From the two major aspects, firstly, the ceramic-solid solutions and -nanocomposites in perovskite PZT-BT system were comparatively explored. The

contributions of the inter/intragranular ceramic-nanocomposite structural model relative to the dielectric response are investigated. It was clearly seen that the microstructures and the dielectric properties of PZT-BT ceramic-nanocomposites are totally different from those of ceramic-solid solutions. The single phase of dense ceramics was found in solid solutions whereas two different phases are visible in the microstructure of ceramic-nanocomposites. The dielectric behavior of ceramic-nanocomposites displayed superimposition of two phase transitions with lower highest value of the dielectric constant compared with the solid-solutions.

Secondly, the nano-nanocomposite structural model via spinodal decomposition mechanism in rutile $\text{TiO}_2\text{-SnO}_2$ system was studied. The electrical properties of ceramics within the $\text{TiO}_2\text{-SnO}_2$ system were investigated under different annealing and doping conditions. Changes in the lattice parameter and the phase evolution of the spinodal decomposition, measured in terms of the volume fraction transformed, were examined as a function of annealing time. The room temperature dielectric properties were measured and compared to dielectric mixing rules. Niobium is believed to enhance the dielectric properties through the suppression of decomposition kinetic rate. The origin of the high permittivity is linked to the formation of an electrically heterogeneous structure which is derived from the nano-nanocomposite microstructure.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การเตรียมและการหาลักษณะเฉพาะของเซรามิกนาโนคอมโพสิตในระบบพีแซดที-บีทีและระบบไทเทเนียมออกไซด์-ทินออกไซด์	
ผู้เขียน	นางสาว วรรณวิไลย์ ไชยสาร	
ปริญญา	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)	
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ. ดร. สุพล อนันดา	ประธานกรรมการ
	ผศ. ดร. รัตติกกร ยี่มนิรัฐ	กรรมการ
	ศ. เกียรติคุณ ดร. ทวี ต้นจศิริ	กรรมการ
	บทคัดย่อ	

งานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขที่ใช้ในกระบวนการเตรียมลักษณะเฉพาะทางโครงสร้าง และสมบัติทางไฟฟ้าของสารอิเล็กโทรเซรามิกสองระบบที่เลือกทำการศึกษา คือ เพอรอฟสไกต์พีแซดที-บีที (PZT-BT) และรูไทล์ไทเทเนียมออกไซด์-ทินออกไซด์ ($\text{TiO}_2\text{-SnO}_2$) โดยการนำเสนอและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการเตรียม-โครงสร้าง-สมบัติ ออกมาในพจน์ของการเกิดเฟส การแน่นตัว โครงสร้างจุลภาค และสมบัติไดอิเล็กทริก

จากการศึกษา 2 กรณีหลัก ในกรณีแรก ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสารเซรามิกในระบบเพอรอฟสไกต์ PZT-BT ที่อยู่ในรูปของสารละลายของแข็งกับที่เป็นเซรามิกนาโนคอมโพสิต โดยมุ่งเน้นที่การตรวจสอบอิทธิพลของรูปแบบโครงสร้างเซรามิกนาโนคอมโพสิตแบบ inter/intragranular ที่มีต่อสมบัติไดอิเล็กทริก ซึ่งได้พบว่าเซรามิกนาโนคอมโพสิตของสาร PZT-BT มีโครงสร้างจุลภาคและสมบัติไดอิเล็กทริกแตกต่างจากเซรามิกในรูปแบบของสารละลายของแข็งอย่างสิ้นเชิง

โดยในกรณีของสารละลายของแข็งจะเป็นเซรามิกเฟสเดี่ยวที่มีความหนาแน่นสูง ในขณะที่เซรามิกนาโนคอมโพสิตจะประกอบไปด้วยสองเฟสที่แตกต่างกันอยู่ภายใน โครงสร้างจุลภาคและแสดงพฤติกรรมทางไดอิเล็กทริกแบบสองฟีกซ้อนทับกันอยู่ โดยมีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงสุดต่ำกว่าค่าของเซรามิกสารละลายของแข็ง

ในกรณีที่สอง ได้ทำการศึกษารูปแบบโครงสร้างของเซรามิกนาโนคอมโพสิตแบบนาโน-นาโนคอมโพสิตของสารในระบบรูไทล์ $\text{TiO}_2\text{-SnO}_2$ ผ่านทางกลไกการสลายตัวแบบบัพแหลม โดยมุ่งเน้นการตรวจสอบสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิกเหล่านี้ภายใต้เงื่อนไขการอบอ่อนและการเจือที่แตกต่างกัน และยังได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของระยะเวลาในการอบอ่อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าคงที่ไดอิเล็กทริก รวมทั้งพัฒนาการของเฟสที่มีการสลายตัวแบบบัพแหลมด้วย โดยการนำเสนอในรูปแบบของเศษส่วนการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร นอกจากนี้ก็ยังได้ทำการตรวจสอบสมบัติไดอิเล็กทริกของเซรามิก $\text{TiO}_2\text{-SnO}_2$ ที่อุณหภูมิห้องพร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้กฎการผสมค่าไดอิเล็กทริกด้วยในกรณีของการเจือ Nb^{5+} ลงไปในระบบ $\text{TiO}_2\text{-SnO}_2$ นั้นคาดว่าทำให้มีการหน่วงอัตราการสลายตัวแบบบัพแหลมซึ่งทำให้สมบัติไดอิเล็กทริกดีขึ้น สาเหตุที่ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูงเกี่ยวข้องกับกรณีโครงสร้างที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันทางไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากโครงสร้างจุลภาคนาโน-นาโนคอมโพสิต