

VO<sub>2</sub>/TiN/Ti/Si 積層構造デバイスにおけるマルチステップ発振Multi step oscillations in VO<sub>2</sub>/TiN/Ti/Si layered structure device

東海大工, °青戸 智寛, 佐藤 賢太, モハメッド シュルズ ミヤ, 沖村 邦雄

School of Engineering, Tokai Univ.

°Aoto Tomohiro, Kenta Sato, Md. Suruz Mian and Kunio Okimura

3bei1229@mail.u-tokai.ac.jp

二酸化バナジウム (VO<sub>2</sub>) は, 比較的室温に近い 68°C付近において絶縁体的な状態から金属的な状態へ絶縁体-金属相転移 (Insulator-Metal Transition: IMT) を起こし, 4~5 桁に亘って急激な抵抗値の変化を示す[1][2]. この相転移は電圧印加によっても発現することから, VO<sub>2</sub> はスイッチング素子, 発振素子などへの工学的応用が期待されている. そこで我々は, 低電圧抵抗スイッチングが期待される導電層上への VO<sub>2</sub> 薄膜の多結晶成長とその自励発振現象について報告をしてきた[3][4]. 本研究では, 導電層上への VO<sub>2</sub> 薄膜の配向成長に成功し, 直流電圧印加によって得られた従来までの報告とは様相が異なるマルチステップ的な発振特性が得られた. また, 今回は自励発振特性に影響を与える要因である針圧の定量を試みたのでその相関性についても考察を行う.

積層デバイスの作製には RF マグネトロンスパッタ法を用いて, TiN/Ti/Si 基板上へ膜厚 200 nm 程度の VO<sub>2</sub> 薄膜を堆積した. 発振測定は Fig. 1 に示すように, 直流電源 (Vs), 抵抗 (Rs: 8 kΩ), 作製した積層デバイスの直列回路を用い, 電源電圧の変化に伴う積層デバイスの両端の電圧をオシロスコープで観測した. 探針には W (タングステン) 製, 半径 25 μm を用い, VO<sub>2</sub> デバイスの下に計量器を導入することで, 探針が VO<sub>2</sub> デバイスを下方向に押す荷重を定量した. 得られた荷重から, 探針の接触面積で割ることで針圧を算出した. 針圧は, TiN 側の針圧を 250 MPa, VO<sub>2</sub> 側の針圧を 15 MPa と設定した.

積層デバイスから得られた I-V 波形を Fig. 2 に, 発振波形と発振周波数を Fig. 3 (a), (b) に示す. I-V 波形の測定には, カーブトレーサー (掃引波形: 商用電源 50 Hz) を用いた. 針圧を微弱に設定したことで I-V 波形が安定せず, Fig. 2 に示したように不安定な領域が確認できた. このような針圧下では Fig. 3 (a) に示した発振波形において, Vs = 8 V 以下で過去の報告では見受けられない発振波形のマルチステップ化が確認できた. Vs = 9 V 以上では, マルチステップからシングルステップに変化し, VO<sub>2</sub> による自励発振現象に特徴的なごぎり波の波形ではなく正弦波に近い波形を得た. Fig. 3 (b) に示すように, マルチステップからシングルステップへ推移したとき, 発振周波数は 6.0 MHz から 7.3 MHz へと急激な増加を示した. Fig. 3 (a) の挿入図に, Vs = 6 V の時に得た発振波形の拡大図を示す. マルチステップ波形において, 個々の周期は 45~65 ns 程度である. このことから針圧調整により 15 MHz 以上の高周波発振が期待できる. 発表では, 今回得られた発振特性の詳細とその要因について検討する.

[1] F. J. Morin: Phys. Rev. Lett. **3**, 34 (1959). [2] H. Futaki and M. Aoki: Jpn. J. Appl. Phys. **8**, 1009 (1969).

[3] Md. Suruz Mian and K. Okimura, J. Vac. Sci. Technol. A **32**, 041502 (2014).

[4] Md. Suruz Mian, K. Okimura and J. Sakai J. Appl. Phys. **117**, 215305 (2015).

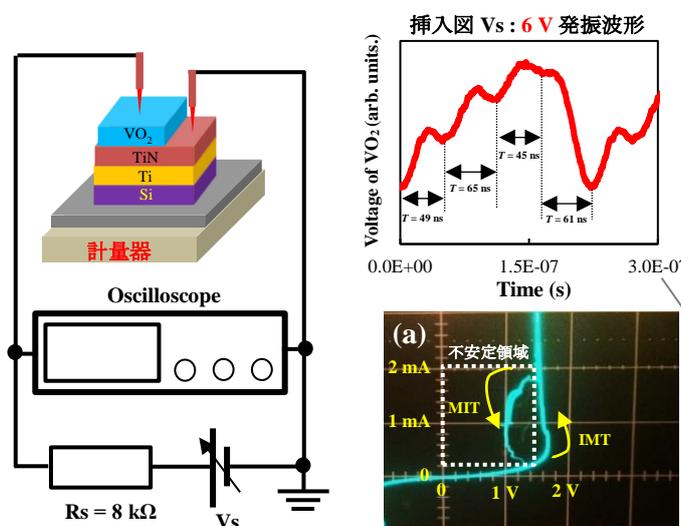


Fig. 1 発振実験回路図

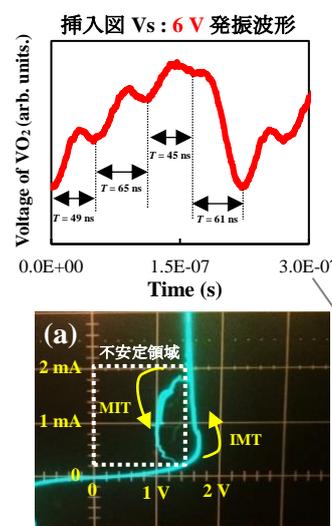


Fig. 2 積層デバイスから得られた I-V 波形

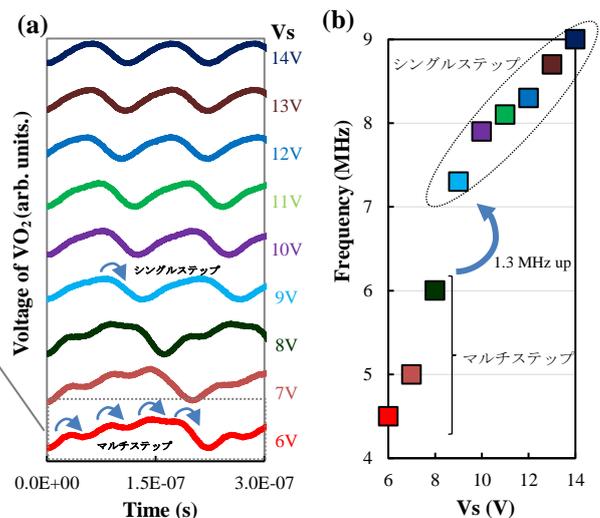


Fig. 3 積層デバイスから得られた発振特性 (a) 発振波形 (b) 発振周波数の電源電圧依存性