

平成 26 年度採択研究代表者

西村 睦

物質・材料研究機構 エネルギー・環境材料研究拠点
副拠点長

バナジウム系合金膜による次世代エネルギーキャリアからの
革新的水素分離・精製基盤技術の創出

§ 1. 研究成果の概要

1. 研究の概要

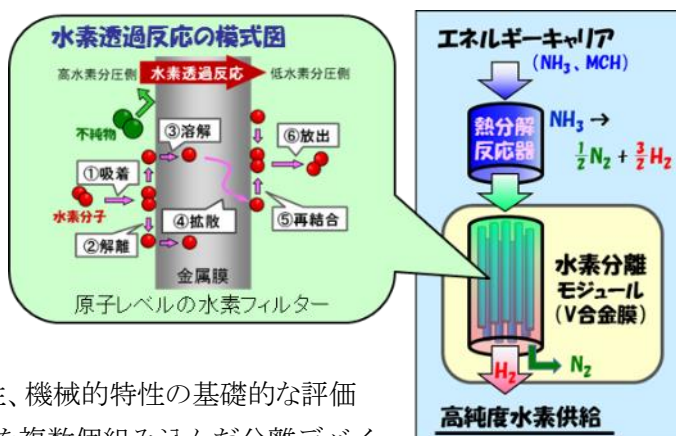
アンモニアやメチルシクロヘキサン等のエネルギーキャリアからの水素分離・精製に、世界で初めてバナジウム系合金膜を適用し、水素分離デバイスを試作する。エネルギーキャリアを含む混合ガス中での V

合金の水素固溶特性、水素透過特性、機械的特性の基礎的な評価から開始して、最終的には V 合金膜を複数個組み込んだ分離デバイスを作製し、高純度水素の製造能力 3Nm³/hr. の水素精製流量を見据えたデバイス実証試験を行う。

物質・材料研究機構、名古屋大学、大分高専、鈴鹿高専、太陽鋳工株式会社の 5 機関が参加し、膜分離の基盤・要素技術を担当するグループと水素分離デバイスを設計・開発・実証するグループが相互に連携して、エネルギーキャリアからの高純度水素精製を目指す。

2. H30 年度の実施概要

前年度までに、中間目標として掲げた 0.5Nm³/hr. を超える水素透過流量を持つ平膜積層型水素分離精製デバイスを実現した。流量においては H.30 年度には、二次側を減圧にすることで、従来の 4 枚積層デバイスにおいても 0.75m³/hr. を超える値を達成できた。しかしながら、デバイスによる水素透過中、主に起動・停止を複数回繰り返した際に、合金分離膜に割れが生じることが明らか



かとなった。H.30 年度はその割れの問題を克服する目的で、種々の取り組みを行った。平膜デバイスにおいては、合金膜にあらかじめプレス加工を行うことで繰り返しへの耐久性が向上するという指針が得られた。このプレス加工に関しては、応力解析と塑性加工のシミュレーションの結果からも効果は確認されている。それらシミュレーション担当者と密に議論を行いつつ、今後はプレス後の形状の最適化を図り、課題解決に挑む。パイプ形状の分離管についても、SUS とかしめる箇所でも割れが生じてしまうことが明らかとなった。こちらは分離管の直径を最適化することで割れが軽減するという指針が得られたので、今後は同様に課題解決を図り、複数のパイプを備えた水素分離デバイスを作成し、大流量での特性評価を行う。

もう一つの耐久性、V 合金基板と Pd 触媒層との相互拡散による性能劣化に関しては、Pd 被覆層を Pd 二元合金とすることで、寿命が大幅に伸びることを明らかにした。さらに水素分離膜の構造解析において、バナジウム合金基板の結晶方位が、Pd 触媒層の劣化に大きく関与すること、結晶方位をある特定方位に揃えることで、劣化を抑制できる可能性があることを明らかにした。

【代表的な原著論文】

1. H.Yukawa, A.Suzuki and T.Nambu, Alloying Effects of Sn and Ru on Formation Temperatures of Vanadium Hydride, V₂H, Int'l J. Hydrogen Energy, 2019.
(Submitted)
2. Takayuki Yamada, Eiji Abe, Chihiro Osawa, Nobuki Yukawa, "Prediction on microstructure and mechanical properties of hot forged Ni-based super alloy by optimization using genetic algorithms", Procedia Manufacturing, vol. 15, pp.356-363, 2018

§ 2. 研究実施体制

(1)「物質・材料研究機構」グループ

- ① 研究代表者:西村 睦 (物質・材料研究機構 経営企画部門、部門長／エネルギー・環境材料研究拠点、副拠点長・水素製造材料グループリーダー)
- ② 研究項目
 - V合金の応力緩和と表面観察
 - ・水素分離デバイス中での応力緩和の検討
 - 1) V合金の疲労試験のパラメータ検討とレーザー溶接した試験の引張試験
 - ・水素透過膜表面のその場 XPS
 - 2) トルエンを含む水素中で水素透過したV合金膜表面の XPS

(2)「名古屋大学」グループ

- ① 主たる共同研究者:湯川 宏 (名古屋大学大学院工学研究科、助教)
- ② 研究項目
 - V合金の水素化特性評価と最適設計
 - 1) アンモニア分解模擬混合ガス中での水素化特性の評価
 - 2) 水素分離合金の最適設計

(3)「大分工業高等専門学校」グループ

- ① 主たる共同研究者:松本 佳久 (大分工業高等専門学校機械工学科、教授)
- ② 研究項目
 - V合金の機械的特性評価と応力解析
 - ・模擬ガス中での設計合金の機械的特性の定量評価
 - ・実証モジュールの応力解析

(4)「鈴鹿工業高等専門学校」グループ

- ① 主たる共同研究者:南部 智憲 (鈴鹿工業高等専門学校材料工学科、教授)
- ② 研究項目
 - V合金の水素分離性能評価と構造解析
 - ・模擬ガスによる水素分離性能の定量評価
 - ・分離膜の構造解析

(5)「太陽鋳工(株)」グループ

- ① 主たる共同研究者:吉永 英雄 (太陽鋳工(株)赤穂研究所、所長)
- ② 研究項目
 - ・大容量モジュールの試作と評価