

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（学術）	氏名	GUO FANGQIN
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目			
<p>Critical conditions of degradation during thermochemical hydrogen compression by $V_{20}Ti_{32}Cr_{48}$ alloy</p> <p>($V_{20}Ti_{32}Cr_{48}$ 合金による熱化学水素圧縮中の劣化の臨界条件)</p>			
論文審査担当者			
主査教授	浴野 稔一		
審査委員 教授	荻田 典男		
審査委員 教授	戸田 昭彦		
審査委員 教授	ヴィレヌーヴ 真澄美		
審査委員 教授	市川 貴之		
審査委員 准教授	宮岡 裕樹（自然科学研究支援開発センター）		
審査委員 准教授	ジェイン アンクール（自然科学研究支援開発センター）		
〔論文審査の要旨〕			
<p>近年、地球温暖化の主因である化石燃料に代わる持続可能エネルギーシステムの需要がますます増大している。この状況の中で、自然界や利用時において変動する再生可能なエネルギーを貯蔵・輸送することのできる水素エネルギーの利用は必須となっている。水素は原料として豊富に存在するため安定供給が可能であり、重量エネルギー密度が高い、利用後に水のみを生じ環境に優しい、など様々な利点を持つ。このことから、水素貯蔵に関する研究は水素循環社会の基盤的地位を占めている。鍵となる水素吸蔵合金は、機械的圧縮や液化によるものよりもエネルギー効率の高い水素貯蔵を実現する他、水素吸蔵時に昇温することで機械的な駆動なしで高圧水素を得ることが可能となる。これにより、通常の機械的圧縮に比して振動・騒音を抑制できる新たな技術として捉えられている。一方で、水素吸蔵放出の繰り返しによる材料の劣化や圧縮効率の低下は避けられず、この軽減は自明な課題である。しかし、このための限界条件を見出す系統的な研究は殆んど行われていない。</p> <p>本論文では、典型的な体心立方型固溶体合金 $V_{20}Ti_{32}Cr_{48}$ において、安定した水素吸蔵放出特性を保つ限界条件を明らかにするために行なった研究の成果をまとめている。</p> <p>第一章では、持続可能エネルギーの獲得に水素が果たす重要性に触れ、水素貯蔵に関して述べた上で水素吸蔵合金を概観し、水素の輸送や利用に必須の水素圧縮に関する最新研究動向を紹介している。</p> <p>第二章では、これまでの研究成果を踏まえ $V_{20}Ti_{32}Cr_{48}$ 合金を対象とした根拠を述べるとともに、本研究の目的を掲げている。</p> <p>第三章では、実験の原理と方法を解説している。</p> <p>第四章では、測定結果と解析・考察について述べている。本研究では、この分野において初めて吸蔵水素量を有効なパラメータとして取り入れた。すなわち、$V_{20}Ti_{32}Cr_{48}$ の室温での初期</p>			

吸蔵水素量を 100 % (2.4 重量%に対応)、75 %、50 %、0 % に予め調整した 4 種類の合金を用いた。これらを個別に自作密閉型水素熱圧縮器に封入し、室温からその都度設定した最高温度 (100 - 260 °C) までの温度変化を与えて水素の吸蔵放出を 25 回 (所要 60 - 100 時間) 繰り返す。その後、室温に戻して水素圧力組成等温線測定を行ない、水素吸蔵量を算出した。最高温度 200 °C 以上での繰り返し後の水素吸蔵量の減少率は、初期吸蔵水素量 100 % と 75 % の合金で約 2 割と大きく、50 % と 0 % では微量 (数 %) であった。試料分析の結果、100 % 合金において $VH_{0.81}$ 、 $TiH_{0.66}$ 、Ti 過剰相の析出による相分離が見られた。一方、175 °C 以下では繰り返し後の吸蔵量の低下は小さく、安定した特性を示した。

これらの系統的な実験から、 $V_{20}Ti_{32}Cr_{48}$ 合金における、水素の安定的な熱化学圧縮が可能な初期水素吸蔵量および吸蔵放出繰り返し温度の上限値は、それぞれ 75 % および 200 °C であることが明らかとなった。

最後の第五章では、本論文を総括し、結論を述べている。

本研究では、 $V_{20}Ti_{32}Cr_{48}$ 合金の水素吸蔵放出繰り返し耐久性に関して、良好な熱化学的水素圧縮特性を維持するための初期水素量-温度相図を初めて決定した。ここで確立した手法は他の水素吸蔵合金にも適用することが可能であり、水素圧縮装置の開発にも強力な指針を与えるなど、更なる進展が期待される。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士 (学術) の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考 要旨は、1,500 字以内とする。