

## 学位論文内容の要旨

固体高分子型の燃料電池が広く普及するには、燃料である高純度水素を低コストで大量生産する技術の開発が不可欠である。水素透過合金を組み込んだメンブレンリフォーマにより上記が達成されると期待されるが、そのためにはパラジウムに代わる安価で高性能な水素透過合金の開発が特に重要である。橋らはNb-Ti-NiやNb-Ti-Co等のB2金属間化合物とbcc-Nbからなる複相合金で比較的高い水素透過係数と高い耐水素脆化性が両立することを見出した。しかし、これら合金の特性は実用的には未だ不十分で、より高い水素透過係数の合金が切望されている。

本研究では、初晶と共晶のみからなる複相合金で、高い水素透過係数と良好な耐水素脆化性が両立するはずとの観点から、Nb-Ti-NiとNb-Ti-Coにおいて初晶と共晶の組成を結んだ線上の合金を作製し、結晶構造、ミクロ組織、水素雰囲気中における結晶構造変化、および水素透過係数を測定した。その結果、水素透過係数が従来より2-3倍も高い合金を見出すことに成功した。この手法を、NbをVとTaで置き換えた、V-Ti-NiおよびTa-Ti-Ni合金に応用し、同様に2倍程度も水素透過係数の高い合金を見出した。次に、共晶材に比べて初晶材の水素透過係数が1桁以上も高いと見積もられることから、両相がどのように配列すれば、水素透過係数がより高くなるか複合側に基づいて検討した。Nb-Ti-NiやNb-Ti-Co合金は、初晶量の増大につれて水素透過係数は増大するが、データのばらつきも次第に大きくなる。ここで、各合金組成における水素透過係数の最低値を、両相が直列に並んだ場合の複合側の式に当てはめると非常によく合致することが分かった。共晶と初晶が直列型に並んだ場合に、合金全体の水素透過係数が最低になることから、実際の合金は最悪の配列を取っており、組織改善の余地が非常に大きいことが分かった。初晶と共晶が並列型に配列すれば、すなわち水素の透過方向に初晶と共晶が伸びた組織により水素透過係数が高くなると予測し、組織制御の重要性とその指針を明らかにした。

## 論文審査結果の要旨

水素を燃料とする燃料電池が主体となる水素社会を構築する上で、水素の分離・精製に不可欠な水素透過合金の開発がきわめて重要である。本学で開発したNb-Ti-NiやNb-Ti-Co基複相合金が安価な水素透過合金として注目されているが、水素透過係数 $\phi$ がパラジウム合金と同程度なので、 $\phi$ を高くすることが強く望まれる。本研究では、初晶と共晶のみからなる複相合金で、高い $\phi$ と良好な耐水素脆化性が両立するとの組織学的予測に基づき、Nb-Ti-Ni合金に着目した。初晶と共晶を結んだ線上の組成の合金を作製し、 $\phi$ が従来より2-3倍高い合金を開発することに成功した。この手法をV-Ni-Ti, Ta-Ni-TiおよびNb-Ti-Coに適用し、同様に $\phi$ の高い合金を見出した。さらに、初晶と共晶の配列状態と $\phi$ との間の関係を複合則に基づいて解析し、水素の透過方向に初晶が長く伸びた組織で $\phi$ が高くなることを理論的に予測し、実験的に一部裏付けた。

これを要するに、申請者は水素透過係数を高くする合金組成と組織について、実験および理論の両面よりそれぞれ明らかにしたものであり、耐水素脆化性に優れた水素透過合金の開発研究に貢献するところ大なるものがある。

よって、申請者は、北見工業大学博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。