

MOD 法による $V_{1-x}Cr_xO_2$ ($x = 0.01\sim 0.15$) 薄膜の作製と特性評価

Fabrication and evaluation of $V_{1-x}Cr_xO_2$ ($x = 0.01\sim 0.15$) thin films by MOD

防衛大 電気電子¹, 高純度化学研², °落合佑多¹, 河原正美², 佐村剛², 立木隆¹, 内田貴司¹

National Defense Academy¹, Kojundo Chemical Lab.²

°Yuta Ochiai¹, Masami Kawahara², Tsuyoshi Samura², Takashi Tachiki¹, Takashi Uchida¹

E-mail: em59028@nda.ac.jp

【はじめに】

二酸化バナジウム (VO_2) は室温付近において高い抵抗温度係数 (TCR) を持つことから、高感度なボロメータ材料として期待されている。しかしながら、 68°C 付近において金属-絶縁体転移 (MIT) に伴う数桁におよぶ抵抗変化ならびにヒステリシスが生じるため、広い温度範囲で安定に動作するボロメータの実現を困難にしている。そこで我々は、有機金属分解 (MOD) 法により VO_2 に Cr をドーピングした $V_{0.9}Cr_{0.1}O_2$ 薄膜を作製し、ヒステリシスを伴う急激な抵抗変化が抑制された特性が得られたことを報告した [1]。しかし、まだ TCR が一定ではない温度領域が存在する問題がある。そこで、本研究では Cr ドープ量 x を広い範囲 ($x = 0.01\sim 0.15$) で変化させて $V_{1-x}Cr_xO_2$ 薄膜を作製し、電気的特性を評価した。

【実験および結果】

実験には、V と Cr のモル比を $x : 1-x$ の割合としたカルボン酸金属塩を、酢酸 n -ブチル溶媒に溶かし込んだ MOD 溶液を使用した。同溶液を $Si_3N_4/SiO_2/Si$ 基板上に塗布した後、回転数 4000 rpm で 30 秒間スピコートし、 $120\sim 250^\circ\text{C}$ で 2 分間プリベークを行った。その後、この工程を 2 回繰り返した。次に、窒素雰囲気中で仮焼成温度 $T_p = 300^\circ\text{C}$ で 15 分間仮焼成を行い、以上の工程を 3 回繰り返すことによりプリカーサ薄膜を作製した。最後に、プリカーサ薄膜を窒素雰囲気中で本焼成温度 $T_f = 580, 600^\circ\text{C}$ で 15 分間本焼成を行うことにより、 $V_{1-x}Cr_xO_2$ ($x = 0.01\sim 0.15$) 薄膜を作製した。作製した薄膜の抵抗-温度 ($R-T$) 特性を Fig. 1 に示す。これらの薄膜は、Cr ドープ量 x の増加に伴い、急激な抵抗変化ならびにヒステリシスが抑制される傾向を示した。さらに、室温付近の抵抗値も x の増加とともにほぼ単調に低下する傾向が得られた。特に、 $x = 0.15$ である $V_{0.85}Cr_{0.15}O_2$ 薄膜においては、相転移を示す抵抗変化ならびにヒステリシスが完全に抑制された $R-T$ 特性となり、室温付近における抵抗値はノンドープの VO_2 に対して 1 桁程度低下した。また、同薄膜の TCR の絶対値は $20\sim 90^\circ\text{C}$ の範囲で約 $3.9\%/K$ と高く、ほぼ一定な値が得られた。これらの結果から、広い温度範囲で安定に動作するボロメータの実現の可能性を見出した。

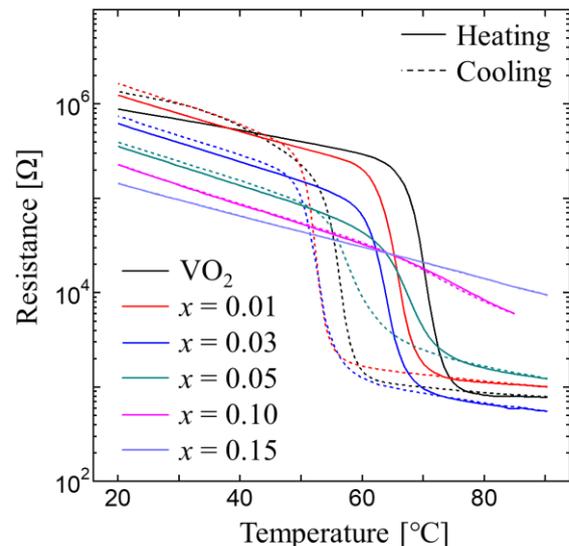


Fig. 1 $R-T$ characteristics of $V_{1-x}Cr_xO_2$ thin films

【参考文献】

[1] 落合他, 第68回応用物理学会春季学術講演会 (2021.3) 16p-Z16-2.