

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（学術）	氏名	Selvaraj Suganthamalar
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目			
Investigation of high temperature properties of BCC hydrogen storage alloys (BCC 水素貯蔵合金の高温特性に関する研究)			
論文審査担当者			
主査	教授	荻田 典男	
審査委員	教授	乾 雅祝	
審査委員	教授	浴野 稔一	
審査委員	教授	市川 貴之（工学研究科）	
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）	
審査委員	教授	石川 和宏（金沢大学理工研究域）	
〔論文審査の要旨〕			
<p>様々な用途のエネルギー需要に応え、低コストでかつ持続可能、また信頼性の高いエネルギーシステムの開発が求められている。こうしたシステムは、環境に対して低負荷であることが望ましいが、残念ながら現時点では化石燃料が電力用や輸送用の燃料として世界中で広く利用されている。化石燃料は、利用時に多量の二酸化炭素を排出し、大気汚染や地球温暖化などの環境問題を引き起こす。こうした環境問題解決のために、利用時に水しか発生しない水素が注目されている。特に運輸部門などにおいては大きな効果が期待できる。このため、燃料電池を搭載した自動車に水素を供給するためのステーションに利用できる水素貯蔵材料の開発に、各国がしのぎを削ってきた。こうした中、近年、機械的な駆動無しに、熱のやり取りのみで高圧水素を生成できる水素貯蔵材料を利用した化学的昇圧システムが大きな注目を浴び始めた。</p> <p>本論文は、V-Ti-Cr（バナジウム-チタン-クロム）系 BCC（体心立方）型水素吸蔵合金に焦点を当て、その水素貯蔵特性と昇圧サイクル性能（水素の吸蔵、放出の繰り返しに対する影響）について、系統的な研究を行ったものである。特に、高温高圧下における特性を詳細に調べた結果が示されている。まず、V 含有量の異なる水素吸蔵合金に注目し、サイクル性能とサイクル後の水素吸蔵放出特性を調べた。次に、実用性能に近い特性を示した V 含有量の高い合金に対して、Cr 原子の一部を Nb（ニオブ）、Fe（鉄）、Zr（ジルコニウム）等に置換し、同様に性能評価を行った。結論として Nb に置換した合金が優れた性能を有することを示した。</p> <p>第一章では、水素エネルギー利用技術の意義とこれまでなされてきた水素貯蔵技術に関する文献調査結果、とりわけ固体系の水素貯蔵材料について紹介している。また、水素吸蔵合金の熱力学特性について整理するとともに、こうした熱力学特性に基づく高圧水素発生メカニズムについて詳述している。加えて、今回のターゲット材料である V 系 BCC 合金についても、これまでの研究開発の経緯がまとめられている。</p> <p>第二章では、V 系 BCC 合金の水素吸蔵放出特性を用いた高圧発生技術の開発において、どの</p>			

ような材料性能が必要とされるかについて整理し、本論文で明らかにすべき性能について言及するとともに、その目的を記載している。

第三章では、実験手法とその分析原理について詳細に説明している。

第四章の前半部分では、V含有量の異なる二種類のBCC合金 $V_{20}Ti_{32}Cr_{48}$ と $V_{40}Ti_{21.5}Cr_{38.5}$ について、サイクル性能試験を行い、性能の変化を比較するとともに、その差異が生じる原因について構造特性を中心に議論している。また後半部分では、前半に得られた結果に基づきV含有量の多い $V_{40}Ti_{21.5}Cr_{38.5}$ 合金に着目した。さらに、この組成の合金に対してCrの一部をNb, Fe, Zr等に置換して、その性能の比較を行うとともに、劣化特性への影響を評価した。結果、Nbを置換した $V_{40}Ti_{21.5}Cr_{33.5}Nb_5$ が化学的昇圧を行う上で最も優れた性能を有する材料であることを示している。

最後に第五章では、結言として、本論文のまとめを行うとともに結論を述べている。

本論文では、化学的昇圧システムへの応用を見据え、BCC水素吸蔵合金の高温高压条件における水素貯蔵特性と、サイクル性能を系統的に研究した。この結果は、水素貯蔵材料を利用した化学的昇圧システムの高い実用性を示し、水素を基盤としたエネルギーシステムの実現に大きく貢献する。また、エネルギー利用において生じてきた諸問題の解決にも繋がる。従って、本論文は、学術的な観点のみならず、実用的にも非常に価値がある。

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。