

微細構造体の分離によるマイクロ予備濃縮器の性能向上

Performance Improvement of Micropreconcentrator by Using Split Microstructure

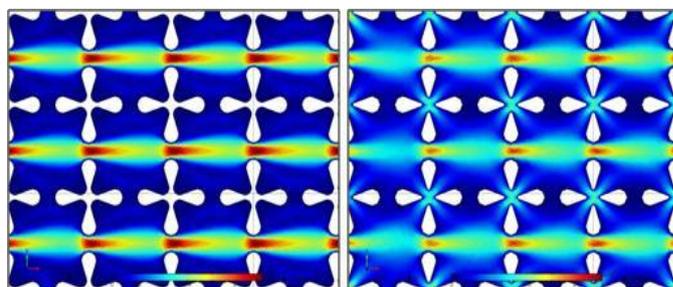
鳥取大工¹, TEDREC², °柿田 直輝¹, 宮下 英俊¹, 岸田 悟^{1,2}, 李 相錫¹Tottori Univ.¹, Tottori Univ. Electronic Display Research Center²°Naoki Kakita¹, Hidetoshi Miyashita¹, Satoru Kishida^{1,2}, and Sang-Seok Lee¹

E-mail: b09t3014@faraday.ele.tottori-u.ac.jp

【序論】近年、癌の診断方法のひとつとして呼気分析法が提案されている。呼気分析法は呼気を捕捉、濃縮した後ガスクロマトグラフィーを用いてマーカーと呼ばれる呼気中のいくつかの揮発性物質の量を分析し健康な人の量と比較する。呼気中のマーカー分子の濃度は非常に低く、そのためマーカー分子を集める濃縮器の性能が非常に重要な構成要素のひとつとなる。この濃縮器の性能向上のために、MEMS 技術により作製された 3 次元微細構造体を濃縮器に導入することで試料の吸着面積を格段に増やし、極微量の試料の濃縮を可能にするマイクロ濃縮器が報告されている[1]。しかし、濃縮器の性能と微細構造との関係の定量的な評価は行われておらず、より高性能な濃縮器の実現のために形状と濃縮性能の定量的な評価が求められている。そこで本研究では有限要素法 (FEM) を用いた流れ解析により微細構造体の形状設計を行い、定量的な評価を行った。

【シミュレーション】有限要素解析は COMSOL Multiphysics を使用した。微細構造体は 4 つの花びら状の断面積を持つ高さ 100 μm の柱状であり、中心部分を結合させた形状 (モデル A) と中心部分に空間をいれた形状 (モデル B) を比較した。各柱は、上下左右に格子状に配列するように設計した。流体を窒素とし、流入口からの流入速度は 1m/s で流速解析を行った。また流速解析での流れにしたがって流入口からマーカー物質をモデル化した 500 個の粒子を流した。微細構造体の表面に 0.1 秒後の吸着した粒子数を調べることで濃縮の性能評価を行った。

【結果及び考察】図 1 にモデル A とモデル B における流速解析結果を示す。図 1 からモデル A よりもモデル B が構造体の周囲で流速が遅くなっている。またモデル A では見られなかった中心部分での流速がモデル B では確認できる。二つの形状において濃縮器内部で吸着した粒子数を比較したところモデル B がモデル A よりも 1.15 倍程度多いためモデル B の性能が良いことが分かった。これは微細構造体の中心部分にも粒子が吸着しているためだと考えられる。また柱の近傍では柱の表面に水平に流れが生じ、垂直方向への粒子の移動は拡散によるところがほとんどとなる。図 1 から分かるようにモデル A に比べモデル B では微細構造体の周囲での流速が遅くなっている



(a) Model A

(b) Model B

Fig. 1 Flow velocity analysis results by FEM for joined (Model A) and split (Model B) microstructures.

るため拡散の寄与が大きくなり粒子が柱表面へ拡散し吸着しているためだと考えられる。これらから花びら形状に空間を設けることにより濃縮器の性能が向上することを定量的に示すことができた。

[1] B. Alfeeli, M. Agah, IEEE Sensors Journal, vol. 11, no. 11, pp. 2756-2762, 2011.