

MgB₂ と Sm-1111 の超薄膜作製と電気二重層トランジスタへの展開

Fabrication of ultra-thin films and progress of EDLT on MgB₂ and Sm-1111

農工大¹, [○]迫田将仁¹, (M1) 菊地素之¹, (B) 中島捷¹, (B) 瀧中建治¹, (M2) 石井陽大¹, 内藤方夫¹

Tokyo University of Agriculture and Technology¹

[○]M. Sakoda¹, M. Kikuchi¹, S. Nakajima¹, K. Takinaka¹, A. Ishii¹, M. Naito¹

E-mail: sakoda@cc.tuat.ac.jp

研究背景 MgB₂ ($T_c = 40$ K)と鉄系超伝導体SmFeAs(O,F) ($T_c = 58$ K)は液体水素温度を超える高い超伝導転移温度を示すため、基礎・応用研究の両面において高い注目を集めている。我々は高温超伝導体を用いたデバイス作製、及びそれらの超伝導発現のメカニズムを調べるため、純良な薄膜試料の作製に取り組んできた。今回、我々はイオン液体を用いた電気二重層トランジスタ(EDLT)に用いる目的で、超薄膜に注目して薄膜作製を行った。最近、EDLTの電界効果・エッチングにより、電子的・化学的に超伝導を制御する研究がスポットを浴びている [1,2]。我々は、前回までにCaF₂をバッファ層として用いたMgB₂の超薄膜作製について発表した。今回、我々はMgB₂とSm-1111の基板を選択することで、バッファ層なしで超薄膜の作製に成功したので報告する。

実験方法 MgB₂ 薄膜は、電子ビーム加熱式の分子線エピタキシー法により、Al₂O₃-c 基板上に Mg と B を供給することで作製した。SmFeAs(O,F)と SmFeAsO は、抵抗加熱式の分子線エピタキシー法により、CaF₂または LaAlO₃ 基板上に酸素雰囲気下で Fe, Sm, As, FeF₂ を供給することで作製した。また、イオン液体として DEME-TFSI を用いて EDLT を作製した。

実験結果 図1は MgB₂、鉄系超伝導体 SmFeAs(O,F)とその母物質 SmFeAsO の電気抵抗率の温度依存性である。バッファ層を用いずに、膜厚 10 nm で $T_c^{\text{on}} (T_c^{\text{end}}) = 21.0 (18.2)$ K を示す MgB₂ 超薄膜を作製し、文献 [3]の再現を行った。また、膜厚 20 nm で $T_c^{\text{on}} (T_c^{\text{end}}) = 44.5 (19.3)$ K を示す SmFeAs(O,F)薄膜の作製に成功した。母物質 SmFeAsO においては膜厚 10 nm の超薄膜の作製に成功した。これまでに、MgB₂ はイオン液体 DEME-TFSI に対して化学的に耐性が低く、ゲート電圧 $V_g = +0.5$ V に対して 230 K 程度で溶解することが分かっている。当日は、EDLT を用いたさらなる研究の進展について報告する。

[1] K. Hanzawa et al., PNAS **113**, 3986 (2016).

[2] J. Shiogai et al., Nature Physics **12**, 42 (2016).

[3] H. Sihbata et al., Supercond. Sci. Technol. **26**, 035005 (2013).

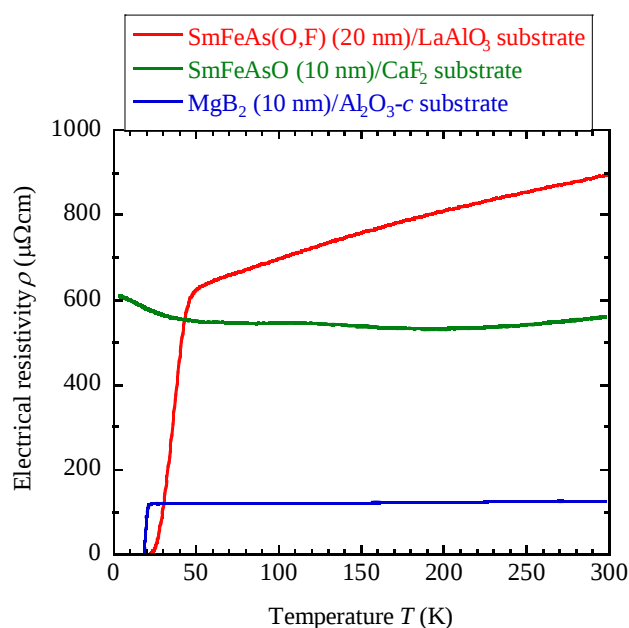


図1 MgB₂、鉄系超伝導体 SmFeAs(O,F)とその母物質 SmFeAsO の超薄膜の電気抵抗率の温度依存性。