

課題番号	: F-18-UT-0080
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: プラズモニック金回折格子を備えた振動 MEMS による近赤外分光器
Program Title (English)	: Near infrared spectroscope by vibration MEMS with plasmonic gold diffraction grating
利用者名(日本語)	: 大下雅昭, 菅哲朗
Username (English)	: A. Masaaki Oshita, B. Tetsuo Kan
所属名(日本語)	: 電気通信大学 情報理工学研究科
Affiliation (English)	: The University of Electro-Communications, Graduate School of Informatics and Engineering,
キーワード/Keyword	: リソグラフィ・露光・描画装置、Deep Reactive Ion Etching、電子線描画、フォトニクス

1. 概要(Summary)

小型近赤外分光器は、様々なデバイス上での近赤外分光を可能にするので、広い分野で応用されている。従来の一般的な分光器は入射光を回折格子で分散し、波長ごとに異なるフォトディテクタで検出している。この方法は分散を行うための光路長と波長分解能が比例するため、一定の光路長が不可欠で、波長分解能と小型化の両立ができない。そこで、表面プラズモン共鳴(Surface Plasmon Resonance, SPR)を利用することで波長を選択的に透過・吸収し、入射光を分散させるための光路長を不要にする研究が行われている。行われている。これに代表される手法の一つに金回折格子を用いた分光方法[1]が挙げられる。これはある入射角で入ってきた光の中の対応する波長の光を光電流に変換できるデバイスで、この性質を用いて近赤外領域の分光を行っている。この研究の欠点としては角度の走査をする必要があるが、それを回転ステージに依存しており、小型化が未達成という点が挙げられる。そこで、本研究では MEMS 上でプラズモニック金回折格子を用いた近赤外分光を行う方法を提案する。具体的にはプラズモニック金回折格子を MEMS の n 型 Si カンチレバー上に搭載し、入射角の走査と SPR の電氣的計測を同時に行い、分光を行う。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- * 超高速大面積電子線描画装置
- * マスク・ウエーハ自動現像装置群
- * 光リソグラフィ装置 MA-6
- * 高速シリコン深掘りエッチング装置
- * 形状・膜厚・電気評価装置群

* クリーンドラフト潤沢超純水付

* ステルスダイサー

【実験方法】

超高速大面積電子線描画装置及びマスク・ウエーハ自動現像装置群を用いてフォトマスクを製作した。ステルスダイサーで Silicon on Insulator (SOI) ウエーハ(デバイス層:

25 [μm]、ボックス層:1.5 [μm]、ハンドル層:625 [μm])をダイシングした。電気通信大学のクリーンルームを利用し製作したフォトマスクをもとにデバイス層に対して表面パターンニングを行った。光リソグラフィ装置 MA-6 を用いて裏面アラインし、露光した。高速シリコン深掘りエッチング装置でカンチレバーの動作に必要なデバイス層とハンドル層の Si をエッチングした。形状・膜厚・電気評価装置群で高速シリコン深掘りエッチング装置でエッチングした深さを計測した。デバイスが入射角走査を行いながら SPR を電氣的に検出できるか確認するために実験を行った。可変 NIR レーザ源を用いて 1100 [nm]、1120 [nm]、1140 [nm]の単一波長の光を発生させ、TM 偏光子を通し、デバイス上の回折格子に照射した。デバイスの裏側からスピーカの音波(290 [Hz])をカンチレバーに照射しつつ、発生する光電流をオシロスコープで読み取った。

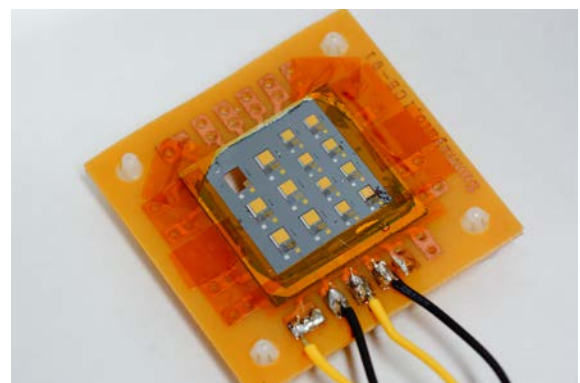


Fig. 1 Images of the fabricated device.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

光電流の時系列信号が波口に依存して変化することを確認した。各信号の時間波形は 290 [Hz]($1/290 = 3.4$ [ms])に対応する約 3.4 [ms] の周期を持ち、デバイス背面から照射した音波の周期と一致した。この結果からカンチレバーの共振によって入射角変化が生じ、対応する波口が吸収され、SPR を電氣的に検出できることがわかった。

4. その他・特記事項(Others)

[1] W. Chen, T. Kan, Y. Ajiki, K. Matsumoto, and I. Shimoyama, "NIR spectrometer using a Schottky photodetector enhanced by grating-based SPR," Opt. Express, vol. 24, no. 22, p. 25797, 2016.

競争的資金名: 立石科学技術振興財団

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

大下 雅昭, 高橋 英俊, 菅 哲朗, "プラズモニク金回折格子を備えた振動 MEMS による近赤外分光器", 第 9 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 2018

6. 関連特許(Patent)

なし