Thesis Title Structures and Properties of Barium Titanate at Various Ratios of Barium and Titanium

Author Mr. Chanopat Pakokthom

Ph.D. Physics

Examining Committee

Professor Dr. Tawee Tunkasiri	Cairman
Associate Professor Dr. Jerapong Tontragoon	Member
Associate Professor Dr. Narin Sirikulrat	Member
Associate Professor Dr. Bundit Na-Lamphun	Member
Professor Dr. Prasit Charoenkwan	Member
Assistant Professor Dr. Niyom Boonthanom	Member
Professor Dr. Suthat Yoksan	Member

ABSTRACT

In this work, structures and properties of stoichiometric and non-stoichiometric barium titanate ($BaTiO_3$) powders and ceramics were studied, respectively. $BaTiO_3$ powder was first prepared by decomposition of barium titanyl oxalate (Ba-Ti-oxalate) at 700 °C to 1300 °C. Ba-Ti-oxalate was obtained by the homogeneous precipitation method. The measurements of the physical properties such as particle size, microstrain, lattice parameters and phase transition were carried out. $BaTiO_3$ powder was also synthesized by mixed oxide route. The stoichiometric and non-stoichiometric $BaTiO_3$ powders were prepared by changing the amount of either TiO_2 or $BaCO_3$. Various calcination temperatures, that is, in the range of 1000 to 1400 °C were chosen for the reaction to form $BaTiO_3$. X-ray line broadening was employed to determine the particle size, microstrain and lattice parameters of the

samples. Phase transition of the powder was also studied. The X-ray diffraction peaks were least squares fitted using pseudo-Voigt function in the variance method. The amount of cubic to tetragonal phases and tetragonality (c/a) of the samples were calculated. Other properties of the ceramics such as shrinkage, density, porosity, grain size, dielectric constant (ε_r) and loss angle ($\tan\delta$) were also investigated. The results showed that the non-stoichiometry affected most of these properties. The particle size obtained from the homogeneous precipitation method exhibited smaller particle size than that obtained from the mixed oxide route. At the particle size of more than 0.20 μm, cubic and tetragonal phases of $BaTiO_3$ samples were found to severely overlap. However, at smaller particle size ($\leq$ 0.20 μm) the powder showed only the cubic phase.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	โครงสร้างและสมบัติของแบเรียมติตาเนตที่มีแบเรียมและติตาเนียมหลายอัตราส่วน
ชื่อผู้เขียน	นายชโนภาส พาโคกทม
วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต	สาขาวิชาฟิสิกส์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ศาสตราจารย์ ดร. ทวี ตันฑศิริ	ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. จีระพงษ์ ตันตระกูล	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. นรินทร์ สิริกุลรัตน์	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต ณ ลำพูน	กรรมการ
ศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ เจริญขวัญ	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิยม บุญถนอม	กรรมการ
ศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ ยกส้าน	กรรมการ

บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาโครงสร้างและคุณสมบัติของผงและเซรามิกแบเรียมติตาเนต ($BaTiO_3$) ที่มีอัตราส่วนของ Ba:Ti เป็น 1:1 และไม่เป็น 1:1 ตามลำดับ ได้เตรียมผง $BaTiO_3$ จากการเผาแบเรียมติตานิลออกซาเลต (Ba-Ti-oxalate) ที่อุณหภูมิ 700 ถึง 1300 °C โดยที่ (Ba-Ti-oxalate) เตียมจากวิธีตกตะกอนเนื้อเดียว (homogeneous precipitation) และทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพของ $BaTiO_3$ เช่นขนาดอนุภาค ค่าความเครียด ค่าพารามิเตอร์ของผลึก การเปลี่ยนสถานะ ได้เตรียมผง $BaTiO_3$ จากวิธีการผสมแบบของแข็ง (mixed oxide) โดยการเปลี่ยนจำนวนโมลของติตาเนียมออกไซด์ (TiO_2) หรือ แบเรียมคาร์บอเนต ($BaCO_3$) เพื่อให้ได้ผง $BaTiO_3$ ที่มีอัตราส่วนของBa:Ti เป็น 1:1 และ ไม่เป็น 1:1 ตามลำดับ เมื่อกำหนดอัตราส่วนของ Ba:Ti ได้แล้วก็นำสารผสมไปเผาแคลไซด์ที่อุณหภูมิ 1000 ถึง 1400 °C และทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพของผง $BaTiO_3$ เช่น ขนาดอนุภาค ค่าความเครียด ค่าพารามิเตอร์ของผลึก การเปลี่ยนสถานะ จากความ

กว้างพีกของรังสีเอกซ์ (X-ray line broadening) และทำการกำหนดพีกของรังสีเอกซ์ โดยใช้ฟังค์ชันคณิตศาสตร์ pseudo-Voigt เพื่อคำนวณปริมาณคิวบิกต่อเตตระโกนอลเฟส และ ค่าความเป็นเตตระโกนอล ต่อมาทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเซรามิก $BaTiO_3$ เช่น ค่าการหดตัว ความหนาแน่น ค่าความพรุน ขนาดเกรน ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε_r) ค่าสภาพยอมสัมพันธ์แฟคเตอร์พลังงานสูญเปล่า ($\tan\delta$) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สมบัติทางกายภาพส่วนใหญ่ของ $BaTiO_3$ เกี่ยวข้องกับอัตราส่วนของ Ba:Ti โดยทั่วไปผง $BaTiO_3$ ที่เตรียมได้จากวิธีตกตะกอนเนื้อเดียว (homogeneous-precipitation) จะมีขนาดอนุภาคที่เล็กกว่าผง $BaTiO_3$ ที่ได้จากการผสมแบบของแข็ง (mixed oxide) พบว่าที่ขนาดอนุภาคมากกว่า 0.20 ไมโครเมตร จะมีความเหลื่อมกัน (overlap) ของพีกคิวบิกและเตตระโกนอลซึ่งแสดงว่าอนุภาค $BaTiO_3$ มีสถานะเป็นสถานะผสมระหว่างคิวบิกและเตตระโกนอลเฟส อย่างไรก็ตามพบว่าที่ขนาดอนุภาคมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.20 ไมโครเมตร จะไม่มีความเหลื่อมกัน (non-overlap) ของพีกคิวบิกและเตตระโกนอล ซึ่งแสดงว่าอนุภาค $BaTiO_3$ มีสถานะเป็นคิวบิก