

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2023-0057424
(43) 공개일자 2023년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01M 8/248 (2016.01) C25B 9/70 (2021.01)
C25B 9/77 (2021.01) H01M 8/0271 (2016.01)
H01M 8/12 (2016.01) H01M 8/2483 (2016.01)

(52) CPC특허분류

H01M 8/248 (2013.01)
C25B 9/70 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2023-7010109

(22) 출원일자(국제) 2021년08월12일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2023년03월23일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2021/072533

(87) 국제공개번호 WO 2022/043087

국제공개일자 2022년03월03일

(30) 우선권주장

2013369.0 2020년08월26일 영국(GB)

2013374.0 2020년08월26일 영국(GB)

(71) 출원인

케레스 인텔렉추얼 프로퍼티 컴퍼니 리미티드

영국 웨스트 서체스 알에이치13 5피엑스 호삼 파
운드리 레인 바이킹 하우스

(72) 발명자

도만스키, 토마즈

영국 웨스트 서체스 알에이치13 5피엑스 호삼 파
운드리 레인 바이킹 하우스

해링턴, 매튜

영국 웨스트 서체스 알에이치13 5피엑스 호삼 파
운드리 레인 바이킹 하우스

(74) 대리인

특허법인 광장리앤코

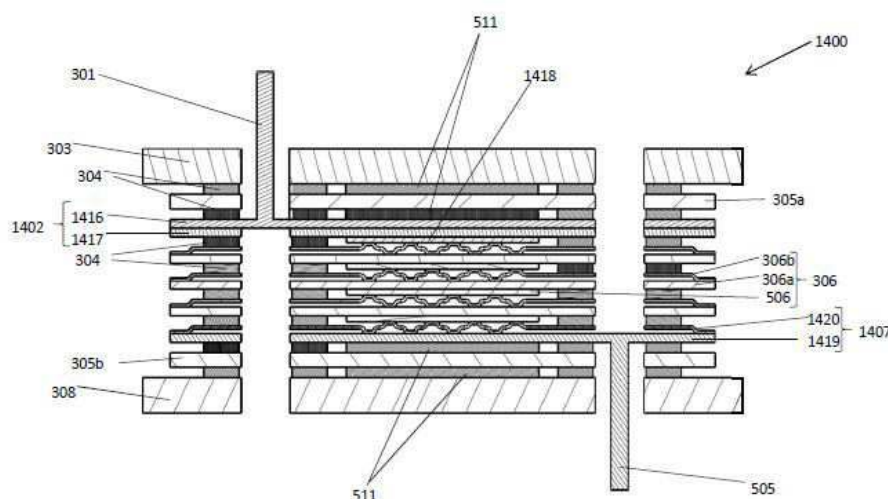
전체 청구항 수 : 총 32 항

(54) 발명의 명칭 전기화학 전지 스택

(57) 요약

전기화학 전지 조립체(1400)는 이들 사이에 평면형 전지 유닛(306) 스택 및 적어도 하나의 전기 단부판(1402, 1407)이 압축하여 배치되는, 베이스 판(308) 및 상부판(303)을 포함한다. 전기 단부판(1402, 1407)은 상이한 각각의 재료로 형성되는 제1 층(1416, 1419) 및 제2 층(1417, 1420)이 함께 영구적으로 연결되어 단일의 전도성 바디를 형성하는 2개 층 구성을 포함한다. 전기 단부판(1402, 1407)의 제1 층(1416, 1419)은 전지 조립체의 외부 전기 단자(301, 505)에 전기적으로 연결되며, 그리고 전기 단부판(1402, 1407)의 제2 층(1417, 1420)은 인접한 전지 유닛(306)과 면대면으로 맞닿으며 전기 접촉하는 제1 전기 전도성 세라믹 층(1418, 1824)이 이에 접합되는 외향 측부를 갖는다.

대표도 - 도10



(52) CPC특허분류

C25B 9/77 (2022.01)

H01M 8/0271 (2013.01)

H01M 8/2483 (2016.02)

H01M 2008/1293 (2013.01)

Y02E 60/50 (2020.08)

명세서

청구범위

청구항 1

전기화학 전지 조립체로서:

베이스 판 및 상부판 - 상기 베이스 판 및 상부판 사이에 평면형 전지 유닛 스택 및 적어도 하나의 전기 단부판이 압축하여 배치됨 - 을 포함하고,

상기 전기 단부판은 상이한 각각의 재료로 형성되는 제1 층 및 제2 층이 함께 영구적으로 연결되어 단일의 전도성 바디(conductive body)를 형성하는 2개 층 구성을 포함하고,

상기 전기 단부판의 상기 제1 층은 상기 전지 조립체의 외부 전기 단자에 전기적으로 연결되며, 그리고

상기 전기 단부판의 상기 제2 층은 인접한 전지 유닛과 면대면으로 맞닿으며 전기 접촉하는 제1 전기 전도성 세라믹 층이 이에 접합되는 외향 측부(outwardly facing side)를 갖는, 조립체.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 인접한 전지 유닛은 상기 전기 단부판의 상기 제1 전기 전도성 세라믹 층과 면대면으로 맞닿는 측부에 제2 전기 전도성 세라믹 층이 접합되며, 상기 제1 및 제2 전기 전도성 세라믹 층은 동일한 재료로 만들어지는, 조립체.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 전기 단부판의 상기 제1 전기 전도성 세라믹 층은, 상기 적어도 하나의 전기 단부판과 상기 인접한 전지 유닛 사이의 간격이 상기 스택의 잔여하는 전지 유닛들 사이의 간격과 동일하도록 두께가 선택되는, 조립체.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 스택은 전기화학 활성 전지 유닛을 포함하고, 이들 각각은 분리판 및 전지 지지 금속 기관 플레이트를 포함하는, 조립체.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 전기 단부판의 상기 제2 층은 상기 분리판과 동일한 재료로 만들어지는, 조립체.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서, 상기 전기 단부판의 상기 제2 층은 상기 분리판과 본질적으로 동일한 전피겨레이션을 갖는, 조립체.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전기 단부판의 상기 제2 층은 상기 인접한 전지 유닛에 맞닿도록 외곽으로 연장되는 일련의 돌출부를 갖는 3D 윤곽 구성을 갖고, 돌출부에 걸쳐 상기 제1 전기 전도성 세라믹 층이 이에 접합되는 불연속층으로서 연장되는, 조립체.

청구항 8

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 전기 전도성 세라믹 층은, 상기 제1 전기 전도성 세라믹 층과 면대면으로 맞닿는 상기 인접한 전지 유닛의 금속 기관 플레이트에 접합된 제2 전기 전도성 세라믹 층과 동일한 재료로 만들어지는, 조립체.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 인접한 전지 유닛은 전기화학적으로 활성이고, 상기 제2 전기 전도성 세라믹 층은 상기 인접한 전지 유닛의 상기 금속 기판 플레이트에 접합된 전기화학 활성 전지 층의 최외측 전극 층을 포함하는, 조립체.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 인접한 전지 유닛은 전기화학적으로 비활성이고, 상기 제2 전기 전도성 세라믹 층은 상기 인접한 전지 유닛의 상기 금속 기판 플레이트에 접합된 전극 재료층인, 조립체.

청구항 11

제4항에 있어서, 상기 전기 단부판의 상기 제2 층은 상기 전지 지지 금속 기판 플레이트와 동일한 재료로 만들어지는, 조립체.

청구항 12

제4항 또는 제11항에 있어서, 상기 전기 단부판의 상기 제2 층은 상기 전지 지지 금속 기판 플레이트와 본질적으로 동일한 전피겨레이션을 갖는, 조립체.

청구항 13

제1항 내지 제4항 또는 제11항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전기 단부판의 상기 제2 층은 이에 접합되는 연속층을 포함하는 상기 제1 전기 전도성 세라믹 층과 함께 평탄한 외향 측부를 갖는, 조립체.

청구항 14

제4항 또는 제11항 내지 제13항에 있어서, 상기 제1 전기 전도성 세라믹 층은, 상기 제1 전기 전도성 세라믹 층과 면대면으로 맞닿는 상기 인접한 전지 유닛의 분리판에 접합된 제2 전기 전도성 세라믹 층과 동일한 재료로 만들어지는, 조립체.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 제5항 내지 제10항 중 어느 한 항에서 규정된 상기 스택의 일 단부에서의 제1 전기 단부판 및 제11항 내지 제14항 중 어느 한 항에서 규정된 상기 스택의 다른 한쪽 단부에서의 제2 전기 단부판을 모두 포함하는, 조립체.

청구항 16

전기화학 전지 조립체로서:

베이스 판 및 상부판 - 상기 베이스 판 및 상부판 사이에 작용하는 압축 수단에 의해 상기 베이스 판 및 상부판 사이에 평면형 전지 유닛 스택 및 적어도 하나의 양 및 적어도 하나의 음의 전기 단부판이 압축하여 배치됨 - 을 포함하고,

상기 전기 단부판 중 적어도 하나는, 상기 적어도 하나의 전기 단부판의 베이스 부분으로부터 연장되고 상기 베이스 판 및 상부판 중 하나의 개구를 통과하여 전기 단자를 형성하는 전기 스테드에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하고; 그리고

상기 개구를 통한 유체의 손실을 방지하기 위해, 유체 밀봉이 상기 압축 수단에 의해 상기 베이스 부분과 상기 베이스 판 및 상부판 중 상기 각각의 것 사이에서 유지되는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 베이스 판 및 상부판 각각은, 상기 평면형 전지 유닛 스택의 상기 각각의 단부와 상기 각각의 베이스 판 및 상부판 사이에 제공되는 절연층에 의해 상기 평면형 전지 유닛 스택으로부터 개별적으로 전기 절연되는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 18

제16항 또는 제17항에 있어서,

그의 베이스 부분으로부터 연장되고 상기 베이스 판 및 상부판 중 하나의 제1 개구를 통과하여 양의 전기 단자를 형성하는 양의 전기 스테드에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하는 적어도 하나의 양의 전기 단부판; 및

그의 베이스 부분으로부터 연장되고 상기 베이스 판 및 상부판 중 하나의 제2 개구를 통과하여 음의 전기 단자를 형성하는 음의 전기 스테드에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하는 적어도 하나의 음의 전기 단부판;

을 포함하고,

각각의 개구를 통한 유체의 손실을 방지하기 위해, 유체 밀봉이 상기 압축 수단에 의해 각 베이스 부분과 상기 베이스 판 및 상부판 중 상기 각각의 것 사이에서 유지되는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 양의 전기 스테드는 상기 상부판 및 상기 베이스 판 중 하나의 상기 제1 개구를 통과하고, 상기 음의 전기 스테드는 상기 제2 개구를 통과하며, 이는 상기 상부판 및 베이스 판 중 다른 한쪽에 있는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 20

제18항에 있어서, 상기 양의 전기 스테드 및 상기 음의 전기 스테드는 모두 상기 베이스 판 또는 상기 상부판 중 어느 하나에서 그 각각의 제1 및 제2 개구를 통과하는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 양 및 음의 전기 스테드 중 하나는 버스 바에 의해 해당 스테드와 동일한 극성의 추가 전기 단부판에 전기적으로 연결되고, 선택적으로, 상기 버스 바에 대한 상기 연결은 상기 버스 바 및 상기 연결된 전기 단부판보다 더 가요성인 적어도 하나의 탭(tab)을 통해 이루어지는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 22

제16항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 평면형 전지 유닛 스택의 전지 유닛에는 적어도 하나의 포트가 제공되고 전지 유닛이 층층이 스택되어, 상기 각각의 포트가 정렬되어 상기 스택을 통해 연장되는 각각의 내부 매니폴드를 형성하도록 하며, 그 각각의 개구를 통해 연장되는 상기 전기 스테드는 또한 상기 각각의 내부 매니폴드와 정렬되어, 상기 각각의 내부 매니폴드를 밀봉하기 위해 상기 압축 수단에 의해 가해지는 상기 압축력이 또한 상기 각각의 개구를 밀봉하기 위해 작용하도록 하는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 각각의 전기 단부판의 상기 베이스 부분은 상기 각각의 내부 매니폴드를 가로질러 연장되어 이를 차단하는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 24

제22항 또는 제23항에 있어서, 상기 조립체는:

상기 스택을 통해 연장되는 각각의 제1 및 제2 내부 매니폴드; 및

상기 음의 전기 단부판에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하고 상기 각각의 제1 내부 매니폴드와 정렬되는 음의 전기 스테드; 및

상기 양의 전기 단부판에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하고 상기 각각의 제2 내부 매니폴드와 정렬되는 양의 전기 스테드

를 포함하는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 음 및 양의 전기 스테드 모두는 상기 베이스 판 또는 상기 상부판 중 어느 하나의 그 각각의 개구를 통과하고, 상기 음 및 양의 전기 스테드 중 하나는 버스 바에 의해 추가 전기 단부판에 전기적으로

연결되는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 제1 및 제2 내부 매니폴드를 포함하는 제1 유체 블록은 상기 베이스 판 및 상부판의 다른 한쪽에 있는 각각의 유체 입구 및 출구 개구에 의해 공급 및 배출되는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 27

제24항에 있어서, 상기 음 및 양의 전기 스테드 모두는 상기 베이스 판 또는 상기 상부판 중 어느 하나에서 각각의 개구를 통과하고, 상기 전기 스테드 중 하나는 또한 다른 한쪽의 스테드에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하는 상기 전기 단부판에 제공되는 개구를 통과하는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 28

제16항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 양 및 음의 전기 단부판 중 적어도 하나는 상기 스택 내에서 제1 유체 블록 및 제2 유체 블록을 분리하는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 29

제16항 내지 제28항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압축 수단은 상기 베이스 판과 상기 상부판 사이에 인장되어 부착되는 스커트(skirt)를 포함하고, 스커트는 적어도 상기 평면형 전지 유닛 스택을 밀폐하는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 30

전기화학 전지 조립체로서,

베이스 판 및 상부판 - 상기 베이스 판 및 상부판 사이에 작용하는 압축 수단에 의해 상기 베이스 판 및 상부판 사이에 평면형 전지 유닛 스택 및 적어도 하나의 양의 전기 단부판 및 적어도 하나의 음의 전기 단부판이 압축하여 배치됨 - 을 포함하고,

적어도 하나의 전기 단부판은 스테드 베이스 부분으로부터 연장되는 전기 스테드에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하고,

상기 전기 스테드는 상기 베이스 판 및 상부판 중 하나의 개구를 통과하여 전기 단자를 형성하고,

상기 전지 유닛 각각에는 적어도 하나의 포트가 제공되고 상기 전지 유닛이 층층이 스택되어, 상기 각각의 포트가 정렬되어 상기 스택을 통해 연장되는 각각의 내부 매니폴드를 형성하도록 하며, 그리고

상기 각각의 개구를 통해 연장되는 상기 전기 스테드가 또한 상기 각각의 내부 매니폴드와 정렬되어, 상기 각각의 내부 매니폴드를 밀봉하기 위해 상기 압축 수단에 의해 가해지는 상기 압축력이 또한 상기 개구를 밀봉하기 위해 작용하도록 하는, 전기화학 전지 조립체.

청구항 31

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 외부 전기 단자의 일부는 상기 베이스 판 및 상부판 중 하나의 개구를 통해 연장되어 상기 전기 단부판의 상기 제1 층에 전기적으로 연결되고, 선택적으로, 상기 전기 단부판은 제16항 내지 제30항 중 어느 한 항에 명시된 바와 같은, 조립체.

청구항 32

전술한 청구항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전기화학 전지는 평면, 고체 산화물, 연료 전지 또는 전해조 전지 유닛을 포함하는, 조립체.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 전기화학 전지 스택, 특히 연료 전지 스택 및 전해조 전지 스택, 및 이들의 전기 단부판의 설계에 관한 것이다. 본 발명의 전지 스택은 고체 산화물, 고분자 전해질막 및 용융 탄산염 유형의 전지를 포함한다.

[0001]

본 발명은 보다 구체적으로 고체 산화물 연료 전지(SOFC) 및 고체 산화물 전해조 전지(SOEC) 스택에 관한 것이며, 이들은 금속 지지 고체 산화물 연료 전지(MS-SOFC) 또는 전해조 전지 스택(MS-SOEC)을 포함할 수 있다.

배경 기술

- [0002] 일부 연료 전지 유닛은 연료를 산화시켜 전기를 생성하는 전기화학 변환 프로세스를 사용하여 전기를 생성할 수 있다. 일부 연료 전지 유닛은 또한, 예를 들어 물로부터 수소와 산소를 분리하거나 이산화탄소로부터 일산화탄소와 산소를 분리하기 위해 보통은 전해조 연료 전지 유닛으로 알려진 재생 연료 전지(또는 역 연료 전지) 유닛으로 작동하거나 대신 작동할 수 있다. 이는 컨피게레이션에서 관형 또는 평면형일 수 있다. 평면형 연료 전지 유닛은 예를 들어, 스택에 100 내지 200개의 연료 전지 유닛들이 스택 배열로 서로 중첩하여 배열될 수 있으며, 개별 연료 전지 유닛은 전기적으로 직렬로 배열된다.
- [0003] 전기를 생성하는 고체 산화물 연료 전지(SOFC)는, 전해질의 양측에 위치한 캐소드로부터 애노드로 음의 산소 이온을 전도하는 고체 산화물 전해질에 기초한다. 이를 위해, 연료 또는 리포밍된(reformed) 연료가 애노드(연료 전극)와 접촉하고 공기 또는 산소 농후(rich) 유체와 같은 산화제가 캐소드(공기 전극)와 접촉한다. 전통적인 세라믹 지지(예컨대, 애노드 지지) SOFC는 기계적 강도가 낮고 파손에 취약하다. 따라서, 최근에는 활성 연료 전지 구성요소 층이 금속 기판에 지지되는 금속 지지 SOFC가 개발되었다. 이러한 전지에서, 세라믹 층은 전기화학 기능만을 수행하기 때문에 매우 얇을 수 있으며: 즉, 세라믹 층은 자체 지지가 아니라 금속 기판에 놓여져 이에 의해 담지(supported)되는 얇은 코팅/필름이다. 이러한 금속 지지 SOFC 스택은 보다 견고하고 저렴하며 세라믹 지지 SOFC보다 양호한 열적 특성을 가지며 전통적인 금속 용접 기법을 사용하여 제조될 수 있다.
- [0004] 고체 산화물 전해조 전지(SOEC)는 SOFC와 동일한 구조를 가질 수 있지만 본질적으로 SOFC는, 전기 에너지를 입력하고 고체 산화물 전해질을 사용함으로써 물 및/또는 이산화탄소의 전기 분해를 달성하여 수소 가스 및/또는 일산화탄소 및 산소를 생성하기 위해 역으로 또는 재생 모드로 작동한다.
- [0005] 본 발명은 반복되는 전기화학 전지 유닛 스택에 관한 것이며 그들의 전기 단부판(전력 인출(power take-off) 또는 전달)의 설계에 관한 것이다. 따라서 예를 들어, 고체 산화물 전해질, 고분자 전해질막 또는 용융 전해질에 기초하는 다양한 유형의 연료 및 전해조 전지에 적용 가능하다. 편의상 "전지 유닛"은 연료 또는 전해조 전지 유닛을 포함하는 "전기화학 전지 유닛"을 지칭하는 데 사용된다.
- [0006] 연료 전지(또는 전해조 전지에 대한 입력)에 의해 생성된 전기 에너지는 전지 유닛 스택을 통해 전이될 수 있으며 (반대의 전기 극성의) 2개의 전기 스테드 및 스테드와 스택의 단부 사이에 전기 접촉을 이루는 연관된 전기 단부판을 사용하여 스택으로부터(또는 스택으로) 전이될 수 있다. 전기 스테드 및 전기 단부판은 양 및 음의 "전력 인출부"로도 지칭될 수 있으며, 이 용어는 전력이 (연료 전지의 경우) 인출되는지 또는 (전해조 전지의 경우) 전달되는지의 여부와는 무관하게 편의상 사용된다.
- [0007] 스택은 통상적으로 유체 볼륨을 형성하고 이로 인해 스택에서 사용하거나 스택으로부터 배출하기 위한 유체(연료 또는 공기 및/또는 배기 가스) 중 하나를 보유하기 위해 용기에서 밀폐된다. 전기 스테드는 통상적으로 스택과 스택 외부의 부하 또는 소스 사이에서 전기 에너지가 전이되는 것을 허용하기 위해 용기를 통과(외부 연결을 위해 용기의 개구를 통과하는 전기 스테드 또는 볼트, 용기 외부의 스테드 (원위) 부분은 단자를 형성할 수 있음)한다. 일반적으로 용기에 의해 밀폐되는 유체 볼륨의 무결성을 유지하기 위해 전력 인출부와 용기 사이에 유체 밀봉이 유지될 것이 요구된다. 연료 전지(예를 들어, SOFC) 시스템으로서, 전지 스택이 450 내지 650℃ 범위에서 작동하는 연료 전지(예를 들어, 중간 온도 고체 산화물 연료 전지 IT-SOFC) 시스템을 작동하는 것은, 유체 밀봉을 유지하면서 스택으로/스택으로부터 전기 에너지를 전이하는 데 발견되는 일련의 해결하기 곤란한 기술적 과제를 가져온다.
- [0008] JPH05326000 A는 자체 지지 전기화학 활성 연료 전지 층을 갖는 연료 전지 스택에 관한 것이다. 집전판은 연료 전지 스택의 각 단부에 배치되며 전기 단부판으로서 기능을 한다. 집전판은 금속판(SUS 310)에 언더코트(undercoat) 및 세라믹을 적층시킨다. 언더코트 및 세라믹은 스프레이됨으로써 금속판에 증착된다. JPH05326000 A는 어떠한 전기 스테드도 개시하지 않으며, 스택과 집전판이 밀폐되는 용기가 존재하는지의 여부도 개시하지 않는다. 따라서 JPH05326000 A는 전력 인출부와 용기 사이의 유체 밀봉을 유지하면서 스택으로부터 전기 에너지를 전이하는 방법을 다루지 않는다.
- [0009] US 2016/102410 A1은 자체 지지 MEA 전지 유닛을 포함하는 스택과 단부판 사이에 스택 커버 판을 위치시킨 연료 전지 시스템에 관한 것이다. 스택 커버 판은 접촉판과 세퍼레이터 하프 판(separator half plate)의 2층의 구성을 가지며, 양쪽 모두 스테인리스 스틸로 형성된다. 스택과 시스템 외부 사이에 연결을 제공하기 위해 플라

스틱 단부판을 통과하는 전도체가 접촉판에 제공된다. 단부판과 스택 커버 판에는 또한 가스 또는 냉각수 전달을 위한 채널이 제공된다. 단부판에서 링 형상의 리세스(recess)가 채널을 둘러싸며 밀봉 링이 그 내부에 제공된다. 압축되지 않은 상태에서 밀봉 링은 단부판 너머로 돌출된다. 스택킹 방향으로의 압축은 단부판 및 접촉판이 서로 터치하도록 밀봉 링을 압축하는 데 사용된다.

[0010] 도 1은 US 2001/0046619 A1으로부터 가져온 것이다. 도 1은 하우징(23) 내에 밀폐되는 연료 전지 스택(20)을 도시한다. 내부 입구 매니폴드(6)는 연료 스트림(4)의 전달을 제공하고, 내부 출구 매니폴드(7)는 연료 스트림(4)의 제거를 제공한다. 외부 매니폴드(9)는 입구 챔버(41)로의 산화제 스트림(3)의 전달을 제공하고 외부 매니폴드(8)는 출구 챔버(33)로부터 산화제 스트림(3)의 제거를 제공한다. 연료 전지 스택(20)의 음극(30) 또는 애노드 단부는 유전체 스페이서(dielectric spacer)(31)에 의해 하우징(23)으로부터 분리된다. 전력 인출 단자(32)는 연료 전지 스택(30) 아래부터 연장되어 하우징(23)의 출구 챔버(33)로 연장된다. 전기 전도성 버스 바(busbar)(34)는 하우징(23) 외부의 전력 인출 단자(32)에 인접하여 위치된다. 유전체 스페이서(35)는 버스 바(34)와 하우징(23) 사이에 배치된다. 전기 전도성 패스너(fastener)(36)는 하우징(23)에 형성된 애퍼처(37)를 통해 전력 인출 단자(32)를 버스 바(34)에 연결한다. 유전체 스페이서(38)는 하우징(23)을 통해 연장되는 애퍼처(37)의 표면으로부터 패스너(36)를 절연시킨다. 연료 전지 스택(20)의 양극(21) 또는 캐소드 단부는 하우징(23)과 긴밀한 전기 접촉 상태에 있다. 전기 전도성 버스 바(39)는 하우징(23) 외부에 위치되고 전기 전도성 패스너(40)를 통해 하우징(23)에 부착된다. 연료 전지 스택(20) 내에서 생성된 전기는 전력 인출 단자(32) 및 버스 바(34)를 통해 연료 전지 스택(20)의 음극(30)으로부터 외부 전기 회로로 흘러 전자 제품 또는 기계에 전력을 공급할 수 있다. 전류는 버스 바(39) 및 하우징(23)을 통해 연료 전지 스택(20)의 양극(21)으로 복귀할 수 있다.

[0011] US 2001/0046619 A1에서, 전기 전도성 패스너(36, 40)는 하우징(23)을 밀봉(그리고 따라서 챔버(33)의 유체 볼륨을 유지)하기 위해 인장 하에 있으며, 밀봉은 유전체 스페이서(38), 예를 들어 세라믹 판을 통해 유지될 수 있다.

[0012] 도 2는 WO 2007/001189 A1으로부터 가져온 것이다. 도 2는 벽(45) 및 제1 단부판(42) 및 제2 단부판(48)을 포함하는 하우징을 도시하는 도면이다. 연료 전지 스택(3)은 단부판(42 및 48) 사이에서 압축된다. 단부판(42)은 전기 단부판으로서도 기능하며 전기 단부 볼트(50)에 연결된다. 전지 스택(43)은 상기 전기 단부판(42)과 제2 전기 단부판(46) 사이에 배열된다. 전기 단부판(46)은 전기 볼트(51)에 연결되고 하우징에 삽입되며 하우징으로부터 전기적으로 절연된다. 절연은 볼트(51)와 단부판(48) 사이의 절연 링(49) 및 전기 절연 탄성 패드(47)에 의해 달성된다. 탄성 패드(47)는 전기 단부판(46)과 단부판(48) 사이에 배치된다. 볼트(50 및 51)는 WO 2007/001189 A1에서 "전기 볼트"로서 기술되고, 따라서 스택(43)으로부터 전력을 인출하는 기능도 한다. 탄성 패드(47)는 전기 볼트(51) 주변에 밀봉을 제공하고 전기 단부판(46)을 (단부판(48) 및 벽(45)을 포함하는) 하우징으로부터 절연시킨다. 전기 볼트(50)는 단부판(42), 벽(45) 및 단부판(48)과 전기 접촉하는 전력 인출부이다. 전기 볼트(51)(볼트(421)와 반대 극성이므로 또한 42, 45 및 48) 사이의 전위차는 전지 스택(43)을 가로지르는 전위차와 동일하다. 따라서, 단부판(48)과 전기 볼트(51) 사이에 전기 스파크 및 단락의 높은 가능성이 존재한다.

[0013] 공간(44)은 WO 2007/001189 A1에 "보이드 공간(void-space)"으로 기술된다. WO 2007/001189 A1은 스택(43)이 어떻게 압축되는지, 연료 및 산화제(및 각각의 배출) 볼륨이 어떻게 분리되는지, 이러한 볼륨이 외부 커넥터와 어떻게 연통하는지 설명하지 않는다.

[0014] US 2001/0046619 A1의 배열에서, 전력 인출을 위한 서브조립체는 밀봉을 유지하고 이로 인한 유체 볼륨을 규정하기 위해 인장 하에 있다. 중간 온도 고체 산화물 연료 전지를 포함하는 전기화학 전지는 상대적으로 고온에서 작동하고, 그러한 온도에서 밀봉을 유지하기 위해서는 일반적으로 세라믹 밀봉을 요구하며, 이는 그 자체로 효과적이기 위해 높은 압축 부하를 요구한다. 이러한 환경에서 높은 압축 부하를 유지하는 것은 곤란하며 크리프(creep)에 내성을 갖는 인코넬(Inconel)과 같은 고가의 재료로 제조되는 인장 하의 구성요소를 요구한다. 이러한 부분에서의 크리프는 압축 부하를 감소시키며 (구성요소 사이의 밀봉에 요구되는 최소 압축력 미만으로 감소하거나 크리프의 영향을 받는 구성요소의 치명적인 장애 중 어느 하나로 인한) 밀봉 손실을 통해 전기화학 전지 시스템의 장애를 초래한다. WO 2007/001189 A1에 기술되는 전기화학 전지에 대하여 유사한 단점이 명백히 존재한다.

[0015] 본 발명은 종래 기술의 단점 중 적어도 하나를 해결, 극복 또는 완화하고자 한다.

발명의 내용

- [0016] 제1 측면에서, 전기화학 전지 조립체로서:
- [0017] 베이스 판과 상부판 사이에 작용하는 압축 수단에 의해 이들 사이에 평면형 전지 유닛 스택 및 적어도 하나의 양 및 적어도 하나의 음의 전기 단부판이 압축하여 배치되는, 베이스 판 및 상부판;
- [0018] 을 포함하고,
- [0019] 전기 단부판 중 적어도 하나는, 적어도 하나의 전기 단부판의 베이스 부분으로부터 연장되고 베이스 판 및 상부판 중 하나의 개구를 통과하여 전기 단자를 형성하는 전기 스테르드에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하고; 그리고
- [0020] 개구를 통한 유체의 손실을 방지하기 위해, 유체 밀봉이 압축 수단에 의해 베이스 부분과 베이스 판 및 상부판 중 각각의 것 사이에서 유지되는, 전기화학 전지 조립체가 제공된다.
- [0021] 접근성을 위해 전기화학 전지 조립체 외부에 위치되는 전기 단자는 조립체에 개구를 요구한다. 그러나 조립체 내의 유체가 개구를 통해 손실되어서는 안 된다. 개구를 밀봉하기 위한 종래 기술의 해결방안은 빈번히 크리프의 영향을 받아 밀봉을 약화시키고 시스템 장애를 초래한다. 본 청구범위의 전기화학 전지 조립체는 평면형 전지 유닛 스택에서 압축을 유지하기 위해 사용되는 압축 수단을 유리하게 사용하여 (베이스 부분에 대한 압축 수단의 작용을 통해) 개구를 밀봉한다.
- [0022] 바람직하게는, 전기 단부판 및 각각의 전기 스테르드는 용접에 의해 연결되는 별개의 구성요소이다. 대안적으로, 전기 단부판 및 각각의 전기 스테르드는 통합형일 수 있거나, 전기 단부판을 완전히 관통하지 않는 전기 단부판의 스레드형(threaded) 리세스에 전기 스테르드를 나사 고정시킴으로써 연결된 별개의 구성요소(후자의 경우, 전기 스테르드는 제자리에 용접될 수 있음)일 수 있다. 스테르드와 전기 단부판이 함께 조이닝된(joined) 별개의 구성요소인 경우, 베이스 부분은 두 구성요소 중 어느 하나의 일부일 수 있다.
- [0023] 상부판 및 베이스 판은 스택 외부에 위치하며 이들 사이에 압축이 가해지는 판을 지칭하는 데 사용된다. "상부판" 및 "베이스 판"이라는 명칭은 단지 편의를 위해 사용되는 것으로, 상호 교환될 수 있으며 조립체의 배향을 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 압축 수단은 예를 들어, 압축판 또는 스커트와 같이 이들 판 사이(즉, 이의 내부에 배치됨)에 (예컨대, 인장하여) 연결될 수 있거나, 압축 수단은 서로를 향해 판을 그리핑(gripping)하고 압축하는 전통적인 압축 볼트 및 패스너를 포함할 수 있다.
- [0024] 양 및 음의 전기 단부판은 평면형 전지 유닛 스택의 대향 단부와 전기 접촉할 수 있다. 전기 스테르드는 각각의 전기 단부판과 전기 접촉할 수 있다. 양 및 음의 전기 단부판 각각과 전기 접촉하는 하나 이상의 전기 스테르드가 있을 수 있다. (전기 단부판으로부터 떨어진) 스테르드의 원위 단부는 전기 단자로서 지칭될 수 있으며, 단자는 스테르드(및 이로 인한 스택)가 외부 연결을 제공하는 곳이다. 전기 스테르드는 전기화학 전지 조립체가 연료 전지로서 작동될 때, 평면형 전지 유닛 스택 밖으로 전력을 전달하기 위한 전력 인출 스테르드로서 지칭될 수 있다. 전기 스테르드는 전기화학 전지 조립체가 전해조 전지로서 작동될 때, 평면형 전지 유닛 스택에 전력을 전달하기 위한 전력 공급 스테르드로서 지칭될 수 있다. 일부 경우에서, 양 및 음의 전기 단부판이 개별적으로 엔드폴 및 모노폴로서도 지칭될 수 있다.
- [0025] 베이스 판 및/또는 상부판의 개구는 베이스 판 또는 상부판을 완전히 관통하는 홀 또는 애퍼처일 수 있으며 임의의 단면일 수 있다. 개구는 전기 스테르드가 베이스 판 또는 상부판의 일 측으로부터 다른 측으로 개구를 통과하는 것을 허용하는 충분한 사이즈이다. 전기 스테르드는 베이스 판 및/또는 상부판의 개구를 통과하여 평면형 전지 유닛 스택에(적어도 부분적으로 베이스 판 및 상부판에 의해 형성되는 스택 및 그 인클로저(enclosure)에) 외부 전기 연결을 제공한다.
- [0026] 압축 수단은 전기화학 전지 조립체의 제조 중에 가해지는 베이스 판과 상부판 사이의 압축(즉, 압축력)을 유지할 수 있다. 압축은 스택에서 각 평면형 전지 유닛(반복 유닛이라고도 지칭됨) 사이, 전기 단부판과 인접한 평면형 전지 유닛 사이에 양호한 전기 접촉을 제공하고 베이스 판과 상부판 사이의 유체 밀봉에서 압축을 유지한다. 밀봉은, 예를 들어 개스킷이 스택 길이를 따라(즉, 스테킹 방향으로) 전지 유닛과 교번하는 경우의 개스킷에 의해 형성될 수 있고, 개스킷은 각 전지 유닛 내의 유체 볼륨으로 유체를 전달하기 위해 내부 매니폴드를 밀봉하며, 이에 의해 제1 및 제2 유체 볼륨(예컨대, 연료 볼륨 및 산화제 볼륨)을 분리시킨다.
- [0027] 전기 단부판 중 하나 또는 양쪽 모두와 각각의 베이스 판 및 상부판 사이의 유체 밀봉이 압축 수단에 의해 유지

된다. 이는 또한 (전기 스택이 개구를 통과하는 것을 허용함과 함께) 베이스 판 및/또는 상부판의 개구가 압축 수단에 의해 밀봉됨을 의미한다. 이는 다시, 전기 스택이 통과하는 개구의 밀봉을 전기 스택 그 자체가 유지할 필요가 없음을 의미한다. 환언하면, 전기 스택 자체는 패스너 또는 볼트가 아니며 개구의 밀봉을 유지하기 위해 인장 하에 있을 필요가 없다. 연료 또는 전해조 전지 환경에서 인장 하의 구성요소는 일반적으로 작동 조건 범위에 걸쳐(예를 들어, 약 20℃의 대기 온도에서 적어도 400℃의 보다 더 따뜻한 작동 온도까지의 온도 범위에 걸쳐) 크리프에 내성을 갖기 위해 고가의 크리프 내성 재료로 제조되어야 하기 때문에 인장 하의 구성요소 수를 감소시키는 것이 유리하다. 밀봉의 손실이 전기화학 전지 시스템의 장애를 발생시킬 수 있는 상태에서 인장 하의 임의의 구성요소는 넓은 온도 범위에 걸쳐 충분한 밀봉력을 제공해야 하지만, 전지 유닛의 수명 동안 다수의 열 사이클(thermal cycle)에 걸쳐서도 충분한 밀봉력을 제공해야 한다. 인코넬은 그러한 하나의 크리프 내성 재료이다. 그러나 전기 스택이 통과하는 개구를 밀봉하기 위해 압축 수단을 사용하는 것은 전기 스택 관련 구성요소가 인장 하에 있을 필요가 없으며 이에 의해 크리프 문제가 제거되는 것을 의미하고 전기 스택이 크리프 내성 재료로 제조될 필요는 없지만 대신에 재료는 그 전기적 특성을 위해 선택될 수 있음을 의미한다.

[0028] 나아가, 전기 스택은 온도 변화에 따라 (이가 통과하는 베이스 판 또는 상부판에 대해) 자유롭게 팽창 및 수축될 수 있다. 따라서, 전기 스택(및 관련 구성요소, 예컨대, 전기 단부판)의 열 팽창은 베이스 판 및/또는 상부판의 개구 밀봉에 영향을 미칠 필요가 없다. 베이스 판 및/또는 상부판(베이스 판 및/또는 상부판과 각각의 전기 단부판 사이)의 개구 밀봉은 조립체로부터 개구를 통한 가스(이 가스는 일반적으로 제2 유체 볼륨, 예컨대 산화제, 제1 유체 볼륨, 예컨대 연료를 위한 것으로, 전지 유닛의 지지판과 분리판(separator plate) 사이의 볼륨 및 내부 매니폴드를 포함함)의 유출을 방지한다. 개스킷은 전기 단부판과 각각의 베이스 판 또는 상부판 사이에 위치되어 그 사이의 밀봉을 유지할 수 있다.

[0029] 바람직하게는, 각 베이스 판 및 상부판은, 평면형 전지 유닛 스택의 각각의 단부와 각각의 베이스 판 및 상부판 사이에 제공되는 각각의 절연층(들)에 의해 평면형 전지 유닛 스택으로부터 개별적으로 전기 절연(및 따라서 평면형 전지 유닛 스택의 단부 중 어느 하나와 동일한 전위에 있지 않음)된다. 따라서 압축 수단이 절연판에도 작용할 것이다. 이 바람직한 경우에, 베이스 판, 상부판 및 압축 수단은 평면형 전지 유닛 스택의 단부 중 어느 하나와 동일한 전위에 있지 않으며, 따라서 전기 스택(들)과 동일한 전위에 있지 않다. 환언하면, 전기 스택(들)이 베이스 판, 상부판 및 압축 수단과 전기 접촉하지 않기 때문에 그들의 전위는 전기 스택(들)에 대해 부유(float)한다. 따라서, 전기 스택이 베이스 판 또는 상부판을 통과하는 경우, 전기 스택과 베이스 판 또는 상부판 사이에 상대적으로 낮은 전위차가 존재(이들 사이의 간격이 작은 때라도 낮은 전위 구배(potential gradient)가 이들 사이에 존재하는 것을 의미함)할 수 있으며 따라서 전기 스택(들)과 베이스 판 및/또는 상부판 사이의 단락 위험이 최소화된다.

[0030] 일례에서, 전기 스택은 그 사이에 에어갭(airgap)을 갖는 베이스 판 또는 상부판의 개구를 통과한다. 따라서, 전기 스택은 베이스 판 또는 상부판과 전기적으로 연통하지 않는다. 환언하면, 베이스 판 및/또는 상부판은 스택 및 전기 스택과 동일한 전위에 있지 않고 전기 스택(들)에 대해 부유 전위에 있다.

[0031] 대안의 예에서, 전기 스택은 그 사이에 전기 절연 슬리브를 갖는 베이스 판 또는 상부판의 개구를 통과한다. 슬리브(칼라라고도 지칭될 수 있음)는 운모 또는 세라믹 재료로 제조될 수 있다.

[0032] 전기 절연 시트는 전기 단부판과 각각의 베이스 판 또는 상부판 사이의 전기 절연을 향상시키는 운모 또는 세라믹 재료일 수 있다. 조립체의 다른 곳에서 사용되는 것과 동일한 유형의 개스킷이 전기 단부판과 전기 절연 시트 사이 및 전기 절연 시트와 베이스 판 및/또는 상부판 사이에 위치될 수 있다. 개스킷은 각각의 판/시트 사이에 양호한 유체 밀봉을 형성한다. 조립체 전반에 걸쳐 동일한 유형(예컨대, 두께, 평면도 치수 및 재료)의 개스킷(즉, 평면형 전지 유닛 스택과 전기 단부판 사이 및 전기 단부판과 각각의 베이스 판 또는 상부판 사이에 동일한 유형의 개스킷) 사용은 부품의 수를 감소시켜 비용을 절감하고 조립체를 통한 일관된 압축 전달을 보장한다. 개스킷은 미리 형성된 개스킷이거나 현장에서(in-situ) 형성될 수 있다. 개스킷은 충분한 유체 밀봉을 제공하고 전기화학 전지 조립체의 온도 및 화학적 환경을 견딜 수 있는(그리고 이의 열화를 통해 전지 유닛 스택을 오염시키지 않는) 적합한 비전도성 재료로 형성될 수 있다. 바람직하게는, 순응성 재료가 그 사이의 평행도, 표면 마감 및 분리가 다양한 표면(예컨대, 각각의 판의 표면)에 대해 용이하게 순응하고 밀봉될 수 있기 때문에, 일부 경우에서 압축력에 대한 감소된 요구사항과 함께 양호한 밀봉을 제공하기 위해 개스킷은 순응성(예컨대, 가요성 및 압축성)이다. 개스킷은 운모 개스킷일 수 있다. 보다 바람직하게는, 개스킷은 순응성이며 비교적 저렴한 버미큘라이트 개스킷이다. 조립체는 전기 스택의 외부 단부를 둘러싸고 베이스 판 또는 상부판의 외부 표면과 접촉하는 전기 절연 와셔를 더 포함할 수 있다. 와셔는 운모 또는 세라믹 재료로 제조될 수 있

다. 외부 연결 수단(예컨대, 스레드형 섹션)이 전기 볼트의 외부 단부의 일부를 형성하여 (연료 전지로서 작동될 때) 조립체에 부하를 연결하거나 (전해조 전지로서 작동될 때) 조립체에 전력을 공급할 수 있다. 칼라 및/또는 와서는 (예컨대, 조립체의 취급 중에 또는 전기 스택에 대한 외부 연결 중에) 전기 스택에 기계적 안정성을 제공할 수 있으며 개구를 통한 조립체로의 임의의 이물질 유입을 방지할 수 있다.

[0033] 바람직하게는, 조립체는: 그의 베이스 부분으로부터 연장되고 베이스 판 및 상부판 중 하나의 제1 개구를 통과하여 양의 전기 단자를 형성하는 양의 전기 스택에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하는 적어도 하나의 양의 전기 단부판; 및 그의 베이스 부분으로부터 연장되고 베이스 판 및 상부판 중 하나의 제2 개구를 통과하여 음의 전기 단자를 형성하는 음의 전기 스택에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하는 적어도 하나의 음의 전기 단부판; 을 포함하고, 각각의 개구를 통한 유체의 손실을 방지하기 위해, 유체 밀봉이 압축 수단에 의해 각 베이스 부분과 베이스 판 및 상부판 중 각각의 것 사이에서 유지된다.

[0034] 이 바람직한 경우에서, 양 및 음의 전기 스택 모두가 베이스 판 및 상부판 중 하나 또는 다른 하나의 개구를 통과한다.

[0035] 바람직하게는, 양의 전기 스택은 상부판 및 베이스 판 중 하나의 제1 개구를 통과하고 음의 전기 스택은 제2 개구를 통과하며, 이는 상부판 및 베이스 판 중 다른 한쪽에 있다. 이 경우에, 양 및 음의 전기 스택은 조립체의 대향 단부에 위치된다. 이 경우, 반복 유닛은 조립체 내에서(예컨대, 베이스 판, 상부판 및 스커트의 경계 내에서 또는 장치의 후드(hood)의 경계 내에서) (예컨대, 임의의 버스 바의 부재로 인한 평면 면적의 관점에서) 볼륨의 보다 큰 비율을 점유할 수 있으며 따라서 더 높은 전력 밀도를 제공할 수 있다.

[0036] 대안적으로, 양의 전기 스택 및 음의 전기 스택 모두가 베이스 판 또는 상부판 중 어느 하나에서 그 각각의 제1 및 제2 개구를 통과한다. 편리하게도, 양 및 음의 전기 스택 모두가 스택의 동일한 단부에 위치되어 조립체의 편리한 전기 연결 및 설치를 제공한다. 이 경우에, 양 및 음의 전기 스택 중 하나는 버스 바에 의해 해당 스택과 동일한 극성의 추가 전기 단부판에 전기적으로 연결될 수 있다. 이는 조립체의 편리한 전기 연결을 제공한다. 선택적으로, 버스 바에 대한 연결은 버스 바 및 연결된 전기 단부판보다 더 가요성인 적어도 하나의 탭을 통해 이루어진다. 탭의 가요성은 버스 바와 평면형 전지 유닛 스택 사이의 상이한 열 팽창을 설명한다. 탭은 버스 바 및/또는 전기 단부판 및 추가 전기 단부판과 동일한 재료로 제조될 수 있으며, 이 경우에 그 가요성은 이들 구성요소보다 박형화됨으로써 증가된다. 대안적으로, 버스 바가 (예를 들어, 더 박형화됨으로써) 탭 및 전기 단부판 및 추가 전기 단부판보다 더 가요성이며 버스 바와 평면형 전지 유닛 스택 사이의 상이한 열 팽창을 설명하기 위해 버스 바가 휘어지도록 한다.

[0037] 바람직하게는, 평면형 전지 유닛 스택의 전지 유닛에는 적어도 하나의 포트가 제공되고 전지 유닛이 층층이 스택되어, 각각의 포트가 정렬되어 스택을 통해 연장되는 각각의 내부 매니폴드를 형성하도록 하며, 그 각각의 개구를 통해 연장되는 전기 스택은 또한 각각의 내부 매니폴드와 정렬되어, 각각의 내부 매니폴드를 밀봉하기 위해 압축 수단에 의해 가해지는 압축력이 또한 각각의 개구를 밀봉하기 위해 작용하도록 한다. 내부 매니폴드는 전지 유닛에 의해 규정되는 평면도 면적 내에 있다. 일부 경우에서, 내부 매니폴드는 침니로서 지칭될 수 있다. 내부 매니폴드는 전지 유닛 간의 유체 연통을 허용한다. 각 전지 유닛 및 내부 매니폴드의 내부 볼륨이 제1 유체 볼륨을 형성할 수 있다. 연료 전지 애플리케이션에서, 제1 유체 볼륨은 연료 볼륨일 수 있다. 제1 유체 볼륨의 공급을 위한 제1 내부 매니폴드 및 제1 유체 볼륨의 배출을 위한 제2 내부 매니폴드인 2개의 내부 매니폴드가 제공될 수 있다. 베이스 판 및/또는 상부판에는 전지 유닛의 포트(들)에 대응하는(예컨대, 이와 정렬되는) 포트(들)가 제공될 수 있으며, 상기 포트(들)는 내부 매니폴드(들)의 일부를 형성하고 제1 유체 볼륨의 공급 및/또는 배출(즉, 제1 유체 볼륨의 내부 매니폴딩)을 허용할 수 있다. 예를 들어, 하나보다 많은 내부 입구 매니폴드 또는 실제로, 하나보다 많은 내부 출구 매니폴드가 존재할 수 있다.

[0038] 바람직하게는, 각각의 전기 단부판의 베이스 부분이 각각의 내부 매니폴드를 가로질러 연장되어 이를 차단(즉, 각각의 내부 매니폴드를 차단)한다. 내부 매니폴드 내의 밀봉과 연관된 높은 압축력이 또한 개구의 밀봉을 제공하는 데 유리하게 사용되도록 전기 단부판의 베이스 부분이 각각의 내부 매니폴드를 차단하고 유체적으로 밀봉할 수 있다. 양 및 음의 전기 단부판은 스택의 평면 면적을 가로질러 연장되어 평면형 전지 유닛과 실질적으로 동일한 평면 면적을 커버할 수 있다. 이는 전기 단부판이 평면형 전지 유닛의 범위에 걸쳐 평면형 전지 유닛 스택으로 압축을 전이시키는 것을 허용한다. 환언하면, 베이스 부분은 개구를 가로질러 및/또는 그와 정렬된 내부 매니폴드를 가로질러 유체 밀봉을 형성하고, 유체 밀봉은 압축 수단에 의해 가해지는 압축력에 의해 유지된다.

[0039] 바람직하게는, 조립체는: 스택을 통해 연장되는 각각의 제1 및 제2 내부 매니폴드; 및 음의 전기 단부판에 연결

되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하고 각각의 제1 내부 매니폴드와 정렬되는 음의 전기 스테드; 및 양의 전기 단부판에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하고 각각의 제2 내부 매니폴드와 정렬되는 양의 전기 스테드를 포함한다. 전기 스테드 및 개구는, 전기 스테드가 각각의 내부 매니폴드를 차단하는 전기 단부판의 영역으로부터 개구를 통과하도록 각각의 내부 매니폴드와 부분적으로 또는 완전히 정렬(즉, 동축)될 수 있다. (실제 개구의 폭은 내부 매니폴드 폭보다 크거나 작을 수 있지만 전기 스테드의 일부가 개구를 통과하도록 적어도 이와 중첩될 필요가 있다.) 이렇게 정렬되면, 최대 압축 전이가 발생하고 문제를 갖는 회전력이 회피되며; 특히, 전기 스테드는 바람직하게는, 내부 매니폴드 및 베이스 판 및 상부판 중 하나의 각각의 개구와 동축(예컨대, 베이스 판 및/또는 상부판의 개구는 내부 매니폴드의 연속체일 수 있음)이다. 존재하는 경우, 전기 절연 시트에는 (각각의 내부 매니폴드와 부분적으로 또는 완전히 정렬(즉, 동축)됨으로써) 각각의 내부 매니폴드의 연속체를 형성하는 각각의 포트가 또한 제공된다.

[0040] 바람직하게는, 음 및 양의 전기 스테드 모두는 베이스 판 또는 상부판 중 어느 하나의 그 각각의 개구를 통과하고, 음 및 양의 전기 스테드 중 하나는 버스 바에 의해 추가 전기 단부판에 전기적으로 연결된다. 편리하게도, 양 및 음의 전기 스테드 모두가 스택의 동일한 단부에 위치되어 조립체의 편리한 전기 연결 및 설치를 제공한다. 이 경우에, 양 및 음의 전기 스테드 중 하나는 버스 바에 의해 해당 스테드와 동일한 극성의 추가 전기 단부판에 전기적으로 연결될 수 있다. 이는 조립체의 편리한 전기 연결을 제공한다. 선택적으로, 버스 바에 대한 연결은 다시, 적어도 하나의 탭을 통해 이루어질 수 있고 탭 또는 버스 바는 전술한 바와 같을 수 있다.

[0041] 이 경우에, 제1 및 제2 내부 매니폴드를 포함하는 제1 유체 볼륨이 베이스 판 및 상부판의 다른 한쪽에 있는 각각의 유체 입구 및 출구 개구에 의해 공급 및 배출될 수 있다. 이는 스테드 양쪽 모두가 베이스 판 및 상부판 중 하나의 개구를 통과하고 제1 유체 볼륨을 위한 입구 및 배출구 모두가 베이스 판 및 상부판의 다른 한쪽에 위치하기 때문에 조립체의 편리한 전기 및 유체 연결을 제공한다. 일례에서, 양 및 음의 전기 스테드 중 하나는 제1 유체 볼륨 입구 및 배출구 내부 매니폴드 중 하나와 정렬되고, 양 및 음의 전기 스테드 중 다른 하나는 제1 유체 볼륨 입구 및 배출구 내부 매니폴드 중 다른 하나와 정렬된다.

[0042] 이 경우에, 음 및 양의 전기 스테드는 베이스 판 또는 상부판 중 어느 하나의 그 각각의 개구를 모두 통과할 수 있으며, 전기 스테드 중 하나는 다른 한쪽의 스테드에 연결되거나 이와 일체로 형성되며 전기 접촉하는 전기 단부판에 제공되는 개구를 통과할 수도 있다. 이는 전기 스테드 중 하나가 통과하는 개구를 갖는 전기 단부판이 다른 한쪽의 전기 단부판 및 전지 유닛과 동일한 평면도 면적 또는 범위를 갖는 것을 허용한다. 이는 두 매니폴드(및 그 연속체)가 동일한 구성요소로부터 형성되고 최대 압축 전이가 발생하며 문제를 갖는 회전력이 회피되는 것을 의미한다. 스테드가 통과하는 전기 단부판에 제공되는 개구는 에어갭에 의해 스테드로부터 분리되며 절연 재료의 칼라에 의해 분리될 수 있다.

[0043] 일례에서, 양의 전기 스테드 및 음의 전기 스테드가 상부판의 각각의 개구를 모두 통과할 수 있으며, 음의 전기 스테드는 양의 전기 단부판과 상부판 사이에 위치되는 음의 전기 단부판에 전기적 및 기계적으로 직접 연결되고 추가 전기 단부판은 평면형 전지 유닛 스택과 베이스 판 사이에 위치되며, 추가 전기 단부판은 버스 바에 의해 음의 전기 단부판에 전기적 및 기계적으로 연결된다. 이 경우에, 양의 전기 단부판은 스택의 해당 단부에서(즉, 양의 전기 단부판에 근접한 스택의 단부에서) 내부 매니폴드 전부를 차단할 수 있다. 결과적으로, 음의 전기 단부판은 제1 유체 볼륨에 노출되지 않고 (동일한 재료로 제조된 경우) 양의 전기 단부판보다 얇을 수 있으며 및/또는 양의 전기 단부판과 상이한 재료로 제조될 수 있다. 전기 절연 및 유체 밀봉 개스킷이 음 및 양의 전기 단부판 사이에 위치되어 그 사이에 전기 절연을 제공하고 내부 매니폴드의 연속체를 밀봉할 수 있다. 전기 절연판이 음의 전기 단부판과 양의 전기 단부판 사이에 위치되어 그 사이의 전기 절연을 개선시킬 수 있다. 전기 절연판은 운모 또는 전기 절연 세라믹 재료로 제조될 수 있다. 전기 절연 및 유체 밀봉 개스킷은 각 판 사이에 위치될 수 있다. 음 및 양은 편의상 사용되며, 양의 전기 단부판이 유사한 방식으로 버스 바를 통해 추가 전기 단부판에 추가적 또는 대안적으로 연결될 수 있다.

[0044] 바람직하게는, 양 및 음의 전기 단부판 중 적어도 하나가 스택 내에서 제1 유체 볼륨 및 제2 유체 볼륨을 분리한다. 전기 단부판은 제1 유체 볼륨을 밀봉할 수 있으며, 상기 제1 유체 볼륨은 제2 유체 볼륨으로부터 각 전지 유닛의 지지판과 분리기(separator) 사이의 볼륨 및 내부 매니폴드(들)에 의해 규정되는 볼륨을 포함한다. 각각의 내부 매니폴드가 제1 유체 볼륨의 공급 및 배출을 위해 존재할 수 있으며, 상기 제1 유체 볼륨은 각 전지 유닛의 애노드와 유체 연통할 수 있다. 제2 유체 볼륨은 조립체를 규정하는 인클로저 내의(예를 들어, 상부판, 베이스 판, 압축 수단 및 베이스 판 및/또는 상부판의 개구 주변의 밀봉에 의해 포함되는 및 이들 내의) 잔여하는 볼륨을 포함할 수 있다. 연료 전지로서 작동할 때, 제1 유체 볼륨은 일반적으로 연료용이며 제2 유체

볼륨은 산화제용이다.

- [0045] 바람직하게는, 압축 수단은 베이스 판과 상부판 사이에 인장되어 부착되는 스커트를 포함하고, 스커트는 적어도 평면형 전지 유닛 스택을 밀폐한다.
- [0046] 바람직하게는, 스커트는 또한, 존재하는 경우, 양 및 음의 전기 단부판 및 버스 바 및 추가 전기 단부판을 밀폐한다. 스커트는 후드라고도 지칭될 수 있다. 선택적으로, 스커트는 제2 유체 볼륨, 예를 들어 산화제 매니폴딩 볼륨으로서 지칭되는 기밀(gas-tight) 유체 볼륨을 형성한다. 이 경우에, 스커트는 베이스 판 및 상부판의 외주 주변에서 (예를 들어, 가스 밀봉 용접에 의해) 베이스 판 및 상부판에 밀봉식으로 부착된다. 스커트(압축 수단), 베이스 판 및 상부판은 스택으로부터 전기적으로 절연되며, 이는 스커트가 금속으로 제조되어 (예를 들어, 가스 밀봉 용접에 의한) 베이스 판 및 상부판에의 스커트의 단순하고 편리한 부착을 허용할 수 있음을 의미한다. 전기 절연은 작동하는 연료 전지 스택에서 또는 그 주변에서 수리 또는 유지보수를 수행하는 임의의 사람을 보호할 뿐만 아니라 제품에 단순한 구성요소 접지를 모두 제공하는 스커트가 전기적으로 작동하지 않는 것을 의미한다.
- [0047] 바람직하게는, 제1 유체 유동 경로, 예를 들어 연료 입구로부터 배출 연료 출구까지의 연료 유동 경로가 내부적으로 매니폴드되며, 즉, 제1 유체 유동 경로 내에는 평면형 전지 유닛 스택 내의 적어도 하나의 내부 매니폴드 또는 침니(예를 들어, 입구 침니 또는 출구 침니를 제공함)가 존재하고 바람직하게는, PTO 개구와 정렬되어 침니 자체에 제공되는 밀봉이 또한 PTO 개구를 밀봉하는 데 사용되도록 한다. 제2 유체 유동 경로, 예를 들어 산화제 입구로부터 배출 출구까지의 산화제 유동 경로가 외부적으로 매니폴드될 수 있고, 평면형 전지 유닛 스택 외부로 매니폴드된 적어도 하나의 섹션을 그 경로에 포함할 수 있다. 보다 바람직하게는, 이는 평면형 전지 유닛 스택 외부 및 전기화학 전지 조립체 내부에 매니폴드된다. 보다 바람직하게는, 베이스 판, 상부판, 스커트 및 평면형 전지 유닛 스택 사이에서 볼륨이 규정된다. 이러한 볼륨은 제2 유체 매니폴딩 볼륨으로 간주될 수 있다.
- [0048] 일부 전지 조립체에서, 제2 유체 유동 경로, 예를 들어 산화제 입구로부터 배출 출구까지의 산화제 유동 경로가 내부적으로 매니폴드될 수 있으며, 즉, 제2 유체 유동 경로 내에는 평면형 전지 유닛 스택 내의 적어도 하나의 내부 매니폴드 또는 침니(예를 들어, 입구 침니 또는 출구 침니를 제공함)가 존재하고 바람직하게는 PTO 개구와 정렬되어 침니 자체에 제공되는 밀봉이 또한 PTO 개구를 밀봉하는 데 사용되도록 한다.
- [0049] 예를 들어, 평면형 전지 유닛 스택에 의해 규정되는 볼륨 내 또는 외부에 타이 바와 같은 대안적인 압축 수단이 사용될 수 있으며, 이는 기밀 유체 볼륨을 형성하는 스커트에 더하여 사용될 수 있다.
- [0050] 바람직하게는, 상호 연결판, 또는 음의 전기 단부판에 형성되는 3D 윤곽 구성, 또는 존재하는 경우 추가 전기 단부판에 형성되는 3D 윤곽 구성, 또는 평면형 전지 유닛 스택의 최외측 전지 유닛에 형성되는 3D 윤곽 구성 이들 사이의 전류 전이를 위해 각각의 전기 단부판과 평면형 전지 유닛 스택 사이에 전기 접촉을 제공한다. 상호 연결판 또는 3D 윤곽 구성은 전기화학 전지 조립체 내의 판들 사이에 양호한 전기 접촉을 제공한다. 압축 수단은 상호 연결판 또는 딥플을 통해 판들을 통한 압축을 평면형 전지 유닛 스택(및 스택 내부, 각 전지 유닛 사이 및 이의 내부)에 제공하여 이에 의해 전기화학 전지 조립체 전반에 걸친 양호한 전기 연결을 보장한다.
- [0051] 예를 들어, 3D 윤곽 구성은 이격된 채널 및 리브(rib) 패턴 또는 이격된 딥플을 포함하여 유체 유동을 제어한다.
- [0052] 위에서 상세하게 설명된 제1 측면에 따른 조립체는 아래에서 설명되는 대안적인 제1 측면에 대해 약술되는 임의의 피쳐 및/또는 아래에서 설명되는 제2 측면의 피쳐와 조합될 수 있다.
- [0053] 대안적인 제1 측면에 따르면, 전기화학 전지 조립체로서,
- [0054] 베이스 판과 상부판 사이에 작용하는 압축 수단에 의해 이들 사이에 평면형 전지 유닛 스택 및 적어도 하나의 양의 전기 단부판 및 적어도 하나의 음의 전기 단부판이 압축하여 배치되는, 베이스 판 및 상부판
- [0055] 을 포함하는 전기화학 전지 조립체가 제공되고,
- [0056] 적어도 하나의 전기 단부판은 스테드 베이스 부분으로부터 연장되는 전기 스테드에 기계적 및 전기적으로 연결되거나 이와 일체로 형성되고,
- [0057] 전기 스테드는 베이스 판 및 상부판 중 하나의 개구를 통과하여 전기 단자를 형성하고,
- [0058] 전지 유닛 각각에는 적어도 하나의 포트가 제공되고 전지 유닛이 층층이 스택되어 각각의 포트가 정렬되어 스택

을 통해 연장되는 각각의 내부 매니폴드를 형성하도록 하며, 그리고

- [0059] 각각의 개구를 통해 연장되는 전기 스테드가 또한 각각의 내부 매니폴드와 정렬되어, 각각의 내부 매니폴드를 밀봉하기 위해 압축 수단에 의해 가해지는 압축력이 또한 개구를 밀봉하기 위해 작용하도록 한다.
- [0060] 이러한 방식으로, 매니폴드 부근에서 압축 수단에 의해 가해지는 압축력 - (일반적으로 교번하는 전지 유닛 및 인터리빙된(interleaved) 매니폴드 (예컨대, 환형) 개스킷으로 형성되는) 각각의 내부 매니폴드를 밀봉하기 위한 반드시 높은 힘 - 이 또한 개구를 밀봉하는 데 사용될 수 있다. 내부 매니폴드는 연속적인 통로로서 그로부터 연장되도록 개구와 일반적으로 또는 정확히 정렬(즉, 동축)될 수 있다.
- [0061] 이 대안적인 제1 측면에 따른 조립체는 위의 제1 측면에 대해 약술된 임의의 피쳐 및/또는 아래에서 상세하게 설명되는 제2 측면의 피쳐와 조합될 수 있다. 따라서, 전기 스테드는 일반적으로 적어도 하나의 전기 단부판의 일부를 형성하거나 그에 연결되는 추가판의 일부를 형성하는 스테드 베이스 부분으로부터 연장될 수 있으며, 판은 또한 베이스 판과 상부판 사이에 압축하여 있다. 밀봉은 스테드 베이스 부분에 의해 제공될 수 있고 적어도 하나의 전기 단부판(또는 추가판)과 각각의 베이스 판 및 상부판 사이에 있을 수 있다. 편리하게도, 스테드 베이스 부분은 내부 매니폴드를 가로질러 완전히 연장되어 이를 차단하며 이중의 대기 조건을 견딜 수 있을 만큼 충분히 두꺼워야 할 수도 있다.
- [0062] 제2 측면에 따르면, 전기화학 전지 조립체로서:
- [0063] 이들 사이에 평면형 전지 유닛 스택 및 적어도 하나의 전기 단부판이 압축하여 배치되는, 베이스 판 및 상부판을 포함하는 전기화학 전지 조립체가 제공되고,
- [0064] 전기 단부판은 상이한 각각의 재료로 형성되는 제1 층 및 제2 층이 함께 영구적으로 연결되어 단일의 전도성 바디를 형성하는 2개 층 구성을 포함하고,
- [0065] 전기 단부판의 제1 층은 전지 조립체의 외부 전기 단자에 전기적으로 연결되며, 그리고
- [0066] 전기 단부판의 제2 층은 인접한 전지 유닛과 면대면으로 맞닿으며 전기 연통하는 제1 전기 전도성 세라믹 층이에 접합되는 외향 측부를 갖는다.
- [0067] 제1 층(또는 판)과 상이한 재료 및 상이한 두께일 수 있으며 그에 세라믹 층이 접합되는 제2 층(또는 판)의 사용은 양호한 전기 연결을 제공함과 함께 세라믹 층의 박리(delamination)에 덜 취약한 것으로 밝혀졌다. 적어도 하나의 전기 단부판은 이와 전기 연통하는 인접한 전지 유닛을 통해 스택으로부터 전력을 제거하거나 공급하기 위해, 평면형 전지 유닛 스택(의 단부)과 스택의 해당 단부에 위치되는 베이스 판 및 상부판 중 어느 하나 사이에 위치된다. 전형적으로, 제1 및 제2 층은 용접에 의해 영구적으로 연결(되는 개별 또는 별개의 판으로서 형성)되지만, 층(또는 판) 사이에 영구적인 전기 연결을 제공하기 위해 임의의 적합한 연결 방법이 사용될 수 있다. 전형적으로, 제1 및 제2 층은, 제1 및 제2 층 사이의 볼륨과의 유체 연통을 방지하기 위해 그들 외주 주변 및 전기 단부판을 통해 제공되는 임의의 포트 주변에서 영구적으로 연결된다.
- [0068] 바람직하게는, 인접한 전지 유닛은 전기 단부판의 제1 전기 전도성 세라믹 층과 면대면으로 맞닿는 측부에 제2 전기 전도성 세라믹 층이 접합되며, 제1 및 제2 전기 전도성 세라믹 층은 동일한 재료로 만들어진다.
- [0069] 동일한 재료로 제1 및 제2 전기 전도성 세라믹 층을 형성하는 것은 (예컨대, 2개의 이종(dissimilar) 재료 사이의 접촉 저항에 비해 감소된 접촉 저항으로) 그 사이에서 그리고 따라서 전기 단부판과 인접한 전지 유닛 사이에서도 양호한 전기 접촉을 보장한다. 이에 의해 연료 전지 또는 전해조 전지로서 작동되는 조립체의 효율성이 향상된다.
- [0070] 바람직하게는, 전기 단부판의 제1 전기 전도성 세라믹 층은, 적어도 하나의 전기 단부판과 인접한 전지 유닛 사이의 간격이 스택의 잔여하는 전지 유닛들 사이의 간격과 동일하도록 두께가 선택된다.
- [0071] 이러한 방식으로, 스택의 전지 유닛이 (예컨대, 압축성) 개스킷에 의해 분리되는 경우, 편리하게는 동일한 유형의 개스킷(예컨대, 동일한 재료 및 동일한 두께의 개스킷)이 적어도 하나의 전기 단부판 및 인접한 전지 유닛을 분리하는 데 사용될 수 있다. 이는 조립체 내 다수의 위치에서 동일한 구성요소가 사용되기 때문에 비용을 절감시키고 상이한 재료의 수를 감소시키며 조립체를 통한 일관된 압축력의 전이를 보장한다.
- [0072] 바람직하게는, 스택은 전기화학 활성 전지 유닛을 포함하고, 이들 각각은 분리판 및 전지 지지 금속 기판 플레이트를 포함한다.

- [0073] 전기화학 활성 전지 유닛에서, 금속 기판 플레이트는 그에 접합되는 활성 전기화학 전지 층(즉, 작동 중에 전기 화학 반응이 발생하는 층)을 지지하며, 상기 활성 전기화학 전지 층은 그에 코팅, 증착 또는 다른 방식으로 부착될 수 있다. 그러나 WO 2015/136295 A1에 설명되는 바와 같이, 스택의 단부 중 어느 하나 또는 단부 양쪽 모두에 전기화학적으로 활성이 아닌 하나 이상의 "더미(dummy)" 전지가 제공될 수 있다. 따라서 인접한 전지 유닛이 전기화학적으로 활성일 수 있으며, 이는 작동 조건에서 전기화학 전지의 기능을 수행할 것임을 의미한다. 대안적으로, 인접한 전지 유닛은 전기 단부판과 연료 전지 스택의 나머지 사이에서 전기 연결을 여전히 형성하는 동안 전기화학적으로 비활성일 수 있다. 예를 들어, 이는 분리판 및 금속 기판 플레이트를 포함할 수 있으며, 후자는 선택적으로 전기화학 활성 전지 유닛의 캐소드에 사용되는 재료와 동일한 재료인 캐소드 재료층을 지지한다.
- [0074] 통상적으로 인접한 전지 유닛은 금속 기판 플레이트 및 분리판 중 적어도 하나를 포함한다. 통상적으로 전지 유닛은 금속 지지 전지 유닛이다. 분리판은 스택의 각 전지 유닛에서 연료 유체 볼륨으로부터 산화제 유체 볼륨을 분리하며, 일반적으로 예를 들어, 이격된 채널 및 리브 패턴 또는 이격된 덩굴을 포함하는 3D 윤곽 구성이 제공되어 유체 유동을 제어할 것이다.
- [0075] 통상적으로 인접한 전지 유닛은 분리판 또는 금속 기판 플레이트 중 어느 하나가 전기 단부판의 제2 층의 최외측 면과 면대면으로 맞닿도록 배열될 수 있다. 전형적으로 금속 기판 플레이트 및 분리판 중 하나 또는 양쪽 모두가 전기 단부판의 제2 층과 동일한 재료로 만들어질 수 있다. 전형적으로 이 재료는 철을 함유하며, 보다 일반적으로 재료는 강철이고, 보다 더 일반적으로 스테인리스강, 보다 더 일반적으로는 페라이트계 스테인리스강이다. 금속 유형에 의해 제한되지 않고서, 적합한 기판 및/또는 분리기 재료의 예는 SS441, SS444, Crofer 22를 포함한다.
- [0076] 통상적으로 분리판은 전기 단부판과 면대면으로 맞닿는 측부에 일련의 용기된 영역(예컨대, 유체 유동을 제어하기 위한 이격된 채널 및 리브 패턴 또는 이격된 덩굴)을 가질 것이다. 제2 전기 전도성 세라믹 층이 인접한 전지 유닛의 분리판에 접합되는 경우, 세라믹 층은 일반적으로 분리판의 이러한 용기된 영역을 커버한다.
- [0077] 금속 기판이 전기 단부판과 면대면으로 맞닿는 경우, 금속 기판은 또한 제1 전기 전도성 세라믹 층과 면대면으로 맞닿는 측부에 제2 전기 전도성 세라믹 층을 접합시킬 수 있다. 전형적으로 제1 및 제2 세라믹 층은 전기 접촉할 것이다.
- [0078] 통상적으로 제1 세라믹 층은 고체 산화물 연료 전지의 캐소드에 사용하기에 적합한 재료를 포함할 것이다. 본 발명자는 고체 산화물 연료 전지의 캐소드에 사용하기에 적합한 재료가 전기 단부판과 인접한 연료 전지 유닛 사이에 양호한 전기 연결을 제공한다는 것을 발견했다. 세라믹 유형에 의해 제한되지 않고서 적합한 재료의 일반적인 예는 LSCF, LCN, BSCF를 포함한다. 통상적으로 제2 세라믹 층은 고체 산화물 연료 전지의 캐소드에 사용하기에 적합한 재료를 포함할 것이다. 보다 더 일반적으로 제1 및 제2 세라믹 층은 실질적으로 동일한 구성을 가질 것이다.
- [0079] 바람직하게는, 전기 단부판의 제2 층이 분리판과 동일한 재료로 만들어진다. 이는 조립체에 사용되는 상이한 재료의 수를 감소시킨다. 이는 전기 단부판의 제2 층이 전지 유닛 및 제1 전기 전도성 세라믹 층과 화학적으로 양립가능(chemically compatible)함을 보장하고 전기 단부판의 제2 층이 조립체의 화학적 환경과 양립가능함(즉, 연료 및 산화제일 수 있는 제1 및/또는 제2 유체 볼륨을 화학적으로 견딜 수 있음)을 보장한다.
- [0080] 바람직하게는, 전기 단부판의 제2 층은 분리판과 본질적으로 동일한 전피겨레이션을 갖는다. 편리하게도, 전기 단부판의 제2 층은 전지 유닛 스택에서 전지 유닛의 분리판과 동일한 재료로 만들어지고, 바람직하게는, (예를 들어, 전기 단부판으로서의 그 기능을 수행하기 위해 상이한 (예컨대, 둘레) 피처를 요구하는 경우를 제외하고) 또한 분리판과 동일한 전피겨레이션(예컨대, 형상 및 배향)을 가지며, 즉, 제2 층은 그 자체가 판(예컨대, 자체 지지, 경성판)이다. 따라서 본질적으로, 제2 층은 스택의 잔여하는 분리판에 대해 동일한 분리판(또는 매우 유사한 구성요소)으로 형성될 수 있고, 인접한 유닛 전지에 대한 전기 연결 및 기계적 힘이 인접한 전지 유닛들 간의 것과 면밀히 유사하다는 이점을 가지며, 따라서 스택의 다른 분리판과 마찬가지로 인접한 유닛 전지의 금속 기판과 면대면으로 맞닿는 제1 전기 전도성 세라믹 층을 갖는다.
- [0081] 바람직하게는, 전기 단부판의 제2 층은 인접한 전지 유닛과 맞닿도록 외곽으로 연장되는 일련의 돌출부를 갖는 3D 윤곽 구성을 갖고, 돌출부 위로 제1 전기 전도성 세라믹 층이 그에 접합된 불연속층으로서 연장된다. 3D 윤곽 구성은 예를 들어 이격된 채널 및 리브 패턴 또는 이격된 덩굴을 포함하여 전기 단부판과 인접한 전지 유닛 사이에 볼륨을 제공할 수 있으며, 이는 인접한 전지 유닛으로의 유체 공급 및 해당 유체의 유동 제어를 허용한

다. 돌출부는 인접한 전지 유닛에 맞닿아(예컨대, 접촉하여) 전기 단부판과 인접한 전지 유닛 사이에 전기 연결을 제공하며, 이에 의해 전기 단부판이 전지 유닛 스택의 단부로 또는 단부로부터 전기 전력을 전이시키는 것을 허용한다.

- [0082] 바람직하게는, 제1 전기 전도성 세라믹 층은, 제1 전기 전도성 세라믹 층과 면대면으로 맞닿는 인접한 전지 유닛의 금속 기판 플레이트에 접합되는 제2 전기 전도성 세라믹 층과 동일한 재료로 만들어진다.
- [0083] 동일한 재료로 제1 및 제2 전기 전도성 세라믹 층을 형성하는 것은 (예컨대, 2개의 이종 재료 사이의 접촉 저항에 비해 감소된 접촉 저항으로) 그 사이에서 그리고 따라서 전기 단부판과 인접한 전지 유닛 사이에서도 양호한 전기 접촉을 보장한다. 이에 의해 연료 전지 또는 전해조 전지로서 작동되는 조립체의 효율성이 향상된다.
- [0084] 일례에서, 인접한 전지 유닛은 전기화학적으로 활성이고, 제2 전기 전도성 세라믹 층은 인접한 전지 유닛의 금속 기판 플레이트에 접합된 전기화학 활성 전지 층의 최외측 전극 층을 포함한다.
- [0085] 전기화학 활성 전지 유닛에서, 금속 기판 플레이트는 그에 접합되는 활성 전기화학 전지 층(즉, 작동 중에 전기 화학 반응이 발생하는 층)을 지지하며, 상기 활성 전기화학 전지 층은 그에 코팅, 증착 또는 다른 방식으로 부착될 수 있다. 일례에서, 전기화학 활성 전지 층의 최외측 전극 층은 캐소드 층이다. 이 경우에, 제1 전기 전도성 세라믹 층은 캐소드 층에 사용되는 것과 동일한 재료를 포함한다.
- [0086] 대안적인 예에서, 인접한 전지 유닛은 전기화학적으로 비활성이며, 제2 전기 전도성 세라믹 층은 인접한 전지 유닛의 금속 기판 플레이트에 접합되는 전극 재료층이다. 제2 전기 전도성 세라믹 층은 인접한 전지 유닛의 금속 기판 플레이트에 직접 접합될 수 있는 전극 재료층이다.
- [0087] WO 2015/136295 A1에 기술되는 바와 같이, 전기화학적으로 활성이 아닌 하나 이상의 전기화학 비활성 전지("더미" 전지라고도 지칭됨)가 제공될 수 있다. 이 경우에, 인접한 전지 유닛은 전기 단부판과 연료 전지 스택의 나머지 사이에서 전기 연결을 여전히 형성하는 동안 전기화학적으로 비활성일 수 있다. 예를 들어, 이는 전기 화학 활성 전지 유닛의 캐소드에 사용되는 재료와 동일한 재료인 캐소드 재료층을 지지하는 금속 기판 플레이트를 가질 수 있다. 하나 이상의 전기화학 비활성 전지는 전지 유닛 스택의 전기화학 활성 전지 유닛과 전기 단부판 사이에 전기 연결을 제공한다.
- [0088] 전기 단부판의 제2 층이 분리판과 동일한 재료로 만들어지는 경우의 대안으로서, 전기 단부판의 제2 층이 전지 지지 금속 기판 플레이트와 동일한 재료로 만들어진다.
- [0089] 이는 조립체에 사용되는 상이한 재료의 수를 감소시킨다. 이는 전기 단부판의 제2 층이 전지 유닛 및 제1 전기 전도성 세라믹 층과 화학적으로 양립가능함을 보장하고 전기 단부판의 제2 층이 조립체의 화학적 환경과 양립가능함(즉, 연료 및 산화제일 수 있는 제1 및/또는 제2 유체 불륨을 화학적으로 견딜 수 있음)을 보장한다.
- [0090] 이 경우에, 바람직하게는, 전기 단부판의 제2 층이 전지 지지 금속 기판 플레이트와 본질적으로 동일한 컨피그레이션을 갖는다.
- [0091] 편리하게도, 전기 단부판의 제2 층은 전지 유닛 스택에서 전지 유닛의 전지 지지 금속 기판 플레이트와 동일한 재료로 만들어지고, 바람직하게는, (예를 들어, 전기 단부판으로서의 그 기능을 수행하기 위해 상이한 피처를 요구하는 경우를 제외하고) 또한 전지 지지 금속 기판 플레이트와 본질적으로 동일한 컨피그레이션을 가지며, 즉, 제2 층은 그 자체가 판(예컨대, 자체 지지, 경성판)이다. 따라서 본질적으로, 제2 층은 스택의 잔여하는 전지 지지 금속 기판 플레이트에 대해 동일한 전지 지지 금속 기판 플레이트(또는 매우 유사한 구성요소)로 형성될 수 있고, 인접한 유닛 전지에 대한 전기 연결 및 기계적 힘이 인접한 전지 유닛들 간의 것과 면밀히 유사하다는 이점을 가지며, 따라서 스택의 다른 전지 지지 금속 기판 플레이트와 마찬가지로 인접한 유닛 전지의 분리판과 면대면으로 맞닿는 제1 전기 전도성 세라믹 층을 갖는다.
- [0092] 이 경우에, 바람직하게는, 전기 단부판의 제2 층은 그에 접합되는 연속층을 포함하는 제1 전기 전도성 세라믹 층과 함께 평탄한 외향 측부를 갖는다. 제1 전기 전도성 세라믹 층은 제1 전기 전도성 세라믹 층과 면대면으로 맞닿는 인접한 전지 유닛의 분리판에 접합되는 제2 전기 전도성 세라믹 층과 동일한 재료로 만들어질 수 있다.
- [0093] 동일한 재료로 제1 및 제2 전기 전도성 세라믹 층을 형성하는 것은 (예컨대, 2개의 이종 재료 사이의 접촉 저항에 비해 감소된 접촉 저항으로) 그 사이에서 그리고 따라서 전기 단부판과 인접한 전지 유닛 사이에서도 양호한 전기 접촉을 보장한다. 이에 의해 연료 전지 또는 전해조 전지로서 작동되는 조립체의 효율성이 향상된다.
- [0094] 제1 전기 전도성 세라믹 층은 인접한 전지 유닛의 전기화학 전지 층의 두께와 동일한 두께를 가질 수 있다. 이

러한 방식으로, 스택의 전지 유닛이 (예컨대, 압축성) 개스킷에 의해 분리되는 경우, 편리하게는 동일한 유형의 개스킷(예컨대, 동일한 재료 및 동일한 두께의 개스킷)이 적어도 하나의 전기 단부판 및 인접한 전지 유닛을 분리하는 데 사용될 수 있다. 이는 조립체 내 다수의 위치에서 동일한 구성요소가 사용되기 때문에 비용을 절감시키고 상이한 재료의 수를 감소시키며 조립체를 통한 일관된 압축력의 전이를 보장한다.

- [0095] 조립체는 전기 단부판의 제2 층이 분리판과 동일한 재료로 만들어지는 스택의 일 단부에서의 제1 전기 단부판, 및 전기 단부판의 제2 층이 전지 지지 금속 기판 플레이트와 동일한 재료로 만들어지는 스택의 다른 한쪽 단부에서의 제2 전기 단부판 모두를 포함할 수 있다. 제1 및 제2 전기 단부판은 스택과 각각의 전기 단자 사이에 전기 연결을 제공한다.
- [0096] 바람직하게는, 외부 전기 단자의 일부는 베이스 판 및 상부판 중 하나의 개구를 통해 연장되어 전기 단부판의 제1 층에 전기적으로 연결된다. 선택적으로, 전기 단부판은 위의 제1 측면에 명시된 바와 같다.
- [0097] 예를 들어, 개구(들)는 (스택에서 각 전지 유닛을 통한 포트에 의해 형성되는) 내부 매니폴드와 정렬될 수 있고, 전기 단자(전기 스테드라고도 지칭됨)는 또한 내부 매니폴드와 정렬될 수 있다. 개스킷은 각 판을 분리할 수 있으며 포트 및 개구 주변에 위치되어 내부 매니폴드를 형성한다.
- [0098] 통상적으로 전기 단부판의 제1 및 제2 층은 철 함유층이다. 보다 일반적으로 층은 강철, 보다 일반적으로 스테인리스강, 보다 더 일반적으로는 페라이트계 스테인리스강이다. 금속 유형에 의해 제한되지 않고서, 제1 층에 적합한 재료의 예는 SS441, Crofer 22를 포함하고 제2 층에 적합한 재료의 예는 SS441, SS444 및 Crofer 22를 포함한다.
- [0099] 일반적으로, 전기 단부판의 제1 층은 적어도 0.5mm, 보다 일반적으로 0.5mm 내지 5mm, 보다 더 일반적으로 0.5 내지 2mm, 보다 더 일반적으로 1 내지 2mm의 두께를 가질 것이다. 환언하면, 전기 단부판의 제1 층은 그 자체가 판이며, 이는 자체 지지 경성판이라고도 지칭될 수 있다.
- [0100] 통상적으로, 제1 및 제2 세라믹 층의 두께는 50 내지 200 마이크로미터, 바람직하게는 80 내지 150 마이크로미터, 보다 바람직하게는 90 내지 100 마이크로미터이다.
- [0101] 전형적으로, 기판(지지판, 금속 기판 플레이트 또는 전지 지지 금속 기판 플레이트라고도 지칭됨)의 두께는 50 내지 250 마이크로미터, 바람직하게는 50 내지 150 마이크로미터, 보다 바람직하게는 100 마이크로미터이다.
- [0102] 바람직하게는, 위에서 설명되는 임의의 측면의 전기화학 전지는 평면, 고체 산화물, 연료 전지 또는 전해조 전지 유닛을 포함한다. 전기화학 전지 조립체는 연료 및/또는 전해조 전지 또는 전기화학이 가능한 임의의 다른 변형으로서 사용될 수 있다. 평면형 전지 유닛 스택은 고체 산화물 전해질, 고분자 전해질막 또는 용융 전해질 또는 전기화학이 가능한 임의의 다른 변형 중 하나에 기초할 수 있다. 일례에서, 전기화학 전지는 고체 산화물 전해질을 갖는 복수의 평면형 전지 유닛(예컨대, 수십 내지 수백 개의 전지 유닛)에 기초하며, 따라서 전기화학 전지는 고체 산화물 연료 전지(SOFC) 및 고체 산화물 전해조 전지로서 지칭될 수 있다. 고체 산화물 전해질은 포일에 의해 지지될 수 있으며, 이 경우에 이는 금속 지지 전지, 특히 금속 지지 고체 산화물 연료 전지(MS-SOFC) 또는 전해조 전지로서 지칭될 수 있다.
- [0103] 스택은 전기화학 활성 전지 유닛을 포함할 수 있으며, 이들 각각은 분리판 및 전지 지지 금속 기판 플레이트를 포함한다. 전기화학 활성 전지 유닛에서, 금속 기판 플레이트는 그에 접합되는 활성 전기화학 전지 층(즉, 작동 중에 전기화학 반응이 발생하는 층)을 지지하며, 상기 활성 전기화학 전지 층은 그에 코팅, 증착 또는 다른 방식으로 부착될 수 있다. 그러나 WO 2015/136295 A1에 설명되는 바와 같이, 스택의 단부 중 어느 하나 또는 단부 양쪽 모두에 전기화학적으로 활성이 아닌 하나 이상의 "더미" 전지가 제공될 수 있다. 따라서 전기 단부판에 인접한 전지 유닛이 전기화학적으로 활성일 수 있으며, 이는 작동 조건에서 전기화학 전지의 기능을 수행할 것이며 전기 단부판이 전지 유닛 스택의 단부에서 각각의 전기화학 활성 전지 유닛과 접촉할 수 있음을 의미한다. 대안적으로, 인접한 전지 유닛은 전기 단부판과 연료 전지 스택의 나머지 사이에서 전기 연결을 여전히 형성하는 동안 전기화학적으로 비활성일 수 있다. 예를 들어, 이는 전기화학 활성 전지 유닛의 캐소드에 사용되는 재료와 동일한 재료인 캐소드 재료층을 지지하는 금속 기판 플레이트를 포함할 수 있다. 어느 경우에서든, 전기 단부판은 스택의 단부에 위치하는 인접한 전지 유닛과 전기 접촉하는 것으로 설명될 수 있다.
- [0104] 통상적으로 인접한 전지 유닛은 금속 기판 플레이트 및 분리판 중 적어도 하나를 포함한다. 통상적으로 전지 유닛은 금속 지지 전지 유닛이다. 분리판은 스택의 각 전지 유닛에서 연료 유체 볼륨으로부터 산화제 유체 볼륨을 분리하며, 일반적으로 예를 들어, 이격된 채널 및 리브 패턴 또는 이격된 딥플을 포함하는 3D 윤곽 구성이

제공되어 유체 유동을 제어할 것이다.

[0105] 위에서 나타내지는 바와 같이, "전지 유닛" 또는 "전지 스택"은 "전기화학 전지 유닛" 또는 "전기화학 전지 스택"을 지칭하기 위해 사용된다.

도면의 간단한 설명

[0106] 도 1 및 도 2는 종래 기술의 전지 스택 배열의 개략도이다.

도 3은 본 발명의 제1 측면에 따른 전지 스택 배열의 단면도이다.

도 4는 제1 측면에 따른 전지 스택 배열의 단면도이다.

도 5a는 제1 측면에 따른 전지 스택 배열의 단면도이고, 도 5b는 도 5a의 전지 스택 배열의 일부의 확대도이다.

도 6a는 제1 측면에 따른 전지 스택 배열의 단면도이고, 도 6b 및 도 6c는 도 6a의 전지 스택 배열의 일부의 확대도이다.

도 7은 제1 측면에 따른 제1 전기 단부판 및 제2 전기 단부판의 평면도이다.

도 8은 제1 측면에 따른 도 5a에 도시된 전지 스택 배열의 분해 사시도이다.

도 9는 제1 측면에 따른 도 6a에 도시된 전지 스택 배열의 분해 사시도이다.

도 10은 본 발명의 제2 측면에 따른 전지 스택 배열의 단면도이다.

도 11은 도 10에 도시된 전지 스택 배열의 분해 사시도이다.

도 12는 제2 측면에 따른 제1 전기 단부판의 분해도이다.

도 13은 제2 측면에 따른 제2 전기 단부판의 분해도이다.

도 14는 제2 측면에 따른 전지 스택 배열의 일부의 단면도이다.

도 15는 제2 측면에 따른 전지 스택 배열의 일부의 단면도이다.

다음의 도면 및 설명에서 유사한 참조 번호가 상이한 도면의 유사한 요소에 사용될 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0107] 제1 측면의 상세한 설명

[0108] 도 3을 참조하면, 전기화학 전지 스택 배열(300)의 단면도가 도시되고, 해당 단면도는 내부 매니폴드(침니(chimney)), 전기 스택트 및 전기 단부판의 세부사항을 도시하기 위해 우측에서 절단된다. 전기화학 전지 스택을 형성하는 5개의 반복되는 전지 유닛(306) 스택이 도시되고, 전지 유닛의 수는 예시 목적을 위해 감소되었으며 일반적으로는 훨씬 더 많다(예를 들어, 30 내지 200개). 전지 유닛(306)은 기관(또는 금속 지지판)(306a) 및 분리기(또는 상호 연결부)(306b)를 포함하고 출원인의 이전 특허출원 WO 2015/136295에 기재된 것과 유사할 수 있다. 기관(306a)은 금속 지지판(예컨대, 강판 또는 포일(foil))에 (예컨대, 얇은 코팅/필름으로) 개별적으로 증착되고 이에 의해 지지되는 각각의 애노드, 전해질 및 캐소드 층을 포함하는 전기화학 활성층(또는 도시되지 않은, 활성 연료 전지 구성요소 층)을 지니며(carry), 전기화학 활성층은 인접한 전지 유닛(306)의 분리기(306b)와 대면한다. 금속 지지판(306a)은 비다공성 영역으로 둘러싸인 다공성 영역(도시되지 않음)을 가지며, 활성층은, 가스가 금속 지지판(306a)의 일 측으로부터 반대측으로 기공을 통과하여 그 위에 코팅된 활성층에 접근할 수 있도록 다공성 영역에 증착된다. 도 3에 도시되는 바와 같이, 각 전지 유닛(306)은 2개의 판 또는 층 - 금속 지지판(306a) 및 분리판(306b) - 을 포함(그러나 스페이서 판이 금속 지지판(306a)과 분리판(306b) 사이에 개재될(sandwiched) 수 있음)한다. 이는 또한 판에 제공되는 (산화제 및/또는 연료를 위한) 유체 포트를 가지며, 판은 층층이 스택되고 용접(함께 융합)되어 금속 지지판(306a)과 분리판(306b) 사이에 제공되는 공간에 의해 규정되는 중간에서 유체 볼륨을 갖는 단일의 금속 지지 반복 전지 유닛(306)을 형성한다. 연료 전지 스택 반복 층(306)의 금속 구성요소는 서로 전기 접촉하고, 이들 사이의 전자 흐름은 주로 융합/용접 경로를 통해 이루어지며 이로 인해 표면 대 표면 접촉 저항 손실이 회피된다.

[0109] WO2015/136295에서 논의된 바와 같이, 다공성 영역은 애노드(또는 전기화학 활성층의 극성 배향에 따라 캐소드) 위에 놓이는 위치에서 금속 지지판(306a)을 통해 연장되는 작은 애퍼처(금속 포일 기관을 통해 천공된 홀)(도시

되지 않음)를 포함하고, 상기 애노드는 금속 지지판(306a) 아래에 위치된다. 이들은 유체 볼륨이 작은 애퍼처를 통해 지지판(306a) 밑면의 전기화학 활성층과 유체 연통하는 것을 허용하도록 금속 지지판(306a)과 분리판(306b) 사이의 (및 스페이서 판에 의해 규정될 수 있는) 애퍼처 또는 큰 공간에 위치된다.

[0110] 분리판(306b)에는 이 연료 전지 유닛에 스택되는 후속(또는 이웃) 연료 전지 유닛의 캐소드(또는 전기화학 활성층의 극성 배향에 따라 애노드)까지 상측으로, 및 그 자체의 연료 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a)까지 하측으로 연장되는 상하 주름부(corrugation)가 제공된다. 이는 따라서 스택의 인접한 연료 전지 유닛(306) 사이를 전기적으로 연결하여 스택의 전기화학 활성층(일반적으로 각 연료 전지 유닛에 하나씩)을 서로 직렬로 배치한다.

[0111] 도 3의 전지 유닛(306) 스택은 이웃한 전지 유닛(306) 사이에 위치되는 개스킷(gasket)(304)과 함께 스택된다. 각 개스킷(304)은 전지 유닛의 유체 포트를 둘러싸며 전기적으로 절연된다. 각각의 개스킷(304)을 갖는 전지 유닛(306) 스택은 전지 유닛(306)의 대응하는 유체 포트가 정렬되어 전지 유닛 스택을 통해 내부 매니폴드 또는 침니를 형성하도록 층층이 위치되고, 상기 내부 매니폴드 또는 침니를 통해 전지 유닛으로(구체적으로는, 각 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a)과 분리판(306b) 사이의 개구로) 유체가 전달될 수 있으며 이로부터 유체가 배출될 수 있다. 개스킷(304)은 그 표면과 맞닿는 표면의 개스킷 사이에 유체 밀봉을 제공한다. 개스킷(304)은 미리 형성된 개스킷이며 전기 전도성이 아니다. 개스킷은 예를 들어 버미큘라이트(vermiculite)(예컨대, 서미큘라이트(thermiculite))로 제조될 수 있으며, 이는 운모(mica) 또는 세라믹에 비해 우수한 밀봉 성능을 제공함과 함께 밀봉하는 데 훨씬 더 낮은 부하를 요구할 수 있다.

[0112] 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a) 및 분리판(306b) 중 어느 하나 또는 양쪽 모두에, 유체 포트를 둘러싸는 (즉, 침니를 둘러싸는) 영역 및 개스킷(304)과의 일직선에서 다른 한쪽의 금속 지지판(306a) 및 분리판(306b)을 접촉하고 이를 향해 돌출하는 다른 3D 돌출부 또는 딴플(dimple)(도 3에 도시되지 않음)이 제공될 수 있다. 딴플은 전지 유닛 스택을 통해 압축을 전달하고, 전지 유닛의 위아래에 위치하는 개스킷(포트 개스킷, 즉 포트를 둘러싸는 개스킷이며, 개스킷은 통상적으로 원형 단면의 포트를 둘러싸는 환형임)(304)에 의해 전지 유닛에 가해지는 압축을 지지하고, 단일 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a)과 분리판(306b) 사이의 분리(간격)를 유지한다. (도 5 및 도 6과 관련하여 추가로 설명되는 바와 같이) 딴플은 포트 주변에 링으로 배열될 수 있으며, 제1 유체가 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a)과 분리판(306b) 사이의 간격으로 들어가거나 빠져나가는 것을 허용할 수 있다.

[0113] 이 실시형태에서, 전력 인출 조립체 및 상부판 또는 베이스 판이 전지 유닛 스택의 각 단부에 위치된다. 제1 전기 단부판(302) 및 전기 스테르드(301)를 포함하는 전력 인출 조립체가 전지 유닛 스택의 상측 단부에 위치되고, 제1 전기 단부판(302)은 전지 유닛 스택의 상단에 위치된다. 제1 전기 단부판(302)은 (포트) 개스킷(304)에 의해 스택 단부로부터 분리되며, 상기 (포트) 개스킷(304)은 스택에서 전지 유닛(306) 사이에 사용되는 (포트) 개스킷과 동일하다. 아래에서 더 논의되는 바와 같이, 제1 전기 단부판(302)은, 유체가 제1 전기 단부판(302)을 통과하지 않을 수 있도록 전기 스테르드가 이로부터 수직으로 연장되는 베이스 부분에 의해 침니를 차단한다. 제1 전기 단부판(302)은 전지 유닛(306) 스택의 상측 단부에서 전지 유닛(306)과 전기 접촉한다. 제1 전기 단부판(302)은 전지 유닛(306) 스택의 상측 단부에서 전지 유닛(306)으로부터 전기 스테르드(301)로 전기 전위를 전이하고, 상기 전기 스테르드(301)는 전지 스택 배열(300) 외부로 전위를 전이하며, 스테르드는 전기 단자로써 작용한다. 제1 전기 단부판(302) 및 전기 스테르드(301)는 통합형일 수 있고; 대안적으로는 용접, 브레이징(brazed), 나사 고정(screwed) 또는 다른 방식으로 서로 부착된 두 개의 개별 구성요소일 수 있다.

[0114] 제1 전기 단부판(302) 위에(즉, 외곽에) 제1 전기 절연판(305a)이 위치하여, 제1 전기 단부판(302)이 제1 전기 절연판(305a)과 전지 유닛 스택 사이에 위치되도록 한다. 제1 전기 절연판(305a)은 바람직하게는, 하부의 스택된 전지 유닛과 적어도 동일한 정도로 스택을 가로질러 연장되고 (포트) 개스킷(304)에 의해 제1 전기 단부판(302)으로부터 분리되며, 상기 (포트) 개스킷(304)은 스택에서 전지 유닛(306) 사이에 사용되는 개스킷과 동일하다. 개스킷(304)은 스택을 통한 침니(또는 내부 매니폴드)와 동축인(및 그의 연속체를 형성하는) 제1 전기 절연판(305a)의 개구를 둘러싸며, 전기 스테르드(301)는 상기 개구를 통과해야 한다.

[0115] 제1 전기 절연판(305a) 위에는 상부판(303)이 위치하여, 제1 전기 절연판(305a)이 상부판(303)과 제1 전기 단부판(302) 사이에 위치되도록 한다. 제1 전기 절연판(305a)은 (포트) 개스킷(304)에 의해 상부판(303)으로부터 분리되며, 상기 (포트) 개스킷(304)은 스택에서 전지 유닛(306) 사이에 사용되는 개스킷과 동일하다. 개스킷(304)은 스택을 통한 침니와 동축인(및 그의 연속체를 형성하는) 상부판(303)의 개구를 둘러싸며, 전기 스테르드(301)는 상기 개구를 통과한다. 제1 전기 절연판(305a)은 전기 단부판(302)과 상부판(303) 사이에 전기 절연을

제공한다. 제1 전기 절연판(305a)은 운모 또는 비전도성 세라믹 재료로 제조될 수 있다.

[0116] 전지 유닛 스택 아래(즉, 제1 전기 단부판(302), 제1 전기 절연판(305a) 및 상부판(303)을 갖는 스택의 반대편 단부)에는 제2 전기 단부판(310), 제2 전기 절연판(305b) 및 베이스 판(308)이 위치된다. 제2 전기 단부판(310)은 개스킷(304)에 의해 스택의 단부로부터 분리되며, 상기 개스킷(304)은 스택에서 전지 유닛(306) 사이에 사용되는 (포트) 개스킷과 동일하다. 제2 전기 단부판(310)에는 포트가 제공되고 상기 포트는 전지 유닛(306)을 통한 포트들과 정렬되며, 상기 포트를 통해 유체가 통과할 수 있어, 따라서 이는 침니의 일부를 규정한다. 제2 전기 단부판(310)은 전지 유닛(306) 스택의 하측 단부에서 전지 유닛(306)과 전기 접촉하고, 제1 전기 단부판과 반대 극성을 갖는다. 제2 전기 단부판(310)은 제2 전기 스테드(도시되지 않음)와 전기 접촉하여 전지 스택 배열(300) 밖으로 전기 에너지를 전이시킬 수 있다.

[0117] 제2 전기 단부판(310) 아래에는 제2 전기 절연판(305b)이 위치하여, 제2 전기 단부판(310)이 제2 전기 절연판(305b)과 전지 유닛 스택 사이에 위치되도록 한다. 제2 전기 절연판(305b)은 개스킷(304)에 의해 제2 전기 단부판(310)으로부터 분리되고, 상기 개스킷(304)은 스택에서 전지 유닛(306) 사이에 사용되는 개스킷과 동일하다. 개스킷(304)은 스택을 통한 침니와 동축인(및 그의 일부를 형성하는) 제2 전기 절연판(305b)의 개구를 둘러싸고, 유체는 상기 개구를 통과할 수 있다.

[0118] 제2 전기 절연판(305b) 아래에는 베이스 판(308)이 위치하여, 제2 전기 절연판(305b)이 베이스 판(308)과 제2 전기 단부판(310) 사이에 위치되도록 한다. 베이스 판(308)은 개스킷(304)에 의해 제2 전기 절연판(305b)으로부터 분리되며, 상기 개스킷(304)은 스택에서 전지 유닛(306) 사이에 사용되는 개스킷과 동일하다. 개스킷(304)은 스택을 통한 침니와 동축인(및 그의 일부를 형성하는) 베이스 판(308)의 개구를 둘러싸고, 유체는 상기 개구를 통과할 수 있으며, 침니 및 이에 의한 스택으로의 유체 전달 또는 스택으로부터의 유체 배출을 위한 포트를 제공한다. 제1 전기 절연판(305a)과 유사한 제2 전기 절연판(305b)은 전기 단부판(310)과 베이스 판(308) 사이에 전기 절연을 제공한다. 제2 전기 절연판(305b)은 운모 또는 비전도성 세라믹 재료로 제조될 수 있다.

[0119] 압축 수단(307)은 제조 중에 가해진 압축을 유지하기 위해 제공된다. 압축 수단(307)은 베이스 판(308)과 상부판(303) 사이에 제공되고 그 사이의 구성요소(즉, 개스킷(304), 전기 절연판(305a, 305b), 제1 및 제2 전기 단부판(302, 310) 및 전지 유닛(306))에서 압축을 유지한다. 도 3의 압축 수단(307)은 베이스 판(308) 및 상부판(303)에 용접되거나 달리 영구적으로 부착될 수 있는 스커트(skirt)로서 도시되며, 그와 함께 외부 압축이 제조 중에 베이스 판(308) 및 상부판(303) 사이에 가해진다. 외부 압축력이 제거되면, 스커트를 통한 인장력은 베이스 판(308) 및 상부판(303)을 통해 스택에서 압축 부하를 유지한다. 용접 경로는 베이스 판(308) 및 상부판(303)을 원형으로 둘러쌀(encircle) 수 있고 베이스 판(308), 상부판(303) 및 스택을 수용하는 스커트(307)에 의해 규정되는 (유체) 볼륨을 유체적으로 밀봉하는 유체 밀봉을 형성할 수 있다. 베이스 판(308) 및 상부판(303)은 상대적으로 (배열 내의 임의의 다른 판, 예컨대, 금속 지지판, 분리판, 전지 유닛 전체 및 전기 단부판보다 더 강성이며, 본질적으로 더 강성인 재료로 반드시 만들어지기보다는 예를 들어 더 두껍게 함으로써 더 강성인) 강성판이며, 이는 압축 부하를 스택의 평면 면적에 걸쳐(적어도 개스킷(304)과 이들이 접촉하는 면적 및 전기화학 활성층과 일직선인 면적에 걸쳐) 분산시킨다. 압축 수단은 스택에서 (전지 유닛을 포함하는) 반복 유닛 사이에 양호한 전기 접촉을 제공하는 압축력을 유지한다. 출원인의 이전 특허 출원 WO 2019/002829 A에서 기술된 바와 같이, 압축 수단은 또한 밀봉, 예컨대 침니를 밀봉하기 위한 (포트) 개스킷(304)에서 압축을 유지하며 스택의 구조적 무결성을 유지한다. 그 결과, 제1 유체 볼륨이 각 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a)과 분리기(306b) 사이의 공간 및 침니에서 규정된다. 제1 유체 볼륨으로부터 유체적으로 밀봉되는 제2 유체 볼륨은 베이스 판(308), 상부판(303) 및 스커트(압축 수단)(307)에 의해 규정되는 볼륨 내의 잔여하는 볼륨에 의해 규정된다. 따라서, 이 경우에 압축 수단은 유체 볼륨(즉, 제2 유체 볼륨)을 규정하고 밀봉하는 또 다른 목적을 이행한다. 제1 유체 볼륨은 전기화학 활성층의 애노드와 유체 연통할 수 있고, 제2 유체 볼륨은 전기화학 활성층의 캐소드와 유체 연통할 수 있거나 전기화학 전지 층이 적층(laid up)되는 방법에 따라 그 반대일 수 있다.

[0120] 대안으로서, 압축 수단(307)은 개구를 통과(고정 수단, 예컨대, 잠금 너트로 고정됨)하거나 개구에 나사 고정하도록 배열되는 타이 바(tie bar)를 포함할 수 있고 베이스 판(308)과 상부판(303)을 연결할 수 있으며, 이는 베이스 판(308)과 상부판(303) 사이의 전지 스택 배열에 가해진 압축력을 유지한다. 이 경우에, 압축 수단은 유체 볼륨을 규정하고 밀봉하지 않으며, 오히려 제2 유체 볼륨이 배열(300)이 위치되는 용기에 의해 수용될 수 있다.

[0121] 일례에서, 제1 전기 단부판(302)은 전지 유닛 스택의 최상측 전지 유닛(306)의 최외측 층(예컨대, 애노드 층)과 전기 접촉하고 제2 전기 단부판(310)은 전지 유닛 스택(스택된 전지 유닛은 직렬 연결됨)의 최하측 전지 유닛

(306)의 캐소드 층과 전기 접촉한다. 애노드는 제1 유체 볼륨과 유체 연통할 수 있고 캐소드는 제2 유체 볼륨과 접촉할 수 있다. 연료 전지로서 작동하면, 제1 유체 볼륨에는 연료가 공급되고 제2 유체 볼륨에는 산화제가 공급되고 제1 전기 단부판(302)과 제2 전기 단부판(310) 사이에 전위차가 생성되며 부하가 그 사이에 연결될 수 있다. 이 경우에, 제1 전기 단부판(302)은 모노폴(monopole)로서 지칭될 수 있고, 제2 전기 단부판(310)은 엔드폴(end pole)로서 지칭될 수 있다.

[0122] 전해조 전지로서 작동하면, 제1 전기 단부판(302)과 제2 전기 단부판(310) 사이에 전위차가 인가되어 수소 가스 및/또는 일산화탄소 및 산소의 생성을 유도한다.

[0123] 도 4를 참조하면, 전지 스택 배열(400)의 단면도가 도시된다. 전지 스택 배열(400)은 도 3의 전지 스택 배열(300)의 변형예이다. 도 4에 도시되는 변형예에서, 전지 유닛(반복 유닛)(406)은 금속 지지판(406a) 및 분리판(406b)을 포함한다. 이 변형예에서는, 전지 유닛 스택의 전지 유닛(406) 사이에 미리 형성된 (포트) 개스킷이 요구되지 않는다. (미리 형성된) 개스킷 대신에, 환형부(annulus)가 해당 전지 유닛의 분리판(406b)으로부터 멀어지며 돌출하고 이웃하는 전지 유닛의 분리판을 향하여 형성됨으로써 금속 지지판(406a)의 유체 포트를 둘러싸는 환형부가 (도면에서 하측으로) 융기된다.

[0124] 인-시추(in-situ) 밀봉, 즉 밀봉재 재료(409)의 링이 환형부에 형성되고 이 재료는 스택의 조립 중에 적용될 수 있다. 이는 연료 전지의 작동 환경을 건디도록 경화되는 때에 설계된 임의의 전통적인 밀봉재 재료일 수 있다. 또한 필요한 경우 (미리 형성된) 개스킷으로 교체될 수 있지만 인-시추 밀봉의 사용은 개스킷의 신중한 위치 결정을 더 이상 요구하지 않기 때문에 부품 수를 감소시키고 비용을 절감시키며 조립체를 단순화하는 현저한 이점을 갖는다.

[0125] 이러한 배열로, 밀봉재 재료의 두께는 미리 형성된 개스킷에 대해 일반적으로 요구되는 것보다 상당히 얇을 수 있다. 전기 절연 밀봉 또는 인-시추 밀봉은 인접한 연료 전지 유닛의 (예컨대, 인접한 연료 전지 유닛의 분리판 및 융기된 환형부에 의해 형성되는 하드 스톱 표면(hard stop surface)을 형성하는) 맞닿는 표면 중 하나 또는 양쪽 모두에 사용되어 맞닿는 표면을 통한 인접한 연료 전지 유닛 사이의 전기 접촉을 방지할 수 있다.

[0126] 환형 그루브(명료함을 위해 도시되지 않음)가 또한 환형부에 제공될 수 있고 환형 그루브는 인-시추 밀봉 재료를 수용하기 위해 그 전지 유닛의 분리판(406b)을 향해 돌출한다. 여기에서 환형 그루브는 일정한 깊이를 갖는 균일한 원을 형성할 수 있지만 그루브를 반경 및 깊이 모두에서 덜 균일하게 만드는 것이 가능할 수 있으며, 그러나 간소화를 위해 균일한 반경 및 깊이가 제공된다. 환형 그루브는 밀봉재 재료의 볼륨(또는 비드(bead))을 수용하고 인접한 전지 유닛(306)의 분리판(306b)과 접촉하며, 따라서 도 3의 개스킷(304)과 같은 기능을 한다.

[0127] 도 3의 개스킷(304) 두께는 공기 또는 연료 유동을 위해 인접한 연료 전지 유닛들 사이에 공간을 제공하는 데 도움이 되었다. 그 공간을 유지하기 위해, 금속 지지판(406a)의 환형 부분에 성형된 포트 피처(feature)가 제공될 수 있다. 이는 또한 개스킷 밀봉 재료 상부의 최종 높이가 여전히 정확한 높이임을 보장하여 전기화학 활성층의 외측 표면이 인접한 전지 유닛(406)의 분리판(406b)과 정확하게 접촉하는 것을 허용한다.

[0128] 융기된 환형부가 금속 지지판(406a)의 일부로서 도 4에 도시되지만, 대안적으로 각 전지 유닛(406)의 분리판(406b)에 제공될 수 있다.

[0129] 이제 다음의 실시형태에서 예시되는 바와 같이, 도 3 및 도 4의 배열에서 설명되는, 금속 지지판(406a)에 제공되는 성형된 피처 및 성형된 둘레 플랜지(perimeter flange)(이를 통해 전지 유닛이 2피스 전지(two piece cell)로서 용접됨) 중 임의의 것 또는 전부가 분리판(406b)에 대신 제공될 수 있다.

[0130] 도 5a를 참조하면, 전지 스택 배열(500)의 단면도가 도시되고, 도 5b를 참조하면, 도 5a에서 원형으로 둘러싸인 면적의 확대도가 도시된다. 도 8은 도 5의 배열(500)의 분해 사시도이다.

[0131] 전지 스택 배열(500)은 전술한 전지 유닛(306)과 유사한 전지 유닛(306) 스택을 포함한다. 도 5a는 금속 지지판(306a)에 (예컨대, 얇은 코팅/필름으로) 개별적으로 증착되고 이에 의해 지지되는 각각의 애노드, 전해질 및 캐소드 층을 포함하는 전기화학 활성층(506)을 도시한다. 도 5a는 또한 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a) 및 인접한(이웃한) 전지 유닛(306)의 전기화학 활성층(506)의 최외측 층과 접촉하는 분리판(306b)의 상하 돌출부를 도시한다.

[0132] 전기 스테르드(301) 및 제1 전기 단부판(302)은 전술한 것과 유사하다. 이 경우에, 전기 절연 슬리브(503)(칼라(collar)라고도 지칭됨)가 전기 스테르드(301)를 둘러싼다. 전기 스테르드(301) 및 제1 전기 절연판(305a) 및 상부판(303)을 통한 개구는 단면이 원형일 수 있으며, 이 경우에 슬리브(503)는 중공 실린더이다. 슬리브(503)는

운모 또는 세라믹과 같은 (전기) 절연 재료로 형성된다. 이는 스택 배열(500)을 취급하는 동안 그리고 스테르드(301)에 부하를 연결하는 동안 전기 스테르드(301)에 기계적 안정성을 제공한다. 슬리브(503)는 또한 상부판(303)의 개구를 통한 스택 배열(500)로의 이물질(예컨대, 먼지) 유입을 방지한다. 슬리브(503)(및 스테르드(301))를 둘러싸며 상부판(303)의 외측면에 안착되는 와셔(washer)(504)에 의해 추가적인 기계적 안정성이 제공된다. 와셔(504)의 외측면은 슬리브(503)의 외측 단부 위에 안착(즉, 상부판(303)의 외측면으로부터 슬리브(503)의 외측 단부보다 더 돌출)하여, 스테르드에 가해지는 임의의 기계적 힘이 슬리브(503)를 통하거나 스테르드(301)를 통한 제1 전기 단부판(302)으로가 아닌 와셔(504)를 통해 상부판(303)으로 전이되도록 한다. 와셔는 세라믹 또는 운모와 같은 임의의 적합한 (전기) 절연 재료로 형성될 수 있다. 도 5b에 도시되는 바와 같이, 버스 바(509)는 너트(508)에 의해 스택 배열(500) 외부에 있으며 와셔(504)와 접촉하는 스테르드(301)에 부착될 수 있다.

[0133] 제1 전기 단부판(302)에 대한 추가 세부사항이 도 5a에서 명백하다. 제1 전기 단부판(302)에는 (바람직하게는) 제1 전기 단부판(302)에 (예컨대, 얇은 코팅/필름으로서) 증착되거나 - 이에 부착되고 - 이에 의해 지지되는 재료층(510)이 제공된다. 재료층(510)은 전기 전도성 세라믹 재료이고 전기화학 활성층(506)의 캐소드의 조성과 유사한 조성을 가질 수 있으며, 이는 예를 들어 LSCF, LCN, BSCF, 예컨대, LCN60일 수 있다. 재료층(510)은 유리하게는 전지 유닛(306)의 전기화학 활성층(506)의 두께와 동등한 두께를 가지며, 이는 최외측(도 5a에서 최상측) 전지 유닛(306)의 분리판(306b)에서의 돌출부가 재료층(510)의 면과 접촉하는 것을 의미한다. 이는 또한 편리하게도 모든 개스킷(304)이 유사한 두께가 되는 것을 허용한다. 이는 전지 유닛(306) 스택을 제1 전기 단부판(302)에 연결하는 데 특수한 구성요소가 요구되지 않기 때문에 스택 배열(500)에서 요구되는 다양한 구성요소의 수를 감소시킨다. 재료층(510)은 전지 유닛 스택에서 최외측(도 5a에서 최상측) 전지 유닛의 분리판(306b)의 (상향) 돌출부와 접촉하고 분리판을 제1 전기 단부판(302)에 전기적으로 연결하여 그 사이에서의 전기 에너지 전이를 허용한다. 전기 단부판(302)은 재료층(510)이 부착, 코팅 또는 증착되는 단일 판으로서 도시되지만, 제2 측면, 예를 들어 도 10의 전기 단부판(1402)에서 설명되는 바와 같이, 2개(또는 그 이상)의 부품 구성될 수도 있다.

[0134] 제2 전기 스테르드(505)가 도 5a에 도시되며, 이는 전술한 전기 스테르드(301)와 유사하지만 반대 극성을 갖는다. 제2 전기 스테르드(505)는 제2 전기 단부판(507)에 연결되고, 제2 전기 절연판(305b) 및 베이스 판(308)의 개구를 통과한다. 제2 전기 스테르드(505)에는 슬리브(503), 와셔(504), 버스 바 및 너트가 제공되며, 이는 제1 전기 스테르드(301)와 유사하지만 상부판(303)이 아닌 베이스 판(308)과 연관된다.

[0135] 제2 전기 단부판(507)의 추가 세부사항이 도 5a에서 명백하다. 제2 전기 단부판(507)에는 전지 유닛 스택을 향해 연장되는 돌출부가 제공되어 전지 유닛 스택의 최외측(도 5a에서 최하측) 전지 유닛(306)의 전기화학 활성층(506)의 최외측 전극(예컨대, 캐소드)과 접촉한다. 돌출부는 인접한 전지 유닛(306)의 전기화학 활성층(506)을 향해 (상향) 돌출하는 분리판(306b)의 높이와 동일한 높이를 갖는다. 이는 유리하게는 개스킷(304)이 제2 전기 단부판(507)과 전지 유닛 스택 사이에 위치되어, 전지 유닛 스택의 인접한 전지 유닛(306) 사이에 사용되는 것과 같이 동일한 두께가 되는 것(실제로는, 동일한 개스킷이 되는 것)을 허용한다.

[0136] 제2 전기 단부판(507)의 돌출부는 전지 유닛 스택에서 최외측 전지 유닛의 전기화학 활성층(예컨대, 캐소드)의 최외측(도 5a에서 최하측) 면과 접촉하고, 해당 전기화학 활성층의 해당 면을 제2 전기 단부판(507)에 전기적으로 연결하여 그 사이의 전기 에너지 전이를 허용한다. 전기 단부판(507)은 일체형 돌출부를 갖는 단일 판으로서 도시되지만, 제2 측면, 예를 들어 도 10의 전기 단부판(1407)에서 설명되는 바와 같이, 2개(또는 그 이상)의 부품 구성될 수도 있다.

[0137] 전기 스테르드(301) 및 제2 전기 스테르드(505)는 전지 유닛 스택의 대향 단부에 위치된다는 것에 유의해야 한다. 2개의 침니가 배열(500)에 존재하며, 전기 스테르드가 각 침니와 정렬(예컨대, 바람직하게는 각 침니와 동축임)된다. 침니는 개스킷(304), 전지 유닛(306)을 통한 포트, 및 제1 전기 단부판(302), 제1 전기 절연판(305a) 및 상부판(303) 중 어느 하나를 통한 포트 또는 제2 전기 단부판(507), 제2 전기 절연판(305b), 및 베이스 판(308)을 통한 포트에 의해 규정/형성된다. 제1 전기 단부판(302)은 (도 5a의 좌측의, 전기 스테르드가 이로부터 수직으로 연장되는 베이스 부분으로) 제1 침니를 차단하고 제2 전기 단부판(507)은 (도 5a의 우측의, 전기 스테르드가 이로부터 수직으로 연장되는 베이스 부분으로) 제2 침니를 차단한다.

[0138] 도 5a에서 화살표로 표시되는 바와 같이, 제1 침니는 제1 유체 볼륨으로의 제1 유체 전달을 위해 사용되고, 제2 침니는 제1 유체 볼륨의 배출을 위해 사용된다. 제1 유체 볼륨은 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a)과 분리판(306b) 사이에 밀폐되고 침니에 의해 공급/배출된다. 제2 유체 볼륨은 스커트, 베이스 판 및 단부판에 의해

밀폐되는 전지 유닛 및 침니를 둘러싸며, 전기화학 활성층(506)의 최외측 전극과 유체 연통하도록 제공될 수 있다. 제2 유체 볼륨의 공급 및 배출을 위한 포트(도 5a에 도시되지 않음)는 베이스 판 및/또는 단부판에 제공될 수 있다.

[0139] 도 5a에는 파워 테이크 판(302)과 제1 전기 절연판(305a) 사이, 제1 전기 절연판(305a)과 상부판(303) 사이, 제2 전기 단부판(507)과 제2 전기 절연판(305b) 사이 및 제2 전기 절연판(305b)과 베이스 판(308) 사이에 제공되는 지지층(511)이 추가로 도시된다. 지지층(511)은 전기화학 활성층(506)(및 분리판(306b)의 돌출부)(에 대응하는 평면도 면적을 커버하는 평면도 및 이와 일직선)의 정도에 대응하는 정도를 갖는다. 지지층(511)은 전지 유닛 스택을 통해 베이스 판(308)과 상부판(303) 사이에 가해지는 압축력의 일부를 전이시킨다. 이는 전지 유닛(306) 내에서 그리고 전지 유닛 스택의 인접한 전지 유닛 사이에 (예를 들어, 심지어 평면도 면적에 걸친) 양호한 전기 접촉(즉, 동일한 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a)을 향한 분리판(306b)의 하향 돌출부 사이의 양호한 전기 접촉 및 전지 유닛 스택에서 인접한, 또는 이웃한 전지 유닛(306)의 전기화학 활성층(506)의 최외측 전극을 향한 분리판(306b)의 상향 돌출부 사이의 양호한 전기 접촉)을 보장한다. 자연스럽게, 지지층(511)을 통해 동일한 압축력이 제1 및 제2 전기 단부판(302, 507)과 전지 유닛 스택의 최외측 전지 유닛 사이에 양호한 전기 접촉을 제공한다. 지지층(511)은 스택에 압축력을 전달할 수 있는 임의의 전도성 또는 비전도성 탄력 재료, 예를 들어 메쉬(mesh) 또는 팽창된 금속 포일로 형성될 수 있다.

[0140] 도 8을 참조하면, 명확성을 위해 부분 스커트(307)가 도시된다. 스커트(307)는 스커트가 스택을 둘러싸도록, 도시된 스커트 구성요소(307)의 예지를 연결하기 위한 또 다른 2개의 측벽을 포함할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 또한 금속 지지판(306a) 및 분리기(306b)가 분해되어 도시되어 있지 않으며, 따라서 이 도면에서는 분리기(306b)만이 명백하다는 점에 유의한다. 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a) 및 분리기(306b)는 그 외주 주변에서 서로 용접되거나 다른 방식으로 부착된다.

[0141] 연료 전지로서 사용 시, 전기 부하가 배열(500)의 전기 스테드(301)와 제2 전기 스테드(505) 사이에 연결될 수 있다. 일례에서, 애노드는 금속 지지판(306a)에 가장 가까운 전기화학 활성층이며, 제1 유체는 연료이다. 연료는 제1 침니, 금속 지지판(306a)과 분리기(306b) 사이의 간격 및 금속 지지판(306b)의 다공성 영역을 통해 애노드에 공급되고, 연료 배출 생성물은 애노드로부터 금속 지지판(306a) 및 분리기(306b) 사이의 간격을 통해 제2 침니로 라우팅된다(routed). 제2 유체는 산화제이며 제2 유체 볼륨을 통해 캐소드에 공급된다.

[0142] 전해조 전지로서 사용 시, 전기 스테드(301)와 제2 전기 스테드(505) 사이에 전위차가 제공되며 배열(500)에 전기 에너지를 제공할 수 있다. 관련 유체가 제1 및 제2 유체 볼륨에 제공되고 그로부터 배출된다.

[0143] 도 6a를 참조하면, 전지 스택 배열(600)의 단면도가 도시된다. 전지 스택 배열(600)은 도 5a의 전지 스택 배열(500)의 변형예이다. 도 6b 및 도 6c는 도 6a의 전지 스택 배열(600)의 줌된(zoomed) 면적을 도시한다. 도 7은 각각 스테드를 갖는 전지 스택 배열(600)의 제1 및 제2 전기 단부판(602, 606)의 평면도이다. 도 9는 도 6 및 도 7의 배열(600)의 분해 사시도이다. (전지 유닛 스택의 전지 유닛(306)을 포함하는) 배열(600)이 도 5에 도시되는 배열(500)에 대해 180도 회전된 것으로 도시되어 있음에 유의한다.

[0144] 도 6에 도시되는 배열(600)에서, 스테드(601)를 갖는 제1 전기 단부판(602)이 추가 버스 바(612)를 통해 추가 전기 단부판(607)에 연결되며, 이는 전기 스테드(601 및 605) 양쪽 모두가 스택 배열(600)의 동일한 단부에 위치되는 것을 허용한다. 이는 또한 유체 유입 및 제1 유체 볼륨으로부터의 배출이 스택 배열(600)의 동일한 단부에 위치되는 것(유체 유입 및 배출이 전기 스테드(601, 605)에 대해 스택 배열(600)의 반대편 단부에 위치됨)을 허용한다. 개스킷(304)은 배열(600)의 각 추가 구성요소 사이에 제공되어 그의 연속체 또는 침니를 규정한다.

[0145] 제2 전기 스테드(605) 및 연관되는 제2 전기 단부판(606)은 제2 전기 스테드(605)가 (아래에서 약술되는 이유로) 제1 전기 단부판(602)을 통해 추가 전기 절연판(613)의 개구를 통과한다는 점을 제외하고 배열(500)의 제2 전기 스테드(505) 및 제2 전기 단부판(507)과 유사하다. 따라서, 제2 전기 단부판(606)에는 전지 유닛 스택의 최외측 전지 유닛(306)의 최외측 층을 향하고 이와 접촉하는 돌출부(614)가 제공되며, 상기 최외측 층은 전기화학 활성층(506)의 최외측 전기화학 활성층일 수 있다. 제2 전기 단부판(606)은 일체형 돌출부를 갖는 단일 판으로서 도시되지만, 제2 측면, 예를 들어 도 10의 전기 단부판(1407)에서 기술되는 바와 같이 2개(또는 그 이상)의 부품 구성일 수도 있다.

[0146] 지지층(511)은 제2 전기 단부판(606)과 추가 전기 절연판(613) 사이에서 돌출부에 대해 제2 전기 단부판(606)의 반대측에 위치되어 스택의 전기화학 활성 영역 내에서 압축을 유지한다.

- [0147] 제1 전기 스테르드(601)는 배열(500)의 전기 스테르드(301) 및 제1 전기 단부판(302)과 유사하게 제1 전기 단부판(602)에 연결되거나 이와 통합형이다. 배열(500)과 달리, 제1 전기 단부판(602)에 코팅되거나 증착되는 전기 전도성 세라믹 층(510)이 없다. 제1 전기 단부판(602)은 버스 바(612)에 전기적으로 연결되고, 이는 다시 추가 전기 단부판(607)에 전기적으로 연결되어 두 전기 단부판이 동일한 극성에 있으며 두 전기 단부판 모두가 특히, 침니 부근에서의 압축 수단에 의해 가해지는 압축력에 영향을 받도록 한다. 추가 전기 단부판(607)은 제1 전기 판(602)에 대해 전지 유닛 스택의 반대편 단부에 위치된다. 추가 전기 단부판(607)에는 제1 전기 단부판(607)에 (예컨대, 얇은 코팅/필름으로서) 증착되거나 - 이에 부착되고 - 이에 의해 지지되는 재료층(510)이 제공된다. 재료층(510)은 도 5를 참조하여 전술된 것과 다른 방식으로 유사하다.
- [0148] 제1 전기판(602)은 추가 전기 절연판(613)과 스택 배열(600)의 상부판(303) 사이에 위치된다. 제1 전기판(602)은 지지층(511) 및 개스킷(304)에 의해 추가 전기 절연판(613)으로부터 분리된다. 환언하면, 제1 전기판(602)은 제2 전기 단부판(606)으로부터 추가 전기 절연판(613)의 반대측에 위치된다. 따라서 추가 전기 절연판(613)은 제1 전기판(602)과 제2 전기 단부판(606) 사이에 전기 절연을 제공한다. 유사하게, 추가 전기 단부판(607)이 지지층(511) 및 개스킷(304)에 의해 제1 전기 절연판(305a)으로부터 분리된다.
- [0149] 버스 바(612)는 버스 바(612) 및/또는 제1 전기 단부판(602) 및 추가 전기 단부판(607)의 단부의 탭(tab)을 통해 제1 전기 단부판(602) 및 추가 전기 단부판(607)에 용접되거나 다른 방식으로 부착(및 이와 전기적으로 연결)된다. 버스 바는 전지 유닛 스택과 스커트 사이의 전지 유닛 스택의 일 측에 위치되며, 그의 스테킹 방향과 대략 평행하다. 탭은 버스 바(612), 제1 전기 단부판(602) 및 추가 전기 단부판(607)보다 (예를 들어, 더 얇기 때문에) 더 가요성이며, 이는 스택과 버스 바 사이의 차등 열 팽창이 탭의 가요성에 의해 설명되는 것을 의미하며, 따라서 최소 응력이 버스 바(612), 제1 전기 단부판(602) 및 추가 전기 단부판(607)에 전이된다.
- [0150] 추가 전기 단부판(607)은 재료층(510)이 부착, 코팅 또는 증착되는 단일 판으로서 도시되어 있지만, 제2 측면, 예를 들어 도 10의 전기 단부판(1402)과 관련하여 설명되는 판과 유사하게, 2개(또는 그 이상)의 부품 구성일 수도 있다.
- [0151] 도 6a에 도시되는 예에서, 제2 전기 단부판(606)이 침니 양쪽 모두를 가로질러 연장되어, 두 단부판 모두가 좌측 침니를 차단하고 그 침니에서의 압축력에 의해 압축된다는 점에 유의해야 할 것이다. 이 경우에, 제1 전기판(602)은 제2 전기 단부판(606)과 동일한 재료로 제조될 수 있지만 침니 내의 유체(일반적으로 연료 전지 애플리케이션 내의 연료)에 노출되지 않기 때문에 제2 전기 단부판(606)보다 얇을 수 있다. 따라서 두 개의 전기 단부판이 존재하지만 하나는 스택에서 이중 대기(dual atmosphere)(두 개의 서로 상이한 유체)에 노출되고 다른 하나는 단일 대기(하나의 유체)에 노출되는 경우, 후자의 판은 내식성이 덜한 재료로 만들어질 수 있고 및/또는 부식 방지 코팅이 적거나 없으며 및/또는 이전 판보다 얇게 만들어질 수 있다. 대안적으로, 제2 전기 단부판(606)이 도 6a의 좌측으로 침니를 추가로 차단하지 않는다면, 제1 전기판(602)과 제2 전기 단부판(606)은 양쪽 모두가 유사한(이중의) 화학적 환경에 노출되기 때문에 동일한 재료 및 동일한 두께로 제조될 수 있다.
- [0152] 도 9에 도시되는 배열(600)의 부분 분해도를 참조하면, 명확성을 위해 부분 스커트(307)가 도시된다. 스커트(307)는 스커트가 스택을 둘러싸도록, 도시된 스커트 구성요소(307)의 에지를 연결하기 위한 또 다른 2개의 측벽을 포함할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 또한 금속 지지판(306a) 및 분리기(306b)가 분해되어 도시되어 있지 않으며, 따라서 이 도면에서는 금속 지지판(306a)만이 명백하다는 점에 유의한다. 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a) 및 분리기(306b)는 그 외주 주변에서 서로 용접되거나 다른 방식으로 부착된다. 나아가, 추가 전기 단부판(607), 버스 바(612) 및 제1 전기 단부판(602)이 그 조립된(예컨대, 용접, 브레이징 또는 다른 방식으로 함께 부착된) 형태로 도시되며, 파선은 분해 배열에서 판(607) 및 판(602)이 점유하는 위치를 나타냄에 유의한다. 이들 판이 스택에서 제 위치에 있지만 한다면(그리고 바람직하게는 압축이 스택에 적용되면) 버스 바(612)가 판(607) 및 판(602)에 부착될 수 있다. 또한, 전기 전도성 세라믹 층(510)이 추가 전기 단부판(607)과 별도로 도시되지만, 전기 전도성 세라믹 층(510)이 추가 전기 단부판(607)에 빈번히 코팅되거나 증착될 것임을 이해할 것이다.
- [0153] 연료 전지로서 사용 시, 전기 부하가 배열(600)에서 전기 스테르드(601)와 제2 전기 스테르드(605) 사이에 연결될 수 있다. 애노드가 금속 지지판(306a)에 가장 가까운 전기화학 활성층인 일례에서, 제1 유체는 연료이며 제1 유체 볼륨 내의 유동은 도 6a에서 화살표로 표현된다. 연료는 제1 침니, 금속 지지판(306a)과 분리기(306b) 사이의 간격 및 금속 지지판(306b)의 다공성 영역을 통해 애노드에 공급되고, 배출 생성물은 금속 지지판(306a)과 분리기(306b) 사이의 간격을 통해 애노드로부터 제2 침니로 라우팅된다. 제2 유체는 산화제이며 제2 유체 볼륨을 통해 캐소드에 공급된다.

- [0154] 전해조 전지로서 사용 시, 전기 스택터(601)와 제2 전기 스택터(605) 사이에 전위차가 제공되어 배열(600)의 스택에 전기 에너지를 제공할 수 있다. 관련 유체가 제1 및 제2 유체 볼륨에 제공되며, 그로부터 배출된다.
- [0155] 배열(600)은 모든 전기 연결이 배열의 일 단부에 위치되고 모든 유체 연결이 다른 한쪽의 단부에 위치되기 때문에 전지 스택 배열(600)이 위치되는 시스템에 편리한 전기 및 유체 연결을 허용한다.
- [0156] 도 7은 도 6의 제1 전기 단부판(602) 및 제2 전기 단부판(606)의 평면도를 도시한다. 제1 전기 단부판(602)에는 전기 스택터(601)가 제공되어 전지 스택 배열(600)의 제1 침니와 정렬된다. 제1 전기 단부판(602)에는 제2 전기 스택터(605) 및 관련 슬리브(503)가 통과하는 개구(704)가 제공된다. 전기 스택터(601)에 가장 가까운 제1 전기 단부판(602)의 단부는 버스 바(612)에의 용이한 부착을 위해 직선형일 수 있다.
- [0157] 제2 전기 단부판(606)에는 제2 전기 스택터(605)가 제공되어 전지 스택 배열(600)의 제2 침니와 정렬된다. 전지 유닛의 스택의 최외측 전지 유닛의 전기화학 활성층의 최외측 전극을 향해 돌출하는 복수의 돌출부(614)가 제공되어 스택으로부터 제2 전기 단부판(606)으로 전력을 전이시킨다. 선택적으로 포트(706)가 제2 전기 단부판(606)을 통해 제공될 수 있다. 포트(706)가 제공되면 이는 이어서 제1 침니의 일부를 형성하며, 포트가 제공되지 않으면 그 후 제2 전기 단부판(606)이 제1 침니를 차단한다. 후자의 경우에서, 제2 전기 단부판(606)은 침니 양쪽 모두를 차단한다.
- [0158] **제2 측면의 상세한 설명**
- [0159] 도 10을 참조하면, 전지 스택 배열(1400)의 단면도가 도시된다. 전지 스택 배열(1400)은 도 5의 전지 스택 배열(500)의 변형예이다. 도 11은 도 10의 배열(1400)의 분해 사시도이다. 압축 수단(예를 들어, 스커트(307))은 명료함을 위해 배열(1400)에 도시되지 않았다는 점에 유의한다.
- [0160] 도 12는 전지 스택 배열(1400)의 제1 전기 단부판의 분해도이다. 도 13은 전지 스택 배열(1400)의 제2 전기 단부판의 분해도이다.
- [0161] 배열(1400)에서 제1 전기 단부판(1402)이 도시되며, 이는 전술한 제1 전기 단부판과 실질적으로 유사하게 기능할 수 있다. 제1 전기 단부판(1402)은 제1 층(1416)이 제2 층(1417)에 용접(또는 다른 방식으로 연결)되는 2개 층 구성을 포함한다(용접 경로는 도 11 및 도 12에서 파선(1621)으로 도시됨). 제1 층(1416)은 평면형 판이다. 제1 층(1416)은 전지 스택 배열의 침니 중 하나를 차단(전기 스택터(301)는 그 차단된 침니의 연속체를 통해 전지 스택 배열을 빠져나감)하며 제1 유체 볼륨의 유체 전달 또는 배출을 위해 다른 침니의 일부를 형성하는 포트가 이에 제공된다.
- [0162] 제2 층(1417)은 평면형 판임을 알 수 있다. 제2 층(1417)은 전지 유닛 스택에서 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a)과 유사하다. 제2 층(1417)에는 전지 유닛 스택의 금속 지지판(306a)과 동일한 방식으로 (유사하게 위치된) 포트가 제공된다. 전기 전도성 세라믹 층(1418)이 제1층(1416)을 대면하는 제2 층(1417)의 반대면에 접합(예를 들어, 부착 또는 증착)된다. 전기 전도성 세라믹 층(1418)은 전술한 전기 전도성 세라믹 층(510)과 유사할 수 있으며, 연료 전지의 캐소드에서 사용하기에 적합한 유형의 재료, 예를 들어 LSCF, LCN, BSCF, 예컨대 LCN60일 수 있다. 전기 전도성 세라믹 층(1418)의 두께는 전지 유닛 스택에서 전지 유닛(306)의 전기화학 활성층(506)의 두께와 유사하다. 이는 전지 유닛 스택의 이웃하는(최외측 또는 최상측) 전지 유닛(306)의 분리판(306b)으로부터 제2 층(1417)을 분리하는 개스킷(304)이 배열(1400)의 다른 곳에서 사용되는 개스킷(304)과 동일할 수 있음을 의미한다.
- [0163] 제2 층(1417)의 반대편에 있는 전기 전도성 세라믹 층(1418)의 면은 전지 유닛 스택의 이웃하는(최외측 또는 최상측) 전지 유닛(306)의 분리판(306b)의 돌출부와 접촉한다. 분리판(306b)의 돌출부는 상하 방향으로 교번하며, 상향 돌출부는 동일한 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a)으로부터 떨어져 전기 전도성 세라믹 층(1418)과 접촉하며 이를 향해 지향되고, 하향 돌출부는 동일한 전지 유닛(306)의 금속 지지판(306a)을 향해 이와 접촉하고 전기 전도성 세라믹 층(1418)으로부터 떨어져 지향된다. 분리판(306b)의 하향 돌출부는 금속 지지판(306a)에 접촉하고 따라서 층(506)에 전기적으로 연결되어, 분리판의 하향 돌출부가 금속 지지판(306a)에 가장 가까운 전기화학 활성층(해당 전기화학 활성층은 기판의 다른 한쪽 측부에 있음)의 전극(일반적으로, 애노드)에 전기적으로 연결되는 경우에 전기화학적으로 활성일 수 있다. 그 전기 연결은 금속 지지판(306a) 및 분리판(306b)을 그들 외주 주변에 용접함으로써 강화된다. 그 결과, 전기 스택터(301)가 제1 층(1416), 제2 층(1417) 및 전기 전도성 세라믹 층(1418)을 통해 전지 유닛 스택에 전기적으로 연결된다.
- [0164] 배열(1400)은 또한 도 10에 도시된 바와 같이 제2 전기 단부판(1407)을 포함하며, 상기 제2 전기 단부판(1407)

은 전술한 제1 전기 단부판(1402)과 실질적으로 유사하게 기능할 수 있다. 제2 전기 단부판(1407)은 제1 층(1419)이 제2 층(1420)에 용접(또는 다른 방식으로 연결)되는 2개 층 구성을 포함한다(용접 경로(1722)는 도 11 및 도 13에서 파선으로 도시됨). 제1 층(1419)은 평면형 판이다. 제1 층(1419)은 전지 스택 배열의 침니 중 하나를 차단(전기 스테르드(505)는 그 차단된 침니의 연속체를 통해 전지 스택 배열을 빠져나감)하며 제1 유체 볼륨의 유체 전달 또는 배출을 위해 다른 침니의 일부를 형성하는 포트가 이에 제공된다.

[0165] 제2 층(1420)은 전지 유닛 스택에서 전지 유닛(306)의 분리판(306b)과 유사하다. 제2 층(1420)에는 전지 유닛 스택의 분리판(306b)과 동일한 방식으로 (유사하게 위치된) 포트가 제공된다. 제2 층(1420)은 그 외주 주변에서 제1 층(1419)에 용접되거나 다른 방식으로 연결(및 포트 주변에서 용접될 수도 있음)된다. 제2 층(1420)은 윤곽이 있는 판(즉, 3D 피처를 가짐)임을 알 수 있다. 제2 층(1420)에는 상하 방향으로 교번하는 돌출부가 제공되며, 상향 돌출부는 전기 단부판(1407)의 제1 층(1419)으로부터 떨어져 전지 유닛 스택에서 이웃하는(도면에서 최하측) 전지 유닛(306)의 층(506)(전기화학 활성층일 수 있음)과 접촉하며 이를 향해 지향되고, 하향 돌출부는 전기 단부판(1407)의 제1 층(1419)을 향해 이와 접촉하고 전지 유닛 스택에서 이웃하는(도면에서 최하측) 전지 유닛(306)으로부터 떨어져 지향된다. 제2 층(1420)의 상향 돌출부는 전지 유닛 스택의 이웃하는(도면에서 최하측) 전지 유닛(306)의 층(506)과 접촉하고 따라서 이웃하는(도면에서 최하측) 전지 유닛(306)의 전극(일반적으로 캐소드)에 전기적으로 연결된다. 그 결과, 전기 스테르드(505)는 제1 층(1419) 및 제2 층(1420)을 통해 전지 유닛 스택에 전기적으로 연결된다. 전기 스테르드(301 및 505)는 위의 제1 측면에 대해 설명된 것과 유사한 방식으로 각각의 전기 단부판의 베이스 부분에 부착되거나 다른 방식으로 연결되며, 베이스 부분은 각각의 침니에서 압축력에 영향을 받는다.

[0166] 전기 단부판(1402, 1407)의 제1 층(1416, 1419) 및 제2 층(1417, 1420)은 철 함유층이며, 예를 들어 층은 강철(일반적으로 스테인리스강 또는 페라이트계 스테인리스강)이다. 제1 층에 적합한 재료의 예는 SS441 및 Crofer 22를 포함하고 제2 층에 적합한 재료의 예는 SS441, SS444 및 Crofer 22를 포함한다. 제1 및 제2 층은 상이한 금속으로 형성되며 영구적으로 연결된다. 전기 단부판의 제1 층은 적어도 0.5mm, 예를 들어 0.5mm와 5mm 사이, 또는 0.5mm와 2mm 사이 또는 1mm와 2mm 사이의 두께를 가질 것이다.

[0167] 도 10의 배열(1400)은 제1 측면의 도 6의 배열(600)과 관련하여 설명된 바와 같이, 버스 바 및 추가 전기판의 사용을 통해 스택의 동일한 단부에서 제1 전기 스테르드(301) 및 제2 전기 스테르드(505) 양쪽 모두를 제공하도록 변형될 수 있다.

[0168] 도 12는 제1 전기 단부판(1402)의 (인공적인) 분해도이다. 도 12에서, 제1 층(1416) 및 제2 층(1417)은 자체 지지 경성판이다. 용접 경로(1621)가 파선으로 표현되며 제1 전기 단부판(1402)의 제2 층(1417)의 외주를 따른다. 각각의 포트에 의해 형성된 침니로부터 제1 전기 단부판(1420)의 제1 및 제2 층(1416, 1417) 사이의 공간으로 유체가 유동하는 것을 방지하기 위해 유체 포트의 외주 주변에 추가 용접 경로(들)(도시되지 않음)가 존재할 수도 있다.

[0169] 도 13은 제2 전기 단부판(1407)의 (인공적인) 분해도이다. 도 13에서, 제1 층(1419) 및 제2 층(1420)은 자체 지지 경성판이다. 용접 경로(1722)는 파선으로 표현되며 제2 전기 단부판의 제1 층(1419) 및 제2 층(1420)의 외주를 따른다. 또한 도 13에는 제2 전기 단부판(1407)의 제2 층(1420)의 상하 돌출부(1723)가 도시된다. 각각의 포트에 의해 형성된 침니로부터 제2 전기 단부판(1407)의 제1 및 제2 층(1419, 1420) 사이의 공간으로 유체가 유동하는 것을 방지하기 위해 유체 포트의 외주 주변에 추가 용접 경로(들)(도시되지 않음)가 존재할 수도 있다.

[0170] 도 14를 참조하면, 전지 스택 배열 일부의 단면도가 도시된다. 전지 스택 배열의 일부는 도 10의 전지 스택 배열(1400)에서 전기 스테르드(505), 제2 전기 단부판(1407) 및 전지 유닛 스택의 이웃하는(도 10에서 최하측) 전지 유닛(306)의 변형예이다.

[0171] 도 14에 도시되는 변형예에서, 전지 유닛 스택의 이웃하는 전지 유닛(306)의 층(506)을 향해 지향되는 제2 전기 단부판(1407)의 제2 층(1420)의 돌출부(1723)에는 전도성 세라믹 층(1824)이 제공된다. 또한 전지 유닛 스택의 이웃하는 전지 유닛(306)의 전기화학 활성층을 향해 지향되는 각 전지 유닛(306)의 분리판(306b)의 돌출부에 전도성 세라믹 층(1824)이 제공된다. 전도성 세라믹 층(1824)은 상기 돌출부에 접합되거나 증착된다.

[0172] 전도성 세라믹 층(1824)은 전지 유닛 스택의 이웃하는 전지 유닛(306)의 층(506)과 면대면 접촉하고, 돌출부(및 따라서 분리판(306b) 또는 제2 판(1420))와 층(506) 사이에 개선했던 전기 접촉을 제공한다. 층(506)이 전지 유닛의 전기화학 활성층인 경우, 이웃하는 전지 유닛의 최외측 전극은 통상적으로 캐소드이며, LSCF, LCN, BSCF와

같은 캐소드 유형 재료가 전도성 세라믹 층(1824)에 사용된다.

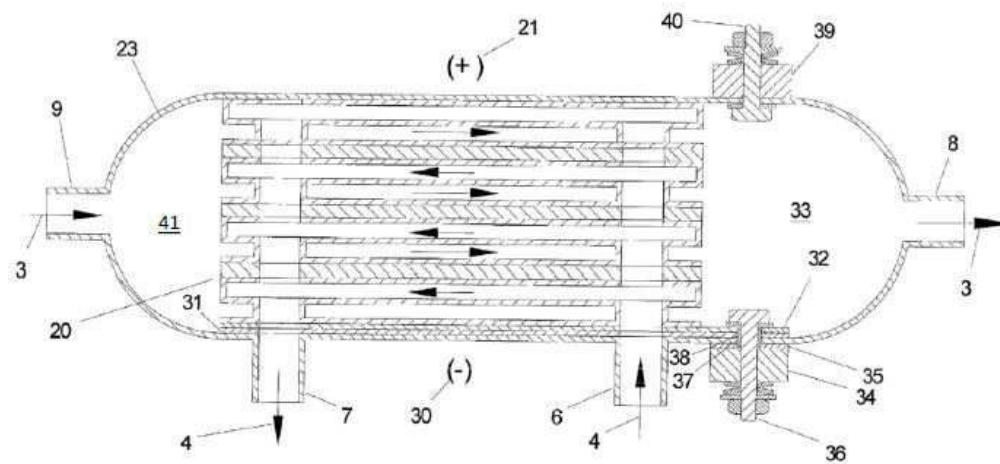
[0173] 도 15는 전지 스택 배열(1900)의 일부로서 제2 전기 단부판(1407) 및 전도성 세라믹 층(1824)을 도시한다. 전지 스택 배열(1900)은 도 10의 배열(1400)의 변형예이다. 도 15는 제1 전기 단부판(1402)의 전기 전도성 세라믹 층(1418)과 접촉하는 전지 유닛 스택의 최상측 전지 유닛(306)의 분리판(306b)의 상향 돌출부에 접합 또는 증착되는 전도성 세라믹 층(1824)을 추가로 도시한다. 이들 전도성 세라믹 층(1824)은 제1 전기 단부판(1402)과 전지 유닛 스택의 이웃하는(도 15에서 최상측) 전지 유닛 사이에 양호한 전기 연결을 제공한다.

[0174] 본 발명은 위의 실시예에만 한정되는 것이 아니며, 다른 실시예가 첨부된 청구범위의 범주로부터 이탈하지 않고서 당해 기술 분야의 통상의 기술자에게 자명할 것이다.

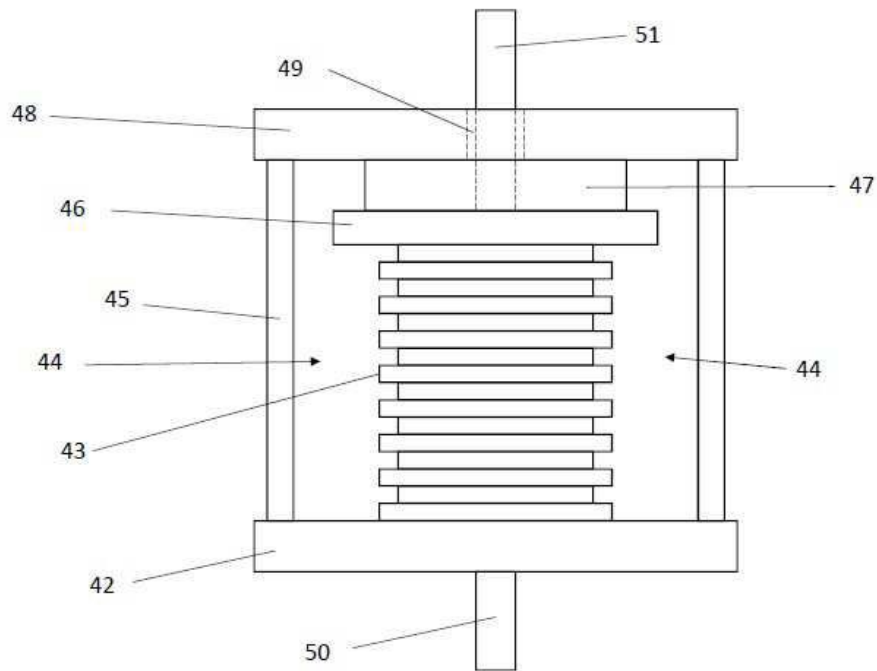
[0175] 본 발명의 이러한 피처 및 다른 피처가 순전히 예로써 위에서 설명되었다. 상세한 수정이 청구범위의 범주 내에서 본 발명에 대해 이루어질 수 있다.

도면

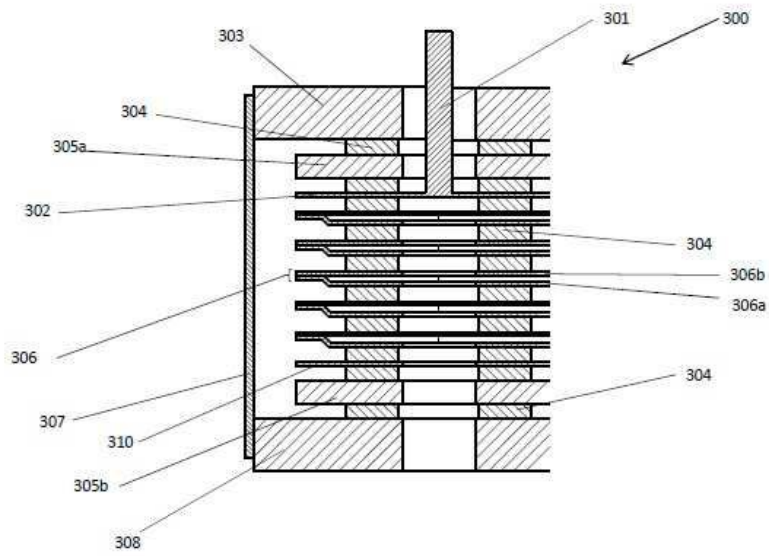
도면1



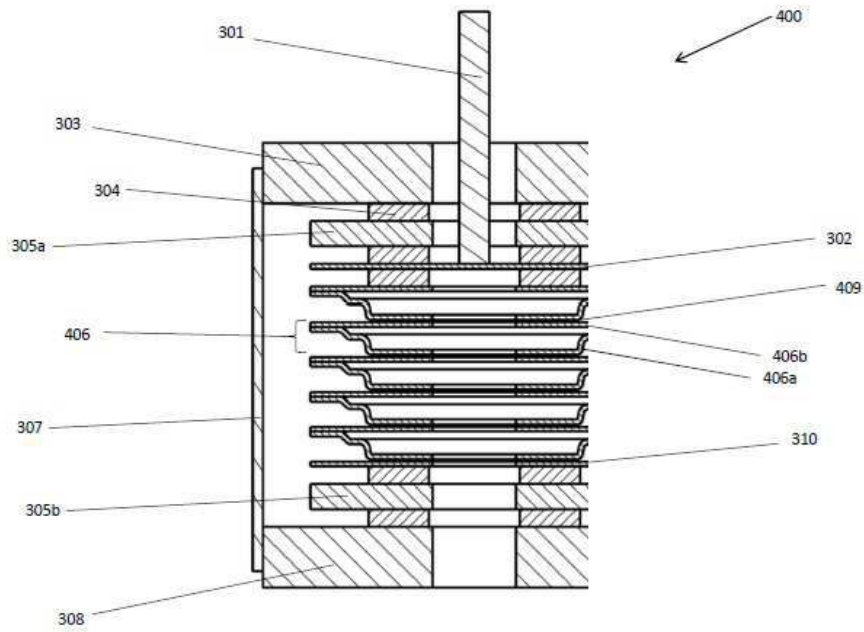
도면2



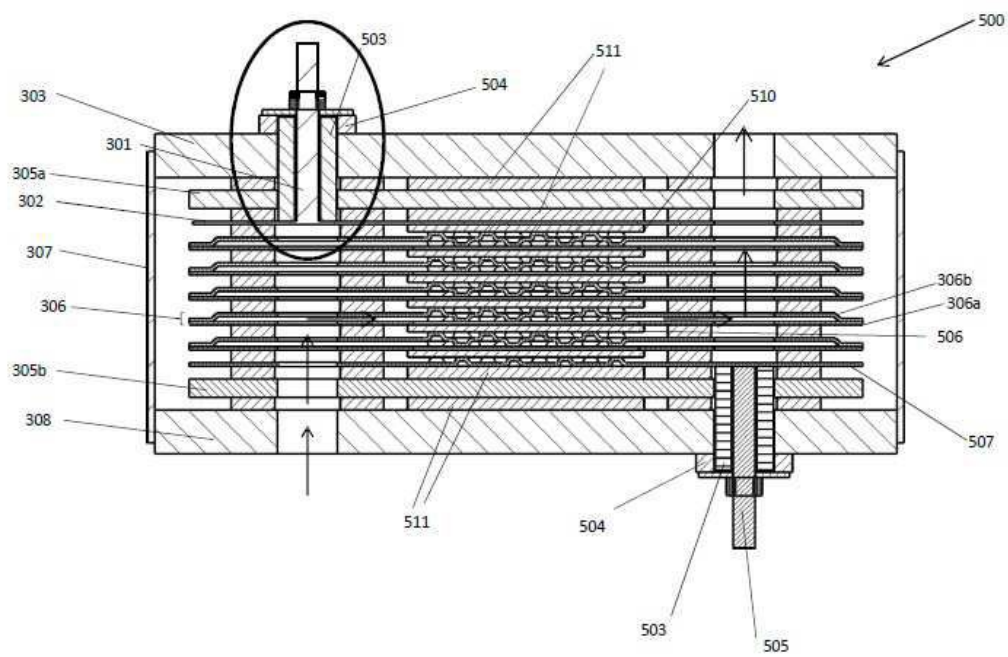
도면3



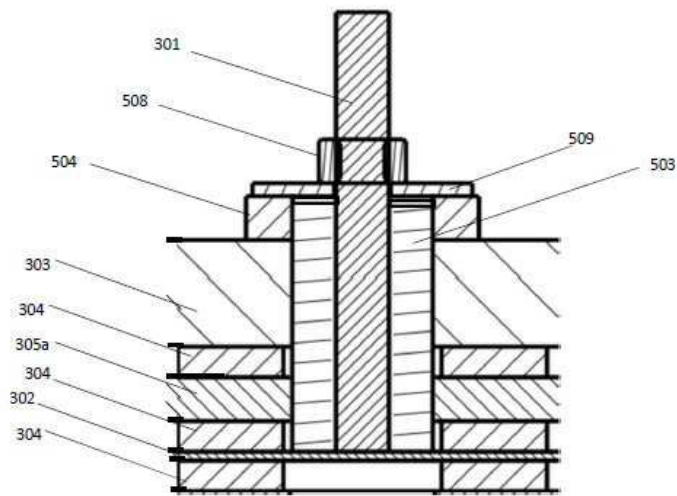
도면4



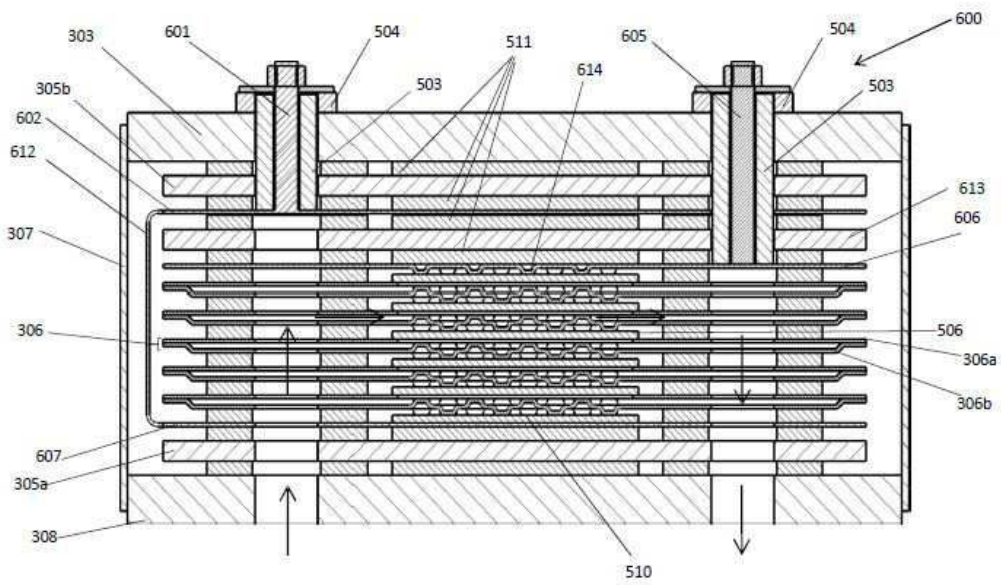
도면5a



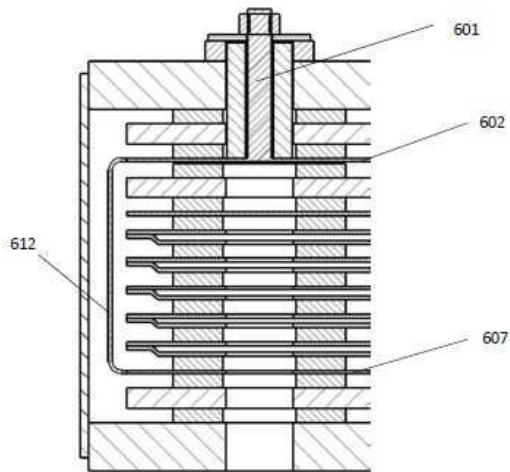
도면5b



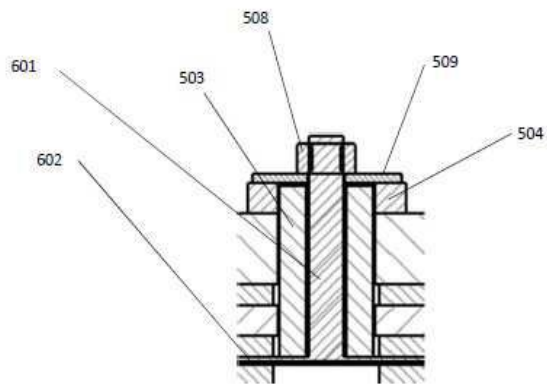
도면6a



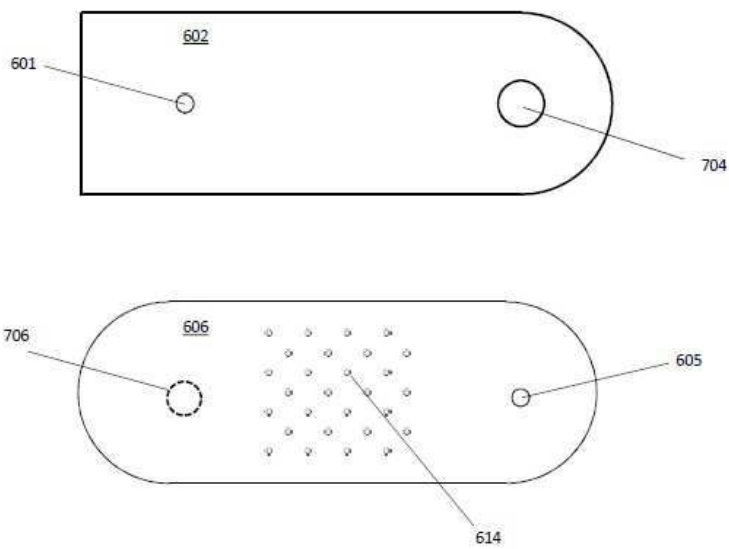
도면6b



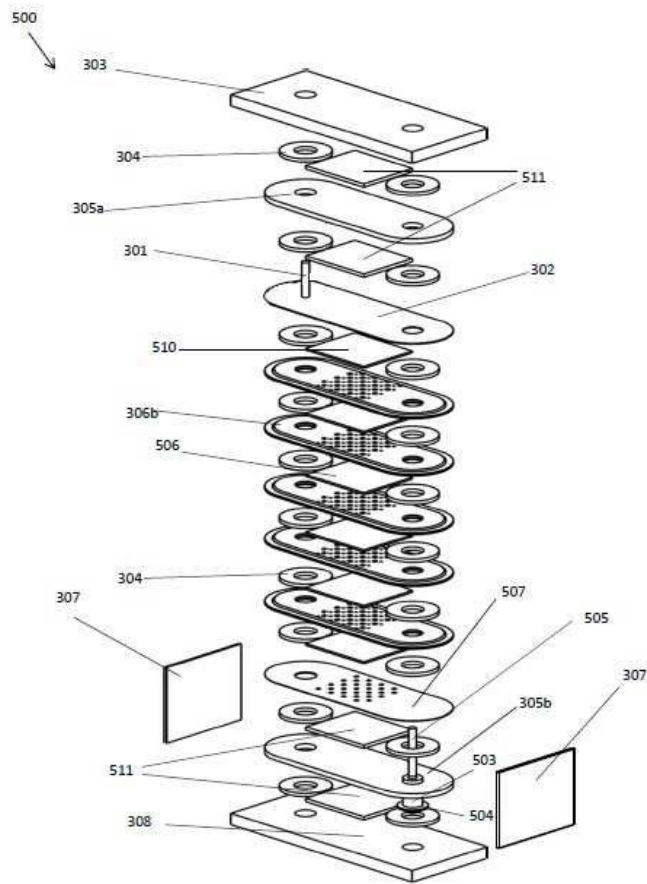
도면6c



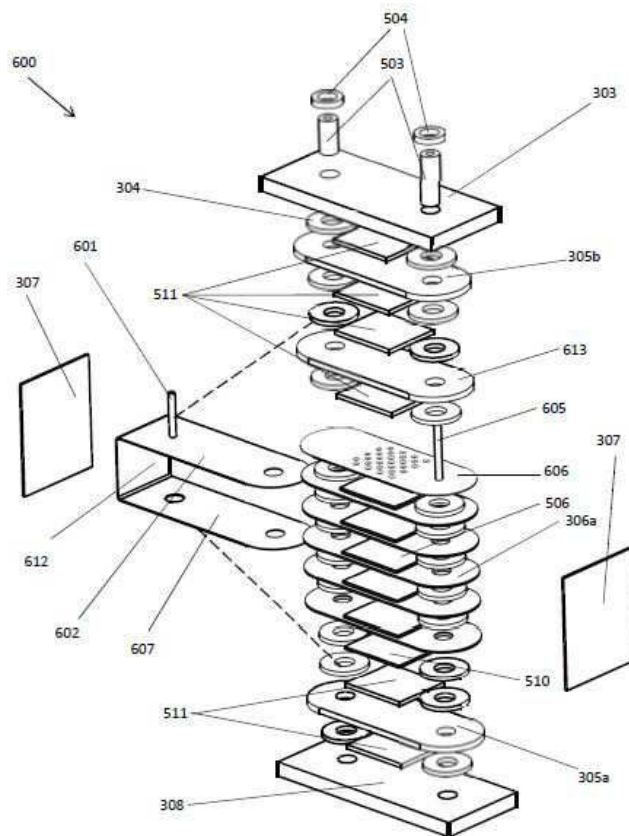
도면7



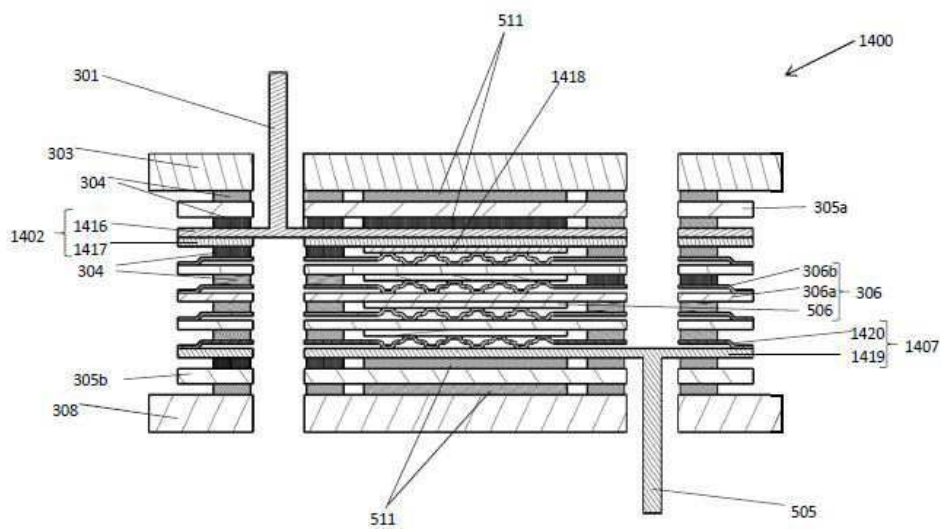
도면8



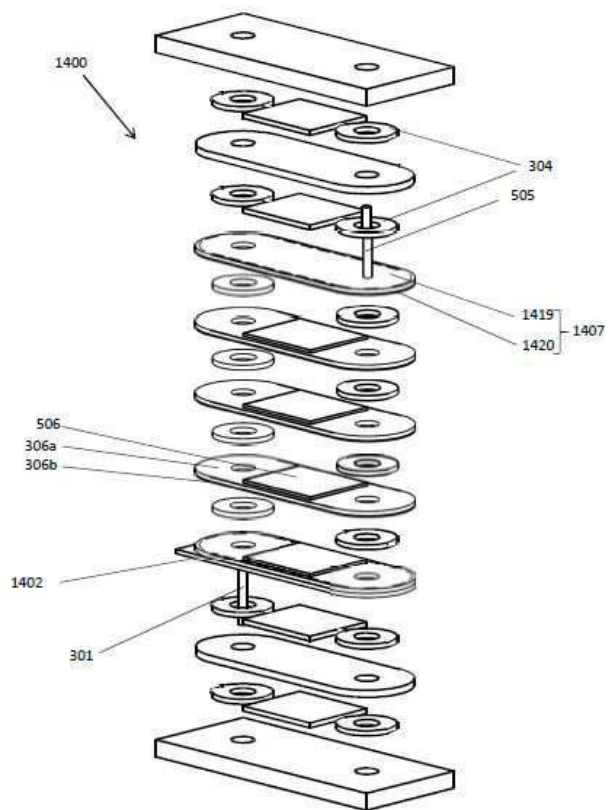
도면9



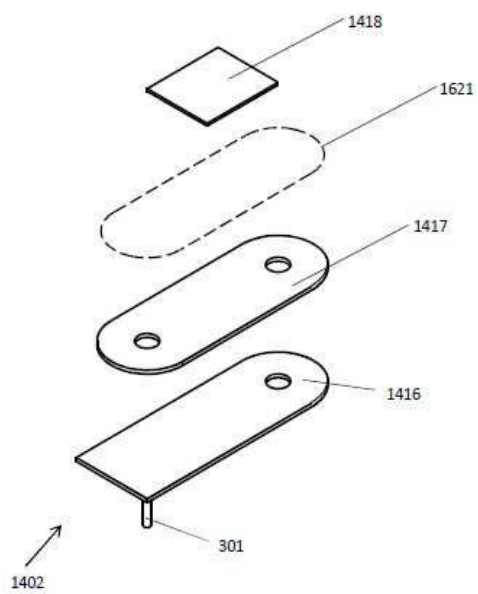
도면 10



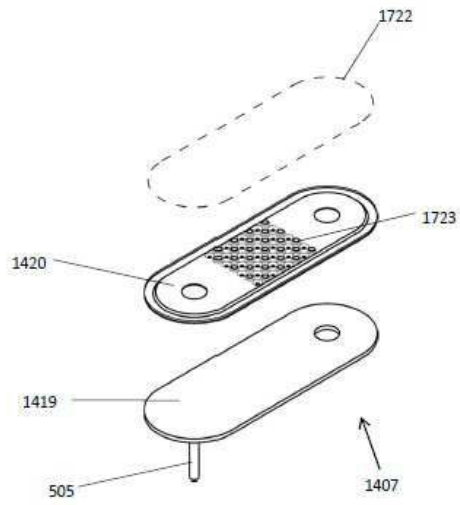
도면11



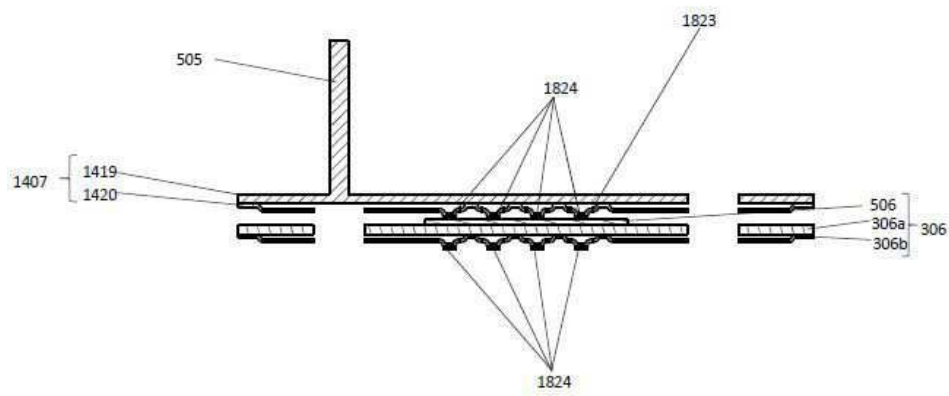
도면12



도면13



도면14



도면15

