

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

ผลของการเติมโลหะแทรนซิชันต่อสมบัติทางไฟฟ้าของ

เซรามิกแบเรียมไทเทเนต

ผู้เขียน

นางสาวจิรภา ตั้งศรีตระกูล

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ. ดร. รัตติกกร ยี่มนิรัญ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของโลหะแทรนซิชัน (แมงกานีส, เหล็ก, และ
ใน โอบีียม) ที่มีผลต่อพฤติกรรมการเปลี่ยนเฟส โครงสร้างทางจุลภาคและสมบัติทางไฟฟ้าของสาร

เซรามิกแบเรียมไททานเตที่มีสูตรเป็น $Ba(Ti_{1-x}Mn_x)O_3$ เมื่อ x มีค่าเท่ากับ 0 ถึง 0.2, $Ba(Ti_{1-x}Fe_x)O_3$ เมื่อ x มีค่าเท่ากับ 0 ถึง 0.02 และ $Ba(Ti_{1-x}Nb_x)O_3$ เมื่อ x มีค่าเท่ากับ 0 ถึง 0.02

นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาโครงสร้างการกระจายตัวของอะตอมรอบข้างแมงกานีสที่อยู่ในวัสดุ

โดยทำการเตรียมสารเซรามิกแบเรียมไทเทเนตที่ถูกเจือด้วยสารเจือ (dopant) ที่แตกต่างกันสาม
ชนิดด้วยวิธีการผสมออกไซด์แบบดั้งเดิมและตรวจสอบพฤติกรรมการเปลี่ยนเฟสด้วยวิธีการ

XRD, ลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM), ความ

หนาแน่นด้วยวิธีการอาร์คิเมเดส โครงสร้างการกระจายตัวของอะตอมรอบข้างของสารเจือด้วย

เทคนิคสเปกโทรสโกปีการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (XAS) ทำการศึกษาสมบัติทางไดอิเล็กทริกด้วย LCR มิเตอร์ที่อุณหภูมิห้องและในช่วงอุณหภูมิระหว่าง -130 ถึง 200 องศาเซลเซียสและสมบัติฮิสเทอรีซิสด้วยการใช้วงจร modified Sawyer-Tower

พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารเจือเพิ่มขึ้น โครงสร้างผลึกของสารเซรามิก $Ba(Ti_{1-x}Mn_x)O_3$ และ $Ba(Ti_{1-x}Fe_x)O_3$ มีการเปลี่ยนแปลงจากทรงแทงโกนอล (tetragonal) ไปเป็นเฮกซะโกนอล (hexagonal) ส่งผลให้สมบัติทางไดอิเล็กทริกลดลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่โครงสร้างผลึกของสารเซรามิก $Ba(Ti_{1-x}Nb_x)O_3$ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโดยยังคงเป็นทรงแทงโกนอลแม้ว่าความเข้มข้นของไนโอเบียมจะเพิ่มขึ้นก็ตาม โดยในการศึกษาสมบัติไดอิเล็กทริกกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสมบัติฮิสเทอรีซิส ไม่พบอุณหภูมิคูรี (Curie temperature), อุณหภูมิการเปลี่ยนเฟส และสมบัติฮิสเทอรีซิสของสารเซรามิก $Ba(Ti_{1-x}Mn_x)O_3$ และ $Ba(Ti_{1-x}Fe_x)O_3$ ที่มีโครงสร้างแบบเฮกซะโกนอล แต่พบอุณหภูมิคูรีและสมบัติฮิสเทอรีซิสของสารเซรามิก $Ba(Ti_{1-x}Mn_x)O_3$, $Ba(Ti_{1-x}Nb_x)O_3$ และ $Ba(Ti_{1-x}Fe_x)O_3$ ที่มีโครงสร้างแบบทรงแทงโกนอล โดยพบว่าอุณหภูมิคูรี, ค่าโพลาริเซชันคงเหลือ (remnant polarization, P_r) และค่าโพลาริเซชันอิ่มตัว (saturated polarization, P_{sat}) มีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารเจือเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ในการศึกษา

โครงสร้างการกระจายตัวของอะตอมรอบข้างของแบเรียมไทเทเนตที่ถูกเจือด้วยแมงกานีสด้วย

เทคนิคสเปกโทรสโกปีการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (XAS) พบว่าแมงกานีสน่าจะเข้าไปแทนที่ไทเทเนียมในโครงสร้างของแบเรียมไทเทเนต

Thesis Title Effects of Transition Metals Addition on Electrical Properties of Barium Titanate Ceramic

Author Miss Jirapa Tangsritrakul

Degree Master of Science (Materials Science)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Rattikorn Yimnirun

ABSTRACT

This thesis studies the influence of transition metals addition (Mn, Fe, and Nb) on phase formation, microstructural and electrical properties of barium titanate ceramics with formular $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Mn}_x)\text{O}_3$ (when $x = 0$ to 0.2), $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{O}_3$ (when $x = 0$ to 0.02), and $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Nb}_x)\text{O}_3$ (when $x = 0$ to 0.02). Moreover, the local structure of the Mn in the structure of materials was investigated. Three different dopants in barium titanate ceramics were prepared by a conventional mixed-oxide method. Phase formation, microstructure, densities and local structure of the addition ion in the structure of the sample were investigated using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscope (SEM), Archimedes method, and X-ray absorption spectroscopy (XAS), respectively. For the electrical properties measurement, the dielectric

properties were measured through the LCR-meter at room temperature and in the temperature range from $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ferroelectric hysteresis (P-E) loops were observed by a modified Sawyer-Tower circuit.

As dopant concentration increases, the crystal structure of $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Mn}_x)\text{O}_3$ and $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{O}_3$ ceramics changes from ferroelectric tetragonal to paraelectric hexagonal phase causing a noticeable decrease in dielectric properties, but is different from $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Nb}_x)\text{O}_3$ ceramics in which only the tetragonal phase is present in all composition. With paraelectric hexagonal polymorph, the temperature-dependent dielectric properties of $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Mn}_x)\text{O}_3$ and $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{O}_3$ ceramics exhibit no dielectric anomalies and ferroelectric (P-E) hysteresis loop cannot be clearly observed. With ferroelectric tetragonal phase, Curie temperature, remnant polarization (P_r), and saturated polarization (P_{sat}) of $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Mn}_x)\text{O}_3$, $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Nb}_x)\text{O}_3$ and $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{O}_3$ ceramics decrease as dopants concentration increases. From EXAFS spectra, it is indicates that the site of Mn (dopant site) should occupy at B-site (Ti) in the BaTiO_3 unit cell.