

## Nb ドープ TiO<sub>2</sub> 単結晶における光触媒活性とキャリアライフタイムの関係 Correlation between carrier lifetime and photocatalytic performance of Nb-doped TiO<sub>2</sub> single crystals.

名工大<sup>1</sup> ○(M2)小澤 貴也<sup>1</sup>, (M2)名嶋 駿<sup>1</sup>, 加藤 正史<sup>1</sup>

NITech<sup>1</sup>, °Takaya Ozawa<sup>1</sup>, Hayao Najima<sup>1</sup>, Masashi Kato<sup>1</sup>

E-mail: cky13037@stn.nitech.ac.jp

現在、再生可能なエネルギー製造法として、半導体光触媒を用いた水の光分解による水素生成が注目されている。ルチル型 TiO<sub>2</sub> は、電解液中での腐食に強く、太陽光の紫外領域を利用可能であるため光触媒材料として期待されている。一般的に TiO<sub>2</sub> への Nb ドーピングは電気伝導度と可視光吸収を向上させ、光触媒活性が向上することが知られている[1]。また、キャリアライフタイムは光触媒反応を律速する物性の 1 つである[2]。しかし、Nb ドープされた TiO<sub>2</sub> 単結晶のキャリアライフタイムと光触媒活性との関係についての報告は少ない。そこで、ドーピング濃度の異なる TiO<sub>2</sub> 単結晶に対してキャリアライフタイムと光電流を測定した。

測定試料はベルヌーイ法により成長されたルチル型 TiO<sub>2</sub> 単結晶を用い、ドーピング濃度はそれぞれアンドープ(undope)、Nb 0.01 wt% ドープ(Nb-0.01)、及び Nb 0.05 wt% ドープ(Nb-0.05)の 3 種類の試料を用いた。これらの試料は(110)面で研磨され、膜厚は 0.5 mm である。試料のキャリアライフタイムは、反射マイクロ波光導電減衰( $\mu$ -PCD)法によって測定した。励起光は 355 nm のパルスレーザー(パルス幅: 1 ns)を用い、照射光子数は  $8.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$  とした。次に、パルス光を用いた光電流-電位(I-V)測定により光電流を測定した。測定には、三電極性の光電気化学セルを用いており、作用電極として TiO<sub>2</sub>、対向電極として Pt、参照電極として飽和カロメル電極(SCE)を硫酸水溶液(1 M)に浸した。光源には  $100 \text{ mW/cm}^2$  のソーラーシミュレーターによるパルス光を用いた。

図 1 に undope、Nb-0.01 および Nb-0.05 の  $\mu$ -PCD 減衰曲線を示す。ドーピング濃度の増加に伴い減衰が速くなることが確認された。また、傾きから推定されたキャリアライフタイムは undope で 50 ns、Nb-0.01 で 25 ns、Nb-0.05 で 10 ns となった。これらの結果から、ドーピング濃度が低くなるにつれて、キャリアライフタイムが長くなることがわかった。

図 2 に、Nb-0.01 および Nb-0.05 のパルス光 I-V 曲線を示す。undope では、オーミック電極が作成出来ず測定が行えなかった。Nb-0.05 では、-0.1 V vs SCE 付近から光電流が流れ、1.5 V vs SCE における光電流は  $0.36 \text{ mA/cm}^2$  であった。Nb-0.01 では、光電流が流れるオンセット電位は Nb-0.05 と同じであったが、1.5 V vs SCE における光電流は  $0.72 \text{ mA/cm}^2$  となった。従って、Nb ドーピング濃度の低い試料では、光電流が大きくなることがわかった。

これらの結果は、ルチル型 TiO<sub>2</sub> においては Nb のドーピング濃度を低減することにより、キャリアライフタイムが長くなり、光触媒活性が向上することを示唆している。

[1] J. F. Baumard, et al., J. Chem. Phys. 67, 857 (1977).

[2] D. Colombo, et al., J. Phys. Chem. 100, 18445 (1996).

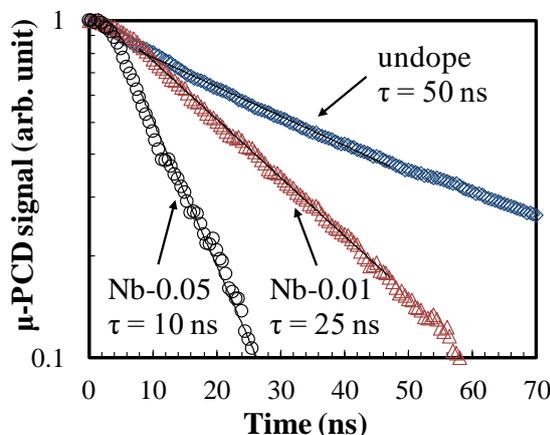


Fig. 1  $\mu$ -PCD decay curves for undoped, Nb-0.01 and Nb-0.05.

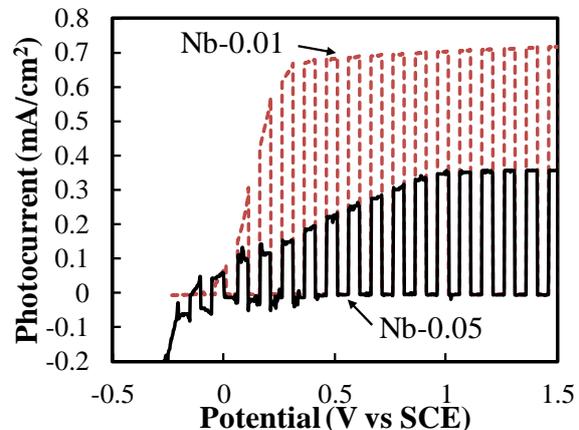


Fig. 2 Chopped light I-V curves for Nb-0.01 and Nb-0.05 measured in the aqueous H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution with the three-electrode system using  $100 \text{ mW/cm}^2$  solar light.