

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5180111

ชื่อโครงการ: การพัฒนาฟิล์มบางไททาเนียมซีเอ็ม 41 เพื่อบำบัดไอระเหยของเบนซีนและอนุพันธ์

ชื่อนักวิจัย: ผศ. ดร. สิริลักษณ์ เจียรกร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รศ. ดร. นุรักษ์ กฤษดานุรักษ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ระยะเวลาโครงการ: พฤษภาคม 2551-พฤษภาคม 2553

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฟิล์มไททาเนียมซีเอ็ม 41 และนำไปทดสอบบำบัดสารระเหยอินทรีย์ในกลุ่มของเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน (กลุ่มบีเทกซ์) ด้วยวิธีโฟโตคะตะไลซิส ในงานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการเตรียมฟิล์มไททาเนียมซีเอ็ม 41 ด้วยวิธี ex-situ และ in-situ และสัดส่วนโดยโมลที่เหมาะสมของไททาเนียมไดออกไซด์และซีเอ็ม 41 ซึ่งเป็นวัสดุเมโซพอร์รัสที่มีโครงสร้างเป็นซิลิกอนไดออกไซด์เตรียมได้จากซิลิกาแกลบ วิธี ex-situ เป็นวิธีการเติมซีเอ็ม 41 ที่ยังไม่ได้ผ่านการเผาลงในสารละลายของไททาเนียมบิวทอกไซด์ ส่วนวิธี in-situ ทำได้โดยการผสมสารละลายของซีเอ็ม 41 และสารละลายของไททาเนียมบิวทอกไซด์ในขั้นตอนเดียวเพื่อให้เกิดการตกตะกอนร่วมระหว่างไททาเนียมและซิลิกา จากนั้นฟิล์มจะถูกขึ้นรูปด้วยวิธีจุ่มเคลือบบนกระจก ผลการวิเคราะห์ความเป็นผลึกและภาพถ่ายอิเล็กตรอนแบบส่องผ่านพบว่าฟิล์มไททาเนียมซีเอ็ม 41 ที่เตรียมได้จากวิธี ex-situ นั้นยังคงมีผลึกอะนาเทสของไททาเนียมไดออกไซด์ ขณะที่ผลึกของฟิล์มไททาเนียมซีเอ็ม 41 ที่เตรียมได้จากวิธี in-situ มีลักษณะคล้ายผลึกของอะนาเทสแต่มีขนาดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์ และผลจากการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันยืนยันว่าการเตรียมฟิล์มด้วยวิธี in-situ ทำให้เกิดผลึกที่มีพันธะระหว่างไททาเนียม ออกซิเจน และซิลิกา ผลการวิเคราะห์สมบัติความพรุนของฟิล์มไททาเนียมซีเอ็ม 41 พบว่าฟิล์มมีพื้นที่ผิวสูงขึ้นประมาณ 10 เท่า เมื่อเทียบกับฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์เพียงอย่างเดียว และขนาดของรูพรุนอยู่ในช่วงของเมโซพอร์รัส เมื่อนำฟิล์มไททาเนียมซีเอ็ม 41 ที่เตรียมด้วยวิธี in-situ และ ex-situ มาทดสอบการบำบัดสารระเหยเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน พบว่าฟิล์มที่เตรียมด้วยวิธี in-situ ในสัดส่วนโมลของซีเอ็ม 41 และไททาเนียมไดออกไซด์เป็น 50 ต่อ 50 มีประสิทธิภาพในการบำบัดเบนซีนสูงสุดร้อยละ 94 สูงกว่าฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์เพียงอย่างเดียว และเมื่อเปรียบเทียบกับสารประกอบอื่นๆ ในกลุ่มบีเทกซ์ พบว่าสามารถบำบัดไซลีนได้สูงสุดร้อยละ 96 โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง อิทธิพลของซีเอ็ม 41 นอกจากจะช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดติดผิวของมลสารแล้ว ยังช่วยเพิ่มหมู่ ไฮดรอกซิลซึ่งมีส่วนสำคัญในการป้องกันการรวมประจุในระหว่างที่เกิดปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส ทำให้ฟิล์มไททาเนียมซีเอ็ม 41 มีประสิทธิภาพสูงกว่าฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์เพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ: โฟโตคะตะไลซิส / ฟิล์มบาง / ซีเอ็ม 41 / วิธีผสมในขั้นตอนเดียว/ วิธีผสมทีละขั้นตอน/ เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน

Abstract

Project Code : MRG5180111

Project Title : Development of Ti-MCM-41 Thin Film for Degradation of Gaseous Benzene and Its derivatives

Investigator : Assist. Prof. Siriluk Chiarakorn, King Mongkut's University of Technology Thonburi

Assoc. Prof. Dr. Nurak Grisdanurak, Thammasat University

E-mail Address : siriluk.chi@kmutt.ac.th, gnurak@engr.tu.ac.th

Project Period : June 2008 – June 2010

The aims of this study were to prepare TiO_2 -MCM-41 thin films and apply the films for photocatalytic treatment of gaseous BTEX. This research studied the preparation of TiO_2 -MCM-41 thin films by ex-situ and in-situ method and figured out the optimal molar ratio of TiO_2 and MCM-41, which is a mesoporous silicate extracted from rice husk. The ex-situ TiO_2 -MCM-41 sol-gel was prepared by adding the as-synthesized MCM-41 into titanium (IV) butoxide precursor while the in-situ TiO_2 -MCM-41 sol-gel was produced by mixing the MCM-41 and titanium (IV) butoxide precursors to achieve co-precipitation of both silica and titanium. The formation of crystallinity study and the images from Transmission Electron Microscope indicated that the ex-situ thin film was a composite of anatase TiO_2 and hexagonal MCM-41. Whereas, the in-situ thin film had anatase-like crystal but the crystal size was much smaller than the crystal of anatase TiO_2 . The functional analysis confirmed the presence of a hybridized Ti-O-Si bond in the in-situ film. Incorporating MCM-41 into the film brought about the increase of surface area approximately 10 times. The in-situ TiO_2 -MCM-41 film of which the molar ratio was as 50:50 provided the highest efficiency for the photocatalytic treatment of gaseous BTEX which was 94% for only benzene treatment and 96% for mixed BTEX treatment. The rate of photocatalytic reaction was well fit with the first order reaction. The advantages of MCM-41 were not only increase the film surface area but also prevent charge recombination effect which resulted in the improvement of the photocatalytic reaction.

Keywords: Photocatalysis / Thin film / MCM-41 / in-situ / ex-situ/ Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylene