

課題番号 : F-19-UT-0067  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : Au 回折格子と背面照射による電流検出型 SPR 化学量センサの研究  
Program Title (English) : Current Detection-Type SPR Sensor Using a Au Grating and Backside Illumination  
利用者名(日本語) : 齋藤祥基, 菅哲朗  
Username (English) : Y. Saito, T. Kan  
所属名(日本語) : 電気通信大学 情報理工学研究科 機械知能システム学専攻  
Affiliation (English) : Department of Mechanical Engineering and Intelligent Systems, 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, MEMs, Schottky barrier, Surface Plasmon Resonance, grating coupling

## 1. 概要(Summary)

我々は、SPR 化学量センサの小型化について研究中之である。従来、プリズムを用いた金表面への SPR 励起と反射光強度による測定が主流で、プリズムと受光器などの光学系が必須で大型となる欠点があった。そこで我々は、Au 回折格子を有する n-Si を基板としたデバイスを提案した。本デバイスは、回折格子で SPR を励起し、ショットキー障壁によって電氣的に検出可能である。よって、従来の光学系を除去し小型化を達成した。しかし、一般的に回折格子励起法では、試料側からの励起光照射例のみで、励起光と試料の干渉を避けられない。したがって、計測可能な試料が制限された。この解決策として、Si は近赤外領域で透明なので、近赤外光を用いた n-Si 側からの背面照射法を提案した。本論文では、背面照射による SPR 励起の実証と、提案手法の化学量センサとしての機能を検証した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

・高速大面積電子線描画装置

### 【実験方法】

MEMS 半導体加工プロセスで提案デバイスを試作した。使用したマスクは、F5112 電子線描画装置(株式会社アドバンテスト)を用いて作製した。次に、デバイスの電流電圧特性を評価し SPR の計測可能性を確認した。得られた結果から、波長 1610 nm までの近赤外光を、SPR に伴う光電流として検出可能だと分かった。

実験では、励起光を背面照射し入射角  $\theta_{Au}$  を変化させ

ながら、デバイスの電流応答を測定した。屈折率の異なる試料として、空気と純水を使用した。電流計測のために、デバイスを PCB に実装し、Au 側をアノード、Al 側をカソードとした。さらに、溶液を測定するために、PDMS とカバーガラスで Au 領域を覆うキャビティを作成した。波長可変レーザを用いて、1200 nm~1500 nm の波長範囲で、10 nm 間隔の単色光を照射した。励起光は偏光子を通して transverse magnetic wave(TM 波)とした。測定結果は得られた電流値を励起光の光強度で除算して、応答値 [A/W]として評価した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

実験結果から、各照射波長における電流応答曲線中に極大値を示すピークを確認した。さらに、ピーク発生角は照射波長に応じて線形にシフトしていた。そして、このピークが SPR 誘起によるものかを SPR 発生角度の理論値と比較して検証した。実験値の検出は、電流応答曲線を金への入射角  $\theta_{Au}$  の関数とみなし、その微分値が正から負に変化する角度とした。そして、空気、純水に対する結果それぞれで、理論値と実験値の振る舞いが合致していた。以上の結果から、今回提案した金回折格子構造への背面照射によって、試料屈折率による SPR を電流応答曲線中のピークとして検出できることを確認した。

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

[1] Y. Saito, *et al.* “Electrical detection SPR sensor with grating coupled backside illumination,” *Opt. Express.*, vol. 27, no. 13, pp. 17763-17770, (2019)

[2] Y. Saito, *et al.* “Miniaturization of SPR Chemical Sensor Using Electrical Detection and Backside Illumination to Au grating,” Industry UCB UEC Keio Workshop 2019, Keio University Hiyoshi campus, p30, 10th-11th (Dec 2019)

[3] 齋藤祥基, 菅哲朗. “Si 基板上金回折格への背面照射と電気的検出による SPR 化学量センサの小型化,” 第 10 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 浜松市, 20pm3-PN3-46, 19th-21th (Nov 2019)

## 6. 関連特許 (Patent)

なし。