

A113 マイクロ波加熱によるナノ粒子充填型パラジウム膜の水素透過量高速制御

(産総研) ○ (正) 西岡将輝*, 佐藤 剛一, 葛西 真琴, 東 英生, 夏井 真由美, 鈴木 敏重, 野口 多紀郎, 和久井 喜人, 井上 朋也, 濱川 聡, 水上 富士夫

1. はじめに

オンサイトにおける高純度水素の分離製造は、家庭用燃料電池への供給用途等において重要である。家庭用など小規模燃料電池システムでは、一日の間に装置の立上げ停止を繰り返すDSS(Daily Startup and Shut down)運転が要求され、立上げ時間の短縮とシステムの耐久性の両立が望まれている。本研究では耐久性を付与したパラジウム(Pd)水素透過膜をマイクロ波技術による高速加熱することで、DSS 運転に適した水素分離システムの構築を試みた。水素分離膜に用いるパラジウム膜は金属膜であり、電磁波を反射するためマイクロ波加熱は困難とされている。そこで、パラジウム金属膜をマイクロ波で加熱する技術の開発を行い、パラジウム薄膜の急速昇温特性の取得し水素供給量をマイクロ波出力による調整する技術の検証を行った。

2. パラジウム金属薄膜のマイクロ波照射技術

金属であるパラジウムは電磁波を反射するためマイクロ波による誘電加熱は難しい。そこで、マイクロ波の持つ磁場により金属表面に誘起される電流によるジュール損による加熱を試みた。チューブ状のパラジウム膜表面に均一な磁界が形成されるよう、同軸モードの定在波が形成できる2重円筒型の共振空洞を設計した。Fig. 1に設計した共振空洞内の次回分布を示すが、パラジウム薄膜チューブ表面の磁界強度が最大となることわかる。

3. マイクロ波による水素透過量制御

プロトタイプ装置構成図を Fig. 3 に示す。マイクロ波照射キャビティはアルミニウム製で、Pd 膜チューブを中央に O リングで固定する。マイクロ波発生器とキャビティは同軸ケーブルにより配線している。マイクロ波の発生には、半導体素子を利用した広帯域発振器(コーナン電子製、周波数 2.3~2.7GHz、最大出力 100W)を製作し、周波数の微調整を可能にした。このため電磁界モニター、温度モニターの解析結果をフィードバックして、出力と周波数を適切に制御することによって安定に定在波を発生させることが出来る。これらの制御系はワンボックスに納め、タッチパネル操作によって簡便に操作できるようにしたものを(株)IDX と共同開発した。

水素分離実証試験は、膜チューブの内側から外側に水素を透過させることを行い、室温から 600K の範囲で実行した。水素流量は 200 ml/min (100 kPa 加圧)とした。Fig. 2(a)はマイクロ波出力と温度および水素透過量の関係を示した結果である。マイクロ波出力に応じて膜温度が変化し、併せて水素透過量も変化していることから、本装置の動作が確認できた。電

気炉を用いて同様の実験を行った結果を Fig. 2(b)に示す。電気炉で温度設定値を変化させても膜温度の変化は遅く水素透過量の応答速度も遅いことがわかる。

4. まとめ

- ・ 高耐久性パラジウム水素透過膜を作成した
- ・ 金属製のパラジウム膜に対するマイクロ波加熱技術を確立した
- ・ パラジウム水素分離膜の水素透過量をマイクロ波加熱により高速に制御可能となった。

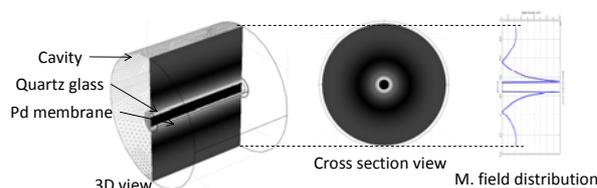


Fig. 1 Magnetic field intensity around the tube-type Pd membrane.

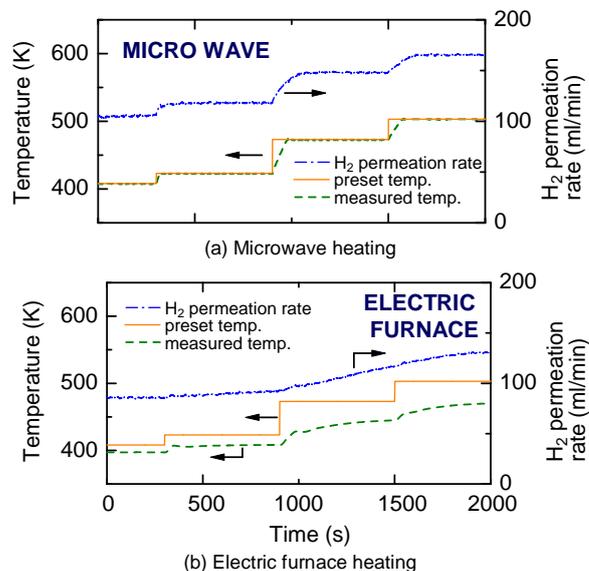


Fig. 2 Time profile of palladium surface temperature and hydrogen permeation rate, microwave power

【参考文献】

- 1) D. Tanaka, et al., Adv. Mater., 18, 630 (2006).
- 2) M. Nishioka, et al., 5th International Symp. on Microwave Science, (2005).
- 3) M. Nishioka, et al., Proc. of 1st Global Congress on Microwave Energy Applications, 835 (2008)

m-nishioka@aist.go.jp