

基板上テーパー化ナノファイバー対によるプラズモン超集束の検討

Superfocusing of surface plasmon using tapered optical fiber pairs on chip

九大先導研¹, 情通機構² ○山本 和広¹, 横山 士吉¹, 大友 明²

Kyushu Univ. IMCE¹, NICT², °Kazuhiro Yamamoto¹, Shiyoshi Yokoyama¹, Akira Otomo²

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

金属-誘電体界面や金属ナノ構造に誘起される表面プラズモンポラリトン(SPP)は、光の回折限界をこえたナノ領域での光励起、反応過程を実現できデバイス、センサおよび反応環境としての利用が期待されている。ナノ構造の一つである金属テーパー構造において、適切な偏光で励起された S P P は、伝搬に伴って波数が増大しテーパー先端で強く増強することから「超集束」と呼ばれている[1-3]。これまで我々は金属コートした誘電体円錐形状[4]およびシリコン導波路に集積した金属楔構造[5]について、こうした超集束が実現することを数値計算により示してきた。またこうした構造を実際に作製するプロセスについて検討してきた[6]。

今回の発表では、前回の発表[6]を踏まえ、基板上でテーパー化光ファイバー[7]をナノギャップを設けて対向させた構造について、有限差分時間領域(FDTD)法を用いた金属として金および銀を用いた場合の特性の詳細な検討と、構造の作製プロセス制御性を検討した結果を報告する[8]。

前回と同様に、シリコン基板上V溝構造に光ファイバーを固定し、集束イオンビーム加工および緩衝フッ酸溶液によるエッチングによって対向したテーパー化光ファイバー対を作製した。図 1 に構造の概念図および電子顕微鏡像を示す。こうした構造において金属を銀として波長 780nm の光で励起した場合の磁界および軸方向電界の数値計算結果を図 2 に示す。テーパー対のギャップ幅 20nm の場合、ギャップ中央での軸方向の電界増強度は入射光の 35 倍に達し、ギャップ幅が大きくなるにつれギャップ中央での電界が減少することから、プラズモン超集束の局在性を確認した。また超集束は構造のテーパー角に依存するが、加工条件を精査しテーパー角を 12° から 25° の範囲で制御できることを確認した。

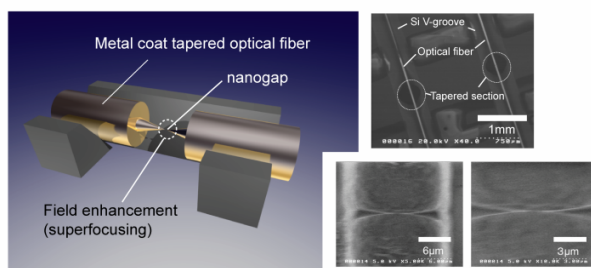


Fig.1 Schematic picture and SEM image of tapered fiber pair.

FDTD simulation (Ag, 780nm)

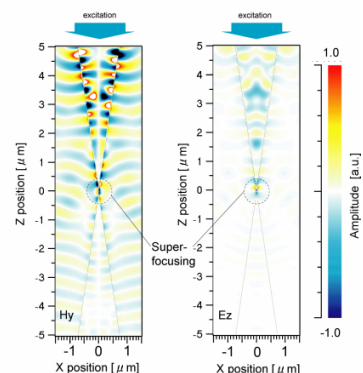


Fig. 2 Field distributions in fiber pair.

- [1] Kh. V. Nerkararyan, Phys. Lett., A, **237**, 103-105 (1997).[2] M. I. Stockman, Phys. Rev. Lett., **93**, 137404-1-4 (2004).[3] K. Kurihara et al., J. Phys. A:Math. Theor., **40**, 12479-12503 (2007).[4] K.Yamamoto et al. Proc. of M&BE5, A-P64,148 (2009).[5]K.Yamamoto et al., Mater. Res. Soc. Symp. Proc., **1182**, 1182-EE13-05(2009).[6]山本他, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 16p-GP-11(2012)[7] M. Ohtsu and H. Hori : Near-Field Nano-Optics(Kluwer/Plenum, New York, 1999)[8]K.Yamamoto et al. Proc. of SPIE, **8632**, 863228-1-8(2013).