

課題番号 : F-21-UT-0034
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 狭隘なトレンチで構成した回折格子を用いた再構成分光のための中赤外ディテクタ
 Program Title (English) : MIR detector for reconstructive spectroscopy using narrow trench grating
 利用者名(日本語) : 安永峻, 菅哲朗
 Username (English) : Shun Yasunaga, Tetsuo Kan
 所属名(日本語) : 電気通信大学大学院 情報理工学研究科 機械知能システム学専攻
 Affiliation (English) : Grad. Sch. of Informatics and Engineering, Dept. of Mechanical and Intelligent Systems Engineering, The University of Electro-Communications
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, 表面プラズモン共鳴, 赤外線, 再構成分光法

1. 概要(Summary)

分光器を小型化する技術として再構成分光法が注目を集めている。これは互いに異なる特徴的な波長感度特性を有するディテクタを複数用いて入射光を同時計測し、計測結果から入射スペクトルを計算で推定する方法である。中赤外領域(MIR)で再構成分光を行う小型分光器の構成として p 型シリコン上にアルミニウムの回折格子を設けた構造が報告され、シンプルなデバイス構成や製作の容易さといった利点があるが、波長感度特性において波形の急峻さ、すなわち波長方向の変化の大きさと感度のダイナミックレンジに改善の余地がある。本研究では、回折格子の繰り返し構造に深掘りエッチングで製作した狭隘なトレンチを使用することで急峻な波形を実現した。

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 (F7000S-VD02)

高速シリコン深掘りエッチング装置 (MUC-21 ASE-Pegasus)

【実験方法】

デバイス製作では、まず電子線 (EB) リソグラフィおよび深掘りエッチング (DRIE) により、p 型シリコン (p-Si) ウェハ上に幅 300 nm 程度、深さ 500 nm のトレンチを形成した。EB リソグラフィにおいては、電子線レジスト ZEP520A-7 を 200 nm 厚で製膜し、120 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ で描画・現像した。ナノホール形成の後レジストを除去し、チップを回転させながら全体にアルミニウムを蒸着した。これにより、トレンチ内部までアルミニウムの連続膜で覆うことができる。その後基板上にオーミック接触となる金で電極を形成し、信号読み出し部とした。

本ディテクタに対して、波長 2.5–3.7 μm の赤外線を垂

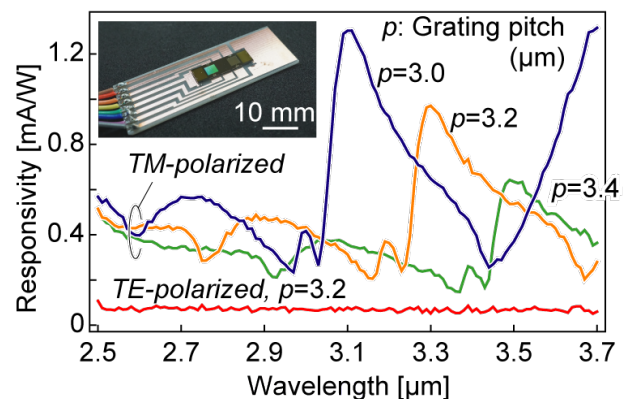


Fig. 1 Fabricated Device and Measured Responsivity Characteristics.

直入射し、0.1 V のバイアス電圧を印加したデバイスに生じた電流変化および赤外光の反射率を計測した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

表面プラズモン共鳴 (SPR) が回折格子上で生じる TM 偏光の入射において、波長方向に急峻に変化する波長感度特性 (Fig. 1) と、それに対応する反射スペクトルが得られた。3 通りの回折格子ピッチの条件に対し、それぞれ理論上の SPR 発生条件より 100 nm 程度長波長側で感度は最大となった。感度の波長方向の変化は片側半値幅で約 50 nm、感度の最小・最大比は約 20%であった。本ディテクタは中赤外線を吸収し熱に変換して電氣的に計測する熱型ディテクタと考えられ、光吸収に適したプラズモニック構造が実現されていると考えられる。

4. その他・特記事項 (Others) なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

S. Yasunaga, T. Kan, “Narrow Trench Plasmonic Mid-Infrared Detector with Distinct Responsivity for Reconstructive Spectroscopy”, *Transducers2021* (online), 20-25 June 2021, B3-328h.

6. 関連特許 (Patent) なし。