

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG6080019
ชื่อโครงการ: การสังเคราะห์ สมบัติทางแม่เหล็กและการนำไฟฟ้าของอนุภาคผงนาโนเจอร์รวมในออกไซด์แม่เหล็กสารกึ่งตัวนำ CeO_2
ชื่อนักวิจัย: ผู้ศาสตราจารย์ ดร.สุมาลินทร์ พอค้า มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
E-mail Address: sumalinphokha@gmail.com
ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

สารออกไซด์เจือแม่เหล็ก CeO_2 สามารถแสดงสมบัติความเป็นแม่เหล็กเฟอร์โรที่อุณหภูมิห้อง (room temperature ferromagnetism, RT-FM) หรือสูงกว่าอุณหภูมิห้องได้ จากผลของทั้งการเกิดช่องว่างของออกซิเจนในโครงสร้างและการเจือด้วยไอออนที่มีเลขออกซิเดชันต่ำกว่า Ce^{4+} จะทำให้เกิดไอออนของ Ce^{3+} เนื่องจากการปรับประจุของระบบในโครงสร้างต้องอยู่ในสภาวะสมดุล ในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาสมบัติแม่เหล็กของอนุภาคผงนาโน CeO_2 ด้วยการเจือ Co ร่วมกับ Sr ($\text{Ce}_{0.95-x}\text{Co}_{0.05}\text{Sr}_x\text{O}_2$), Ca ($\text{Ce}_{0.95-x}\text{Co}_{0.05}\text{Ca}_x\text{O}_2$) และ Ba ($\text{Ce}_{0.95-x}\text{Co}_{0.05}\text{Ba}_x\text{O}_2$) เมื่อ $x = 0, 0.03$ และ 0.05 สังเคราะห์ด้วยวิธีโพลิเมอร์ไพโรไลซิส (polymer pyrolysis) ผ่านการเผาแคลไซน์เพื่อให้เกิดโครงสร้างของ CeO_2 ที่อุณหภูมิ 500, 600 และ 700 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปตรวจสอบโครงสร้างผลึก ลักษณะทางจุลภาค สมบัติทางแสง สถานะประจุ สมบัติทางแม่เหล็ก และสมบัติไฟฟ้าของอนุภาคผงนาโนที่สังเคราะห์ได้โดยเทคนิค XRD, Raman, TEM, UV-Vis, XPS, XAS, VSM และ dielectric พบว่าอนุภาคผงที่เตรียมได้เกิดเป็นผลึกของสารประกอบออกไซด์ของ CeO_2 ที่มีการจัดโครงสร้างผลึกแบบลูกบาศก์ของฟลูออไรด์ และขนาดอนุภาคลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณการเจือที่อยู่ในช่วง 8-20 nm จากเทคนิค UV-Vis พบว่าอนุภาคผงนาโนที่สังเคราะห์ได้แสดงพฤติกรรม redshift โดยมีสาเหตุมาจากการเจือของ Co, Sr และ Ca ที่อุณหภูมิแคลไซน์สูงขึ้น เนื่องจากการเกิดช่องว่างของออกซิเจนในโครงสร้าง เมื่อพิจารณาผลจากเทคนิค XPS และ XANES พบว่ามีประจุของ Ce^{4+} , Ce^{3+} , Co^{2+} , Co^{3+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} และช่องว่างของออกซิเจน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการแสดงพฤติกรรมทางแม่เหล็กแบบเฟอร์โรในอนุภาคผงนาโน CeO_2 ที่สังเคราะห์ได้ แสดงให้เห็นว่าช่องว่างของออกซิเจนที่เกิดขึ้นนั้นมีส่วนสำคัญในการเกิดการควบคู่กันแบบเฟอร์โร จากเทคนิค Raman และ EXAFS เป็นการยืนยันว่า Co^{2+} ไม่ได้เข้าไปแทนที่ Ce ในโครงสร้าง ส่งผลทำให้เกิดช่องว่างของออกซิเจนที่น้อยลง และค่าโมเมนต์แม่เหล็กของการเจือมีค่าลดลงสอดคล้องกับปริมาณร้อยละที่ลดลงของ Ce^{3+}

คำหลัก : เจือรวม CeO_2 , อนุภาคผงนาโน, สมบัติแม่เหล็กแบบเฟอร์โร

ABSTRACT

Project Code: TRG6080019
Project Title: Synthesis, magnetic and conduction properties of co-doped CeO₂ nanoparticles-based oxide dilute magnetic semiconductors
Investigator: Assistant Professor Dr. sumalin Phokha
Udon Thani Rajabhat University
E-mail Address: sumalinphokha@gmail.com
Project Period: 2 year

Oxide-based diluted magnetic semiconductors (O-DMSs) have been found to exhibit RT-FM and above RT. When a lower valent cation replaces a higher valence of Ce⁴⁺ site, it creates Ce³⁺ and oxygen vacancy form account of the local charge balance. It was of great interest to study the magnetic properties of co-doping CeO₂ nanoparticles Co²⁺ with Sr²⁺ (Ce_{0.95-x}Co_{0.05}Sr_xO₂), Ca²⁺ (Ce_{0.95-x}Co_{0.05}Ca_xO₂) and Ba²⁺ (Ce_{0.95-x}Co_{0.05}Ba_xO₂) when x = 0, 0.03 and 0.05. These co-doping CeO₂ nanoparticles were synthesized by polymer pyrolysis method with calcination at temperatures of 500, 600 and 700 °C for 3 h. The structure, morphology, optical properties, valence states, magnetic and conduction properties of the samples were characterized using XRD, Raman, TEM, UV-Vis, XAS, XPS, VSM and dielectric measurements. The results exhibited peaks corresponding to a single phase of face-centered cubic CeO₂ structure in all samples. The crystallite sizes decreased in the range of 8-20 nm. UV-Vis spectra showed a redshift behavior of the band gap energy due to Co, Sr and Ca substitution. The presence of Ce³⁺, Ce⁴⁺, Co²⁺, Co³⁺, Sr²⁺, Ca²⁺, Ba²⁺ ions and oxygen vacancy in all CeO₂ was determined from XPS and XANES measurements. Oxygen vacancies have been proposed to play an important role in the ferromagnetic origin for CeO₂. From Raman and EXAFS measurements, this was suggested that Co²⁺ was not completely substituted into CeO₂ lattice and decreasing of oxygen vacancies has been observed. Decreased magnetization value in doped CeO₂ was suggested according to the lower percentage of Ce³⁺ concentration.

Keywords : co-doped CeO₂, Nanoparticles, Ferromagnetic