

銀ナノ粒子-チタニアナノチューブアレイ複合電極の作製と色素増感太陽電池への応用

(豊橋技科大) ○伊藤拓也, 近江隼人, 河村剛, 武藤浩行, 松田厚範

<背景・目的>

近年、再生可能エネルギーに関する研究が世界的に行われている。色素増感太陽電池(DSSC)は、低コストで使用材料の資源が豊富、すなわち環境負荷が小さい太陽電池として注目されている。しかし、DSSCの光電変換効率は、最も普及しているシリコン系太陽電池のそれと比べて、半分程度と非常に低い。

本研究では、Agナノ粒子(Ag NPs)をTiO₂ナノチューブ(TNT)アレイの表面に堆積させた電極を作製しDSSCの光陰極として用いることで、Ag NPsの表面プラズモン共鳴(LSPR)がDSSCの光電変換効率に与える影響を調査した。

<実験方法>

透明導電膜付き(FTO)ガラス基板上に膜厚が3 μmになるまでTiをスパッタし、電解液(HOCH₂CH₂OH:NH₄F:H₂O = 0.3:2:97.7)中で10-40 Vの電圧を印加することでTiを陽極酸化し、TNTアレイを得た。洗浄、乾燥の後、450 °Cで4 h熱処理しTNTを結晶化させた。TNTを0.3 mMのN719色素分子を含んだアセトニトリルとブタノールの混合溶液に16 h間浸し、色素を吸着させた。Ag NPsの堆積は0.1 MのAgNO₃溶液にTNTを浸け、紫外線(365 nm)を1 mW cm⁻²で3 min照射することで行った。対極には、数nmのPtを堆積させたFTOガラスを用いた。LiI(0.05 M)、1,2-dimethyl-3-propylimidazolium(0.6 M)、4-tert-butylpyridine(0.5 M)をアセトニトリルに混合して電解液とした。これらを用いて作製したDSSCに、100 mW cm⁻²の疑似太陽光を照射し、その発電性能を評価した。

<結果・考察>

Fig.1にAgを堆積させたTNTの断面TEM像を示す。堆積したAg NPsの粒径は10-50 nmであり、TNTの直径(~50 nm)より小さく、楕円上になった。これはAg NPsはTNTの筒状細孔の内部に堆積したためだと考えられる。また、TEM-EDXの結果から、Ag NPsはTNTの上部に多く堆積していることがわかった。Fig.2にAg NPsを堆積させたTNTを用いたDSSCのI-V曲線を示す。変換効率は2.03%であり、Ag NPsを堆積させていないDSSC(η=1.39%)より高い値になった。さらに短絡電流も5 mA cm⁻²となり、Ag NPsを堆積させることで約1 mAの増加が確認された。これはAg NPsのLSPRによる集光能力の改善が主要因だと考えられる。

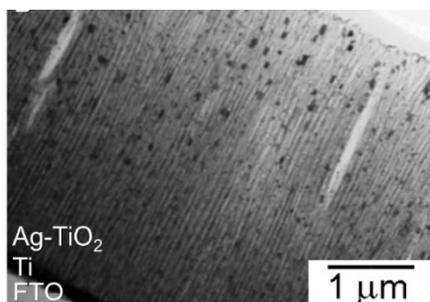


Fig.1 Cross-sectional TEM image of TNT arrays deposited with Ag NPs.

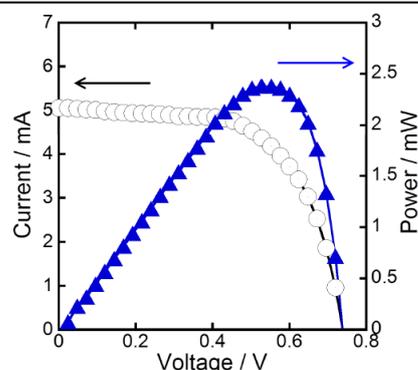


Fig.2 Current-voltage and power-voltage characteristics of DSSC fabricated using TNT arrays deposited with Ag NPs.