$W_xV_{1-x}O_2$ 薄膜を用いた光熱誘起マイクロバブル周辺温度の時間的空間的測定

Temporal and Spatial Measurements of Temperature Distribution Around a Photothermally Induced Microbubble Using $W_xV_{1-x}O_2$ Thin Films

京大院・工 [1]， 成瀬 里樹 [1]，江 志武 [1]，Kumar Samir [1]，○名村 今日子 [1]，鈴木 基史 [1]

Kyoto Univ. [1], Riki Naruse[1], Zhiwu Jiang[1], Samir Kumar[1], °Kyoko Namura*[1], Motofumi Suzuki[1]

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

マイクロバブルの気液界面に温度勾配を設けると, 表面張力勾配に起因するマランゴニ対流が発生する．特に, 溶存気体量が少ない水を局所的に加熱すると, 加熱点上で振動するバブルが生成し, 周囲には 1 m/s オーダーの強い対流が発生する [1,2]．この対流は新たなマイクロ流体駆動源として期待されている．しかし, バブルの振動や強い対流の発生メカニズムは明らかでない. これらのより深い理解のためには, バブル周辺の温度分布とバブル振動特性等との相関関係を明らかにすることが重要である. マイクロ流路内の温度分布測定方法には蛍光分子を用いた手法などがあるが, バブルの挙動を阻害せずに測定を行うのは難しい．そこで，我々は $W_xV_{1-x}O_2$ 薄膜に着目した. この薄膜は室温～70 ℃ 付近で金属誘電体相転移を起こし，その光学特性が変化する．この薄膜を用いることで, バブルの振動や周辺対流を物理的に阻害せずに, 周辺温度分布を測定することが可能である．これまでに我々は，$W_xV_{1-x}O_2$ 薄膜の光熱変換特性を用いてバブルを生成し, バブル周辺の相転移温度以上に加熱された領域を可視化できることを示した [3]．本研究では，この手法を用いて, バブル周辺の過渡的な温度変化を定量的に評価し, 大きさや振動といったバブルの性質との相関関係を調べることを目的とした.

酸素雰囲気中で V と W ターゲットを共スパッタして，$W_xV_{1-x}O_2$ 薄膜を作製した．作製した薄膜の相転移温度は, 温度を制御しながら反射率を測定して評価した. 溶存気体量を調整した水と作製した薄膜をセルに封入し, バブル観察用の試料を作製した．薄膜表面に CW レーザー（波長 785 nm）を集光し，光熱変換加熱によってバブルを生成した．バブル形状，振動数，および薄膜の相転移範囲を同時に観察し, その相関関係を調べた.

薄膜にレーザーを照射すると, レーザースポット上にバブルが生成した. 生成するバブルの大きさにはばらつきがあった．薄膜上には，レーザースポットを中心に円形の相転移範囲が観察された．この相転移領域から，30 ℃ 以上に加熱されている範囲の半径を見積もった. この加熱領域半径と, バブルと基板が接する固気界面の半径, *R*, の関係を図 1 に示す. 固気界面の半径の増加に従って, より広い面積範囲が昇温していることがわかる．また，バブル半径が 5 μm 未満の時にはバブルが振動しており, 特に昇温領域が小さいことがわかった. 以上の結果からバブルの周囲の温度分布は, バブルの形状や振動特性によって大きく影響されるということが分かった. 発表ではより詳しい結果について報告する.

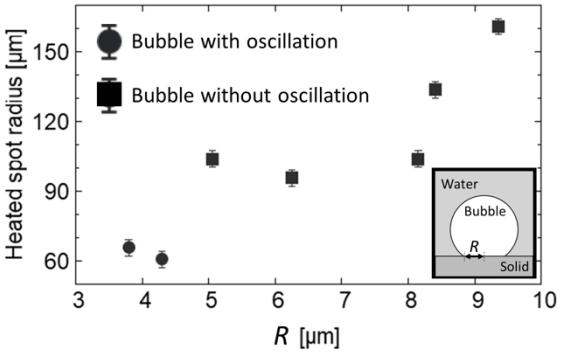

Fig.1 Heated spot radius as a function of radius of solid-gas interface, *R*.

[1] K. Namura, et al., Sci. Rep. 7, 45776 (2017).
[2] 島田雄策等 第 65 回応用物理学会 春季学術講演会, 20a-B203-6, (2018).
[3] 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).

© 2020年 応用物理学会