価数を制御した VO_2 薄膜の金属－絶縁体転移

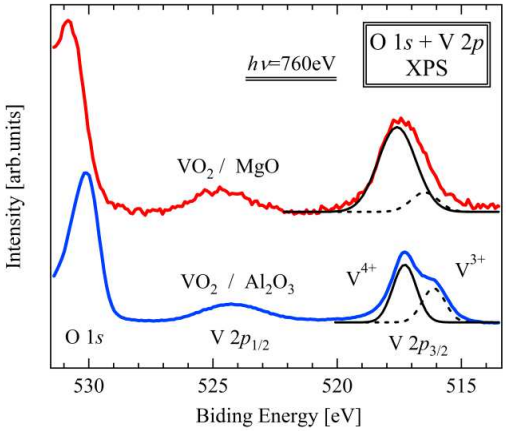
Metal-insulator Transition of Valence-controlled VO_2 Thin Film

東理大理 [1], 高エネ研 [2], 丹野友博 [1], 末次高明 [1], 土屋敬志 [1], 小林正起 [2], 組頭広志 [2], ○樋口透 [1]
Tokyo Univ. Sci [1], PF, KEK[2], T. Tanno[1], T. Suetsugu[1], T. Tsuchiya[1], M. Kobayashi[2], H. Kumigashira[2], T. Higuchi[1]
E-mail: higuchi@rs.kagu.tus.ac.jp

【序論】4 価のバナジウム酸化物である VO_2 は、～340K にて Rutile 構造の高温金属相から、Monoclinic 構造の低温絶縁相へと転移する。この金属−絶縁体転移（MIT）を活かした抵抗変化メモリやスイッチング素子等の応用研究が盛んに行われている。この MIT は成膜条件に強く影響しており、価数状態が重要な役割を担っていると考えられている。本研究では、VO_2 薄膜をスパッタ法にて Al_2O_3、MgO 基板上に成膜し、格子不整合の違いによる MIT･価数状態・電子構造・電気特性への影響について検討した。

【実験方法】VO_2 薄膜は、V メタルターゲットと酸素ガスを用いた反応性 RF マグネトロンスパッタ法により、基板温度 700℃で成膜した。基板は、Al_2O_3(0001)と MgO(100)の 2 種類を使用した。作製した膜は XRD、電気抵抗の評価に加え、高エネ研の放射光施設 BL2A にて光電子分光（PES）と X 線吸収分光(XAS)、共鳴光電子分光(RPES)により電子構造を計測した。

【結果・考察】図 1 は、Al_2O_3、MgO 基板上の VO_2 薄膜の O 1*s*、V 2*p*-XPS の結果である。V2$p_{3/2}$ スペクトルは V^{4+} と V^{3+} のダブルピークであることから、混合原子価状態をとっている。Al_2O_3 基板上の VO_2 薄膜は、40%の V^{3+} を持ち、MgO 基板上の VO_2 薄膜は 21%の V^{3+} を持つ。この混合原子価状態の違いは、VO_2 薄膜の酸素欠陥量の違いに起因していると考えられる。



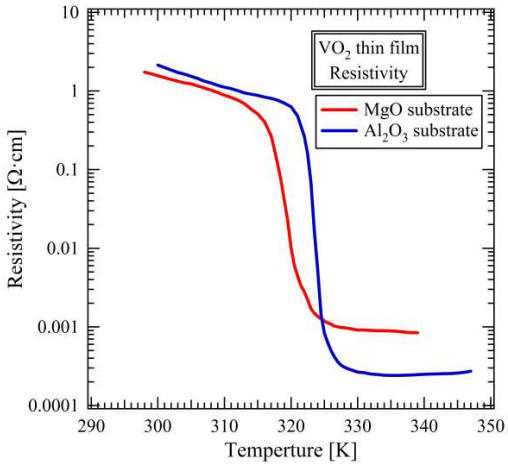
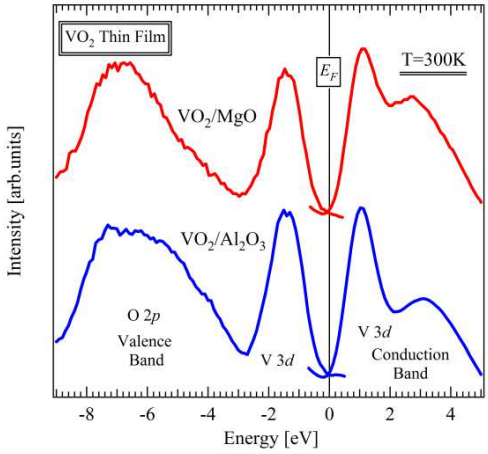


図 2 は、図 1 の VO_2 薄膜の電気抵抗の結果である。Al_2O_3 基板上の膜は、転移温度が MgO 基板上のものよりも高く、また抵抗の変化幅も大きかった。これは、VO_2 薄膜の MIT が価数状態や格子歪が大きく影響していることを示唆する。

図 3 は、Al_2O_3、MgO 基板上の VO_2 薄膜の価電子帯と伝導帯の電子構造である。V3*d* 間のエネルギー差は、Al_2O_3 基板上の膜よりも MgO 基板上の膜の方が広がっている。これは、電子相関エネルギーの大きさの変化に対応している。

当日は、VO_2 薄膜の構造・電気特性の詳細について報告する。



© 2016年 応用物理学会