

課題番号 : F-14-HK-0066
 利用形態 : 共同研究
 利用課題名 (日本語) : ナノパターン化した酸化チタン単結晶電極を用いたプラズモン誘起光電変換
 Program Title (English) : Plasmon-enhanced photocurrent generation on nano-patterned TiO₂ single crystal electrode
 利用者名 (日本語) : 林 弘毅
 Username (English) : Koki Hayashi
 所属名 (日本語) : イムラ・ジャパン株式会社
 Affiliation (English) : IMRA JAPAN Co., Ltd.

1. 概要 (Summary)

近年、プラズモンの光アンテナ効果を利用した太陽電池や光触媒など光-エネルギー変換系に関する研究が盛んに行われている。我々は、北大電子研の三澤研究室と共同で、金ナノ構造/酸化チタン電極を用いた可視・近赤外光電変換システムの開発や水の酸化反応に関する研究を進めてきた(1)。本年度の共同研究では、表面積を増大させるために、酸化チタン電極を3次元的にナノパターン化し、その上に金ナノアイランド(Au-NIs)を担持して光学特性と光電変換特性について検討した。

2. 実験 (Experimental)

・利用した主な装置

電子ビーム描画装置 (ELS-F125-U, エリオニクス)、ICP-反応性イオンエッチング装置 (RIE-101iPHs, サムコ) ヘリコンスパッタリング装置 (MPS-4000C1/HC1, アルバック)

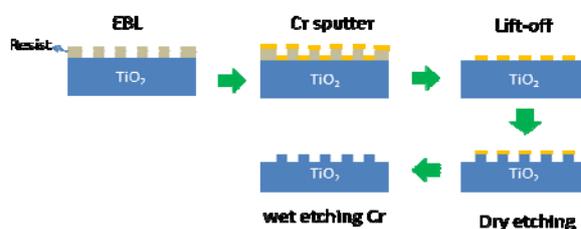
・実験方法

Scheme 1 に示した手順で、酸化チタンをナノパターン化した。100×100×50 nm³ のクロムマスクを電子ビーム描画装置を用いてリソグラフィ-リフトオフ法を用いて作製した後、SF₆/Ar を用いてドライエッチングした。酸化チタン表面状態を回復させるため、20%のフッ酸に10分浸漬した後、純水でリンスした。次いで、ヘリコンスパッタリング装置により3 nmの金を成膜後、窒素雰囲気下で加熱することによりナノパターン酸化チタン基板上に Au-NIs 構造を作製し、その光学特性、光電変換能について検討した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1(a)に Au-NIs 担持ナノパターン酸化チタンのSEM像を示す。格子状にパターン化された酸化チタンと、平均粒径15 nm程度の金ナノ粒子が観測された。Fig. 1(b-c)に、フッ酸処理の有無でのプラズモン共鳴スペクトル、電流-電位特性、光電子変換効率 (IPCE : Incident photon-to-current efficiency) の作用スペクトルを示す。フッ酸処理の有無でプラズモン共鳴スペクトルに変化は見られないが、プラズモン

共鳴電荷分離由来の光電変換はフッ酸処理後にのみ観測された。これは、ドライエッチングにより生じた酸化チタンの表面欠陥がフッ酸処理により回復したためであると考えられる。



Scheme 1. Fabrication process of nano-patterned TiO₂ substrate.

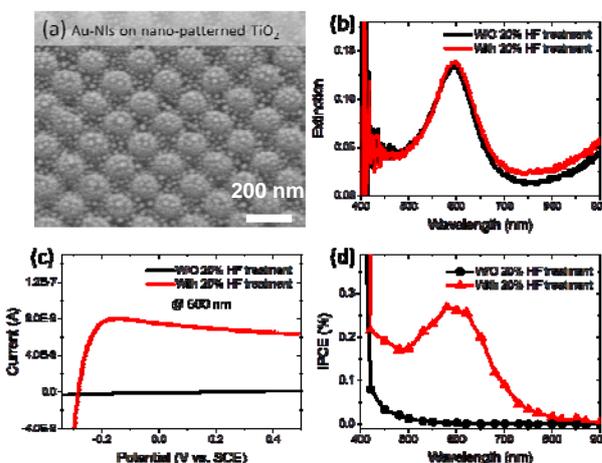


Fig. 1. (a) SEM characteristics of Au-NIs on nano-patterned TiO₂; (b), (c), (d) are the extinction spectra, I-V curves and IPCE action spectra of with and without 20% HF solution treatment Au-NIs loaded nano-patterned TiO₂ electrodes

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

(1) X. Shi, et al, *J. Phys. Chem. C*, **117**, 2494-2499 (2013).

・共同研究者

(北大電子研) 石 旭、上野 貢生、押切友也、三澤 弘明

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) X. Shi, K. Ueno, T. Oshikiri, H. Misawa, 光化学討論会, P149, 北海道大学, 10月 (2014).

6. 関連特許 (Patent) なし