

プロトン多段エネルギー照射による水素吸蔵合金の表面改質

Surface Modification of Hydrogen Storage Alloy by Multiplex Proton Beam Irradiation

原子力機構¹, 東海大院応理², 東海大工³ ○阿部 浩之¹, 森山 和広²,
徳平 真之介³, 内田 裕久³, 大島 武¹

Japan Atomic Energy Agency¹, Grad. Sch. of Eng. Tokai Univ.², Sch. of Eng. Tokai Univ.³,
○Hiroshi Abe¹, Kazuhiro Moriyama², Shin-nosuke Tokuhira³, Hirohisa Uchida³, Takeshi Ohshima¹
E-mail: abe.hiroshi10@jaea.go.jp

1. はじめに

水素吸蔵材料の特に材料表面構造をイオン照射によって、材料表面改質させることで水素吸蔵能の向上を図る。水素吸蔵能の向上とは、最大吸蔵量や吸蔵・放出速度、あるいは吸放出時の環境状況(圧力・温度・媒質など)の改善等を意味する¹⁾。本研究では初期の水素吸蔵反応速度について調べた。サンプルはMHバッテリー(ハイブリットカーのバッテリーや既市販されている蓄電池等)の負極材として実際に利用されている材料を使用した。今までイオン照射を用いた研究では、単色のビーム照射について水素吸蔵初期反応速度との相関を調べてきた²⁻⁴⁾。本研究ではプロトンビームについて、いくつかのエネルギーを吸蔵材料に多段的に照射、その後水素吸蔵初期反応速度を測定し、従来の単色での照射結果との比較を行った。単色での照射では、材料表面近傍に照射により欠陥を生成させることで、水素吸収の際、その侵入水素の核成長を促進させている事が分かっており、照射エネルギーや照射量により未照射と比較した場合、照射サンプルの水素吸蔵能の向上がみられた。

2. 実験

水素吸蔵合金 AB5 型、 $\text{MmNi}_{3.48}\text{Co}_{0.73}\text{Mn}_{0.45}\text{Al}_{0.34}$ ($\text{Mm} = \text{La}_{0.35}\text{Ce}_{0.65}$)合金ペレット(12 mmφ x 2 mm 厚)に対して 30, 100, 350 keV プロトンビームを順次照射した(原子力機構TIARA400 kV イオン注入装置)。その時の照射量は $5\text{E}15\text{cm}^{-2}$ である。その後照射サンプルは水素吸蔵実験を実施し 120 分の吸蔵と放出を繰り返し行い、合金中に吸蔵された水素量(H/M)により初期の水素吸蔵反応速度測定を実施した。一方、各エネルギーレンジでの単色プロトン照射実験についても、30, 100, 350 keV のエネルギーをそれぞれのサンプルに照射し、同様に水素吸蔵実験を実施し、初期反応速度測定を行った。

3. 結果と考察

図 1 に各プロトン照射サンプルにおける水素吸蔵合金の吸蔵曲線を示す。縦軸は合金中の水素濃度 H/M を示し、横軸には吸蔵時間を示す。単色プロトンビーム照射(30 keV: ■, 100 keV: ◆, 350 keV: ▲)は初期吸蔵反応に対して、30, 100, 350 keV 照射はそれぞれ 120 分時点での H/M 値 0.23, 0.31, 0.39 であり、エネルギー依存性(30 keV<100 keV<350 keV)が見られる。

一方 30-350 keV: ●の曲線は、単色照射の場合よりも更に初期吸蔵反応が速く、同時点での H/M 値は 0.51 を示し、単色照射に比べ、1.3 ~ 2.2 倍の効果が大きい事が分かった。単色照射では欠陥導入はサンプル表面から深さ方向にピンポイントに欠陥導入でき、その効果は表面からの侵入水素の核成長を促進させる。さらに高エネルギー照射の場合、イオンの飛程も長いので、サンプルの水素吸蔵固溶相レベルの領域にまで欠陥層を生成させるので、高い吸蔵量を示した。

多段照射の場合は、サンプル表面層から深層にまで均一に欠陥を形成させ、かつ上述同様に、高エネルギー成分は固溶相領域にも欠陥層を形成するので、多段照射における多重効果が得られたと考えられ、水素吸蔵初期反応において、で急速な吸蔵を示す結果となった。

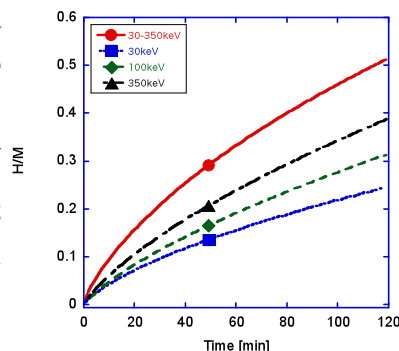


図 1 各エネルギープロトン照射と多段照射による水素吸蔵曲線

参考文献

- [1] H. Uchida, Int. J. Hydrogen Energy, 24 (1999) 861.
- [2] H. Abe et al., Nucl. Inst. Meth. B 206 (2003) 224.
- [3] H. Abe et al., J. Alloys Comp., 404-406 (2005) 288.
- [4] H. Abe et al., Trans. Mat. Res. Soc. Jpn., 36 (1) (2011) 133.