

ノ ー ト

高分子電解質型燃料電池の酸素極排出気体循環 による加湿運転方式に関する検討

佐藤 正志*, 堤 泰行**, 小 向 敏彦*

(2000年11月30日受付, 2000年12月20日受理)

Humidification of Polymer Electrolyte Fuel Cell by Circulation of Outlet Gases at Cathode

Masashi SATO,* Yasuyuki TSUTSUMI,** and Toshihiko KOMUKAI*

(Received November 30, 2000 ; Accepted December 20, 2000)

The performance of a polymer electrolyte fuel cell (PEFC) is strongly governed by the conductance of the membrane electrolyte. The conductivity of the membrane depends on its hydration state. Generally, the reactant gases have been humidified during operation of fuel cells to prevent drying out of the membrane. However the conventional method requires humidification subsystem which is a burden for the fuel cell system. Therefore we proposed a new method for the humidification of the membrane by the circulation of outlet gases at cathode which contain part of production water in a cell. This paper shows the possibility of operating PEFCs by the proposed humidification method.

1. はじめに

高分子電解質型燃料電池 (以下, PEFC と呼ぶ) は, 電解質にイオン交換膜を用いており, 湿潤状態で高いイオン導電性を示す¹⁾. このため, 燃料電池の始動時のように膜の含水量が少ない状態では十分な性能が得られず, 一般には加湿装置により燃料ガスに水分を与え, 膜の加湿を行う方法がとられている²⁾. しかし, この方法では加湿用の水を確保するために補機を必要とし, これらがシステム全体の効率低下や複雑化, さらにコストや容量・重量の増加を招くといった問題を生じている. 従って, 加湿システムの簡素化が PEFC の実用化への大きな要因になるものと考えられる.

そこで著者らは, 電極反応に寄与しなかった気体に水分が含まれていることに着目し, 新たな加湿方法として酸素極排出気体の循環による加湿方式を考案した³⁾.

本論文では, 酸素極排出気体を循環した場合のセル電圧特性を調べ, 同方式による加湿運転の有効性について検討を行ったので報告する.

2. 実験方法

2.1 供試セル

電極基板として多孔質カーボンペーパーを使用し, PTFE により撥水性を持たせた. 触媒には白金担持カーボンブラックを用い, これを PTFE によりカーボンペーパー上に結着させて電極とした. 白金担持量は $0.5\text{mg}/\text{cm}^2$ である.

供試セルは, 電解質として使用した Nafion112® 膜 (DuPont 社製) を一対の電極で挟み, 熱圧着して作製した. 電極面積 (反応有効面積) は 5cm^2 である.

2.2 実験装置

実験装置の構成を図 1 に示す. セルから流れる電流をガルバノスタット (北斗電工製 HAB-151) により制御し, 電流 1A (電流密度 $0.2\text{A}/\text{cm}^2$) 一定のもとでセル電圧の測定を行った. また, 同時に酸素極排出気体の絶対湿度を測定した. なお, 酸素極排出気体の循環はデジタルポンプ (ヤマト科学製 7524-00) を用いて行った.

本研究においては, 水素流量を $100\text{mL}/\text{min}$, 酸素流量を $200\text{mL}/\text{min}$ とした. また, 酸素利用率を一定とするため, 酸素極排出気体を循環する場合はボンベから供給する酸素量を調整して, 循環量との総和を $200\text{mL}/\text{min}$ 一定になるようにした.

キーワード: PEFC, 加湿方式, 酸素極排出気体循環

*秋田大学工学資源学部電気電子工学科 (010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1)

Department of EEE, Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University, 1-1 Tegata Gakuen-machi, Akita 010-8502, Japan

**茨城大学工学部システム工学科 (316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1)

Department of System Engineering, Faculty of Engineering, Ibaraki University, 4-12-1 Nakanarusawa, Hitachi 316-8511, Japan

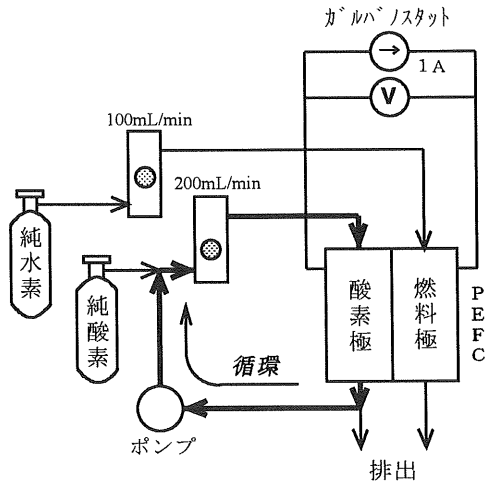


図1 実験装置の構成

Fig.1 Configuration of experimental setup.

3. 結果と考察

図2に、酸素極排出気体の循環量を 50, 100, 150, 190mL/min とした場合の、それぞれのセル電圧の経時変化を示す。なお、比較のため、循環を行わない場合(循環量0)の特性も合わせて示した。

同図から、酸素極排出気体を循環した場合、運転開始直後の変動は大きいものの、循環量によらず、循環しない場合に比べてセル電圧が高くなっていることがわかる。特に、運転開始後2~5分の早い時点でセル電圧が最大となっている点特徴的である。これは、この時間までの循環気体中の水分が電解質膜の湿潤に大きな効果を及ぼしているためと考えられる。酸素極排出気体中の水分には、反応生成水のうち酸素極側基板に移動し、蓄積された水分の一部が含まれているものと考えられる。

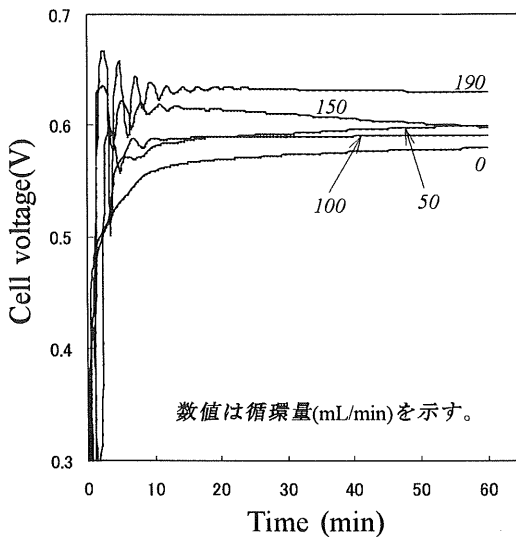


図2 セル電圧の経時変化

Fig.2 Time variation of cell voltage.

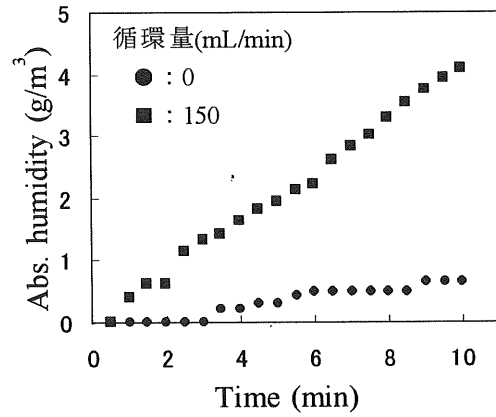


図3 酸素極排出気体の絶対湿度

Fig.3 Absolute humidity of outlet gasses at cathode.

そこで、酸素極排出気体の絶対湿度を測定し、間接的にセルの含水状態について検討した。図3に、運転開始後10分までの絶対湿度の変化を示す。同図から酸素極排出気体を循環した場合、運転開始後2分程度から絶対湿度が著しく増大することがわかる。

なお、図2に示すように、酸素極排出気体を循環した場合、運転開始後にセル電圧が変動している。これはセル内の水分の移動状況が原因と考えられるが、現在詳細に検討中である。

4. おわりに

本論文では、新しいPEFCの加湿方法として、酸素極排出気体の循環による加湿方式を提案した。本研究の結果、酸素極排出気体を循環することにより、時間的に早く電解質膜を加湿することができ、セル性能を向上できる可能性があることを明らかにした。今後、運転開始後のセル電圧の変動を抑制し、安定したセル電圧が得られる工夫をすることや、運転電流密度やガス利用率に対する影響について調べていく予定である。

終わりに、本研究を進めるにあたりご尽力いただいた本研究室修了生広谷仁一君、ならびに日頃ご指導を頂いている本学吉村昇教授に謝意を表します。

参考文献

- 1) R.A. Wallace and B.K. Jindal: J. Electrochem. Soc., **118** (1971) 701.
- 2) 燃料電池発電システム委員会編：燃料電池発電システム, p.174, オーム社 (1993)
- 3) 広谷仁一, 佐藤正志, 堤泰行, 小向敏彦：平成9年電気学会電力・エネルギー部門大会講演集, p.284, 電気学会 (1997)