

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)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物質科学	専攻	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	工学
学籍番号： Student ID Number			指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	西方 篤 教授	
学生氏名： Student's Name	宮澤 篤史		指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

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低減が最重要課題である。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・高出力化を図る必要があるが、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可能性があり、それによる電池性能の低下が問題となることを指摘し、本論文の目的と構成を述べた。

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た。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、金めっきの被覆率が約 60%までは、被覆率の増加とともに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少ないことを見出した。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ことも提案した。

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として、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・高電位条件に着目し、この条件を既に公道試験が行われている燃料電池車の経過時間 (3 年)に対して応用することで、約 10 年分の耐久性を確認するための加速試験条件を提案した。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基材金属が腐食した、あるいは表面処理が劣化した場合を想定し、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た。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、Fenton 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、アノード側のセパレータに着目し、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た。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推測している。

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た。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た。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も確認した。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有効であることを示した。

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、クロムめっきした SUS316L 製セパレータの耐食性を調べた。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た。更に、300 h の発電試験では、クロム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、クロムめっきが SUS316L の耐食性の向上に有効であることを確認した。

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、本論文では、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実用的なステンレス鋼製セパレータを提案した。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 2 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 2 copies of 800 Words (English).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Chemistry and Material Department of Science	専攻	申請学位 (専攻分野) : 博士 (Eng.) Academic Degree Requested Doctor of
学籍番号 : Student ID Number		指導教員 (主) : NISHIKATA ATSUSHI Academic Advisor(main)
学生氏名 : MIYAZAWA ATSUSHI Student's Name		指導教員 (副) : Academic Advisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

It is well known that the fuel cell is a good energy source for vehicle to reduce CO₂ gas emission. The bipolar plate is a main component of fuel cell stack. To reduce the volume and cost of the fuel cell stack, the metal bipolar plate has been developed on behalf of the carbon bipolar plate. However it is known that the bipolar plate corrodes in the fuel cell operating environment. And the corrosion affects the fuel cell performance degradation. The typical causes are 1) increase of the electrical resistance of the bipolar plate, 2) the decomposition and decrease of the conductivity of the electrolyte by the dissolution of Fe ion from the bipolar plate.

In this thesis,

Chapter1: Introduced the back ground of the fuel cell and fuel cell vehicle. And summarized the technical issues of the bipolar plate and objection of this research.

Chapter2: Confirmed the relationship between the bipolar plate and gas diffusion layer. It was found that it was enough to set the surface treatment (Au plating) over 60% of the coverage. And the improvement of in-plane conductivity of the gas diffusion layer is new approach to reduce the contact resistance.

Chapter3: The influence of the Fe ion emission on the cell performance using the corrosive carbon steel (S65C) bipolar plate at anode side.

Chapter4: Confirmed the corrosion behavior of SS316L as a commercial grade at anode side. From the result of the cell test, it was found that the increase of the contact resistance is caused by the iron oxide content on the surface.

Chapter5: Proposed the Cr plated layer on the base metal. It was found that the Fe ion emission and increase of Fe content on SS316L surface was controlled by this layer.

Chapter6: Summarized my thesis and future works.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 2 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 2 copies of 800 Words (English).