

ITO 上に ICP 支援スパッタ成長した M2 相 VO₂ 薄膜の電気的特性Electrical properties of M2-phase VO₂ thin film grown on ITO by ICP-assisted sputtering

東海大院工 ○戸部 龍太, 沖村 邦雄, モハメッド シュルズ ミヤ

Graduate School of Engineering, Tokai Univ. ○Ryuta Tobe, Kunio Okimura, Md. Suruz Mian

E-mail: 8beim032@mail.u-tokai.jp

二酸化バナジウム(VO₂)は 68°C 付近で構造相転移(SPT)を起こすとともに 4~5 桁に渡る抵抗値の変化(絶縁体-金属相転移:IMT)を示す.^[1] VO₂はその巨大な抵抗値の変化が温度だけでなく電圧印加によっても生じる点からスイッチング素子やニューロン素子としての応用が期待されている. VO₂の低温相の一つである M2 相は M1 相と異なる原子配列を有し,モット絶縁体であると考えられている.^[2,3] このことから M2 相は一般に報告されている M1 相とは異なる転移挙動を示す可能性があり, VO₂の工学的応用に向けさらなる研究が必要である. 今回我々は,室温において M2 相が現れる ITO ガラス上 VO₂ 薄膜の有する電気的特性を明らかにし,その工学的応用性を検討することを目的とした.

VO₂ 薄膜を ICP 支援 RF マグネトロンスパッタ法を用いて ITO ガラス(厚さ 0.7 mm, ITO 膜厚 ~200 nm, 抵抗率 $2 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$)上へ成膜した. RF power 250 W, ICP power 200 W, 全圧 0.6 Pa, O₂ 流量 0.5 sccm, 基板温度 400°C の条件で 40 分間成膜を行った. XRD 測定では M2 相に由来する $2\theta = 27.5^\circ$ [M2 (-201)]及び $2\theta = 28.2^\circ$ [M2 (201)]のダブルピークが確認できた. ラマン分光測定において温度を-173~127°C に変化させて測定を行った結果, -173~27°C までは 135, 380 及び 500 cm⁻¹ 付近に T 相に由来するピークが確認できた.(Fig. 1)^[3] また同時に温度低下に伴い室温では 648 cm⁻¹ 付近にある M2 相に由来するピークが 632 cm⁻¹ までシフトしていた. 室温から温度を低下させると M2 相から T 相に結晶構造が変化すると考えられる. 室温における R-T 測定ではヒステリシスを有し, また低温相と高温相の抵抗値変化が 3 桁程度と比較的大きな転移特性を示した. 自励発振特性測定では, VO₂に直列に接続した負荷抵抗を 40 k Ω としたとき直流電圧が 6~11 V で発振周波数が 230~810 kHz の特性が得られた. Fig. 3 (a)に電源電圧 11 V における発振波形を示す. Fig. 3 (b)に示した I-V 特性では VO₂に特有のヒステリシスを有する波形が得られた. この特性では金属相の波形の傾きが大きく, 1 k Ω 程度の抵抗値であった. 絶縁体相の抵抗値は R-T 特性における室温のものとはほぼ等しく数 100 k Ω オーダーであり, I-V 特性における抵抗値の変化が 2 桁以上と比較的大きいものであった. この結果は ITO 上 M2 相 VO₂ 薄膜が良好なスイッチング特性を有することを示している. 発表では XRD やラマン分光による結晶性評価, R-T による転移特性評価に加え I-V 特性や発振特性の結果から ITO 上 M2 相 VO₂ 薄膜の工学的応用性について述べる.

- [1] F. J. Morin, Phys. Rev. Lett. **3**, 34 (1959). [2] H. Kim, et al., Appl. Phys. Lett. **109**, 233104 (2016).
 [3] T. J. Huffman, et al., Phys. Rev. B **95**, 075125 (2017).

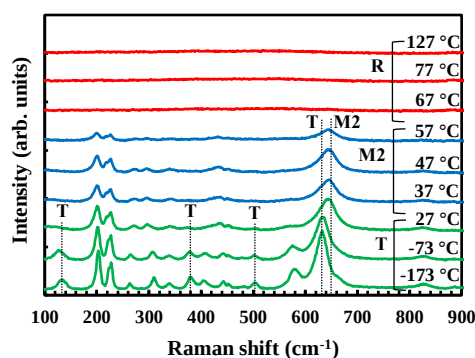


Fig. 1 Temperature-dependent Raman spectra for the VO₂ film grown on ITO.

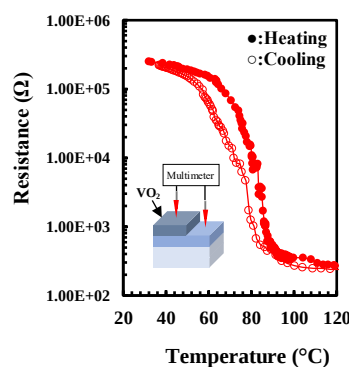


Fig. 2 R-T characteristics of the VO₂ film grown on ITO.

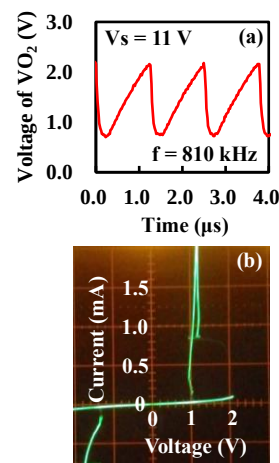


Fig. 3 (a) Self-oscillation and (b) I-V characteristic for the VO₂ film grown on ITO.