

絶縁性 FeSe 極薄膜における電界誘起超伝導

Electric field-induced superconductivity in insulating very thin FeSe films

°半沢 幸太¹、佐藤 光¹、平松 秀典^{1,2}、神谷 利夫^{1,2}、細野 秀雄^{1,2}

(1. 東工大 応セラ研、2. 東工大 元素戦略)

°Kota Hanzawa¹, Hikaru Sato¹, Hidenori Hiramatsu^{1,2}, Toshio Kamiya^{1,2}, Hideo Hosono^{1,2}

(1. MSL, Tokyo Tech, 2. MCES, Tokyo Tech.)

E-mail: K-hanzawa@lucid.msl.titech.ac.jp

【緒言】 銅酸化物と鉄系高温超伝導体は、非超伝導母相へ電子もしくは正孔をドーピングして超伝導が発現するという共通点をもつ。一方、銅酸化物の母相は電子相関が強いためにモット絶縁体であるのに対し、鉄系物質のほとんどはギャップを持たない金属である。前者の最高の超伝導臨界温度 (T_c) の方が遙かに高いことを考慮すると、鉄系超伝導体でも電子相関が強い絶縁体の母相にキャリアドーピングすることで T_c をあげられる、と期待される。2014 年、当グループでは絶縁体 $\text{TiFe}_{1.6}\text{Se}_2$ に対し、電気二重層トランジスタ (EDLT) を用いた高濃度キャリアドーピングを行い、高 T_c の超伝導転移を狙ったが、超伝導転移には至らなかった [1]。

FeSe は $T_c = 8 \text{ K}$ の超伝導体であるが、単結晶基板上に数 10 nm 以下の極薄膜を成長させると絶縁体的な振る舞いを示す [2,3]。そのため、FeSe 極薄膜は高 T_c 超伝導体の母相候補と見なせると期待した。そこで本研究は、FeSe 極薄膜をチャンネルとした EDLT を作製し、電界誘起超伝導の発現を狙った [4]。

【結果】 分子線エピタキシー法を用い、最適条件下で SrTiO_3 単結晶基板上に膜厚約 10 nm の FeSe 薄膜をエピタキシャル成長させ、EDLT を作製した (Fig. 1 挿入図)。印加ゲート電圧 (V_G) +2 V までは、絶縁体的な挙動を示した

(Fig. 1)。 V_G を +4 V まで増加することで常伝導状態の抵抗値が減少し、24 K で超伝導転移を観察することに成功した。+5.5 V まで増加することで、 T_c はバルクより約 4 倍高い 31 K まで上昇した。ごく最近、FeSe に対し、EDLT を用いた化学エッチング [5]や、電界印加による T_c 上昇 [6]の報告はあるが、絶縁体の鉄系母相から電界により直接超伝導を誘起したのは初めてである。

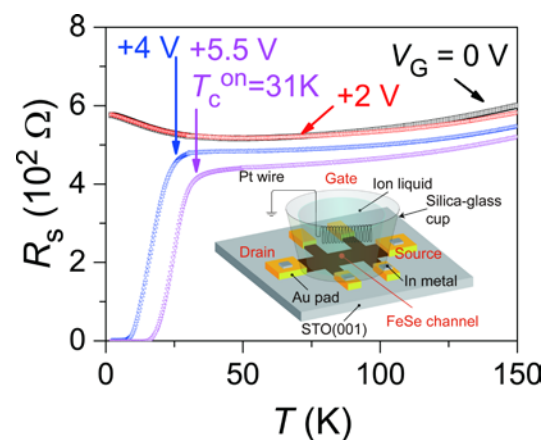


Fig.1. Temperature dependence of sheet resistance (R_s) of FeSe EDLT under $V_G = 0 - +5.5 \text{ V}$. Inset is a schematic structure of EDLT.

【参考文献】 [1] T. Katase *et al.*, *PNAS* **111**, 3979 (2014). [2] Y. F. Nie *et al.*, *APL*, **94**, 242505 (2009). [3] M. J. Wang *et al.*, *PRL*, **103**, 117002 (2009). [4] K. Hanzawa *et al.*, arXiv: 1508.07689. [5] J. Shiogai *et al.*, arXiv: 1510.00175. [6] B. Lei *et al.*, arXiv: 1509.00620.