

燃料電池排出水素処理の研究

(豊橋技術科学大学) 服部紀公士、池田孝伸、市原敬士、荒木拓人、恩田和夫
(東海旅客鉄道株式会社) 寺井元昭、草田栄久、本吉智行、畑井亜喜良

Study on Electrochemical Processing of Exhaust Hydrogen from Fuel Cell

Kikuo Hattori, Takanobu Ikeda, Keiji Ichihara, Takuto Araki, Kazuo Onda

Motoaki Terai, Shigehisa Kusada, Tomoyuki Motoyoshi, Akira Hatai

Toyohashi University of Technology

1-1 Hibarigaoka, Tenpaku, Toyohashi, Aichi 441-8580, Japan

Polymer Electrolyte Fuel Cell exhausts a small amount of hydrogen because PEFC can not consume a 100% of hydrogen when the hydrogen not allowed to exhaust foam enclosed space some process are required to treat the exhaust hydrogen. In this study, we have conducted the following fundamental experiments to treat the exhaust hydrogen by two methods. One is a hydrogen reacting cell with oxygen in air (fuel cell mode), other is a hydrogen pump cell which transfers hydrogen electrochemically. At fuel cell mode, V-I characteristics by MEA for fuel cell is better than that by MEA for water electrolysis. The fuel cell mode shows a high cell voltage until hydrogen treatment ratio η_H of 98%. At hydrogen pump mode, the cell voltage by MEA for water electrolysis is lower than that for fuel cell. The hydrogen pump mode also shows a good performance until η_H of 98%. Fuel cell mode which can produce electricity may be superior to hydrogen pump mode which consumes electricity.

1. 緒言

固体高分子形燃料電池は水素を 100% 反応させることができないので、多少の水素が排燃料に含まれる。この排水素が密閉空間などに排気される場合は問題となるので、この排水素を何らかの方法で処理することが望まれる。そこで本研究は、PEFC から排出される水素を少なくするために、燃料電池モードで電圧を印加してでも空气中酸素と反応させて水とする、外部から電力を加えて電気化学的水素ポンプ^{(1), (2)}(以下水素ポンプと略記)で回収する、の 2 方式の基本的な実験を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 電池反応セルの実験 図 1 の点線部を加えた構成が燃料電池動作をする電池反応セルの実験構成である。流量を制御し、加湿器で調湿した水素、空気をセルのアノード、カソードにそれぞれ供給する。そして、バイポーラ電源で電流を流すことにより、水素を空气中酸素と反応させ水とする。この時、カソード出口で残った水素をガスクロ

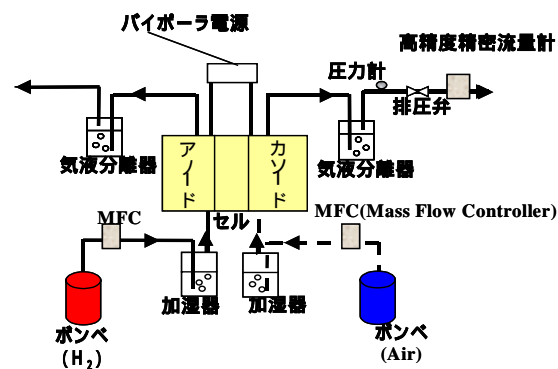


Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus

マトグラフィーにより分析する。

2.2 水素ポンプの実験 図1に点線部を除いて水素ポンプの実験構成を示す。アノード側に流量を制御し、加湿した水素を供給し、セルに電圧を加え、水素をカソード側に搬送する。カソード出口水素は気液分離器後に排圧弁で、大気圧に減圧され、石鹼膜流量計で流量を測定される。

2.3 使用した膜・電極接合体(MEA) MEAとしては、燃料電池用のGore-Select膜と無電解鍍金により触媒を担持した水電解用Nafion膜を用いた。

3. 結果及び考察

3.1 電池反応セルの実験結果 燃料電池用と水電界用のMEAのV-I特性を図2に示す。燃料電池用MEAでは、加湿温度を上げるとV-I特性が改善されている。加湿温度が50、60ではV-I特性の違いは見られず、加湿エネルギーを考慮すれば、カソード加湿温度はセル温度より10低い50で充分と考えられる。また、セル温度、加湿温度が適切であれば、排水素処理率が測定誤差限界である98%まで、セル電圧は約0.5Vと発電モードで運転できる。水電界用MEAでは、すぐに電圧がマイナスとなり、その後は直線的に電圧を加えるという結果となった。

3.2 水素ポンプの実験結果 図3にセル圧力が大気圧の時のV-I特性を示す。セル温度と加湿温度が60よりも70と高い方が水素を回収するセル電圧が小さくなる。また、全ての実験において、測定誤差限界である排水素回収率98%まで電圧はほぼ直線的に増加した。燃料電池用MEAより優れた水V-I特性を示した水電解用MEAはセル温度と加湿温度を70にすると電流密度0.49A/cm²で165mVのセル電圧で98%の水素を回収した。なお、電池反応セルと同様に、水素処理率100%の0.5A/cm²まで実験をしたが、0.49A/cm²以上では計器の測定誤差内となり、セル電圧が急上昇したり急降下するので、図には示さなかった。カソード出口における水素流量の測定結果を図4に示す。カソード出口でほぼ印加電流に相当する水素が搬送されていることが分かる。つまり、搬送水素量から求めた電流効率はほぼ100%であった。

参考文献

1. 奥谷、村橋, 平成15年電気学会電力・エネルギー部門大会前刷 pB-189
2. 関口、角崎, 富山県工業技術センター研究報告 No.16, p -36(2002)

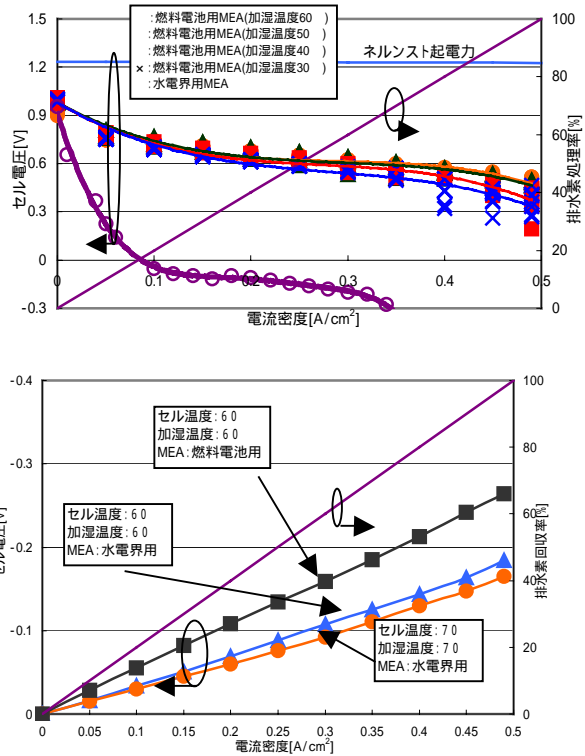


Fig.3 Atmospheric V-I characteristics of hydrogen pump

燃料電池用MEAより優れた水V-I特性を示した水電解用MEAはセル

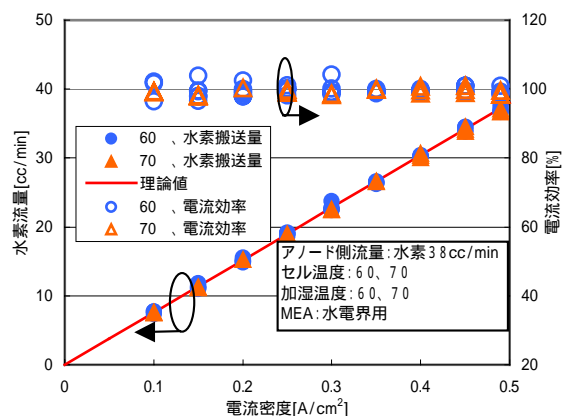


Fig.4 Flow rate cathode exit hydrogen at atmospheric pump