

戦略的創造研究推進事業(ALCA)
技術領域(蓄電デバイス)
「自律分散型次世代スマートコミュニティ」
課題名「水素／空気二次電池の開発」

終了報告書

研究開発期間 平成24年10月～令和 2年 3月

研究開発代表者:盛満 正嗣
(同志社大学 大学院理工学研究科 教授)

○報告書要約 (和文)

研究開発代表研究者 :同志社大学 教授 盛満正嗣

研究開発課題名 :水素／空気二次電池の開発

1.研究開発の目的

地球規模での低炭素化を実現するためには再生可能エネルギーの利用は不可欠であり、わが国でも太陽光発電を中心とする再エネ利用が図られている。本研究開発はこのような再エネ利用を促進して低炭素化に貢献するため、再エネで発電した電力を貯蔵し、需要に応じて供給する蓄電デバイスとして水素／空気二次電池の開発を目的とした。この二次電池は水系の空気二次電池であり、既存の二次電池に比べて高い体積エネルギー密度が期待できるとともに、可燃性物質を使用しないことから、安全・安心と優れた蓄電性能を両立することが可能である。したがって、小規模から大規模までの定置用蓄電システムへ応用することにより、社会の様々な規模での蓄電システムに対して広く普及することが期待できる。

2.研究開発の概要

(1)内容:水素／空気二次電池は、正極にガス拡散型空気極、負極に水素吸蔵合金、電解液にアルカリ性水溶液を用いる水系空気二次電池であり、本研究開発では優れた蓄電性能と安全性の両立を目指して、負極、正極、電池のそれぞれに対する課題を設定し、プロジェクト開始時から産学連携を行い、プロジェクト期間全体で計6機関が協働して研究開発を行った。正極の課題は二元酸素触媒とこれを用いる正極(空気極)の開発であり、同志社大学、大分大学、東洋アルミニウム(株)が担当した。負極の課題は高容量密度化と高サイクル特性の実現であり、FDK(株)、トヨタ自動車(株)、日本重化学工業(株)が開発した。二次電池はラボスケールのセルは同志社大学が、実用化へ向けたセルの開発はFDK(株)が実施した。

(2)成果: 正極の二元酸素触媒として複合酸化物ナノ粒子を合成する手法を開発し、酸素触媒としては初めて酸素還元と酸素発生の Tafel 勾配をいずれも 40mV/dec 程度まで低下させることに成功し、これによって正極の過電圧が大幅に低減された。また、正極の作製方法として LTRP 法や PDL 法を開発し、最大 500mA/cm² までの作動が可能であることを示した。負極では水素吸蔵合金とこれを用いた負極について高容量密度化を行い、水素吸蔵合金負極の体積当たりの容量密度として 2000Ah/L を達成した。電池では開放型・ラミネート型・アクティブ型の各セルを開発し、水素／空気二次電池として世界で初めて 897Wh/L の高エネルギー密度を達成した。

(3)今後の展開:本研究開発の成果は、環境省 2019 年度 CO₂ 排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業への採択につながり、課題名「再エネ普及拡大へ向けた水素/空気二次電池(HAB)および蓄電システムの技術開発・実証」として 2022 年 3 月までの予定で実証試験を行う予定である。その中で 2kWh モジュールの作製と特性評価を行い、プロジェクト期間終了後の 2022 年度後半から定置用蓄電システムとしての商品化を目指す。

○Report summary (English)

Principal Investigator: Prof. Masatsugu MORIMITSU, Doshisha University

R & D title: Research & Development of Metal Hydride/Air Secondary Battery

1. Purpose of R & D

The use of renewable energy is necessary to achieve “Low Carbon Society” on a global scale and is promoted in Japan mainly with solar power generation. This project aimed to expand such utilization and to contribute significantly to low carbon emission with the development of a metal hydride/air secondary battery (HAB) as an energy storage device that stores the electricity generated by renewable energy and supplies it on demand. HAB is a water-based rechargeable air battery that can be expected to have a higher volumetric energy density than other secondary batteries. Since no flammable materials are used for the components, both safety and high energy density are expected. HAB can be widely used in society by application from small- to large-scale stationary power storage systems.

2. Outline of R & D

(1) Contents: HAB uses a hydrogen storage alloy for the negative electrode, a gas diffusion-type air electrode for the positive electrode, and an alkaline aqueous solution as the electrolyte, and this project has been carried out from the start by collaboration of total six institutions, two universities and four companies, and set some issues on each of the negative electrode, positive electrode, and battery to achieve safety and high storage performance together. The development of the positive electrode was related to a bi-functional oxygen catalyst and an air electrode, which was in charge of Doshisha University, Oita University, and Toyo Aluminum. The challenge for the negative electrode was to achieve high capacity density and high cycling performance, which were developed by FDK, Toyota Motor, and Japan Metals & Chemicals. For battery performance, lab-scale cells were developed by Doshisha University and FDK carried out the development of cells for practical uses.

(2) Achievements: We developed a method for synthesizing composite oxide nanoparticles as a bi-functional oxygen catalyst for the positive electrode, and the developed oxygen catalyst achieved the reduction of Tafel slope for both oxygen reduction and oxygen evolution to ca. 40 mV/dec, resulting in a significant decrease in polarization of the air electrode prepared by LTRP (low temperature roll press) method or PDL (painting, drying, layering) method, which had been also developed in this project so as to be possible to operate at up to 500 mA/cm². Hydrogen storage alloys specialized for HAB and the negative electrode using it were made to have a high capacity density, which finally reached a volumetric capacity density of 2000 Ah/L. Using these technologies, different types of HAB, *i.e.*, open, laminated, and active cells, were developed and a high energy density of 897 Wh/L was demonstrated first in the world.

(3) Future developments: The results of this project led to the adoption by Low Carbon Technology Research and Development Program in 2019 of the Ministry of the Environment, of which the title is “Development and Demonstration of Metal Hydride/Air Secondary Battery (HAB) and Energy Storage System for Expansion of Renewable Energy Use” and will be conducted by March 2022. In the new project, we will manufacture a 2kWh battery module and evaluate its performance and aim to commercialize HAB energy storage system from the latter half of FY2022 after the project period ends.