

金セミシェルアレイ上の光誘起局所加熱による熱対流形成

Heat convection generated by laser induced local heating of gold semi-shell array

東工大材料¹, 理研² (M1)阿川 裕晃¹, 岡本 隆之², 磯部 敏宏¹, 中島 章¹, 松下 祥子¹

Tokyo Tech.¹, RIKEN², Hiroaki Agawa¹, Takayuki Okamoto², Toshihiro Isobe¹, Akira Nakajima¹, Sachiko Matsushita¹

E-mail: matshshita.s.ab@m.titech.ac.jp

【諸言】 金属ナノ構造は局在表面プラズモンによる光吸収により、高効率な光熱変換が可能である。この熱の応用が近年盛んであり、光熱治療、太陽光熱変換、局所化学反応などの研究がなされている。特に、金島状構造に水中でレーザー照射を行うと直径 10 μm 以下の気泡が発生し、気泡周辺ではマランゴニ対流による溶液の攪拌が生じることが確認され、マイクロミキサーとしての応用が期待されている [1]。そこで本研究では、作製プロセスがより低コストなコロイドの自己組織化により金セミシェルアレイを作製し、水中でのレーザー光照射下におけるマイクロバブルの発生と、その周囲のマランゴニ対流について検討した。

【実験方法】 平均粒子径 250 nm の SiO_2 微粒子を石英ガラス上に移流集積法により単層に自己集積させることにより 2 次元コロイド結晶を作製した [2]。2 次元コロイド結晶を二段階焼成することで粒子と基板を接合した後、金をスパッタにより製膜し(膜厚 40 nm)、金セミシェルアレイを得た [3]。この構造に対して超音波処理と減圧により脱気した水を膜厚 0.15 μm になるように滴下し、上方から波長 785 nm のレーザーをスポット径 10 μm に集光しながら観察した。

【結果・考察】 金セミシェルアレイに対して 6 mW 以上の出力でレーザーを照射したところ、レーザー照射位置に気泡が発生した。この気泡発生しきい値は金島状構造と同程度の値である [1]。10 mW の出力でレーザーを照射したところ、レーザー照射位置に直径 6 μm の気泡が発生した。対流の可視化のため直径 1.5 μm のシリカ球を分散させた水中で同様の実験を行うとレーザー照射位置に向かう流れが画面全体にわたり確認された(Fig. 1a)。二値化相関法を用いて流速を計算したところ、気泡に近いほど流速は増加し、気泡から 100 μm の位置で 50 $\mu\text{m}/\text{s}$ に達した(Fig. 2)。

[1] K. Namura, K. Nakajima, and M. Suzuki, Sci. Rep. 7, 45776 (2017). [2] H. Agawa, T. Okamoto, T. Isobe, A. Nakajima, and S. Matsushita, Bull. Chem. Soc. Jpn. 20170361 (2017). [3] S. Saito, T. Sannomiya, T. Miyamoto, T. Isobe, A. Nakajima, and S. Matsushita, Colloid. Surf. A 436, 930 (2013).

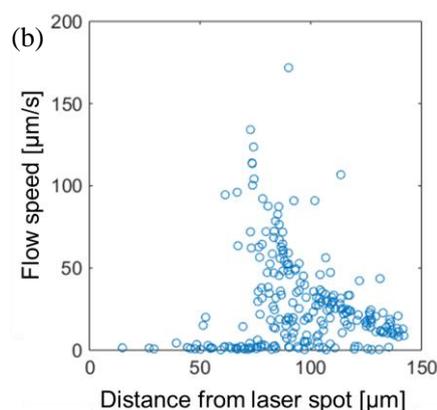
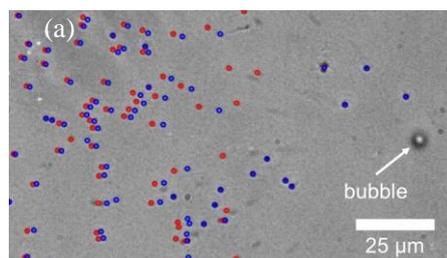


Fig.1 (a) Merged two images taken with the interval of 50 ms during laser irradiation. Red and blue marks are initial and final positions of silica spheres, respectively. (b) Flow speed calculated by tracking silica spheres.