

## 水素のみを分離する新たな金属膜

金属原子の間隙を利用した究極の「原子ふるい」。それは、パラジウムで作られた水素分離膜として既に高純度水素の製造に用いられている。近年は、燃料電池に必要な水素の製造プロセスへの応用も検討されているが、パラジウムが金や白金と変わらぬ高価な貴金属であることが民生分野への応用拡大を妨げている。そのため、非パラジウム系金属膜としてバナジウムやタンタルといった金属膜が20年以上前から研究されている。しかし、水素を供給した際に割れを生じて水素分離機能を失ってしまうことや、加工が難しく薄膜化にコストがかかることから未だ実用化に至っていない。

一方、アモルファス(非晶質)合金は機械的強度に優れていることが知られており、水素に触れてもある程度の強度を維持できるのではないかと期待できる。しかも、液体急冷法を用いることで、分離膜として使える厚さ数10 $\mu\text{m}$ のアモルファス合金膜を効率よく生産することが可能である。従って、水素透過膜として使える安価な合金さえ見いだすことができれば、コスト的に有利であり実用化の可能性があると考えられる。しかし、アモルファス合金に期待できるこのような特長を活かした水素透過膜はそれまで例がなかった。

そこで、我々は非パラジウム系アモルファス

合金に絞って合金探索を進めるとともに、それに適した試験方法について検討を重ねてきた。その結果、ジルコニウム(Zr)とニッケル(Ni)を主成分とするアモルファス $\text{Zr}_{36}\text{Ni}_{64}$ 合金膜が水素雰囲気中でも優れた機械的強度を維持し、かつ200 $^{\circ}\text{C}$ 以上の温度において実用レベルの水素透過能(数 $\text{mL}/\text{cm}^2\text{min}$ )を発揮することを見出した(図)。その後、東北大学と三菱マテリアル(株)との共同研究により $\text{Zr}_{60}\text{Ni}_{18}\text{Al}_{15}\text{Cu}_{15}\text{Co}_2$ を初めとするZr系金属ガラス合金でパラジウム膜に匹敵する透過特性をもつ材料も開発した。

平成15年度からは地域新生コンソーシアム研究開発事業において、非パラジウム系では例を見ない0.5 $\text{Nm}^3/\text{h}$ 級水素製造システムの構築を目指した研究開発を進めている。既に、50mm幅で30mを越えるアモルファス合金膜の作製に成功し(写真)、これを用いたCOやCO $_2$ を含む混合ガスからの水素分離にも成功している。また、アモルファス合金は高温での安定性が低いと見られがちであるが、アモルファス $\text{Zr}_{36}\text{Ni}_{64}$ は250 $^{\circ}\text{C}$ の大気雰囲気中に17,000時間保持した後も結晶化せず、高い靱性を維持していることもわかってきた。この他、100時間を越える性能試験や、0.8 MPaもの高圧水素からの水素透過でも成果を上げており、実用化に向けて着実に前進している。

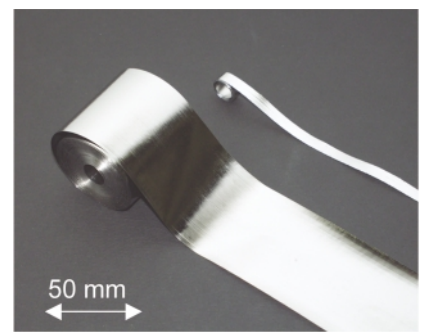
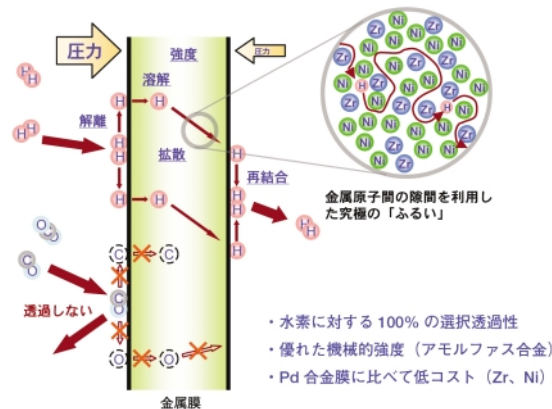


図 アモルファス合金膜による水素分離の原理

写真 液体急冷法で作製したアモルファス合金膜



はら しげき  
原 重樹  
s.hara@aist.go.jp  
環境調和技術研究部門

#### 関連情報

- 共同研究先: 宇都宮大学工学部, 東北大学金属材料研究所, 三菱マテリアル(株)非鉄材料技術研究所, 三菱化工機(株), (財)金属系材料研究開発センター
- S. Hara, K. Sakaki, N. Itoh, H.-M. Kimura, A. Inoue: J. Membrane Sci., Vol.164, 289-294 (2000).
- S. Hara, K. Sakaki, N. Itoh: US Patent 6,478,853 (2002).