



Title	多孔質流路セパレータによる固体高分子形燃料電池の高出力密度化に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	小境, 正也
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第12901号
Issue Date	2017-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/67577
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Masaya_Kozakai_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 小境 正也

審査担当者 主 査 特任教授 近久 武美
副 査 教 授 小川 英之
副 査 教 授 大島 伸行
副 査 准教授 田部 豊

学位論文題名

多孔質流路セパレータによる固体高分子形燃料電池の高出力密度化に関する研究
(Study on porous flow field for high power density polymer electrolyte membrane fuel cells)

水素をエネルギーキャリアとして利用可能な燃料電池は、低炭素社会の主要なエネルギー源として期待されている。中でも室温に近い温度で動作可能な固体高分子形燃料電池は起動性がよく、出力密度を高くすることが可能であり、家庭向け分散電源、携帯基地局用バックアップ電源、自動車やフォークリフトなどの移動体向け電源など多岐にわたる用途で普及が始まっている。燃料電池のさらなる普及には耐久性向上に加え、既存電源とのコスト競争力が必要であるが、貴金属を用いる触媒やプロトン伝導性の電解質膜などには高価な部材を用いており、コストが高くなることが課題となっている。

そこで本研究では、コスト低減につながる高出力密度化を目的として、生成水によって酸素供給が阻害されるフラッディング現象の抑制と冷却機構の簡素化に関して検討を行った。一般に反応ガス供給は溝付き流路を持つセパレータにより行われているが、発泡金属による多孔体流路を用いた場合にはフラッディングが改善される可能性がある。そこで、本研究では種々の流路構造による性能計測比較を行うとともに、性能変化のメカニズムについてインピーダンス解析を行った。また、多孔体流路は高温化しやすい特徴があるので、その効果的な冷却法として排気から凝縮水を回収し、それを吸気に混合して内部加湿と同時に内部冷却を行うことを試みた。

論文は以下の5章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景や燃料電池の概要を述べるとともに、目的および得られた結果の概要について論述している。

第2章ではセパレータに関する課題と既存研究についてまとめ、本研究の研究方針を示している。

第3章では反応ガス流路に発泡法や焼結法といった製法で作成された多孔質体を適用した多孔体流路セパレータと、従来の流路溝タイプであるサーペントイン流路、直線流路、グリッド流路を比較し、高電流密度作動における発電性能向上に関する検討を行った。その結果、従来の流路溝タイプのセパレータに比べ、多孔体流路は水が多く生成される高電流密度領域においても、空気の供給阻害であるフラッディング現象が生じにくく、高出力運転が可能であることが示された。特に、多孔質の細孔分布に2つのピークを持つ二元細孔構造が高電流密度化に有効であり、気液二相流動に適した流路構造であることがわかった。次に、この内部現象を解析する目的で複素インピーダンス解析を行った結果、酸素拡散に関する濃度過電圧が顕著に改善されていることが明らかになった。ただし、空気の相対湿度が低い条件では、多孔質体の低熱伝導性に起因する電解質膜の乾燥によりドライアウト

が生じ、作動範囲が低電流密度に制限されるという課題があることを確認した。

そこで第 4 章では、多孔体流路のフラッシング耐性が高いという特徴を利用し、ガス流路内へ直接水を供給する内部冷却法について検討した。その結果、ガス流路内で水が蒸発する際の潜熱を利用することで、従来広く採用されている水の顕熱冷却に比べ、冷却水量を 6% まで削減可能であるとともに、ガス流路と冷却機能の一体化が図れ、構造を大幅に簡素化できることが示された。すなわち、排気冷却・凝縮水回収装置が必要となるものの、こうした内部冷却手法によって冷却セパレータ数を減少させることができ、本体の小型化にも寄与し得ることが示された。

第 5 章は本研究の結論であり、得られた結果の概要を記述している。

これを要するに、本研究は固体高分子形燃料電池の高出力密度化手法として、多孔体流路の有効性を明らかにしたほか、効果的な内部冷却手法を提案するものであり、熱工学およびエネルギー工学の発展に対して貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格があるものと認める。