

壁面に熱電対を配置したマイクロ流路デバイス Microfluidic Device Having Thermocouples on Sidewall

豊田工業大学 柴田 真宏, 山口 貴大, 熊谷 慎也, 佐々木 実
Toyota Technological Institute Masahiro Shibata, Takahiro Yamaguchi, Shinya Kumagai, Minoru Sasaki

I. はじめに

マイクロ流路デバイスでは生体材料を扱うことが多い。生体材料は僅かな温度変化でも、その機能が変わるため、温度管理は重要である。流れの付近に熱電対を配置することで、局所的な温度を正確に測定できる。但し、流路内部を顕微鏡観察するニーズがあるため、流路上部は透明な膜を維持する方がよい。熱電対は不透明な金属膜から製作することになるため、流路上部を覆う平板に平面リソグラフィによって製作すると、観察を阻害する。そこで、熱電対を流路の垂直壁面に配置できれば、光学的な観察と温度測定を同時に行うことが可能になる。ただ、平面リソグラフィによる壁面加工の実現は難しい。本研究では3次元フォトリソグラフィ技術[1]により製作・評価したので報告する。

II. 結果

図1は、デバイス構造を表した模式図である。マイクロ流路の上部は図示していないがカバーされており、流れが流路外に漏れないようになっている。図の右側に示されている熱電対は、測温部がデバイス上面にある。カバーがあるため、流れと接することはない。図の左側に示されている熱電対は、垂直壁を越えて金属線が繋がっており、測温部が壁面にあるため、流れに接する。このため流れの温度測定が正確で、時間応答も良いことが期待される。

図2(a)は製作したデバイスと、熱電対の配列である。3本の縦線はPDMSで覆われたマイクロ流路である。熱電対は流路の両側にあり、左側のグループは、流路壁面の熱電対まで配線されたものであり、右側のグループは流路から50 μm 離れた基板上面の熱電対に配線されている。図2(b)は拡大図である。熱電対を形成する金属はCrとAlを使用した。図2(c)はさらに拡大したものである。コーナー上でも断線することなく、壁面上では2種類の金属が重なり合って配線されている。

図3は、壁面と基板上面の熱電対の開放電圧の時間応答をナノボルトメータ(Keithley, 2182A)で測定したものである。はじめはガスの流れがないため、流路内は室温であり、流路周辺も同じ温度である。0秒の時点で、熱風をエアガン(Hakko 851-1はんだ付け用ホットエアガン)で流路内に流した。0秒より2つの熱電対の解放電圧は挙動が変わり、流路壁面の熱電対はより高い電圧を示した。流路壁面の熱電対が、流路から離れた基板上の熱電対よりも、早く熱風を感知したことを示す。

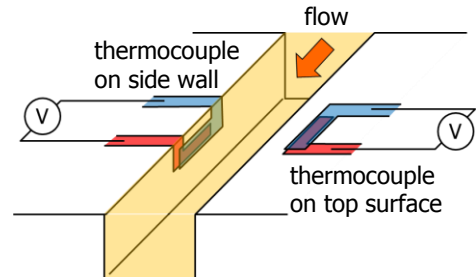


図1. 2種の熱電対を配置した流路と、流れの関係

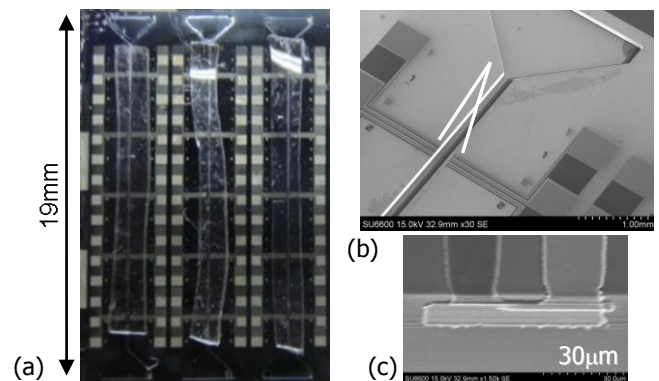


図2. (a) 製作したマイクロ流路デバイスの外観
(b) 流路壁面の熱電対と流路の拡大図
(c) 流路壁面の熱電対

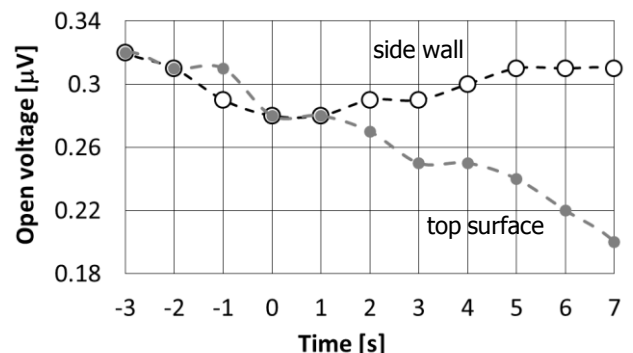


図3. 0sから熱風を流したときの熱電対の応答。

謝辞

本研究の一部は文部科学省 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(S1101028)、ナノテクノロジープラットフォームの支援を受けて実施された。

参考文献

- [1] S. Kumagai, T. Yamamoto, H. Kubo, M. Sasaki, "3-D wiring across vertical sidewalls of Si photo cells for series connection and high voltage generation", Proc. MEMS 2012, pp.60-63.