



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0107227  
(43) 공개일자 2023년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01M 8/04119 (2016.01) H01M 8/026 (2016.01)  
H01M 8/0273 (2016.01) H01M 8/248 (2016.01)  
(52) CPC특허분류  
H01M 8/04149 (2013.01)  
H01M 8/026 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2023-7015412  
(22) 출원일자(국제) 2021년10월08일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2023년05월04일  
(86) 국제출원번호 PCT/CA2021/051425  
(87) 국제공개번호 WO 2022/073137  
국제공개일자 2022년04월14일  
(30) 우선권주장  
63/090,028 2020년10월09일 미국(US)

(71) 출원인  
코어 에너지 리커버리 솔루션즈 인코포레이티드  
캐나다 브리티시 컬롬비아 브이5엘 2에이9 밴쿠버  
1455 이스트 조지아 스트리트  
(72) 발명자  
맥게일 캐슬린 매리  
캐나다 브이5엘 2에이9 브리티시 컬럼비아 밴쿠버  
이스트 조지아 스트리트 1455  
하위징 라이언  
캐나다 브이5엘 2에이9 브리티시 컬럼비아 밴쿠버  
이스트 조지아 스트리트 1455  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 36 항

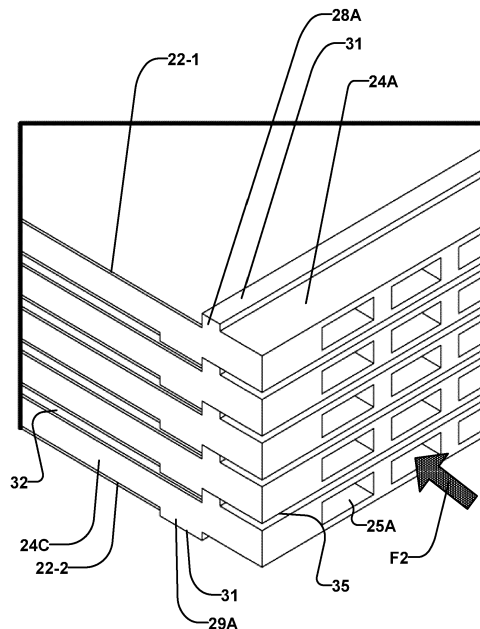
(54) 발명의 명칭 연료 전지 가습기

(57) 요약

본 발명은 연료 전지 가습기를 제공한다. 예시적인 가습기는 유닛 셀들의 스택을 포함한다. 유닛 셀들 각각은 주변 프레임 및 제 1 주면 및 제 2 주면을 갖는 세퍼레이터, 상기 세퍼레이터의 상기 제 1 주면 상에서 상기 주변 프레임에 본딩된 제 1 멤브레인 시트, 및 상기 세퍼레이터의 상기 제 2 주면 상에서 상기 주변 프레임

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1b



에 본딩된 제 2 멤브레인 시트를 포함한다. 상기 주변 프레임과 상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트는 상기 주변 프레임의 내부에서 공동을 규정할 수 있다. 상기 주변 프레임의 대향하는 프레임 단부들은 제 1 유동이 제 1 방향으로 상기 공동을 통해 유동하게 허용하도록 구멍형성될 수 있다. 상기 세퍼레이터는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 가로질러 연장되는 제 1 리지 및 제 2 리지를 포함한다. 상기 유닛 셀들의 스택에서, 상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지는 상기 유닛 셀들을 인접한 유닛 셀들의 세퍼레이터들과의 접촉에 의해 서로 이격시켜, 제 1 방향에 대해 횡방향인 제 2 방향으로 상기 유닛 셀들의 스택을 통해 연장되는 통로들을 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 유닛 셀들은 모두 동일한 배향으로 스택될 수 있다.

(52) CPC특허분류

*H01M 8/0273* (2013.01)

*H01M 8/248* (2013.01)

*Y02E 60/50* (2020.08)

(72) 발명자

**로 조나단**

캐나다 브이5엘 2에이9 브리티시 컬럼비아 밴쿠버  
이스트 조지아 스트리트 1455

**바 크리스토퍼**

캐나다 브이5엘 2에이9 브리티시 컬럼비아 밴쿠버  
이스트 조지아 스트리트 1455

**아민자데 레자**

캐나다 브이5엘 2에이9 브리티시 컬럼비아 밴쿠버  
이스트 조지아 스트리트 1455

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

가습기로서,

유닛 셀들의 스택을 포함하고, 상기 유닛 셀들 각각은 주변 프레임(perimeter frame) 및 제 1 주면(major face) 및 제 2 주면을 갖는 세퍼레이터, 상기 세퍼레이터의 상기 제 1 주면 상에서 상기 주변 프레임에 본딩된 제 1 멤브레인 시트, 및 상기 세퍼레이터의 상기 제 2 주면 상에서 상기 주변 프레임에 본딩된 제 2 멤브레인 시트를 포함하고;

상기 주변 프레임과 상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트는 상기 주변 프레임의 내부에서 공동을 규정하고;

상기 주변 프레임의 대향하는 제 1 프레임 단부 및 제 2 프레임 단부는 제 1 유동이 제 1 방향으로 상기 공동을 통해 유동하게 허용하도록 구멍형성되고;

상기 세퍼레이터는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 가로질러 각각 연장되는 제 1 리지 및 제 2 리지를 포함하고;

상기 유닛 셀들의 스택에서, 상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지는 상기 유닛 셀들을 인접한 유닛 셀들의 세퍼레이터들과의 접촉에 의해 서로 이격시켜, 상기 제 1 방향에 대해 횡방향인 제 2 방향으로 상기 유닛 셀들의 스택을 통해 연장되는 횡방향 통로들을 제공하는, 가습기.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지는 각각 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부의 외부 에지들로부터 내향으로 삽입되는, 가습기.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 프레임 단부의 외부 에지들과 제 1 리지들 사이의 제 1 프레임 단부들의 부분들은 제 1 겹들에 의해 상기 유닛 셀들의 스택에서 서로 이격되고, 상기 제 1 겹들은 인접한 유닛 셀들을 함께 본딩하는 접착제를 포함하는, 가습기.

#### 청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 제 2 프레임 단부의 외부 에지들과 제 2 리지들 사이의 제 2 프레임 단부들의 부분들은 제 2 겹들에 의해 상기 유닛 셀들의 스택에서 서로 이격되고, 상기 제 2 겹들은 인접한 유닛 셀들을 함께 본딩하는 접착제를 포함하는, 가습기.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지는 각각 상기 세퍼레이터들의 제 1 대향 면 및 제 2 대향 면 상에 있는, 가습기.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

세퍼레이터들은 상기 세퍼레이터들에서 센터링된 횡방향 축을 중심으로 180도의 회전에 대해 각각 대칭인, 가습기.

#### 청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 세퍼레이터의 제 2 면 상의 상기 제 1 프레임 단부 상에서 제 3 리지를 포함하고, 상기 제 3 리지의 외부 에지는 상기 제 1 리지의 내부 에지와 정렬되는, 가습기.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 3 리지는 상기 주변 프레임의 측면으로부터 측정된 상기 제 2 리지의 높이보다 작은 상기 주변 프레임의 측면으로부터 측정된 높이를 갖는, 가습기.

#### 청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트는 각각 다공성 기재 및 상기 다공성 기재의 하나의 면 상에서 수증기 투과성 코팅을 포함하는, 가습기.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트는 각각 상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트가 부착되는 상기 세퍼레이터로부터 멀리 향하도록 상기 수증기 투과성 코팅이 배향되는, 가습기.

#### 청구항 11

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트의 다공성 기재들은 PPS 플라스틱을 포함하고, 기재는 PPS 플라스틱을 포함하는, 가습기.

#### 청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트는 공동의 주변부 주위에서 상기 세퍼레이터에 본딩되는, 가습기.

#### 청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 프레임 단부와 상기 제 2 프레임 단부 사이의 공동을 가로질러 연장되는 복수의 유동 필드 요소들을 포함하고, 상기 유동 필드 요소들은 상기 공동을 가로질러 연장되는 채널들을 규정하도록 이격되는, 가습기.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 유동 필드 요소의 대향 표면들은 상기 세퍼레이터의 상기 제 1 주변 및 상기 제 2 주변과 동일 평면 상에 있는, 가습기.

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 유동 필드 요소들 중 인접한 것들은 1 내지 5 mm 범위의 거리만큼 서로 이격되는, 가습기.

#### 청구항 16

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 세퍼레이터들 각각은 상기 유동 필드 요소들의 인접한 것들 사이에서 연장되고 채널들을 폐색하지 않도록 치수화되는 복수의 측방향 지지부들을 포함하는, 가습기.

#### 청구항 17

제 13 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 통해 연장되고 각각 상기 채널들 중 대응하는 채널 내로 개방되는 복수의 구멍들을 제공하도록 각각 형성되는, 가습기.

#### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 구멍들은 드래프팅된 벽들 (drafted walls) 을 갖도록 형성되는, 가습기.

#### 청구항 19

제 1 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공동은 1:1.2 내지 1.2:1 범위의 폭:길이의 종횡비를 갖는, 가습기.

#### 청구항 20

제 1 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 횡방향 통로들은 상기 제 1 멤브레인 시트가 상기 주변 프레임에 본딩되는 상기 주변 프레임의 일부의 두께보다 큰 높이들을 갖는, 가습기.

#### 청구항 21

제 1 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유닛 셀들의 스택을 둘러싸는 프레임을 포함하고, 상기 프레임은 상기 유닛 셀들의 스택에 대한 압축을 적용하도록 인장되는, 가습기.

#### 청구항 22

가습기를 위한 유닛 셀로서,

제 1 주면 및 제 2 주면을 갖는 세퍼레이터를 포함하고, 상기 세퍼레이터는 주변 프레임을 포함하고, 상기 유닛 셀은 상기 세퍼레이터의 제 1 주면 상에서 상기 주변 프레임에 본딩된 제 1 멤브레인 시트 및 상기 세퍼레이터의 제 2 주면 상에서 상기 주변 프레임에 본딩된 제 2 멤브레인 시트를 포함하고;

상기 주변 프레임과 상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트는 상기 주변 프레임의 내부에서 공동을 규정하고;

상기 주변 프레임의 대향하는 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부는 제 1 유동이 제 1 방향으로 상기 공동을 통해 유동하게 허용하도록 구멍형성되고;

상기 세퍼레이터는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 가로질러 각각 연장되는 제 1 리지 및 제 2 리지를 포함하는, 유닛 셀.

#### 청구항 23

가습기를 조립하기 위한 방법으로서,

복수의 유닛 셀들을 제조하는 단계로서,

제 1 주면 및 제 2 주면을 갖는 세퍼레이터의 제 1 주면에 제 1 멤브레인 시트를 부착하는 것으로서, 상기 세퍼레이터는 주변 프레임에 의해 둘러싸인 유동 필드 영역 내로 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부의 외측 에지들로부터 연장되는 구멍들에 의해 관통되는 제 1 프레임 단부 및 제 2 프레임 단부를 갖는 주변 프레임 및 상기 제 1 프레임 단부 및 제 2 프레임 단부를 가로질러 각각 연장되는 상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지를 포함하는, 상기 세퍼레이터의 제 1 주면에 제 1 멤브레인 시트를 부착하는 것, 및

상기 제 1 주면에 대향하는 상기 주변 프레임의 제 2 주면에 제 2 멤브레인 시트를 부착하는 것에 의해, 상기 복수의 유닛 셀들을 제조하는 단계;

상기 유닛 셀들의 스택에서, 상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지는 상기 유닛 셀들을 인접한 유닛 셀들의 세퍼레이터들과의 접촉에 의해 서로 이격시켜, 상기 유닛 셀들의 스택을 통해 연장되는 횡방향 통로들을 제공하도록 스택을 형성하기 위해 함께 복수의 상기 유닛 셀들을 스택하는 단계; 및

상기 유닛 셀들의 스택을 함께 본딩하는 단계를 포함하는, 가습기를 조립하기 위한 방법.

#### 청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 세퍼레이터의 상기 제 1 주면에 상기 제 1 멤브레인 시트를 부착하는 것은 상기 제 1 리지의 에지에 대해 상기 제 1 멤브레인 시트를 정렬시키는 것을 포함하는, 가습기를 조립하기 위한 방법.

#### 청구항 25

제 23 항 또는 제 24 항에 있어서,

상기 세퍼레이터의 상기 제 2 주면에 상기 제 2 멤브레인 시트를 부착하는 것은 상기 제 2 리지의 에지에 대해 상기 제 2 멤브레인 시트를 정렬시키는 것을 포함하는, 가습기를 조립하기 위한 방법.

#### 청구항 26

제 23 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세퍼레이터는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 각각 가로질러 연장되고 상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지로부터 각각 상기 주변 프레임의 대향하는 주면들 상에 있는 제 3 리지 및 제 4 리지를 포함하고,

상기 복수의 유닛 셀을 스택하는 단계는 상기 스택에서 인접한 유닛 셀의 상기 제 1 리지와 상기 스택에서의 하나의 유닛 셀의 상기 제 3 리지의 맞닿음에 의해 상기 스택에서 유닛 셀들을 정렬하는 단계를 포함하는, 가습기를 조립하기 위한 방법.

#### 청구항 27

가습기에 사용하기 위한 세퍼레이터로서,

상기 세퍼레이터는 제 1 주면 및 제 2 주면을 갖고, 제 1 프레임 단부 및 제 2 프레임 단부를 결합하는 제 1 프레임 측면 및 제 2 프레임 측면을 갖는 주변 프레임 (perimeter frame) 을 포함하고, 상기 주변 프레임은 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부의 외측 에지들로부터 상기 주변 프레임에 의해 둘러싸인 유동 필드 영역 내로 연장되는 구멍들에 의해 관통되고;

상기 세퍼레이터는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 각각 가로질러 연장되는 제 1 리지 및 제 2 리지를 포함하는, 세퍼레이터.

#### 청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 제 1 프레임 단부와 상기 제 2 프레임 단부 사이의 공동을 가로질러 연장되는 복수의 유동 필드 요소들을 포함하고, 상기 유동 필드 요소들은 상기 공동을 가로질러 연장되는 채널들을 규정하도록 이격되는,

세퍼레이터.

#### 청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 유동 필드 요소의 대향 표면들은 상기 세퍼레이터의 상기 제 1 주면 및 상기 제 2 주면과 동일 평면 상에 있는, 세퍼레이터.

#### 청구항 30

제 27 항 내지 29 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유동 필드 요소들 중 인접한 것들은 1 mm 내지 5 mm 범위의 거리만큼 서로 이격되는, 세퍼레이터.

#### 청구항 31

제 27 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유동 필드 요소들의 인접한 것들 사이에서 연장되고 채널들을 폐색하지 않도록 치수화되는 복수의 측방향 지지부들을 포함하는, 세퍼레이터.

#### 청구항 32

제 26 항 내지 제 31 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구멍들은 드래프팅된 벽들을 갖도록 형성되는, 세퍼레이터.

#### 청구항 33

제 26 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세퍼레이터는 상기 세퍼레이터들에서 센터링된 횡방향 축을 중심으로 180도의 회전에 대해 대칭인, 세퍼레이터.

#### 청구항 34

제 26 항 내지 제 33 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세퍼레이터의 제 2 면 상의 상기 제 1 프레임 단부 상에서 제 3 리지를 포함하고, 상기 제 3 리지의 외부 에지는 상기 제 1 리지의 내부 에지와 정렬되는, 세퍼레이터.

#### 청구항 35

제 34 항에 있어서,

상기 제 3 리지는 상기 주변 프레임의 측면으로부터 측정된 상기 제 2 리지의 높이보다 작은 상기 주변 프레임의 측면으로부터 측정된 높이를 갖는, 세퍼레이터.

#### 청구항 36

제 34 항 내지 제 35 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 프레임 단부 상에서 제 4 리지를 포함하고, 상기 제 4 리지의 외부 에지가 상기 제 2 리지의 내부 에지와 정렬되는, 세퍼레이터.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 관련 출원들에 대한 상호참조

[0002] 본 출원은 2020년 10월 9일에 출원된 미국 출원 번호 63/090028 및 모든 목적을 위해 본원에 참조로 원용된 발명의 명칭이 FUEL CELL HUMIDIFIER 인 우선권을 주장한다. 미국의 목적을 위해, 본 출원은 2020년 10월 9

일에 출원되고 발명의 명칭이 FUEL CELL HUMIDIFIER 인 미국 출원 번호 63/090028 의 35 U.C. § 119 하의 혜택을 주장한다.

[0003] 본 발명은 멤브레인-기반 가스 교환 시스템에 관한 것이다. 특정 실시예들은 가습기들을 제공한다. 본 발명은 예를 들어 연료 전지를 위한 가습기로 구현될 수 있다.

### 배경 기술

[0004] 2개의 유동을 분리하는 멤브레인을 통하여 가스를 교환하는 것이 가능하다. 예를 들어, 가습기는 공기 또는 더 습한 또 다른 가스의 유동을 공기 또는 덜 습한 또 다른 가스의 제 2 유동으로부터 분리하는 멤브레인을 포함할 수 있다. 수증기는 더 습한 유동으로부터 덜 습한 유동으로 멤브레인을 통해 운반되어, 덜 습한 유동을 가습할 수 있다.

[0005] 많은 적용들에서, 원하는 가스 전달을 달성하기에 충분한 멤브레인 표면적을 여전히 제공하면서 가스 교환 시스템을 비교적 콤팩트하게 만드는 것이 바람직하다. 이는 멤브레인에 의해 분리된 다수의 가스 분배 층을 갖는 평평한-시트 멤브레인 가습기에 의해 달성될 수 있다. 각각의 층은 유동들 중 하나를 캐리할 수 있다. 유동들은 서로 평행하게 (예를 들어, "대향류" 배열로) 또는 서로 가로지르도록 (예를 들어, "직교류" 배열로) 배향될 수 있다.

[0006] 멤브레인 가습기는, 평평한 시트 멤브레인 또는 중공 섬유 멤브레인 타입 가습기를 포함한다. 중공 섬유 가습기에서는, 중공 섬유의 형태로 멤브레인이 제공된다. 중공 섬유는 튜브형이고, 이를 따라 연장되는 내부 유동 경로를 갖는다. 중공 섬유의 벽은 기능성 멤브레인으로서 역할을 한다. 다수의 중공 섬유는 전형적으로 섬유번들(bundle)로 조립되고 하우징 내에서 시일링되며, 포트 및 배플(baffle)이 공기유동을 섬유번들 내로 지향시키기 위해 제공된다. 중공 섬유 가습기에서, 하나의 공기 스트림은 섬유의 내부를 통해 유동하고, 다른 공기 스트림은 섬유의 외부 표면을 거쳐 지향된다.

[0007] 평평한-시트 가습기에서, 멤브레인은 종종 연속 롤-투-롤(roll-to-roll) 프로세스로 제조된다. 그후, 평평한 멤브레인 층들이 유동-필드 플레이트들과 조립되어 멤브레인 코어를 제조한다. 그후 코어는 코어를 통해 공기유동을 지향시키기 위해 하우징 내에 설치된다. 코어를 통한 공기유동은 가습기 코어의 설계에 따라, 직교류 또는 대향류이거나 또는 다양한 다른 지오메트리일 수 있다.

[0008] 공기 유동 분포는 멤브레인 가습기에서 중요하다. 공기 유동이 모든 멤브레인 표면에 걸쳐 고르게 분포되지 않으면 가습기의 효율이 감소된다. 중공 섬유 번들의 대해, 번들에서 섬유의 외측 주위에 고른 공기 유동 분포를 얻는 것은 어렵다. 평평한-시트 설계에서, 유동 필드는 전형적으로 멤브레인들 사이에 일정한 이격, 및 모든 멤브레인 표면에 걸쳐 양호하게 규정되고 보다 고른 유동 분포를 제공한다. 이로 인해, 평평한-시트 가습기는 멤브레인 면적당 더 우수한 증기 운반 성능을 갖는 경향이 있어, 가습기에서 멤브레인 면적을 더 효율적으로 사용할 수 있다. 중공-섬유 멤브레인은 또한 단위 면적 당 기준으로 평평한-시트 멤브레인보다 더 비싼 경향이 있다. 전체적으로, 평평한-시트 가습기는 중공 섬유 가습기와 유사한 성능을 달성하기 위해, 더 적은 멤브레인, 및 더 낮은 비용의 멤브레인을 사용할 수 있다. 또한, 평평한-시트 설계는, 중공-섬유 멤브레인이 전형적으로 더 높은 멤브레인 패킹 밀도를 갖더라도, 더 작은 지오메트리 부피 내에서 필적하는 중공-섬유 가습기와 동일한 성능을 종종 달성할 수 있다.

[0009] 평평한-시트 설계에서의 유동 분포가 양호하게 규정될 수 있고, 액체 물이 전형적인 평평한-시트 가습기에서 유동 통로로부터 쉽게 배출될 수 있기 때문에, 평평한-시트 가습기는 또한 중공-섬유 설계에 비해 채널에서의 공기 유동으로 인한 더 낮은 압력 손실을 가질 수 있으며, 이는 압축기, 송풍기, 또는 가습기를 통해 공기를 이동시키는데 사용되는 다른 디바이스에 의한 더 낮은 에너지 소비를 초래한다.

[0010] 중공 섬유 설계와 비교하여 평평한-시트 설계의 한 단점은 유동 필드 플레이트가 가습기의 여분의 구성요소이고 비용을 추가한다는 것이다. 중공 섬유 설계에 대한 평평한-시트 설계를 갖는 또 다른 과제는, 평평한-시트 설계에서, 타이트한 제조 허용오차(tight manufacturing tolerance)를 충족시켜야 하고 가습기의 수명 전체에 걸쳐 견고해야 하는 더 많은 시일링 표면이 일반적으로 존재한다는 것이다.

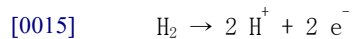
[0011] 멤브레인을 통한 종(species)(예를 들어, 수증기)의 전달에 의한 것을 제외하고는 유동들이 혼합되지 않도록 비용 효율적이고 신뢰성있는 시일링을 제공하는 방식으로 평평한-시트 가습기들을 제조하는 것은 상당한 과제가 될 수 있다.

[0012] 가습기의 하나의 중요한 적용은 연료 전지 분야에 있다. 연료 전지는 매우 다양한 적용을 위한 전력을 제공

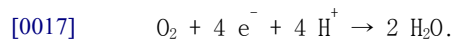
하기 위해 사용될 수 있다. 연료 전지가 특히 유망한 한 분야는 전기 자동차 분야이다.

[0013] 연료 전지는 전형적으로 멤브레인 전극 조립체를 포함하며, 여기서 멤브레인 전해질은 이온에 대해 선택적으로 투과성이다. 연료는 멤브레인 전극 조립체의 제 1 측면 상에 공급되고 산화제는 멤브레인 전극 조립체의 제 2 측면 상에 공급된다. 연료는 제 1 전극에서 전기화학적 반쪽 반응을 거치고 산화제는 제 2 전극에서 전기화학적 반쪽 반응을 거친다. 이들 반쪽 반응 중 적어도 하나는 멤브레인 전해질을 통과하고 다른 반쪽 반응에 참여하는 이온을 방출한다. 조합된 전기화학 반응들은 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 전위차를 생성하고, 부하에 전류를 공급할 수 있다.

[0014] 예를 들어, 연료 전지는 연료로서 수소 가스 ( $H_2$ ) 를 사용하고 산화제로서 산소 (공기 중의 산소일 수 있음) 를 사용할 수 있다. 수소는 다음과 같은 반응을 거칠 수 있다:



[0016] 전자는 부하에 전류를 공급하는 데 사용될 수 있다. 멤브레인 전해질은 전자들에 전도성이 아니다. 양성자 ( $H^+$  이온) 는 멤브레인 전해질을 통과하며, 여기서 이들은 반응에 산소 분자와 함께 참여한다:



[0018] 상이한 연료 전지는 다른 적합한 연료 및/또는 산화제를 사용할 수 있다.

[0019] 연료 전지에 사용되는 대부분의 가장 양호한 멤브레인은 수화를 필요로 한다. 이러한 멤브레인은, 예를 들어, 물을 흡수하고/하거나 전기화학적 반응에 관여하는 이온 (일반적으로 양성자) 과 함께 물 분자를 운반하는 이오노머 폴리머를 포함할 수 있다. 연료 전지에서의 이러한 멤브레인의 성능은 멤브레인이 건조되게 허용되면 상당히 저하될 수 있다. 멤브레인은 그 작동 온도가 증가함에 따라 건조되기 (탈수되기) 쉽다. 그러나, 연료 전지 멤브레인 전해질이 탈수될 가능성이 높은 고온에서 연료 전지를 작동시킴으로써 연료 전지의 전체적인 효율은 향상될 수 있다. 연료 전지에서 전해질로서 사용될 수 있는 멤브레인의 예는 Nafion™ 멤브레인이다. 폴리머 전해질 멤브레인 연료 전지 (PEMFC: Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell) 는 이러한 멤브레인을 사용하는 연료 전지의 하나의 타입의 예이다.

[0020] 연료 전지가 탈수되는 것을 피하기 위해, 물은 연료 전지에 공급되는 연료 및/또는 산화제와 함께 전달될 수 있다. 예를 들어, 산소 (또는 공기) 의 스트림은 스트림 내로 물을 도입하는 가습기를 통과할 수 있다. 물은 산소 또는 공기와 함께 연료 전지 멤브레인 전해질에 캐리된다.

[0021] 연료 전지 반응의 일부로서 연료 전지에서 물이 생성되기 때문에, PEMFC 의 캐소드 배기 가스는 종종 비교적 고온이고, 높은 수분 함량 및 높은 상대 습도를 갖는다. 이러한 배기 가스 스트림은 전형적으로 연료 전지 반응에서 반응물로서 소비된 산소가 고갈된다. 연료 전지 가습기는 연료 전지 캐소드 배기 가스 스트림으로부터 수분을 포획하고 수분을 연료 전지 캐소드 공급 스트림으로 복귀시키는데 사용될 수 있다.

[0022] 멤브레인-기반 연료 전지 가습기에서, 수분-함유 및 산소-고갈 연료 전지 캐소드 배기 가스 스트림은 멤브레인의 한 표면에 걸쳐 지향되고, 건조 산소-풍부 연료 전지 캐소드 공기 공급은 멤브레인의 대향 표면에 걸쳐 지향된다. 멤브레인은 수증기가 멤브레인을 통해 운반하도록 선택적이지만, 공급 및 배기 가스 스트림들 사이에서 질소 및 산소 가스들의 혼합을 허용하지 않는다. 따라서, 멤브레인 가습기는 수동 디바이스로서 작용하여, 연료 전지 배기 가스 스트림으로부터의 수분이 연료 전지 캐소드 공급 스트림으로 복귀되도록 한다.

[0023] 내구성 및 비용 효과적인 연료 전지 가습기에 대한 요구가 존재한다.

### 발명의 내용

[0024] 본 발명은 다수의 양태를 갖는다. 이는 제한없이 다음을 포함한다:

[0025] A. 가습기들 및 가습기 코어들, 예를 들어, 연료 전지 반응물 스트림들을 가습하기 위한 장치;

[0026] B. 가습기를 위한 교체가능한 코어 (또는 카트리지);

[0027] C. 연료 전지 가습기 또는 다른 멤브레인-기반 가스 교환기를 위한 세퍼레이터들; 및

[0028] D. 연료 전지 가습기 또는 다른 멤브레인 기반 가스 교환기를 제조하기 위한 방법.

- [0029] 본 발명의 일 양태는 유닛 셀들의 스택을 포함하는 가습기를 제공한다. 유닛 셀들 각각은 주변 프레임 및 제 1 및 제 2 주면들을 갖는 세퍼레이터를 포함한다. 제 1 멤브레인 시트는 세퍼레이터의 제 1 주면 상에서 세퍼레이터에 본딩되고, 제 2 멤브레인 시트는 세퍼레이터의 제 2 주면 상에서 세퍼레이터에 본딩된다. 상기 주변 프레임과 상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트는 상기 주변 프레임의 내부에서 공동을 규정한다. 주변 프레임의 대향하는 제 1 및 제 2 프레임 단부들은 제 1 유동이 공동을 통해 제 1 방향으로 유동할 수 있도록 구멍형성되고, 세퍼레이터는 제 1 및 제 2 프레임 단부들을 각각 가로질러 연장되는 제 1 및 제 2 리지들을 포함한다. 상기 유닛 셀들의 스택에서, 상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지는 상기 유닛 셀들을 인접한 유닛 셀들의 세퍼레이터들과의 접촉에 의해 서로 이격시켜, 제 1 방향에 대해 횡방향인 제 2 방향으로 상기 유닛 셀들의 스택을 통해 연장되는 횡방향 통로들을 제공한다. 일부 실시예들에서, 유닛 셀들의 스택의 높이는 제 1 및 제 2 리지들의 높이들 및 세퍼레이터들의 두께들에 의해 전체적으로 결정된다.
- [0030] 일부 실시예들에서, 상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지는 각각 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부의 외부 예지들로부터 내향으로 삽입된다. 그러한 실시예들에서, 상기 제 1 프레임 단부의 외부 예지들과 상기 제 1 리지들 사이의 상기 제 1 프레임 단부들의 부분들은 제 1 갭들에 의해 상기 유닛 셀들의 스택에서 서로 이격되고, 상기 제 1 갭들은 인접한 유닛 셀들을 함께 본딩하는 접착제 (예를 들어 접착제 및/또는 실란트)를 포함할 수 있다. 재료는, 예를 들어, UV 경화성 접착제를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 프레임들은 함께 본딩되거나, 레이저 또는 열 용접과 같은 용접 프로세스에 의해 함께 본딩되고 시일링된다.
- [0031] 그러한 실시예들에서, 상기 제 2 프레임 단부의 외부 예지들과 제 2 리지들 사이의 상기 제 2 프레임 단부들의 부분들은 제 2 갭들에 의해 상기 유닛 셀들의 스택에서 서로 이격되고, 상기 제 2 갭들은 인접한 유닛 셀들을 함께 본딩하는 접착제 (예를 들어 접착제 및/또는 실란트)를 포함할 수 있다.
- [0032] 일부 실시예들에서, 상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지는 각각 상기 세퍼레이터들의 제 1 대향 면 및 제 2 대향 면 상에 있다. 상기 세퍼레이터들은 선택적으로 상기 세퍼레이터들에서 센터링된 횡방향 축을 중심으로 180도의 회전에 대해 각각 대칭이다. 세퍼레이터는 상기 세퍼레이터의 상기 제 2 면 상의 상기 제 1 프레임 단부 상에서 제 3 리지를 포함하고, 상기 리지의 외부 예지는 상기 제 1 리지의 내부 예지와 정렬된다. 상기 제 3 리지는 존재하는 경우 예를 들어, 상기 주변 프레임의 측면으로부터 측정된 상기 제 2 리지의 높이보다 작은 상기 주변 프레임의 측면으로부터 측정된 높이를 갖는다.
- [0033] 일부 실시예들에서, 상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트는 각각 다공성 기재 및 상기 다공성 기재의 하나의 면 상에서 수증기 투과성 코팅을 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트는 각각 상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트가 부착되는 상기 세퍼레이터로부터 멀리 향하도록 상기 수증기 투과성 코팅이 배향될 수 있다. 일부 실시예에서, 다공성 기재는 폴리페닐렌 설파이드 (PPS), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET), 폴리프로필렌 (PP) 또는 다른 적절한 플라스틱을 포함한다.
- [0034] 일부 실시예들에서, 세퍼레이터들은 PPS, PET, PP, 또는 다른 플라스틱들을 포함한다. 일부 실시예에서, 플라스틱 세퍼레이터는 또 다른 재료 (예를 들어, 또 다른 플라스틱) 상에 오버몰딩된다. 예를 들어, 기재 및 제 1 및 제 2 멤브레인 시트의 다공성 기재는 각각 PPS 플라스틱을 포함할 수 있다.
- [0035] 일부 실시예들에서, 멤브레인들의 다공성 기재들 및 스페이서들 각각은 동일한 폴리머 패밀리의 동일한 플라스틱 재료 또는 플라스틱 재료들 (예를 들어, PPS, PET, PP, 또는 다른 플라스틱들)을 포함한다. 세퍼레이터에의 멤브레인 시트들의 본딩은 세퍼레이터의 동일한 플라스틱 재료에 멤브레인 시트의 플라스틱 재료를 본딩하는 것을 포함할 수 있다.
- [0036] 일부 실시예에서, 제 1 및 제 2 멤브레인 시트는 공동의 주변부 주위에서 세퍼레이터에 본딩된다 (예를 들어, 세퍼레이터의 주변 프레임 주위에서 세퍼레이터에 본딩된다). 일부 실시예들에서, 본드들은 공동 주위의 세퍼레이터에 멤브레인 시트를 시일링한다.
- [0037] 상이한 예시적인 구현예에서, 멤브레인 시트는 임의의 다양한 구성을 갖는 멤브레인 재료로 제조될 수 있다. 일부 실시예들에서, 멤브레인 시트들은 다층 멤브레인 재료들을 포함한다. 예를 들어, 멤브레인 재료는 (부직포 섬유질 폴리머 재료의 층과 같은) 지지 층, 미세다공성 층, 및 수증기 선택적 공기-불투과성 코팅 층을 포함할 수 있다. 멤브레인 시트가 지지 층을 포함하는 일부 실시예에서, 세퍼레이터는 멤브레인 시트의 지지 층에 본딩될 수 있다.
- [0038] 일부 실시예는 미세다공성 층 및 미세다공성 층 상의 수증기 선택적 코팅 층을 포함하거나 그로 이루어진 멤브

레인 재료의 멤브레인 시트를 포함한다. 멤브레인 시트가 미세다공성 층을 포함하는 일부 실시예에서, 세퍼레이터는 멤브레인 시트의 미세다공성 층에 본딩될 수 있다.

[0039] 일부 실시예는 하나 이상의 추가 층을 포함하는 멤브레인 재료의 멤브레인 시트를 포함한다. 예를 들어, 표면 처리가 멤브레인 재료의 선택적 층에 적용될 수 있다.

[0040] 일부 실시예에서, 멤브레인 시트는 2개의 미세다공성 층이 선택적 층의 대향 면에 부착되어 선택적 층이 2개의 미세다공성 층 사이에 위치되는 멤브레인 재료를 포함한다. 멤브레인 재료의 하나 또는 양쪽 면들 상에 지지 층이 선택적으로 제공된다.

[0041] 일부 실시예에서, 멤브레인 시트는 지지 층이 2개의 미세다공성 층 사이에 바인딩되고, 선택적 코팅이 미세다공성 층 표면 중 임의의 것에 적용되는 멤브레인 재료를 포함한다. 일부 실시예에서, 멤브레인 시트의 선택적 층의 표면은 세퍼레이터에 본딩된다.

[0042] 일부 실시예들에서, 가슴기는 제 1 과 제 2 프레임 단부들 사이의 공동을 가로질러 연장되는 복수의 유동 필드 요소들을 포함한다. 유동 필드 요소들은 공동을 가로질러 연장되는 채널들을 규정하도록 이격된다. 유동 필드 요소의 대향 표면들은 상기 세퍼레이터의 상기 제 1 주면 및 상기 제 2 주면과 동일 평면 상에 있을 수 있다. 일부 실시예에서, 유동 필드 요소 중 인접한 요소들은 1 내지 5 mm 범위의 거리만큼 서로 이격된다. 세퍼레이터의 일부 또는 모두는 선택적으로 유동 필드 요소의 인접한 것들 사이에서 연장되고 채널을 폐쇄하지 않도록 치수화되는 복수의 측방향 지지부들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 통해 연장되고 각각 상기 채널들 중 대응하는 채널 내로 개방되는 복수의 구멍들을 제공하도록 각각 형성된다. 구멍은 선택적으로 드래프트된 벽 (drafted wall) 을 갖도록 형성된다.

[0043] 일부 실시예들에서, 상기 공동은 1:1.2 내지 1.2:1 범위의 폭:길이의 종횡비를 갖는다.

[0044] 일부 실시예들에서, 상기 횡방향 통로들은 상기 제 1 멤브레인 시트가 상기 주변 프레임에 본딩되는 상기 주변 프레임의 일부의 두께보다 큰 높이들을 갖는다.

[0045] 일부 실시예들에서, 가슴기는 상기 유닛 셀들의 스택을 둘러싸는 프레임을 포함하고, 상기 프레임은 상기 유닛 셀들의 스택에 대한 압축을 적용하도록 인장된다.

[0046] 본 발명의 또 다른 양태는 가슴기를 위한 유닛 셀을 제공한다. 유닛 셀은 주변 프레임 및 제 1 및 제 2 주면들을 갖는 세퍼레이터를 포함한다. 제 1 멤브레인 시트는 세퍼레이터의 제 1 주면 상의 주변 프레임에 본딩되고, 제 2 멤브레인 시트는 세퍼레이터의 제 2 주면 상의 주변 프레임에 본딩된다. 상기 주변 프레임과 상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트는 상기 주변 프레임의 내부에서 공동을 규정한다. 상기 주변 프레임의 대향하는 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부는 제 1 유동이 제 1 방향으로 상기 공동을 통해 유동하게 허용하도록 구멍형성된다. 상기 세퍼레이터는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 가로질러 각각 연장되는 제 1 리지 및 제 2 리지를 포함한다.

[0047] 본 발명의 다른 양태는 가슴기 또는 가슴기 코어를 조립하기 위한 방법을 제공하고, 상기 방법은 복수의 유닛 셀을 제작하는 단계; 스택을 형성하도록 상기 복수의 유닛 셀을 함께 스택하는 단계; 및 유닛 셀의 스택을 함께 본딩하는 단계를 포함한다. 유닛 셀을 제조하는 단계는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부의 외측 에지들로부터 상기 주변 프레임에 의해 둘러싸인 유동 필드 영역 내로 연장되는 구멍들에 의해 관통되는 주변 프레임 및 제 1 및 제 2 주면들; 및 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 각각 가로질러 연장되는 제 1 리지 및 제 2 리지를 포함하는, 세퍼레이터의 제 1 주면에 제 1 멤브레인 시트를 부착하는 것; 및 상기 제 1 주면에 대향하는 상기 주변 프레임의 제 2 주면에 제 2 멤브레인 시트를 부착하는 것을 포함한다. 유닛 셀들은, 유닛 셀들의 스택에서 상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지가 상기 유닛 셀들을 인접한 유닛 셀들의 세퍼레이터들과의 접촉에 의해 서로 이격시켜, 상기 유닛 셀들의 스택을 통해 연장되는 횡방향 통로들을 제공하도록 스택된다. 일부 실시예들에서, 상기 세퍼레이터의 상기 제 1 주면에 상기 제 1 멤브레인 시트를 부착하는 것은 상기 제 1 리지의 에지에 대해 상기 제 1 멤브레인 시트를 정렬시키는 것을 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 세퍼레이터의 상기 제 2 주면에 상기 제 2 멤브레인 시트를 부착하는 단계는 상기 제 2 리지의 에지에 대해 상기 제 2 멤브레인 시트를 정렬시키는 것을 포함한다.

[0048] 일부 실시예들에서, 상기 세퍼레이터는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 각각 가로질러 연장되고 상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지로부터 각각 상기 주변 프레임의 대향하는 주면들 상에 있는 제 3 리지 및 제 4 리지를 포함하고, 상기 복수의 유닛 셀을 스택하는 단계는 상기 스택에서 인접한 유닛 셀의 상기 제 1

리지와의 상기 스택에서의 하나의 유닛 셀의 상기 제 3 리지의 맞닿음에 의해 상기 스택에서 유닛 셀들을 정렬하는 단계를 포함한다.

[0049] 본 발명의 다른 양태는 가슴기에 사용하기 위한 세퍼레이터를 포함한다. 세퍼레이터는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부의 외측 에지들로부터 상기 주변 프레임에 의해 둘러싸인 유동 필드 영역 내로 연장되는 구멍들에 의해 관통되는 주변 프레임 및 제 1 및 제 2 주면들; 및 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 각각 가로질러 연장되는 제 1 리지 및 제 2 리지를 포함한다.

[0050] 일부 실시예들에서, 세퍼레이터는 제 1 및 제 2 프레임 단부들 사이의 공동을 가로질러 연장되는 복수의 유동 필드 요소들을 포함한다. 유동 필드 요소들은 공동을 가로질러 연장되는 채널들을 규정하도록 이격된다.

일부 실시예들에서, 상기 유동 필드 요소의 대향 표면들은 상기 세퍼레이터의 상기 제 1 주면 및 상기 제 2 주면과 동일 평면 상에 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 유동 필드 요소 중 인접한 요소들은 1 mm 내지 5 mm 범위의 거리만큼 서로 이격된다. 일부 실시예들에서, 세퍼레이터들 각각은 유동 필드 요소들의 인접한 것들 사이에서 연장되고 채널들을 폐색하지 않도록 치수화되는 복수의 측방향 지지부들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 구멍들은 드래프트된 벽들 (drafted walls) 을 갖도록 형성된다.

[0051] 일부 실시예들에서, 상기 공동은 1:1.2 내지 1.2:1 범위의 폭:길이의 종횡비를 갖는다.

[0052] 본 발명의 또 다른 예시적인 양태는 유닛 셀들의 스택을 포함하는 가슴기 또는 가슴기 코어를 제공한다. 유닛 셀들 각각은 주변 프레임 및 제 1 주면 및 제 2 주면을 갖는 세퍼레이터, 상기 세퍼레이터의 상기 제 1 주면 상에서 상기 주변 프레임에 본딩된 제 1 멤브레인 시트, 및 상기 세퍼레이터의 상기 제 2 주면 상에서 상기 주변 프레임에 본딩된 제 2 멤브레인 시트를 포함한다. 상기 주변 프레임과 상기 제 1 멤브레인 시트 및 상기 제 2 멤브레인 시트는 상기 주변 프레임의 내부에서 공동을 규정할 수 있다. 상기 주변 프레임의 대향하는 프레임 단부들은 제 1 유동이 제 1 방향으로 상기 공동을 통해 유동하게 허용하도록 구멍형성될 수 있다. 상기 세퍼레이터는 상기 제 1 프레임 단부 및 상기 제 2 프레임 단부를 가로질러 연장되는 제 1 리지 및 제 2 리지를 포함한다. 상기 유닛 셀들의 스택에서, 상기 제 1 리지 및 상기 제 2 리지는 상기 유닛 셀들을 인접한 유닛 셀들의 세퍼레이터들과의 접촉에 의해 서로 이격시켜, 제 1 방향에 대해 횡방향인 제 2 방향으로 상기 유닛 셀들의 스택을 통해 연장되는 통로들을 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 유닛 셀들은 모두 동일한 배향으로 스택될 수 있다.

[0053] 추가적인 양태들 및 예시적인 실시예들이 첨부 도면들에 예시되고 그리고/또는 다음의 설명에서 설명된다.

[0054] 본 발명은, 이들이 상이한 청구항들에서 인용되더라도, 상기 특징들의 모든 조합들 및 하위조합들에 관한 것임을 강조한다.

[0055] 첨부된 도면은 본 발명의 비제한적인 예시적인 실시예를 도시한다.

### 도면의 간단한 설명

[0056] 도 1 은 예시적인 실시예에 따른 가슴기 코어의 사시도이다.

도 1a 는 예시적인 실시예에 따른 가슴기 코어 유닛 셀의 분해 사시도이다.

도 1b 는 도 1 의 가슴기 코어의 일부의 확대도이다.

도 2 는 예시적인 세퍼레이터의 사시도이다.

도 2a 는 도 2 의 세퍼레이터의 하나의 단부의 일부를 확대도이다.

도 2b 는 도 2 의 세퍼레이터의 하나의 절반을 도시하는 확대 사시도이다.

도 3a 및 도 3b 는 예시적인 유닛 셀의 부분 단면도이다.

도 3c 는 예시적인 세퍼레이터의 부분 단면도이다.

도 4 는 예시적인 가슴기 코어의 측면도이다.

도 5 는 가슴기 코어의 부분 측면도이다.

도 6 은 가슴기 코어를 조립하기 위한 예시적인 방법을 예시하는 흐름도이다.

도 7 은 대안적인 구성을 갖는 2개의 스택된 세퍼레이터의 측면도이다.

도 8 은 세퍼레이터의 단부를 따라 배열된 리브를 갖는 가슴기 코어의 부분 측면도이다.

도 9 는 그 길이와 상이한 폭을 갖는 예시적인 세퍼레이터의 사시도이다.

도 10 은 가스 스트림을 위한 매니폴드를 형성하기 위해 포트 구멍을 갖는 예시적인 역류 세퍼레이터의 사시도이다.

도 10a 는 숨겨진 라인이 보이는 도 10 의 세퍼레이터의 사시도이다.

도 11 은 가슴기 코어를 수용하는 하우징을 포함하는 예시적인 가슴기 시스템의 분해 사시도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0057] 다음의 설명 전체에 걸쳐, 본 발명의 보다 완전한 이해를 제공하기 위해 특정 상세들이 개시된다. 그러나, 본 발명은 이러한 특징들 없이 실시될 수 있다. 다른 예들에서, 잘 알려진 요소들은 본 발명을 불필요하게 모호하게 하는 것을 피하기 위해 상세히 도시되거나 설명되지 않았다. 따라서, 본 명세서는 제한적인 의미보다는 예시적인 것으로 간주되어야 한다. 도면들에서, 동일한 참조 번호들은 일 실시예의 상이한 도면들 및 상이한 예시된 실시예들에서 유사하거나 동일한 구성요소들, 부분들 또는 특징들을 나타내기 위해 사용된다.
- [0058] 본 기술은 멤브레인-기반 가스 교환 시스템들을 제공한다. 이하, 설명에서 본 기술에 따른 연료 전지 가슴기의 구조 및 제조 방법에 대해 설명한다. 당업자는 본 기술이 다른 목적들을 위한 가슴기들 뿐만 아니라 다른 멤브레인-기반 가스 교환 시스템들에 적용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0059] 본 기술을 구현하는 연료 전지 가슴기에서, 수증기 투과성 멤브레인은 습한 (즉, 수증기를 함유하는) 제 2 (보다 습한) 유체 유동 또는 스트림으로부터 연료 전지로 전달되는 유체의 제 1 (보다 건조한) 유동 또는 스트림을 분리한다. 제 1 유동은 예를 들어 연료 전지에 공급되는 산화제 (예를 들어, 공기)의 공급일 수 있다. 제 2 유동은 예를 들어 연료 전지로부터의 배기 가스의 유동일 수 있다. 제 2 유동이 제 1 유동보다 더 습하기 때문에, 가슴기에서 수증기 투과성 멤브레인을 통해 제 2 유동으로부터 제 1 유동 내로 물의 순 운반 (net transport) 이 존재한다.
- [0060] 전형적인 연료 전지 적용들에서, 제 1 유동은 제 2 유동보다 더 높은 압력에 있다. 예를 들어, 제 1 유동은 송풍기 또는 압축기에 의해 가압될 수 있고, 제 2 유동은 더 낮은 정압에서 연료 전지로부터 하류로부터 기원할 수 있다.
- [0061] 수증기 투과성 멤브레인은 유리하게는 수증기에 대해 '선택적'인 타입 (수증기에 대해 투과성인 것보다 산소 및 질소와 같은 다른 종에 대해 훨씬 덜 투과성임을 의미함) 일 수 있다. 본 발명의 일부 실시예는 공기에 대해 실질적으로 불투과성이지만 수증기에 대해 고도로 투과성인 멤브레인을 포함한다. 일부 실시예에서, 멤브레인은 적어도 10,000 가스 퍼미언스 유닛들 (gas permeance units : GPU) 인 수증기에 대한 퍼미언스를 갖는다.
- [0062] 일부 구현예에서, 멤브레인은 적어도 100 인 공기 (수증기 제외) 에 대해 수증기의 선택도를 갖는다. 일부 구현예에서, 멤브레인은 적어도 100 인 산소에 대해 수증기의 선택도를 갖는다. 일부 구현예에서, 멤브레인은 적어도 100 인 질소에 대해 수증기에 대한 선택도를 갖는다.
- [0063] 멤브레인은 바람직하게는 최대 적어도 110° C 의 온도에서의 적어도 100kPa 의 제 1 유동과 제 2 유동 사이의 차압에서 본 명세서에 기재된 가슴기에 사용될 때 편향에 저항하기에 충분한 기계적 강도를 갖는다.
- [0064] 멤브레인 바람직하게는 상승된 온도 및 압력에서 산화 및 가수분해에 저항성을 갖는다. 멤브레인은 산성수, 황산, 및 불산에 대해 저항성일 수 있다. 멤브레인은 바람직하게는 건조, 습도 사이클링, 열 사이클링, 동결-해동 사이클링 및 압력 사이클링 중 하나 이상 또는 전부에 대해 저항성이다.
- [0065] 도 1 은 예시적인 실시예에 따른 가슴기 코어 (10) (때때로 가슴기 카트리지로도 지칭됨) 를 도시한다. 연료 전지 가슴기는 가슴기 코어 (10) 를 수용하고, 제 1 및 제 2 스트림을 가슴기 코어 (10) 의 대응하는 통로 내로 지향시키며, 제 1 및 제 2 스트림을 이들이 가슴기 코어 (10) 를 통과한 후에 수집하는 하우징 (예를 들어, 도 11 의 하우징 (60) 참조) 을 포함할 수 있다. 가슴기 코어 (10) 의 멤브레인들을 통해 발생하는 수분의 교환과 별개로, 가슴기는 제 1 및 제 2 스트림들의 분리를 유지한다.
- [0066] 가슴기 코어 (10) 는 도 2 에 도시된 세퍼레이터 (20) 와 같은 유동 필드 세퍼레이터의 스택을 포함한다. 수증기 투과성 멤브레인 재료의 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) (일반적으로 그리고 집합적으로 멤브레인 시트

(22)) 는 도 1a 에 도시된 바와 같이 각각의 세퍼레이터 (20) 의 제 1 면 (24-1) (예를 들어, 상부면) 및 제 2 면 (24-2) (예를 들어, 하부 면 - 도 1 에서 보이지 않음) 상에 각각 위치된다. 가슴기 코어는 가슴기 코어 (10) 의 대향 단부들에서 단부 플레이트들 (33) (예를 들어, 도 5 참조) 을 가질 수 있다. 단부 플레이트 (33) 는 스택에서 상단 및 바닥 세퍼레이터 (20) 에 대해 지지되도록 성형될 수 있다. 예를 들어, 도 5 의 단부 플레이트 (33) 는 인접한 세퍼레이터 (20) 에 대해 지지되는 리지 (28C) 를 갖는다.

[0067] 가슴기 코어 (10) 에서 멤브레인 시트들 (22) 은 비대칭인 멤브레인 재료의 타입일 수 있다. 예를 들어, 멤브레인 재료의 하나의 면은 제 1 (더 건조한) 유동과 접촉하도록 설계될 수 있고, 멤브레인 재료의 제 2 대향 면은 제 2 (더 습한) 유동과 접촉하도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 멤브레인 재료는 그 면들 중 하나 상에 물 투과성 코팅 층을 포함하는 기재를 포함할 수 있다. 이러한 멤브레인 재료의 멤브레인 시트 (22) 는 코팅 층이 건조한 또는 고압의 스트림과 인터페이싱하고 더 습하고 전형적으로 더 낮은 압력의 스트림으로부터 멀리 향하도록 배향될 수 있다.

[0068] 가슴기 코어 (10) 는 다양한 구성 중 임의의 구성을 갖는 멤브레인 재료로 제조된 멤브레인 시트 (22) 를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 멤브레인 시트 (22) 는 다층 멤브레인 재료를 포함한다. 예를 들어, 멤브레인 재료는 (부직포 섬유질 폴리머 재료의 층과 같은) 지지 층, 미세다공성 층, 및 수증기 선택적 공기-불투과성 코팅 층을 포함할 수 있다. 멤브레인 시트 (22) 가 지지 층을 포함하는 경우, 세퍼레이터는 멤브레인 시트 (22) 의 지지 층에 본딩될 수 있다.

[0069] 멤브레인 시트 (22) 에 적용될 수 있는 멤브레인 재료를 위한 또 다른 예시적인 구성은 미세다공성 층 및 수증기 선택적 코팅 층을 포함하거나 이들로 구성된다. 멤브레인 시트 (22) 가 미세다공성 층을 포함하는 경우, 세퍼레이터는 멤브레인 시트 (22) 의 미세다공성 층에 본딩될 수 있다.

[0070] 멤브레인 시트 (22) 에 적용될 수도 있는 멤브레인 재료는 추가의 층을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 표면 처리가 멤브레인 재료의 선택적 층에 적용될 수 있다.

[0071] 일부 멤브레인 재료에서, 추가의 미세다공성 층이 선택적 층에 부착되어, 선택적 층이 선택적으로 멤브레인 재료의 하나 또는 양쪽 면 상에 지지 층을 갖는, 2개의 미세다공성 층 사이에 위치된다. 일부 멤브레인 재료들에서, 지지 층은 2개의 미세다공성 층들 사이에 바인딩되고, 선택적 코팅은 미세다공성 층 표면들 중 임의의 것에 적용된다. 일부 실시예에서, 멤브레인 시트 (22) 의 선택적 층의 표면은 세퍼레이터에 본딩된다.

[0072] 유동을 매우 많이 제한하지 않으면서 제 1 유동과 제 2 유동 사이에 원하는 레벨의 수분 교환을 제공하는 가슴기가 바람직하다. 특히 가슴기는 제 1 (보다 건조한) 유동에서 큰 압력 강하를 일으키지 않는 것이 바람직하다.

[0073] 가슴기 코어 (10) 는 유닛 셀 (30) 로 구성되는 것으로 간주될 수 있다 (예를 들어, 도 1a 참조). 유닛 셀 (30) 은 각각 하나의 세퍼레이터 (20) 및 세퍼레이터 (20) 의 대향 면 상에 부착된 대응하는 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 를 포함한다 (예를 들어, 도 1a 참조). 임의의 적합한 수의 유닛 셀 (30) 이 함께 스택되어 후술되는 바와 같은 가슴기 코어를 형성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 가슴기 코어 (10) 는 약 50 내지 200개의 유닛 셀들 (30) 을 포함한다.

[0074] 가슴기 코어 (10) 는 직교류-구성 (cross-flow construction) 을 갖는다. 가슴기 코어 (10) 는, 도 1 에서 화살표들에 의해 표시된 바와 같이, 제 1 방향으로 가슴기 코어를 통해 제 1 유동 (F1) 을 캐리하고 제 1 방향을 가로지르는 제 2 방향으로 가슴기 코어를 통해 제 2 유동 (F2) 을 캐리하도록 배열된 통로들을 제공한다. 도 1 에 도시된 실시예에서, 제 2 방향은 제 1 방향에 실질적으로 직교한다.

[0075] 본 기술은 직교류 배열로 제한되지 않는다. 본 기술을 구현하는 대향류 가슴기의 예가 도 11 및 도 11a 와 관련하여 이하에서 논의된다.

[0076] 제 2 유동 (F2) 은 입구 구멍 (25A) (도 1b 에 도시되고, 도 2 및 도 2a 를 참조하여 더 상세히 설명됨) 를 통해 가슴기 코어 (10) 에 진입한다. 제 1 유동 (F1) 은 유닛 셀들 사이의 통로 (32) 를 통과한다 (예를 들어, 도 1b 참조).

[0077] 도 2 는 예시적인 세퍼레이터 (20) 를 도시한다. 도 2a 는 세퍼레이터 (20) 의 하나의 단부의 일부의 확대도이고, 도 2b 는 세퍼레이터 (20) 의 하나의 절반을 도시하는 확대된 사시도이다. 일부 실시예에서, 세퍼레이터 (20) 는 적합한 플라스틱 또는 금속과 같은 재료로 형성된 단일 구조체이다. 예를 들어, 세퍼레이터 (20) 는 PPS (polyphenylene sulfide) 플라스틱으로 형성될 수 있다. PPS는 세퍼레이터 (20) 에 대해 바람

직한 특성을 갖는 재료의 예이다.

- [0078] 세퍼레이터 (20) 에 대한 멤브레인 시트 (22) 의 본딩은 서로 본딩되는 멤브레인 시트 및 세퍼레이터 (20) 의 부분들을 동일한 재료 또는 동일한 폴리머 패밀리의 재료들로 제조함으로써 용이해질 수 있다. 예를 들어, 세퍼레이터 (20) 가 멤브레인 시트 (22) 의 미세다공성 층 또는 지지 층에 본딩되는 경우, 세퍼레이터 (20) 및 미세다공성 층 또는 지지 층은 동일한 폴리머 패밀리의 폴리머 (예를 들어, 양쪽이 PPS 플라스틱 또는 양쪽이 PET 플라스틱 또는 양쪽이 PP 플라스틱 등) 로 제조될 수 있다.
- [0079] 지지부 (20) 와 접촉하는 멤브레인 시트 (22-1 또는 22-2) 의 파트가 지지부 (20) 와 동일한 재료로 제조되는 구조체에서는, 멤브레인을 지지부에 견고하게 본딩시키기 위해 임의의 광범위한 본딩 프로세스가 적용될 수 있다. 일부 실시예에서, 멤브레인 시트 (22) 의 지지 층 (예를 들어, 부직포 받침지지 층) 은 PPS 로 제조된다.
- [0080] PPS 는 멤브레인 시트 (22) 에 통합하기 위한 및/또는 세퍼레이터 (20) 를 위한 재료의 양호한 선택의 예이다. PPS 가 가질 수 있는 일부 특성은 다음과 같다: PPS 는 연료 전지 가슴기가 작동 중에 노출될 수 있는 온도 및 습도 레벨에서 치수적으로 안정적이고; PPS 는 화학적으로 안정적이고, 가슴기에서 예상되는 조건 하에서 하류 연료 전지의 작동을 손상시키거나 약화시킬 수 있는 화학물질을 방출하는 경향이 없고; PPS 는 세퍼레이터 (20) 를 대량제조하도록 양호하고 비용 효율적인 방법으로 몰딩될 수 있다.
- [0081] 세퍼레이터 (20) 는 예를 들어, 사출 성형, 적층 가공 프로세스 (예를 들어, 3D 인쇄) 또는 절삭 가공 프로세스에 의해 제조될 수 있다.
- [0082] 일부 실시예에서, 세퍼레이터 (20) 는 하나 이상의 제 2 재료로 오버-몰딩되는 제 1 재료의 몰딩된 파트를 포함한다. 예를 들어, 세퍼레이터 (20) 에의 멤브레인 시트들 (22-1 및 22-2) 의 본딩을 용이하게 하거나 최적화하기 위해 오버-몰딩된 재료 또는 재료들이 제공될 수 있다 (예를 들어, PPS 보다 덜 비싸거나 몇몇 방식으로 PPS 보다 양호한 특성들을 갖는 재료가 일부 방식으로 초음파 용접 또는 멤브레인 시트들 (22-1 및 22-2) 에 세퍼레이터 (20) 를 본딩하는 또 다른 프로세스를 용이하게 하도록 선택된 PPS 또는 다른 재료로 오버-몰딩될 수 있다). 또 다른 예로서, 오버-몰딩된 재료는 매우 얇은 영역들을 제공하기 위해 (예를 들어, 세퍼레이터에서 측방향 지지부들을 제공하기 위해) 사용될 수 있다. 폴리프로필렌 (PP) 은 매우 얇은 형태 또는 특징부를 형성하는 데 사용될 수 있는 재료의 예이다.
- [0083] 세퍼레이터 (20) 는 도 2 에 도시된 예에서 평면도에서 대략 정사각형인 프레임 (24) 을 포함한다. 일부 실시예에서, 프레임 (24) 은 직사각형 (예를 들어, 도 9 참조) 또는 육각형 또는 사다리꼴과 같은 또 다른 기하학적 형상이다. 프레임 (24) 은 제 1 및 제 2 프레임 측면 (24C 및 24D) 에 의해 연결되는 제 1 및 제 2 프레임 단부 (24A 및 24B) 를 갖는다. 프레임 (24) 은 선택적으로 프레임 측면 (24C 및 24D) 사이의 하나 이상의 위치에서 프레임 단부 (24A 및 24B) 사이에서 연장되는 하나 이상의 중방향 지지부 (24E) 를 포함한다.
- [0084] 프레임 단부 (24A 및 24B) 는 각각 프레임 단부 (24A 및 24B) 를 통해 프레임 (24) 의 내부 영역 (26) 내로 통과하는 각각 입구 및 출구 구멍 (25A 및 25B) 를 포함한다. 구멍 (25A 및 25B) 은 구멍 (25A 및 25B) 을 통과하는 유동에서의 압력 강하를 감소시키기 위해 드래프팅된 (테이퍼링) 벽을 포함할 수 있다. 구멍들 (25A 및 25B) 에서 드래프팅된 벽들은 또한 (예를 들어, 세퍼레이터 (20) 가 몰딩된 후에 몰드의 슬라이딩 파트들이 후퇴되게 함으로써) 세퍼레이터 (20) 의 성형을 용이하게 할 수 있다.
- [0085] 프레임 (24) 의 내부 영역 (26) 은 구멍 (25A) 와 구멍 (25B) 사이의 내부 영역 (26) 을 통과하도록 유체의 유동을 안내하는 것을 돕는 유동 필드 요소 (26A) 를 포함한다. 멤브레인 시트 (도 2 및 2a 에 도시되지 않음) 가 세퍼레이터 (20) 의 상부 면 (24-1) 및 하부 면 (24-2) 상에 배치될 때, 복수의 평행 채널 (27) 이 멤브레인 시트와 유동 필드 요소 (26A) 의 인접한 쌍의 사이에, 그리고 멤브레인 시트와 프레임 측면 (24C 및 24D) 과 이들의 인접한 유동 필드 요소 (26A) 사이에 규정된다.
- [0086] 유동 필드 요소 (26A) 는 예를 들어 프레임 단부 (24A 및 24B) 사이에서 연장되는 리브의 형태를 가질 수 있다. (세퍼레이터 (20) 의 평면에 수직인 방향으로) 유동 필드 요소 (26A) 의 높이 또는 두께는 (세퍼레이터 (20) 의 평면에 평행하고 그 길이에 수직인 방향으로) 그 폭보다 클 수 있다. 유동 필드 요소 (26A) 의 폭은 제 1 유동과 제 2 유동 사이의 증기 교환을 위한 구역을 증가 또는 최대화하고 그리고/또는 세퍼레이터 (20) 의 주어진 풋프린트에 대한 채널 (27) 의 단면적을 증가 또는 최대화하도록 작게 제조될 수 있다. 유동 필드 요소 (26A) 의 폭은 선택적으로 그 길이를 따라 변할 수 있고/있거나 유동 필드 요소의 폭 및/또는 이들 사이의 이격은 서로 변할 수 있다.

- [0087] 유동 필드 요소 (26A) 의 두께는 바람직하게는 프레임 측면 (24C 및 24D) 의 두께와 실질적으로 동일하여, 세퍼레이터 (20) 의 면 (24-1 및 24-2) 상의 유동 필드 요소 (26A) 및 프레임 측면 (24C 및 24D) 의 상부 및 하부 표면은 실질적으로 동일 평면이다.
- [0088] 인접한 유동 필드 요소 (26A) 들 사이의 이격은 제 1 유동과 제 2 유동 사이의 수증기의 교환을 제공하는데 이용가능한 멤브레인 시트 (22-1, 22-2) 의 활성 구역을 증가시키거나 최대화시키면서 멤브레인 시트 (22-1, 22-2) 에 원하는 정도의 지지를 제공하도록 선택될 수 있다. 이격은, 예를 들어, 예상 작동 온도 범위 내의 온도에서의 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 의 기계적 특성, 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 를 가로지르는 최대 예상 압력차, 작동 동안의 압력차의 예상 편차, 설계 수명, 및 존재한다면 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 에 적용되는 사전인장의 레벨에 기초하여 선택될 수 있다. 일부 실시예에서, 인접한 유동 필드 요소 (26A) 는 1 내지 5 mm (예를 들어, 일부 실시예에서 2 내지 3 mm) 범위의 거리만큼 서로 이격된다.
- [0089] 종방향 지지부 (24E) 는 프레임 측면 (24C 및 24D) 및 유동 필드 요소 (26A) 와 실질적으로 동일한 두께를 갖는다. 종방향 지지부 (24E) 는 일반적으로 도 2 및 도 2a 에 도시된 바와 같이 유동 필드 요소 (26A) 보다 넓다.
- [0090] 측방향 지지부 (26B) 는 유동 필드 요소 (26A) 를 브레이싱하고 측방향으로 **강화**하도록 제공될 수 있다. 측방향 지지부 (26B) 의 두께 (세퍼레이터 (20) 의 평면에 수직인 방향으로) 는 프레임 측면 (24C 및 24D) 및 유동 필드 요소 (26A) 의 두께보다 작아서, 측방향 지지부 (26B) 가 채널 (27) 을 블로킹하거나 과도하게 방해하지 않는다. 바람직하게는, 측방향 지지부 (26B) 는 얇다. 측방향 지지부 (26B) 의 리딩 및 트레일링 에지는 채널 (27) 을 통한 매끄러운 유동을 용이하게 하도록 선택적으로 성형 (예를 들어, 테이퍼링) 된다. 바람직하게는 측방향 지지부 (26B) 는 인접한 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 와 접촉하지 않도록 위치되고, 유체는 채널 (27) 에서 그 위 또는 아래로 통과할 수 있으며, 예를 들어 측방향 지지부 (26B) 는 세퍼레이터 (20) 의 중심 평면에 위치될 수 있다.
- [0091] 도 2, 도 2a 및 도 2b 에 도시된 바와 같이, 프레임 단부 (24A) 는 세퍼레이터 (20) 의 상부 면 (24-1) 상의 리지 (28A), 및 세퍼레이터 (20) 의 하부 면 (24-2) 상의 리지 (29A) 를 포함한다. 프레임 단부 (24B) 는 세퍼레이터 (20) 의 상부 면 (24-1) 상의 리지 (29B) 및 세퍼레이터 (20) 의 하부 면 (24-2) 상의 리지 (28B) 를 포함한다. 리지 (28A 및 29A) 는 프레임 단부 (24A) 의 길이를 따라 연장되고, 리지 (28B 및 29B) 는 프레임 단부 (24B) 의 길이를 따라 연장된다.
- [0092] 도 3a 및 도 3b 는 유닛 셀 (30) 의 일부의 단면도이다. 도 3a 는 프레임 측면 (24C) 의 길이에 수직인 방향으로, 프레임 측면 (24C) 을 통해 연장되는 유닛 셀의 평면에 수직인 절단 평면 상의 부분 단면도이다. 도 3b 는 프레임 단부 (24A) 의 길이에 수직인 방향으로 프레임 단부 (24A) 를 통해 연장되는 유닛 셀의 평면에 수직인 절단 평면 상의 부분 단면도이다. 도 3c 는 프레임 측면 (24C) 의 길이에 수직인 방향으로, 프레임 측면 (24C) 을 통해, 그리고 유동 필드 요소 (26A) 의 길이에 수직인, 측면 지지부 (26B) 및 유동 필드 요소 (26A) 를 통해 연장되는 세퍼레이터 (20) 의 평면에 수직인 절단 평면 상의 세퍼레이터 (20) 의 일부의 부분 단면도이다.
- [0093] 도 3a 는 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 가 프레임 측면 (24C) 및 유동 필드 요소 (26A) 에 의해 지지되는 것을 도시한다. 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 는 또한 프레임 측면 (24D) (도 3a 에 도시되지 않음) 에 의해 그들의 대향 에지를 따라 지지된다. 세퍼레이터 (20) 에는 멤브레인 시트 (22-1, 및 22-2) 가 부착될 수 있다. 멤브레인 시트와 세퍼레이터 (20) 사이의 부착은, 예를 들어, 초음파 용접, 레이저 용접, 열 본딩, 접착제 본딩, 인서트 몰딩, 또는 다른 적절한 부착 수단에 의해 제공될 수 있다.
- [0094] 일부 실시예에서, 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 는 모두 프레임 (24) 의 내부 영역 (26) 의 주변부 주위에서 세퍼레이터 (20) 에 부착된다. 일부 실시예에서, 부착은 실질적으로 연속적이다. 예를 들어, 멤브레인 시트 (22-1) 와 세퍼레이터 (20) 의 상부 표면 (24-1) 사이의 부착 라인은 프레임 측면 (24C 및 24D) 및 프레임 단부 (24A 및 24B) 의 상부 표면을 따라 세퍼레이터 (20) 주위로 연장될 수 있고; 멤브레인 시트 (22-2) 와 세퍼레이터 (20) 의 하부 표면 (24-2) 사이의 부착 라인은 프레임 측면 (24C 및 24D) 및 프레임 단부 (24A 및 24B) 의 하부 표면을 따라 세퍼레이터 (20) 주위로 연장될 수 있다. 부착 라인은 예를 들어, 접착제에 의해, 용접에 의해, 또는 인서트 몰딩에 의해 제공될 수 있다.
- [0095] 멤브레인 시트들 (22-1 및 22-2) 은 그들의 상부 및 하부 표면들을 따라 대응하는 프레임 측면들 (24C 및 24D) 에 각각 시일링된다. 시일링은 부착 수단에 의해 제공될 수 있다.

- [0096] 도 3b 에 도시된 바와 같이, 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 는 프레임 단부 (24A) 와 부분적으로 중첩된다. 이들은 유사하게 프레임 단부 (24B) 와 중첩된다. 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 는 프레임 단부 (24A 및 24B) 의 길이를 따라 프레임 단부 (24A 및 24B) 의 상부 및 하부 표면에 각각 시일링된다.
- [0097] 도 3a 는 유체 유동 채널 (27) 이 세퍼레이터 (20) 의 유동 필드 요소 (26A) 와 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 사이에 어떻게 규정되는지를 도시한다. 도 3c 는 측방향 지지부 (26B) 가 채널 (27) 의 폭을 가로질러 어떻게 연장하는지를 도시한다. 유체는 (도 3b 에 도시된 바와 같이) 프레임 단부 (24A) 를 통과하는 구멍 (25A) 를 통해 채널 (27) 에 진입하고 구멍 (25B) 를 통해 채널 (27) 을 진출할 수 있다.
- [0098] 도 2, 도 3b 및 도 5 에 도시된 바와 같이, 세퍼레이터 (20) 는 리지 (28A 및 28B) (집합적으로 리지 (28)) 및 선택적인 리지 (29A 및 29B) (집합적으로 리지 (29)) 를 포함한다. 리지 (28 및 29) 는 개별적으로 또는 조합하여 다음 중 하나 이상과 같은 여러 기능을 제공한다:
- [0099] A. 인접한 유닛 셀 (30) 의 멤브레인 사이의 분리를 유지하는 기능;
- [0100] B. 인접한 유닛 셀 (30) 사이의 유체 유동 채널 또는 챔버를 시일링하는 기능;
- [0101] C. 유닛 셀 (30) 의 조립 동안 세퍼레이터 (20) 의 각각의 면 상에 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 의 위치설정을 안내하는 기능; 및/또는
- [0102] D. 가습기 코어를 형성하도록 스택될 때 유닛 셀 (30) 의 정렬을 용이하게 하는 기능.
- [0103] 예시된 실시예에서, 리지 (28) 는 인접한 세퍼레이터들 (20) 사이의 분리를 유지하는 스페이서로서 작용하고, 또한 인접한 유닛 셀들 (30) 사이에 규정되는 채널 (32) 의 양 측면을 시일링하도록 작용한다.
- [0104] 예시된 실시예에서, 리지 (29) 는 가습기 코어 (10) 의 조립 동안 인접한 세퍼레이터 (20) 의 정렬을 용이하게 하는 정렬 특징부로서 작용하고, 또한 리지 (28) 와 조합하여 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 의 위치설정을 용이하게 한다.
- [0105] 리지 (28 및 29) 에 의해 제공되는 전술한 기능은 리지 (28 및 29) 의 상이한 배열로 달성될 수 있다. 예를 들면:
- [0106] · 리지 (28) 는 선택적인 리지 (29) 가 존재하지 않게 인접한 유닛 셀 (30) 사이의 분리를 유지하는 역할을 할 수 있다.
- [0107] · 리지 (28A 및 28B) 는 세퍼레이터 (20) 의 동일한 면 상에, 또는 세퍼레이터 (20) 의 (도 2 및 도 5 에 도시된 바와 같은) 대향 면들 상에 있을 수 있고;
- [0108] · 리지 (29) 는 포스트 또는 다른 정렬 특징부의 열로 중단되거나 대체될 수 있다.
- [0109] 도 2, 도 2a 및 도 5 에 도시된 실시예에서, 프레임 단부 (24A) 는 면 (24-1) 상의 리지 (28A) 및 면 (24-2) 상의 리지 (29A) 를 포함한다. 이 실시예에서, 리지 (28A 및 29A) 는 프레임 단부 (24A) 의 길이를 따라 연장된다.
- [0110] 도 2, 도 2a 및 도 5 의 세퍼레이터 (20) 는 또한 면 (24-2) 상의 프레임 단부 (24B) 의 길이를 따라 연장되는 리지 (28B) 및 면 (24-1) 상의 프레임 단부 (24B) 의 길이를 따라 연장되는 리지 (29B) 를 포함한다.
- [0111] 도 4 는 가습기 코어 (10) 의 부분 측면도이다. 도시된 바와 같이, 예를 들어 도 4 및 도 5 에 도시된 바와 같이, 유닛 셀 (30) 이 함께 스택될 때, 제 1 유닛 셀 (30) 의 리지 (28A) 의 표면 (31) 은 제 1 유닛 셀 (30) 에 인접한 제 2 유닛 셀 (30) 의 세퍼레이터 (20) 에 대해 지지될 수 있고, 제 2 유닛 셀 (30) 의 리지 (28B) 의 표면 (31) 은 제 1 유닛 셀 (30) 의 세퍼레이터 (20) 에 대해 지지될 수 있다. 이러한 배열은 제 1 과 제 2 유닛 셀들 (30) 사이의 이격을 포지티브하게 설정하고, 제 1 과 제 2 유닛 셀들 (30) 사이의 채널 (32) 의 높이를 규정한다.
- [0112] 도 5 에 도시된 바와 같이, 유닛 셀 (30) 은 한 쌍의 단부 플레이트 (33) 사이에 개재될 수 있다. 단부 플레이트 (33) 는 스택에서 상단 및 바닥 세퍼레이터 (20) 에 대해 지지되도록 성형될 수 있다. 도 5 에 도시된 예에서, 단부 플레이트 (33) 는 인접한 세퍼레이터 (20) 에 대해 지지되는 리지 (28C) 를 갖는다.
- [0113] 도 4 에 도시된 바와 같이, (세퍼레이터 (20) 의 상부 표면 (24-1) 상의) 리지 (28A 및 29B) 는 거리 (D1) 만큼 분리된다. (세퍼레이터 (20) 의 하부 표면 (24-2) 상의) 리지 (29A 및 28B) 는 거리 (D2) 만큼 분리된

다. 멤브레인 시트 (22-1) 는 리지 (28A 및 29B) 사이에 끼워지도록 절단되거나 크기설정될 수 있다. 멤브레인 시트 (22-2) 는 리지 (29A 및 28B) 사이에 끼워지도록 절단되거나 크기설정될 수 있다. 이들 특징부는 유닛 셀 (30) 의 조립 동안 세퍼레이터 (20) 에 대한 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 의 정렬을 도울 수 있다. D1 및 D2 가 동일하거나 거의 동일한 경우, 멤브레인 시트들 (22-1 및 22-2) 은 유리하게는 동일한 치수들을 가질 수 있다. 도 4 에 도시된 예에서, 멤브레인 시트들 (22-1 및 22-2) 은 리지들 (29A 및 29B) 의 폭과 동일한 거리만큼 세퍼레이터 (20) 를 따르는 방향으로 서로 오프셋된다.

[0114] 일부 실시예에서, 리지 (28A 및 28B) 는 높이가 동일하고 (그리고 도 3b 에 도시된 바와 같이 높이 (H1) 를 갖고) 리지 (29B 및 29A) 보다 더 크다. 리지 (29B 및 29A) 는 (도 3b 에 도시된 바와 같이) 높이 (H2) 를 가질 수 있으며, 여기서  $H2 \leq H1$ , 바람직하게는  $H2 < H1$  이다. 일부 실시예에서, 리지 (29) 중 하나 또는 둘 모두는 리지 (28) 보다 넓다.

[0115] 도 1 내지 도 5 에 도시된 실시예에서, 유닛 셀 (30) 이 스택으로 정렬될 때, 하나의 세퍼레이터 (20) 상의 리지 (29) 중 하나는 인접한 세퍼레이터 (20) 상의 리지 (28) 와 맞닿는다. 이러한 접촉 또는 맞물림은 가슴기 코어 (10) 를 형성하기 위해 유닛 셀들 (30) 을 정렬하는 것을 돕는다.

[0116] 도 4 및 도 5 에 도시된 예시적인 가슴기 코어 (10) 에서, 세퍼레이터 (20) 는 프레임 측면 (24C 및 24D) 의 중심을 통과하는 (세퍼레이터의 중간 평면에서의) 횡방향 축을 중심으로 180도의 회전에 대해 회전 대칭이다. 이는 유닛 셀들 (30) 이 어느 방향으로든 배향될 수 있기 때문에 가슴기의 조립을 단순화한다. 가슴기 코어 (10) 내의 모든 세퍼레이터 (20) 및 유닛 셀 (30) 은 동일한 배향을 가질 수 있다. 이는 유사한 구성요소들이 일부 특정 방식으로 서로에 대해 회전되어야 하는 것을 요구하는 설계들과 비교하여 조립을 상당히 단순화한다.

[0117] 도 4 및 도 5 에서, 넓은 크로스 채널 (32) 이 가슴기 코어 (10) 의 인접한 유닛 셀 (30) 사이에 규정된다는 것을 알 수 있다. 크로스 채널 (32) 은 가슴기 코어 (10) 를 가로질러 (프레임 측면 (24C) 으로부터 프레임 측면 (24D) 까지) 연장된다. 크로스 채널 (32) 을 통한 유체의 유동은 각각의 크로스 채널 (32) 의 어느 한 측면 상의 유닛 셀 (30) 에서 채널 (27) 을 통한 유체의 유동과 수분을 교환할 수 있다. 멤브레인 시트들 (22-1 및 22-2) 은 세퍼레이터들 (20) 에 의해 지지되고 평평하거나 거의 평평할 수 있다. 유닛 셀들 (30) 의 설계는 멤브레인 시트들 (22-1 또는 22-2) 내의 임의의 날카로운 벤드들을 요구하지 않는다. 날카로운 벤드는 멤브레인에 파단 지점을 생성할 수 있다.

[0118] 유리하게는, 가슴기 코어 (10) 의 설계는 채널들 (32 및 27) 의 치수들이 독립적으로 설정되도록 허용한다. 채널 (32) 의 높이는 리지 (28) 의 높이에 의해 설정된다. 채널 (27) 의 치수는 세퍼레이터 (20) 의 설계에 의해 설정된다. 유동 지오메트리는 각각의 유동 도메인에 대해 선택되거나 최적화될 수 있다. 예를 들면:

[0119] A. 채널 (27 및 32) 의 상대 길이는 프레임 (24) 의 종횡비 (길이 대 폭의 비) 를 변경함으로써 조정될 수 있다.

[0120] B. 채널 (32) 의 높이는 리지 (28) 의 높이를 변경함으로써 조정될 수 있다.

[0121] C. 채널 (27) 의 높이는 프레임 (24) 의 두께를 변경함으로써 조정될 수 있다.

[0122] 각각의 유동 도메인의 설계는, 예를 들어, 다음 중 하나 이상에 대해 선택되거나 최적화될 수 있다:

[0123] · 높이 (즉, 주어진 스택 높이에서 멤브레인의 활성 구역을 증가시키거나 최대화하기 위한 낮은 또는 최소 높이);

[0124] · 보다 균등하거나 균일한 유동 분포의 달성; 및

[0125] · 압력 강하의 감소 또는 최소화.

[0126] 많은 연료 전지 가슴기 적용들에서, (물을 포함하는) 가슴되는 가스의 보다 건조한 스트림과 물을 제공하는 가스의 더 습한 스트림 사이의 압력에는 상당한 차이가 있다. 예를 들어, 더 건조한 가스 유동은 더 습한 가스의 스트림보다 더 높은 압력에 있는 것이 일반적이다. 압력 차는 전형적으로 50kPa 내지 100kPa 의 범위이다. 가슴기 코어 (10) 에서, 가스의 더 높은 압력 유동은 크로스-채널들 (32) 을 통해 지향될 수 있는 반면, 가스의 더 낮은 압력 유동은 채널들 (27) 을 통해 지향될 수 있다. 이러한 배열에 있어서, 멤브레인 시트들 (22-1 및 22-2) 에 걸친 압력 차이는 세퍼레이터 (20) 의 어느 한 측면 상에서 멤브레인 시트들 (22-1 및

22-2)에 대한 기계적 지지부를 제공하는 유동 필드 요소들 (26A) 및 종방향 지지부들 (24E)에 대해 멤브레인 시트들 (22-1 및 22-2)에 힘을 가한다.

[0127] 채널 (27)의 폭 및 멤브레인 시트 (22)를 위한 재료의 선택은 멤브레인 시트 (22)의 편향을 임계 편향 미만으로 유지하면서 원하는 압력과 및 원하는 온도에서 가습기의 작동을 허용하도록 선택될 수 있다.

[0128] 도 5에 도시된 바와 같이, 제 1 유닛 셀 (30A)의 프레임 (24)은 제 1 유닛 셀 (30A)의 리지 (28B) 및 제 2 유닛 셀 (30B)의 리지 (28A)에 의해 인접한 제 2 유닛 셀 (30B)의 프레임 (24)으로부터 이격되며, 제 1 유닛 셀 (30A)의 리지 (28B)의 표면 (31)은 제 2 유닛 셀 (30B)의 세퍼레이터 (20)와 접촉하고, 제 2 유닛 셀 (30B)의 리지 (28A)의 표면 (31)은 제 1 유닛 셀 (30A)의 세퍼레이터 (20)와 접촉한다. 제 1 및 제 2 유닛 셀의 세퍼레이터 (20)사이의 이러한 직접적인 접촉은 유닛 셀 (30)의 스택이 함께 조립될 때 '하드 스톱 (hard stop)'을 제공한다. 유닛 셀 (30)의 스택의 높이는 세퍼레이터 (20)의 치수 (D3)에 의해 결정된다. 멤브레인 시트 (22-1, 및 22-2)의 두께는, 예를 들어 멤브레인의 스웰링 (swelling)으로 인해 변할 수 있으며, 유닛 셀 (30)의 스택의 높이에 영향을 미치지 않는다.

[0129] 리지 (29)는, 존재하는 경우, 리지 (28)보다 낮은 높이를 가질 수 있다 (도 3b에 도시된 바와 같이  $H2 < H1$ ). 일부 실시예에서, (멤브레인 시트 (22-1) 또는 멤브레인 시트 (22-2)와 같은) 인접한 유닛 셀 (30)의 멤브레인은 리지 (29)와 인접한 세퍼레이터 (20)사이의 공간으로 연장된다. 리지 (29)들은 멤브레인과 접촉할 필요는 없다.

[0130] 유닛 셀들 (30)이 스택될 때 리지들 (28)에 의해 제공되는 '하드 스톱'은 인접한 유닛 셀들 (30)사이의 시일의 파손을 감소시키거나 방지하는 것을 돕는다. 이는 가습기 코어의 높이가 멤브레인들에 의해 부분적으로 결정되는 타입들의 가습기들에 피해를 줄 수 있는 고장 모드들을 완화시킨다. 스택 높이가 멤브레인 두께에 의해 결정되는 가습기 코어에서, 스택 높이의 편차는 가습기의 작동 중에 멤브레인 두께의 스웰링 및 수축 (shrinking)에 의해 야기될 수 있고, 가습기 코어의 시일의 조기 파손을 야기할 수 있다. 층들 사이의 효과적인 시일링을 보장하기 위해 스택을 과압축하는 것은 다른 고장 모드를 도입할 수 있고, 예를 들어 멤브레인을 천공할 수 있다.

[0131] 도 1 내지 도 5에 도시된 실시예에서, 리지 (28 및 29)는 모두 세퍼레이터 (20)의 프레임 단부 (24A 및 24B)에 대해 삽입된다. 세퍼레이터 (20)의 단부에 대해 삽입된 리지 (28 및 29)를 갖는 것은 유리하지만 본질적인 것은 아니다. 유닛 셀 (30)이 스택되면, 인접한 유닛 셀 (30)의 세퍼레이터 (20)사이에는 횡방향 홈 (34, 도 5 참조)이 형성된다. 홈 (34)은 유닛 셀 (30)의 스택을 함께 유지하는 접촉제 또는 실란트와 같은 적절한 재료 (35)를 수용할 수 있다. 바람직하게는, 재료 (35)는 작동 조건에 강건하고 가습기 코어의 조립 동안 구멍 (25A 또는 25B)을 블로킹하도록 유동하지 않을 정도로 충분한 점성을 갖도록 선택된다. 일부 실시예에서, 재료 (35)는 경화성 실란트이고, UV 경화성일 수 있다. 유리하게는 재료 (35)는 유닛 셀 (30)의 스택의 높이에 영향을 미치지 않는다.

[0132] 일부 실시예들에서, 유닛 셀들 (30)을 가습기 코어 (10)에서 함께 유지하기 위한 추가적인 구조체가 제공된다. 추가적인 구조체는, 예를 들어, 가습기 코어 (10) 주위로 연장되는 와이어, 밴드 또는 스트랩, 유닛 셀 (30) 및 가습기 코어 (10)의 단부 플레이트 (33) 및 유닛 셀 (30)을 함께 수용하고 유지하는 프레임 또는 케이스 등에 의해 제공될 수 있다.

[0133] 예시적인 실시예에서, 가습기 코어 (10)는 스테인리스 강 프레임 내에 수용되는 유닛 셀 (30)의 스택을 포함한다. 프레임은 예를 들어 4개의 코너 포스트에 의해 연결된 단부 플레이트의 쌍을 포함할 수 있다. 프레임의 상이한 파트는 용접되거나, 본딩되거나, 또는 굽혀질 수 있거나 비틀릴 수 있는 탭과 같은 변형 가능 요소에 의해 부착될 수 있다. 프레임은 유닛 셀들 (30)을 정렬 상태로 홀딩하고 유닛 셀들 (30)의 스택 상에 압축을 유지할 수 있다. 일부 실시예들에서, 가습기 코어 (10)는 하우징에 제거가능하게 설치될 수 있어서 스택은 공기 필터 또는 카트리지의 설치 또는 제거와 유사한 방식으로 하우징에 설치 또는 하우징으로부터 제거될 수 있다.

[0134] 가습기 코어 (10)는 하우징 (60)내에 수용될 수 있다 (예를 들어, 도 11 참조). 예시된 실시예에서, 하우징 (60)은 베이스 (61A), 가습기 코어 (10)를 수용하도록 치수설정된 중공 본체 (61B), 및 캡 (61C)을 포함한다. 볼트 (62) 또는 다른 체결구는 가습기 코어 (10)를 둘러싸기 위해 캡 (61C) 및 베이스 (61A)를 본체 (61B)에 부착한다. 본체 (61B)내의 예지 시일 (61D)은 가습기 코어 (10)의 코너에 대해 시일링한다. 유체 포트 (63A 및 63B)는 각각 가습기 코어 (10)에서 채널 (27) (도 11에 도시되지 않음)을 통해 하우

징 (60) 내로 그리고 외부로 통과하도록 가스의 제 1 유동을 캐리한다. 포트들 (64A 및 64B) 은 각각 가슴기 코어 (10) 에서 채널들 (32) (도 11 에 도시되지 않음) 을 통해 하우징 (60) 내로 그리고 외부로 통과하도록 가스의 제 2 유동을 캐리한다.

[0135] 채널들 (32) 의 개방 단부들을 포함하는 가슴기 코어 (10) 의 대향 면들 (각각 스택된 프레임 측면들 (24C 및 24D) 에 의해 형성됨) 은 가슴기 코어 (10) 로 그리고 가슴기 코어 (10) 로부터 유체를 캐리하도록 배열되는 도관들과 가슴기 코어 (10) 사이의 시일링을 용이하게 하도록 적어도 대체로 평면형일 수 있다. 이러한 시일링을 용이하게 하기 위해, 모든 리지 (28 및 29) (존재하는 경우) 의 단부는 프레임 측면 (24C 및 24D) 의 외부 에지와 동일 평면이고 평평할 수 있다.

[0136] 홈 (34) 의 높이는, 리지 (28 및 29) 로부터 내향에 각각 있는 프레임 단부 (24A 및 24B) 의 파트로부터 그리고 프레임 측면 (24C 및 24D) 으로부터 두께에서 상이한 리지 (28) 의 외향에 각각 있는 프레임 단부 (24A 및 24B) 의 파트를 제조함으로써 채널 (32) 의 높이와 상이하도록 제조될 수 있다. 도 1 내지 도 5 에 도시된 실시예에서, 리지 (28A 및 29A) 의 외향에 있는 프레임 단부 (24A) 의 파트 및 리지 (28B 및 29B) 의 외향에 있는 프레임 단부 (24B) 의 파트는 홈 (34) 이 채널 (32) 의 높이보다 작은 높이를 갖도록 리지 (28 및 29) 로부터 내향에 있는 프레임 단부 (24A 및 24B) 의 파트보다 두껍다. 프레임 단부 (24A 및 24B) 의 이들 파트의 여분의 두께는 본 명세서의 다른 곳에서 설명된 바와 같이 구멍 (25A 및 25B) 의 드래프팅을 용이하게 할 수 있다.

[0137] 유리하게는, 일부 실시예에서, 리지 (28 및 29) 는 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 를 구속하고, 멤브레인 시트 (22-1 및 22-1) 의 에지와 구멍 (25A 및 25B) 를 포함하는 가슴기 코어 (10) 의 면 사이의 장벽으로서 역할을 한다. 이러한 구성은 구멍 (25A) 에 진입하는 가스의 높은 습도에 대한 노출의 결과로서 멤브레인 시트 (22-1 및 22-2) 의 스웰링과 연관된 잠재적 파손 모드를 완화할 수 있다.

[0138] 도 6 은 가슴기 코어를 조립하기 위한 예시적인 방법 (50) 을 예시하는 흐름도이다. 블록 (52A) 에서, 멤브레인 시트 (22-1) 는 세퍼레이터 (20) 의 면 (24-1) 상의 정확한 위치에 배치된다. 블록 (52A) 은 세퍼레이터 (20) 상의 리지 (28A 및 29B) 사이에 사전-절단된 멤브레인 시트 (22-1) 를 끼워맞추는 단계를 포함할 수 있다.

[0139] 블록 (52B) 에서, 멤브레인 시트 (22-1) 는 세퍼레이터 (20) 에 본딩된다. 블록 (52B) 은 예를 들어 멤브레인 시트 (22-1) 의 주변부 주위에 연속적인 시일링을 형성하기 위해 세퍼레이터 (20) 에 멤브레인 시트 (22-1) 를 본딩시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0140] 블록 (53A) 에서, 멤브레인 시트 (22-2) 는 세퍼레이터 (20) 의 면 (24-2) 상의 정확한 위치에 배치된다. 블록 (53A) 은 세퍼레이터 (20) 상의 리지 (29A 및 28B) 사이에 사전-절단된 멤브레인 시트 (22-2) 를 끼워맞추는 단계를 포함할 수 있다.

[0141] 블록 (53B) 에서, 멤브레인 시트 (22-2) 는 세퍼레이터 (20) 에 본딩된다. 블록 (53B) 은 예를 들어 멤브레인 시트 (22-2) 의 주변부 주위에 연속적인 시일링을 형성하기 위해 세퍼레이터 (20) 에 멤브레인 시트 (22-2) 를 본딩시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0142] 블록 (52B, 53B) 은 예를 들어 각각의 멤브레인을 세퍼레이터 (20) 에 부착하기 위해 초음파 용접, 레이저 용접, 열 본딩, 접착제 본딩 등을 포함할 수 있다.

[0143] 블록들 (52A 및 52B) 은 블록들 (53A 및 53B) 에 대해 임의의 순서로 또는 동시에 수행될 수 있다. 블록들 (52B 및 53B) 모두의 완료시, 유닛 셀 (30) 이 생성된다. 선택적인 블록 (54) 에서, 유닛 셀 (30) 은 (예를 들어, 유닛 셀 (30) 각각에서 멤브레인 시트와 세퍼레이터에 의해 형성된 챔버가 기밀 (gas tight) 인 것을 보장하기 위해) 테스트된다.

[0144] 블록 (55) 에서, 복수의 유닛 셀 (30) 이 가슴기 코어 (10) 를 형성하도록 조립된다. 블록 (55A) 에서, 원하는 수의 유닛 셀들 (30) 이 함께 스택된다. 블록 (55A) 은 인접한 유닛 셀 (30) 의 리지를 맞닿는 관계로 맞물리게 함으로써 유닛 셀 (30) 을 정렬하는 단계를 포함할 수 있다 (예를 들어, 하나의 유닛 셀 (30) 의 리지 (28A) 는 인접한 유닛 셀 (30) 의 리지 (29A) 에 맞닿게 될 수 있다). 유리하게는, 스택된 유닛 셀들 모두가 동일한 배향으로 스택될 수 있다. 블록 (55A) 은 스택의 대향 단부들에 단부 플레이트 (33) 를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0145] 블록 (55B) 에서, 경화성 접착제 실란트일 수 있는 재료 (35) 가 유닛 셀들 (30) 에 도포된다. 블록 (55B)

은 블록 (55A) 이전에, 중에 또는 이후에 수행될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 유닛 셀들 (30) 은 유닛 셀들의 스택에 순차적으로 추가된다. 각각의 유닛 셀이 스택에 추가되기 전에, 재료 (35) (예를 들어, 접착제 실란트의 비드) 가 홈 (34) 의 벽이 될 표면에 적용된다. 각각의 유닛 셀이 스택에 추가될 때, 추가된 유닛 셀은 리지 (28) 의 표면 (31) 의 맞물림에 의해 이전의 유닛 셀로부터 정확한 거리로 이격될 수 있다. 재료 (35) 는 스택된 유닛 셀들 (30) 을 함께 유지한다.

[0146] 블록 (55C) 에서, 유닛 셀들의 완성된 스택은 재료 (35) 가 경화될 때까지 함께 클램핑될 수 있다. 방법 (50) 은 유닛 셀들의 스택을 함께 압축하고/하거나 스택에서 유닛 셀들을 함께 유지하기 위해 프레임, 밴딩 (banding), 와이어들 등을 추가하는 단계를 선택적으로 포함한다.

[0147] 본 기술은 상이한 압력들에 있는 유동들 사이에서 수분을 전달하도록 작동할 수 있는 가습기들을 위한 다양한 설계들의 범위를 제공한다는 것을 상기로부터 알 수 있다. 가습기는 세퍼레이터의 양쪽 측면에 본딩된 WVT(Water Vapor Transport) 멤브레인을 갖고, 저압 유동에 대한 유동 경로를 규정할 수 있는 세퍼레이터를 각각 포함하는 유닛 셀을 함께 스택함으로써 조립될 수 있다. 직교류, 대향류 또는 공동-유동 배열들 모두가 가능하다.

[0148] 바람직한 실시예들에서, 유닛 셀들은 동일하고 대칭이다. 이러한 실시예에서, 유닛 셀이 스택에 대해 어느 한 면과 유닛 셀의 스택에 추가될 수 있기 때문에 조립이 단순화된다. 더 높은 압력 유동은 인접한 유닛 셀들 사이의 통로들을 통해 유동할 수 있다.

[0149] 유동 지오메트리는 각각의 유동에 대해 선택되거나 최적화될 수 있다.

[0150] 본 명세서에서 설명되는 장치는 다양한 방식으로 변경될 수 있다. 예를 들어, 상이한 실시예들은 다음의 단락들에서 설명된 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0151] 일부 실시예에서, 유동 필드 요소 (26A) 는 채널 (27) 이 직선이 아닌 유동 필드를 규정한다. 예를 들어, 채널 (27) 은 직선형이거나, 물결형이거나, 각지거나, 또는 세퍼레이터 (20) 의 내부 영역 (26) 내에서 다른 구성을 가질 수 있다.

[0152] 본 명세서에 설명된 가습기의 일부 실시예에서, 세퍼레이터는 프레임 측면 (24C, 24D) 의 중간점을 교차하고 세퍼레이터 (20) 의 평면에 수직인 평면에 걸쳐 대칭이다. 일부 이러한 실시예에서, 예를 들어, 인접한 세퍼레이터들 (20) 사이에 하드 스톱 분리를 유지하는 리지는 (도 1 내지 도 5 에 도시된 실시예에서와 같은 대향면들보다는) 세퍼레이터의 동일한 면 상에 제공될 수 있다. 예를 들어, 세퍼레이터들 (20) 이 스택될 때 하드 스톱을 제공하는 더 높은 리지들 (28A 및 28B) 은 둘 다 세퍼레이터들 (20) 의 동일한 면 상에 있을 수 있다. 리지 (29A 및 29B) 는 세퍼레이터 (20) 의 대향 면 상에 있을 수 있고 각각 리지 (28A 및 28B) 에 대해 오프셋될 수 있다. 도 7 은 이러한 대안적인 구성을 갖는 2개의 스택된 세퍼레이터 (20A) 의 측면도이다. 각각의 세퍼레이터 (20A) 는 유닛 셀을 형성하도록 그 상부 면 및 하부 면에 부착된 멤브레인 시트 (도 7 에 도시되지 않음) 를 가질 수 있다. 유닛 셀은 가습기 코어를 형성하도록 스택될 수 있다. 본 실시예에서, 세퍼레이터 (20A) 의 상부 면에 부착되는 멤브레인 시트의 치수는 세퍼레이터 (20A) 의 하부 면에 부착되는 멤브레인 시트의 치수와 상이할 수 있다.

[0153] 도 1 내지 도 5 에 도시된 실시예에서, 리지 (28A 및 29A) 는 세퍼레이터 (20) 의 단부 (24A) 에 대해 끼워지고, 리지 (29A 및 29B) 는 세퍼레이터 (20) 의 단부 (24B) 에 대해 끼워진다. 전술한 바와 같이, 세퍼레이터 (20) 의 단부에 대해 삽입된 리지 (28 및 29) 를 갖는 것은 유리할 수 있지만 본질적인 것은 아니다. 도 8 은 가습기 코어의 부분 측면도를 도시한다. 이 실시예에서, 인접한 유닛 셀들 사이에 하드 스톱 분리를 제공하는 리지들 (28A 및 28B) 은 각각의 세퍼레이터들 (20) 의 프레임 단부들 (24A 및 24B) 과 동일 평면에 위치된다. 인접한 유닛 셀의 정렬 및 위치설정을 용이하게 할 수 있는 리지 (29A 및 29B) 는 각각 프레임 단부 (24A 및 24B) 및 각각 리지 (28A 및 28B) 에 대해 삽입된다.

[0154] 도 9 는 그 길이와 상이한 폭을 갖는 직사각형 세퍼레이터의 예의 사시도이다. 그렇지 않으면, 도 9 에 도시된 세퍼레이터는 도 2 에 도시된 세퍼레이터와 유사하며, 유사하거나 동일한 구성요소, 파트 또는 특징부를 나타내기 위해 동일한 참조 번호가 사용된다.

[0155] 일부 실시예들에서, 세퍼레이터들은 가습기 코어의 유닛 셀들 중에 및 그 사이에서 유동들을 분배하는 포트들을 규정한다. 일부 그러한 세퍼레이터들은 스택될 때 대향류 가습기들을 제공할 수 있다. 예를 들어, 도 10 및 도 10a 는 대향류 습도 교환을 제공하기 위해 도 9 에 도시된 직사각형 세퍼레이터와 유사하게 배열된 유동 필드를 갖는 세퍼레이터 (20C) 를 도시한다. 본 명세서에 설명된 다른 실시예에서와 같이, 멤브레인 (도

10 또는 도 10a 에 도시되지 않음) 은 유동 필드의 대향 면을 커버하도록 세퍼레이터 (20C) 에 부착되어, 유닛 셀을 형성할 수 있다.

[0156] 세퍼레이터 (20C) 는 인접한 세퍼레이터 (20C) 에 인접하여 스택될 때 하드 스톱을 제공하는 주변 리지 (28D) 를 포함한다. 세퍼레이터 (20C) 는 선택적으로 주변 리지 (28D) 에 대향하는 그 면 상에 정렬 특징부를 포함할 수 있다. 정렬 특징부는 예를 들어 주변 리지 (28D) 의 내측 및/또는 외측 표면에 대해 맞물림으로써 2개의 스택된 세퍼레이터 (28D) 를 정렬할 수 있다.

[0157] 몇개의 세퍼레이터 (20D) (각각 양쪽 측면 상에 멤브레인 시트를 가짐) 가 스택될 때, 스택된 세퍼레이터의 포트 구멍 (41A, 41B, 42A 및 42B) 은 세퍼레이터의 스택을 통해 연장되는 대응하는 매니폴드를 제공하도록 정렬된다.

[0158] 포트 구멍들 (41A 및 41B) 은 인접한 유닛 셀들 사이의 공간들을 통과하는 제 1 유동을 캐리하기 위한 매니폴드들을 형성하도록 정렬되며, 각각의 유닛 셀은 멤브레인 시트들의 쌍 사이에 개재된 세퍼레이터 (20C) 를 포함한다. 포트 구멍 (42A, 42B) 은 세퍼레이터 (20C) 내의 내부 영역 (26) 에서 유동 필드를 통과하는 제 2 유동을 캐리하는 매니폴드를 형성하도록 정렬된다. 예를 들어, 제 2 유동은 정렬된 포트 구멍들 (42A) 내로 전달될 수 있고, 세퍼레이터 (20C) 에서 규정된 헤더 영역 (44A) 에 의해 내부 영역 (26) 내로 유동하고, 유동을 수집하고 유동을 포트 (42B) 로 전달하는 수집 영역 (44B) 으로 내부 영역 (26) 을 통해 통과할 수 있다. 적절한 시일 또는 개스킷이 제 1 및 제 2 유동의 분리를 유지하는데 사용될 수 있다.

# [0159] 용어 해석

[0160] 문맥상 명백하게 달리 요구하지 않는 한, 설명 및 청구항들 전체에 걸쳐:

[0161] · "포함한다 (comprise) ", "포함하는 (comprising) " 등은 배타적 또는 소모적 의미와 반대로 포괄적 의미로 해석되어야 하며; 즉, "포함하지만 이에 제한되지 않는다"는 의미로 해석되어야 한다;

[0162] · "연결된", "커플링된" 또는 이들의 임의의 변형은 둘 이상의 요소들 사이의 직접 또는 간접적인 임의의 연결 또는 커플링을 의미하고; 요소들 사이의 커플링 또는 연결은 물리적, 논리적 또는 이들의 조합일 수 있고;

[0163] · 본 원을 설명하기 위해 사용될 때, "본 명세서", "상기", "하기" 및 유사한 취지의 단어들은 본 명세서의 전체를 지칭하며, 본 명세서의 임의의 특정 부분을 지칭하지 않는다;

[0164] · 2개 이상의 항목의 목록을 참조하여, "또는"은 단어에 대한 다음의 해석들을 모두 포함한다: 목록 내의 항목들 중 임의의 것, 목록 내의 항목들 모두, 및 목록 내의 항목들의 임의의 조합;

[0165] · 단수 형태 "a", "an" 및 "the"는 또한 임의의 적절한 복수의 형태의 의미를 포함한다.

[0166] 본 설명 및 임의의 첨부된 청구항들 (존재하는 경우) 에서 사용되는 "수직", "횡방향", "수평", "상향", "하향", "상부", "하부", "전방", "후방", "내측", "외측", "좌측", "우측", "전방", "후방", "상부", "하부", "아래", "위", "아래" 등과 같은 방향들을 나타내는 단어들은 설명되고 예시된 장치의 특정 배향에 의존한다. 본 명세서에 설명된 주제는 다양한 대안적인 배향을 가질 수 있다. 따라서 이러한 방향의 용어는 엄격하게 정의되지 않으며, 좁게 해석되어서는 안 된다.

[0167] 구성요소 (예를 들어, 멤브레인, 실란트, 접착제, 조립체, 디바이스 등) 가 위에서 지칭되는 경우, 달리 지시되지 않는 한, 그 구성요소에 대한 참조 ("수단"에 대한 참조를 포함함) 는 본 발명의 예시된 예시적인 실시예에서 기능을 수행하는 개시된 구조와 구조적으로 동등하지 않은 구성요소를 포함하여, 설명된 구성요소의 기능을 수행하는 임의의 구성요소의 등가물 (즉, 기능적으로 동등함) 을 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

[0168] 시스템들, 방법들 및 장치의 특정 예들은 예시의 목적으로 본 명세서에서 설명되었다. 이들은 단지 예이다. 본 명세서에 제공된 기술은 전술한 예시적인 시스템 이외의 시스템에 적용될 수 있다. 많은 변경, 수정, 추가, 생략 및 치환이 본 발명의 실시 내에서 가능하다. 본 발명은: 특징들, 요소들 및/또는 작용들을 동등한 특징들, 요소들 및/또는 작용들로 대체하고; 상이한 실시예들로부터의 특징들, 요소들 및/또는 작용들의 혼합 및 매칭하고; 본 명세서에 설명된 바와 같은 실시예들로부터의 특징들, 요소들 및/또는 작용들을 다른 기술의 특징들, 요소들 및/또는 작용들과 조합하고; 그리고/또는 설명된 실시예들로부터의 특징들, 요소들 및/또는 작용들의 조합을 생략함으로써 획득되는 변형들을 포함하여, 당업자에게 명백할 설명된 실시예들에 대한 변형들을 포함한다.

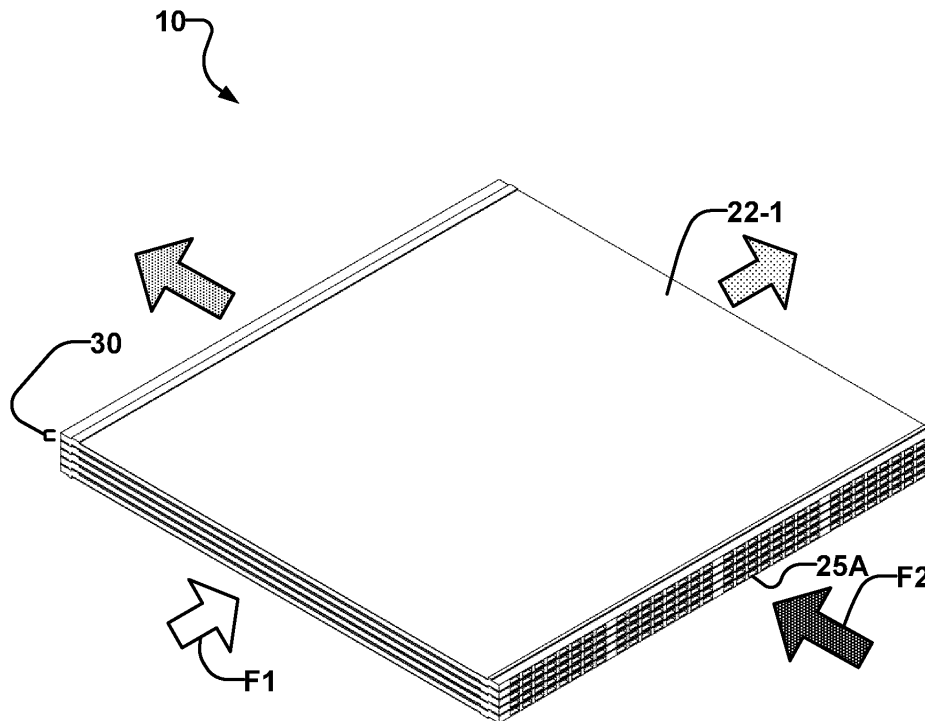
[0169] 다양한 특징들이 "일부 실시예들"에 존재하는 것으로 본 명세서에서 설명된다. 이러한 특징들은 의무적이지

않으며, 모든 실시예들에 존재하지 않을 수 있다. 본 발명의 실시예들은 0, 임의의 하나 또는 둘 이상의 이러한 특징들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 이는, 당업자가 그러한 비호환 특징들을 조합하는 실제 실시예를 구성하는 것이 불가능하다는 의미에서 그러한 특징들 중 특정한 특징들이 그러한 특징들 중 다른 특징들과 비호환성이라는 정도로만 제한된다. 결과적으로, "일부 실시예들"이 특징부 A 를 갖고 "일부 실시예들"이 특징부 B 를 갖는다는 설명은, 특징부 A 및 B 가 상이한 도면들에 관하여 설명되고/되거나 상이한 문단들 또는 상이한 문장들에서 언급되더라도 (설명에 달리 진술하거나 특징부 A 및 B 가 근본적으로 호환되지 않는 한), 본 발명자들이 특징부 A 및 B 를 조합하는 실시예들을 또한 고려한다는 명시적 표시로서 해석되어야 한다.

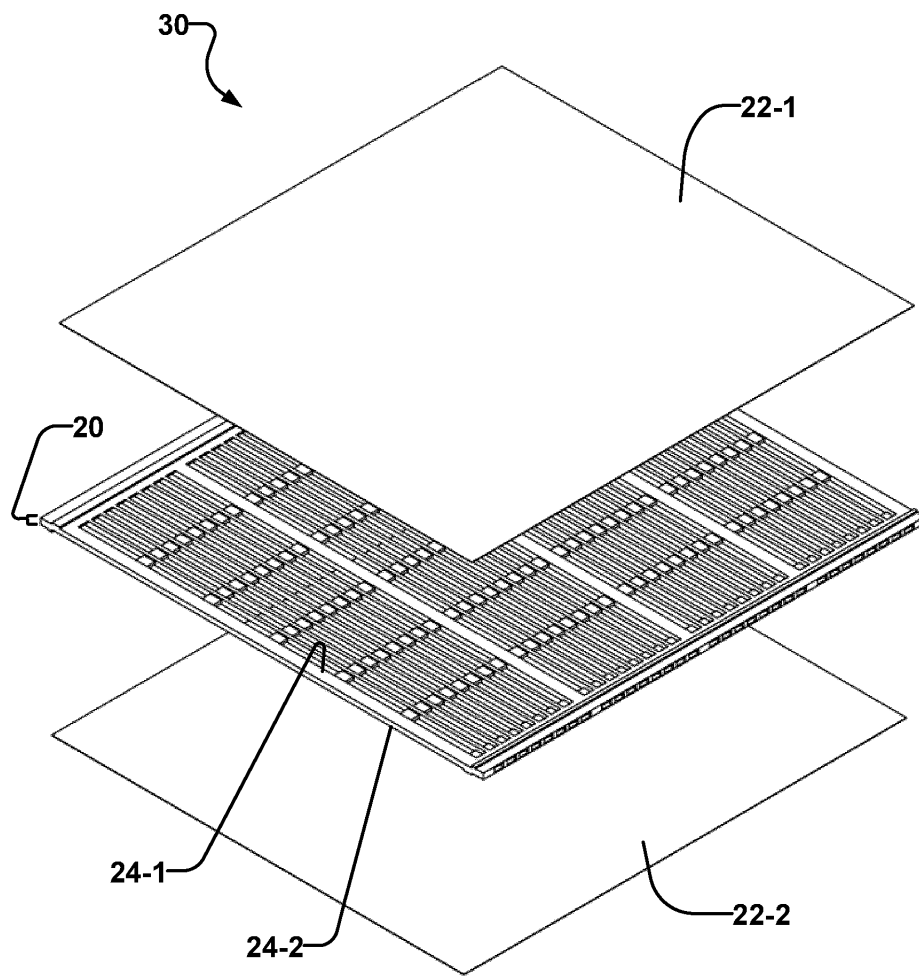
[0170] 따라서, 이하에서 소개되는 다음의 첨부된 청구항들 및 청구항들은 합리적으로 추론될 수 있는 모든 이러한 수정들, 순열들, 추가들, 생략들, 및 하위-조합들을 포함하는 것으로 해석되는 것으로 의도된다. 청구항들의 범위는 예들에 설명된 바람직한 실시예들에 의해 제한되지 않아야 하지만, 전체적으로 설명과 일치하는 가장 넓은 해석이 주어져야 한다.

## 도면

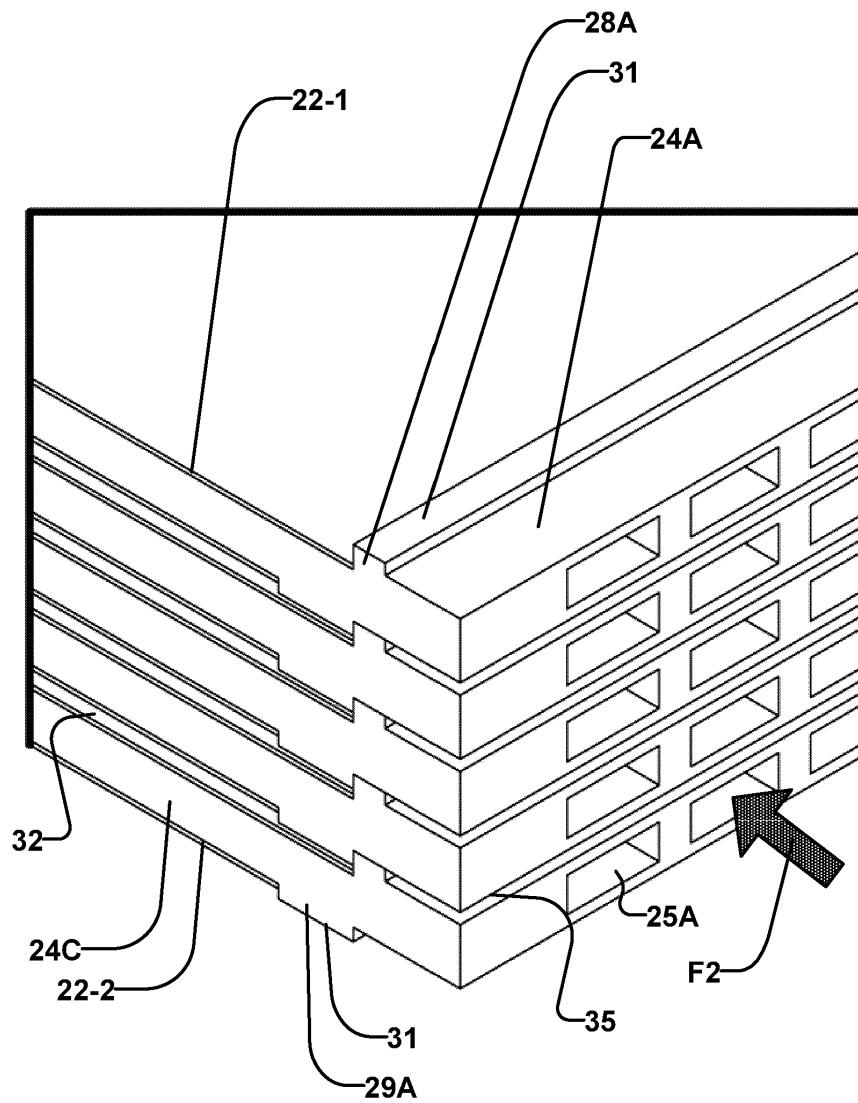
### 도면1



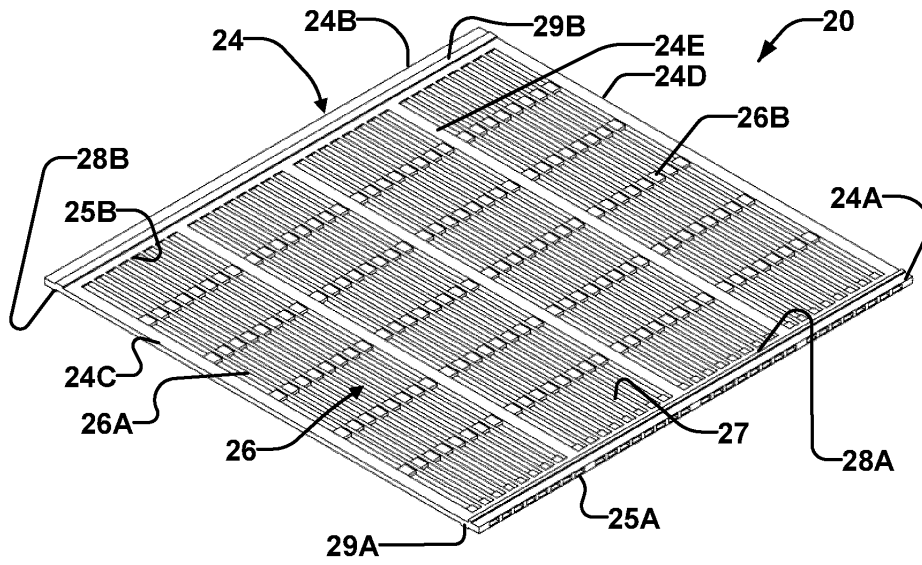
도면1a



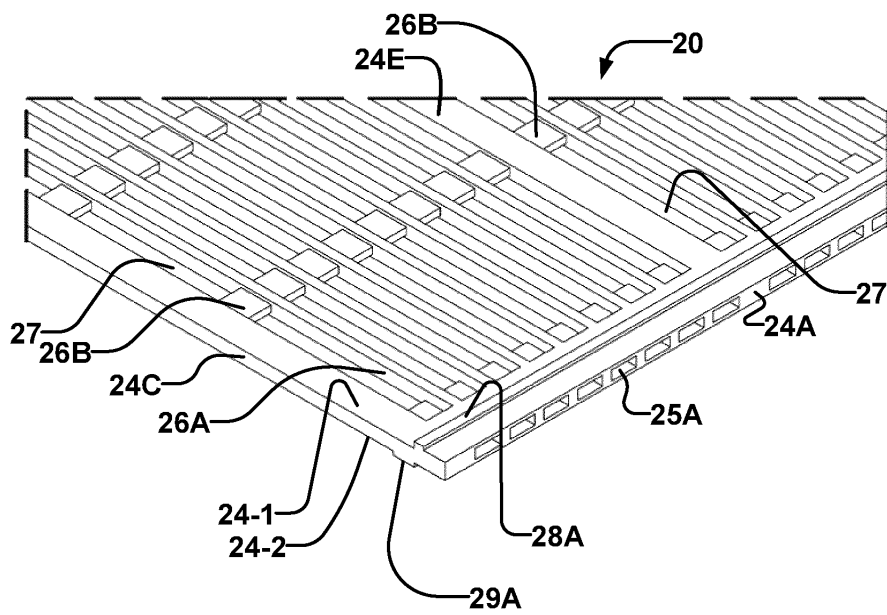
도면1b



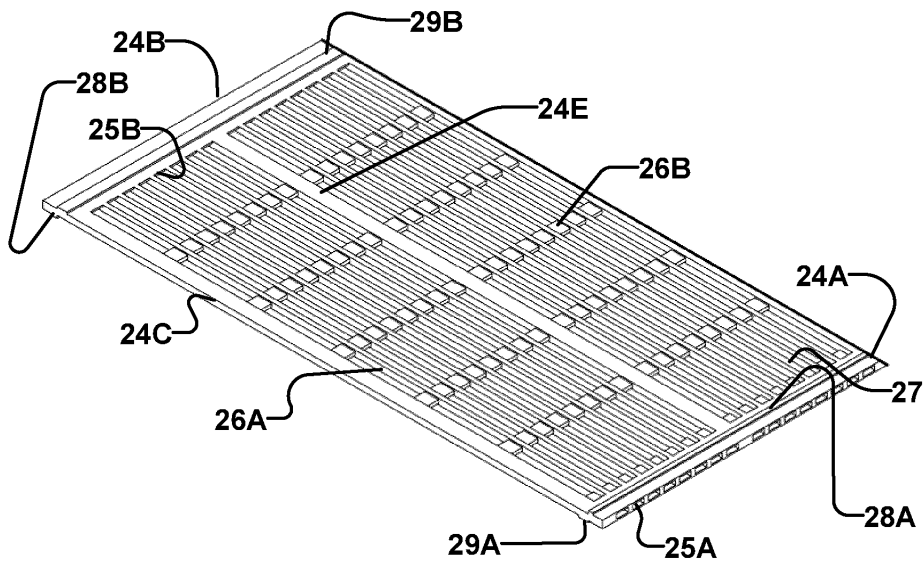
도면2



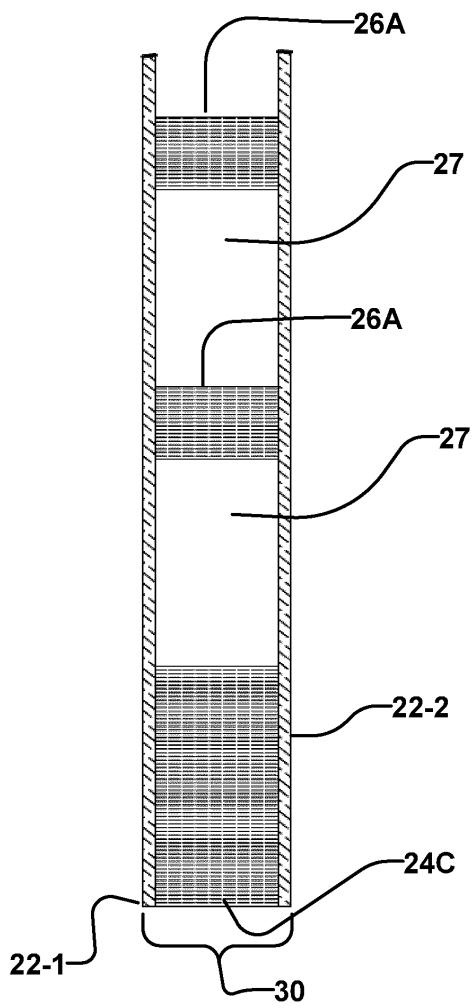
도면2a



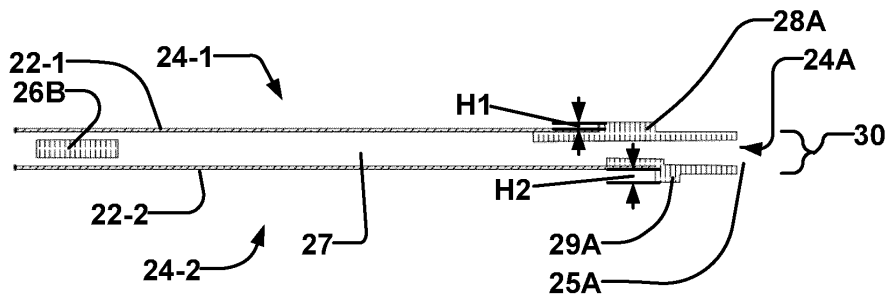
도면2b



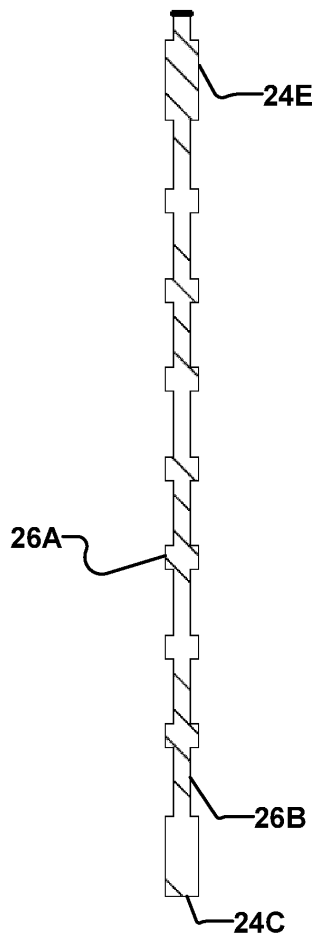
도면3a



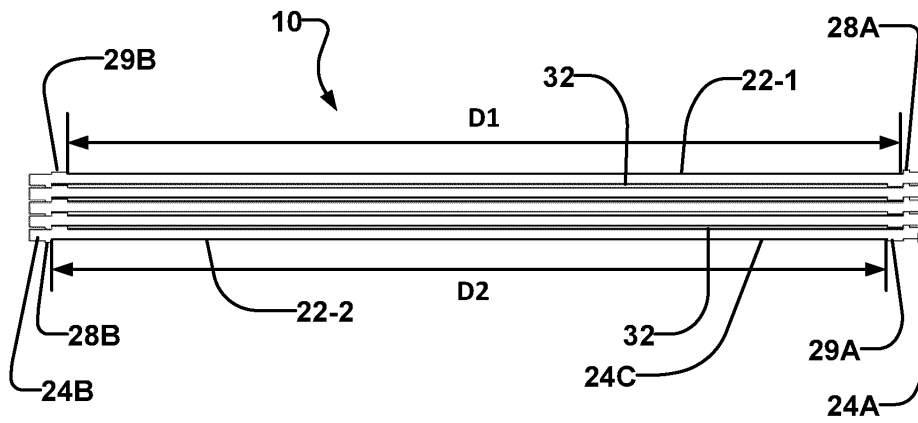
도면3b



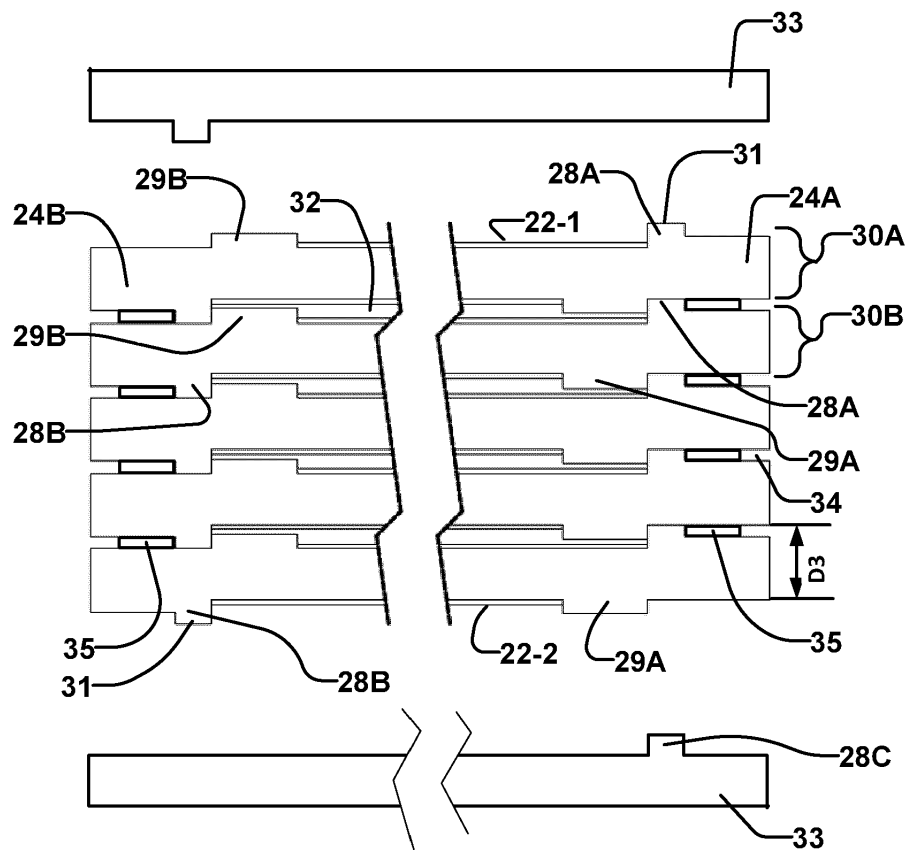
도면3c



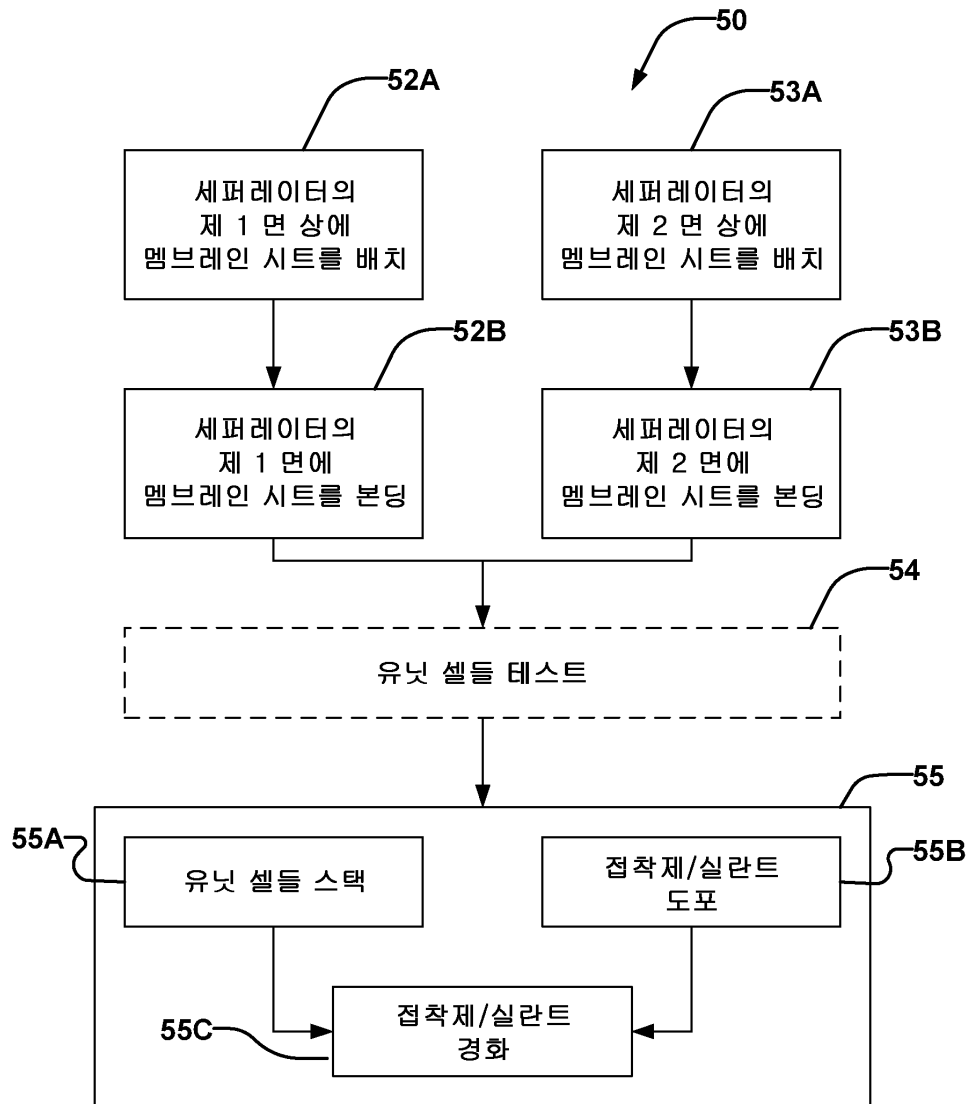
도면4



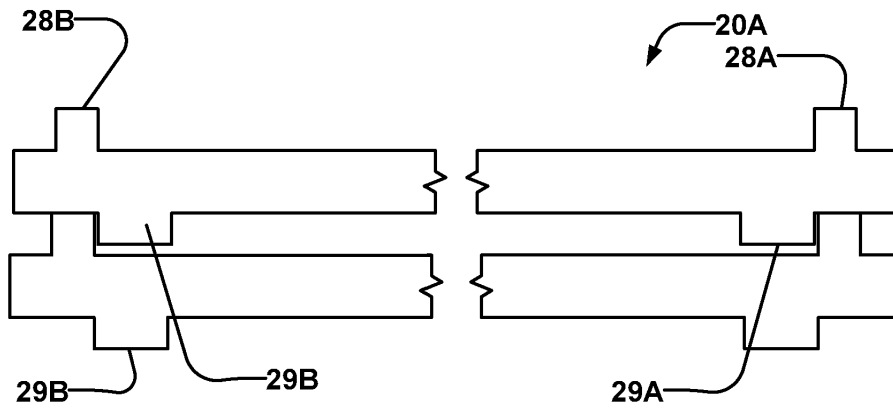
도면5



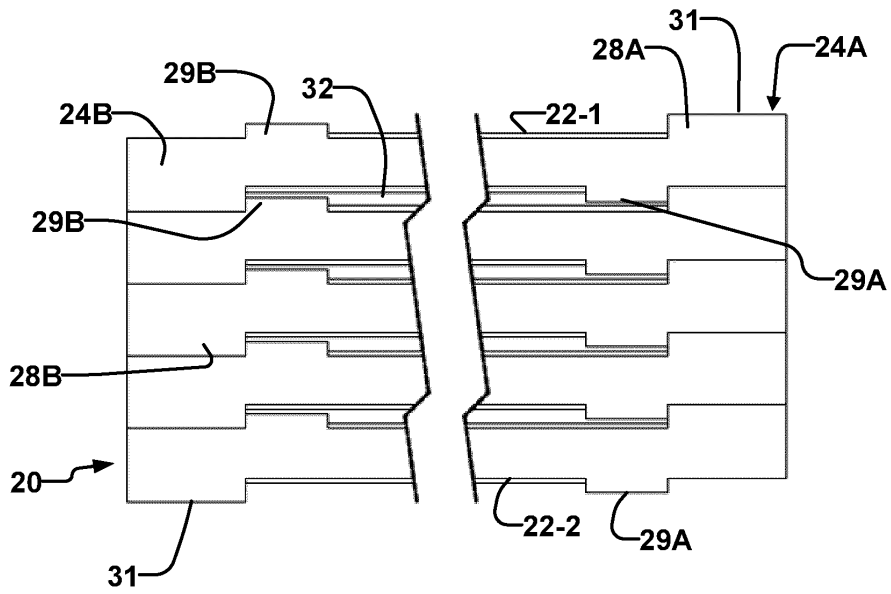
도면6



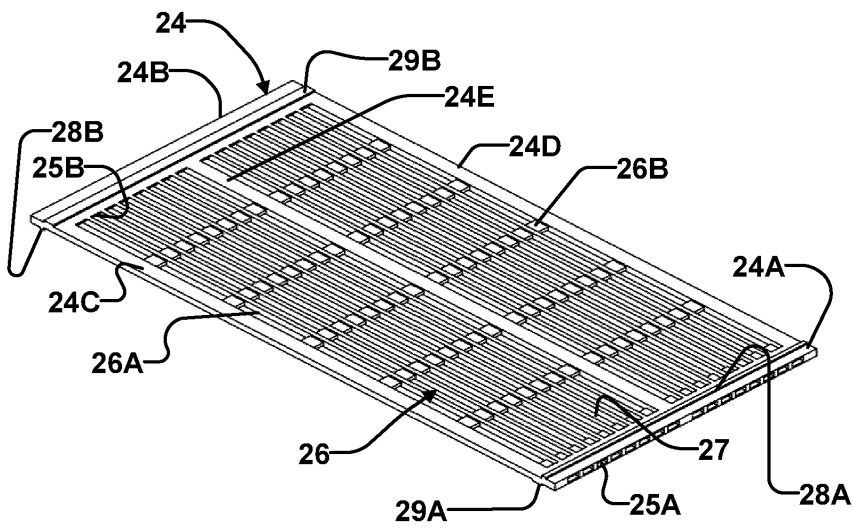
도면7



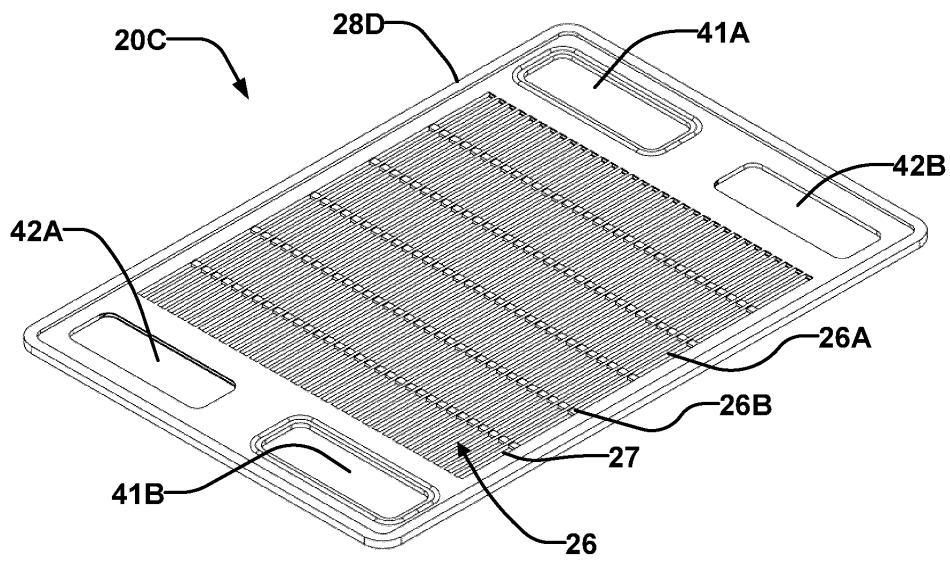
도면8



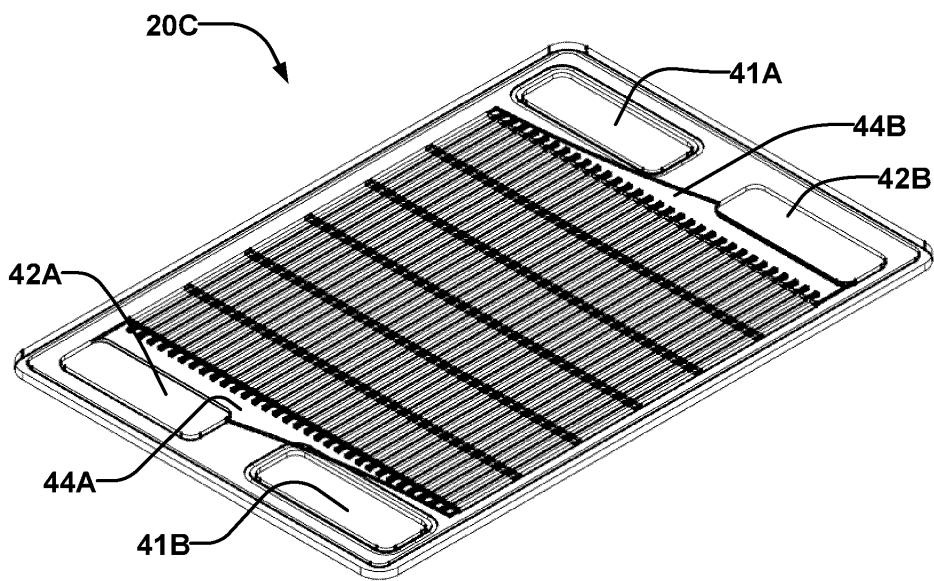
도면9



도면10



도면10a



도면11

