

LaAlO<sub>3</sub> 原子層の極性を用いたバンドオフセット制御Band Offset Control Using The Polarity of LaAlO<sub>3</sub> Atomic Layers

東大院工<sup>1</sup>, SLAC 国立加速器研究所<sup>2</sup>, KEK-PF<sup>3</sup>, スタンフォード大<sup>4</sup> ○矢嶋 起彬<sup>1,2</sup>, 箕原 誠人<sup>2</sup>, 疋田 育之<sup>2</sup>, ペル クリストファー<sup>2</sup>, 組頭 広志<sup>3</sup>, 尾嶋 正治<sup>1</sup>, ファン ハロルド<sup>2,4</sup>

Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, SLAC National Accelerator Laboratory<sup>2</sup>, KEK-PF<sup>3</sup>, Stanford Univ.<sup>4</sup> ○Takeaki Yajima<sup>1,2</sup>, Makoto Minohara<sup>2</sup>, Yasuyuki Hikita<sup>2</sup>, Christopher Bell<sup>2</sup>, Hiroshi Kumigashira<sup>3</sup>,

Masaharu Oshima<sup>1</sup>, and Harold Hwang<sup>2,4</sup>

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

原子レベルで平坦なエピタキシャル界面は、結晶構造や面方位に応じてしばしば極性を持ち、電子的またはイオンの電荷補償を引き起こす。例えば (Mg<sub>x</sub>Zn<sub>1-x</sub>)O/ZnO(0001) や LaAlO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub>(001)等の極性界面では、その電荷を補償するために電子がドープされ、高移動度二次元電子系が形成されることが知られている。一方、異なる極性を持つ界面同士が原子スケールで接近すると、相互に電荷補償し合い、間に巨大な内部電場が生じると考えられる。しかしこれまでに作製されてきた構造の多くは、片方の極性界面が表面に暴露されたており、その場合極性界面同士の電荷補償の効果が極めて小さいことが X 線光電子分光から明らかにされている[1-3]。これは極性界面同士の電荷補償が、制御が難しい表面電荷による電荷補償と競合し抑制されるためだと考えられる。そこで本研究では、金属キャップ層によって表面電荷の影響を排除し、極性界面同士の電荷補償の効果を明確に観察することを目的とした。

パルスレーザー堆積法によって、SrRuO<sub>3</sub>/Nb:SrTiO<sub>3</sub>(001)金属半導体界面 (ショットキー接合) に LaAlO<sub>3</sub> 数原子層 (uc) を挿入した構造を作製した (図 1a)。Nb:SrTiO<sub>3</sub> と酸化物金属とのエピタキシャル界面は、Si 等の半導体と金属との界面で見られるピン止め効果を生じず[4]、極性界面同士の電荷補償の効果だけを取り出すことができると考えられる。LaAlO<sub>3</sub> はプラス電荷層 (LaO)<sup>+</sup> とマイナス電荷層 (AlO<sub>2</sub>)<sup>-</sup> が積層した構造を持つため、その両側にそれぞれ極性界面が形成されるが (図 1a 赤矢印)、SrRuO<sub>3</sub> 金属層によって表面からは隔離されている。面外方向の電流電圧特性 (図 1b) が示すように、LaAlO<sub>3</sub> 挿入層は理想化定数~1 を維持したまま界面のショットキー障壁高さだけを劇的に減少させた。これは SrRuO<sub>3</sub> と Nb:SrTiO<sub>3</sub> 間のバンドオフセットが変化したことを意味しており、極性界面同士の電荷補償による内部電場の効果と一致している。発表ではさらに、SrRuO<sub>3</sub> 金属層が無く LaAlO<sub>3</sub> 表面が暴露した構造との間で X 線光電子分光スペクトルを比較し、極性界面同士の電荷補償が表面での電荷補償と競合する効果を議論する。

[1] A. Rizzi *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. B **17**, 1674 (1999).

[2] Y. Segal *et al.*, Phys. Rev. B **80**, 241107 (2009).

[3] M. Takizawa *et al.*, Phys. Rev. B **84**, 245124 (2011).

[4] A. Sawa *et al.*, Appl. Phys. Lett. **90**, 252102 (2007).

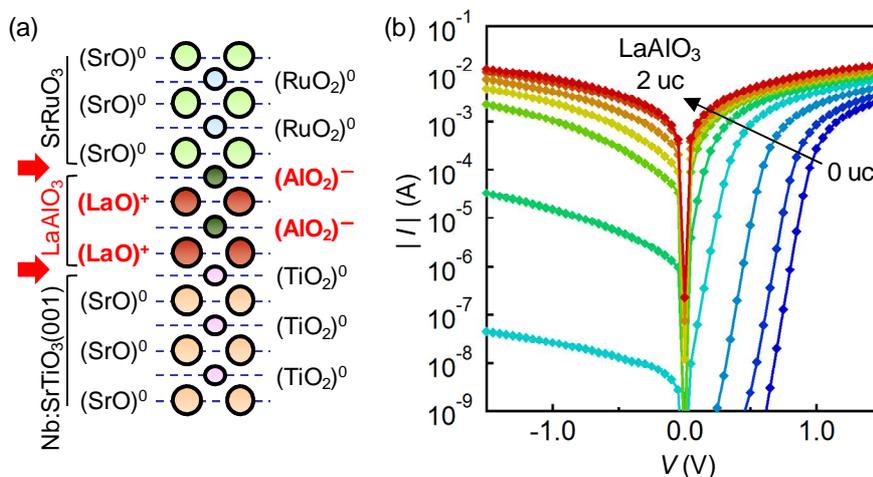


Fig. 1 (a) A schematic illustration and (b) current-voltage characteristics of SrRuO<sub>3</sub>/LaAlO<sub>3</sub>/Nb:SrTiO<sub>3</sub>(001) Schottky junctions. The red arrows in (a) indicate a pair of polar interfaces.