

ラジアル偏光子の積層化によるアライメント不要なプラズモンレンズの製作

Fabrication of pre-aligned plasmonic lens by vertical integration of radial polarization converter

農工大院工¹, ○(M2)白木 丈博¹, 手島(石井) 美帆^{1*}, 安 忠烈¹, 岩見 健太郎¹Tokyo Univ. of Agri. & Tech.¹○Takehiro Shiraki¹, Miho Ishii-Teshima¹, Zhonglie An¹, and Kentaro Iwami¹E-mail: k_iwami@cc.tuat.ac.jp (K. Iwami)

プラズモニックメタサーフェスと呼ばれる表面金属ナノ構造は、光との相互作用により表面プラズモン(SPP)の励起や急峻な位相変化等を引き起こすことから、様々な光学素子への応用が研究されている。そのひとつであるプラズモンレンズ(PL)は微小円形スリットを有する金属薄膜から構成され、微細スリットで励起された SPP を中心部で集光させる働きがある。さらに、ラジアル偏光を入射すると集光性が大幅に向上することが知られている。誘電体埋め込み型マイクロラジアル偏光子(RPC)^[1]は、Au ナノスリット構造で生じる大きな位相変化を利用し、入射直線偏光を擬似的なラジアル偏光に変換する素子である。構造をスピノンガラス(SOG)でコーティングしているため表面が平坦で、上面への積層加工が可能である。同種の構造を何層も重ねた 3D 構造を作製した報告^[2]はあるが、異なる特性を持つ異種の構造を重ね合わせた報告はない。積層・一体化することで、それぞれの素子の特性を活かした簡素かつ高性能な光学素子の実現が期待できる。そこで本研究では、異種のプラズモニックメタサーフェスである RPC と PL を積層・一体化することで、あらかじめアライメントされた高性能な PL を開発することを目的とした。本報告では、積層光学素子の概観および積層加工プロセスの提案、一体化への試みについて報告する。

積層化した光学素子の概観を Fig. 1 に示す。下層の RPC と上層の PL で構成される。Fig. 2 に積層光学素子の動作原理を示す。説明のための便宜上、RPC と PL 間に隙間を設けて描いている。RPC に直線偏光が入射すると、4 分割の偏光分布を持つ擬似的なラジアル偏光が得られる。ここで、スリットに対して垂直な偏光を TM(Transverse Magnetic)偏光と定義する。SPP の励起にはスリットに対して TM 偏光のみが寄与するため、ラジアル偏光が PL に照射されると、全方位のスリットで SPP が励起される。SPP は Ag/空気界面を伝搬し、重ね合わせによって中心で微小なサイズの集光スポットを形成し、強い電場が界面の近接場に局在する。

下層の RPC に対する PL の加工は、電子線リソグラフィ(EBL)の重ね描画を用いて高精度な位置合わせを行う。RPC の EBL パターニングを行う際に、位置合わせ用のアライメントマークを同時にパターニングし、PL の EBL パターニングの際にマークを読み取る。重ね描画の試作として、RPC を模した四角い Cr パターン上に PL の重ね描画を行った。SEM 像を Fig. 3 に示す。Cr パターン内に円形状のレジストがパターニングされていることがわかる。この画像から位置合わせのずれを測定したところ、左右に 133 nm、上下に 14 nm であることが明らかとなった。

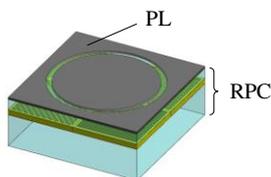


Fig. 1 Schematic view of vertically integrated elements.

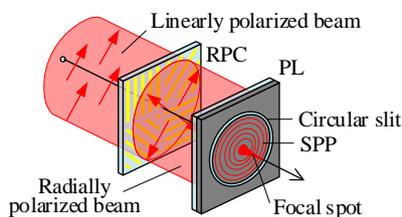


Fig. 2 Principle of vertically integrated elements.

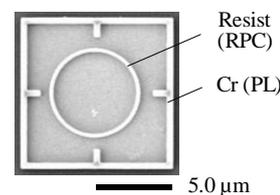


Fig. 3 SEM image of top view.

【参考文献】

- [1] T. Shiraki et al., “The 11th Asia-Pacific Conference on Near-Field Optics”, Contr 9-5, July.12 (2017)
 [2] M. Qi et al., *Nature*, **49**, 538-542 (2004)

(*Currently at Toyohashi University of Technology)