

熱プラズモニック・マランゴニ効果を用いた脈動流の生成

Generation of pulsating flow using thermoplasmonic Marangoni effect

京大院工 ○ 藺 利希、名村 今日子、鈴木 基史

Kyoto Univ. ○ Toshiki Sono, Kyoko Namura, Motofumi Suzuki

E-mail: m-snki@me.kyoto-u.ac.jp

気液界面で温度勾配が生じると表面張力に差が生まれマランゴニ対流が発生することが知られている。特に光吸収体の光熱変換を用いて気泡近傍で温度勾配を作ると光誘起マランゴニ対流が生成される。従来、流れの生成にはシリジポンプや電気泳動のための電極などの装置が用いられることが主流であった。しかし光誘起マランゴニ対流の生成にはこのような駆動装置が不要で、光照射位置に応じて流体を空間的にフレキシブルに駆動することができることから、微小流体駆動への利用が期待されてきた。最近、金ナノ粒子の熱プラズモニック効果を用いた高速な光誘起マランゴニ対流が発生することが報告された[1]。この方法では一定強度のレーザー光を金ナノ粒子蒸着膜上の気泡周辺に照射すると、二つの渦状流からなる定常的な流れを発生させることができる。もし照射するレーザー光の強度を時間的に変調すれば、対流の挙動を時間的に制御し、より複雑な流れを実現することが期待できる。そこで本研究では、強度を正弦関数で変調した光を金ナノ粒子蒸着膜上の気泡に照射し対流の挙動を調べた。

金の島状薄膜を成膜したガラス基板上に厚さ $50\ \mu\text{m}$ の薄いセルを作り、直径 $0.75\ \mu\text{m}$ のポリスチレン球を懸濁した水で満たした。薄膜にレーザー光を集光して、金ナノ粒子の光熱変換によって生じた熱で気泡を生成した。次に強度を正弦関数で変調したレーザー光を気泡近傍に照射して光誘起マランゴニ対流を誘起し、対流の挙動を CCD カメラで記録した。

気泡周辺に正弦変調光を照射すると、時間的に変化する光誘起マランゴニ対流が発生した。レー

ザー光の強度が強いときには渦状の速い流れが生じるが強度が低いときには流れが止まるか速度が遅くなるため、光強度の強弱に応じて断続的に脈動することがわかった。このことは、金ナノ粒子の熱プラズモニック効果によって気泡表面近傍の温度勾配を局所的に時間変化させ、気泡の表面張力を時間的に変化できることを示している。さらに変調の周波数を変えることで、脈動の周波数を変えられるだけでなく、対流の周期的な挙動を制御して流れが描くパターンを形成することができた。この光誘起マランゴニ対流は自由に定常流と脈動流が切り替えられ、任意の位置・向きに駆動できることから、新たな微小流体駆動技術として有望である。

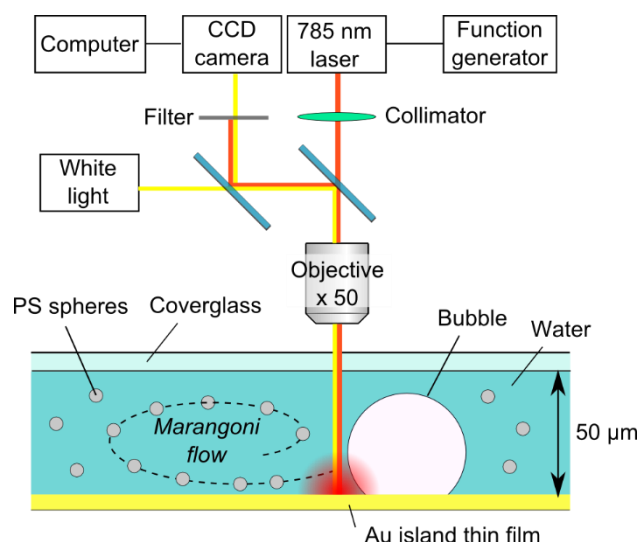


Fig.1 Schematic of the optical system and the microfluidic cell.

参考文献

- [1] K. Namura, et al., Appl. Phys. Lett. 106, 043101 (2015)