

酸化物半導体と導電性高分子の複合膜を用いた 光で充電できる蓄電池デバイスの開発

Photorechargeable battery using a nano-composite film of oxide semiconductor and conducting polymer

鹿児島大院¹ ○野見山 輝明¹, 前田 大輝¹, 安永 達也¹, 志垣 直也¹, 堀江 雄二¹

Kagoshima Univ.¹, ○T. Nomiyama¹, D. Maeda¹, T. Yasunaga¹, N. Shigaki¹, Y. Horie¹

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

【はじめに】 酸化物半導体の光電変換能を利用して Fig. 1 (a) のような酸化物多孔体とナノレベルで複合化させた導電性高分子に蓄電する「光で充電できるデバイス (光蓄電池)」を開発している。多孔体の広大な液固界面を光電変換と蓄電の反応場として高い光発電効率と蓄電容量を狙っている。

この発想に基づいた Fig. 1 (b) の TiO_2 とポリアニリン (PANi) の複合膜では、光で PANi からイオンが脱ドーピングして蓄電できる。現在は、この TiO_2 -PANi 複合膜の高効率化に加えて、電解質や対極を含めた電池系全体の研究に着手しており、銅酸化物 (Cu_xO) 多孔体と組み合わせた pn 相補ロッキングチェア型光蓄電池セルの開発に取り組んでいる。

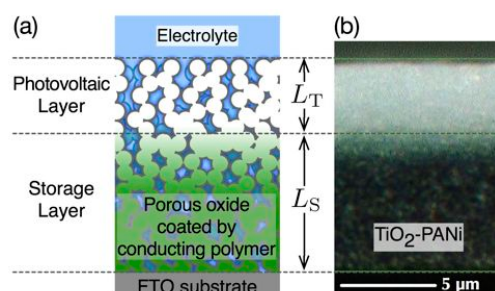


Fig. 1: (a) Schematic illustration and (b) photograph of TiO_2 -polyaniline composite.

【実験】 酸化物多孔膜は、原料となるナノ粒を高分子溶液に分散させて透明導電ガラス (FTO) 上に塗布、焼成することで得た。特に Cu_xO 多孔膜では Cu ナノ金属粒を用い、焼成時に酸化と高分子焼失による孔形成を同時に行うことで電気化学的に安定な多孔膜が得られた。これらの多孔膜を電極として導電性高分子を電気化学重合させることで、酸化物と導電性高分子の複合体を形成した。

【結果及び考察】 Fig. 2 から TiO_2 -PANi 複合膜の電着通電量と PANi 層厚 L_S がほぼ比例している。更に Fig. 3 の全膜厚 ($L_T + L_S$) を $10 \mu\text{m}$ に保った時の PANi 層厚に対する光蓄電量子効率 η_q の変化から、量子効率 η_q は PANi 膜厚 $L_S \sim 5 \mu\text{m}$ で最大になり、これ以降は減少することがわかる。これは L_S 増加に伴い発電部である TiO_2 厚さ L_T が減少し発電量が減少するためと考えられる。

このように多孔膜と高分子の複合膜は、構造制御が容易かつ発電と蓄電が反応場の構造によく対応しており、光蓄電池の実現に有望なだけでなく、液固界面の反応場形成やその研究に適した系である。

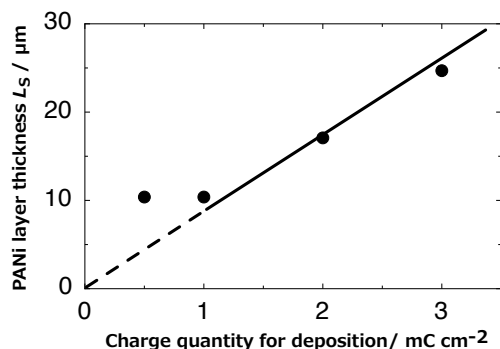


Fig. 2: Variation of PANi-layer thickness L_S with charge quantity for deposition.

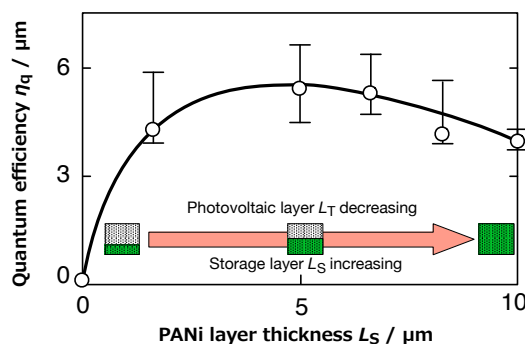


Fig. 3: Variation of quantum efficiency η_q with PANi-layer thickness L_S .