



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년09월01일  
(11) 등록번호 10-2574336  
(24) 등록일자 2023년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01M 8/0202 (2016.01) H01M 8/0228 (2016.01)  
H01M 8/0258 (2016.01)  
(52) CPC특허분류  
H01M 8/0202 (2013.01)  
H01M 8/0228 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-7019717  
(22) 출원일자(국제) 2015년12월15일  
심사청구일자 2020년12월14일  
(85) 번역문제출일자 2017년07월14일  
(65) 공개번호 10-2017-0095357  
(43) 공개일자 2017년08월22일  
(86) 국제출원번호 PCT/GB2015/054020  
(87) 국제공개번호 WO 2016/097716  
국제공개일자 2016년06월23일  
(30) 우선권주장  
1422458.8 2014년12월17일 영국(GB)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020090025227 A\*  
US20060099481 A1\*  
US20090286133 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
인텔리전트 에너지 리미티드  
영국, 엘리11 3지비 러프버러, 애쉬비 로드, 홀리  
웰 파크, 찬우드 빌딩  
(72) 발명자  
더프턴 제시 토마스 로빈  
영국 레스터셔 엘리11 3지비 러프버러 애쉬비 로  
드 홀리웰 파크 찬우드 빌딩  
커닉 올리버 제임스  
영국 레스터셔 엘리11 3지비 러프버러 애쉬비 로  
드 홀리웰 파크 찬우드 빌딩  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 3 항

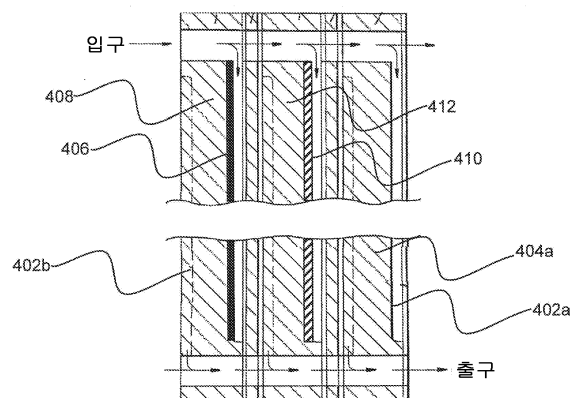
심사관 : 정영훈

(54) 발명의 명칭 연료 전지 시스템

(57) 요약

본 발명은 연료 전지 시스템 및 관련 제조 방법에 관한 것이다. 연료 전지 시스템은 적어도 제1 표면 영역 및 제2 표면 영역을 갖고, 제1 표면 영역은 제2 표면 영역보다 더 친수성이고, 제1 및 제2 표면 영역들은 연료 전지 시스템의 파라미터 분포에 따라 배열된다.

대표도 - 도4a



(52) CPC특허분류

**H01M 8/0258** (2013.01)

(72) 발명자

**잭슨 러셀 올리버**

영국 레스터셔 엘리11 3지비 러프버러 애쉬비 로드  
홀리웰 파크 찬우드 빌딩

**아머 사이먼 칼**

영국 레스터셔 엘리11 3지비 러프버러 애쉬비 로드  
홀리웰 파크 찬우드 빌딩

---

**니난 대니얼**

영국 레스터셔 엘리11 3지비 러프버러 애쉬비 로드  
홀리웰 파크 찬우드 빌딩

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

플레이트 표면을 갖는 유체 유동 플레이트(428)를 포함하는 연료 전지 시스템으로서,

상기 플레이트 표면은 그 위에 정의된 유체 유동 플레이트(428)의 단일 캐소드 표면 상의 제1 표면 영역(422) 및 제2 표면 영역(426)을 갖고, 상기 제1 표면 영역(422)은 상기 제2 표면 영역(426)보다 더 친수성이도록 구성되고, 상기 제2 표면 영역(426)은 상기 제1 표면 영역(422)보다 더 소수성이고,

상기 제2 표면 영역(426)은 화학적으로 불활성이고 상기 제2 표면 영역(426) 상의 마이크로스케일 용기부들(54)의 패턴으로 인한 2 내지 30의 평균 거칠기 인자를 갖고, 상기 평균 거칠기 인자는 실제 표면적 대 기하학적 표면적의 비율로서 결정되고;

상기 제1 표면 영역(422)은 유체 유동 플레이트(428)의 랜드 영역(land region)이고, 상기 제2 표면 영역(426)은 상기 유체 유동 플레이트(428)의 트랙 영역인 것인, 연료 전지 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 표면 영역은 상기 제2 표면 영역과는 상이한 패턴닝된 표면을 갖는 것인, 연료 전지 시스템.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

각각 상기 유체 유동 플레이트가 포함되어 있는 캐소드 표면 및 애노드 표면을 갖는 복수의 바이폴라 필드 플레이트들, 복수의 막-전극 조립체(membrane-electrode assembly)들, 입구 매니폴드 및 출구 매니폴드를 더 포함하고, 상기 복수의 바이폴라 필드 플레이트들은 제1 바이폴라 필드 플레이트 및 제2 바이폴라 필드 플레이트를 포함하고,

상기 제2 바이폴라 필드 플레이트는 상기 제1 바이폴라 필드 플레이트보다 상기 입구 매니폴드의 유체 입구에 더 가까이 위치하고,

상기 제1 바이폴라 필드 플레이트의 캐소드 표면은 제3 표면 영역을 갖고, 상기 제2 바이폴라 필드 플레이트의 캐소드 표면은 제4 표면 영역을 갖는 것인, 연료 전지 시스템.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 연료 전지 시스템에 관한 것으로, 특히 개선된 유체 유동 특성을 갖는 연료 전지 시스템에 관한 것이지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

## 배경 기술

[0002] 종래의 전기 화학 연료 전지는 연료 및 산화제를 전기 에너지 및 반응 생성물로 전환시킨다. 종래의 연료 전지 (10)의 하나의 예시적인 레이아웃이 도 1에 도시되어 있는데, 도 1은 명료성을 위해 다양한 층을 분해된 형태로 보여주고 있다. 고체 고분자 이온 전달 막(11)이 애노드(12)와 캐소드(13) 사이에 샌드위치되어 있다. 전형적으로, 애노드(12)와 캐소드(13)는 둘 다 다공성 탄소와 같은 전기 전도성의 다공성 재료로 형성되며, 이것에 작은 백금 입자들 및/또는 다른 귀금속 촉매들이 접합된다. 애노드(12) 및 캐소드(13)는 종종 막(11)의 각각의 인접 표면들에 직접 접합된다. 이러한 조합은 일반적으로 막-전극 조립체(membrane-electrode assembly) 또는 MEA라고 언급된다.

[0003] 고분자막 및 다공성 전극 층들을 샌드위치하고 있는 것은 애노드 유체 유동장 플레이트(anode fluid flow field

plate)(14) 및 캐소드 유체 유동장 플레이트(cathode fluid flow field plate)(15)이다. 애노드 유체 유동장 플레이트(14)와 애노드(12) 사이에 그리고 유사하게 캐소드 유체 유동장 플레이트(15)와 캐소드(13) 사이에 중간 백킹 층들(backing layers)(15a, 13a)이 사용될 수도 있다. 백킹 층(15a)은 다공성 특성이 있고 수증기 및 액체 물의 관리에 도움이 될 뿐만 아니라 애노드 및 캐소드 표면들로/로부터의 가스의 효과적인 확산을 보장하도록 제조된다. 이 때문에, 백킹 층(15a)은 때때로 가스 확산층(GDL)이라고도 언급된다.

[0004] 유체 유동장 플레이트들(14, 15)은 전기 전도성의 비다공성 재료로 형성되고 이에 의해 각각의 애노드 전극(12) 또는 캐소드 전극(13)과의 전기 접촉이 이루어질 수 있다. 동시에, 유체 유동장 플레이트는 다공성 전극들(12, 13)로 또는 이들로부터의 유체 연료, 산화제 및/또는 반응 생성물의 전달 및/또는 배출을 용이하게 한다. 이는 통상적으로 유체 유동장 플레이트들의 표면에 유체 유동 통로, 예를 들어 다공성 전극들(12, 13)에 제시되는 표면에 홈 또는 채널(16)을 형성함으로써 달성된다.

[0005] 도 2a를 참조하면, 유체 유동 채널의 하나의 종래의 구성은 도 2a에 도시된 바와 같이 입구 매니폴드(21) 및 출구 매니폴드(22)를 갖는 애노드(14)(또는 캐소드(15))의 면에 사행 구조(serpentine structure)(20)를 제공한다. 종래의 디자인에 따르면, 이 사행 구조(20)는 플레이트(14)(또는 15)의 표면에 채널(16)을 포함하는 반면, 매니폴드들(21 및 22)은 각각 플레이트를 통한 애퍼처(aperture)를 포함하여, 채널(20)로의 전달 또는 채널(20)로부터의 배출을 위한 유체가 도 2b에 도시된 A-A 상의 단면에서 화살표로 특히 지시된 바와 같이 플레이트에 직각인 방향으로 플레이트들의 스택의 깊이 전체에 걸쳐 전달될 수 있다.

[0006] 도 3을 참조하면, 종래의 연료 전지 조립체(30)의 예에서, 플레이트들의 스택들이 형성된다. 이러한 배열에서, 인접한 애노드 및 캐소드 유체 유동장 플레이트들은 종래의 방식으로 결합되어 하나의 면 상에 애노드 채널(32) 및 대향 면 상에 캐소드 채널(33)을 갖는 단일 바이폴라 플레이트(31)를 형성하고, 각각의 채널은 각각의 막-전극 조립체(MEA)(34)에 인접한다. 입구 매니폴드 애퍼처(21) 및 출구 매니폴드 애퍼처(22)는 모두 전체 스택에 입구 및 출구 매니폴드들을 제공하도록 오버레이된다. 명료성을 위해 스택의 다양한 요소들은 약간 분리된 것으로 도시되어 있지만, 본 발명의 목적을 위해 이들은 밀봉 개스킷을 사용하여 함께 압착될 것임을 이해할 것이다. 대안적으로, 개개의 연료 전지 조립체들(30)은 개별적으로, 예를 들어 일렬로 제공될 수 있다.

[0007] 물 관리는 그러한 연료 전지의 작동에 있어서 중요한 고려 사항이다. 연료 전지의 작동 중에, 수소와 산소 사이의 반응으로부터의 생성물인 물이 MEA의 촉매 위치들에 형성된다. 이 물은 산소가 MEA의 캐소드 면으로 이동되는 것과 동시에 캐소드 확산 구조를 통해 MEA로부터 배출되어야 한다. 그러나, 셀의 내부 전기 저항이 허용 한계 내에서 유지되도록 보장하기 위해 MEA가 적절하게 수화된 상태로 유지되는 것도 중요하다. MEA 가습을 제어하지 못하면 핫 스팟 및 잠재적인 전지 고장 및/또는 불량한 전기 전지 성능으로 이어진다.

## 발명의 내용

[0008] 본 발명의 제1 양태에 따르면, 적어도 제1 표면 영역 및 제2 표면 영역을 갖는 연료 전지 시스템이 제공되는데, 상기 제1 표면 영역은 상기 제2 표면 영역보다 더 친수성이고, 상기 제1 및 제2 표면 영역들은 상기 연료 전지 시스템에서의 유체 유동을 제어하기 위해 상기 연료 전지 시스템의 파라미터 분포에 따라 배열된다. 상기 제1 및 제2 표면 영역들의 배열과 상기 파라미터 분포 간의 상관 관계는 연료 전지 스택의 소수성 특성이 사용 중에 마주치는 조건들을 더 잘 충족시키도록 조정될 수 있게 한다. 이에 따라, 시스템의 성능은 예를 들어, 전력 출력 효율, 냉각 효율 및 국부적인 고장의 방지와 관련하여 개선될 수 있다.

[0009] 상기 제1 표면 영역 및 상기 제2 표면 영역은 단일 구성 요소 상에 제공될 수 있다. 이 구성 요소의 하나 이상의 표면은 유체 유동을 수용하도록 구성될 수 있다. 상기 제1 및 제2 영역들은 상기 하나 이상의 표면을 가로지르는 유체 유동을 제어하도록 구성될 수 있다. 상기 제1 표면 영역 및 상기 제2 표면 영역은 상기 단일 구성 요소의 단일 표면 상에 제공될 수 있다.

[0010] 상기 제1 표면 영역은 상기 제2 표면 영역과는 상이한 구성 요소 상에 제공될 수 있다. 이 경우, 상기 제1 표면 영역이 제공되는 제1 구성 요소는 상기 제2 표면 영역이 제공되는 제2 구성 요소와 동일한 유형의 구성 요소, 또는 상이한 유형의 구성 요소일 수 있다. 상기 제1 및/또는 제2 표면 영역들은 연속 영역들일 수 있다. 상기 제1 및/또는 제2 표면 영역들은 불연속 영역들일 수 있다.

[0011] 상기 구성 요소는: 가스 확산층, 또는 상기 연료 전지 시스템의 연료 전지의 활성 영역 위로 반응물을 유도하도록 구성된 연료 유동 플레이트 또는 유체 유동 플레이트 중 하나일 수 있다. 상기 구성 요소가 유체 유동 플레이트인 예들에서, 상기 제1 표면 영역은 상기 유체 유동 플레이트의 랜드 영역일 수 있고 상기 제2 표면 영역은 상기 유체 유동 플레이트의 트랙 영역일 수 있다. 상기 유체 유동 플레이트는 폴딩된 부분을 포함할 수 있다.

상기 제2 표면 영역은 상기 폴딩된 부분 상에 또는 상기 폴딩된 부분 내에 제공될 수 있다. 상기 유체 유동 플레이트는 활성 영역을 포함할 수 있다. 상기 활성 영역은 상기 폴딩된 부분에 대해 인접 부분을 가질 수 있다. 상기 활성 영역은 상기 폴딩된 부분에 대해 원위 부분(distal portion)을 가질 수 있다. 상기 구성 요소가 캐소드 표면 및 애노드 표면을 갖는 바이폴라 필드 유동 플레이트인 예에서, 상기 제2 표면 영역은 상기 캐소드 표면 상에 제공될 수 있고 상기 제1 표면 영역은 상기 애노드 표면 상에 제공될 수 있다. 상기 제1 표면 영역은 상기 구성 요소의 표면의 전류 운반 영역 상에 제공될 수 있다. 상기 제1 표면 영역은 사용중일 때 상당한 전류를 운반하도록 구성되지 않은 상기 구성 요소의 표면의 영역 상에 제공될 수 있다. 전류를 운반하는 데 사용되지 않는 영역들에서만 소수성 코팅을 적용하는 것은 전지의 저항이 영향을 받지 않으면서도 여전히 유리한 소수성 특성을 제공한다는 것을 의미한다.

- [0012] 상기 구성 요소는: 상기 연료 전지 시스템의 물 분리기; 열교환기; 펌프 또는 유체 라인 중 하나일 수 있다.
- [0013] 상기 파라미터 분포는: 전류 밀도, 전계 또는 전위의 분포; 온도 분포; pH 분포; 및 표면을 가로지르는 반응물 유동의 분포와 같은 유체 유동 분포 중 하나 이상일 수 있다.
- [0014] 상기 제1 표면 영역은 상기 제2 표면 영역과는 상이한 텍스처, 또는 표면 패턴을 가질 수 있다. 상기 제2 표면 영역의 표면 패턴은 증가된 소수성을 제공하도록 구성될 수 있다. 상기 제1 표면 영역은 화학적으로 불활성일 수 있다. 상기 제1 표면 영역은 소수성 화학 제제가 없을 수 있다.
- [0015] 패터닝된 표면은 미생물 성장을 억제하기 위한 나노스케일 또는 마이크로스케일 주름들 또는 융기부(ridge)들 (연속 또는 불연속)을 포함할 수 있다. 상기 마이크로스케일 주름들은 각각 1 내지 100 미크론, 10 내지 100 미크론 및 가능하게는 2 내지 25 미크론의 폭을 가질 수 있다. 상기 마이크로스케일 주름들은 1 내지 100 미크론, 10 내지 100 미크론 및 가능하게는 2 내지 25 미크론의 간격으로 그들의 폭을 가로질러 분리될 수 있다. 상기 마이크로스케일 주름들은 각각 1 내지 100 미크론, 10 내지 100 미크론 및 가능하게는 2 내지 20 미크론의 깊이를 가질 수 있다. 상기 패터닝된 표면은 셀룰러 릴리프 패턴을 포함할 수 있다. 이는 상기 패터닝된 표면의 반복 셀들이 효율적인 제조를 제공하기 때문에 유리하다.
- [0016] 상기 패터닝된 표면은 2 내지 30의 평균 거칠기 인자를 가질 수 있고, 평균 거칠기 인자는 실제 표면적 대 기하학적 표면적의 비율로서 결정된다(일부 예들에서 평균 거칠기 인자가 30보다 클 수 있다).
- [0017] 상기 패터닝된 표면은 화학적으로 불활성일 수 있다. 유리하게는, 상기 표면은 특정 표면 패터닝으로 인해 소수성 특성을 가질 수 있고, 따라서 소수성 화학 제제 없는 소수성 표면을 제공할 수 있다. 이는 상기 연료 전지 시스템 내의 연료 전지 스택들로의 순수한 냉각수 공급을 유지하기 위해 바람직할 수 있다.
- [0018] 상기 제1 표면 영역은 상기 제2 표면 영역과는 상이한 화학적 성질(chemistry)을 가질 수 있다.
- [0019] 상기 표면은 제1 표면 영역과 제2 표면 영역 사이에 소수성의 구배(gradient of hydrophobicity)를 제공하는 제3 표면 영역을 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 연료 전지 시스템을 제조하는 방법이 제공되는데, 이 방법은 유체 유동을 제어하기 위해 상기 연료 전지 시스템의 파라미터 분포에 따라 적어도 제1 표면 영역 및 제2 표면 영역을 제공하는 단계를 포함하고, 상기 제1 표면 영역은 상기 제2 표면 영역보다 더 친수성이다.
- [0021] 이 방법은 필드 유동 플레이트의 주변 영역에서 상기 제1 표면 영역을 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 이 방법은 필드 유동 플레이트의 주변 영역에서 상기 제2 표면 영역을 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 이 방법은 유체 분배 플레넘(fluid distribution plenum)을 형성하도록 상기 필드 유동 플레이트의 주변 영역을 폴딩하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 폴딩 단계는 상기 필드 유동 플레이트 상에 상기 표면 영역을 제공한 후에 수행될 수 있다.
- [0022] 또한 적어도 제1 표면 영역 및 제2 표면 영역을 갖는 유체 유동 플레이트가 개시되는데, 상기 제1 표면 영역은 상기 제2 표면 영역보다 더 친수성이고, 상기 제1 및 제2 표면 영역들 중 하나 또는 둘 다는 유체 유동을 제어하기 위해 유체 유동 플레이트의 폴딩된 부분에 배열된다.

### 도면의 간단한 설명

- [0023] 이제 본 발명의 실시예들에 대해 첨부 도면들을 참조하여 단지 예로서 설명한다.
- 도 1은 종래의 연료 전지의 일부의 개략적인 단면도를 도시한다.

도 2a 및 도 2b는 각각 도 1의 연료 전지의 유체 유동장 플레이트의 단순화된 평면도 및 단면도를 도시한다.

도 3은 바이폴라 플레이트들을 갖는 종래의 연료 전지 스택의 단면도를 도시한다.

도 4a 및 도 4b는 연료 전지 시스템 내의 표면 배열들의 예들을 도시한다.

도 5a 및 도 5b는 예시적인 소수성의 패터닝된 표면의 개략도들을 도시한다.

도 6a는 그의 제1 표면에 채널들이 형성된 유체 유동장 플레이트의 일부의 사시도를 도시한다.

도 6b는 플레이트에 대한 폴딩 작업 후의 도 6a의 유체 유동장 플레이트의 일부의 사시도를 도시한다.

도 7은 다양한 소수성의 영역들을 갖는 유체 유동장 플레이트의 단순화된 평면도를 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명의 실시예들은 표면의 습윤 작용과 같은, 물과 다양한 연료 전지 구성 요소들 사이의 상호 작용을 조절하기 위해 화학 코팅 또는 패터닝된 표면의 사용에 관한 것이다. 제1 표면 영역 및 제2 표면 영역이 연료 전지 시스템에 제공된다. 제1 표면 영역은 제2 표면 영역보다 더 친수성이다. 달리 표현하면, 제2 표면 영역은 제1 표면 영역보다 소수성인데 그 이유는 소수성의 특성은 친수성 인력의 부재로 간주될 수 있기 때문이다. 일부 예들에서, 제2 영역은 초 소수성(super-hydrophobic) 재료를 포함할 수 있다.
- [0025] 연료 전지 시스템은 예를 들어 도 1 내지 도 3에 도시된 것들과 유사한 하나 이상의 연료 전지 조립체를 포함할 수 있고, 또한 옵션으로 애노드 또는 캐소드 회로들에 추가 구성 요소들을 포함한다. 추가 구성 요소들은 이 기술분야에 공지된 바와 같이, 물 분리기, 열교환기, 다양한 펌프 또는 유체 라인을 포함할 수 있다. 제1 표면 영역 및 제2 표면 영역은 단일 구성 요소 상에 및/또는 단일 표면 상에 제공될 수 있다. 예를 들어, 구성 요소의 단일 면 상에. 대안적으로, 제1 표면 영역은 제2 표면 영역과는 상이한 구성 요소 및/또는 상이한 표면 상에 제공될 수 있다.
- [0026] 제1 및 제2 표면 영역들은 시스템 내의 유체 유동을 제어하기 위해 연료 전지 시스템의 파라미터 분포에 따라 배열된다. 파라미터 분포는 구성 요소의 표면을 가로지르는 특정 연료 전지 시스템 파라미터의 1차원 또는 2차원 분포 또는 더 일반적으로 연료 전지 시스템 내의 파라미터의 1차원, 2차원 또는 3차원 분포일 수 있다. 이에 따라, 파라미터 분포는 표면을 가로질러 또는 시스템에서 특정 특성의 맵을 제공하는 것으로 간주될 수 있다.
- [0027] 파라미터 분포의 유형들의 예는 다음을 포함한다:
- [0028] 전류 밀도, 전계 또는 전위의 분포;
- [0029] 온도 분포;
- [0030] pH 분포; 및
- [0031] 표면을 가로지르는 반응물 유동의 분포와 같은 유체 유동 분포.
- [0032] 숙련자는 일부 연료 전지 구성 요소들에 대해 상기 파라미터들이 상호 관련됨을 알 것이다. 예를 들어, 일부 구성 요소들에 대해 전류 밀도와 온도 분포 간에 상관 관계가 있을 수 있다. 파라미터 분포는 모델/예측으로부터 도출될 수 있거나 또는 시스템, 또는 사용 중인 특정 구성 요소의 실험적 관찰로부터 결정될 수 있다.
- [0033] 제1 및 제2 표면 영역들의 배열과 파라미터 분포 간의 상관 관계는 연료 전지 스택의 소수성 특성들이 사용 중에 마주치는 조건들을 더 잘 충족시키도록 조정될 수 있게 한다. 이에 따라, 시스템의 성능은 예를 들어, 전력 출력 효율, 냉각 효율 및 국부적인 고장의 방지와 관련하여 개선될 수 있다.
- [0034] 도 4a 및 도 4b는 물/표면 상호 작용을 조절하기 위해 상이한 친수성/소수성 표면 특성들이 사용되는 연료 전지 시스템 내의 표면 배열들의 예들을 도시한다.
- [0035] 도 4a는 제1 표면 영역(402a)이 제1 구성 요소(404a) 상에 제공되고 더 높은 소수성의 제2 표면 영역(406)이 상이한 제2 구성 요소(408) 상에 제공되는 예를 도시한다. 이 예에서, 2개의 구성 요소(404a, 408)은 같은 종류이고, 둘 다 연료 전지 플레이트들이다. 대안적으로, 2개의 구성 요소(404a, 408)는 둘 다 예를 들어 가스 확산층(GDL)일 수 있다.
- [0036] 제1 표면 영역(402a)과 제2 표면 영역(404a)의 소수성 레벨 사이의 소수성 레벨을 갖는 제3 표면 영역(410)이

제1 및 제2 구성 요소들(404a, 408) 사이에 위치하는 제3 구성 요소(412) 상에 제공된다. 이렇게 하여, 제1 및 제2 표면 영역들(402a, 406) 사이에 소수성의 구매가 제공된다.

[0037] 바이폴라 플레이트 또는 GDL 상에 소수성 코팅을 제공하는 것은 전지 내부의 플러딩(flooding)을 줄임으로써 연료 전지 성능을 개선할 수 있다. 플러딩의 가능성은 연료 전지 스택(그리고 일부 비적층 배열)의 두께를 통해 달라지는데, 그 이유는 전지 배열에 따라, 스택의 출구보다 입구에 가까울수록 반응물 레벨이 더 높을 수 있기 때문이다. 이렇게 하여, 영역들(402a, 404, 406)의 배열은 스택을 통한 반응물 유동을 제어하기 위해 스택을 통한 반응물 유동 분포에 따른다. 반응물 유동 분포는 연료 전지 플레이트의 평면에 수직인 1차원 분포로 표현될 수 있다. 이러한 배열은 또한 예를 들어 스택을 통한 온도 또는 전지 전압/전류 분포와도 관련될 수 있다.

[0038] 도 4a는 또한 또 다른 제1 표면 영역(402b) 및 제2 표면 영역(406)이 둘 다 동일한 구성 요소(408)의 상이한 방향 표면들 상에 제공되는 예를 도시한다. 소수성 층의 적용은 전지 플러딩을 줄이기 위해, 캐소드 면과 같은, 구성 요소의 한 면에서만 필요할 수 있다. 이에 따라, 영역들(402a, 404, 406)의 배열 또한, 플레이트 및 유체 유동 채널의 배열에 의존하는 더 복잡한 기하학적 구조에도 불구하고, 스택을 통한 반응물 유동(또는 전압) 분포에 따른다.

[0039] 도 4b는 제1 표면 영역(422) 및 제2 표면 영역(426)이 둘 다 단일 구성 요소(428)의 단일 표면 상에 제공되는 예를 도시한다. 이 예에서, 구성 요소(428)는 또한 유체 유동 플레이트이다. 구성 요소(428)의 표면은 유체 유동을 수용하도록 구성되고, 제1 및 제2 영역들은 표면을 가로지르는 유체 유동을 제어하도록 구성된다.

[0040] 제1 표면 영역(422)은 유체 유동 플레이트의 "랜드" 영역에 제공된다. 제2 표면 영역(426)은 유체 유동 플레이트의 "트랙" 영역에 제공된다. 트랙은 입구와 출구 사이에 연료 전지의 활성 영역 위로 반응물을 유도하도록 구성된다. 플러딩을 겪기 쉬운 구성 요소의 영역들에서만 소수성 코팅을 적용하는 것은 또한 구성 요소의 비용을 줄일 뿐만 아니라, 잠재적으로 유체 유동 성능을 개선할 수 있다.

[0041] 일부 예들에서, 제1 표면 영역(422)이 제공되는 랜드 영역은 MEA에 의해 생성된 전류를 전도하도록 구성될 수 있다. 트랙 영역에 제공된 제2 표면 영역(426)은 사용중일 때 상당한 전류를 운반하도록 구성되지 않는다. 이 예에서, 제1 및 제2 표면 영역들은 플레이트의 표면을 가로지르는 반응물의 유동을 제어하기 위해 플레이트의 표면 상의 전류 밀도의 2차원 분포에 따라 배열된다. 전류를 운반하는 데 사용되지 않는 영역들에서만 소수성 코팅을 적용하는 것은 전지의 저항이 영향을 받지 않으면서도 여전히 유리한 소수성 특성을 제공한다는 것을 의미한다.

[0042] 도 4b에 도시된 예에 대한 대안으로서, 입구에서의 제2 표면 영역과 출구에서의 제1 표면 영역 사이에 제3 표면 영역이 제공될 수 있다. 이렇게 하여, 소수성의 구매가 트랙을 따라 제1 및 제2 표면 영역들 사이에 제공될 수 있다. 이 구매는 도 4a와 관련하여 논의된 반응물 유동 분포와 유사하게, 구성 요소의 소수성이 트랙을 통한 2차원 반응물 유동 분포에 따르는 것일 수 있다.

[0043] 제1 및 제2 표면 영역들 중 하나 이상을 포함할 수 있는 구성 요소의 다른 예로는 연료 전지 시스템의 물 분리기, 열교환기, 응축기, 펌프 또는 유체 라인과 같은 연료 전지 시스템 구성 요소들을 포함한다.

[0044] 일례에서, 제1 및 제2 표면 영역들은 얼음 형성을 방지하거나 관리하도록 배열될 수 있다. 친수성의 제1 표면 영역은 제1 표면 영역 상의 얼음 형성을 촉진하기 위해 물을 유인하는 데 사용될 수 있다. 소수성의 제2 영역은 얼지 않은 상태로 유지되는 것이 유리한 영역 또는 재료에서의 얼음 형성을 방지하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 경우에, 제1 및 제2 표면 영역들의 배열은, 예를 들어, 연료 전지 시스템의 온도 또는 화학 분포에 따를 수 있다. 이러한 원리들은 연료 전지 시스템의 공기, 물, 열 또는 수소 모듈들 내의 어디에서나 적용될 수 있다.

[0045] 제1 및 제2 표면 영역들이 열교환기(응축기) 내부에 제공되는 예들에서, 열전달 및 응축물을 최대화하는 것이 유리한 영역이 소수성의 제2 표면 영역으로서 제공될 수 있다. 물이 배출되어 없어질 필요가 있는 영역이 친수성의 제1 표면 영역으로서 제공될 수 있다. 이러한 배열은 액체 막 형성을 방지하고 응축기에서의 응축을 제한할 수 있다. 이 예에서, 제1 및 제2 표면 영역들의 배열은 응축기의 유체 유동, 온도, 압력 또는 열전달 분포에 따를 수 있다. 제1 및 제2 표면 영역들의 원하는 배열은 응축기 내에서 그리고 응축기의 의도된 작동 범위에 따라 달라질 수 있는데, 그 이유는, 예를 들어, 가습된 가스의 응축의 변화율이 70-75°C에서보다 90-95°C에서 상이하기 때문이다.

[0046] 제1 및 제2 표면 영역들이 물 분리기에 제공되는 예들에서, 소수성의 제2 표면 영역이 물 분리를 돕기 위해 제공될 수 있고 친수성의 제1 표면 영역이 물 추출을 돕기 위해 제공될 수 있다. 이 예에서, 제1 및 제2 표면 영

역들의 배열은 물 분리기의 액체 유동, 압력 또는 온도 분포에 따를 수 있다.

- [0047] 표면 패터닝 및/또는 표면 화학적 성질(chemistry)의 변화들이 제1 표면 영역, 제2 표면 영역 및 제1 표면 영역과 제2 표면 영역 사이에 소수성의 구배를 제공하는 임의의 옵션의 제3 표면 영역을 제공하는 데 사용될 수 있다.
- [0048] 제1 표면 영역을 제공하는 데 사용될 수 있는 화학 물질들의 예로는, 예를 들어, 친수성 카르복실레이트, 피로딘 유도체 및 폴리비닐 아세테이트 분자들을 포함한다. 일부 예들에서, 제1 표면 영역은 화학적으로 불활성일 수 있다.
- [0049] 제2 표면 영역을 제공하는 데 사용될 수 있는 화학 물질들의 예로는 소수성 알킬 사슬, 실란, 실록산 및 탄화플루오로 분자들을 포함한다.
- [0050] 도 5a 및 도 5b는 제2 표면 영역에서 사용하기에 적합한 예시적인 소수성의 패터닝된 표면의 개략도들을 도시한다. 제1 표면 영역은, 예를 들어, 제2 표면 영역에 비해, 매끄러운 표면에 의해 제공될 수 있다.
- [0051] 도 5a에는, 예시적인 표면(50)의 평면도가 도시되어 있다. 도 5b에는, 도 5a의 예시적인 표면의 3개의 융기부(54)를 통한 단면도가 도시되어 있다. 표면(50)은 셀룰러 반복 패턴으로 표면의 기준 레벨(base level)(56)로부터 위로 상승된 복수의 나노스케일 또는 마이크로스케일 주름(54)을 포함하는 것으로 간주될 수 있다. 주름들은 일련의 불연속 융기부들, 범프들 또는 돌기들과 같이, 비연속적일 수 있다. 따라서 표면은 불연속 주름들의 행들/영역들을 갖는 주름진 외관을 가질 수 있다.
- [0052] 도 5a는 육각형/다이아몬드 형상의 단위 셀(52)을 갖는 셀룰러 반복 패턴을 포함하는 패터닝된 소수성 표면을 도시한다. 각각의 단위 셀(52)은 융기부들(56) 사이의 공간에 대해 상승되는 가변 길이의 6개의 평행 융기부(54)를 포함한다. 이 패턴은 상어 가죽의 구조를 모방한 것으로 간주될 수 있고, 각각의 단위 셀(52)은 상어 가죽 비늘을 나타내고, 각각의 단위 셀(52)은 상어 가죽 비늘의 융기부들과 유사한 융기부들(54)을 포함한다.
- [0053] 도 5a에 도시된 표면은 불연속의 주름진 융기부들(54)의 셀룰러 반복 패턴을 보여주지만, 소수성을 증가시키기 위한 기준을 만족시키는 다른 표면 패턴들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 표면은 표면을 위에서 아래로 볼 때, 실질적으로 원형, 타원형, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 오각형 및/또는 육각형인 구조를 포함할 수 있다. 또 다른 예로서, 소수성의 패터닝된 표면은 표면을 가로질러 이어지는 밴드들 내의 구조들을 포함할 수 있다. 이 구조들은 표면의 기준 레벨로부터 위로 상승될 수 있고, 및/또는 표면의 기준 레벨 내로 하강/함몰될(sunken/depressed) 수 있다. 패터닝된 소수성 표면은 하나 이상의 상이한 형상, 구조 높이, 구조 분리, 및/또는 구조 폭을 포함할 수 있다.
- [0054] 도 5b는 그러한 패터닝된 소수성 표면에 대해 정의될 수 있는 상이한 치수들을 도시한다. 이 예에서, 융기부들(54) 및 융기부들(56) 사이의 간격은 나노스케일 또는 마이크로스케일 치수를 갖는다. 예를 들어, 융기부들(54)은 각각 2 내지 25 미크론의 폭(57)을 가질 수 있다. 마이크로스케일 융기부들은 2 내지 25 미크론의 간격(58)에 의해 그들의 폭을 가로질러 분리될 수 있다. 마이크로스케일 융기부들(54)은 각각 2 내지 20 미크론의 깊이(59)를 가질 수 있다. 일부 예들에서, 폭(57)은 25 미크론보다 클 수 있고, 간격(58)은 25 미크론보다 클 수 있고, 및/또는 깊이(59)는 20 미크론보다 클 수 있다. 일부 예들에서, 폭(57)은 2 미크론보다 작을 수 있고, 간격(58)은 2 미크론보다 작을 수 있고, 및/또는 깊이(59)는 2 미크론보다 작을 수 있다. 치수들(57, 58, 59)은 요구되는 소수성 레벨에 따라 조정될 수 있다. 치수들(57, 58, 59)은 소수성의 구배를 제공하기 위해 제3 표면 영역을 가로질러 거리의 함수로서 달라질 수 있다.
- [0055] 소수성의 패터닝된 표면은 실제 표면적 대 기하학적 표면적의 비율로서 결정되는 2 내지 30의 평균 거칠기 인자를 가질 수 있다. 예를 들어, 완벽하게 매끄러운  $1\text{cm}^2$  영역은 실제 표면적과 기하학적 표면적이 둘 다  $1\text{cm}^2$ 이고 따라서 거칠기 인자는 1이다. 표면이 예를 들어 주름들 및 표면 패터닝으로 인해 더 거칠어짐에 따라, 거칠기 인자는 증가한다. 예를 들어 총 노출된 표면이  $2\text{cm}^2$ 의 면적을 갖도록  $1\text{cm}^2$  표면이 패터닝되면, 거칠기 인자는 2일 것이다.
- [0056] 표면 거칠기는 다른 미터법을 사용하여 정량화될 수 있다. 예를 들어, 산술 평균 거칠기 인자( $R_a$ )가 표면에 대해 결정될 수 있고, 미생물 성장을 억제하는 데 도움이 되는 특정 범위에 있을 수 있다. 산술 평균 거칠기 인자( $R_a$ )는 평균 라인으로부터의 단면 거칠기 프로파일의 절대 이탈들의 산술 평균이다. 따라서, 단면이 패터닝된 표면을 통해 취해진다면, 이 단면의 평균 라인으로부터의 차이들의 산술 평균은 산술 평균 거칠기 인자( $R_a$ )를 제

공할 것이다. 물론, 거칠기를 측정하는 다른 방법들이 사용될 수 있고, 이들 방법 중 하나 이상을 사용하여 결정된 패터닝된 소수성 표면의 거칠기는 특정 소수성 레벨에 도움이 되는 특정 범위에 있을 수 있다.

[0057] 도 5b는 용기부 높이(59), 폭(57) 및 분리(58)가 표면(50)을 가로질러 동일한 것으로 보여주지만, 다른 예들에서 이들 치수 중 하나 이상이 표면(50)을 가로질러 달라질 수 있다. 구조들이 표면의 기준 레벨로부터 위로 상승되는 것이 아니라 표면 내로 함몰되는 예에서, 구조의 높이는 표면의 기준 레벨로부터 구조에 의해 형성된 함몰부(depression)/골(trough)의 바닥까지의 거리로 간주될 수 있다.

[0058] 소수성의 패터닝된 표면은 Sharklet® 기술에 의한 Tactivex® 표면일 수 있다. 다른 표면들이 사용될 수도 있다.

[0059] 일부 예들에서, 소수성의 패터닝된 표면은 화학적으로 불활성이다. 이러한 비화학적 시스템의 사용은 그 표면이 “리프레이스” 될 필요가 없을 수 있기 때문에 유리할 수 있는데 화학적으로 활성인 구성 요소는 그 화학적 활성이 시간이 지남에 따라 고갈되었을 때 리프레이스될 필요가 있다. 패터닝된 표면은 화학적으로 활성인 소수성 구성 요소보다 긴 시간 동안 소수성 특성을 제공할 수 있다.

[0060] 다른 예들에서, 소수성의 패터닝된 표면은 화학적으로 활성일 수 있다. 이는 화학적 활성과 비화학적 표면 특성(즉, 표면 릴리프의 물리적 구조로 인한) 둘 다를 통해 소수성 영역들을 제공하기 위해 유리할 수 있다.

[0061] 도 6a는 그의 제1 표면(67) 상에 제공된 복수의 채널(63)을 갖는 유체 유동장 플레이트(61a)를 도시한다. 제1 표면(67) 상에 유체 유동장 플레이트(61a)의 주변 에지에 제1 폴드 표면(64a) 및 제2 폴드 표면(64b)이 제공되어 있다. 제1 표면(67) 상에 제1 및 제2 폴드 표면들(64a, 64b) 사이에 폴드 영역(65a)이 제공되어 있다. 제1 폴드 표면(64a), 제2 폴드 표면(64b) 및 폴드 영역(65a) 중 하나 이상은 소수성 표면 영역을 포함할 수 있다. 소수성 표면 영역은 도 5와 관련하여 전술한 바와 같이 화학적으로 활성인 또는 소수성의 패터닝된 표면으로서 제공될 수 있다.

[0062] 도 6a의 유체 유동 플레이트(61a)는, 폴드 영역(65a)을 따라 폴딩 작업을 겪을 때, 도 6b에 도시된 바와 같이 폴딩된 유체 유동장 플레이트(61b)로 변형되고 이제 플레이트(61b)에는 폴딩된 부분(62)이 형성된다. 폴딩된 부분(62)의 적어도 일부는 유체 유동 플레이트(61b)의 채널들(63)에 대해 증가된 소수성의 영역을 제공한다. 플레이트가 폴딩되기 전에 소수성 표면 영역을 적용함으로써, 둘러싸인 폴딩된 영역 내에 평평한 층, 또는 특정 기하학적 배열을 갖는 층을 제공하는 어려움이 감소될 수 있다.

[0063] 폴딩된 부분(62)은 플레이트(61b)의 에지(68)에 평행하게 연장되는 종축을 갖는 플레넘(65b) 및 근접하여 서로 인접하고 대면하는 폴드 표면들(64a, 64b)에 의해 형성된 인터페이스 영역(66)을 포함한다. 플레넘(65b) 내에 소수성 표면 영역을 제공하는 것은 연료 전지 플레이트 내로의 유체 주입에 대한 저항을 감소시킬 수 있다. 인터페이스 영역(66)은 플레넘으로부터 제1 표면(67) 상의 채널들(63)을 향해 연장되는 유체 연결을 형성한다. 플레넘(65b)으로부터 채널들(63)로의 유체 유동에 대한 저항은 폴딩된 부분(62)의 인터페이스 영역(66)에 소수성 표면을 제공함으로써 감소될 수 있다. 연료 또는 산화제 유체들은 폴딩된 영역에 대항하는 유체 유동 플레이트(61a)의 에지를 따른 포트들을 통해 채널들(63)에 제공될 수 있다.

[0064] 바람직하게는, 인터페이스 영역(66)은 채널들(63)을 향해 연장되고, 따라서 인터페이스 영역(66)을 따라 통과하는 유체가 출구 에지(66a)를 나와서 그에 근접하여 제공된 채널들(63)에 진입한다. 출구 에지(66a)는 옵션으로, 예를 들어 외측 에지(66a)의 적절한 성형에 의해 채널들(63) 또는 선택된 수의 채널들 위에 부분적으로 가로놓인 제1 폴드 표면(64a)에 의해, 유체가 인터페이스 영역을 나와서 바로 채널들로 진입하도록 제공될 수도 있다. 출구 에지(66a)는 채널들(63)에 대응하는 물 집중 점들을 촉진하기 위해 배열되는 상이한 소수성 레벨들을 갖는 제1 및 제2 표면 영역들을 가질 수 있다.

[0065] 도 7은 유체 유동장 플레이트(70)의 단순화된 평면도를 도시한다. 유체 유동 플레이트(70)는 유체 분배 플레넘을 형성하는 폴딩된 부분(72) 및 복수의 유체 유동 채널(78)을 포함하는 활성 영역(74, 76)을 갖는다. 복수의 유체 유동 채널(78)과 유체 분배 플레넘 간의 유체 전달은 도 6을 참조하여 전술한 배열을 사용하여 달성될 수 있다. 활성 영역은 폴딩된 부분(72)에 대해 인접 부분(74) 및 폴딩된 부분(72)에 대해 원위 부분(76)을 갖는다.

[0066] 일례에서, 활성 영역(74, 76)은 도 6a 및 도 6b와 관련하여 전술한 바와 같이 폴딩된 부분(72)의 적어도 일부에 의해 제공되는 제2 표면 영역보다 더 친수성인 제1 표면 영역을 갖는다.

[0067] 대안적인 예에서, 폴딩된 부분(72)의 적어도 일부는 활성 영역(74, 76)에 형성된 제2 표면 영역보다 더 친수성

인 제1 표면 영역을 제공한다. 이러한 예는 연료 전지 스택 내에서 유체 역학을 더 잘 제어하기 위해 유리할 수 있다. 제2 표면 영역은 활성 영역의 인접 부분(74)에 의해서만, 활성 영역의 원위 부분(76)에 의해서만, 또는 활성 영역(74, 76)의 인접 부분과 원위 부분 둘 다에 의해 제공될 수 있다. 제2 표면 영역은 예를 들어 소수성 코팅에 의해 제공된다. 소수성 코팅이 모든 활성 영역보다 적은 활성 영역에 적용되는 경우, 활성 영역의 필요한 부분에 코팅의 적용을 유도하기 위해 마스크가 사용될 수 있다.

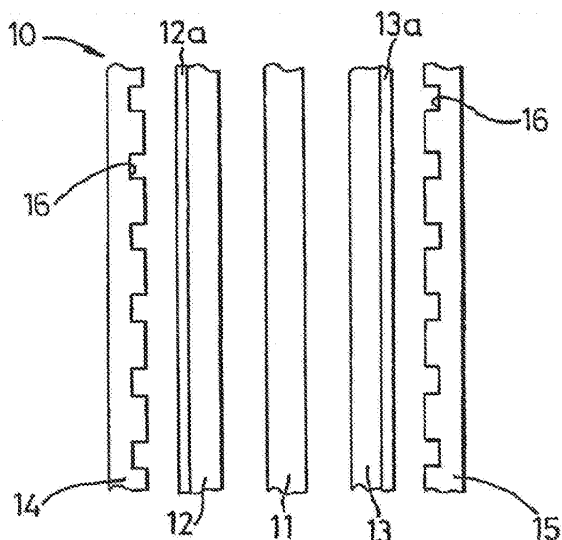
[0068] 유체 유동 플레이트(70)의 캐소드 측 및 애노드 측은 동일한 또는 상이한 배열의 소수성 표면 영역들을 가질 수 있다. 예를 들어, 유체 유동 플레이트(70)의 애노드 측의 실질적으로 전부가 제2 표면 영역으로 덮일 수 있고, 유체 유동 플레이트(70)의 캐소드 측의 일부만이 제2 표면 영역으로 덮일 수 있다. 유체 유동 플레이트(70)의 캐소드 측의 나머지는 제1 표면 영역을 제공할 수 있다.

[0069] 이 예에서, 제1 및 제2 표면 영역들은 연료 전지의 기하학적 구조에 따라 배열될 수 있다. 증발 냉각식 연료 전지 시스템의 경우, 배압(back-pressure)과 같은 작동 조건에 따라, 활성 영역과 연료 분배 플레넘과 같은 비활성 영역 사이에 47°C 내지 72°C의 온도 차이가 존재할 수 있다. 수동 냉각식 평면 연료 전지 시스템의 경우, 활성 영역과 비활성 영역 사이의 온도 차이는 대략 9°C일 수 있다. 따라서, 증발 냉각식 시스템과 수동 냉각식 시스템에서, 연료 전지의 기하학적 구조는 시스템 내의 작동 온도 분포와 관련이 있다. 액체 냉각식 연료 전지 시스템의 경우, 활성 영역과 비활성 영역 사이의 온도 차이는 실질적으로 더 낮을 수 있고, 일부 응용들에서는 대략 5°C일 수 있다. 따라서, 소수성 표면 영역을 온도의 함수로서 배열하는 것이 증발 냉각식 연료 전지 시스템 또는 수동 냉각식 평면 연료 전지 시스템에 더 적합할 수 있는데 그 이유는 일부 액체 냉각식 연료 전지 시스템 응용들에서의 온도 구배가 비교적 낮기 때문이다.

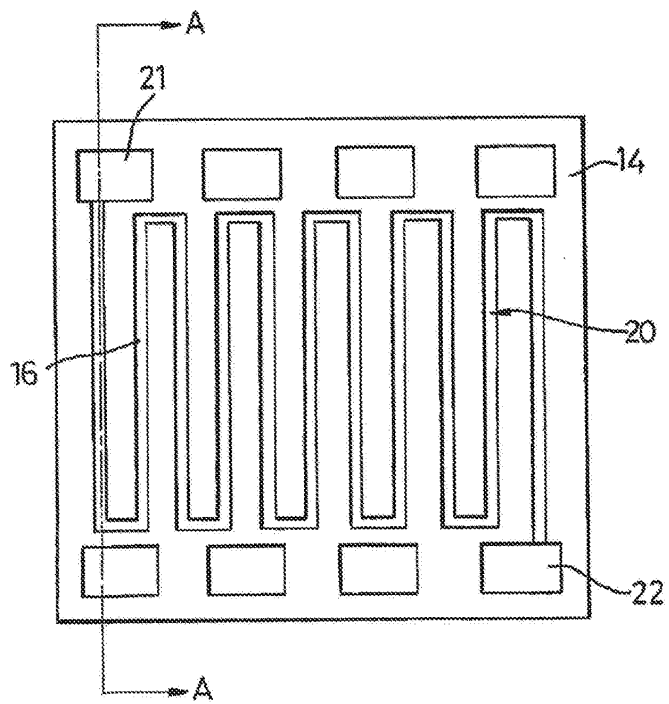
[0070] 본 발명은 또한 제2 표면 영역보다 더 친수성인 적어도 제1 표면 영역을 갖는 연료 전지 시스템을 제조하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은 시스템 내의 유체 유동을 제어하기 위해 연료 전지 시스템의 파라미터 분포에 따라 제1 표면 영역 및 제2 표면 영역을 제공하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 필드 유동 플레이트의 주변 영역에서 제1 및 제2 표면 영역들 중 하나 또는 둘 다를 제공하고 유체 분배 플레넘을 형성하도록 필드 유동 플레이트의 주변 영역을 폴딩하는 단계를 포함할 수 있다. 이렇게 하여, 상기 예들을 참조하여 설명된 것들과 같은 연료 전지 시스템이 획득될 수 있다.

## 도면

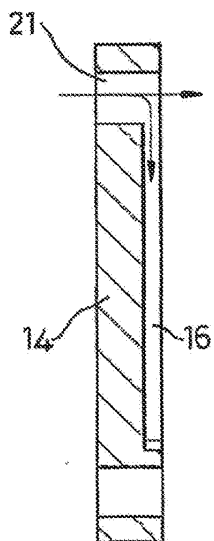
### 도면1



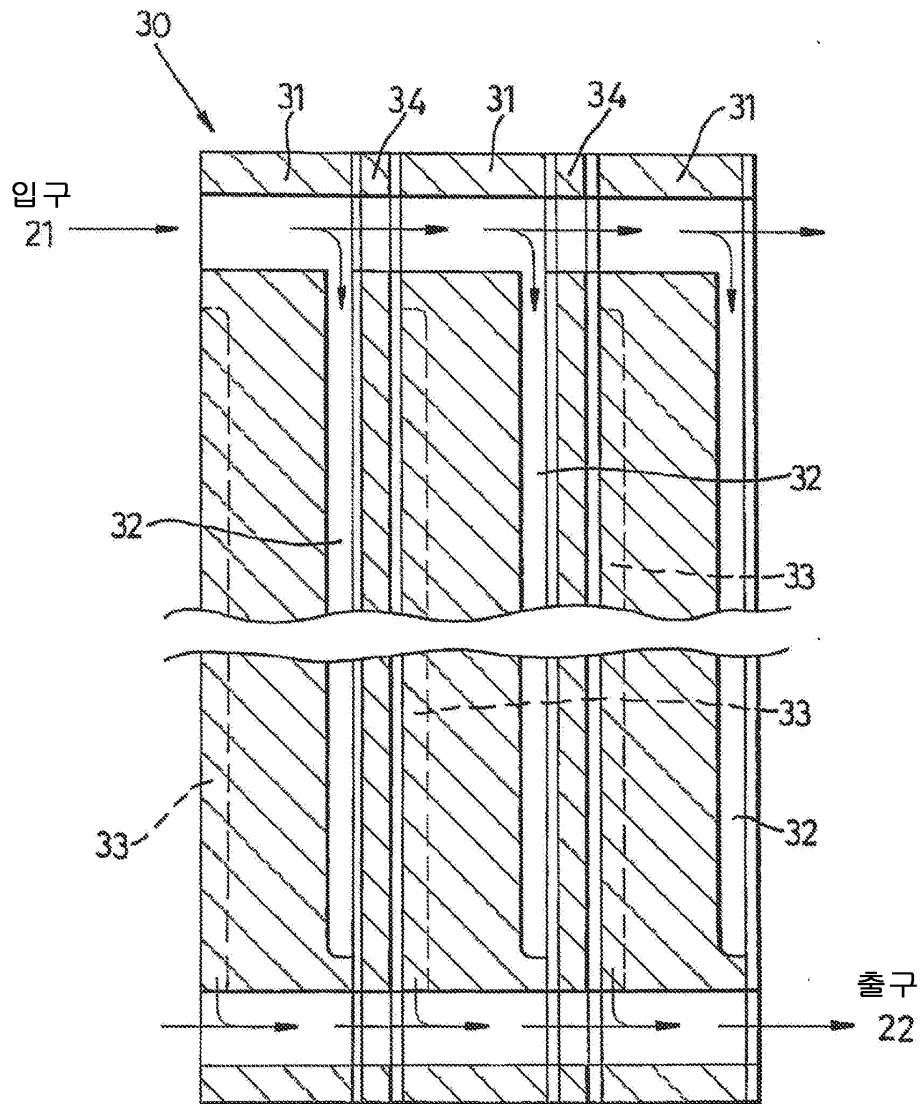
도면2a



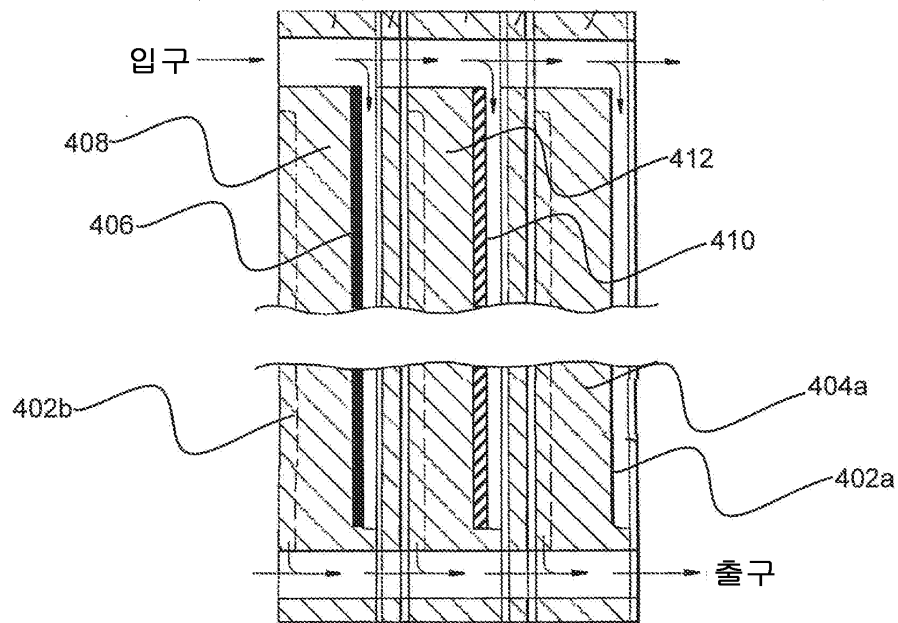
도면2b



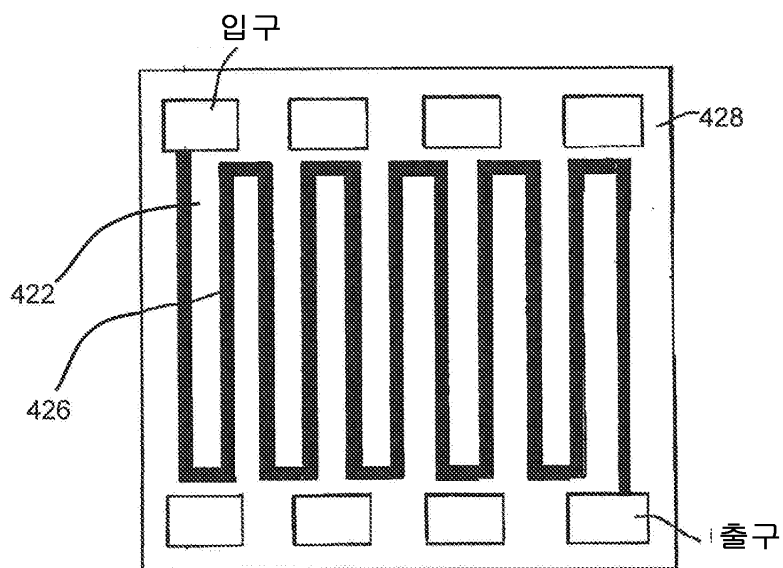
도면3



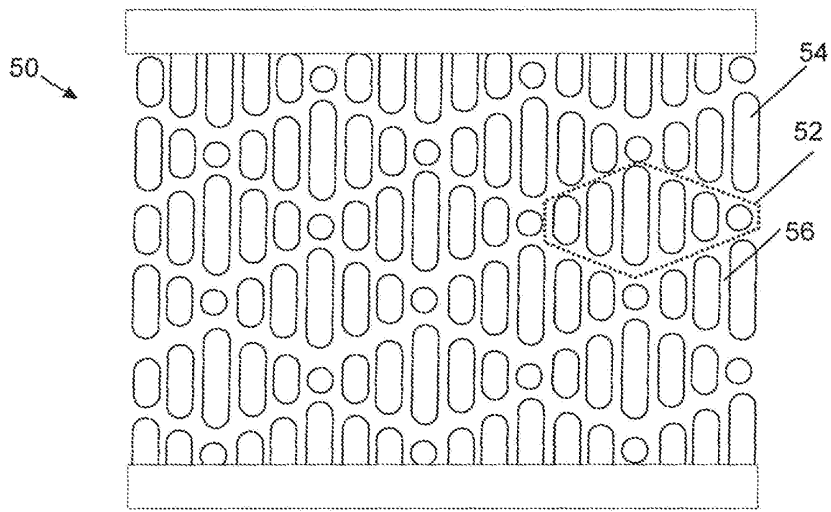
도면4a



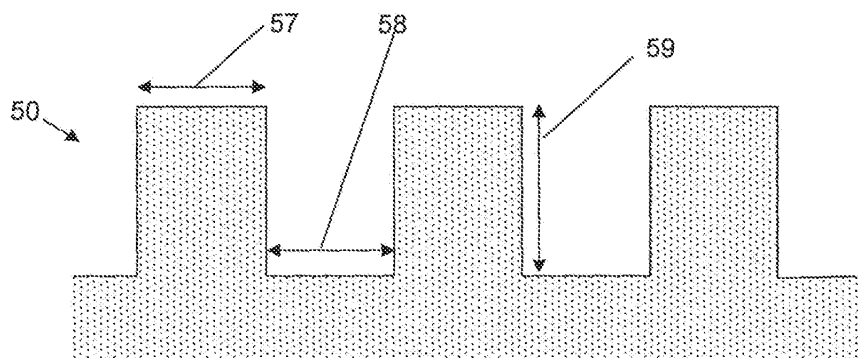
도면4b



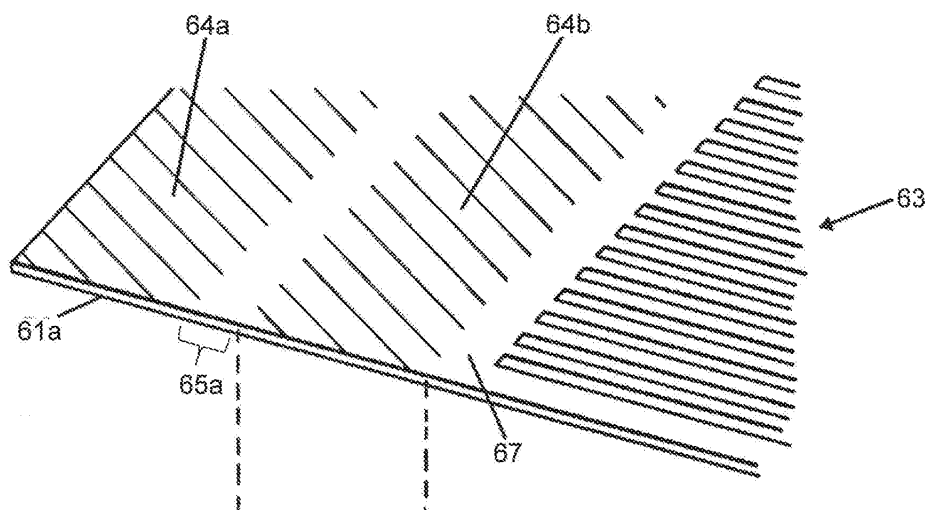
도면5a



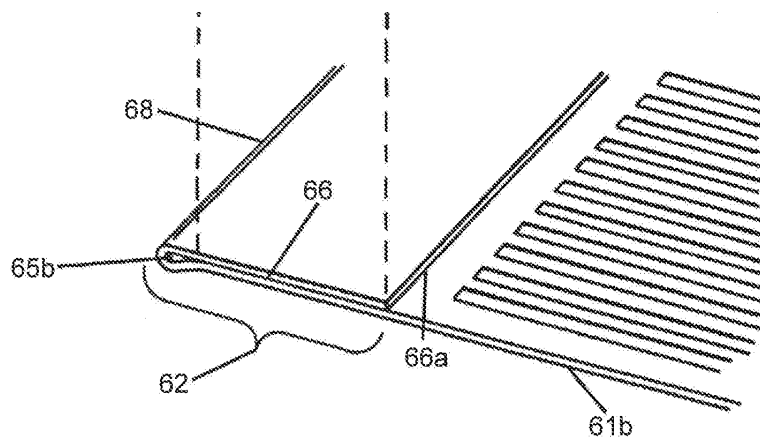
도면5b



도면6a



도면6b



도면7

