



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0034242
(43) 공개일자 2014년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01F 13/00 (2006.01) B01F 3/08 (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7033676
(22) 출원일자(국제) 2012년05월22일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년12월18일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/038957
(87) 국제공개번호 WO 2012/162296
국제공개일자 2012년11월29일
(30) 우선권주장
61/489,211 2011년05월23일 미국(US)

(71) 출원인
프레지던트 앤드 펠로우즈 오브 하바드 칼리지
미합중국, 메사추세츠 02138, 캠퍼리지, 퀸시스트리트17
바스프 에스이
독일 데-67056 루트빅샤펜
(72) 발명자
로템, 아사프
미국 02138 매사추세츠주 캠퍼릿지 캠퍼릿지 스트리트 1663
웨이츠, 데이빗 에이.
미국 01740 매사추세츠주 볼톤 그린 로드 213
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
위혜숙, 양영준

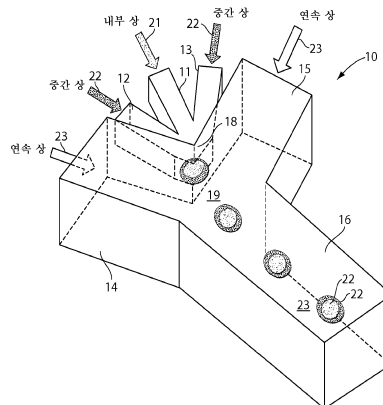
전체 청구항 수 : 총 45 항

(54) 발명의 명칭 **다중 에멀전을 포함하는 에멀전의 제어**

(57) 요약

본 발명은 일반적으로 에멀전에 관한 것이며, 보다 특히 이중 및 다른 다중 에멀전에 관한 것이다. 본 발명의 특정 측면은 일반적으로 마이크로유체 채널들의 공통 접합부에서의 이중 에멀전 및 다른 다중 에멀전의 생성에 관한 것이다. 일부 경우에, 공통 접합부에서의 마이크로유체 채널들은 실질적으로 동일한 소수성을 가질 수 있다. 한 세트의 실시양태에서, 장치는 6개 이상의 채널 (11, 12, 13, 14, 15, 16)의 공통 접합부를 포함할 수 있으며, 여기서 제1 유체 (21)는 하나의 채널 (11)을 통해 유동하고, 제2 유체 (22)는 2개의 채널 (12, 13)을 통해 유동하고, 제3 또는 운반 유체 (23)는 2개 이상의 채널 (14, 15)을 통해 유동하여, 운반 유체에 의해 수용된 제2 유체의 제2 액적 내에 수용된 제1 유체의 제1 액적의 이중 에멀전이 공통 접합부로부터 제6 채널 (16)을 통해 유출되게 한다. 본 발명의 다른 측면은 일반적으로 그러한 시스템의 제조 및 사용 방법, 그러한 시스템을 포함하는 키트, 그러한 시스템을 사용하여 생성된 에멀전 등에 관한 것이다.

대표도 - 도1b



(72) 발명자

어베이트, 아담 알.

미국 94114 캘리포니아주 샌프란시스코 아파트먼트
에이 카스트로 스트리트 297

홀체, 크리스티안

독일 테-60325 프랑크푸르트 바티나플라츠 4

특허청구의 범위

청구항 1

유체 소통되는 적어도 제1, 제2 및 제3 마이크로유체 채널을 포함하는 마이크로유체 채널들의 제1 집합부를 포함하며,

제1 집합부는 유체 소통되는 적어도 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널을 포함하는 마이크로유체 채널들의 제2 집합부와 계면에서 유체 소통되며,

제1, 제2 및 제3 마이크로유체 채널 각각은 제1 집합부에서 각각의 단면적을 갖고, 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널 각각은 제2 집합부에서 각각의 단면적을 가지며,

여기서 계면은 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널의 최소 단면적보다 더 작은 단면적을 갖는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 제6 마이크로유체 채널이 중심축을 한정하고, 계면이 실질적으로 제6 마이크로유체 채널의 중심축 상에 있는 중심점을 갖는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 제1 마이크로유체 채널이 제1 중심축을 한정하고, 제6 마이크로유체 채널이 제6 중심축을 한정하며, 여기서 제1 중심축과 제6 중심축은 실질적으로 평행한 것인 마이크로유체 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 제1 및 제6 마이크로유체 채널의 중심축이 실질적으로 동일선상에 있는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 제1, 제2 및 제3 단면적의 단면적이 각각 제4, 제5 및 제6 채널의 최소 단면적보다 더 작은 것인 마이크로유체 장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 채널의 단면적이 제2 및 제3 채널의 최소 단면적보다 더 작은 것인 마이크로유체 장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 채널, 제2 채널 및 제3 채널의 단면적이 모두 실질적으로 동일한 것인 마이크로유체 장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 채널의 단면적이 제3 채널의 단면적과 실질적으로 동일한 것인 마이크로유체 장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 제4 채널의 단면적이 제5 채널의 단면적과 실질적으로 동일한 것인 마이크로유체 장치.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 제1, 제2 및 제3 마이크로유체 채널의 단면적의 평균이 제4, 제5 및

제6 마이크로유체 채널의 단면적의 평균의 약 80% 미만인 마이크로유체 장치.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 제1, 제2 및 제3 마이크로유체 채널의 단면적의 평균이 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널의 단면적의 평균의 약 50% 미만인 마이크로유체 장치.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 계면의 면적이 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널의 평균 단면적의 80% 미만인 마이크로유체 장치.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 계면의 면적이 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널의 평균 단면적의 50% 미만인 마이크로유체 장치.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 제1, 제2 및 제3 마이크로유체 채널의 평균 높이가 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널의 평균 높이의 80% 미만인 마이크로유체 장치.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 제1, 제2 및 제3 마이크로유체 채널의 평균 폭이 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널의 평균 폭의 80% 미만인 마이크로유체 장치.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 채널이 제1 채널과 90° 미만의 각도로 교차하는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제3 채널이 제1 채널과 90° 미만의 각도로 교차하는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 채널이 제1 채널과 90° 초과와 각도로 교차하는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 19

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 제3 채널이 제1 채널과 90° 초과와 각도로 교차하는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 20

제1항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 채널과 제1 채널의 각도, 및 제3 채널과 제1 채널의 각도가 실질적으로 동일한 것인 마이크로유체 장치.

청구항 21

제1항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 제4 채널이 제1 채널과 90° 미만의 각도로 교차하는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 22

제1항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서, 제5 채널이 제1 채널과 90° 미만의 각도로 교차하는 것인 마이크로유체 장치.

로유체 장치.

청구항 23

제1항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서, 제4 채널이 제1 채널과 90° 초과와 각도로 교차하는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 24

제1항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서, 제5 채널이 제1 채널과 90° 초과와 각도로 교차하는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 25

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 제4 채널과 제1 채널의 각도, 및 제5 채널과 제1 채널의 각도가 실질적으로 동일한 것인 마이크로유체 장치.

청구항 26

제1항 내지 제25항 중 어느 한 항에 있어서, 제4 채널과 제1 채널의 각도가 제2 채널과 제1 채널의 각도보다 더 큰 것인 마이크로유체 장치.

청구항 27

제1항 내지 제26항 중 어느 한 항에 있어서, 계면으로부터 제2 채널까지 점진적인 치수 변화가 있도록 제2 접합부 내에서 계면에 인접하여 위치된 차단부(blocking portion)를 추가로 포함하는 마이크로유체 장치.

청구항 28

유체 소통되는 적어도 제1, 제2, 제3, 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널을 포함하는 마이크로유체 채널들의 접합부를 포함하며,

제1, 제2, 제3, 제4, 제5 및 제6 채널 각각은 접합부에서 단면적을 가지며,

여기서 제2 및 제3 단면적은 실질적으로 동일하고, 제4 및 제5 단면적은 실질적으로 동일하고, 접합부에서의 제1, 제2 및 제3 채널의 단면적은 각각 접합부에서의 제4, 제5 및 제6 채널의 최소 단면적보다 더 작은 것인 마이크로유체 장치.

청구항 29

제28항에 있어서, 제1, 제2, 제3, 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널 중 적어도 하나가 직사각형 단면을 갖는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 30

제28항 또는 제29항에 있어서, 용품이 폴리(디메틸실록산)를 포함하는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 31

제28항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서, 접합부에서의 제1, 제2, 제3, 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널 각각이 실질적으로 동일한 친수성을 갖는 것인 마이크로유체 장치.

청구항 32

제28항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 채널의 단면적이 제2 및 제3 채널의 최소 단면적보다 더 작은 것인 마이크로유체 장치.

청구항 33

제28항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 채널, 제2 채널 및 제3 채널의 단면적이 모두 실질적으로 동일한 것인 마이크로유체 장치.

청구항 34

제28항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 채널의 단면적이 제3 채널의 단면적과 실질적으로 동일한 것인 마이크로유체 장치.

청구항 35

제28항 내지 제34항 중 어느 한 항에 있어서, 제4 채널의 단면적이 제5 채널의 단면적과 실질적으로 동일한 것인 마이크로유체 장치.

청구항 36

제1 유체 및 제2 유체를 마이크로유체 채널들의 제1 접합부와 마이크로유체 채널들의 제2 접합부 사이의 계면을 통해 제3 유체 내로 동시에 지나가게 하면서 제1 유체를 제2 유체로 둘러싸고 제3 유체가 제1 유체 및 제2 유체를 둘러싸게 하여 제3 유체 내에 수용된 제2 유체의 액적에 의해 둘러싸인 제1 유체의 액적을 포함하는 이중 에멀전 액적을 생성하는 것을 포함하는 이중 에멀전의 생성 방법.

청구항 37

제36항에 있어서, 제1 유체 및 제2 유체가 실질적으로 불혼화성인 방법.

청구항 38

제36항 또는 제37항에 있어서, 제2 유체 및 제3 유체가 실질적으로 불혼화성인 방법.

청구항 39

제36항 내지 제38항 중 어느 한 항에 있어서, 이중 에멀전 액적이 약 5 부피% 이하의 제2 유체 및 약 95 부피% 이상의 제1 유체를 포함하는 것인 방법.

청구항 40

제36항 내지 제39항 중 어느 한 항에 있어서, 이중 에멀전 액적이 약 10 부피% 이하의 제2 유체 및 약 90 부피% 이상의 제1 유체를 포함하는 것인 방법.

청구항 41

제36항 내지 제40항 중 어느 한 항에 있어서, 이중 에멀전 액적이 약 20 부피% 이하의 제2 유체 및 약 80 부피% 이상의 제1 유체를 포함하는 것인 방법.

청구항 42

제36항 내지 제41항 중 어느 한 항에 있어서, 이중 에멀전 액적이 약 30 부피% 이하의 제2 유체 및 약 70 부피% 이상의 제1 유체를 포함하는 것인 방법.

청구항 43

제36항 내지 제42항 중 어느 한 항에 있어서, 다수의 이중 에멀전 액적을 생성하는 것을 포함하며, 각각의 액적은 제3 유체 내에 수용된 제2 유체의 액적에 의해 둘러싸인 제1 유체의 액적을 포함하는 것인 방법.

청구항 44

제43항에 있어서, 생성된 액적의 약 95% 이상이 이중 에멀전 액적이 되도록 다수의 이중 에멀전 액적을 생성하는 것을 포함하는 방법.

청구항 45

마이크로유체 채널들의 공통 접합부에서 이중 에멀전을 생성하는 것을 포함하며, 여기서 공통 접합부에서의 마이크로유체 채널들 각각은 실질적으로 동일한 소수성을 갖는 것인 이중 에멀전의 생성 방법.

명세서

기술분야

- [0001] 관련 출원
- [0002] 본 출원은 로템 등(Rotem, *et al.*)에 의해 2011년 5월 23일자로 출원된, 발명의 명칭이 "다중 에멀전을 포함하는 에멀전의 제어 (Control of Emulsions, Including Multiple Emulsions)"인 미국 가특허 출원 일련 번호 61/489,211의 이득을 주장하며, 이는 본원에 참고로 포함된다.
- [0003] 본 발명은 일반적으로 에멀전에 관한 것이며, 보다 특히 이중 및 다른 다중 에멀전에 관한 것이다.

배경기술

- [0004] 에멀전은 제1 유체가, 전형적으로 제1 유체와 불혼화성인 제2 유체 중에 분산될 때 존재하는 유체 상태이다. 통상적인 에멀전의 예는 수중유 및 유중수 에멀전이다. 다중 에멀전은 2개 초과 유체, 또는 전형적인 2-유체 에멀전보다 더 복잡한 방식으로 배열된 2개 이상의 유체로 형성되는 에멀전이다. 예를 들어, 다중 에멀전은 유중수중유 ("o/w/o"), 또는 수중유중수 ("w/o/w")일 수 있다. 다중 에멀전은 제약 전달, 페인트, 잉크 및 코팅, 식품 및 음료, 화학 분리, 및 건강 및 미용 보조제와 같은 분야에서 현재의 응용 및 잠재적인 응용으로 인해 특별한 관심 대상이 된다.
- [0005] 전형적으로, 또 다른 액적 내부의 액적의 다중 에멀전은 유화 공정 동안 형성된 액적의 크기를 감소시키기 위해 혼합을 통한 유화 또는 전단력의 적용에 의한 것과 같은 2-스테이지 유화 기술을 사용하여 제조된다. 예를 들어, 다공성 유리 막(membrane)을 사용하는 막 유화 기술과 같은 다른 방법이 또한 수중유중수 에멀전을 생성하는 데 사용되어 왔다. 두 단계 이상을 포함하는 절차를 사용하여 액적 내부의 액적을 생성하기 위해 마이크로 유체 기술이 또한 사용되어 왔다. 예를 들어, 2004년 10월 28일에 WO 2004/091763으로 공개된, 링크 등(Link, *et al.*)에 의해 2004년 4월 9일자로 출원된, 발명의 명칭이 "유체 종의 형성 및 제어 (Formation and Control of Fluidic Species)"인 국제 특허 출원 번호 PCT/US2004/010903; 또는 2004년 1월 8일에 WO 2004/002627로 공개된, 스톤 등(Stone, *et al.*)에 의해 2003년 6월 30일자로 출원된, 발명의 명칭이 "유체 분산을 위한 방법 및 장치 (Method and Apparatus for Fluid Dispersion)"인 국제 특허 출원 번호 PCT/US03/20542를 참조하며, 이들 각각은 본원에 참고로 포함된다.

발명의 내용

- [0006] 본 발명은 일반적으로 에멀전에 관한 것이며, 보다 특히 이중 및 다른 다중 에멀전에 관한 것이다. 본 발명의 요지는 일부 경우에 상호관련된 생성물, 특정 문제에 대한 대안적인 해결책, 및/또는 하나 이상의 시스템 및/또는 용품의 다수의 상이한 용도를 포함한다.
- [0007] 한 측면에서, 본 발명은 일반적으로 마이크로유체 장치에 관한 것이다. 한 세트의 실시양태에서, 마이크로유체 장치는 유체 소통되는 적어도 제1, 제2 및 제3 마이크로유체 채널을 포함하는 마이크로유체 채널들의 제1 접합부를 포함한다. 제1 접합부는 유체 소통되는 적어도 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널을 포함하는 마이크로유체 채널들의 제2 접합부와 계면에서 유체 소통될 수 있다. 일부 경우에, 제1, 제2 및 제3 마이크로유체 채널 각각은 제1 접합부에서 각각의 단면적을 갖고, 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널 각각은 제2 접합부에서 각각의 단면적을 가지며, 여기서 계면은 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널의 최소 단면적보다 더 작은 단면적을 갖는다.
- [0008] 또 다른 세트의 실시양태에서, 마이크로유체 장치는 유체 소통되는 적어도 제1, 제2, 제3, 제4, 제5 및 제6 마이크로유체 채널을 포함하는 마이크로유체 채널들의 접합부를 포함한다. 일부 실시양태에서, 제1, 제2, 제3, 제4, 제5 및 제6 채널 각각은 접합부에서 단면적을 가지며, 여기서 제2 및 제3 단면적은 실질적으로 동일하고, 제4 및 제5 단면적은 실질적으로 동일하고, 접합부에서의 제1, 제2 및 제3 채널의 단면적은 각각 접합부에서의 제4, 제5 및 제6 채널의 최소 단면적보다 더 작다.
- [0009] 또 다른 측면에서, 본 발명은 일반적으로 이중 또는 다른 다중 에멀전의 생성 방법에 관한 것이다. 한 세트의 실시양태에 따르면, 본 방법은 제1 유체 및 제2 유체를 마이크로유체 채널들의 제1 접합부와 마이크로유체 채널들의 제2 접합부 사이의 계면을 통해 제3 유체 내로 동시에 지나가게 하면서 제1 유체를 제2 유체로 둘러싸고 제3 유체가 제1 유체 및 제2 유체를 둘러싸게 하여 제3 유체 내에 수용된 제2 유체의 액적에 의해 둘러싸인 제1 유체의 액적을 포함하는 이중 에멀전 액적을 생성하는 작동을 포함한다.
- [0010] 또 다른 세트의 실시양태에서, 본 방법은 마이크로유체 채널들의 공통 접합부에서 이중 에멀전을 생성하는 작동

을 포함하며, 여기서 공통 접합부에서의 마이크로유체 채널들 각각은 실질적으로 동일한 소수성을 갖는다.

[0011] 또 다른 측면에서, 본 발명은 본원에 기재된 하나 이상의 실시양태의 제조 방법, 예를 들어 이중 및 다른 다중 에멀전을 생성하기 위한 장치의 제조 방법을 포함한다. 또 다른 측면에서, 본 발명은 본원에 기재된 하나 이상의 실시양태의 사용 방법, 예를 들어 이중 및 다른 다중 에멀전을 생성하기 위한 장치의 사용 방법을 포함한다.

[0012] 첨부된 도면과 함께 고려될 때 본 발명의 다양한 비제한적인 실시양태에 대한 하기의 상세한 설명으로부터 본 발명의 다른 이점 및 신규한 특징이 명백해질 것이다. 본원과 참고로 포함된 문헌이 상충되고/되거나 일치하지 않는 개시내용을 포함하는 경우에, 본원이 좌우할 것이다. 참고로 포함된 둘 이상의 문헌이 서로에 대해 상충되고/되거나 일치하지 않는 개시내용을 포함하는 경우에는, 발효일이 더 나중인 문헌이 좌우할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0013] 첨부된 도면과 관련하여 예로서 본 발명의 비제한적인 실시양태가 설명될 것이며, 이들 도면은 개략적이며 축적대로 그리고자 한 것은 아니다. 도면에서, 예시된 각각의 동일하거나 거의 동일한 구성요소는 전형적으로 단일 부호로 표시된다. 명확함을 목적으로, 모든 각각의 구성요소가 모든 각각의 도면에 표시되어 있지는 않거나, 또는 당업자가 본 발명을 이해하는 데 예시가 반드시 필요하지는 않는 아닌 경우에는 본 발명의 각각의 실시양태의 모든 각각의 구성요소가 도시되어 있지는 않다. 도면에서:

도 1a 및 도 1b는 본 발명의 특정 실시양태에 따른 다양한 채널 구성을 예시한다.

도 2a 내지 도 2e는 본 발명의 또 다른 실시양태에서의 장치 내의 층들의 정렬을 예시한다.

도 3a 내지 도 3e는 본 발명의 특정 실시양태에서의 이중 에멀전의 생성을 예시한다.

도 4는 본 발명의 또 다른 실시양태에 따른 마이크로유체 장치를 예시한다.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시양태에서의 마이크로유체 장치를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 일반적으로 에멀전에 관한 것이며, 보다 특히 이중 및 다른 다중 에멀전에 관한 것이다. 본 발명의 특정 측면은 일반적으로 마이크로유체 채널들의 공통 접합부에서의 이중 에멀전 및 다른 다중 에멀전의 생성에 관한 것이다. 일부 경우에, 공통 접합부에서의 마이크로유체 채널들은 실질적으로 동일한 소수성을 가질 수 있다. 한 세트의 실시양태에서, 장치는 6개 이상의 채널의 공통 접합부를 포함할 수 있으며, 여기서 제1 유체는 하나의 채널을 통해 유동하고, 제2 유체는 2개의 채널을 통해 유동하고, 제3 또는 운반 유체(carrying fluid)는 2개 이상의 채널을 통해 유동하여, 운반 유체에 의해 수용된 제2 유체의 제2 액적 내에 수용된 제1 유체의 제1 액적의 이중 에멀전이 공통 접합부로부터 제6 채널을 통해 유출되게 한다. 본 발명의 다른 측면은 일반적으로 그러한 시스템의 제조 및 사용 방법, 그러한 시스템을 포함하는 키트, 그러한 시스템을 사용하여 생성된 에멀전 등에 관한 것이다.

[0015] 본 발명의 한 측면은 일반적으로 마이크로유체 채널들의 공통 접합부에서 이중 에멀전 및 다른 다중 에멀전을 생성하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 비제한적인 한 예로 마이크로유체 시스템 (10)이 도 1a에 예시되어 있다. 이 예에서, 마이크로유체 시스템 (10)은 제1 채널 (11), 제2 채널 (12), 제3 채널 (13), 제4 채널 (14), 제5 채널 (15), 및 제6 채널 (16)을 포함한다. 제1 채널 (11), 제2 채널 (12), 및 제3 채널 (13)은 제1 접합부 (18)에서 만난다. 제2 채널 (12) 및 제3 채널 (13)은 제1 채널 (11)과 임의의 적합한 각도로 만날 수 있다. 예를 들어, 제2 채널 (12) 및 제3 채널 (13)은 상대적으로 날카롭거나 상대적으로 얇은 각도로 있을 수 있거나, 또는 이들은 심지어는 서로로부터 180° 로 있을 수 있다. 제2 채널 (12) 및 제3 채널 (13)은, 예를 들어 90° 미만 또는 90° 초과각도로 제1 채널 (11)과 만날 수 있다. 게다가, 제2 채널 (12) 및 제3 채널 (13)은 제1 채널 (11)에 대해 동일한 또는 상이한 각도로 있을 수 있으며, 즉 제2 채널 (12) 및 제3 채널 (13)은 제1 채널 (11)에 대해 대칭적으로 또는 비대칭적으로 배열될 수 있다. 더욱이, 하기에 논의된 바와 같이, 다른 실시양태에서, 채널의 다른 번호가 존재할 수 있다.

[0016] 또한, 도 1a에는 제4 채널 (14), 제5 채널 (15), 및 제6 채널 (16)이 도시되어 있으며, 이들은 제2 접합부 (19)에서 만난다. 위에서와 마찬가지로, 제4 채널 (14) 및 제5 채널 (15)은 제6 채널 (16)과 임의의 적합한 각도로 만날 수 있다. 예를 들어, 제4 채널 (14) 및 제5 채널 (15)은 상대적으로 날카롭거나 상대적으로 얇은 각도로 있을 수 있거나, 또는 이들은 심지어는 서로로부터 180° 로 있을 수 있다. 제4 채널 (14) 및 제5 채널 (15)은, 예를 들어 90° 미만 또는 90° 초과각도로 제1 채널 (11)과 만날 수 있다. 게다가, 제4 채널 (14)

및 제5 채널 (15)은 제6 채널 (16)에 대해 동일한 또는 상이한 각도로 있을 수 있으며, 즉 제4 채널 (14) 및 제5 채널 (15)은 제6 채널 (16)에 대해 대칭적으로 또는 비대칭적으로 배열될 수 있다. 다른 실시양태에서, 채널의 다른 번호가 존재할 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 제1 채널 (11) 및 제6 채널 (16)은 서로 실질적으로 동일선상에 있도록 위치되며, 즉 제1 채널 (11)에 의해 한정된 중심축 및 제6 채널 (16)에 의해 한정된 중심축은 본질적으로 동일선상에 놓이게 된다. 그러나 다른 실시양태에서, 제1 채널 (11) 및 제6 채널 (16)은 동일선상에 있을 필요가 없다.

[0017] 이제, 도 1b를 참고하여 제1 접합부 (18)와 제2 접합부 (19)의 교차부(intersection)에 대해 논의한다. 이 도면에서 알 수 있는 바와 같이, 제1 접합부 (18)와 제2 접합부 (19)는 계면 (20)을 통해 유체 소통된다. 이 도면에서, 계면 (20)은 제1 채널 (11)과 실질적으로 동일한 단면적을 갖지만, 제6 채널 (16)의 단면적보다는 더 작으며, 그렇더라도 다른 실시양태에서, 계면 (20)은 제1 채널 (11)의 단면적보다 더 작거나 더 클 수 있다. 게다가, 계면 (20)은 도 1b에 도시된 바와 같이 정사각형 또는 직사각형일 수 있거나, 또는 본원에 기재된 것들과 같은 다른 형상을 가질 수 있다. 계면 (20)은 제6 채널 (16)에 대해 실질적으로 중심에 있도록 위치되며, 예를 들어 계면 (20)의 중심점 또는 기하학적 중심점(geometric median)은 제6 채널 (16)에 의해 한정된 축상에 실질적으로 위치된다.

[0018] 이 시스템에서는, 다양한 유체가 제1 채널 (11), 제2 채널 (12), 제3 채널 (13), 제4 채널 (14), 및 제5 채널 (15)을 통해 유입되고, 제6 채널 (16)을 통해 유출된다. 제1 접합부 (18)로 유입되는 유체는 계면 (20)을 통해 제2 접합부 (19) 내로 지나간다. 따라서, 제1 접합부 (18)와 제2 접합부 (19)는 서로 유체 소통되며, 이들은 제1 채널 (11), 제2 채널 (12), 제3 채널 (13), 제4 채널 (14), 제5 채널 (15), 및 제6 채널 (16)의 더 큰 교차부의 일부인 것으로 여겨질 수 있다.

[0019] 이제, 도 1b를 참고하여 마이크로유체 시스템 (10)의 용도의 한 예를 설명한다. 제1 (내부) 유체 (21)는 제1 채널 (11)을 통해 유입되지만, 제2 (외부) 유체 (22)는 제2 채널 (12) 및 제3 채널 (13)을 통해 유입된다. 제1 유체와 제2 유체는 혼합성 또는 불혼화성일 수 있다. 제1 접합부 (18)에서는, 제1 유체 및 제2 유체가 계면 (20)을 통해 제2 접합부 (19) 내로 지나감에 따라 제2 유체가 제1 유체를 실질적에 의해 둘러싼다. 제3 (운반) 유체 (23)가 또한 제4 채널 (14) 및 제5 채널 (15)을 통해 제2 접합부 (19)로 유입된다. 제2 접합부 (19)로 유입시에, 제3 유체는 제1 유체를 둘러싸는 제2 유체를 둘러싼다. 이어서, 계면 (20)을 통해 제2 접합부 (19)로 유입되는 제1 유체 및 제2 유체는 핀치 오프(pinch off)되어 제3 유체 내에 수용된 단리된 액적을 형성하며, 그 결과로써 운반 유체 (23) 내에 수용된 제2 유체 (22)의 액적 내에 수용된 제1 유체 (21)의 이중 에멀전 액적 (25)을 형성하며, 이는 제6 채널 (16)을 통해 이 접합부를 빠져나온다.

[0020] 따라서, 본 발명의 다양한 측면은 일반적으로 (예를 들어, 상기에 기재된 바와 같이, 서로 유체 소통되거나 인접한 둘 이상의 부분들을 포함할 수 있는) 마이크로유체 채널들의 공통 접합부에서 이중 에멀전 및 다른 다중 에멀전을 생성하는 시스템 및 방법에 관한 것이다. 본원에 사용되는 "다중 에멀전"은 하나 이상의 더 작은 액적을 안에 수용하는 더 큰 액적을 기술한다. 이중 에멀전에서, 더 큰 액적은 다시 또 다른 유체 내에 수용될 수 있으며, 이는 더 작은 액적 내의 유체와 동일하거나 상이할 수 있다. 특정 실시양태에서, 다중 에멀전 내의 더 큰 정도의 네스팅(nesting)이 가능하다. 예를 들어, 에멀전은 더 작은 액적을 안에 수용하는 액적을 수용할 수 있으며, 여기서 더 작은 액적 중 적어도 일부는 훨씬 더 작은 액적을 그 안에 수용하는 등이다. 다중 에멀전은 제약 작용제, 세포, 화학물질 등과 같은 종을 캡슐화하는 데 유용할 수 있다. 하기에 기재된 바와 같이, 특정 실시양태에서 다중 에멀전은 대체로 정확한 재현성을 갖고서 형성될 수 있다.

[0021] 에멀전 또는 다중 에멀전이 유용한 것으로 입증될 수 있는 분야에는, 예를 들어 식품, 음료, 건강 및 미용 보조제, 페인트 및 코팅, 및 약물 및 약물 전달 장치가 포함된다. 예를 들어, 정확한 양의 약물, 제약, 또는 다른 작용제가 에멀전 내에 수용될 수 있거나, 또는 일부 경우에, 세포가 액적 내에 수용될 수 있으며, 그 세포는 저장 및/또는 전달될 수 있다. 저장 및/또는 전달될 수 있는 다른 종에는, 예를 들어 생화학적 종, 예컨대 핵산(예: siRNA, RNAi 및 DNA), 단백질, 펩티드, 또는 효소 등이 포함된다. 본 발명의 에멀전 내에 포함될 수 있는 추가의 종에는 나노입자, 양자 도트, 방향제, 단백질, 지시물질, 염료, 형광 종, 화학물질, 약물 등이 포함되지만 이로 한정되는 것은 아니다. 에멀전은 또한 특정 경우, 예컨대 화학 반응을 제어하기 위한 경우, 또는 시험 관내 전사 및 번역을 위한 경우, 예를 들어 방향적 진화(directed evolution) 기술을 위한 경우에 반응 용기로서의 역할을 할 수 있다.

[0022] 본 발명의 한 세트의 실시양태에서, 이중 에멀전을 생성하는데, 즉 운반 유체가 제2 유체 액적을 수용하며, 제2 유체 액적은 다시 제1 유체 액적을 그 안에 수용한다. 일부 경우에, 운반 유체 및 제1 유체는 동일할 수 있다.

이들 유체는 소수성의 차이로 인해 다양한 혼화성을 가질 수 있다. 예를 들어, 제1 유체는 수용성일 수 있으며, 제2 유체는 유용성일 수 있으며, 운반 유체는 수용성일 수 있다. 이러한 배열은 흔히 w/o/w 다중 에멀전 ("물/오일/물")으로 지칭된다. 또 다른 이중 에멀전은 유용성인 제1 유체, 수용성인 제2 유체, 및 유용성인 운반 유체를 포함할 수 있다. 이러한 유형의 이중 에멀전은 흔히 o/w/o 이중 에멀전 ("오일/물/오일")으로 지칭된다. 상기 용어에서의 용어 "오일"은 당업계에 알려진 바와 같이, 단지 일반적으로 더 소수성이고 물 중에서 불혼화성인 유체를 말한다는 것을 유의해야 한다. 따라서, 오일은 일부 실시양태에서는 탄화수소일 수 있지만, 다른 실시양태에서, 오일은 다른 소수성 유체를 포함할 수 있다. 또한, 물은 순수할 필요가 없다는 것이 이해되어야 하며; 이는 수용액, 예를 들어 완충 용액, 용해된 염을 함유하는 용액 등일 수 있다.

[0023] 본원에 사용되는 바와 같이, 보다 구체적으로는, 2개의 유체는 에멀전이 생성되는 온도에서 그리고 조건 하에서 하나가 다른 하나에 10 중량% 이상의 수준으로 용해되지 않을 때 서로 불혼화성이다. 예를 들어, 2개의 유체는 유체 액적의 형성의 시간 프레임 내에서 불혼화성이 되도록 선택될 수 있다. 일부 실시양태에서, 이중 에멀전 또는 다른 다중 에멀전을 형성하는 데 사용되는 유체는 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 2개 이상의 유체가 이중 에멀전 또는 다른 다중 에멀전을 생성하는 데 사용될 수 있으며, 특정 경우에, 이들 유체 중 일부 또는 전부는 불혼화성일 수 있다. 일부 실시양태에서, 이중 에멀전 또는 다른 다중 에멀전을 형성하는 데 사용되는 2개의 유체는 상용성 또는 혼화성이지만, 이들 2개의 유체 사이에 수용된 중간 유체는 이들 2개의 유체와 불상용성 또는 불혼화성이다. 그러나, 다른 실시양태에서, 모든 3개의 유체는 상호 불혼화성일 수 있으며, 특정 경우에, 이들 유체 모두는 모두 반드시 수용성이어야 할 필요는 없다.

[0024] 본 발명의 다른 실시양태에서는 2개 초과 유체가 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명의 특정 실시양태는 일반적으로 다중 에멀전에 관한 것이며, 본 다중 에멀전은 하나 이상의 더 작은 액적을 그 안에 수용하는 더 큰 유체 액적을 포함하며, 이때 더 작은 액적은 일부 경우에 훨씬 더 작은 액적을 그 안에 수용할 수 있는 등이다. 임의의 개수의 네스팅된 유체를 생성할 수 있으며, 따라서 본 발명의 일부 실시양태에서는 추가의 제3, 제4, 제5, 제6 유체 등이 첨가되어 액적 내에 점점 더 복잡한 액적을 생성하여 다양한 다중 에멀전을 형성할 수 있다. 이들 유체 전부가 반드시 구별가능해야 할 필요가 있는 것은 아니라는 것이 이해되어야 하는데; 예를 들어, 오일/물/오일/물 또는 물/오일/물/오일을 함유하는 삼중 에멀전이 제조될 수 있으며, 여기서 2개의 오일 상은 동일한 조성을 갖고/갖거나 2개의 수상은 동일한 조성을 갖는다.

[0025] 언급된 바와 같이, 본 발명의 특정 측면은 일반적으로 공통 접합부에서 만나거나 교차하는 채널들의 특정 배열에 관한 것이며, 이때 공통 접합부는 다양한 접합부 부분들을 포함할 수 있으며, 이들 각각은 2개 이상의 채널의 교차부에 의해 한정된다. 전형적으로, 접합부에서, 채널들은 동일한 위치에서 연결되거나 교차되고 접합부 내에서 서로 유체 소통된다. 채널들은, 예를 들어 이중 에멀전 또는 다른 다중 에멀전을 생성하는 데 사용될 수 있는데, 이때 이러한 생성은, 예를 들어 마이크로유체 채널들의 공통 접합부에서 행해진다. 예를 들어, 그러한 배열을 사용하여, 제1 유체 및 제2 유체를 계면을 통해 제3 유체 내로 지나가게 하는 동안에 제1 유체가 제2 유체에 의해 둘러싸일 수 있으며, 제3 유체는 제1 유체 및 제2 유체를 둘러싸서 제3 유체 내에 수용된 제2 유체의 액적에 의해 둘러싸인 제1 유체의 액적을 포함하는 이중 에멀전을 생성한다.

[0026] 비제한적인 한 특정 예로서, 6개의 채널이 존재할 수 있으며, 이들 각각은 상기에 기재된 바와 같이 공통 접합부에서 만나지만, 다른 실시양태에서는, 공통 접합부에 존재하는 채널이 더 많거나 더 적을 수 있다. 일부 실시양태에서, 적어도 3개의 유입 채널이 존재할 수 있는데, 이들은 제1, 제2 및 제3 유체를 각각 수용하며, 이들 각각은 공통 접합부에서 만난다. 그러나, 다른 실시양태에서, 공통 접합부 내로 진입되는 하나 이상의 유체를 수용하는 2개 이상의 채널이 존재할 수 있다. 비제한적인 예로서, 한 실시양태에서, 제1 유체를 수용하는 제1 채널, 제2 유체를 수용하는 제2 및 제3 채널, 및 제3 유체를 수용하는 제4 채널이 존재할 수 있으며; 또 다른 실시양태에서, 제1 유체를 수용하는 제1 채널, 제2 유체를 수용하는 제2 및 제3 채널, 및 제3 유체를 수용하는 제4 및 제5 채널이 존재할 수 있으며; 또 다른 실시양태에서, 제1 유체를 수용하는 제1 및 제2 채널, 제2 유체를 수용하는 제3 및 제4 채널, 및 제3 유체를 수용하는 제5 및 제6 채널이 존재할 수 있으며; 또 다른 실시양태에서, 제1 유체를 수용하는 제1 채널, 제2 유체를 수용하는 제2 및 제3 채널, 제3 유체를 수용하는 제4 및 제5 채널, 및 제4 유체를 수용하는 제6 및 제7 채널이 존재할 수 있다.

[0027] 공통 접합부는 또한 공통 접합부로부터 떠나서 유체를 운반하기 위한 하나 이상의 출구 채널을 가질 수 있다. 전형적으로, 출구 채널은 공통 접합부로 유입되는 유체들의, 예를 들어 단일 에멀전 또는 이중 또는 다른 다중 에멀전으로서의 에멀전을 운반한다.

[0028] 언급된 바와 같이, 일부 실시양태에서, 공통 접합부는 하나 이상의 접합부 부분들을 포함할 수 있다. 각각의

접합부 부분은 안에서 교차하는 적어도 2개의 채널에 의해 한정된다. 예를 들어, 도 1b에 대해 상기에 논의된 바와 같이, 제1 접합부 (18)는 3개의 채널 (제1 채널 (11), 제2 채널 (12), 및 제3 채널 (13))의 교차부에 의해 한정되며, 제2 접합부 (19)는 3개의 상이한 채널 (제4 채널 (14), 제5 채널 (15), 및 제6 채널 (16))의 교차부에 의해 한정되지만, 그렇더라도 제1 접합부 (18)와 제2 접합부 (19)는, 예를 들어 계면을 통해 서로 인접하며, 그럼으로써 제1 채널 (11), 제2 채널 (12), 제3 채널 (13), 제4 채널 (14), 제5 채널 (15), 및 제6 채널 (16) 각각이 교차하는 인접부를 한정한다.

[0029] 일부 실시양태에서, 제1 접합부 부분을 한정하는 채널은 제2 접합부 부분을 한정하는 채널보다 더 작을 수 있다. 예를 들어, 제1 접합부 부분을 한정하는 채널들의 최대 단면적 (예를 들어, 채널 내의 유체 유동에 수직인 방향으로 한정됨)은 제2 접합부 부분을 한정하는 채널들의 최소 단면적보다 더 작을 수 있다. 일부 실시양태에서, 제1 접합부 부분을 한정하는 채널들의 최대 단면적은 제2 접합부 부분을 한정하는 채널들의 최소 단면적의 약 90% 미만, 약 80% 미만, 약 70% 미만, 약 60% 미만, 약 50% 미만, 약 40% 미만, 약 30% 미만, 약 20% 미만, 약 10% 미만, 또는 약 5% 미만일 수 있다. 특정 경우에, 이는 채널들 모두가 실질적으로 동일한 높이 (또는 폭)를 갖지만 상이한 폭 (또는 높이)을 갖는 실시양태에서 달성될 수 있다. 다른 실시양태에서, 이는 상이한 높이 및 폭, 상이한 크기, 상이한 형상, 상이한 단면적 등을 갖는 채널들을 사용하여 달성될 수 있다.

[0030] 언급된 바와 같이, 접합부 또는 접합부 부분들로 진입되는 채널들은 서로에 대해 임의의 적합한 각도로 있을 수 있으며, 접합부 주위의 채널들의 전체 배열은 대칭이거나 비대칭일 수 있다. 예를 들어, 공통 접합부로 진입되는 채널들은 양측 대칭을 나타낼 수 있는데, 즉 접합부를 본질적으로 서로의 거울상인 2개의 절반으로 절단할 수 있는 평면이 존재하도록 나타낼 수 있다. 일부 실시양태에서, 예를 들어, 채널들은 이들 중 일부 또는 전부가 90° 미만의 각도로 만나도록 배열될 수 있다. 예를 들어, 한 배열에서, 접합부로의 입력 채널들 각각은 이들에 의해 한정된 최대각이 180° 미만이 되도록, 또는 공통 접합부로 진입되는 2개의 입력 채널이 90° 미만의 각도로 만나도록 위치될 수 있다. 일부 경우에, 공통 접합부로 진입되는 입력 채널들 전부는 인접한 입력 채널들의 각각의 모든 쌍이 90° 미만의 각도로 만나도록 만날 수 있다. 그러나 다른 경우에, 이들 각도는, 예를 들어 도 4에 도시된 바와 같이 90° 초과일 수 있다. 일부 경우에, 출구 채널은, 예를 들어 출력 채널에 의해 한정된 축 및 입력 채널들 중 하나에 의해 한정된 축이 실질적으로 평행하거나, 또는 특정 실시양태에서는 심지어는 실질적으로 동일선상에 있도록 입력 채널들 중 하나의 반대쪽에 위치될 수 있다.

[0031] 예를 들어, 이제 도 4를 참고하면, 이 도면에서의 마이크로유체 시스템 (10)은 제1 채널 (11), 제2 채널 (12), 제3 채널 (13), 제4 채널 (14), 제5 채널 (15), 및 제6 채널 (16)을 포함한다. 제1 채널 (11), 제2 채널 (12), 및 제3 채널 (13)은 제1 접합부 (18)에서 만나고, 제4 채널 (14), 제5 채널 (15), 및 제6 채널 (16)은 제2 접합부 (19)에서 만난다. 그러나 도 1a에서와는 달리, 제4 채널 (14) 및 제5 채널 (15)은 각각 도 4에서 90° 초과각도로 채널 (11)과 만난다.

[0032] 접합부 내의 접합부 부분들 사이의 계면은 임의의 크기 및/또는 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 계면은 정사각형, 직사각형, 삼각형, 원형, 타원형, 불규칙형 등일 수 있다. 일부 실시양태에서, 제1 접합부 부분과 제2 접합부 부분 사이의 계면은 채널 치수 (예를 들어, 높이, 폭, 형상 등)에서 차이가 있을 수 있다. 예를 들어, 제1 접합부 부분과 제2 접합부 부분 사이의 계면은 이들 2개의 부분 사이의 수축부(constriction) 또는 오리피스일 수 있거나, 또는 계면의 크기 또는 단면적은 제1 접합부 부분을 한정하는 채널들과 동일한 크기 (또는 더 작음)이고, 제2 접합부 부분을 한정하는 채널들보다 더 작을 수 있다. 따라서, 예를 들어, 계면은 제1 접합부 부분 및 제2 접합부 부분 중 더 작은 것과 동일한 크기이거나 그보다 더 작을 수 있다. 예를 들어, 계면의 단면적은 계면의 어느 측이든 그 측 상의 접합부 부분들의 단면적 중 더 작은 것의 약 90% 미만, 약 80% 미만, 약 70% 미만, 약 60% 미만, 약 50% 미만, 약 40% 미만, 약 30% 미만, 약 20% 미만, 약 10%, 또는 약 5% 미만일 수 있다. 계면은 또한 입구 또는 출구 채널 중 하나 이상과 정렬되도록 위치될 수 있다. 예를 들어, 특정 실시양태에서, 계면은 계면의 중심점 또는 기하학적 중심점이 실질적으로 출구 채널의 중심축 상에 놓이도록 위치될 수 있다.

[0033] 일부 경우에, 제1 접합부 부분은 제1 단면적 (예를 들어, 제1 접합부 부분을 형성하는 채널들에 의해 한정됨)을 가질 수 있고, 제2 접합부 부분은 제2 단면적 (예를 들어, 제2 접합부 부분을 형성하는 채널들에 의해 한정됨)을 가질 수 있으며, 여기서 제1 단면적은 제2 단면적보다 더 작다. 예를 들어, 제1 단면적은 제2 단면적의 약 90% 미만, 약 80% 미만, 약 70% 미만, 약 60% 미만, 약 50% 미만, 약 40% 미만, 약 30% 미만, 약 20% 미만, 약 10%, 또는 약 5% 미만일 수 있다.

[0034] 일부 실시양태에서, "데드 존(dead zone)"의 형성을 방지하거나 적어도 감소시키는 채널의 추가의 "립(lip)" 또

는 다른 부분들이 존재할 수 있는데, 이때 데드 존에서는 데드 존 내의 유체가, 예를 들어 공통 접합부 내에서의 유체 유동에 의해 발생하는 와류 등으로 인해 갇혀진 다른 유체와 용이하게 혼합되지 않는다. 이의 한 예로도 5a의 마이크로유체 시스템 (40)에서 확인할 수 있다. 이 도면에서, 제1 내부 유체 (51)는 점선으로 표시된 바와 같이 제1 채널 (41)을 통해 접합부 부분 (48)을 향해 유입된다. 제2 외부 유체 (52)는, 또한 점선으로 표시된 바와 같이 제2 채널 (42) 및 제3 채널 (43)을 통해 접합부 부분 (48)을 향해 유동한다. 제1 채널 (41), 제2 채널 (42), 및 제3 채널 (43)의 교차부에서, 제1 채널 (41)의 접합부 부분 (48) 내로의 진입구의 위와 아래에 위치한 립 부분 (37)은 제2 유체 (52)가 제1 유체 및 제2 유체의 접합부 부분 내로의 유입으로 인해 갇혀질 수 있는 "데드 존"의 생성을 차단 방지한다. 이 예에서, 립 부분은 제2 채널 (42) 및 제3 채널 (43)의 벽의 접합부 부분 (48) 내로의 연장부로서 존재하지만, 립 부분은 접합부 부분 (48) 내에서의 유체의 "데드 존"의 생성을 방지하거나 적어도 감소시키기 위해 적합한 다른 형상을 가질 수 있다.

[0035] 본 발명의 특정 측면에서, 공통 접합부에서의 마이크로유체 채널들 각각은 실질적으로 동일한 소수성을 가질 수 있다 (그렇더라도 다른 실시양태에서, 다양한 채널들은 상이한 소수성을 가질 수 있다). 예를 들어, 마이크로유체 채널을 형성하는 벽은 동일한 코팅으로 실질적으로 처리되지 않거나 처리될 수 있다. 마이크로유체 채널을 코팅하기 위한 시스템 및 방법의 예가 하기에 상세히 논의되어 있다.

[0036] 일부 실시양태에서, 장치는 장치의 채널들을 형성하는 벽 상에 물질의 "부착오염(fouling)" 또는 침착이 거의 또는 전혀 일어나지 않도록 구성되고 배열될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시양태에서, 유체, 예컨대 다중 에멀전 액적의 최내측 유체가 되는 유체는, 그 유체가 채널의 벽과 접촉되게 될 경우 채널의 벽 상에 침착될 수 있는 물질을 함유할 수 있다. 따라서, 다중 에멀전 액적의 형성 전 및/또는 후에 유체와 채널 벽의 접촉을 방지함으로써, 채널 내에 부착오염되는 양이 감소되거나 심지어는 제거될 수 있다.

[0037] 예를 들어, 한 세트의 실시양태에서, 공통 접합부에서, 제1 채널 (예를 들어, 도 1a의 채널 (11))을 통해 유동하는 유체는 공통 접합부로 유입되고 다른 채널들 (예를 들어, 도 1a의 채널들(12, 13, 14, 15))을 통해 유입되는 유체에 의해 둘러싸일 수 있다. 따라서, 다른 채널들을 통해 유입되는 다른 유체의 존재로 인해, 제1 접합부 (11) 내에서의 유체는 채널들의 벽과 접촉될 수 없으며, 따라서 이 유체 내에 존재하는 종은 채널들의 벽과 접촉될 수 없으며, 그럼으로써 그러한 벽 상에의 침착 또는 부착오염이 일어날 수 없다.

[0038] 둘러싸는 유체는 다양한 기술을 사용하여 이 유체가 채널의 벽과 접촉하는 것을 방지할 수 있다. 예를 들어, 유체의 유동 속도 및/또는 유입 채널의 위치가 내부 유체를 둘러싸는 데 사용될 수 있다. 특정 경우에, 그러한 제어는 본원에 기재된 것과 같은 임의의 코팅 기술을 필요로 하지 않고서 달성될 수 있다. 그러나 다른 실시양태에서, 다양한 유체의 소수성이 또한 사용될 수 있는데, 이는 예를 들어 유체가 채널의 벽과 상호작용하기 때문이다. 예를 들어, 채널 벽은, 내부 유체가 벽에 의해 상대적으로 반발되거나 끌어당겨지지 않도록 우선적으로 내부 유체 이외의 상이한 유체를 끌어당기는 소수성을 가질 수 있다. 일부 경우에, 이들의 조합이 사용될 수 있다. 예를 들어, 장치는 장치 기하구조와 채널 벽과의 상호작용의 조합에 의해 내부 유체가 채널의 벽과 접촉되는 것을 방지하도록 구성되고 배열될 수 있다.

[0039] 상기에 논의된 바와 같이, 일부 측면에서는, 그러한 장치를 사용하여 단분산 에멀전이 생성될 수 있다. 유체 액적의 형상 및/또는 크기는, 예를 들어 액적의 평균 직경 또는 다른 특성 치수를 측정함으로써 결정될 수 있다. 다수의 또는 일련의 액적의 "평균 직경"은 각각의 액적의 평균 직경의 산술 평균이다. 당업자는, 예를 들어 레이저 광 산란, 현미경 조사, 또는 다른 공지된 기술을 사용하여 다수의 또는 일련의 액적의 평균 직경 (또는 다른 특성 지수)을 결정할 수 있을 것이다. 비구형 액적에서의 단일 액적의 평균 직경은 비구형 액적과 동일한 부피를 갖는 완전한 구체의 직경이다. 액적 (및/또는 다수의 또는 일련의 액적)의 평균 직경은, 예를 들어 일부 경우에 약 1 mm 미만, 약 500 마이크로미터 미만, 약 200 마이크로미터 미만, 약 100 마이크로미터 미만, 약 75 마이크로미터 미만, 약 50 마이크로미터 미만, 약 25 마이크로미터 미만, 약 10 마이크로미터, 또는 약 5 마이크로미터 미만일 수 있다. 평균 직경은 또한 특정 경우에 약 1 마이크로미터 이상, 약 2 마이크로미터 이상, 약 3 마이크로미터 이상, 약 5 마이크로미터 이상, 약 10 마이크로미터 이상, 약 15 마이크로미터 이상, 또는 약 20 마이크로미터 이상일 수 있다.

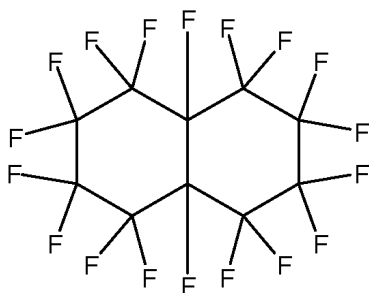
[0040] 따라서, 본원에 기재된 방법 및 장치를 사용하여, 일부 실시양태에서는, 일관된 크기 및/또는 개수의 액적을 갖는 에멀전이 생성될 수 있고/있거나, 외부 액적 대 내부 액적의 크기 및/또는 개수의 일관된 비 (또는 다른 그러한 비)가 다중 에멀전을 수반하는 경우에 생성될 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 소정량의 약물을 제공하기 위해 예측가능한 크기의 외부 액적 내의 단일 액적이 사용될 수 있다. 게다가, 화합물 또는 약물의 조합이 액적 내에 저장, 수송, 또는 전달될 수 있다. 예를 들어, 소수성 및 친수성 종이 단일의 다중 에멀전 액적 내

에 전달될 수 있는데, 이는 이 액적이 친수성 및 소수성 부분 둘 다를 포함할 수 있기 때문이다. 이들 부분 각각의 양 및 농도는 본 발명의 특정 실시양태에 따라 일관성 있게 제어될 수 있으며, 이는 다중 에멀전 액적 내의 둘 이상의 종의 예측가능하고 일관된 비를 제공할 수 있다.

[0041] 본 명세서에 사용되는 용어 "결정하는"은 일반적으로, 예를 들어 정량적으로 또는 정성적으로의 종의 분석 또는 측정 및/또는 종의 존재 또는 부재의 검출을 말한다. "결정하는"은 또한 둘 이상의 종들 사이의 상호작용의 분석 또는 측정을 의미하는데, 이는 예를 들어 정량적으로 또는 정성적으로 행해지거나, 또는 상호작용의 존재 또는 부재를 검출함으로써 행해질 수 있다. 적합한 기술의 예에는 분광법 [예컨대, 적외선, 흡수, 형광, UV/가시광선, FTIR ("Fourier Transform Infrared Spectroscopy", 푸리에 변환 적외선 분광법), 또는 라만]; 중량법 (gravimetric technique); 편광해석법; 압전 측정; 면역검정; 전기화학 측정; 광학 측정[예컨대, 광학 밀도 측정]; 원편광 이색성; 광 산란 측정 [예컨대, 준전계(quasielectric) 광 산란; 편광 측정; 굴절률 측정; 또는 탁도 측정이 포함되지만 이로 한정되지 않는다.

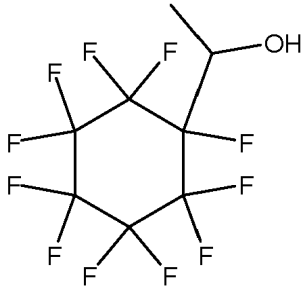
[0042] 액적의 생성 속도는 액적 형성 주파수에 의해 결정될 수 있는데, 액적 형성 주파수는 많은 조건 하에서 대략 100 Hz 내지 5,000 Hz로 변동될 수 있다. 일부 경우에, 액적 생성 속도는 약 200 Hz 이상, 약 300 Hz 이상, 약 500 Hz 이상, 약 750 Hz 이상, 약 1,000 Hz 이상, 약 2,000 Hz 이상, 약 3,000 Hz 이상, 약 4,000 Hz, 또는 약 5,000 Hz 동일 수 있다. 액적은 "드립핑(dripping)" 또는 "제팅(jetting)" 조건 하에서 생성될 수 있다. 게다가, 대량의 액적의 생성이 일부 경우에 다수의 장치의 병렬 사용에 의해 용이하게 될 수 있다. 일부 경우에, 상대적으로 다수의 장치가 병렬로 사용될 수 있는데, 예를 들어 약 10개 이상의 장치, 약 30개 이상의 장치, 약 50개 이상의 장치, 약 75개 이상의 장치, 약 100개 이상의 장치, 약 200개 이상의 장치, 약 300개 이상의 장치, 약 500개 이상의 장치, 약 750개 이상의 장치, 또는 약 1,000개 이상의 장치 또는 그 초과 개수의 장치가 병렬로 작동될 수 있다. 이들 장치는 상이한 채널, 오리피스, 마이크로유체 장치 등을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 그러한 장치들을 수평으로 및/또는 수직으로 적층함으로써 한 어레이의 그러한 장치들이 형성될 수 있다. 이들 장치는 공통적으로 제어되거나, 또는 별개로 제어될 수 있으며, 이들 장치에는 응용에 따라 유체의 공통된 또는 별개의 공급원이 마련될 수 있다. 그러한 시스템의 예가 또한 2010년 9월 16일에 WO 2010/104597로 공개된, 로마노브스키 등(Romanowsky, *et al.*)에 의해 2010년 3월 12일자로 출원된, 발명의 명칭이 "마이크로유체 장치의 규모 확대 (Scale-up of Microfluidic Devices)"인 국제 특허 출원 일련 번호 PCT/US2010/000753에 기재되어 있으며, 이들은 본원에 참고로 포함된다.

[0043] 유체는 액적이 그들을 둘러싼 것들에 대해 이산된 상태로 유지하도록 선택될 수 있다. 비제한적인 예로서, 제1 유체 액적을 수용하는 제2 유체 액적을 수용하는 운반 유체를 갖는 유체 액적이 생성될 수 있다. 일부 경우에, 운반 유체 및 제1 유체는 동일하거나 실질적으로 동일할 수 있지만; 그러나, 다른 경우에, 운반 유체, 제1 유체, 및 제2 유체는 본질적으로 상호 불혼화성인 것으로 선택될 수 있다. 본질적으로 상호 불혼화성인 3개의 유체를 수반하는 시스템의 비제한적인 한 예는 실리콘 오일, 광유, 및 수용액 (즉, 물, 또는 용해되고/되거나 현탁된 하나 이상의 다른 종들을 함유하는 물, 예를 들어 염 용액, 식염수 용액, 입자 또는 세포를 함유하는 물의 현탁액 등)이다. 시스템의 또 다른 예는 실리콘 오일, 플루오로카본 오일, 및 수용액이다. 시스템의 또 다른 예는 탄화수소 오일 (예를 들어, 헥사데칸), 플루오로카본 오일, 및 수용액이다. 적합한 플루오로카본 오일의 비제한적인 예에는 HFE7500, 옥타데카플루오로데카히드로나프탈렌:



[0044]

[0045] 또는 1-(1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-운데카플루오로시클로헥실)에탄올:



[0046]

[0047] 이 포함된다.

[0048] 본원에서의 설명에서, 다중 에멀전은 흔히 3상 시스템, 즉 외부 또는 운반 유체, 제1 유체, 및 제2 유체를 갖는 시스템과 관련하여 설명된다. 그러나, 이는 단지 예로서이며, 다른 시스템에서는 추가의 유체가 다중 에멀전 액적 내에 존재할 수 있다는 것을 유의해야 한다. 따라서, 운반 유체, 제1 유체, 및 제2 유체와 같은 설명은 제시의 용이성을 위해서이며, 본원에서의 설명은 추가의 유체를 수반하는 시스템, 예를 들어 삼중 에멀전, 사중 에멀전, 오중 에멀전, 육중 에멀전, 칠중 에멀전 등으로 용이하게 확대가능할 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0049] 유체 점도가 액적 형성에 영향을 줄 수 있기 때문에, 일부 경우에 유체 액적 내의 임의의 유체의 점도는 점도를 조정하는 데 도움이 될 수 있는 성분들, 예컨대 희석제를 첨가하거나 제거함으로써 조정될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시양태에서, 제1 유체 및 제2 유체의 점도는 동일하거나 실질적으로 동일하다. 이는, 예를 들어 제1 유체 및 제2 유체에서의 액적 형성의 증가의 주파수 또는 속도에 도움이 될 수 있다. 다른 실시양태에서, 제1 유체의 점도는 제2 유체의 점도와 동일하거나 실질적으로 동일할 수 있고/있거나, 제1 유체의 점도는 운반 유체의 점도와 동일하거나 실질적으로 동일할 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 운반 유체는 제1 유체와 실질적으로 상이한 점도를 나타낼 수 있다. 점도에서의 실질적인 차이는 두 유체 사이의 점도에서의 차이가 통계적으로 유의한 기초로 측정될 수 있다는 것을 의미한다. 액적 내의 유체 점도의 다른 분포가 또한 가능하다. 예를 들어, 제2 유체의 점도는 제1 유체의 점도 초과 또는 미만일 수 있고 (즉, 이들 2개의 유체의 점도는 실질적으로 상이할 수 있음), 제1 유체의 점도는 운반 유체의 점도 초과 또는 미만일 수 있는 등이다. 또한, 고차 액적, 예를 들어 3개, 4개, 5개, 6개, 또는 그 초과인 유체를 수용하는 액적이 또한 특정 응용에 따라 원하는 대로 독립적으로 선택될 수 있다는 것을 유의해야 한다.

[0050] 본 발명의 특정 실시양태에서, 유체 액적 (또는 그의 일부)은 추가의 독립체(entity) 또는 종, 예를 들어 다른 화학적, 생화학적, 또는 생물학적 독립체 (예를 들어, 유체 중에 용해 또는 현탁된 것), 세포, 입자, 가스, 분자, 제약 작용제, 약물, DNA, RNA, 단백질, 향료, 반응성 작용제, 살생제, 살진균제, 방부제, 화학물질 등을 함유할 수 있다. 예를 들어, 세포가 유체 에멀전 중에 현탁될 수 있다. 따라서, 이러한 종은 에멀전의 임의의 부분 내에 함유될 수 있는 임의의 물질일 수 있다. 이러한 종은 임의의 유체 액적 내에, 예를 들어 내부 액적 내, 외부 액적 내 등에 존재할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 세포 및/또는 하나 이상의 세포 유형이 액적 내에 함유될 수 있다.

[0051] 본 발명의 특정 측면에서, 매우 얇은 "셸(shell)"을 갖는 다중 에멀전 액적이 생성될 수 있다. 예를 들어, 그러한 액적에서, 제1 내부 유체와 하나 이상의 주위 유체 사이의 부피 비는 약 1:1 이상, 약 2:1 이상, 약 3:1 이상, 약 5:1 이상, 약 10:1 이상, 약 15:1 이상, 약 20:1 이상, 약 25:1 이상, 약 30:1 이상, 약 40:1 이상, 약 50:1 이상일 수 있거나, 또는 내부 유체가 다중 에멀전 액적의 부피의 약 50% 이상, 약 55% 이상, 약 60% 이상, 약 65% 이상, 약 70% 이상, 약 75% 이상, 약 80% 이상, 약 85% 이상, 약 90% 이상, 또는 약 95% 이상을 구성하며, 주위 유체(들)가 다중 에멀전 액적의 부피의 나머지를 형성하는 그러한 비율 수 있다.

[0052] 액적을 둘러싸는 유체 "셸"은 2개의 계면 (즉, 제1 유체와 제2 유체 사이의 제1 계면, 및 제2 유체와 운반 유체 사이의 제2 계면) 사이에 있는 것으로 정의될 수 있다. 이들 계면은 평균 분리 거리 (액적에 대한 평균으로서 결정됨)가 약 1 mm, 약 300 마이크로미터, 약 100 마이크로미터, 약 30 마이크로미터, 약 10 마이크로미터, 약 3 마이크로미터, 약 1 마이크로미터 이하 동일할 수 있다. 일부 경우에, 이들 계면은 액적의 평균 치수에 대해 정의된 평균 분리 거리를 가질 수 있다. 예를 들어, 평균 분리 거리는 액적의 평균 치수의 약 30% 미만, 약 25% 미만, 약 20% 미만, 약 15% 미만, 약 10% 미만, 약 5% 미만, 약 3% 미만, 약 2% 미만, 또는 약 1% 미만일 수 있다.

- [0053] 본 발명의 특정 측면은 일반적으로 상기에 기재된 것과 같은 채널을 포함하는 장치에 관한 것이다. 일부 경우에, 이들 채널 중 일부는 마이크로유체 채널일 수 있지만, 특정 경우에, 이들 채널 전부가 마이크로유체 채널인 것은 아니다. 장치 내에는 임의의 개수의 채널 (마이크로유체 채널 포함)이 존재할 수 있으며, 이들 채널은 임의의 적합한 구성으로 배열될 수 있다. 이들 채널은 모두 상호연결될 수 있거나, 존재하는 채널들의 하나 초과 의 네트워크가 존재할 수 있다. 이들 채널은 독립적으로 직선형, 곡선형, 휨형 등일 수 있다. 일부 경우에, 상대적으로 큰 개수 및/또는 상대적으로 큰 길이의 채널이 장치 내에 존재할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시양태에서, 장치 내의 채널들은, 함께 추가될 때, 일부 경우에 총 길이가 약 100 마이크로미터 이상, 약 300 마이크로미터 이상, 약 500 마이크로미터 이상, 약 1 mm 이상, 약 3 mm 이상, 약 5 mm 이상, 약 10 mm 이상, 약 30 mm 이상, 50 mm 이상, 약 100 mm 이상, 약 300 mm 이상, 약 500 mm 이상, 약 1 m 이상, 약 2 m 이상, 또는 약 3 m 이상일 수 있다. 또 다른 예로서, 장치는 1개 이상의 채널, 3개 이상의 채널, 5개 이상의 채널, 10개 이상의 채널, 20개 이상의 채널, 30개 이상의 채널, 40개 이상의 채널, 50개 이상의 채널, 70개 이상의 채널, 100개 이상의 채널 등을 가질 수 있다.
- [0054] 일부 실시양태에서, 장치 내의 채널들 중 적어도 일부는 마이크로유체 채널이다. 본원에서 사용되는 "마이크로 유체" 관련 용어는 단면 치수가 약 1 mm 미만인 적어도 하나의 유체 채널을 포함하는 장치, 용품, 또는 시스템을 말한다. 채널의 "단면 치수"는 채널 내의 순(net) 유체 유동의 방향에 대해 수직으로 측정된다. 따라서, 예를 들어 장치 내의 유체 채널들 중 일부 또는 전부는 최대 단면 치수가 약 2 mm 미만, 특정 경우에는 약 1 mm 미만일 수 있다. 한 세트의 실시양태에서, 장치 내의 모든 유체 채널은 마이크로유체이고/이거나 최대 단면 치수가 약 2 mm 또는 약 1 mm 이하이다. 특정 실시양태에서, 유체 채널들은 부분적으로 단일 구성요소 (예를 들어, 예칭 기관 또는 성형 유닛)에 의해 형성될 수 있다. 물론, 예를 들어 앞서 논의된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시형태에서는 유체를 저장하고/하거나 유체를 다양한 요소 또는 시스템으로 전달하기 위해 더 큰 채널, 튜브, 챔버, 저장소 등이 사용될 수 있다. 한 세트의 실시양태에서, 장치 내의 채널들의 최대 단면 치수는 500 마이크로미터 미만, 200 마이크로미터 미만, 100 마이크로미터 미만, 50 마이크로미터 미만, 또는 25 마이크로미터 미만이다.
- [0055] 본원에 사용되는 "채널"은 유체의 유동을 적어도 부분적으로 직행시키는 장치 또는 기관 상 또는 장치 또는 기관 내의 특징부를 의미한다. 채널은 임의의 단면 형상(원형, 타원형, 삼각형, 불규칙형, 정사각형 또는 직사각형 등)을 가질 수 있으며, 피복되거나 피복되지 않을 수 있다. 그것이 완전히 피복된 실시양태에서, 채널의 적어도 한 부분이 완전히 둘러싸인 단면을 가질 수 있거나, 또는 전체 채널이 그의 입구 및/또는 출구 또는 개구부를 제외하고는 그의 전체 길이를 따라 완전히 둘러싸일 수 있다. 채널은 또한 종횡비 (길이 대 평균 단면 치수)가 2:1 이상, 더 전형적으로는 3:1, 4:1, 5:1, 6:1, 8:1, 10:1, 15:1, 20:1 이상, 또는 그 초과일 수 있다. 개방 채널은 일반적으로 유체 수송에 대한 제어를 용이하게 하는 특성, 예를 들어 구조적 특성 (세장형 만입부) 및/또는 물리적 또는 화학적 특성 (소수성 대 친수성) 또는 유체에 대한 힘 (예를 들어, 수용력(containing force))을 나타낼 수 있는 다른 특성을 포함할 것이다. 채널 내의 유체는 채널을 부분적으로 또는 완전히 충전할 수 있다. 개방 채널이 사용되는 일부 경우에, 유체는, 예를 들어 표면 장력 (즉, 오목 또는 볼록 메니스커스)을 이용하여 채널 내에 유지될 수 있다.
- [0056] 채널은 임의의 크기를 가질 수 있으며, 예를 들어 순 유체 유동에 수직인 최대 치수가 약 5 mm 또는 2 mm 미만, 또는 약 1 mm 미만, 약 500 마이크로미터 미만, 약 200 마이크로미터 미만, 약 100 마이크로미터 미만, 약 60 마이크로미터 미만, 약 50 마이크로미터 미만, 약 40 마이크로미터 미만, 약 30 마이크로미터 미만, 약 25 마이크로미터 미만, 약 10 마이크로미터 미만, 약 3 마이크로미터 미만, 약 1 마이크로미터 미만, 약 300 nm 미만, 약 100 nm 미만, 약 30 nm 미만, 또는 약 10 nm 미만인 크기를 가질 수 있다. 일부 경우에, 채널의 치수는 유체가 장치 또는 기관을 통해 자유롭게 유동할 수 있도록 선택된다. 채널의 치수는 또한, 예를 들어 채널 내의 유체의 특성의 부피 유량(volumetric flow rate) 또는 선형 유량(linear flow rate)이 가능하도록 선택될 수 있다. 물론, 채널의 개수 및 채널의 형상은 당업자에게 공지된 임의의 방법에 의해 변동될 수 있다. 일부 경우에, 하나 초과 의 채널이 사용될 수 있다. 예를 들어, 2개 이상의 채널이 사용될 수 있는데, 여기서 이들은 서로 인접하거나 서로의 부근에 위치되거나, 서로 교차하도록 위치되거나 등이다.
- [0057] 특정 실시양태에서, 장치 내의 채널들 중 하나 이상은 평균 단면 치수가 약 10 cm 미만일 수 있다. 특정 경우에, 채널의 평균 단면 치수는 약 5 cm 미만, 약 3 cm 미만, 약 1 cm 미만, 약 5 mm 미만, 약 3 mm 미만, 약 1 mm 미만, 500 마이크로미터 미만, 200 마이크로미터 미만, 100 마이크로미터 미만, 50 마이크로미터 미만, 또는 25 마이크로미터 미만이다. "평균 단면 치수"는 채널 내의 순 유체 유동에 수직인 평면에서 측정된다. 채널이 비원형인 경우, 평균 단면 치수는 채널의 단면적과 동일한 면적을 갖는 원의 직경으로서 취해질 수 있다. 따라

서, 채널은 임의의 적합한 단면 형상, 예를 들어 원형, 타원형, 삼각형, 불규칙형, 정사각형, 직사각형, 사변형 등을 가질 수 있다. 일부 실시양태에서, 채널은 채널 내에 수용된 하나 이상의 유체의 층류가 발생되도록 하는 크기가 조정될 수 있다.

[0058] 채널은 또한 임의의 적합한 단면 종횡비를 가질 수 있다. "단면 종횡비"는 채널의 단면 형상에 있어서, 단면 형상에 대해 서로에 대해 직교를 이루어 행해진 2개의 측정의 최대 가능한 비(큰 단면 대 작은 단면)이다. 예를 들어, 채널의 단면 종횡비는 약 2:1 미만, 약 1.5:1 미만, 또는 일부 경우에는 약 1:1 (예를 들어, 원형 또는 정사각형 단면 형상의 경우)일 수 있다. 다른 실시양태에서, 단면 종횡비는 상대적으로 클 수 있다. 예를 들어, 단면 종횡비는 약 2:1 이상, 약 3:1 이상, 약 4:1 이상, 약 5:1 이상, 약 6:1 이상, 약 7:1 이상, 약 8:1 이상, 약 10:1 이상, 약 12:1 이상, 약 15:1 이상, 또는 약 20:1 이상일 수 있다.

[0059] 언급된 바와 같이, 채널들은 장치 내에서 임의의 적합한 구성으로 배열될 수 있다. 상이한 채널 배열이, 예를 들어 채널 내의 유체, 액적, 및/또는 다른 종을 조작하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 장치 내의 채널들은 액적 (예를 들어, 이산된 액적, 단일 에멀전, 이중 에멀전 또는 다른 다중 에멀전)을 생성하도록, 또는 그 안에 수용된 유체 및/또는 액적 또는 다른 종을 혼합하도록, 또는 그 안에 수용된 유체 및/또는 액적 또는 다른 종을 스크리닝 또는 분류하도록, 또는 유체 및/또는 액적을 분할 또는 분리하도록, 또는 반응을 일으키도록 (예를 들어, 2개의 유체 사이, 제1 유체 및 제2 유체에 의해 운반되는 종 사이, 또는 2개의 유체에 의해 운반되는 2개의 종 사이) 등으로 배열될 수 있다.

[0060] 유체, 액적, 및/또는 다른 종을 조작하기 위한 시스템의 비제한적인 예가 하기에 논의되어 있다. 적합한 조작 시스템의 추가의 예가 또한 2006년 7월 27일에 미국 특허 출원 공개 번호 2006/0163385로 공개된, 링크 등에 의해 2005년 10월 7일자로 출원된, 발명의 명칭이 "유체 종의 형성 및 제어"인 미국 특허 출원 일련 번호 11/246,911; 현재 2010년 5월 4일자로 허여된 미국 특허 번호 7,708,949인, 스톤 등에 의해 2004년 12월 28일자로 출원된, 발명의 명칭이 "유체 분산을 위한 방법 및 장치"인 미국 특허 출원 일련 번호 11/024,228; 2009년 5월 21일에 미국 특허 출원 공개 번호 2009/0131543으로 공개된, 웨이츠 등(Weitz, et al.)에 의해 2007년 8월 29일자로 출원된, 발명의 명칭이 "다중 에멀전을 형성하기 위한 방법 및 장치 (Method and Apparatus for Forming Multiple Emulsions)"인 미국 특허 출원 일련 번호 11/885,306; 및 2007년 1월 4일에 미국 특허 출원 공개 번호 2007/0003442로 공개된, 링크 등에 의해 2006년 2월 23일자로 출원된, 발명의 명칭이 "유체 종의 전자적 제어 (Electronic Control of Fluidic Species)"인 미국 특허 출원 일련 번호 11/360,845에서 찾아질 수 있으며; 이들 각각은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다.

[0061] 유체가 하나 이상의 유체 공급원을 통해 장치 내의 채널 내로 전달될 수 있다. 임의의 적합한 유체 공급원이 사용될 수 있으며, 일부 경우에는 하나 초과 유체 공급원이 사용된다. 예를 들어, 펌프, 중력, 모세관 작용, 표면 장력, 전기영동, 원심력 등이 유체 공급원으로부터의 유체를 장치 내의 하나 이상의 채널 내로 전달하는 데 사용될 수 있다. 펌프의 비제한적인 예에는 시린지 펌프, 연동 펌프, 가압 유체 공급원 등이 포함된다. 장치는 그와 관련된 임의의 개수의 유체 공급원, 예를 들어 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10개 등 또는 그 초과 유체 공급원을 가질 수 있다. 유체 공급원은 유체를 동일한 채널 내로 전달하는 데 사용될 필요는 없으며, 예를 들어 제1 유체 공급원은 제1 유체를 제1 채널로 전달할 수 있으며, 제2 유체 공급원은 제2 유체를 제2 채널로 전달할 수 있는 등이다. 일부 경우에, 2개 이상의 채널이 하나 이상의 교차부에서 교차하도록 배열된다. 장치 내에는 임의의 개수의 유체 채널 교차부, 예를 들어 2, 3, 4, 5, 6개 등 또는 그 초과 교차부가 존재할 수 있다.

[0062] 본 발명의 특정 측면에 따르면, 다양한 재료 및 방법이 장치 또는 본원에 기재된 것들과 같은 구성요소, 예를 들어 채널 (예컨대, 마이크로유체 채널), 챔버 등을 형성하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 다양한 장치 또는 구성요소는 고체 재료로부터 형성될 수 있으며, 여기서 채널은 마이크로기계 가공, 필름 침착 공정, 예컨대 스핀 코팅 및 화학 증착, 레이저 가공, 포토리소그래피 기술, 에칭 방법 (습식 화학적 또는 플라즈마 공정) 등을 통해 형성될 수 있다. 예를 들어, 문헌 [*Scientific American*, 248:44-55, 1983 (Angell, et al.)]을 참조한다.

[0063] 한 세트의 실시양태에서, 본원에 기재된 장치의 다양한 구조체 또는 구성요소는 중합체, 예를 들어 엘라스토머 성 중합체, 예컨대 폴리디메틸실록산 ("PDMS"), 폴리테트라플루오로에틸렌 ("PTFE" 또는 테플론(Teflon)®) 등으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 한 실시양태에 따르면, PDMS 또는 다른 소프트 리소그래피 기술을 사용하여 별도로 유체 시스템을 제작함으로써 마이크로유체 채널이 구현될 수 있다 (이 실시양태에 적합한 소프트 리소그래피 기술의 상세한 설명은 참고문헌 ["Soft Lithography," by Younan Xia and George M. Whitesides,

published in the *Annual Review of Material Science*, 1998, Vol. 28, pages 153-184], 및 ["Soft Lithography in Biology and Biochemistry," by George M. Whitesides, Emanuele Ostuni, Shuichi Takayama, Xingyu Jiang and Donald E. Ingber, published in the *Annual Review of Biomedical Engineering*, 2001, Vol. 3, pages 335-373]에 논의되어 있으며; 이들 참고문헌 각각은 본원에 참고로 포함됨).

[0064] 잠재적으로 적합한 중합체의 다른 예에는 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET), 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리카르보네이트, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리비닐클로라이드, 환형 올레핀 공중합체 (COC), 폴리테트라플루오로에틸렌, 플루오린화 중합체, 실리콘, 예컨대 폴리디메틸실록산, 폴리비닐리덴 클로라이드, 비스-벤조시클로부텐 ("BCB"), 폴리이미드, 폴리이미드의 플루오린화 유도체 등이 포함되지만 이로 한정되지 않는다. 상기에 기재된 것들을 포함하는 중합체를 포함하는 배합물, 공중합체, 또는 블렌드가 또한 고려된다. 장치는 또한 복합 재료, 예를 들어 중합체 및 반도체 재료의 복합체로부터 형성될 수 있다.

[0065] 일부 실시양태에서, 장치의 다양한 구조체 또는 구성요소는 중합체성 및/또는 가요성 및/또는 엘라스토머성 재료로부터 제작되며, 편리하게는 경화성 유체로 형성되어, 성형 (예를 들어, 복제 성형(replica molding), 사출 성형, 캐스트 성형 등)을 통한 제작을 용이하게 할 수 있다. 본질적으로 경화성 유체는 유체 네트워크에서의 사용 및 그와 함께 사용되는 것으로 고려되는 유체를 수용 및/또는 수송할 수 있는 고체로 고화하도록 유도될 수 있거나, 또는 자발적으로 고화되는 임의의 유체일 수 있다. 한 실시양태에서, 경화성 유체는 중합체성 액체 또는 액체 중합체성 전구체 (즉, "예비중합체")를 포함한다. 적합한 중합체성 액체에는, 예를 들어 용점 초과로 가열되는 열가소성 중합체, 열경화성 중합체, 왁스, 금속, 또는 그의 혼합물 또는 복합체가 포함될 수 있다. 또 다른 예로서, 적합한 중합체성 액체에는 적합한 용매 중 하나 이상의 중합체의 용액이 포함될 수 있으며, 이 용액은, 예를 들어 증발에 의한 용매의 제거시 고체 중합체성 재료를 형성한다. 그러한 중합체성 재료 (이는, 예를 들어 용매 증발에 의해 또는 용융 상태에서 고화될 수 있음)는 당업자에게 잘 알려져 있다. 다양한 중합체성 재료 (이들 중 다수는 엘라스토머성 재료임)가 적합하며, 이들은 또한, 금형 마스터 중 하나 또는 둘 다 가 엘라스토머성 재료로 이루어진 실시양태에 있어서 금형 또는 금형 마스터를 형성하는 데 적합하다. 그러한 중합체의 예의 비제한적인 목록에는 실리콘 중합체, 에폭시 중합체, 및 아크릴레이트 중합체의 일반적 부류의 중합체가 포함된다. 에폭시 중합체는 에폭시 기, 1,2-에폭시드, 또는 옥시란으로 통상 지칭되는 3원 환형 에테르 기의 존재를 특징으로 한다. 예를 들어, 방향족 아민, 트리아진, 및 지환족 골격을 기재로 한 화합물에 더하여 비스페놀 A의 디글리시딜 에테르가 사용될 수 있다. 또 다른 예에는 잘 알려진 노볼락(Novolac) 중합체가 포함된다. 본 발명에 따라 사용하기에 적합한 실리콘 엘라스토머의 비제한적인 예에는 클로로실란, 예컨대 메틸클로로실란, 에틸클로로실란, 페닐클로로실란 등을 포함하는 전구체로부터 형성된 것들이 포함된다.

[0066] 실리콘 중합체, 예를 들어 실리콘 엘라스토머 폴리디메틸실록산이 특정 실시양태에서 사용된다. PDMS 중합체의 비제한적인 예에는 다우 케미칼 컴퍼니(Dow Chemical Co., 미국 미시간주 미들랜드 소재)에 의해 상표 실가드(Sylgard)로 판매되는 것들, 특히 실가드 182, 실가드 184, 및 실가드 186이 포함된다. PDMS를 포함하는 실리콘 중합체는 본 발명의 다양한 구조체의 제작을 간소화시키는 몇 가지 유익한 특성을 갖는다. 예를 들어, 그러한 재료는 저렴하고, 용이하게 입수가능하며, 열에 의한 경화를 통해 예비중합체성 액체로부터 고화될 수 있다. 예를 들어, PDMS는 전형적으로 예비중합체성 액체를, 예를 들어 약 1시간의 노출 시간 동안 대략 예를 들어 약 65°C 내지 약 75°C의 온도에 노출시킴으로써 경화가능하다. 또한, 실리콘 중합체, 예컨대 PDMS는 엘라스토머성일 수 있으며, 이에 따라 본 발명의 특정 실시양태에서 필요한, 상대적으로 높은 중형비를 갖는 매우 작은 특징부를 형성하는 데 유용할 수 있다. 가요성 (예를 들어, 엘라스토머성) 금형 또는 마스터가 이와 관련하여 유리할 수 있다.

[0067] 실리콘 중합체, 예컨대 PDMS로부터 마이크로유체 구조체 또는 채널과 같은 구조체를 형성하는 데 있어서의 한 가지 이점은 그러한 중합체가, 예를 들어 산소-함유 플라즈마 (예컨대, 공기 플라즈마)에 대한 노출에 의해 산화될 수 있는 능력인데, 그렇게 해서 산화된 구조체는 그의 표면에 다른 산화된 실리콘 중합체 표면 또는 다양한 다른 중합체성 및 비중합체성 재료의 산화 표면에 가교될 수 있는 화학적 기를 함유하게 된다. 따라서, 구조체는 제작되고, 이어서 산화되고, 별도의 접착제 또는 다른 밀봉 수단에 대한 필요성 없이, 다른 실리콘 중합체 표면에, 또는 산화된 실리콘 중합체 표면과 반응성인 다른 기판의 표면에 본질적으로 비가역적으로 밀봉될 수 있다. 대부분의 경우에, 밀봉은, 그러한 밀봉을 형성하기 위해 보조 압력을 적용할 필요성 없이, 산화된 실리콘 표면을 또 다른 표면에 접촉시킴으로써 간단히 완성될 수 있다. 즉, 예비산화된 실리콘 표면이 적합한 정합 표면에 대한 접촉 접착제로서 작용한다. 구체적으로는, 그 자체에 대해 비가역적으로 밀봉가능한 것에 더하여, 산화된 실리콘, 예컨대 산화된 PDMS는 또한 그 자체 이외의 광범위한 산화된 재료 (예를 들어, 유리, 규소, 산화규소, 석영, 질화규소, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 유리질 탄소, 및 에폭시 중합체 포함)에 대해 비가역적으

로 밀봉될 수 있는데, 이때 이들 산화된 재료는 (예를 들어, 산소-함유 플라즈마에 대한 노출을 통해) PDMS 표면과 유사한 방식으로 산화된 것이다. 본 발명의 문맥에서 유용한 산화 및 밀봉 방법뿐만 아니라 전체적인 성형 기술이 당업계에, 예를 들어 문헌 [논문: "Rapid Prototyping of Microfluidic Systems and Polydimethylsiloxane," *Anal. Chem.*, 70:474-480, 1998 (Duffy *et al.*)]에 기재되어 있으며, 이는 본원에 참고로 포함된다.

[0068] 산화된 실리콘 중합체로부터 채널 또는 다른 구조체 (또는 내부의 유체-접촉 표면)를 형성하는 데 있어서의 또 다른 이점은 이들 표면이 전형적인 엘라스토머성 중합체 (여기서 친수성 내부 표면이 요구됨)의 표면보다 훨씬 더 친수성일 수 있다는 것이다. 따라서, 그러한 친수성 채널 표면은 전형적인 비산화 엘라스토머성 중합체 또는 다른 소수성 재료로 이루어진 구조체보다 수용액으로 더 용이하게 충전되고 습윤될 수 있다.

[0069] 일부 측면에서, 그러한 장치는 하나 초과층 또는 기관, 예를 들어 하나 초과층의 PDMS 층을 사용하여 제조될 수 있다. 를 들어, 다양한 높이를 갖는 채널들을 갖는 장치 및/또는 본원에 기재된 것과 같이 위치한 계면을 갖는 장치는 하나 초과층 또는 기관을 사용하여 제조될 수 있으며, 이어서 이것을, 예를 들어 플라즈마 결합을 사용하여 함께 조립 또는 결합시켜 최종 장치를 제조할 수 있다. 일부 실시양태에서, 이들 층 중 하나 이상은 하나 이상의 정합 돌출부 및/또는 만입부를 가질 수 있으며, 이들은 층들을 적절히 정렬시키도록, 예를 들어 자물쇠-열쇠 방식(lock-and-key fashion)으로 정렬된다. 예를 들어, 제1 층은 돌출부 (임의의 적합한 형상을 가짐)를 가질 수 있고, 제2 층은 돌출부를 받아들일 수 있는 상응하는 만입부를 가질 수 있으며, 그럼으로써 2개의 층이 서로에 대해 적절하게 정렬될 수 있게 한다.

[0070] 일부 측면에서, 채널의 하나 이상의 벽 또는 부분은, 예를 들어 광활성 코팅 재료를 포함하는 코팅 재료로 코팅될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시양태에서, 공통 접합부에서의 마이크로유체 채널들 각각은 실질적으로 동일한 소수성을 가질 수 있지만, 다른 실시양태에서, 다양한 채널은 상이한 소수성을 가질 수 있다. 예를 들어, 공통 접합부에서의 제1 채널 (또는 채널 세트)은 제1 소수성을 나타낼 수 있으며, 반면 다른 채널들은 제1 소수성과 상이한 제2 소수성을 나타낼 수 있는데, 예를 들어 제1 소수성보다 더 크거나 더 작은 소수성을 나타낼 수 있다. 예를 들어 졸-겔 코팅으로 마이크로유체 채널을 코팅하기 위한 시스템 및 방법의 비제한적인 예가 2009년 10월 1일에 WO 2009/120254로 공개된, 어베이트 등(Abate, *et al.*)에 의해 2009년 2월 11일자로 출원된, 발명의 명칭이 "제어된 습윤 특성을 갖는, 마이크로유체 채널을 포함하는 표면 (Surfaces, Including Microfluidic Channels, With Controlled Wetting Properties)"인 국제 특허 출원 번호 PCT/US2009/000850, 및 2009년 2월 12일에 WO 2009/020633으로 공개된, 웨이즈 등에 의해 2008년 8월 7일자로 출원된, 발명의 명칭이 "표면 상의 금속 산화물 코팅 (Metal Oxide Coating on Surfaces)"인 국제 특허 출원 번호 PCT/US2008/009477에서 확인할 수 있으며, 이들 각각은 그 전문이 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0071] 언급된 바와 같이, 일부 경우에, 채널들 중 일부 또는 전부는, 각각이 실질적으로 동일한 친수성을 갖는 입구 및 파생(daughter) 채널을 포함하는 채널들 중 일부 또는 전부가 코팅되거나, 아니면 달리 처리될 수 있다. 코팅 재료는 특정 경우에 채널 벽의 소수성을 제어 및/또는 변경시키는 데 사용될 수 있다. 일부 실시양태에서, 마이크로유체 채널과 같은 채널의 벽과 같은 기관 상에 코팅으로서 형성될 수 있는 졸-겔이 제공된다. 졸-겔의 하나 이상의 부분은 일부 경우에 그의 소수성을 변경시키도록 반응될 수 있다. 예를 들어, 졸-겔의 일부는 광, 예컨대 자외광에 노출될 수 있으며, 이는 소수성을 변경시키는 졸-겔에서의 화학 반응을 유도하는 데 사용될 수 있다. 졸-겔은, 광에 노출시 라디칼을 생성하는 광개시제를 포함할 수 있다. 임의적으로는, 광개시제는 졸-겔 내의 실란 또는 다른 재료에 공역된다. 그렇게 생성된 라디칼은 졸-겔의 표면 상에 축합 또는 중합 반응을 일으켜서, 표면의 소수성을 변경시키는 데 사용될 수 있다. 일부 경우에, (예를 들어, 마스크를 사용하여) 광에 대한 노출을 제어함으로써 다양한 부분이 반응되거나 미반응 상태로 남겨질 수 있다.

[0072] 따라서, 본 발명의 한 측면에서, 채널 벽에의 코팅은 졸-겔일 수 있다. 당업자에게 알려진 바와 같이, 졸-겔은 졸 또는 겔 상태일 수 있는 재료이다. 일부 경우에, 졸-겔 재료는 중합체를 포함할 수 있다. 졸 상태는 화학 반응에 의해 겔 상태로 전환될 수 있다. 일부 경우에, 이 반응은, 예를 들어 건조 또는 가열 기술을 통해 용매를 졸로부터 제거함으로써 용이하게 행해질 수 있다. 따라서, 예를 들어 하기에 논의된 바와 같이 일부 경우에, 졸은, 예를 들어 졸 내에서 일부 축합을 발생시킴으로써, 사용되기 전에 사전처리될 수 있다. 졸-겔 화학은 일반적으로 중합과 유사하지만, 실란의 가수분해로 실란올을 생성하고, 이어서 이들 실란올을 축합하여 실리카 또는 실록산을 형성하는 일련의 공정으로 이루어진다.

[0073] 예를 들어, 졸-겔 코팅은 졸-겔 내에 소수성 중합체를 혼입시킴으로써 더 소수성이 되게 할 수 있다. 예를 들어, 졸-겔은 하나 이상의 실란, 예를 들어 플루오로실란 (즉, 적어도 하나의 플루오린 원자를 함유하는 실란),

예컨대 헵타데카플루오로실란 또는 헵타데카플루오로옥틸실란, 또는 다른 실란, 예컨대 메틸트리에톡시 실란 (MTES) 또는 하나 이상의 지질 사슬을 함유하는 실란, 예컨대 옥타데실실란 또는 다른 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n-$ 실란 (여기서, n은 임의의 적합한 정수일 수 있음)을 함유할 수 있다.

[0074] 졸-겔은 기관 상에의 코팅으로서 존재할 수 있으며, 이러한 코팅은 임의의 적합한 두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 코팅의 두께는 약 100 마이크로미터 이하, 약 30 마이크로미터 이하, 약 10 마이크로미터 이하, 약 3 마이크로미터 이하, 또는 약 1 마이크로미터 이하일 수 있다.

[0075] 졸-겔 코팅의 소수성은, 예를 들어 졸-겔 코팅의 적어도 일부를 축합 또는 중합 반응에 노출시켜 중합체를 졸-겔 코팅에 반응시킴으로써 개질될 수 있다. 졸-겔 코팅에 반응되는 중합체는 임의의 적합한 중합체일 수 있으며, 특정의 소수성 특성을 갖도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 중합체는 기관 및/또는 졸-겔 코팅보다 더 소수성 또는 더 친수성이 되도록 선택될 수 있다.

[0076] 따라서, 본 발명의 일부 측면은 일반적으로 그러한 졸-겔을 기관의 적어도 일부 상에 코팅하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 한 세트의 실시양태에서, 기관, 예컨대 마이크로유체 채널은 졸에 노출되고, 이어서 이것을 처리하여 졸-겔 코팅을 형성한다. 일부 경우에, 졸은 또한 부분 축합 또는 중합을 발생시키도록 사전처리될 수 있다.

[0077] 특정 실시양태에서, 코팅의 일부는 코팅이 기관에 도입된 후에 그의 소수성 (또는 다른 특성)을 변경시키도록 처리될 수 있다. 일부 경우에, 코팅은 상기 논의된 바와 같이, 단량체 및/또는 올리고머를 함유하는 용액에 노출시키고, 이어서 이를 축합 또는 중합시켜 코팅에 결합시킨다. 예를 들어, 코팅의 일부는 열 또는 광, 예컨대 자외광에 노출될 수 있는데, 이는 자유 라디칼 중합 반응을 개시하여 중합을 발생시키는 데 사용될 수 있다.

[0078] 하기의 문헌이 본원에 참고로 포함된다: 2009년 5월 21일에 미국 특허 출원 공개 번호 2009/0131543으로 공개된, 웨이즈 등에 의해 2007년 8월 29일자로 출원된, 발명의 명칭이 "다중 에멀전을 형성하기 위한 방법 및 장치"인 미국 특허 출원 일련 번호 11/885,306; 현재 2010년 8월 17일자로 허여된 미국 특허 번호 7,776,927인, 추 등(Chu, *et al.*)에 의해 2008년 3월 28일자로 출원된, 발명의 명칭이 "에멀전 및 형성 기술 (Emulsions and Techniques for Formation)"인 미국 특허 출원 일련 번호 12/058,628; 2010년 9월 16일에 WO 2010/104604로 공개된, 웨이즈 등에 의해 2010년 3월 12일자로 출원된, 발명의 명칭이 "다중 에멀전의 제어된 생성 (Controlled Creation of Multiple Emulsions)"인 국제 특허 출원 번호 PCT/US2010/000763; 웨이즈 등에 의해 2010년 9월 1일자로 출원된, 발명의 명칭이 "접합부를 사용하여 생성된 다중 에멀전 (Multiple Emulsions Created Using Junctions)"인 국제 특허 출원 번호 PCT/US2010/047458; 및 웨이즈 등에 의해 2010년 9월 1일자로 출원된, 발명의 명칭이 "제팅 및 다른 기술을 사용하여 생성된 다중 에멀전 (Multiple Emulsions Created Using Jetting and Other Techniques)"인 국제 특허 출원 번호 PCT/US2010/047467. 또한, 로탐 등에 의해 2011년 5월 23일자로 출원된, 발명의 명칭이 "다중 에멀전을 포함하는 에멀전의 제어"인 미국 가특허 출원 일련 번호 61/489,211가 그 전문이 본원에 참고로 포함된다.

[0079] 하기의 실시예는 본 발명의 특정 실시양태를 예증하고자 하지만, 본 발명의 완전한 범주를 예시하지는 않는다.

[0080] **실시예 1**

[0081] 포토리소그래피는 마이크로미터-규모 장치를 제작하기 위한 정확하고 재현가능하고 용이한 방법이다. 그러나, 그러한 장치 내에서 이중 에멀전을 생성하는 것은 용이하지 않다. 이중 유화를 위한 한 가지 해결책은 국소 기준으로 장치의 습윤 친화성을 제어하는 것이다. 예를 들어, 물/오일/물 에멀전 (w/o/w)은 제1 유화 단계가 국소적으로 소수성이고 제2 유화 단계가 국소적으로 친수성인 경우에 제조될 수 있다. 예를 들어, 웨이즈 등에 의해 2010년 9월 1일자로 출원된, 발명의 명칭이 "접합부를 사용하여 생성된 다중 에멀전"인 국제 특허 출원 번호 PCT/US2010/047458을 참조하며, 이는 본원에 참고로 포함된다.

[0082] 그러한 장치에서 습윤 제약을 극복하기 위한 또 다른 방법은 유화 단계의 기하구조를 제어함에 의해서이다. 더 확장된 액적 제조 접합부를 생성함으로써, 연속 유체가 분산된 유체 주위를 유동되게 할 수 있어서, 그것을 벽으로부터 차폐시키고 그것이 장치의 벽을 습윤시키는 것을 방지하고, 이에 따라 원래 협소한 기하구조에서 존재하던 습윤 문제를 없앤다.

[0083] 포토리소그래피 노출은 다층 장치를 제조하도록 반복될 수 있지만, 일부 토폴로지, 예컨대 도 1의 것은 때때로 여러 번의 노출을 사용하여 달성하기가 어려울 수 있으며, 제작 후에 장치를 적층하는 상보적 방법을 필요로 할 수 있다. 마이크로미터-규모 장치의 적층체들을 정렬하기 위한 한 가지 방법은 장치의 고유 부분인 "자물쇠와

열쇠"의 매칭을 이용한다 (도 2). 도 2a는 포토리소그래피를 사용하여 제조된 2층 마스터를 도시한다. 2개의 층의 정렬은 2개의 PDMS 절반부의 정렬을 결정한다 (도 2c에서). 도 2b는 절반으로 절단된 2층 장치를 도시하고, 도 2c는, 예를 들어 플라즈마 결합을 사용하여 서로 대면하여 결합된 2개의 절반부를 도시한다. 도 2d 및 도 2e는 장치의 한쪽 절반부 상에서는 돌출되고 대면하는 절반부 상에서는 엠보싱된 구조체들이 함께 끼워 맞추어져 2개의 절반부의 자기 정렬을 수행하도록 하여 이들 구조체를 정렬시키는 것을 도시한다. 정렬 공정 후에 베이킹할 때까지, 물에 의한 접촉 표면의 윤활이 플라즈마 결합을 일시적으로 불능이게 하는 데 사용될 수 있다.

[0084] 일부 경우에, 단일 단계 유화가 그러한 2층 장치(two-thickness device)로 달성될 수 있다. 예를 들어, 오일 증 물을 이들 유체 사이의 접촉 지점에서 유화시키는 데 소수성 장치가 사용될 수 있다. 제2 유화 부위에 근접하여 이 접촉 지점을 설계하는 것은 단일 단계 공정으로 이어질 수 있다. 이 공정은 또한 일부 실시양태에서 매우 얇은 셀을 갖는, 예를 들어 부피 분율이 1:25 셀/내부 상인 이중 에멀전을 생성할 수 있다 (도 3). 이 도면은 좌측 이미지에서의 1:1 내부:셀 부피 분율부터 우측의 25:1 내부:셀 분율까지의 상이한 부피 분율로 형성된 w/o/w 이중 에멀전을 위한 단일-단계, 2층 장치를 도시한다.

[0085] 본 발명의 몇몇 실시양태가 본원에 기술되고 예시되어 있지만, 당업자는 본원에 기재된 기능을 수행하고/하거나 결과 및/또는 하나 이상의 이점을 얻기 위한 다양한 다른 수단 및/또는 구조체를 용이하게 생각해낼 것이며, 각각의 그러한 변형 및/또는 수정은 본 발명의 범주 내에 있는 것으로 여겨진다. 보다 일반적으로는, 당업자는 본원에 기재된 모든 파라미터, 치수, 재료, 및 구성이 예시적이라는 것을 의미하며, 실제의 파라미터, 치수, 재료, 및/또는 구성은 본 발명의 교시내용이 사용되는 특정 응용 또는 응용들에 좌우될 것임을 용이하게 이해할 것이다. 당업자는 단지 일상적인 것에 지나지 않는 실험을 사용하여 본원에 기재된 본 발명의 특정 실시양태의 많은 등가물을 인식하거나 알아낼 수 있을 것이다. 따라서, 전술한 실시양태는 단지 예로서 제시되며, 첨부된 특허청구범위 및 그의 등가물의 범주 내에서, 본 발명이 구체적으로 기술되고 청구된 바와 다르게 실시될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 본 발명은 본원에 기재된 각각의 개별적인 특징부, 시스템, 용품, 재료, 키트, 및/또는 방법에 관한 것이다. 게다가, 둘 이상의 그러한 특징부, 시스템, 용품, 재료, 키트, 및/또는 방법의 임의의 조합은, 그러한 특징부, 시스템, 용품, 재료, 키트, 및/또는 방법이 상호 모순되지 않는다면, 본 발명의 범주 내에 포함된다.

[0086] 본원에서 정의되고 사용된 모든 정의는 사전적 정의, 참고로 포함된 문헌에서의 정의, 및/또는 정의된 용어의 통상의 의미를 제한하는 것으로 이해해야 한다.

[0087] 본원에서 명세서 및 특허청구범위에 사용되는 단수 표현은 명확히 반대로 나타내지 않는 한, "적어도 하나"를 의미하는 것으로 이해해야 한다.

[0088] 본원에서 명세서 및 특허청구범위에 사용되는 어구 "및/또는"은 그렇게 결합된 요소들 (즉, 어떤 경우에는 함께 존재하고, 다른 경우에는 분리되어 존재하는 요소들) 중 "어느 하나 또는 둘 다"를 의미하는 것으로 이해해야 한다. "및/또는"을 사용하여 열거된 다수의 요소들은 동일한 방식으로, 즉 그렇게 결합된 요소들 중 "하나 이상"으로 해석되어야 한다. 임의적으로는, 다른 요소들이, 구체적으로 확인된 그러한 요소들에 관련되든 관련되지 않든, "및/또는" 절에 의해 구체적으로 확인된 요소들 이외에 존재할 수 있다. 따라서, 비제한적인 예로서, "A 및/또는 B"에 대한 언급은 "포함하는"과 같은 개방형 언어와 함께 사용될 경우, 한 실시양태에서는, A만 (임의적으로는 B 이외의 요소들을 포함함)을; 또 다른 실시양태에서는, B만 (임의적으로는 A 이외의 요소들을 포함함)을; 또 다른 실시양태에서는, A 및 B 둘 다 (임의적으로는 다른 요소들을 포함함) 등을 지칭할 수 있다.

[0089] 본원에서 명세서 및 특허청구범위에 사용되는 바와 같이, "또는"은 상기 정의된 "및/또는"과 동일한 의미를 갖는 것으로 이해해야 한다. 예를 들어, 목록 내의 항목을 분리할 경우, "또는" 또는 "및/또는"은 포괄적인 것으로서, 즉 다수의 또는 한 목록의 요소들 중 적어도 하나 (그러나 또한, 하나 초과도 포함함), 및 임의적으로는 열거되지 않은 추가 항목의 포함인 것으로서 해석되어야 할 것이다. "~ 중 단지 하나" 또는 "~ 중 정확히 하나", 또는 특허청구범위에서 사용될 경우, "~로 이루어진"과 같은 명확히 반대로 나타낸 용어만이 다수의 또는 한 목록의 요소들 중 정확히 하나의 요소의 포함을 의미할 것이다. 일반적으로, 본원에 사용되는 용어 "또는"은 단지 "어느 하나", "~ 중 하나", "~중 오직 하나", 또는 "~ 중 정확히 하나"와 같은 배타성 용어가 선행될 경우 배타적인 대체표현 (즉, "하나 또는 나머지 다른 하나이지만 둘 다는 아님)을 나타내는 것으로서 해석될 것이다. 특허청구범위에 사용될 경우 "~로 본질적으로 이루어진"은 특허법 분야에서 사용되는 바와 같은 이의 통상적 의미를 가질 것이다.

[0090] 본원에서 명세서 및 특허청구범위에 사용되는 바와 같이, 하나 이상의 요소들의 목록과 관련하여 어구 "적어도

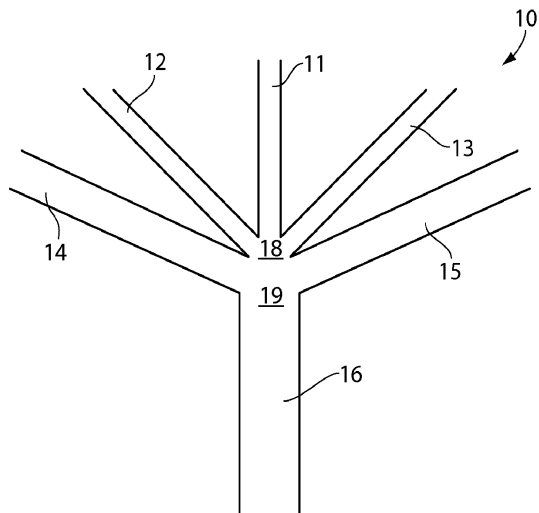
하나"는 요소들의 목록 내의 요소들 중 임의의 하나 이상으로부터 선택된 적어도 하나의 요소를 의미하는 것으로 이해해야 하지만, 요소들의 목록 내에 구체적으로 열거된 각각의 모든 요소의 적어도 하나를 반드시 포함하는 것은 아니며, 요소들의 목록 내의 요소들의 임의의 조합을 배제하지 않는다. 이 정의는 또한, 구체적으로 확인된 요소들에 관련되든 관련되지 않든 간에, 어구 "적어도 하나"가 언급된 요소들의 목록 내에서 구체적으로 확인된 요소 이외에 요소가 임의적으로 존재할 수 있다는 것을 허용한다. 따라서, 비제한적인 예로서, "A 및 B 중 적어도 하나" (또는, 등가적으로 "A 또는 B 중 적어도 하나", 또는 등가적으로 "A 및/또는 B 중 적어도 하나")는, 한 실시양태에서는 B는 존재하지 않고 적어도 하나 (임의적으로는 하나 초과를 포함함)의 A (및 임의적으로는 B 이외의 요소들을 포함함); 다른 실시양태에서는 A는 존재하지 않고 적어도 하나 (임의적으로는 하나 초과를 포함함)의 B (및 임의적으로는 A 이외의 요소들을 포함함); 또 다른 실시양태에서는 적어도 하나 (임의적으로는 하나 초과를 포함함)의 A, 및 적어도 하나 (임의적으로는 하나 초과를 포함함)의 B (및 임의적으로는 다른 요소들을 포함함) 등을 지칭할 수 있다.

[0091] 또한, 명확히 반대로 나타내지 않는 한, 하나 초과를 단계 또는 작동을 포함하는 본원에서 청구된 임의의 방법에서, 그 방법의 단계 또는 작동의 순서는 그 방법의 단계 또는 작동이 언급된 순서로 반드시 제한되는 것은 아니라는 것을 이해해야 한다.

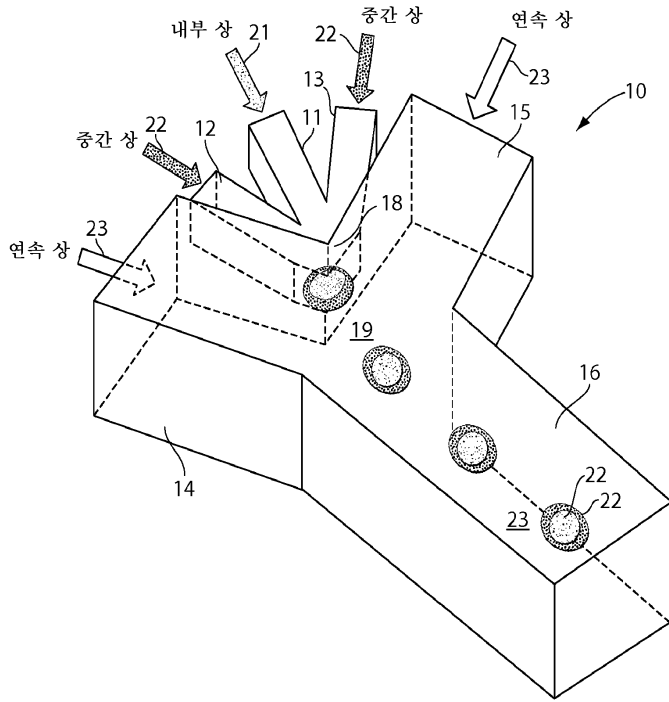
[0092] 상기 명세서에서뿐만 아니라 특허청구범위에서, "포함하는", "구비하는", "담지하는", "갖는", "함유하는", "수반하는", "보유하는", "이루어진" 등과 같은 모든 이행구는 개방형인 것으로, 즉 '~을 포함하지만 이로 한정되지 않는 것'을 의미하는 것으로 이해해야 한다. 단지 이행구 "~로 이루어진" 및 "~로 본질적으로 이루어진"만이 특허 심사 절차의 미국 특허청 매뉴얼(United States Patent Office Manual of Patent Examining Procedures), 섹션 2111.03에 기재된 바와 같이 각각 폐쇄형 또는 반폐쇄형 이행구이어야 할 것이다.

도면

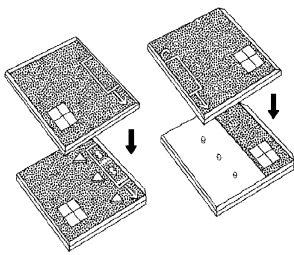
도면1a



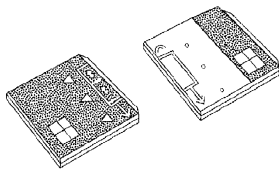
도면1b



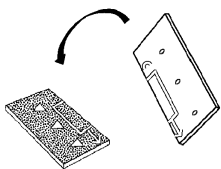
도면2a



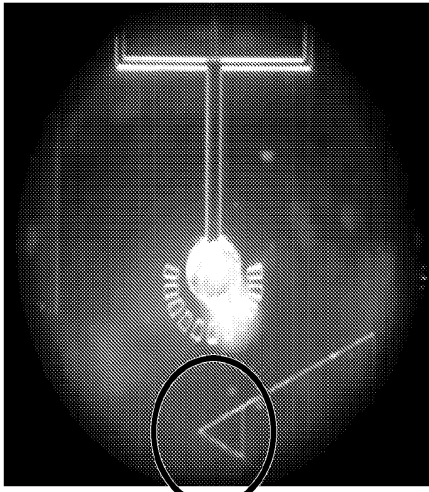
도면2b



도면2c

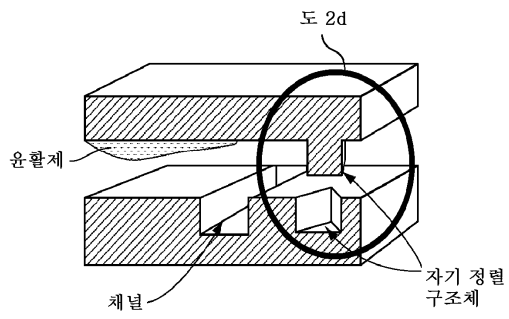


도면2d

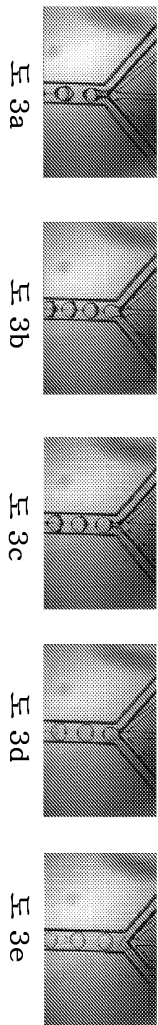


도 2e

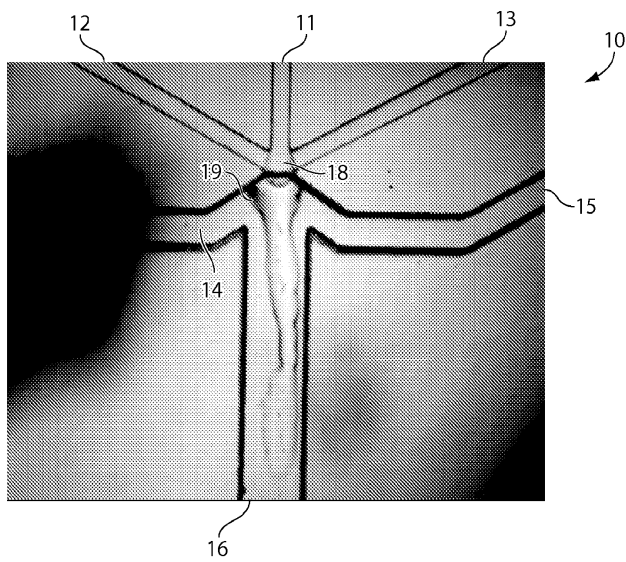
도면2e



도면3



도면4



도면5

