

課題番号 : F-18-UT-0137
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : バイオデバイス向け DIY-MEMS のためのシームレス加工技術
Program Title (English) : Seamless Fabrication Technique of DIY-MEMS for Bio-applications
利用者名(日本語) : 鈴木孝明
Username (English) : T. Suzuki
所属名(日本語) : 群馬大学大学院理工学府知能機械創製部門
Affiliation (English) : Division of Mechanical Science and Technology, Gunma University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、3D プリンタ、3D リソグラフィ、バイオマイクロデバイス

1. 概要(Summary)

Micro-Total Analysis Systems (μ TAS)では、流体デバイス内部の微細構造はもちろん、マクロスケールの外部機器とマイクロスケールのデバイスの接続など、マルチスケール集積化が重要となり、評価系を含む現物合わせや、実験条件を様々に変化するために、研究室での複数回のデバイス試作が効率的な研究において求められる。本研究では、Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)製造のための共用大型装置を効果的に利用し、バイオ応用において検討が必須となるマルチスケールのデバイス構造をシームレスに研究室で自作する DIY-MEMS (Do-It-Yourself)技術を提案、検証した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- 超高速大面積電子線描画装置
- マスク・ウエーハ自動現像装置群

【実験方法】

ミリメートルスケールの構造全体は、入手が容易な卓上型 3D プリンタにより研究室内で作製したマスターモールドを鋳型として複製した polydimethylsiloxane (PDMS) モールドによって成形する。PDMS モールドに厚膜フォトレジストを流し込み、別途転写したコピーマスクを接合することで基板とし、成形されたレジスト構造内にフォトリソグラフィによってマイクロ構造を作製する。以上により、単一材料でかつ幅広いスケールでの 3次元構造のシームレス加工を実現する。フォトリソグラフィはコンタクト露光で良いことから、紫外線ランプのみの簡易設備でデバイスが作製できる。共用施設では、リソグラフィに用いる特殊な設計パターンのフォトマスクを製作した。接合工程で、マスクパターンと 3D プリンタパターンの組み合わせを変えたり、3Dプリンタでミリスケールの形状を変更したりすると、自研究室で効率的にバイオマイクロデバイスが試作できる。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した流体デバイスのためのレジスト構造を Fig.1 に示す。サイズ比 1000 のマイクロパターンとミリオーダーの構造を設計値からの誤差 $\pm 5\%$ 以内で作製できた。提案技術により、フォトリソグラフィの精密性と、3D プリンタの立体性・簡易性を組み合わせた加工が可能であることが分かった。 μ TAS では、接合部の繋ぎ目は無視することのできないデッドボリュームとなるが、一括形成することにより、デッドボリュームを 93%減少できることを示した。

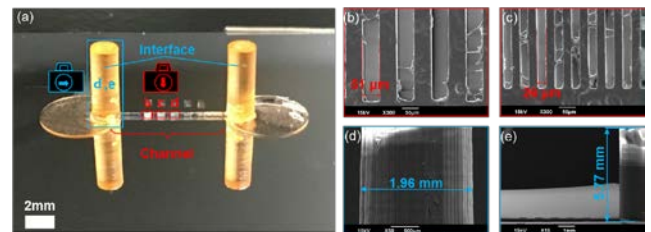


Fig.1 Photograph and SEM images of the 3D microfluidic mold from micrometer to millimeter by combining 3D printing and 3D photolithography.

4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は、科学研究費補助金・基盤研究(B) (17H03196)の支援を受けて実施した。また、東京大学技術支援者の皆様には、丁寧なご支援を頂いた。ここに記して心より謝意を表する。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- T. Tamura, et al., Japanese Journal of Applied Physics, (2019), accepted.
- 田村隆大ら, 日本機械学会関東支部群馬ブロック研究交流会 2018, 2018年12月7日。(優秀ポスター発表賞受賞)

6. 関連特許(Patent)

- 鈴木孝明ら、特許第 5458241 号、US 8871433、平成 26 年 1 月 24 日(登録)

