

MOD 法により製作した $V_{0.75}Ti_{0.25}O_2$ マイクロボロメータ素子の特性評価

Characteristics evaluation of $V_{0.75}Ti_{0.25}O_2$ microbolometer fabricated by MOD

防衛大 電気電子¹, 高純度化学研², [○]藤城雄飛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

[○]Yuhi Fujishiro¹, Masami Kawahara², Tsuyoshi Samura², Takashi Tachiki¹, Takashi Uchida¹

E-mail: em58002@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) をもつため高感度な検出器等への応用が期待されている材料である。しかし、その R - T 特性において、室温付近での絶縁相から金属相への相転移に伴うヒステリシスならびに数桁に及ぶ大きな抵抗変化を起こすため、ボロメータ検出器としての動作温度範囲に制限があることが課題であった。このため我々は、炭素熱還元を用いた有機金属分解 (MOD) 法により VO_2 に Ti をドーピングした $V_{0.75}Ti_{0.25}O_2$ 薄膜を作製し、相転移が完全に抑制された R - T 特性ならびに広い温度範囲で安定した TCR を得ることに成功した[1]。そこで本研究では、MOD 法により作製した $V_{0.75}Ti_{0.25}O_2$ 薄膜を用いてマイクロボロメータ素子を製作し、同素子の広温度帯域での動作特性を評価することを目的とした。

【実験および結果】

実験には、Vカルボン酸金属塩溶液にTiカルボン酸金属塩溶液を、Vに対するTiのモル比 $Ti/(V+Ti)$ が25 %となるように添加したMOD溶液を使用した。まず、 $Si_3N_4/SiO_2/Si$ 基板上にMOD溶液をスピンドコートし、窒素雰囲気中で温度 $T_{pre}=250$ °C、時間 $t_{pre}=2$ minでプリベークした後、同様に窒素雰囲気中で温度 $T_p=300$ °C、時間 $t_p=15$ minで仮焼成し、プリカーサ薄膜を作製した。続いて、窒素雰囲気中で温度 $T_f=600$ °C、時間 $t_f=15$ minで本焼成を行い、プリカーサ薄膜中に意図的に残存させた炭素を用いて還元し、 $V_{0.75}Ti_{0.25}O_2$ 薄膜を作製した。

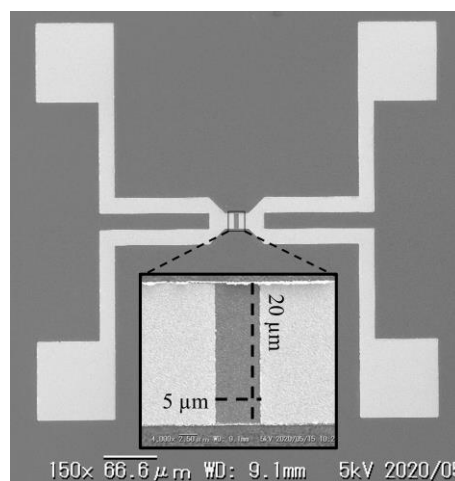


Fig. 1. SEM images of $V_{0.75}Ti_{0.25}O_2$ microbolometer.

この薄膜に対し、光露光装置を用いてマイクロボロメータ素子のブリッジパターンを露光、現像した。次に、金を蒸着しパターンをリフトオフした後、再度光露光装置を用いて電流を印加し電圧を測定するための電極パッドパターンを露光、現像した。最後に、 Ar^+ イオンミリングによりパターン外の金および $V_{0.75}Ti_{0.25}O_2$ 薄膜をエッチングすることで、Fig. 1に示すブリッジ部が長さ5 $\mu m \times$ 幅20 $\mu m \times$ 厚さ200 nmの、4端子電極を有する $V_{0.75}Ti_{0.25}O_2$ マイクロボロメータ素子を製作した。製作した素子は、ヒステリシスがなく直線的に抵抗が変化し、 VO_2 特有の相転移特性が完全に抑制された R - T 特性を示し、20 ~ 80 °Cの範囲において-4.0 ~ -4.7 %/Kの温度変化の少ない高いTCRが得られた。最後に、素子に電流を印加することにより1 ~ 250 μW の電力を投入した際の素子抵抗の変化からDC感度を評価し、20 ~ 80 °Cの範囲において184 ~ 220 W^{-1} の温度変化の少ない安定したDC感度を得た。これにより高感度かつ広温度帯域動作する高性能な検出素子の実現が期待できる。

【参考文献】

[1] V. N. Hai *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., 58 (2019) 075506.