プラズモニックナノ構造から生じる SHG の位相・放射パターン制御

Phase and radiation pattern control of SHG from designed plasmonic modes

東大生研¹, JST さきがけ² ⁰木村 友哉¹, 田中 嘉人^{1,2}, 志村 努¹

IIS, Tokyo Univ.¹, JST PRESTO², ^o Tomoya Kimura¹, Yoshito Tanaka^{1,2}, Tsutomu Shimura¹

E-mail: kimura36@iis.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】プラズモニックナノ構造を用いた波長変換は、ナノ医療や生体イメージングへの 応用が見込まれ注目されている。通常、金属は中心対称性があるために二次の非線形分極は生じ ないが、金属表面では中心対称性の破れからこの制限が回避され、プラズモニックナノ構造から も第二高調波が発生する(SHG: Second Harmonic Generation)。私のグループでは、入射光の波長に 対応するプラズモンモードとは別に、SHGの波長付近にもプラズモンモードを持つV字型構造を 用いて、これまで難しいと考えられていた SHGの放射方向制御をシミュレーションおよび実験で 見出してきた[1]。今回、SHG 波長のモードのみを制御可能な Fig.1 の構造を用いることで、SHG 放射の偏光・位相・パターン・方向の自在な制御が可能なことを実験的に示したので報告を行う。

【結果・考察】電子線ビームリソグラフィー/リフトオフ法を用いて、 Fig.2(a)に示す金ナノ構造を作製した。この構造を周期的に配列した試料に 波長1400nmのx偏光フェムト秒パルスレーザーを入射し、発生したSHG の回折パターンを観測した。これは、V字構造とY字構造からのSHG 放射の位相差が、回折光の強度比として得られる干渉計となっている。



Fig.1 Image of Y-shaped gold nano structure

Y字構造の足の長さLy (Fig.1)を変化させた場合のSHG回折パターンと共鳴スペクトルをFig.2(b)、 (c)にそれぞれ示す。Ly=0nm では 0 次光が消失しており、2 つの構造からの SHG の位相差は π と 考えられる。一方 Ly=25nm のとき、SHG の放射方向が-x 方向に制限されている。これは、Y 字 構造由来の共鳴ピークが SHG 波長(700nm)より長波長側(Fig.2(c))にあり、2 つの構造からの SHG の位相差が $\pi/2$ になっているためと考えられる。これらの結果は、SHG 波長に共鳴なプラズモン モードの制御によって、Y 字構造からの SHG 放射の位相を連続的に制御できることを示している。 発表では、V 字・Y 字構造単体における SHG 放射パターン・偏光状態制御についても述べる。





[1] 木村友哉, 田中嘉人, 志村努, 第65回応用物理学会春季学術講演会 (2018).