審 査 の 結 果 の 要 旨

氏　　名　　パンティ　ドゥルーバ

固体酸化物形燃料電池（SOFC）は発電効率が高く、石炭・バイオマスのガス化と組み合わせたIGFCに期待が集まっている。本研究は、SOFCの排熱を利用して石炭・バイオマスを吸熱的にガス化するエクセルギー再生によって、発電効率を大幅に向上させることができると期待されるS-IGFCシステム用のSOFCについて開発研究を行ったものであり、６章より構成されている。

第１章は、本論文の緒論であり、SOFCの基礎的事項についてまとめるとともに、大規模発電用として体積エネルギー密度が大きいマイクロ・チューブ型SOFCが適しているとして、本研究の目的が、エクセルギー再生による次世代高効率発電システムとしての新規マイクロ・チューブ型SOFCの開発であることが述べられている。

第２章では、マイクロ・チューブ型SOFCの新しい製造技術として開発した多段ディップ・コーティング法について述べられている。これは、数mmの炭素棒にアノード、電解質およびカソード材料を多段でディップ・コートおよび焼成することで、アノード多孔質層、電解質緻密層およびカソード多孔質層からなるマイクロ・チューブ型SOFCを作製するもので、空隙率の制御性、生産性に優れ、低コスト化が期待できる。また、実際にこの方法で、マイクロ・チューブ型SOFCセルを作製し、良好な電気化学的性能を確認している。

第３章では、イナートなセラミック支持体に内部電極用集電体層、内部電極層、電解質層、外部電極層を形成させた新しい構造のマイクロ･チューブ型SOFCを提案している。既存のアノードを支持体とするマイクロ・チューブ型SOFCに対して、内部電極–集電体間の電気抵抗を小さくすることができ、長さが数cm以上の長いセルにおいてより高いセル性能を示すことが、シミュレーションおよび実験により確認された。

第４章では、多段ディップ・コーティング法によるイナート・サポートのマイクロ・チューブ型SOFCの作製において、YSZ支持体スラリーに細孔形成剤として結晶性セルロースおよびPMMAを添加することにより構造制御を行い、空隙率を増大させることにより濃度分極を低下させ、セルの電気化学性能を向

上できることが述べられている。また、レドックス・サイクル試験を行い、多段ディップ・コーティング法によるイナート・サポートのマイクロ・チューブ型 SOFC が、従来の厚いアノードを支持体とするマイクロ・チューブ型 SOFC に比べて、モル体積の変化による構造変化、機械的ストレスを低減でき、安定性が大幅に改善できることを明らかにしている。

第５章では、SOFC スタックの排熱を吸熱反応プロセスに利用するエクセルギー再生 SOFC 発電システムの概念設計について述べられている。マイクロ・チューブ型 SOFC 単セルをバンドルして炭素鋼円管に挿入した構造のスタックを考え、この SOFC スタックを流動層発熱反応器に挿入して、エクセルギー再生させるシステムを提案している。CFD シミュレーションを行った結果、良好な伝熱が達成され、SOFC スタック内の温度勾配が許容範囲内であることが明らかになったと述べられている。

第６章は、本論文の結論と今後の展望がまとめられている。

以上要するに、本論文は、高効率 SOFC 発電システムの実現のため、新しいイナート・サポートのマイクロ・チューブ型 SOFC のセル構造およびスタック構造とその作製方法を提案・開発したものであり、構造制御した単セルの性能を実験的に確認するとともにエクセルギー再生 SOFC 発電システムの概念設計を行ったもので、機械工学およびエネルギー工学に大きな貢献をするものである。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。