

氏 名	田中 詩郎
学 位 の 種 類	博士（工学）
学 位 記 番 号	理工博 第 177 号
学位授与の日付	平成 27 年 3 月 25 日
課程・論文の別	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題名	ガス拡散層を持たない新規構造による固体高分子形燃料電池の耐フラッディング性向上に関する研究（英文）
論文審査委員	主査 教授 首藤 登志夫 委員 教授 浅古 豊 委員 准教授 小方 聡

## 【論文の内容の要旨】

固体高分子形燃料電池は次世代の自動車用動力源として期待されるが、その本格的利用のためには発電出力密度の更なる向上が求められる。燃料電池の発電出力向上のためには、反応物供給の均一化、内部抵抗の低減、触媒活性の向上などが求められるが、とくに高電流密度条件においては、発電と同時に生成する水が反応物流路を閉塞して反応物の均一な供給を妨げるフラッディングと呼ばれる現象が問題となる。このため、フラッディングの問題の解決は固体高分子形燃料電池の発電出力密度を向上させる上で極めて重要な課題である。

以上の背景から、本研究では、金属製のマイクロコイルおよびコルゲートメッシュを用いた新たな構造の反応物流路を提案し、これらの流路を固体高分子形燃料電池に用いることによる発電性能向上を試みた。その際、とくに耐フラッディング性の向上および内部抵抗の低減に着目した検討を行い、流路構造がそれらに与える影響について解析を行った。これらの研究の詳細を以下の 6 章からなる構成で論文にまとめた。

第 1 章「緒論」では、本研究の背景および目的を述べた。

第 2 章「先行研究調査」では、固体高分子形燃料電池のフラッディングや内部抵抗等に関する研究の動向をまとめた。

第 3 章「実験」では、本研究に使用した従来型流路、マイクロコイル流路、コルゲートメッシュ流路の構造、およびそれらを用いたセルの構成について詳細に記すとともに、

発電性能の評価方法について記述した。また、実験に使用した電解質膜、触媒、ガス拡散層、マイクロポーラスレイヤー等についても記した。

第4章「数値解析」では、コルゲートメッシュ流路を用いた燃料電池に対して行った数値解析の方法について記した。数値解析においては、電気、応力、電気化学を連成した計算を行い、とくに本研究において重要な荷重条件下での接触抵抗の影響を考慮した解析を行った。

第5章「結果と考察」では、以下の3つの節に分けて記述した。

第5章1節「マイクロコイル型流路を用いた固体高分子形燃料電池」では、従来の溝型流路およびマイクロコイルによる新規構造流路を用いた燃料電池の発電実験を行い、マイクロコイル型流路がフラッディングや内部抵抗に与える影響を検討した。マイクロコイル型流路を用いた場合には、溝型流路に比べて耐フラッディング性が大幅に向上することが実験により明らかになった。しかし、接触抵抗に起因すると推測される電池の内部抵抗の増大が観察され、高い耐フラッディング性と低い内部抵抗の両立が課題であることが示された。

第5章2節「コルゲートメッシュ型流路を用いた固体高分子形燃料電池」では、コルゲートメッシュによる新規構造流路を用いた燃料電池の発電実験を行い、コルゲートメッシュ流路では  $3\text{A}/\text{cm}^2$  という高い電流密度条件においてもフラッディングが生じないことを示した。また、コルゲートメッシュ流路の形状によって内部抵抗が大きく影響されることが明らかになった。さらに電気抵抗率の異なるマイクロポーラスレイヤーをコルゲートメッシュ流路と組合せた実験により、その組合せが内部抵抗に与える影響を明らかにした。その際、マイクロポーラスレイヤーの電氣的な特性だけでなく、力学的な特性も電池の内部抵抗に影響を与えることが示唆された。

第5章3節「新規構造の燃料電池の発電性能に関する数値解析」では、マイクロポーラスレイヤーの材質が燃料電池性能に与える影響等について数値解析を行い、電気抵抗率および弾性率が内部抵抗に影響を与える機構について考察を加えた。これらの結果より、コルゲートメッシュ流路による耐フラッディング性の向上と、適切な材料のマイクロポーラスレイヤーによる内部抵抗の低減を両立させることで、燃料電池において高い発電出力密度を得るための指針が示された。

第6章「結論」では、本研究により得られた結果を結論としてまとめた。