

LiTi₂O₄ 透明超伝導エピタキシャル薄膜の電子状態評価Electronic Structures of Epitaxial LiTi₂O₄ Transparent Superconducting Films

東北大 WPI-AIMR ○大澤 健男, 熊谷 明哉, 清水 亮太, 高木 由貴, 鈴木 竜,
白木 将, 一杉 太郎

Tohoku Univ. ○Takeo Ohsawa, Akichika Kumatani, Ryota Shimizu, Yoshitaka Takagi,
Tohru Suzuki, Susumu Shiraki, Taro Hitosugi
E-mail: ohsawa@wpi-aimr.tohoku.ac.jp

【はじめに】LiTi₂O₄ は, 銅酸化物高温超伝導体が発見されるまで, 高い T_c (13.7 K) を示す酸化物の代表格として, ビスマス系酸化物とともに多くの研究がなされていた. また, スピネル構造をとる酸化物として唯一の超伝導体であるという点からも興味を持たれてきた. 最近, 我々は LiTi₂O₄ エピタキシャル薄膜が, 透明導電性に加えて超伝導性を有する “透明超伝導体 ($T_{c\text{ mid}} = 13.3$ K)” として機能することを報告した^[1]. この透明導電性の起源を解明すべく, 光電子分光による電子状態評価を行ったので報告する.

【実験】PLD 法を用いて, スピネル型 MgAl₂O₄(111) 基板上に LiTi₂O₄(111) エピタキシャル薄膜を作製した. 基板温度を 800°C, 酸素分圧を $1.0 \times 10^{-6} \sim 10^{-7}$ Torr とした. X 線回折, およびラマン分光法により薄膜構造評価を行った. 光学評価に関しては, 吸収スペクトルを測定し, その吸収端から光学バンドギャップを見積もった. そして, 光電子分光にて内殻スペクトルおよび価電子帯スペクトルを評価し, 電子状態の考察を行った.

【結果】LiTi₂O₄ 薄膜の光電子分光結果を図 1 に示す. 図 1(a) の Ti 2p 内殻スペクトルより, Ti⁴⁺ および Ti³⁺ の混合原子価になっていることがわかり, 化学式での Ti^{3.5+} と整合している. また, 価電子帯スペクトル (図 1(b)) から, フェルミ準位にピークがあることが確認でき, Ti 3d 伝導帯を電子が占有して金属伝導を示すという描像を裏付けている. さらに, 価電子帯と伝導帯間のバンドギャップの値はおよそ 3.8 eV であることが明らかになった. このエネルギー値は, 吸収スペクトルから見積もられるバンドギャップ (~4 eV) よりも小さく, 光学吸収に Burstein-Moss シフトの影響が現れていることがわかった. 以上より, 大きなバンドギャップとキャリア電子が Ti 3d バンドに存在するという特徴が透明導電性の起源であることが明らかになった.

参考文献

^[1] Kumatani *et al.* *Appl. Phys. Lett.* **101**, 123103 (2012).

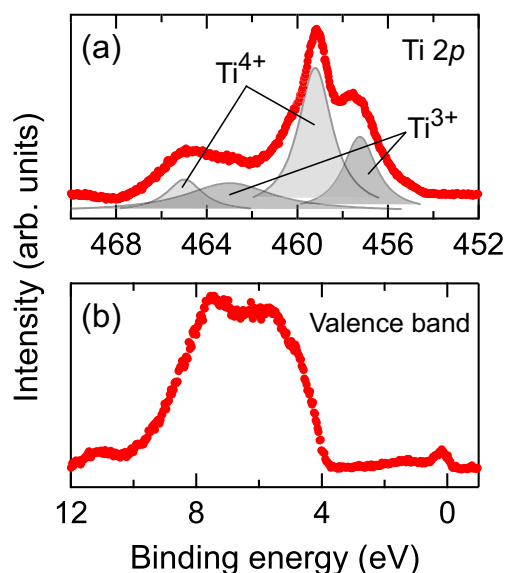


図 1: 透明超伝導 LiTi₂O₄ エピタキシャル薄膜の (a) Ti 2p, (b) 価電子帯スペクトル.