

透明 $\text{Li}_{1-x}\text{NbO}_2$ 薄膜におけるシングルバンド二次元ホール超伝導

Single band two-dimensional hole superconductivity in transparent $\text{Li}_{1-x}\text{NbO}_2$ thin films

東工大物質理工学院¹, KEK-PF², 元素戦略³

○(D)相馬 拓人¹, 吉松 公平¹, 堀場 弘司^{2,3}, 組頭 広志^{2,3}, 大友 明^{1,3}

Tokyo Tech., Dept. Chem. Sci. Eng.¹, KEK-PF², MCES³

○Takuto Soma¹, Kohei Yoshimatsu¹, Koji Horiba^{2,3}, Hiroshi Kumigashira^{2,3}, Akira Ohtomo^{1,3}

E-mail: soma.t.ab@m.titech.ac.jp

【はじめに】 $\text{Li}_{1-x}\text{NbO}_2$ は $T_C \sim 5$ Kの超伝導体になることが知られている[1]。また、 MoS_2 に代表される遷移金属ダイカルコゲナイドと同じく Nb 三角格子面が積層した構造を有し、強い二次元性や電子・スピン相関が期待できる。一方で、硫化物とは異なり LiNbO_2 では O 2p 軌道が深いエネルギー準位を形成し、キャリアが入る Nb 4d₂₂ バンドが強く孤立した電子構造をとることが予測されている (Fig. 1) [2]。これはシングルバンドにおいてホール超伝導が実現していることを示唆し、二次元ホール超伝導を調査するのに好適な物質といえる。しかしながら、その実験に必要な単結晶薄膜の合成例すらなかった。最近、我々は独自の三段階合成法を開発し超伝導エピタキシャル薄膜合成に初めて成功し、孤立バンドと電子相関に由来する透明超伝導性を発見した [3]。今回は、超伝導臨界磁場の角度依存測定により超伝導の二次元性を評価したので報告する。

【結果と考察】成長した $\text{Li}_{1-x}\text{NbO}_2$ 超伝導薄膜 ($T_C = 4.3$ K) の 1.9 K における抵抗率の磁場印加量と角度依存性を Fig. 2 に示す。上部臨界磁場 (H_{c2}) は強い異方性を示し、層状構造に由来して面内では面直に比べて 6 倍大きな値を示した。面内と面直それぞれに対して温度依存性を測定し (Fig. 3) Ginzburg-Landau 理論式を用いると、超伝導のコヒーレンス長は $\xi^{\parallel}(0) = 18$ nm, $\xi^{\perp}(0) = 2.9$ nm と見積もられた。この面直コヒーレンス長 [$\xi^{\perp}(0)$] は LAO/STO 界面超伝導層や原子層 MoS_2 よりも短く、有効質量が面直では面内の 36 倍重いという非常に強い二次元性を表している。当日は詳細な解析や光電子分光測定の結果も紹介し本材料のシングルバンド性と合わせて議論する。

【謝辞】角度依存測定に協力いただいた細野秀雄名誉教授・平松秀典准教授に深く感謝します。

[1] M. J. Geselbracht *et al.*, *Nature* **345**, 324 (1990). [2] K.-W. Lee *et al.*, *Phys. Rev. B* **76**, 144513 (2007).

[3] 相馬 他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会, 9a-W933-8 (2019).

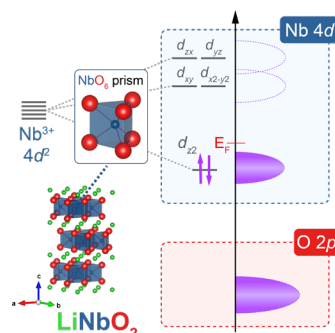


Fig. 1 Schematics of crystal and band structures for LiNbO_2 .

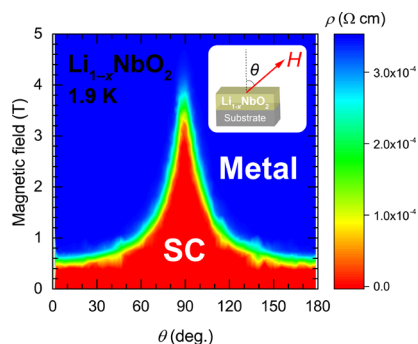


Fig. 2 Magnetic field and applied angle dependence of resistivity for $\text{Li}_{1-x}\text{NbO}_2$ taken at 1.9 K. Inset shows the sample configuration.

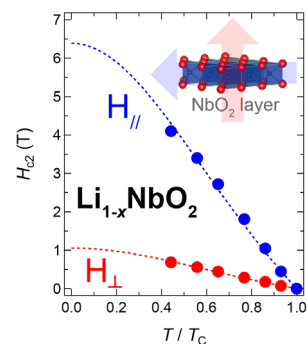


Fig. 3 Normalized temperature dependence of H_{c2} under field perpendicular and parallel to the NbO_2 layer.