

課題番号 : F-17-NU-0045
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 流体制御を基盤とする超高速・超精密単一細胞分取技術の開発
Program Title (English) : Development of ultra-high speed and high-resolution single cell sorting technique based on flow control
利用者名(日本語) : 笠井宥佑¹⁾, 飯野敬矩²⁾
Username (English) : Y. Kasai¹⁾, T. iino²⁾
所属名(日本語) : 1) 名古屋大学大学院工学研究科, 2) 東京大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : 1) Graduate school of engineering, Nagoya University, 2) Graduate school of engineering, The University of Tokyo
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、MEMS、単一細胞分取

1. 概要(Summary)

近年、単一細胞解析の重要性から、希少細胞などを対象としてシングルセルソーティング技術に注目が集まっている。本研究では、高速かつ広い領域での流体制御機構の設計・作製を目的とする。本稿では、流体制御デバイスとして、MEMS加工技術を用いてメンブレンポンプを有するマイクロ流体チップを作製した。メンブレンポンプに高速駆動が可能な外部駆動アクチュエータを統合することで、高速かつ広い領域での流体制御機構を実現した。作製した流体制御機構を用いて、従来困難であった大きな細胞の高速ソーティングに成功したのでそれを報告する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 両面露光用マスクアライナ、レーザー描画装置、スパッタリング装置一式、ICPエッチング装置一式、ダイシングソー装置、小型微細形状測定機一式

【実験方法】

ファブリケーションプロセスの手順を下記に示す。まず、スパッタリング装置を用いて金属薄膜をガラス基板上に成膜し、レーザー描画装置で作製したフォトマスクとマスクアライナを用いてガラス基板上にエッチングマスクを作製する。その後、フッ酸エッチングを用いてガラスをエッチングする。続いて、ガラスとSiを陽極接合で接合し、Si面上にSU-8をパターニングし、ICPエッチング装置を用いてSiの深堀加工を行う。次に、フッ酸エッチングをしたガラスのうちSiと接合していないガラス基板にフォトレジストを用いてエッチングマスクをパターニングし、サンドブラストを用いてガラスの貫通加工を行う。最後に深堀加工したSi-ガラス基板と貫通加工したガラス基板を陽極接合で接合した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

上記のファブリケーションプロセスを経て、ガラス-Si-ガラスの3層構造の、メンブレン構造を有するマイクロ流体

チップの作製に成功した。作製したマイクロ流体チップを用いて流体制御の応答を評価したところ、応答領域150 μm 、応答時間16 μs という広領域の高速制御に成功した。さらに、細胞のソーティングを行ったところ、流速2 m/sの条件下で、スループット23 kHz、成功率92.8%、純度95.8%、ソーティング後の細胞の生存率90.8%を達成した。

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者:

新井 史人 教授(名古屋大学大学院工学研究科)

・関連文献:

- (1) Shinya Sakuma, Yusuke Kasai, Takeshi Hayakawa, Fumihito Arai, "On-chip cell sorting by high-speed local-flow control using dual membrane pumps", Lab on a Chip, 2017, 17, 2760-2767, DOI: 10.1039/C7LC00536A
- (2) 局所流体制御による超高速オンチップ細胞ソーティング, 笠井宥佑, 佐久間臣耶, 早川健, 新井史人, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH2017), 2P1-P06, 2017
- (3) 3次元マイクロ流路における微粒子流れのフォーカシング, 笠井宥佑, 佐久間臣耶, 新井史人, 第35回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2017), 3E1-05, 2017

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。