

Li 脱挿入による LiTi_2O_4 超伝導-絶縁状態間の可逆的スイッチング

Reversible switching of superconducting-insulating states in LiTi_2O_4 using Li intercalation

東工大院理工¹, 元素戦略²

○丹羽 三冬¹, 吉松 公平¹, 大島 孝仁¹, 大友 明^{1,2}

Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Tech.¹ and MCES²

○M. Niwa¹, K. Yoshimatsu¹, T. Oshima¹, and A. Ohtomo^{1,2}

E-mail: niwa.m.ab@m.titech.ac.jp

【はじめに】近年、電気二重層をゲートに用いた物性研究が盛んに行われている。一方、キャリア制御能の観点では電気化学的な手法は有効である。 LiTi_2O_4 は T_c が比較的高く(13.7 K)、Liの不定比性と $\text{Ti}^{3+}/\text{Ti}^{4+}$ の混合原子価状態が結合して電気特性が大きく変化するとともに、電気化学的な手法を用いてLiの脱挿入が可能であること(例えば、二次電池の陽極材料として用いた場合)から、興味深い超伝導体のひとつである。我々は、 LiTi_2O_4 をチャネルとする電気化学トランジスタを作製し、超伝導状態と絶縁状態を可逆的にスイッチングすることに成功したので報告する。

【実験】パルスレーザ堆積法を用いて $\text{MgAl}_2\text{O}_4(111)$ 基板上に LiTi_2O_4 薄膜を成長した。as-grown LiTi_2O_4 薄膜を負極材、 LiCoO_2 粉体を正極材、重量比1:20の LiClO_4 とプロピレンカーボネート(PC)混合溶液を電解液、 AgClO_4/Ag を参照極としてC-V測定を行い、Liの脱挿入が起きる電位を決定した。その結果を基に電位制御を行いつつ、四端子法で抵抗率の温度依存性を測定した。

【結果】図1にC-V測定の結果を示す。得られた曲線からLiの脱挿入は可逆的であり、 LiTi_2O_4 の酸化還元電位は約-1.6 Vであることがわかった。図2に各電位設定における LiTi_2O_4 薄膜の抵抗率の温度依存性を示す。as-grown LiTi_2O_4 薄膜は11 K以下で超伝導特性を示したが、Liを挿入すると(-2.0 V)、絶縁体的な挙動を示した。Liが脱離すると(-0.5 V)、超伝導特性はほぼ回復した。この結果は、Liの脱挿入によりTiサイトの電子濃度が可逆的に変調されたことを示している。

【謝辞】電解液作製に協力いただいた鈴木寛治氏、高尾俊郎氏、大石理貴氏、長岡正宏氏、試料構造作製に協力いただいた上野和紀氏に感謝します。

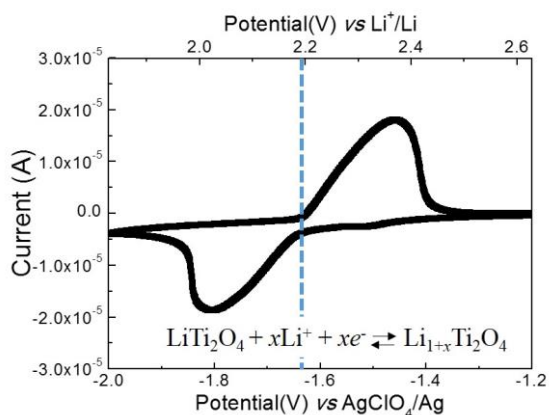


Fig. 1 C-V profile of (-) Al(wire)/ LiTi_2O_4 /LiClO₄:PC/LiCoO₂/Ag(wire) (+).

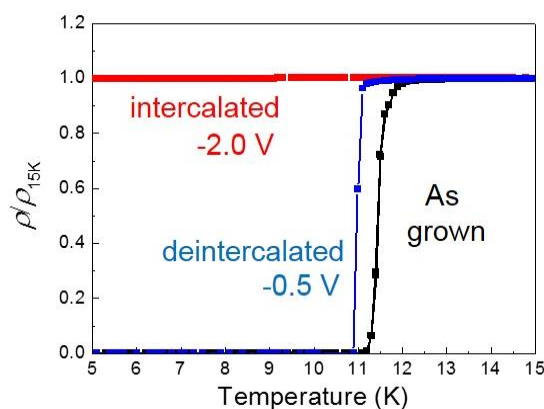


Fig. 2 Temperature dependence of resistivity for LiTi_2O_4 films under various bias potential.