

連続フローからマイクロチップ電気泳動への断続的試料導入を可能にするマイクロバルブ

群馬大学工学部 小竹 玉緒

マイクロチップ電気泳動法は、可搬で自動化の容易な微量試料の高速分析法として、この十数年間、注目されている。しかし、外部の試料をマイクロチップ内に導入するインターフェイスはまだ開発途上にある。

Harrisonらは、外部からの溶液を導入するチャンネルをチップ上に集積化したマイクロチップ用インターフェイスを初めて開発した¹⁾。このシステムでは、電圧の印加により試料を導入・分離するので、連続的な試料導入が可能である。しかし、何台もの電源を必要とし、電気浸透流の大きさが導入量に影響を与える。電圧を用いない連続フローからマイクロチップ上のチャンネルに高速かつ再現性よく試料導入できる方法が望ましい。

近年、微小流体制御のためのマイクロバルブの報告は数多い。その中でも、ポリマーを基板としたバルブは安価・軽量であり、温度やpH応答性のあるものも期待できる。Quakeらは、Poly(dimethylsiloxane)(PDMS)製の空気圧マイクロバルブを初めて作製した²⁾。このようなバルブを用いれば、試料を断続的にチャンネルに導入できる。Landersらは、圧力による試料導入は、電圧による導入より再現性に優れることを実証した³⁾。PDMSを基板とするマイクロバルブは、空気圧で押すことにより、チップ上の容器から分離チャンネルに試料を導入できる。Martinらは、このマイクロバルブを用い、連続フローから電気泳動チャンネルに試料を断続的に迅速導入させた⁴⁾。

空気圧マイクロバルブを集積化したマイクロチップは、チャンネルとバルブを別々のPDMS基板上に形成させ、貼り合わせて作製した(Fig. 1)。バルブ周辺の拡大図をFig. 1bに示す。マイクロバルブ内に窒素ガスを充填するとバルブは閉じられる。シリンジポンプを用いて試料導入口から試料を注入し、マイクロバルブから窒素ガスを排出させれば、バルブは開き、試料溶液が電気泳動用チャンネルまで流れ込む。マイクロバルブの開閉により、試料溶液を断続的に導入できる。

5 μM のフルオレセインを 1.0 $\mu\text{L}/\text{min}$ で断続的(0.64 Hz)に導入し、蛍光強度を測定したところ、ピーク面積の相対標準偏差は 1.77% ($n = 15$)であり、再現性は良好であった。また、試料濃度の変化に対する応答の遅延時間は 14 – 17 秒であり、主にデッドボリュームに起因した。

さらに、このマイクロチップを微小透析のプロープに結合させた。フルオレセイン(18 μM)とジクロロフルオレセイン(18 μM)の混合物をプローブ

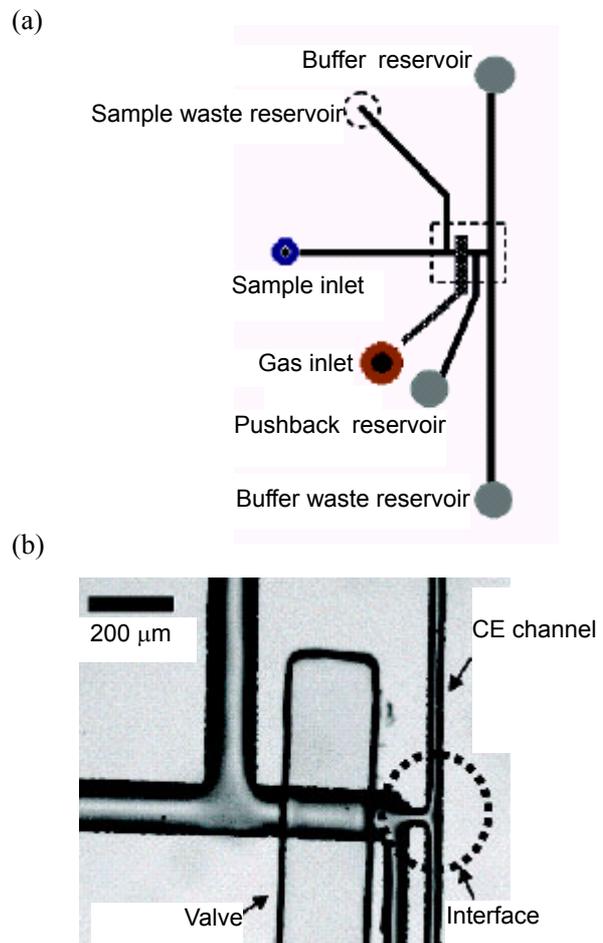


Fig. 1 Assembled microchip (a) and a close-up of the intersection (b).

から電気泳動チャンネルにマイクロバルブを用いて断続導入させ、再現性よく電気泳動分離できることを示した。

このマイクロバルブは、液体クロマトグラフィーなどの他の分離法との結合のみならず、微小透析、細胞培養槽などへの結合を可能にし、細胞からの神経伝達物質の放出過程のモニタリングなどへの応用が期待される。

References

- 1) S. Attiya, A. B. Jemere, T. Tang, G. Fitzpatrick, K. Seiler, N. Chiem, D. J. Harrison, *Electrophoresis*, **22**, 318 – 327 (2001).
- 2) M. A. Unger, H. P. Chou, T. Thorsen, A. Scherer, S. R. Quake, *Science*, **288**, 113 – 116 (2000).
- 3) J. M. Karlinsey, J. Monahan, D. J. Marchiarullo, J. P. Ferrance, J. P. Landers, *Anal. Chem.*, **77**, 3637 – 3643 (2005).
- 4) M. W. Li, B. H. Huynh, M. K. Hulvey, S. M. Lunte, R. S. Martin, *Anal. Chem.*, **78**, 1042 – 1051 (2006).

<トピックス>