

バイアスパッタ法による  $\text{VO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (001)の転移特性制御と特異成長モードの発現  
 Control of the transition behavior and the appearance of characteristic growth mode  
 in  $\text{VO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (001) by biased sputtering  
 東海大院理工<sup>1</sup>, トゥール大 GREMAN<sup>2</sup> °ヌルー ハニス アズハン<sup>1</sup>, 沖村 邦雄<sup>1</sup>, 蘇 魁<sup>1</sup>,  
 ムスタファ ザグリウィ<sup>2</sup>, 坂井 穰<sup>2</sup>  
 Graduate School of Science and Technology, Tokai Univ.<sup>1</sup>, GREMAN, Univ. Tours<sup>2</sup>  
 Nurul Hanis Azhan<sup>1</sup>, Kunio Okimura<sup>1</sup>, Kui Su<sup>1</sup>, Mustapha Zaghrioui<sup>2</sup>, and Joe Sakai<sup>2</sup>  
 Email: nurulhanisazhan@gmail.com

二酸化バナジウム  $\text{VO}_2$  は比較的低温の  $68^\circ\text{C}$  付近において低温相の単斜晶 (Monoclinic, M1 相) から高温相の正方晶 (Tetragonal-Rutile, R 相) への構造変態 (Structural Phase Transition, SPT) を起こし絶縁体—金属転移 (Insulator-Metal Transition, IMT) による 4~5 桁の急激な抵抗率変化を示す。この IMT をポロメータやセンサーなどへ応用するためには、転移温度や抵抗温度係数 (TCR) の制御が必要である<sup>1)</sup>。不純物 (W, Mo 等) ドーピング法による転移温度制御が可能であるが、転移特性の鈍化が報告されている<sup>2)</sup>。本研究では、反応性スパッタ法において、基板バイアス印加による  $\text{VO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜の転移特性制御の可能性について調べた。

成膜は金属 V (99.9%) をターゲットとする反応性スパッタ法において、基板に高周波バイアスを印加して行った。基板温度  $400^\circ\text{C}$ 、Ar- $\text{O}_2$  ガス圧 0.5 Pa、 $\text{O}_2$  流量 2.5 sccm、Ar 流量 38 sccm、成膜時間 40 min 一定を基本とした。ターゲット RF パワーは 200 W 一定とした。基板バイアス印加のため  $50 \times 50 \text{ mm}^2$  のバナジウム板をヒータ上に設置し、基板バイアスパワーを 0~50 W と変化させて成膜を行った。

Fig. 1 に基板バイアスに対する  $\text{VO}_2$  (020) の  $2\theta$  ピーク位置の変化を示す。バイアスパワー増加に伴って  $2\theta$  は一旦高角側にシフトし、その後低角側にシフトした。SEM 像では 20 W 以上のバイアスにおいて、結晶粒の緻密化が観察された。一方、バイアスが 10 W では数  $\mu\text{m}$  以上に成長した巨大ドメインが見られる特異な成長モードが発現した。Fig. 1 の inset に示す R-T 特性では、バイアスが 10 W のとき転移温度がやや高くなり、それ以上のバイアスでは転移温度は逆に低くなった。これは高バイアス時に in-plane compressive ストレスに転じ、 $c_R$  軸長が短縮したためと考えられる。更に Raman スペクトルの温度依存性を調べた。Fig. 2 (a) と (b) に温度上昇による Raman スペクトルの変化を示す。バイアスが 10 W の膜では、転移温度付近の  $70^\circ\text{C}$  において  $644 \text{ cm}^{-1}$  にピークが見られ、M2 相を経由して R 相に変態したと考えられる。バイアス 40 W の膜では、 $-100^\circ\text{C}$  において M1 相が支配的であり、 $50^\circ\text{C}$  付近で完全に R 相に変わった。Fig. 2 (c) はラマンのピークフィティングから得られた M1 相の分率である。印加バイアスが低い 0~20 W の膜では室温において完全に M1 相であり、 $70\sim 80^\circ\text{C}$  付近において R 相に変わった。一方、IMT 温度が低いバイアス 30 W、40 W の膜では、室温において M1 相の ratio が低く、既に SPT が起こっていることが分かった。講演においてバイアス印加法による膜のストレス状態や光学特性、及び 10 W で得られた特異成長モードの評価について報告する。

- 1) L. A. L. de Almeida *et al.*: Appl. Phys. Lett. 77 (2000) 4365. 2) K. Miyazaki *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. 53 (2014) 071102.

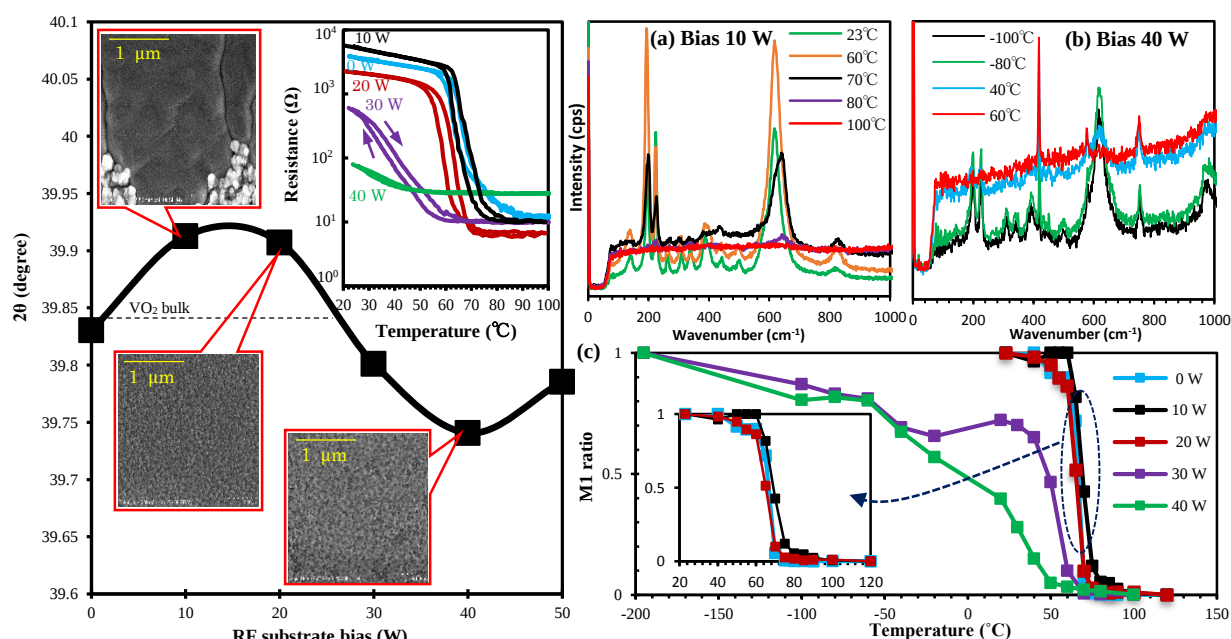


Fig.1. The changes of XRD diffraction peak of  $\text{VO}_2$  (020) with the increasing of RF substrate bias from 0 to 50 W. Inset shows the resistance-temperature (RT) characteristics and SEM images of the films.

Fig.2 (a) and (b) show the temperature dependence of Raman spectra for films deposited at 10 and 40 W. Fig.2 (c) M1 ratio changes with the increasing of temperature of films deposited at different RF substrate bias.