

電気化学的特性評価と解体分析によるリチウムイオン電池の黒鉛/SiO 複合負極のサイクル劣化原因の解明

加藤 健太郎
形態科学研究部

要 旨 リチウムイオン電池 (LIB) のフルセルを用いた非破壊の電気化学的特性評価から劣化要因を推測、さらに電池を解体して化学分析を実施し、電極劣化状態を定性、かつ定量的な解析に取り組み、当社主催の「第 5 回蓄電池ユースターズミーティング」(2019 年 6 月) にて、黒鉛/SiO 複合負極の劣化解析手法を提案した。本稿では、高容量次世代材料として期待される黒鉛/SiO 複合負極を使用してセルを試作し、サイクル劣化試験後に認められた電池特性変化の評価事例を紹介する。

1. はじめに

LIB は、スマートフォンやタブレット、ノートパソコンの小型モバイル、電気自動車の車載、再生可能エネルギーのための定置など、多用途化を進めながら市場拡大を続けている。

昨今、世界的な環境規制の強化の高まりで、車両電動化の流れが進行、車載用の研究・開発が盛んである。車載用電池には、いくつか課題が挙げられるが、特に航続距離は大きな課題の一つとなっており、高エネルギー密度の材料開発が加速して行われている。

負極では現行の黒鉛系に対して、約 10 倍の理論容量

を持つ Si 合金が優れた材料として期待され、一部で実用化されている。しかしながら、Si は充放電時の体積変化が大きく、粒子の微粉化や導電パス不良が生じ、十分な電池寿命を得ることが困難な状況にある^{1), 2)}。そこで、Si の微粉化を抑制し、充放電サイクル特性を向上させるために、Si ナノクラスターがアモルファス SiO_x 中に分散した構造を有する SiO³⁾ に着目、SiO と黒鉛を混合した負極の研究が盛んとなっている。

充放電サイクル試験により劣化した黒鉛/SiO 複合負極の電気化学的特性を評価、非破壊で劣化要因を推測した後に、電池の解体を伴う各部材の分析を行うことで、従来よりも効率的で効果的な劣化解析が可能となった。

表 1 試作ラミネートセル構成

正極	Li (Ni _{0.6} Co _{0.2} Mn _{0.2}) O ₂ / カーボンブラック / PVdF [94/3/3 (質量%)]
負極	黒鉛 / SiO / CMC / SBR [87/10/1.5/1.5 (質量%)]
溶媒	Ethylene carbonate / Ethyl methyl carbonate / Fluoroethylene carbonate [25/70/5 (容積比)]
電解質	LiPF ₆ (1 mol/L)
添加剤	Vinylene carbonate (VC) 1 質量%
セパレータ	Polyethylene 製微多孔膜
電池容量	640 mAh