

課題番号 : F-16-TU-0033
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : MEME/NEMS による高感度物理量センシング
Program Title (English) : Highly sensitive physical sensing using MEMS/NEMS
利用者名 (日本語) : 猪股 直生
Username (English) : Naoki Inomata
所属名 (日本語) : 東北大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : Graduate school of engginering, Tohoku Univ.

1. 概要 (Summary)

数ある物理パラメータの中で、熱は生体において重要なパラメータであり、体内でおこる生化学反応によりエネルギーが発生し、生命を維持している。一方、単一細胞の熱現象は内外を問わず明らかになっていないことも多い。それを解明することができれば、生化学反応の活性/抑制による治療といった効率のよい治療方法の策定から、再生医療等における異常細胞のモニタリングや診断への応用が見込まれる。微細加工による機械共振子は力、質量など様々な物理量計測を高感度に行うことができる素子であり、物理量変化による共振周波数変化が計測原理である。同様の原理で熱も計測することが可能である。一方、細胞の活性を保ったまま、熱測定を行うには測定対象である細胞が液中にある必要がある。しかし、液中では機械振動子の振動減衰や熱の拡散により感度が低下する問題が生じる。従来研究にて、マイクロ流体チップ内におけるセンサの局所真空封止熱計測システムを提案した。このとき、用いた機械振動子は Si による片持ち梁構造であり、共振周波数の温度係数は -22.0ppm/K であった。本課題では、高感度熱量センシングを目指し、酸化バナジウム(VO_x)を用いた機械共振子を提案する。 VO_x 振動子のトップダウン型の作製方法の確立とデバイスの評価を行うことを目的とする。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

ダイサ, 熱酸化炉, 芝浦スパッタリング, 両面アライナー式, Deep RIE 装置#1, 蒸気 HF エッチング装置

【実験方法】

・作製手順

1. Silicon on Insulator (SOI) のカット(ダイサ)
2. 基板上へ SiO_2 の成膜(熱酸化炉)
3. VO_x の成膜(スパッタリング装置)

4. VO_x のパターンニング(フォトリソグラフィ(両面アライナー露光装置), プラズマエッチング)
5. バックサイド Si 層のパターンニング(フォトリソグラフィ(両面アライナー露光装置), RIE(DeepRIE 装置#1))
6. SiO_2 犠牲層の除去(蒸気 HF エッチング装置)

・実験

真空チャンバ内(4Pa)にて、温度を変えながら VO_x 振動子の共振周波数の計測を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

結果を図 1 に示す。共振周波数は温度上昇に対して線形に減少し、ヒステリシスは確認されなかった。共振周波数温度係数は -1308ppm/K であった。この値は Si のそれと比較して 30 倍以上大きな値である。 VO_x 振動子の、熱センサとしての大きな可能性を示すことができた。

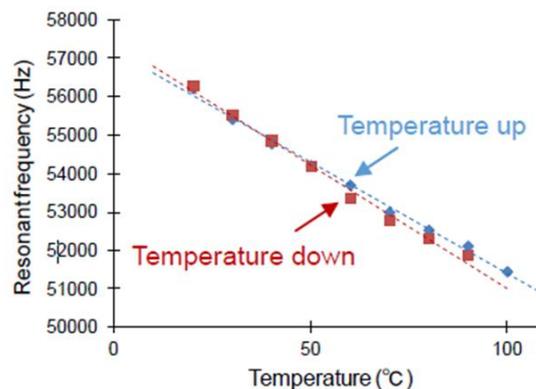


Fig. 1 Temperature dependence of resonance frequency of the VO_x cantilever

4. その他・特記事項 (Others) なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

N. Inomata, et al., "Japanese Journal of Applied Physics 55, 037201 (2016)

6. 関連特許 (Patent) なし