

ปริศทฤษฎี เกษียร : สมบัติไดอิเล็กตริกของท่อไททานเตเตรียมโดยวิธีไฮโดรเทอร์มอล
(DIELECTRIC PROPERTIES OF TITANATE NANOTUBES PREPARED BY
HYDROTHERMAL ROUTE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สันติ แม้นศิริ,
212 หน้า.

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสังเคราะห์ท่อไททานเต ($\text{Na}_x\text{H}_{2-x}\text{Ti}_3\text{O}_7 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; TNTs) และ Fe/Co-doped TNTs (i.e., $\text{A}(\text{B}_x\text{Ti}_{3-x}\text{O}_7)$ ($\text{A} = \text{Na}_{0.96}\text{H}_{1.04} \cdot 3.42\text{H}_2\text{O}$, $\text{B} = \text{Fe}$ หรือ Co ที่ซึ่ง $x = 0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3$ และ 0.4)) ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอล โดยใช้ไททานเนียมไดออกไซด์ และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10 โมล ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสารที่เตรียมได้ไปทำการศึกษาลักษณะเฉพาะโดยใช้เทคนิค XRD SEM TEM HRTEM EDX TGA FTIR UV-Vis และ VSM ศึกษาสถานะประจุของ Ti Fe และ Co โดยใช้เทคนิค XPS และ XANES จากผลการศึกษาโครงสร้างของตัวอย่างทั้งหมดที่เตรียมได้พบว่า มีเฟส tritanate ($\text{A}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$, $\text{A} = \text{Na}$ or H) และไม่พบการเกิดเฟสปลอมปนของสารประกอบอื่น การศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคพบว่า มีโครงสร้างแบบท่อ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7-15 นาโนเมตร และความยาวระดับไมครอน มีโครงสร้างผนังหลายชั้น ประมาณ 3 ถึง 4 ชั้น และมีระยะห่างระหว่างชั้นประมาณ 0.782-0.788 นาโนเมตร ผลจากการศึกษา TGA และ FTIR พบว่ามีปริมาณน้ำจำนวนมากอยู่ในโครงสร้างของท่อนาโน ผลจากการศึกษาสถานะประจุของ Fe Co และ Ti พบว่ามีประจุ Fe^{2+} Fe^{3+} Co^{2+} และ Ti^{4+} และพบการเกิดช่องว่างของออกซิเจนในโครงสร้าง จากการศึกษาเทคนิค UV-Vis พบว่าตัวอย่างที่เตรียมได้แสดงพฤติกรรม redshift โดยมีสาเหตุมาจากการเจือของ Fe หรือ Co เมื่อศึกษาสมบัติทางแม่เหล็กของตัวอย่างที่เตรียมได้พบว่า ที่อุณหภูมิห้องท่อนาโนไททานเตแสดงพฤติกรรมแม่เหล็กแบบไดอานในทางกลับกันการเจือของ Fe หรือ Co แสดงพฤติกรรมแม่เหล็กแบบเฟอร์โรและพารา ผลของความเป็นแม่เหล็กแบบเฟอร์โร มีสาเหตุมาจากช่องว่างของออกซิเจน ซึ่งเป็นตัวกลางของการเกิดอัตรกิริยาการแลกเปลี่ยน ในขณะที่พฤติกรรมแม่เหล็กแบบพารามีสาเหตุมาจากประจุอิสระของโลหะที่เจือ

การศึกษสมบัติทางไดอิเล็กตริกและสมบัติทางไฟฟ้าที่ความถี่และอุณหภูมิต่างๆ พบว่าวัสดุท่อนาโนไททานเต วัสดุเจือ Fe หรือ Co มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกที่สูง โดยมีค่าประมาณ 10^4 ถึง 10^5 กระบวนการผ่อนคลายทางไดอิเล็กตริกสามารถอธิบายได้โดยการประยุกต์แบบจำลองการผ่อนคลายทางไดอิเล็กตริก Cole-Cole ร่วมกับพจน์ของการนำไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับการเจือ Fe ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกมีค่าเพิ่มขึ้น แต่การเจือด้วย Co จะทำให้ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกลดลง แต่ที่น่าสนใจ

คือค่าการสูญเสียทางไดอิเล็กตริกมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญในขณะที่ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกยังคงมีค่าสูง พฤติกรรมการตอบสนองทางไดอิเล็กตริกสามารถอธิบายด้วยการโพลาไรเซชันที่ขึ้นฉนวนภายในที่เกิดขึ้นในวัสดุที่มีโครงสร้างจุลภาคไม่สม่ำเสมอ



สาขาวิชาฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่อนักศึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

PRISTANUCH KASIAN : DIELECTRIC PROPERTIES OF
TITANATE NANOTUBES PREPARED BY HYDROTHERMAL
ROUTE. THESIS ADVISOR : PROF. SANTI MAENSIRI, Ph.D.
212 PP.

TITANATE NANOTUBES/DIELECTRIC PROPERTIES/HYDROTHERMAL
METHOD/ NANOTUBES

In this work, the titanate nanotubes ($\text{Na}_x\text{H}_{2-x}\text{Ti}_3\text{O}_7 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; TNTs) and Fe/Co-doped TNTs (i.e., $\text{A}(\text{B}_x\text{Ti}_{3-x}\text{O}_7)$ ($\text{A} = \text{Na}_{0.96}\text{H}_{1.04} \cdot 3.42\text{H}_2\text{O}$, $\text{B} = \text{Fe}$ or Co , where $x = 0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3$ and 0.4) were synthesized by hydrothermal method. These samples were prepared using TiO_2 in 10M NaOH at temperatures of 130 °C for 24 h. The prepared samples were characterized by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM), high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), thermal gravimetric analysis (TGA), fourier transform infrared (FTIR), UV-Vis spectroscope (UV-Vis) and vibrating sample magnetometer (VSM). The valence states of Ti, Fe and Co ions were determined by using X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and X-ray absorption near edge structure (XANES). The XRD result indicated that all sample had trititanate ($\text{A}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$, $\text{A} = \text{Na}$ or H) phase without any impurity phases. The diameter and length of the nanotubes were found to be ~7-15 nm and micrometer scales, respectively. The wall involves multilayer about 3-4 layers with distances between layers of ~ 0.782-0.788 nm. The TGA and FTIR results indicated that the large amount of water

molecules for TNTs was within the nanotubes. The valence states of Fe, Co and Ti ions were in the Fe^{2+} , Fe^{3+} and Co^{2+} and Ti^{4+} state, as observed evidence of oxygen vacancy (V_{O}) in structure. UV-Vis spectra showed a redshift to the band gap energy due to Fe or Co substitution. Room temperature magnetization results indicated that TNTs are diamagnetic, whereas Fe/Co-doped TNTs are ferromagnetic and paramagnetic. The Room temperature Ferromagnetic observed in Fe/Co-doped TNTs originates due to the V_{O} , supporting the V_{O} mediated ferromagnetic exchange mechanism. Our samples the observed paramagnetic signal is because of the free ions of TM without magnetic impurities. The dielectric and electrical properties are investigated as functions of frequency, temperature, dc bias voltage and current voltage. For the dielectric properties, all the TNTs and Fe/Co-doped exhibited high dielectric constant (ϵ') values of about 10^4 - 10^6 . The dielectric relaxation in the samples can be ascribed by Cole-Cole relaxation equation combining with the dc conduction term. For Fe/Co-doped TNTs, the ϵ' increases with increasing concentration of Fe doping ions, whereas, the ϵ' decreases with increasing concentration of Co doping ions. This suggests that the Fe or Co doping influences the TNTs substitution and second phase. Interestingly, the loss tangent ($\tan\delta$) of Fe/Co-doped TNTs significantly decreased; while the dielectric constant remained high. The dielectric response behavior could be attributed to interfacial polarization mechanism, resulting from the inhomogeneous structure.

School of Physics

Academic Year 2015

Student's Signature_____

Advisor's Signature_____

Co-advisor's Signature_____

Co-advisor's Signature_____