修士学位論文等要旨
Abstract of Master's Dissertation or Selected Topical Research

論文提出者 / The person who submits a thesis

専攻名 / Department 工学 専攻
分野名 / Division 水環境・土木工学 分野
学籍番号 / Student ID 19W3004A
氏名 / Name HU DONGRUN

論文等題目 / Title

ナノ Si と CSCNT の複合材料を用いたリチウムイオン二次電池負極特性評価

論文等要旨 (1,000 字以内) / Abstract (Within 1,000 characters in Japanese or 300 words in English)

近年、地球温暖化及び資源不足の課題に世界各国は意識が高まっている。化石燃料を使用せず二酸化炭素を排出しない電気自動車の普及に期待が高まっている。リチウムイオン二次電池 (LIB) は他の二次電池と比較して高電圧、高容量という点から電気自動車の主要な電源である。これまでに LIB 電極材料や構成の改良によって、エネルギー密度は約 2 倍以上にまで向上した。しかし、現在負極材料として使用されている黒鉛の容量は理論容量 (372 mAh/g) にほぼ達しており、更に高容量の新規な負極材料の開発が求められている。

これまで、LIB 用に提案されたさまざまな負極材料において Si ベースの材料は高い理論容量 (4211 mAh/g) を持っている。しかし、Si ベースの材料は充放電時に激しい体積膨張と集電体から活物質剥離の問題がある。

以上のような背景から、その問題の解決策として、カーボンナノチューブ(CSCNT)と Si 粒子を複合させて体積膨張を抑え、充放電に伴う Si 活物質の微粉化や集電体からの剥離を防ぐといった手法が挙げられる。本研究では LIB の更なる高容量化、高サイクル安定性を目指し、ナノサイズの Si と CSCNT を使用して超音波処理で複合材料を作製した。作製時に CSCNT と Si の混合割合を変化させることで CSCNT と Si 複合材料の構造や材料特性、さらに電気化学特性に及ぼす影響を調査し最適な混合割合を検討した。その結果、ナノ Si/CSCNT 複合材料はネットワーク構造を形成したことで Si 体積膨張による集電体からの活物質剥離を抑制したことが確認された。また、ナノ Si/CSCNT 複合材料の Si の割合が高くなると、充放電容量が高くなる。しかし、サイクル安定性が低くなること及び抵抗率が高くなることが確認された。以上の結果から、ナノ Si/CSCNT 複合材料の充放電容量及びサイクル安定性を改善するため、ナノ Si/CSCNT 複合材料をボールミル処理及び熱処理を施した。その結果、ボールミル処理でナノ Si/CSCNT 複合材料は更なる緻密なネットワーク構造を形成するため、充放電容量が向上した。また、熱処理した Si/CSCNT 複合材料のサイクル安定性を向上することが確認された。

以上の結果より、ボールミル処理及び熱処理がナノ Si/CSCNT 複合材料の電気化学特性に与える影響が明らかになった。また、ナノ Si/CSCNT 複合材料は充放電に伴う Si 活物質の微粉化や集電体からの剥離の抑制に成功した。