(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0075238
(43) 공개일자 2014년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 35/08 (2006.01) *G01N 37/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0143408
(22) 출원일자 2012년12월11일
심사청구일자 2012년12월11일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
손기헌
서울 송파구 올림픽로 135, 247동 2602호 (잠실동, 리센츠아파트)
이우림
서울 노원구 마들로 59, 13동 206호 (월계동, 월계미성아파트)
이재원
서울시 중랑구 상봉로20길 26 (망우동)
(74) 대리인
이재홍, 김준현, 민복기, 서현

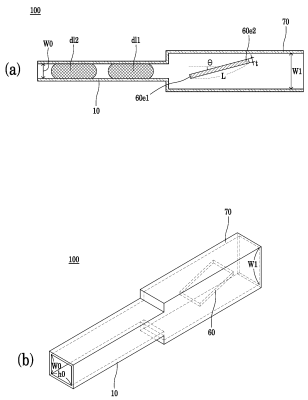
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **액적 병합장치**

(57) 요 약

본 발명은 단일 채널 내에서 액적을 병합하여 구조를 단순화하고, 공간 효율성을 극대화하며, 액적 병합 과정이 간단하게 수행될 수 있는 액적 병합장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	201235003
부처명	교육과학기술부
연구사업명	선도연구센터지원사업
연구과제명	다중유체 계면 해석기술
기 여 율	1/1
주관기관	(주)한국연구재단
연구기간	2012.03.01 ~ 2013.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

미리 결정된 방향으로 유동하는 연속상 내에서 순차적으로 병합대상 딸액적이 공급되는 액적 공급채널;

상기 액적 공급채널의 출구와 연결되고, 상기 액적 공급채널보다 큰 폭을 갖으며, 상기 액적 공급채널에서 공급된 2개의 연속된 딸액적이 병합되는 액적 병합챔버; 및,

상기 액적 공급채널을 통해 연속해서 공급되는 2개의 딸액적을 하나의 모액적으로 병합하기 위하여 상기 액적 병합챔버 내에서 경사진 상태로 배치되는 판형 구조물 형태의 액적 병합부재;를 포함하는 액적 병합장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 액적 공급채널의 폭(Wo)은 20 ㎛ 내지 200 ㎛의 크기인 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 액적 공급채널 내에서 연속상의 유동속도는 0.1 m/s 내지 1.0 m/s인 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 연속상은 물이며, 상기 분산상은 헥사데케인(hexadecane)인 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 액적 공급채널과 상기 액적 병합챔버는 사각형 단면을 갖는 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 액적 공급채널과 상기 액적 병합챔버는 연속하여 배치되며, 상기 액적 공급채널과 상기 액적 병합챔버는 일체형으로 구성되는 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 액적 병합부재는 상기 액적 병합챔버에서 대각선 방향으로 배치되는 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 액적 병합챔버의 폭은 상기 액적 공급채널의 폭(Wo)의 1.6배 내지 2.4배의 크기인 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 액적 병합챔버의 길이는 상기 액적 공급채널의 폭(Wo)의 9배 내지 13배의 크기인 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 액적 병합부재의 두께(t)는 상기 액적 공급채널의 폭(Wo)의 0.2배 내지 0.3배의 크기로 전영역에서 일정한 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 액적 병합부재의 길이(L)는 상기 액적 공급채널의 폭(Wo)보다 긴 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 액적 병합부재의 길이(L)는 상기 액적 공급채널의 폭(Wo)의 2.2배 내지 3.3배의 크기인 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 액적 병합부재는 상기 액적 병합챔버 내에서 5도 내지 15도 경사지게 배치되는 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 액적 병합챔버 내에 구비된 액적 병합부재의 입구단에서 상기 액적 병합챔버의 제1 내측면까지의 거리는 상기 액적 병합챔버의 제2 내측면까지의 거리의 1.6배 내지 6.4배의 크기인 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 액적 병합챔버에서 병합된 모액적이 반출되며, 상기 액적 병합챔버의 폭보다 작은 폭을 갖는 액적 반출채널을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 16

유동하는 연속상 내에 병합될 2개의 분산상 딸액적이 순차적으로 공급되는 액적 공급부; 및,

상기 액적 공급부에서 공급된 2개의 딸액적이 병합 과정, 분리 과정 및 재병합 과정이 순차적으로 수행되는 액적 병합부;를 포함하는 액적 병합장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 액적 병합부는 상기 액적 공급부보다 폭이 확장되며, 내부에 경사지게 배치된 액적 병합부재를 구비하는 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 액적 병합부는 내부에 2개의 액적 병합유로를 구비하며, 2개의 상기 액적 병합유로는 상기 액적 병합부재에 의하여 구획되는 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 액적 병합부에서 2개의 딸액적의 병합 과정, 분리 과정 및 재병합 과정은 상기 액적 병합부로 진입한 2개의 딸액적이 병합되고, 상기 액적 병합부재의 입구단에 의하여 분리된 후 각각의 액적 병합유로를 빠져 나오면서 재결합되는 방법으로 수행되는 것을 특징으로 하는 액적 병합장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 액적 병합장치에 관한 것이다. 보다 상세하게, 본 발명은 단일 채널 내에서 액적을 병합하여 구조를 단순화하고, 공간 효율성을 극대화하며, 액적 병합 과정이 간단하게 수행될 수 있는 액적 병합장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 랩온어칩(lab on a chip)이란 플라스틱 · 유리 · 규소(실리콘) 등의 소재를 사용해 미세 채널을 만들고, 이를 통해 극미량의 샘플이나 시료만으로 기존의 실험실에서 할 수 있는 실험이나 연구 과정을 신속하게 대체할 수 있는 실험용 미세유체칩을 의미한다. 랩온어칩은 마이크로플루이딕 칩(microfluidics chip)이라고도 한다. 특히, 질병 진단, 축산 또는 환경 등에서 적용이 확대되고 있다.

[0003] 그에 따라, 랩온어칩 등에서 액적을 이용하여 샘플 및 시약을 조작하는 기술에 대한 관심이 증가하면서, 액적을 필요에 따라 분리 또는 병합하는 기술이 필수적이며 이를 위한 다양한 방법이 제시되고 있다.

[0004] 특히, 2개의 딸액적을 하나의 모액적으로 병합하는 방법으로, Y자형 또는 T자형 채널이 사용되는 방법이 소개된 바 있다.

[0005] 2개의 병합대상 딸액적이 Y자형 또는 T자형 채널의 합류점에서 합류하는 과정에서 하나로 병합되도록 할 수 있으나, 필수적으로 채널이 분지되는 구조를 요하므로 구조가 복잡하고 그 부피가 증가되는 단점이 있다.

[0006] 또한, 액적의 유로를 크게 확장시키는 방법으로 유동하는 선행 액적의 속도를 저하시켜 액적을 분리하는 방법도 소개되었으나, 상대적으로 큰 액적 병합공간을 필요하고, 병합된 액적 간의 재병합을 막는 방법으로 계면 활성재 등을 사용해야 하므로, 병합방법이 복잡해질 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 단일 채널 내에서 액적을 병합하여 구조를 단순화하고, 공간 효율성을 극대화하며, 액적 병합 과정이 간단하게 수행될 수 있는 액적 병합장치를 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 미리 결정된 방향으로 유동하는 연속상 내에서 순차적으로 병합대상 딸액적이 공급되는 액적 공급채널, 상기 액적 공급채널의 출구와 연결되고, 상기 액적 공급채널보다 큰 폭을 갖으며, 상기 액적 공급채널에서 공급된 2개의 연속된 딸액적이 병합되는 액적 병합챔버 및, 상기 액적 공급채널을 통해 연속해서 공급되는 2개의 딸액적을 하나의 모액적으로 병합하기 위하여 상기 액적 병합챔버 내에서 경사진 상태로 배치되는 판형 구조물 형태의 액적 병합부재;를 포함하는 액적 병합장치를 제공한다.

[0009] 또한, 상기 액적 공급채널의 폭(Wo)은 20 ㎛ 내지 200 ㎛의 크기일 수 있다.

[0010] 이 경우, 상기 액적 공급채널 내에서 연속상의 유동속도는 0.1 m/s 내지 1.0 m/s일 수 있다.

[0011] 여기서, 상기 연속상은 물이며, 상기 분산상은 헥사데케인(hexadecane)일 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 액적 공급채널과 상기 액적 병합챔버는 사각형 단면을 가질 수 있다.

[0013] 또한, 상기 액적 공급채널과 상기 액적 병합챔버는 연속하여 배치되며, 상기 액적 공급채널과 상기 액적 병합챔

버는 일체형으로 구성될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 액적 병합부재는 상기 액적 병합챔버에서 대각선 방향으로 배치될 수 있다.

[0015] 이 경우, 상기 액적 병합챔버의 폭은 상기 액적 공급채널의 폭(Wo)의 1.6배 내지 2.4배의 크기일 수 있다.

[0016] 여기서, 상기 액적 병합챔버의 길이는 상기 액적 공급채널의 폭(Wo)의 9배 내지 13배의 크기일 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 액적 병합부재의 두께(t)는 상기 액적 공급채널의 폭(Wo)의 0.2배 내지 0.3배의 크기로 전영역에서 일정할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 액적 병합부재의 길이(L)는 상기 액적 공급채널의 폭(Wo)보다 길 수 있다.

[0019] 또한, 상기 액적 병합부재의 길이(L)는 상기 액적 공급채널의 폭(Wo)의 2.2배 내지 3.3배의 크기일 수 있다.

[0020] 이 경우, 상기 액적 병합부재는 상기 액적 병합챔버 내에서 5도 내지 15도 경사지게 배치될 수 있다.

[0021] 여기서, 상기 액적 병합챔버 내에 구비된 액적 병합부재의 입구단에서 상기 액적 병합챔버의 제1 내측면까지의 거리는 상기 액적 병합챔버의 제2 내측면까지의 거리의 1.6배 내지 6.4배의 크기일 수 있다.

[0022] 그리고, 상기 액적 병합챔버에서 병합된 모액적이 반출되며, 상기 액적 병합챔버의 폭보다 작은 폭을 갖는 액적 반출채널을 더 구비할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 유동하는 연속상 내에 병합될 2개의 분산상 딸액적이 순차적으로 공급되는 액적 공급부 및, 상기 액적 공급부에서 공급된 2개의 딸액적이 병합 과정, 분리 과정 및 재병합 과정이 순차적으로 수행되는 액적 병합부;를 포함하는 액적 병합장치를 제공한다.

[0024] 또한, 상기 액적 병합부는 상기 액적 공급부보다 폭이 확장되며, 내부에 경사지게 배치된 액적 병합부재를 구비할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 액적 병합부는 내부에 2개의 액적 병합유로를 구비하며, 2개의 상기 액적 병합유로는 상기 액적 병합부재에 의하여 구획될 수 있다.

[0026] 이 경우, 상기 액적 병합부에서 2개의 딸액적의 병합 과정, 분리 과정 및 재병합 과정은 상기 액적 병합부로 진입한 2개의 딸액적이 병합되고, 상기 액적 병합부재의 입구단에 의하여 분리된 후 각각의 액적 병합유로를 빠져나오면서 재결합되는 방법으로 수행될 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따른 액적 병합장치에 의하면, 미세한 하나의 유체 채널(액적 공급채널 내에 구비된 액적 병합부재를 이용해서 2개의 액적을 하나의 액적으로 병합하므로, 공간의 효율성을 극대화할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명에 따른 액적 병합장치에 의하면, 액적 병합부재를 미세한 하나의 유체 채널의 폭이 확장되는 확장부 내에 배치하면 액적을 병합할 수 있으므로, 액적 병합을 위한 구성을 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명에 따른 액적 병합장치의 평면도 및 사시도를 도시한다.

도 2는 본 발명에 따른 액적 병합장치에 의한 액적의 병합 과정을 도시한다.

도 3은 본 발명에 따른 액적 병합장치의 다른 실시예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설 명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명된 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록, 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0031] 두 종류의 액체 상(相)이 공존하고 있고 한 상이 다른 상 속에 분산되어 있을 때, 전자의 상은 분산하고 있으므로 이를 분산상(dispersed phase, 分散相)이라 하고, 후자의 상은 연속하고 있으므로 이를 연속상(continuous phase, 連續相)이라 한다. 예를 들면, 물속에 기름 방울이 분산되어 있는 경우, 기름 방울은 분산상이며 물은

연속상이라 할 수 있다.

[0032] 본 발명은 2개의 분산상 또는 분산상 액적(설명의 편의를 위하여, 이하 '딸액적(daughter droplet)'이라 함)을 하나의 분산상 또는 분산상 액적(설명의 편의를 위하여, 이하 '모액적(mother droplet)'이라 함)으로 병합하는 액적 병합장치(100)에 관한 것이다.

[0033] 도 1은 본 발명에 따른 액적 병합장치(100)의 평면도 및 사시도를 도시한다. 구체적으로, 도 1(a)은 본 발명에 따른 액적 병합장치(100)의 평면도를 도시하며, 도 1(b)는 본 발명에 따른 액적 병합장치(100)의 사시도를 도시한다.

[0034] 본 발명에 따른 액적 병합장치(100)는 미리 결정된 방향으로 유동하는 연속상 내에서 순차적으로 병합대상 딸액적(d11, d12)이 공급되는 액적 공급채널(10), 상기 액적 우동채널의 출구와 연결되며, 상기 액적 공급채널(10)보다 큰 폭을 갖으며, 상기 액적 공급채널(10)에서 공급된 2개의 연속된 딸액적(d11, d12)이 병합되는 액적 병합챔버(70) 및, 상기 액적 공급채널(10)을 통해 연속해서 공급되는 2개의 딸액적(d11, d12)을 하나의 모액적으로 병합하기 위하여 상기 액적 병합챔버(70) 내에서 경사진 상태로 배치되는 판형 구조물 형태의 액적 병합부재(60)를 포함할 수 있다.

[0035] 예를 들면, 2개의 작은 딸액적(d1)을 하나로 병합하기 위해서는 Y자형 또는 T자형 형태의 채널에서 2개의 액적이 합류점에서 합류하는 과정에서 2개의 딸액적(d11, d12)이 병합되도록 할 수 있으나, 구조가 복잡하고 그 부피가 증가되는 단점이 있다.

[0036] 본 발명에 따른 액적 병합장치(100)는 병합대상 딸액적(d1)들이 하나의 유동채널을 통해 공급될 수 있다. 상기 액적 공급채널(10)을 통해 미리 결정된 방향으로 유동하는 연속상 내에서 병합대상 2개의 딸액적(d11, d12)이 순차적으로 공급될 수 있다.

[0037] 상기 액적 공급채널(10)의 폭(Wo)은 20 μm 내지 200 μm의 크기일 수 있으며, 상기 액적 공급채널(10) 내에서 연속상의 유동속도는 0.1 m/s 내지 1.0 m/s일 수 있다. 그리고, 본 발명에 따른 액적 병합장치(100)에 의하여 병합될 수 있는 분산상 액적은 연속상인 물속에 존재하는 헥사데케인(hexadecane) 등의 물질일 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0038] 본 발명에 따른 액적 병합장치(100)는 하나의 액적 공급채널(10)을 통해 순차적으로 공급되는 2개의 딸액적(d11, d12)을 병합하기 위한 판형 구조물 형태의 액적 병합부재(60)를 채용한다.

[0039] 상기 액적 병합부재(60)는 상기 액적 공급채널(10)을 통해 공급되는 병합대상 2개의 딸액적(d11, d12) 중 상기 액적 병합부재(60)에 먼저 도달되는 제1 딸액적(d11)의 유동 속도를 저하시켜, 제1 딸액적(d11)와 제1 딸액적(d11)을 뒤따르는 제2 딸액적(d12)을 1차 병합 과정을 위하여 구비된다. 1차 병합 과정과 관련된 설명은 도 3을 참조하여 후술하기로 한다.

[0040] 그리고, 상기 액적 병합부재(60)는 상기 액적 우동채널의 출구와 연결되며, 상기 액적 공급채널(10)에서 공급된 2개의 딸액적(d11, d12)이 병합되는 병합공간을 제공하며 상기 액적 공급채널(10)보다 큰 폭을 갖는 액적 병합챔버(70) 내에 설치될 수 있다.

[0041] 도 1(a)에 도시된 바와 같이, 상기 액적 공급채널(10)의 출구에 상기 액적 병합챔버(70)가 구비되며, 상기 액적 병합챔버(70) 내에 상기 액적 병합부재(60)가 구비될 수 있다.

[0042] 상기 액적 병합부재(60)는 판형 구조물 형태로 상기 액적 병합챔버(70) 내에서 경사진 상태로 배치될 수 있다.

[0043] 도 1(a) 및 도 1(b)에 도시된 바와 같이, 상기 액적 공급채널(10)과 상기 액적 병합챔버(70)는 사각형 단면을 갖을 수 있으며, 상기 액적 공급채널(10)과 상기 액적 병합챔버(70)는 연속하여 배치되며, 미세한 크기를 갖는 상기 액적 공급채널(10)과 상기 액적 병합챔버(70)는 일체형으로 구성될 수도 있다.

[0044] 도 1(a) 및 도 1(b)에 도시된 바와 같이, 상기 액적 병합부재(60)는 상기 액적 병합챔버(70) 내에서 대략 대각선 방향으로 배치될 수 있다.

[0045] 상기 액적 병합부재(60)는 상기 액적 병합챔버(70) 내에 경사진 상태로 배치될 수 있으며, 상기 액적 병합부재(60)는 상기 액적 병합챔버(70) 내에서 5도 내지 15도 경사지게 배치되어야 함이 실험적으로 확인되었다.

[0046] 상기 액적 병합챔버(70)는 상기 액적 우동채널의 출구와 연결되며, 상기 액적 공급채널(10)보다 큰 폭을 갖으며, 실험적으로 상기 액적 병합챔버(70)의 폭은 상기 액적 공급채널(10)의 폭(Wo)의 약 1.6배 내지 2.4배의

크기를 갖는 것이 액적의 병합 과정을 수행하기 적당함이 확인되었다.

[0047] 또한, 상기 액적 병합챔버(70)의 액적 유동방향 길이(A)는 상기 액적 공급채널(10)의 폭(Wo)의 약 9배 내지 13배의 크기를 갖는 것이 바람직하다.

[0048] 상기 액적 병합챔버(70) 내에 경사진 상태로 구비되는 상기 액적 병합부재(60)는 그 두께가 상기 액적 공급채널(10)의 폭(Wo)의 0.2배 내지 0.3배의 크기를 갖는 것이 실험적으로 바람직함이 확인되었으며, 상기 액적 병합부재(60)는 전영역에서 두께가 일정한 판재 형태를 가질 수 있다.

[0049] 또한, 상기 액적 병합부재(60)의 길이는 적어도 상기 액적 공급채널(10)의 폭(Wo)보다 길고, 바람직하게는 상기 액적 병합부재(60)의 길이(L)는 상기 액적 공급채널(10)의 폭(Wo)의 2.2배 내지 3.3배의 크기를 갖는 것이 액적 병합 과정에 유리함이 실험적으로 확인되었다.

[0050] 그리고, 도 1(b)에 도시된 바와 같이, 상기 액적 병합챔버(70)의 높이는 상기 액적 공급채널(10)의 높이(ho)와 일치되는 것이 바람직하다.

[0051] 또한, 상기 액적 병합부재(60)의 높이는 액적 병합부재(60)의 전영역에서 상기 액적 병합챔버(70)의 높이와 일치되는 크기를 갖는 것이 바람직하다. 액적 병합부재(60)와 상기 액적 병합챔버(70) 사이에 유격이 존재하면, 액적의 병합 과정에서 모액적 이외의 미세 액적 등이 생성되거나, 병합 과정의 예측되지 못했던 문제점들이 발생될 수 있기 때문이다.

[0052] 도 2는 본 발명에 따른 액적 병합장치(100)에 의한 액적의 병합 과정을 도시한다.

[0053] 본 발명은 액적의 병합이 수행되는 과정의 측면에서, 본 발명은 유동하는 연속상 내에 병합될 2개의 딸액적(dl1, dl2)이 순차적으로 공급되는 액적 공급부(20) 및, 상기 액적 공급부(20)에서 공급된 2개의 딸액적(dl1, dl2)이 병합 과정, 분리 과정 및 재병합 과정이 순차적으로 수행되는 액적 병합부(50)를 포함하는 액적 병합장치(100)를 제공할 수 있다.

[0054] 상기 액적 공급부(20)는 상기 액적 공급채널(10) 내에 병합대상 딸액적(dl)들이 공급되는 유로를 포함하는 공간을 의미하며, 상기 액적 병합부(50)는 액적 병합챔버(70) 내부에서 딸액적(dl)이 병합되는 과정이 수행되는 공간을 의미할 수 있다.

[0055] 따라서, 상기 액적 병합챔버(70) 내측의 상기 액적 병합부(50)는 상기 액적 공급채널(10) 내측의 액적 공급부(20)보다 폭이 확장되며, 내부에 경사지게 배치된 액적 병합부재(60)를 구비하는 것으로 이해될 수 있다.

[0056] 또한, 상기 액적 병합부(50)는 내부에 2개의 액적 병합유로를 구비하며, 2개의 상기 액적 병합유로(30(1), 30(2))는 상기 액적 병합부재(60)에 액적 병합부(50)가 구획되는 방법으로 형성될 수 있음은 전술한 바와 같다.

[0057] 그리고, 후술하는 바와 같이, 상기 액적 병합부(50)에서 2개의 딸액적(dl1, dl2)의 병합 과정, 분리 과정 및 재병합 과정은 상기 액적 병합부(50)로 진입한 2개의 딸액적(dl1, dl2)이 병합되고, 상기 액적 병합부재(60)의 입구단(60e1)에 의하여 분리된 후 각각의 액적 병합유로를 빠져 나오면서 재결합되는 방법으로 수행될 수 있다.

[0058] 이하, 도 2를 참조하여 2개의 딸액적(dl1, dl2)이 병합되는 과정을 자세하게 설명한다.

[0059] 도 2에 도시된 액적 병합장치(100)는 폭(Wo)이 36㎛인 액적 공급채널(10)과 폭이 72㎛이며, 길이가 400㎛인 액적 병합챔버(70)가 사용되었다.

[0060] 상기 액적 공급채널(10)은 연속상인 물이 0.2m/s의 속도로 유입되며, 직경이 44㎛인 헥사데케인(hexadecane) 딸액적(dl)이 동일한 속도로 이격된 상태로 공급되어 하나의 모액적(ml)으로 병합될 수 있다.

[0061] 상기 액적 공급채널(10) 사이에 있는 액적 병합챔버(70) 내부에 경사지게 배치된 판형 구조물 형태의 액적 병합부재(60) 두께가 8㎛이며, 길이는 100㎛이다.

[0062] 또한, 상기 액적 병합챔버(70) 내에 경사지게 배치된 액적 병합부재(60)는 챔버 내부를 각각 2개의 액적 병합유로로 구획하게 된다.

[0063] 상기 액적 병합부재(60)에 의하여 구획되는 2개의 제1 액적 병합유로(30(1)) 및 제2 액적 병합유로(30(2))는 각각 유로의 폭이 감소 및 증가될 수 있다.

[0064] 즉, 상기 액적 병합부재(60)가 좌측이 아래로 배치되고 우측이 위로 배치되는 방식으로 경사진 상태로 배치되므로, 상기 제1 액적 병합유로(30(1))는 액적의 유동방향으로 폭이 줄어들고, 상기 제2 액적 병합유로(30(2))는

액적의 유동방향으로 폭이 증가되는 형태를 갖을 수 있다.

[0065] 그리고, 실험적으로 액적 병합챔버(70)와 액적 병합부재(60)를 채용하여 액적을 병합하기 위해서는 각각의 액적 병합유로의 입구의 폭을 결정하는 상기 액적 병합챔버(70) 내에 구비된 액적 병합부재(60)의 입구단(60e1)에서 상기 액적 병합챔버(70)의 제1 내측면까지의 거리(제1 액적 병합유로(30(1))의 입구의 폭)와 상기 액적 병합챔버(70)의 제2 내측면까지의 거리(제2 액적 병합유로(30(2))의 입구의 폭)의 1.6배 내지 6.4배를 만족해야 함이 확인되었다. 즉, 상기 제1 액적 병합유로(30(1))의 입구의 폭이 상기 제2 액적 병합유로(30(2))의 입구의 폭의 1.6배 내지 6.4배의 크기를 갖도록 더 크게 형성되야 함을 의미한다.

[0066] 그러나, 입구의 크기의 비율이 상기 범위에 있더라도 상기 액적 병합부재(60)가 액적의 유동방향과 평행하게 배치되어서는 안되고, 미리 결정된 범위, 약 5도 내지 15도 정도로 경사지게 배치되어야 한다.

[0067] 도 2에 도시된 액적 병합장치(100)의 액적 병합부재(60)에 의한 제1 액적 병합유로(30(1))의 입구의 폭은 51㎛이며, 제1 액적 병합유로(30(1))의 출구의 폭은 13㎛이 되도록 상기 액적 병합부재(60)를 배치한 상태로 액적 병합 과정을 도시한다.

[0068] 도 2(a)는 상기 액적 공급채널(10)을 통해 병합대상 제1 딸액적(dl1) 및 제2 딸액적(dl2)이 공급되는 과정을 도시한다.

[0069] 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 상기 액적 공급채널(10)을 통해 공급되는 딸액적(dl)들은 유동 방향 길이가 폭보다 큰 형태를 가질 수 있으므로, 상기 액적 공급채널(10)을 형성하는 내측면에 의하여 어느 정도 눌린 상태로 유동되어도 상관없다.

[0070] 도 2(b)는 상기 액적 공급채널(10)을 통해 공급된 병합대상 제1 딸액적(dl1)은 액적 병합챔버(70) 내에 구비된 액적 병합부재(60)에 도달한 후 액적 병합챔버(70) 내에 구비된 액적 병합부재(60)에 의하여 형성된 제1 액적 병합유로(30(1)) 내부로 일부 진입하는 상태를 도시하고, 제2 딸액적(dl2)은 상기 액적 병합챔버(70)로 진입을 시작하는 상태를 도시한다.

[0071] 상기 액적 병합챔버(70)의 폭이 상기 액적 공급채널(10)의 폭보다 크므로, 상기 액적 병합챔버(70) 내로 먼저 진입한 상기 제1 딸액적(dl1)은 유동속도가 저하되며, 상기 액적 병합부재(60)에 의하여 구획되는 병합유로 중 입구의 폭이 큰 병합유로 측으로 일부 진입할 수 있다.

[0072] 도 2(c)는 병합대상 제1 딸액적(dl1)은 액적 병합챔버(70) 내에 구비된 액적 병합부재(60)에 의하여 형성된 제1 액적 병합유로(30(1))를 따라 진입후 유동 속도가 저하되는 상태에서, 제2 딸액적(dl2)은 상기 액적 병합챔버(70)로 진입의 마무리 단계를 도시한다.

[0073] 상기 제1 딸액적(dl1)은 상기 액적 병합부재(60)가 경사진 상태로 배치되어 제1 액적 병합유로(30(1))의 폭은 유동방향으로 감소되므로, 유로 감소에 따른 유동 저항에 의하여 제1 액적 병합유로(30(1)) 내부 방향으로 상기 제1 딸액적(dl1)의 진입속도 또는 진입량이 둔화되는 상태에서, 상기 제2 딸액적(dl2)은 상기 액적 병합챔버(70) 내부로 진입이 완료될 수 있다.

[0074] 도 2(d)는 상기 액적 병합챔버(70) 내에서 병합대상 상기 제1 딸액적(dl1)과 제2 딸액적(dl2)이 1차 병합된 상태를 도시한다.

[0075] 상기 제1 딸액적(dl1)이 상기 제1 액적 병합유로(30(1)) 내에서의 유동 속도가 저하된 상태에서 상기 액적 병합챔버(70)로 진입한 제2 딸액적(dl2)은 상기 제1 딸액적(dl1)의 후방에 접촉되어 액적이 1차 병합된다.

[0076] 그러나, 상기 제1 액적 병합유로(30(1))는 유로의 폭이 좁아지므로, 1차 병합된 액적은 상기 제1 액적 병합유로(30(1))를 따라 함께 유동하지 못하고, 1차 병합된 액적의 일부는 제2 액적 병합유로(30(2)) 측으로 유동을 시작하게 된다.

[0077] 도 2(e)는 상기 액적 병합챔버(70) 내에서 병합대상 상기 제1 딸액적(dl1)과 제2 딸액적(dl2)이 1차 병합되어 하나의 일시적 합액적(ml')을 형성한 후 상기 액적 병합부재(60)에 의하여 합액적(ml')이 일시적으로 분리되어 상기 액적 병합챔버(70)에 경사진 상태로 배치된 액적 병합부재(60)에 의하여 구획되는 제1 및 제2 액적 병합유로(30(1), 30(2))를 따라 유동하는 상태를 도시한다.

[0078] 상기 제1 및 제2 액적 병합유로(30(1), 30(2))를 구획하는 액적 분리부재의 입구단(60e1)에 충돌하는 과정에서 2개의 액적(dl1', dl2')으로 일시적으로 분리된다. 일시적으로 분리된 2개의 액적(dl1', dl2')은 상기 제1 및 제2 액적 병합유로(30(1), 30(2))를 따라 유동하게 된다.

[0079] 도 2(f)는 상기 액적 공급채널(10)을 통해 일시적으로 분리된 2개의 액적(dl1', dl2')이 제1 및 제2 액적 병합유로(30(1), 30(2))를 빠져나와 액적 병합부재의 출구단(60e2)을 지나면서 재병합되어 하나의 모액적(ml)으로 병합이 완료된 상태를 도시한다.

[0080] 일시적으로 분리된 2개의 액적(dl1', dl2')은 상기 유로의 폭이 감소되는 제1 액적 병합유로(30(1))와 유로의 폭이 증가되는 제2 액적 병합유로를 따라 유동하게 되며, 상기 제1 및 제2 액적 병합유로(30(1), 30(2))의 각각의 출구에서 재병합되어 하나의 병합된 모액적(ml)을 형성할 수 있다.

[0081] 일시적으로 분리된 2개의 액적(dl1', dl2')이 상기 제1 및 제2 액적 병합유로(30(1), 30(2))의 각각의 출구에서 재병합될 수 있는 이유는 상기 제1 액적 병합유로(30(1))는 유로의 폭이 감소되어 상기 제1 액적 병합유로(30(1))를 일시적으로 분리된 액적이 모두 빠져 나오려면 시간이 오래 걸리는 반면, 상기 제2 액적 병합유로로 진입된 일시적으로 분리된 액적은 유로의 폭이 증가되어 제1 액적 병합유로(30(1))를 따라 유동하는 액적보다 빠른 속도로 제2 액적 병합유로(30(2))의 출구에 도달할 수 있다.

[0082] 따라서, 액적 병합부재(60)를 액적 병합챔버(70) 내에 경사진 상태로 배치되면, 일시적으로 분리된 액적(dl1', dl2')의 부피가 균일하지 않더라도, 각각 일시적으로 분리된 액적(dl1', dl2')이 각각의 액적 병합유로의 출구에 도달하는 시점을 일치시켜 일시적으로 분리된 액적(dl1', dl2')을 재병합시킬 수 있다.

[0083] 도 3은 본 발명에 따른 액적 병합장치(100)의 다른 실시예를 도시한다. 도 1 및 도 2를 참조한 설명과 중복된 설명은 생략한다.

[0084] 본 발명에 따른 액적 병합장치(100)는 상기 액적 병합챔버(70)에서 병합된 모액적(ml)이 반출되며, 상기 액적 병합챔버(70)의 폭보다 작은 폭을 갖는 액적 반출채널(90)을 더 구비할 수 있다.

[0085] 상기 액적 병합챔버(70)에서 병합이 완료된 하나의 모액적(ml)은 상기 액적 병합챔버(70)보다 폭이 작은 액적 반출채널(90)을 통해 반출될 수 있다.

[0086] 상기 액적 병합챔버(70)에 비해 폭이 줄어든 액적 반출채널(90)을 구비하면, 병합이 완료된 모액적(ml)은 액적 병합챔버(70) 내에서 유속이 빨라지는 액적 반출채널(90) 내부로 빠르게 빠져나갈 수 있으므로, 뒤따르는 액적 병합 과정 등을 방해하지 않고 신속히 반출 유동될 수 있다.

[0087] 상기 액적 반출채널(90)은 상기 액적 공급채널(10)과 상기 액적 병합챔버(70)와 마찬가지로 사각형 단면을 갖을 수 있으며, 상기 액적 병합챔버(70)와 일체형으로 구성될 수 있다.

[0088] 또한, 상기 액적 공급채널(10)과 상기 액적 병합챔버(70) 및 상기 액적 반출채널(90)이 함께 일체형으로 구성될 수 있다.

[0089] 그리고, 상기 액적 반출채널(90)의 폭(W2)은 상기 액적 공급챔버의 폭보다 작은 것이 바람직하고, 상기 액적 공급채널(10)의 폭과 동일한 폭이어야 하는 것은 아니다. 그러나, 상기 액적 반출채널(90)의 높이는 상기 액적 공급채널(10) 또는 상기 액적 병합챔버(70)의 높이와 일치되도록 구성될 수 있다.

[0090] 본 명세서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 당업자는 이하에서 서술하는 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경 실시할 수 있을 것이다. 그러므로 변형된 실시가 기본적으로 본 발명의 특허청구범위의 구성요소를 포함한다면 모두 본 발명의 기술적 범주에 포함된다고 보아야 한다.

부호의 설명

[0091] 100 : 액적 병합장치

10 : 액적 공급채널

20 : 액적 공급부

30 : 액적 병합유로

50 : 액적 병합부

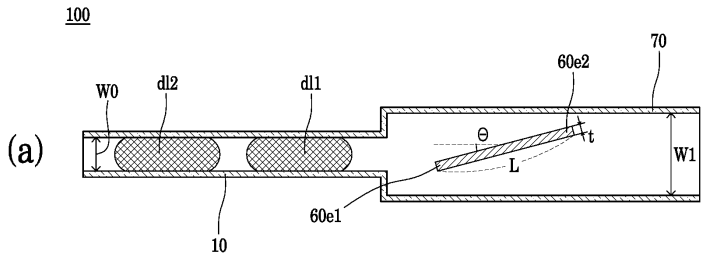
60 : 액적 병합부재

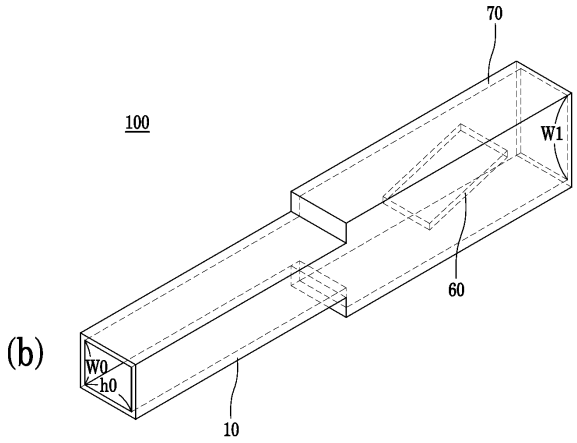
70 : 액적 병합챔버

90 : 액적 반출채널

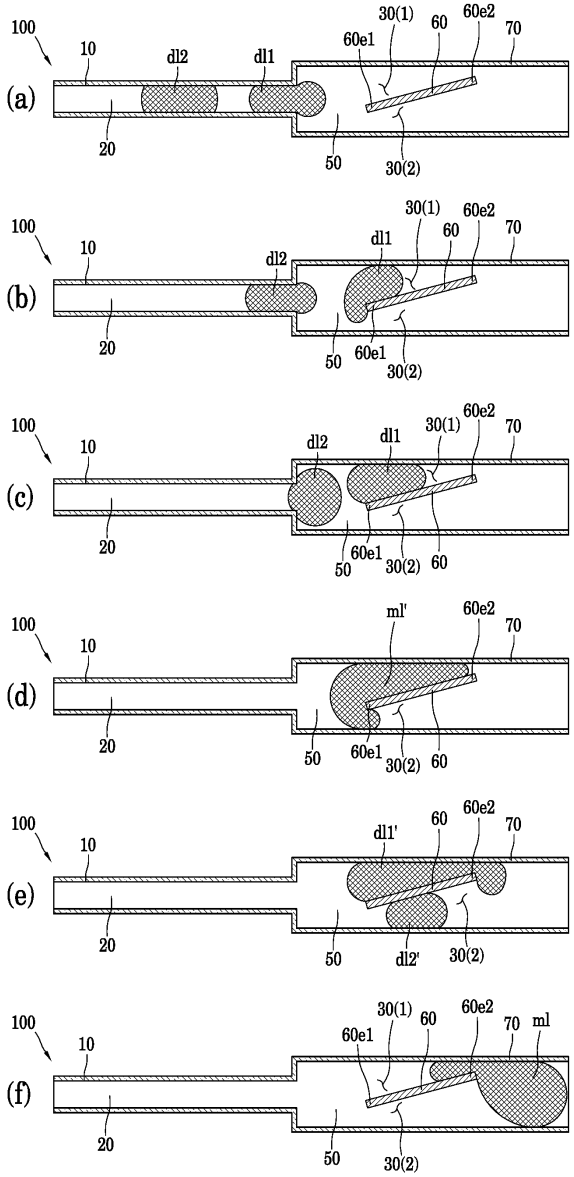
도면

도면1

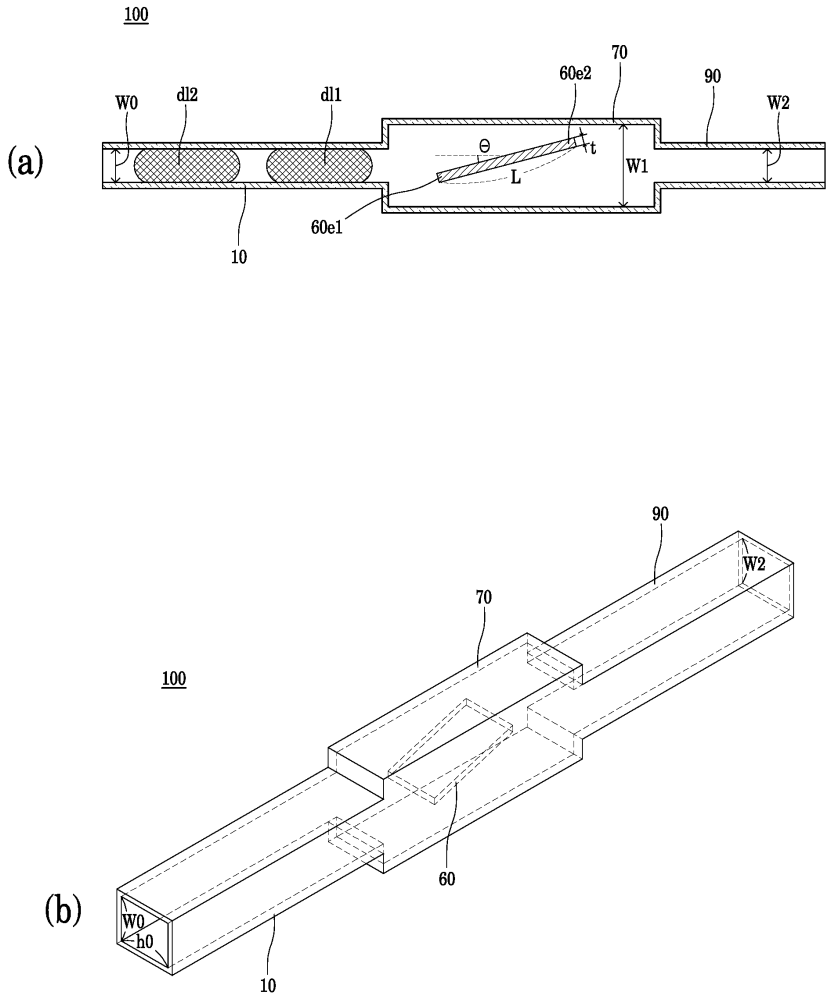




도면2


(a)
100
10
dl2
dl1
30(1)
60
60e2
70
60e1
20
50
30(2)
(b)
100
10
dl2
dl1
30(1)
60
60e2
70
20
50
60e1
30(2)
(c)
100
10
dl2
dl1
30(1)
60e2
70
20
50
60e1
30(2)
60
(d)
100
10
ml'
60e2
70
20
50
60e1
30(2)
60
(e)
100
10
dl1'
60
60e2
70
20
50
dl2'
30(2)
(f)
100
10
30(1)
60
60e2
70
ml
60e1
20
50
30(2)

도면3


100
W0
dl2
dl1
60e2
70
90
W2
θ
t
L
W1
60e1
10
(a)
100
90
W2
70
60
W0
h0
10
(b)