

学位論文及び審査結果の要旨

氏名	後藤 健太		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	工府博甲第517号		
学位授与年月日	平成29年3月24日		
学位授与の根拠	学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項		
学府・専攻名	工学府 機能発現工学 専攻		
学位論文題目	カプセル型水素貯蔵合金アクチュエータの開発とその変形挙動解析 (Development and deformation analysis of capsule-type hydrogen-storage-alloy actuator)		
論文審査委員	主査	横浜国立大学 教授	中尾 航
		横浜国立大学 教授	山本 勲
		横浜国立大学 教授	高橋 宏治
		横浜国立大学 教授	岡崎 慎司
		横浜国立大学 准教授	尾崎 伸吾

論文及び審査結果の要旨

本論文では、水素貯蔵合金アクチュエータの運動特性を調査し、その変形挙動を特徴づける水素貯蔵合金中の水素物質移動を解析することで、物理化学的現象と機械的性質を結びつける水素貯蔵合金変形モデルの構築を行った。また、このモデルをカプセル型水素貯蔵合金アクチュエータに適用し、その運動特性を評価した。本論文は6章から構成されており、各章の概要は以下の通りである。

第1章では、スマート材料を用いたアクチュエータ及び水素貯蔵合金アクチュエータの研究動向について述べ、解決すべき課題と研究目的について述べた。それらを踏まえ、水素貯蔵合金アクチュエータの実用化に向けた課題を明らかにし、本研究の目的と方針について述べた。最後に、本論文の構成を示した。

第 2 章では、カプセル型水素貯蔵合金アクチュエータの提案と水素中での変位測定を行った。水素貯蔵合金とカプセルにそれぞれパラジウム、エポキシ樹脂を用いてカプセル型アクチュエータのサンプルを作製し、水素中での変形挙動を調査した。その結果、水素加圧時に収縮し減圧時に伸長することを確認し、その駆動メカニズムを解明した。

第 3 章では、水素貯蔵合金中の水素拡散について述べた。水素貯蔵合金は水素吸収時の格子膨張によって大きな応力が生じるため、合金中の水素拡散挙動は応力による影響を受ける。さらに、水素吸収量が大きくなると拡散に及ぼす濃度依存性が無視できない。これらの効果を踏まえた拡散方程式の有限要素法による定式化を行い、パラジウム合金円筒中での水素拡散シミュレーションを行った。

第 4 章では、水素貯蔵合金粉末を用いてアクチュエータ特性を評価した。パラジウム粉末をシリンダ内に封入し、水素中で生じる変位を測定し、そのアクチュエータ特性を検討した。変形量は水素濃度にほぼ比例し、相変態が生じるプラトー圧で大きく変化することが明らかになった。一方で、応答速度は水素拡散に必要な時間よりも長時間を要しており、表面状態の改善が必要であることが示唆された。

第 5 章では、カプセル型水素貯蔵合金アクチュエータの運動特性を水素の物質移動と関連付けて評価した。カプセル型水素貯蔵合金アクチュエータをモデルとして、応力及び拡散係数の濃度依存性を考慮した水素拡散シミュレーションを行い、これらの結果を実験結果と比較した。

第 6 章では、各章から得られた成果を要約し、本研究の総括を行った。

以上のことから、水素貯蔵合金の水素貯蔵反応とアクチュエータ特性を連立する新たな技術的意義を有していることから、博士（工学）の学位論文として適切であると判定した。