

課題番号 : F-19-UT-0009
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 水平配向単層カーボンナノチューブを用いたリチウムデンドライトの生成と消失の観察
Program Title (English) : Observation of appearance and disappearance of Li dendrite with horizontally aligned single-walled carbon nanotubes
利用者名(日本語) : 小矢野文章¹⁾, 丸山茂夫^{1,2)}
Username (English) : Bunsho Koyano¹⁾, Shigeo Maruyama^{1,2)}
所属名(日本語) : 1) 東京大学工学系研究科, 2) 産業技術総合研究所
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, 2) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
キーワード/Keyword : カーボンナノチューブ, リチウムイオンバッテリー, リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

リチウムイオンバッテリーは高容量かつ軽量であり多くの電子デバイスに利用されている。一方、リチウムデンドライトと呼ばれる樹脂がリチウムイオンバッテリーの放電中に生成され、バッテリー内部の部品を損傷させる可能性があるなど、安全面に問題を抱えている。そのため、実際にバッテリーを設計する際にはリチウムデンドライトの生成を考慮した空間を設ける必要がある。リチウムイオンバッテリーの性能を向上させるためには、リチウムデンドライトの生成を抑制し、より大きな体積のリチウム金属を利用できるようにすることが必要である。先行研究では、カーボンナノチューブ(CNT)紙を用いてリチウムデンドライトの生成を抑制するという実験が行われた[1]。一方、個々のCNTがリチウム金属とどのように反応しているかは明らかではなかった。そこで、本研究では水平配向単層CNTを用いて個々の単層CNTとリチウム金属の反応を観察した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

光リソグラフィ装置 MA-6

【実験方法】

武田 CR にてリソグラフィ装置を用いて水晶基板上にアライメントマーク用のパターンニングを施し、その後当研究室で Ti を蒸着し、その後武田 CR にてアライメントマークに沿って触媒ラインのパターンニングを施し、当研究室で Fe 触媒をライン上に蒸着し、CVD 法によって単層 CNT を合成する。その後ケンブリッジ大学の CR で電極構造のパターンニングを施し、接着層として Ti を使い、Cu の蒸着を行った。その後リチウムイオンバッテリーを作製し、充放電を行いながら光学顕微鏡を用いて単層 CNT 上でのリチウムデンドライトの生成と消失を観察した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

光学顕微鏡を用いて個々の単層 CNT 上でのリチウムデンドライトの生成と消失を観察することに成功した。黒い水平ラインが Fe 触媒および Cu 電極であり、それに垂直に単層 CNT が配向している。放電前の光学顕微鏡像(Fig. 1(a))から、放電後、リチウムデンドライトが単層 CNT 上に生成された(Fig. 1(b))。その後充電をすると大部分のリチウムデンドライトが消失する(Fig. 1(c))。一方、消失しなかったリチウムデンドライトは単層 CNT から切り離され通電しなくなったことが原因と考えられる。このように消失せずに堆積するリチウムデンドライトを減らすことがリチウムイオンバッテリーの性能の向上において重要である。

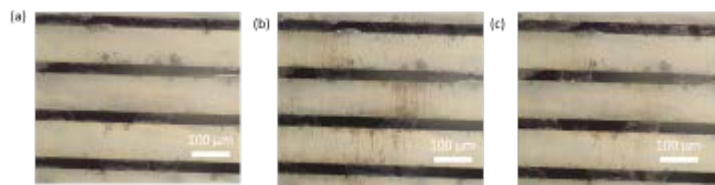


Fig. 1 Optical images of Li ion battery: (a) before discharge cycle; (b) appearance of Li dendrite after discharge cycle; and (c) disappearance of Li dendrite after charge cycle.

4. その他・特記事項(Others)

共同研究者: Michael De Volder (Department of Engineering, University of Cambridge)

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金の助成を受けた。

[1] Z. Sun et al., Adv. Mater. 30, 1800884 (2018)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。