

課題番号 : F-16-NM-0006
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 単一金ナノプリズムによる3方向光散乱制御
 Program Title (English) : A single gold nanoprism for controlling tridirectional scattering of light
 利用者名(日本語) : 田中 嘉人
 Username (English) : Y. Tanaka
 所属名(日本語) : 東京大学生産技術研究所
 Affiliation (English) : Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

通常、光波長より小さいナノ粒子に平面波を照射すると、等方的な光散乱(双極子放射)が生じる。一方、サイズの異なる複数の金属ナノ粒子を上手く配列すると、金属中自由電子の集団振動(局在表面プラズモン)より、配列したナノ粒子が八木・宇田アンテナのように機能し、指向性の高い光散乱が可能になる。今回私は、三角プリズム形状をした単一の金ナノ粒子が、指向性の高い一方向側方光散乱を示し、入射する平面波の偏光状態に応じて3つの異なる散乱方向に制御できることを見出した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・125kV電子ビーム描画装置
- ・12連電子銃型蒸着装置

【実験方法】

NIMS微細加工プラットフォームにて、電子線ビームリソグラフィーフリフトオフ法によりガラス基板上に金ナノプリズムを作製した。ガラス基板を洗浄した後、ポジ型レジストgL2000の膜厚を200 nmになるようにスピコートによって準備した。金、および基板と金との接着を高めるためのチタンの積層は12連電子銃型蒸着装置を用いて行った。最後に、アセトンに二日間漬け込む事によってリフトオフを行った。光学特性評価は東大生研で行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

金ナノプリズムは、双極子および四重極子に由来するプラズモン共鳴を示し、その光散乱パターンは波長に強く依存した。四重極子共鳴ピークのわずかに長波長である780nmで指向性が最大(13dB)になる、Fig. 1aで示す一方向側方散乱($\varphi = 0^\circ$, $\theta = 45^\circ$)を明らかにした。これは、双極子と四重極子のプラズモン干渉に基づく位相制御によって説明できる。また、入射偏光方向を回転すると(Fig.

1b)、 $\varphi = 120^\circ$ の方向にも新たに高指向性の側方散乱が現れ、偏光方向に応じて2方向への散乱強度比が変化し、偏光を60°回したところで(Fig. 1c)、120°方向への1方向側方散乱を示した。さらに偏光を回転させていくと、 $\varphi = 120^\circ$ 、240°の2方向に対して同様の偏光依存性を示し、120°の偏光回転で(Fig. 1d)、240°方向への強い1方向散乱を示した。以上の結果は数値シミュレーションとも良い一致を示しており、単一金ナノプリズムが入射方向と異なる3方向に光子の偏光に応じて仕分けするナノフォトニック偏光ソーターとして機能することを今回初めて見出した。

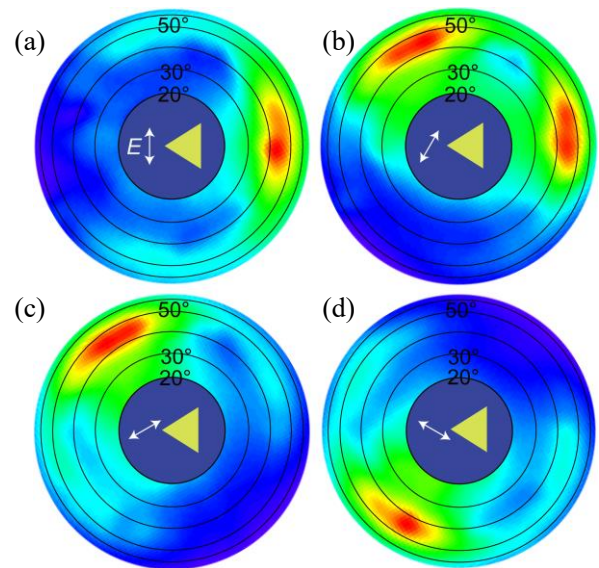


Fig. 1 Polarization dependence of scattering intensity distributions of a nanoprism.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) Y. Tanaka et al., 応用物理学会第77回秋期大会, 平成28年9月15日.

6. 関連特許(Patent)

なし。