

## 高性能マイクロ流路バルブシステムの開発

### Development of high performance micro-fluidic-valve system

名大未来社会機構<sup>1</sup>, JST-CREST<sup>2</sup>, 分子研<sup>3</sup>, 山梨大<sup>4</sup>, 北陸先端大<sup>5</sup>

○宇野秀隆<sup>1,2</sup>, 高田紀子<sup>3</sup>, 王志宏<sup>1,2</sup>, 近藤聖彦<sup>3</sup>, 浮田芳昭<sup>2,4</sup>, 高村禪<sup>2,5</sup>, 宇理須恒雄<sup>1,2</sup>

Nagoya Univ. IIFS<sup>1</sup>, JST-CREST<sup>2</sup>, IMS<sup>3</sup>, The Univ. Yamanashi<sup>4</sup>, JAIST<sup>5</sup>

○H. Uno<sup>1,2</sup>, N. Takada<sup>3</sup>, Z-H. Wang<sup>1,2</sup>, M. Kondo<sup>3</sup>, Y. Ukita<sup>2,4</sup>, Y. Takamura<sup>2,5</sup>, T. Urisu<sup>1,2</sup>

E-mail: hideuno@mirai.nagoya-u.ac.jp

我々がこれまで開発を行ってきた培養型プレーナーパッチクランプ技術[1]は神経細胞ネットワークのイオンチャンネル電流記録によるハイスループットスクリーニング装置を実現する唯一の方法と考える。神経変性疾患の多くはその初期異常がイオンチャンネル電流に現れることを考慮するとその実現への期待は大きい。我々のグループで開発したバイオセンサを用いて神経細胞ネットワークの自然放出シナプス電流測定に成功している[1]。また、この技術を応用してイオンチャンネル電流測定後に単一細胞から細胞内の生体分子を抽出し、mRNAなどの生体分子プロファイル測定を行う事で疾患マーカーとなるイオンチャンネル電流の特異な波形と遺伝子情報とのマッチングにより疾患マーカーの信頼性に繋がり難病の原因解明や創薬分野に大きな貢献をする。本装置を用いてイオンチャンネル電流測定から細胞内容物の抽出までの一連の工程を円滑に行う事が必要であり、同時多点測定・抽出装置の実用化を念頭に入れると、高いON/OFF比で流量を制御する高性能マイクロ流路バルブが必要となる。そこで、各測定・抽出点とを接続するマイクロ流路に、グレースケール露光により、三次元構造制御を行ったかまぼこ形状のモールドを製作し、PDMSを素材とするマイクロバルブを製作し組み込み高性能マイクロ流路バルブの開発を試みた。前回講演時に作製したマイクロ流路の特性検証をしたところ圧力損失が大きいためハイスループットスクリーニング装置に実装予定の送液ポンプを用いた場合に装置が要求する流量が得られないことが判明した。要求流量を得るために、流路構造の高さ成分を拡大することで流路の体積そのものを増加させ流量を稼ぐ改善を狙った再設計を行った。

マスクレス露光装置を用いて光の強度を8bit分解能で調整したグレースケール露光にて、異なるビットマップを重ね合わせ光スポットの多重度を利用することで中間光量の露光を行い、露光量の違いによりフォトリソの現像後の残膜率を制御して三次元構造のシール性の高い流路構造を持つレジスト鋳型を製作した(図)。バルブシステムはこの鋳型と別途製作したバルブ部のレジスト鋳型を用いてPDMSの成型を行い、二層を重ね合わせて加熱し二層が完全に結合した一体型デバイスとなる。マイクロバルブ動作時の生理食塩水を用いた電流の導通テストによりシール性の検証を行い、空気圧に比例したシール性を示した。また、流路評価を行ったところ入力圧力15 kPaの場合では流量: 275  $\mu\text{l}/\text{min}$ となった。これは装置が必要とする溶液の総ボリューム (27.5  $\mu\text{l}$ ) に対して実用的な流路である。この結果から三次元構造のシール性の高い流路構造にマイクロバルブを組み込む事でバルブのON-OFF時のシール抵抗比が大きい理想的なバルブシステムを完成させ、同時多点測定・抽出できる。詳細は講演にて報告する。

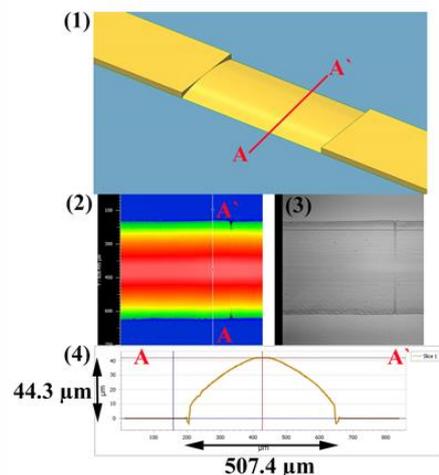


Fig. (1): Resist pattern for the micro-fluidic-valve mold formed by greyscale exposure. (2)-(4): Evaluation of the mold pattern by Zygo NewView7300.

[1] H.Uno et al, Sensors & Actuators B: Chemical, 193, 660, (2014)