スパッタリング Si 系ナノ構造薄膜を負極材とした Li イオン電池の特性評価

Characterization of Li-ion batteries with sputtered Si-based nanostructured films as anode materials

○山田 輝也 [1], 羽生 侑真 [1], 林 純希 [1], 永井 健太 [1], 木賀 海青 [1], 内田 儀一郎 [1,2]
（名城大・理工 [1], 名城大・次世代エネルギーセンター[2]）
○T. Yamada[1], Y. Habu[1], J. Hayashi[1], K. Nagai[1], M. Kiga[1], G. Uchida[1,2]
(Fac.Sci & Tech. Meijo Univ[1], Next. Gen. Ene. Inst. Meijo Univ[2])
E-mail: 213427031@ccmailg.meijo-u.ac.jp

はじめに

現在、モバイル機器や電気自動車に実用化されている Li イオン電池の負極材には主にカーボン(C)系材料(理論容量 : 372 mAh/g)が用いられている。C 系材料を用いた Li イオン電池は理論容量に近い値を実現しているものの、モバイル機器の小型・軽量化や使用時間の増加、自動車の長距離走行の実現のためには、さらなる高容量化と高い容量維持率が必要となっている。本研究では、RF マグネトロンスパッタリングを用いて作製した高い理論容量を持つ Si(理論容量 : 4,200 mAh/g)とカーボン材料を複合化させたハイブリッド材料を作製し、それを用いた Li イオン電池の特性を評価した。

実験結果

RF マグネトロンスパッタリングを用いて Si 負極膜を作製した。成膜条件は、プラズマ生成用ガスに He を使用し、圧力をスパッタリングとしては高い 1 Torr と設定した。また、プラズマ生成 RF 電力を 80 W 投入し、Si 薄膜を堆積させた。図 1 にスパッタリング法で作製した Si 薄膜を負極とする Li イオン電池容量の充放電サイクル特性を示す。電池容量が安定した 5 サイクル目以降で 2,500 mAh/g を超える高い容量が得られた。これは従来の C 系材料(約 250 mAh/g)の 10 倍以上高い電池容量である。しかしながら、その後容量は緩やかに低下し、34 サイクル後の放電容量は 1,621 mAh/g となった。

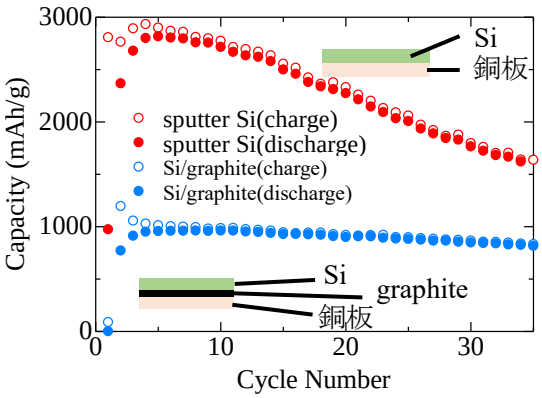

図 1: Si 膜と Si/グラファイト膜を負極とする Li イオン電池の容量充放電サイクル特性

次に、粉体グラファイト膜の上に、高容量 Si スパッタ膜を堆積した Si/C 積層膜を作製した。粉体グラファイト層は、グラファイト 、 導電材、 バインダーの割合を 80 : 5 : 15 (wt%)としたスラリーを作製し、銅電極上への塗布後に焼成して作製した。この Si/グラファイト膜(Si : グラファイト = 1 : 3 wt %)を負極とする Li イオン電池を評価したところ、初期容量 1,100 mAh/g (理論的容量 1,350 mAh/g)が得られ、100 サイクル後の容量は 773 mAh/g となった。今回、高容量 Si スパッタ膜と電極の間にカーボン層を導入することにより、高容量を高サイクル数維持する傾向が得られた。講演では、様々な Si 系材料/C ハイブリッド材料の Li イオン電池の結果についても報告する予定である。

© 2021年 応用物理学会