

論文審査の結果の要旨

学位申請者 于 洋

本論文は、「固体高分子形燃料電池用金属セパレータとしてのNi フリーステンレス鋼の耐食性評価」と題し、五章から構成されている。第1章「緒論」では、本論文の最終ターゲットである固体高分子形燃料電池の作動機構からシステムおよびスタックについて説明し、セパレータ（バイポーラ板）の重要性を述べている。また、セパレータの従来型材料に触れた上で金属材料の利点を指摘している。これより、ステンレスに表面処理を施した低価格金属セパレータの創成に利点を見出し、本研究の目的を設定して記述している。

第2章「Ni フリーステンレス鋼の耐食性におけるCr含有量の効果」は、ステンレス鋼が有する耐食性発現のメカニズムとその限界について調べた。Cr含有量が11~24 mass%で異なる四種のステンレス鋼を用意して、その深さ方向組成分析、X線回折測定、電気化学腐食測定、腐食試験前後の表面形状変化の観察、電気抵抗測定を通して、Cr含有量が耐食性に果たす役割を研究した。その結果、Cr量の増加に伴い不働態皮膜の形成が発達して安定な耐食性を示すようになる。しかし、高度にCrを加えた24 mass%ステンレス鋼においても、11.5 mass%に比べて安定領域の腐食電流密度は50%減に留まった。この結果は、Cr-H₂O系で生ずる不働態では、飛躍的な耐食性の向上が望めないことを強く示唆し、高機能不働態の開発を求めている。

第3章「Ni フリーSUS445 ステンレス鋼の耐食性に及ぼす窒素熱処理の影響」は、SUS445 ステンレス鋼に異なる熱処理を施し、その構造変化と耐食挙動を調べている。X線回折から、窒素熱処理でBCC構造からFCC構造へ変化を生ずるとともに、 γ_N 相の形成ならびにAlN, CrN, Cr₂Nの生成が観測されている。また、GD-OES測定より、SUS445表面組成が、Fe, Cr量の低減とC, N, O, Alの増加を生ずることが分かる。さらに、断面SEM-EDXより、構造とモルフォロジーの変化を見出した。電気化学測定による腐食電流密度の評価から、窒素熱処理したSUS445 ステンレス鋼は、未処理材に比べて腐食速度が1/20~1/100程度に低減されることが見いだされた。この時の腐食試験結果は、未処理材で観察される粒界腐食ならびにピitting現象が認められず、安定であることが確認された。

第4章「固体高分子形燃料電池セパレータのための窒素熱処理Ni フリーステンレス鋼の耐食特性」では、窒素熱処理ステンレス鋼の高耐食メカニズムを調べた上で、固体高分子形燃料電池にセパレータとして組み込んで発電試験を行った。窒素熱処理ステンレス鋼の表面構造をXPS解析を行い、表面皮膜の主要成分としてCr-O, Cr-N, Cr-N-Oを見出した。そこで、ステンレス上にイオンプレーティングでCr-Nを設けて電気化学測定を行ったところ、窒素熱処理ステンレス鋼に匹敵する低腐食電流が観測され、耐食発現機構が提示された。さらに、発電試験結果から燃料電池用金属セパレータとしての有用性が認められた。

第5章「結論」では、本研究で得られた知見を総括的にまとめている。

よって、本論文は工学上及び工業上貢献するところが大きく、博士（工学）の学位論文として十分な価値を有するものと認める。

審査委員主査 梅 田 実 印