

รหัสโครงการ : MRG5380262

ชื่อโครงการ : การใช้เซลล์เชื้อเพลิงผลิตไฮโดรเจนและก๊าซธรรมชาติสังเคราะห์ด้วยวิธีอิเล็กโตรไลซิส

ชื่อนักวิจัย : ผศ. ปัทพร คิม

อีเมลล์ : pattar_loh@hotmail.com pattaraporn.kim@mahidol.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี

บทคัดย่อ:

พัฒนาเซลล์อิเล็กโตรไลซิสเพื่อใช้ในการผลิตไฮโดรเจนและก๊าซธรรมชาติสังเคราะห์โดยใช้เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง (Solid oxide fuel cell) ควบคุมปฏิกิริยาย้อนกลับให้เกิดกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสของไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกัน เริ่มด้วยการคัดเลือกอิเล็กโตรด โดยการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถทางเคมีไฟฟ้าของอิเล็กโตรดแบบต่างๆ พบว่าความสามารถของไฮโดรเจนอิเล็กโตรดในการเกิดปฏิกิริยาอิเล็กโตรไลซิส (SOEC mode) สามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ Nickel-Ruthenium-Gadolinium doped ceria (Ni-Ru-GDC) > Ni-GDC > Ni-Yttria stabilized zirconia (Ni-YSZ) สำหรับลำดับความสามารถของออกซิเจนอิเล็กโตรดใน SOEC mode คือ Lanthanum strontium cobalt ferrite (LSCF) > Lanthanum strontium manganite (LSM-YSZ) > Lanthanum strontium ferrite (LSF) จึงได้คัดเลือก Ni-GDC และ LSM-YSZ เป็นอิเล็กโตรดเพื่อใช้ในการพัฒนาเซลล์อิเล็กโตรไลซิส ทั้งนี้อิเล็กโตรดทั้งสองช่วยให้ความสามารถทางเคมีไฟฟ้าสูงอยู่ในเกณฑ์ และแสดงความสมดุลย์ทางความสามารถระหว่างการปฏิบัติการแบบกัลวานิกและอิเล็กโตรไลซิส จากนั้นพัฒนาเซลล์อิเล็กโตรไลซิสที่มี Ni-GDC เป็นอิเล็กโตรด มี GDC เป็นอิเล็กโตรไลต์ และมี YSZ เป็น Buffer layer (Ni-GDC/YSZ/GDC/LSM-YSZ) พบว่าการใช้ Buffer layer ส่งผลช่วยยืดอายุการใช้งานของเซลล์ และเพิ่มความสามารถทางเคมีไฟฟ้า แต่วัสดุ GDC มีคุณสมบัติเปราะ และอัดขึ้นรูปได้ยาก ทำให้มีข้อด้อยในเรื่องของความทนทานต่อการใช้งานของเซลล์ชนิดนี้ จึงได้พัฒนาเซลล์อิเล็กโตรไลซิสอีกประเภทขึ้น โดยใช้ YSZ ซึ่งเป็นวัสดุที่แข็งแรงกว่าเป็นอิเล็กโตรไลต์ และใช้ Ni-YSZ เป็นไฮโดรเจนอิเล็กโตรดเพื่อความเข้ากันได้ในเรื่องการขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Thermal expansion) และเพื่อนำข้อดีของ GDC ในด้านความสามารถและความสมดุลย์ทางเคมีไฟฟ้ามาใช้ จึงได้พัฒนาไฮโดรเจนอิเล็กโตรดขึ้นใหม่ โดย Impregnate GDC ลงบน Ni-YSZ ได้เป็น GDC impregnated Ni-YSZ ชั้นชนิดใหม่นี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และอายุการใช้งานของเซลล์ (GDC impregnated Ni-YSZ/YSZ/LSM-YSZ) เป็นอย่างดี เซลล์สามารถปฏิบัติการได้ดีภายใต้สภาวะการทดสอบ ที่อัตราก๊าซป้อน H_2O/H_2 เท่า 70/30 อุณหภูมิปฏิบัติการคงที่ $800^\circ C$ และความหนาแน่นกระแส $0.1 A/cm^2$ ซึ่งให้ค่าศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 1.1 V ทดสอบเปรียบเทียบอายุการใช้งาน พบว่าเซลล์ที่พัฒนาขึ้นใหม่มีความสามารถค่อนข้างคงที่ภายในระยะเวลาทดสอบ 200 ชั่วโมง ในขณะที่เซลล์มาตรฐานมีอัตราการเสื่อมสภาพ (Degradation) เท่ากับ 0.025 V/h

คำหลัก: Solid oxide electrolysis cell, Solid oxide fuel cell, Steam electrolysis, Carbon dioxide electrolysis, Hydrogen production, Syngas production

Abstract

Project Code : MRG5380262

Project Title : Hydrogen and syngas productions via steam and carbon dioxide co-electrolysis using solid oxide electrolysis cell (SOEC) under the reverse reaction of solid oxide fuel cell (SOFC)

Investigator : Dr. Pattaraporn Kim

E-mail Address : pattar_loh@hotmail.com pattaraporn.kim@mahidol.ac.th

Project Period : 2 years

Abstract:

Solid oxide electrolysis cell (SOEC) for production of hydrogen and syngas has been developed. The comparison of electrochemical performance among hydrogen electrodes and oxygen electrodes has been done. For hydrogen electrode, the electrochemical performance in SOEC mode was in the order of Nickel-Ruthenium-Gadolinium doped ceria (Ni-Ru-GDC) > Ni-GDC > Ni-Yttria stabilized zirconia (Ni-YSZ). For oxygen electrode, the electrochemical performance in SOEC mode could be ordered: Lanthanum strontium cobalt ferrite (LSCF) > Lanthanum strontium manganite (LSM-YSZ) > Lanthanum strontium ferrite (LSF). Based on an acceptable high performance in SOEC mode and symmetrical performance between SOEC and Solid oxide fuel cell (SOFC) mode, Ni-GDC and LSM-YSZ were then chosen to be used in the cell development. Initially, the cell having Ni-GDC electrode and GDC electrolyte was developed, using YSZ as a buffer layer (Ni-GDC/YSZ/GDC/LSM-YSZ). It was found that the buffer layer helps increasing cell's electrochemical performance and decreasing the performance degradation. However, the use of GDC made the cell fragile and the fabrication process was rather difficult. Another type of cell was then developed. To increase cell' strength, Ni-YSZ was used as a base and GDC was impregnated into the base to increase electrode's electrochemical performance and symmetrical performance between SOEC and SOFC mode. A combination of GDC and Ni-YSZ was used in order to obtain advantages from both materials. When Ni-YSZ was used as an electrode, YSZ was then used as an electrolyte for thermal expansion match. The electrolysis cell of GDC impregnated Ni-YSZ/YSZ/LSM-YSZ was fabricated. The suitable operating conditions were 70/30 H₂O/H₂, 800°C and 0.1 A/cm² which provide cell's potential at 1.1 V. The cell also exhibited rather stable performance comparing to non-GDC impregnated cell (Ni-YSZ/YSZ/LSM-YSZ) which significantly degraded within 200 h (0.025 V/h).

Keywords : Solid oxide electrolysis cell, Solid oxide fuel cell, Steam electrolysis, Carbon dioxide electrolysis, Hydrogen production, Syngas production