

氏名	ヴァン ニュ ハイ
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	第760号
認定課程名	防衛大学校理工学研究科後期課程
学位授与年月日	令和6年5月17日
論文題目	MOD法による $V_{1-x}Ti_xO_2$ 薄膜の作製とマイクロボロメータへの応用に関する研究
審査担当専門委員	(主査) 東京工業大学 教授 山田 明 高知工科大学 教授 川原村 敏幸 東京工業大学 教授 中村 健太郎

審査の結果の要旨

テラヘルツ分光は空港の保安検査における危険物探査並びに医薬品開発などに応用されつつあり、イメージングのためのセンサー開発が重要となっている。マイクロボロメータは、冷却装置などを必要としない高感度な素子として注目されており、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) を有する高感度ボロメータ材料である。しかしながら 68°C 付近において抵抗-温度特性に相転移に伴うヒステリシスが生じ、これが実用化を妨げている。本論文は、高い TCR を維持しつつヒステリシスおよび急激な温度変化が抑制されたボロメータ薄膜の作製、並びに得られた薄膜を用いたボロメータ素子の開発を目的としている。

VO_2 薄膜は、炭素熱還元を取り入れた有機金属 (MO) 分解法により作製されている。最初に V と Ti を混合した MO 溶液をスピコート法により基板に塗布、 $V_{1-x}Ti_xO_2$ (VTO) 薄膜を作製している。その結果 Ti 濃度 25% においてヒステリシスが無く、室温付近において TCR 約 $-4.0\%/K$ を有する Bi および Ti 等の金属ボロメータ材料よりも TCR が一桁高い薄膜の作製に成功している。このとき粒径は、Ti 濃度の増加に伴い 100nm から 50nm へと減少した。次に TiO_2 および VO_x 膜を MO 溶液の熱分解によりそれぞれ作製、2層膜作製後のアニールによる熱拡散を用いた VTO 薄膜の作製を試みている。その結果、塗布膜と同様にヒステリシスが無く、TCR 約 $-4.0\%/K$ の VTO の作製に成功している。この時の粒径は、 $100\text{nm}\sim 500\text{nm}$ に維持されていた。

最後に検出器への適用性を評価するため、2層膜の熱拡散により作製した VTO を用いてマイクロボロメータを作製、その感度特性を測定している。Si 基板上に作製したボロメータの DC 感度は約 400W^{-1} であったものの、Si 基板を KOH 水溶液を用いて化学エッチン

グした $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ メンブレン上の素子の DC 感度は 8670W^{-1} であり, Si 基板上の素子と比較して 22 倍の特性の向上に成功している。よって本論文の学術的価値は高く, 博士 (工学) として合格と判定した。