

課題番号	: F-20-UT-0068
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: 金回折格子型プラズモンを利用した超小型分光器の研究
Program Title (English)	: Ultra-compact spectrometer using plasmon on gold diffraction grating
利用者名(日本語)	: 大下雅昭, 菅哲朗
Username (English)	: Masaaki Oshita, Tetsuo Kan
所属名(日本語)	: 電気通信大学 情報理工学研究科
Affiliation (English)	: Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications
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。これに代表される手法の一つに金回折格子上での SPR を用いた分光方法が挙げられる。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を走査する必要があるが、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】

- * 高速大面積電子線描画装置
- * マスク・ウェ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・電気特性評価装置群
- * 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】

高速大面積電子線描画装置及びマスク・ウェ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) ウェーハをダイシングした。製作したフォトマスクを用いて、デバイス層に対して

電気通信大学のクリーンルームを利用し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不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・電気特性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。製作したデバイスを Fig.1 に示す。次に製作したデバイスの片持ち梁を共振させつつ 1.3 [μm]と 1.4 [μm]の単波長光を同時に入射し、その電流波形を計測した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

計測した電流波形から入射スペクトルを導出した。入射スペクトルは市販の分光器でも計測を行った。市販の分光器の結果と結果を比較したところ、ともに入射波長(1.3, 1.4 [μm])でピークを取っていることがわかった。この結果から本研究の構造で原理上、光路を必要としない超小型分光器の構成が可能だとわかる。

4. その他・特記事項(Others)

M. Oshita, H. Takahashi, Y. Ajiki, T. Kan, "Reconfigurable Surface Plasmon Resonance Photodetector with a MEMS Deformable Cantilever," ACS Photonics, ACS Publications, 7(3), 673–679, 2020.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

菅哲朗, 大下雅昭, “分光用デバイス、分光器、及び分光測定方法,” 特開 2019-128157

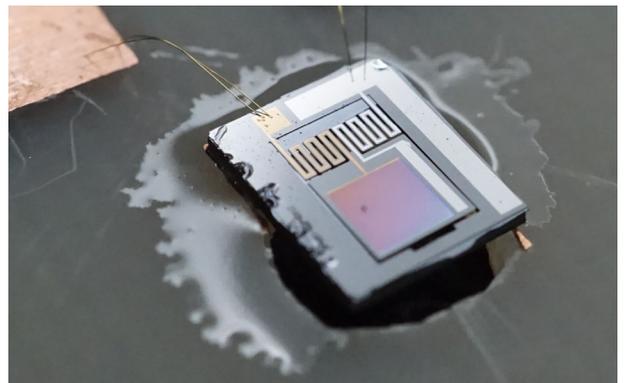


Fig. 1. Image of the fabricated device.