

福長 博

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

17-1-17：ナノファイバーを用いた直接メタノール燃料電池用電極の開発

ABSTRACT

Nanostructured titania was investigated for direct methanol fuel cell (DMFC) anode. Nanostructured titania was prepared by pH swing method. The prepared titania was mixed with carbon supported Pt-Ru catalyst using mortar. The obtained catalyst was observed by SEM, and its size was below several tens of nanometers. An anode catalyst layer was prepared using this catalyst, and it was hot pressed to the electrolyte polymer together with the cathode. The performance of the cell was measured using methanol as fuel and oxygen as oxidant gas. The obtained performance was not as high as expected. It was observed from the SEM image that the titania particle covered the Pt-Ru/C. It was considered that the mass transfer process was hindered by the titania particles.

研究目的

直接メタノール形燃料電池 (DMFC: Direct Methanol Fuel Cell) は、改質器が不要なことから小型で可搬性にすぐれ、携帯用、車載用電源など次世代の発電システムとして期待されている。しかし、現在の DMFC は電極反応速度が遅いため過電圧が大きく、十分な発電性能が得られていない。DMFC のアノードでは、Pt-Ru の合金を担持したカーボン (Pt-Ru/C) が電極触媒として一般に用いられている。アノードにおける電気化学反応の律速過程は Pt に吸着した CO が Ru に吸着した OH 基によって酸化される反応である。そこで触媒層中により多くの OH 基を保持させることを考えた。そのための材料としてチタニアに注目し、ナノ構造を持つチタニアを電極に添加することで電極性能の向上を目指した。

一年間の研究内容と成果

ナノ構造を持つチタニアの作製は pH スイング法を用いて行った。作製したチタニアゾルは乳鉢を用いて市販の Pt-Ru/C と混合することで担持し、電極触媒とした。触媒の焼成温度は、Ti(OH)₄ の OH 基の一部を残すことで反応に有効に働くのでは無いかと考えて 350℃で行った。作製した触媒を SEM により観察した画像を図 1 に示す。比較のため担持前の Pt-Ru/C 触媒の画像も合わせて示す。画像を比較すると、担持した TiO₂ は直径数〜数十 nm でありナノ構造を持つ電極触媒となっていることが確認できた。

この触媒を用いてアノード触媒層を作製し、カソードの触媒層とともに電解質膜にホットプレスにより圧着して電池とした。作製した電池を用い、燃料としてメタノールを、酸化剤として酸素を用い、発電特性を測定した。電流密度-電圧特性を図 2 に示す。電池の最大電流密度は小さく、期待された性能は得られなかった。図 1 に示した SEM に観察されるように、得られたチタニア粒子は Pt-Ru/C を完全に被覆していることが分かる。そのために、物質移動が阻害され、電極性能が低かった可能性が考えられる。また、焼成温度が 350℃と比較的高温であったため、Pt-Ru がチタニア担持過程において劣化した可能性も考えられる。

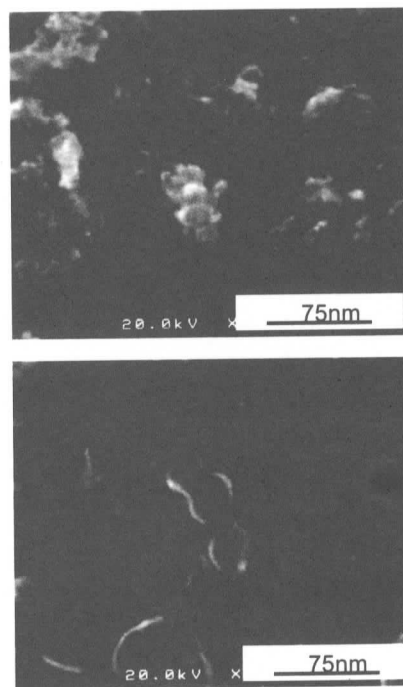


図 1 (上)チタニア担持 Pt-Ru/C 触媒
(下) Pt-Ru/C 触媒

展望

これまでの研究によりナノ構造を持つチタニアを Pt-Ru/C に担持し、DMFC アノード触媒層として利用できることが明らかになった。今後は以下の検討を行うことでより高性能な DMFC アノードとすることが期待される。

1. チタニアの担持量の最適化を行う。
2. 焼成温度を低くすることで、活性の低下を防ぐ。
3. チタニアの担持方法を、Pt-Ru/C とチタニアゾルとの混合でなく、含浸法により担持することで触媒細孔内にナノ構造を持つチタニアを担持する。

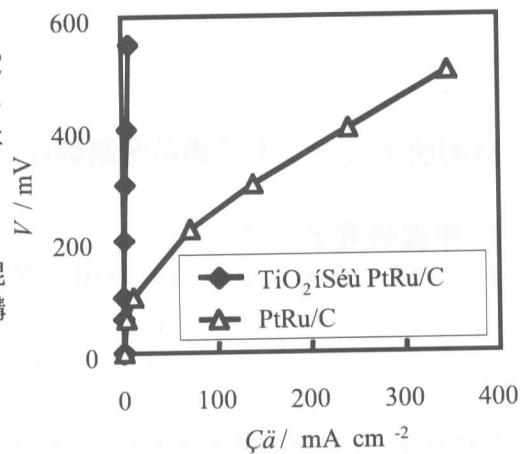


図2 TiO₂担持Pt-Ru/CとPt-Ru/C触媒の電流密度-分極特性