

光で創る流体メタマテリアル
 —バブルアレイの同期現象と流体輸送—
Optically Engineered Fluid Metamaterials
 —Synchronization and Fluid Transport in Bubble Arrays—

名村 今日子[†]
 Kyoko NAMURA[†]

[†] 京都大学大学院工学研究科
[†] Kyoto Univ.

概要

微小流路内の流体を自在に操作する技術は、小型水冷デバイスから生化学分析装置まで、幅広い分野で重要となっている。液体の局所加熱によって生成されるマイクロバブルは、サブメガヘルツの周波数で自励振動し、この振動と表面張力の効果によって、局所的に 1 m/s オーダーの高速流を誘起できる。特に、光熱変換薄膜とレーザーの多点同時照射を組み合わせることで、バブル周辺の流れの向きを制御できるほか、複数のバブルを任意の配置で生成することが可能である。この技術は微小流路内の流体を高速かつ時空間的に自在に駆動する技術として期待される。さらに、これらのバブルをアレイ化すると、個々のバブルの振動が相互にカップリングし、協調した振動状態が形成される。

本講演では、光熱的に生成したマイクロバブルによる流体駆動、バブル間の振動カップリングとそれが誘起流れに与える影響について紹介する。さらに、大規模なバブルアレイを用いて流れを時空間的に自在に制御する「流体メタマテリアル」の実現に向けた展望を述べる。

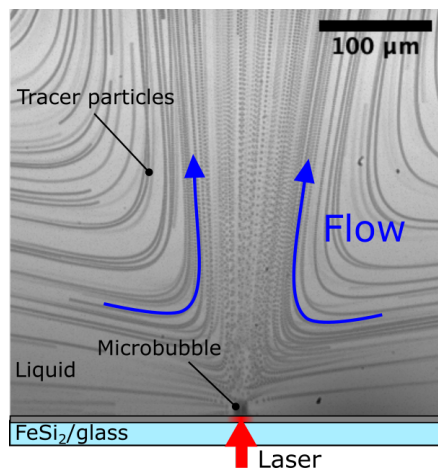


図 マイクロバブルが誘起する流れ

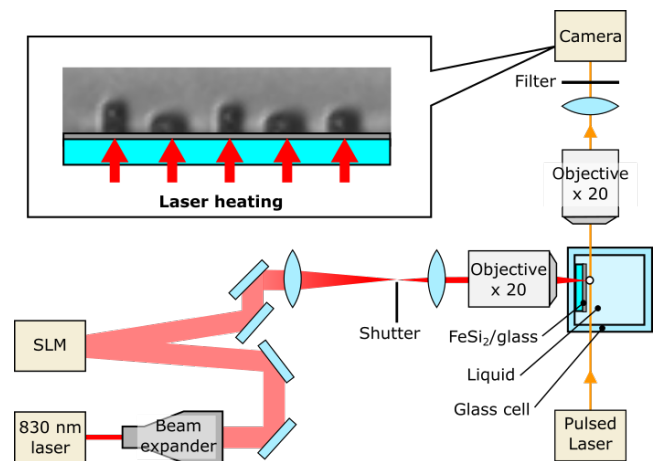


図 バブルアレイを生成する光学系

Abstract

Manipulation of fluids in microscale channels is important for applications ranging from compact cooling devices to biochemical analysis. Photothermally generated microbubbles undergo self-excited oscillations at sub-MHz frequencies and induce local flows reaching 1 m/s. Multipoint laser irradiation enables control of flow direction and arbitrary bubble arrangements. When arranged in arrays, the bubbles interact through oscillation coupling, giving rise to collective oscillation modes. These modes expand the variety of flow patterns, enabling fast and complex manipulation of fluids in microscale channels.