

次世代 LIB 用負極材料としてのヘリウム誘起ナノ構造を有する 3 次元 Si/C 複合薄膜の開発

Three-dimensional Si/C composite thin films with helium-induced nanostructures for use as anode materials for next-generation LIBs

平松厚之¹、伊庭野健造¹、リハンテ¹、上田良夫¹
Atsushi Hiramatsu¹, Kenzo Ibane¹, Heun Tae Lee¹, Yoshio Ueda¹

1.大阪大学 工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Osaka University

1.Introduction

リチウムイオン電池は高い電圧と高いエネルギー密度を持つことから、パソコンやスマートフォンなどの携帯型電子機器の電源として広く利用されている。また最近では電気自動車 (EV) や災害時のバックアップ電源としても使用され始めている。特に近年注目が集まっている EV は高出力かつ大容量の電池が必要になることから、リチウムイオン電池のさらなる高容量化が求められている。高容量化が期待される負極材料として従来用いられている黒鉛 (LiC_6 の化学組成における容量密度: 370mAh/g) に代わり、シリコン (Si) 負極 ($\text{Li}_{15}\text{Si}_4$ の化学組成における容量密度: 3578mAh/g) が注目されている。[1] しかしながら、Si 負極は充放電時に Li の挿入、脱離により大きな体積変化が生じ、微粉化することによりサイクル寿命が短くなる事が報告されている。また、充放電に伴う合金化/脱合金化プロセスでの Si 負極の機械的破碎によって、急激かつ不可逆的な容量減少および低いクーロン効率が引き起こされることがある。[2] 本研究では、これらの課題に対して、シリコンのナノ粒子化、および、カーボン薄膜とシリコン薄膜の積層構造を形成することで体積変化の問題を解決する事を目的とする。

2.experiment

本研究における薄膜は直径 15mm の SUS 表面上に堆積させた。はじめに RF スパッタリング装置を用いてカーボン薄膜を作成した。成膜時の温度は 700°C とし、6 時間成膜を行った。RF パワーは 80W とした。次に、作成した薄膜上に対して DC スパッタリング装置を用いてシリコン薄膜を作成し、Si/C の積層薄膜を作成した。成膜時の温度は 200°C とし、3 時間成膜を行った。以上の実験に

よってえられた薄膜を SEM および顕微ラマン分光装置を用いて表面状態を観察した。

3.result

図 1 にカーボン薄膜およびシリコン薄膜を SEM 観察した結果を示す。SEM(a) からナノオーダーのカーボン粒子が結晶化していることが確認された。また SEM(b) から 100nm 程度のシリコン粒子が堆積していることが確認された。図 2 にラマン分光分析の結果を示す。ラマンスペクトル (a) からピーク波数 1348cm^{-1} の D-band と 1595cm^{-1} の G-band にピーク分離された微結晶カーボンが形成されていることが示された。また、ラマンスペクトル(b) からアモルファスシリコン由来の 470cm^{-1} のピークが確認され、シリコンがアモルファス化していることが確認出来た。

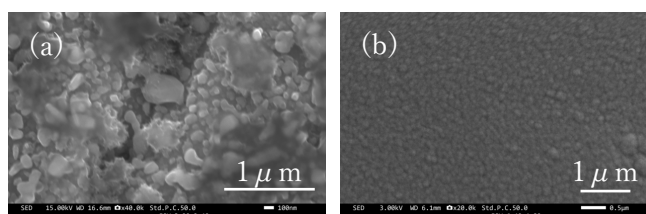


図 1. 薄膜の SEM 画像 (a)カーボン (b)シリコン

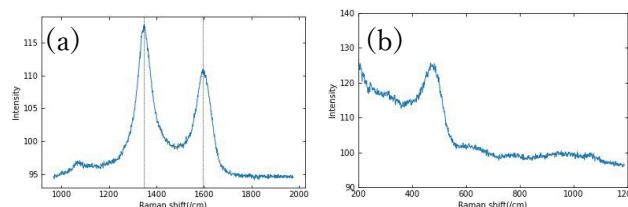


図 2. ラマンスペクトル (a)カーボン (b)シリコン

Reference

- [1] Jeayoung Choi *et al* 2021 *J. Electrochem. Soc.* 168 020521
[2] Hui Xia, Li Lu, G. Geder, *Journal of Alloys and Compounds* 417 (2006) 304-310