

## ガラス基板を用いた TiO<sub>2</sub>-VO<sub>2</sub> 系相分離膜の作製

### Preparation of phase-separated TiO<sub>2</sub>-VO<sub>2</sub> films on glass substrates

岡山大基礎研<sup>1</sup>, 岡山大院自然科学<sup>2</sup> ○村岡 祐治<sup>1</sup>, 竹田 一匡<sup>2</sup>, 脇田 高德<sup>1</sup>, 横谷 尚睦<sup>1</sup>

Okayama Univ. RIIS<sup>1</sup>, Okayama Univ.<sup>2</sup>, ○Yuji Muraoka<sup>1</sup>, Tadakuni Takeda<sup>2</sup>,

Takanori Wakita<sup>1</sup>, Takayoshi Yokoya<sup>1</sup>

E-mail: ymuraoka@cc.okayama-u.ac.jp

ルチル型 TiO<sub>2</sub>-VO<sub>2</sub> 系では相分離の一過程であるスピノーダル分解が起こる [1]。この系の特徴は、スピノーダル分解が面内格子を整合させた状態で正方晶の[001]方向に異方的に起こる点にある。相分離を利用して、自己組織化的に Ti-rich と V-rich 相がナノメートルスケールで交互に積層したラメラ構造を作り出すことができる。これまでに TiO<sub>2</sub>-VO<sub>2</sub> 系の膜においてスピノーダル分解の発現が報告されているが [2-5]、いずれも単結晶基板上での研究であり、ガラス基板上での作製例はない。ガラス基板上で TiO<sub>2</sub>-VO<sub>2</sub> 系のラメラ構造ができれば、VO<sub>2</sub> の示す金属絶縁体転移を活用したスイッチや透過率の変化を利用したスマート窓への応用、これらの特性と TiO<sub>2</sub> の光触媒を組み合わせた融合機能などへの可能性が広がる。そこで本研究では、ガラス基板上にスピノーダル分解の発生した TiO<sub>2</sub>-VO<sub>2</sub> 系膜を作製することを目指した。

TiO<sub>2</sub>-VO<sub>2</sub> 系膜は KrF パルスレーザー堆積法 (波長 248 nm) で作製した。本研究では膜組成にスピノーダル分解の駆動力の大きい (Ti<sub>0.3</sub>V<sub>0.7</sub>)O<sub>2</sub> を選んだ。成膜用のターゲットには V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> と TiO<sub>2</sub> を金属比 Ti:V=0.3:0.7 で混合した焼結体を、基板には合成石英ガラスを用いた。本研究では (Ti<sub>0.3</sub>V<sub>0.7</sub>)O<sub>2</sub> 固溶体膜を出発原料とし、これをアニールすることで目的試料の作製を目指した。固溶体膜の作製は基板温度 600 °C、酸素分圧 1-10 mTorr で行った。膜厚は 500-800 nm であった。膜の X 線回折(XRD)測定を行うと、600 °C 10 mtorr の条件において (Ti,V) O<sub>2</sub> 膜に由来する明瞭な回折ピークが観測された。SEM-EDX による組成分析から膜の金属比は Ti/V=0.3/0.7 であること、膜の格子定数は同じ組成のバルク体の値とほぼ同じであることも分かった。この膜を 400°C で 12 時間アニールすると、X 線回折測定において *c* 軸の指数を含む(001)を含むピークの強度が減少し、ピークの両サイドにサテライトが発生した。一方で、*c* 軸の指数を含まない(hk0)ピークには変化が見られなかった。面内格子整合を維持した状態で[001]方向にスピノーダル分解が生じていると予想される。電気抵抗測定から、作製した膜はアニール前では半導体的な温度依存性を示す一方で、アニール後には V-rich 相に起因する金属絶縁体転移を示した。冷却時の転移温度は 331 K でバルク体よりも低い。V-rich と Ti-rich 相の面内格子整合によって、V-rich 相の格子が歪んだためと考えられる。これらの結果は、本研究においてガラス基板上にスピノーダル分解の起きた TiO<sub>2</sub>-VO<sub>2</sub> 系膜を作製することに成功したことを強く支持している。

参考文献 [1] Z. Hiroi *et al.*, Chem. Mater. 25, 2202 (2013). [2] G. Sun *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces 8, 7054 (2016). [3] Z. Chen *et al.*, ACS Nano 10, 10237 (2016). [4] G. Sun *et al.*, Sci. Rep. 8, 5432 (2018). [5] Y. Muraoka *et al.*, Thin Solid Films 698, 137854 (2020).