

気液界面近傍の局所加熱が水蒸気バブル周辺の光熱対流に与える影響

Influence of Localized Heating near the Air-Liquid Interface on Photothermal Convection around a Water Vapor Bubble

京大院・工 ○松村 瑠太, 名村 今日子, 鈴木 基史

Kyoto Univ. ○Ryuta Matsumura, Kyoko Namura, Motofumi Suzuki

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

金ナノ粒子薄膜は光を効率よく吸収して熱に変換する。そのため、薄膜上のレーザースポットは局所熱源として利用できる。この局所熱源を利用すると、脱気水中で水蒸気バブルを生成することができ、その周辺には 1 m/s オーダーの速い流れが発生する [1]。この強い対流はマイクロ流体の攪拌技術としての応用が期待できる。強い対流の発生の鍵は脱気によるバブルの成長の抑制とバブル気液界面の熱源による直接的な加熱であることが示唆された[2]。対流発生に最適な空間的発熱分布が明らかになれば、より高効率な対流の発生につながることを期待される。しかし、発生する対流とバブルに与える発熱分布の関係は未だ明らかになっていない。そこで本研究では、レーザースポット形状を系統的に変化させることで、光熱加熱の空間分布がバブルの生成と対流の発生に与える影響を調査した。

動的斜め蒸着法を用いてガラス基板上に平均膜厚 10 nm の金ナノ粒子薄膜を作製した。次に、流れ可視化のためにポリスチレン球を分散させた超純水を真空超音波脱気し、その脱気水と薄膜をガラスセルに封入した。薄膜上に任意のレーザースポットを形成するために、空間光位相変調器(X10468-02, 浜松ホトニクス)を用いてレーザー光(CW, 波長: 785 nm)の位相を空間的に変調した。レーザー光を薄膜上に集光し、レーザースポット上で生成するバブルおよび周辺対流を光学顕微鏡を用いて観察した。

レーザー総出力は 51 ± 2 mW とし、バブルを生成するためのプライマリーレーザースポットとそのスポットから x μm 離れたところに 2 点サブレーザースポットを形成した (図 1)。ただし、 $x = 5$ μm ~ 22 μm まで変化させた。距離 x を変化させた時のバブル直径および参照位置 (バブルから薄膜接線方向に 250 μm 法線方向に 125 μm の位置) での流速の変化を図 2 に示す。スポット間の距離を大きくしていくと、 $x = 5 \sim 15$ μm の時、バブル直径はほとんど変化せず、流速は増加した。ところが、 $x = 22$ μm の時、バブルが突然大きくなり流速はほとんど 0 となった。プライマリーレーザースポットのピークから 15 μm 離れた点を熱することで、対流の流速を増大させることができることが分かった。

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

[2] 岡井俊介等 第 66 回応用物理学会春季学術講演会 [10a-M116-7] (2019).

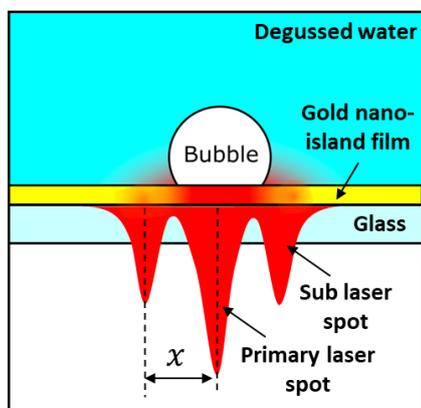


Figure 1. The diagram of experiment.

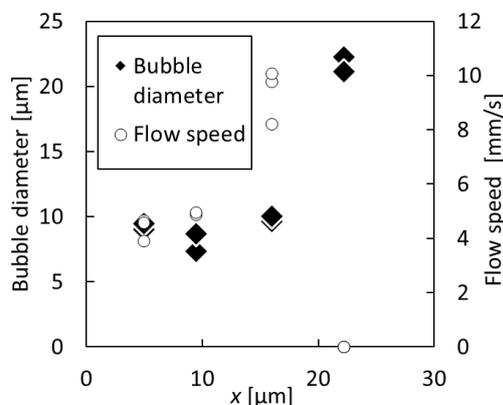


Figure 2. Bubble diameter and flow speed as a function of x .