



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년02월28일  
 (11) 등록번호 10-1832694  
 (24) 등록일자 2018년02월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01M 4/86* (2006.01) *H01M 4/88* (2006.01)  
*H01M 4/90* (2006.01) *H01M 8/02* (2016.01)  
*H01M 8/08* (2016.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7023172
- (22) 출원일자(국제) 2012년01월18일  
 심사청구일자 2017년01월12일
- (85) 번역문제출일자 2013년09월02일
- (65) 공개번호 10-2014-0052943
- (43) 공개일자 2014년05월07일
- (86) 국제출원번호 PCT/GB2012/050107
- (87) 국제공개번호 WO 2012/104599  
 국제공개일자 2012년08월09일
- (30) 우선권주장  
 1101933.8 2011년02월04일 영국(GB)  
 1119341.4 2011년11월09일 영국(GB)
- (56) 선행기술조사문현  
 JP59177865 A  
 JP60044361 U

- (73) 특허권자  
**에이에프씨 에너지 피엘씨**  
 영국 런던 이씨1브이 9이이 크랜우드 스트리트  
 5-7, 펈스케이트
- (72) 발명자  
**서덜랜드 헤그 리암**  
 영국 노쓰 원보로우 햄프셔 알지29 1이유 후크 로  
 드 캐슬 브리지 코티지스 2  
**루이스 제니 스테이시**  
 영국 런던 에스더블유15 6알지 코트맨 클로스 9  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
**장훈**

전체 청구항 수 : 총 14 항

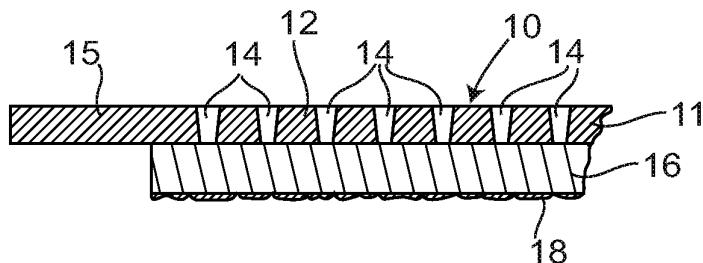
심사관 : 김영재

(54) 발명의 명칭 **연료 전지****(57) 요 약**

액체 전해질 연료 전지는 전해질 챔버(208)를 규정하기 위한 수단, 2개의 전극들(10)을 포함하며, 하나의 전극이 상기 전해질 챔버(208)의 양 측면 상에 위치하며, 각각의 전극은: - 복수의 관통-구멍들(14)이 형성되어 있는 금 속 시트(11), 및 - 상기 금속 시트(11)에 접착되고 또한 상기 금속 시트와 전기 접촉하며 또한 촉매 재료(18)를 포함하는 섬유상 및/또는 입자상 전기-전도성 재료의 유체-투과층(16)을 포함한다. 상기 전극(10)은 상기 유체-투과층(16)이 상기 전해질 챔버(208)와 마주하도록 배열될 수 있다.

**대 표 도 - 도1**

1/2



(72) 발명자

레이놀드스 크리스토퍼

영국 크레인레이 서레이 지유6 8티비 던스폴드  
파크 유닛 71.4

도우슨 리차드

영국 크레인레이 서레이 지유6 8티비 던스폴드  
파크 유닛 71.4

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

2개의 전극들을 포함하며, 하나의 전극이 전해질 챔버의 양 측면 상에 위치하는, 상기 전해질 챔버를 규정하기 위한 수단을 갖는 액체 전해질 연료 전지로서,

각각의 전극은:

- 복수의 관통-구멍들이 형성되어 있는 금속 시트, 및
- 상기 금속 시트에 접착되고 상기 금속 시트와 전기 접촉하는 탄소 및 소수성 폴리머 결합제를 포함하는, 섬유상 및/또는 입자상 전기-전도성 재료의 유체-투과층을 포함하고, 및

상기 유체 투과층의 노출 표면 상의 촉매 재료를 포함하는 코팅부를 갖고, 상기 코팅부는 적어도 부분적으로 친수성인, 액체 전해질 연료 전지.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 관통-구멍들은 예칭된 또는 드릴링된 구멍들로 규정되는 액체 전해질 연료 전지.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 구멍들은  $5 \mu\text{m}$  내지  $3 \text{ mm}$  사이의 폭을 가지며, 또한  $50 \mu\text{m}$  내지  $10 \text{ mm}$  사이만큼 이격되어 있는 액체 전해질 연료 전지.

#### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 구멍들은 상기 금속 시트 영역의 50% 미만을 점유하는 액체 전해질 연료 전지.

#### 청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 유체-투과층의 두께는 상기 금속 시트를 통과하는 상기 구멍들 사이의 평균 분리값의 적어도 1/2에 상당하는 액체 전해질 연료 전지.

#### 청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 금속 시트는 관통-구멍들 없이 주변 여백(peripheral margin)을 가지며, 상기 유체-투과층은 상기 주변 여백 위로 연장하는 액체 전해질 연료 전지.

#### 청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 유체-투과층은 탄소 나노튜브들, 버키볼(buckyball)들 또는 나노뿔(nanohorn)들을 포함하는 액체 전해질 연료 전지.

#### 청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 유체-투과층은 그의 탄소 성분들 및/또는 소수 특성들과는 다른 중첩층(superimposed layer)들을 포함하는 액체 전해질 연료 전지.

#### 청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 구멍들 내의 표면들에는 소수성 코팅부가 제공되는 액체 전해질 연료 전지.

#### 청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 유체-투과층은 폴리머에 의해 상기 금속 시트에 접착되는 액체 전해질 연료 전지.

### 청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 유체-투과층은 비정질 세라믹(amorphous ceramic)에 의해 상기 금속 시트에 접착되는 액체 전해질 연료 전지.

### 청구항 12

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 유체-투과층의 에지 영역을 상기 금속 시트 위에 유지시키기 위한 수단을 또한 포함하는 액체 전해질 연료 전지.

### 청구항 13

- 복수의 관통-구멍들이 형성되어 있는 금속 시트, 및
  - 상기 금속 시트에 접착되고 상기 금속 시트와 전기 접촉하는 탄소 및 소수성 폴리머 결합제를 포함하고, 섬유상 및/또는 입자상 전기-전도성 재료의 유체-투과층을 포함하고, 및
- 상기 유체 투과층의 노출 표면 상의 촉매 재료를 포함하는 코팅부를 갖고, 상기 코팅부는 적어도 부분적으로 친수성인, 전극.

### 청구항 14

청구항 제13항에 따른 전극을 제조하는 방법으로서,

금속 시트의 표면과 유체-투과층의 표면을 비정질 세라믹용 전구체로 코팅하는 단계, 상기 금속 시트와 상기 유체-투과층을 조립하는 단계, 및 상기 비정질 세라믹을 생성하도록 상기 전구체를 처리하는 단계에 의해, 상기 금속 시트를 상기 유체-투과층에 접착키는 방법.

### 청구항 15

삭제

### 청구항 16

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 액체 전해질 연료 전지, 적합하게는 배터적이지 않는 한도 내에서의 알카리 연료 전지, 및 그와 같은 연료 전지에 적합한 전극에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 연료 전지는 상대적으로 청결하고 효율적인 전력원으로서 인식되어 왔다. 알카리 연료 전지는 특히 상대적으로 낮은 온도에서 작동하며, 효율적이고 또한 기계적 및 전기화학적으로 내구성이 있다는 사실로 인해 관심을 받아왔다. 다른 액체 전해질을 채용하는 산성 연료 전지 또는 연료 전지도 또한 관심을 받아왔다. 그와 같은 연료 전지들은 일반적으로 (연료 기체, 대표적으로 수소를 함유하는) 연료 기체 챔버 및 (산화 기체, 일반적으로 공기를 함유하는) 추가의 기체 챔버로부터 분리된 전해질 챔버를 포함한다. 상기 전해질 챔버는 전극들을 사용하는 기체 챔버들로부터 분리된다. 대표적인 알카리 연료 전지용 전극들은 전도성 금속 메시(metal mesh), 대표적으로는 전극에 기계적 강도를 제공하는 니켈을 포함한다. 상기 금속 메시 위에는 입자상 폴리 테트라-플루오로에틸렌(PTFE), 활성 탄소 및 촉매 금속, 대표적으로는 플라티늄의 분산 또는 슬러리로서 촉매가 적층된다. 그와 같은 전극들은 고가이고, 전기적으로 불충분하며, 또한 불규칙한 촉매 분포를 겪을 수 있다. 또한, 니켈 메시는 메시의 와이어들 사이의 접촉점들에 있어서의 저항으로 인해 전기 특성에 있어서의 국부적 불규칙성을 야기할 수 있다. 만약 상기 메시가 상기 전극의 에지로 연장할 경우, 메시가 상기 메시 평면에서의 액체 유동

을 허용하게 되므로, 밀봉 상의 문제점을 야기할 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0003] 본 발명에 따른 전극은 상기 종래 기술에서의 하나 이상의 문제점을 해결하거나 또는 완화시킨다.

### 과제의 해결 수단

[0004] 본 발명에 따르면, 제 1 양태에 있어서, 2개의 전극들을 포함하며, 하나의 전극이 전해질 챔버의 양 측면 상에 위치하는, 상기 전해질 챔버를 규정하기 위한 수단을 갖는 액체 전해질 연료 전지를 제공하며, 각각의 전극은:

[0005] - 복수의 관통-구멍들이 형성되어 있는 금속 시트, 및

[0006] - 상기 금속 시트에 접착된 섬유상 및/또는 입자상 전기-전도성 재료의 유체-투과층으로서, 상기 금속 시트와 전기 접촉하고 또한 촉매 재료를 포함하는, 상기 유체 투과층을 포함한다.

[0007] 일반적으로, 상기 전극은 상기 유체-투과층이 상기 전해질 챔버와 마주하도록 배열될 수 있다. 그러나, 상기 전극은 대신에 기체 챔버와 마주하는 유체-투과층으로 배열될 수 있다.

[0008] 상기 전극은 기체와 액체상들 사이에 전기 화학적 반응을 발생시키기 위한 촉매를 포함해야만 한다. 일부의 경우, 상기 유체-투과층의 재료는 그와 같은 목적을 위해 충분한 촉매성일 수 있으나, 더욱 일반적으로 상기 전극은 또한 코팅부일 수 있는 별도의 촉매 재료를 합체할 수 있다. 상기 전극은, 액체 전해질, 촉매 재료 및 기체 상 사이에 친밀 접촉을 제공하도록, 적어도 부분적으로 기체에 대해 투수성이며, 상기 촉매 재료와 접촉하는 기체/액체 계면을 갖는다.

[0009] 상기 관통-구멍들은 예칭된 또는 드릴링된 구멍들에 의해 규정될 수 있으며, 따라서 별개의 구멍들이 존재한다. 하나의 적합한 구조는 레이저 드릴링에 의해 형성된다. 상기 구멍들은 또한 화학적 예칭 공정에 의해 형성될 수 있다. 상기 금속 시트의 두께는 0.1 mm 내지 3 mm 사이, 더욱 적합하게는 0.15 mm 내지 0.5 mm 사이, 예를 들면 0.3 mm(300  $\mu\text{m}$ ) 또는 0.2 mm (200  $\mu\text{m}$ )일 수 있으며; 상기 구멍들은 5  $\mu\text{m}$  내지 2 mm 사이의 폭 또는 직경, 예를 들면, 만약 레이저 드릴링에 의해 형성될 경우 일반적으로 약 20  $\mu\text{m}$  또는 50  $\mu\text{m}$ , 또는, 만약 화학적 예칭에 의해 형성될 경우 약 150  $\mu\text{m}$  또는 300  $\mu\text{m}$ 일 수 있으며, 또한 50  $\mu\text{m}$  내지 10 mm 사이만큼 이격된다. 대안적으로, 훨씬 얇은 금속층, 예를 들면, 폴리머 기질 상에 지지될 수 있는 20  $\mu\text{m}$  미만 또는 5  $\mu\text{m}$  미만의 두께를 갖는 막이 레이저 절삭이나 또는 화학적 예칭에 의해 천공될 수 있으며; 다음에 원하는 두께의 금속을 성취하기 위해, 상기 천공된 금속막 위에 전기도금됨으로써 금속이 증착된다. 일부의 경우, 상기 구멍의 직경은 상기 시트의 두께를 통해 점차 감소되므로, 상기 구멍들은 약간 테이퍼지게 되며, 다른 경우 상기 구멍들은 길이 방향으로 만곡된 벽들을 갖는 양쪽 면들로부터 테이퍼지며, 따라서 상기 금속 시트의 중앙-평면 근방에서 최소 직경을 가지는 반면, 또 다른 경우 상기 구멍들은 대체로 균일한 직경을 갖는다. 횡단면의 경우, 상기 구멍들은 예를 들면 원형, 계란형 또는 타원형일 수 있다. 예를 들면 2 mm 또는 3 mm 이하의 폭을 가지며, 원형, 계란형 또는 슬릿형(slit-shaped)일 수 있는 다소 큰 구멍들도 또한 사용될 수 있다.

[0010] 금속 메시와 비교하여, 본 발명의 금속 시트는, 어떠한 와이어-대-와이어 접점들을 포함하지 않음으로써, 보다 양호한 전기 전도성을 제공한다는 사실을 인지할 수 있을 것이다; 그것은 또한 더욱 균일한 전류 분포를 제공하며; 또한 서로에 대해 이동할 수 있는 어떠한 교차 와이어들도 존재하지 않기 때문에, 상기 구조는 더욱 견고해진다. 상기 구멍들의 크기와 간격은 또한 기체-투과층 및 계면으로부터의 그리고 그들로의 반응물 종들(기체)의 만족할만한 확산을 충족시키도록 선택된다. 적합하게도 상기 구멍들은 30  $\mu\text{m}$  내지 300  $\mu\text{m}$  사이, 예를 들면 50  $\mu\text{m}$  또는 200  $\mu\text{m}$ 의 평균 직경을 가지며, 또한 중앙-대-중앙 분리 정도가 적어도 150  $\mu\text{m}$ 를 갖게 된다. 어느 경우, 상기 구멍들은 상기 금속 시트 영역의 50% 미만, 적합하게는 25% 미만, 선택적으로는 10% 미만을 차지하며; 실제 상기 비율은 1% 미만으로 될 수도 있다.

[0011] 상기 액체-투과층은 탄소 나노튜브들, 카본 블랙(carbon black), 및 PTFE와 같은 소수성 결합제(binder)를 포함할 수 있다. 다른 적합한 형태의 탄소로는 흑연, 그래핀 및 활성탄; 및 잠재적으로 버키볼(buckyball)들 또는 나노뿔(nanohorn)들이 있다. 이와 같은 타입의 탄소는 양호한 전기 전도성을 제공하며, 상기 소수성 결합제는 수용성 전해질이 바로 유체-투과층을 통과하는 것을 억제하며, 따라서 기체-투과층과 관련될 수 있다. 상기 유체-투과층은 니켈 위스커(nickel whisker)와 같은 다른 전기 전도성 입자상 재료들을 포함할 수 있다. 상기 유체-투과층의 두께는 상기 구멍들 사이의 분리값의 적어도 1/2에 상당할 수 있으며; 실제로 상기 두께는 상기 금

속 시트를 통과하는 구멍들 사이의 분리값보다 크거나 또는 그와 같을 수 있다. 따라서, 상기 유체-투과층은 적합하게는 적어도 0.10 mm 두께, 그러나 적합하게는 1 mm 미만의 두께, 예를 들면, 0.1 mm 내지 0.8 mm 사이 또는 0.2 mm 내지 0.6 mm 사이의 두께로 될 수 있다. 상기 유체-투과층이 입자상 재료로 형성되므로, 그 안의 미세공들(pores)은 작고 또한 친밀하여, 상기 층을 통해 미세공들의 유체-투과성 네트워크를 형성한다. 예를 들어, 상기 미세공들은 대표적으로 20  $\mu\text{m}$  미만의 폭을 가질 수 있으며, 또한 50  $\mu\text{m}$  미만만큼 이격될 수 있다.

[0012] 상기 연료 전지에 있어서, 전극은 개스킷들에 의해 인접한 구조 성분들에, 예를 들면, 전해질 챔버를 규정하기 위한 프레임에 밀봉될 수 있다. 상기 유체-투과층의 에지는 또한 상기 개스킷에 의해 커버될 수 있다. 상기 개스킷은 상기 유체-투과층의 에지 영역을 둘러싸도록 단차식으로 될 수 있다. 다른 경우, 상기 유체-투과층의 에지 영역은, 상기 금속 시트 위에 접착되는 상기 유체-투과층에 추가하여, 예를 들면 시일 또는 개스킷에 의해, 상기 금속 시트 위에 적절하게 보유된다.

[0013] 다른 양태에 있어서, 본 발명은 2개의 전극들을 포함하며, 하나의 전극이 전해질 챔버의 양 측면 상에 위치하는, 상기 전해질 챔버를 규정하기 위한 수단을 갖는 액체 전해질 연료 전지를 제공하며, 각각의 전극은:

- 복수의 관통-구멍들이 형성되어 있는 금속 시트, 및

[0015] - 상기 금속 시트에 접착된 섬유상 및/또는 입자상 전기-전도성 재료의 유체-투과층으로서, 상기 금속 시트와 전기 접촉하고 또한 촉매 재료를 포함하는, 상기 유체 투과층을 포함하며,

[0016] 상기 연료 전지는 상기 유체-투과층의 에지 영역을 상기 금속 시트 위에 보유하기 위한 시일 또는 개스킷을 포함한다.

[0017] 상기 금속 시트의 금속은 니켈일 수 있거나, 또는 스테인리스강일 수 있으며; 전해질에 의해 중요한 영향을 받지 않는 다른 금속들도 사용될 수 있다. 일부의 경우, 상기 시트를 형성하기 위해서나 또는 상기 시트 상에 코팅부를 제공하기 위해, 은, 금 또는 티타늄과 같은 금속을 사용하는 것이 적합할 수 있다. 만약 상기 금속이 크롬 및 망간 모두를 함유하는 시트인 경우, 상기 시트의 열처리는 상기 표면 상에 크롬 망간 산화 침정석(chromium manganese oxide spinel) 코팅부를 발생시킬 수 있으며, 그들 자체는 하부 금속에 대해 전기 전도성 및 보호성을 갖는다. 유사한 보호성 코팅부들이 다른 금속들의 전극 상에 형성될 수 있거나, 또는 전착(electro-deposition)과 같은 공지된 적층 기술을 사용하여 형성될 수 있다. 상기 표면 상의 보호성 코팅부의 제공은 상기 금속 시트의 화학적 내구성을 강화시킬 수 있으며; 그와 같은 어떠한 보호층도 존재하지 않는 경우, 상기 금속 시트의 내구성은 감소될 수 있다. 적합한 재료는 니켈이며, 이는 예를 들면 수산화칼륨 용액의 알카리 전해질과의 접촉에 의한 부식에 저항하기 때문이다.

[0018] 제 3의 양태로서, 본 발명은:

- 복수의 관통-구멍들이 형성되어 있는 금속 시트, 및

[0020] - 상기 금속 시트에 접착된 섬유상 및/또는 입자상 전기-전도성 재료의 유체-투과층으로서, 상기 금속 시트와 전기 접촉하고 또한 촉매 재료를 포함하는, 상기 유체 투과층을 포함하는 전극을 제공한다.

[0021] 그와 같은 전극은 또한 연료 전지 내에 합체될 수 있다.

[0022] 상기 유체-투과층은 폴리머에 의해 또는 비정질 세라믹(amorphous ceramic)과 같은 세라믹에 의해 상기 금속 시트에 접착될 수 있다. 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 금속 시트의 표면과 유체-투과층의 표면을 세라믹용 전구체로 코팅하고, 또한 상기 세라믹을 생성하도록 상기 전구체를 처리함으로써, 상기 금속 시트를 상기 유체-투과층에 접착시키는 방법을 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

[0023] 본 발명은 이하에서 첨부 도면들을 참고로 하여 오직 예시적 방법으로 추가적이고 구체적으로 설명될 것이다.

도 1은 전극을 통한 획단면도.

도 2는 도 1에 도시된 전극들을 합체하는 연료 전지 스택의 획단면도.

도 3은 연료 전지 스택 내의 전극의 에지 영역을 확대하여 나타낸 도면.

도 4는, 대안적 밀봉 장치로서, 연료 전지 스택 내의 전극의 에지 영역을 도시하는 도면.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024]

### 전극 구조

[0025]

도 1에 있어서, 전극(10)은 니켈 또는 페라이트 스테인리스강과 같은 금속으로 제조된 시트(11)를 포함한다. 상기 시트(11)는 두께가 0.3 mm이다. 대부분의 시트 - 중앙 영역(12) -는 매우 많은 수의 관통 구멍들(14)을 생성하기 위해 예를 들면 레이저 드릴링에 의해 천공되며, 상기 구멍들 각각은 평균 직경이 50  $\mu\text{m}$ 이며 또한 150  $\mu\text{m}$  내지 200  $\mu\text{m}$  사이만큼 분리된다; 레이저 드릴링 공정의 결과로서, 각각의 구멍(14)은 실제로 그의 길이를 따라 약간 테이퍼지며, 대표적으로는 레이저가 입사되는 전방 표면에서 70  $\mu\text{m}$ 로부터 반대쪽 표면에서 30  $\mu\text{m}$ 까지 테이퍼진다. 상기 시트(11) 주변 둘레의 여백(15)은 폭이 5 mm이며, 천공되지 않는다. 상기 구멍 치수 및 분리값은 본원에 예로서 제공된다; 대안으로서, 상기 구멍들은 평균 직경이 300  $\mu\text{m}$ 일 수 있으며, 200  $\mu\text{m}$  내지 800  $\mu\text{m}$  사이로 분리되며; 그와 같이 큰 구멍들은 화학적 에칭에 의해 형성될 수 있다.

[0026]

상기 관통 구멍들(14)을 형성한 후에, 천공된 중앙 영역(12)의 한 표면은 기체-투과층(16)을 제공하기 위한 코팅부에 커버된다; 다음에, 상기 기체-투과층(16)의 노출면은 촉매 반응 활성 물질로 형성된 코팅부(18)로 코팅된다. 이와 같은 코팅 공정에 대하여는 다음 단락들에서 설명된다.

[0027]

먼저, 상기 시트(11)는 상기 구멍들(14) 내의 표면들이 확실하게 소수성을 갖도록 처리될 수 있다; 이는 특히 레이저-드릴링된 구멍들(14)을 활용할 수 있다. 이는, 계면활성제들의 터지톨(Tergitol) TMN 시리즈들과 같은 분기된 2차 알코올 에톡실레이트(alcohol 에톡시레이트) 계면활성제를 함유하는, 60 wt% PTFE인, 초미세 크기의 PTFE 입자들의 수용성 혼탁액(aqueous suspension)을 사용한다(터지톨은 상표이다). 예를 들어, 이와 같은 혼탁액은 입자들이 0.05 내지 0.5  $\mu\text{m}$  사이의 크기를 가지며 또한 0.2  $\mu\text{m}$ 의 평균 크기를 갖는 DuPont Zonyl (상표) PTFE TE-3887일 수 있다. 이와 같은 혼탁액은 물로 희석되어 4.5 wt% PTFE로 되며, 직물이 이와 같은 희석 혼탁액으로 적셔진다. 다음에, 상기 시트(11)는 상기 직물 상에 위치되어, 기체-투과층(16)으로 커버될 표면은 상기 직물과 접촉하는 표면이 되고, 따라서, 상기 혼탁액은 모세관 효과에 의해 상기 구멍들(14) 내로 흡수된다. 다음에, 상기 시트(11)는 건조 비-쉐딩 직물(dry non-shedding cloth) 상에 위치되어, 상기 구멍들(14)에 있는 과다 혼탁액이 상기 직물 내로 흡수된다. 다음에, 상기 시트(11)는 건조될 수 있게 된다.

[0028]

상기 기체-투과층(16)은 먼저 탄소를 알콜과 혼합시킴으로써 형성된다. 적합한 혼합물로는 전기-전도성 카본 블랙, 다공성 및 전도성을 강화하기 위한 다층 탄소 나노튜브, 및 다공성을 강화하기 위한 활성탄을 포함하며, 적합하게는 카본 블랙의 비율이 나노튜브의 비율보다 크다. 예를 들어, 상기 혼합물은 적은 비율의 나노튜브 및/또는 활성탄을 갖는 60-90 wt% 카본 블랙을 포함할 수 있다. 다른 혼합물은 오직 탄소 나노튜브들만을 포함할 수 있으나, 다양한 다른 길이들 및 크기들을 갖는다. 상기 탄소 혼합물은 과다한 알콜, 대표적으로는 탄소 질량의 3 내지 8배 사이, 예를 들면 탄소 질량의 5배의 알콜과 결합한다. 이는 예를 들면 이소프로필 알콜, 또는, 부틸 알콜, 펜틸 알콜 또는 에틸렌 클리콜과 같은 장쇄, 분기 또는 다기능성 알콜일 수 있다. 상기 혼합물은 또한, 예를 들면, 탄소 질량의 1/5 미만, 더욱 일반적으로는 1/10에서, 아세트산 칼슘 또는 폴리(아크릴산)과 같은, 적은 비율의 알콜-보유 종들을 포함할 수 있다. 다음에, 혼합물은 상술된 바와 같이 일반적으로 탄소 질량의 2배 내지 3배 사이, 예를 들면 탄소 질량의 2.5배의 터지톨 계면활성제를 함유하는 초미세 크기의 PTFE 입자들의 60 wt% 수용성 혼탁액과 결합된다. 상기 PTFE 혼탁액이 알콜과 접촉할 때, 그는 겔화되어, 상기 혼합물은 가루 반죽과 같은 농도(dough-like consistency)를 갖는다.

[0029]

변형에 있어서, 계면활성제의 수용액은 습윤 탄소(damp carbon)를 형성하기 위해 상기 탄소 혼합물에 첨가될 수 있으며; 다음에 이는 또한 계면활성제를 함유하는 PTFE 입자들의 수용성 혼탁액과 혼합되며; 다음에 이소프로필 알콜과 같은 알콜이 혼합되고, 상기 혼합물은 가루 반죽과 같은 농도를 형성하기 위해 겔화된다. 이로 인해 탄소 입자들 상에 더욱 균일한 PTFE 코팅부를 형성할 수 있다.

[0030]

상기 혼합물은, 마지막으로 0.3 또는 0.7 mm 두께로 펼쳐지기 전에, 예를 들어 롤러들을 통해 캘린더 가공된다. 다음에, 이들은 상기 시트(11)의 표면 위로 압착된 다음, 200°C 내지 300°C 사이, 또는 250°C 내지 300°C 사이로 가열되고, 일반적으로 30분 내지 1.5시간 사이 동안 상기 온도에 보유된다. 다른 가열 공정은 상기 온도를 최고값으로 상승시키는 단계로 구성되고, 1분 동안 보유될 수 있으며, 다음에 상기 온도를 다시 하강시킨다. 상기 가열 공정은 어떠한 잔류 알콜의 증발, 및 상기 계면활성제의 증발이나 또는 소모; 및 상기 PTFE 입자들의 적어도 부분적인 소결을 야기하며, 따라서 상기 기체-투과층(16)은 밀착되고 또한 여전히 투과성을 갖는 소수성 구조이며, 또한 상기 시트(11)에 접착된다. 이와 같은 가열 공정은 상기 구멍들(14) 내에 어떠한 PTFE 코팅부를 소결시킬 수 있으며, 상기 구멍들 내의 표면들도 또한 확실히 소수성으로 되도록 한다. 하나의 특정 실시에

에 있어서, 상기 구멍 분리값은 0.86 mm이고 또한 상기 기체-투과층의 두께는 0.56 mm이다.

[0031] 상술된 구성에 대한 변형에 있어서, 상기 혼합물은, 상기 PTFE에 추가하거나 또는 상기 PTFE 대신에, 폴리비닐이던 플루오라이드와 같은 다른 소수성 폴리머를 포함할 수 있다.

[0032] 기체-투과층(16)을 형성하기 위한 상술된 공정의 대안으로서, 2개의 상이한 층들이 포개질 수 있으며, 상기 층들은 탄소 성분들 또는 그들의 소수성 특성들에 있어서 차별화된다. 예를 들어, 제 1 층은 다른 길이 범위를 갖는 탄소 나노튜브들을 함유할 수 있으며, 제 2 층은 탄소 나노튜브들 뿐만 아니라 카본 블랙을 함유할 수 있다. 상기 가열 공정은 상기 양쪽 층들 모두를 함께 결합시킬 수 있으며, 밀착을 필요로 하고 또한 투과성 소수 구조이나 그의 두께에 따라 다소 다른 전기적 및 소수적 특성들을 갖는 기체-투과층(16)을 제공한다.

[0033] 도 1의 전극(10)에 있어서, 상기 기체-투과층(16)은 상기 금속 시트(11)의 후방면, 즉, 레이저가 상기 구멍들(14)을 형성하기 위해 입사되는 곳으로부터 떨어져 있는 면과 접촉하는 것으로 도시되어 있다. 대안적 장치에 있어서, 상기 기체-투과층(16)은 상기 금속 시트(11)의 전방면과 접촉하고 있다. 상기 시트(11)의 레이저 드릴링은, 상기 금속 시트(11)와 상기 기체-투과층(16) 사이의 접착력을 강화시키는, 상기 구멍들(14) 둘레에 약간 거친 마무리를 생성할 수 있다. 또 다른 대안에 있어서, 상기 기체-투과층(16)이 위치될 상기 금속 시트(11)의 표면은 상기 기체-투과층(16)이 그 위에 놓이기 전에 거친 예비 처리를 겪게 된다. 그와 같은 거친 예비 처리는 20  $\mu\text{m}$  미만의 규모, 적합하게는 약 5  $\mu\text{m}$ 의 거칠기(roughness)를 제공할 수 있으며, 이는 레이저를 사용하거나 또는 예를 들면 결정-입계-특수 부식제(grain-boundary-specific 부식제)를 사용하는 예칭 공정에 의해 성취될 수 있다. 이와 같은 거칠기 예비 처리는 또한 상기 금속 시트(11)와 상기 기체-투과층(16) 사이의 접착력을 강화한다.

[0034] 특히, 상기 구멍들(14)이 약 0.2 mm 이상인 폭을 갖는, 상술된 절차의 변형에 있어서, 상기 구멍들(14)의 내면을 소수성으로 되게 하는 작업은 반드시 필요한 것은 아니다. 이 경우, 상기 구멍들(14)을 형성하고 또한 상기 표면을 거칠게 한 후, 상기 표면은 상술된 PTFE 혼탁액과 같은 소수성 폴리머 혼탁액으로, 예를 들면, 분사에 의해 코팅될 수 있다. 이를 건조시킨 후에, 상기 표면은 기계적으로 광택을 내어, 상기 금속의 상승부들은 노출되나, 상기 금속의 중간 영역들은 폴리머로 커버된다. 다음에, 상기 기체 확산층(16)이 상술된 바와 같이 제공되고, 폴리머가 상기 금속 시트(11)의 표면 상에 코팅되어 상기 금속 시트(11)에 대한 기체 확산층(16)의 접착력을 강화하고, 상기 노출된 금속은 상기 기체 확산층(16)의 전도성 입자들과의 전기 접촉을 보증한다.

[0035] 상기 전극(10)은 음극 또는 양극에서 사용될 수 있다; 중요한 차이점은 상기 코팅부(18)를 형성하는 촉매 혼합물의 구성에 있으며, 실제 일부 촉매 구성은 양극 및 음극 모두에 적합할 수 있다.

[0036] 예로서, 음극 및 양극 전극들 모두를 위한 촉매 혼합물은 촉매, 결합제, 및 상기 코팅부(18)를 형성하기 위해 상기 기체-투과층(16)의 표면 상에 분무 코팅되는 용제의 결합을 사용할 수 있다. 상기 결합제는 예를 들어 (대표적으로 C6과 C12 사이의) 탄화수소와 같은 액체로 열처리함으로써 접착되는 (폴리에틸렌과 같은) 폴리오레핀일 수 있으며, 그 다음 상기 액체는 상기 촉매 입자들 및 상기 결합제를 위한 분산제로서 작용하고, 코팅 단계 후에 증발된다. 중량 백분율은 건조 재료의 전체 질량에 관련한다. 일부 구성예들은 다음과 같다:

[0037] 아래의 음극 촉매 혼합물들(A 내지 C)은 산소 환원 촉매를 포함한다.

[0038] A. 10% 결합제를 갖는 활성 탄소.

[0039] B. 10% 결합제를 갖는 활성 탄소 상의 10% Pd/Pt.

[0040] C. 10% 결합제를 갖는 활성 탄소 상의 은.

[0041] 아래의 양극 촉매 혼합물들(D 및 E)은 수소 산화 촉매를 포함한다.

[0042] D. 10% 결합제를 갖는 활성 탄소를 갖는 침출된 니켈-알루미늄 합금 분말.

[0043] E. 10% 결합제를 갖는 활성 탄소 상의 10% Pd/Pt.

[0044] 대안으로서, 상기 촉매는 액체에 은 입자들의 혼탁액을 분무함으로써 적층된 은 입자들을 포함할 수 있으며, 다음에 상기 은 입자들이 부분적으로 함께 소결되도록 상기 전극(10)을 베이킹한다. 어떠한 타입의 촉매가 상기 코팅부(18)로서 적층될지라도, 상기 기체-투과층(16)을 통해 침투하는 기체와 만나기 위해, 액체 전해질이 상기 코팅부(18)를 침투해야만 하고, 따라서 상기 코팅부(18) 내에 기체/전해질 계면이 존재하고, 촉매가 존재함에 따라, 상기 전극(10)의 노출된 표면이 투과성으로서 잔류하는 것은 중요하다. 또한, 이어서 상기 코팅부(18)는 적어도 부분적으로 친수성으로 된다. 하나의 변형에 있어서, 상기 코팅부(18)가 적층되기 전에, 상기 기체-투

과층(16)의 노출된 표면은, 촉매-함유 코팅부(18) 상에 분무되기 전에, 예를 들면 텍스처화 롤러(textured roller)로 롤링함으로써, 주어진 표면 텍스처(surface texture)이다. 상기 표면 텍스처는 예를 들어 50  $\mu\text{m}$  까지의 두께 변화를 제공할 수 있다. 그와 같은 텍스처링은 상기 기체-투과층(16)이 다른 구성을 갖는 2개 이상의 탄소-함유 재료층들로 구성될 수 있다는 장점을 가질 수 있다.

[0045] 상기 촉매를 도입하기 위한 다른 대안적 방법은, 상술된 바와 같이 기체-투과층을 형성하고, 압출된 층을 기체-투과층 위에서 압축하거나 또는 상기 촉매층을 기체-투과층 위에서 공압출하기 위한 압출 공정에 의해 얇은 촉매층을 형성하게 하는 것이다. 다른 기술로서 스크린 인쇄를 들 수 있다.

#### 접합 공정

[0047] 상술된 바와 같이, 상기 기체-투과층(16)은 상기 시트(11)에 접합된다. 그들 사이의 접착은, 상기 기체-투과층(16)이 전기 접촉을 확보하기 위해 노출되는 금속 부분을 떠나 위치되기 전에, 상기 금속 위에 코팅되는 얇은 폴리머를 제공함으로써 강화될 수 있다; 따라서 상술된 바와 같이 상기 폴리머는 그들을 함께 접합한다. 접착력은 또한 상기 시트(11)의 표면을 거칠게 함으로써 강화될 수 있으며, 이는 레이저를 사용하거나 또는 예를 들면 결정-압계-특수 부식제를 사용하는 에칭 공정에 의해 성취될 수 있다. 상기 접착력은 또한 상기 구멍들(14)이 그들이 길이의 부분을 따라 테이퍼지도록 상기 구멍들(14)의 형태를 제어함으로써 강화될 수 있으며, 다음에 상기 기체-투과층(16)이 상기 시트(11) 위에 견고히 압착됨에 따라 상기 기체-투과층(16)의 일부는 상기 구멍들(14)의 테이퍼진 부분을 통해 압축되어 가장 좁은 부분 너머로 약간 돌출하고, 상기 시트(11) 상에 리벳형 기계적 접합을 제공한다. 화학적으로 에칭된 구멍들의 경우에 있어서, 상기 구멍들은 양쪽 표면들로부터 상기 시트 중앙 근방의 가장 좁은 부분으로 테이퍼질 수 있다.

[0048] 상기 시트(11)가 폴리머 코팅부를 가질 때, 상기 시트(11)와 상기 층(16)이 조립되기 전에, 상기 시트(11)의 표면 또는 상기 층(16)의 표면은 터지톨과 같은 폴리머와 상호작용하는 계면활성제, 또는 소량의 폴리머/계면활성제 혼탁액으로 커버될 수 있다. 이는 상기 시트(11) 상의 폴리머와 상기 기체-투과층(16)의 폴리머 사이의 화학적 접합의 형성에 도움을 준다.

[0049] 상기 기체-투과층(16)을 상기 금속 시트(11) 상에 접합하기 위한 대안적 방법이 비정질 세라믹을 포함하는 계면 접합을 형성함으로써 수행된다. 이는 1  $\mu\text{m}$  두께 이하의 비정질 세라믹 전구체 코팅부를 갖는 기체-투과층(16) 및 시트(11)의 표면들을 제공함으로써 성취될 수 있다. 이와 같은 코팅부들의 두께는 적합하게는 0.5  $\mu\text{m}$  이하, 더욱 적합하게는 0.1  $\mu\text{m}$  이하가 된다. 다음에, 상기 시트(11) 및 상기 기체-투과층(16)은 함께 조립 및 압착되고, 전구체 재료로부터 비정질 세라믹을 형성하도록 처리된다. 일부의 경우, 오직 건조 공정만을 요구할 수 있으며, 다른 경우는 가열 공정이 필요할 수 있다. 반드시 상기 가열 공정은 상기 기체-투과층(16)에서의 폴리머가 악화될 수 있는 온도로 초과되지 말아야 하며, 따라서 상기 가열 공정은 결정질 세라믹을 형성할 때 사용될 수 있는 온도보다 훨씬 낮은 온도로 수행되어야 한다. 예를 들어, 200°C 내지 300°C 사이, 또는 230°C 내지 270°C 사이, 예를 들면 250°C에서 가열하고 또한 30분 내지 1.5시간 사이 동안 상기 온도로 보유하는 것이 적절할 수 있다. 이는 상기 비정질 세라믹의 구성을 야기하고, 상기 재료들을 함께 접합한다.

[0050] 예로써, 용액은 용제로서 50:50 메톡시프로판올-변성 에탄올에서 약 0.085 M 지르코늄 아세틸아세토네이트와, 추가로 100 ml의 용액당 50 방울의 계면활성제(예를 들면, 터지톨 TMN6 (상표))로 구성된다. 이는 초음파 원자형 분무 시스템에 의해 함께 접합될 상기 기체-투과층(16)과 상기 금속 시트(11)의 표면들 위로 분무된다. 상기 용제들은 증발이 허용되어, 지르코늄염 및 계면활성제의 막만이 잔류된다. 상기 용제들에 대한 문무 및 증발의 허용은 2회 또는 3회 반복될 수 있다.

[0051] 다음에, 상기 시트(11) 및 상기 층(16)은 예를 들면 25° 내지 45°C 사이의 상승 온도에서, 적어도 2.5 분 동안 추가로 건조된 다음, 함께 압축되고, 10 내지 30분 동안 상기 상승된 온도에서 건조되며, 다음에 30분 동안 250°C에서 베이킹된다. 상기 처리 단계는 10초 동안 1.4 kN/cm<sup>2</sup> = 14 MPa에서 수행될 수 있다.

[0052] 상기 지르코늄염은 계면활성제를 갖는 왁스막을 형성하는 것으로 추정된다. 상기 염은 약 190°C에서 용해되고, 어느 정도 상기 표면 위에서 작동된 다음, 표면 균열부들 및 계면에 비정질 지르코니아를 형성하기 위해 분해된다.

[0053] 상기 세라믹은 세륨, 인듐, 주석, 망간, 또는 코발트와 같은 금속 산화물들 또는 산화물들의 혼합물을 포함할 수 있다는 사실을 알 수 있을 것이다. 상기 전구체는 아세틸아세토네이트(acetylacetone), 또는 포름산염 또는 아세테이트와 같은 알콕시화물, 또는 유기 그룹들이 산소 원자를 통해 금속 원자에 결합되고 또한 열적으로 파괴될 수 있는 유기 금속 화합물들일 수 있다. 대안으로서 알콜에 용해되는 (염화지르코늄, 염화인듐 또는 염화주

석과 같은) 염기를 사용하는 것이며, 이는 가열될 때 대응하는 알코시화물과 유사하게 거동한다. 다른 선택 사항으로는, 예를 들면 플레이트 가수분해된 지르코니아 또는 물에 분산된 산화주석을 사용하며, 선택적으로 폴리비닐 알콜과 같은 유기 결합제를 갖는, 콜로이드 형태(colloidal form)의 산화물을 사용하는 것이다; 이 경우 비정질 산화물을 형성하기 위해 상기 콜로이드를 충분히 건조시킬 수 있다. 각각의 경우, 상기 기체 투과층(16)에서 폴리머와의 접촉을 강화시키기 위해 원래의 용액 내에 계면활성제를 합체시킨다는 장점을 갖게 된다.

#### [0054] 전지 스택 구조

도 2에는 명료성을 위해 분리된 구성 요소들을 갖는 전지 스택(200)의 구조적 구성 요소들을 통한 횡단면도를 도시하고 있다. 상기 스택(200)은 선택적으로 배열된 복수의 성형 플라스틱 플레이트들(202 및 206)로 구성된다. 각각의 플레이트(202)는 프레임(204)에 의해 둘러싸인 일반적으로 장방형인 관통 구멍(208)을 규정한다; 상기 구멍들(208)은 전해질 챔버들을 제공하며, 직접 둘러싸인 구멍(208)은 상기 프레임(204)의 잔류 부분의 표면 위로 0.5 mm 돌출하는 상기 프레임의 5 mm 폭 부분(205)이다. 상기 플레이트(206)는 이극 플레이트들이다; 각각은 대향면들 상의 장방형 블라인드 리세스들(207 및 209)을 규정하며, 각각의 리세스는 약 3 mm 깊이를 가지며, 일반적으로 상기 프레임(204)과 유사한 프레임(210)에 의해 둘러싸이나, 각각의 리세스를 둘러싸는 1.0 mm의 깊이 및 5 mm의 폭을 갖는 얕은 리세스(211; shallow recess)가 존재한다. 상기 블라인드 리세스들(207 및 209)은 기체 챔버를 제공한다.

[0055] 따라서, 상기 스택(200)에서 하나의 이극 플레이트(206)와 다음 플레이트 사이에는 [또는 마지막 이극 플레이트(206)와 단부 플레이트(230) 사이에는], 한 측면 상에 양극(10a) 그리고 반대편 측면 상에 음극(10b)을 갖는 전해질 챔버(208)가 존재함을 인지할 수 있다; 또한 상기 양극(10a)과 상기 음극(10b)의 대향면들에는 각각 기체 챔버들(207 및 209)이 위치한다. 이들 구성 요소들은 단일 연료 전지를 구성한다.

[0056] [0057] 전극들(10a 및 10b)은 각각의 이극 플레이트(206)의 대향 측면들 상의 얕은 리세스들(211)에 위치하며, 인접한 전해질 챔버(208)와 마주하는 상기 전극(10a 및 10b)의 측매-운반면을 갖는다. 상기 스택 구성 요소들의 조립 전에, [상기 상승 부분(205)의 면을 포함하는] 각각의 프레임(204)의 상기 대향면들은 개스킷 밀봉제(215)로 커버될 수 있으며; 이는 상기 프레임(204)에 접착되고 또한 비-접착성 외부면을 제공하기 위해 건조되고, 탄성은 유지된다. 다음에 상기 구성 요소들은 상술된 바와 같이 조립되어, 상기 상승 부분(205)은 상기 얕은 리세스들(211)에 위치하고, 상기 전극들(10a 및 10b)을 정위치에 고정시킨다. 상기 밀봉제(215)는 상기 챔버(208) 내의 전해질이 누설되지 않고, 기체들이 상기 전극들(10a 및 10b)의 에지들 둘레로 누출되지 않으며, 또한 상기 기체들이 인접한 프레임들(204 및 210) 사이로 누설되지 않도록 확실히 보증한다. 각각의 전극(10)의 천공된 중앙 섹션(12)은 상기 전해질 챔버(208)의 영역 및 상기 기체 챔버(207 또는 209)의 영역에 대응한다; 상기 비-천공된 주변 여백(15)은 상기 주변의 얕은 리세스(211) 내에 밀봉된다; 또한, 상기 측매 코팅부(18)를 갖는 상기 기체-투과층(16)은 인접한 전해질 챔버(208)에 가장 근접한 전극(10)의 면 상에 위치한다.

[0058] 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 기체-투과층(16)은 부분적으로 상기 비-천공된 주변 여백(15) 위로 연장하며; 또한 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 여백(15)은 상기 밀봉제(215)에 의해 상기 얕은 리세스(211) 내에 밀봉된다. 상기 여백(15)과 상기 리세스(211) 모두는 본 예에 있어서 5 mm의 폭을 가지며, 따라서 상기 기체-투과층(16)의 에지는 상기 밀봉제(215)에 의해 둘러싸인다. 따라서, 상기 기체-투과층(16)의 에지는 직접 상기 전해질에 노출되지 않고, 또한 상기 밀봉제(215)에 의해 상기 비-천공된 여백(15) 위에 클램프 고정된다.

[0059] 어떻게 본 발명의 전극들(10)이 사용될 수 있는지에 대한 설명을 위해 상기 전지 스택(200)이 오직 예시적인 방법으로 도시되어있음을 인지할 수 있다. 상기 전지 스택(200)에 대한 어떠한 상세한 장치들이 제안되었다 할지라도, 각각의 경우 단일 연료 전지는 인접한 기체 챔버들(207 및 209)로부터 그것을 분리시키는 양 측면 상에 전극들(10a 및 10b)을 갖는 전해질 챔버(208)로 구성된다. 상기 스택(200) 내에는, 단일 전지로부터 이용 가능한 경우보다도 더 큰 전압을 제공하기 위해, 일부 연료 전지들이 전기적으로 직렬이 되도록 배열된다..

[0060] 상기 연료 전지들로의 유체의 유동에는 각각의 유체 유동 덕트들이 따르며, 그의 적어도 일부는 상기 플레이트들(202 및 206)을 통해 정렬된 구멍들에 의해 규정된다. 오직 한 세트의 구멍들(216 및 218)만을 도시하였으며, 이는 좁은 가로 방향 덕트들(220)을 통해 상기 전해질 챔버(208)로 또는 상기 전해질 챔버로부터 전해질을 운반하기에 적합화될 수 있다.

[0061] 상기 기체 챔버들[리세스들(207 및 209)]로부터 및 상기 기체 챔버들로의 상기 기체의 유동은 마찬가지로 상기 플레이트들(202 및 206)을 통해 정렬된 구멍들에 의해 규정된 덕트들에 따를 수 있다. 하나의 변형에 있어서, 상기 전지 스택은, 전해질을 공급하기 위해, 상기 정렬된 구멍들(216 및 218)이 상기 전지 스택의 저부에 위치

하도록 배열되며; 또한 전해질은 상기 덕트들(220)과 유사한 덕트들(도시되지 않음)을 통해 상기 전해질 챔버들(208)을 떠나게 되나, 상기 전지 스택의 외부면으로 안내된다.

[0062] 상기 스택(200)의 한 단부에는 한 면 상에서 블라인드 리세스(209)를 구성하나 다른 면 상에서는 빈 상태로 있는 이극 플레이트(230)가 위치된다. 이것의 외측에는 또한 중합체 재료로 성형되는 단부 플레이트(240)가 위치되며, 상기 단부 플레이트는 상기 플레이트들(202 및 206)에 있는 구멍들(216 및 218)과 일직선 상으로 정렬되는 구멍들(242)을 형성한다; 상기 외측면에서 상기 단부 플레이트(240)는 또한 상기 구멍들 및, 상기 기체와 전해질이 상기 스택(200)으로부터 또는 상기 스택으로 유동하는, 유체 유동 덕트들과 연통하는 포트들(244)을 구성하며, 각각의 포트(244)는 상기 외부면 상에 원통형 리세스를 포함한다. 상기 스택(200)의 다른 단부에는 블라인드 리세스(207)를 규정하는 다른 이극 플레이트(도시되지 않음)가 위치한다. 이 때, 상기 외부면 상에서 빈 상태로 되고 또한 구멍들을 통해 규정되지 않는 다른 단부 플레이트(도시되지 않음)가 존재한다; 선택적으로 그것은 하나 이상의 산화 기체, 연료 기체 및 전해질을 위한 구멍들을 형성할 수 있다.

[0063] 상기 스택(200)의 조립 후에, 상기 구성 요소들은 예를 들면 상기 전체 스택(200) 둘레의 스트랩(235)(부분적으로 이탈된 것으로 도시됨)을 사용하여 함께 고정될 수 있다. 볼트와 같은 다른 수단이 또한 상기 구성 요소들을 고정시키기 위해 사용될 수 있다.

#### 에지 클램핑 옵션들

[0065] 도 3에는 도 2의 연료 전지 스택(200)에 대한 변형인 연료 전지 스택(300)에서의 전극(10)의 에지 부분을 도시하고 있다. 상기 연료 전지 스택(300)은 선택적으로 배열된 복수의 성형 플라스틱 플레이트들(302 및 306)(각각 하나만 도시됨)로 구성된다. 각각의 플레이트(302)는 프레임(304)에 의해 둘러싸이는 일반적으로 장방형의 관통 구멍(308)을 규정한다; 상기 구멍들(308)은 전해질 챔버를 제공한다. 상기 플레이트들(306)은 이극 플레이트들이다; 각각은 대향면들 상의 장방형 블라인드 리세스들(307 및 309)을 규정하며, 각각의 리세스는 약 3mm 깊이를 가지며, 프레임(310)에 의해 둘러싸인다. 상기 블라인드 리세스들(307 및 309)은 기체 챔버를 제공한다.

[0066] 따라서, 상기 스택(300)에서 하나의 이극 플레이트(306)와 다음 플레이트 사이에는 [또는 마지막 이극 플레이트(306)와 단부 플레이트 사이에는], 한 측면 상에 양극(10) 그리고 반대편 측면 상에 음극(도 3에 도시되지 않음)을 갖는 전해질 챔버(308)가 존재한다; 또한 상기 양극(10)과 상기 음극의 대향면들에는 각각 기체 챔버들(307 및 309)이 존재한다. 이들 구성 요소들은 단일 연료 전지를 구성한다.

[0067] 개스킷(320)이 연속 프레임들(304 및 310) 사이에 위치된다. 상기 전극(10)은, 상기 전해질 챔버(308)와 마주하는 측면 상에 상기 기체 확산층(16)을 갖는, 상기 프레임(310)의 면에 대응하여 상부에 위치된다. 상기 개스킷(320)은 상기 프레임(310)과 마주하는 측면 상의 2개의 스텝들을 규정한다: 상기 비-천공된 여백(15)의 에지를 수용하기 위한 제 1 스텝(321), 및 상기 기체 확산층(16)의 에지를 둘러싸고 밀봉하기 위한 제 2 스텝(322). 도 2의 연료 전지 스택(200)에서와 같이, 상기 개스킷(320)은 상기 기체 확산층(16)의 에지가 상기 액체 전해질에 직접 노출되지 않도록 보증한다.

[0068] 상술된 전극들(10) 각각은 니켈 또는 페라이트 스테인리스강의 시트를 포함하며, 레이저 드릴링 또는 에칭에 의해 형성된 구멍들(14)을 갖는다. 하나의 변형에 있어서, 상기 시트가 강으로 구성되는 경우, 상기 강은 얇은 니켈층으로 코팅될 수 있으며; 이는 상기 스테인리스강 시트를 통해 레이저 드릴링 구멍들 전 또는 후에서 수행될 수 있다. 상기 니켈은 양호한 전기 전도체이며, 또한 상기 전해질로부터의 부식에 대항하여 상기 스테인리스강을 보호한다.

[0069] 본 발명의 전극(10)을 사용함에 있어서, KOH와 같은 수용성 전해질이 상기 촉매 코팅부(18)를 운반하는 면에 존재하며, 반면 기체는 다른 면에 존재한다. 상기 기체는 상기 기체-투과층(16)을 침투한다; 반면에 상기 전해질은 적어도 부분적으로 상기 촉매 코팅부(18)를 침투하나, 상기 결합제 PTFE의 소수성 성질 때문에 상기 기체-투과층(16)을 침투하지는 못한다. 결론적으로, 상기 촉매 근방에는 기체/액체-전해질 계면이 존재한다. 상기 기체는, 상기 계면이 대체로 일정한 위치에 위치함에 따라, 상기 전극을 통해 상기 전해질 안으로 베블링되지 않는다. 상기 기체는 상기 코팅부(18) 근방에서 화학적 반응을 겪는다. 신선한 기체가 상기 구멍들(14)로부터 상기 기체-투과층(16) 내로 분산되고, 어떠한 반응 생성물들이든 상기 구멍들(14)을 통해 역 분산되거나 또는 액체 전해질에 의해 감소된다. 비록 상기 구멍들(14)이 이격되어 있을지라도, 상기 기체-투과층(16)은 상기 코팅부(18)에 도달하는 기체 유동이 그의 전체 영역을 통해 대체로 균일하도록 충분히 두껍다.

[0070] 추가적인 대안에 있어서, 상기 유체-투과층 내의 결합제는 친수성이다. 이 경우, 상기 유체-투과층은 액체-투

과층으로서 언급될 수 있다. 따라서, 전극은 상기 전해질 챔버에 인접한 금속(니켈 또는 스테인리스강) 플레이트, 및 상기 전해질 챔버로부터 상기 강 플레이트의 대향 측면 상의 측면 및 상기 액체-투과층과 함께 배열될 수 있다.

[0071] 도 4에는 상기 기체 확산층(16)의 에지를 상기 금속 시트(11) 위로 클램핑하기 위한 대안적 방법이 도시되어 있다. 연료 전지 스택(400)은 다수의 단일 연료 전지들(401)로 구성된다; 오직 하나의 연료 전지(401)만이 도시되었다. 상기 연료 전지 스택(400)은 복수의 성형 플라스틱 플레이트들(402, 403 및 404)(각각 하나만 도시됨)로 구성되며, 그들은 약간 분리된 상태로 도시되었다. 각각의 플레이트(403)는, 전해질 챔버를 제공하는, 일반적으로 장방형의 관통 구멍(408)을 규정한다. 상기 플레이트들(402 및 404)은 기체 챔버들을 규정한다: 플레이트(402)는 공기 챔버를 규정하고 또한 플레이트(404)는 연료 챔버를 규정한다.

[0072] 상기 전해질 챔버(408)는 전극(10)(음극)에 의해 상기 공기 챔버로부터 분리되며, 또한 다른 전극(10)(양극)에 의해 상기 연료 챔버로부터 분리된다. 이와 같은 구성 요소들은 단일 연료 전지(401)를 구성한다. 상술된 바와 같이, 각각의 전극(10)은 구멍들(14)(도 4에는 도시하지 않음)을 규정하는 금속 시트(11)로 구성되고, 비-천공된 여백(15)을 가지며, 또한 기체 확산층(16)을 갖는다. 본 예에 있어서, 상기 비-천공된 여백(15)은 상기 플레이트들(402, 403 및 404)의 주변으로 연장한다; 상기 기체 확산층들(16)은 상기 관통 구멍(408)의 에지 근방으로 연장하며, 또한 상기 기체 확산층들(16)의 에지들은 상기 플레이트들(402 및 404) 주변의 고형 부분들 사이에 위치한다.

[0073] 밀봉 재료(도시되지 않음)이 상기 스택(400)을 형성하는 구성 요소들 사이에 제공된다. 도 4에 있어서, 상기 밀봉 재료는 상기 플레이트(402)의 고형 부분과 상기 왼쪽 전극(10)의 여백(15) 사이; 상기 왼쪽 전극(10)과 상기 플레이트(403) 사이; 상기 플레이트(403)와 상기 우측 전극(10) 사이; 및 우측 전극(10)과 상기 플레이트(404)의 고형 부분 사이에 위치한다.

[0074] 얇은 두께의 웨브(410)는 상기 플레이트(403)와 일체로 형성되며 또한 상기 플레이트(403)의 전체 주변 둘레의 전해질 챔버(408) 내로 내향으로 돌출한다. 탄성 시일(412)이 상기 웨브(410)의 거의 전체 길이를 따라 성형되나, 전해질이 상기 챔버(408)를 떠나거나 상기 챔버로 진입하도록 요구되는 전체 길이를 따르는 위치들에 좁은 갭들을 잔류시킨다. 상기 갭들은 대표적으로 10 mm 미만의 폭, 적합하게는 5 mm 미만의 폭을 가지나, 일반적으로는 적어도 0.5 mm의 폭, 예를 들면 1 mm 또는 2 mm의 폭을 갖는다. 상기 전지(401)의 구성 요소들이 함께 압축될 때, 상기 시일(412)은 상기 기체 확산층들(16)의 에지 부분들을 상기 전극(10)의 금속 시트들(11) 위에 클램프 결합한다.

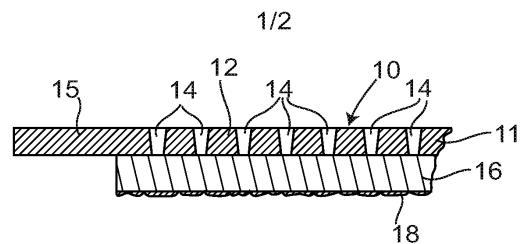
[0075] 하나의 변형에 있어서, 상기 시일(412)은 상기 웨브(410)와 일체로 형성되고, 또한 상기 웨브(410)와 동일한 강성 플라스틱 재료로 제조된다. 이 경우, 상기 시일(412)은 그것이 탄성 재료인 경우일 때보다는 약간 작게 될 수 있다. 상기 시일(412)은 상기 기체 확산층들(16)의 에지를 상기 금속 시트들(11) 위에 보유하고, 또한 상기 기체 확산층들(16)은 충분히 유연하고 탄성적이어서, 상기 시일(412)은 상기 에지들을 확실하게 견고히 보유할 수 있게 된다.

[0076] 상기 전지 스택(400)은 대체로 상술된 방식으로 작동한다. 이 경우, 상기 기체 확산층(16)의 에지는 전해질에 노출되나, 상기 에지는 상기 시일(412)에 의해 상기 금속 시트(11) 상에 견고히 보유되거나 또는 클램프 결합되어, 사용되는 동안 상기 에지가 상기 금속 시트(11)로부터 분리되지 않도록 보장한다.

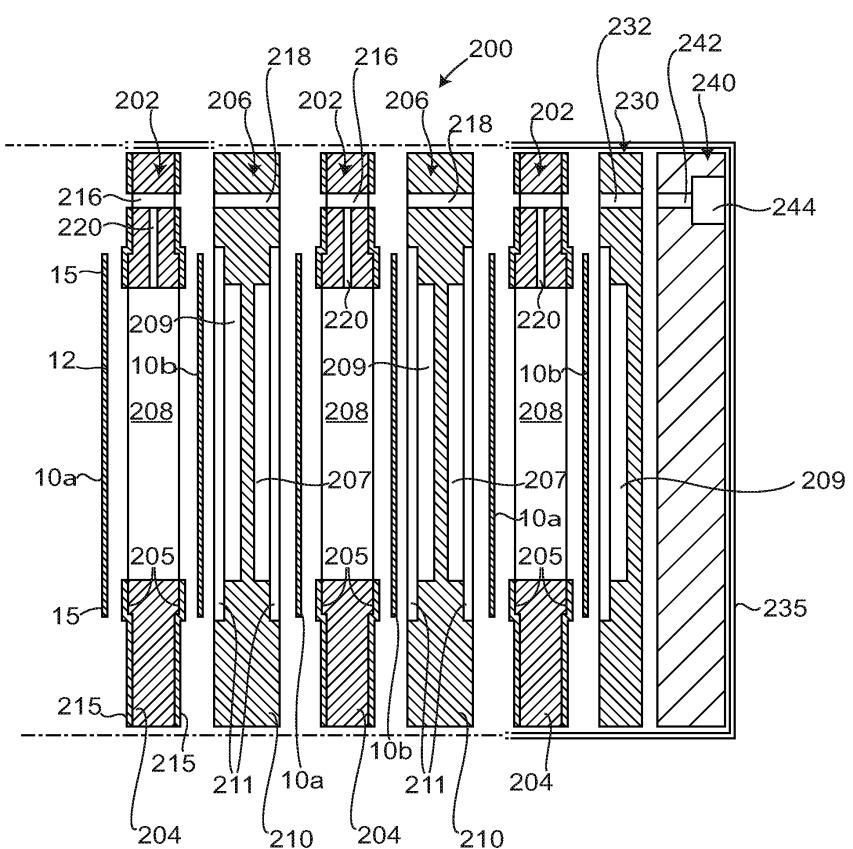
[0077] 비록 상기 플레이트들(402 및 404)에 규정된 상기 기체 챔버들이 관통 구멍들로서 도시되었을지라도, 상기 관통 구멍 대신에, 그들은, 상기 전지 스택(300)에 있는 리세스들(307 및 309)에 상응하는, 상기 플레이트들(402 및 404)의 면들에 규정된 리세스들일 수도 있다는 사실이 인식되어야 할 것이다.

## 도면

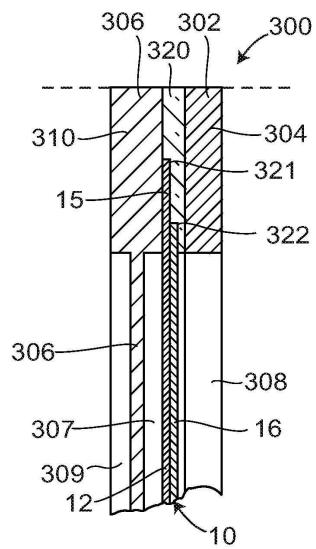
## 도면1



## 도면2



도면3



도면4

