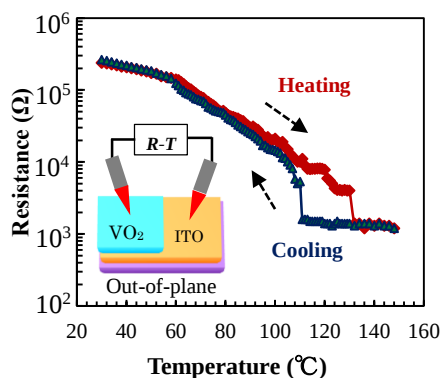
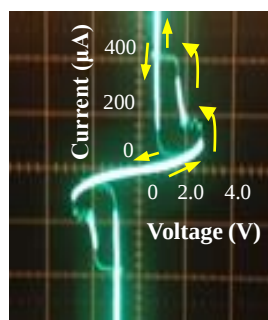
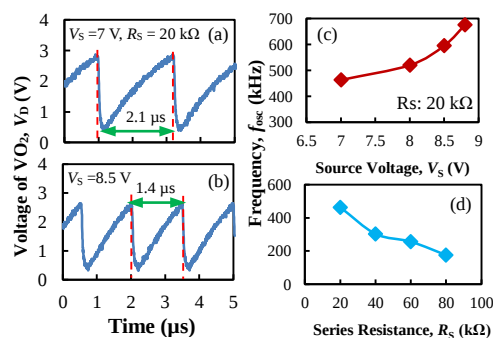


導電性 ITO 層上に成長した M2 相 VO₂ 薄膜の IMT 特性及び自励発振特性Growth of M2-phase VO₂ thin films on conductive ITO and its IMT and self-oscillation characteristics東海大院理工¹, トゥール大 GREMAN²○モハメッド シュルズ ミヤ¹, 佐藤 賢太¹, 按田 祐輔¹, 椎名 庸介¹, 沖村 邦雄¹, 坂井 穰²Graduate School of Science and Technology, Tokai Univ.¹, GREMAN, Univ. Tours²○Md. Suruz Mian¹, Kenta Sato¹, Yusuke Anda¹, Yosuke Shiina¹, Kunio Okimura¹, Joe Sakai²suruz_keronia@yahoo.co.jp

二酸化バナジウム(VO₂)は 68°C 付近で単斜晶(M1 相)から正方晶(R 相)へ結晶構造変態(SPT)し、これに伴って 4~5 桁に及ぶ抵抗値変化を伴う絶縁体-金属転移(IMT)が生じるとされるが、電子相関効果やストレスに起因する IMT が結晶構造変態とは分離して生じる可能性も指摘されている。[1] 特に、M1 相と異なる V 原子配列をもつ低温相である M2 相は IMT と SPT の関係の議論や IMT の温度制御につながる可能性がある。[1] 我々はこれまでに ICP 支援スパッタ成膜法を用いて、強いストレス下にある M2 相 VO₂ 薄膜成長について報告した。[2] しかしながら、多結晶成長した M2 相 VO₂ 薄膜は結晶粒どうしが分離しており、電気伝導パスが分断されているために抵抗の温度依存性(IMT 特性)を明確に示すに至らなかった。今回、10⁻⁴Ωcm 台前半の導電性を有する ITO 膜上に M2 相 VO₂ 薄膜を成長させることで、IMT 特性及び面直方向への電圧印加スイッチング、自励発振現象を得たので報告する。本研究の結果は VO₂ 薄膜の IMT の幅広い応用やモット絶縁体と見なされる M2 相 VO₂ の特性に基づくデバイス開発の可能性を示すものである。

ICP 支援反応性スパッタ法(ターゲット:99.9%V)を用いて、ターゲット rf 電力を 250 W, ICP コイル印加電力を 200 W, 全圧(Ar+O₂) 0.5 Pa, O₂ 流量 0.5 sccm, 基板温度 400°C, 成膜時間 40 分とすることで、ITO ガラス(0.7 mm², ITO 膜厚~200 nm, 抵抗率 2×10⁻⁴ Ωcm)上に M2 相 VO₂ 薄膜が得られた。M2 相の同定は薄膜の X 線回折(XRD)測定結果における 2θ = 27.4° [M2(-201)]及び 28.2° [M2(201)]のダブルピークから判断した。このピークが現れるとき、ラマン分析においては 648 cm⁻¹ に M2 相に由来するピークが現れることを Si 上 M2 相 VO₂ において確認している。[3] 一方、基板温度が 250°C では M1 相成長であった。Fig.1 は ITO 上 M2 相 VO₂ 薄膜の R-T 特性である。60~130°C の範囲で 2 桁の抵抗変化が観測され、heating, cooling 時に各々 132, 110°C 付近で抵抗に急峻な変化が見られる。R-T 特性は 複数回実施して再現性があり、M1 相 VO₂ が 70°C 付近で急峻な抵抗変化を生じるのに対して大きな相違が見られる。本薄膜に対して温度変化 XRD 測定を実施した結果、M2 相から高温正方晶(R)相への結晶変態は 70°C 付近で観測された。M2 相薄膜では IMT 挙動が結晶変態と同期せずに生じていることがわかった。Fig.2 は ITO と VO₂ 薄膜にプローバを当てて得た電圧印加スイッチングのカーブトレサ波形である。高抵抗からスイッチングした際にマルチステップ的に低抵抗に移行している様子がわかる。Fig.3 (a), (b)は Fig.2 のプローブ接触時に得た直流電圧 V_s 印加による自励発振波形である。VO₂ に直流電圧印加すると IMT と MIT を繰り返す自励発振現象が生じるが[4], 本 M2 相薄膜でも Fig.3 のように数百 KHz オーダーの発振が得られた。Fig. 3 (c), (d) には発振周波数の V_s と直列抵抗, R_s 依存性を示す。講演ではこれらのデータを詳細に取得した結果から M2 相 VO₂ の電気的特性及びその応用性について報告する。

[1] M. Marezio *et. al.* Phys. Rev. B 5 (1972) 2541. [2] K. Okimura, *et. al.* J. Appl. Phys. **111** (2012) 073514.[3] K. Okimura, *et. al.*, J. Appl. Phys. **115** (2014) 153501. [4] Md. Suruz Mian *et. al.*, J. Appl. Phys. **117** (2015) 215305.Fig.1. Resistance-temperature characteristics of a M2-phase VO₂ film grown on an ITO/ glass substrate.Fig.2. I-V characteristics of a M2-phase VO₂ film on an ITO/ glass substrate.Fig.3. Self-oscillation wave forms of a M2-phase VO₂ film on an ITO/ glass substrate at constant R_s of 20 kΩ, (a) for V_s = 7 V and (b) for V_s = 8.5 V. (c) f_{osc} ~ V_s and (d) f_{osc} ~ R_s.