

# アナターゼ型 $Ti_{1-x}W_xO_2$ エピタキシャル薄膜の電気輸送特性と電子状態

東大理<sup>A</sup>、東北大 WPI-AIMR<sup>B</sup>、KAST<sup>C</sup>、東大工<sup>D</sup>  
 近松彰<sup>A</sup>、竹内詩人<sup>A</sup>、一杉太郎<sup>B,C</sup>、組頭広志<sup>D</sup>、尾嶋正治<sup>D</sup>、  
 廣瀬靖<sup>A,C</sup>、島田敏宏<sup>A,C</sup>、長谷川哲也<sup>A,C</sup>

Transport properties and electronic states of  
 anatase  $Ti_{1-x}W_xO_2$  epitaxial thin films  
 Univ. of Tokyo<sup>A,D</sup>, Tohoku Univ.<sup>B</sup>, KAST<sup>C</sup>

A. Chikamatsu<sup>A</sup>, U. Takeuchi<sup>A</sup>, T. Hitosugi<sup>B,C</sup>, H. Kumigashira<sup>D</sup>, M. Oshima<sup>D</sup>,  
 Y. Hirose<sup>A,C</sup>, T. Shimada<sup>A,C</sup>, T. Hasegawa<sup>A,C</sup>

アナターゼ型  $Ti_{1-x}Nb_xO_2$  エピタキシャル薄膜は室温において良好な透明導電性を示すことが知られている[1]。ここで、4価のTiに対しNbは5価となっており、キャリア電子を1つ放出し、低抵抗化している。本研究では、Tiとイオン半径が近く6価となつてより多くのキャリアを放出しうるWに着目し、アナターゼ型  $Ti_{1-x}W_xO_2$  エピタキシャル薄膜の合成を行った。また、電気輸送特性評価と光電子分光による電子状態の測定により、 $Ti_{1-x}Nb_xO_2$  と  $Ti_{1-x}W_xO_2$  の伝導機構の違いについて考察した。

$Ti_{1-x}W_xO_2$  ( $x = 0.01 - 0.09$ ) 薄膜は、パルスレーザー堆積法を用いてLSAT基板上に様々な酸素分圧、基板温度で作製した。X線回折測定により、作製した薄膜の結晶構造がエピタキシャル成長した単相アナターゼであることを確認した。また、光電子分光測定は、KEK-PF BL-2Cで行った。

図1に、 $Ti_{0.95}W_{0.05}O_2$  薄膜と  $Ti_{0.94}Nb_{0.06}O_2$  薄膜の抵抗率の温度依存性を示す。 $Ti_{0.95}W_{0.05}O_2$  薄膜の室温での抵抗率は  $2 \times 10^{-3} \Omega cm$  であり、Nbドーピングに比べて一桁ほど大きいことがわかった。この抵抗の高さは主にキャリア濃度の低さに起因している。そこでWドーピング  $TiO_2$  の価電子帯の電子状態を観測したところ、価電子帯上端にキャリアをトラップしていると考えられる状態密度を明瞭に観測した(図2)。これらの結果は、 $Ti_{1-x}W_xO_2$  と  $Ti_{1-x}Nb_xO_2$  の伝導機構の違いが、ドーパントの作る不純物準位に起因することを示している。

[1] Furubayashi *et. al.*, Appl. Phys. Lett. **86**, 252101 (2005).

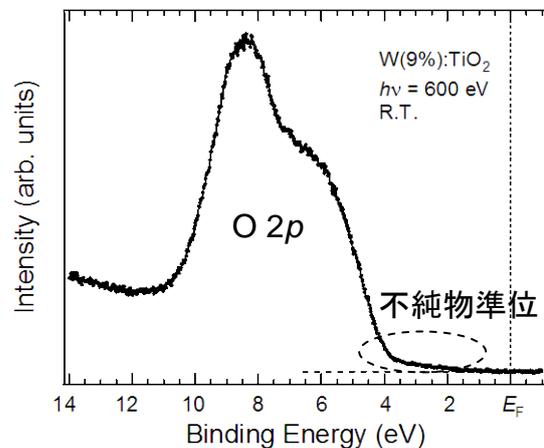
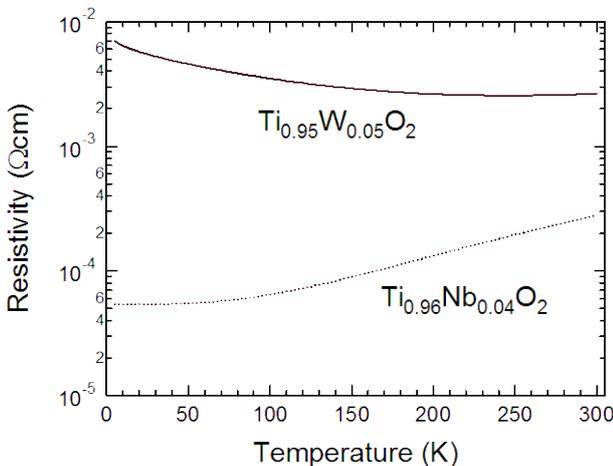


図1.  $Ti_{0.95}W_{0.05}O_2$  と  $Ti_{0.96}Nb_{0.04}O_2$  の抵抗率の温度依存性  
 図2.  $Ti_{0.91}W_{0.09}O_2$  の価電子帯の電子状態