

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12762 号
------	---------------

氏 名 今井 駿

論 文 題 目

Study on electrochemical characteristics of carbon nanowalls
composite materials for fuel cell applications
(カーボンナノウォール複合材料の電気化学特性および燃料電池
応用に関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	堀 勝
委員	名古屋大学	教授	大野 雄高
委員	名古屋大学	教授	福塚 友和
委員	名古屋大学	教授	梅原 徳次

論文審査の結果の要旨

今井駿氏提出の論文「Study on electrochemical characteristics of carbon nanowalls composite materials for fuel cell applications (カーボンナノウォール複合材料の電気化学特性および燃料電池応用に関する研究)」は、プラズマ励起化学気相堆積法(PECVD)を用いたカーボンナノウォールにおいて、薄膜構造と電気化学的特性との関係を明らかにし、高耐久性能の燃料電池材料として、カーボンナノウォールの可能性を追求するとともに、その薄膜の構造と電気化学的特性との相関を体系的に研究した結果をまとめたものであり、全7章から構成されている。

第1章は、序論で、カーボンナノ材料のエネルギーデバイス応用及び燃料電池の研究開発の背景について述べている。特に、エネルギーデバイスとして、スーパーキャパシタ、バッテリー、燃料電池などの応用に対して、フラーレン、カーボンナノチューブ、グラフェンなどのカーボンナノ材料の応用が進められている中で、本論文では、比表面積の大きな三次元構造のカーボンナノウォールに着目した点を詳述するとともに、本論文の目的と意義、そして構成について述べている。

第2章では、本研究で用いた、カーボンナノウォール合成のためのプラズマ成膜装置、カーボンナノウォールの構造の評価方法と電気化学的な評価方法であるサイクリックボルタンメトリー法および交流インピーダンス法について述べている。

第3章では、 CH_4 ガスを用いて合成したカーボンナノウォールに白金微粒子を担持し、そのデバイスの電気化学的耐性とその劣化メカニズムを考察している。白金担持したカーボンナノウォールは、白金を担持したカーボンブラックに比べて、電気化学的表面积をより高く保持し、より高い耐久性能を有していることを見出した。劣化したデバイスの構造を調べた結果、白金微粒子の凝集が生じていることや酸化還元電流の減少において、 10^5 - 10^2 Hzの範囲に対する抵抗成分が劣化時に大きく変化することを突き止めた。これらを基に、白金とカーボンナノウォールの界面の制御が重要であることの結論を導いている。

第4章では、 C_2F_6 ガスを原料ガスとして合成したカーボンナノウォールの耐久性能について、メタンガスで合成したカーボンナノウォールとの比較によって評価している。その結果、 CH_4 ガスで合成したカーボンナノウォールは、3,000サイクル後で約半分まで劣化するのに対して、 C_2F_6 ガスで合成したカーボンナノウォールは、140,000サイクル後においても48%の電気化学的表面积を保持することを見出した。結晶性の高いカーボンナノウォールが高い劣化耐性を有しているとの結論を得た。

第5章では、密度の異なるカーボンナノウォールを合成し、交流インピーダンス法を用いて、酸素還元反応時の電流における抵抗成分を評価した。その結果、 10^7 - 10^5 、 10^5 - 10^2 および 10^2 - 10^1 Hzの範囲において、それぞれ異なる反応律速要因に対応した抵抗成分が現れることを見出している。すなわち、カーボンナノウォールの構造が、活物質の輸送に大きな影響を与えていることを実験的に解明した。

第6章では、非白金触媒電極の実現に向けて、Feや窒素をドーピングしたカーボンナノウォールの合成に取り組み、窒素含有カーボンナノウォールで触媒活性が生じることを発見している。

第7章では、本研究の結果を総括し、今後の課題および展望について述べている。

以上のように、本研究では、プラズマ励起化学気相堆積法で合成したカーボンナノウォールの構造と燃料電池応用に向けた電気化学特性評価との関係を系統的に解析し、高耐久性能のカーボンナノウォールの合成に成功するとともに、カーボンナノウォールの次世代燃料電池への可能性を開拓した。これらの成果は、学術上、又工業上寄与するところが極めて大きいと判断できる。よって、本論文提出者である今井駿氏は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。