

光干渉型表面応力センサの変位検出下限評価と非標識分子検出

Displacement detection lower limit evaluation and label-free molecular detection of optical interferometric surface stress sensor

豊橋技科大¹, JST さきがけ² 丸山智史¹, 崔 容俊¹, 高橋一浩^{1,2}, 澤田和明¹

Toyohashi Tech.¹, JST PRESTO², Satoshi Maruyama¹, Yong Joon Choi¹, Kazuhiro Takahashi^{1,2}, Kazuaki Sawada¹

E-mail: maruyama@ee.tut.ac.jp

1. はじめに

反射角度やピエゾ抵抗変化を利用している従来の表面応力センサの信号変換効率を改善するため、ファブリペロー干渉計を用いた新たな表面応力センサの製造方法を報告し、光干渉特性の指数関数的な変化を利用して信号変換効率を向上し、解析的には2桁向上できることを示した[1]。また、MEMS光干渉型表面応力センサのセンサ部分はフォトダイオードであるため、CMOSイメージセンサとの一体化が可能であり、電流-電圧変換回路でセンサの応答を電圧出力可能である[2]。ガス分布を測定するイメージングや生体分子の複数検出への応用が期待できる。表面応力センサでは、たわみ検出下限は重要なパラメータであり、小さなたわみを検出することによって、低濃度での分子吸着を測定が可能である。光干渉型ひずみセンサの変位検出下限評価は、従来のピエゾ抵抗型カンチレバーセンサに比べ、一桁優れていることが報告されている。本研究では、作製した光干渉型表面応力センサを用いて、1 pg/mLのヒト血清アルブミン抗原の抗原抗体反応の検出を光反射スペクトル変化と電気的測定の同時測定を行ったので報告する。また、本センサの最小変位検出は116 μm であった。これは従来のカンチレバー型表面応力センサと比較して4.3倍の検出感度である。

2. 本研究の表面応力センサと実験結果

本研究の表面応力センサの動作原理をFig.1に示すように、抗体付き可動膜表面に対となる抗原が付着すると、エアギャップ長が変化することで光路差が変わり、その差をフォトダイオードで検出すると光電流変化として得られる。センサの構造は、光干渉を発生させるためのマイクロキャビティを有するポリジメチルシロキサン(PDMS)基板上に可動膜となるサブミクロン厚のPMMA/Parylene-C膜からなり、可動膜を基板にドライ転写することによって形成した。抗原抗体反応による光反射スペクトル変化とその変化の電気的出力の同時測定を行った。電気的測定はダイオードチップを用いた。

3. まとめ

応用物理学会春季学術講演会においては、表面応力センサの光学、及び電気的実験検証、従来の表面応力センサとの検出下限の比較について

報告する。

参考文献

- [1] K. Takahashi, et al., Sensor and Actuators B 188, pp. 393-399, (2013).
[2] S. Maruyama, et al., Sensors 2018, 18, 138; doi:10.3390/s18010138

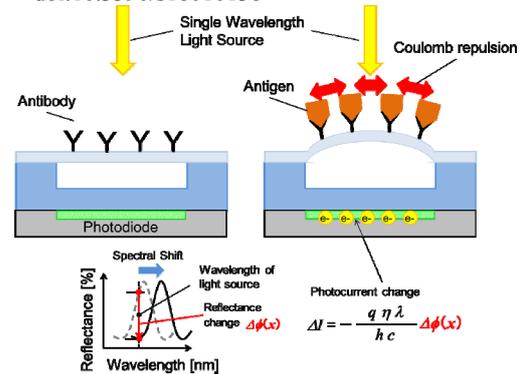


Fig. 1. Circuit diagram of the Fabry-Perot sensor

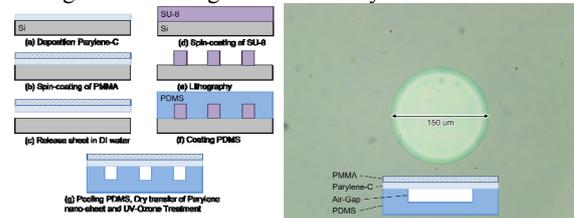


Fig. 2. Fabrication process of a Fabry-Perot interferometric surface stress sensor.

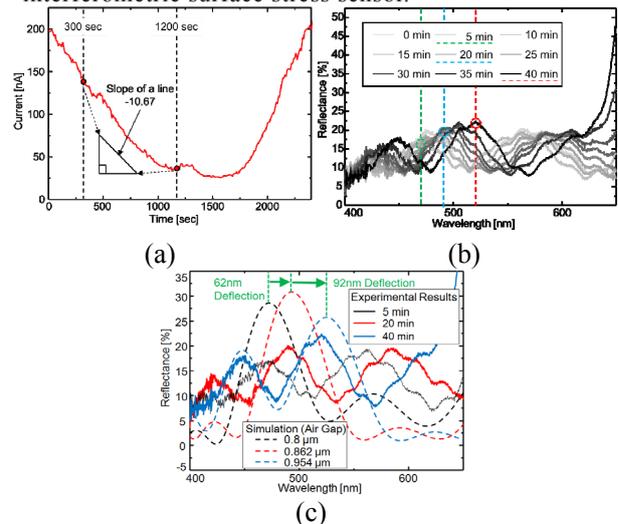


Fig. 3. Experimental Results, (a) Time course result of photocurrent from a photodiode with exposing 680 nm light source, (b) change of the reflection spectrum of Fabry-Perot interferometric sensor in 1 pg/mL HSA, (c) optical analysis for reflection spectra with a gap fitting to calculate membrane deflection.