

審査の結果の要旨

氏名 志村 敬彬

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は、燃料電池の中でも最も効率が高く、多様な燃料に対応可能であること、小型でも効率の低下が少ないこと等の理由から、次世代を担う重要なエネルギー変換装置としての期待されている。一方で、一層の低コスト化および信頼性の向上が求められている。耐久性の上では、緊急時や燃料利用率が高い場合に燃料極側の酸素分圧が上昇し、その際に燃料極中のニッケルが酸化する可能性があることが課題の一つとなっている。ニッケルは酸化時に約 1.7 倍に体積膨張するため、酸化と還元を繰り返すと、燃料極構造が不荷逆的に変化し、大きな劣化に至る可能性がある。本論文では、SOFC の酸化還元サイクルにおける燃料極の性能変化と電極微細構造変化の定量的な評価を通じて酸化還元による劣化メカニズムを明らかにすること、特に、酸化還元プロセスとそれに引き続く発電プロセスを組み合わせることで、実運転条件で想定される酸化還元サイクルによる劣化挙動を明らかにすることを目的としている。酸化還元サイクル下での燃料極のインピーダンス特性の計測、および収束イオンビーム走査型顕微鏡 (FIB-SEM) による 3 次元微細構造解析を行い、性能と三相界面長さや屈曲度ファクター等の微細構造パラメータの関係を定量化した。その後、3 次元微細構造を用いて格子ボルツマン法により燃料極過電圧を予測し、三相界面における局所活性の変化、有効イオン導電率の評価を行い、局所活性または有効イオン導電率が酸化還元サイクル中に変化する影響を定量的に評価した。酸化還元サイクルプロセスを通じた分極特性と微細構造の変化の過程を定量的に明らかにし、ニッケルが細く細かい構造へと変化するメカニズムを明らかにした。また、劣化プロセスとして、三相界面における局所活性が劣化している可能性を指摘するなど、今後の電極活性モデリングの進展を促すと考えられる示唆に富んだ結果が得られており、評価できる。

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。