Thesis Title Effect of Transition Metal Ion Doping on the Photocatalytic Activity of Titanium Dioxide

Author Miss Natda Wetchakun

Degree Doctor of Philosophy (Materials Science)

Thesis Advisory Committee Assoc. Prof. Dr. Sukon Phanichphant Chairperson

Asst. Prof. Dr. Teerapol Wongchanapiboon Member

Dr. Udom Sriyotha Member

ABSTRACT

The preparation of pure TiO_2 and V, Cu, Fe-doped TiO_2 have been performed by the modified sol-gel and the impregnation method. Phase composition, crystallinity, particle sizes and morphology of pure TiO_2 and V, Cu, Fe-doped TiO_2 were examined by X-ray diffraction (XRD), Scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM). The specific surface area of all samples were investigated by the Brunauer, Emmett and Teller (BET) technique. The elemental composition and oxidation state of elements were investigated by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). The crystalline sizes of pure TiO_2 and V, Cu, Fe-doped TiO_2 were found to be in the ranges of 10-20 nm with high BET specific surface area. UV-Vis absorption studies confirmed that the spectral responses of V,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Cu, Fe-doped TiO_2 were shifted to the visible light region. The complexations of Fe, Cu-oxalate and Fe, Cu-formate were determined by using Fourier transform infrared spectrophotometry (FT-IR). The photocatalytic activities of the various doped samples were evaluated by studying the mineralization of sucrose, phenol, oxalic acid, formic acid, methanol, and malonic acid under UVA, solar spectrum, and visible light irradiation. Under UVA and solar spectrum illumination, pure TiO_2 out performed all doped TiO_2 photocatalysts in mineralizing various organic compounds. Under visible light illumination, it was found that Fe-doped TiO_2 could significantly mineralize only oxalic acid. This indicated that the enhanced performance of the Fe doped TiO_2 might due to the formation of the easily photolyzed ferrioxalate complex. The enhancement of photocatalytic activity depended on many factors such as particle size, surface area, crystallinity, band gap energy, and the preparation method. Moreover, the best photocatalytiv activity of doping materials depending on the type and amount of transition metal ions and calcination temperature.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	ผลของการเจือไอออนโลหะแทรนซิชันต่อความไว ปฏิกิริยาโฟโตแคแทลิติกของไทเทเนียมไดออกไซด์
ผู้เขียน	นางสาวนัดดา เวชชากุล
ปริญญา	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ. ดร. สุคนธ์ พานิชพันธ์ ประธานกรรมการ ผศ. ดร. ธีระพล วงศ์ชนะพิบูลย์ กรรมการ ดร. อุดม ศรีโยธา กรรมการ

บทคัดย่อ

การเตรียมไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์และเวเนเดียม คอปเปอร์ เหล็กที่เจือลงบนไทเทเนียมไดออกไซด์โดยวิธีซอล-เจลที่ดัดแปรแล้ว และวิธีอิมเพรกเนชัน ส่วนประกอบของเฟส ความเป็นผลึก ขนาดอนุภาค และสัณฐานวิทยาของไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์และเวเนเดียม คอปเปอร์ เหล็กที่เจือลงบนไทเทเนียมไดออกไซด์ถูกตรวจสอบโดยใช้การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์, เทคนิคกล้องจุลทรรศนอิเล็กตรอนแบบส่องกราดและเทคนิคของกล้องจุลทรรศนอิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน พื้นที่ผิวจำเพาะของสารตัวอย่างต่างๆ ถูกตรวจสอบโดยใช้เทคนิคของบรูนัวร์เอมเมทและเทลเลอร์ ส่วนประกอบของธาตุและเลขออกซิเดชันถูกตรวจสอบโดยใช้เทคนิคของเอ็กซเรย์โฟโตอิเล็กตรอน สเปกโตรสโคปี ขนาดของไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์และเวเนเดียม คอปเปอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เหล็กที่เจือลงบนไทเทเนียมไดออกไซด์อยู่ในช่วง 10-20 นาโนเมตร และมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง การศึกษาการดูดกลืนแสงใชช่วงยูวี-วิสิเบิลยืนยันได้ว่าการตอบสนองของสเปกตรัมที่เจือด้วยเวเนเดียม คอปเปอร์ เหล็กลงบนไทเทเนียมไดออกไซด์ได้เลื่อนไปยังช่วงของแสงวิสิเบิล การตรวจสอบสารประกอบเชิงซ้อนของ เหล็ก, คอปเปอร์กับออกซาเลตและเหล็ก, คอปเปอร์กับฟอร์เมตโดยใช้ฟูเรียร์ทรานสฟอร์ม อินฟาเรด สเปกโตรโฟโตเมทรี ความไวของปฏิกิริยาโฟโตแคแทลิติกของสารตัวอย่างต่างๆที่ถูกโดปได้ถูกหาโดยศึกษาการย่อยสลายของ ซูโครส ฟีนอล กรดออกซาลิก กรดฟอร์มิก เมทานอล และ กรดมาลอนิก ภายใต้แสงยูวี แสงโซลาร์ และแสงวิสิเบิล พบว่าภายใต้แสงยูวีและแสงโซลาร์ ไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์ให้ผลดีกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาทางแสงต่างๆ ที่โดปลงบนไทเทเนียมไดออกไซด์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดต่างๆภายใต้แสงวิสิเบิล พบว่าการเจือของเหล็กบนไทเทเนียมไดออกไซด์มีความสามารถในการย่อยสลายเพียงกรดออกซาลิก ซึ่งสามารถชี้ได้ว่าเนื่องการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างเหล็กและออกซาเลต ซึ่งทำให้ง่ายต่อการเร่งปฏิกิริยาโดยใช้แสงในช่วงวิสิเบิล ความสามารถของการเร่งปฏิกิริยาแบบใช้แสงขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ขนาดอนุภาค พื้นที่ผิวจำเพาะ ความเป็นผลึก พลังงานแถบช่องว่างและวิธีการสังเคราะห์ นอกจากนั้นความไวปฏิกิริยาโฟโตแคแทลิติกที่ดีที่สุดของวัสดุเจือขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของไอออนโลหะแทรนซิชัน และอุณหภูมิการแคลไซต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved