



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0084875
(43) 공개일자 2018년07월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01F 15/00 (2006.01) B01F 5/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B01F 15/0087 (2013.01)
B01F 5/0641 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7016446
- (22) 출원일자(국제) 2016년11월11일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2018년06월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/061652
- (87) 국제공개번호 WO 2017/083737
국제공개일자 2017년05월18일
- (30) 우선권주장
62/254,954 2015년11월13일 미국(US)

- (71) 출원인
리 믹서스, 인크.
미국 53726 위스콘신주 매디슨 에스티이. 219 유니버시티 애비뉴 2302
- (72) 발명자
로닝 에릭 아담
미국 53726 위스콘신주 매디슨 에스티이. 219 유니버시티 애비뉴 2302
- (74) 대리인
양영준, 윤정호

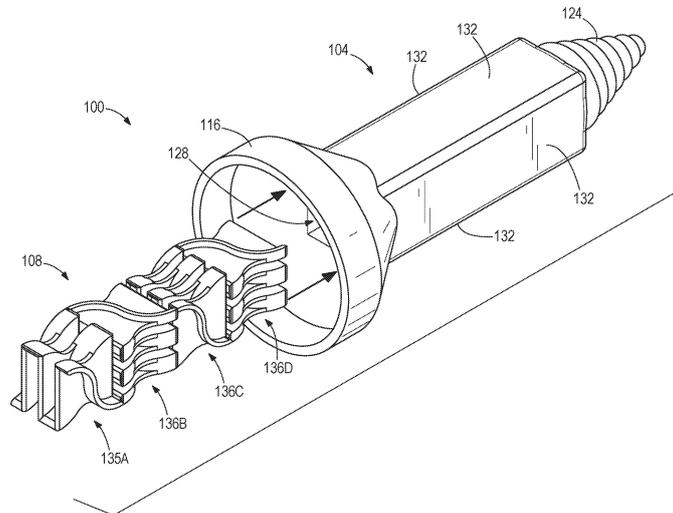
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 정적 혼합기

(57) 요약

하우징, 제1 입구 채널, 제2 입구 채널, 제1 축을 따라서 제1 입구 채널과 정렬되는 제1 출구 채널, 및 제2 축을 따라서 제2 입구 채널과 정렬되는 제2 출구 채널을 구비하는 정적 혼합기가 제공된다. 정적 혼합기는 또한 제1 입구 채널과 제2 출구 채널 사이의 제1 개구, 및 제2 입구 채널과 제1 출구 채널 사이의 제2 개구를 구비한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

혼합기 요소이며,

제1 안내 벽, 제2 안내 벽, 및 제1 안내 벽과 제2 안내 벽 사이에서 연장되는 제1 분할 벽을 구비하는 제1 웨이브 세그먼트;

제1 안내 벽과 제1 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 제1 입구 챔버;

제1 안내 벽과 제1 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 제1 출구 챔버;

제2 안내 벽과 제1 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 제2 입구 챔버;

제2 안내 벽과 제1 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 제2 출구 챔버;

제1 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되고 제1 입구 챔버를 제2 출구 챔버와 유체 연통시키는 제1 개구; 및

제1 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되고 제2 입구 챔버를 제1 출구 챔버와 유체 연통시키는 제2 개구를 포함하는, 혼합기 요소.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 안내 벽은 제1 입구 챔버가 제1 출구 챔버와 유체 연통하지 않도록 제1 입구 챔버와 제1 출구 챔버를 분리시키는, 혼합기 요소.

청구항 3

제1항에 있어서, 제3 안내 벽, 제4 안내 벽, 및 제3 안내 벽과 제4 안내 벽 사이에서 연장되는 제2 분할 벽을 구비하는 제2 웨이브 세그먼트를 추가로 포함하는, 혼합기 요소.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제3 안내 벽은 제2 안내 벽과 인접하는, 혼합기 요소.

청구항 5

제3항에 있어서, 제2 입구 챔버는 제3 안내 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되며, 제2 출구 챔버는 제3 안내 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되는, 혼합기 요소.

청구항 6

제5항에 있어서, 제4 안내 벽과 제2 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 제3 입구 챔버;

제4 안내 벽과 제2 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 제3 출구 챔버;

제2 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되고 제3 입구 챔버를 제2 출구 챔버와 유체 연통시키는 제3 개구; 및

제2 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되고 제2 입구 챔버를 제3 출구 챔버와 유체 연통시키는 제4 개구를 추가로 포함하는, 혼합기 요소.

청구항 7

제3항에 있어서, 제1 분할 벽과 제2 분할 벽은 상호 평행한, 혼합기 요소.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 안내 벽은 비평면적이며 상기 제2 안내 벽은 비평면적인, 혼합기 요소.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 제1 분할 벽의 외주는 제1 개구를 적어도 부분적으로 형성하며 제2 개구를 적어도 부분적으로 형성하는, 혼합기 요소.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 혼합기 요소의 외주는 원형인, 혼합기 요소.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 혼합기 요소의 외주는 장방형인, 혼합기 요소.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 제1 분할 벽은 제1 개구를 적어도 부분적으로 형성하는 플랜지를 구비하는, 혼합기 요소.

청구항 13

정적 혼합기이며,

하우징;

제1 입구 채널;

제2 입구 채널;

제1 축을 따라서 상기 제1 입구 채널과 정렬되는 제1 출구 채널;

제2 축을 따라서 상기 제2 입구 채널과 정렬되는 제2 출구 채널;

상기 제1 입구 채널과 상기 제2 출구 채널 사이의 제1 개구; 및

상기 제2 입구 채널과 상기 제1 출구 채널 사이의 제2 개구를 포함하는, 정적 혼합기.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제1 입구 채널은 상기 제1 출구 채널과 유체 연통하지 않으며 상기 제2 입구 채널은 상기 제2 출구 채널과 유체 연통하지 않는, 정적 혼합기.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 제1 축과 상기 제2 축은 평행한, 정적 혼합기.

청구항 16

제13항에 있어서, 제3 입구 채널;

제3 축을 따라서 상기 제3 입구 채널과 정렬되는 제3 출구 채널;

상기 제3 입구 채널과 상기 제2 출구 채널 사이의 제3 개구; 및

상기 제2 입구 채널과 상기 제3 출구 채널 사이의 제4 개구를 추가로 포함하는, 정적 혼합기.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 제3 개구는 제4 축을 따라서 제1 개구와 정렬되며 상기 제4 개구는 제5 축을 따라서 제2 개구와 정렬되는, 정적 혼합기.

청구항 18

정적 혼합기이며,

그 사이에 재료 유동 경로가 형성되는 입구와 출구를 갖는 하우징;

상기 하우징 내에 배치되는 혼합기 조립체를 포함하고,

상기 혼합기 조립체는 제1 혼합기 요소 및 재료 유동 경로에서 상기 제1 혼합기 요소의 하류에 위치하는 제2 혼합기 요소를 구비하며,

상기 제1 혼합기 요소는

복수의 일차 입구 채널;

복수의 일차 출구 채널; 및

복수의 일차 개구로서, 그 각각이 복수의 일차 입구 채널의 하나 이상을 복수의 일차 입구 채널의 하나 이상에 인접한 복수의 일차 출구 채널의 하나 이상과 연결시키는, 복수의 일차 개구를 구비하고,

상기 제2 혼합기 요소는

복수의 이차 입구 채널;

복수의 이차 출구 채널; 및

복수의 이차 개구로서, 그 각각이 복수의 이차 입구 채널의 하나 이상을 복수의 이차 입구 채널의 하나 이상에 인접한 복수의 이차 출구 채널의 하나 이상과 연결시키는, 복수의 이차 개구를 구비하는, 정적 혼합기.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 제2 혼합기 요소는 복수의 이차 입구 채널이 복수의 일차 출구 채널에 수직하게 연장되도록 배향되는, 정적 혼합기.

청구항 20

제18항에 있어서, 상기 일차 입구 채널의 개수는 상기 이차 입구 채널의 개수와 동일하지 않은, 정적 혼합기.

청구항 21

제18항에 있어서, 상기 복수의 일차 입구 채널의 하나 이상은 상기 하우징에 의해 부분적으로 한정되는, 정적 혼합기.

청구항 22

제18항에 있어서, 상기 혼합기 조립체는 재료 유동 경로에서 상기 제2 혼합기 요소의 하류에 위치하는 제3 혼합기 요소를 추가로 포함하며,

상기 제3 혼합기 요소는

복수의 3차 입구 채널;

복수의 3차 출구 채널; 및

복수의 3차 개구로서, 그 각각이 복수의 3차 입구 채널의 하나 이상을 복수의 3차 입구 채널의 하나 이상에 인접한 복수의 3차 출구 채널의 하나 이상과 연결시키는, 복수의 3차 개구를 구비하는, 정적 혼합기.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 제3 혼합기 요소는 복수의 3차 입구 채널이 복수의 이차 출구 채널에 수직하게 연장되도록 배향되는, 정적 혼합기.

청구항 24

제18항에 있어서, 상기 혼합기 조립체는 여섯 개 이하의 혼합기 요소를 포함하는, 정적 혼합기.

청구항 25

제18항에 있어서, 상기 혼합기 조립체는 다섯 개 이하의 혼합기 요소를 포함하는, 정적 혼합기.

청구항 26

제18항에 있어서, 상기 혼합기 조립체는 네 개 이하의 혼합기 요소를 포함하는, 정적 혼합기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] (관련 출원에 대한 상호-참조)

[0002] 본 출원은 2015년 11월 13일자로 출원되고 그 전체 내용이 본 명세서에 참조로 인용되는 동시-계류중인 미국 가 특허출원 제62/254,954호의 우선권을 주장한다.

[0003] 본 발명은 정적 혼합기에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 여러 유체를 함께 혼합하기 위해 유사한 일반 원리를 실현하는 다수의 종래의 정지식(motionless)(즉, 정적) 혼합기가 존재한다. 구체적으로, 유체는 이들 유체를 분할하고 중첩적으로 재조합함으로써 함께 혼합된다. 이 작업은 유체를 교호적 기하구조의 일련의 배플 위로 강제이동시킴으로써 이루어진다. 이러한 분할 및 재조합은 혼합되는 유체의 층이 서로를 지나서 확산되게 하며, 결과적으로 유체의 대체로 균질한 혼합물을 초래한다.

[0005] 도 1을 참조하면, 연속 분할 및 재조합을 수행하기 위해 하우징(26) 내에 배치된 우측 혼합 배플(18) 및 좌측 혼합 배플(22)로 구성되는 일련의 교호적 배플(14)을 갖는 종래의 정적 혼합기(10)가 도시되어 있다. 정적 혼합기(10)의 사용은 종종 혼합기 하우징(26)의 내표면을 따라서 형성되는 유체 줄무늬가 본질적으로 혼합되지 않은 채로 혼합기를 통과하는 줄무늬 현상을 초래한다.

[0006] 또한, 적절한 혼합(즉, 대체로 균질한 혼합물)을 달성하기 위해서는, 재료를 철저하게 확산시키기 위해 추가 배플(18, 22)이 혼합기(10) 내에 배치되어야 하며, 그로 인해 혼합기의 전체 길이가 증가한다. 도 1의 종래의 혼합기(10)는 입구 단부(34)에서 출구 단부(38)까지 연장되는 길이(30)를 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 혼합기 길이의 이러한 증가는 손잡이식 혼합기-분배기와 같은 다양한 정지식 혼합기 용도에서 수용될 수 없다. 또한, 보다 긴 혼합기는 일반적으로 더 높은 보유 체적을 가지며 그 결과 폐기 재료의 양이 더 많다. 다량의 폐기 재료는 고가의 재료를 다룰 때 특히 바람직하지 않다. 다시 말해서, 종래의 정적 혼합기(10)는 길이(30)가 길고, 그 결과 임의의 출력이 이용 가능하기 전에 정적 혼합기(10)를 통과해야 하는 폐기 재료의 양이 많다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 양태에서, 본 발명은 제1 안내 벽, 제2 안내 벽, 및 제1 안내 벽과 제2 안내 벽 사이에서 연장되는 제1 분할 벽을 갖는 제1 웨이브 세그먼트를 구비하는 혼합기 요소를 제공한다. 혼합기 요소는 제1 안내 벽과 제1 분할 벽에 의해 부분적으로 형성되는 제1 입구 챔버, 및 제1 안내 벽과 제1 분할 벽에 의해 부분적으로 형성되는 제1 출구 챔버를 추가로 구비한다. 혼합기 요소는 제2 안내 벽과 제1 분할 벽에 의해 부분적으로 형성되는 제2 입구 챔버, 및 제2 안내 벽과 제1 분할 벽에 의해 부분적으로 형성되는 제2 출구 챔버를 추가로 구비한다. 제1 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 제1 개구는 제1 입구 챔버를 제2 출구 챔버와 유체 연통시킨다. 제1 분할 벽에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 제2 개구는 제2 입구 챔버를 제1 출구 챔버와 유체 연통시킨다.

[0009] 본 발명의 다른 양태는 하우징, 제1 입구 채널, 제2 입구 채널, 제1 축을 따라서 상기 제1 입구 채널과 정렬되는 제1 출구 채널, 및 제2 축을 따라서 상기 제2 입구 채널과 정렬되는 제2 출구 채널을 구비하는 정적 혼합기를 제공한다. 정적 혼합기는 또한 제1 입구 채널과 제2 출구 채널 사이의 제1 개구, 및 제2 입구 채널과 제1 출구 채널 사이의 제2 개구를 구비한다.

[0010] 본 발명의 다른 양태는 그 사이에 재료 유동 경로가 형성되는 입구와 출구를 갖는 하우징을 구비하는 정적 혼합기를 제공한다. 상기 정적 혼합기는 또한 하우징 내에 배치되는 혼합기 조립체를 구비한다. 상기 혼합기 조립

체는 제1 혼합기 요소 및 재료 유동 경로에서 상기 제1 혼합기 요소의 하류에 위치하는 제2 혼합기 요소를 구비한다. 상기 제1 혼합기 요소는 복수의 일차 입구 채널, 복수의 일차 출구 채널 및 복수의 일차 개구를 구비한다. 복수의 일차 개구의 각각은 복수의 일차 입구 채널의 하나 이상을 복수의 일차 입구 채널의 하나 이상에 인접한 복수의 일차 출구 채널의 하나 이상과 연결시킨다. 제2 혼합기 요소는 복수의 이차 입구 채널, 복수의 이차 출구 채널 및 복수의 이차 개구를 구비한다. 복수의 이차 개구의 각각은 복수의 이차 입구 채널의 하나 이상을 복수의 이차 입구 채널의 하나 이상에 인접한 복수의 이차 출구 채널의 하나 이상과 연결시킨다.

[0011] 본 발명의 다른 양태는 상세한 설명 및 첨부도면을 고려함으로써 명백해질 것이다.

[0012] 본 발명의 임의의 실시예가 상세히 설명되기 전에, 본 발명은 그 적용에 있어서 하기 설명에 제시되거나 하기도면에 도시된 부품의 구조 및 구성의 상세로 한정되지 않음을 이해해야 한다. 본 발명은 다른 실시예가 가능하며 다양한 방법으로 실행 또는 실시될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 종래의 정적 혼합기의 측면도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 양태에 따른 정적 혼합기의 측면도이다.
- 도 3은 혼합기 조립체를 도시하는 도 2의 정적 혼합기의 분해도이다.
- 도 4는 도 3의 혼합기 조립체의 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 5는 도 4의 혼합기 요소의 정면도이다.
- 도 6은 도 4의 혼합기 요소의 평면도이다.
- 도 7은 도 4의 혼합기 요소의 배면도이다.
- 도 8은 도 4의 혼합기 요소의 저면도이다.
- 도 9는 도 4의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 10은 도 3의 혼합기 조립체의 사시도이다.
- 도 11은 도 10의 혼합기 조립체의 평면도이다.
- 도 12는 도 10의 혼합기 조립체의 측면도이다.
- 도 13은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 14는 도 13의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 15는 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 16은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 17은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 18은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 19는 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 20은 도 19의 혼합기 요소의 정면도이다.
- 도 21은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 22는 도 21의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 23은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 24는 도 23의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 25는 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 26은 도 25의 혼합기 요소의 측면도이다.

- 도 27은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 28은 도 27의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 29는 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 30은 도 29의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 31은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 32는 도 31의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 33은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 34는 도 33의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 35는 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 36은 도 35의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 37은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 38은 도 37의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 39는 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 40은 도 39의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 41은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 42는 도 41의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 43은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 44는 도 43의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 45는 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 46은 도 45의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 47은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 요소의 사시도이다.
- 도 48은 도 47의 혼합기 요소의 측면도이다.
- 도 49는 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 조립체의 사시도이다.
- 도 50은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 조립체의 사시도이다.
- 도 51은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 조립체의 사시도이다.
- 도 52는 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 조립체의 사시도이다.
- 도 53은 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 조립체의 사시도이다.
- 도 54는 본 발명의 다른 양태에 따른 혼합기 조립체의 사시도이다.
- 도 55는 혼합기 요소에 진입하는 두 개의 상이한 재료를 도시하는 혼합기 요소의 횡단면도이다.
- 도 56은 혼합기 요소를 빠져나가는 두 개의 상이한 재료를 도시하기 위해 하류에서 취한, 도 55의 혼합기 요소의 횡단면도이다.
- 도 57은 혼합기 요소에 진입하는 여섯 개의 상이한 재료를 도시하는 혼합기 요소의 횡단면도이다.
- 도 58은 혼합기 요소를 빠져나가는 여섯 개의 상이한 재료를 도시하기 위해 하류에서 취한, 도 57의 혼합기 요소의 횡단면도이다.
- 도 59a는 본 발명의 일 양태에 따른 혼합기 조립체의 평면도이다.
- 도 59b는 도 59a의 59B-59B 라인을 따라서 취한, 도 59a의 혼합기 조립체의 횡단면도이며, 혼합기 조립체를 통

해서 이동하는 두 개의 재료를 도시한다.

도 59c는 도 59a의 59C-59C 라인을 따라서 취한, 도 59a의 혼합기 조립체의 횡단면도이며, 혼합기 조립체를 통해서 이동하는 두 개의 재료를 도시한다.

도 59d는 도 59a의 59D-59D 라인을 따라서 취한, 도 59a의 혼합기 조립체의 횡단면도이며, 혼합기 조립체를 통해서 이동하는 두 개의 재료를 도시한다.

도 59e는 도 59a의 59E-59E 라인을 따라서 취한, 도 59a의 혼합기 조립체의 횡단면도이며, 혼합기 조립체를 통해서 이동하는 두 개의 재료를 도시한다.

도 59f는 도 59a의 59F-59F 라인을 따라서 취한, 도 59a의 혼합기 조립체의 횡단면도이며, 혼합기 조립체를 통해서 이동하는 두 개의 재료를 도시한다.

도 60은 다양한 정적 혼합기를 통과한 접촉제 혼합물에 대해 달성되는 최대 인장 강도를 나타내는 실험 결과의 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 정적 혼합기(100)가 도시되어 있다. 정적 혼합기(100)는 하우징(104) 및 상기 하우징(104) 내에 수용되는 혼합기 조립체(108)를 구비한다. 구체적으로, 하우징(104)은 입구 소켓(116)이 형성된 입구 단부(112) 및 노즐(124)이 형성된 출구 단부(120)를 구비한다. 입구 단부(112)와 출구 단부(120)는 그 사이에서 연장되는 재료 유동 경로를 형성한다. 다시 말해서, 입구 단부(112)는 재료 유동 경로에서 출구 단부(120)의 상류에 위치한다. 도시된 실시예에서, 입구 소켓(116)은 종형(bell-type) 입구로서 형성되지만, 대체 실시예에서 입구 소켓(116)은 총검형(bayonet-type) 입구로서 형성될 수 있다. 통상의 기술자에게 공지된 다른 입구 구성도 사용될 수 있다.

[0015] 도 2를 계속 참조하면, 정적 혼합기(100)는 종래의 정적 혼합기(10)의 전체 길이(30)보다 짧은 전체 길이(126)를 갖는다. 이하에서 보다 상세히 설명하듯이, 정적 혼합기(100)는 종래의 혼합기(10)에 비해서 전체 길이가 짧은(즉, 폐기 재료가 적은) 보다 균질한 혼합물(즉, 개선된 결과물)을 생성할 수 있다. 도 3을 참조하면, 혼합기 조립체(108)는 하우징(104)에 형성된 챔버(128)(즉, 채널) 내에 수용된다. 도시된 실시예에서, 챔버(128)는 네 개의 챔버 벽(132)을 갖는 정방형-형상을 갖는다. 대체 실시예에서, 챔버(128)는 원형 혼합기 요소[예를 들어, 도 19 및 도 20에 도시된 혼합기 요소(836) 참조]에 대응하도록 원형-형상일 수 있다. 혼합기 조립체(108)는 네 개의 혼합기 요소(135A, 136B, 136C, 136D)를 구비하며, 그 중 하나가 도 4 내지 도 9에 도시되어 있다. 이하에서 보다 상세하게 설명하듯이, 두 개 이상의 분리 유체(예를 들어, 기체, 액체 및/또는 유동화 고체)가 하우징(104)의 입구 단부(112)에 진입하고, 혼합기 조립체(108)를 통과하며, 출구 단부(120)를 균질한 혼합물로서 빠져나간다.

[0016] 도 4 내지 도 9를 참조하면, 혼합기 요소(136)는 여섯 개의 입구 채널(141-146)(도 5) 및 여섯 개의 출구 채널(151-156)(도 7)을 구비한다. 이 설명을 위해서, 입구 채널(141-146) 및 출구 채널(151-156)은 도 4에서 볼 때 좌에서 우로 1부터 6까지 번호매김된다. 입구 채널(141-146)은 재료 유동 경로에서 출구 채널(151-156)의 상류에 위치한다. 도 6을 참조하면, 출구 채널(151-156)의 각각은 축(161-166)을 따라서 대응 입구 채널(141-146)과 정렬된다. 예를 들어, 제1 출구 채널(151)은 제1 축(161)을 따라서 제1 입구 채널(141)과 정렬되며, 제2 출구 채널(152)은 제2 축(162)을 따라서 제2 입구 채널(142)과 정렬된다. 또한, 제3 출구 채널(153)은 제3 축(163)을 따라서 제3 입구 채널(143)과 정렬된다. 제1 축(161)은 제2 축(162)과 대략 평행하다. 도 4 내지 도 9의 도시된 실시예에서, 모든 축(161-166)은 상호 평행하다.

[0017] 혼합기 요소(136)는 제1 세트의 개구(170-174) 및 제2 세트의 개구(175-179)를 추가로 구비한다. 구체적으로, 제1 세트의 개구(170-174)는 제1 개구(170), 제3 개구(171), 제5 개구(172), 제7 개구(173) 및 제9 개구(174)(즉, 상부 개구)를 구비한다. 제2 세트의 개구(175-179)는 제2 개구(175), 제4 개구(176), 제6 개구(177), 제8 개구(178) 및 제10 개구(179)(즉, 하부 개구)를 구비한다. 특히, 다섯 개의 개구(170-174)는 입구 채널(141, 143, 145)과 출구 채널(152, 154, 156) 사이에 위치한다. 마찬가지로, 다섯 개의 개구(175-179)는 입구 채널(142, 144, 146)과 출구 채널(151, 153, 155) 사이에 위치한다. 구체적으로, 제1 개구(170)는 제1 입구 채널(141)과 제2 출구 채널(152) 사이에 위치하고, 제2 개구(175)는 제2 입구 채널(142)과 제1 출구 채널(151) 사이에 위치한다. 또한, 제3 개구(171)는 제3 입구 채널(143)과 제2 출구 채널(152) 사이에 위치하고, 제4 개구(176)는 제2 입구 채널(142)과 제3 출구 채널(153) 사이에 위치한다. 다시 말해서, 개구(170-179)는 입구 채널

널(141-146)을 출구 채널(151-156) 중 인접한 하나의 출구 채널(즉, 그 입구 채널과 이웃하지만 정렬되지 않는 출구 채널)과 유체 연통시킨다. 도 4를 참조하면, 제3 개구(171)는 상부 개구 축(167)을 따라서 제1 개구(170)와 정렬된다. 또한, 제4 개구(176)는 하부 개구 축(168)을 따라서 제2 개구(175)와 정렬된다. 도시된 실시예에서, 상부 개구(170-174)는 모두 상부 개구 축(167)을 따라서 정렬되며, 하부 개구(175-179)는 모두 하부 개구 축(168)을 따라서 정렬된다.

[0018] 도 4 내지 도 9를 계속 참조하면, 혼합기 요소(136)는 대안적으로 다섯 개의 웨이브 벽 세그먼트(181-185)(즉, 웨이브 세그먼트, 벽 세그먼트)를 구비하는 것으로 기술될 수 있다. 제1 웨이브 세그먼트(181)는 제1 안내 벽(190), 제2 안내 벽(192), 및 제1 안내 벽(190)과 제2 안내 벽(192) 사이에서 연장되는 제1 분할 벽(191)을 구비한다. 혼합기 요소(136)의 웨이브 세그먼트(181-185)의 상류 윤곽(즉, 입구 윤곽)은 도 5에서 점선으로 도시되어 있다. 마찬가지로, 혼합기 요소(136)의 웨이브 세그먼트(181-185)의 하류 윤곽(즉, 출구 윤곽)은 도 7에서 점선으로 도시되어 있다.

[0019] 입구 채널(141-146) 및 출구 채널(151-156)은 대안적으로 입구 챔버(141-146) 및 출구 챔버(151-156)로서 기술될 수 있으며, 따라서 동일한 참조 번호로 언급된다. 예를 들어, 제1 입구 챔버(141)는 제1 안내 벽(190)과 제1 분할 벽(191)에 의해 부분적으로 형성된다. 제1 출구 챔버(151) 또한 제1 안내 벽(190)과 제1 분할 벽(191)에 의해 부분적으로 형성된다. 다시 말해서, 제1 출구 챔버(151)는 제1 안내 벽(190)의 제1 입구 챔버(141)와 반대쪽에 위치한다[즉, 제1 안내 벽(190)이 제1 입구 챔버(141)와 제1 출구 챔버(151)를 분리시킨다]. 도시된 실시예에서, 혼합기 요소(136)가 하우징(104)과 함께 위치될 때, 제1 안내 벽(190)은 제1 입구 챔버(141)가 제1 출구 챔버(151)와 유체 연통하지 않도록 제1 입구 챔버(141)와 제1 출구 챔버(151)를 완전히 분리시킨다. 제2 입구 챔버(142)는 제2 안내 벽(192)과 제1 분할 벽(191)에 의해 부분적으로 형성된다. 제2 출구 챔버(152)는 제2 안내 벽(192)과 제1 분할 벽(191)에 의해 부분적으로 형성된다. 마찬가지로, 제2 출구 챔버(152)는 제2 안내 벽(192)의 제2 입구 챔버(142)와 반대쪽에 위치한다[즉, 제2 안내 벽(192)이 제2 입구 챔버(142)와 제2 출구 챔버(152)를 분리시킨다].

[0020] 도 4 내지 도 9를 계속 참조하면, 제1 개구(170)는 제1 분할 벽(191)에 의해 적어도 부분적으로 형성된다. 제1 개구(170)는 제1 입구 챔버(141)를 제2 출구 챔버(152)와 유체 연통시킨다. 제2 개구(175)는 제1 분할 벽(191)에 의해 적어도 부분적으로 형성된다. 제2 개구(175)는 제2 입구 챔버(142)를 제1 출구 챔버(151)와 유체 연통시킨다. 도시된 실시예에서, 제1 분할 벽(191)의 외주는 제1 개구(170)를 적어도 부분적으로 형성하고 제2 개구(175)를 적어도 부분적으로 형성한다.

[0021] 제1 웨이브 세그먼트(181)와 마찬가지로, 제2 웨이브 세그먼트(182)는 제3 안내 벽(193), 제4 안내 벽(195), 및 제1 안내 벽(193)과 제4 안내 벽(195) 사이에서 연장되는 제2 분할 벽(194)을 구비한다. 마찬가지로, 제3 웨이브 세그먼트(183)는 제5 안내 벽(196), 제6 안내 벽(198), 및 제5 안내 벽(196)과 제6 안내 벽(198) 사이에서 연장되는 제3 분할 벽(197)을 구비한다. 제4 웨이브 세그먼트(184)는 제7 안내 벽(199), 제8 안내 벽(201), 및 제7 안내 벽(199)과 제8 안내 벽(201) 사이에서 연장되는 제4 분할 벽(200)을 구비한다. 제5 웨이브 세그먼트(185)는 제9 안내 벽(202), 제10 안내 벽(204), 및 제9 안내 벽(202)과 제10 안내 벽(204) 사이에서 연장되는 제5 분할 벽(203)을 구비한다. 도 5 및 도 7에 도시되어 있듯이, 웨이브 세그먼트(181-185)는 혼합기 요소(136)의 상류 단부(도 5)에서 및 혼합기 요소(136)의 하류 단부(도 7)에서 중단없는 윤곽을 형성하며 이 윤곽은 안내 벽(190, 192, 193, 195, 196, 198, 199, 201, 202, 204) 및 분할 벽(191, 194, 197, 200, 203)에 의해 형성된다.

[0022] 그러므로, 제2 입구 챔버(142)는 제3 안내 벽(193)에 의해 부분적으로 형성된다. 마찬가지로, 제2 출구 챔버(152)는 제3 안내 벽(193)에 의해 부분적으로 형성된다. 다시 말해서, 도시된 실시예에서, 제3 안내 벽(193)은 제2 안내 벽(192)과 인접한다. 마찬가지로, 제5 안내 벽(196)은 제4 안내 벽(195)과 인접한다. 제3 입구 챔버(143)는 제4 안내 벽(195) 및 제2 분할 벽(194)에 의해 부분적으로 형성된다. 제3 출구 챔버(153)는 제4 안내 벽(195) 및 제2 분할 벽(194)에 의해 부분적으로 형성된다. 제4 및 제5 입구 챔버(144, 145)와 제4 및 제5 출구 챔버(154, 155)는 제1, 제2, 제3 입구 및 출구 챔버(141, 142, 143, 151, 152, 153)와 유사하게 구성되지만 간명함을 위해 여기에서 설명하지 않는다.

[0023] 도 4 내지 도 9를 계속 참조하면, 제3 개구(171)는 제2 분할 벽(194)에 의해 적어도 부분적으로 형성된다. 제3 개구(171)는 제3 입구 챔버(143)를 제2 출구 챔버(152)와 유체 연통시킨다. 제4 개구(176) 또한 제2 분할 벽(194)에 의해 적어도 부분적으로 형성된다. 제4 개구(176)는 제2 입구 챔버(142)를 제3 출구 챔버(153)와 유체 연통시킨다.

- [0024] 도 4, 도 5 및 도 7을 참조하면, 제1 분할 벽(191)과 제2 분할 벽(194)은 상호 평행하다. 도시된 실시예에서, 분할 벽(191, 194, 197, 200, 203)의 각각은 상호 평행하다. 도 4 및 도 9를 참조하면, 제1 안내 벽(190)은 비평면적(즉 곡면)이며 제2 안내 벽(192)은 비평면적(즉 곡면)이다. 다시 말해서, 제1 안내 벽(190)은 직선을 따라서 연장되지 않는다[즉, 제1 안내 벽(191)은 곡선형이다]. 마찬가지로, 제2 안내 벽(192)은 직선을 따라서 연장되지 않는다[즉, 제2 안내 벽(192)은 곡선형이다]. 다른 안내 벽(193, 195, 196, 199, 201, 202, 204)은 제1 및 제2 안내 벽(191, 192)과 유사한 형상을 갖는다.
- [0025] 작동 시에, 입구 채널(141 내지 146)(즉, 입구 챔버)에 진입하는 재료는 안내 벽(190, 192, 193, 195, 196, 198, 199, 201, 202, 204)에 의해 개구(170-179)를 향해서 안내된다. 재료는 이후 입구 채널(141-146)로부터 개구(170-179)를 통해서 출구 채널(151-156)로 이동한다. 구체적으로, 재료는 입구 채널로부터 개구를 통해서 인접한 출구 채널로 유동한다. 예를 들어, 입구 채널(141)에 진입하는 재료는 제1 안내 벽(190)에 의해 제1 개구(170)를 향해서 안내되고 이후 제2 출구 채널(152)(즉, 입구 채널에 인접한 출구 채널)에 진입한다. 그러므로, 제1 입구 채널(141)은 제1 출구 채널(151)과 유체 연통하지 않으며 제2 입구 채널(142)은 제2 출구 채널(152)과 유체 연통하지 않는다. 마찬가지로, 제2 입구 채널(142)에 진입하는 재료는 제2 안내 벽(192) 및 제3 안내 벽(193)에 의해 제2 개구(175) 및 제4 개구(176)를 향해서 안내되며 이후 제1 출구 채널(151) 및 제3 출구 채널(153)에 진입한다. 도시된 실시예에서, 제1 입구 챔버(141)는 하우징(104)에 의해 부분적으로 형성된다. 특히, 두 개의 챔버 벽(132)이 제1 입구 챔버(141)(즉, 제1 입구 채널)를 한정한다. 제2 입구 챔버(142)는 단일 챔버 벽(132)에 의해서만 한정된다. 대체 실시예에서는, 안내 벽의 하나 이상[예를 들어, 제1 안내 벽(190)]이 하우징(104)의 부분으로, 보다 구체적으로 챔버 벽(132)의 부분으로 형성될 수 있다.
- [0026] 도 10 내지 도 12를 참조하면, 혼합기 조립체(108)는 네 개의 혼합기 요소(135A, 136B, 136C, 136D)로 도시되어 있다. 구체적으로, 혼합기 조립체(108)는 제1 혼합기 요소(135A), 제2 혼합기 요소(136B), 제3 혼합기 요소(136C) 및 제4 혼합기 요소(136D)를 구비한다. 제2 혼합기 요소(136B)는 재료 유동 경로에서 제1 혼합기 요소(135A)의 하류에 위치한다. 제3 혼합기 요소(136C)는 재료 유동 경로에서 제2 혼합기 요소(136B)의 하류에 위치한다. 제4 혼합기 요소(136D)는 재료 유동 경로에서 제3 혼합기 요소(136C)의 하류에 위치한다. 도시된 실시예에서, 네 개의 혼합기 요소(135A, 136B, 136C, 136D)는 단일의 일체형 유닛으로 형성된다(즉, 사출 성형 공정으로 형성된다).
- [0027] 도 10 내지 도 12에 도시된 실시예에서, 제2, 제3 및 제4 혼합기 요소(136B, 136C, 136D)는 도 4 내지 도 9의 혼합기 요소(136)에 대해 도시된 것과 동일한 구조이다. 그러나, 제3 혼합기 요소(136C)는 제2 혼합기 요소(136B)와 다른 배향으로 위치되고, 제4 혼합기 요소(136D)는 제3 혼합기 요소(136C)와 다른 배향으로 위치된다. 다시 말해서, 혼합기 조립체(108)는 종축(110)을 가지며 혼합기 요소(135A, 136B, 136C, 136D)는 종축(110) 주위에 회전적으로 상이한 배향으로 위치된다. 예를 들어, 제2 혼합기 요소(136B)는 제1 혼합기 요소(135A)에 대해 종축(110)을 따라서 90도 회전으로 배향되며, 제3 혼합기 요소(136C)는 제2 혼합기 요소(136B)에 대해 종축(110)을 따라서 90도 회전으로 배향된다.
- [0028] 도 4 내지 도 9의 단일 혼합기 요소(136)에 대한 이상의 설명과 유사하게, 제1 혼합기 요소(135A)는 복수의 일차 입구 채널(141A-144A) 및 복수의 일차 출구 채널(151A-154A)을 구비한다. 마찬가지로, 제2 혼합기 요소(136B)는 복수의 이차 입구 채널(141B-146B) 및 복수의 이차 출구 채널(151B-156B)을 구비한다. 제1 혼합기 요소(135A)는 제2 혼합기 요소(136B)와 유사하지만, 제1 혼합기 요소(135A)는 제2 혼합기 요소(136B)의 여섯 개의 입구 채널(141B-146B) 및 여섯 개의 출구 채널(151B-156B)에 비해서 네 개의 입구 채널(141A-144A) 및 네 개의 출구 채널(151A-154A)을 구비한다. 다시 말해서, 일차 입구 채널(141A-144A)의 개수는 이차 입구 채널(141B-146B)의 개수와 동일하지 않다. 마찬가지로, 일차 출구 채널(151A-154A)의 개수는 이차 입구 채널(141B-146B)의 개수와 동일하지 않다. 도시된 예에서, 일차 입구 채널의 개수는 네 개이고, 일차 출구 채널의 개수는 네 개이며, 이차 입구 채널의 개수는 여섯 개이다. 이하에서 보다 상세히 설명되듯이, 혼합기 조립체는 임의의 개수의 및/또는 임의의 형태의 본 명세서에 기재된 혼합기를 구비할 수 있다(예를 들어, 한 개의 혼합기 요소, 두 개의 혼합기 요소, 네 개의 혼합기 요소, 다섯 개의 혼합기 요소, 열 개의 혼합기 요소, 열 다섯개의 혼합기 요소, 스무 개의 혼합기 요소 등).
- [0029] 제1 혼합기 요소(135A) 내의 복수의 일차 스테이지 개구(170A)는 도 4 내지 도 9의 단일 혼합기 요소(136)의 개구(170-179)에 대해 기술된 것과 유사하게 배치된다. 특히, 복수의 일차 개구(170A)의 각각은 복수의 일차 입구 채널(141A-144A)의 하나 이상을 복수의 일차 입구 채널(141A-144A)의 하나 이상에 인접한 복수의 일차 출구 채널(151A-154A)의 하나 이상과 연결한다. 다시 말해서, 각각의 일차 개구(170A)는 일차 입구 채널(예를 들어 141A)과 하나 이상의 인접한 일차 출구 채널(예를 들어 152A) 사이에 위치된다. 마찬가지로, 복수의 이차 개구

(170B)의 각각은 복수의 이차 입구 채널(141B-146B)의 하나 이상을 복수의 이차 입구 채널(141B-146B)의 하나 이상에 인접한 복수의 이차 출구 채널(151B-156B)의 하나 이상과 연결한다. 다시 말해서, 각각의 이차 개구(170B)는 이차 입구 채널(예를 들어 142B)과 하나 이상의 인접한 이차 출구 채널(예를 들어 151B, 153B) 사이에 위치된다.

[0030] 마찬가지로, 도 10 내지 도 12를 계속 참조하면, 제3 혼합기 요소(136C)는 재료 유동 경로에서 제2 혼합기 요소(136B)의 하류에 위치한다. 제3 혼합기 요소(136)는 복수의 3차 입구 채널(141C-146C) 및 복수의 3차 출구 채널(151C-156C)을 구비한다. 제3 혼합기 요소(136C) 내의 복수의 3차 개구(170C)는 도 4 내지 도 9의 단일 혼합기 요소(136)의 개구(170-179)에 대해 기술된 것과 유사하게 위치된다. 특히, 복수의 3차 개구(170C)의 각각은 복수의 3차 입구 채널(141C-146C)의 하나 이상을 복수의 입구 채널(141C-146C)의 하나 이상에 인접한 복수의 3차 출구 채널(151C-156C)의 하나 이상과 연결한다. 다시 말해서, 각각의 3차 개구(170C)는 3차 입구 채널(예를 들어 143C)과 하나 이상의 인접한 3차 출구 채널(예를 들어 152C, 154C) 사이에 위치한다.

[0031] 도 10 내지 도 12를 계속 참조하면, 제2 혼합기 요소(136B)는 복수의 이차 입구 채널(141B-146B)이 복수의 일차 출구 채널(151A-154A)에 대략 수직하게(예를 들어 대략 80도 내지 대략 100도로) 연장되도록 배향된다. 마찬가지로, 제3 혼합기 요소(136C)는 복수의 3차 입구 채널(141C-146C)이 복수의 이차 출구 채널(151B-156B)에 대략 수직하게 연장되도록 배향된다. 대체 실시예에서, 하류 혼합기 요소의 입구 채널은 상류 출구 채널에 대략 횡방향으로(그러나 정확히 수직하지는 않게) 연장될 수 있다.

[0032] 작동 시에, 혼합기 조립체(108)가 도 2 및 도 3에 도시하듯이 하우징(104) 내에 배치된 상태에서, 혼합기 조립체(108)는 일차 입구 채널(141A-146A)에서 재료를 수용한다. 재료는 이후 도 4 내지 도 9의 혼합기 요소(136)의 작동과 관련하여 전술했듯이 각각의 연속적인 혼합기 요소를 통과한다. 다시 말해서, 재료는 각각의 혼합기 요소에서 입구 채널로부터, 개구를 통해서, 인접한 출구 채널로 이동한다. 상류 혼합기 요소[예를 들어 혼합기 요소(135A)]의 출구 채널을 빠져나오는 부분-혼합된 혼합물은 이후 하류 혼합기 요소[예를 들어 혼합기 요소(136B)]의 입구 채널 등에 의해 수용된다. 재료가 혼합기 요소(135A, 136B, 136C, 136D)의 각각을 통과하면, 재료는 하우징(104)의 노즐(124)을 균질한 혼합물로서 빠져나간다.

[0033] 혼합기 조립체(108)는 3-웨이브 혼합기 요소[즉, 혼합기 요소(135A)]와 그 하류에 이어지는 세 개의 5-웨이브 혼합기 요소[즉, 혼합기 요소(136B, 136C, 136D)]를 갖는 것으로 도시되어 있다. 혼합기 요소(135A, 136B, 136C, 136D)의 각각은 곡선형 안내 벽을 구비한다. 그러나, 본 명세서에서는 대체 혼합기 요소 및 그 조합을 포함하는 대체 혼합기 조립체가 고려된다. 이러한 대체 혼합기 요소의 예는 이하에서 논의된다.

[0034] 도 13 및 도 14를 참조하면, 단일 좌측 웨이브 혼합기 요소(336)가 도시되어 있다. 혼합기 요소(336)는 정적 혼합기에서 단독으로 또는 임의의 다른 혼합기 요소와 조합하여 사용될 수 있는 대체 혼합기 요소의 일 예이다. 혼합기 요소(336)는 제1 안내 벽(390), 제2 안내 벽(392), 및 제1 안내 벽(390)과 제2 안내 벽(392) 사이에서 연장되는 분할 벽(391)을 구비하는 제1 웨이브 벽 세그먼트(381)를 구비한다. 제1 입구 챔버(341)는 제1 안내 벽(390)과 분할 벽(391)에 의해 부분적으로 형성된다. 제1 출구 챔버(351)는 제1 안내 벽(390)과 분할 벽(391)에 의해 부분적으로 형성된다. 제2 입구 챔버(342)는 제2 안내 벽(392)과 분할 벽(391)에 의해 부분적으로 형성된다. 제2 출구 챔버(352)는 제2 안내 벽(392)과 분할 벽(391)에 의해 부분적으로 형성된다. 제1 개구(370)는 분할 벽(391)에 의해 적어도 부분적으로 형성되며 제1 입구 챔버(341)를 제2 출구 챔버(352)와 유체 연통시킨다. 제2 개구(371)는 분할 벽(391)에 의해 적어도 부분적으로 형성되며 제2 입구 챔버(342)를 제1 출구 챔버(351)와 유체 연통시킨다.

[0035] 도 13 및 도 14의 혼합기 요소(336)는 혼합기 요소(136)와 유사하지만 하기의 차이점을 갖는다. 혼합기 요소(336)는 [다섯 개의 웨이브 벽 세그먼트(181-185)와 대조적으로] 단일 웨이브 벽 세그먼트(381)를 구비한다. 제1 안내 벽(390) 및 제2 안내 벽(392)은 평면적(즉, 선형 표면)이다. 또한, 제1 개구(370) 및 제2 개구(371)는 분할 벽(391)으로부터 개구(370, 371) 내로 연장되는 플랜지 부분이 전혀 없는 삼각형 형상이다.

[0036] 도 15를 참조하면, 대체 혼합기 요소는 단일 우측 웨이브 혼합기 요소(436)로 도시되어 있다. 혼합기 요소(436)는 정적 혼합기에서 단독으로 또는 임의의 다른 혼합기 요소와 조합하여 사용될 수 있는 대체 혼합기 요소의 일 예이다. 혼합기 요소(436)는 제1 안내 벽(490), 제2 안내 벽(492), 및 제1 안내 벽(490)과 제2 안내 벽(492) 사이에서 연장되는 분할 벽(491)을 구비하는 제1 웨이브 벽 세그먼트(481)를 구비한다.

[0037] 도 15의 혼합기 요소(436)는 혼합기 요소(336)와 유사하지만 하기의 차이점을 갖는다. 혼합기 요소(436)는 [제1 안내 벽(390)이 아래에서 위로 연장되는 것과 대조적으로] 제1 안내 벽(490)이 도 15에서 볼 때 위에서 아래

로 연장되도록 구성된다. 다시 말해서, 도 15의 혼합기 요소(436)는 도 15의 혼합기 요소(436)가 재배향(즉, 180도)되는 것을 제외하고 도 13 및 도 14의 혼합기 요소(336)와 동일하다. 유사한 180도 재배향(도 13 내지 도 15)이 본 명세서에 개시된 혼합기 요소 전체에 대해 고려된다.

[0038] 도 16을 참조하면, 대체 혼합기 요소가 2 웨이브 혼합기 요소(536)로서 도시되어 있다. 혼합기 요소(536)는 정적 혼합기에서 단독으로 또는 임의의 다른 혼합기 요소와 조합하여 사용될 수 있는 대체 혼합기 요소의 일 예이다. 혼합기 요소(536)는 혼합기 요소(336)와 유사하지만 [단일 웨이브 벽 세그먼트(381)와 대조적으로] 두 개의 웨이브 벽 세그먼트(581-582)를 구비한다. 다시 말해서, 혼합기 요소(536)는 혼합기 요소(336)(즉, 좌측 단일 웨이브 혼합기)와 혼합기 요소(436)(즉, 우측 단일 웨이브 혼합기)의 조합이다. 단일 웨이브 벽 세그먼트의 유사한 조합은 그러나 예를 들어 3 웨이브 혼합기 요소(636)(도 17) 또는 5 웨이브 혼합기 요소(736)(도 18)를 생성하기 위해 사용될 수 있다. 특히, 혼합기 요소(636)는 세 개의 웨이브 벽 세그먼트(681-683)를 구비하며, 혼합기 요소(736)는 다섯 개의 웨이브 벽 세그먼트(781-785)를 구비한다. 임의의 개수의 웨이브 벽 세그먼트(도 13, 도 16, 도 17 및 도 18)를 사용하는 이 방법은 본 명세서에 기재된 임의의 대체 혼합기 요소의 구조에도 적용된다. 도 13 내지 도 18에 도시하듯이, 혼합기 요소는 임의의 개수의 웨이브 벽 세그먼트를 임의의 배향으로 구비할 수 있다. 다시 말해서, 본 명세서에 기재된 대체 웨이브 벽 세그먼트 기하구조 중 임의의 것이 있어서, 이 기하구조는 다중 웨이브 혼합기 요소를 생성하기 위해 복제될 수 있다.

[0039] 도 19 및 도 20을 참조하면, 대체 혼합기 요소가 원형 혼합기 요소(836)로서 도시되어 있다. 구체적으로 원형 혼합기 요소(836)는 일곱 개의 입구 채널(841-847) 및 일곱 개의 출구 채널(851-857)(즉, 6 웨이브 벽 세그먼트 설계)을 구비한다. 도 20에 도시하듯이, 혼합기 요소(836)의 외주(837)는 원형이다. 혼합기 요소(836)의 원형-형상은 정방형 또는 장방형 혼합기 요소[예를 들어 혼합기 요소(136)]의 대안이다. 다시 말해서, 원형 혼합기 요소(836)는 대응 원형 하우징[도 1의 하우징(26)과 유사]과 함께 사용될 것이다.

[0040] 도 21 내지 도 28을 참조하면, 다양한 대체 안내 벽 형상이 도시되어 있다. 구체적으로, 도 21 및 도 22를 참조하면, 혼합기 요소(936)는 분할 벽(991)의 양측에 형성되는 지수-형상의(exponentially-shaped) 안내 벽(990, 992)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 다시 말해서, 안내 벽(990, 992)은 분할 벽(991)에 횡방향으로 볼 때 지수-형상을 갖는다(도 22).

[0041] 마찬가지로, 도 23 및 도 24를 참조하면, 혼합기 요소(1036)는 분할 벽(1091)의 양측에 형성되는 대수-형상의(logarithm-shaped) 안내 벽(1090, 1092)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 다시 말해서, 안내 벽(1090, 1092)은 분할 벽(1091)에 횡방향으로 볼 때 대수 형상을 갖는다(도 24).

[0042] 마찬가지로, 도 25 및 도 26을 참조하면, 혼합기 요소(1136)는 분할 벽(1191)의 양측에 형성되는 S자형 안내 벽(1190, 1192)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 다시 말해서, 안내 벽(1190, 1192)은 분할 벽(1191)에 횡방향으로 볼 때 S자형이다(도 26).

[0043] 도 27 및 도 28을 참조하면, 혼합기 요소(1236)는 분할 벽(1291)의 양측에 형성되는 S자형 안내 벽(1290, 1292)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 다시 말해서, 안내 벽(1290, 1292)은 분할 벽(1291)에 횡방향으로 볼 때 S자형이다(도 28). 혼합기 요소(1236)는 S자형 안내 벽을 구비한다는 점에서 혼합기 요소(1136)와 유사하며, 차이점은 분할 벽에 횡방향으로 볼 때 S자형 안내 벽의 배향이다(도 26 및 도 28). 대체 안내 벽 기하구조 및 형상이 도 21 내지 도 28을 참조하여 설명되었지만, 추가적인 대체 안내 벽 형상이 고려된다.

[0044] 도 29 내지 도 48을 참조하면, 다양한 대체 분할 벽 형상이 도시되어 있다. 특히, 대체 플랜지 형상을 포함하는 다양한 대체 분할 벽이 도 29 내지 도 48에 도시되어 있다. 구체적으로, 도 29 및 도 30을 참조하면, 혼합기 요소(1336)는 큰 오목형 개구(1370)를 구비하는 분할 벽(1391)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 구체적으로, 큰 오목형 개구(1370)는 반경(1371)을 가질 수 있다.

[0045] 도 29 및 도 30을 계속 참조하면, 분할 벽(1391)은 상부 플랜지 부분(1392) 및 하부 플랜지 부분(1393)을 구비하는 것으로 기술될 수 있다. 플랜지 부분(1392, 1393)은 그렇지 않으면 입구 채널과 인접한 출구 채널 사이에 있지 않게 될 분할 벽(1391)의 부분이다. 다시 말해서, 플랜지 부분(1392, 1393)은 재료가 개구(1370)를 통해서 입구 채널로부터 인접한 출구 채널로 유동하는 것을 방해하는 분할 벽(1391)의 부분이다. 혼합기 요소(1336)의 중심(1395)에서 혼합기 요소(1336)의 상부 에지(1397)까지의 거리(H2)가 도 30에 도시되어 있다. 개구(1370)의 중심(1395)에서부터 바닥(1399)까지의 거리로서 거리(H1)도 도시되어 있다. 무차원 비율 H1/H2는 플랜지(1392)의 크기를 나타낸다. 예를 들어, 도 30에 도시된 H1/H2 비율은 대략 0.6이다.

[0046] 마찬가지로, 도 31 및 도 32를 참조하면, 혼합기 요소(1436)는 작은 오목형 개구(1470)를 구비하는 분할 벽

(1491)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 구체적으로, 작은 오목형 개구(1470)는 반경(1471)을 가질 수 있다. 분할 벽(1491)은 상부 플랜지 부분(1492) 및 하부 플랜지 부분(1493)을 구비한다. 도 30의 혼합기 요소(1336)와 마찬가지로, 혼합기 요소(1436)는 개구(1470)의 중심(1495)에서 상부 에지(1497)까지의 거리(H2) 및 개구(1470)의 중심(1495)에서 바닥(1499)까지의 거리(H1)를 갖는다. 도 32의 H1/H2 비율은 대략 0.1이다.

- [0047] 도 33 및 도 34를 참조하면, 혼합기 요소(1536)는 첨판(cusp)형 개구(1570)를 구비하는 분할 벽(1591)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 분할 벽(1591)은 네 개의 곡선형 플랜지 부분(1592-1595)을 구비한다.
- [0048] 도 35 및 도 36을 참조하면, 혼합기 요소(1636)는 선형 수평 플랜지(1692, 1693)에 의해 부분적으로 형성되는 개구(1670)를 구비하는 분할 벽(1691)을 갖는 것으로 도시되어 있다.
- [0049] 도 37 및 도 38을 참조하면, 혼합기 요소(1736)는 곡선형 플랜지(1792, 1793)에 의해 부분적으로 형성되는 개구(1770)를 구비하는 분할 벽(1791)을 갖는 것으로 도시되어 있다.
- [0050] 도 39 및 도 40을 참조하면, 혼합기 요소(1836)는 삼각형 플랜지(1892, 1893)에 의해 부분적으로 형성되는 개구(1870)를 구비하는 분할 벽(1891)을 갖는 것으로 도시되어 있다.
- [0051] 도 41 및 도 42를 참조하면, 혼합기 요소(1936)는 내부 플랜지(1992-1995)를 구비하는 분할 벽(1991)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 플랜지(1992-1995)는 혼합기 요소(1936)의 중심(1996)과 하류 에지(1997) 사이의 치수(W2)를 갖는다. 하류 에지(1997)와 플랜지가 혼합기 요소(1936)의 중심을 향해서 경사지기 전에 수평하게 연장되는 지점(1998) 사이에는 치수(W1)가 형성된다. 도 41 및 도 42에 도시된 실시예에서, W1/W2 비율은 대략 0.4이다.
- [0052] 도 43 및 도 44를 참조하면, 혼합기 요소(2036)는 평행한 오프셋 플랜지(2092, 2093)를 구비하는 분할 벽(2091)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 특히, 플랜지(2092, 2093)는 안내 벽(2094, 2095)으로부터 오프셋되고 안내 벽(2094, 2095)에 평행하게 연장된다.
- [0053] 도 45 및 도 46을 참조하면, 혼합기 요소(2136)는 대체 외부 플랜지(2192, 2193)를 구비하는 분할 벽(2191)을 갖는 것으로 도시되어 있다.
- [0054] 도 47 및 도 48을 참조하면, 혼합기 요소(2236)는 비대칭 플랜지(2292, 2293)를 구비하는 분할 벽(2291)을 갖는 것으로 도시되어 있다.
- [0055] 도 29 내지 도 48의 분할 벽 대안은 단일 웨이브 세그먼트 및 선형 안내 벽 형상을 갖는 것으로 도시되어 있을 뿐이지만, 웨이브 세그먼트 개수, 안내 벽 형상 및 분할 벽 형상의 임의의 조합이 본 명세서에서 고려된다.
- [0056] 도 49 내지 도 54를 참조하면, 다양한 대체 혼합기 조립체가 도시되어 있다. 특히, 혼합기 조립체 내의 혼합기 요소의 다양한 조합이 도 49 내지 도 54에 도시되어 있다.
- [0057] 도 49를 참조하면, 세 개의 혼합기 요소(2336A-2336C)를 구비하는 혼합기 조립체(2308)가 도시되어 있다. 세 개의 혼합기 요소(2336A-2336C)는 각각 단일 웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소이다.
- [0058] 도 50을 참조하면, 세 개의 혼합기 요소(2436A-2436C)를 구비하는 혼합기 조립체(2408)가 도시되어 있다. 세 개의 혼합기 요소(2436A-2436C)는 각각 3 웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소이다.
- [0059] 도 51을 참조하면, 세 개의 혼합기 요소(2536A-2536C)를 구비하는 혼합기 조립체(2508)가 도시되어 있다. 세 개의 혼합기 요소(2536A-2536C)는 각각 5 웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소이다.
- [0060] 도 52를 참조하면, 네 개의 혼합기 요소(2636A-2636D)를 구비하는 혼합기 조립체(2608)가 도시되어 있다. 네 개의 혼합기 요소(2636A-2636D)는 각각 3 웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소이다.
- [0061] 도 53을 참조하면, 세 개의 혼합기 요소(2736A-2736C)를 구비하는 혼합기 조립체(2708)가 도시되어 있다. 제1 혼합기 요소(2736A)는 단일 웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소이다. 제2 혼합기 요소(2736B)는 3 웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소이다. 제3 혼합기 요소(2736C)는 5 웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소이다. 따라서, 웨이브 벽 세그먼트의 개수는 하류 혼합기 요소에서 증가한다.
- [0062] 도 54를 참조하면, 세 개의 혼합기 요소(2836A-2836C)를 구비하는 혼합기 조립체(2808)가 도시되어 있다. 제1 혼합기 요소(2836A)는 5 웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소이다. 제2 혼합기 요소(2836B)는 3 웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소이다. 제3 혼합기 요소(2836C)는 단일 웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소이다. 따라서, 웨이브 벽 세그먼트의 개수는 하류 혼합기 요소에서 감소한다.

[0063] 도 55 및 도 56을 참조하면, 3 웨이브 혼합기 요소[도 17의 혼합기 요소(636)와 유사]를 통해서 이동하는 두 개의 재료(A, B)가 도시되어 있다. 구체적으로, 도 55는 3 웨이브 혼합기 요소(636)에 진입할 때의 두 개의 분리된 재료(A, B)를 도시한다. 대응적으로, 도 56은 3 웨이브 혼합기 요소(636)를 빠져나올 때의 혼합된 두 개의 재료(A, B)를 도시한다. 혼합기 요소는 두 개의 재료를 혼합하는 것으로 제한되지 않으며, 두 개 초과 재료 혼합하도록 작동 가능하다. 예를 들어, 도 57 및 도 58은 3 웨이브 혼합기 요소(636)를 통해서 이동하는 여섯 개의 재료(A 내지 F)를 도시한다. 전과 같이, 도 57은 3 웨이브 혼합기 요소(636)에 진입할 때의 여섯 개의 분리된 재료(A 내지 F)를 도시하며, 도 58은 3 웨이브 혼합기 요소(636)를 빠져나올 때의 혼합된 여섯 개의 재료(A 내지 F)를 도시한다.

[0064] 도 59a 내지 도 59f를 참조하면, 두 개의 재료(A, B)가 혼합기 조립체(2908)를 통해서 어떻게 유동하는지를 더 잘 이해하기 위해 수치 시뮬레이션이 이용된다. 특히, 도 59a는 각각 5 웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소인 세 개의 혼합기 요소(2936A-2936C)를 갖는 혼합기 조립체(2908)를 도시한다. 도 59b 내지 도 59f의 단면도는 두 개의 재료(A, B)가 혼합기 조립체(2908)의 다양한 스테이지 사이에서 어떻게 유동하는지를 도시한다. 재료 A는 백색으로 도시되고, 재료 B는 흑색으로 도시되며, 혼합기 조립체(2908)의 구조는 회색으로 도시된다. 도 59f의 단면도는 혼합기 조립체(2908)를 빠져나올 때의 재료 A와 재료 B의 균질한 혼합물을 명확하게 도시한다.

[0065] 도 60을 참조하면, ASTM-D1002 테스트 절차[즉, "인장 하중에 의한 단일-랩-조인트 접착 접합된 금속 시편(금속-대-금속)의 겹보기 전단 강도에 대한 표준 테스트 방법(Standard Test Method for Apparent Shear Strength of Single-Lap Joint Adhesively Bonded Metal Specimens by Tension Loading(Metal-to-Metal))"]에 따른 실험적 테스트 결과가 도시되어 있다. 특히, 2부분 액체 수지에 의해 함께 접착된 두 개의 부품의 최대 인장 강도가 도시되어 있으며, 차이는 수지가 다른 정적 혼합기와 혼합된 것이다. 구체적으로, 테스트는 0.5"(1.27cm)의 중첩 길이를 갖는 0.063"(0.16cm) 두께의 고강도 2024 알루미늄 쿠폰 샘플을 사용했다. 두 개의 종래의 정적 혼합기(50, 51)가 테스트되었으며 본 명세서에 기재된 발명에 따른 정적 혼합기(52-59)에 대해 비교되었다. 구체적으로 정적 혼합기(50)는 모델 번호: MCH 08-24T이며 정적 혼합기(51)는 모델 번호: MCQ 08-24T이다[둘 다 Sulzer Mixpac 정적 혼합기이고, 종래의 정적 혼합기(50)는 8.8인치(22.35cm)의 길이와 8.5ml의 체적을 가지며, 종래의 정적 혼합기(51)는 5.8인치(14.73cm)의 길이와 7.5ml의 체적을 갖는다]. 정적 혼합기(52)는 여섯 개의 혼합기 요소를 구비하고, 각각의 혼합기 요소는 3 웨이브 벽 세그먼트 설계이며, 2.0인치(5.08cm)의 길이와 2.8ml의 체적을 갖는다. 정적 혼합기(53)는 두 개의 3-웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소 및 이어지는 두 개의 5-웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소를 구비하며, 1.3인치(3.3cm)의 길이와 1.9ml의 체적을 갖는다. 정적 혼합기(54)는 더 작은 플랜지 크기를 갖는 세 개의 5-웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소를 구비하며, 1.0인치(2.54cm)의 길이와 1.4ml의 체적을 갖는다. 정적 혼합기(55)는 다섯 개의 3-웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소를 구비하며, 1.7인치(4.32cm)의 길이와 2.4ml의 체적을 갖는다. 정적 혼합기(56)는 두 개의 3-웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소 및 이어지는 세 개의 5-웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소를 구비하며, 1.7인치(4.32cm)의 길이와 2.4ml의 체적을 갖는다. 정적 혼합기(57)는 세 개의 3-웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소 및 이어지는 하나의 5-웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소를 구비하며, 1.3인치(3.3cm)의 길이와 1.9ml의 체적을 갖는다. 정적 혼합기(58)는 네 개의 3-웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소를 구비하며, 1.3인치(3.3cm)의 길이와 1.9ml의 체적을 갖는다. 정적 혼합기(59)는 하나의 3-웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소 및 이어지는 세 개의 5-웨이브 벽 세그먼트 혼합기 요소를 구비하며, 1.3인치(3.3cm)의 길이와 1.9ml의 체적을 갖는다.

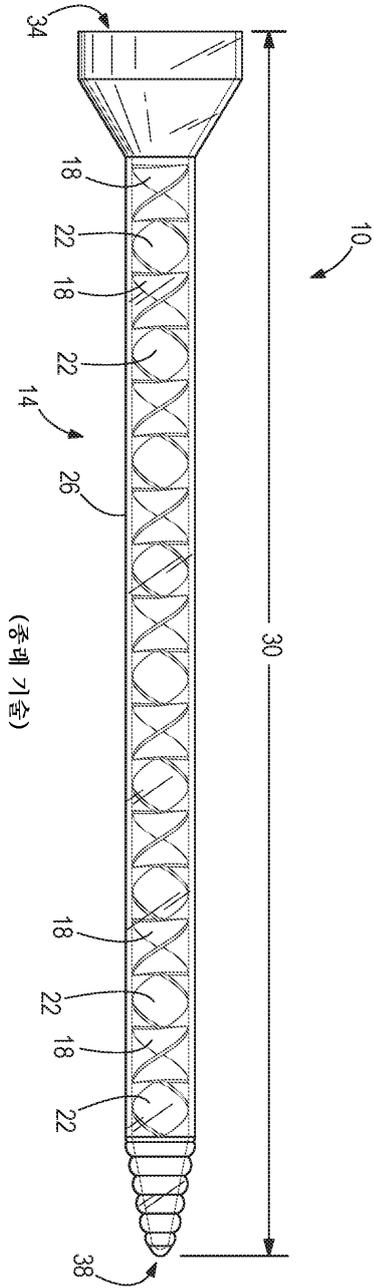
[0066] 도 60의 실험 결과에 의해 입증되었듯이, 정적 혼합기(52-59)는 보다 짧은 길이의 혼합기에 의해 종래의 혼합기(50-51)보다 양호하게 수행되며, 그 결과 보유 체적이 덜 낭비된다. 구체적으로, 본 발명의 정적 혼합기(52-59)와 혼합되는 수지에 의해 두 개의 부품을 접착함으로써 달성되는 최대 인장 강도는 종래의 정적 혼합기(50-51)(모두 보유 체적이 감소된 더 짧은 길이의 혼합기를 사용)와 혼합되는 수지에 의해 두 개의 부품을 접착함으로써 달성되는 최대 인장 강도보다 크다. 또한, 정적 혼합기(52-29)는 종래의 혼합기(50-51)와 유사한 압력 손실에서 이들 결과를 달성하였다.

[0067] 본 명세서에 기재된 정적 혼합기(100) 및 대체 정적 혼합기는 다양한 질량 전달, 열전달 또는 균질화 용도에 사용될 수 있다. 예를 들어, 정적 혼합기(100)는 석유 화학 산업(예를 들어, 중질유 제품 혼합); 화학 산업(예를 들어, 프로세스 유체: 가성 소다 및 황산 혼합); 인조 섬유 산업(예를 들어, 방사구금); 플라스틱 산업(예를 들어, 플라스틱 압출); 2액형 수지 접착제 산업; 펄프 및 종이 산업(예를 들어, 펄프 표백); 가스 산업(예를 들어, 도시 가스의 칼로리 제어); 식품 산업(예를 들어, 초콜릿 또는 요구르트 생산); 수처리(예를 들어, 폐수 처리); 온수 공급 시스템; 원자로; 열교환기; 등에 사용될 수 있다.

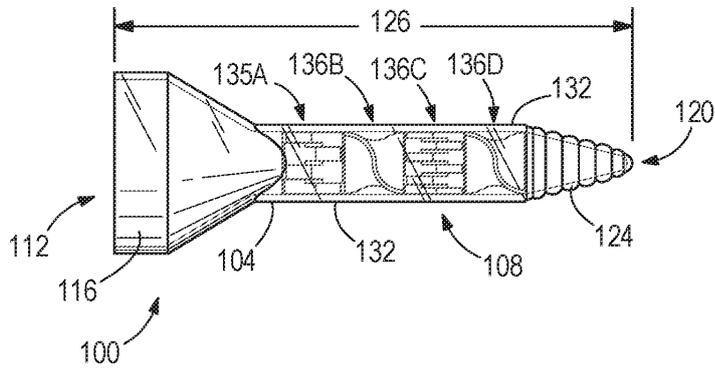
[0068] 본 발명의 다양한 특징 및 장점은 하기 청구범위에 제시되어 있다.

도면

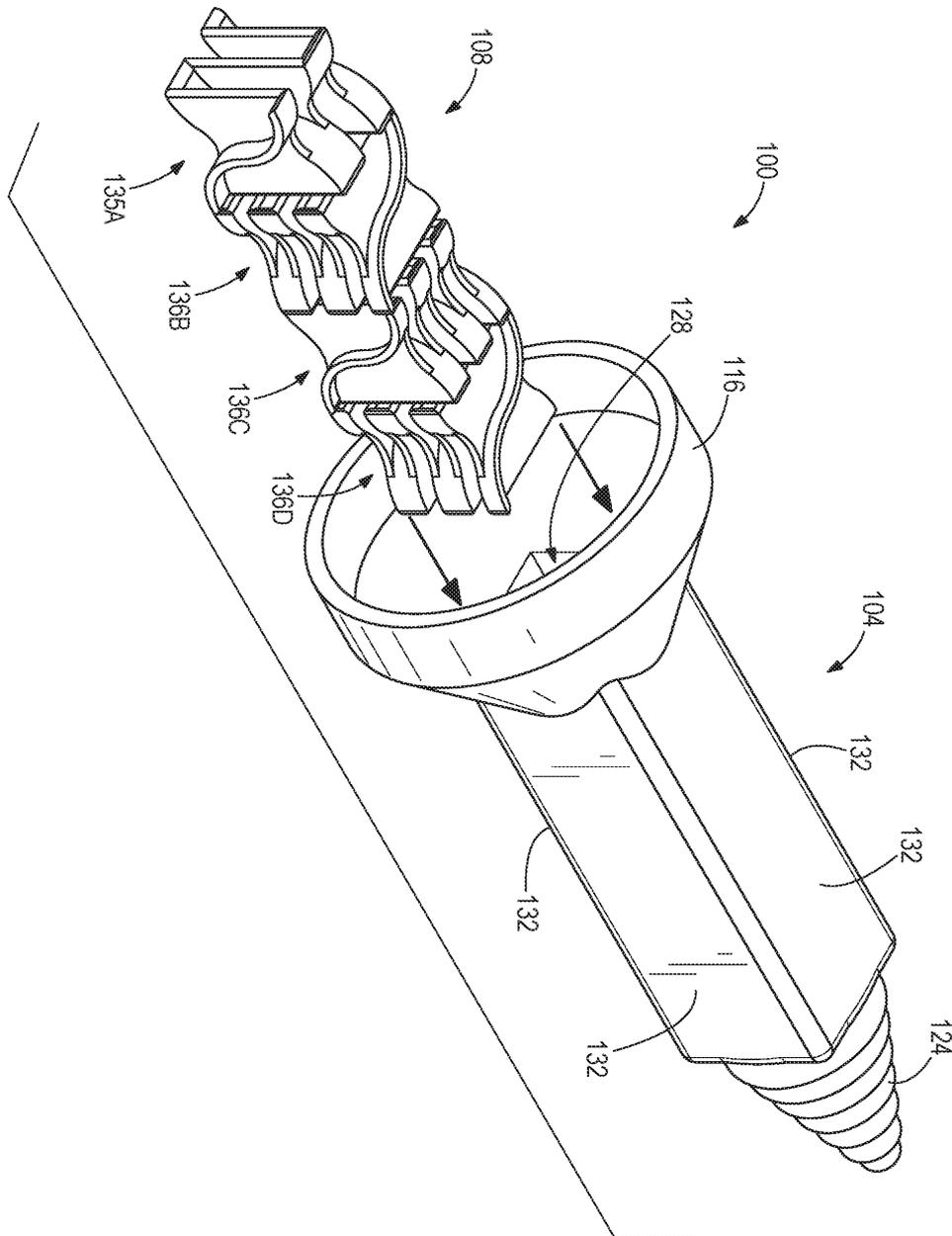
도면1



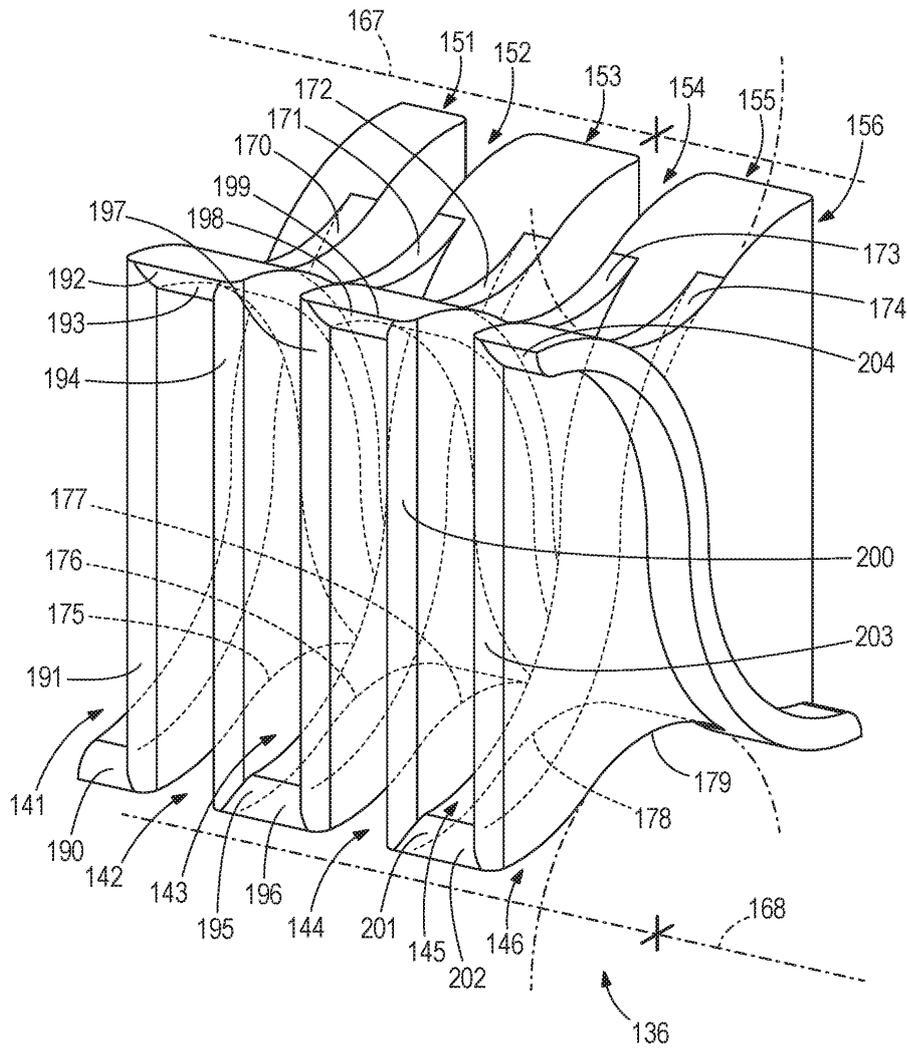
도면2



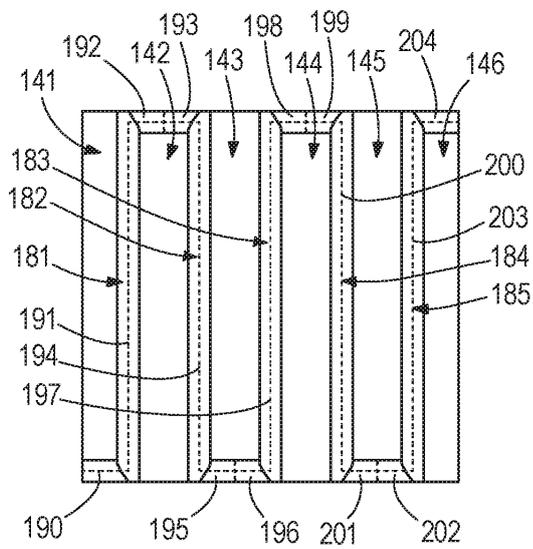
도면3



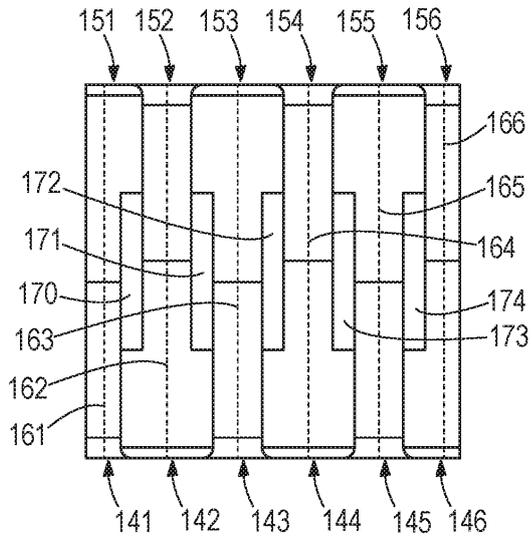
도면4



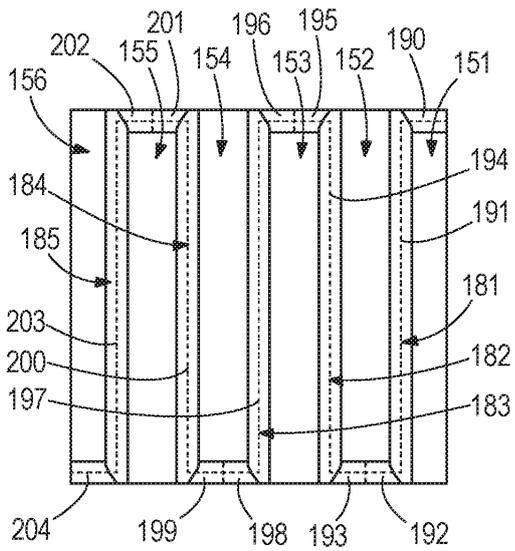
도면5



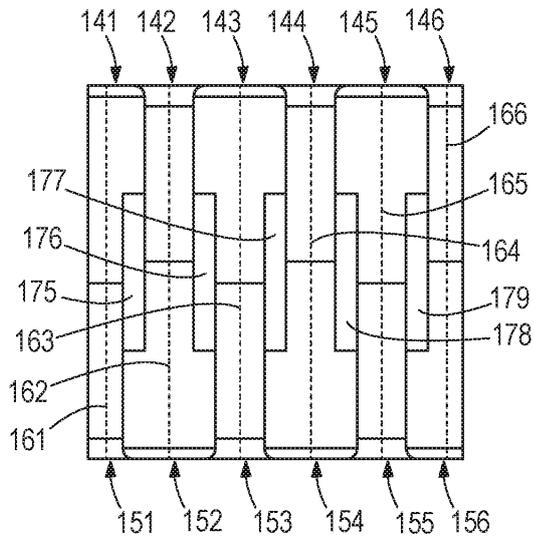
도면6



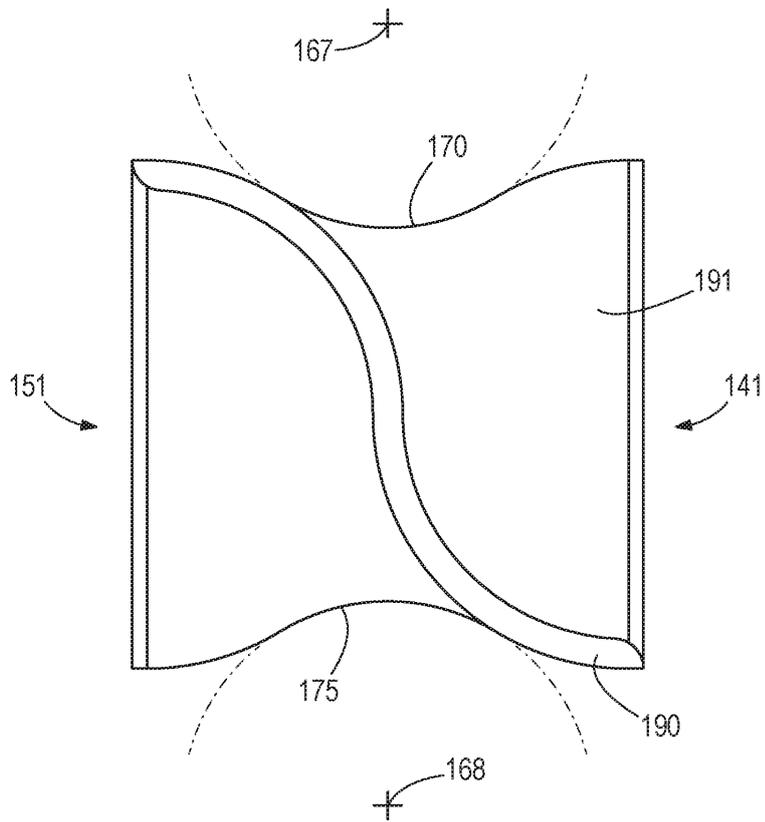
도면7



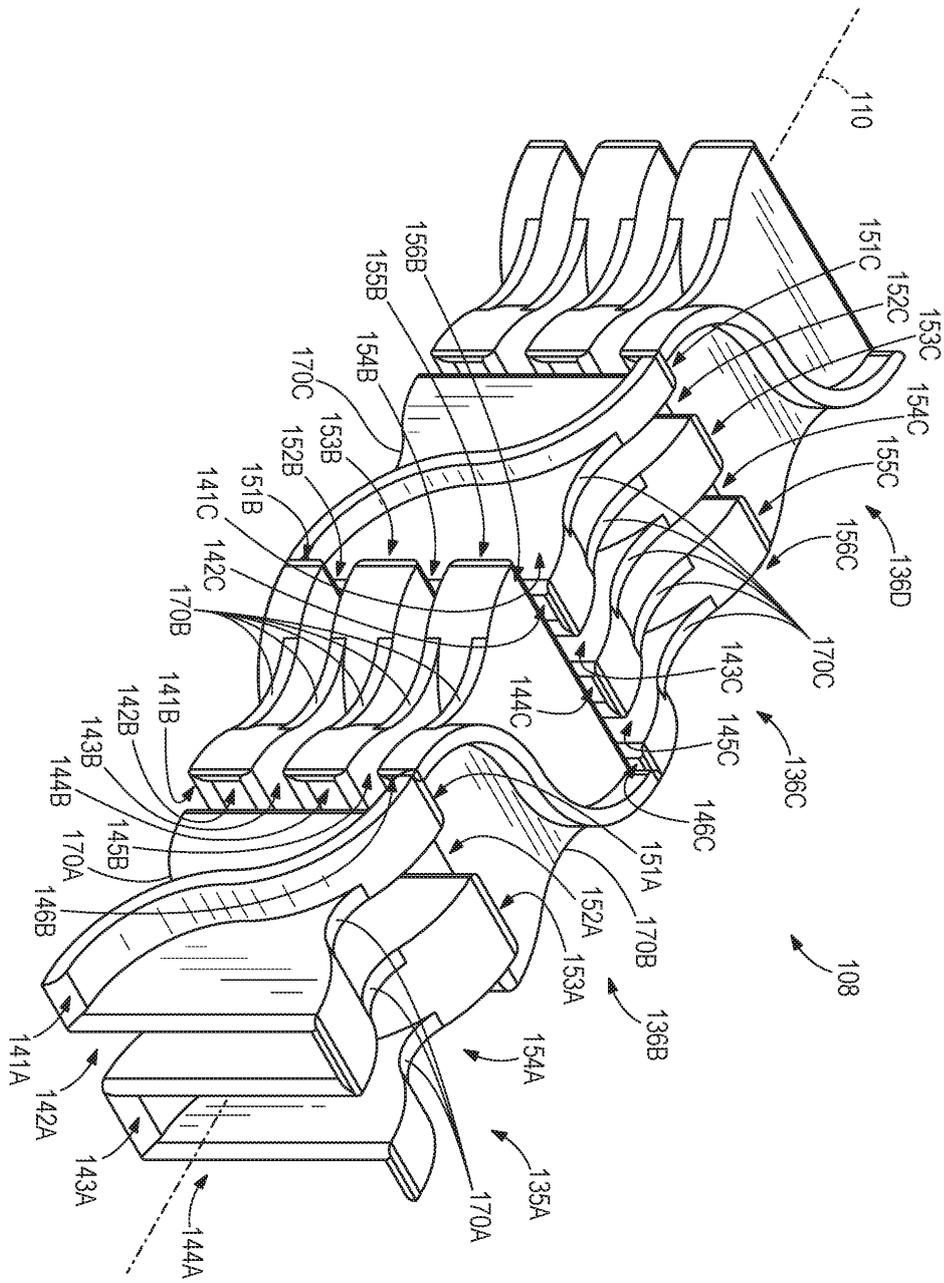
도면8



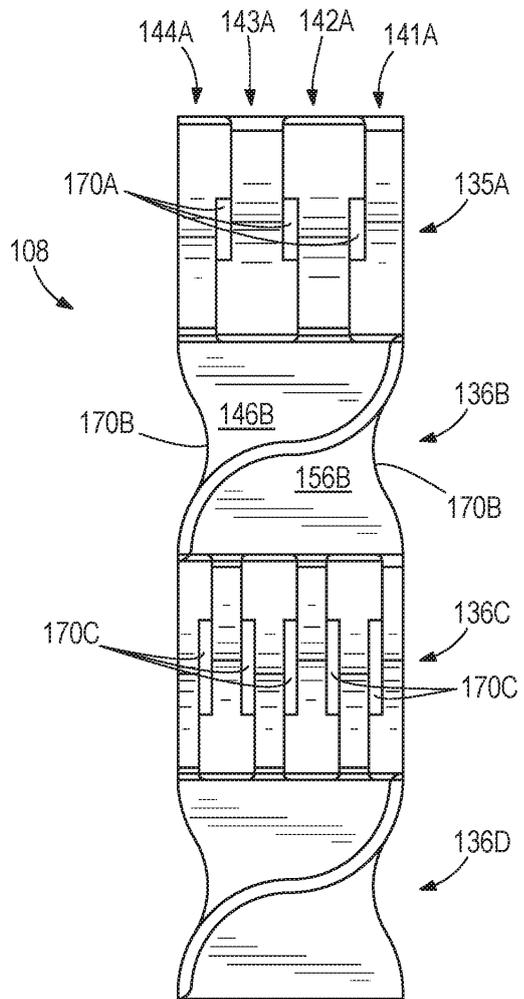
도면9



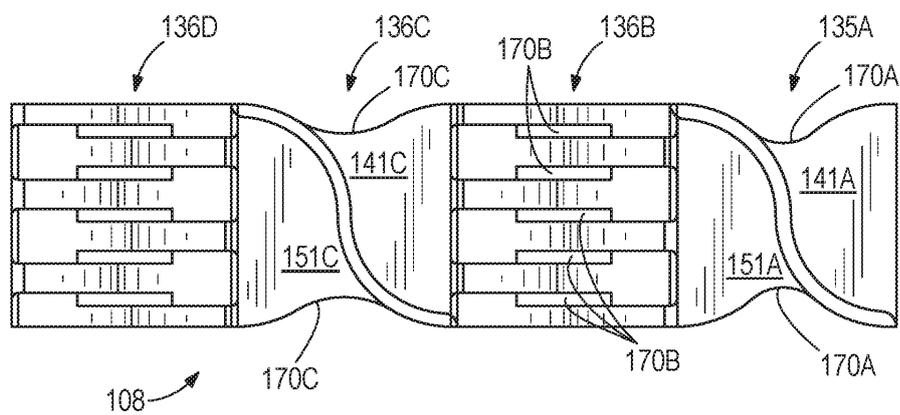
도면10



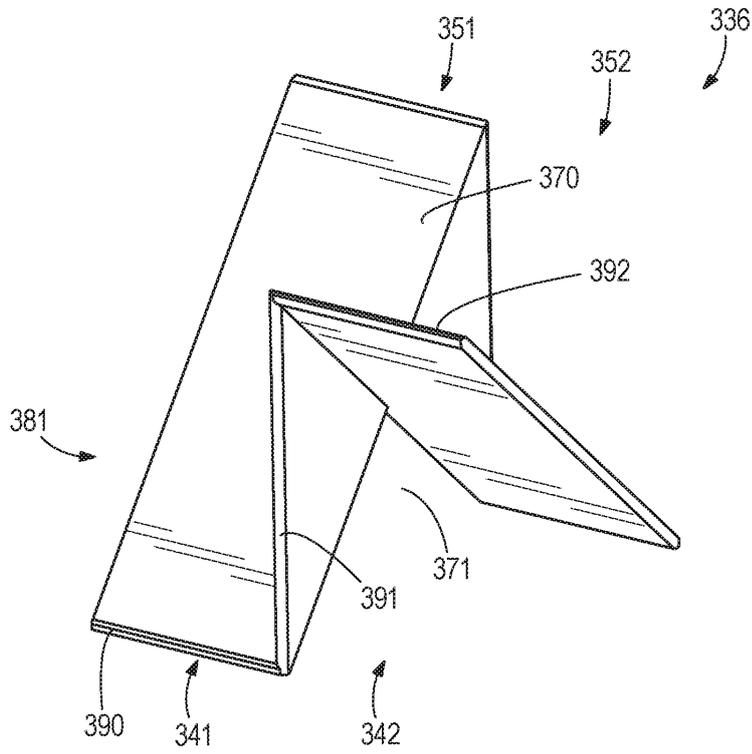
도면11



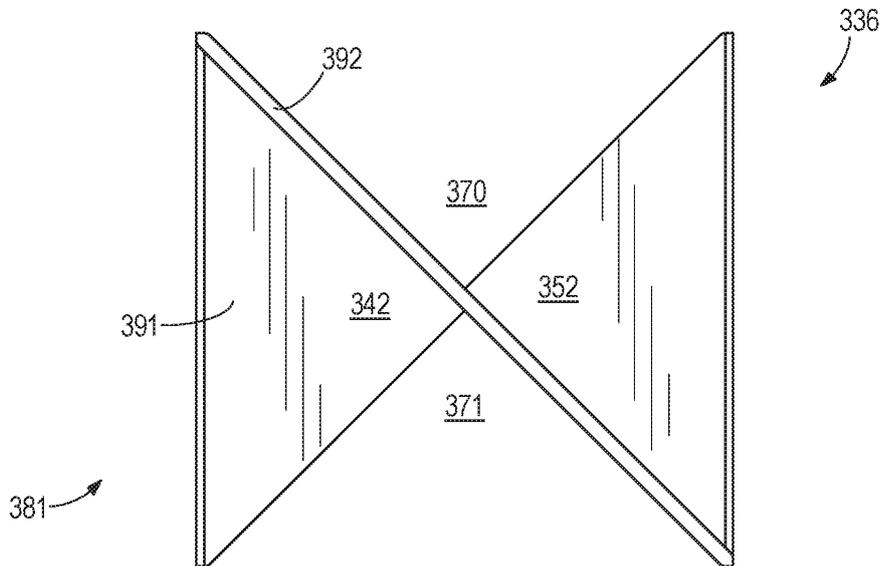
도면12



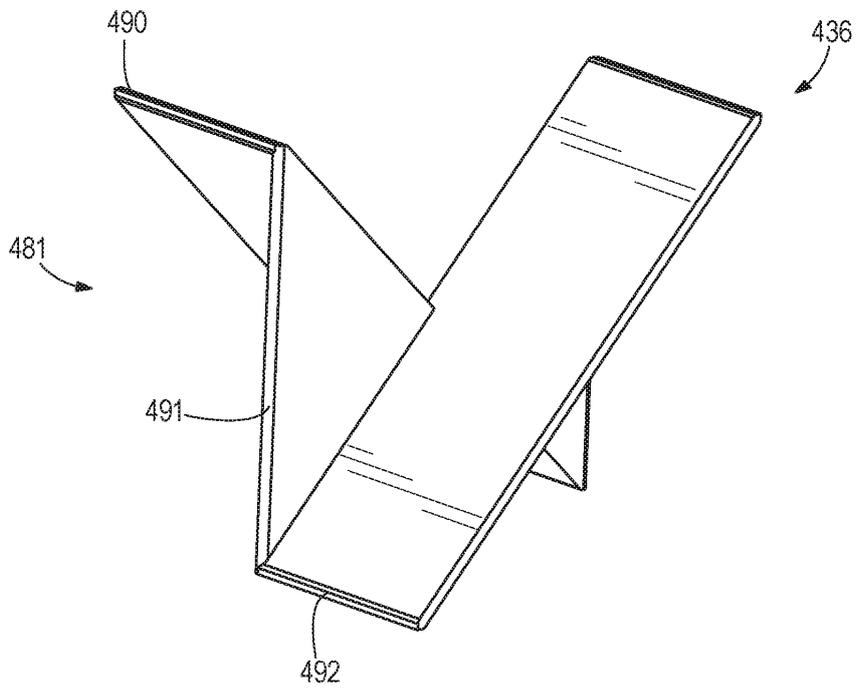
도면13



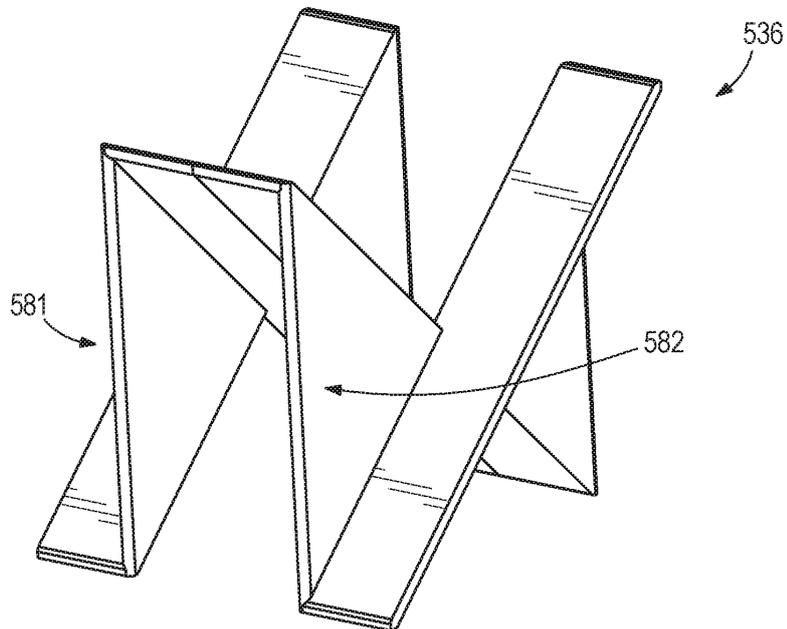
도면14



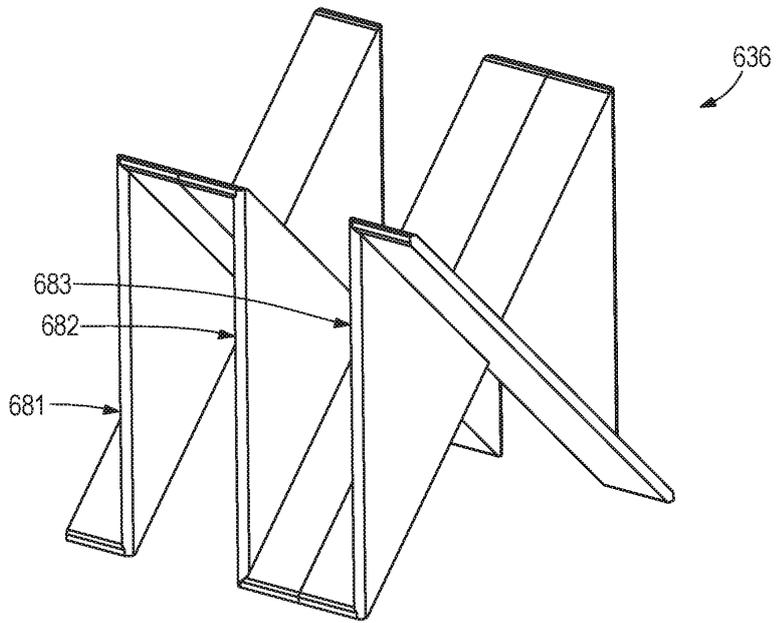
도면15



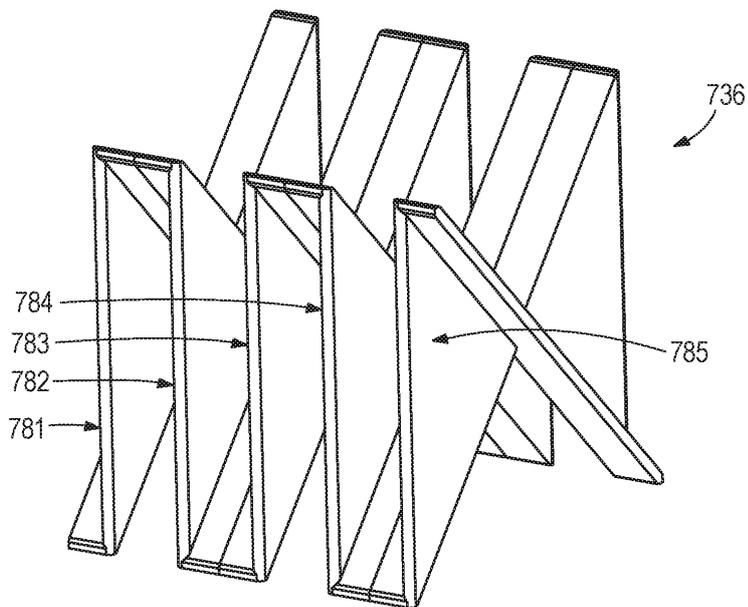
도면16



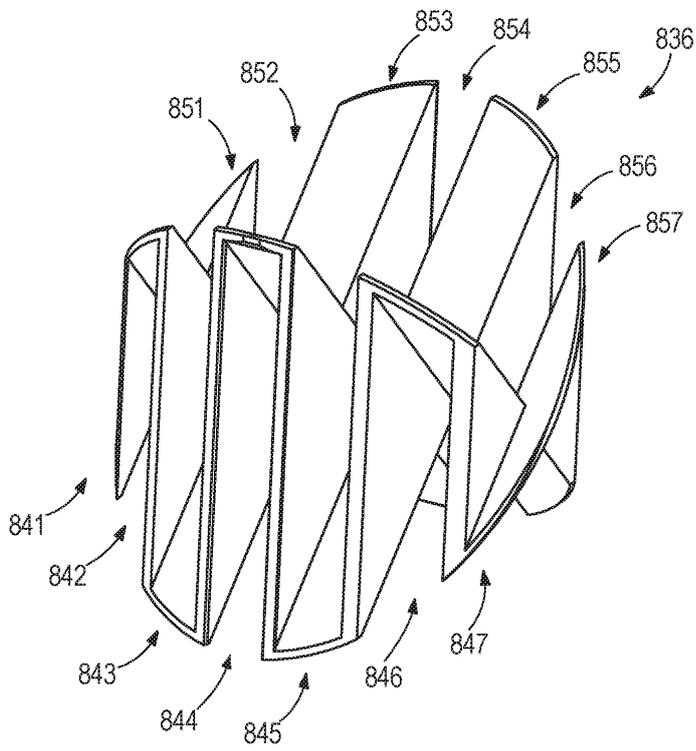
도면17



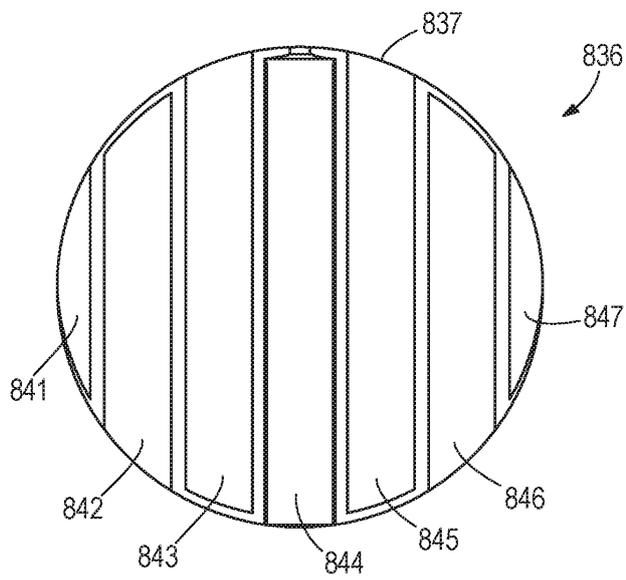
도면18



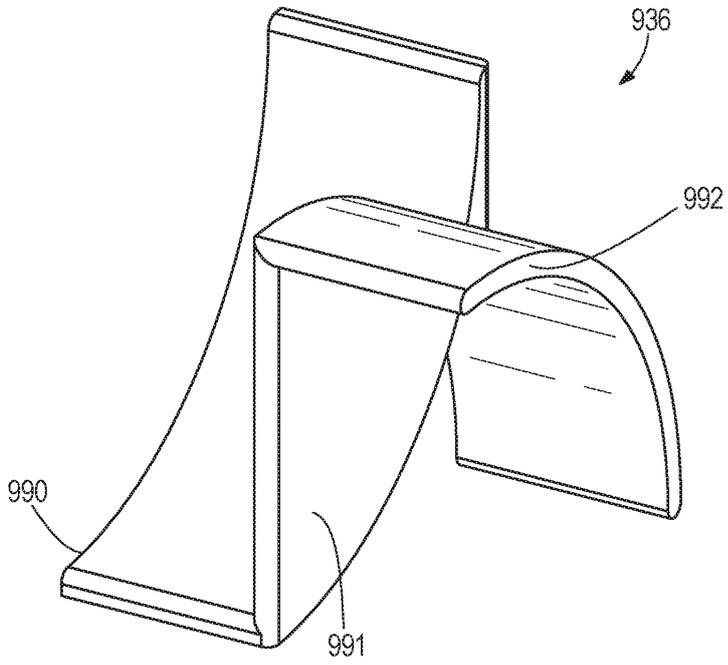
도면19



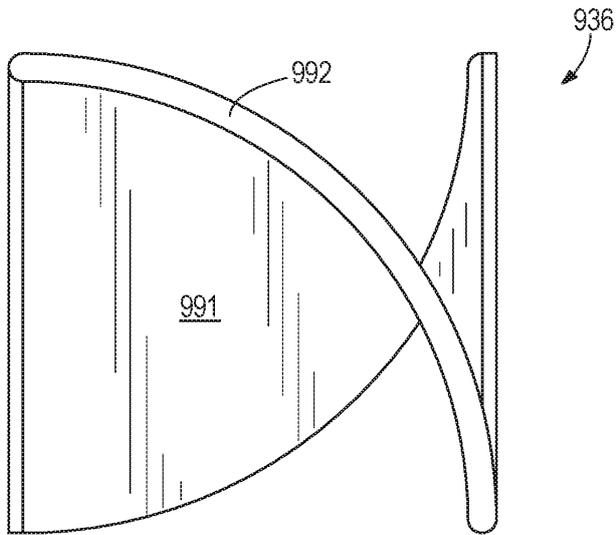
도면20



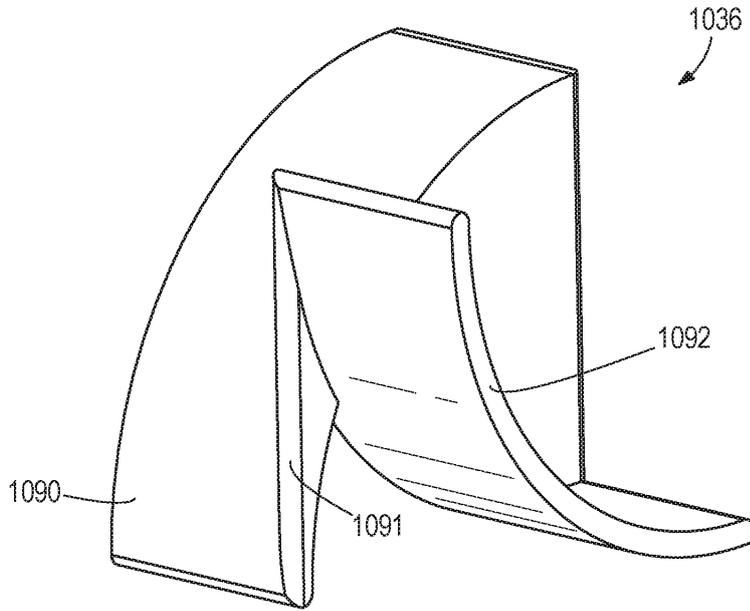
도면21



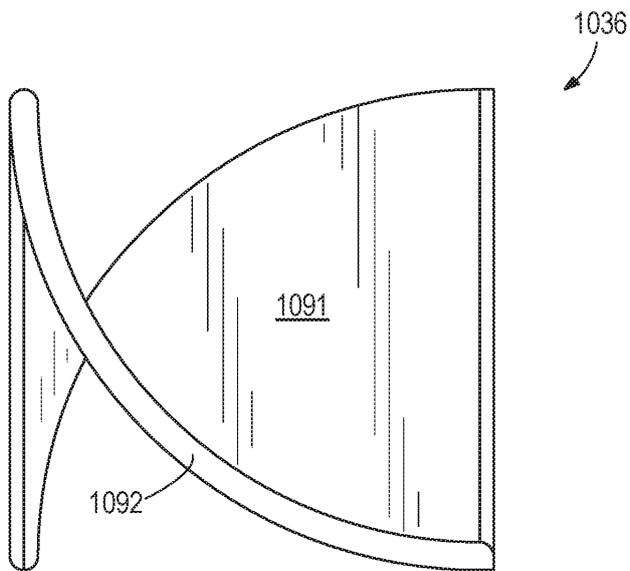
도면22



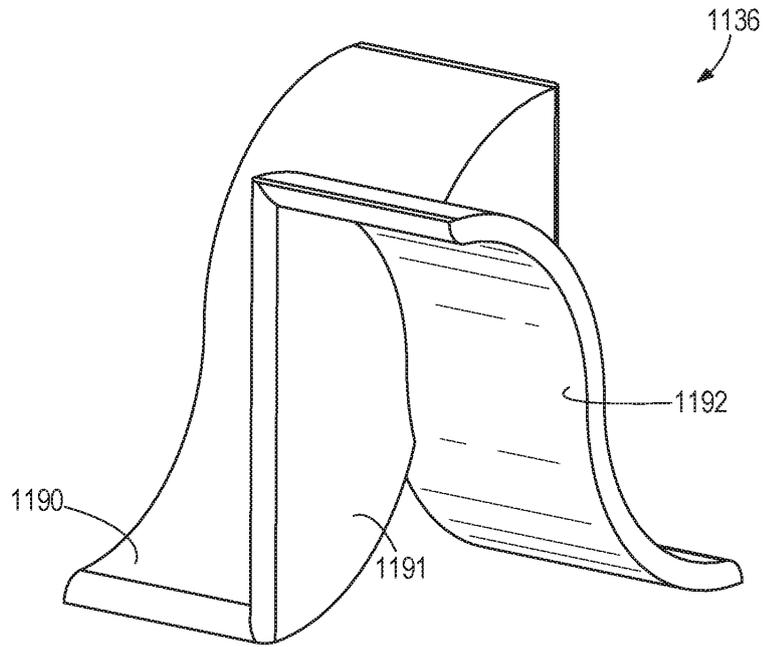
도면23



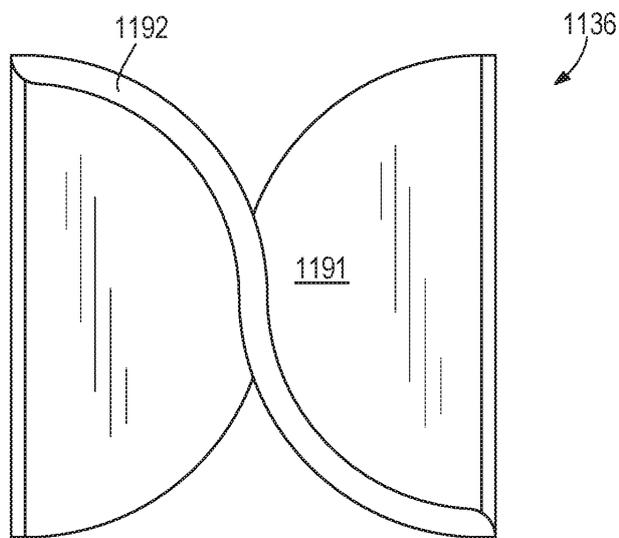
도면24



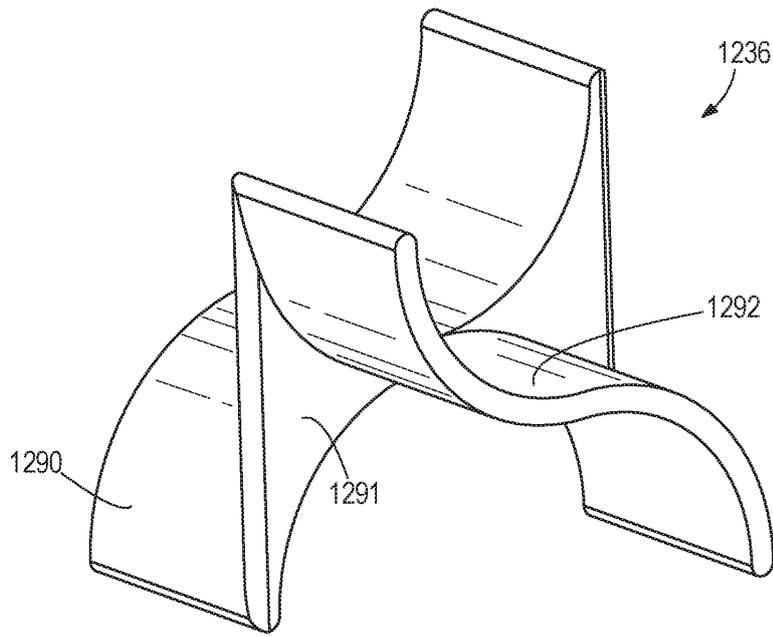
도면25



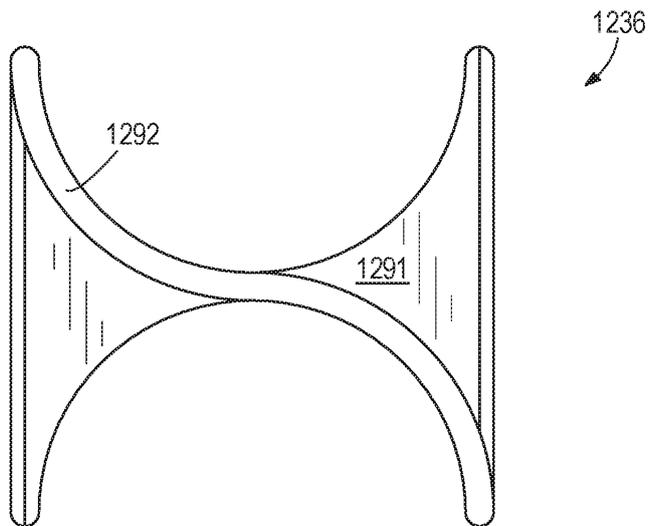
도면26



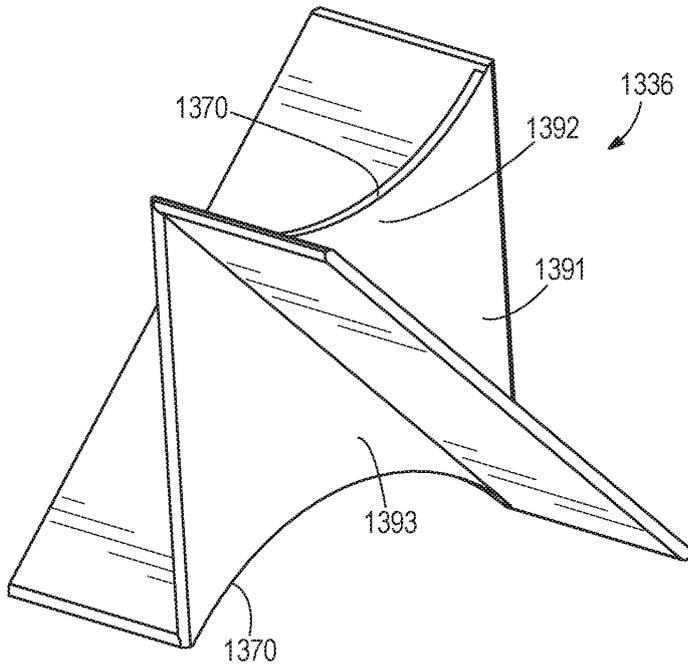
도면27



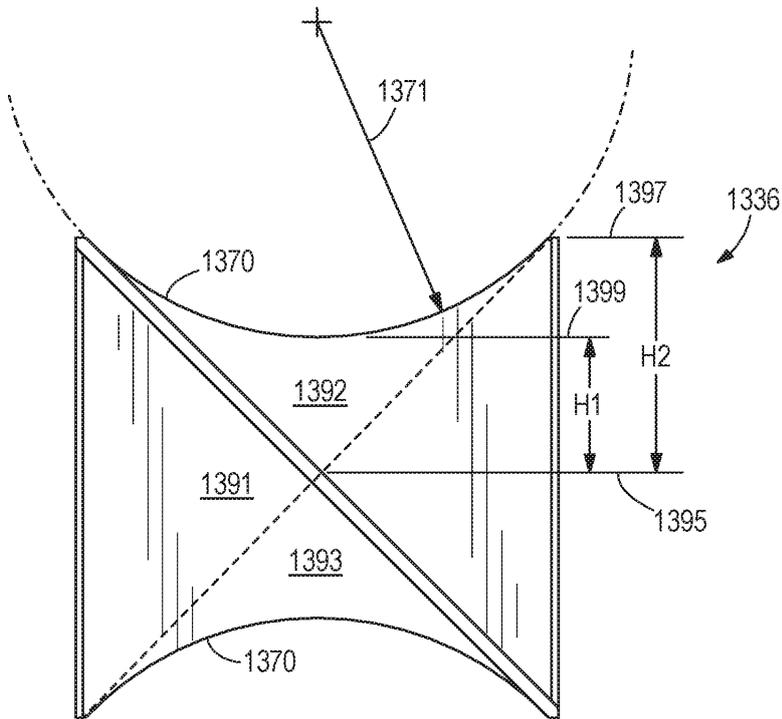
도면28



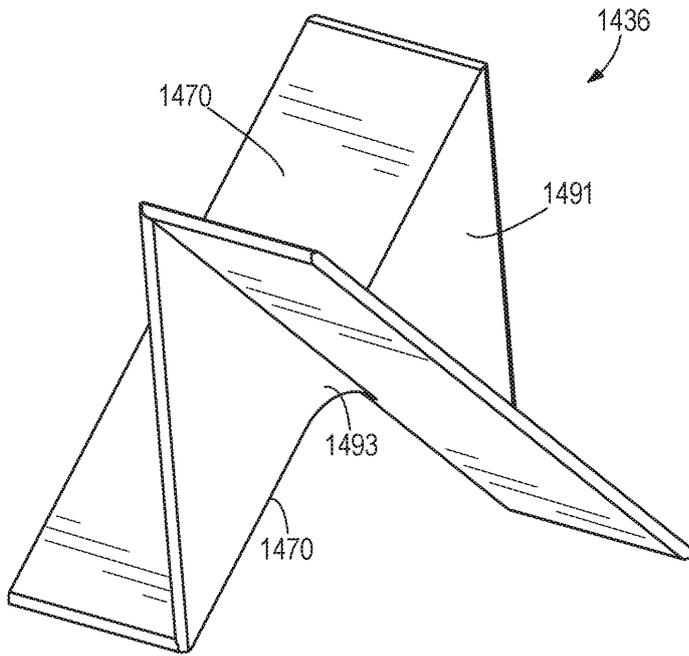
도면29



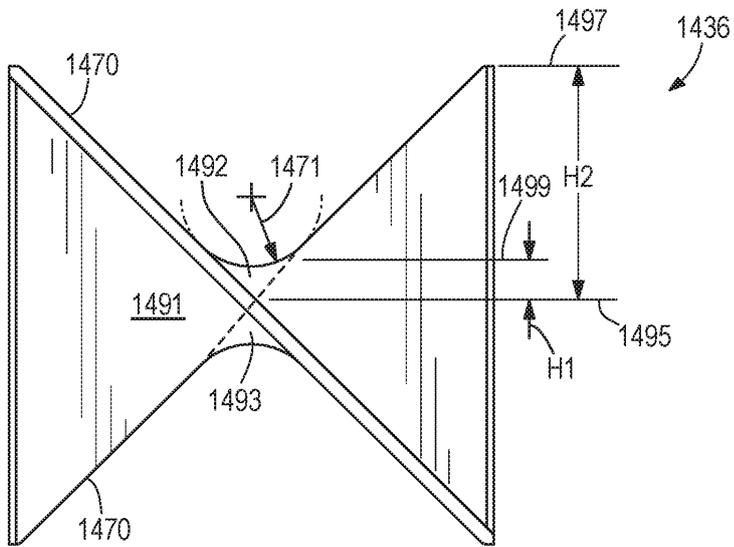
도면30



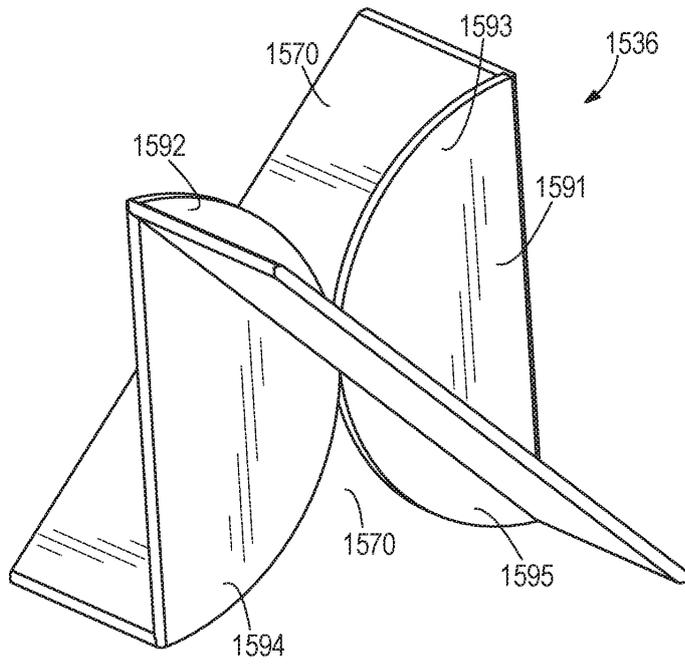
도면31



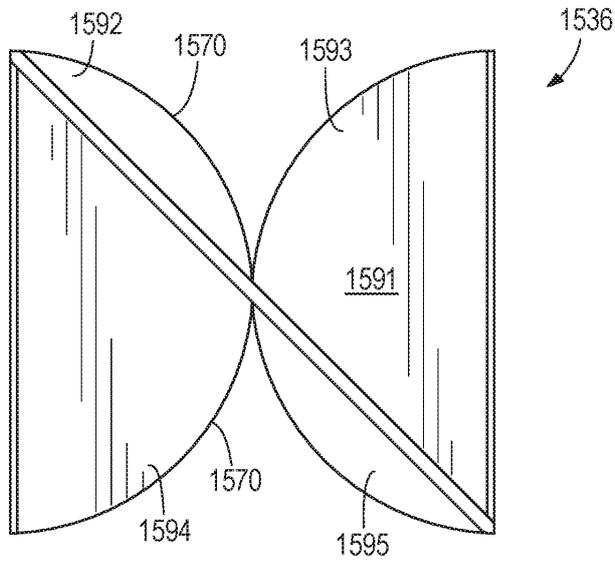
도면32



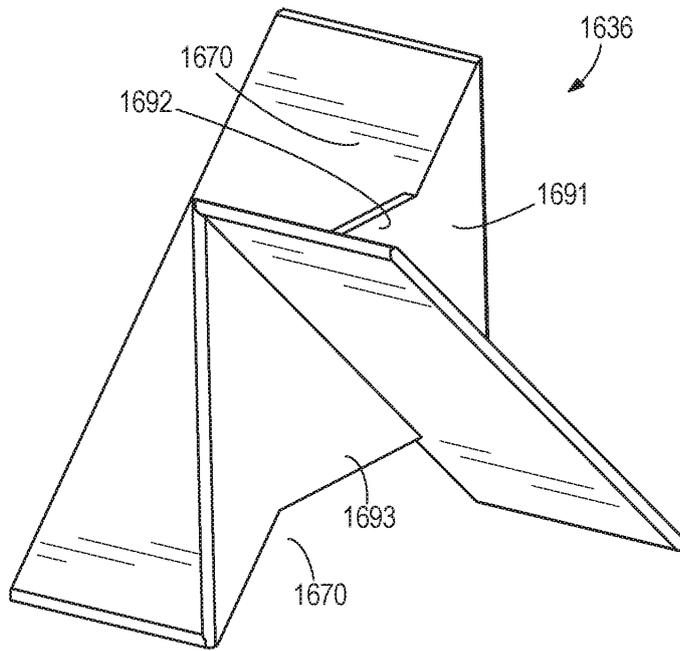
도면33



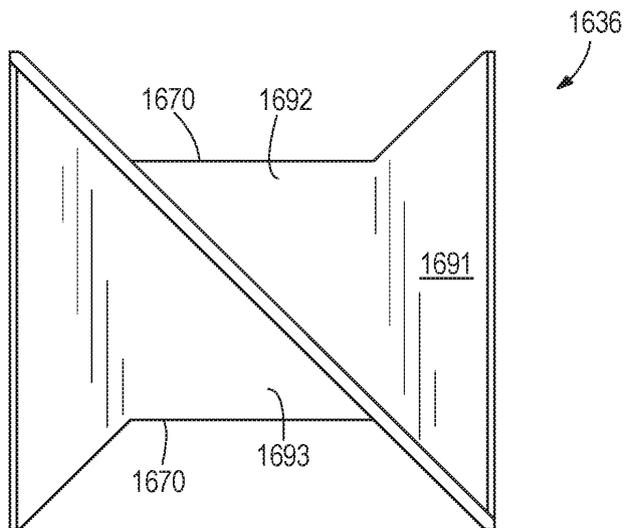
도면34



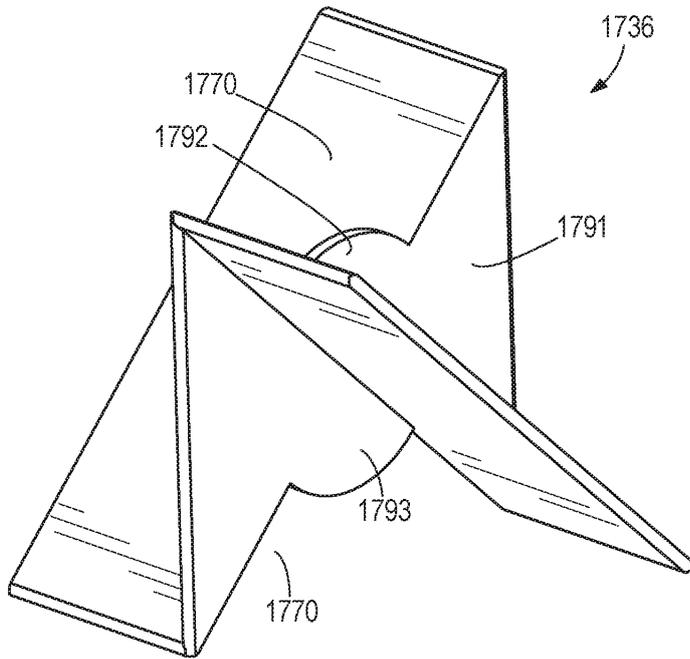
도면35



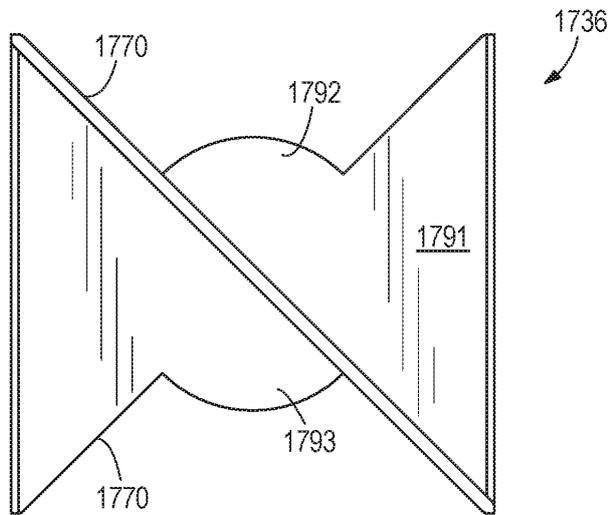
도면36



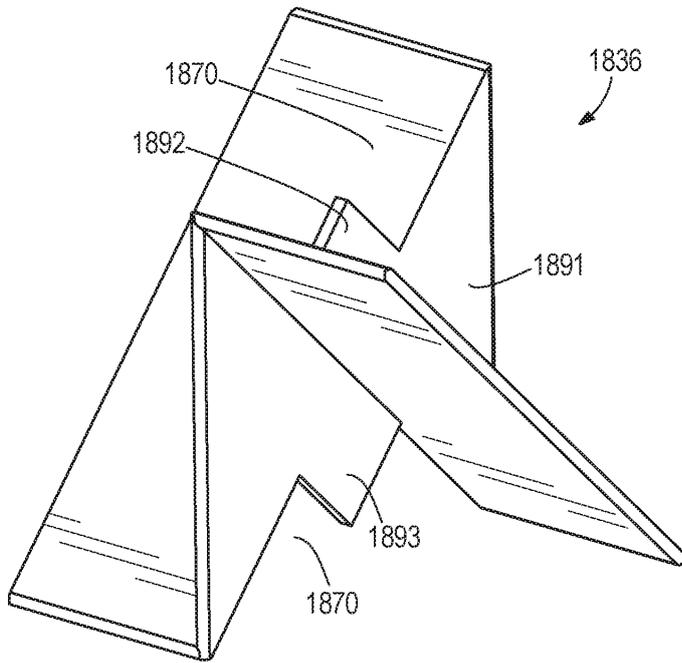
도면37



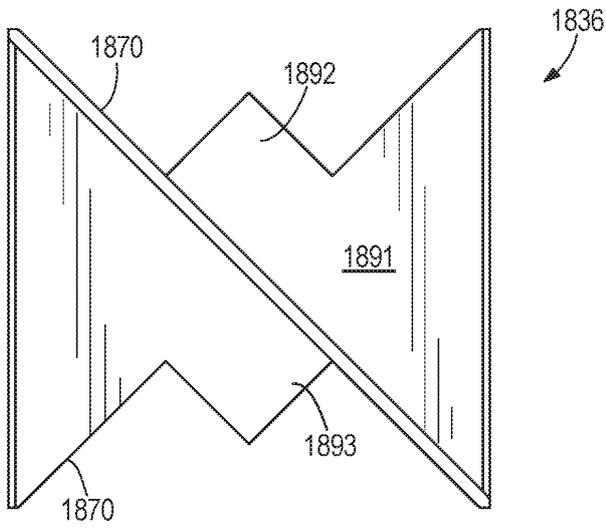
도면38



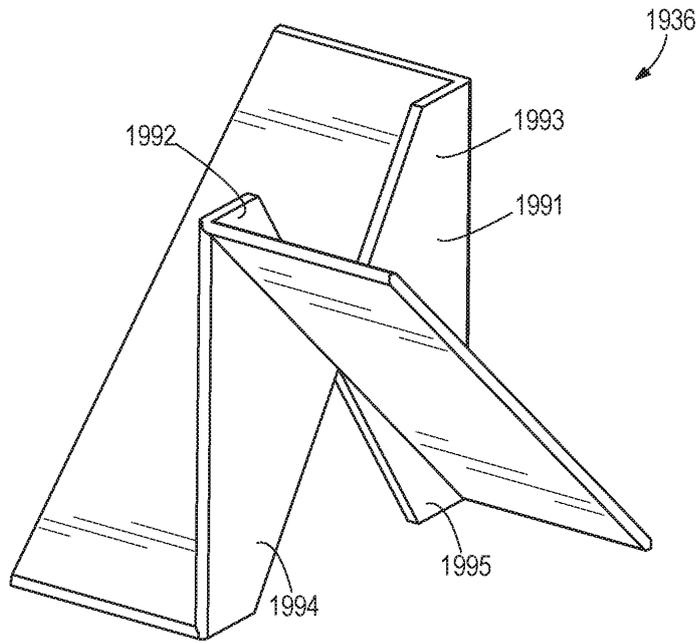
도면39



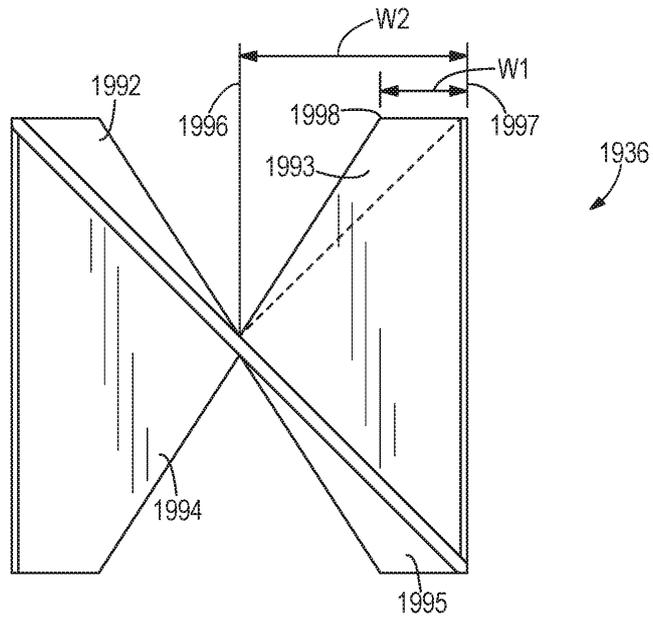
도면40



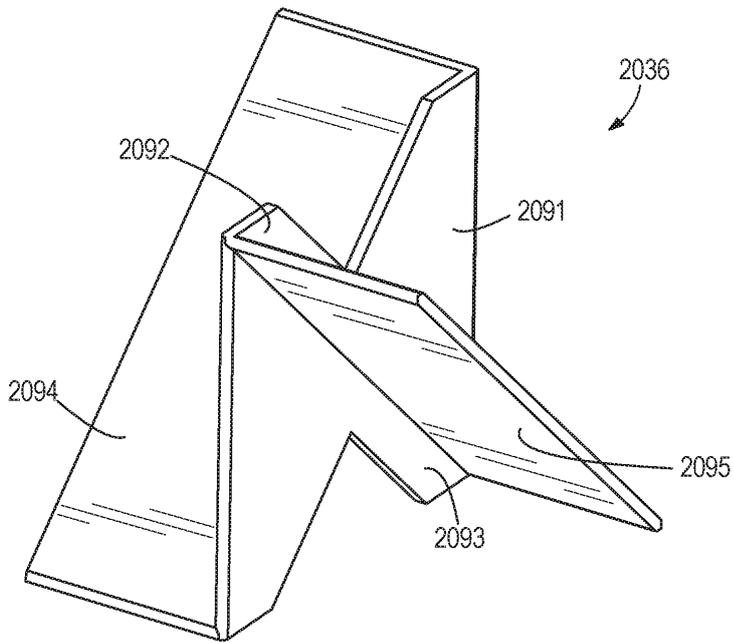
도면41



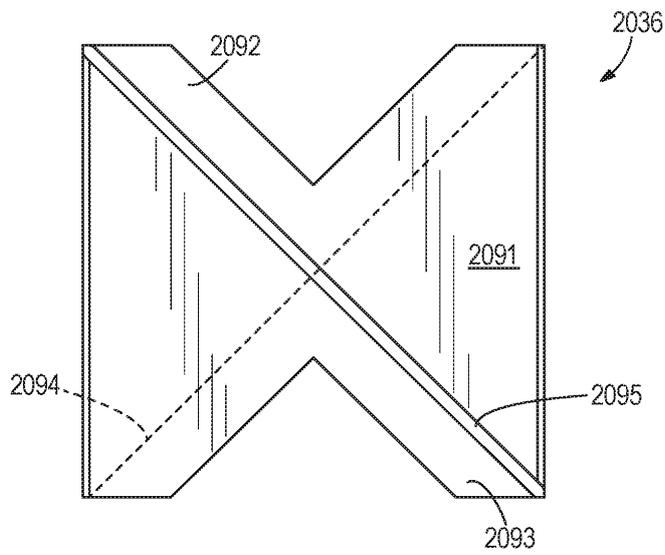
도면42



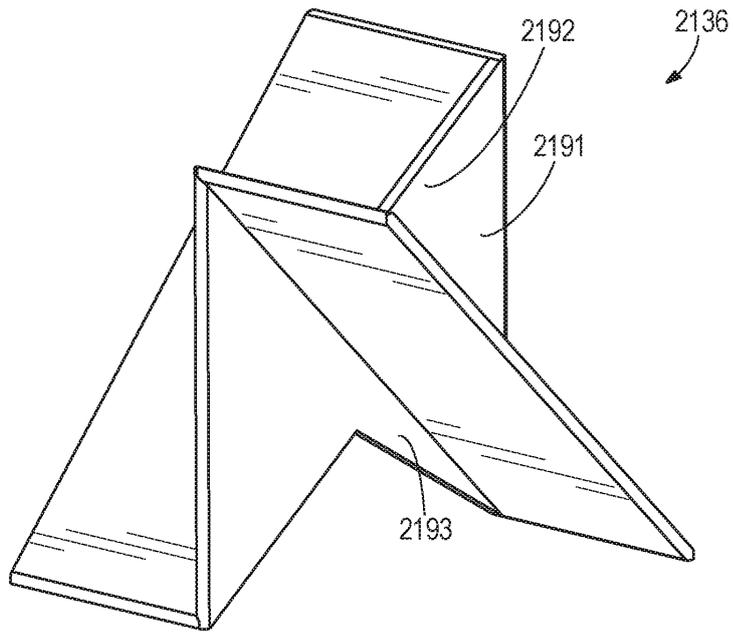
도면43



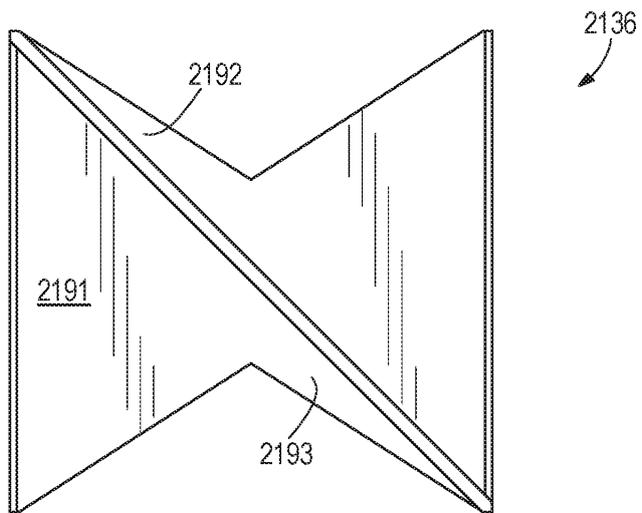
도면44



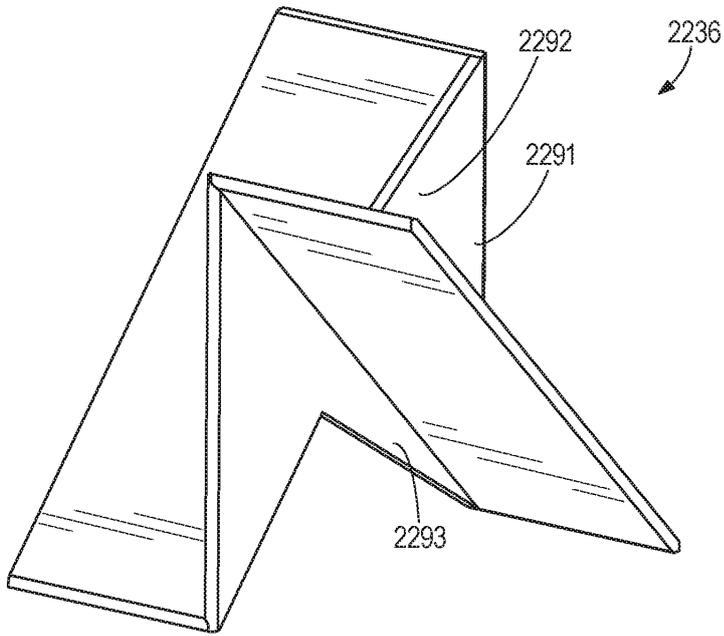
도면45



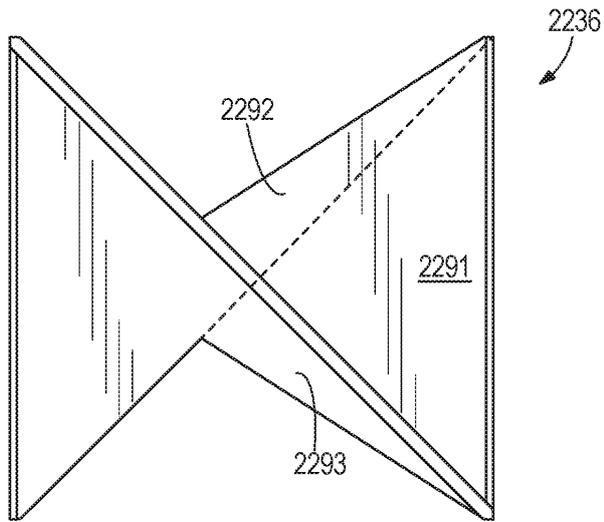
도면46



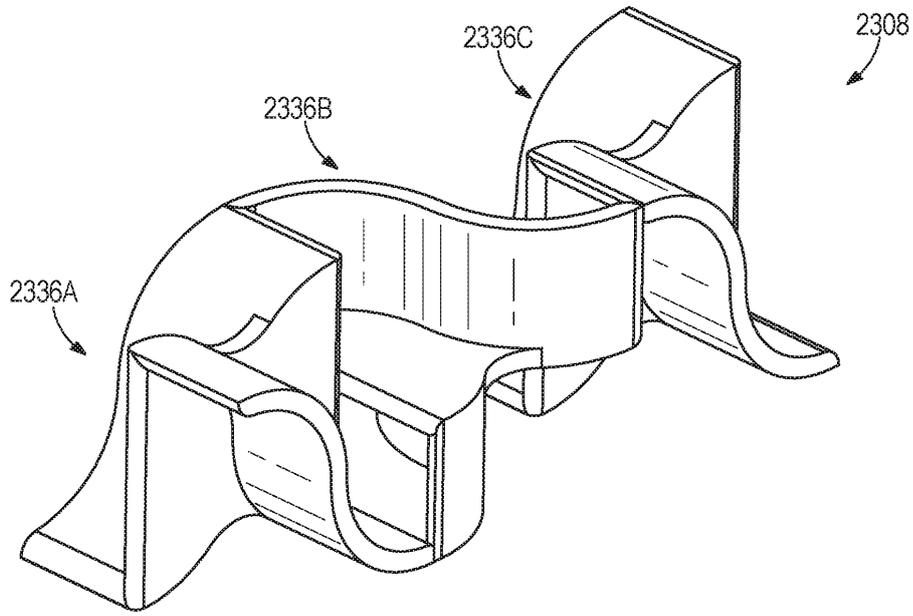
도면47



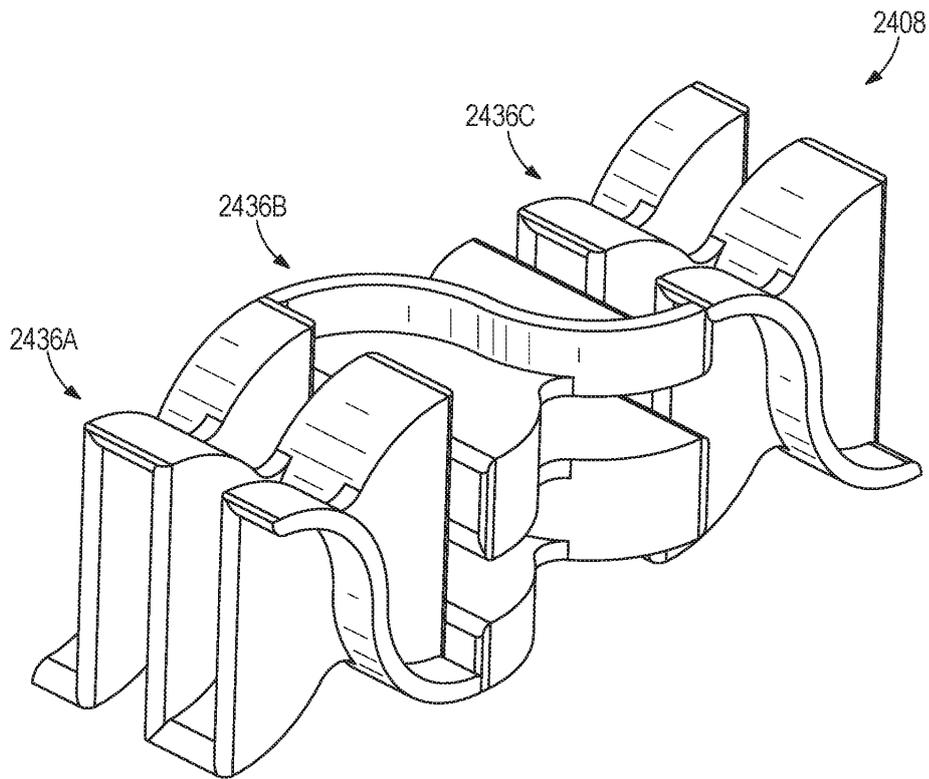
도면48



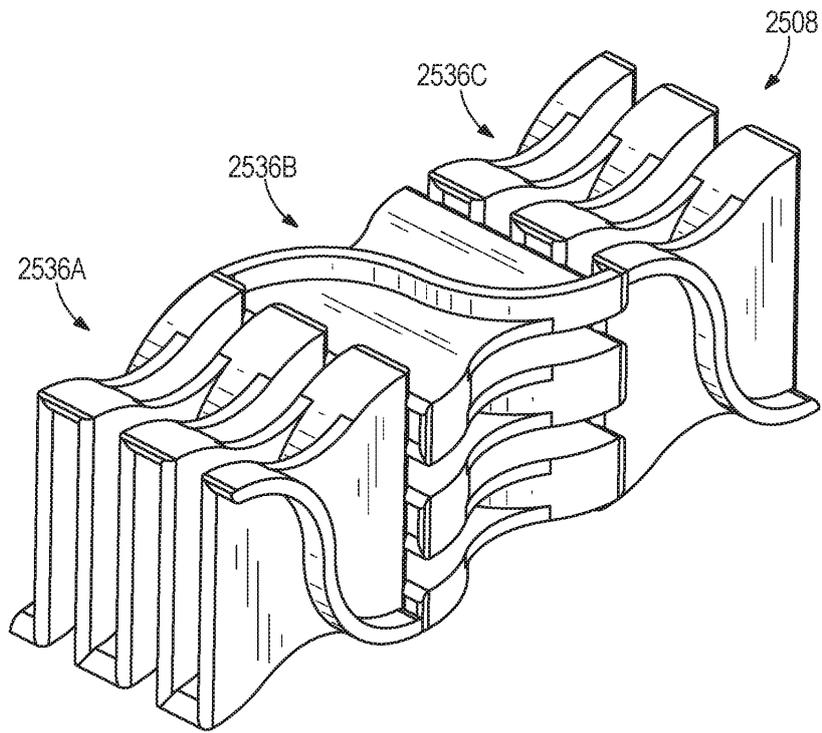
도면49



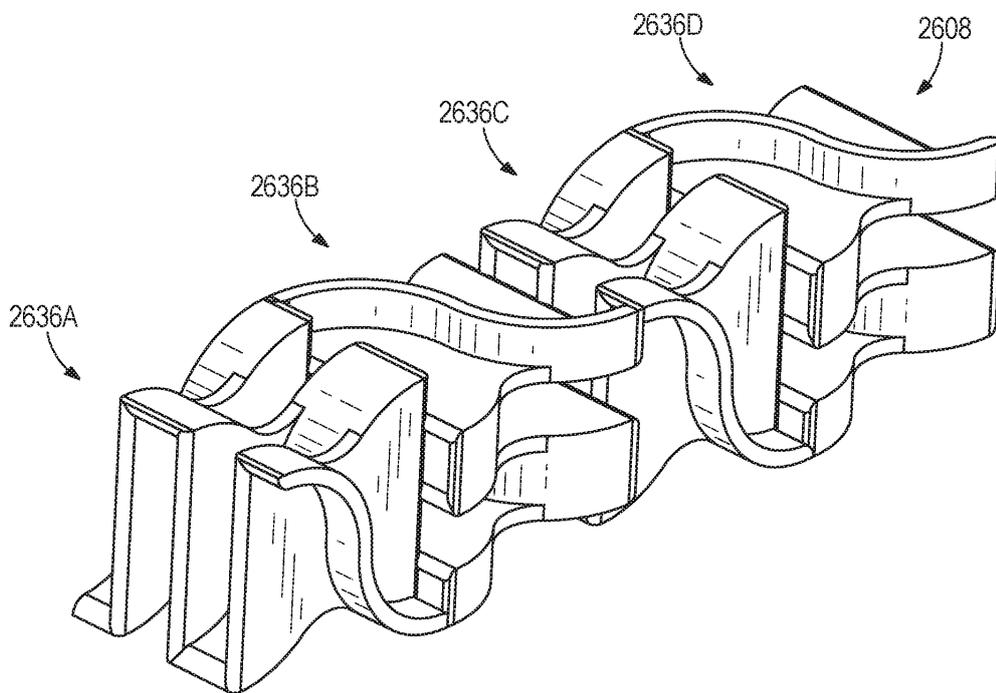
도면50



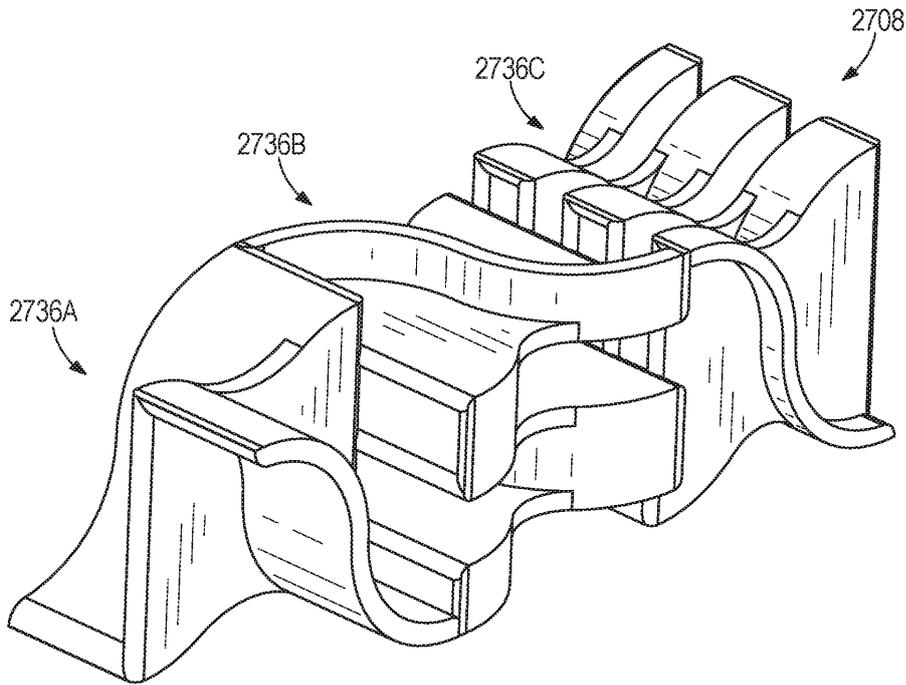
도면51



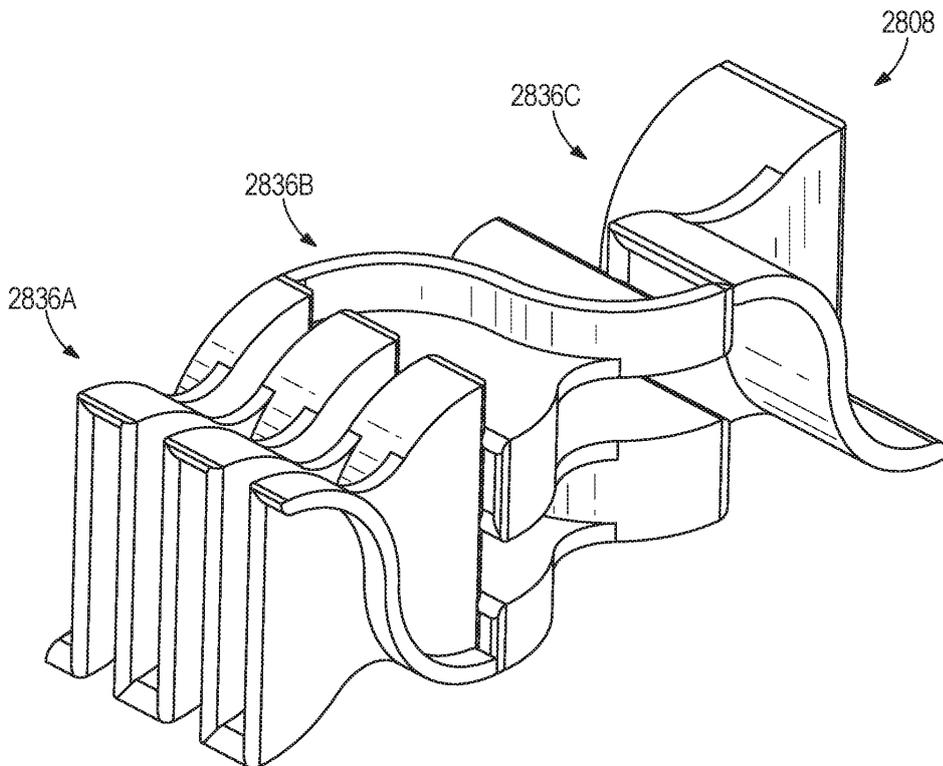
도면52



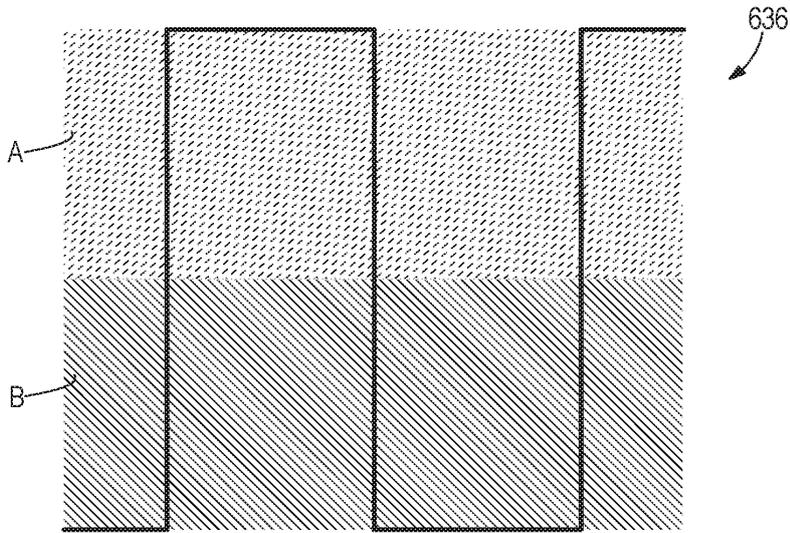
도면53



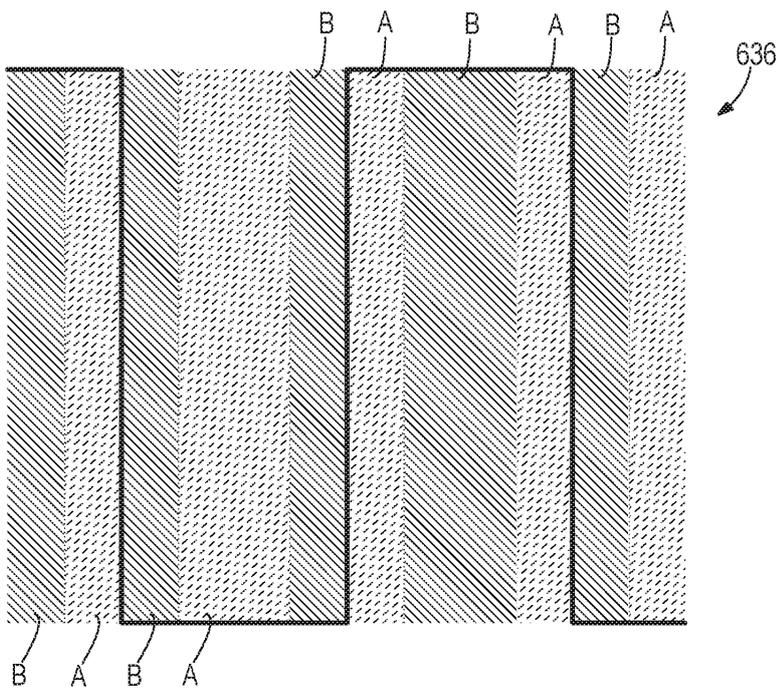
도면54



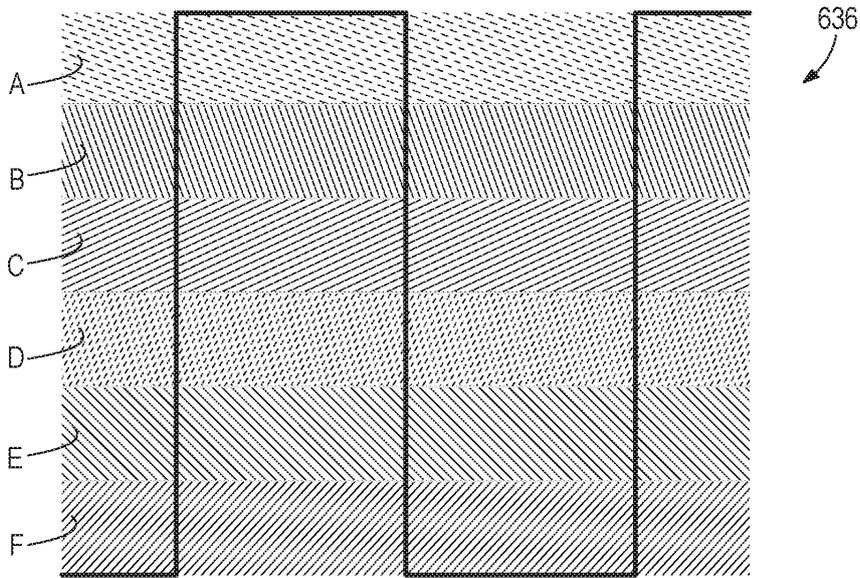
도면55



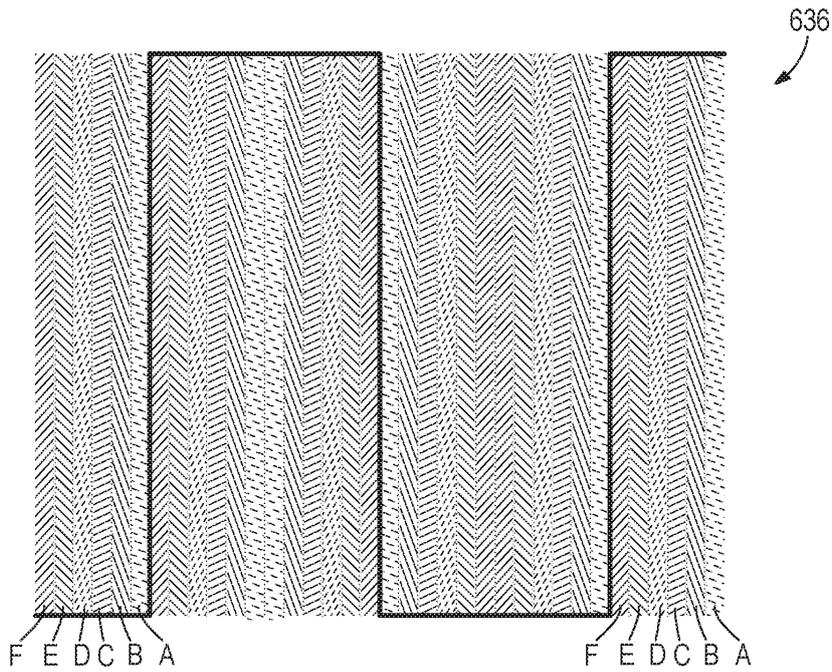
도면56



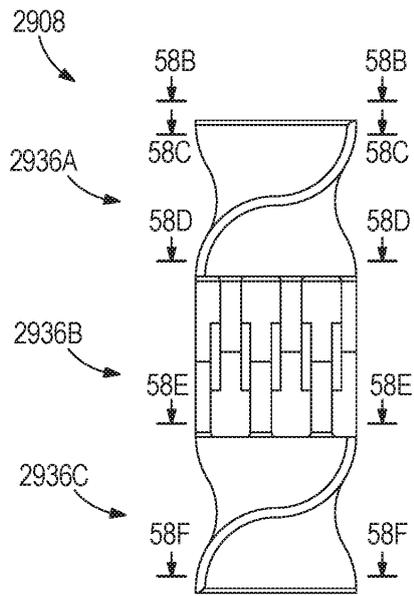
도면57



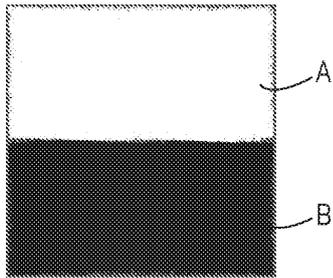
도면58



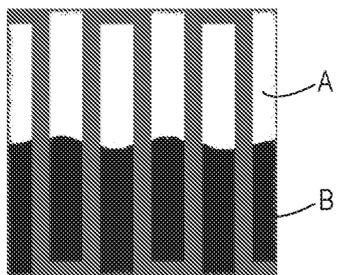
도면58a



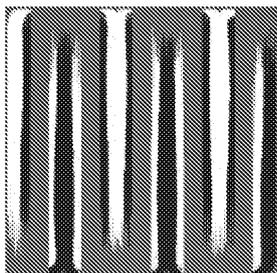
도면58b



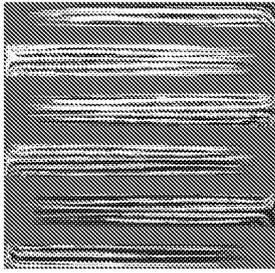
도면59c



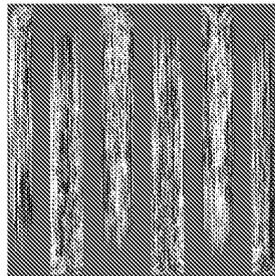
도면59d



도면59e



도면59f



도면60

