

複数ナノ粒子群に対する一般化 Optical Binding とナノ粒子配列への応用

Generalized optical binding of multiple nanoparticle assemblies and application to forming nanoparticle array

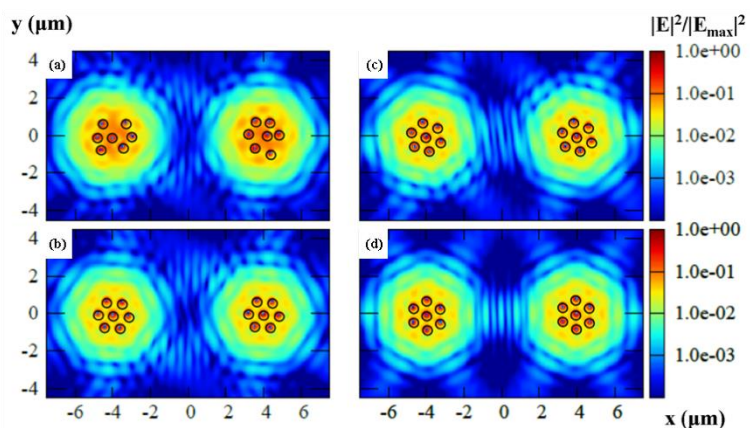
阪大院基礎工¹, 大阪府大院工² ○(D) 埜 幸宏¹, 横山 知大¹, 石原 一^{1,2}

Osaka Univ.¹, Osaka Pref. Univ.², °Y. Tao¹, T. Yokoyama¹, H. Ishihara^{1,2}

E-mail: tao.y@opt.mp.es.osaka-u.ac.jp

ナノ粒子の集団にレーザー光を照射することにより、Optical Binding による粒子の配列が発生する。特に、円偏光を照射することにより、粒子群が全体として回転する集団運動と共に、ヘキサゴナル構造を持つ2次元配列が形成されることが報告されている[1][2]。ただし、単一の集光レーザーにて配列を形成した場合、距離と共に散乱光の寄与が小さくなることから、配列化が発生する領域が照射領域近傍に限られるといった課題が存在した[3]。

一方で、複数の円偏光ビームでこれらの配列を形成・操作すると、配列間の特異な Optical Binding が発生し、回転運動の凍結、配列の融合・秩序形成など、従来の複数ビームを用い、各ビームで単一粒子を補足した際に粒子間に発生する Optical Binding[4] から、多自由度となり一般化されることにより興味深い配列形成が見出される。我々は、これまでに2つの集光ビームを用いて、各ビームスポットにて個別に形成した配列を一体化させることが可能であることを報告してきた[5]。本現象は大面積のナノ粒子2次元配列形成に繋がり、上記課題を簡易な方法にて解決できる可能性がある。本研究では、単純な円偏光のビームを複数用い、各ビームにて粒子群を形成し、融合する際に発生する現象を、数値計算にて予測した。粒子群の配列形成は、単一のビームの際と同様だが、粒子群の継続的な回転運動は、特定の角度と粒子群間距離にて凍結される。図に照射ス



ポット付近の粒子位置と電場強度分布を示す。図(d)に示される粒子間に発生した定在波が、回転運動の凍結に重要な役割を果たしている。報告では、回転運動が凍結される原理や、融合時に必要な入射光の偏光や位相の条件、及びそのメカニズムを報告する。

Fig. Time-series of the electric field intensity distribution in the case that two counterclockwise circularly polarized light with the same phase irradiate the gold nanoparticles. (a) is an initial arrangement of particles, (b) is just after the particle arrays are formed, (c) show rotating motion of arrays, (d) is stoppage of rotating motion.

[1] T. Kudo, S.-J. Yang, and H. Masuhara, Nano Letters, **18**, 5846 (2018).

[2] F. Han, J.A. Parker, Z. Yan, et.al. Nature Communications **9**, 4897 (2018)

[3] 埜幸宏、横山知大、石原一、第80回応用物理学会秋季学術講演会 19a-E204-2.

[4] Wei MT., Ng J., Chan C. et al. Scientific Reports **6**, 38883 (2016).

[5] 埜幸宏、横山知大、石原一、第82回応用物理学会秋季学術講演会 12p-N107-3.