

課題番号 : F-16-NM-0035
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : FIB-SEM ダブルビーム装置を用いた光-SPP 結合構造の製作
Program Title (English) : Fabrication of light-SPP coupling structure using FIB-SEM double beam apparatus
利用者名(日本語) : 村上 亮輔
Username (English) : R. Murakami
所属名(日本語) : 筑波大学大学院数理物質科学研究科物理学専攻
Affiliation (English) : Graduate School of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba

1. 概要(Summary)

光通信波長帯($\lambda=1.55\mu\text{m}$)の光信号の入力により動作するプラズモニックデバイスの基礎研究のため、同波長帯の表面プラズモンポラリトン(SPP)の導波路の作製を行う。

本研究では、Si 基板上にストライプ型の Au 蒸着膜構造からなる SPP 導波路を構築する。まずストライプ型 Au 蒸着膜構造をパターン投影リソグラフィ法により作製し、さらにストライプ型 Au 構造の端部に集束イオンビームエッチングを用いて光-SPP 結合構造を製作する。これらの2段階の行程により、光-SPP の変換効率の高い SPP 導波路を実現する。本利用課題では、第2の工程であるストライプ型 Au 構造端部への結合構造の作製を行う。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ FIB-SEM ダブルビーム装置

【実験方法】

本研究における試料作成の工程は、以下の2段階で行った:

1. 筑波大学微細加工プラットフォーム

サイズ 15mm x 15mm の Si ウェハーに対し、LED 光源 390nm のパターン投影リソグラフィシステムやスパッタ装置を用いたパターン投影フォトリソグラフィ法によって、長さ:500 μm 幅:1~50 μm のストライプ型 Au 導波路構造を構築した。

2. NIMS 微細加工プラットフォーム

上記1の工程で作製したストライプ型 Au 導波路構造の端部に、FIB-SEM ダブルビーム装置を用いて深さ:0.15 μm 横:10 μm 縦:10~60 μm 程度の溝を彫り込み、光-SPP 結合構造を構築した。

これらの工程で作製した試料に対しては、波長 1.55

μm フェムト秒パルスレーザーを入力光に用い、試料の光-SPP 結合構造部でレーザー光が SPP に変換されストライプ型 Au 導波路中に伝搬する様子を二光子蛍光顕微鏡法で観察することにより、導波路の機能性を検証した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

FIB-SEM ダブルビーム装置によって作製した光-SPP 結合構造を Fig.1 に示す。

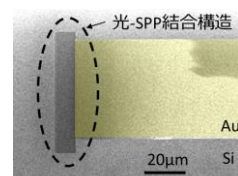


Fig.1 SIM image of light-SPP coupling structure.

次に、光-SPP 結合構造を作製した Au 構造と、作製していない Au 構造の SPP 二光子蛍光顕微鏡像を Fig.2 (a)(b)に示す。

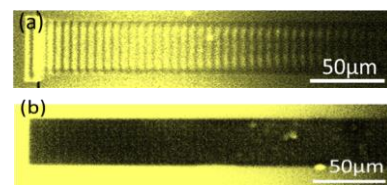


Fig.2 Two-photon fluorescence microscope imaging of SPP. (a) With the light-SPP coupling structure. (b) Without the light-SPP coupling structure.

光-SPP 結合構造を作製することで、励起光と SPP の結合効率を高めることに成功し、SPP に起因する干渉ビートをはっきりと観察することができた。

4. その他・特記事項 (Others)

本試料の作製の一部は筑波大学微細加工プラットフォームにて実施した。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 応用物理学会春季学術講演会, 平成 29 年 3 月 14 日

6. 関連特許 (Patent)

なし。