

## 微小液滴形成チップの作製

利用者：横浜国立大学大学院工学研究院 金井俊光  
 研究支援者：早稲田大学 野崎義人, 由比藤勇, 竹内輝明

### 【研究目的】

食品、医薬品、化粧品、機能性材料などの様々な分野においてエマルションが使用されている。その中で、大きさが揃った単分散微粒子は、微粒子同士が同じ性質・挙動を示し、均質な性能が得られるため、重要である。本研究の目的は、単分散微粒子を大量に生成できる、複数のチャンネルを持ったデバイスの開発を試みることであり、作製したデバイスを用いて微小液滴形成実験を行った。

### 【成果】

Fig. 1 (a), (b)に示すように、まず、リソグラフィ技術とSiのDeep-RIE加工により、Inlet/Outlet用の穴と深さ50  $\mu\text{m}$ のDeepチャンネルを作製した。次にFIB加工により[1]設計寸法の幅500 nm、深さ500 nm、長さ5  $\mu\text{m}$ からなるチャンネルの作製を試みた。FIB加工で形成されたチャンネルの寸法は、Fig.2 (a), (b)に示すように上部の幅約780 nm、下部の幅約320 nm、深さ約560 nm、長さ約5.0  $\mu\text{m}$ となった。FIB加工により再現性よく、50本のチャンネルを作製することができた。

単分散微小液滴を作製するため、油相としてシリコンオイルを、水相として界面活性剤を添加した超純水をデバイスに流入させた。Fig. 3(a)には、高速度カメラにより撮影したチップ内の液滴形成過程を示す。油相は下部から上部流路に向かって50本のチャンネルを通過して流動する。一方、水相は上部の流路を左から右方向へ流動する構造になっている。チャンネルの出口において油相が水相にせん断されることにより微小液滴が形成されている。水相の流量を増加させることにより、液滴の大きさを減少させることができた。Fig. 3(b)には、回収した油滴の光学顕微鏡画像を示す。直径3  $\mu\text{m}$ 程度の単分散で安定な油滴が得られた[2]。

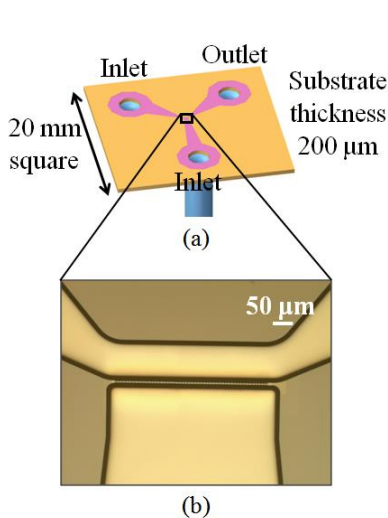


Fig.1 (a) Image of T-junction fluidic device.  
 (b) Micrograph of its essential parts.

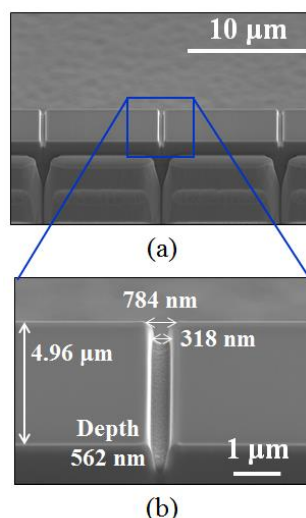


Fig.2 (a) SEM image of the channels in the device.  
 (b) Details of (a).

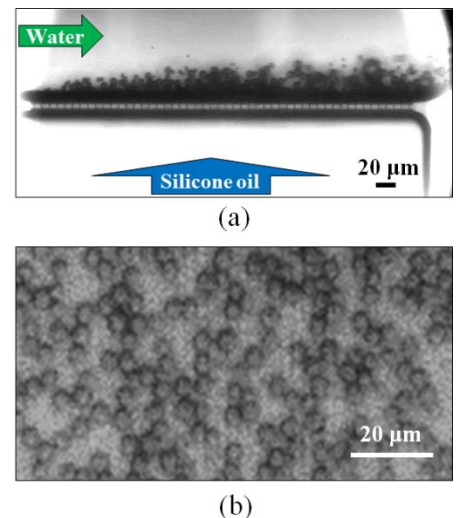


Fig.3 (a) Formation of oil droplets through channels in the device.  
 (b) Micrograph of the obtained monodisperse oil droplets.

### 【支援実施機関からのコメント】

支援の開始当初はEB描画とICP-RIEを用いて、500 nm幅のチャンネルを作製予定でしたが、作製効率を考え、途中からFIB加工に切り替えました。本学のFIB装置はSEMが付属されているので加工後、直ちにSEM観察でき、形状や寸法の確認が容易です。さらに、寸法確認後の再条件出しがすぐ出来るため、微細な構造を効率よく加工できます。

### 【参考文献等】

- [1] T. Maleki, S. Mohammadi, and B. Ziaie, "A nanofluidic channel with embedded transverse nanoelectrodes," *Nanotechnology*, vol. 20, no. 10, 105302, Feb. 2009.
- [2] Y. Nozaki, T. Kanai, A. Matsuo, D. Tanaka, I. Yuito, T. Takeuchi, T. Sekiguchi, and S. Shoji, "Fabrication process of fluidic devices for producing fine droplets using a focused ion beam system," in *Proc. IEEE-NANO*, Sendai, 2016, pp. 795-798.