

熱フィードバック発振器による熱伝導度・熱容量の実時間測定

Real-Time Measurement of Thermal Conductance-Capacitance by Thermal Feedback Oscillator

静岡大・工¹、静岡大院・総合科学技術²、静岡大・電子研³

静岡大工, °城取 恭平¹、笠原 健太郎¹、寄神 寿明²、五井 悠仁²、佐藤 弘明³、猪川 洋³

Eng., Shizuoka Univ.¹, GSIST, Shizuoka Univ.², RIE, Shizuoka Univ.³

°Kyohei Shirotori¹, Kentaro Kasahara¹, Toshiaki Yorigami², Yuto Goi², Hiroaki Satoh³, Hiroshi Inokawa³

E-mail: inokawa.hiroshi@shizuoka.ac.jp

【緒言】空中に浮いたヒーターを交流電流により加熱すると、熱抵抗と熱容量で決まるカットオフ周波数 f_c を超える周波数で温度振幅が減少し、位相遅れが生じる[1, 2]。位相遅れが一定となるように位相ロックループ (PLL) 発振器を構成すると、熱抵抗・熱容量を実時間で観測することが可能となる。ヒーターの上に分析対象となる物質 (Analyte) を付着しておけば、相変態等に伴う熱容量変化を観測する事ができ、センシングへの応用が期待できる。今回は、原理実証としてヒーター近傍の圧力変化に伴う熱伝導の変化を観測したので報告する。

【実験】デバイス構造を Fig. 1 に、PLL 発振器の回路を Fig. 2 に示す。ヒーターとサーミスターには厚さ 100 nm, 幅 $2\mu\text{m}$ の Ti を用い、長さは $50\sim 200\mu\text{m}$ とした。

【結果と考察】Fig. 3 より、 f_c は長さ L の約 2 乗に反比例して減少した。周囲の N_2 ガス圧に対する感度は L の増加に伴って増大した。Fig. 4 に、 $L=200\mu\text{m}$ のデバイスについて、PLL 発振周波数の N_2 圧力依存性を示す。 f_c の増加に対応して、発振周波数も増加することが確認できた。

【参考文献】[1]H. Inokawa, et al., Int. Conf. QiR (2017), DOI: 10.1109/QIR.2017.8168466
[2]五井悠仁、他 応用物理学会春季学術講演会 9p-W371-13 (2019)

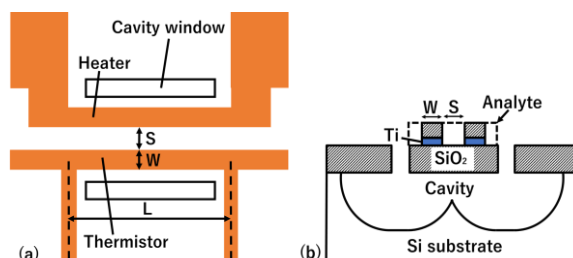


Fig. 1 (a) Top and (b) cross-sectional views of thermal delay device. Analyte (material to be analyzed) is not present this time.

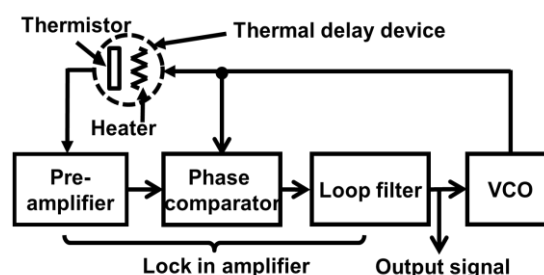


Fig.2 Circuit diagram of PLL.

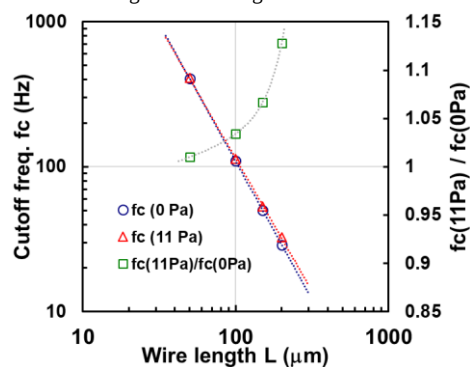


Fig. 3 Length and pressure dependence of the cutoff frequency.

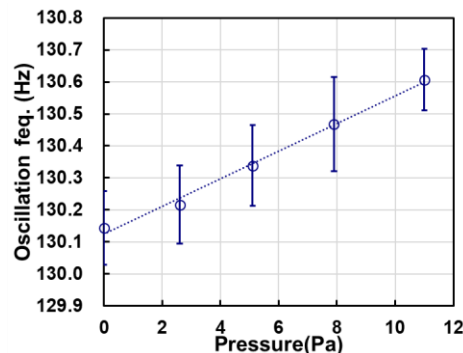


Fig. 4 Pressure vs. PLL oscillation frequency ($L=200\mu\text{m}$).