

氏名・(本籍)	WANG NANNAN (中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	生工博甲第325号
学位授与の日付	平成30年9月21日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	Development of Ultra Low Pt Electrochemical Catalysts of Oxygen Reduction Reaction for Fuel Cells (燃料電池用酸素還元反応の白金触媒量低減化に関する研究)
論文審査委員会	委員長 教授 早瀬 修二 教授 馬 廷麗 教授 孫 勇 准教授 Shyam S. Pandey

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

高分子電解質膜型燃料電池(PEMFC)は、燃料電池自動車に応用できる最も環境にやさしいクリーンエネルギーデバイスであるため、注目を浴びている。しかしながら、電極の触媒は高価の白金が使用しているため、その低減化は必要不可欠である。

本論文では、3種類のナノ構造を有する新規の触媒を合成し、電極での酸素還元反応(ORR)の触媒活性について検討された。

第1章では、燃料電池の構造及び動作原理などについて紹介している。また酸素還元反応 ORR のプロセス及び今まで報告された ORR 触媒の研究状況をまとめている。更に、ORR 触媒の問題点及び本論文の研究目的を記述している。

第2章では、本研究に用いられる試薬及び機器などをまとめている。また作用電極の作製方法と電気化学の測定及び解析方法などについて記載している。

第3章では、超微量な Pt を担持した PtM (M: Fe, Co, Ni)の合金の合成、ORR 触媒の電気化学の性質を紹介している。PtFe 合金の触媒活性は酸性の電解質だけではなく、アルカリ性の媒質にも高い活性及び安定性を示している。

第4章では、3種類の Pt フリーの Fe,Co を有する多孔質炭素の触媒を多孔質カーボンの担持体の上で、in-situ 法により合成された。炭化温度及び2種類の遷移金属の比率は ORR 触媒活性への影響を検討された。900度で焼成した触媒は、一番大きな比表面積を有し、優れた ORR 触媒活性を示している。

第5章では、より導電性が優れた触媒を開発するため、熔融塩補助法により、2Dの層状 Nb₂C の低温合成に初めて成功している。熔融塩の種類、反応温度及び反応時間などは得られた材料の組成及び構造に影響することを明らかにしている。電気化学の測定結果から、層状の Nb₂C 材料がカーボンと比べ、優れた白金の担持材料であることを実証している。

第6章では、本論文の結論及び展望を述べている。本論文は、三種類のナノ構造を有する触媒を合成し、触媒活性について検討した。全ての材料は白金の含有量が極微量または白金フリーにも関わらず、酸素還元反応に対して、高い触媒活性を示している。

学位論文審査の結果の要旨

本論文に関し、論文審査委員から酸化還元反応(ORR)の原理、触媒のナノ構造の制御及び今後の展開などについて質問がなされ、いずれも著者から明確な回答が得られた。

また、公聴会においても、多数の出席者があり、種々の質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、論文審査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が、博士(工学)の学位に十分値するものであると判断した。