

課題番号 : F-16-KT-0126
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : マイクロ・スケールの熱流体现象の解明
Program Title(English) : Investigation of Micro-Scale Thermal Fluid Phenomena
利用者名(日本語) : 白井 克明
Username(English) : K. Shirai
所属名(日本語) : 神戸大学先端融合研究環
Affiliation(English) : Organization for Advanced and Integrated Research, Kobe Univ.

1. 概要(Summary)

マイクロおよびナノスケールで起こる、マクロスケールとは異なる複雑な熱流体现象を解明し、それを新たなデバイスなどに応用することは持続可能なエネルギー社会の実現に寄与する。本課題ではマイクロスケールの熱流体実験のためのデバイス製作を目指し、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点(吉田拠点)の設備を利用した前期 MEMS コース(中長期・分散型)を受講した。本コースではマイクロ流路作成について学んだ。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

レーザー直接描画装置、レジスト現像装置、ウェハースピン洗浄装置、真空蒸着装置、厚膜フォトレジスト用スピンコーティング装置、両面マスクアライナー、ドライエッチング装置、触針式段差計、デジタルマイクロスコープ

【実験方法】

本コースでは T 字型の PDMS マイクロ流路を形成し、合流部下流の直線区間に障害物パターンを設け、T 字両側から流入した 2 液の混合促進を図る実験をした。

まず、CAD ソフト L-Edit にて T 字型マイクロ流路を設計し、合流部下流の長さ 19 mm、深さ 50 μm 、幅 400 μm の直線区間に障害物パターン形状を配置した。設計データを基に、レーザー描画装置、レジスト現像装置、ウェハースピン洗浄装置を用いて、フォトマスクを作製した。次に、真空蒸着装置、厚膜フォトレジスト用スピンコーティング装置、両面マスクアライナーを用いてフォトレジストの原版を作製し、触針式段差計を用いてレジスト原版を測定評価した。フォトレジストを用いて PDMS で流路を形成し、ドライエッチング装置を用いてガラスと接合し、チューブを接続しマイクロ流路を組み立てた。赤と青のインクを T 字両側からシリンジポンプ

で注入し、合流部下流での 2 液混合の様子をデジタルマイクロスコープで観察した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

設計上のマイクロ流路の深さを 50 μm としたのに対し、段差計による実測値は 42.5 μm であった。深さの調整は今後フォトレジスト製作における SU-8 の塗布条件を調整することで設計値に近づけられると考えられる。

合流部下流の直線区間に設けた障害物による 2 液の混合促進を図ったが、期待したような両液の混合促進は観察されなかった。また、混入した気泡が合体し、障害物に捕捉され、流路を閉塞する様子が観察された。気泡を混入させない工夫を要する。本流れでは空間スケールと流速がともに小さく、レイノルズ数(粘性力に対する慣性力を表す無次元数)は 1 よりも小さく、流れは層流である。それゆえ流れは決して乱流化せず、乱流拡散による混合促進を利用できない。層流で流れを 3 次元的に攪乱し、混合促進に繋げる障害物パターンの工夫が必要なことが分かった。

本コースでは圧力駆動によるマイクロ流路作成の基礎を学んだ。その後マイクロスケールの熱輸送解明を目指し、電気浸透で駆動させる実験流路の作成を進める計画であり、検討を続けている。

4. その他・特記事項(Others)

・京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の先生方とスタッフの方々に感謝します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。