



등록특허 10-2179738



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월17일
(11) 등록번호 10-2179738
(24) 등록일자 2020년11월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/02 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/0258 (2013.01)
H01M 8/0206 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7020060
(22) 출원일자(국제) 2013년12월18일
심사청구일자 2018년12월05일
(85) 번역문제출일자 2015년07월23일
(65) 공개번호 10-2015-0100867
(43) 공개일자 2015년09월02일
(86) 국제출원번호 PCT/GB2013/053348
(87) 국제공개번호 WO 2014/102535
국제공개일자 2014년07월03일
(30) 우선권주장
1223451.4 2012년12월27일 영국(GB)
(56) 선행기술조사문헌
US20070082252 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 정영훈

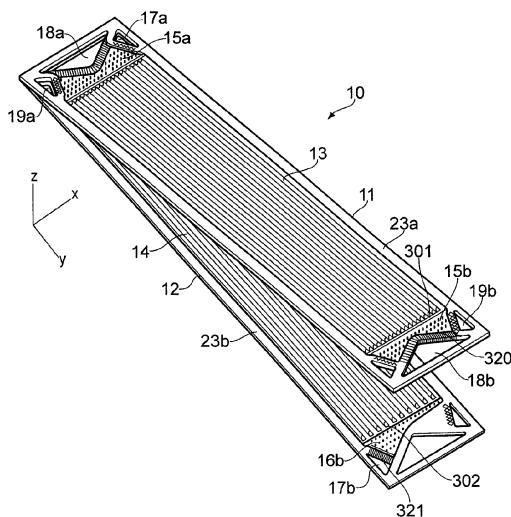
(54) 발명의 명칭 **연료 전지용 유체 흐름 플레이트**

(57) 요 약

전기화학 연료 전지 어셈블리용 유체 흐름 플레이트는 유체 흐름 플레이트의 흐름장을 한정하기 위해 흐름 플레이트의 영역을 가로질러 연장하는 복수의 제1의 유체 흐름 채널들을 포함한다. 제1의 유체 전달 지점들의 어레이에는 유체 흐름 채널들 안으로 또는 밖으로 유체를 전달하기 위해 흐름장의 에지를 따라 배치된다. 갤러리는 제1의

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



유체 전달 지점들의 어레이에 의해 경계가 정해지는 제1의 주변 에지 부분 및 유체 흐름 플레이트의 유체 액세스 에지들을 따라 배치되는 제2의 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 각각 경계가 정해지는 적어도 두 개의 제2의 주변 에지 부분들을 갖는다. 적어도 두 개의 제2의 주변 에지 부분들은 제2의 유체 전달 지점들의 어레이의 총 길이가 적어도 제1의 유체 전달 지점들의 어레이의 길이만 하고, 램직하게는 그보다 더 길도록 제1의 주변 에지 부분에 대해 경사진 각도로 배치된다. 적어도 두 개의 제2의 주변 에지 부분들을 제1의 주변 에지 부분에 대해 경사진 각도들로 배치하는 것은 각각의 갤러리의 제2의 주변 에지 부분들의 길이들이 유체 플레이트의 채널들로의 유체 분포를 최적화하는 제1의 유체 전달 지점들의 길이(즉, 활성화 흐름장 영역의 폭)에 비하여 증가되는 것을 가능하게 한다.

(52) CPC특허분류

H01M 8/0254 (2013.01)

H01M 8/0267 (2013.01)

Y02E 60/50 (2020.08)

명세서

청구범위

청구항 1

전기화학 연료 전지 어셈블리용 유체 흐름 플레이트로서,

상기 유체 흐름 플레이트의 흐름장을 한정하기 위해, 상기 흐름 플레이트의 영역을 가로질러 연장하는 복수의 제1의 유체 흐름 채널들로서, 캐소드 유체 흐름 필드를 한정하는 상기 복수의 제1의 유체 흐름 채널들;

상기 복수의 제1의 유체 흐름 채널들 안으로 또는 밖으로 유체를 전달하기 위해 상기 흐름장의 에지를 따라 배치되는 제1의 유체 전달 지점들의 어레이;

상기 제1의 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 경계가 정해지는 제1의 주변 에지 부분을 갖고 상기 유체 흐름 플레이트의 적어도 두 개의 캐소드 유체 액세스 에지들을 따라 배치되는 제2의 유체 전달 지점들의 적어도 두 개의 어레이들 중 하나에 의해 각각 경계가 정해지는 적어도 두 개의 제2의 주변 에지 부분들을 갖는 제1의 분포 갤러리로서, 상기 제1의 유체 전달 지점들의 어레이와 상기 제2의 유체 전달 지점들의 적어도 두 개의 어레이들 사이에 유체 연통 및 유체 분포를 위해 구성되는 상기 제1의 분포 갤러리;

상기 흐름장을 한정하는 상기 영역을 가로질러 연장하는 복수의 제2의 유체 흐름 채널들로서, 냉각 유체 흐름 필드를 한정하는 상기 복수의 제2의 유체 흐름 채널들;

상기 복수의 제2의 유체 흐름 채널들 안으로 또는 밖으로 유체를 전달하기 위해 상기 흐름장의 에지를 따라 배치되는 제3의 유체 전달 지점들의 어레이;

상기 제3의 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 경계가 정해지는 제3의 주변 에지 부분을 갖고 상기 유체 흐름 플레이트의 적어도 두 개의 냉각 유체 액세스 에지들을 따라 배치되는 제4의 유체 전달 지점들의 적어도 두 개의 어레이들 중 하나에 의해 각각 경계가 정해지는 적어도 두 개의 제4의 주변 에지 부분들을 갖는 제2의 분포 갤러리로서, 상기 제3의 유체 전달 지점들의 어레이와 상기 제4의 유체 전달 지점들의 적어도 두 개의 어레이들 사이에 유체 연통 및 유체 분포를 위해 구성되는 상기 제2의 분포 갤러리를 포함하고,

상기 적어도 두 개의 제2의 주변 에지 부분들은 상기 제2의 유체 전달 지점들의 적어도 두 개의 어레이의 총 길이가 적어도 상기 제1의 유체 전달 지점들의 어레이의 길이만큼 길도록 상기 제1의 주변 에지 부분에 대해 경사진 각도들로 배치되고,

상기 적어도 두 개의 캐소드 유체 액세스 에지들은 상기 흐름 플레이트의 외부 에지들을 포함하고,

상기 제2의 분포 갤러리의 상기 적어도 두 개의 제4의 주변 에지 부분들은 상기 제4의 유체 전달 지점들의 어레이들의 총 길이가 상기 제3의 유체 전달 지점들의 어레이의 길이만큼 길도록 상기 제2의 분포 갤러리의 상기 제3의 주변 에지 부분에 대해 경사진 각도로 배치되고,

상기 적어도 두 개의 냉각 유체 액세스 에지들은 상기 흐름 플레이트의 내부 에지들을 포함하는, 유체 흐름 플레이트.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1의 유체 갤러리 및 상기 제2의 유체 갤러리는 서로 적어도 부분적으로 중첩하고 있는, 유체 흐름 플레이트.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1의 유체 전달 지점들의 어레이 및 상기 제3의 유체 전달 지점들의 어레이는 서로 위에 겹쳐 놓이는, 유체 흐름 플레이트.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 흐름장을 한정하는 상기 영역을 가로질러 연장하는 복수의 제3의 유체 흐름 채널들로서, 애노드 유체 흐름 필드를 한정하는 상기 복수의 제3의 유체 흐름 채널들;

복수의 상기 제3의 유체 흐름 채널들 안으로 또는 밖으로 유체를 전달하기 위해 상기 흐름장의 에지를 따라 배치되는 제5의 유체 전달 지점들의 어레이;

상기 제5의 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 경계가 정해지는 제5의 주변 에지 부분을 갖고 상기 유체 흐름 플레이트의 애노드 유체 액세스 에지를 따라 배치되는 제6의 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 경계가 정해지는 적어도 제6의 주변 에지 부분을 갖는 제3의 분포 갤러리로서, 상기 제5의 유체 전달 지점들의 어레이와 상기 제6의 유체 전달 지점들의 어레이 사이에 유체 연통 및 유체 분포를 위해 구성되는 상기 제3의 분포 갤러리를 더 포함하는, 유체 흐름 플레이트.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 두 개의 캐소드 유체 액세스 에지들, 상기 적어도 두 개의 냉각 유체 액세스 에지들, 또는 상기 적어도 두 개의 캐소드 유체 액세스 에지들 및 상기 적어도 두 개의 냉각 유체 액세스 에지들 모두가 성곽 모양 구조를 포함하는, 유체 흐름 플레이트.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 제1의 분포 갤러리, 상기 제2의 분포 갤러리 및 상기 제3의 분포 갤러리는 모두 그것들의 상기 유체 액세스 에지들의 결합된 길이가 상기 제1의 유체 전달 지점들의 상기 어레이의 길이보다 적어도 두 배 길도록 성형되는, 유체 흐름 플레이트.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제1의 분포 갤러리는 상승 피쳐들의 개방 형 어레이를 포함하는, 유체 흐름 플레이트.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제2의 분포 갤러리는 상승 피쳐들의 개방 형 어레이를 포함하는, 유체 흐름 플레이트.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 전기화학 연료 전지 어셈블리용 유체 흐름 플레이트(fluid flow plate)에 관한 것으로, 특히 물 이상의 애노드의 통과를 위한 다수의 유체 흐름 채널들(fluid flow channel)을 허용하는 바이폴라 또는 모노폴라 플레이트의 구성에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 전기화학 연료 전지들에서 유니폴라(unipolar)가 아닌 바이폴라 플레이트들(bipolar plates)의 사용은, 하나의 셀의 애노드 플레이트와 인접 셀의 캐소드 플레이트 사이에서의 공유 전기 접속부들의 사용으로 인해, 두께에서의 그리고 결과적으로는 연료 전지의 전체 크기에서의 감소를 허용한다. 종래의 바이폴라 플레이트들은, 예를 들면, 연료 및 옥시던트(oxidant)의 통과를 허용하기 위해 대향면들 상에 기계가공되거나 가압된 피쳐들을 갖는, 단일 시트의 금속으로 형성될 수 있다.

[0003] 소위 '개방형 캐소드' 연료 전지 어셈블리들에서, 캐소드 유체 흐름 채널들은 연료 전지 어셈블리를 통한 공기의 자유로운 통과를 허용하고, 이것은 개개의 셀들로 옥시던트를 제공하도록 그리고 냉각제를 제공하도록 가능하다. 이러한 배치들에서의 문제점은, 양 기능들을 달성하기 위해 연료 전지 어셈블리가 더 많은 양의 강제 공기를 필요로 하고, 따라서 캐소드 채널들이 충분한 공기 흐름을 수용하도록 커야 할 필요가 있다는 것이다. 이러한 어셈블리들의 크기를 줄이는 것은 어려울 수도 있는데, 이러한 수단에 의한 냉각 효율이 캐소드 채널들을 더 작게 하는 것에 의해 위태롭게 될 수 있기 때문이다.

[0004] 소위 '폐쇄형 캐소드(closed cathode)' 연료 전지 어셈블리들의 사용은, 캐소드 채널이 옥시던트를 제공하도록 주로 기능하는 동안, 바이폴라 플레이트 내에 제공되는 전용 냉각제 채널들을 대신 사용하는 것에 의해 강제 공기 냉각의 문제점을 해결한다. 이러한 냉각제 채널들은 한 쌍의 미리 기계가공된 플레이트를 함께 결합하여 플레이트 사이에서 이어지는 채널들을 제공하는 것에 의해 제공될 수도 있다. 이 배치는 냉각 유체, 특히 물이 사용시 바이폴라 플레이트를 통해 통과되는 것을 허용하고, 이것은 개방형 캐소드 어셈블리들에서의 강제 공기 냉각에 비해 냉각의 효율을 크게 증가시킨다.

[0005] 그러나, 이러한 폐쇄형 캐소드 어셈블리들에서의 문제점은, 추가적인 냉각 채널들에 대한 필요성으로 인해 각 개개의 셀의 복잡성이 크게 증가된다는 것이다. 이것은 각 셀의 전체 크기에서 감소가 아닌 증가로 귀결될 수 있다. 또한 이것은 각 셀 제조에 대해 증가된 비용으로 귀결된다.

[0006] 연료 전지 어셈블리들에서 해결되어야 할 다른 문제점들은: 연료, 옥시던트 및 냉각 라인들의 유체 분포에 대해 균일한 흐름장을 보장하는 것; 유입구 매니폴드들 양단에서의 압력 저하를 최소화하는 것; 기밀 동작을 보장하는 데 필요한 밀봉 압력을 최소화하는 것; 바이폴라 플레이트의 구성을, 연료 전지 어셈블리 제조에서 정밀하게 조립되어야 할 필요가 있는 아주 많은 수의 유닛들을 고려하여, 기계화된 어셈블리 프로세스들과 호환가능하게 하는 것; 원하는 파라미터들 내에서의 동작을 유지하면서 스택을 구성하는 연료 전지들의 피치(pitch)를 감소시키는 것; 컴포넌트들의 수를 감소시키는 것; 전체 무게를 감소시키는 것; 재료 사용량 및 낭비량을 감소시키는 것; 디자인, 제조 및 어셈블리를 단순화하는 것; 및 연료 전지 어셈블리의 전체 비용을 일반적으로 감소시키는 것을 포함한다.

발명의 내용**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명의 목적은 상기 언급된 문제점들의 하나 이상을 해결하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 하나의 측면에 따라, 본 발명은 전기화학 연료 전지 어셈블리용 유체 흐름 플레이트를 제공하며, 상기 유체 흐름 플레이트는:
- [0009] 상기 유체 흐름 플레이트의 흐름장을 한정기 위해 상기 흐름장의 영역을 가로질러 연장하는 복수의 제1의 유체 흐름 채널들;
- [0010] 상기 유체 흐름 채널들 안으로 또는 밖으로 유체를 전달하기 위해 상기 흐름장의 에지를 따라 배치되는 제1의 유체 전달 지점들의 어레이;
- [0011] 상기 제1의 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 경계가 정해지는 제1의 주변 에지 부분을 갖고 상기 유체 흐름 플레이트의 유체 액세스 에지들을 따라 배치되는 제2의 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 각각 경계가 정해지는 적어도 두 개의 제2의 주변 에지 부분들을 갖는 갤러리를 포함하고,
- [0012] 상기 적어도 두 개의 제2의 주변 에지 부분들은 상기 제2의 유체 전달 지점들의 어레이의 총 길이가 상기 제1의 유체 전달 지점들의 어레이의 길이만 하고, 바람직하게는 그보다 더 길도록 상기 제1의 주변 에지 부분에 대해 경사진 각도들로 배치된다.
- [0013] 상기 유체 흐름 플레이트의 상기 유체 액세스 에지들은 상기 흐름 플레이트의 내부 에지들 및/또는 외부 에지들을 포함할 수 있다. 상기 흐름 플레이트의 상기 내부 에지들은 상기 흐름 플레이트를 통과하는 적어도 하나의 포트의 적어도 부분을 형성할 수 있다. 상기 유체 액세스 에지들은 각각 성곽 모양 구조를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 유체 흐름 플레이트는:
- [0015] 상기 흐름장을 한정하는 상기 영역을 가로질러 연장하는 복수의 제2의 유체 흐름 채널들;
- [0016] 상기 복수의 제2의 유체 흐름 채널들 안으로 또는 밖으로 유체를 전달하기 위해 상기 흐름장의 에지를 따라 배치되는 제3의 유체 전달 지점들의 어레이;
- [0017] 상기 제3의 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 경계가 정해지는 제1의 주변 에지 부분을 갖고 상기 유체 흐름 플레이트의 추가 유체 액세스 에지들을 따라 배치되는 제4의 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 각각 경계가 정해지는 적어도 두 개의 제2의 주변 에지 부분들을 갖는 제2의 갤러리를 더 포함할 수 있고,
- [0018] 상기 제2의 갤러리의 상기 적어도 두 개의 제2의 주변 에지 부분들은 상기 제4의 유체 전달 지점들의 어레이들의 총 길이가 상기 제3의 유체 전달 지점들의 어레이의 길이만 하고, 바람직하게는 그보다 더 길도록 상기 제2의 갤러리의 상기 제1의 주변 에지 부분에 대해 경사진 각도들로 배치된다.
- [0019] 상기 제1의 갤러리와 연통하는 상기 유체 액세스 에지들은 상기 흐름 플레이트의 외부 에지들을 포함할 수 있고 상기 제2의 갤러리와 연통하는 상기 유체 액세스 에지들은 상기 흐름 플레이트의 내부 에지를 포함할 수 있다. 상기 제1의 갤러리와 연통하는 상기 유체 액세스 에지들 및 상기 제2의 갤러리와 연통하는 상기 유체 액세스 에지들 양자는 상기 흐름 플레이트의 내부 에지들을 포함할 수 있다. 상기 제1의 유체 갤러리 및 상기 제2의 유체 갤러리는 서로 적어도 부분적으로 중첩할 수 있다. 상기 제1의 유체 전달 지점들의 어레이 및 상기 제3의 유체 전달 지점들의 어레이는 서로 위에 겹쳐 놓일 수 있다. 상기 제1의 갤러리는 상기 두 개의 제2의 주변 에지 부분들을 따라 배치되는 상기 제2의 유체 전달 지점들의 어레이들의 총 길이가 상기 제1의 유체 전달 지점들의 어레이의 길이보다 적어도 1.2배 길거나, 바람직하게는 적어도 1.5배 더 길도록 성형될 수 있다.
- [0020] 상기 유체 흐름 플레이트는:
- [0021] 상기 흐름장을 한정하는 상기 영역을 가로질러 연장하는 복수의 제3의 유체 흐름 채널들;
- [0022] 복수의 상기 제3의 유체 흐름 채널들 안으로 또는 밖으로 유체를 전달하기 위해 상기 흐름장의 에지를 따라 배치되는 제5의 유체 전달 지점들의 어레이;
- [0023] 상기 제5의 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 경계가 정해지는 제1의 주변 에지 부분을 갖고 상기 유체 흐름 플레이트의 추가 유체 액세스 에지를 따라 배치되는 제6의 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 경계가 정해지는 적어도 제2의 주변 에지 부분을 갖는 제3의 갤러리를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 제3의 갤러리와 연통하는 상기 유체 액세스 에지는 상기 흐름 플레이트의 내부 에지를 포함할 수 있다. 상기 제1의 갤러리, 상기 제2의 갤러리 및 상기 제3의 갤러리는 모두 그것들의 상기 유체 액세스 에지들의 결합된

길이가 상기 제1의 유체 전달 지점들의 상기 어레이의 길이보다 적어도 두 배 길거나, 바람직하게는 적어도 세 배 길도록 성형될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025]

본 발명의 측면들 및 실시형태들은 예를 통해 그리고 첨부된 도면들을 참조로 하기에 더 상세히 설명되는데, 도면들에서:

도 1은 내부 냉각제 매니폴드와 유체 흐름 채널들, 및 외부 캐소드 매니폴드와 유체 흐름 채널들을 나타내도록 분리된 바이폴라 플레이트의 사시도이다;

도 2는 애노드 매니폴드와 유체 흐름 채널들을 나타내는 도 1의 바이폴라 플레이트의 이면의 사시도이다;

도 3은 도 1의 바이폴라 플레이트의 냉각 및 캐소드 매니폴드들과 유체 흐름 채널들의 확대도이다;

도 4는 도 2의 바이폴라 플레이트의 애노드 매니폴드와 유체 흐름 채널들의 확대도이다;

도 5는 바이폴라 플레이트를 구성하는 주름형 플레이트들 중 하나에서의 냉각제 포트 매니폴드의 상세도이다;

도 6은 도 5의 상세도에서의 하부의 주름형 플레이트의 상세도이다;

도 7은 애노드, 캐소드 및 냉각 유체 흐름 채널들을 구성하는 제1 및 제2의 주름형 플레이트들에서의 상호 맞물린 주름들의 배치를 나타내는, 바이폴라 플레이트의 유체 흐름 필드 영역을 가로지르는 단면도이다;

도 8은 일련의 캐소드 유체 흐름 채널들을 접속하는 캐소드 포트 및 매니폴드의 단면도이다;

도 9는 일련의 애노드 유체 흐름 채널들을 접속하는 애노드 매니폴드의 단면도이다;

도 10은 캐소드 포트 및 캐소드 매니폴드를 관통하는 단면도이다;

도 11a는 바이폴라 플레이트의 애노드측의 사시도이다;

도 11b는 도 11a의 바이폴라 플레이트의 캐소드측의 사시도이다;

도 12a는 조립된 바이폴라 플레이트에서 횡방향의 유체 접속 영역의 상세 단면도이다;

도 12b는 조립된 바이폴라 플레이트에서 횡방향의 유체 접속 영역의 대안적인 상세 단면도이다;

도 13은 바이폴라 플레이트의 주름 영역과 애노드 매니폴드 영역을 관통하는 단면도이다;

도 14는 바이폴라 플레이트 내에서의 애노드, 캐소드 및 냉각 유체 볼륨들의 예시이다;

도 15는 도 14의 유체 볼륨들의 단면도이다;

도 16은 5개의 멤브레인 전극 어셈블리들과 6개의 바이폴라 플레이트들을 포함하는 스택의 단면도이다;

도 17은 바이폴라 플레이트의 대안적 실시형태의 캐소드 면의 부분 사시도이다;

도 18은 도 17의 바이폴라 플레이트의 애노드 면의 부분 사시도이다;

도 19는 도 17 및 도 18의 바이폴라 플레이트의 애노드 면의 이면 상의 냉각제 매니폴드의 부분 사시도이다; 그리고

도 20은 도 17 내지 도 19의 바이폴라 플레이트들의 다중 플레이트 어셈블리의 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026]

도 1 내지 도 10은 제1의 타입의 바이폴라 플레이트를 예시하는데, 이 제1의 타입의 바이폴라 플레이트에서 플레이트의 면 전체에 걸친 애노드 유체 흐름 필드는 병렬 트랙들 또는 채널들의 배치의 형태이다. 도 11 내지 도 15는 제2의 타입의 바이폴라 플레이트를 예시하는데, 이 제2의 타입의 바이폴라 플레이트에서 애노드 유체 흐름 필드는 플레이트의 면 전체에 걸친 단일의 사문형 트랙 또는 채널의 형태이다. 이들 상이한 실시형태들은, 하기 예 더 상세히 설명되는 바와 같이, 바이폴라 플레이트에서 채널들의 상이한 배치들을 필요로 한다.

[0027]

도 1 및 도 2는 바이폴라 플레이트(10)의 실시형태의 사시도를 도시한다. 바이폴라 플레이트(10)는, 조립된 바이폴라 플레이트(10)를 형성하기 위해 서로 맞물리는 제1 및 제2의 주름형 플레이트들(11, 12)을 포함한다. 제1의 플레이트(11)는 바이폴라 플레이트(10)의 제1의 면을 가로지르는 제1의 복수의 유체 흐름 채널들(13)을, 바

이폴라 플레이트의 대향 단부들의 제1의 유입구 및 유출구 포트들(18a, 18b) 사이에서 연장하는 주름들의 형태로 포함한다. 도시된 배치에서, 이들 포트들(18a, 18b)은, 이러한 플레이트들의 스택으로부터 형성되는 조립된 연료 전지를 통한, 캐소드 유체, 즉, 옥시던트의 흐름을 위해 사용된다. 주름들에 의해 형성되는 제1의 복수의 유체 흐름 채널들(13)은 대안적으로 캐소드 유체 흐름 채널들로서 설명될 수 있다. 플레이트(10)의 각 단부에, 각각의 포트들(18a, 18b)과 유체 흐름 채널들(13)을 연결하는 캐소드 매니폴드 또는 갤러리(gallery)(15a, 15b)가 제공된다. 매니폴드들 또는 갤러리들(15a, 15b)은 스택 안으로 그리고 스택 밖으로 흐르는 유체를, 채널(13)을 따르는 유체의 균일한 흐름을 달성하도록, 플레이트(10)의 폭에 걸쳐 차이를 나타내는 최소 압력을 가지고, 포트들(18a, 18b)을 통해 유체 흐름 채널들(13) 사이에 분포시키도록 기능한다.

[0028] 도 2의 플레이트의 이면 뷰에서 도시된 바와 같이, 플레이트 안으로의 그리고 밖으로의 그리고 바이폴라 플레이트(10)의 제2의 대향 면 상에 제공되는 제2의 복수의 유체 흐름 채널들(22)을 따른 유체의 흐름을 위해 바이폴라 플레이트(10)의 대향 단부들에 제2의 유입구 및 유출구 포트들(19a, 19b)이 제공된다. 이들 제2의 유체 흐름 채널들(22)은 애노드 유체 흐름 채널들로서, 포트들(19a, 19b)은 바이폴라 플레이트(10)를 통한 그리고 바이폴라 플레이트(10) 전체에 걸친 연료 가스의 분포를 위해, 애노드 포트들로서 설명될 수 있다. 애노드 유입구 및 유출구 포트들(19a, 19b)을 제2의 복수의 유체 흐름 채널들(22)로 접속하는 애노드 매니폴드 영역들 또는 갤러리들(21a, 21b)이 제공된다.

[0029] 연료 전지 스택으로 조립시 바이폴라 플레이트(10) 안으로의 그리고 바이폴라 플레이트(10) 밖으로의 물과 같은, 냉각 유체의 전달을 위해 플레이트(10)에 제3의 유입구 및 유출구 포트들(17a, 17b)이 또한 제공된다. 이들 포트들(17a, 17b)은, 냉각제 매니폴드들 또는 갤러리들(갤러리(16b)만 보임)를 통해, 바이폴라 플레이트(10)의 대향 단부들의 제3의 유입구 및 유출구 포트들(17a, 17b) 사이에서 연장하는 제3의 복수의 유체 흐름 채널들(14)과 연통한다. 제3의 복수의 유체 흐름 채널들(14)은 바이폴라 플레이트(10)의 제1 및 제2의 대향 면들을 형성하는 제1 및 제2의 주름형 플레이트들(11, 12) 사이에 제공된다. 도 1 및 도 2에 예시된 실시형태에서, 제3의 복수의 유체 흐름 채널들(14)을 구성하는 주름들, 즉, 냉각 채널들은, 제1 및 제2의 복수의 유체 흐름 채널들을 구성하는 플레이트들(11, 12)에서 주름들의 반대측들의 맞물림에 의해 제공된다. 이것은 하기에 설명되는 도 7에서 더 상세히 예시된다.

[0030] 바이폴라 플레이트(10)의 형태는, 접선을 통해 접속될 수 있는 제1(또는 캐소드) 플레이트(11) 및 제2(또는 애노드) 플레이트(12)를 포함하는 단일의 프레스 성형된 주름형 금속 플레이트로 제조될 수 있다. 그 다음, 플레이트들(11, 12)은, 플레이트들(11, 12) 사이에 제3의 세트의 유체 흐름 채널들을 형성하는 주름들을 사이에 끼우도록, 인접하는 접선을 따라 함께 접힐 수 있다. 프레스 성형 프로세스는 유체 흐름 채널들(13, 14, 22)을 형성하는 단계와 동일한 단계에서 포트들(17a, 17b, 18a, 18b, 19a, 19b)을 또한 형성할 수 있다.

[0031] 바이폴라 플레이트(10)를 구성하는 주름형 플레이트들(11, 12)의 각각의 면들에 가스켓들(23a, 23b, 23c)이 적용되는데, 이 가스켓들은 제1 및 제2의 주름형 플레이트들(11, 12) 사이에 그리고 바이폴라 플레이트(10)의 대향 외면들의 둘레 주위에 유체 셀들을 제공하도록 작용한다. 가스켓들(23a, 23b, 23c)은 주름형 플레이트들(11, 12)의 면들에 적용되는 성형 탄성중합체 재료의 형태로 제공되는 것이 바람직하다. 플레이트(10)의 둘레 주위에, 그리고 유입구들 및 유출구들의 각각의 둘레 주위에 유체 셀들을 제공하는 것뿐만 아니라, 성형 가스켓 재료는 후속 도면들에서 더 상세히 도시되는 바와 같이, 유체 흐름 채널들(13, 14, 22)의 각각에 대한 유입구 및 유출구 매니폴드들을 형성하기 위한 추가적인 표면 상세를 제공한다. 성형 가스켓들(23a, 23b, 23c)의 패턴들은, 공기, 연료(수소) 및 냉각제(물)의 유도가, 유입구 포트들로부터 플레이트들(11, 12) 내에 그리고 사이에 형성된 관련 채널들로 그리고 이를 채널들로부터 배기 포트들로 지향되는 것을 허용한다. 도 1 및 후속 도면들에 예시된 플레이트들(11, 12)은 대칭적이며, 따라서 포트들(17a, 18a, 19a 또는 17b, 18b, 19b)은 유입구 또는 유출구 포트들 중 하나인 것으로 간주될 수 있다. 각각의 유입구 포트로부터 대응하는 유출구 포트로의 유체의 흐름은, 특정 구현예에 따라, 공통 방향일 수 있거나 상이한 방향들일 수 있다.

[0032] 애노드 및 캐소드 매니폴드들(21a, 21b, 15a, 15b) 각각은 흐름 필드들의 폭 양단의 압력 저하를 최소화하도록 형성된다.

[0033] 도 3은, 캐소드 매니폴드 또는 갤러리(15b)와 냉각제 매니폴드 또는 갤러리(16b)를 도시하는, 도 1의 바이폴라 플레이트(10)의 일단의 확대도를 예시한다. 캐소드 매니폴드(15b)는 가스켓 재료로 형성된 상승 피쳐들의 개방형 어레이를 포함하는데, 상승 피쳐들은, 제1의 플레이트(11)의 주름들에 의해 형성된 유체 흐름 필드(13)와 캐소드 포트(18b) 사이에서 유체의 흐름을 허용하면서, 바이폴라 플레이트와 인접 층(이 경우 이것은 멤브레인-전극 어셈블리(membrane-electrode assembly), 또는 MEA이다) 사이에 정의된 간격을 제공하도록 구성된다. 도시된

실시형태에서, 캐소드 매니폴드(15b)의 성곽 모양의 영역(31)은 포트(18b)와 인접하는 매니폴드 영역(15b)의 에지를 따라 배치되는데, 성곽 모양의 영역(31)은 매니폴드 영역(15b)의 에지를 따라 필수 간격을 유지하면서 매니폴드(15b) 안으로 또는 밖으로 유체의 흐름을 지향시키는 역할을 한다. 성곽 모양의 영역과 캐소드 유체 흐름 필드(13) 사이의 공간에서, 매니폴드(16b)는 주름들(13) 안으로의 또는 밖으로의 유체의 자유로운 흐름을 허용하도록 구성된 가스켓 재료의 돌출부들(33)의 어레이를 포함한다.

[0034] 도 4에 예시된 바와 같이, 냉각제 매니폴드(16b)에 대해서 그리고 애노드 매니폴드(21b)에 대해서 가스켓 재료의 상승 피쳐들의 유사한 배치가 제공된다. 매니폴드들(15b, 16b, 21b)의 각각은 대응 포트(18b, 17b, 19b)에 인접하는 성곽 모양의 영역(31, 32, 34)을 그리고 포트(17b, 19b)와 유체 흐름 필드(22, 14) 사이의 성형 가스켓 내에 돌출부들의 어레이들을 구비한다. 매니폴드들의 각각은 대응하는 흐름 필드 전체에 걸친 압력 차를 최소화하도록 그리고 유입구 및 유출구 면적을 최대화하도록 성형된다. 일반적으로 삼각형 형상의 포트들과 성형 매니폴드들의 조합은, 일반적으로 사각형인 바이폴라 플레이트의 각 단부에서의 면적의 최적의 사용을 허용한다.

[0035] 도 5에서는 냉각제 포트(17b) 주위의 제2의 플레이트(12)의 영역의 더 상세한 사시도가 예시되는데, 포트(17b)와 냉각 유체 흐름 필드(14) 사이에 포트(17b)의 에지를 따른 매니폴드 영역에서의 성곽 모양의 영역(32)을 도시한다. 주름형 플레이트(12)는 대향 면들 상에 적용되는 성형 가스켓(23a, 23c)을 구비하는 중앙 금속 플레이트(51)를 포함한다. 금속 플레이트(51)의 일 면 상의 성형 가스켓(23a)은 포트(17b)와 인접하는 에지를 따라 성곽 모양의 영역(32)을 구비하는 매니폴드(16b)를 포함한다. 가스켓 재료는 플레이트(12)의 주변과 비교하여 매니폴드(16b)의 성곽 모양의 영역(32) 위에서 더 두꺼우며, 그 결과 유체가 매니폴드로 들어가거나 빠져나오도록 하는 더 큰 단면적을 허용한다. 이것은 성곽 모양의 영역(32) 아래의 금속 플레이트(51)를 오프셋하는 것에 의해 가능하게 된다. 이것은 가스켓 층들(23a, 23c)이 적용되지 않는 금속 플레이트(51)를 도시하는, 도 6에서 더 명확하게 예시된다. 냉각제 포트(17b)의 에지를 가로질러 연장하는 오목 영역(61)에 의해 오프셋이 플레이트(51)에 제공된다. 캐소드 및 애노드 포트들 및 매니폴드들과 관련하여 유사한 배치가 적용될 수 있다.

[0036] 도 7은 바이폴라 플레이트(11)를 가로지르는 횡단면도를 예시하는데, 애노드, 캐소드 및 냉각 유체 흐름 필드들을 가로지르는 유체 흐름 채널들이 동일 평면 상에 있는 것을 허용하는 주름들의 배치를 나타낸다. 애노드 유체 흐름 채널들(72)은, 금속 플레이트(51) 및 가스켓 층들(23b, 23c)을 포함하는, 제2의 주름형 플레이트(12)의 주름들에 의해 제공된다. 캐소드 유체 흐름 채널들(73)은, 금속 플레이트(71) 및 가스켓 층(23a)을 포함하는, 제1의 주름형 플레이트(11)의 주름들에 의해 제공된다. 가스켓 층(23b)은, 오히려, 제1의 주름형 플레이트(11)에 적용되어 동일한 결과를 달성할 수도 있다.

[0037] 냉각 채널들(74)은 제1 및 제2의 주름형 플레이트들(11, 12)의 금속 플레이트들(71, 51) 사이의 공간에서의 개구들에 의해 제공된다. 예시된 실시형태에서, 냉각 채널들(74)은 제2의 플레이트(12)에서의 선택된 주름들의 생략에 의해 제1 및 제2의 주름형 플레이트들(11, 12) 사이에 형성된다. 제1의 플레이트(11)에서의 선택된 주름들의 생략에 의해 동일한 효과가 달성될 수도 있다. 냉각 채널들은 바이폴라 플레이트(10)의 폭에 걸쳐 균일하게 분포되고, 제2의 플레이트(12)에서의 교대하는 주름들의 생략에 의해 제공되는 것이 바람직하다. 대안적인 배치들에서, 냉각 채널들은 제1 또는 제2의 플레이트에서의 선택된 주름들의 폭을 좁게 하거나 그 선택된 주름의 높이 감소에 의해 제1 및 제2의 주름형 플레이트들 사이에 형성될 수 있다.

[0038] 바이폴라 플레이트에서의 냉각 채널들의 배치는 공간 및 재료 둘 다의 효율적인 사용을 허용하는데, 플레이트의 애노드 및 캐소드 측들에서 유체 흐름 채널들을 제공하는 주름들이 주름형 플레이트들 사이에서 냉각제에 대한 유체 흐름 채널들의 추가적인 세트를 정의하도록 또한 역할을 하기 때문이다.

[0039] 주름형 플레이트들(51, 71) 상의 그리고 그 사이의 채널들(72, 73, 74)은 서로 평행한 것으로 그리고 바이폴라 플레이트(10)의 길이를 따라 실질적으로 균일한 것으로 도 7에서 도시된다. 대안적 실시형태들에서, 채널들은 평행하지 않을 수도 있고 예를 들면 사용시 바이폴라 플레이트(10) 전체에 걸친 예상 압력 또는 온도 변화들을 책임지도록 치수가 변경되거나 테이퍼링(tapering)될 수 있다.

[0040] 도 8은 캐소드 매니폴드(15b)와 캐소드 포트(18b)의 피쳐들을 예시하는, 바이폴라 플레이트의 상세 단면도를 도시한다. 도 5에서 예시되고 위에서 설명된, 냉각제 매니폴드와 관련하여, 캐소드 매니폴드(15b)는 캐소드 포트(18b)와 인접하는 매니폴드(15b)의 에지를 따라 가스켓(23a) 내에 형성된 성곽 모양의 영역(31)을 포함한다. 주름들(13)에 의해 형성된 캐소드 유체 흐름 필드로 들어가는 또는 그 필드를 빠져나오는 캐소드 유체(즉, 옥시던트 및 물)는 성곽 모양의 영역(31)을 통해 포트(18b)로 또는 포트(18b)로부터 지향되는데, 이 성곽 모양의 영역은 하부의 금속 플레이트(51)와 MEA 사이의 간격을 유지하도록 기능하며, 바이폴라 플레이트의 제1의 면은 연료

전지 스택으로 조립될 때 MEA와 접촉한다.

[0041] 도 9는 애노드 매니폴드 영역(21b)을 관통하는 상세 단면도를 예시하는데, 캐소드 매니폴드의 성곽 모양의 영역(31)의 단면도 또한 볼 수 있다. 애노드 매니폴드 영역(21b)은 통상적으로 캐소드 매니폴드 영역(15b)보다 두께가 더 얇은데, 유체의 더 많은 흐름이 애노드 유체 흐름 필드보다는 캐소드 유체 흐름 필드를 통과하도록 요구되기 때문이다.

[0042] 도 10은 캐소드 매니폴드 영역(15b)을 관통하는 추가 단면도를 예시하는데, 금속 플레이트(51, 71) 사이에 끼인 냉각제 매니폴드(16b)를 볼 수 있다. 도 5 및 도 6과 관련하여 위에서 설명된, 성곽 모양의 영역(32)에 대응하는 오목 영역(61)을 이 도면에서 또한 볼 수 있다.

[0043] 위에서 설명된 실시형태에서, 애노드 유체 흐름 필드는 제1의 주름형 플레이트(11)의 주름들에 의해 형성된 복수의 평행 채널들의 형태로 제공된다. 대안적 실시형태들에서, 제1의 주름형 플레이트에서의 애노드 유체 흐름 필드는 바이폴라 플레이트의 제1의 면을 가로질러 연장하는 사문형 트랙의 형태로 제공될 수 있다. 도 11a 및 도 11b는 이러한 실시형태를 예시하는데, 여기서 바이폴라 플레이트(111)는 애노드 유체 흐름 필드(122)를, 애노드 유입구 및 유출구 포트들(119a, 119b) 사이에서 연장하는 단일의 사문형 트랙의 형태로 구비하는 제1의 면(도 11a) 및 캐소드 유체 흐름 필드(113)를, 캐소드 유입구 및 유출구 포트들(118a, 118b) 사이에서 연장하는 서로 맞물린 주름들의 어레이의 형태로 구비하는 제2의 면(도 11b)을 포함한다.

[0044] 도 1 내지 도 10에 예시된 실시형태와 비교하여 주된 차이는, 플레이트의 대향 단부들에 제공되는 횡방향의 접속 영역들(126)을 포함하는 것인데, 횡방향의 접속 영역(126)은 애노드 유체 흐름 채널들이 애노드 유입구 및 유출구 포트들(119a, 119b) 사이에서 함께 단일의 트랙을 형성하는 것을 허용하도록 인접한 애노드 유체 흐름 채널들 사이에서 유체 접속부들을 형성한다.

[0045] 횡방향의 접속 영역들(126)은 도 12a 및 도 12b에서 더 상세히 예시되는데, 도 12a 및 도 12b 각각은 하나의 이러한 횡방향의 접속 영역을 관통하는 바이폴라 플레이트(111)의 제2 및 제1의 면들의 상세 단면도들을 예시한다. 각각의 횡방향의 접속 영역(126)에 의해, 인접한 애노드 유체 흐름 채널들(122)을 접속하기 위한 리턴 경로가 제공된다. 냉각제가 냉각제 매니폴드(16)와 각각의 냉각 채널(128) 사이의 플레이트들(151, 151) 사이를 통과하는 것을 허용하기 위해, 각각의 횡방향의 접속 영역(126)은 인접한 애노드 채널들의 깊이보다 얕은 깊이를 갖는다. 그 다음 냉각제는 각각의 횡방향의 접속 영역(126) 아래 및 냉각 채널들(128)을 따라 지나갈 수 있다. 접속 영역들을 지지하기 위해, 캐소드 유체 흐름 필드 상에 플린스(plinth; 125)가 제공되고, 금속 플레이트들(151, 171) 사이에 접속 지점(127)이 제공된다. 접속 지점(127)은 플레이트들(151, 171) 사이의 스팟 용접점(spot weld)일 수 있으며, 플레이트들의 상대적 위치를 유지하도록 그리고 플레이트들 사이에 제공된 냉각 수 흐름 필드(128) 또는 리턴 경로(126)를 봉괴시키지 않으면서 플레이트들(151, 171)의 두께를 통해 압력을 전달하도록 역할을 한다. 각각의 플린스(125)는 길이방향으로 인접한 캐소드 유체 흐름 채널(113b)과 인접한 캐소드 매니폴드 영역(115a) 사이에서 배리어로서 작용하여, 캐소드 흐름 채널들을 유입구 채널들(113a)(캐소드 매니폴드(115a)에 연결됨) 및 배기 채널들(113b)(캐소드 매니폴드(115b)에 연결됨)로 분리하고 캐소드 유체 흐름 필드(113)를 서로 맞물린 채널들의 어레이로 형성하게 된다. 캐소드 유입구 포트(118a)로부터 흐르는 유체는 캐소드 매니폴드(115a)를 가로질러 유입구 채널들(113a) 안으로 흐른다. 그 다음 유체는 유입구 채널들(113a)을 따라 흐르고 가스 확산층(도시되지 않음)을 통해 그리고 유출구 채널들(113b) 안으로 확산한다. 그 다음 유체는 캐소드 유출구 채널들(113b)을 따라 그리고 유출구 채널들(113b)을 따라 유출구 매니폴드(115b) 안으로 그리고 플레이트(111) 밖으로 나와 캐소드 유출구 포트(118b)를 통해 흐른다.

[0046] 따라서 일반적인 측면에서, 바이폴라 플레이트의 제2의 면은 유체 흐름 필드(113)를, 바이폴라 플레이트(111)의 제2의 면 내의 주름들에 의해 형성된 서로 맞물린 유체 흐름 채널들(113a, 113b)의 어레이의 형태로 포함할 수 있다. 배리어들(125)은 서로 맞물린 유체 흐름 채널들의 대향 단부들에 제공될 수도 있는데, 각각의 배리어(125)는 인접한 길이방향의 유체 흐름 채널(113a, 113b)과 인접한 유입구 또는 유출구 매니폴드(115a, 115b) 사이에 유체 층을 형성하도록 구성된다.

[0047] 도 13은 바이폴라 플레이트(111)의 단면의 컷어웨이(cutaway) 사시도를 예시하는데, 애노드 채널들(122)의 인접한 쌍들을 접속하는 횡방향의 접속 영역들(126)이 도시된다. 주름형 플레이트들(151, 171) 사이에서 길이방향으로 연장하는 냉각 채널들(174)을 또한 볼 수 있다. 각각의 냉각 채널(174)은 인접한 애노드 채널들(122)의 쌍 사이에서 바이폴라 플레이트(111)를 따라 연장하고 횡방향의 접속 영역(126) 아래의 플레이트들(151, 171) 사이의 갭을 통해 냉각제 매니폴드(16)에 접속된다.

- [0048] 도 14는, 냉각제 볼륨(141), 캐소드 볼륨(142) 및 애노드 볼륨(143)에 대응하는, 도 11의 바이폴라 플레이트(111)를 구성하는 플레이트들 사이의 공간들의 사시도를 예시한다. 이들 볼륨들의 부분의 더 상세한 도면은, 플레이트의 주름들에 대해 평행하게 그리고 횡단하도록 취해진 단면들을 예시하는 도 15에서 제공된다. 이들 예시적인 도면들은, 다양한 포트들(141, 142, 143)로부터의 유체를, 압력 저하를 최소로 하고 바이폴라 플레이트 전체에 걸쳐 유체 흐름 필드들의 각각에 대해 균일하게 분포시켜 전달하는 본 발명의 측면에 따른 일반적인 원리를 예시한다. 이것은 각각의 매니폴드 영역의 유입구의 길이를 최대로 하는 것에 의해 그리고 매니폴드 영역들을 플레이트를 통해 중첩하는 것에 의해 달성된다. 상승 피쳐들의 개방형 어레이(도 3 및 도 4와 관련하여 위에서 설명됨)의 사용은, 조립된 연료 전지 스택에서의 연료 흐름을 허용하기 위한 인접한 플레이트들 사이의 간격을 유지하면서 매니폴드 영역들이 중첩하는 것을 허용한다. 이 측면은 나중에 상세히 설명될 것이다.
- [0049] 도 16은 도 11에 예시된 타입의 6개의 바이폴라 플레이트들(111)과 5개의 MEA 층들을 포함하는 연료 전지 스택(160)을 관통하는 단면도를 예시한다. 각각의 바이폴라 플레이트(111)에서, 캐소드 플레이트(151)는, 캐소드 플레이트(151)의 플린스 또는 배리어(125)를(도 12a, 도 12b와 관련하여 위에서 설명됨) 애노드 플레이트의 대응하는 횡방향의 접속 영역(126)과 연결하는 스팟 용접점(127)에 의해 인접한 애노드 플레이트(171)에 부착된다. 인접한 바이폴라 플레이트들에서의 애노드 및 캐소드 플레이트들은, 일면 상에 캐소드 가스 확산층(163)을 나머지 면 상에 애노드 가스 확산층(164)을 구비하는 멤브레인 전극 어셈블리(MEA; 162)에 의해 분리된다. MEA(162)는 가스 확산층들(163, 164)의 범위를 넘어 연장하고, MEA는 애노드 및 캐소드 플레이트들(151, 171) 사이의 캐소드 매니폴드(115), 애노드 매니폴드(121) 및 냉각제 매니폴드(116)와 중첩한다. 캐소드 포트(118)는, 도 16에서, 스택(160)을 구성하는 각각의 바이폴라 플레이트에서의 성곽 모양의 영역(131)을 통해 캐소드 매니폴드(115)에 연결된 것으로 표시된다.
- [0050] 도 17, 도 18 및 도 19는 바이폴라 플레이트(210)의 다른 대안적 실시형태를 예시한다. 도 17은 플레이트(210)의 캐소드 면을, 도 18은 애노드 면을 그리고 도 19는 냉각제 매니폴드와 채널들을 나타내는 애노드 면의 이면을 도시한다. 이 실시형태에서, 캐소드 포트들(218)은 외부 엔클로저(도시되지 않음)에 의해 제공되는데, 외부 엔클로저는 캐소드 매니폴드 영역(215)으로의 또는 캐소드 매니폴드 영역(215)으로부터의 공기 유입구들의 쌍을 통한 공기 흐름을 제공하고, 캐소드 공기 유입구들은 바이폴라 플레이트(210)의 외부 에지(311) 또는 외주 둘레 상에 제공된다. 위에서 설명된 실시형태들에서와 같이, 바이폴라 플레이트(210)는 애노드 매니폴드 영역(221)(도 18에 도시됨)과 유체 연통하는 애노드 포트(219), 및 냉각제 매니폴드 영역(216)(도 19에 도시됨)과 유체 연통하는 냉각제 포트(217)를 포함한다. 그 외에는, 플레이트(210) 전체에 걸친 애노드, 캐소드 및 냉각 유체 흐름 영역들은 도 11 내지 도 16과 관련하여 위에서 설명된 실시형태와 유사하다. 이 실시형태에서, 캐소드 공기 유입구(또는 유출구)는 냉각제 또는 애노드 유입구들 또는 유출구들 중 어느 하나보다 단면적이 실질적으로 더 크게 되도록 구성되어, 사용시 플레이트(210)를 통해 더 큰 볼륨의 공기의 유량을 허용하게 된다. 애노드 포트(219)의 크기에 의해 정의되는 애노드 유입구 또는 유출구는 캐소드 또는 냉각제 유입구들 중 어느 하나보다 실질적으로 더 작는데, 애노드 포트로 흘러들어가는 또는 흘러나오는 유체의 볼륨이 더 작기 때문이다.
- [0051] 일반적인 측면에서, 도 17 내지 도 19에 예시된 실시형태에 따르면, 제2의 유입구 및 유출구 포트들(218)은 바이폴라 플레이트(210)의 둘레 에지 상에 제공되지만, 제1 및 제3의 유입구 및 유출구 포트들(219, 217)은 바이폴라 플레이트(210)의 두께를 관통하여 제공된다. 이 배치의 이점은, 제2의(캐소드) 유입구 및 유출구 포트들이 실질적으로 더 크게 만들어질 수 있어서, 이러한 바이폴라 플레이트들의 스택으로 이루어진 연료 전지 안으로의 그리고 그 연료 전지 밖으로의 옥시던트 유체의 더 큰 흐름을 허용하게 되는 것이다.
- [0052] 이 실시형태에서, 매니폴드 영역들이 부분적으로 중첩되는 도 1 내지 도 16과 관련하여 위에서 설명된 실시형태들과는 달리, 도 17 내지 도 19에서의 플레이트(210)의 매니폴드 영역들(215, 216, 221)은, 플레이트의 둘레 상에 캐소드 포트가 제공되는 것으로 인해, 전체적으로 중첩하게 되고, 그 결과 플레이트(210)의 유체 흐름 영역들의 폭에 걸쳐 더 균일한 압력 분포를 허용하게 된다. 또한, 중첩하는 매니폴드 영역들은 매니폴드 영역들의 각각의 둘레 에지를 주위에 더 균일한 층을 허용한다.
- [0053] 위에서 설명된 실시형태들의 주요 피쳐는 바이폴라 유체 흐름 플레이트의 유체 연통 에지의 실질적으로 증가된 길이를 제공하는 능력이다.
- [0054] 먼저, 캐소드 갤러리들 또는 매니폴드들(15a, 15b(도 1), 115a, 115b(도 11b), 215(도 17))의 각각은, 흐름 플레이트의 단부에 배치된 캐소드 유체 포트(18a, 18b, 118a, 118b, 218)와 캐소드 유체 흐름 채널들(13)의 세트 사이에서, 이들 채널들에 의해 정의된 플레이트의 흐름 필드 활성 면적의 실질적으로 전체 폭에 걸쳐, 유체 연통 및 분포를 제공할 수 있다.

- [0055] 둘째로, 그리고 그에 대응하여, 애노드 갤러리들 또는 매니폴드들(21a, 21b(도 2), 121a, 121b(도 11a), 221(도 18))의 각각은, 흐름 플레이트의 단부에 배치된 애노드 포트(19a, 19b, 119a, 119b, 219)와 애노드 유체 흐름 채널들(22)의 세트 사이에서, 플레이트의 흐름 필드 활성 면적의 실질적으로 전체 폭에 걸쳐, 유체 연통 및 분포를 제공할 수 있다.
- [0056] 셋째로, 그리고 그에 대응하여, 냉각제 갤러리들 또는 매니폴드들(16b(도 1 및 도 3), 216(도 19))의 각각은, 흐름 플레이트의 단부에 배치된 각각의 포트(17a, 17b, 117a, 117b, 217)와 냉각제 흐름 채널들(14)의 세트 사이에서, 플레이트의 흐름 필드 활성 에어리어의 실질적으로 전체 폭에 걸쳐, 유체 연통 및 분포를 제공할 수 있다.
- [0057] 갤러리들(예를 들면, 15, 21, 16)의 각각은, 흐름 채널들(13, 14, 22)에 의해 정의된 흐름 필드의 에지를 따라 배치된 유체 전달 지점들의 어레이에 의해 경계가 정해지는 제1의 둘레 에지부를 구비한다. 이들 유체 전달 지점들은, 캐소드 유체 전달 지점, 냉각 유체 전달 지점들 및 애노드 유체 전달 지점들의 각각 나타내는 301, 302, 303에서 나타내어진 채널 단부들에 의해 예시화된다. 또한, 갤러리들(예를 들면, 15, 21, 16)의 각각은, 본원에서 유체 연통 에지(320, 321, 322)로서 설명되는, 흐름 플레이트의 에지를 따라 배치된 제2의 둘레 에지부를 구비한다. 유체 연통 에지부는, 각각의 포트, 예를 들면 캐소드 유체 포트들(18, 18b, 118a, 118b, 218); 애노드 유체 포트들(19a, 19b, 119a, 119b, 219); 및 냉각 유체 포트들(17a, 17b, 117a, 117b, 217)의 측벽의 일부를 형성하는 플레이트 에지를 통해 갤러리 안으로의 유체의 전달(또는 갤러리로부터의 유체의 배출)을 위해 제공된다. 이들 유체 연통 에지들(320, 321, 322)은 성곽 모양의 영역들(31, 32, 34, 131, 132, 134)에 의해 예시화된다.
- [0058] 각 갤러리의 제1의 둘레 에지부들은 일반적으로 서로 중첩하는데, 캐소드 흐름 채널들(13), 냉각수 흐름 채널들(14) 및 애노드 흐름 채널들(22) 모두가 바이폴라 플레이트(10)의 실질적으로 동일한 활성 면적, 또는 흐름 필드를 일반적으로 정의하기 때문이다. 그러나, 제2의 둘레 에지부들(예를 들면, 성곽 모양의 영역들(31, 32, 34, 131, 132, 134))은 서로 중첩하지 못할 수도 있는데, 이것이 연료 전지 스택에서의 바이폴라 플레이트들의 평면들을 통해 연장하는 별개의 유체 전달 포트들의 측벽들을 유체 연통 에지들이 정의한다는 요건과 충돌할 것이기 때문이다. 바이폴라 플레이트 안으로의 유체의 최적의 분포를 위해, 각각의 갤러리(15, 21, 16)에 대해 제2의 둘레 에지부들(31, 32, 34, 131, 132, 134)의 최대 가능한 길이를 갖는 것이 유익하다. 따라서, 유체 전달 지점의 임의의 주어진 길이(즉, 활성 흐름 필드 면적의 폭)에 대해 바이폴라 플레이트의 유체 연통 에지의 전체 길이를 증가시키기 위한 도전과제가 존재한다.
- [0059] 위에서 설명된 실시형태들의 각각은, 유체 전달 지점들의 길이(캐소드 갤러리(15), 애노드 갤러리(21) 또는 냉각제 갤러리(16)의 제1의 둘레 에지부들 중 임의의 것의 길이에 대응함)와 비교하여 유체 연통 에지들(320, 321, 322)(갤러리들의 제2의 둘레 에지부들)의 전체 길이의 어느 정도의 연장을 달성한다.
- [0060] 도 1 내지 도 4의 배치에서, 캐소드 포트들(18), 애노드 포트들(19) 및 냉각제 포트들(17)의 삼각형 구성들 및 그들의 상대적 위치들은, 각각의 캐소드 갤러리들(15), 애노드 갤러리들(21) 및 냉각수 갤러리들(16)의 대응하는 일반적으로 삼각형의 성형과 함께, 캐소드, 애노드 또는 냉각제 갤러리들 중 임의의 하나의 제1의 둘레 에지부(즉, 활성 면적 또는 흐름 필드 폭)의 길이보다 더 긴 제2의 둘레 에지부들(31, 32, 34)의 결합된 길이를 달성한다는 것을 알 수 있다. 실제, 캐소드 및 냉각제 흐름들을 위한 제2의 둘레 에지부들(31, 32)의 결합된 길이가 캐소드 갤러리(15), 애노드 갤러리(21) 또는 냉각수 갤러리(16) 중 임의의 것의 제1의 둘레 에지부의 길이보다 더 긴 디자인은 유체 연통 에지들의 길이들을 충분히 연장시킨다.
- [0061] 도 11a 및 도 11b의 배치에서, 포트들(117, 118, 119)은 더 큰 볼륨을 제공하도록 연장되지만, 각각은 (예를 들면, 유체 전달 지점들(301, 302, 303)에서) 제1의 둘레 에지부에 비스듬한 적어도 하나의 에지부(예를 들면, 성곽 모양의 영역(131, 132, 134))를 포함하고, 그 결과 갤러리들(115, 121, 116)의 각각에게 일반적으로 삼각형 형상인 적어도 하나의 부분을 제공하게 됨을 알 수 있다. 이들 갤러리들에서, 제1의 둘레 에지부는 삼각형의 베이스를 형성할 수 있고, 한편 제2의 둘레 에지는 삼각형의 변을 형성할 수도 있다. 다른 더 복잡한 형상들도 가능하다.
- [0062] 애노드 흐름 필드(122)가 플레이트의 각각의 단부에서 단일의 채널 개구로부터 연장하는 단일의 사문형 채널로서 제공되면, 단일의 유체 전달 지점(303)만이 존재할 것이고 전체 흐름 필드(122) 폭에 걸쳐 애노드 갤러리(121)를 연장시킬 필요가 없으며 애노드 갤러리를 구비하는 것이 불필요할 수도 있음을 도 11a로부터 또한 알 수 있을 것이다. 그러나, 애노드 흐름 필드의 폭에 걸쳐 연장하는 제1의 둘레 에지부를 갖는 애노드 갤러리

(121)에 대해 설명된 원칙은, 다수의 사문형 채널들이 제공되는 경우 여전히 적용될 수 있다.

[0063] 일반적인 측면에서, 유체 연통 에지들(320, 321, 322)의 전체 길이는, 갤러리들의 제1의 둘레 에지부들에 대해 비스듬한 각도에서 갤러리들(15, 21, 16) 중 하나 이상의 갤러리들의 제2의 둘레 에지부들 중 적어도 하나의 제2의 둘레 에지부, 바람직하게는 하나 보다 많은 제2의 둘레 에지부들을 제공하는 것에 의해 달성될 수 있다.

[0064] 다른 측면에서, 유체 연통 에지들의 전체 길이는, 바이폴라 플레이트의 내부 및 외부 에지들 둘 다를 사용하여 유체 연통 에지들을 형성하는 것에 의해 더 증가될 수 있다. 도 1 내지 도 4 및 도 11a 및 도 11b의 예시적인 배치들 각각은, 플레이트의 내부 에지, 즉, 플레이트(10, 111)를 통과하는 훌 또는 개구 내에 정의된 플레이트의 에지 상에서 정의되는 유체 연통 에지들을 제공함을 알 수 있다. 도 17 내지 도 19의 배치에서, 플레이트의 내부 및 외부 에지들 둘 다를 사용하는 것에 의해 더 긴 길이의 유체 연통 에지가 제공된다.

[0065] 냉각 유체 포트(217) 및 애노드 유체 포트(219) 둘 다는 바이폴라 플레이트(210)의 내부 에지들(310)을 정의한다. 그러나, 캐소드 유체는, 앞서 논의된 외부 엔클로저에 의해 캐소드 포트(218) 내에 유체가 구속되는 외부 에지(311)에 의해 전달된다. 이러한 타입의 배치에서, 40mm의 흐름 필드 폭(즉, 제1의 둘레 에지부의 길이 또는 전체 채널들에 걸친 플레이트 폭)은 120mm의 대응하는 전체 포트 길이(즉, 모든 갤러리들에 대한 제2의 둘레 에지부의 전체 길이)를 구비하였다. 이것은 60mm의 캐소드 포트(218)의 성곽 모양의 영역(231), 20mm(원주)의 애노드 포트(219)의 성곽 모양의 영역(234) 및 40mm의 냉각제 포트(217)의 성곽 모양의 영역(232)으로 이루어진다. 따라서, 이 배치에서는, 적어도 2:1의 바람직하게는 3:1 이상의 유체 연통 에지(모든 제2의 둘레 에지부들의 총합) 대 흐름 필드 폭(제1의 둘레 에지부)의 비율이 가능하다. 더 일반적으로는, 도 17 내지 도 19의 예에서, 한 갤러리의 유체 연통 에지(제2의 둘레 에지부) 대 그 갤러리의 제1의 둘레 에지부의 비율은 1.2:1 또는 심지어 1.5:1 만큼 높을 수 있다.

[0066] 바람직한 배치들에서, 캐소드 : 애노드 : 냉각제의 각각에 대한 유체 연통 에지들의 비율은 바람직하게는 50% : 16% : 34%의 정도를 갖는다. 그러나, 연료 전지 스택의 디자인 파라미터들에 따라 다른 비율이 선택될 수 있다. 성곽 모양의 구조들(31, 32, 34, 131, 132, 134)은, 유량 대 가스켓 충들의 압축에 대한 지지 강도를 최적화하기 위한 개방 대 폐쇄의 임의의 적절한 종횡비를 제공할 수 있지만, 소정의 디자인들과는 50% : 50%의 종횡비가 최적인 것이 발견된다.

[0067] 실제, 캐소드 유체 흐름 및 냉각 유체 흐름은 가장 크고 및/또는 가장 중요하고 따라서 애노드 갤러리들에 대한 감소된 유체 연통 에지들을 대가로 캐소드 및 냉각제 갤러리들에 대한 유체 연통 에지들의 길이들을 최대화하는 것이 유익할 수 있다는 것이 종종 발견된다.

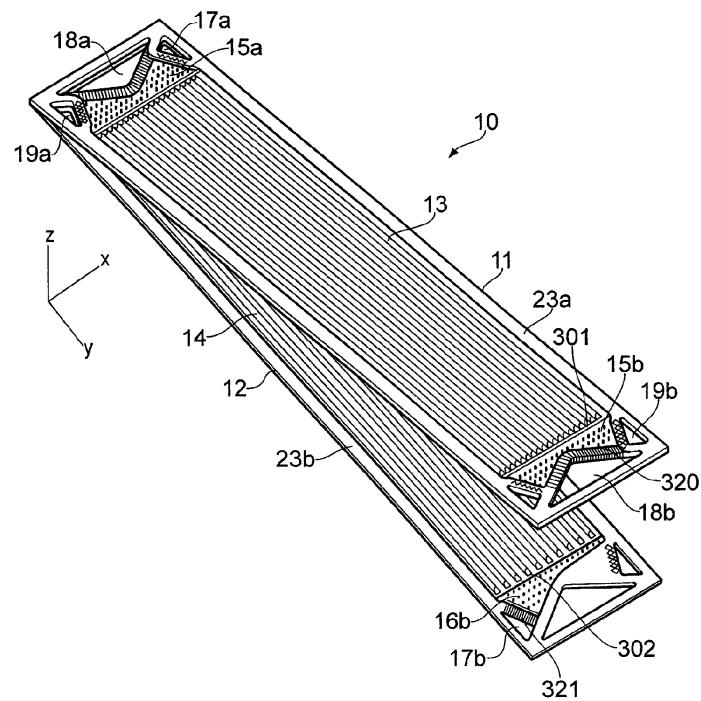
[0068] 위에서 설명된 실시형태들의 다른 중요한 피쳐는, 동일 평면 상의 애노드, 캐소드 및 냉각 채널들(72, 73, 74 (도 7) 또는 22, 13, 14(도 1 및 도 2)) 중 2개 이상으로 2개 또는 3개의 상이한 유체를 공급하는 능력이다. 유체는 플레이트들의 평면들을 통과하는 포트들에 의해 플레이트들(10)의 스택으로 전달된다. 이들 포트들은 도 1 및 도 2에서 애노드 포트들(19a, 19b), 캐소드 포트들(18a, 18b) 및 냉각제 포트들(17a, 17b)을 포함하는 것으로 보여진다. 따라서, 플레이트(10)의 평면이 x-y 평면에 놓여 있다고 하면, 포트들은 모두 z 방향으로 연장하지만 x-y 평면에서는 서로 공간적으로 분리된다. 유체를 전달하는 갤러리들 모두는, 그들의 유체 연통 에지에서 포트들(17, 18, 19)과 분리되면서, 플레이트들의 흐름 필드의 전체 폭(x 방향)에 걸쳐 연장하는 것이 바람직하다. 이것은 갤러리들의 3개의 상이한 레벨들, 또는 평면들을 제공하는 것에 의해 달성되는데, 그 모두는 동일 평면 상의 애노드, 캐소드 및 냉각 채널들의 하나의 공통의 레벨, 또는 평면을 차지한다. 이 상황에서의 표현 "평면" 또는 "레벨"은 z 차원을 따라 유한한 공간을 특정하도록 의도된다. 애노드 채널들(72), 캐소드 채널들(73) 및 냉각 채널들(74)은 채널 평면으로 칭해지는 공통의 평면, 레벨 또는 "z 공간"을 차지한다. 애노드 갤러리(21a, 21b, 121a, 121b, 221)는, 채널 평면 내에 있지만 캐소드 갤러리(15a, 15b, 115a, 115b, 215)에 의해 차지되는 평면과는 상이한 더 얇은 평면을 차지한다. 냉각제 갤러리(16b, 216)는, 채널 평면 내에 있지만 애노드 갤러리 평면 및 캐소드 갤러리 평면 중 어느 하나와는 상이한 평면을 차지한다.

[0069] 도 8을 참조하면, 캐소드 갤러리(15b)는, 채널들(13)에 의해 정의되는 캐소드 유체 흐름 필드의 에지에서 캐소드 유체 흐름 채널들(13)의 단부들과 만나는 곳에서 제1의 유체 전달 지점들(301)의 어레이를 구비하는 것을 알 수 있다. 이것은 흐름 필드 폭을 가로질러 연장하는 갤러리의 제1의 주변 에지부인 것으로 간주될 수 있다. 캐소드 갤러리(15b)는 성곽 모양의 영역(31)에 의해 정의되는 제2의 둘레 에지부를 또한 구비하는데, 제2의 둘레 에지부는 유체 연통 에지(320)를 형성하고 이 유체 연통 에지에 의해 유체는 캐소드 포트(18b)와 캐소드 갤러리(15b) 사이에서 흐를 수 있다.

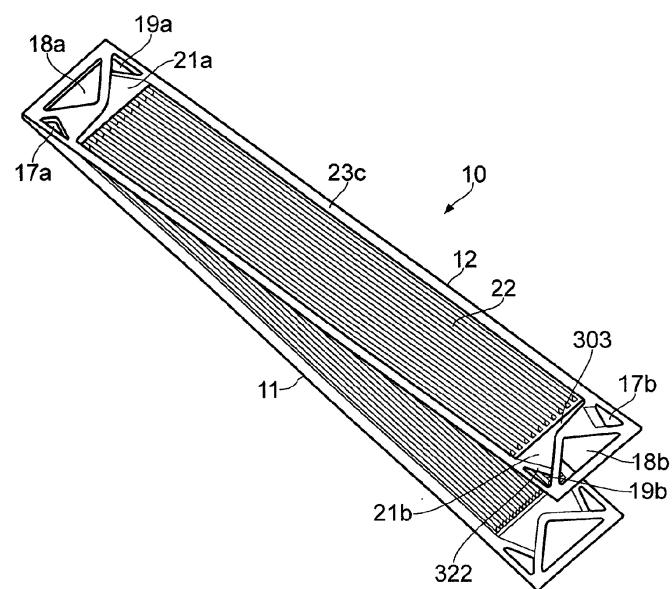
- [0070] 도 5를 더 참조하면, 냉각수 갤러리(16b)는, 채널들(14)에 의해 정의되는 냉각 유체 흐름 필드의 에지에서 냉각 유체 흐름 채널(14)의 단부들을 만나는 곳에서 유체 전달 지점(302)의 어레이를 구비하는 것을 알 수 있다. 이것은 흐름 필드 폭을 가로질러 연장하는 냉각제 갤러리(16b)의 제1의 주변 에지부인 것으로 간주될 수 있다. 냉각수 갤러리(16b)는 성곽 모양의 영역(32)에 의해 정의되는 제2의 둘레 에지부를 또한 구비하는데, 제2의 둘레 에지부는 유체 연통 에지(321)를 형성하고 이 유체 연통 에지에 의해 유체는 냉각제 포트(17b)와 냉각수 갤러리(16b) 사이에서 흐를 수 있다.
- [0071] 도 4를 더 참조하면, 애노드 갤러리(21b)는, 채널들(22)에 의해 정의되는 냉각 유체 흐름 필드의 에지에서 냉각 유체 흐름 채널들(22)의 단부들을 만나는 곳에서 유체 전달 지점들(303)의 어레이를 구비하는 것을 알 수 있다. 이것은 흐름 필드 폭을 가로질러 연장하는 애노드 갤러리(21b)의 제1의 주변 에지부인 것으로 간주될 수 있다. 애노드 갤러리(21b)는 성곽 모양의 영역(34)에 의해 정의되는 제2의 둘레 에지부를 또한 구비하는데, 제2의 둘레 에지부는 유체 연통 에지(322)를 형성하고 이 유체 연통 에지에 의해 유체는 애노드 포트(19b)와 애노드 갤러리(21b) 사이에서 흐를 수 있다.
- [0072] 캐소드 유체 연통 에지(320), 냉각 유체 연통 에지(321) 및 애노드 유체 연통 에지(322)의 유사한 예들이 도 17 내지 도 19에 또한 도시된다. 이들 연통 에지들의 각각은 약간 상이한 z 위치를 차지하며 각각의 애노드 포트, 캐소드 포트 및 냉각제 포트의 벽의 일부를 형성함을 알 수 있을 것이다.
- [0073] 도 20은, 다수의 플레이트들(350a, 350b, 350c, 350d)이 재료의 단일 시트로부터 나란히 형성될 수 있는 배치를 도시한다. 나란한 구성은 상이한 흐름 필드 영역들로 분할되는 여분의 폭 넓은 플레이트들을 형성하는 데 사용될 수 있는데, 상이한 흐름 필드 영역들의 각각은 캐소드, 애노드 및 냉각제 포트들(예를 들면, 냉각제 포트들(217a 내지 217d))로 이루어진 자기 고유의 각각의 세트, 및 애노드, 캐소드 및 냉각수 갤러리들로 이루어진 자기 고유의 각각의 세트에 의해 서빙된다. 대안적으로, 나란한 구성은 앞서 논의된 바와 같은 접선에 의해 접속된 플레이트들(350a, 350b)을 형성하는 데 사용될 수 있고, 그 결과 인접한 플레이트들(350a, 350b)은, 서로의 위로 접혀 바이폴라 플레이트를 생성할 수 있는 애노드 플레이트 및 캐소드 플레이트를 각각 포함한다.
- [0074] 도면들에 도시된 실시형태들 모두는, 애노드 흐름 필드(채널(22)에 의해 정의됨)가 플레이트(10)의 한 면 상에 제공되고 캐소드 유체 흐름 필드(채널(13)에 의해 정의됨)가 그 플레이트의 다른 면 상에 제공되며, 한편 냉각 유체 흐름 필드(채널(14)에 의해 정의됨)가 플레이트 내에 제공되는 바이폴라 플레이트들에 관련된다. 제1의 둘레 에지부(유체 전달 지점들(301, 302 또는 303)에 의해 구속됨)의 길이와 비교하여 유체 갤러리들(15, 16, 21) 중 적어도 2개의 갤러리들의 제2의 둘레 에지부들(31, 32, 34)의 결합된 길이를 연장시키는 원칙들은, 예를 들면, 캐소드 흐름 필드 및 냉각제 흐름 필드만이 요구되는 모노폴라 플레이트에서 또한 효율적으로 사용될 수 있다. 이러한 상황에서, 애노드 흐름 필드는 별개의 플레이트에 의해 제공될 수 있을 것이다.
- [0075] 마찬가지로, 제1의 유체 전달 지점들의 어레이의 길이만큼 적어도 긴, 바람직하게는 그 어레이의 길이보다 더 긴 제2의 유체 전달 지점들의 어레이의 전체 길이를 제공하기 위해 제1의 둘레 에지부(유체 전달 지점들(301, 302 또는 303)에 의해 구속됨)에 대해 비스듬한 각도에서 적어도 2개의 제2의 둘레 에지부들(31, 32, 34)를 배치하는 원칙들은, 예를 들면, 캐소드 흐름 필드 및 냉각제 흐름 필드만이 요구되는 모노폴라 플레이트에서 또한 효율적으로 사용될 수 있다. 이러한 상황들에서, 애노드 흐름 필드는 별개의 플레이트에 의해 제공될 수 있을 것이다.
- [0076] 마찬가지로, 제1의 갤러리 평면을 차지하는 제1의 유체 갤러리 및 제1의 갤러리 평면과는 상이한 제2의 갤러리 평면을 차지하는 제2의 유체 갤러리를 제공하며, 제1의 갤러리 평면 및 제2의 갤러리 평면 둘 다가 채널 평면 내에 배치되는 원칙들은, 제1 및 제2의 유체 갤러리들이 캐소드 유체 및 냉각 유체를 제공하게 되는 모노폴라 플레이트에서 효율적으로 사용될 수 있다. 이러한 상황들에서, 애노드 흐름 필드는 별개의 플레이트에 의해 제공될 수 있을 것이다.
- [0077] 다른 실시형태들은 첨부된 특허청구범위에 의해 정의되는 바와 같은 본 발명의 범위 내에 있는 것으로 의도된다.

도면

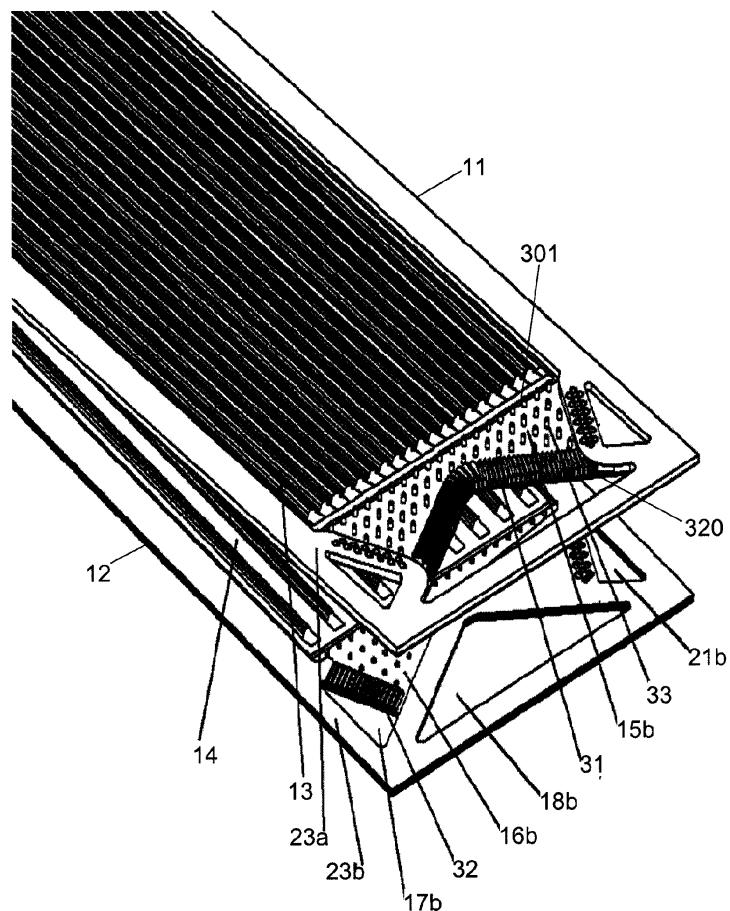
도면1



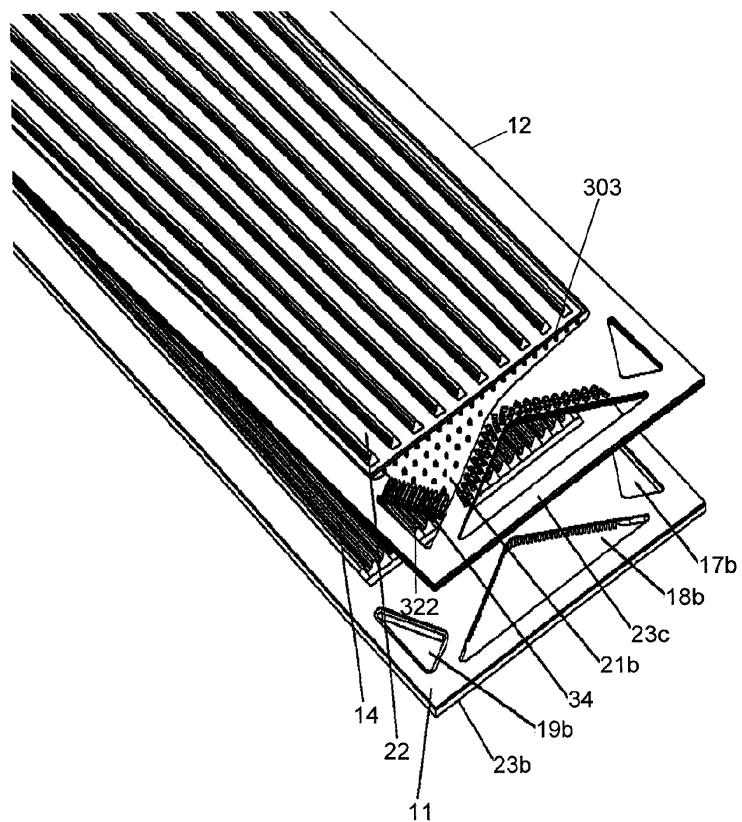
도면2



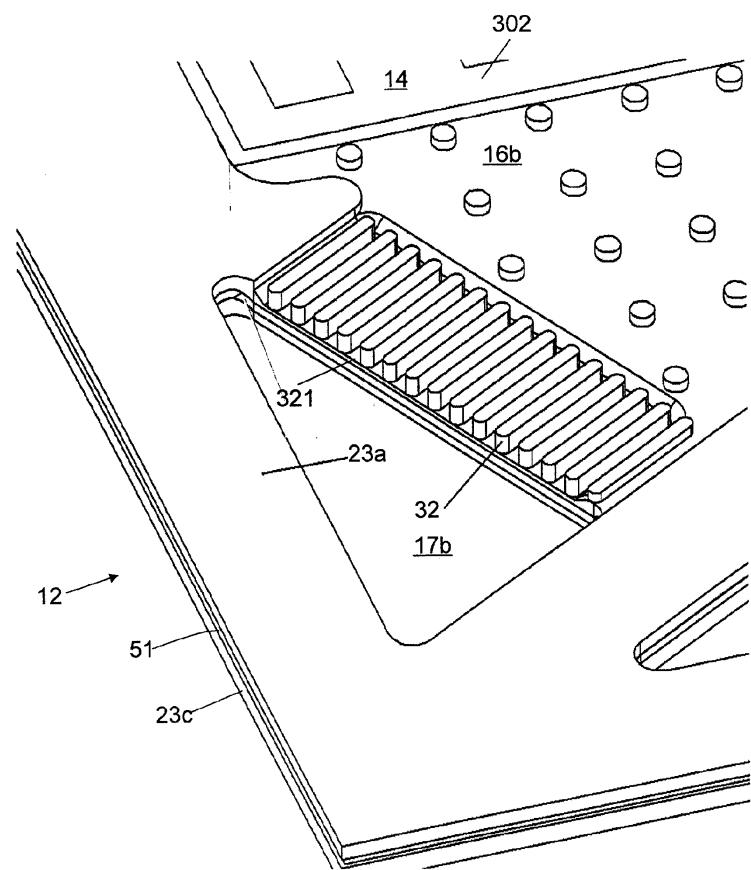
도면3



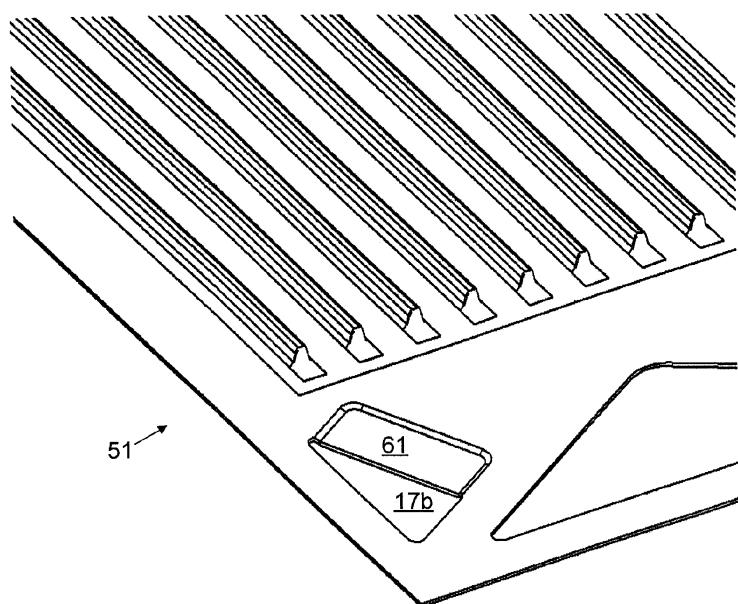
도면4



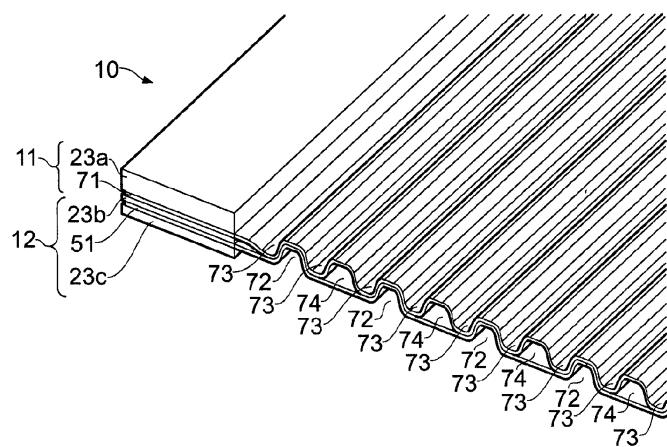
도면5



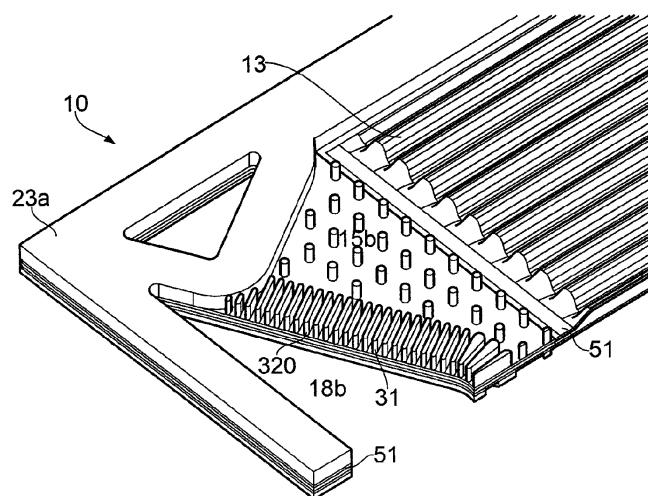
도면6



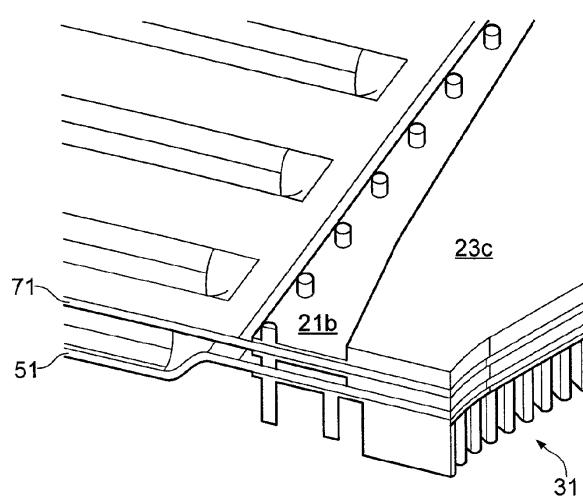
도면7



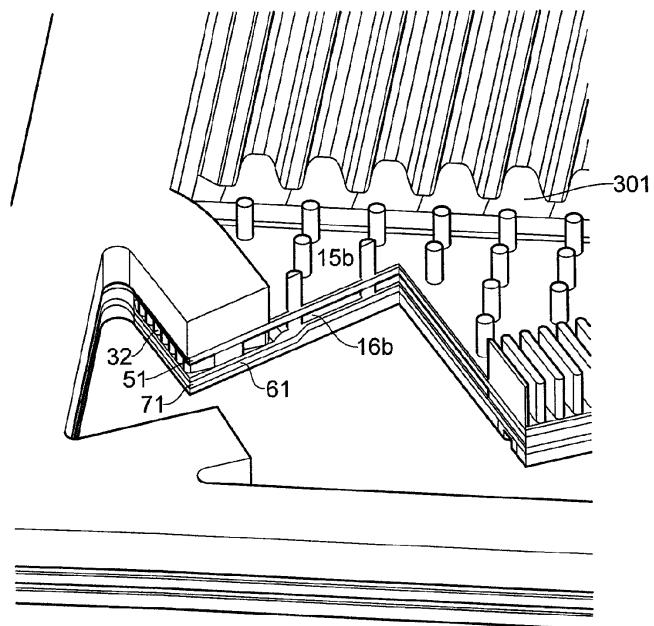
도면8



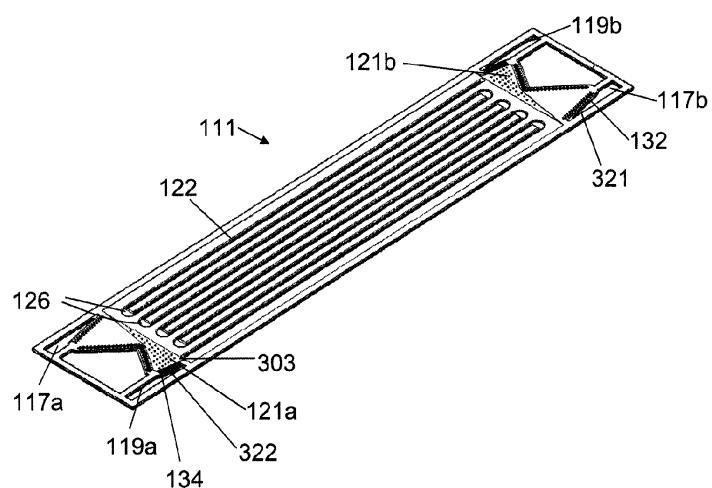
도면9



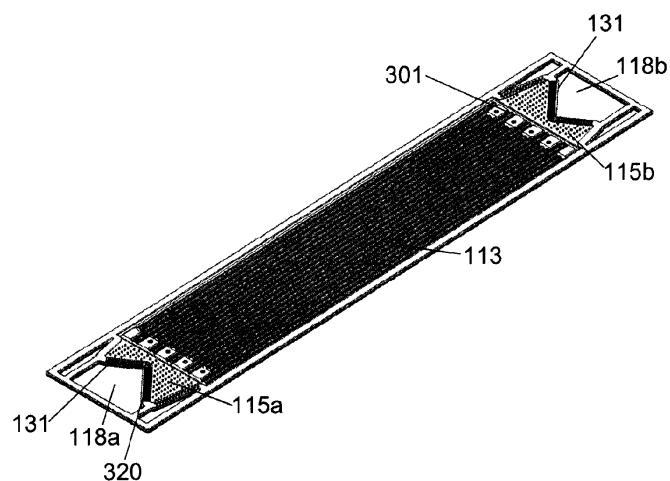
도면10



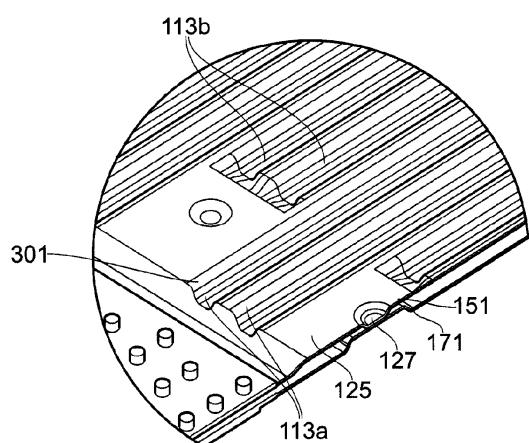
도면11a



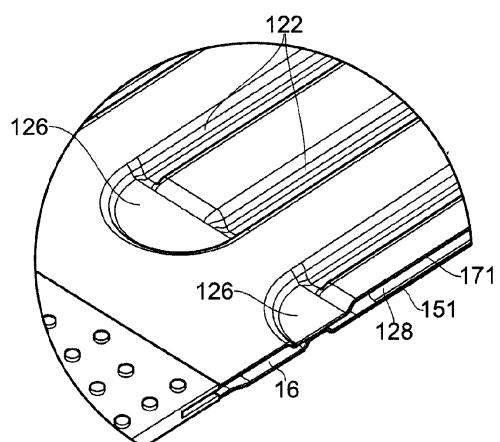
도면11b



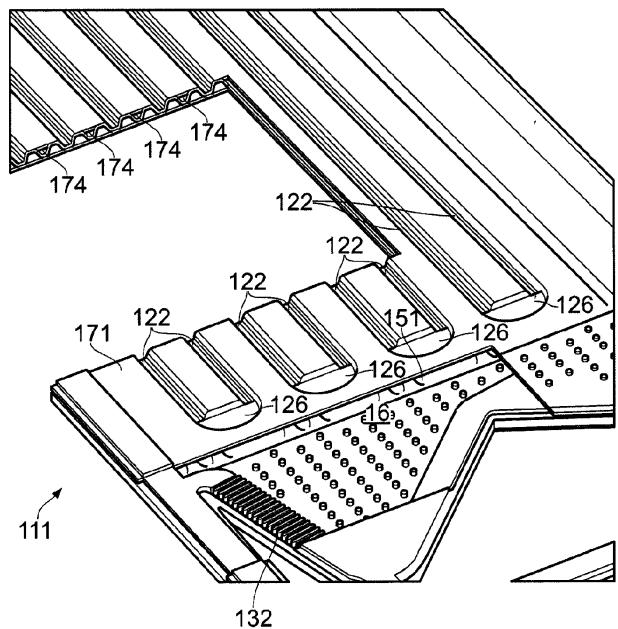
도면12a



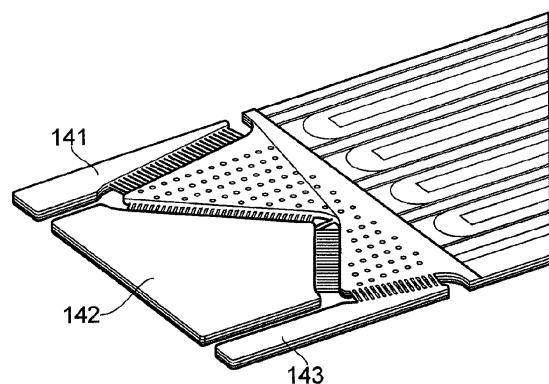
도면12b



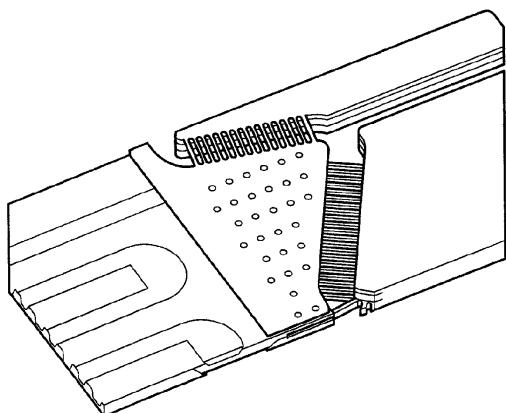
도면13



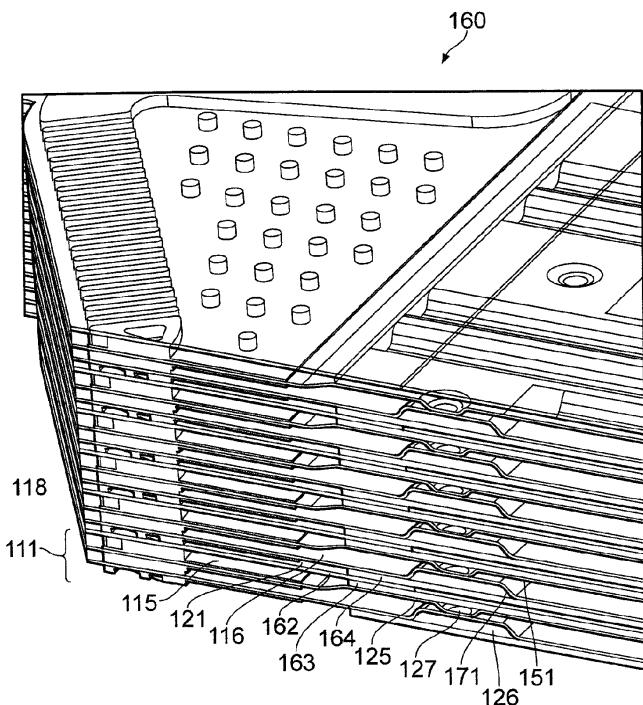
도면14



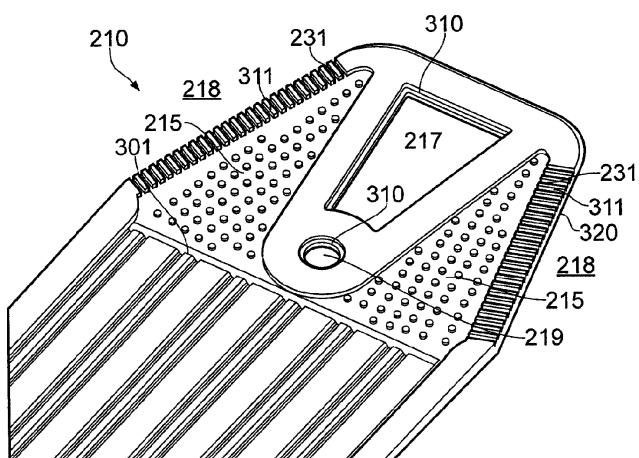
도면15



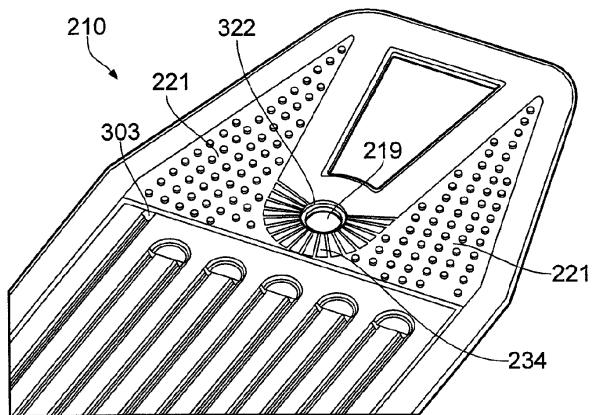
도면16



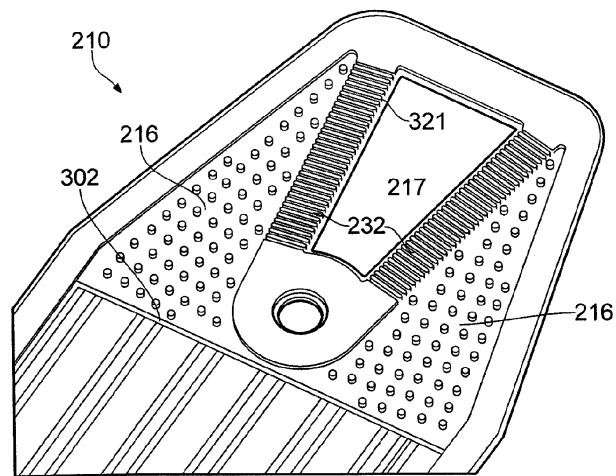
도면17



도면18



도면19



도면20

