

課題番号 : F-17-UT-0150
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 微小構造周りの界面流動と抵抗低減に関する研究
Program Title (English) : Characterization of interfacial flow around microstructure and drag reduction
利用者名(日本語) : 市川賀康¹⁾, 元祐昌廣²⁾
Username (English) : Y. Ichikawa¹⁾, M. Motosuke²⁾
所属名(日本語) : 1) 東京理科大学大学院工学研究科, 2) 東京理科大学工学部
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Engineering, Tokyo University of Science, 2) Faculty of Engineering, Tokyo University of Science
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、界面流動、抵抗低減、マイクロフルイディクス

1. 概要(Summary)

流体力学において、菅の長さスケールが小さくなる、すなわち細くなるほど抵抗が増大することは知られており、この流動抵抗の提言は、省エネルギー面からも強く望まれている。微細加工表面上に液体を流すと、凹部に気体がトラップされることで「すべり」が発生して抵抗が低減することが知られているが、微細構造周りでの界面の様子を詳細に計測した例はなく、そのメカニズムの解明が望まれる。本研究では、この微細構造周りの界面とその流動を計測して抵抗低減へ寄与する現象の評価を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

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】

本研究で用いた微細加工用のフォトマスクは、電子線描画装置、および自動現像装置を用いて作製した。このフォトマスクを用いてシリコン基板上にフォトレジスト SU-8 を用いて微細構造を作成し、PDMS を塗布して硬化させることで微細構造を有する流路を製作した(Fig. 1)。シリンジポンプによって送液し、非点収差を用いた粒子追跡を用いて液体中粒子の3次元流動を求め、界面位置とそ

の速度を計測した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

リブ状の微細構造の高さは $34\ \mu\text{m}$ 、ピッチは $60\ \mu\text{m}$ として、計測を実施した。その結果、気液界面は $8\ \mu\text{m}$ ほど歪むことが明らかになった。このとき、界面付近の流動から推定されるすべり長さは $1.5\ \mu\text{m}$ 程度となり、従来の理論的な予測と近い値を示した。この場合、理論的に求められる流動抵抗の低減量は 15% であり、界面の直接計測から低減量までを求めることができることが確認された。

4. その他・特記事項(Others)

・競争的資金名

科学研究費補助金 基盤研究(B) No.16H04285、挑戦的研究(萌芽) No.17K18845

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Y. Ichikawa, K. Yamamoto, M. Yamamoto, M. Motosuke, *Physics of Fluids*, Vol. 29 (2017) 092005.
- (2) Y. Ichikawa et al., アメリカ物理学会流体力学部門大会, 平成 29 年 11 月 20 日.
- (2) 市川賀康 et al., 第 54 回日本伝熱シンポジウム, 平成 29 年 5 月 24 日.

6. 関連特許(Patent)

なし。

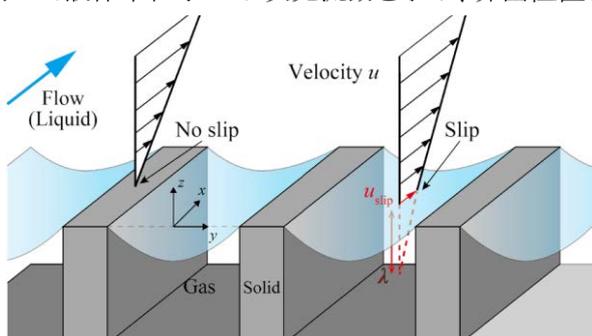


Fig. 1 Slip flow around microstructure.