

光ファイバー端面上アクティブプラズモンデバイスの作製

Fabrication of active plasmon devices on fiber facet

九大先導研¹, 香川大² ◯山本 和広¹, 山口 堅三²

Kyushu Univ. IMCE¹, Kagawa Univ.², ◯Kazuhiro Yamamoto¹, Kenzo Yamaguchi²

E-mail: k_yamamoto@cm.kyushu-u.ac.jp

表面プラズモンは金属表面に局在した電磁界であり、その局在性、外部環境依存性からナノ領域の光デバイス、センシング応用に向けて多くの研究がなされている。こうしたプラズモンデバイスの特性は構造設計により決定されるが、デバイス作製後に可変とすることができればその特性を変化させることによる応用拡大が期待できる。山口らはこうした観点から MEMS・NEMS 構造によるプラズモンスリット列の可変によるアクティブプラズモンデバイスを提案した[1]。これらのデバイスは透過・反射波長の制御およびそれを用いたセンシング、焦点距離可変の薄膜レンズに応用できる[2]。本研究ではアクティブプラズモンデバイスを光ファイバー端面上に形成することを目的とした。光ファイバーを用いてプラズモンデバイスへ光入射することで光学アライメントが不要となり、別の光ファイバーおよびデバイスへの接続が容易となる。

まず本研究では可視・近赤外光領域で大きな透過率変化を生じる構造を設計した。設計には有限差分時間領域法 (FDTD 法) を用い、4つのスリットが光ファイバーコア上にある構造を検討した。図1に設計した構造の透過率の波長依存性の一例を示す。この場合幅 (400 nm、400 nm、400 nm、400 nm) のスリットが電圧印加により幅 (200 nm、600 nm、600 nm、200 nm) へと変化することを想定した。図より可視・近赤外域での大きな透過率変化が生じることが分かった。

次にこの構造を光ファイバー端面上へ形成する作製プロセスを検討した。作製には集束イオンビーム (FIB) 加工および緩衝フッ酸溶液 (BHF) によるエッチングを用いた。まず光ファイバー端面上に Au/Cr 膜 (300nm/5nm) を成膜し、ファイバーコア上に FIB を用いて BHF エッチング用加工窓を形成後、BHF エッチングによりファイバーコアをエッチングし、最後にスリットパターンおよび電極パッドを FIB により形成した。図2に作製したデバイス例の電子顕微鏡像を示す。設計および作製法の詳細については発表にて述べる。

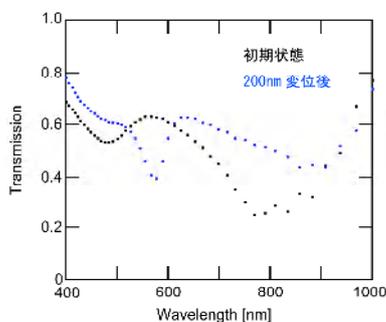


図1 プラズモンデバイスの透過率計算

Fig.1 Transmission of active plasmon device

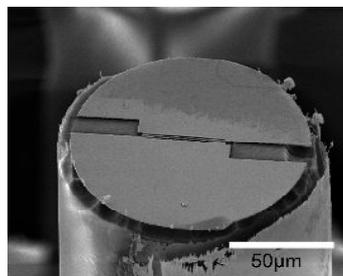


図2 作製したデバイスの電子顕微鏡像

Fig.2 SIM image of fabricated fiber device

[1] K. Yamaguchi et al. APEX 7, 012201 (2013) [2] K. Yamaguchi et al. APL 108, 111903 (2016)