

放射光電子分光による $\text{SrTi}_{1-x}\text{V}_x\text{O}_3$ 薄膜の透明電極材料スクリーニング

Screening of $\text{SrTi}_{1-x}\text{V}_x\text{O}_3$ thin films for a transparent electrode material by using *in-situ* photoemission spectroscopy

東北大多元研¹, KEK 物構研²

°(M2)神田 龍彦¹, 志賀 大亮^{1,2}, 湯川 龍², 長谷川 直人¹, 徳永 凌佑¹, 程 祥邁¹, 北村 未歩², 堀場 弘司², 吉松 公平¹, 組頭 広志^{1,2}

°Tatsuhiko Kanda¹, Daisuke Shiga^{1,2}, Ryu Yukawa², Naoto Hasegawa¹, Ryosuke Tokunaga¹, Xianglin Cheng¹, Miho Kitamura², Koji Horiba², Kohei Yoshimatsu¹, and Hiroshi Kumigashira^{1,2}

E-mail: tatsuhiko.kanda.r1@dc.tohoku.ac.jp

【はじめに】強相関伝導性酸化物においては、 10^{23} cm^{-3} ものキャリア密度 (n) を持つにもかかわらず、伝導電子の有効質量 (m^*) が重いため、プラズマ振動数が可視光以下になる。そのため近年、強相関伝導性酸化物は新たな透明電極材料として期待されている[1]。強相関酸化物の透明電極材料としての性能を決定する重要なパラメータは n/m^* である。我々は、伝導性酸化物 SrVO_3 と酸化物半導体 SrTiO_3 の混晶である $\text{SrTi}_{1-x}\text{V}_x\text{O}_3$ (STVO) [2]に注目し、組成 x を変えることで n/m^* を連続的に制御できると考えた。この可能性を検討するために、本研究では高輝度放射光分光を用いて STVO 薄膜のフェルミ準位上 (E_F) の状態密度とバンド分散を測定し、実験的に n と m^* を決定したので報告する。

【実験方法】実験はKEK-PF BL-2 MUSASHIに設置した「その場 (*in-situ*) 光電子分光+レーザー分子線エピタキシー」複合装置を用いて行った。Nb:SrTiO₃ (Nb = 0.05 wt.%) (001)基板上にSTVO ($x = 1.0, 0.8, 0.6, 0.4$) 薄膜を作製し、*in-situ*での放射光電子分光測定を行った。

【結果と考察】図1に STVO 薄膜 ($x = 0.4-1.0$) における E_F 近傍の光電子スペクトルを示す。電気伝導性の良い SrVO_3 ($x = 1.0$) から x が減少するにつれて n に対応する E_F 上の状態密度が減少し、 $x = 0.4$ ではエネルギーギャップが形成され絶縁体になっていることが分かる。これらのことから、透明電極の候補としては $x > 0.4$ であると考えられる。次に、金属領域における m^* の組成依存性を決定するために、角度分解光電子分光 (ARPES) 測定を行った。得られたバンド分散から m^* を求めたところ、組成に対して m^* には大きな変化が見られなかった。これらの結果から、STVO 薄膜の組成依存性においては、 n の変化が支配的であることが明らかになった。このことは、 x を変えることにより n を変数として n/m^* の値を広い範囲で制御可能なことを示している。

【参考文献】

[1] L. Zhang *et al.*, Nat. Mater. **15**, 204 (2016).

[2] M. Gu *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103**, 223110 (2013).

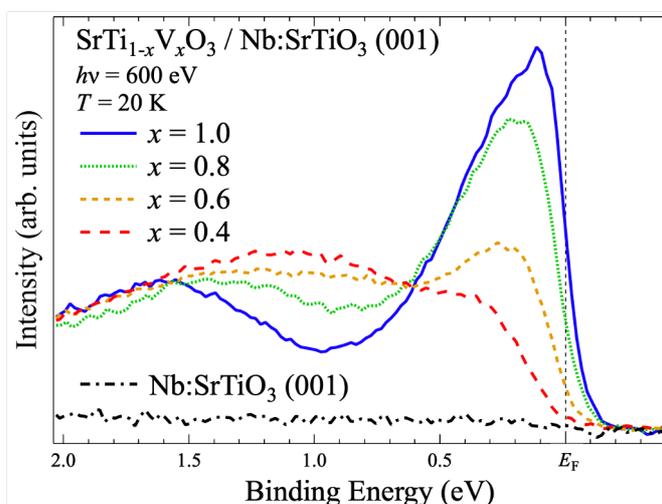


Fig. 1 *In-situ* photoemission spectra near E_F of STVO thin films.