

単一プラズモニックナノ構造体によるベクトルビーム SHG 発生

Vector beam second harmonic generation from a single plasmonic nanostructure

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

IIS, Tokyo Univ.¹, JST PRESTO², °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体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が破れていることからこの制限が回避され、プラズモニックナノ構造体からも第二高調波(SHG : Second Harmonic Generation)が発生する。我々はこれまで、プラズモニックナノ構造体における SHG の放射パターンは、二次非線形分極とプラズモンモードを結合させることによって制御できることを明らかにしてきた[1]。本研究では、二次非線形分極が結合するプラズモンモードは、光では直接励起が困難なダークモードに制限されることを見出した。また、この特性に基づき、直線偏光の光照射でベクトルビームの SHG を発生させる、エキゾチックな単一プラズモニックナノ構造体を考案・実証することに成功したので報告する。

【方法】十字型の金ナノ構造を電子線ビームリソグラフィ／リフトオフ法によって作製した (Fig.1)。この構造に対して、x 方向に直線偏光した波長 1320nm のフェムト秒パルスレーザーを垂直入射し、発生した波長 660nm の SHG の放射パターンを観測した。

【結果】Fig.1 に十字型ナノ構造体に対して、実験的に測定した光消滅スペクトルと、計算によって得られたブライトモード／ダークモードスペクトルをそれぞれ示す。SHG の波長にはブリッジングモードと呼ばれるダークプラズモンモードが存在する。二次非線形分極がこのようなダークモードに結合した場合、そこからの SHG はそのモードで規定される放射特性を示すと考えられる。実際に、直線偏光の光照射により測定した SHG 放射パターンについて偏光解析を行ったものが Fig.2 である。偏光分布が円対称な直線偏光となっており、測定された SHG がラディアル偏光と呼ばれるベクトルビームになっている様子が観測された。得られた第二高調波の放射パターンは、線形過程では発生しない対称性を持つという非常に興味深い結果であり、波長変換とビーム制御を同時に行うナノスケール波長変換素子としての応用が期待される。

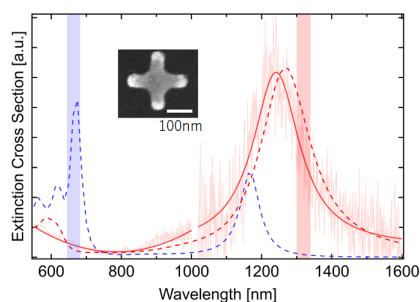


Fig.1 (Inset) SEM image of a cross shaped nano structure. (Red line) Experimental spectrum. (Red Dashed line) Simulated bright-mode spectrum. (Blue Dashed line) Simulated dark-mode spectrum.

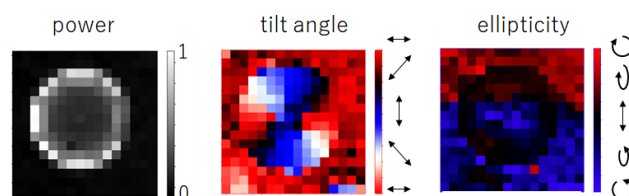


Fig.2 SHG radiation pattern from a cross shaped nano-structure and its polarization (tilt angle and ellipticity).

[1] 木村友哉,田中嘉人,志村努,第 66 回応用物理学会春季学術講演会(2019).