

## 研究論文

ゾル-ゲル法により作製したタングステン・チタンドープ  
酸化バナジウム膜の電気的特性

宮川 雄\*, 中村翔太郎\*, 氷室貴大\*\*, †齋藤洋司\*

Electrical Properties of Tungsten- and Titanium-doped Vanadium Oxide Films  
Prepared by a Sol-Gel Method

by

Suguru MIYAKAWA\*, Syotaro NAKAMURA\*, Takahiro HIMURO\*\* and †Yoji SAITO\*

(Received Feb. 7, 2022; Accepted Feb. 16, 2022)

## Abstract

Vanadium dioxide (VO<sub>2</sub>) films have been used as an infrared sensing material for a bolometer, but undoped films have low temperature coefficient of resistance (TCR) near room temperatures. In this report, tungsten- (W below 1.6 at.%) and titanium- (Ti below 8 at.%) doped vanadium oxide films were prepared by the sol-gel method and their electrical characteristics were systematically investigated to improve the performance. The results show that doped W reduces the phase transition temperature, and doped Ti reduces the hysteresis. The optimum doping content of W and Ti for infrared sensors operating near room temperatures is considered to be 1.4 and 4 [at.%], respectively. Moreover, the influence of drying temperature during film preparation and film thickness on the electrical properties were also investigated.

**Keywords:** VO<sub>2</sub>, TCR, bolometer

## 1. 緒言

遠赤外線イメージセンサは、温度測定その他、セキュリティ分野に応用され、現代社会において必要不可欠な素子である。本研究では、非冷却遠赤外線センサとして、比較的構造が簡易で集積化しやすいボロメータ型赤外線センサに着目した。ボロメータの検知部材料として利用されている二酸化バナジウム (VO<sub>2</sub>) は比較的大きい温度抵抗係数 (TCR: temperature coefficient of resistance) を得ることができる。しかし、相転移が生じる温度が約 68°C 付近で比較的高温であり<sup>1)~3)</sup>、室温 TCR は 2%/°C 程度と小さい。さらに昇温時と降温時の抵抗率変化に差 (ヒステリシス) を生じる。赤外線センサを室温付近で感度良く動作させるためには、相転移温度を低温側へシフトさせて室温付近の TCR を大きくし、

誤作動を防ぐためにヒステリシスを抑制する必要がある。VO<sub>2</sub> に対する不純物として相転移温度を低下させるタングステン (W)<sup>4)</sup> とヒステリシスを抑制するタンタル (Ta) をドープした膜について検討を行ったが、ヒステリシス抑制効果は十分ではなかった<sup>5)</sup>。そこで本研究では、W と相転移温度は僅かに上昇させヒステリシス抑制するとされるチタン (Ti)<sup>6)</sup> をドープした酸化バナジウム膜の形成を試み、電気的特性を調べた。これらの不純物を組み合わせた場合の電気的特性への影響を系統的に調べた報告はなされていない。膜形成として、低コスト化が期待できるゾル-ゲル法を用い、膜厚や乾燥温度の電気的特性への影響も調べた。

## 2. 実験方法

まず、原料となる金属アルコキシド溶液の合成を行った。溶媒として 1-ブタノール 7.5ml, 2-メトキシエタノール 7.5ml, および、Ti 前駆体としてチタントetraエトキシド液をフラスコに投入した。次に、目標とする組成比となるよう W 前駆体としてタングステンヘキサエトキシド粉末を投入し、さらに溶解促進のためアセチルアセトン 0.2ml を加えた。

令和 4 年 2 月 7 日受付

\* 成蹊大学大学院理工学研究科理工学専攻: 東京都武蔵野市吉祥寺北町 3-3-1  
yoji@st.seikei.ac.jpGraduate School of Science and Technology, Seikei University:  
\*\* 3-3-1Kichijoji-Kitamachi, Musashino, Tokyo 180-8633, Japan  
呉工業高等専門学校: 広島県呉市阿賀南 2-2-11  
National Institute of Technology, Kure College, 2-2-11  
Agaminami, Kure, Hiroshima 737-8506, Japan

†:連絡先/Corresponding author