

課題番号 : F-14-NU-0029
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 高クヌッセン数流れの計測手法の開発及び総合的理解へ向けた研究
Program Title (English) : Development of diagnostic method for deep understanding of high Knudsen number flows
利用者名(日本語) : 松田佐
Username (English) : Y. Matsuda
所属名(日本語) : 名古屋大学エコトピア科学研究所
Affiliation (English) : EcoTopia Science Institute, Nagoya University

1. 概要(Summary)

系の代表長さの小さなマイクロ・ナノデバイス中での流れは、流れは連続体近似として扱えず、高クヌッセン数流れとして知られるように原子・分子の流れとして扱う必要がある。本研究では、光学的可視化手法に着目し、それらの手法の高クヌッセン数流れへの適用を目指す。また、高クヌッセン数流れでの流動場の詳細把握を通じ、その理解の深化を図る。本研究では、近年著者らが開発した感圧流路チップ(PSCC: Pressure-sensitive channel chip)の高度化、並びに、それによる圧力分布計測を実施した。PSCC では、色素分子の放つりん光強度が、周囲圧力に応じて変化することを利用した計測手法であり、発光強度分布を面計測することにより圧力分布計測を実施する。

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

マスクライナー一式, パリレンコーティング装置一式

・実験方法

本研究では、マスクライナーを利用したソフトリソグラフィにより PDMS 製のマイクロ流路を作製した。パリレンコーティング装置を使用し、マイクロ流路表面をパリレンコートし、その上に感圧性の色素分子からなるセンサー膜を塗布して感圧流路チップ(PSCC)を構成した。マイクロ流路(PDMS)とセンサー膜をパリレン膜で分離することで、計測誤差要因である流路基盤(PDMS)からセンサー膜への気体分子の流入を抑止することが可能となり、計測精度を向上させることができる。

具体的には、流路幅 200 μm 、流路深さ 90 μm の矩形断面積を有する直線形状(長さ: 2 mm)のマイクロ流路内の圧力分布計測を実施した。流路への気体の流入条件は、流入圧力を 100 kPa、流出圧力を 30 kPa と流入流出の圧力比を 0.3 とした。この圧力条件では、流路内にお

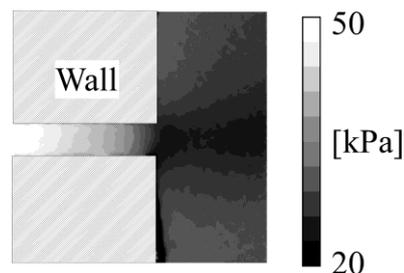


Fig. 1 Pressure distribution near the exit of the channel.

いて気体流はチョークする。またこのとき、見かけの Re 数は 1300 程であった。以上の流れの様子を、顕微鏡下で計測することで、詳細な流動場を調査した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

上流から下流にかけて圧力が徐々に降下する様子が確認できた。特に Fig.1 を見ると流路出口付近で急峻な圧力低下が確認できる。これは一次元のファノー流れに見られる流れ方向と圧力の関係と定性的に一致する。すなわち、直線管出口付近では圧縮性の効果が強く現れ、出口において流れがチョークしていると考えられる。以上により、PSCC により、従来研究では困難であった流路内部での詳細な流動場の計測が可能であることが示された。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。