

MOD 法により $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ メンブレン上に製作した VO_x マイクロボロメータの DC 感度測定

DC sensitivity of VO_x microbolometer fabricated by MOD on $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ membrane

防衛大 電気電子¹, 東工大マイクロプロセス²

○前田幸平¹, ガン・ニューハイ¹, 西岡國生², 松谷晃宏², 立木隆¹, 内田貴司¹

National Defense Academy¹, Semiconductor and MEMS, Tokyo Tech²

○Kohei Maeda¹, Van Nhu Hai¹, Kunio Nishioka², Akihiro Matsutani², Takashi Tachiki¹, Takashi Uchida¹,

E-mail: em55002s@gmail.com

はじめに 我々は, THz 帯で動作する高感度な検出器として $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ メンブレン上のアンテナ結合型 VO_x マイクロボロメータ素子を有機金属分解 (MOD) 法により実現することを目指している。本報告では, 前回得られた Deep-RIE と XeF_2 気相エッチングによる $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ メンブレンの製作結果[1]を用い, $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基板および $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ メンブレン上へ VO_x マイクロボロメータを製作し, それらの DC 感度の比較検討を行った。

実験および結果 ボロメータの検出感度は DC 感度(S_d)に比例し, S_d は, 抵抗温度係数(TCR)に比例し, 基板の熱コンダクタンス(G_s)に反比例する。したがって, ボロメータの検出感度を向上させるためには, 高い TCR をもつ VO_x 薄膜を用い, 低い熱コンダクタンスを有するメンブレン構造を導入することが有効である。実験では, まず, 高純度化学研究所製の MOD 溶液(V-02)を用い 2 枚の $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基板上にプリカーサ薄膜を作製し, 同薄膜を温度 580 °C, 圧力 1.0 Pa (air), 時間 15 min で本焼成することにより VO_x 薄膜を作製した。続いて, 2 枚の薄膜を用いて光露光装置および Ar^+ イオンミリングにより $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基板上に $40 \times 10 \mu\text{m}^2$ の VO_x マイクロボロメータを製作した。製作したボロメータの TCR は両者ともほぼ同じの -2.0 ~ -2.2 %/K の高い値を示した。最後に, 一方の $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基板上に製作した VO_x マイクロブリッジの基板裏側から Deep-RIE および XeF_2 による気相エッチングを用いて約 340 μm の Si をエッチングすることにより $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ メンブレンを製作し, $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ メンブレン上と $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基板の 2 種類の VO_x マイクロボロメータを得た。Fig.1 に製作した VO_x マイクロボロメータの抵抗とボロメータへ 0.1 ~ 5 μA の直流電流を印加した時の入力電力の関係を示す。縦軸はボロメータに 0.1 μA を印加した時の抵抗値で規格化している。●および○は, それぞれ $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基板上と $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ メンブレン上のマイクロボロメータの特性を示しており, 両者とも入力電力に比例した抵抗変化が得られた。また, この傾きから算出される DC 感度は, それぞれ 150 W^{-1} , 2310 W^{-1} であり, メンブレンを導入することにより約 15 倍の DC 感度の向上を得た。この 2310 W^{-1} の DC 感度は, 誘電体基板の Bi あるいは Ti ボロメータと比べて約 2 桁高い値である。この $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ メンブレン上の VO_x マイクロボロメータに薄膜アンテナを結合することにより高感度なアンテナ結合型 VO_x ボロメータ検出素子の実現が可能である。

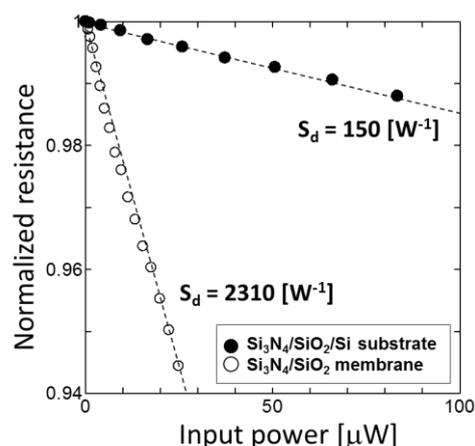


Fig. 1 Relationship between the resistance of VO_x microbolometer and the input power to the bolometer at room temperature.

【参考文献】 [1] 前田 幸平 他, 第 64 回応用物理学会春季講演会(2017.3) 14p-317-3.