

高電圧リチウムイオン二次電池の劣化に関する研究

工学研究科 電気物性工学専攻

なかむらたつや
○教授 中村龍哉

キーワード

リチウムイオン二次電池, 高電圧正極, 高結晶性正極,
サイクル特性

研究概要

地球環境・資源に関する問題を解決するため、エネルギー、なかでも再生可能エネルギーの有効活用が有益である。これを実現するためのキーテクノロジーが蓄電システムの構築であり、高エネルギー密度、高入出特性、長寿命、高安全性を兼ね備えた電池がその基本要素である。本研究は、種々の電池の中でもこれらの特性に優れたリチウムイオン二次電池に関するものであり、正極材料に注目し、特に高電圧・高結晶性の正極材料を用いた二次電池に関するものである。ここでは、この高電圧正極を異なった負極と組み合わせた二次電池の特性、特に充放電サイクルに伴う電池特性の劣化について研究した結果を議論する。(1) 金属リチウム負極と組み合わせた電池では、充放電サイクルが進行すると、電池の分極が大きくなり、電池性能が低下することが認められた。しかし、充放電サイクル後の正極においては、結晶学的な変化はなく、このサイクル後の正極を新たな金属リチウムを用いて電池を再構築すると、電池特性は初期のものと同様で変わっていないことが認められた。即ち、電池劣化の原因は金属リチウム負極にあることがわかった。(2) MCMB グラファイト負極と組み合わせた電池では、電池の分極は変化しないものの、顕著な電池容量の劣化が認められた。充放電サイクル後の正極および負極の結晶学的な変化は見られなかったが、充放電プロファイルの変化から、可動のリチウムイオンがグラファイト負極表面での SEI 膜にトラップされることが劣化の要因であることがわかった。(3) $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 負極と組み合わせた電池では、電池の分極は変化せず、電池容量の劣化も認められなかった。充放電サイクル後の正極および負極の結晶学的な変化も見られなかった。即ち、この $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 負極と組み合わせた電池において最も長寿命な電池が達成できることがわかった。

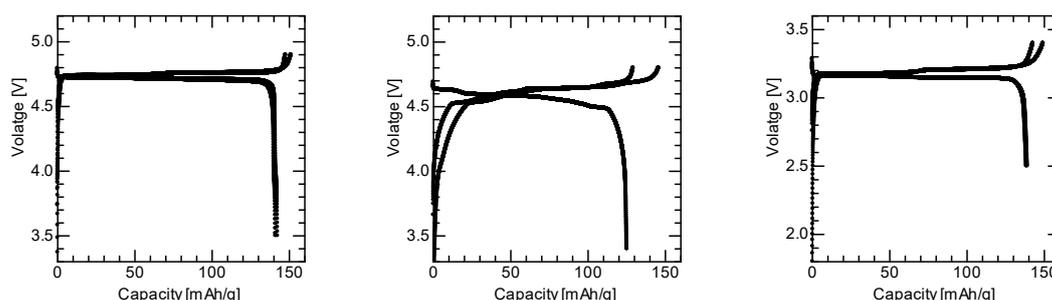


図 1. 金属リチウム負極, MCMB グラファイト負極, $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 負極と組み合わせた二次電池の初期充放電曲線

アピールポイント

ここで用いている高電圧・高結晶性の正極材料は本学で既に特許を取得している材料である。さらには、本学で現在研究が進んでいるイオン性液体、酸化物型全固体電池などの材料・技術と組み合わせることで、高エネルギー密度、高入出特性、長寿命、高安全性を兼ね備えた電池の実現を目指す。これを実現して SDG's に貢献することができる。また、本研究は 2022 年 7 月に第 23 回固体イオニクス（国際会議、ボストン）にて発表。