界面双極子を用いた水溶液/酸化物界面バンド端位置の制御

Band Edge Engineering of Aqueous Solution/Oxide Interface Using Interface Dipoles

○疋田 育之[1]、西尾 和記[2]、Linsey Seitz[2]、Pongkarn Chakthranont[2]、立川 卓[1,3]、Thomas Jaramillo[1,2]、Harold Hwang[1,2] (1.SLAC、2.Stanford 大、3.東大新領域)

°Yasuyuki Hikita[1], Kazunori Nishio[2], Linsey Seitz, Pongkarn Chakthranont, Takashi Tachikawa, Thomas Jaramillo, Harold Hwang (1. SLAC, 2. Stanford Univ., 3. Univ. Tokyo)

E-mail: hikita@stanford.edu

酸化物半導体は、水分解光触媒としてその安定性や物性を幅広く制御できることから重要な材料である[1]。バンド・ギャップや電気伝導性といったバルク物性の制御に加え、水溶液/酸化物界面のバンド端位置は水分解効率を支配する重要なパラメータである。バンド端位置は、光触媒半導体の水素（酸素）発生の熱力学的限界を規定し、半導体内で光生成した電子とホールの空間的な分離を決める[2]。しかし、一般的にバンド端位置は材料固有の電子親和力によって決まるため、バルク物性と独立に変調することは困難とされてきた[3]。そこで我々は、古典電磁気学の原理に基づき、固体酸化物界面で開発された界面双極子の手法[4]を水溶液界面に応用することで、酸化物水分解光触媒のバンド端位置の制御を試みた。

界面双極子層($LaAlO_3$)を(001)配向した Nb ドープ $SrTiO_3$ (Nb:$SrTiO_3$、Nb 0.01 wt. %) 単結晶に堆積し、保護層として 2 nm の $SrTiO_3$ 層をエピタキシャル成長させた $SrTiO_3$/$LaAlO_3$/Nb:$SrTiO_3$ (001) ヘテロ構造をパルス・レーザ堆積法により作製した。塩基性溶液中で電気化学測定を行い、約 1 nm の双極子層を挿入した構造において、フラットバンド電位を 1.3 V を超える範囲でシフトさせることに成功した[5]。この変調幅は酸化物半導体に限らず、これまで報告されてきた有機物や無機イオンを用いた表面化学修飾による水溶液/半導体界面バンド端位置の変調域をはるかに凌駕する。これまで、水分解光触媒の開発の障害となっていたバンド端位置をバルク物性と独立に制御する本手法は、水分解光触媒デバイスの新たな設計指針を与えるものとして期待できる。ヘテロ構造の作製及び光電気化学測定の詳細については当日議論する。

[1] A. Kudo and Y. Miseki, Chem. Soc. Rev. **38**, 253 (2009).

[2] M. G. Walter, E. L. Warren, J. R. McKone, S. W. Boettcher, Q. Mi, E. A. Santori, N. S. Lewis, Chem. Rev. **110**, 6446 (2010).

[3] M. A. Butler and D. S. Ginley, J. Electrochem. Soc. **125**, 228 (1978).

[4] T. Yajima, M. Minohara, C. Bell, H. Kumigashira, M. Oshima, H. Y. Hwang, Y. Hikita, Nano Lett. **15**, 1622 (2015).

[5] Y. Hikita, K. Nishio, L. C. Seitz, P. Chakthranont, T. Tachikawa, T. F. Jaramillo, H. Y. Hwang, Adv. Energy Mater. *In press*.

© 2016年 応用物理学会