

燃料電池への金属/酸化物複合膜型 電解質の適用性

- 中温域固体酸化物形燃料電池(SOFC)への応用 -

背景

プロトン導電性ペロブスカイト型酸化物(AECeO₃)^{注1)}は、良好な導電率を有する電解質である。このようなプロトン導電性電解質を用いて中温域(500 付近)で作動する燃料電池を開発できれば、性能面、コスト面において優れた新規燃料電池となる可能性がある^{注2)}。しかし、AECeO₃は、雰囲気中にCO₂が存在すると容易に分解するため、一般的に利用されている天然ガス改質ガスのようなCO₂を含む燃料を用いる燃料電池の電解質として適用するためには、CO₂に対する脆弱性を克服する必要がある。

目的

AECeO₃のプロトン導電性を維持し、かつCO₂に対する脆弱性を克服できる電解質概念を考案し、CO₂を含む燃料を用いる燃料電池発電への適用性を、性能面およびコスト面から明らかにする。

主な成果

1. 金属/酸化物複合膜型電解質の考案^{注3)}

AECeO₃と水素透過膜(例えばPd金属^{注4)})とを図1のように複合膜化することを考案した。本複合膜は、水素のみがPd膜を透過しAECeO₃膜に達するため、AECeO₃のCO₂に対する脆弱性を克服でき、CO₂を含む燃料を用いる燃料電池の電解質として期待できる。

2. 金属/酸化物複合膜型電解質(Pd/AECeO₃)のCO₂安定性

AECeO₃として入手が容易なSrCeO₃膜上に緻密なPd膜を複合したPd/SrCeO₃膜は、図2に示すように各膜成分相互の拡散がなく、密着性は良好であった。また、CO₂曝露試験後のXRD解析から、SrCeO₃膜単体はCO₂との反応によってSrCO₃およびCeO₂に分解するが、Pd/SrCeO₃膜は分解しないことを確認できた(図3)。

3. 金属/酸化物複合膜型電解質の燃料電池への適用

Pd/SrCeO₃膜を電解質として用いて燃料電池を構成しCO₂を含む燃料によって発電したところ、一定負荷に対し、安定して長時間発電できることを確認できた^{注5)}(図4)。

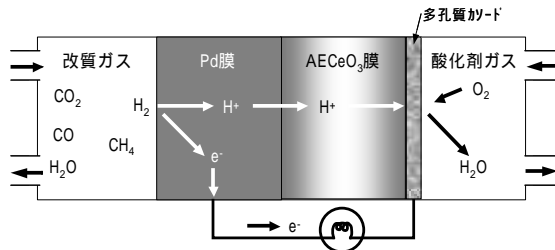
4. 金属/酸化物複合膜型電解質の性能およびコスト

燃料電池の電流-電圧特性を測定し、電圧降下の要因を分析したところ、今回適用したPdおよびSrCeO₃の膜厚が厚いために、それぞれの内部抵抗に起因する過電圧が電圧降下のほとんどを占めていることがわかった(図5)。現状のSOFC並の性能と原材料コストが成立するためには、Pd/SrCeO₃複合膜のSrCeO₃に代わりプロトン導電率がより高いBaCeO₃を複合し、BaCeO₃膜厚を20μm、Pd膜厚を0.1μmまで薄くする必要があることが明らかとなった。

今後の予定

電解質に、SrCeO₃より高いプロトン導電率を示すBaCeO₃を適用し、Pd/BaCeO₃複合膜型電解質の薄膜化技術、および複合化するPdに代わる安価な水素透過膜の検討を行う。

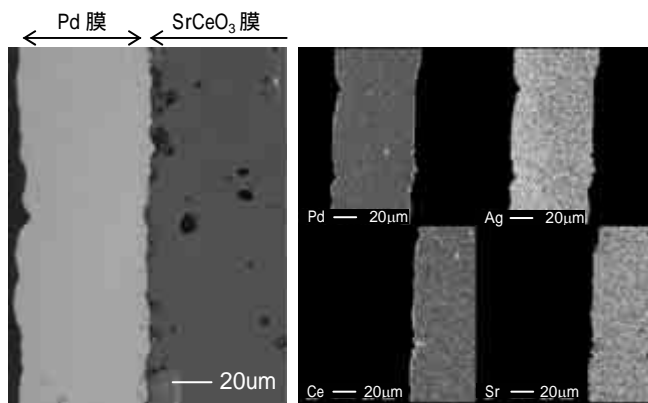
- 注1) AECeO₃ : AE はアルカリ土類金属(Sr または Ba)である。また、Ce⁴⁺の一部を三価カチオン(M³⁺)と置換固溶することにより(AECe_{1-x}M_xO_{3-δ})、水素気流中でプロトン導電性が発現する。
- 注2) 電力中央研究所報告書「各種燃料電池の性能比較と新型燃料電池の可能性」W98027。
- 注3) 特許申請中。
- 注4) Pd膜組成には、水素脆化を防ぐために、Ag との合金組成を用いた。
- 注5) 初期の電圧降下はPd膜の水素透過機能が低下したと考えられる。



複合膜型電解質の概念

Pd膜によってCO₂ガスからAECeO₃膜を保護し、かつPd膜は、H₂選択透過性を示す。
Pd膜はプロトン-電子混合導電体となる。
Pd膜は電解質と電極の両方の役割を果たす。
AECeO₃膜への接触がH₂のみとなる。

図1 金属/酸化物複合膜型電解質を用いる燃料電池発電の概念図



(a) 光学顕微鏡写真 (b) 各元素の特性X線線

図2 金属/酸化物複合膜型電解質の断面分析

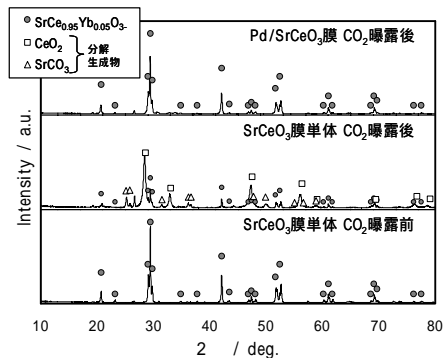


図3 XRD 解析結果

(CO₂曝露条件: 100%CO₂雰囲気において, 650℃, 10日間)

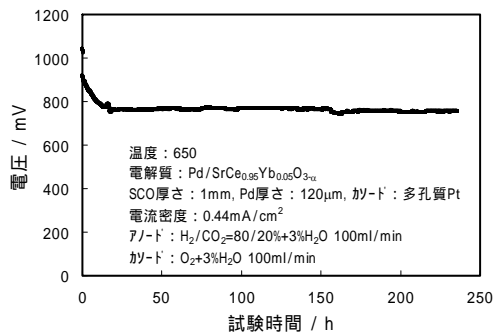


図4 CO₂を含む燃料を用いた燃料電池発電経時変化

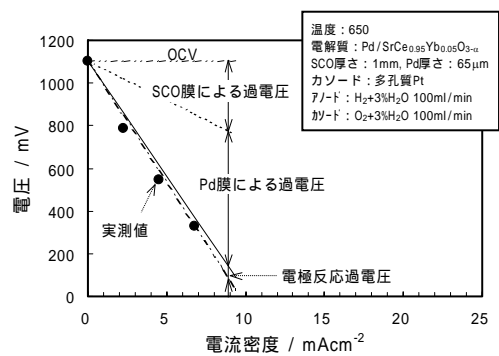


図5 電池性能の要因分析

研究報告 W03030	キーワード: 燃料電池、プロトン導電体、水素透過膜、複合膜
関連研究報告書	
担当者	浅野 浩一 (横須賀研究所・エネルギー化学部)
連絡先	(財)電力中央研究所 横須賀研究所 事務部 研究管理担当 Tel. 046-856-2121(代) E-mail: yo-rr-ml@criepi.denken.or.jp