



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0054530
(43) 공개일자 2023년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01F 25/40 (2022.01)

(52) CPC특허분류

B01F 25/42 (2022.01)

B01F 25/431 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2021-0137329

(22) 출원일자 2021년10월15일

심사청구일자 2021년10월15일

(71) 출원인

한국생산기술연구원

충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89

부산대학교 산학협력단

부산광역시 금정구 부산대학로63번길 2 (장전동, 부산대학교)

(72) 발명자

하철우

경기도 안양시 동안구 관평로138번길 13 (평촌동, 초원세경아파트) 801동 402호

손용

인천광역시 연수구 컨벤시아대로42번길 20, 303동 1102호 (송도동, 송도 더 프라우 3단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

한상수

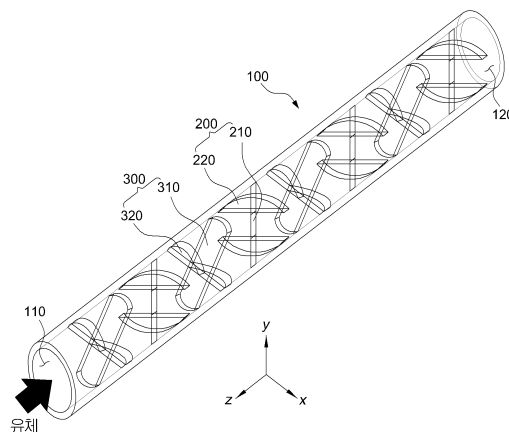
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기 및 이를 제조하기 위한 적층 제조 방법**

(57) 요약

본 발명의 일 실시 예는 혼합기의 효율을 높여 짧은 혼합 거리로 화학물질을 혼합하며, 이를 통해 전체 유동반응 시스템의 크기를 줄이는 기술을 제공한다. 본 발명의 실시 예에 따른 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기는 유입구와 배출구를 구비하며, 내부를 통과하는 유체에 유로를 제공하는 유로부; 상기 유로부 내부에 형성되고, 날개의 형상을 구비하는 교차중심부 및 상기 교차중심부와 교차하도록 결합하는 교차날개부를 구비하는 교차날개유닛; 및 상기 유로부 내부에 형성되고, 날개의 형상을 구비하는 틸팅중심부 및 상기 틸팅중심부를 향하여 기울어진 형상을 구비하는 틸팅날개부를 구비하는 꺾인날개유닛;을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01F 25/43151 (2022.01)

B01F 25/43161 (2022.01)

(72) 발명자

강동석

서울특별시 동작구 보라매로7가길 6-1 (신대방동, 뉴스토리A동)

연시모

경기도 시흥시 함송로 35 (정왕동, 문영센스빌아파트) 109동 302호

양정호

서울특별시 영등포구 대방천로 180 202동 1202호(신길동, 우성2차아파트)

박상후

서울특별시 강남구 광평로31길 27 (수서동, 수서삼성아파트), 102동 702호

백승호

부산광역시 금정구 수림로 135 부대파크원룸 611호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415174840

과제번호 20011243

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원

연구사업명 전자시스템산업핵심기술개발사업

연구과제명 DfAM기반 3D 프린팅 제조기술을 이용한 고순도 5G 저유전율 소재 생산을 위한 모듈

형 연속유동반응시스템 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 지앤아이솔루션

연구기간 2020.07.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 유체를 혼합하기 위한 연속 유동혼합기로서,

유입구와 배출구를 구비하며, 내부를 통과하는 유체에 유로를 제공하는 유로부;

상기 유로부 내부에 형성되고, 날개의 형상을 구비하는 교차중심부 및 상기 교차중심부와 교차하도록 결합하는 교차날개부를 구비하는 교차날개유닛; 및

상기 유로부 내부에 형성되고, 날개의 형상을 구비하는 틸팅중심부 및 상기 틸팅중심부를 향하여 기울어진 형상을 구비하는 틸팅날개부를 구비하는 꺾인날개유닛을 포함하는 것을 특징으로 하는 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 교차중심부는, 유체의 유동 방향에 대해 기울어지도록 형성되는 것을 특징으로 하는 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 틸팅중심부는, 유체의 유동 방향에 대해 기울어지도록 형성되는 것을 특징으로 하는 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

하나의 틸팅날개부에 대한 다른 틸팅날개부의 꺾인 각도인 꺾임각은 60° 내지 120° 인 것을 특징으로 하는 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 유로부의 단면 형상은, 원형 또는 다각형인 것을 특징으로 하는 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

적어도 하나 이상의 교차날개유닛과 적어도 하나 이상의 꺾인날개유닛이 결합되어 혼합모듈을 형성하는 것을 특징으로 하는 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 혼합모듈은, 하나의 꺾인날개유닛, 하나의 교차날개유닛, 다른 꺾인날개유닛 및 다른 교차날개유닛이 순차적으로 결합되어 형성되는 것을 특징으로 하는 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 혼합모듈은, 하나의 꺾인날개유닛, 다른 꺾인날개유닛, 하나의 교차날개유닛 및 다른 교차날개유닛이 순차적으로 결합되어 형성하는 것을 특징으로 하는 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 혼합모듈은, 배치 형태가 각각 다른 4개의 꺾인날개유닛이 순차적으로 결합되어 형성하는 것을 특징으로 하는 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기.

청구항 10

청구항 6에 있어서,

상기 혼합모듈은, 복수개의 교차중심부를 구비하는 다중교차날개유닛과 복수개의 틸팅중심부를 구비하는 다중꺾인날개유닛이 결합되어 형성하는 것을 특징으로 하는 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기.

청구항 11

청구항 1 내지 청구항 10 중 선택되는 어느 하나의 항에 따른 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기;

상기 적층 제조 기반 연속 유동혼합기에 2가지 이상의 유체를 공급하는 유체공급부; 및

상기 적층 제조 기반 연속 유동혼합기를 통과하면서 혼합된 유체를 저장하는 저장부를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학물질 혼합 시스템.

청구항 12

청구항 7의 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기를 제조하기 위한 적층 제조 방법에 있어서,

3D프린터와 금속 분말을 마련하는 제1단계;

상기 교차중심부와 상기 교차날개부의 사이각 및 하나의 틸팅날개부와 다른 틸팅날개부의 꺾임각을 상기 3D프린터에 입력하는 제2단계; 및

상기 3D프린터를 이용하여 적어도 하나 이상의 혼합모듈을 형성시키는 제3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 적층 제조 방법.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

제 2 단계에서는, 상기 교차중심부의 면적 대비 상기 교차날개부의 면적의 비율이 38% 내지 48%인 것을 특징으로 하는 적층 제조 방법.

청구항 14

청구항 11에 있어서,

제 2 단계에서는, 상기 킬팅중심부의 면적 대비 상기 킬팅날개부의 면적의 비율이 38% 내지 48%인 것을 특징으로 하는 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기 및 그 설계 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 혼합기의 효율을 높여 짧은 혼합 거리로 화학물질을 혼합하며, 이를 통해 전체 유동반응 시스템의 크기를 줄이는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 연속 유동혼합기 기술은 MEMS 기술에 기반한 마이크로/메소 구조로 형성된 정적 혼합기로, 유로 내부의 구조변화 또는 전자기력을 적용하여 강제 순환 등의 방법으로 유체를 혼합을 하는 기술이다.

[0004] 유체 혼합을 위한 혼합기로는 대규모 화학물질이 함유된 용기의 온도를 일정하게 유지하며 모터로 교반장치를 회전시키는 화분식 혼합기가 있으며, 이와 같은 장치는 반응이 끝날 때까지 반응물을 교반시켜 높은 전환율을 얻을 수 있지만, 반응 완료 후 세척을 위한 휴지시간을 가져 대규모 생산에 불리하다는 문제점이 있다.

[0005] 대한민국 공개특허 제 10-2020-0079299 호(발명의 명칭: 개선된 혼합기 도관 및 이를 이용하는 공정)에서는, 유입구 및 배출구를 가지며 난류(turbulent flow)의 혼합을 위한 것으로서, 적어도 2개의 실질적으로는 동일 평면상에 있는 판 형상 세그먼트를 포함하는 적어도 하나의 정적 혼합기 요소를 함유하고, 세그먼트들 사이에는 실질적으로 종방향에 있는 갭이 형성되며, 각 세그먼트가 도관 벽에 부착되어 있고 그리고 적어도 2 개의 자유단을 가지며, 어느 하나의 단은 선단이며 그리고 다른 하나의 단은 상기 종방향 갭에 인접하고 있는, 혼합기 도관에 있어서, 적어도 2개의 세그먼트가 상기 도관 축에 대해서 경사져 있어서 그들의 선단이 도관 내에서 상류로 향하고 그리고 주-유체 흐름 방향에 실질적으로 수직한 혼합기 도관이 개시되어 있다.

[0006] 그러나, 이러한 장치는 가공기술의 제약으로 교체 및 세척을 위한 이음부가 중량을 관통하여 혼합 성능을 저하시키는 문제가 있다. 따라서, 중량을 관통하는 이음부가 존재하지 않으며, 세척이 편리하고, 혼합 성능이 높은 유동 혼합기가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제 10-2020-0079299 호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 혼합기의 효율을 높여 짧은 혼합 거리로 화학물질을 혼합하며, 이를 통해 전체 유동반응 시스템의 크기를 줄이는 것이다.
- [0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구성은, 유입구와 배출구를 구비하며, 내부를 통과하는 유체에 유로를 제공하는 유로부; 상기 유로부 내부에 형성되고, 날개의 형상을 구비하는 교차중심부 및 상기 교차중심부와 교차하도록 결합하는 교차날개부를 구비하는 교차날개유닛; 및 상기 유로부 내부에 형성되고, 날개의 형상을 구비하는 틸팅중심부 및 상기 틸팅중심부를 향하여 기울어진 형상을 구비하는 틸팅날개부를 구비하는 꺾인날개유닛;을 포함하고, 상기 유로부를 통과하는 유체가 혼합되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 교차중심부는, 유체의 유동 방향에 대해 기울어지도록 형성될 수 있다.
- [0014] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 틸팅중심부는, 유체의 유동 방향에 대해 기울어지도록 형성될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 실시 예에 있어서, 하나의 틸팅날개부에 대한 다른 틸팅날개부의 꺾인 각도인 꺾임각은 60° 내지 120° 으로 형성될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 유로부의 단면 형상은, 원형 또는 다각형으로 형성될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시 예에 있어서, 적어도 하나 이상의 교차날개유닛과 적어도 하나 이상의 꺾인날개유닛이 결합되어 혼합모듈이 형성될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 혼합모듈은, 하나의 꺾인날개유닛, 하나의 교차날개유닛, 다른 꺾인날개유닛 및 다른 교차날개유닛이 순차적으로 결합되어 형성될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 혼합모듈은, 하나의 꺾인날개유닛, 다른 꺾인날개유닛, 하나의 교차날개유닛 및 다른 교차날개유닛이 순차적으로 결합되어 형성될 수 있다.
- [0020] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 혼합모듈은, 배치 형태가 각각 다른 4개의 꺾인날개유닛이 순차적으로 결합되어 형성될 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 혼합모듈은, 복수개의 교차중심부를 구비하는 다중교차날개유닛과 복수개의 틸팅중심부를 구비하는 다중꺾인날개유닛이 결합되어 형성될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 교차날개유닛은, 상기 교차중심부의 면적 대비 상기 교차날개부의 면적의 비율이 38% 내지 48%로 형성될 수 있다.
- [0023] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 꺾인날개유닛은, 상기 틸팅중심부의 면적 대비 상기 틸팅날개부의 면적의 비율이 38% 내지 48%로 형성될 수 있다.
- [0024] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구성은, 3D프린터와 금속 분말을 마련하는 제1단계; 상기 교차중심부와 상기 교차날개부의 사이각 및 하나의 틸팅날개부와 다른 틸팅날개부의 꺾임각을 상기 3D프린터에 입력하는 제2단계; 및 상기 3D프린터를 이용하여 적어도 하나 이상의 혼합모듈을 형성시키는 제3단계;를 포함한다.

발명의 효과

- [0026] 상기와 같은 구성에 따른 본 발명의 효과는, 유로부 내에 적어도 하나의 꺾인날개유닛과 적어도 하나의 교차날개유닛을 위치시켜 혼합기의 효율을 높임으로써 보다 짧은 혼합 거리로 화학물질을 혼합 할 수 있으며, 이로 인

해 효율적인 에너지 사용, 안정성 증가 등의 효과를 동반한다는 것이다.

[0027] 또한, 본 발명의 효과는, 3D 프린터를 이용한 적층 제조로 제조되어 생산제품의 변경이 용이하여 다품종 생산에 걸맞으며, 향후 기술발전에 따른 신소재 생산에도 적합하다는 것이다.

[0028] 그리고, 본 발명의 효과는, 꺾인날개유닛과 교차날개유닛에 있어서, 모든 부분의 형상의 적층 각도가 45° 이하로 형성되고 내부에 지지대 없이 3D 프린팅이 가능하여 적층제조 공정을 이용하여 제작하기에 용이하다는 것이다.

[0029] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 유로부의 내부의 구조에 대한 개략도이다.

도 2 는 본 발명의 일 실시 예에 따른 교차날개유닛에 대한 사시도이다.

도 3a은 본 발명의 일 실시 예에 따른 꺾인날개유닛에 대한 측면 사시도이다.

도 3b은 본 발명의 일 실시 예에 따른 꺾인날개유닛에 대한 정면 사시도이다.

도 4a 는 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중교차날개구조에 대한 사시도이다.

도 4b 는 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중꺾인날개구조에 대한 사시도이다.

도 5 는 본 발명의 일 실시 예에 따른 꺾임각의 각도에 따른 혼합 효율 그래프이다.

도 6는 본 발명의 일 실시 예에 따른 교차날개유닛과 꺾인날개유닛의 유동 속도 분포를 나타낸 도면이다.

도 7 은 본 발명의 일 실시 예에 따른 혼합모듈 내 각각의 유닛 조합에 따른 혼합성능 비교 도면이다.

도 8(a) 는 본 발명의 일 실시 예에 따른 교차날개유닛의 교차중심부 면적 대비 교차날개부 면적의 비율에 따른 혼합성능 비교 그래프이다.

도 8(b) 는 본 발명의 일 실시 예에 따른 꺾인날개유닛의 틸팅중심부 면적 대비 틸팅날개부 면적의 비율에 따른 혼합성능 비교 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시 예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0033] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[0034] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0035] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 대하여 상세히 설명하기로 한다.

[0037] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 유로부(100)의 내부의 구조에 대한 개략도이고, 도 2 는 본 발명의 일 실

시 예에 따른 교차날개유닛(200)에 대한 사시도이고, 도 3a은 본 발명의 일 실시 예에 따른 꺾인날개유닛(300)에 대한 측면 사시도이며, 도 3b은 본 발명의 일 실시 예에 따른 꺾인날개유닛(300)에 대한 정면 사시도이다.

[0038] 도 1 에서 보는 바와 같이, 복수의 유체를 혼합하기 위한 연속 유동혼합기는, 유입구(110)와 배출구(120)를 구비하며, 내부를 통과하는 유체에 유로를 제공하는 유로부(100); 유로부(100) 내부에 형성되고, 날개의 형상을 구비하는 교차중심부(210) 및 교차중심부(210)와 교차하도록 결합하는 교차날개부(220)를 구비하는 교차날개유닛(200); 및 유로부(100) 내부에 형성되고, 날개의 형상을 구비하는 틸팅중심부(310) 및 틸팅중심부(310)를 향하여 기울어진 형상을 구비하는 틸팅날개부(320)를 구비하는 꺾인날개유닛(300);을 포함한다.

[0039] 여기서, 유로부(100)의 단면 형상은, 원형 또는 다각형의 형상일 수 있다. 그리고 소재는 나일론, 플라스틱, 금속, 합성수지, 유리 등의 소재로 형성 될 수 있다. 유입구(110)는 유체가 들어오는 유로부(100)의 외곽에 형성되어 있고, 배출구(120)는 유체가 배출되는 유로부(100)의 외곽에 형성되어 있다. 유체는 유입구(110)로 유입되어 유로부(100) 내부에서 움직이고 배출구(120)로 빠져나오며, 유로부(100)의 단면적은 10mm내지 1000mm로 형성될 수 있지만, 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0040] 유로부(100) 내부는 복수의 혼합모듈로 구성되어 있는데, 혼합모듈 내 각각 유닛의 교차중심부(210) 및 틸팅중심부(310)의 중심축은 유체의 유동 방향에 특정 각도를 형성하며, 중심부의 중심축과 유체 유동 방향에 따른 특정 각도는 각각 유닛에 상이하다. 이러한 유로부(100) 내부 구조 변화로 인해 혼합기의 효율을 높임으로써 보다 짧은 혼합 거리로 화학물질을 혼합할 수 있다.

[0042] 도 2 에서 보는 바와 같이, 교차날개유닛(200)은 교차날개부(220)를 유동방향으로 회전시킨 형상이며, 이러한 형상은 유동방향으로 회전시키지 않은 교차날개유닛(200)과 비교하였을 때 유동의 재결합(combine)에 유리하다. 교차날개유닛(200)은 날개의 형상을 구비하는 교차중심부(210)와 교차중심부(210) 옆에 교차하게 위치한 하나의 교차날개부(220)와 다른 교차날개부(220)로 형성되어 있으나 이에 한정되지 않고 복수의 교차중심부(210)와 교차하는 복수의 교차날개부(220)로 형성될 수 있다. 그리고 교차날개유닛(200)을 형성하는 소재는 플라스틱, 금속, 합성수지, 유리 등의 소재로 형성 될 수 있다.

[0043] 교차날개부(220)는 유로부(100)의 단면이 원형일 때 유로부(100)와 인접한 교차날개부(220)의 외곽부분이 호의 형태를 구비한 곡부로 형성되는 판 형상을 가지고, 유로부(100)의 단면이 다각형 형태일 때 판 형상을 가진다. 교차중심부(210)는 판 형상을 가지며 유체의 유동 방향에 대해 기울어지도록 형성될 수 있으며, 이를 통해 혼합 효율을 높일 수 있다.

[0045] 도 3 (a) 에서 보는 바와 같이, 꺾인날개유닛(300)은 틸팅날개부(320)를 유동방향으로 회전시킨 형상이며, 이러한 형상은 유동방향으로 회전시키지 않은 꺾인날개유닛(300)과 비교하였을 때 유동의 재결합(combine)에 유리하다. 꺾인날개유닛(300)은 날개의 형상을 구비하는 틸팅중심부(310)와 틸팅중심부(310) 옆에 기울어져 형성된 하나의 틸팅날개부(320)와 다른 틸팅날개부(320)로 형성되어 있으나 이에 한정되지 않고 복수의 틸팅중심부(310)와 틸팅되는 복수의 틸팅날개부(320)로 형성될 수 있다. 그리고 꺾인날개유닛(300)의 소재는 플라스틱, 금속, 합성수지, 유리 등의 소재로 형성 될 수 있다.

[0046] 도 3 (b) 에서 보는 바와 같이, 꺾인날개유닛(300)은 제 1 틸팅날개부(321)와 제2 틸팅날개부(322)가 꺾임각을 이루는 틸팅구조로 형성됐는데, 꺾임각은 제 1 틸팅날개부(321)의 평면과 제 2 틸팅날개부(322) 평면 사이의 각도이며, 그 각은 0° 내지 180° 이다. 꺾인날개유닛(300)은 꺾임각으로 인하여 꺾인날개유닛(300)을 통과하는 유동이 유로 중심 방향으로 운동량이 생기며, 전체 유동의 주흐름(Main flow)를 확장시키는 효과를 가진다.

[0047] 틸팅날개부(320)는 유로부(100)의 단면이 원형일 때 유로부(100)와 인접한 틸팅날개부(320)의 외곽부분이 호의 형태를 구비한 곡부로 형성되는 판 형상을 가지고, 유로부(100)의 단면이 다각형 형태일 때 판 형상을 가진다. 틸팅중심부(310)는 판 형상을 가지며 유체의 유동 방향에 대해 기울어지도록 형성될 수 있으며, 이를 통해 혼합 유동반응 시스템의 크기를 줄일 수 있다.

[0048] 도 4 (a) 에서 보는것과 같이 다중교차날개유닛(201)은 교반 유체의 유량 및 점성 등의 조건에 따라 복수개의 교차중심부(210)를 가지도록 적절하게 설계될 수 있으며, 이를 통해 넓은 직경을 가지는 유로에 대해서도 본 발명의 적용이 가능할 수 있다.

[0049] 도 4 (b) 에서 보는것과 같이 다중꺾인날개유닛(301)은 교반 유체의 유량 및 점성 등의 조건에 따라 복수개의

틸팅중심부(310)를 가지도록 적절하게 설계될 수 있으며, 이를 통해 넓은 직경을 가지는 유동에 대해서도 본 발명의 적용이 가능하다.

[0051] 또한, 도 5 는 본 발명의 일 실시 예에 따른 교차날개유닛(200)과 꺾인날개유닛(300)의 유동 속도 분포를 나타낸 도면이고, 도 6 는 본 발명의 일 실시 예에 따른 꺾임각의 각도에 따른 혼합 효율 그래프이고, 도 7 은 본 발명의 일 실시 예에 따른 혼합모듈 내 각각의 유닛 조합에 따른 혼합상태 비교 도면이며, 도 8(a) 는 본 발명의 일 실시 예에 따른 교차날개유닛(200)의 교차중심부(210) 면적 대비 교차날개부(220) 면적의 비율에 따른 혼합성능 비교 그래프이다. 그리고 도 8(b) 는 본 발명의 일 실시 예에 따른 꺾인날개유닛(300)의 틸팅중심부(310) 면적 대비 틸팅날개부(320) 면적의 비율에 따른 혼합성능 비교 그래프이다.

[0052] 도 5에서 보는 바와 같이, 도면은 구조에 따른 유동 진행에 따른 속도 분포를 나타내며, 속도가 낮으면 파란색, 속도가 높으면 빨간색을 띄는걸 확인 할 수 있다. ①번은 유입구에 인접한 유닛이 포함되지 않은 지점의 위치를 나타내며, ②번은 유입구에 인접한 하나의 유닛의 1/4 지점을 나타내며, ③번은 유입구에 인접한 하나의 유닛의 중앙 지점을 나타내며, ④번은 유입구에 인접한 하나의 유닛의 3/4지점을 나타낸다. ⑤번은 하나의 유닛과 다른 유닛 사이에 위치하며, ⑥은 배출구에 인접한 하나의 유닛의 1/4 지점을 나타내며, ⑦번은 배출구에 인접한 하나의 유닛의 중앙을 나타내고, ⑧은 배출구에 인접한 유닛이 포함되지 않은 지점의 위치를 나타낸다. S-SMX는 하나의 교차날개유닛(200)과 다른 교차날개유닛(200)의 속도 분포를 나타내며, T-unit + S-unit은 유동의 유입 방향으로부터 하나의 꺾인날개유닛(300)과 하나의 교차날개유닛(200)의 속도분포를 나타내며, 이때 T-unit은 꺾인날개유닛을 의미하며, S-unit은 교차날개유닛을 의미한다.

[0053] 도 5에서 보는 바와 같이, 유로부(100)의 유입구(110)로 유체를 주입했을 때 유동의 진행에 따른 단면 속도분포를 보면 S-SMX 구조에 비하여 T-unit + S-unit을 혼합한 경우 속도 분포가 더 균일하게 나타난다. 이는 효율적인 에너지 사용, 안정성 증가 등 많은 효과를 동반한다.

[0054] 도 6 에서 보는 바와 같이, 그래프는 TSTS구조에서 꺾임 각도에 따른 단면 속도 분포를 나타내며, a그래프의 세로축은 혼합 상태에 관한 것이고, 가로축은 꺾임각(Tilted_DEG)에 대한 것이다. 구체적으로, 제 1 틸팅날개부(321)와 제 2 틸팅날개부(322)의 각도인 꺾임각이 60° 내지 180° 일 때 그에 대한 혼합 효율을 그래프로 나타낸 것으로, 혼합 상태는 유체 1, 2가 혼합이 될 때, 부피 분율의 표준편차로 정량화 한 것이며, 0에 가까울수록 혼합이 잘 되었음을 의미한다. b 그래프의 세로축은 압력강하에 관한 것이고, 가로축은 꺾임각(Tilted_DEG)에 관한 것이다..

[0055] a그래프에서와 같이, 꺾임각이 60° 내지 120° 일 때 혼합유체의 부피 분율의 표준편차가 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 120° 이상부터 혼합유체의 부피 분율의 표준편차가 상승하는 것을 확인 할 수 있다. 구체적으로, 꺾임각이 60° 일 때 부피분율의 표준편차가 0.001에 인접한 것을 확인 할 수 있으며, 103° 에서 부피분율의 표준편차가 가장 0.0005에 인접해 혼합 효율이 가장 좋음을 확인 할 수 있고, 부피분율의 표준편차가 120° 내외부터 급격하게 작아짐을 확인할 수 있다.

[0056] b 그래프에서와 같이, 혼합유체에서 발생하는 압력강하는 꺾임각이 60° 내지 100° 일 때 증가하고 150° 내지 180° 일 때 감소하는 것을 확인할 수 있다. 구체적으로, 혼합유체의 부피분율의 표준편차가 낮아 가장 효율이 좋은 100° 내지 110° 범위의 값에서 압력강하가 감소하는 것을 확인할 수 있으며 103° 에서 0.48로 낮은 값을 가지는 것을 확인할 수 있다.

[0057] 따라서 꺾임각이 100° 내지 120° 범위의 값을 가질 때 우수한 혼합 효율을 가지며, 특히 100° 내지 110° 범위에서 낮은 압력강하로 혼합 유동의 에너지 손실이 적고, 103° 에서 가장 우수한 혼합효율과 낮은 압력강하를 얻을 수 있다.

[0058]

[0059] 도 7에서 보는 바와 같이, 혼합모듈의 혼합상태를 나타낸 도면이다. 알파벳이 쓰여진 4개의 네모 형상은 각각 하나의 유닛을 의미하며, 가장 위에 위치한 네모 형상이 유동의 유입구(110)에 인접한 유닛이며, 가장 아래 위치한 네모 형상은 유동의 배출구(120)에 인접한 유닛이다. std는 유체 1, 2가 혼합될 때 부피 분율의 표준편차를 정량화 한 것이며, 사진은 혼합 유체의 부피 분율의 표준편차를 시각적으로 나타낸것이다. 혼합모듈은 적어도 하나 이상의 교차날개유닛(200)과 적어도 하나 이상의 꺾인날개유닛(300)이 결합되어 형성 될 수 있으며, 이때 T는 꺾인날개유닛(300)이며 S는 교차날개유닛(200)이다. 꺾인날개유닛(300)은 유동의 재결합에는 용이하지만 분할에는 용이하지 않을 수 있다. 따라서 전체 구조를 꺾인날개유닛(300)으로만 구성하는 것보다 교차날개유닛

(200)과 꺾인날개유닛(300)을 적절히 조합함으로써 우수한 혼합 성능을 구현할 수 있다.

- [0060] 4개의 유닛을 기준으로 혼합모듈을 생성할 때 다양한 조합의 혼합모듈이 생성된다. TSTS구조의 혼합모듈은, 하나의 꺾인날개유닛(300), 하나의 교차날개유닛(200), 다른 꺾인날개유닛(300) 및 다른 교차날개유닛(200)이 순차적으로 결합되어 형성될 수 있다. std가 0에 가까울수록 혼합효율이 좋다. TSTS 구조에서 std가 0.0210으로 가장 0에 가까워 혼합 효율이 가장 우수함을 확인할 수 있다.
- [0061] 4개의 유닛을 기준으로 혼합모듈을 생성할 때 다양한 조합의 혼합모듈이 생성된다. TTSS구조의 혼합모듈은, 하나의 꺾인날개유닛(300), 다른 꺾인날개유닛(300), 하나의 교차날개유닛(200) 및 다른 교차날개유닛(200)이 순차적으로 결합되어 형성될 수 있고, 유체 1, 2가 혼합될 때 부피 비율의 표준편차인 std가 0에 가까울수록 혼합 효율이 좋다. TTSS 구조의 std가 0.0226으로 혼합모듈 중에서 두번째로 혼합 효율이 우수함을 확인할 수 있다.
- [0062] 4개의 유닛을 기준으로 혼합모듈을 생성할 때 다양한 조합의 혼합모듈이 생성된다. TTTT구조의 혼합모듈은, 배치 형태가 각각 다른 4개의 꺾인날개유닛(300)이 순차적으로 결합되어 형성될 수 있고, 유체 1, 2가 혼합될 때 부피 비율의 표준편차인 std가 0에 가까울수록 혼합효율이 좋다. TTTT 구조의 std가 0.0256으로 혼합모듈 중에서 세번째로 혼합 효율이 우수함을 확인할 수 있다.
- [0064] 도 8 (a)에서 보는 바와 같이, 교차날개유닛(200)의 교차중심부(210)의 면적 대비 교차날개부(220)의 면적비에 따른 혼합성능 비교 그래프이며, CFD 해석을 통해 우수한 혼합성능을 나타내는 면적비를 확인했고, a그래프는 면적비에 따른 혼합 상태를 나타낸 그래프이며, 세로축은 혼합 상태를 나타내며, 가로축은 면적비를 나타낸다. b그래프는 면적비에 따른 압력강하를 나타낸 그래프이며, 세로축은 혼합 상태를 나타내며, 가로축은 면적비를 나타낸다. 교차날개부(220)와 교차중심부(210)로 흐르는 유량의 제어는 혼합에 중요한 영향을 끼치는데, 교차날개부(220)나 교차중심부(210)로 흐르는 유량이 어느 한쪽에 과도하게 많아지거나 적어지면 혼합 비에 영향을 미칠 수 있다.
- [0065] a그래프와 같이, 교차중심부(210)의 면적 대비 교차날개부(220)의 면적비가 30%일 때 혼합성능이 3.5×10^{-2} 에 가까워 가장 낮았고, 면적비가 38% 내지 48%일 때 혼합성능이 0.5×10^{-2} 에 가까워 혼합성능이 좋았다. 따라서 교차날개유닛(200)은, 교차중심부(210)의 면적 대비 교차날개부(220)의 면적의 비율이 38% 내지 48%로 형성될 수 있다.
- [0066] b 그래프에서와 같이, 교차날개유닛(200)의 압력강하 수준은 면적비가 30%일 때 가장 낮았고, 면적비가 30% 내지 40%일 때 급격하게 증가하며, 60% 내지 70%일 때 감소하는 것을 확인할 수 있다. 혼합성능이 가장 우수한 38% 내지 48%일 때 압력강하 수준도 그 이상의 면적비에 비해 낮은 값으로, 혼합모듈의 성능은 교차날개유닛(200)일 경우 면적비가 38% 내지 48% 수준에서 우수한 것을 확인할 수 있다.
- [0067] 이로 인해, 혼합 물질의 품질을 향상시킴으로써 고부가가치 화학산업에 대한 적용이 가능하며, 종래에 Sulzer 등 해외 제작사에 의존하던 혼합기의 국산화를 통하여 제작 비용의 감소가 가능하다.
- [0068] 도 8 (b)에서 보는 바와 같이, 꺾임각이 105° 일 때 꺾인날개유닛(300)의 틸팅중심부(310)의 면적 대비 틸팅날개부(320)의 면적비에 따른 혼합성능 비교 그래프이며, CFD 해석을 통해 우수한 혼합성능을 나타내는 면적비를 확인했고, a그래프는 면적비에 따른 혼합 상태를 나타낸 그래프이며, 세로축은 혼합 상태를 나타내며, 가로축은 면적비를 나타낸다.
- [0069] a그래프와 같이, 틸팅중심부(310)의 면적 대비 틸팅날개부(320)의 면적비가 30%일 때 혼합성능이 3.5×10^{-2} 에 가까워 가장 낮았고, 면적비가 38% 내지 48%일 때 혼합성능이 0.5×10^{-2} 에 가까워 혼합성능이 높았다. 따라서 꺾인날개유닛(300)은, 틸팅중심부(310)의 면적 대비 틸팅날개부(320)의 면적의 비율이 38% 내지 48%로 형성될 수 있다.
- [0070] b그래프는 면적비에 따른 압력강하를 나타낸 그래프이며, 세로축은 혼합 상태를 나타내며, 가로축은 면적비를 나타낸다. 틸팅날개부(320)와 틸팅중심부(310)로 흐르는 유량의 제어는 혼합에 중요한 영향을 미치며, 틸팅날개부(320)나 틸팅중심부(310)로 흐르는 유량이 어느 한쪽에 과도하게 많아지거나 적어지면 혼합 비에 영향을 미칠 수 있다.
- [0071] b 그래프에서와 같이, 꺾인날개유닛(300)의 압력강하 수준은 면적비가 30%일 때 가장 낮았고, 면적비가 30% 내

지 40%일 때 급격하게 증가하며, 60% 내지 70%일 때 감소하는 것을 확인할 수 있다. 혼합성능이 가장 우수한 38% 내지 48%일 때 압력강하 수준도 그 이상의 면적비에 비해 낮은 값으로, 혼합모듈의 성능은 꺾인날개유닛(300)일 경우 면적비가 38% 내지 48% 수준에서 우수한 것을 확인할 수 있다. 따라서 꺾인날개유닛(300)은, 틸팅 중심부(310)의 면적 대비 틸팅날개부(320)의 면적의 비율이 38% 내지 48%로 형성될 수 있다.

[0072] 이로 인해, 혼합 물질의 품질을 향상시킴으로써 고부가가치 화학산업에 대한 적용이 가능하며, 종래에 Sulzer 등 해외 제작사에 의존하던 혼합기의 국산화를 통하여 제작 비용의 감소가 가능하다.

[0073] 본 발명의 연속 유동혼합기를 포함하는 화학물질 혼합 시스템이 형성될 수 있다. 구체적으로, 화학물질 혼합 시스템은, 본 발명의 연속 유동혼합기, 본 발명의 연속 유동혼합기에 2가지 이상의 유체를 공급하는 유체공급부, 및 본 발명의 연속 유동혼합기를 통과하여 혼합된 유체를 저장하는 저장부를 포함할 수 있다.

[0074] 이하, 본 발명의 연속 유동혼합기를 제조하기 위한 적층 제조 방법에 대해서 설명하기로 한다.

[0075] 먼저 제1단계에서, 3D프린터와 액상, 고형 또는 분말을 마련할 수 있다. 다음으로, 제 2 단계에서, 교차중심부(210)와 교차날개부(220)의 사이각 및 하나의 틸팅날개부(320)와 다른 틸팅날개부(320)의 꺾임각을 상기 3D프린터에 입력할 수 있다. 그리고, 제 3 단계에서, 3D프린터를 이용하여 적어도 하나 이상의 혼합모듈을 형성할 수 있다.

[0076] 여기서, 액상, 고형 또는 분말 각각에는 나일론, 플라스틱, 합성수지, 금속, 유리로 이루어진 군에서 선택되는 하나이상의 물질을 포함될 수 있으며, 방식에 따라 액체수지를 레이저로 경화시키는 SLA, 필라멘트 원료를 녹여 적층시키는 FDM, 분말을 레이저로 소결시키는 SLS이 사용될 수 있다.

[0077] 교차중심부(210)와 교차날개부(220)의 사이각 및 하나의 틸팅날개부(320)와 다른 틸팅날개부(320)의 꺾임각을 정한 후 3차원으로 설계하고 이를 미분하듯 가로로 잘라 분석한 후 아주 얇은 레이어를 한 층씩 쌓아 적어도 하나 이상의 혼합모듈을 만들 수 있다. 이러한 방식으로 만든 유동 혼합기는 생산제품 변경에 용이하여 다품종 생산에 걸맞으며, 향후 기술발전에 따른 신소재 생산에도 적합하다.

[0078] 또한, 꺾인날개유닛(300)과 교차날개유닛(220)에 있어서, 모든 부분의 형상의 적층 각도가 45° 이하로 형성되고 내부에 지지대 없이 3D 프린팅이 가능하여 적층제조 공정을 이용하여 제작하기에 용이하다.

[0079] 이러한 특성으로 인하여, 제작에 많은 비용과 시간이 소모되는 사출, 리소그래피, 용접 등 종래의 혼합기 제작 공정과 달리, 원하는 길이의 연속 유동혼합기를 각각의 유닛(unit) 수에 구매 받지 않고 단일 공정으로 저렴하게 제작할 수 있다

[0080] 본 발명의 연속 유동혼합기를 제조하기 위한 적층 제조 방법에 대한 나머지 사항은, 상기된 본 발명의 꺾인 날개 구조를 가지는 적층 제조 기반 연속 유동혼합기에 기재된 사항과 동일하다.

[0082] 진술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0083] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

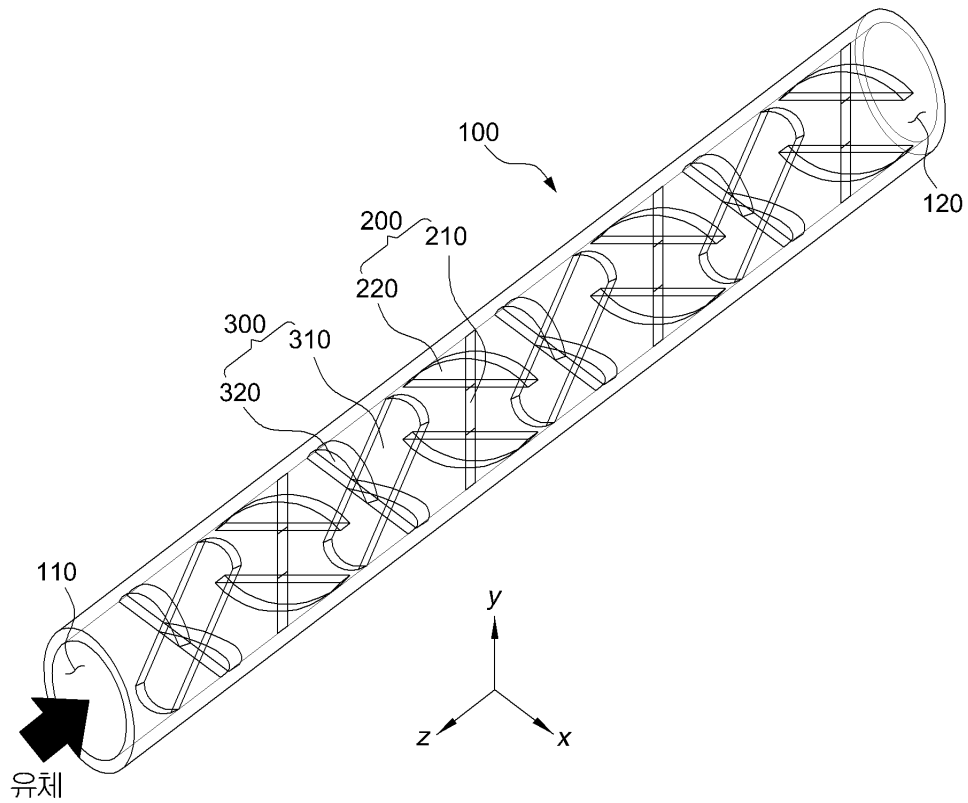
[0085]

100 : 유로부	110 : 유입구
120 : 배출구	200 : 교차날개유닛
201 : 다중교차날개유닛	210 : 교차중심부
220 : 교차날개부	300 : 꺾인날개유닛

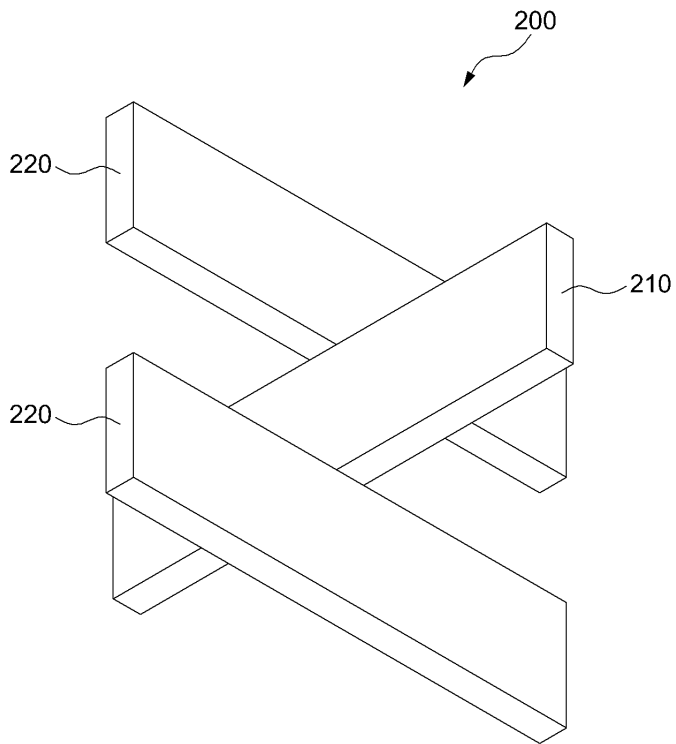
301 : 다중꺾인날개유닛 310 : 틸팅중심부
 320 : 틸팅날개부 321 : 제 1 틸팅날개부
 322 : 제 2 틸팅날개부

도면

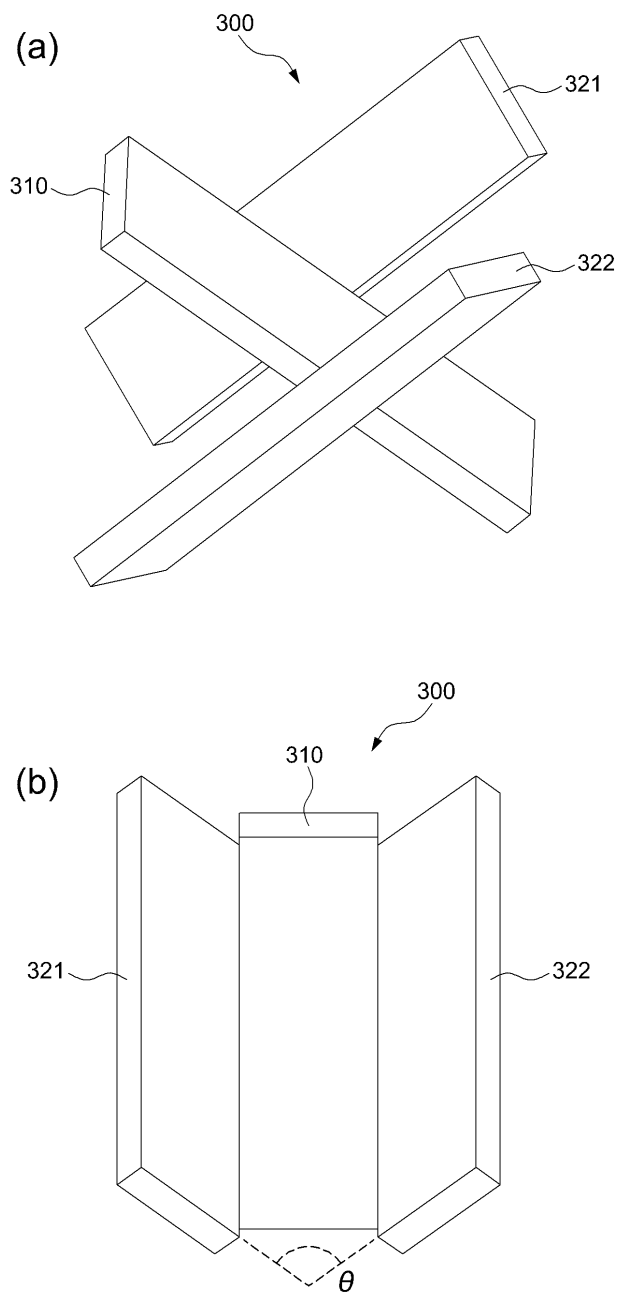
도면1



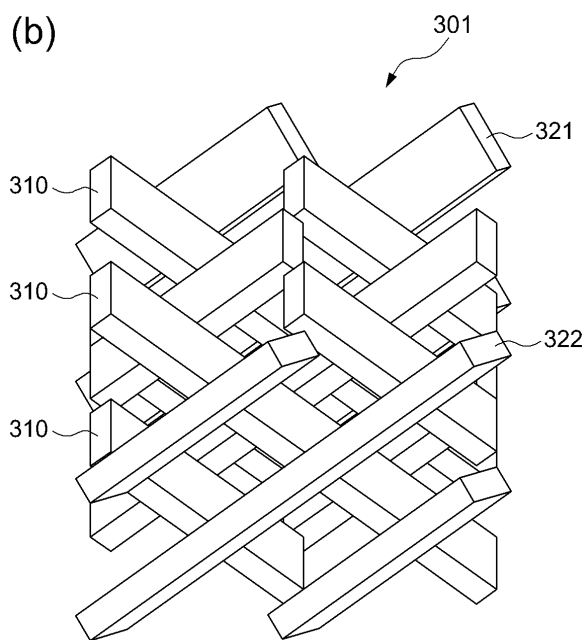
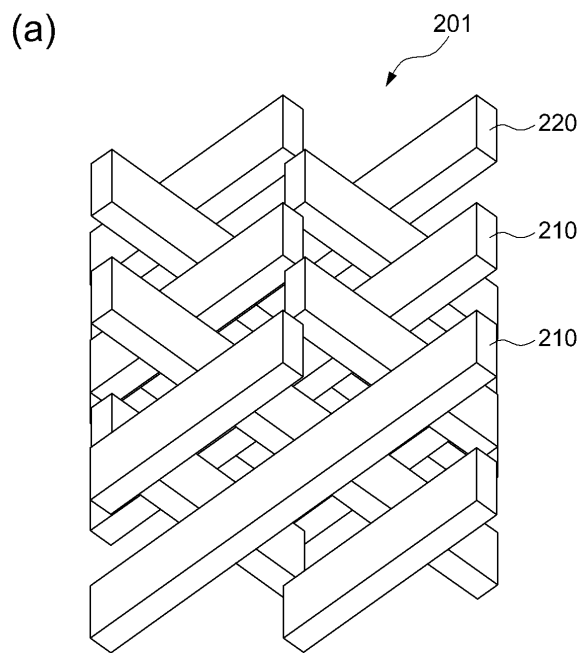
도면2



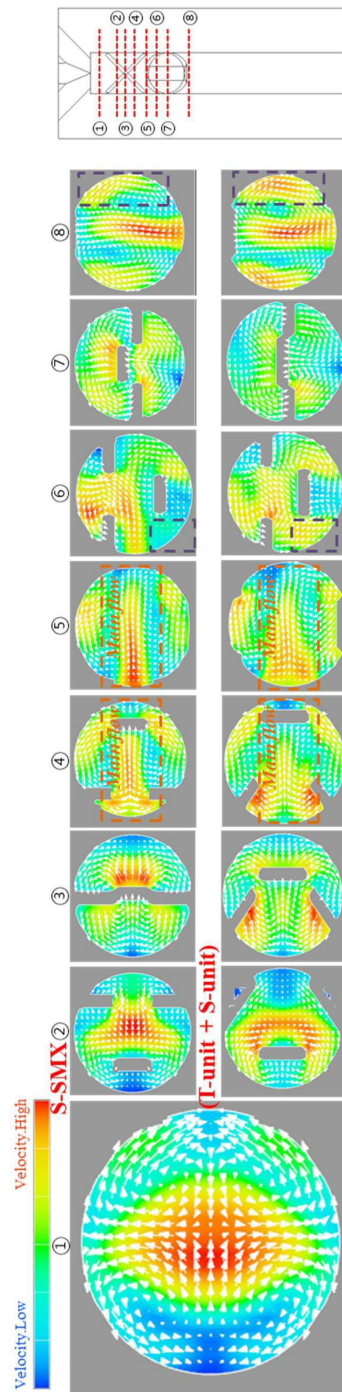
도면3



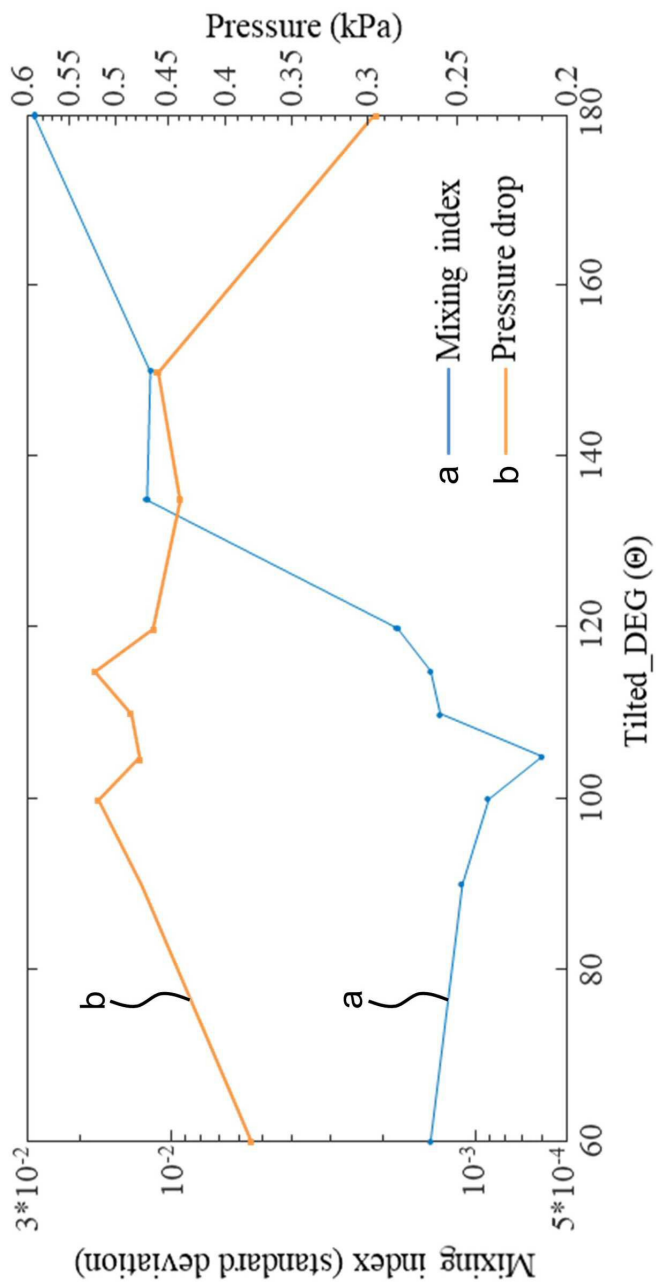
도면4



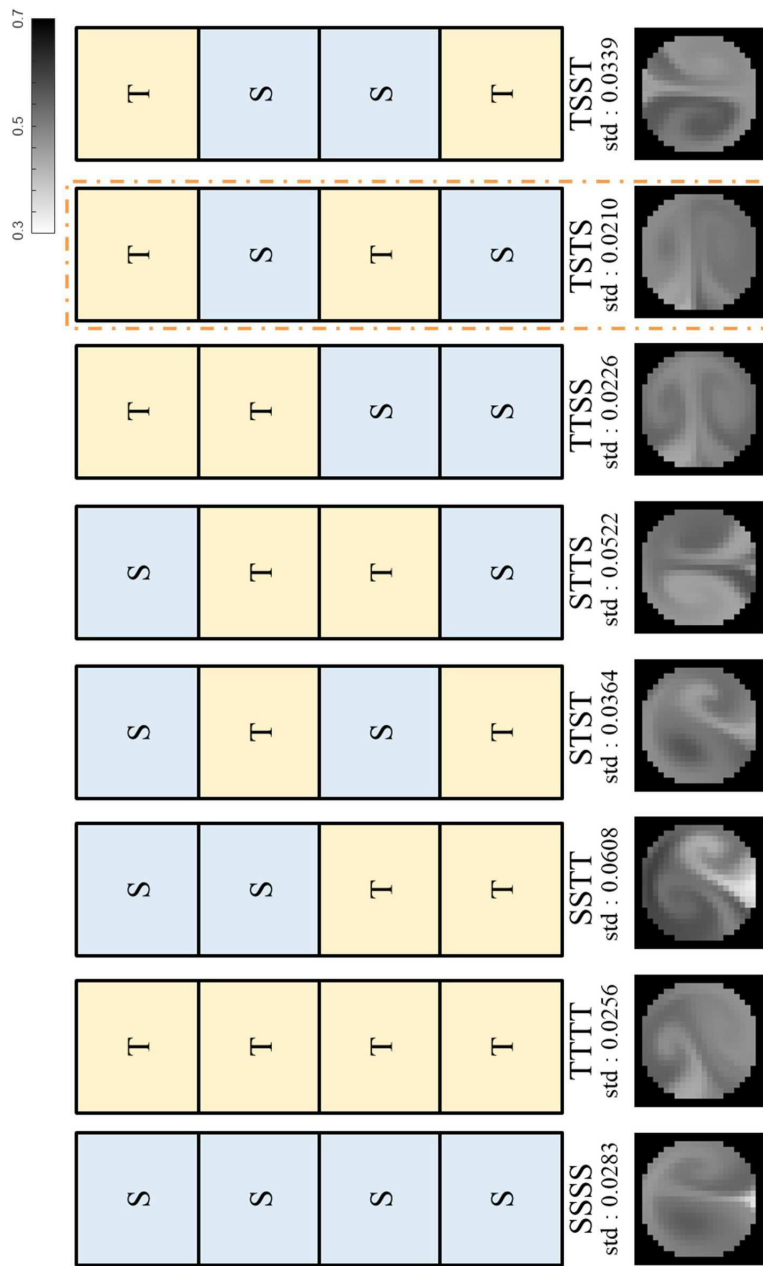
도면5



도면6



도면7



도면8

