

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		固体酸化物燃料電池/電解セルに向けた、金属レス燃料極の開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Development of metal-free anode for solid oxide fuel cell / electrolyzer cell			
研究氏 代 表 名 者	カカナ CC	姓)ハセガワ	名)ケイ	研究期間 B	2017 ~ 2018 年
	漢字 CB	長谷川	馨	報告年度 YR	2018 年
	ローマ字 CZ	Hasegawa	Kei	研究機関名	東京工業大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東京工業大学 物質理工学院応用化学系 助教			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>固体酸化物型燃料電池(SOFC)は、高いエネルギー効率が得られるが、特に燃料極の酸化物と Ni の複合体中の金属 N は多様な原因で劣化する。Ni は導電材としての機能も有しており電極垂直方向にパスがつながっていることが必須だが、構造劣化によりパスが断絶し特性が低下することも課題であり、特に炭素を含む反応系においては Ni を用いない電極が検討されている。一方、多くの電気化学デバイスにおいて炭素材料が広く用いられ、中でもカーボンナノチューブ(CNT)はその細く柔軟な構造特性から新規材料として研究されている。しかし SOFC は 600 °C 以上では燃焼するため導入法も限られており、SOFC への適用は検討されていない。本研究は SOFC 燃料極の反応場と、気相化学成長(CVD)による CNT 成長の反応場の類似に着目し、CNT が Ni の導電材としての役割を代替した上で持続可能な SOFC を実現する新規手法を検討した。酸化物多孔体に CNT 成長の触媒となる金属ナノ粒子を担持した燃料極を構成し、セル運転環境中で YSZ 表面に CNT を合成して電極に導入し、そのまま利用することを考案し、検討した。</p> <p>酸化物イオン伝導電解質である Y 安定化 ZrO<sub>x</sub>(YSZ) や Gd ドープ CeO<sub>x</sub>(GDC) 上への CNT 合成に関して、Fe 及び Ni ナノ粒子の担持法及び合成法を検討した結果、一定量の CNT 成長は確認できたが、同じ酸化物であっても YSZ や GDC 上への CNT 成長は従来の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 上とは挙動がことなり、細く長い CNT が適正な数密度で成長するような合成条件探索は困難であった。CNT を合成できた条件と同条件で、Fe または Ni ナノ粒子を担持した Ni 0%もしくは 5%含んだ GDC を燃料極としたセルを形成し SOFC を組んだ状態で、水素燃料発電、1-10 min の CNT 成長、再度水素燃料発電を行うことで、同じセルにおいて特性が向上するかどうかを評価した。その結果、水素燃料発電において 30%程度の発電特性向上を確認した。一方、従来の Ni50%/GDC を用いた電極と比較すると特性は劣っており、CNT 成長のさらなる検討が必要であることが分かった。</p> <p>また、CH<sub>4</sub>を燃料として同様の発電-CNT 成長-発電を行った結果、特性の大きな向上、及び発電中に CNT が継続的に成長する現象を確認した。この現象を用いることで、炭化水素を燃料かつ電極材料の原料として定常的な発電を可能とする新たなデバイスの可能性が示唆された。</p>					
キーワード FA	固体酸化物燃料電池	カーボンナノチューブ	高温電気化学	電極材料	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要 <sup>EZ</sup>

Solid oxide fuel cell have been widely applied due to its high energy efficiency, but the metal Ni in the fuel electrode sometimes degrades by their repetitive oxidation/reduction or carbonation under the hydrocarbon fuel. Ni have to form a conductive network in the electrode, but sometimes the conductive path fails under long-term operation. On the other hand, carbon material such as carbon nanotube (CNT) have been studied to apply in different electrochemical devices such as battery or polymer electrolyte fuel cell. To apply CNTs in SOFC, their stability against oxidation in high temperature is a key issue to both installation and operation as SOFC. Thus, under the similar situations of SOFC power generation and CNT growth process by chemical vapor deposition, we proposed a method with “direct fabrication and application of CNTs” in the fuel electrode. By the method, we investigated to alter Ni in the fuel electrode of SOFC.

First, we investigated to grow CNTs on Y stabilized ZrO<sub>x</sub> (YSZ) and Gd doped CeO<sub>x</sub> (GDC). A certain amount of CNTs were grown, but the number density was not sufficient because of the difference between Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and YSZ or GDC.

Second, under the growth condition, we fabricated a cell with a fuel electrode which deposited Fe or Ni nanoparticles (Ni 0% or 5% / GDC) and a sequence of H<sub>2</sub> power generation / CNT growth / H<sub>2</sub> power generation. After CNT growth, the maximum power density increased as 30%, but it is not large compared to conventional Ni/YSZ electrode.

Third, we carried out the same process with CH<sub>4</sub> fuel power generation. The maximum power density increased as 90% and the continuous CNT growth during power generation was observed. By using the phenomenon, a novel sustainable SOFC system can be suggested.