レーザー誘起マイクロバブル近傍における反応場の評価

Evaluation of Reaction Field around Laser-Induced Microbubbles

北大院理 [1]，北大総化 [2]　○藤井　翔 [1, 2]，山田 真司 [2]，喜多村　昇 [1, 2]

Sci. Hokkaido Univ. [1], SCE Hokkaido Univ. [2], ◦Sho Fujii[1, 2], Shinji Yamada[2], Noboru Kitamura[1, 2]

E-mail: sfujii@sci.hokudai.ac.jp

金薄膜や金ナノ粒子，ITO 基板などの光熱変換基板と溶液が接する固液界面に CW レーザーを集光照射すると，光熱に起因するマイクロバブルが生成する．このマイクロバブルはレーザー照射中，定常的に生成しているが，気液界面張力勾配によるマランゴニ対流が生じており，さらに固体/液体/気体が交わる三相界面に物質が濃縮・集積されることが知られている[1]．この現象を利用して化学反応への展開を試み，速やかな水熱合成反応の進行による酸化亜鉛の生成およびパターニングが報告されている[2]．三相界面近傍は熱が関与する反応場として捉えられるが，圧力に関する情報は不明である．そこで本研究ではポリスチレンビーズの集積挙動とマランゴニ対流の評価から三相界面における反応場の圧力などの評価を行う事を目的に実験を行った．ITO 基板とカバーガラス，スペーサーを用いて試料セルを作製し，倒立顕微鏡に設置した(Fig. 1a)．対物レンズ(×100，NA 1.30)で CW レーザー(1064 nm, ca. 50 mW)を ITO 表面に集光し，単一マイクロバブル(直径：1−3 μm)を生成させた．マイクロバブル界面近傍にポリスチレン(PS)粒子(直径：200 nm)を集積後，SEM 観察を行った(Fig. 1b)．PS 粒子はリング状に集積しているが，三相界面に接している粒子は溶解していた．このことから，三相界面では PS 粒子のガラス転移温度以上に達しており，さらに変形していることから圧力が加わっていると考えた．次に，PS 粒子(直径：1 μm)をトレーサーとし，高速カメラでマランゴニ対流の流速分布を調べた．対流の解析解を求め(Fig. 1c)，流速分布にフィッティングさせる事で界面近傍の流速情報を得た．これらの結果から，三相界面近傍では局所的に温度だけでなく圧力も上昇していると判断した．当日は楕円形 PS 粒子の集積変形挙動もあわせて報告する．

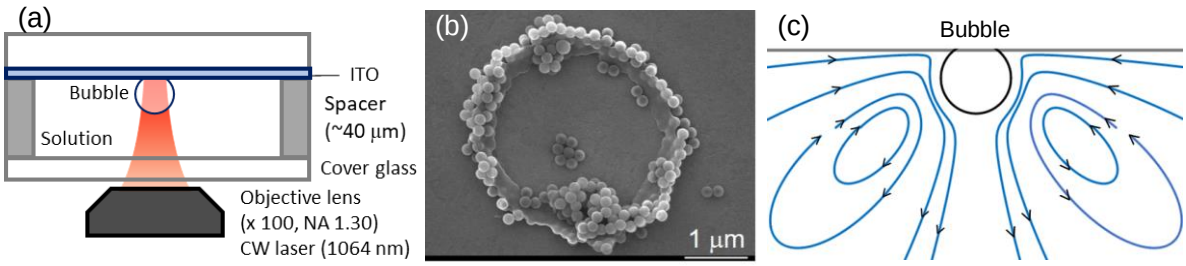

Fig. 1 (a) Schematic showing the sample cell. (b) SEM image of polystyrene beads accumulated around the laser-induced microbubble. (c) Stream lines of Marangoni convection based on analytical calculations.

[1] Y. Xie, C. Zhao, *Nanoscale* **2017**, 9, 6622-6631.

[2] S. Fujii et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2017**, 9, 8413-8419.