

VO₂/TiO₂(001)極薄膜における電子状態の膜厚依存性Thickness-Dependent Electronic Structures of VO₂/TiO₂(001) Ultrathin Films東北大多元研¹、KEK 物構研²°志賀 大亮^{1,2}、楊 以理¹、長谷川 直人¹、神田 龍彦¹、徳永 凌祐¹、北村 未歩²、湯川 龍²、
吉松 公平¹、堀場 弘司²、組頭 広志^{1,2}IMRAM, Tohoku Univ.¹, IMSS, KEK²,°D. Shiga^{1,2}, B. E. Yang¹, N. Hasegawa¹, T. Kanda¹, R. Tokunaga¹, M. Kitamura², R. Yukawa²,
K. Yoshimatsu¹, K. Horiba², and H. Kumigashira^{1,2}

E-mail: dshiga@post.kek.jp

【はじめに】*d*¹ 電子系強相関酸化物である VO₂ は、室温付近で V イオンの二量化による構造相転移とともに急激な電気抵抗率の変化を伴った金属-絶縁体転移 (MIT) を示すことから、強相関デバイスとしての応用が期待されている[1]。一般に酸化物薄膜を用いたデバイスにおいては、その特性が膜厚やヘテロ界面の構造に非常に敏感であるため、精密なデバイス設計に向けて VO₂ 極薄膜が示す特性の膜厚依存性についての知見が重要となる。そこで本研究では、膜厚を制御した VO₂/TiO₂(001)極薄膜を作製し、物性測定による電子相図作成を行うとともに、*in-situ* 放射光光電子分光 (PES) による電子状態評価を行った。

【実験方法】実験は KEK-PF BL-2A MUSASHI に設置された「*in-situ* PES—レーザー分子線エピタキシ複合装置」を用いて行った。また、化学的に急峻なヘテロ界面が形成されていることを内殻準位測定から確認した。

【結果と考察】図 1 に、*T* = 320 K で測定した VO₂ 極薄膜における価電子帯スペクトルの膜厚依存性を示す。膜厚 *t* = 10 nm (MIT 温度 *T*_{MIT} ~ 295 K) では、ルチル型金属相に特徴的なスペクトルが観測されており[2]、その形状は *t* ≥ 2 nm ではほぼ一致している。このことは、VO₂ は 2 nm まではその物性を維持していることを示している。一方、*t* < 2 nm の領域では、膜厚の減少とともにフェルミ準位 (*E*_F) 上の状態密度が急激に減少し、*t* = 0.5 nm では完全に消失する様子が観測されている。膜厚依存 MIT を調べるために *E*_F 近傍のスペクトル形状に注目すると、*t* = 1.5 nm まではフェルミ端が観測されていることから、VO₂ の金属状態は *t* ~ 1.5 nm 程度まで維持されることが分かる。これらの結果から、VO₂ 薄膜は臨界膜厚が 1.0–1.5 nm で膜厚依存 MIT を示すことが明らかになった。

[1] T. Yajima, T. Nishimura, and A. Toriumi, Nat. Commun. **6**, 10104 (2015).

[2] T. C. Koethe *et al.*, Phys. Rev. Lett. **97**, 116402 (2006).

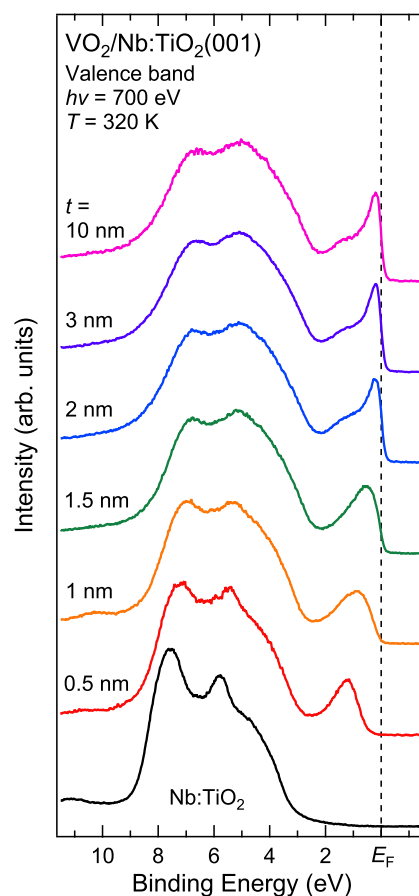


FIG. 1. Film-thickness dependence of valence-band spectra measured at *T* = 320 K for VO₂/Nb:TiO₂(001) ultrathin films.