Abstract

Project Code: TRG5880270

Project Title: Synthesis of copper-cerium oxide-titanium dioxide (Cu-CeO_2-TiO_2) nanosheets by the sono-assisted exfoliation method for an application in solar activated photoconversion of CO_2 to fuels

Investigator: Asst. Prof. Dr. Panpailin Seeharaj, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

E-mail Address: panpailin.se@kmitl.ac.th

Project Period: 2 years

This research studied the synthesis of cerium oxide/copper oxide/titanium dioxide (CeO_2/CuO/TiO_2) composite materials for an application in photoconversion of CO_2 to fuels. Firstly, anatase TiO_2 particles were surface modified by the sono-assisted exfoliation method using a surfactant, tetrabutylammoniumhydroxide (TBAOH). TEM study of the modified TiO_2 showed that nanosheet structure was delaminated from the mother TiO_2 particles. XRD study reported the main diffraction peaks corresponding to anatase TiO_2. Raman spectroscopy indicated the formation of TiO_2 nanosheets by exposing form {001} facets. The percentage of TiO_2 nanosheets with exposed {001} facets was 22.5% which resulted in an increase of surface reactive area. The optical property analyzed by UV-visible and fluorescence spectroscopy showed that the surface modified TiO_2 had high photocatalytic activity in methylene blue (MB) degradation due to the reduction of band gap energy (E_g) and rate of electron-hole recombination. The modified TiO_2 was mixed with CeO_2 and CuO with different weight percentages at 1%CeO_2/TiO_2, 3%CuO/TiO_2 and 1%CeO_2/3%CuO/ TiO_2. The 1%CeO_2/3%CuO/TiO_2 showed the highest photocatalytic property. The CO_2 photoconversion efficiency at 6 h reaction time, was 6.04 mmol/g_{cat} and 6.42 mmol/g_{cat} for methanol and ethanol production, respectively.

Keywords: Titanium dioxide, Photocatalysts, Composite materials, Sono-assisted exfoliation, Photoconversion of CO_2

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5880270

ชื่อโครงการ: การสังเคราะห์ตัวเร่งทางแสง ทองแดง-ซีเรียมออกไซด์-ไทเทเนียมไดออกไซด์แผ่นนาโนโดยวิธีโซโนเคมีร่วมกับวิธีการเปิดชั้นเพื่อใช้ในการเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเชื้อเพลิงด้วยแสงอาทิตย์

ชื่อนักวิจัย: ผศ.ดร.ปานไพลิน สีหาราช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail Address: panpailin.se@kmitl.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการเตรียมวัสดุผสมซีเรียมไดออกไซด์-คอปเปอร์ออกไซด์-ไทเทเนียมไดออกไซด์ ($CeO_2/CuO/TiO_2$) เพื่อใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางแสงในการเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (photo-conversion of CO_2) เป็นเชื้อเพลิง โดยเริ่มจากการปรับปรุงพื้นผิวของอนุภาคไทเทเนียมไดออกไซด์ (anatase TiO_2) .ให้มีลักษณะเป็นแผ่นขนาดนาโนเมตรด้วยวิธีโซโนเคมีร่วมกับการแยกชั้นผลึก (sono-assisted exfoliation) โดยการเติมสารลดแรงตึงผิวเตตระบิวทิลแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (TBAOH) จากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM) พบโครงสร้างแบบแผ่นขนาดนาโนเมตรบนพื้นผิวอนุภาค TiO_2 ที่ผ่านการปรับปรุงพื้นผิว เมื่อนำวัสดุที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์โครงสร้างผลึก พบว่าวัสดุหลังการปรับปรุงพื้นผิวมีรูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ตรงกับอนุภาคอนาเทส TiO_2 เริ่มต้นและการวิเคราะห์ด้วยเทคนิครามานสเปกโตรสโกปีแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างแบบแผ่นขนาดนาโนเมตรเกิดขึ้นจากการแตกออกของผลึกในทิศทางระนาบ {001} ซึ่งคำนวณหาร้อยละการแตกตัวเป็นโครงสร้างแบบแผ่นในทิศทางระนาบ {001} ได้เท่ากับร้อยละ 22.5 ซึ่งส่งผลให้วัสดุที่ได้มีพื้นที่ผิวในการเกิดปฏิกิริยาที่เพิ่มขึ้น การศึกษาสมบัติทางแสงของวัสดุแสดงให้เห็นถึงการลดลงของค่าพลังงานช่องว่างระหว่างแถบพลังงานและอัตราการรวมตัวของอิเล็กตรอนและโฮล (e^-, h^+ recombination) ทำให้ตัวเร่งปฏิกิริยาทางแสง TiO_2 ที่ผ่านการปรับปรุงพื้นที่ผิวมีค่าประสิทธิภาพการย่อยสลายสีย้อมเมทิลลีนบลูที่ดีขึ้น หลังจากนั้นนำอนุภาค TiO_2 ที่ผ่านการปรับปรุงพื้นผิวมาปรับปรุงสมบัติการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางแสงด้วยการเติมด้วย CeO_2 และCuO ในอัตราส่วนร้อยละโดยน้ำหนัก 1%CeO_2/TiO_2, 3%CuO/TiO_2 และ 1%CeO_2/3%CuO/TiO_2 เมื่อนำไปศึกษาประสิทธิภาพการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางแสงในการเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเชื้อเพลิงพบว่าวัสดุผสม 1%CeO_2/3%CuO/TiO_2 มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยที่เวลาในการทำปฏิกิริยา 6 ชั่วโมง วัสดุผสม 1%CeO_2/3%CuO/TiO_2 มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเมทานอลและเอทานอลได้ 6.04 mmol/g_{cat} และ 6.42 mmol/g_{cat} ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไทเทเนียมไดออกไซด์ ตัวเร่งปฏิกิริยาทางแสง วัสดุผสม วิธีโซโนเคมีร่วมกับวิธีแยกชั้นผลึก ปฏิกิริยาทางแสงในการเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์