

MEMS Fabry-Perot 型表面応力センサの光学特性評価

Optomechanical properties of MEMS Fabry-Perot interferometric surface stress sensor
 豊橋技科大¹, JST-CREST² ○高橋 一浩^{1,2}, 小澤 遼¹, 石田 誠¹, 澤田 和明^{1,2}
 Toyohashi Tech.¹, JST-CREST² K. Takahashi^{1,2}, R. Ozawa¹, M. Ishida¹, K. Sawada^{1,2}

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

1. はじめに

MEMS 技術を用いて分子同士の相互作用を機械的な変位に読み替えて検出する技術は、生体分子の非標識検出法として、疾患の診断や創薬分野への期待が高い[1]。本研究では、膜の変位を電気信号に変換する技術として、Fabry-Perot 干渉を利用した新規なトランスデューサを提案している[2] (図 1)。提案する Fabry-Perot 干渉計へ単波長の光を照射すると、膜の変位に対して透過率が大きく変化する。この光強度変化をフォトダイオードによって光電流の変化として検出する。光透過率の非線形な信号変換を利用することにより、ピエゾ抵抗を用いた方式と比較し、2桁上回る検出限界値が解析的に得られている。本報告では、フォトダイオードおよび検出回路上に作製する MEMS 干渉計の構造設計および、干渉計の光学特性の評価を行った。

2. ファブリペローセンサの設計

提案するファブリペロー型センサでは、可動膜の材料にパリレンCを用いている。パリレンCは光吸収が少なく、ヤング率が 2.8 GPa とシリコンよりも 2 桁小さいため、応力に対する膜変位を検出するセンサとして有効である。さらに常温で成膜可能なパリレンCは残留応力がほとんどないため、リリース後のセンシングエリア可動膜は平坦な構造を得ることができる。また、このような柔軟な可動膜上に液体を滴下し、生体分子を吸着させる操作を行うためには、操作に起因する外乱に対するロバスト性が求められる。そこで、犠牲層の一部をラインエッチングし、シリコン酸化膜とパリレンCで埋め戻した構造を提案した。これによりセンシングエリアとフィールドは平坦な構造となるため、吸着分子が発生する応力以外の力に対してロバストな構造が得られる。

3. 実験結果

n+p-sub フォトダイオード上にリリースしたパリレンCの光学顕微鏡写真、および断面 SEM 写真を図 2 に示す。厚さ 300 nm の犠牲層ポリシリコンを二フッ化キセノンガスで除去し、エアギャップが形成されている。シリコン酸化膜はフォトダイオードの保護膜として用いた。直径 200 μm、厚さ 350 nm のパリレンCの可動膜が形成されていることが確認された。また、センサエッジ部分の埋め戻しトレンチを図 2(d)に示す。幅 1 μm のトレンチが酸化膜とパリレンCによって埋められ、フィールドエリアおよびセンシングエリアが平坦な構造になっていることが確認された。また、埋め戻された酸化膜は犠牲層エッチングのストップとして機能していることも示された。

作製した MEMS 干渉計の反射スペクトルを図 3 に示す。センシングエリア 13 点を測定し、干渉波長が 440、510、610 nm 付近にあることが観察された。センシングエリア中央と端の部分で、干渉波長のピークが 20 nm 程度異なっていることが確認され、エアギャップ

長に 20 nm 程度の差があることが示唆された。すなわち、リリース後のパリレンC膜の反りが 20 nm 程度発生しているものと考えられる。

4. まとめ

パリレン埋め戻し構造による高いロバスト性を備えたファブリペロー干渉型表面応力センサを作製した。ナノギャップ 300 nm 上にアスペクト比 1.75×10^{-3} のパリレン可動膜形成に成功し、高低差 20 nm 程度の平坦な構造が得られた。

参考文献

- [1] G. Yoshikawa, et al., Nano Lett. 11, p. 1044 (2011)
- [2] K. Takahashi, et al., Proc. IEDM'12, p. 553.

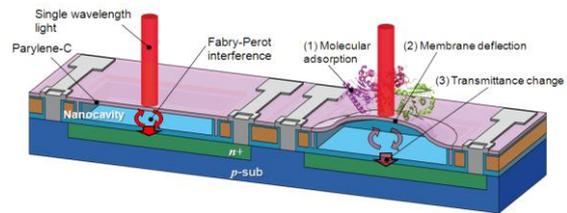


図 1 MEMS ファブリペロー干渉計を用いた表面応力センサ

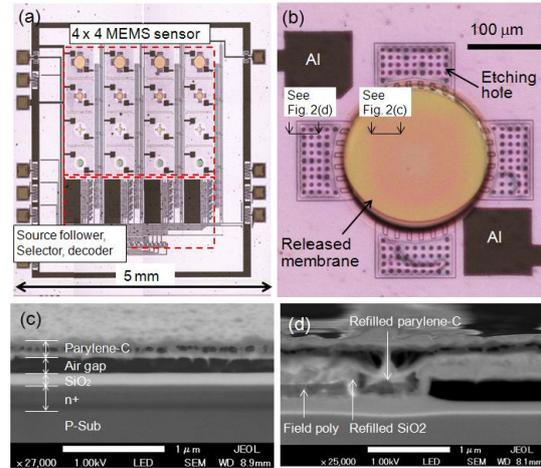


図 2 (a)センサチップの光学顕微鏡写真 (b) 拡大写真 (c) 断面 SEM 写真 (d) パリレンC埋め戻し構造

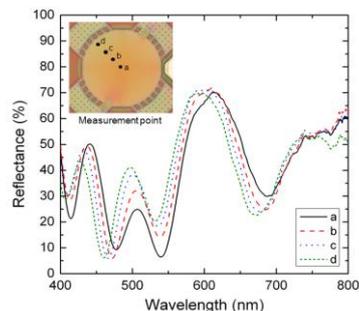


図 3 センシングエリアの反射スペクトル