

課題番号 : F-21-NU-0005
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 超高速オンチップ細胞操作技術のためのロボット統合型マイクロ流体チップに関する研究
Program Title (English) : Robot integrated microfluidic chip for high-speed on-chip cell manipulation
利用者名(日本語) : 佐久間臣耶¹⁾, 齋藤真²⁾
Username (English) : S. Shinya¹⁾, M. Saito²⁾
所属名(日本語) : 1) 九州大学大学院工学研究院, 2) 名古屋大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Engineering, Kyushu University, 2) Graduate School of Engineering, Nagoya University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, 膜加工・エッチング, マイクロ流体チップ, 流体制御

1. 概要(Summary)

本研究では、近年注目を集めている藻類細胞や細胞凝集体に代表されるサイズが数百マイクロメートルの大きな微粒子の高速操作技術の確立を目的として、高剛性なマイクロ流体チップを基盤としたオンチップ流体制御技術の提案および評価実験を行った。提案手法ではマイクロ流路中でマイクロ渦を生成し、流体抵抗を制御することで、双方向の流れの生成が可能である。本稿では、MEMS加工技術を用いて作製したマイクロ流体チップをアクチュエータと統合し、渦の生成を行うことにより、流れ方向の制御に成功し、サイズが 100 μm 程度のユーグレナの単一細胞分取に達成した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

両面露光用マスクアライナ (Suss Micro Tec AG 製 MA-6), レーザー描画装置一式 (Heidelberg 製 mPG101-UV), 小型微細形状測定機一式 (小坂研究所 製 ET200), ICP エッチング装置一式 (サムコ製 RIE-800), ダイシングソー装置 (DISCO 製 DAD522)

【実験方法】

マイクロ流体チップの作製手順を下記に示す。まず、ガラスと Si の基板をダイシングソーにてカットし、陽極接合により接合する。その後、レーザー描画装置にて作製したマスクを用いて、両面露光用マスクアライナにより Si 面上にフォトレジストをパターンニングする。続いて、ドライエッチングによる深堀加工を行うことでマイクロ流路を作製する。次に、Si と接合していないガラス基板上にフォトレジストをパターンニングし、サンドブラストを用いてガラスの貫通加工を行うことで細胞の出入口を作製する。最後に 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、マイクロ流体チップを作製する。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

上記の作製手順を経て、ガラス-Si-ガラスの 3 層で構成された、オンチップメンブレンポンプを有する高剛性なマイクロ流体チップを作製した。作製したマイクロ流体チップをピエゾアクチュエータが統合された実験システムに組み込み、オンチップ流体制御技術の評価実験を行ったところ、マイクロ渦の生成によって流路の流体抵抗が変化し、オンチップポンプの流れ方向が制御可能であることが確認された。流量を評価したところ、-110~212 $\mu\text{l}/\text{min}$ の双方向流れの生成に成功した。本流体制御技術を用いてマイクロピペットを構成することにより、培養皿を遊泳する藻類細胞であるユーグレナの単一細胞分取に成功した。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) Makoto Saito, Fumihito Arai and Shinya Sakuma, "Asymmetric Flow Resistors for Bidirectional On-chip Pumping, 32th 2021 International Symposium on Micro-Nano Mechatronics and Human Science (MHS2021), TP2_2_3, Online, December, 7th, 2021 (Oral)

6. 関連特許(Patent)

なし。