

熱プラズモニックマランゴニ効果を用いたマイクロ混合流の形成

Formation of Micromixing Flow Using Thermoplasmonic Marangoni Effect

東工大材料¹, 東工大技術部マイクロプロセス部門² ○(M2) 阿川 裕晃¹, 松谷 晃宏², 長谷部 浩一²,
磯部 敏宏¹, 中島 章¹, 松下 祥子¹

Dept. Mat. Sci. Eng., Tokyo Tech.¹, Technical Dept., Tokyo Tech.², °Hiroaki Agawa¹, Akihiro Matsutani²,
Koichi Hasebe², 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。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]。しかし、これまでの先行研究は流れのない液体セル内での評価に留まっており、流れのあるマイクロチャンネル内でのマランゴニ力の影響に関する報告は今までのところされていない。そこで本研究では、マイクロチャンネル内部で流れがある場合の、マランゴニ力による混合の影響を評価した。

【実験方法】平均粒子径 250 nm の SiO_2 微粒子を、ガラス基板上に移流集積法を用いて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 次元コロイド結晶に金をスパッタにより製膜し(膜厚 42 nm)、金セミシェルアレイ (SSA) を得た。この構造上にソフトリソグラフィにより Y 字型に型取りした PDMS を貼り付けることで、流路底面に金 SSA を持つマイクロ流路(断面幅 224 $\times$ 厚 119 μm)を作製した。この流路に超音波洗浄機とアスピレータで脱気した蒸留水、メチレンブルー(MB)水溶液をそれぞれ流速 2.6 $\mu\text{L}/\text{min}$ で注入することで層流を得た。また、流路内の金 SSA に 785 nm, 25 mW のレーザーを対物レンズ(10 倍, NA: 0.25)で集光し、流路内の画像の輝度分布から混合効果を評価した。

【結果・考察】未脱気の水、MB 水溶液を流路に流し、レーザーを集光したところ、気泡が発生し成長を続けた。しかし流路内の輝度分布は変化せず、混合効果は得られなかった。脱気をした水、MB 水溶液を流路に流し、レーザーを集光した際の流路の様子を Fig.1 (a)に、図中の点線部に沿った輝度分布を Fig.1 (b)に示した。レーザー照射により気泡は発生し、20 μm 程度の大きさで保持された。また、輝度分布は変化し、レーザー照射前と比較して最大輝度差は 40%減少した。照射を停止すると即座に気泡は消え、層流に戻った。

[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).

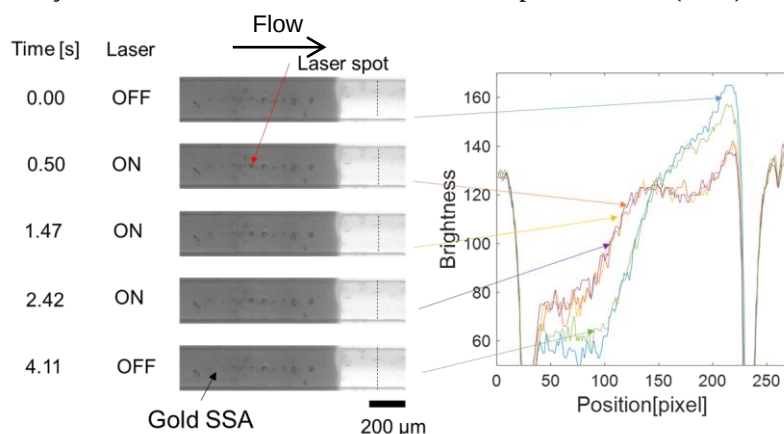


Fig.1 (a) Flow images in a microchannel on a gold semi-shell array (dark gray area) during laser irradiation with injecting degassed water and MB aq. solution. (b) Brightness profiles along dotted lines in Fig. 1a.