

低表面張力液体を輸送・収集可能なフラクタル開放型流路

Fractal open microfluidic channels for transporting and collecting low surface tension liquids

東理大理¹, °瀬川裕翔¹, 甲斐洋行¹, 木下健太郎¹

Tokyo Univ. of Sci.¹, °Yusho Segawa¹, Hiroyuki Kai¹, Kentaro Kinoshita¹

Email: 1519068@ed.tus.ac.jp

【序論】マイクロ流路は液体をマイクロスケールで自在に混合，分流できるものとして，医学や化学での応用が期待されている。なかでも，基板表面の親水性と疎水性の濡れ性コントラストを用いた開放型流路はポンプが不要な液滴輸送機構という利点を有する。以前に筆者らは，酸化チタンとフルオロアクリルポリマーがコーティングされた超疎水性フィルムに超親水性の流路をフラクタル状に配置することで，表面に付着した微小な液滴を階層的に輸送し，効率的に収集可能な開放型流路を報告した^[1]。しかしながら従来の開放型流路は撥油性を持たなかったため，炭化水素などの低表面張力・低極性液体の収集は不可能であった。本研究では，親油性で微細な凹凸構造を有するシリコンナノフィラメント(SNF)の上に，低表面張力材料である 1H,1H,2H,2H-パーフルオロオクチルトリクロロシラン(PFOTS)^[2]を SNF が露出するよう選択的に表面修飾することで撥油性のパターニングを行い，低極性液体に適用可能なフラクタル開放型流路を実現した。

【実験】フォトリソグラフィを用いて Fig. 1(a)に示すフラクタル構造のパターンを作製した。作製フローを Fig. 1(b)に示す。まず，ガラス基板をトリクロロメチルシラン(TCMS)のトルエン溶液中に浸漬することで表面に SNF を形成し，親油性の凹凸面を得た。次に流路部分をレジストで被覆し，減圧条件下で PFOTS を気相反応させて撥油性を付与した。最後に剥離液を用いてレジストを除去し，親油性と撥油性の濡れ性コントラストを作製した。SNF による親油表面と SNF/PFOTS による撥油表面でのヘキサデカンの接触角を測定した。スプレーノズルを用いてヘキサデカンを 25 cm の高さから 300 ms 間 0.05 MPa の空気圧で基板全体に 8.5 μ L 噴霧して油滴の収集を観察した。

【結果】ヘキサデカンに対して，親油表面と撥油表面の接触角を評価したところ，それぞれ 0.6°と 116°であった。後者の値は平滑な PFOTS 上における接触角 61.2°に比べて大きいことから，下地 SNF の凹凸により PFOTS の撥油性が強調されたと考えられる。また，フラクタル構造を持つ開放型流路にヘキサデカンを噴霧すると，噴霧した油滴が効率的に中央に収集される様子が観察され(Fig. 1(c))，作製した開放型流路によって微小な低極性液滴の輸送および収集が可能であることが示された。

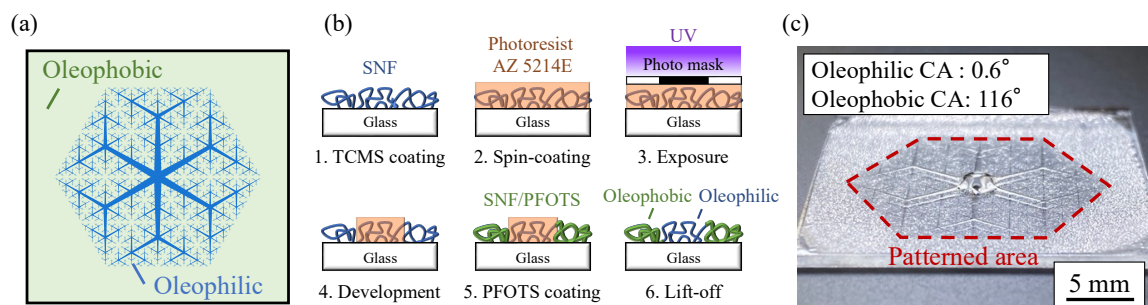


Fig. 1 (a) Structure of fractal open microfluidic channels. (b) Fabrication process of microfluidic channels.

(c) Photograph of the open microfluidic channels after spraying hexadecane

[1] Kai, H., Toyosato, R., & Nishizawa, M. RSC Adv. 8, 15985–15990 (2018).

[2] Zimmermann, J., Rabe, M., Artus, G. R. J., & Seeger, S. Soft Matter 4, 450–452 (2008).