

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（学術）	氏名	上里裕紀
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目 Electrochemical Properties of Metal-Hydride/Hydrogen-Gas Hybrid Electrode (金属水素化物/水素ハイブリッド電極の電気化学特性)			
論文審査担当者			
主査	教授	小島由継	印
審査委員	教授	鬼丸孝博	印
審査委員	教授	鈴木孝至	印
審査委員	准教授	宮岡裕樹	印
審査委員	工学研究科教授	市川貴之	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>再生可能エネルギーの利用は、世界が化石燃料に頼らずに CO₂ フリーで持続可能な社会を実現するために重要である。変動、局在する再生可能エネルギーを効率的に利用するためには、大容量で高効率、そして資源が豊富なエネルギー貯蔵技術が必要である。二次電池は比較的高いエネルギー密度・効率を有するため、再生可能エネルギーの貯蔵システムとして注目されている。</p> <p>二次電池の中で、ニッケル金属水素化物 (Ni-MH) 電池は電解液として水を用いるため発火リスクが低く幅広い用途で用いられている。Ni-MH 電池の体積エネルギー密度はリチウムイオン電池と同等であるものの重量エネルギー密度が低く、その大容量化には新しいコンセプトが必要であると考えられる。</p> <p>本論文の著者は、重量エネルギー密度の向上が期待できる高解離圧 LaNi₅ 系金属水素化物 (高解離圧 LaNi₅ 系 MH) および高圧水素ガス (高圧 H₂) で構成されるハイブリッド負極 (MH/H₂ 負極) を用いた「ニッケル-金属水素化物/水素 (Ni-MH/H₂) 電池」を提案し、電池用高解離圧水素吸蔵合金や試作電気化学セルの特性評価と解析を目的とした。</p> <p>論文の詳細は以下のとおりである。</p> <p>第1章では、本研究で注目する Ni-MH 電池や種々のエネルギー貯蔵技術、二次電池についてこれまでの研究の背景を述べ、第2章では本研究の目的が記述されている。第3章で試料の調製方法及び実験方法が述べられている。特に、圧力-組成-温度 (PCT) 特性の測定方法や高圧 H₂ 雰囲気下での充放電測定方法が要領良く記述されている。</p> <p>第4章が本論文の骨子であり、実験結果及び考察が詳細に記述されている。</p> <p>プラトー領域における平衡圧 (プラトー圧) が 0.4 MPa 以上の高解離圧 LaNi₅ 系 MH について、その水素吸蔵・放出特性を PCT 特性測定装置で評価、解析した。高解離圧 LaNi₅</p>			

系 MH の重量水素密度は 1.4~1.5 wt% であり、従来の LaNi₅ 系 MH (プラトー圧 : 0.01 MPa, 重量水素密度 : 1.1 wt%) より高くなることがわかった。さらに、各温度における水素解離圧と van't Hoff の式を用いて水素化エンタルピー変化 (ΔH^0) とエントロピー変化 (ΔS^0) を求めた。高解離圧 LaNi₅ 系 MH における ΔH^0 の絶対値は従来の低解離圧 LaNi₅ 系 MH に比べ 5 kJ/mol H₂ 以上小さくなった。また、高解離圧 LaNi₅ 系 MH のエントロピー変化の絶対値は低解離圧 LaNi₅ 系 MH と同程度であり、水素ガスのエントロピーよりもやや小さな値を示した。

高解離圧 LaNi₅ 系 MH と水素ガスを負極、水酸化ニッケルを正極に用いた電気化学セルにおいて、水素ガスが放電に利用され、充電時水素ガスの放出が認められた。理論セル電圧を、 ΔH^0 、 ΔS^0 の値および Nernst の式から算出した。理論セル電圧と平均セル電圧 (充電容量と放電容量が 50% の電圧の平均値) は解離圧の対数に対して直線的に上昇し、それらの傾きは類似していた。一方、平均セル電圧は H₂ 圧に依存せず概ね一定であった。これらから水素吸蔵合金に白金のような触媒作用は無く、充放電時、水素ガスは水素吸蔵合金を通して出入りしているものと考えられた。

第 5 章ではこれまでに得られた結果を総括している。

以上のように本論文の著者は高解離圧 LaNi₅ 系 MH/高圧 H₂ ハイブリッド負極 (MH/H₂ 負極) を用いた「ニッケル-金属水素化物/水素 (Ni-MH/H₂) 電池」を提案し、高解離圧 LaNi₅ 系 MH と試作電気化学セルの特性を評価・解析した。その結果として、水素ガスが充放電に利用されていることを見出し、Ni-MH/H₂ 電池の原理を確立した。

故に、本論文の著者は博士 (学術) の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判断する。

備考 審査の要旨は、1,500 字程度とする。