

TiO₂ メソ多孔体へのポリアニリン電着による3次元電池の作製 Fabrication of 3D structured battery by electrochemical deposition of PANi to mesoporous TiO₂

鹿児島大院¹ タカタ株式会社 技術本部²

○ 野見山 輝明¹, 有馬 綾一¹, 有満 智行¹, 税所 健¹, 堀江 雄二¹, 小ヶ口 晃²
Kagoshima Univ.¹, Takata Corp.²

○ T. Nomiya¹, R. Arima¹, T. Arimitsu¹, T. Saisho¹, Y. Horie¹, A. Kokeyuchi²

E-mail: teru@eee.kagoshima-u.ac.jp

【はじめに】更なる蓄電デバイスの普及には、蓄電容量と充放電速度の向上が不可欠である。現在、主流のイオンが電極内に侵入脱離する蓄電池では、Fig. 1(a), (b) のように、容量と速度は、それぞれ「電極の体積」と「電極-電解質界面の面積」に比例するため、これらの両立には構造的な工夫が必要である。そこで Fig. 1(c) のようにセルを空間 (3D) 的に配置した 3 次元電池が提案されている。

一方、我々は TiO₂ メソ多孔体に導電性高分子ポリアニリン (PANi) を電着した TP 電極にて 1) 細孔内壁に数十 nm 厚で高密度 PANi が形成でき、2) これが低い蓄電能を有し、3) TP 複合領域の多孔体中で成長長さ L_P を μm オーダで制御できることを示した。^[1,2] ここでは、多孔体への PANi 電着を利用した 3 次元電池の作製について報告する。

【実験】 Fig. 2(a) のように、まず、(1) 基板上に対向した 2 つの櫛形電極を形成し、(2) その上に TiO₂ 多孔体を形成した。その後、(3) それぞれの櫛形電極を起点に PANi を基板垂直方向に電着で成長させて 3D 構造化した。これにより (4) 電極がない部分には TiO₂ 多孔体のみが残る、これを挟んで対向した TP 電極が得られる。これらに電解質を含浸させ TiO₂ 多孔体をセパレータとした対称型セル (TP | HClO₄(aq) | TP) を形成した。このセルの電極間距離 w_{gp} や TP 部厚さ L_P などの幾何パラメータを変えたときの充放電特性や電気化学的インピーダンスを評価した。さらに、このセルを積層した Fig. 3 のようなモノリシック 3 次元電池を試作した。

【結果と考察】 FTO 透明導電基板をレーザ加工でパターンニングして Fig. 2(d) のように電極間隔 $w_{gp} = 40\ \mu\text{m}$ 程度でアスペクト比 $\gamma_g = L_P/w_{gp} \sim 1$ となる 3 次元構造が得られた。しかしながら、 $\gamma_g \sim 1$ では FTO のレーザ加工の際のガラス面の損傷により PANi の成長にむらが生じ、電極が短絡し蓄電池として機能しなくなった。これより、高い γ_g で蓄電池として機能させるためには、より精緻な 2D パターンの形成が必要であることがわかった。幾何パラメータを変えたときの充放電特性の変化およびモノリシック 3 次元電池の試作については、講演にて述べる。

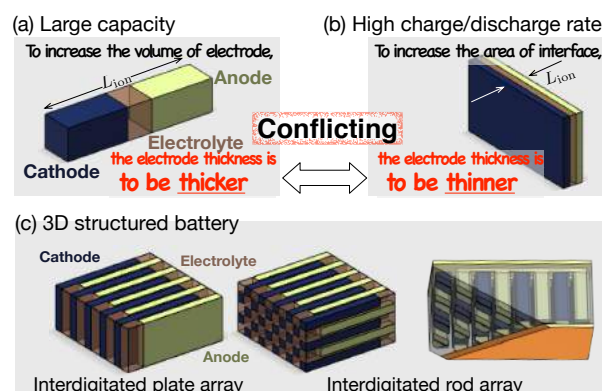


Fig.1 Configurations of ordinary cells and 3D structured batteries.

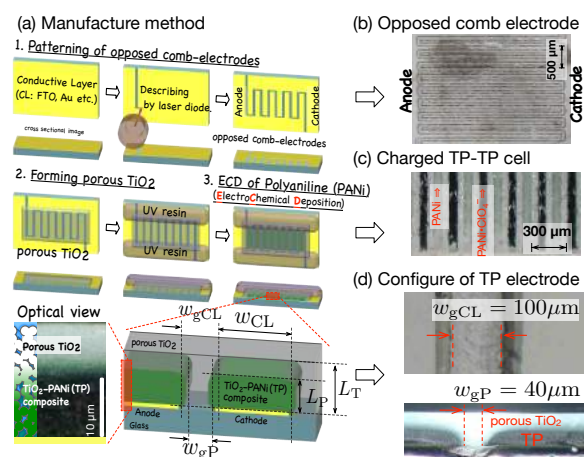


Fig.2 Manufacture method of 3D structured battery by electrochemical deposition of PANi to mesoporous TiO₂ and photographs of the electrode in each process.

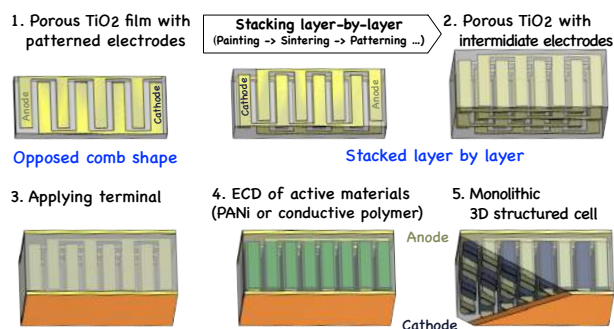


Fig.3 Monolithic 3D structured battery.

【参考文献】 [1] T. Nomiya *et al.*: MRS Proceedings, **1606** (2014) jsapmrs-13-1606-6052. [2] T. Nomiya *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **43** (2015) 071101.