様々な電解液を用いた $SrTiO_3$ の電場誘起金属絶縁体転移

Electric field induced metal-insulator transition in $SrTiO_3$ with various electrolytes

○佐藤 洋平 [1]、土井 聖将 [1]、上野 和紀 [1] (1. 東大院総合)

○Yohei Sato[1], Kiyomasa Doi[1], Kazunori Ueno[1] (1. Dept. Basic Science, Univ. Tokyo)

E-mail: 8843286917@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

電気二重層トランジスタは高濃度のキャリアを電場制御できることから超伝導や磁性などの物性制御に広く使われている。特に電解液としてイオン液体 DEME-TFSI を用い、 200 K 程度の低温で電圧印加することで 10^{15} cm^{-2} を超える高濃度のキャリア蓄積が可能である。さて、$SrTiO_3$ は我々が始めて電場誘起超伝導を報告した系であり、シートキャリア濃度 3×10^{13} cm^{-2} から 10^{14} cm^{-2} で $T_c = 0.4$ K の超伝導が起きる [1]。一方、DEME-TFSI を電解液とした際に 2×10^{14} cm^{-2} 以上のキャリア濃度でのみ金属的な伝導が得られ、金属絶縁体転移の近傍で強磁性が観測されたとする報告がある[2]。 そこで今回、イオン液体を含む様々な電解液を用いた $SrTiO_3$ 電気二重層トランジスタを作製し、絶縁体金属転移付近でのキャリア濃度と輸送特性を評価したので報告する。

$SrTiO_3$ (001) STEP 基板を用いて Ref. [1] にあるように電気二重層トランジスタを作製した。電解液として有機電解液として PEO に $CsClO_4$ を 0.3 mol/l に溶解したもの(以下 PEO 電解液)と、様々なイオン種から成るイオン液体 DEME-BF_4, EMIM-TFSI を用いた。図 1 にイオン液体と PEO 電解液でのさまざまなゲート電圧での抵抗の温度依存性を示す。PEO 電解液ではゲート電圧の増加とともに連続的に絶縁体から金属の転移が起きるのに対し、DEME-BF_4 ではある電圧以上で良い金属状態を示した。また、図 2 のように PEO 電解液では 1×10^{13} cm^{-2} 以上で金属伝導を示したのに対し、イオン液体では 6×10^{13} cm^{-2} 以上でのみ金属伝導を示した。絶縁体近傍ゲートの電圧では 20 K 以下でいくつかの電圧端子の接触抵抗が増加し、ホール抵抗に大きな横抵抗が乗るなどの異常な振る舞いが見られた。しかし、どの試料でも強磁性的な振る舞いは見られなかった。講演では詳細な輸送特性や DEME-TFSI 電解液との比較を行い、相図の違いの原因について議論する。

[1] K. Ueno, *et al.*, Nature Mater., **7**, 855 (2008). [2] Y. Lee, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **106**, 136809 (2011).

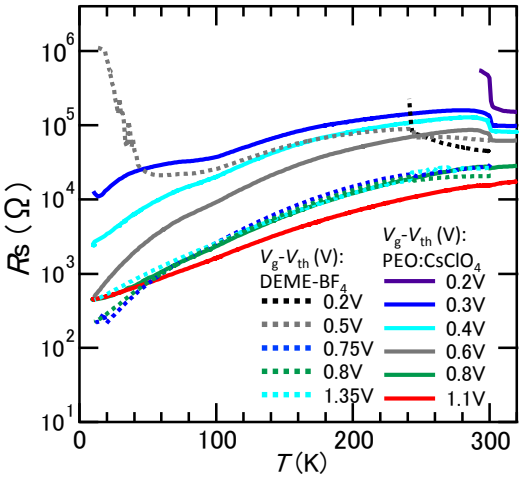

図 1 PEO 電解液(実線)とイオン液体 DEME-BF_4(点線)を用いたデバイスの様々なゲート電圧 V_G での抵抗の温度依存性。

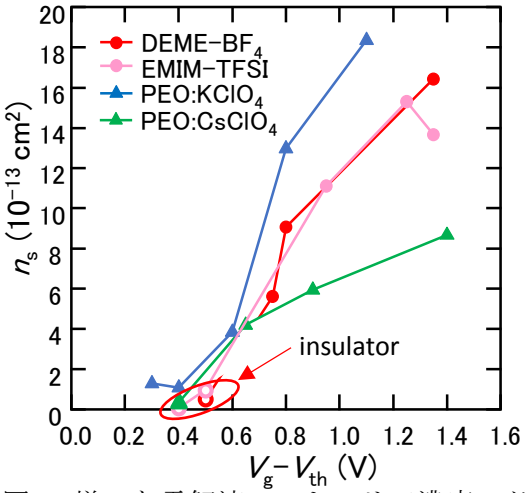

図 2 様々な電解液でのキャリア濃度のゲート電圧依存性。絶縁体的な抵抗を示す電圧は白抜きのシンボルで示した。

© 2015年 応用物理学会