

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5880075

ชื่อโครงการ: การวิเคราะห์และพัฒนาสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์แข็งแบบที่ดำเนินการที่อุณหภูมิต่ำด้วยการเปลี่ยนรูปของมีเทนภายในเซลล์โดยตรง

ชื่อนักวิจัย: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แดง แซ่เบ๊

อีเมลล์: dangs@eng.buu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

บทคัดย่อ: เซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์แข็ง (Solid oxide fuel cell, SOFC) เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการผลิตกำลังไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตาม เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ดำเนินการที่อุณหภูมิสูง (800-1000 °C) ซึ่งส่งผลเสียทำให้เซลล์มีอายุการใช้งานสั้น และต้นทุนในการสร้างและการดำเนินการสูง ดังนั้น การพัฒนา SOFC ให้สามารถทำงานที่อุณหภูมิต่ำลง และยังคงมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงจึงเป็นสิ่งสำคัญ SOFC ที่ใช้สารประกอบซีเรียที่ถูกเจือด้วยซามาเรียม (Samarium Doped-Ceria, SDC) เป็นอิเล็กโทรไลต์เป็นเซลล์เชื้อเพลิงที่น่าสนใจ เนื่องจากสามารถนำออกซิเจนไอออน ในช่วง 500 – 700 °C การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ SOFC ที่ใช้ SDC เป็นอิเล็กโทรไลต์ เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาประสิทธิภาพของเซลล์และระบบ ในงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ SOFC ที่ใช้ SDC เป็นอิเล็กโทรไลต์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นสามารถทำนายผลได้สอดคล้องกับข้อมูลจากการทดลอง เมื่อนำแบบจำลองที่ได้มาประเมินประสิทธิภาพของเซลล์ พบว่า กำลังไฟฟ้าของ SOFC ที่ใช้ SDC เป็นอิเล็กโทรไลต์มีค่าสูงกว่า SOFC ที่ใช้สารประกอบเซอร์โคเนียเจือด้วยอิตเทรีย (Yttria-stabilized zirconia, YSZ) เป็นอิเล็กโทรไลต์ในช่วงอุณหภูมิ 500-600 °C นอกจากนี้ การเพิ่มความดัน และการลดความหนาของแอโนดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางไฟฟ้าของเซลล์ได้ เมื่อพิจารณาถึงการดำเนินการปฏิรูปด้วยไอน้ำของมีเทนภายใน SOFC ที่ใช้ SDC เป็นอิเล็กโทรไลต์ พบว่าสัดส่วนในการป้อนไอน้ำต่อคาร์บอนไม่ควรต่ำกว่า 1.5 เพื่อป้องกันการเกิดคาร์บอนบนตัวเร่งปฏิกิริยา แต่อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของเซลล์ลดลงเมื่อมีการป้อนไอน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ในงานนี้ยังศึกษาถึงสมรรถนะของระบบผลิตกำลังไฟฟ้าของ SOFC เข้าร่วมกับเครื่องกังหันก๊าซ (SOFC-GT) และได้พัฒนาประสิทธิภาพความร้อนของระบบ SOFC-GT ด้วยการรีไซเคิลก๊าซทางด้านแอโนดและแคโทด

คำหลัก: เซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์แข็งที่ดำเนินการที่อุณหภูมิต่ำ การปฏิรูปด้วยไอน้ำภายในโดยตรง ระบบเซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์แข็งร่วมกับเครื่องกังหันก๊าซ การรีไซเคิลแอโนดและแคโทด

Abstract

Project Code: TRG5880075

Project Title: Analysis and performance improvement of low-temperature SOFC under direct reforming of methane

Investigator: Asst. Prof. Dang Saebea

E-mail Address: dangs@eng.buu.ac.th

Project Period: 2 years

Abstract: Solid oxide fuel cell (SOFC) is regarded as an efficient device for power generation. However, it is required to operate at high temperature (800-1000 °C), leading to shortening cell lifetimes and increasing in fabrication and operation costs. Thus, the development of SOFCs can operated at low-temperature and maintained its efficiency should be considered. The SOFC using a novel samaria-doped ceria (SDC) as electrolyte has received considerable attention because it can conduct oxygen ions at low temperatures (500-700 °C). A mathematical model of SOFC with SDC-based electrolyte is an important tool for designing and improving its cell and system efficiencies. The aim of this work is to develop a model of low-temperature solid oxide fuel cell (SOFC) with SDC-based electrolyte and to assess the SOFC performance. The results demonstrate that the performance of SOFC with SDC-based electrolyte is higher than that with yttria-stabilized zirconia (YSZ) based electrolyte at low temperature (500-600 °C) and the increase in the pressure and decrease in the anode thickness can improve the cell efficiency. Considering the SOFC with SDC-based electrolyte under a direct internal methane steam reforming, the cell should be not operated the inlet steam to carbon ratio below 1.5 to prevent the carbon formation on anode catalyst. Nevertheless, the power density of cell reduces as the inlet steam to carbon ratio increased. Moreover, this work studies on the hybrid system between SOFC and gas turbine (SOFC-GT). The heat management of SOFC-GT hybrid system improved with the anode and cathode recirculations is also investigated.

Keywords: Low-temperature solid oxide fuel cell, Direct internal reforming, SOFC-GT, anode and cathode recirculation.