

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	固体高分子形燃料電池用金属セパレータの開発
Title(English)	
著者(和文)	宮澤篤史
Author(English)	Atsushi Miyazawa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9269号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:西方 篤,山中 一郎,多田 英司,矢野 哲司,河村 憲一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9269号, Conferred date:2013/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	宮澤篤史		
論文審査 審査員	主査	氏 名	職 名	審査員	氏 名	職 名
		西方 篤	教授		河村憲一	准教授
	審査員	山中一郎	教授			
		多田英司	准教授			
		矢野哲史	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「固体高分子形燃料電池用金属セパレータの開発」と題し、6 章からなる。

第 1 章「緒論」では、温暖化ガスの排出抑制の取り組みから、自動車は内燃機関から電動化が進められ、そのなかで燃料電池自動車は将来最も有望であるが、普及のためには動力源である固体高分子形燃料電池 (PEFC) の高出力化や小型化によるコスト削減が最重要課題であると述べている。また、燃料電池の構成部品のなかで、セパレータは電池体積の大部分を占めるため、従来のカーボン製を金属製に置き換えることで小型化・高出力化を図ることが可能であるが、金属製セパレータは燃料電池の作動環境下で腐食し、酸化皮膜の成長による導電性の低下と溶出する金属イオンによる高分子電解質膜の劣化を引き起こすことで電池性能の低下原因となることを指摘し、本論文の目的と構成を述べている。

第 2 章「ガス拡散層ならびに金属セパレータの導電設計」では、炭素繊維で構成されるガス拡散層の面内方向および面垂直方向の導電率およびセパレータと隣接するガス拡散層との接触抵抗を詳細に評価し、導電性を確保するための表面処理法を提案している。すなわち、厚さの異なるガス拡散層ならびに被覆率の異なる金めっきを施した金属セパレータを用い、接触抵抗の計測や両部品間の電気接点観察を行い、金めっきの被覆率の増加とともに約 60% までは接触抵抗は順調に低下するが、それ以上めっきしても接触抵抗の低減には効果が小さいことを見出している。さらに、セパレータとガス拡散層間の抵抗を電気接点理論に基づき計算し、接触抵抗の低減は、セパレータの表面処理による接点の増加だけではなく、隣接するガス拡散層の面内方向の導電率を向上することにより達成できると提言している。

第 3 章「金属セパレータから溶出する Fe イオンの発電性能に及ぼす影響」では、燃料電池車の公道試験における電池の性能低下要因の報告をもとに、金属セパレータの耐食性を評価する条件を提案している。具体的には、電解質に最も影響があると考えられている自動車のアイドリング環境を模擬した低電流・高電位条件である。さらに、この試験条件により、セパレータの表面処理被覆がされていない部位での基材金属の腐食を想定し、電池の発電性能低下に及ぼす腐食の影響を炭素鋼セパレータにより評価している。なお、アノードセパレータから溶出する Fe イオンはカソードの場合と比較して電解質膜内をプロトンとともに泳動拡散しやすく、膜内におけるプロトン移動の阻害や、フェントン反応に基づく電解質の分解に大きな影響を及ぼすことが予想されるため、炭素鋼セパレータをアノード側のみに配置して電池評価を実施している。その結果、炭素鋼には顕著な腐食が観察され、接触抵抗の増加による電池性能の劣化は観察されたものの、セルから排出される Fe イオンの濃度は ppb レベルで極めて少ないことから、従来ガラスセル試験で報告されている Fe イオンによる固体高分子膜の激しい分解劣化は起こらないと結論している。

第 4 章「SUS316L セパレータの耐食性と発電性能に与える影響」では、より実用的な市販のステンレス鋼である SUS316L 製セパレータを用いて発電試験を行い、発電性能低下の要因を明らかにしている。性能低下の主要因は、ステンレス鋼表面に生成する酸化皮膜による接触抵抗の増加であり、皮膜中の Fe 濃度が高くなると接触抵抗が増加することを明らかにしている。また、Fe イオンの溶出は僅かであるため、固体高分子電解質の分解も殆どないことを確認している。すなわち、SUS316L をセパレータ材として用いる場合、接触抵抗低減を行うことが実用的には有効であると提言している。

第 5 章「燃料電池の作動環境下における Cr めっき表面処理セパレータの耐食性」では、SUS316L 酸化皮膜中の Fe 濃度増加抑制ならびに Fe イオン溶出の抑制を目的として、Cr めっきを施した SUS316L 製セパレータの耐食性を調べている。Cr めっきした SUS316L は、pH3~5 の硫酸溶液およびフッ化物イオンを 1 ppm 含む硫酸酸性溶液中で、10 nA/cm² 以下の不動態保持電流を示すことから十分な耐食性を有していることを確認している。さらに、300 h の発電試験では、Cr めっき層の腐食は確認されず、Fe イオン溶出も劇的に低減されることを確認し、Cr めっきが SUS316L の耐食性の向上に有効であると結論している。

第 6 章「総括」では、各章で得られた成果を総括し、本論文の結論としている。

以上を要するに、本論文は、PEFC の金属セパレータの耐食性と導電性の発生機構を明らかにし、それに基づき、高耐食性と高導電性を両立する PEFC 用のステンレス鋼製セパレータを提案するもので、工業上および工学上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。