

目的別テーマ：ナノ構造を制御した機能性金属酸化物の合成と応用

17年度研究テーマ

17-1-16：固体酸化物形燃料電池燃料極新規材料の開発

ABSTRACT

A new anode for solid oxide fuel cell (SOFC) using alcohol fuel was investigated. Oxide of alkaline-earth metal (MgO and CaO) was added to Ni-SDC anode to prevent carbon deposition. When hydrogen was used as fuel, maximum current density of the cell with MgO added anode and with CaO added anode were  $10\text{mA}/\text{cm}^2$  and  $1000\text{mA}/\text{cm}^2$ , respectively. It was observed from the SEM images that the porosity of MgO added anode was smaller than CaO, thus leading to lower performance. When ethanol was used as fuel, the overpotential of CaO added anode was approximately the same compared to the non-added Ni-SDC anode. For Ni-SDC anode, the overpotential for hydrogen fuel became 30% larger after using ethanol fuel. On the other hand, no degradation on anode overpotential was observed for CaO anode. This indicates that the carbon deposition was suppressed by using CaO added anode.

研究目的

固体酸化物形燃料電池 (SOFC : Solid Oxide Fuel Cell) は、燃料電池の中で作動温度が約  $1000^\circ\text{C}$  と最も高い。この高温作動により SOFC には、内部改質が可能であるため様々な燃料が直接投入できる、排熱を利用して複合発電を行うことでより高い効率が期待できるといった利点がある。しかし、炭化水素系の燃料を用いた場合、電極表面に炭素が析出し、性能が低下する。そのため、炭素析出に対して抑制効果のある燃料極を開発する必要がある。アルカリ土類金属はエタノールの水蒸気改質反応において炭素析出抑制に対して効果がある触媒として報告されている<sup>1)</sup>。本研究ではこの点に注目し、アルカリ土類金属酸化物 (MgO, CaO) を燃料極に添加することによる炭素析出の抑制を目指して研究を行った。

一年間の研究内容と成果

電解質として SDC (Samaria Doped Ceria) を使用し、燃料極として Ni-SDC に CaO または、MgO を添加したものを  $1450^\circ\text{C}$  で 3 時間、空気極として  $\text{Sm}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$  を  $1050^\circ\text{C}$  で 2 時間、空気中で焼付け、電池を作製した。その後、発電を行い電流-電圧特性、電流-過電圧特性を測定し燃料極性能を評価した。

電池温度  $900^\circ\text{C}$  で燃料に  $\text{H}_2$  を使用したときの、MgO 添加、CaO 添加燃料極の電流-電圧特性を図 1 に

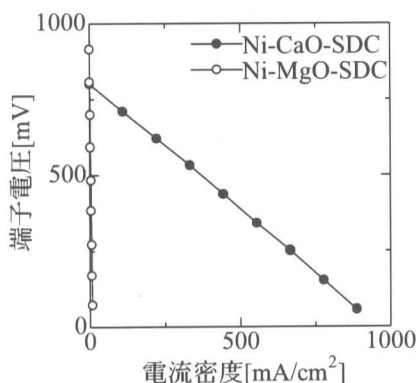


図 1. MgO, CaO 添加による水素発電時電流-電圧特性

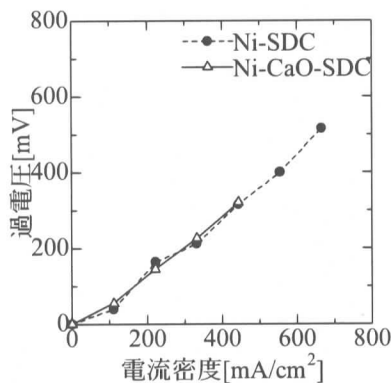


図 2. エタノール発電時の Ni-SDC と Ni-CaO-SDC 燃料極の電流-過電圧特性

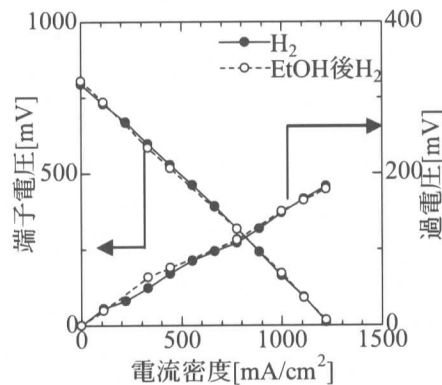


図 3. Ni-CaO-SDC 添加燃料極のエタノール発電前後の水素発電特性

示す。それぞれの電池の最大電流密度は MgO 添加電池で  $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 、CaO 添加電池で  $1000\text{mA}/\text{cm}^2$ であった。発電後の電池の燃料極を SEM 観察した結果、MgO 添加燃料極は焼結が進行し空孔が少なくなっていたため、MgO 添加電極と CaO 添加電極とで性能が異なると考えられる。図 2 にエタノールを燃料として用いた時の Ni-SDC 電極と CaO 添加電極の電流-過電圧特性を示す。このように CaO の添加による過電圧の差はほとんどなかった。次に、Ni-SDC 燃料極ではエタノール発電前後の水素発電での過電圧が 3 割程度増加しており炭素が析出していた。図 3 に CaO 添加燃料極を使用した、電池温度  $900^\circ\text{C}$  におけるエタノール発電の前後の水素発電の電流-電圧特性、電流-過電圧特性を示す。このように CaO 添加燃料極では発電結果に変化が見られなかった。この結果から CaO を添加することによって燃料極への炭素の析出を抑制できたと言える。

## 展望

CaO を添加することによって炭素析出を抑制ができることが分かった。エタノールを燃料として発電したとき Ni-SDC 電池と比較して、過電圧は変わらないが最大電流密度はわずかに低下したため、CaO の添加量に関して最適化を行うことにより SOFC 燃料極をさらに高性能化できると考えられる。