

VO<sub>2</sub>/TiN/Si 積層構造デバイスにおける MHz 帯発振MHz band oscillations in VO<sub>2</sub>/TiN/Si layered structure device東海大院理工<sup>1</sup>, トゥール大 GREMAN<sup>2</sup> ○モハメッド シュルズ ミヤ<sup>1</sup>, 沖村 邦雄<sup>1</sup>, 坂井 穰<sup>2</sup>Graduate School of Science and Technology, Tokai Univ.<sup>1</sup>, GREMAN, Univ. Tours<sup>2</sup>○Md. Suruz Mian<sup>1</sup>, Kunio Okimura<sup>1</sup> and Joe Sakai<sup>2</sup>

E-mail: suruz\_keronia@yahoo.co.jp

二酸化バナジウム(VO<sub>2</sub>) は 68℃付近において絶縁体に近い状態から金属的状态への転移(Insulator-Metal Transition: IMT)を示す物質である。VO<sub>2</sub>の IMT は電圧印加によっても発現し、高速な IMT 制御法として電圧印加スイッチングが盛んに調べられている。更に、電圧印加スイッチングに基づく自励発振現象が報告されている。[1][2] 我々は導電層上へ VO<sub>2</sub> 薄膜を成長した積層型素子を作製し、低消費電力のスイッチングについて報告した。[3] 今回、積層型 VO<sub>2</sub>/TiN/Si 構造において面直方向スイッチングに基づく高周波 MHz 帯発振に成功したので報告する。

VO<sub>2</sub> 成膜には誘導結合型プラズマ(ICP)支援スパッタ法を用いた。スパッタ法で Si(100)上に作製した TiN 膜を導電層とし、その上に VO<sub>2</sub> 薄膜(膜厚~200 nm)を堆積した。基板温度 230℃の低温作成によって面直方向 2 桁の抵抗変化を伴う IMT を得た。Fig.1 に発振実験の回路図を示す。直流電圧源(V<sub>s</sub>)と抵抗(R<sub>s</sub>)及び VO<sub>2</sub> 素子を直列に接続し、VO<sub>2</sub> 素子の電圧波形をオシロスコープで観測した。プローバーの電極は WC(タングステンカーバイド)製(先端径 10 μm)である。電源電圧をゆっくり上げながら発振現象が生じる R<sub>s</sub>, V<sub>s</sub> 及び発振波形と周波数を調べた。

Fig. 2 (a), (b) に VO<sub>2</sub> 素子の I-V 特性と発振波形を示す。I-V において 1.8 V, 80 μA で IMT が生じており、それに対応する直流電圧印加によって発振がトリガーされていることが分かる。IMT により VO<sub>2</sub> の電圧は 40 ns で 0.6V へ降下し、直列抵抗 R<sub>s</sub> の restoring force によって再び電圧上昇して発振に至ると考えられる。[1][2] 電圧上昇時の充電の時定数 τ は VO<sub>2</sub> の容量成分 C と回路内の全抵抗 R の積 (τ = CR)で決まる。Fig. 3 (a), (b) は発振周波数 f の電源電圧 V<sub>s</sub> 及び直列抵抗 R<sub>s</sub> 依存性をまとめた結果である。Fig. 3 (a) では R<sub>s</sub> (36 kΩ) が一定の時、V<sub>s</sub> と共に f は上昇し、2.5 MHz を記録した。Fig. 3 (b) では R<sub>s</sub> 減少と共に τ が低下するため 20 kΩ で 1.3 MHz へと上昇した。このような VO<sub>2</sub> の面直方向スイッチング素子による MHz 帯発振が実現でき、他の報告にあるように V<sub>s</sub> 及び R<sub>s</sub> により f を制御できることが分かった。このような高周波数の発振素子はマイクロインバーター等への応用が期待できる。

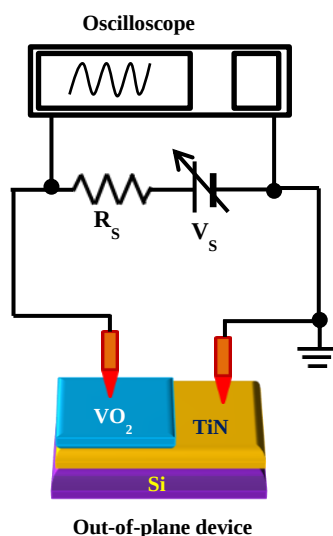
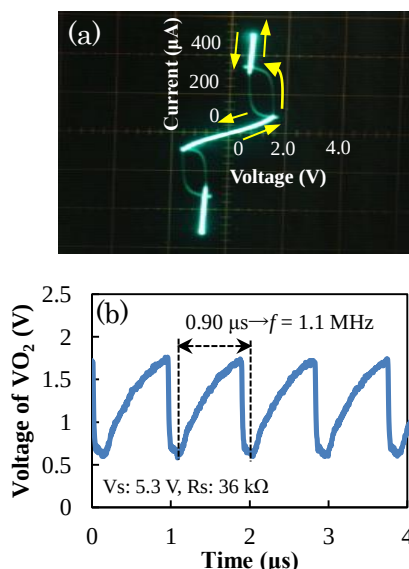
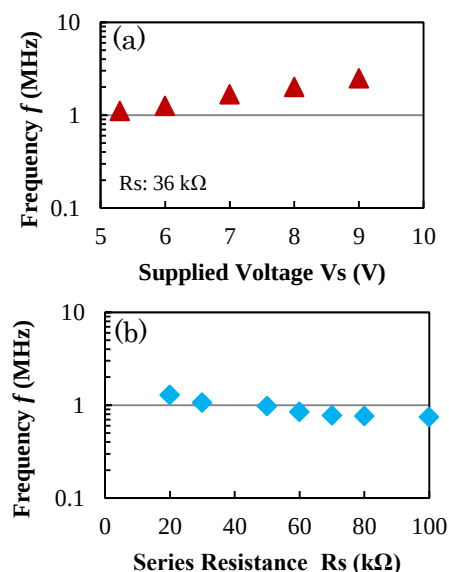
[1] J. Sakai, J. Appl. Phys. **103** (2008) 103708.[2] Nikhil Shukla *et al.*, Scientific Reports, **4** (2014) 4964.[3] Md. Suruz Mian and K. Okimura, J. Vac. Sci. Technol. A **32** (2014) 041502.

Fig. 1. 発振実験回路図

Fig. 2. VO<sub>2</sub>素子の (a) I-V 特性と (b) 発振波形Fig. 3. 発振周波数 f の (a) 電源電圧 V<sub>s</sub> と (b) 直列抵抗 R<sub>s</sub> に対する依存性 (V<sub>s</sub> は発振がトリガーされる最初値である)