

不均一な光吸収特性をもつマイクロペタルによる 光熱誘起バブル周辺の流れに関する研究

Studies on flow around photothermally induced bubbles

by micropetals with non-uniform photoabsorption properties

京大院・工 〇(M2)花井 竣矢, 名村 今日子, 鈴木 基史

Kyoto Univ. 〇Shunya Hanai, Kyoko Namura, Motofumi Suzuki

E-mail: namura@me.kyoto-u.ac.jp

金ナノ粒子薄膜にレーザーを照射し、脱気水を局所加熱すると、直径 10 μm 程度の水蒸気バブルが生成する^[1]。この水蒸気バブルの周りでは 1 m/s もの速い対流が発生するため、マイクロ流体デバイス等への応用が期待される。この対流の方向はバブル周辺の温度分布に依存する。当研究室の今福らは、レーザーの多点同時照射を用いてバブル周辺の温度分布を変え、対流の方向を制御することに成功した^[2]。しかしこの方法は、複雑な光学系を要するため汎用性が低い。そこで、簡単な光学系で異方性のある温度分布を実現するため、光熱変換薄膜の光吸収分布自体に異方性をもたせることを考えた。本研究では、不均一な光吸収特性をもつマイクロペタルを作製し、これにスポット径の大きなレーザーを照射することで流れ方向を制御することを目的とする。

ガラス基板上に直径 5 μm のガラス球水中分散液をスピコートした。この基板上に蒸着角 60° で金を斜め蒸着した後、面内角を 180° 回転させてクロム、金の順で蒸着を行った。これにより、一部の領域のみがガラス基板との間にクロムの接着層をもつ金ナノ粒子薄膜を作製した。さらに、クロム接着層をもつ領域の金膜厚を部分的に変えるため、再び面内角を 180° 回転させ、蒸着角を 40° にして金を蒸着した。成膜後、基板ごとアセトン中で超音波洗浄することにより、ガラス球を除去すると同時に、ガラス基板との間にクロム接着層をもたない金薄膜部を剥離した。その結果、不均一な光吸収特性をもつマイクロペタルを作製することに成功した (図 1)。

作製した薄膜試料と真空超音波脱気した水をガラスセルに封入した。水には、対流の可視化のために直径 2 μm のポリスチレン球を分散させた。波長 808 nm, スポット直径 60 μm , 強度 1.46 W のレーザー光を 1 つのマイクロペタルに照射し、水蒸気バブルを生成した (図 2)。図 2 では、対流の様子をわかりやすくするため、1 秒間の画像を 4000 枚重ねている。その結果、バブル左側から右側に向かう 1 方向の流れを生成することに成功した。これは、光吸収率が高いマイクロペタル右半分の領域上にバブルが発生し、左半分の光吸収率が低い領域周辺で発生する熱が基板表面に平行な方向の温度勾配を与えたためだと考えられる。

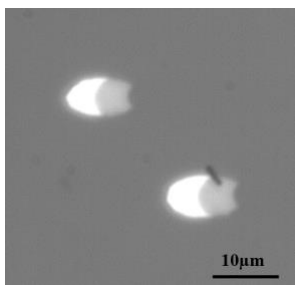


Fig.1 Microscopic image of micropetals.

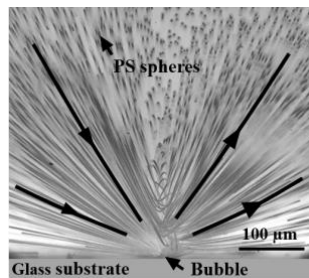


Fig.2 Water vapor bubble and Marangoni flow around it.

[1] K. Namura, et al., Sci. Rep. 7, 45776 (2017)

[2] K. Namura, et al., Sci. Rep. 9, 4770 (2019)