

## レイリー範囲を利用した 微小ファブリ・ペロー干渉計の開発 (2)

### Development of a micro Fabry-Pérot interferometer using the Rayleigh range (2)

福岡工大院工<sup>1</sup>, 福岡工大工<sup>2</sup> ○(M2)辻家 祐介<sup>1</sup>, 河村 良行<sup>1,2</sup>, (B)日野 史也<sup>2</sup>, (B)丸林 真也<sup>2</sup>

Grad. Sch. of FIT<sup>1</sup>, Fukuoka Inst. of Tech.<sup>2</sup>, ○Y. Tsujiie<sup>1</sup>, Y. Kawamura<sup>1,2</sup>, F. Hino<sup>2</sup>, S. Marubayashi<sup>2</sup>

E-mail: mcm16108@bene.fit.ac.jp

本研究は、原子間力顕微鏡に用いられるマイクロ片持ち梁の熱振動を、冷却をせずに、機械的フィードバック制振を行うことで取り除き、量子的零点振動計測を実現することを最終的な目的とする。近年の研究により計測系の持つノイズレベルが熱振動制振の限界を決定する主たる要因となることが明らかとなった<sup>1)</sup>。より高性能な制振を実現するため、計測器の感度を向上させ、S/Nを上昇させる必要がある。本研究では従来用いていたマイケルソン干渉計より高い感度を持つファブリ・ペロー(以下FP)干渉計を用いる。FP干渉計を用いた微小振動の計測としてこれまで、光ファイバーを用いた手法<sup>2)</sup>や超高反射率のミラーを梁に貼り付けて計測する手法<sup>3)</sup>が報告されている。一方でこれらの手法には、回折によるレーザー光の広がりがあること、光学設計が複雑であること等の問題がある。本研究はよりシンプルな構造でマイクロFP干渉計を構成し、高感度な熱振動の計測さらには制振することを目的とする。

FP干渉計を用いた、マイクロ片持ち梁の微小振動計測システムの概要をFig. 1に示す。マイクロ片持ち梁は、長さ140 $\mu\text{m}$ 、幅24 $\mu\text{m}$ 、厚さ約2.3 $\mu\text{m}$ であり、材質は単結晶シリコンである。集光されたレーザー光が焦点付近で平面波となるレイリー範囲内で、梁と誘電体多層膜ミラーでFP干渉計を構成し、梁の微小振動を計測した。本干渉計はキャビティの平面度やミラーの面精度の影響が少ないという特徴がある。干渉計の光源として、波長632.8nm、出力約1mWの直線偏光シングルモードHe-Neレーザーを用いた感度が最大となるようにキャビティ長を制御し、干渉光を周波数解析することで、梁の微小振動の検出を実現した。

本実験におけるFP干渉特性をFig. 2に示す。干渉の先鋭さを表すフィネスは約26となり、最大感度は約0.2V/nmとなった。また、計測したマイクロ片持ち梁の熱振動のパワースペクトル密度をFig. 3に示す。干渉計の高感度化により、期待したS/Nの向上を実現し、ノイズレベルを従来の約1/100まで低減できた。

詳細な実験結果と解析は発表に譲る。

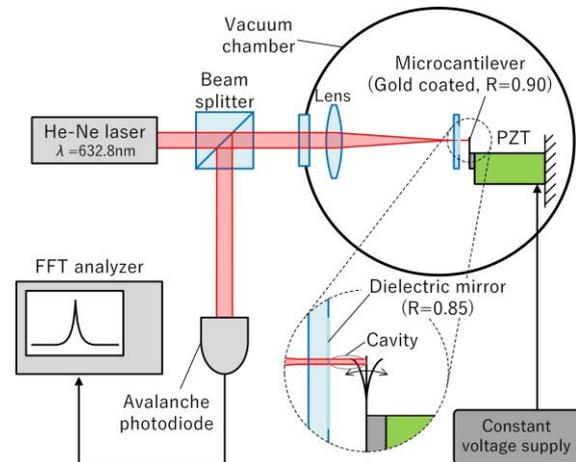


Fig. 1 Micro Fabry-Pérot Interferometer for the vibration measurement system.

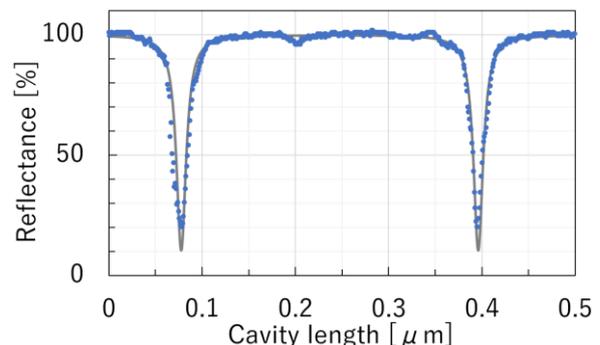


Fig. 2 FP interferometric characteristics

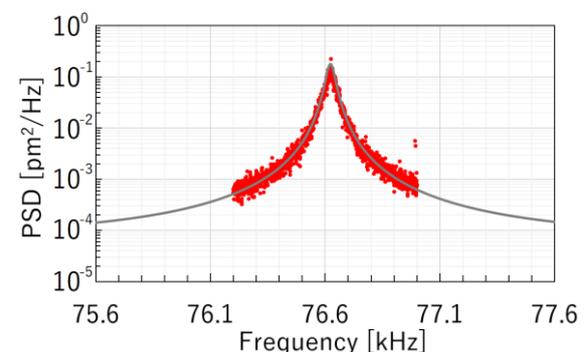


Fig. 3 Power spectral density of thermal vibration of a microcantilever.

#### 参考文献

- 1) Y. Kawamura & R. Kanegae, Sci. Rep., 6 (2016), 1-5.
- 2) C. H. Metzger, K. Karrai, Nature, 432 (2004), 1002-1005.
- 3) Dustin Kleckner & Dirk Bouwmeester, Nature, 444 (2006), 75-78.