

表面修飾されたマイクロチャンネルの流れ挙動

三ツ石方也 Sabiha Sultana 松井淳 宮下徳治
東北大学

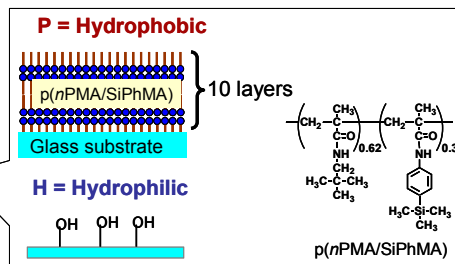
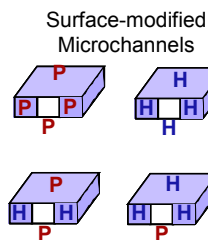
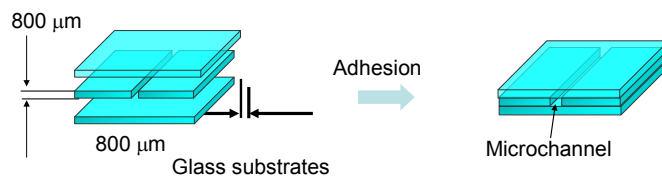
Langmuir-Blodgett 法により作製される高分子超薄膜を用いて、マイクロチャンネル表面を修飾した。水滴に対する接触角測定を行ったところ、使用した高分子超薄膜は疎水性を示した。表面修飾されていないマイクロチャンネル壁面は親水性を示すことを利用し、マイクロチャンネル内の表面濡れ性を選択的に制御することを試みた。親水・疎水のどちらかの表面濡れ性を有する4枚のガラス基板を作製した。マイクロチャンネル中を流れる水のメニスカスや流速は、マイクロチャンネル壁面間の表面濡れ性の状態に大きく影響された。このような挙動は、水とマイクロチャンネル壁面間の吸着エネルギーと相関があることが示唆された。

参考文献

S. Sultana, M. Mitsuishi, J. Matsui, and T. Miyashita, *Thin Solid Films*, **518**, 606–609 (2009).

Surface Modified Microchannel

■ Preparation of Microchannel



Observation of Flow Behavior in Microchannel

Motion Analyzing Microscope

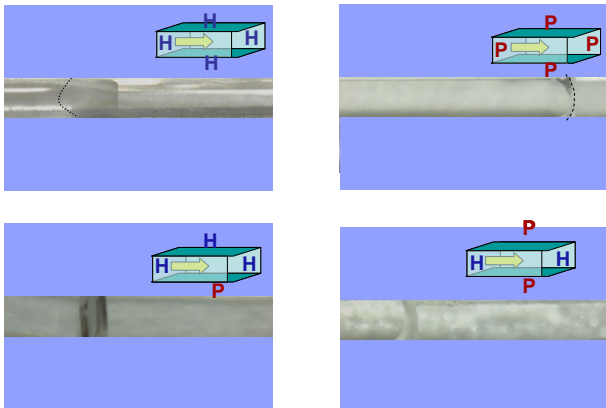
(30 – 24,000 fps)

Microsyringe pump
10 (μl/min)

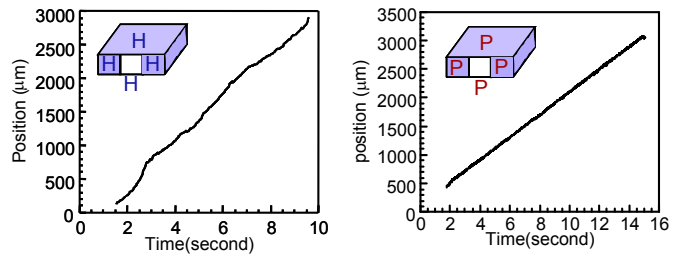


Microchannel chip

Different water front shape



Flow behavior in homogeneously coated microchannel



Flow rate= 323 μm/sec

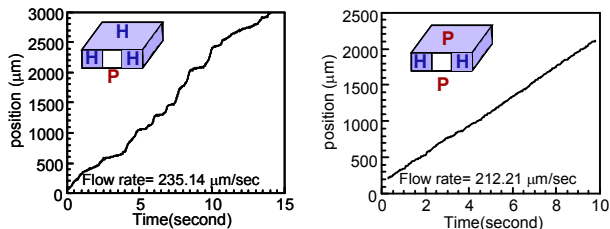
Flow rate= 201 μm/sec

All hydrophilic substrates in microchannel

All hydrophobic substrates in microchannel

Hydrophobic MC has lower flow rate than hydrophilic MC

Different microchannel flow rate



Reynolds Number(Re):

Reynolds number relates the ratio of inertial to viscous forces. Quantitatively, the Reynolds number is calculated as

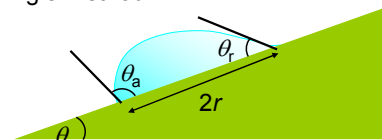
$$Re = av/\nu$$

Where v = velocity of the fluid
 a = characteristic distance of the system
 ν = kinematic viscosity of the fluid

Types of microchannel	Reynolds Number
4H walls	0.26
4P walls	0.16
3H1P walls	0.19
2H2P walls	0.17

Adhesion Energy

Sliding Angle Method



adhesion energy E_{ad}

$$E_{ad} = \frac{mgs \sin \theta}{2\pi r}$$

m : mass of water droplet
 g : gravity acceleration
 θ : sliding angle
 r : radius of water droplet

$p(nPMA/SiPhMA)$

$13.5 \pm 1.5 \text{ mJ/m}^2$

hydrophilic (bare glass)

$< 0.14 \text{ mJ/m}^2$

Conclusion

- The surface of microchannel was successfully modified with photoreactive polymer nanosheets.
- Water flow behavior strongly depends on wetting properties of microchannel walls and their combination.
- The surface wettability can be controlled not in macroscopically, but also in microscopic scale.