

光熱加熱によって生成されたマイクロバブル周辺温度分布の バブルサイズ依存性

Dependence of Temperature Distribution Around a Photothermally Induced Microbubble on Bubble Size

京大院・工, ○名村 今日子, 成瀬 里樹, 江 志武, Kumar Samir, 鈴木 基史

Kyoto Univ., °Kyoko Namura, Riki Naruse, Zhiwu Jiang, Samir Kumar, Motofumi Suzuki

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

最近我々は、脱気水を局所加熱することでマイクロバブルを生成し、周辺に 1 m/s オーダーの強い対流を発生することに成功した[1]。この対流は、マイクロ流体分析技術やマイクロ冷却技術への応用が期待されている。しかし、対流の発生メカニズムは完全には解明されていない。対流発生 の 主 要 因 は、表面張力勾配に起因するマランゴニ効果および局所加熱点上でのバブルの振動であると考えられる。どちらを理解するためにも、バブル周辺の温度分布を知ることが重要である。しかし、マイクロメートルスケールで温度分布を測定することは容易ではない。これまでに我々は、WVO 薄膜のサーモクロミック特性をもちいて、マイクロ流路内の温度分布を測定できる可能性を示した[2]。本研究では、光学系の改良によって、バブル周辺温度をより詳細に捉え、さらにそのバブルサイズへの依存性を調べたので報告する。

アルゴン酸素雰囲気中で W および V を共スパッタすることで WVO 薄膜を作製した。薄膜中の W ドープ量を調整することで様々な相転移温度を持つ薄膜を準備した。溶存気体量を調整した水と薄膜をガラスセルに封入し、3 方向から観察ができる顕微鏡にセットした。薄膜裏面(基板側)から CW レーザー(波長 785 nm)を照射し、薄膜の光熱変換特性を用いてバブルを生成した。同時に、薄膜の相転移を薄膜裏面

からカメラで捉えた。また、薄膜表面に垂直な方向から、バブルの観察およびバブル振動の検出を行った。

バブルの生成および薄膜の相転移を異なる方向から観察することで、両者を死角なく捉えることに成功した。薄膜の色(輝度)と温度を対応づけ、異なる相転移温度を持つ WVO 薄膜を用いて測定した結果を組み合わせることで、30°C から 75°C 程度の範囲で温度分布を得た(Fig. 1)。その結果、バブルの大きさにかかわらず、気液固境界線上の温度がほぼ一定であることが示された。これは、バブルの大きさつまり内部の気体組成がその周辺温度分布を決定していることを示唆している。

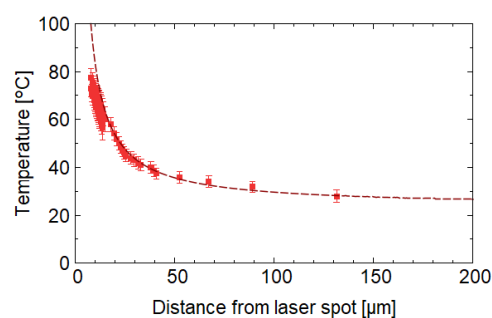


Figure 1: Temperature distribution around a bubble with a radius of 10 μm .

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

[2] 高島直之等 第 66 回応用物理学会 春季学術講演会, 10a-M116-8, (2019).