

レーザー蒸発による酸化ケイ素ナノワイヤーの形成と

リチウムイオン電池負極材としての性能

Formation of silicon oxide nanowires by laser ablation and their performance as an anode material of a lithium ion battery

三重大院工¹, 阪大超高压電顕センター² ◯櫻井 公人¹, 水越 文一¹, 松井 雅樹¹,
小塩 明¹, 今西 誠之¹, 小林 慶太², 保田 英洋², 小海 文夫¹

Mie Univ.¹, Osaka Univ.², ◯Naoto Sakurai¹, Fumikazu Mizukoshi¹, Masaki Matsui¹,
Akira Koshio¹, Nobuyuki Imanishi¹, Keita Kobayashi², Hidehiro Yasuda², Fumio Kokai¹

E-mail: kokai@chem.mie-u.ac.jp

【はじめに】 リチウムイオン電池の高性能化のために、ケイ素、ゲルマニウム、錫など、様々な物質が負極材料として検討されている。市販されているグラファイト負極(理論容量 372 mAh g⁻¹)に比べて、高い充放電容量が得られているが、充放電時のリチウムとの合金化、脱合金化に伴う大きな体積変動により、良好なサイクル特性が維持できないなどの欠点が生じている。酸化ケイ素では 1000 mAh g⁻¹ 程度の容量を示すことや体積変動が比較的抑えられやすいことが示唆されている。本研究では、レーザー蒸発により触媒フリーで酸化ケイ素ナノワイヤー(NW)を形成し、リチウムイオン電池負極として評価した。

【実験方法】 Si と SiO₂ 粉末を混合し、成型したものをレーザー照射用のターゲットとして用いた。雰囲気ガスの Ar の圧力は 0.1–0.9 MPa とした。連続発振 Nd:YAG レーザーを使用し、室温でレーザー光を照射した(レーザーパワー密度:18 kW cm⁻²、照射時間 2 秒)。得られた生成物を SEM および TEM 等により解析を行った。また CR2025 型コインセルを作製し充放電試験を行った。

【結果と考察】 図 1(a)は Si と SiO₂ を等モル比で混合し作製したターゲットを使用し、Ar ガス圧 0.9 MPa でのレーザー蒸発生成物の SEM 像の例である。観察された NW の直径は 15–60 nm であり、長さは 2 μm 以下であった。NW の割合は約 90 % であり、他に粒子状生成物が存在した。ターゲット中の Si に対する SiO₂ の量や Ar ガス圧に依存して、NW の割合や形状が変化することもわかった。図 1(b)は NW の先端付近の TEM 像であり、球状粒子が先端に存在する様子が観察される。元素分析により NW 部分は SiO_x、先端の球状粒子部分は薄い酸化ケイ素層に覆われたケイ素結晶であることがわかった。図 1 と同じ条件での生成物を電池特性評価の試料とした。図 2 は充放電サイクル特性である。初期放電容量は 2066 mAh g⁻¹、可逆容量は 1286 mAh g⁻¹ であった。90 サイクル後の可逆容量は 1174 mAh g⁻¹ で、初期可逆容量の 90 % 以上の容量を維持している。

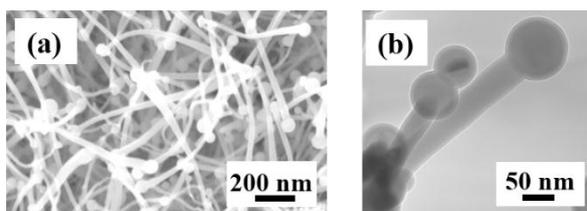


Fig. 1 (a) SEM and (b) TEM images of the product from a 50/50 Si/SiO₂ target at 0.9 MPa.

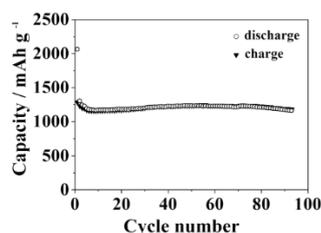


Fig. 2 Cycling performance.