

紫外域サブ波長ビーム集光用プラズモニックレンズの評価

Evaluation of a Plasmonic Lens for Subwavelength Beam Focusing in UV region

京都工芸繊維大学¹, 日本分光株式会社²

○土山 晃裕¹, 三浦 祐介¹, 武田 実¹, 井上 勉², 會澤 見斗²

Kyoto Institute of Technology¹, JASCO Corporation²

°Akihiro Tsuchiyama¹, Yusuke Miura¹, Minoru Takeda¹, Tsutomu Inoue², Kento Aizawa²

E-mail: takeda@kit.ac.jp

金属/誘電体界面に生じる表面プラズモンを利用するプラズモニックレンズは、数 μm サイズのシンプルな構造でサブ波長スケールの集光スポットを生成可能であり、マイクロ光学デバイスとしての応用展開が期待される。我々はこれまでに可視波長域 (532nm, 405nm 等) に対応する、Ag 薄膜に微細幅のリング状スリットを開口した構造のプラズモニックレンズを作製、評価し、レンズ表面近傍の近接場領域のみならず、表面から高さ数 μm の位置でもサブ波長サイズの集光スポットが生成可能なことを示した[1-2]。今回は高い光子エネルギーにより、半導体微細加工や生体イメージング等に適した紫外波長域用 (375nm) のプラズモニックレンズを、Al 薄膜に多重 (3 本) のリング状スリットを有する構造で設計・作製した。サブ波長サイズの集光スポットをレンズ表面から 2 μm 程度の高さ (焦点位置) で得るため、スリット内を伝搬する表面プラズモンの実効波長、及び光路長を、各スリットの幅を変えることで調整し、焦点位置で各スリットからの光が強め合う干渉が生じるように設計した。レンズのサイズは直径 4 μm (最外周リング)、Al 膜厚は 150nm とした。

プラズモニックレンズを、合成石英基板 (0.7mm 厚) 表面に Al 膜を 150nm 厚で真空蒸着した後、FIB 加工により多重リング状スリットを作製し (Fig.1)、波長 375nm の LD を用いてその集光特性を近接場光学顕微鏡 (NSOM ; JASCO Corp. NFS-230) で測定評価した。レーザー光は円偏光で基板側から入射し、レンズ焦点位置近傍の光強度分布を、NSOM プローブ (開口径 100nm) を走査し測定した。Fig.2 にレンズ表面から高さ 2.2 μm における 2 次元光強度分布、及び光強度ピーク位置を含む面内の光強度プロット図を示す。半値幅で約 270nm の集光スポットの形成を確認した。講演ではこれらの測定結果と FDTD 解析との比較検討について報告する。

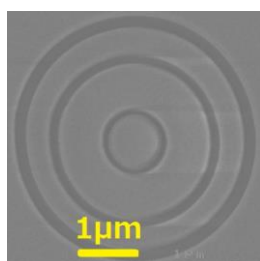


Fig.1 SEM image of a plasmonic lens

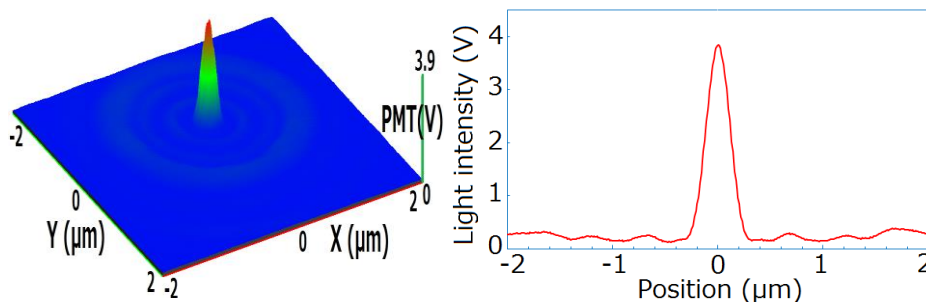


Fig.2 Light intensity distribution at 2.2 μm height above the Al surface

[1] M.Takeda and S.Nakatani, Jpn. J. Appl. Phys. 51, 08JF02 (2012)

[2] M.Takeda, N.Kimura, T.Inoue, and K.Aizawa, Jpn. J. Appl. Phys. 54, 09MG02 (2015)