

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งที่จะลดอุณหภูมิใช้งานของสารอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็ง ส่วนผสมที่ถูกเลือกใช้เป็นตัวหลักของโครงการวิจัยนี้ คือ $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Ga}_{1-y}\text{Mg}_y\text{O}_{3-\delta}$ (LSGM), $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_{3-\delta}$ (LSCF) และ CeO_2 โดยทำการเลือกสารเติมที่มีประจุที่ต่ำกว่าและมีขนาดที่ใกล้เคียงกับแคทไอออนที่จะถูกแทนที่ ปริมาณของสารเติมถูกปรับเปลี่ยนและทำการตรวจสอบเฟสโดยใช้วิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ ตรวจสอบจุลโครงสร้างเพื่อดูขนาดของอนุภาคโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกวาด ตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้าด้วยวิธี dc 4-points และ ac impedance โดยวัดที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน สำหรับการตรวจสอบ ac impedance ทำการเก็บข้อมูลที่ความถี่ต่าง ๆ กัน และในสภาวะต่าง ๆ กัน เช่น ในอากาศปกติ ในออกซิเจน และในคาร์บอนมอนอกไซด์ นอกจากนี้ CeO_2 ที่ถูกเติมด้วยสารบางตัวถูกตรวจสอบความเสถียรโดยดูจากค่า impedance ที่เปลี่ยนไปหลังจากถูกเผาแช่ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 ชั่วโมงในบรรยากาศออกซิเจน

ผลการทดสอบปรากฏว่าสาร LSGM ที่เตรียมขึ้นไม่เสถียรและยากที่จะเตรียมขึ้นให้ได้เหมือนเดิม จากการตรวจสอบด้วยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์มักพบเฟสอื่นหลังทำการเผาแคลไซน์ ในบางครั้งจึงจำเป็นต้องเผาซ้ำที่อุณหภูมิสูงกว่าเดิม สำหรับ LSCF หลังเผาแคลไซน์และเผาผิวกพบเพียงเฟสของ LSCF เพียงเฟสเดียว แต่ในระหว่างการเผาผิวกพบสีน้ำเงินของโคบอลต์ ปรากฏอยู่บนแผ่นรองเผาและสีน้ำเงินบนแผ่นรองเผาจะเข้มมากขึ้นถ้าสาร LSCF มีส่วนผสมของปริมาณโคบอลต์เพิ่มขึ้น

สำหรับ CeO_2 พบว่าสารเติมสามารถถูกผสมได้ถึง 30 โมลเปอร์เซ็นต์ใน CeO_2 โดยที่ยังคงได้เฟสเดียว และเมื่อปริมาณของสารเติมเพิ่มขึ้นจะช่วยลดค่าอิมพีแดนซ์ของ CeO_2 สำหรับการโตของอนุภาคของ CeO_2 ขึ้นกับชนิดของสารเติม สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกสาร rare-earth เป็นสารเติมแต่งและจากผลทดลองพบว่า Sm ให้ผลในการลดค่าอิมพีแดนซ์ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ Gd, Dy, Er และ Y เรียงลงมาตามลำดับ

สำหรับผลของบรรยากาศที่มีต่อค่าอิมพีแดนซ์พบว่าถ้าทำการตรวจสอบในบรรยากาศออกซิเจนค่าความแตกต่างระหว่างอิมพีแดนซ์ที่พบใน bulk กับที่พบที่ขอบเกรน (grain boundary) จะมีค่าความต่างน้อยลงเมื่อเทียบกับในบรรยากาศปกติ ในตัวอย่างของ CeO_2 ที่มีสารเติมแต่งบางตัวที่ถูกนำไปเผาแช่ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 ชั่วโมงในบรรยากาศออกซิเจน พบว่าค่าอิมพีแดนซ์เปลี่ยนไปจากเดิม

คำหลัก

ซีเรียมออกไซด์

อิเล็กโทรไลต์สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็ง

การวัดค่าอิมพีแดนซ์

Abstract

The objective of this project is to reduce the operating temperature of SOFC electrolyte. The selected base materials are $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Ga}_{1-y}\text{Mg}_y\text{O}_{3-\delta}$ (LSGM), $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_{3-\delta}$ (LSCF) and CeO_2 . The choice of cation dopants is based on the lower charge and comparable size as compared to the substituted cation. The phase detected by XRD and the microstructure revealed by SEM determine the phase present and grain size with varying amount of dopants. The electrical conductivities, dc 4-points and ac impedance measurements are examined as a function of temperature. In addition, ac impedance measurements are investigated as a function of frequency in different atmospheres, i.e. air, oxygen and carbon monoxide. The stability after operating for 90 hrs. at 700 °C of some doped ceria is studied to observe a change of impedance.

The results show that LSGM is unstable and difficult to reproduce. The second phase detected by XRD is found in calcined LSGM powder. Recalcination at higher temperature is required to remove the other phase. In contrast, the single phase of LSCF can be obtained after calcination and sintering. However, the diffusion of Co from the materials to the substrate cannot be controlled during sintering. Also, the strong blue color on the substrate is found from the composition with higher amount of Co.

The results of rare-earth cations doped into CeO_2 indicate that only single phase of ceria can be existed within 30 mol% dopant. An increasing amount of dopant reduces the impedance of ceria although the growth of grain depends upon the type of dopants. The most effective dopants determined from their influence on the lowest impedance are found in the following order; $\text{Sm} > \text{Gd} > \text{Dy} > \text{Er} > \text{Y}$.

The effect of atmosphere on the impedance of ceria shows that oxygen can reduce the difference between bulk and grain boundary impedances as compared to the measurement in air. Moreover, the impedance of doped ceria can be altered after operating at 700 °C for 90 hrs in oxygen.

Keywords

CeO_2

SOFC electrolyte

Impedance measurement