

フッ素樹脂の微細加工法の提案とマイクロ流体デバイスへの応用

機械システム課 鍋澤浩文 千葉大学 関 実

1. 緒言

化学工学やバイオ研究を行うためのマイクロ流体デバイスは、用途や目的に応じて様々な基材が用いられている。最近では、生産コストや量産性から樹脂製マイクロ流体チップが用いられることが多く、可視光における透明性や製造工程の容易性から、アクリルやPDMSなどが多く用いられている。しかし、これらは耐薬品性や吸着性の観点から、試薬が限定されるという問題点がある。一方、フッ素樹脂は、耐薬品性や低吸着性などの特性を持ち、フッ素樹脂を基材に用いることができれば試薬の選択性が広がる。本研究においては、反応性イオンエッチング法を用いてフッ素樹脂（PFA）製のマイクロ流体チップを製造し、PDMS製チップと比較しながら有機溶媒耐性、タンパク質の吸着性について評価を行った。

2. 実験方法

2.1 マイクロ流体チップ

25 mm 角、厚さ 1 mm の PFA 基板上に、反応性イオンエッチングにて幅と深さ 200 μm の直線マイクロ流路を形成した。次に、入出力口を機械加工した PFA 基板と熱接合することにより、PFA 流体チップを製作した。また、同寸法のマイクロ流路を持つ PDMS 流体チップをソフトリソグラフィの手法を用いて作製した。

2.2 試験および測定方法

2.2.1 有機溶媒耐性

製流体チップと PDMS 流体チップの流路入口より、色素の一種であるスーダンブラック（1 % (w/w)）で着色したヘキサンを導入した。ヘキサンは、500 $\mu\text{L}/\text{min}$ の流速で連続的に導入し、10 分間の送液を行った。送液前後の流路を光学顕微鏡で観察し、流路の耐性評価を行った。

2.2.2 タンパク質の吸着性

BSA/FITC（0.01 % (w/w)）溶液を PFA チップと PDMS チップに導入した。次に、PBS 液を導入して流路を洗浄し、流路に吸着した BSA の流路壁面への吸着性について評価を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 有機溶媒耐性

PFA 流体チップと PDMS 流体チップの送液 10 分後の様子を図 1 に示す。PFA チップにおいては、ヘキサンを流したことによる流路構造の変形は見られなかった。ま

た、漏液することなく流速 500 $\mu\text{L}/\text{min}$ で安定して送液することができた。一方、PDMS 流体チップを用いた場合、送液を開始してわずか 5 秒で PDMS が膨潤し、流路構造が閉塞した。シリコン樹脂の一種である PDMS は有機溶媒を吸収しやすい性質を持っており、流路が閉鎖されたことで安定した送液を達成できなかった。

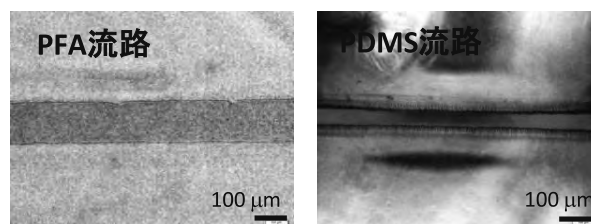


図 1 ヘキサンを流したときの様子

3.2 タンパク質の吸着性

PBS 液で洗浄した後の流路を蛍光顕微鏡で観察したところ、PFA 流体チップでは吸着がほとんど見られなかった。一方、PDMS 流体チップではタンパク質の吸着による蛍光が見られ、壁面にタンパク質が吸着していることが確認できた。

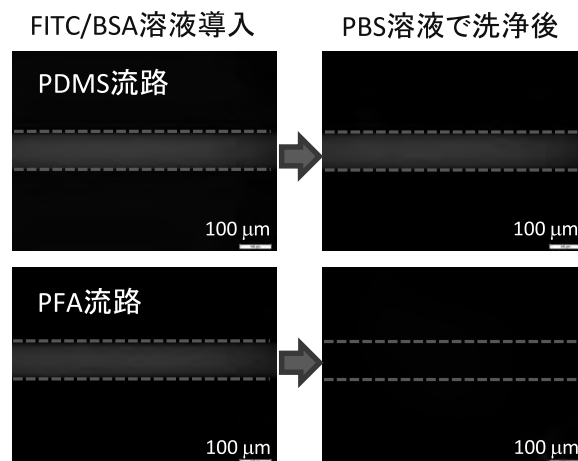


図 2 BSA/FITC 導入後と洗浄後の流体チップ

4. 結言

フッ素樹脂製の流体チップを用いることにより、従来の樹脂製チップで課題となっている有機溶媒の送液、タンパク質の壁面への吸着について改善されることを示した。フッ素樹脂製チップは、有機溶媒や強酸・強塩基を用いた合成系及び分離分析系など、その応用範囲を拡大する可能性がある。

謝 辞

本研究は、科研費（基盤研究(C) 研究課題番号：15K05749）の助成を得て実施したものである。