บทคัดย่อ

ในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมาวัสดุโครงสร้างระดับนาโนที่ได้มาจากไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ได้รับความสนใจจากนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรมากเนื่องจากสมบัติที่ยอดเยี่ยมและการนำไปประยุกต์ใช้งานที่สำคัญ แต่วัสดุนาโน TiO_2 ส่วนใหญ่มีราคาค่อนข้างสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการเตรียมท่อนาโนจากแร่อิลเมไนท์ของไทย (TiO_2 ~ 65.40 %, Fe_2O_3 ~ 27.80 %) สำหรับการนำไปใช้งานด้านการกระตุ้นปฏิกิริยาโดยใช้แสง ท่อนาโนได้มาจากการล้างแร่อิลเมไนท์ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 10 โมล่าร์ จำนวน 5 ครั้ง ก่อนสังเคราะห์ผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลที่ไม่ซับซ้อนยุ่งยากที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการทดสอบและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี รูปร่าง ขนาด โครงสร้างผลึกและพื้นที่ผิวจำเพาะของวัสดุนาโนที่เตรียมได้ด้วยเครื่องเอ็กซ์เรฟลูออเรสเซนซ์ (XRF) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM) เครื่องเอ็กซ์เรดิฟแฟรกชัน (XRD) และเครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะด้วยวิธี The Brunauer-Emmett-Teller (BET) รวมถึงศึกษาประสิทธิภาพของการทดลองนำท่อนาโนไปใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้แสง (Photocatalyst) จากการศึกษาพบว่าปริมาณของ Fe_2O_3 ในสารตัวอย่างที่เตรียมได้ลดลงจาก 27.80 เหลือ 14.13 wt% ในขณะที่ปริมาณของ TiO_2 เพิ่มขึ้นจาก 65.40 เป็น 72.04 wt% โครงร่างผลึกของตัวอย่างที่สังเคราะห์ได้ปรากฏชั้นของไททาเนตในรูปของ $H_2Ti_xO_{2x+1}$ ท่อนาโนที่เตรียมได้มีความยาวอยู่ในช่วง 100-500 นาโนเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในประมาณ 6-8 นาโนเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกประมาณ 10-20 นาโนเมตร มีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะและปริมาตรรูพรุนประมาณ 168.79 ตร.ม./กรัม และ 0.988 ลบ.ซม./กรัม ตามลำดับ ในส่วนของการนำไปทดสอบการใช้งานเบื้องต้นพบว่า ท่อนาโนที่เตรียมได้ให้ค่าความเข้มข้นของ I_3^- สูงกว่าวัสดุนาโน TiO_2 เชิงพาณิชย์ (P-25, JRC-01, JRC-03 และ white pigment) ซึ่งท่อนาโนที่เตรียมได้มีค่าความเข้มข้นของ I_3^- หลังจากผ่านการฉายแสงในช่วงแสงเหนือม่วง (Ultraviolet Light, UV) เป็นเวลา 60 นาที ที่ 17.15×10^{-4} M ส่วน P-25, JRC-01, JRC-03 และ white pigment มีค่าความเข้มข้นของ I_3^- ที่ 1.5×10^{-4}, 0.87×10^{-4}, 0.33×10^{-4} และ 0.19×10^{-4} M ตามลำดับ วิธีการเตรียมนี้เป็นวิธีการเตรียมที่ไม่ยุ่งยากสำหรับวัสดุท่อนาโนจากวัตถุดิบราคาถูกในประเทศไทยด้วยชุดถังปฏิกรณ์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นเองโดยฝีมือคนไทย

คำสำคัญ ท่อนาโน, แร่อิลเมไนท์, ไฮโดรเทอร์มอล, การกระตุ้นปฏิกิริยาโดยใช้แสง

Abstract

Over the past decade, nanostructure materials derived from TiO_2 have attracted attention of scientists and engineers owing to their excellent properties and important applications. However, nano TiO_2 materials have a relatively high priced and must be imported from abroad. The aims of this research were to development of high photocatalyst nanotubes from Thai ilmenite mineral (TiO_2 ~ 65.40 %, Fe_2O_3 ~ 27.80 %) prepared by hydrothermal method. Nanotubes derived from washed ilmenite mineral with 10 M NaOH aqueous solution (five times) before synthesized via simple hydrothermal method at 105 °C for 24 h. The chemical composition, shape, size, crystalline structures and specific surface area of the as-prepared samples were characterized by x-ray fluorescence (XRF), scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM), x-ray diffraction (XRD), and Brunauer-Emmett-Teller (BET) specific surface area. The prepared nanotubes were applied as the photocatalyst. The quantities of Fe_2O_3 in the prepared samples decreased from 27.80 to 14.13 wt% while the TiO_2 content increased from 65.40 to 72.04 wt%. The crystalline structure of the as-synthesized sample demonstrated a layered titanate form, $H_2Ti_xO_{2x+1}$. The length of the prepared nanotubes ranged from 100-500 nm with an average inner diameter around 6-8 nm and outer diameter around 10-20 nm. The BET surface area and pore volume of the as-synthesized nanotubes were about 168.79 m^2/g and 0.988 cm^3/g, respectively. The I^-_3 concentration at 60 min of irradiation period of the nanotubes titanate from Ilmenite mineral was about 17.15×10^{-4} M which is higher than that of four commercially available titania nanomaterials, P-25, JRC-01, JRC-03 and white pigment exhibit I^-_3 concentration about 1.5×10^{-4}, 0.87×10^{-4}, 0.33×10^{-4} and 0.19×10^{-4} M, respectively. This preparation method provided a simple route to fabricate nanotubes from low-cost material using Thai autoclave unit.

Keywords: nanotubes, ilmenite, hydrothermal, photocatalytic activity.