Thesis Title	Relation of Barium Titanate Structures and Their Physical Properties
Author	Mr. Gobwute Rujijanagul
Ph.D.	Physics

Examining committee :

Associate Professor Dr. Tawee Tunkasiri	Chairman
Professor Dr. Prasit Charoenkwan	Member
Professor Dr. Suthat Yoksan	Member
Assistant Professor Dr. Niyom Boonthanom	Member
Associate Professor Dr. Jerapong Tontragoon	Member

ABSTRACT

This research project is divided into three main parts.

In Part I, barium titanate powder was prepared by decomposition of barium titanyl oxalate ($BaTiO(C_2O_4)_2.4H_2O$) at 700°C to 1300°C. ($BaTiO(C_2O_4)_2.4H_2O$) was obtained by the precipitation method. The measurement of physical properties such as particle size, strain, lattice parameters, phase transitions, and density were carried out. Microstructure was also studied by electron microscopy. The particle sizes of $BaTiO_3$ were in the range of 54-228 nm, and were found to correlate with the physical properties.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

In Part II, $BaTiO_3$ ceramics was prepared from powder of different sizes. Properties such as shrinkage, density, grain size, lattice parameters, relative permittivity, loss angle (tan δ), and dielectric strength (breakdown voltage) were investigated. The results showed that the particle size affects most of these properties.

It was also found that the grain sizes of the ceramics samples obtained from fixed particle size changed with the sintering temperature. The effect of grain size on breakdown voltage was studied. The results showed that the grain sizes were in the range of 4.5 - 20.0 μm, while the dielectric strength decreased from 8.0 kV/mm to 3.0 kV/mm.

In Part III, barium strontium titanate ($Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$) was prepared via solid state sintering with 0.3 percent of antimony (Sb) used for doping. The effect of positive temperature coefficient of resistance (PTCR) was studied. Parameters such as volume doner density (N_d), surface acceptor density (N_s), built-in potential (V_{bi}), and depletion layer width (W) were measured based on the Heywang's model. The values of N_s and N_d were 1.11 x 10^{12} cm^{-2} and 4 x 10^{16} cm^{-3}, respectively, which are comparable to those reported by Ho and Fu and Wang and Umeya.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและคุณสมบัติทางกายภาพของแบเรียมติตาเนต

ชื่อผู้เขียน นายกอบวุฒิ รุจิจนากุล

วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ :

รองศาสตราจารย์ ดร.ทวี	ตันฆศิริ	ประธานกรรมการ
ศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์	เจริญขวัญ	กรรมการ
ศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์	ยกส้าน	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิยม	บุญถนอม	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.จีระพงษ์	ตันตระกูล	กรรมการ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ ได้แบ่งออกเป็นสามตอนคือ

ตอนที่ 1 : เตรียมผงของแบเรียมติตาเนต($BaTiO_3$) จากการเผาผงของแบเรียมติตานิลออกซาเลตเตตระไฮเดรท ($BaTiO(C_2O_4)_2.4H_2O$) ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 700 ถึง 1300°C โดยที่ $BaTiO(C_2O_4)_2.4H_2O$ เตรียมโดยวิธีตกตะกอน และได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพของ$BaTiO_3$ โดยการวัดขนาดของอนุภาค (particle size) ค่าความเครียด ค่าพารามิเตอร์ของผลึก การเปลี่ยนสถานะ และความหนาแน่น อีกทั้งศึกษาโครงสร้างทางจุลภาค โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 54 - 228 นาโนเมตร และสมบัติทางกายภาพของผง $BaTiO_3$ เกี่ยวข้องกับขนาดของอนุภาค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 2 : เตรียม $BaTiO_3$ เซรามิกจากผงของ $BaTiO_3$ ที่มีขนาดของอนุภาคต่างๆ กัน แล้วศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ อันได้แก่ อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะ ขนาดของเกรน (grain size) ความเป็นเตตระโกนอล (tetragonality) ความหนาแน่น ค่าการหดตัว ค่าสภาพยอมสัมพันธ์ แฟคเตอร์พลังงานสูญเปล่า (tan δ) และค่าความคงทนต่อแรงดันไฟฟ้าของสารไดอิเล็กทริก (dielectric strength) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สมบัติทางกายภาพส่วนใหญ่ของ $BaTiO_3$ เซรามิกเกี่ยวข้องกับขนาดของอนุภาค

นอกจากนั้นแล้วเมื่อทำการแปรผันอุณหภูมิของการซินเตอร์ (sintering temperature) พบว่า ขนาดของเกรนมีค่าเปลี่ยนไป จากการศึกษาผลของขนาดของเกรนที่มีต่อค่าความคงทนต่อแรงดันไฟฟ้าของสารไดอิเล็กทริก พบว่าในช่วงขนาดของเกรนระหว่าง 4.5 ถึง 20.0 ไมโครเมตร ค่า dielectric strength ลดลงจาก 8.0 kV/mm ถึง 3.0 kV/mm ตามลำดับ

ตอนที่ 3 : เตรียมเซรามิกของแบเรียมสตรอนเชียมติตาเนต ($Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$) โดยเจือ 0.3 โมลเปอร์เซนต์ของแอนติโมนี (Sb) เพื่อศึกษาลักษณะสมบัติของสัมประสิทธิ์ความต้านทานไฟฟ้าตามอุณหภูมิทางบวก (positive temperature coefficient of resistance) และวัดค่าพารามิเตอร์ อันได้แก่ ความหนาแน่นของตัวให้ต่อปริมาตร (volume doner density, N_d) ความหนาแน่นของตัวรับที่ผิว (surface acceptor density, N_s) ค่าศักย์ไฟฟ้าภายใน (built-in potential) และความกว้างของแถบอับพาหะ (depletion layer width, W) ค่าของ N_d และ N_s ที่คำนวนได้เท่ากับ 1.11×10^{12} cm^{-2} และ 4×10^{16} cm^{-3} ตามลำดับ ผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับผลงานของ Fu และ Ho และผลงานของ Wang และ Umeya

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved