

プラズモニックナノモーターによる光駆動アクチュエータ

Light-driven actuators by plasmonic nanomotors

○田中嘉人^{1,2}、志村努¹ (1. 東大生研、2. JST さきがけ)

○Yoshito Tanaka^{1,2}, Tsutomu Shimura¹

(Univ. of Tokyo, JST PRESTO)

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

【はじめに】金属ナノ構造体の形状を工夫して局在プラズモンの位相分布を精密に設計することで、長さの異なる2つのナノロッドペアは、入射光の波数ベクトルに垂直な構造面内の一方向に高強度の光散乱を示す。この一方向側方散乱プロセスにおける光運動量変化に初めて着目し、その反作用として熱運動に打ち勝つ pN オーダーの面内放射圧が働くことをシミュレーションにより見出してきた[1]。今回我々は、このようなロッドペアを光学的に透明な SiO₂ マイクロ構造内部に作製し、光照射に伴う挙動を観察することで、面内放射圧を実証すると共に、ナノロッドペアの配列によるプラズモニックナノモーターについて研究した。

【実験】電子線ビームリソグラフィー/リフトオフ法により、図 1 (a) で示す高さ 60 nm の金ナノロッドペアを作製した。このナノロッドペアに長軸方向に直線偏光した光を照射した際の散乱パターンが図 1 (b) であり、指向性の高い側方散乱が確認できた。ナノロッドペア上に、SiO₂ をさらに 300 nm 積層して SiO₂ 内に埋め込み、2 度目の電子線ビームリソグラフィーとエッチングプロセスにより、ナノロッドペアを包含した SiO₂ マイクロ構造(図 2) を形成した。最後に、犠牲層である Si を除去し液中に分散させ、波長 900 nm のレーザー光照射に伴う挙動を顕微鏡観察した。

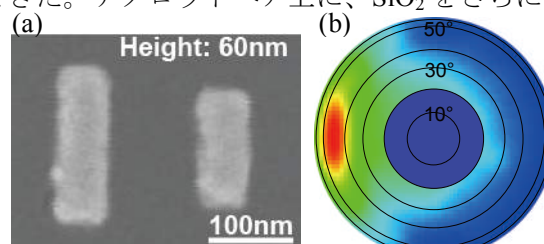


Fig. 1 (a) SEM image and (b) scattered light pattern of a gold nanorod pair.

【結果と考察】図 1 のナノロッドペアを一方方向に配列した直方体の SiO₂ 構造 (図 2 (a)) を作製し、図 2 (c) のようにレーザー光をライン状に集光することで、液中に分散したサンプルを光捕捉した。直方体形状のサンプルは集光ラインに沿って配向し、光の道を走るプラズモニックリニアモーターカーの観察に成功した。さらに、ナノロッドペアを回折限界以下の間隔で環状に配列したサンプル (図 2 (b)) への光照射により、回転運動も実現した。これらの結果より、ナノ構造体の配列により回折限界を超えた分解能でナノモーターを自由にデザインできることを明らかにした。

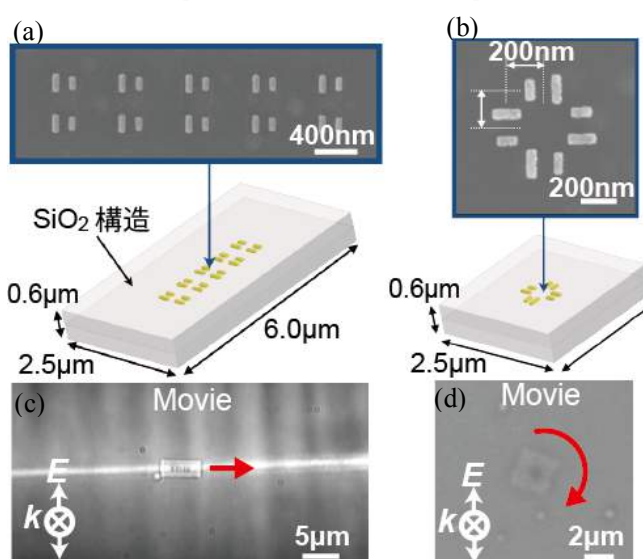


Fig. 2 (a, b) SEM images of arrayed nanorod pairs. (c) Linear and (d) rotational motions with the nanostructures in (a) and (b), respectively.

[1] 田中他、第 76 回応用物理学会秋季講演会、13p-2E-9.