

※課題番号 : F-12-HK-0064
※支援課題名 (日本語) : 局在プラズモン増強放射圧のポテンシャル解析
※Program Title (in English) : Potential analysis of localized-plasmon-enhanced optical force
※利用者名 (日本語) : 田中嘉人
※Username (in English) : Yoshito Tanaka
※所属名 (日本語) : 北海道大学電子科学研究所
※Affiliation (in English) : RIES, Hokkaido Univ.

※概要 (Summary) :

金属ナノ構造に光を照射すると、プラズモン共鳴により回折限界を遥かに越える微小空間に高強度の光を閉じ込めることができる。このプラズモン局在場で働く放射圧を利用した高効率ナノ粒子捕捉に関する研究は近年いくつか報告されているが[1, 2]、捕捉された粒子に働く放射圧についての解析はほとんど行われていない。そこで本研究では、金属ナノ構造上の粒子における位置揺らぎ情報を測定するシステムを新たに開発し、ナノギャップを有する金ナノブロックペアで生じるプラズモン局在場において、粒径 100nm の単一ナノ粒子に働く放射圧を捕捉ポテンシャルより解析した。

※実験 (Experimental) :

電子線ビームリソグラフィ/リフトオフ法により、ガラス基板上に 10 nm 以下のギャップを有する金ナノブロックペア(1つのブロック 150 nm×150 nm×30 nm)を作製した。この金ナノブロックペアは、波長 1064 nm にプラズモン共鳴を持ち、ギャップ部分において高強度の光局在場が生じる[3]。粒径 100 nm の蛍光性ポリスチレン粒子分散液をカバーガラスで挟んでサンプルセルを準備し、金ナノブロックペアで光捕捉される粒子のポテンシャル解析を行った。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

二つの入射光強度(25 kW/cm², 50 kW/cm²)で捕捉した粒子についてブロックペアの長軸(X)及び短軸(Y)方向の位置揺らぎをヒストグラムにした。これらのヒストグラムをガウス関数で fitting したところ、入射光強度の増加によって位置揺らぎが明らかに小さくなることが確認された。ヒストグラムより算出される捕捉ポテンシャルの±100 nm の範囲を調和振動子で近似してバネ定数を導出したところ、光強度を 2 倍に

することでバネ定数が約 2 倍になった (25 kW/cm²の時 X: 0.46 [fN/nm], Y: 0.52 [fN/nm]、50 kW/cm²の時 X: 0.93 [fN/nm], Y: 1.09 [fN/nm])。これらの結果は、捕捉粒子の影響を含む電磁場シミュレーションを元に計算する Maxwell 応力法によって得られるバネ定数と良い一致を示した。

※その他・特記事項 (Others) :

・参考文献

[1] Y. Tanaka, K. Sasaki Opt. Express 19, 17462 (2011).

[2] Y. Tanaka, K. Sasaki Appl. Phys. Lett.100, 021102 (2012)

[3] Y. Tanaka, H. Ishiguro, H. Fujiwara, Y. Yokota, K. Ueno, H. Misawa, K. Sasaki Opt. Express 19, 7726 (2011).

共同研究者等 (Coauthor) :

なし

論文・学会発表

(Publication/Presentation) :

Y. Tanaka, S. Kanada, K. Sasaki Nano Lett 13, 2146 (2013)

関連特許 (Patent) :

なし