

## K 蒸着による VO<sub>2</sub> 薄膜の金属絶縁体転移制御 Control of the metal-insulator transition in VO<sub>2</sub> thin films by K deposition

志賀大亮<sup>1,2,\*</sup>, 簗原誠人<sup>2</sup>, 北村未歩<sup>2</sup>, 湯川龍<sup>2</sup>, 三橋太一<sup>1,2</sup>, 堀場弘司<sup>2</sup>, 組頭広志<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>東北大学大学院理学研究科, 〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3

<sup>2</sup>放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

Daisuke Shiga<sup>1,2,\*</sup>, Makoto Minohara<sup>2</sup>, Miho Kitamura<sup>2</sup>, Ryu Yukawa<sup>2</sup>, Taichi Mitsuhashi<sup>1,2</sup>,  
Koji Horiba<sup>2</sup>, and Hiroshi Kumigashira<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of physics, Tohoku University, 6-3 Aoba, Aramaki, Aoba, Sendai, 980-8578, Japan

<sup>2</sup>Photon Factory, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

### 1 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 (VO<sub>2</sub>) は、室温付近で構造相転移を伴った 1 次の金属絶縁体転移 (MIT) を示すことが知られており、広く注目を集めている。近年この VO<sub>2</sub> 薄膜において、電気二重層トランジスタ (EDLT) 構造を用いた「電界効果ドーピング」により転移温度 ( $T_{MI}$ ) が抑制されることが報告された[1]。しかしながら、その後の多くの研究にもかかわらず、この電界誘起 MIT の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、MIT に伴う電子状態の変化を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、表面敏感な光電子分光 (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、VO<sub>2</sub> 薄膜表面にポタシウム (K) 原子を吸着することで、EDLT 構造における電界効果と同様の表面キャリア注入状態を実現し、キャリア誘起 MIT に伴う電子状態変化を PES により観測することを試みた。

### 2 実験

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ー (MBE) 複合装置」を用いて行った。レーザー MBE 装置を用いて VO<sub>2</sub> 薄膜を Nb:TiO<sub>2</sub> (001) 基板上に作製し、試料準備槽においてその表面に K 蒸着を行った。その後、放射光ビームラインに接続された光電子測定槽において PES 測定を行った。これらの薄膜作製・PES 測定・K 蒸着といった一連の実験は、超高真空下で接続されたチャンパー間で試料を搬送することで、試料表面を一度も大気に曝すことなく行った。

### 3 結果および考察

図 1 に 250 K で測定した VO<sub>2</sub> 薄膜 ( $T_{MI} \sim 295$  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、VO<sub>2</sub> 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 VO<sub>2</sub> 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。これらの結果は、K 蒸着によるキャリア注入により絶縁体相 VO<sub>2</sub> 薄膜の金属化に成功したことを示している。

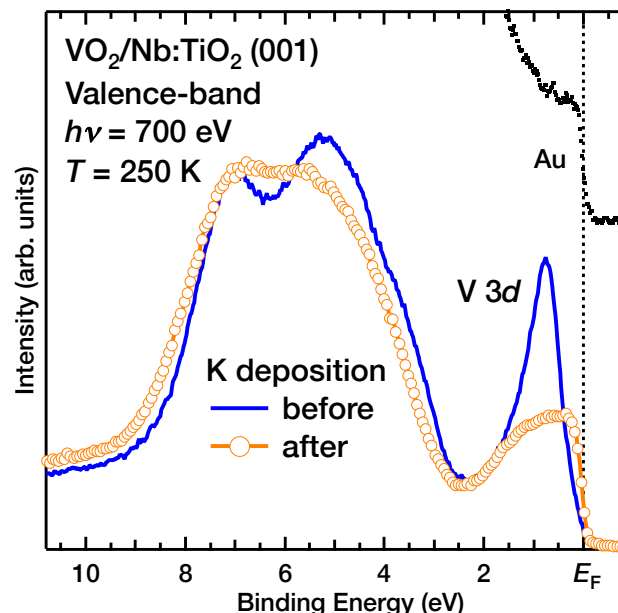


図 1: 250 K で測定した VO<sub>2</sub> 薄膜における K 蒸着前後の価電子帯 PES スペクトル

#### 参考文献

- [1] M. Nakano *et al.*, *Nature* **487**, 459 (2012).  
[2] J. Jeong *et al.*, *Science* **339**, 1402 (2013).

\* dshiga@post.kek.jp