

電気二重層を用いた強誘電ゲートトランジスタの作製

Ferroelectric gate transistor operated by electric double layer

東大院工¹, 理研 CEMS²

○西野 隆太郎¹, 小塚 裕介¹, 賀川 史敬^{1,2}, 打田 正輝¹, 川崎 雅司^{1,2}

The Univ. of Tokyo¹, RIKEN CEMS²

○Ryutaro Nishino¹, Yusuke Kozuka¹, Fumitaka Kagawa^{1,2}, Masaki Uchida¹, Masashi Kawasaki^{1,2}

E-mail: nishino@kws.k.u-tokyo.ac.jp

【背景】イオン液体をゲート絶縁体とした電気二重層トランジスタでは、イオン液体/半導体界面に電気二重層が形成され、半導体層に多量のキャリアが蓄積される。一方、イオン液体/強誘電体界面では電気二重層が生み出す高い電界によって強誘電体の自発分極を反転できることが報告されている[1]。本研究では n 型半導体である Nb ドープ SrTiO₃ 上に強誘電体 PbTi_{0.8}Zr_{0.2}O₃ (PZT) を作製し、イオン液体を介して PZT の自発分極を反転させることで、Nb-SrTiO₃ 層の輸送特性の変調を行った。

【実験と結果】パルスレーザー堆積法を用いて SrTiO₃ 基板上に PZT/Nb-SrTiO₃ 積層膜を作製した。得られた薄膜を用いて電気二重層トランジスタを作製し、Nb-SrTiO₃ の輸送特性を評価した。図 1(a) に Nb-SrTiO₃ のシート抵抗 R_s のゲート電圧依存性を示す。ゲート電圧 V_G が正(負)の時に R_s は低(高)抵抗状態を示し、これらは $V_G = 0$ V でも維持される不揮発性を示した。また、 R_s はゲート電圧に対してヒステリシスを描き、強誘電体の P - E カーブと似た振る舞いが得られた。Hall 測定から求めた Nb-SrTiO₃ の 150 K でのキャリア密度は、低抵抗状態で $1.5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ 、高抵抗状態で $5.0 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ であり、抵抗の変化は主にキャリア数の変化に起因することが示された。したがって、図 1(b) のようにイオン液体を介して PZT の自発分極が反転され、Nb-SrTiO₃ のキャリア密度を変調できた。

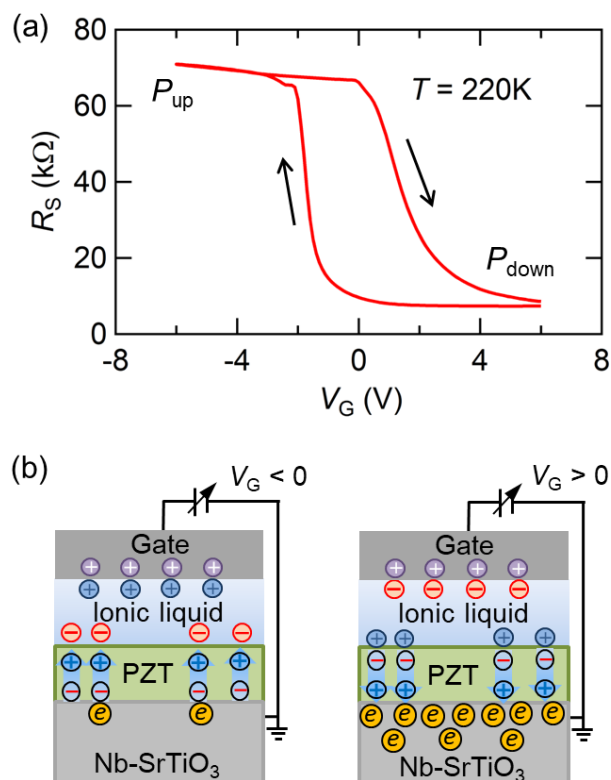


Fig. 1 (a) Sheet resistance R_s of Nb-SrTiO₃ as a function of the gate voltage V_G applied to the ionic liquid.

(b) Schematics of the polarization direction of PZT at V_G of plus and minus.

[1] A. Herklotz, E.-J. Guo, A. T. Wong, T. L. Meyer, S. Dai, T. Z. Ward, H. N. Lee, and M. R. Fitzsimmons, Nano Lett. **17** 1665 (2017).