

固体高分子電解膜を用いた 小型水素ポンプに関する研究(3)

機械システム課 関口 徳朗、 電子技術課 角崎 雅博

1. 緒言

固体高分子電解膜を利用する燃料電池は100℃以下の低温で動作することが知られているが、逆にこの固体高分子電解膜に電圧を加えると式1で表されるような電気化学的プロトン移動による水素ガスポンプとして機能する。

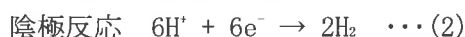
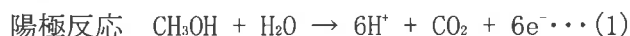
$$E = \frac{-RT}{2F} \ln \frac{P_1}{P_2} \quad \dots (式1)$$

E: 電位差 (V) , R: 気体定数 (J/K·mol)

F: ファラデー定数 (C·mol⁻¹) , P₁, P₂: 水素圧力

この水素ポンプは、機械的な摺動・振動部分が全くない水素圧縮機となり、また、構造が簡単であることから、小型駆動源としての応用が可能である

これまで、セルを試作しそのポンプの昇圧および減圧性能について検討を行ってきたが、ポンプの小型化のためには水素ガス供給方法について検討する必要がある。常温で簡易に水素ガスを得る方法としてMEA(Membrane Electrode Assembly)を用いた水の電気分解法があるが、電解電圧に1.2V以上を要し、また陽極では酸素ガスが発生し電極の劣化を招きやすい。そのためメタノール水溶液を電気分解することで電解電圧の低下と、電極での酸素発生による劣化の抑制が期待できる。各電極で反応を(1)(2)式で表す。



本年度はこのメタノールの電解改質技術について検討し、その動作状況や水素製造効率について検討した。

2. 実験方法

実験は昨年同様に厚さ25μmの細孔充填電解質膜を用いておこない、各電極には反応触媒としてアノード、カソード側ともにPt-Ru/C触媒(TEC61E54, Pt:Ru=1:1.5, 田中貴金属工業(株)製)を用い、担持量が2.4mg/cm²となるようにMEAを調製した。MEAを組み込んだセルには6mol%のメタノール水溶液を供給した。

実験装置の概略図を図1に示す。

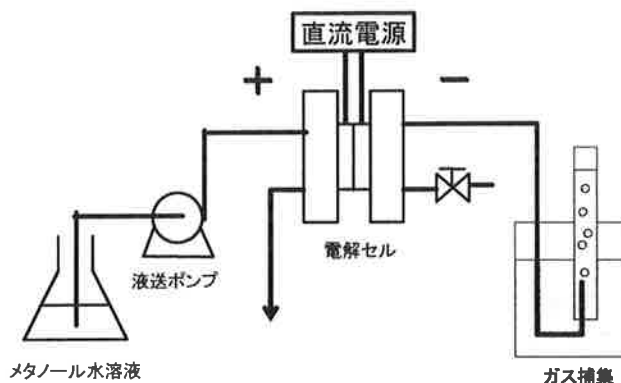


図1 メタノール水溶液電解改質実験装置概略図

3. 結果及び考察

①電解電圧および水素製造効率

図2にセル温度を25, 60℃としたときのメタノール水溶液電解の電流-電圧特性を示す。図より電解電流密度が50mA/cm²程度までは電解電圧は300mVまで一気に上昇するが、徐々にその増加量は減少し500mA/cm²供給時にはセル温が25℃では600mV、60℃では500mV程度の電解電圧となった。

この時の水素製造効率をLHV基準で算出したものを図3に示す。図より電解に要したエネルギーが増加するにつれて効率が下がる傾向にあるが、製造効率は70~77%の付近にあり高いエネルギー効率で水素ガスを生成できることが分かった。

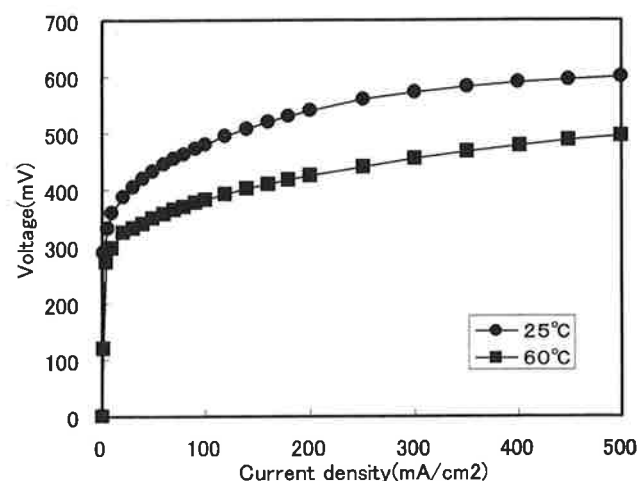


図2 メタノール水溶液電解時の電流-電圧特性

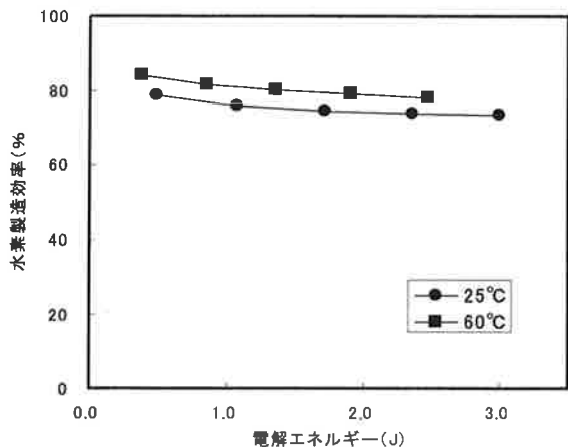


図3 電解エネルギーと水素製造効率 (LHV基準) の関係

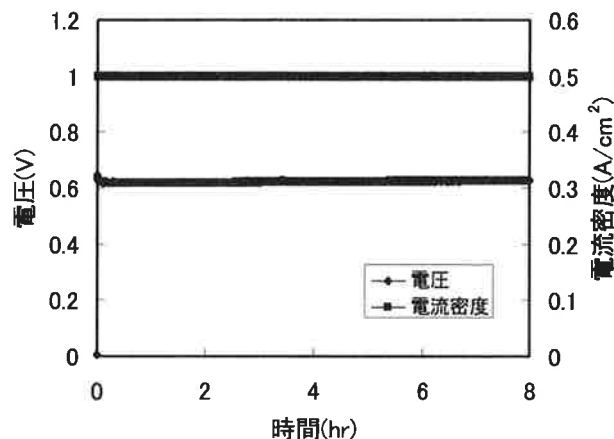


図5 電解時の電流・電圧の経時変化

②電解電圧変化

セル温25℃、電流密度0.5A/cm²としたときの電解開始直後の電解電圧変化を図4に示す。図より電解電圧は電解開始後0.5秒後にピークを示し、その後徐々に電圧は安定し5秒後にほぼ安定に達した。

また、セル温25℃、電流密度0.5A/cm²で8時間電解させたときの電圧変化を図5示す。図より8時間後も電解電圧は600mVを示し、非常に安定して電解がおこなわれたことが分かる。

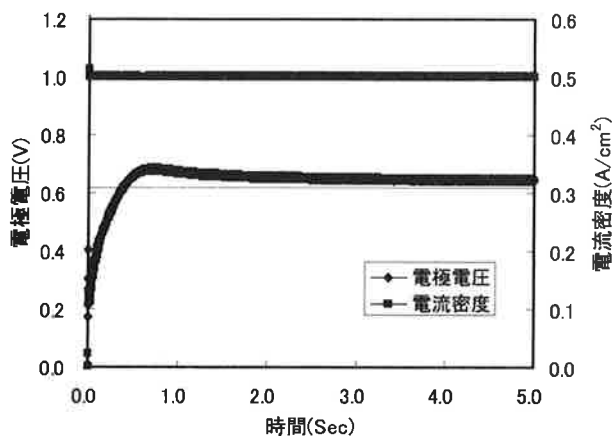


図4 電解開始時の電流・電圧変化

4. まとめ

本年度は水素ポンプに不可欠な水素供給方法として装置が簡易なメタノール水溶液の電解改質について検討したところ次の知見が得られた。

- ① 常温、常圧での水素製造が容易。
- ② 水の電気分解に比べ低電圧での水素製造が可能
- ③ 構造が簡単のため改質器の小型化が容易。
- ④ 瞬時に起動し、負荷変動追従性が良好。
- ⑤ MEA単位面積あたりの電流量を大きく取ることが可能。
- ⑥ 正極と負極が電解質膜により隔てられているため改質ガスの混合を抑制し純度の高い水素ガスが得られ、分離・精製工程を簡単にできる。
- ⑦ エネルギー収支や水素製造コストは、他の方法と比較しても遜色がない

「参考文献」

平成14年度NEDO成果報告書：水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術(WE-NET)第II期研究開発タスク1システム評価に関する調査・研究, (2003)

キーワード：水素ポンプ、固体高分子電解膜、濃淡電池、燃料電池、メタノール、電気分解

Development of Hydrogen-Pump using Proton Exchange Membrane

Noriaki SEKIGUCHI, Masahiro KADOSAKI

The Hydrogen-Pump using proton exchange membrane(PEM) offers promising technology for the application in portable systems as well as in micro-refrigerator and for the power supply at micro-machine.

In this study, our purpose is to assemble the Hydrogen-Pump system using methanol electrolytic hydrogen and to clarify the characteristic of the Hydrogen-Pump.