

磁気浮上技術を応用した水素吸蔵量測定装置

～高温域でも精度良く水素の吸蔵・放出・残量が測定可能～

Measuring System for Absorbed Hydrogen Using Magnetic Levitation System

船津 常正 (T. Funatsu)

(有)テクノシステム, 大阪府高槻市唐崎中3丁目1-1 (〒569-0832)

Techno System Corporation

概要

最近の水素吸蔵合金の研究対象は、300℃以上の温度域で動作するマグネシウム合金からさらに高温領域での測定が必要とされるリチウム化合物あるいはカーボンナノチューブへと移り、従来のボイル・シャルルの法則を利用したいわゆるジューベツ装置では対応しにくいものになってきている。そこで当社は水素の压力容器中で磁気浮上された試料容器中の水素吸蔵合金の重量変化を外部の電子天秤で高精度に測定することで、水素吸蔵量を高温領域でも精度良く測定できる装置を開発した。

特長

- 対流の影響を避け試料の装着を容易にするため試料容器を最上部に配置したユニークな磁気浮上系を採用した。
- 磁気浮上の剛性が小さいので電子秤の最小表示目盛(0.1 mg)まで安定して表示可能である。
- 試料中の水素重量を常時モニターできるので吸蔵量や放出量だけでなく結晶性水素化物の状態で残留している水素の量が検出できる。
- 吸蔵・放出圧力を設定する方式なので万一バルブからの微量な漏れがあっても測定結果に影響しない。
- 試料容器全体をヒーター加熱する方式なので高温時でも室温に影響されない。
- 測定条件 (試料重量 ~10 g, 最高設定温度 400℃, 設定圧力 0~3.5 MPa, 最小表示重量 0.1 mg)
- パソコン制御により完全な自動計測を実現した。

技術・装置の構成

例えば 2g の Mg_2Ni は 2MPa, 310℃ で約 3.3%, 66mg の水素を吸蔵する。一方装置で使用した電子秤の最小秤量値は 0.1 mg であり安定な浮上状態を実現できればかなりの精度で水素吸蔵量を測定できることになる。加熱ヒーターと試料部を最上部に持つて来ることにより浮力・対流の影響も最小限に押さえられる。また浮上のための電磁石・永久磁石・構成部品類・水素吸蔵合金・吸蔵水素量を一括して測る方式であるために秤量対象をできるだけ軽く、簡易にする必要がある。以上の条件に対して最適と思われる 1 軸制御、永久磁石反発形の浮上方式を採用した。永久磁石形状・位置関係の決定のため永久磁石間吸引反発力計算プログラムを開発し永久磁石の形状を設計した。

本装置で使用しているネオジウム磁石も一種の水素吸蔵合金でありそのままでは高圧水素雰囲気中では使えない。そのため特殊なシール方式を開発した。高圧水素雰囲気中では浮上体に働く浮力・対流誤差は相当な値になる。真空域~3.5 MPa, 25~400℃ の範囲で浮力・対流補正を行うため応答曲面法による補正式を作成しプログラム化することで浮力・対流誤差を ±1 mg 程度に押さえることが可能になった。測定時に試料は浮上していて直接内部の温度を測れない。そこで圧力・試料温度に対して必要な加熱設定温度も応答曲面法により求めることで試料内部の温度設定誤差 ±3℃ 以内を実現した。

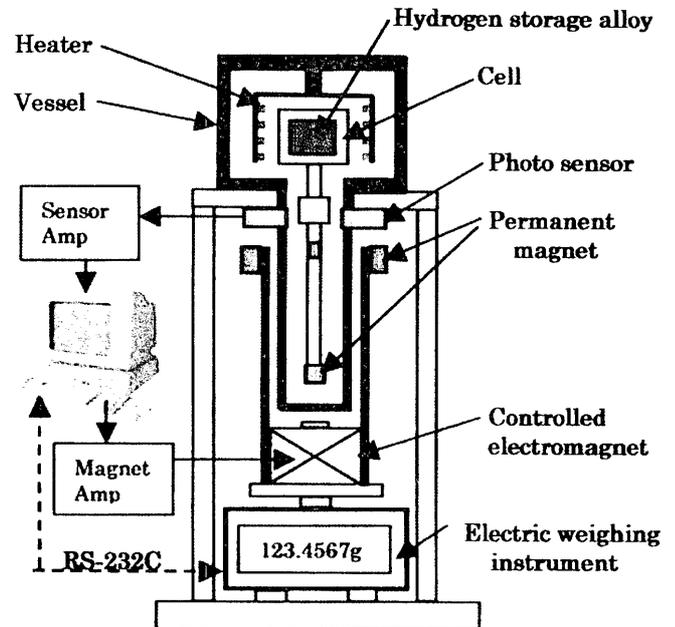


Fig. 1 System Configuration

測定例

本装置で測定した水素吸蔵合金 Mg_2Ni の PCT (Pressure-Composition-Temperature) 線図例を Fig. 2 に示す。

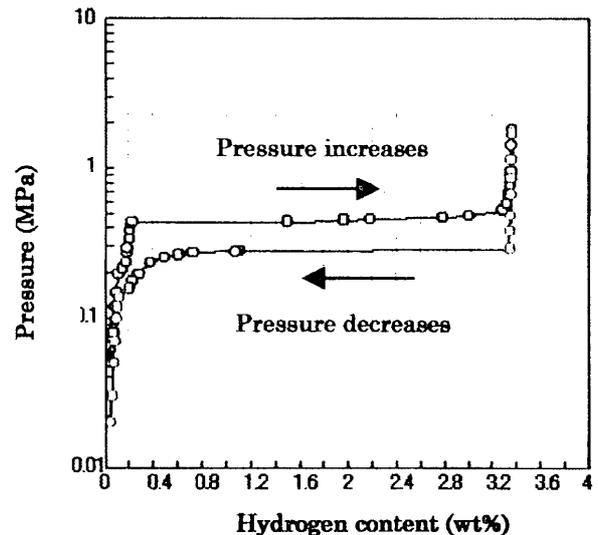


Fig. 2 PCT diagram of Mg_2Ni at 310°C

謝辞 磁気浮上技術に関してご指導頂いた金沢大学自然計測応用研究センターの山田外史教授に感謝致します。

関連文献 大野, 東, 井上, 山田, 岩原 第 10 回 MGDA コンファレンス PS1-9 (2001)。

関連特許 特開 2003-307451, 特願 2003-398131, 特願 2004-90527