GST/VO2積層構造において GST の結晶化が VO2の転移特性に及ぼす影響(II) - TiO2 (001)基板と Al₂O₃ (001)基板の比較-

Effect of crystallization of GST on IMT of VO₂ in GST/VO₂ layered structure (II)

- Comparison of TiO₂ (001) and Al₂O₃ (001) substrates -

1 東海大院工 2 岡山大院自然科学 3 岡山大基礎研 4 豊島製作所 5 産業技術総合研究所 ○大貫 卓斗¹ 沖村 邦雄¹ 中本 歴² 村岡 祐治³ 坂井 穣⁴ 桑原 正史⁵

1 Graduate School of Engineering, Tokai Univ. 2 Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama Univ. 3 Okayama Univ. RIIS 4 Toshima Manufacturing Co., Ltd.

5 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

^OTakuto Ohnuki¹, Kunio Okimura¹, Reki Nakamoto², Yuji Muraoka³, Joe Sakai⁴ and Masashi Kuwahara⁵ E-mail: <u>2CEIM014@cc.u-tokai.ac.jp</u>

二酸化バナジウム(VO₂)は 68℃付近で結晶構造相転移を起こし V-V ペアの距離が変化することで電気抵抗が 4 桁以上 変化する絶縁体-金属転移(Insulator-Metal Transition: IMT)を示す相転移材料である.VO₂は温度変化だけでなく,応力印加 でも IMT を示すためその電気的特性から抵抗変化型メモリや応力センサー等への応用が期待される[1]. 一方 VO₂は応力 印加や電圧印加を維持しないと金属相を維持できない点や IMT 温度がデバイス応用にはやや高いといった課題がある. 即ち IMT 温度の制御は VO₂の応用に広がりをもたらすためにも必須である.そこで本研究では相変化材料であるカルコ ゲナイド相変化膜[Germanium(Ge)- Antimony(Sb)-Tellurium(Te):GST]に着目した[2]. GST のアモルファス-結晶相変化に伴 う体積変化の歪を VO₂に加えることにより IMT の特性変化を起こす試みである.前回 Al₂O₃(001)基板上 VO₂膜に GST 膜 を成膜しアニールによる結晶化を試みた結果,相転移温度が低温側にシフトした. VO₂(020)XRD ビークは GST 結晶化後 に低角側にシフトしたことから,GST の体積収縮が VO₂を面内方向に収縮させたことによって IMT が変調したと考察さ れた.今回 Al₂O₃(001)基板に加えてルチル TiO₂(001)基板の面直方向である c 軸(c_R)に沿って成長することから[3], V-V ペアが基板平 行に成長する Al₂O₃(001)基板との比較は GST の効果を検証する上で有効である.

TiO₂(001)基板上への VO₂成膜はパルスレーザー堆積(PLD)法にて行った. PLD 成膜条件は基板温度 400℃, 酸素分圧 0.93 Pa であり, 膜厚は 15 nm である. Al₂O₃(001)基板上への VO₂成膜は反応性マグネトロンスパッタ法にて行い, 成膜 条件は前回と同一, 膜厚は 30 nm である[4]. 次に VO₂膜上に GST 膜を RF マグネトロンスパッタ法で成膜した.GST 成膜 は基板加熱無し, RF 電力 75 W, Ar 流量 64 sccm, 成膜時間 120 s で行った.GST 膜厚は 300 nm である.尚, Fig.1(a), (b) に示すように成膜後に VO₂の *R*-*T* 特性測定を行うため両端に幅 1.5 mm の VO₂領域を残して GST を成膜した.次に作成 した VO₂/GST サンプルを 230℃で 3 分間アニールし, GST 膜を結晶化させた.アニール前後において VO₂の *R*-*T* 測定及び XRD 測定を行い GST 結晶化が VO₂転移特性へ与える効果について考察した.

Fig.2 にアニール前後の *R-T*特性の比較を示す.(a)は GST(300 nm)/VO₂(15 nm)/TiO₂(001),(b)は GST(200 nm)/VO₂(30 nm)/Al₂O₃(001)のサンプルデータである.前回も報告したように Al₂O₃(001)上では(b)に示すようにアニール後特性がアニール前より低温側にシフトした.それに対して(a)TiO₂(001)上ではアニール後特性がアニール前より高温側にシフトしている. **Fig.3** にそれぞれのサンプルに対する XRD パターンのアニール前後の比較を示す.(a)では VO₂(002)ピークがアニール後に低角側へシフト($\Delta\theta$ ~0.04°)している.同様に(b)の VO₂(020)のピークもアニール後に低角へシフト($\Delta\theta$ ~0.04°)している.同様に(b)の VO₂(020)のピークもアニール後に低角へシフト($\Delta\theta$ ~0.04°)している. この結果より GST を結晶化させた際の体積収縮が VO₂に圧縮歪を与え, (a)では基板面直方向に配向した V-V ペアが伸長したことにより IMT が高温シフトしたと考えられる.一方(b)では V-V ペアは基板と平行に配向している為,GST の収縮により VO₂に歪が与えられることで IMT が変調することが明らかになった.講演では XRD の格子長変化と IMT シフトの対応及び IMT シフトの GST 膜厚への依存性等について報告する.

[1] R. Tobe et al., J. Appl. Phys. 127 (2020) 1195103. [2] M. Kuwahara et al., Appl. Surf. Sci. 346 (2015) 366.

[3] Y. Muraoka et al., Appl. Phys. Lett. 80 (2002) 583. [4] 大貫, 沖村, 坂井, 桑原, 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 21p-P16-8 (2022).



Fig.2 Resistance-temperature characteristics of (a) GST/VO₂/ TiO₂ (001) and (b) GST/VO₂ /Al₂O₃ (001) before and after annealing.

Fig.3 XRD patterns of (a) GST/VO₂/TiO₂ (001) and (b) GST/VO₂/Al₂O₃ (001) before and after annealing.