

歪みによる VO<sub>2</sub> 薄膜の相転移温度の不揮発的変調Strain-induced non-volatile modification of transition temperature in VO<sub>2</sub> thin filmsICN2<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup>, 東海大工<sup>3</sup>, 東北大通研<sup>4</sup>○坂井 穰<sup>1</sup>, 桑原正史<sup>2</sup>, 高田元輝<sup>3</sup>, 沖村邦雄<sup>3</sup>, 上原洋一<sup>4</sup>ICN2<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, Sch. Eng. Tokai Univ.<sup>3</sup>, RIEC Tohoku Univ.<sup>4</sup>°J. Sakai<sup>1</sup>, M. Kuwahara<sup>2</sup>, M. Takada<sup>3</sup>, K. Okimura<sup>3</sup>, and Y. Uehara<sup>4</sup>

E-mail: sakai.joe@gmail.com

【序論】VO<sub>2</sub>は室温付近に構造相転移温度  $T_{tr}$  をもち、この温度を境に電気抵抗、ならびに光学的反射率・透過率が急激に変化するため、オプトエレクトロニクス材料として有望である。VO<sub>2</sub>では電界印加、光照射、機械歪み導入といった外部刺激によって半導体-金属転移が誘起されることが知られている[1-3]。しかし外部刺激を除去すると、誘起された金属相も失われ、半導体相に戻ってしまう。外部刺激を継続的に投入せずとも金属相が保持され、かつある種の操作で任意に半導体相に戻すという可逆的メモリ効果を実現できれば、これは  $T_{tr}$  をその場で変調できることを意味し、新たなデバイス開発に繋がる。本研究では相変化材料 Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> (GST) のアモルファス-結晶相変化に伴う体積収縮を利用して、VO<sub>2</sub> に歪みを与えることで、その  $T_{tr}$  を不揮発的に変調させることを試みた。

【実験】サファイヤ基板と GST/VO<sub>2</sub> 積層膜からなる試料を複数作成した。VO<sub>2</sub> 層の上にアモルファス GST 層を堆積した状態 (AD = as deposited)、その GST 層を結晶化した状態 (PA = post annealed) の両段階において、反射光強度もしくは電気抵抗の温度依存性測定により VO<sub>2</sub> 層の  $T_{tr}$  を評価した。GST 層の結晶化は、試料を Ar 雰囲気中にて 200°C で2分間加熱し、その後徐冷することで行った。反射光強度測定の際にはハロゲンランプを用いた。電気測定には GST と VO<sub>2</sub> の間に絶縁層 SiN<sub>x</sub> を挿入した試料を用い、VO<sub>2</sub> 層のみの面内抵抗値を2端子法で検出した。

【結果・考察】GST (5 nm) / VO<sub>2</sub> (50 nm) の2層膜で、試料温度を変化させつつ反射光強度測定を行った結果、各段階で高温側において反射光強度の減少が観測され、VO<sub>2</sub> の相転移が示された(図 1)。GST が結晶化した PA 段階では、GST がアモルファスであった AD 段階に比べて、VO<sub>2</sub> の  $T_{tr}$  が約 5°C 低下した。一方、絶縁層を挿

入した試料 [GST (200 nm) / SiN<sub>x</sub> (10 nm) / VO<sub>2</sub> (6 nm)] の電気抵抗温度依存性においても、PA 段階では AD 段階に比べて  $T_{tr}$  が約 8°C 低い結果となった(図 2)。以上より、当初の期待通り、GST 層の結晶化に伴い VO<sub>2</sub> 層の  $T_{tr}$  が低下する現象を確認できた。

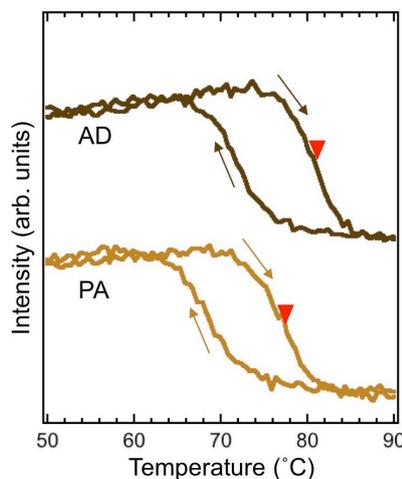
[1] van Steensel *et al.*, PhilipsRes. Repts. **22**, 170 (1967). [2]Cavalleri *et al.*, Phys. Rev. Lett.**87**, 237401 (2001). [3] Cao *et**al.*, Nano Lett. **10**, 2667 (2010).

Fig. 1: Temperature dependence of optical reflection intensity at AD and PA steps in a GST (5 nm) / VO<sub>2</sub> (50 nm) bilayered sample. The profiles are offset for clarity. Triangle symbols indicate  $T_{tr}$  in the heating runs.

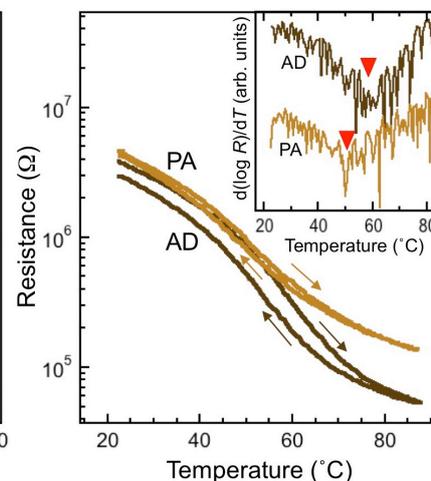


Fig. 2: Temperature dependence of electrical resistance at AD and PA steps in a GST (200 nm) / SiN<sub>x</sub> (10 nm) / VO<sub>2</sub> (6 nm) trilayered sample. Inset shows temperature differential profiles in the heating runs. Triangle symbols indicate  $T_{tr}$ .