

埋め込み型形状記憶ポリマーマイクロバルブの作製 Fabrication of the embedded shape-memory polymer microvalve

東大院工¹, 物材機構²

○蔣 晨陽¹, 宇都 甲一郎², 荏原 充宏², 青柳 隆夫², 一木 隆範¹

Sch. Eng. Univ. of Tokyo¹, NIMS²

°Chenyang Jiang¹, Koichiro Uto², Mitsuhiro Ebara², Takao Aoyagi² and Takanori Ichiki¹

E-mail: jiang@bionano.t.u-tokyo.ac.jp

【緒言】マイクロバルブはマイクロ流体デバイスにおける試料移動を制御する重要な技術である。特に、POCT 用診断デバイスに組み込み可能な小型かつ低コストのマイクロバルブ開発が求められている。我々は形状記憶ポリマーであるポリ-ε-カプロラクトン (PCL) を用いた新規のマイクロバルブを開発した。本バルブは、一時形状となった PCL が相転移により初期形状に回復する際の形状変化により駆動する。前回の報告ではプラスチック製のデバイスにバルブを組み込み、リークのない良好な動作を確認した (Fig. 1)。しかし、2枚のアクリル系プラスチック (MS) 基板の間に PCL シートを挟んだサンドイッチ構造のデバイスでは、シートにより上下の MS 基板が隔てられ、流路設計の自由度が下がるという欠点がある。そこで本研究では、設計自由度向上を目的として、バルブを組み込む部位にのみ PCL を利用する“埋め込み型バルブ”の作製を検討した。

【実験方法】 Fig. 2 (a)に示すような埋め込み型バルブを作製した。まず、MS 基板を切削して空洞を設け、PCL マクロモノマーおよび重合開始剤の混合物を充填し、架橋させた。続いて、表面に突起を有するモールドを利用してホットエンボス処理を施し、PCL 表面に一時的な凹みを形成した。最後に、流路パターンを有する MS 基板を接合した。また、スパッタリングおよびフォトリソグラフィーを用いて、埋め込んだ PCL を局所的に加熱するマイクロヒーター配線を MS 基板上に形成した。作製したバルブにスルホローダミン B 水溶液を導入し、ヒーターに電圧を印加してバルブを駆動させ、バルブ中央部の蛍光強度変化を測定することで応答時間を測定した。

【結果・考察】 マイクロヒーターに 3.5 V の電圧を 1000 ms 間印加した際のバルブ内蛍光強度の時間変化を Fig. 2 (b)に示す。バルブの Close に伴う蛍光強度の低下が確認された。グラフからバルブの応答時間を求めると、343 ms であった。3.5 V の電圧を印加した場合のヒーターの消費電力は 2.5×10^2 mW であったことから、本バルブは低消費電力での高速応答が可能であることが分かった。今後は、一枚の基板上への多数のバルブ集積化を目指す。

【謝辞】 本研究は、独立行政法人科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム」の支援によって行われた。

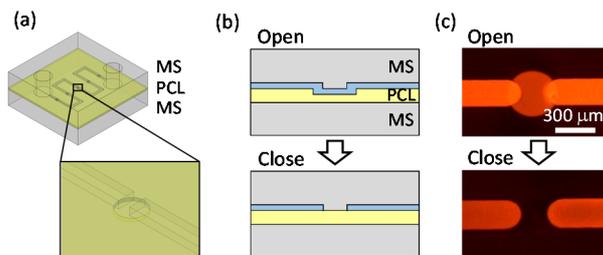


Fig. 1 Sheet-type SMP microvalve. (a) Schematic of the microvalves integrated onto the plastic-based microfluidic device. (b) Cross section of the Normally Open (N/O) valve before/after the actuation. (c) Fluorescence microscope images of the N/O microvalve before/after the actuation.

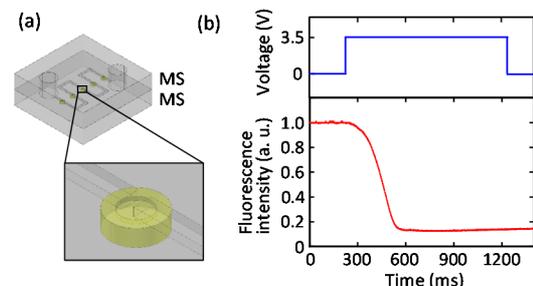


Fig. 2 Embedded SMP microvalve. (a) Schematic of the microvalves. (b) Change in fluorescence intensity measured at central position of a N/O microvalve actuated by supplying voltage of 3.5 V.