

両極に遷移金属酸化物ベースの光触媒を用いる高電圧型太陽電池 High-Voltage Type Solar Cell Using Transition Metal Oxide-Based Photocatalysts on Both Electrodes

千葉大院理 〇泉 康雄, 漆館 和樹, (M1)原 慶輔

Chiba Univ., 〇Yasuo Izumi, Kazuki Urushidate, and Keisuke Hara

E-mail: yizumi@faculty.chiba-u.jp

光エネルギーの有効利用として、両極に遷移金属酸化物ベースの光触媒薄膜を用いる太陽電池を開発した。単セルで2 V以上の起電力を示す特徴がある。光負極で水を酸化し、光正極で O_2 を還元するため、永続的に発電し続けられる。負極に用いた TiO_2 結晶には分極率の高さと光反応性の高さが求められた。正極に用いた $BiOCl$ 結晶では、透明電極近傍でのホールと光反応性が鍵を握った。

【緒言】 地球に届く太陽光エネルギー1時間分で、人類が1年間で使用するエネルギーが賄えるため、光エネルギーは持続可能エネルギーとして期待されている。光エネルギーを電力に変換するツールとして太陽電池が開発・実用化されている。本講演では安全で安価な光触媒を両極に用いることで、他の太陽電池では困難な単セル2 V以上の起電力を示す太陽電池を紹介する。

【実験】 本太陽電池は、Figure 1のような構成となる。負極上の TiO_2 に紫外可視光が照射するとセル内の水を酸化し、正極上の $BiOCl$ に紫外可視光が照射することで O_2 を水に戻す反応が進み、リサイクルしながら発電する仕組みである。プロトンもこれらの反応に関わるので、セル内は例えば塩酸で満たされている。

【結果と考察】 遷移金属酸化物あるいは遷移金属オキソ塩化物を半導体として利用しており、紫外光により TiO_2 内で電荷分離が起き、続いて水を酸化すれば -0.11 V以上の電位（標準水素電極基準）の伝導帯に励起電子が残り、一方、 $BiOCl$ でも同様に光電荷分離ののち O_2 を還元すれば 2.64 V以下の電位の価電子帯にホールが残る。これらの電荷が結合することで理論的には 2.75 V、実験的には過電圧があり 1.93 Vを実現した（Figure 2）。負極にハイビスカス色素を塗布することで、Z型の準位連結により 2.11 Vを実現した。¹

交流および直流印加時の光触媒薄膜のインピーダンスが低いほど、また $^{18}O_2$ と光触媒表面との交換反応が遅いほど太陽電池の出力は大きいことが分かり、分極率の高さと $O-O$ 解離反応の逆過程の速さが鍵を握っていた。²

【文献】

- (1) Urushidate et al., *ACS Sustainable Chem. Eng.* **2018**, 6(9), 11892–11903.
- (2) Urushidate et al., *ACS Sustainable Chem. Eng.* **2020**, 8(3), 1406–1416.

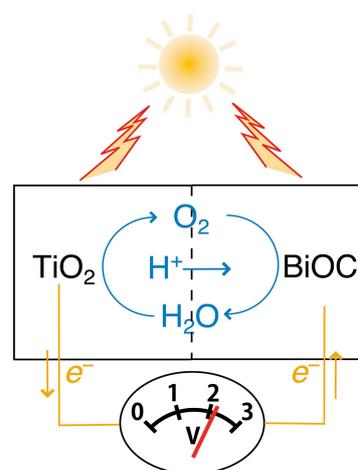


Figure 1. Design of high-voltage type solar cell using photocatalysts on both electrodes.

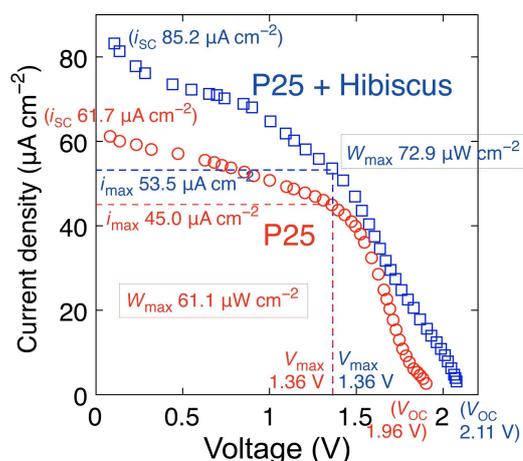


Figure 2. Current–voltage characteristics of high-voltage type solar cell using TiO_2 on anode and $BiOCl$ on cathode. Red circle: P25 TiO_2 and blue square: P25 TiO_2 immersed with Hibiscus dye.