

K 蒸着による VO₂ 薄膜の金属-絶縁体転移制御

Control of the Metal-Insulator Transition in VO₂ Thin Films by K Deposition

東北大院理¹, KEK-PF²

○志賀 大亮^{1,2}, 簗原 誠人², 北村 未歩², 湯川 龍², 三橋 太一^{1,2}, 堀場 弘司², 組頭 広志^{1,2}

Dept. of Phys., Tohoku Univ.¹, KEK-PF²,

°D. Shiga^{1,2}, M. Minohara², M. Kitamura², R. Yukawa², T. Mitsuhashi^{1,2},

K. Horiba², and H. Kumigashira^{1,2}

E-mail: dshiga@post.kek.jp

【はじめに】強相関遷移金属酸化物である二酸化バナジウム (VO₂) は室温付近で構造相転移を伴った金属-絶縁体転移 (MIT) を示すことが知られている。近年、電気二重層トランジスタ (EDLT) 構造を用いたキャリア注入により、VO₂ の MIT が制御可能であることが報告された。しかしながら、その MIT 変調メカニズムについては未だ議論が続いている[1,2]。これを解明するためには、キャリア誘起 MIT に伴う電子状態の変化を光電子分光 (PES) により直接観測することが必要不可欠である。しかしながら、EDLT 構造では試料表面がイオン液体等で覆われているため、表面敏感な PES では、電荷が蓄積している領域の電子状態を観測することが困難であった。そこで本研究では、VO₂ 薄膜表面にポタシウム (K) 原子を吸着することで[3], EDLT と同様の表面キャリア注入を実現し、キャリア誘起 MIT に伴う電子状態変化を *in situ* 軟 X 線 PES により直接観測することを試みた。

【実験方法】実験は KEK-PF BL-2A MUSASHI に設置された「*in situ* PES + Laser MBE 複合装置」を用いて行った。VO₂ 薄膜を Nb:TiO₂ (001) 基板上に作製し、*in situ* で PES 測定を行った後、試料準備槽で K を蒸着して再び測定を行った。一連の実験は試料表面を一度も大気にさらすことなく行った。

【結果と考察】Figure 1 に、250 K で測定した VO₂ 薄膜 (MIT 温度: $T_{\text{MI}} \sim 295$ K) における K 蒸着前後の価電子帯 PES スペクトルを示す。K 蒸着前のスペクトルでは、VO₂ 薄膜の絶縁体状態を反映して、フェルミ準位 (E_F) 上にエネルギーギャップが形成されている。この薄膜表面に K 原子を蒸着すると、 E_F 上に明瞭なフェルミ端が出現した。この結果は、K 蒸着による表面キャリア注入により、絶縁体相 VO₂ 薄膜の金属化に成功したことを示している。

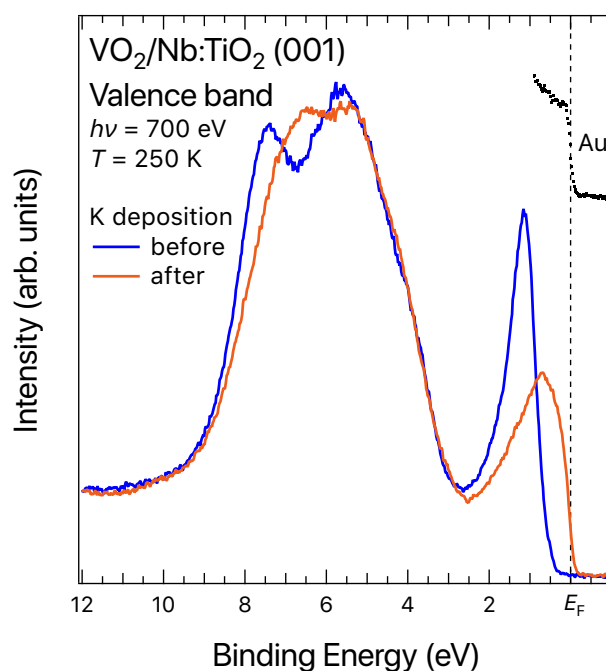


Figure 1 | Valence band spectra measured at 250 K for VO₂/Nb:TiO₂ (001) thin films before and after K deposition.

【参考文献】

- [1] M. Nakano *et al.*, Nature **487**, 459 (2012).
[3] Y. K. Kim *et al.*, Nat. Phys. **12**, 37 (2016).

- [2] J. Jeong *et al.*, Science **339**, 1402 (2013).