

金ナノ粒子薄膜の光熱変換を用いた水・アルコール混合液中での気泡生成

Microbubble Generation in Water-Alcohol Mixtures

Using Photothermal Conversion of Gold Nanoparticle Films

京大院・工 (M1) 河井 進也, °名村 今日子, 鈴木 基史

Kyoto Univ., Shinya Kawai, °Kyoko Namura, Motofumi Suzuki

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

金ナノ粒子薄膜の光熱変換特性を利用して水を局所加熱すると、バブルが生成し、その周辺にマランゴニ対流が発生する[1]。マランゴニ対流は、気液界面の表面張力の不釣り合いによって生じる。表面張力の不釣り合いは、温度勾配のほか、水とアルコールなどの濃度勾配によって誘起される。最近我々は、金ナノ粒子薄膜の光熱変換特性を用いて水・アルコール混合液中のバブルを局所加熱し、バブル周辺に発生する温度勾配および濃度勾配マランゴニ対流を調べた[2]。その結果、特定の濃度の混合液中では温度勾配および濃度勾配の効果が釣り合い、バブルの周りに発生するマランゴニ対流が非常に弱くなることを示した。これまではバブル周辺の対流に焦点を当てていたが、バブルの生成と成長の過程にもアルコール濃度が大きく影響していることがわかっていった。そこで本研究では、アルコールの種類と濃度、またレーザー強度を変化させ、バブルの熱的な生成に関する系統的な実験を行った。

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。ガラスセル (10 mm×10 mm×58 mm) を様々な濃度の水・アルコール混合溶液で満たし、その中に作製した薄膜を入れた。アルコールはエタノール、イソプロパノール、1-ブタノールの3種類を使用した。薄膜に波長 785 nm の CW レーザーを 40 倍の対物レンズで集光し、生成さ

れるバブルの様子を光学顕微鏡で観察した。

Fig. 1 に濃度がそれぞれ 1.0 wt%, 1.5 wt%, 2.0 wt% のエタノール水溶液中に生成されたバブルの様子を示す。1.0 wt% と 2.0 wt% では空気を多く含むバブルが成長する様子が見られた。しかし、1.5 wt% では直径 10 μm 程度の核となるバブルが生成し、そこから多数のバブルが噴出する現象が見られた。この濃度は、先に述べた温度勾配によるマランゴニ力と濃度勾配によるマランゴニ力が釣り合う濃度と一致した。また、イソプロパノール水溶液と 1-ブタノール水溶液においても同様の現象が見られた。

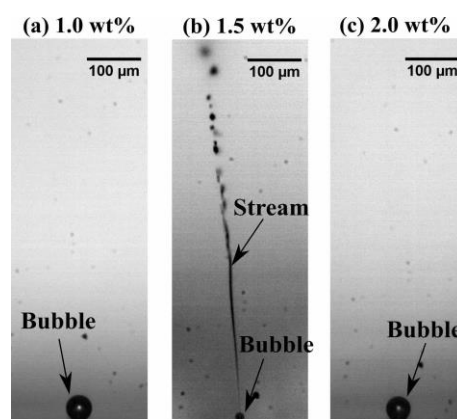


Fig.1: Images of the bubbles in ethanol/water mixtures whose concentrations of ethanol are (a) 1.0 wt%, (b) 1.5 wt%, and (c) 2.0 wt%.

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

[2] K. Namura, et al., Nanotechnology **29**, 065201 (2018).