

Abstract

Project Code : TRG5380009

Project Title : Investigation of Pt Particle-size Effect on Catalyst Activity and Coverage of Oxygen-containing Species in Polymer Electrolyte Fuel Cells

Investigator : NUTTAPOL LIMJEERAJARUS, Ph.D.

THAI-NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

E-mail Address : nuttapol@tni.ac.th

Project Period : 2 years (June 2010 – May 2012)

The effect of Pt particle size on catalyst oxygen reduction reaction (ORR) activity is one of the most important phenomena needed to be studied in order to determine optimum Pt sizes in polymer electrolyte fuel cell (PEFC) applications. The use of optimum Pt sizes ensures the efficient use of such expensive noble metal, while maintains the performance required for PEFC applications. This research aims to investigate the Pt-particle size effect in gas-phase PEFC membrane electrode assemblies (MEAs), which are prepared with different Pt particle sizes ranging from 2–8 nm. The ORR activity is observed to be almost constant at each cell temperature ranging from 25–80 °C, regardless of the Pt particle size. In addition, from stripping voltammetry (SV), the dependence of quantity of oxygen-containing species adsorbed on the Pt surface on potential and relative humidity is identical for all particle sizes. This implies that there is no change in electronic properties of Pt surface due to the size variation, and thus there is no Pt particle-size effect on ORR activity for the particle sizes of 2–8 nm. This finding is in concurrence with the results reported in previous study, which was conducted in liquid-phase PEFC MEAs using EC–NMR technique. As a result, this key finding suggests that the optimum Pt particle size for PEFC applications is the size prepared as small as possible to obtain the advantage of the high specific surface area while maintain the same performance, which results in the reduction in production cost.

Keywords : Catalyst Activity, Particle-size, PEFC, Oxygen-containing Species

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5380009

ชื่อโครงการ: การศึกษาผลกระทบของขนาดของอนุภาคแพลตตินัมที่มีต่อ
ความสามารถในการทำปฏิกิริยา และต่อการถูกครอบคลุมโดยสปีชีส์ที่มี
ออกซิเจนเป็นส่วนประกอบ ในเซลล์เชื้อเพลิงชนิดแลกเปลี่ยนโปรตอน

ชื่อนักวิจัย: ดร. ณัฐพล ลิ้มจิระจรัส สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

E-mail Address : nuttapol@tni.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี (มิถุนายน พ.ศ. 2553 – พฤษภาคม พ.ศ. 2555)

ผลกระทบของขนาดของอนุภาคแพลตตินัมที่มีต่อความสามารถในการทำปฏิกิริยาเป็นปรากฏการณ์หนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาหาขนาดอนุภาคแพลตตินัมที่เหมาะสมเพื่อใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน โดยการใช้นาโนอนุภาคที่เหมาะสมจะทำให้สามารถใช้โลหะมีสกุลที่มีราคาแพงอย่างแพลตตินัมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ยังคงรักษาไว้ซึ่งสมรรถนะที่ต้องการสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงฯ งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลกระทบของขนาดของอนุภาคแพลตตินัมในเซลล์เชื้อเพลิงในระบบวฏภาคก๊าซ ซึ่งถูกเตรียมจากอนุภาคนาโนขนาดต่างๆตั้งแต่ 2–8 nm ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการทำปฏิกิริยามีค่าคงที่สำหรับอนุภาคนาโนเซลล์ต่างๆตั้งแต่ 25–40 °C โดยไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคแพลตตินัม นอกจากนี้ จากการทดลองด้วยเทคนิค Stripping voltammetry พบว่าแนวโน้มของปริมาณของสปีชีส์ที่มีออกซิเจนเป็นส่วนประกอบที่ถูกดูดซับบนพื้นผิวของอนุภาคแพลตตินัม ที่มีต่อความต่างศักย์ไฟฟ้า และความชื้นสัมพัทธ์ของเซลล์เป็นไปในแนวทางเดียวกันสำหรับอนุภาคทุกขนาด ผลวิจัยนี้แสดงเป็นนัยว่าคุณสมบัติเชิงอิเล็กทรอนิกส์ของพื้นผิวของอนุภาคแพลตตินัมไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของอนุภาค ดังนั้นจึงทำให้ความสามารถในการทำปฏิกิริยาไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของอนุภาคในช่วง 2–8 nm เช่นกัน ซึ่งผลสรุปนี้ก็เป็นที่น่าพอใจเหมือนกับผลงานวิจัยในอดีตซึ่งได้ทำการทดลองในระบบวฏภาคของเหลว โดยใช้เทคนิค EC-NMR ดังนั้นจากผลวิจัยที่ได้รับนี้ สามารถแนะนำได้ว่าขนาดของอนุภาคแพลตตินัมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประยุกต์ใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงฯ ก็คือ อนุภาคที่มีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะทำการสังเคราะห์ได้ เพราะจะได้ค่าพื้นผิวจำเพาะสูง ในขณะที่ได้ความสามารถในการทำปฏิกิริยาคงเดิม ซึ่งส่งผลให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตตัวเร่งปฏิกิริยาได้

คำหลัก : ความสามารถในการทำปฏิกิริยา, ขนาดของอนุภาค, เซลล์เชื้อเพลิงชนิด
เมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน, สปีชีส์ที่มีออกซิเจนเป็นส่วนประกอบ