

# 高い波長選択性を持つ MEMS Fabry - Perot 干渉型表面応力センサの設計・製作

Design and fabrication of MEMS Fabry-Perot interferometric surface-stress sensor with high wavelength selectivity

豊橋技科大<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup> ○高橋 利昌<sup>1</sup>, 榎屋 善光<sup>1</sup>, 石田 隼斗<sup>1</sup>, 飛沢 健<sup>1</sup>, 澤田 和明<sup>1</sup>, 高橋 一浩<sup>1,2</sup>  
 Toyohashi Tech.<sup>1</sup>, JST-PRESTO<sup>2</sup> T. Takahashi<sup>1</sup>, Y. Masuya<sup>1</sup>, H. Ishida<sup>1</sup>, T. Hizawa<sup>1</sup>, K. Sawada<sup>1</sup>, K. Takahashi<sup>1,2</sup>  
 E-mail: takahashi-t @ int.ee.tut.ac.jp

## 1. はじめに

光学検出や電気的検出を用いた MEMS 表面応力センサは、非標識で高速かつ多種類のバイオマーカー検出が可能であると期待されている。そこで本研究室では表面応力の検出感度向上のために、光透過強度変化を用いた MEMS Fabry-Perot 干渉型表面応力センサの開発を行っている [1]。本センサは、光干渉計の透過スペクトル幅を制御することによって分子吸着時の出力応答を向上できる。すなわち、高い波長選択性を持つ干渉計は、膜の変位検出感度を増大させ、低濃度分子を検出可能にする。本稿では高感度な MEMS Fabry-Perot 干渉型表面応力センサに向けた高い波長選択性を持つ光干渉計の設計・製作について報告する。

## 2. 高い波長選択性を持つ MEMS 光干渉型表面応力センサ

図 1 に可動膜の上部と下部に Au のハーフミラーを集積化した MEMS Fabry-Perot 表面応力センサの構造および動作原理図を示す。センサの構造はシリコンフォトダイオード上に抗体を固定した可動膜によりエアギャップを形成し、光干渉計を構成している。可動膜上に固定されている抗体に吸着した抗原分子同士が反発しあうことによる表面応力に比例して可動膜が変位する。可動膜が変形することによる光干渉計の透過光強度変化を光電流として検出する。Au のハーフミラーを一体化することにより透過スペクトル幅を短くし、センサの波長選択性を高めることができる。

## 3. 設計・製作結果

図 2 に設計した光干渉計の構造を示す。光干渉計のハーフミラーには近赤外領域で反射率が高く、光の吸収が少なく、さらにエッチングガスに耐性のある Au を用いる。Si 上の SiO<sub>2</sub> は犠牲層エッチング時に Si 基板がエッチングされてしまうのを防ぐために用い、熱酸化によって形成する。バインダー-Ti、Au、犠牲層となるアモルファス Si は各々低温で成膜可能な EB 蒸着で成膜する。可動膜となる Parylene C を CVD で成膜したのち、無機材料の密着性を向上するシランカップリング処理を施し Au を EB 蒸着で成膜する。光学解析結果より、50 nm の金ハーフミラーを形成することにより、透過スペクトル幅を 16nm に向上することが期待できる。また、上部ミラーはセンシングエリア全面に形成すると、ストレス感度が低下するため、被覆率を適切に設計する必要がある。有限要素解析より、被覆率 5% の場合にはストレス感度の低下は 6% 程度である結果が得られている。

図 3 に製作した光干渉計のエアギャップを形成する最終工程における犠牲層エッチング時の写真を示す。センサ上のリリースホールから導入した XeF<sub>2</sub> ガスによってアモルファス Si がエッチングされ、可動膜のリリースが来ていることが顕微鏡写真から確認できる。このとき、トレンチ内に埋め込んだ窒化膜のエッチングストップにより、キャビティは側壁ストップに囲まれるエリア内でのみ形成されている様子が示されてい

る。この結果から MEMS Fabry-Perot 干渉型表面応力センサに Au のハーフミラーを一体化することが可能であることが示唆された。

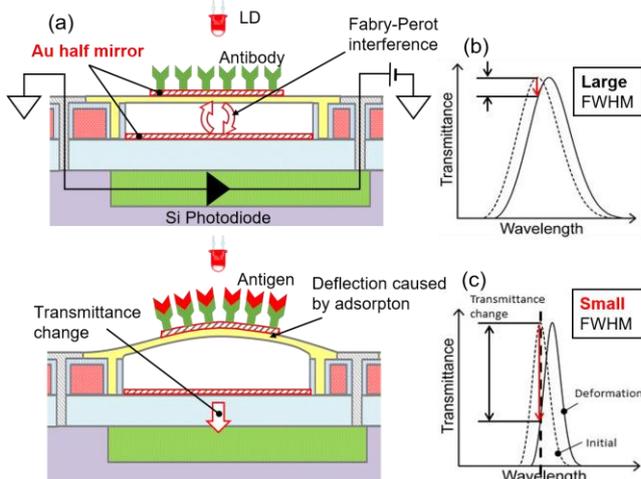


図 1 (a) MEMS 光干渉計の断面構造 (b) 従来構造と (c) 新構造の透過波長特性

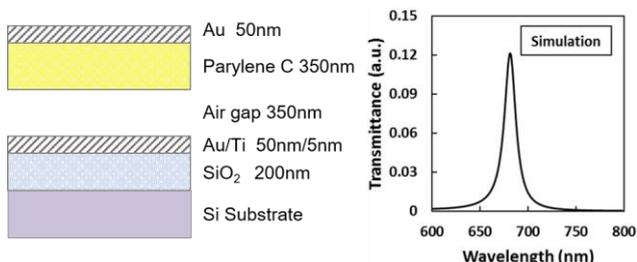


図 2 設計した光干渉計と透過波長特性の解析結果

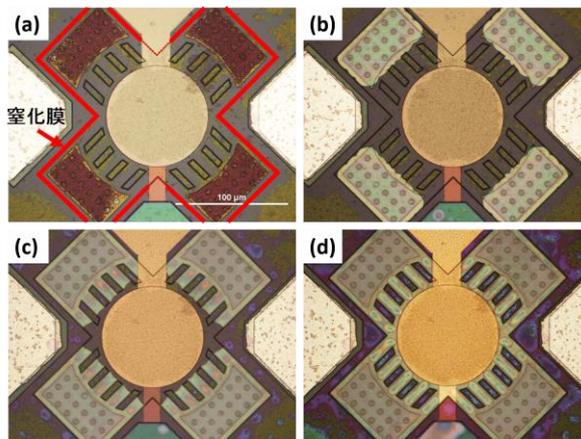


図 3 製作したセンサの顕微鏡写真 (a)犠牲層エッチング前 (b)9 分後 (c)24 分後 (d)39 分後

## 参考文献

[1] K. Takahashi, et al., Sens. Actuat. B, 188, p.393 (2013)