

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : TRG5780258
ชื่อโครงการ : การใช้กราฟีนเป็นตัวรองรับตัวเร่งปฏิกิริยา คอปเปอร์-ซิงค์ออกไซด์
สำหรับการสังเคราะห์เอทานอลจากปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนของ
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์: อิทธิพลของการเติมโคบอลต์และเหล็ก
ชื่อนักวิจัย : ผศ. ดร. ธงไทย วิฑูรย์
E-mail Address : fengttwi@ku.ac.th
ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี ตั้งแต่ 15 กรกฎาคม 2557 ถึง 14 กรกฎาคม 2559

จากความวิตกกังวลเกี่ยวกับปัญหาภาวะโลกร้อนซึ่งมีสาเหตุมาจากการเพิ่มปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ และการลดลงของแหล่งเชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้มีการสร้างหลากหลายยุทธศาสตร์สำหรับการพัฒนาพลังงานทดแทน การนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับมาใช้ใหม่เพื่อผลิตเชื้อเพลิงทดแทน เช่น เมทานอลและเอทานอลเป็นแนวทางหนึ่งที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาทั้งสองอย่างนี้ไปพร้อมๆกัน งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้กราฟีนออกไซด์เป็นตัวรองรับตัวเร่งปฏิกิริยา คอปเปอร์ออกไซด์-ซิงค์ออกไซด์-เซอร์โคเนีย อิทธิพลของปริมาณกราฟีนออกไซด์ต่อคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีรวมทั้งประสิทธิภาพในการเร่งปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อผลิตเมทานอลถูกตรวจสอบ โดยตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค การสลายตัวทางความร้อน การรีดิวซ์ตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยก๊าซไฮโดรเจน การถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด การถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน และการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ที่ใกล้เคียง ผลการศึกษาพบว่า การเติมกราฟีนลงไปตั้งแต่ 0.5–5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักช่วยเพิ่มการกระจายตัวของโลหะออกไซด์และช่วยทำให้คอปเปอร์ออกไซด์ถูกรีดิวซ์ได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตาม ปริมาณกราฟีนที่มากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นำไปสู่การรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนของกราฟีนทำให้อนุภาคของตัวเร่งปฏิกิริยากระจายตัวไม่สม่ำเสมอ ตัวเร่งปฏิกิริยา คอปเปอร์ออกไซด์-ซิงค์ออกไซด์-เซอร์โคเนียที่ใช้กราฟีนปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักให้ผลได้ของเมทานอลสูงสุดที่ 274.63 กรัม ต่อ กิโลกรัม ตัวเร่งปฏิกิริยาต่อชั่วโมง ที่อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 240 องศาเซลเซียส และความดัน 20 บาร์ เนื่องจากประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของตัวเร่งปฏิกิริยา คอปเปอร์ออกไซด์-ซิงค์ออกไซด์-เซอร์โคเนียที่ใช้กราฟีนปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตัวเร่งปฏิกิริยานี้จึงถูกนำมาปรับปรุงด้วยโลหะโคบอลต์และเหล็กด้วยวิธีการจุ่มซึม เพื่อใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับผลิตเอทานอลจากปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าการเติมโคบอลต์และเหล็กเพิ่มค่าการแปลงผันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นไปได้เนื่องจากการเกิดผลิตภัณฑ์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมากขึ้นจากกระบวนการไฮโดรจิเนชันของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ปรับปรุงด้วยโลหะโคบอลต์ 2.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักให้ค่าการเลือกเกิดเอทานอลสูงสุด

คำสำคัญ: ตัวเร่งปฏิกิริยาวีวิพันธ์; ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์; เมทานอล; เอทานอล; กราฟีนออกไซด์; คอปเปอร์ออกไซด์-ซิงค์ออกไซด์-เซอร์โคเนีย

Abstract

Project Code : TRG5780258
Project Title : Graphene as Cu/ZnO catalyst support for ethanol synthesis from CO₂ hydrogenation: Effect of cobalt and iron addition
Investigator : Asst.Prof.Dr. Thongthai Witoon
E-mail Address : fengtwi@ku.ac.th
Project Period : 2 years from 15 July 2014 to 14 July 2016

Increasing concerns over global warming caused by an increase of atmospheric carbon dioxide (CO₂) concentration and depletion of fossil fuel resources have created a large variety of strategic routes for development of renewable. Recycling of CO₂ into alternative fuels such as methanol and ethanol offers a feasible option to tackle both CO₂ emission and demand of energy simultaneously. In this study, we report on the use of graphene oxide as a support for CuO/ZnO/ZrO₂ system. The effect of graphene oxide contents on the physicochemical properties of GO-CuZnZr catalysts as well as their catalytic CO₂ hydrogenation to methanol was investigated. The obtained catalysts were characterized by means of thermal gravimetric analysis, H₂-temperature programmed reduction, scanning electron microscope (SEM), transmission electron microscope (TEM) and X-ray absorption near edge spectroscopy (XANES). Graphene oxide contents up to 5 wt% were found to promote the dispersion of metal oxides and enhance the reducibility of copper oxide species. Higher graphene oxide content (10–20 wt%) led to segregation and inhomogeneous microstructure of the resulting catalyst. The 1GO-CuZnZr catalyst (1 wt% graphene oxide) achieved the highest yield of methanol of 274.63 g kg_{cat}⁻¹ h⁻¹ at reaction temperature and pressure of 240 °C and 20 bars. Since the 1GO-CuZnZr catalyst showed the best catalytic performance, this catalyst was selected to impregnate with Co and Fe for the ethanol production from CO₂ hydrogenation. The addition of Co and/or Fe was found to increase the CO₂ conversion which was possibly due to the formation of hydrocarbon from CO hydrogenation reaction. The 1GO-CuZnZr prepared with 2.5 wt% Co was found to be the most selective catalyst for ethanol synthesis from CO₂ hydrogenation.

Keywords: Heterogeneous catalysts; Carbon dioxide; Methanol; Ethanol; Graphene oxide; CuO-ZnO-ZrO₂