

TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> 界面への電気化学的水素ドーピングElectrochemical Hydrogen Doping to TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> Interfaces東大マテ<sup>1</sup> ○矢嶋 赳彬<sup>1</sup>, 西村 知紀<sup>1</sup>, 鳥海 明<sup>1</sup>Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, ○Takeaki Yajima<sup>1</sup>, Tomonori Nishimura<sup>1</sup>, and Akira Toriumi<sup>1</sup>

E-mail: yajima@adam.t.u-tokyo.ac.jp

酸化物半導体の多くは可視光に対して透明であり、薄膜トランジスタ、太陽電池、透明導電膜など幅広い電子デバイス応用が期待されている。通常電子デバイスを作製する際には、イオン注入によって半導体の局所領域に不純物ドーピングするが、イオン注入のプロセスは極めて煩雑であり、低コスト化が求められる酸化物半導体には適さない。そこで我々は、イオン注入の代わりに電気化学的手法を用いることで、室温で簡便に酸化物半導体にキャリアをドーピングすることを目指してきた。これまで典型的な酸化物半導体であるアナターゼ TiO<sub>2</sub> を例として、結晶構造を変えることなく電気化学的に電子ドーピングできることを実証してきた[1]。本研究ではさらにドーパントの熱的安定性を調べることで、本技術の実用可能性を検討した。その結果、ドーパントの水素は 1.2eV のエネルギー障壁で TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> 界面に安定に閉じ込められていることを明らかにした。

TiO<sub>2</sub> 薄膜はパルスレーザー堆積法によって SiO<sub>2</sub>/Si 基板上に室温 (酸素圧 1Pa) で堆積し、酸素中 500°C 30min の熱処理によってアナターゼ多結晶に結晶化した。さらに作製した TiO<sub>2</sub> 薄膜をカソードとして電気化学的に還元することで (Fig. 1a)、TiO<sub>2</sub> 薄膜に電子をドーピングした[1]。ドーパントを特定するために、重水中でドーピングを行い 2 次イオン質量分析 (SIMS) を行った結果 (Fig. 1b)、電気化学的な処理によって重水素がドーピングされることが分かった。Fig. 1b は電気化学ドーピング有・無の 2 種類の試料の SIMS プロファイルであり、ドーピング有の試料のみ TiO<sub>2</sub> 中および TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> 界面に重水素が分布していることが分かる。さらに室温~140°C の各温度での経時変化を調べた結果 (Fig. 1c)、1.2eV のエネルギー障壁が水素を TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> 界面に閉じ込めており、ドーパントの安定性に貢献していることが分かった。本結果は、酸化物電子デバイスの作製において、ヘテロ界面への水素ドーピングが有用なドーピング手法となる可能性を示唆している。

本研究は STARC との共同研究であり、またその一部はイオン工学振興財団の支援を受けて行われた。[1] G. Oike *et al.*, IEDM (2012). T. Yajima *et al.*, 秋季応用物理学会 (2015).

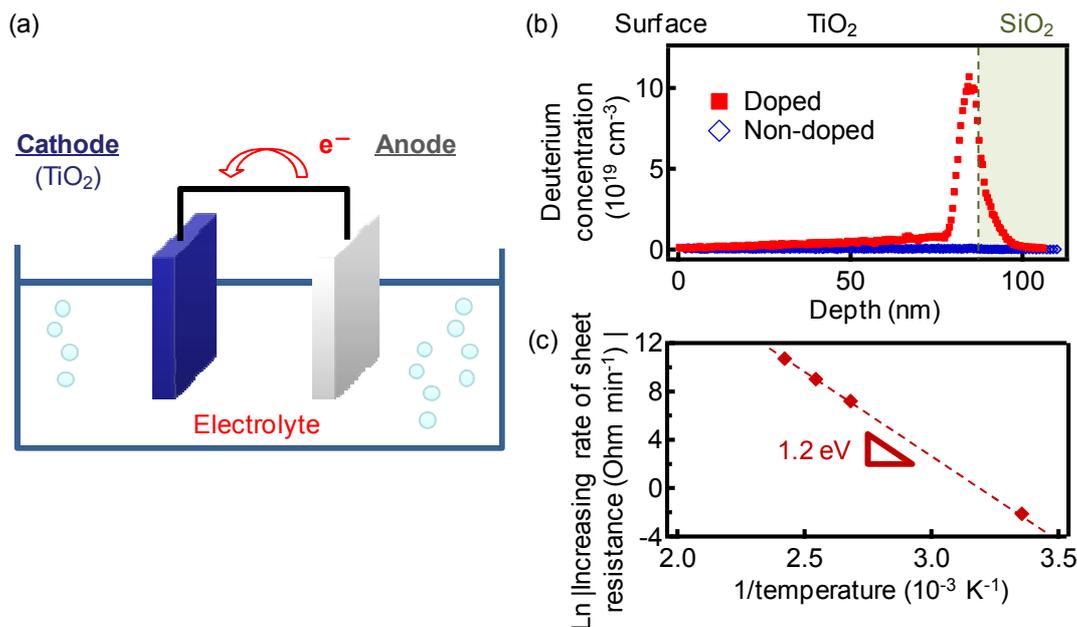


Fig. 1 (a) A schematic illustration of electrochemical doping to TiO<sub>2</sub> thin films. (b) SIMS profiles of deuterium in electrochemically doped and non-doped TiO<sub>2</sub> thin films. (c) An Arrhenius plot for the increasing rate of sheet resistance in doped TiO<sub>2</sub> thin films.