

2. PDMS Microchannel Fabrication

≡ 태그	
📅 날짜	

0. 목표

1. 이론

미세 유체 시스템

2. 실험 방법

3. 결과 및 고찰

4. 실험 과제

192293 탁민경

0. 목표

유체의 흐름을 Microscope로 관찰하면서 최적의 유속을 찾는다

1. 이론

미세 유체 시스템

- 소량의 시약을 사용, 반응시간의 단축
- 다양한 조건의 실험을 하나의 칩에서 한 번에 수행함으로써 high-throughput screening이 가능
- 연속흐름(continous-flow) 기반의 미세유체 시스템은 이런 현상을 이용해서 부분적 온도 제어, 세포실험을 위한 칩 내 시약의 농도 구배 등의 다양한 마이크로 환경을 조성
- 칩 내부에서 전단력(shear force) 등의 외부 힘으로 인해 형성된 액적은 매우 균일한 크기를 가지며, 그 크기는 넓은 범위에서 제어가 가능 (직경 1~100 μm)

PDMS, 폴리디메틸실록산

- 실리콘 오일(polymerized siloxane)의 한 종류

- 유기중합체 중 가장 널리 사용되는 물질로 녹아 흐르는 특성 즉, 유동적 특성이 특징
- 낮은 유리전이 온도, 상온에서 액체 상태, 교차 결합(열경화성)을 시키면 고체상태의 탄성체로 쉽게 변함

2. 실험 방법

(1) Replica mold를 disposable petri dish에 테이프를 이용하여 사면을 고정시킨다.

(2) Silicon tubing을 0.7cm로 inlet (입구)와 outlet (출구) 수만큼 잘라준다.

(3) Glue를 이용하여 (2)에서 자른 silicon tubing을 replica mold에 올려준다.

(Silicon tubing에 glue는 최대한 얇게 묻혀야 한다. Glue를 많이 묻히게 되면 채널로 glue가 들어가 유체가 흐르지 못할 수 있다.)

(4) PDMS와 curing agent의 중량비가 10:1이 되도록 저울로 측정한다.

(5) (4)를 최대한 기포가 생기지 않도록 한 방향으로 희석한다.

(6) Silicon tubing을 올린 replica mold에 있는 먼지를 질소 기체로 완전히 제거한다.

(7) 먼지를 제거한 replica mold에 (5)에서 curing agent를 희석한 PDMS를 부어준다.

(Silicon tubing에 PDMS가 들어가지 않도록 주의한다. 또한 PDMS를 붓는 과정에서 silicon tubing이 쓰러지지 않도록 주의하여 부어준다.)

(8) 수평계를 이용하여 disposable petri dish의 수평을 맞춘 후 진공 오븐에 넣어 진공을 잡아 PDMS에 있는 공기를 제거한다. (30분 정도 진행한다.)

(9) (8)을 마친 후 공기가 완전히 제거되면 65°C 에서 하룻밤 동안 경화시킨다.

(10) 경화된 PDMS를 채널 크기에 맞게 scalpel을 이용하여 자른다.

(Replica mold에 칼날이 닿지 않도록 주의한다. 칼날이 닿을 경우 replica mold가 깨지거나 채널에 손상이 갈 수 있

다.)

(11) 자른 PDMS 채널과 slide glass에 먼지가 없도록 테이프를 이용하여 제거한다.

(12) (11)에서 먼지를 제거한 채널과 slide glass를 부착하기 위하여 Plasma cleaner를 사용하여 plasma 처리를 한다.

(Plasma 처리는 300 mTorr 이하에서 1분 동안 진행된다.)

(PDMS 채널과 slide glass가 서로 맞닿을 면이 위를 보도록 하여 Plasma cleaner에 넣어준다.)

(13) Plasma 처리가 끝난 직후 PDMS 채널과 slide glass를 부착한다.

(더 강하게 부착하기 위해서는 120°C에서 30분 정도 열을 가해준다.)

(14) PTFE tubing을 자른 후 silicon tubing에 바닥 끝까지 넣어준다.

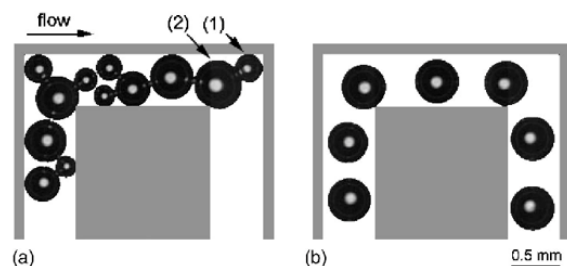
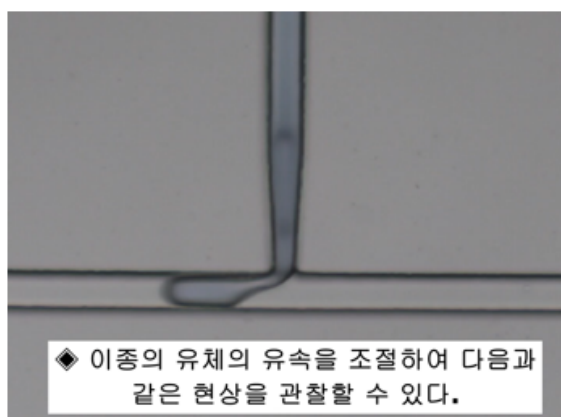
(PTFE tubing을 넣기 전에 silicon tubing에 남아있는 glue를 완전히 제거해주어야 한다.)

(15) PTFE tubing과 syringe를 연결한 후 syringe를 syringe pump에 고정한다.

(16) Syringe pump로 유속을 조절한 후 채널에 유체를 흘려보낸다.

(17) 유체의 흐름을 Microscope로 관찰하면서 최적의 유속을 찾는다

3. 결과 및 고찰



Droplet 형성을 위한 적정 유속

- mineral oil : 0.75ml/h

- water : 0.25ml/h

4. 실험 과제

Q1. 액적은 계면장력 (Interfacial tension)에 의해 형성된 것이다. 여기서 계면장력이 무엇인지 조사하고, 이해한 바를 기술하시오.

액적은 계면장력에 의해 형성됩니다. 계면장력은 액체-기체 또는 액체-액체 경계면에서 작용하는 힘입니다.

액적을 형성하는 경우, 예를 들어 물방울이 유리 표면 위에 떨어지는 경우를 생각해보겠습니다. 물방울의 표면에 있는 물 분자들은 서로에게 분자력을 행사하고, 표면에 있는 분자들은 내부로 향하는 분자력을 경험합니다. 이로 인해 물 분자들은 액체 내부로 모이려고 하는 경향이 있습니다. 그러나 유리 표면과의 상호작용도 발생합니다.

유리 표면과의 상호작용에서는 유리와 물 분자 사이에 계면장력이 작용합니다. 이 계면장력은 유리 표면과 물 분자 사이의 분자 간 인력에 의해 유발됩니다. 계면장력은 액체 표면을 수축시키는 힘이므로, 물 분자들은 계면을 최소화하려는 경향을 가집니다. 이러한 계면 장력의 영향으로 물 분자들은 둥근 모양의 물방울을 형성하게 됩니다. 둥근 모양은 액체의 표면을 최소화하고 계면장력을 최소한으로 유지하는 모양입니다.

따라서, 액적은 액체의 계면과 계면장력에 의해 형성되며, 액체 분자들이 계면 장력을 최소화하려고 하는 경향을 가지게 됩니다.

Q2. 미세유체 시스템 (Microfluidic system)의 장점과 실험 의의를 기술하시오.

미세유체 시스템은 작은 규모의 유체를 조작하고 조절하는 기술로, 최근에는 다양한 분야에서 널리 사용되고 있습니다. 이 시스템의 주요 장점과 실험 의의는 다음과 같습니다:

1. 작은 시료 및 시약 소모: 미세유체 시스템은 작은 체적의 시료와 시약만 필요로 하므로 비용과 시간을 절약할 수 있습니다. 이는 비용 효율성을 향상시키고 희귀 물질이나 제한된 시료량을 다루는 데 유리합니다.
2. 높은 해상도와 빠른 반응 속도: 미세유체 시스템은 작은 규모의 유체를 다루므로 높은 해상도와 빠른 반응 속도를 제공합니다. 이는 시간 및 공간적으로 정확한 실험을 가능하게 하며, 작은 시간 스케일의 현상을 연구하는 데 적합합니다.
3. 미세 유동 특성 이용: 작은 규모의 유체 시스템에서는 유동 특성이 큰 영향을 미치며, 정확한 유체 동작을 제어할 수 있습니다. 이를 통해 혼합, 분리, 주입, 분배 등 다양한 작업을 수행할 수 있으며, 효율적인 반응 및 분석을 가능하게 합니다.
4. 통합 및 자동화: 미세유체 시스템은 여러 기능을 단일 장치로 통합할 수 있어 실험의 복잡성을 줄이고 자동화를 실현할 수 있습니다. 이는 실험의 재현성과 일관성을 향상시키며, 병렬 실험을 통해 고속 스크리닝이나 다중 샘플 처리 등을 가능하게 합니다.

5. 새로운 현상 및 응용의 탐색: 작은 규모에서 일어나는 현상은 대부분 큰 규모에서는 관찰되지 않는 경우가 많습니다. 미세유체 시스템은 작은 규모에서 새로운 현상을 탐색하고 이를 기반으로 혁신적인 응용을 개발하는 데 도움을 줍니다. 이는 화학, 생물학, 의학, 환경 과학 등 다양한 분야에서의 연구와 응용에 큰 잠재력을 제공합니다.

따라서, 미세유체 시스템은 작은 규모의 유체 조작과 실험을 가능하게 하며, 이를 통해 비용 효율성, 정확성, 효율성, 자동화 등의 장점을 제공하며 새로운 현상의 탐색과 혁신적인 응용 분야에 기여합니다.