

助成対象研究の紹介文

リチウムイオン電池のためのナノ構造負極の開発

物質・材料研究機構 ナノ材料科学環境拠点 NIMS ポスドク研究員
ベカレビッチ ラマン

リチウムイオン電池 (LIB) はその優れた電池特性により、生活に欠かせない物となっている。現在、負極に最もよく使用されるのはグラファイトであるが、その容量は 372 mAh g^{-1} と未だ小さく、電気自動車市場が求める基準を満たすことは出来ていない。そのため、より高い可逆容量、リチウム拡散速度、安全性、及び低コストを備えた他の材料が必要となっている。これらの条件を満たすため、ナノ構造材料が持つ利点 (高表面積、低拡散距離、力学的安定性) を用いることができる。集電体上に直接成長した一次元ナノ構造 (ナノロッド、ナノチューブ) には、電子/イオン輸送特性に大きな異方性が見られ、それは高い電子収集率を可能にする。しかし、ナノ構造負極に適した特性だけではなく、適切な材料を見出すことも重要と言える。例えば、高い電極容量と安全性を有する合金は、リチウム化/脱リチウム化の過程で体積が大きく変化するという難点があり、そのサイクル中に急速な容量低下が生じる。一方で、遷移金属酸化物は、比較的高い容量を持ち、サイクル安定性では合金よりもはるかに優れている。中でも、理論容量が 693 mAh g^{-1} の酸化タングステン (WO_3) は、低コストかつ 5274 mAh cm^{-3} の大容量を合わせ持つことで、他の遷移金属酸化物よりも際立っており、 WO_3 のフィルム、シート及びランダムに整列したナノロッドは、高容量と高サイクル性を有する負極材料として期待されている。本研究では、 WO_3 負極の特性を向上させることを目的とし、垂直方向に並んだナノロッド配列の作製、およびカップエンドとコアシェル構造の合成を行なう。これにより、電極表面積は劇的に増大し、負極容量を増大させることが期待される。また、ナノロッドの幾何学的形状が制御された構造によって、リチウムイオン電池の力学的安定性における体積膨張の影響を最小限に抑え、電池寿命とレート特性を向上させることもできる。

【将来実用化が期待される分野】

提案しているナノ構造を持った遷移金属酸化物負極は、良好な電池寿命を維持しつつ、高出力密度と超高速充放電特性を合わせ持つ、新世代のリチウムイオン電池を作り出す高い可能性を持っている。