

レーザー照射による異種マイクロ粒子の局所的集積化

Local Assembling of Heterogeneous Microparticles by Laser Irradiation

阪府大院理¹, 阪府大院工², 阪府大ナノ科学・材料セ³○山本靖之^{1,2}, 西村勇姿^{1,2}, 床波志保³, 飯田琢也^{1,*}Grad. Sch. Sci.¹ & Grad. Sch. Eng.² & N2RC³ of Osaka Pref. Univ.○Y. Yamamoto^{1,2}, Y. Nishimura^{1,2}, S. Tokonami³, T. Iida^{1,*}

*Email: t-iida@p.s.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】コロイド粒子の自己組織化を利用して特定波長の光の反射や閉じ込めを制御するフォトニック構造の作成に関する研究が多数報告されており[1]、2種類のサイズの微粒子の混合液の蒸発過程を利用して周期的な構造を作成できたという報告もある[2]。一方、これらの手法では、広範囲にフォトニック構造を形成することをメリットとしているが、局所的かつ狙った場所に構造を作製できれば、さらに多様な光学応用が可能であると期待される。我々は、レーザー照射による光発熱効果により、多数の金属ナノ粒子集積体やタンパク質を光誘起バブルや光誘起流体効果により集積できることを示してきた[3]。本研究では、こうした光発熱効果による集積現象に注目し、異種マイクロ粒子の分散液にレーザー照射して液中での局所的相転移を誘起することでバブルを発生させ、その周囲に集積化することを試みた。

【方法】サイズの異なるポリスチレン粒子2種類(直径 1.0 μm , 0.2 μm)の分散液を、赤外光照射に対して光発熱効率が高い基板上に滴下した。そして、倒立顕微鏡を用いて下方から赤外レーザーを照射した。様々な条件下での集合現象の観察と集積体の作製を行うために、強度分布や溶媒の乾燥方法を変化させて行った。分散液中での粒子の挙動を CCD カメラで観測して記録し、乾燥後の様子を走査型電子顕微鏡(SEM)やレーザー顕微鏡(LM)を用いて観察した。

【結果と考察】図 1(a)はレーザー照射直後に発生したサブミリバブル(直径約 0.1mm 程度)の近傍に、一分以内に形成された集積体の自然乾燥後の SEM 像である。図 1(b)は、図 1(a)の赤枠内を拡大したものである。注目すべきは、直径 1.0 μm の粒子が六方細密構造に近い形で配列し、その隙間に直径 0.2 μm の粒子が密に敷き詰められている。さらに、この集積体をレーザー顕微鏡で3次元的に観察すると、図 1(c)のような凹面鏡型を成していることが確認できた。このような構造が出来た原因としては、レーザー照射によって基板が局所的に熱せられて発生した対流によって運ばれてきたマイクロ粒子が、局所的な沸騰で発生したサブミリバブルと基板の間に集積したためと考えられる。また、レーザーの強度分布を変化させることで、その集積構造体のサイズを制御できることを確認した。得られた結果は、シンプルな実験系で迅速かつ局所的に、異種マイクロ粒子を規則的に集積化できる可能性を示すものであり、フォトニック構造の新奇作製法などへの応用が期待される。

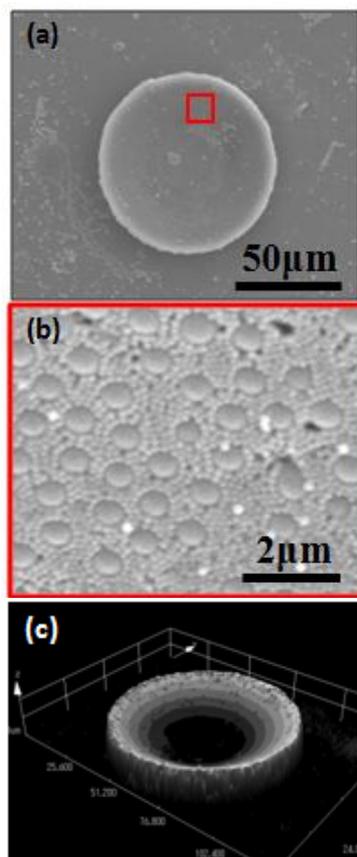


図 1. 光誘起バブルにより形成した異種マイクロ粒子の集積構造体 (a)SEM 像, (b)赤枠内拡大図, (c)LM 像

[1] S. H. Kim, et al. *NPG Asia Material*, **3**, 25 (2011).[2] G. A. Ozin, S. M. Yang, *Adv. Funct. Mater.* **11**, 95 (2001).[3] Y. Nishimura, S. Tokonami, T. Iida, et al., *Under review* (2014).