

課題番号 : F-21-UT-0110  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 低消費電力 MEMS Knudsen ポンプの開発  
Program Title (English) : Development of low-power MEMS Knudsen pump  
利用者名(日本語) : 陳浩, 鈴木雄二, 森本賢一  
Username (English) : H. Chen, Y. Suzuki, K. Morimoto  
所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻  
Affiliation (English) : Department of Mechanical Engineering, The University of Tokyo  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, マイクロポンプ, ガスセンサ

## 1. 概要(Summary)

近年, 無線センサネットワークへの搭載性を有する低消費電力ガスセンサへの期待が高まっている。本研究では, ガス分析機能をチップ上に統合したマイクロガスクロマトグラフィのさらなる低消費電力化に向け, 低熱伝導率樹脂 Parylene C により形成されるサブミクロン多孔性パリレン構造を用いた新たな Knudsen ポンプを開発することを目的とする。試作した MEMS デバイスを用いたポンプ性能の評価実験に基づき, 温度差により得られる流量・背圧が理論的な流量モデルと定性的に一致することを示した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置, 高速シリコン深掘りエッチング装置, 高精細電子顕微鏡

### 【実験方法】

SOI ウェハを基板とし, 以下のプロセスによりサブミクロン多孔性パリレン膜を形成する。(1)デバイス層に1辺600 nm の矩形流路断面を EB 描画し, DRIE プロセスでシリコンピラーを作製, (2)化学気相蒸着(CVD)プロセスで300 nm 厚の Parylene C を蒸着, (3)ハンドル層の DRIE 加工(開口部流路寸法 100  $\mu\text{m}$ ), (4) BOX 層の除去, およびデバイス層表面のパリレン除去, (5)  $\text{XeF}_2$  エッチングによるシリコン除去。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に作製されたパリレン流路構造の SEM 画像を示す。作製された開口部測定寸法は 516 nm であり, CVD による成膜厚さを調整することで, 流路寸法を設計値に近づけることが可能である。

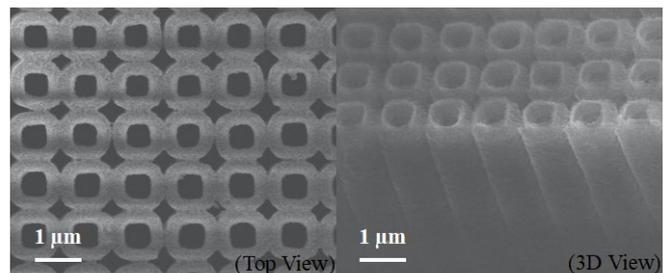


Fig. 1 SEM images of the pore structure fabricated from parylene C.

試作デバイスをテストチャンバに設置し, 入口側を室温・大気圧に保ち, 出口側をデバイス上部に取り付けたニクロム箔ヒーターにより加熱した。ヒーターへの投入電力 0.2 W のもとで, ブロッキング圧力, 最大流量はそれぞれ 50 Pa, 0.36 sccm となった。加熱開始後, 温度差により駆動される流量は定常状態に達し, その絶対量はテストチャンバ出口側の流路抵抗に応じて決定される。本実験範囲における理論モデルの妥当性が示され, 流量・背圧が加熱量に比例して増加することが示唆された。

## 4. その他・特記事項(Others)

なし

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 陳 浩, 鈴木 雄二, 森本 賢一, “低熱伝導性パリレン流路を用いた低消費電力 Knudsen ポンプの開発,” 第 12 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 09P2-MN1-5 (2021 年 11 月 9 日)。

## 6. 関連特許(Patent)

なし