



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2007-0090965  
 (43) 공개일자 2007년09월06일

(51) Int. Cl.  
*H01M 8/02* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2007-7014742  
 (22) 출원일자 2007년06월28일  
 심사청구일자 없음  
 번역문제출일자 2007년06월28일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2005/041739  
 국제출원일자 2005년11월17일  
 (87) 국제공개번호 WO 2007/061407  
 국제공개일자 2007년05월31일  
 (30) 우선권주장  
 11/025,246 2004년12월29일 미국(US)

(71) 출원인  
**쓰리엠 이노베티브 프로퍼티즈 컴파니**  
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
 스 33427 쓰리엠 센터  
 (72) 발명자  
**존스톤 레이몬드 피.**  
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
 스 33427 쓰리엠센터 내  
**디비 마크 케이.**  
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
 스 33427 쓰리엠센터 내  
**썬 하이양**  
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
 스 33427 쓰리엠센터 내  
 (74) 대리인  
**김영, 양영준, 안국찬**

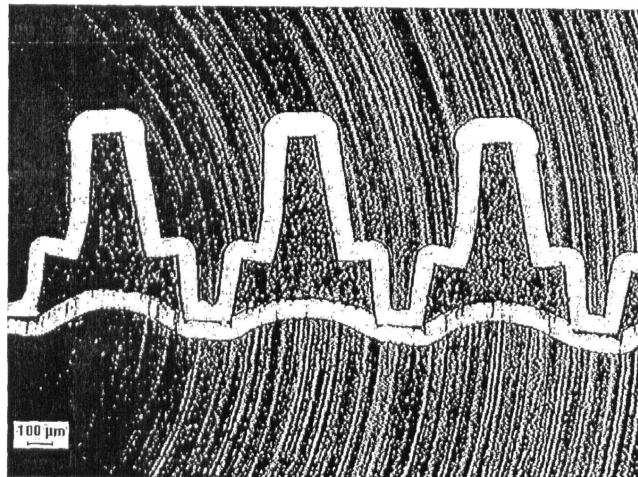
전체 청구항 수 : 총 54 항

**(54) Z-축 전기 전도성 유동장 분리기**

**(57) 요약**

가요성 유동장 분리기는 개요성 재료로 형성되어 제1 및 제2 표면을 갖는 기관 층을 포함한다. 구조화된 유동장 패턴이 기관 층의 제1 표면 상에 형성된다. 구조화된 유동장 패턴은 하나 이상의 유체 채널을 형성한다. 분리기는 하나 이상의 금속으로 형성되어 기관 층의 제1 표면 상에 배치된 제1 층을 포함한다. 제1 층은 전기 전도성 재료로 형성된다. 분리기는 기관 층의 제2 표면 상에 배치된 제2 층을 더 포함한다. 제2 층은 개요성의 전기 전도성 재료로 형성된다. 제1 층은 하나 이상의 위치에서 제2 층과 접촉하여, 제1 층과 제2 층 사이의 전기적 연결을 한정한다.

**대표도** - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

가요성 유동장 분리기이며,  
 개요성 재료로 형성되며 제1 및 제2 표면을 갖는 기관 층과,  
 기관 층의 제1 표면 상에 형성되며 하나 이상의 유체 채널을 형성하는 구조화된 유동장 패턴과,  
 전기 전도성 재료로 형성되며 기관 층의 제1 표면 상에 배치된 제1 층과,  
 개요성의 전기 전도성 재료로 형성되며 기관 층의 제2 표면 상에 배치되는 제2 층을 포함하고,  
 제1 층은 하나 이상의 위치에서 제2 층과 접촉하여, 제1 층과 제2 층 사이의 전기적 연결을 형성하는 개요성 유동장 분리기.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 제2 층과 기관 층 사이에 배치된 접착 층을 더 포함하는 개요성 유동장 분리기.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 제1 층과 기관 층 사이에 배치된 접착 촉진 층을 더 포함하는 개요성 유동장 분리기.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 접착 촉진 층은 스퍼터링된 금속 층을 포함하는 개요성 유동장 분리기.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 기관 층은 하나 이상의 필름으로부터 형성되는 개요성 유동장 분리기.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 구조화된 유동장 패턴은 기관 층의 제1 표면 상에 제공된, 엠보싱되어 구조화된 유동장 패턴을 형성하는 개요성 유동장 분리기.

### 청구항 7

제1항에 있어서,  
 기관 층은 하나 이상의 필름을 포함하고,  
 제2 층은 하나 이상의 필름 또는 포일을 포함하고,  
 제1 층은 하나 이상의 금속으로 형성된 전기 전도성 코팅을 형성하는 개요성 유동장 분리기.

### 청구항 8

제1항에 있어서, 기관 층은 중합체 재료로부터 형성되는 개요성 유동장 분리기.

### 청구항 9

제8항에 있어서, 중합체는 폴리카보네이트인 개요성 유동장 분리기.

### 청구항 10

제1항에 있어서, 기관 층은 실질적으로 전기 비전도성인 재료로부터 형성되는 개요성 유동장 분리기.

### 청구항 11

제1항에 있어서, 기관 층은 제1 층과 제2 층 사이에 형성된 전기적 연결부보다 실질적으로 더 낮은 전기 전도성을 갖는 재료로부터 형성되는 개요성 유동장 분리기.

**청구항 12**

제1항에 있어서, 기관 층은 하나 이상의 개구를 포함하고, 제1 층과 제2 층 사이의 전기적 연결은 하나 이상의 개구를 거쳐 확립되는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 13**

제1항에 있어서, 제2 층은 하나 이상의 필름 또는 포일로부터 형성되는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 14**

제1항에 있어서, 제2 층은 알루미늄 포일을 포함하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 15**

제1항에 있어서, 제1 층은 니켈 코팅을 포함하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 16**

제1항에 있어서, 제1 층과 제2 층 사이의 전기적 연결부는 약  $0.001 \Omega\text{-cm}^2$  내지 약  $0.1 \Omega\text{-cm}^2$  사이의 면적 비 저항을 제공하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 17**

제1항에 있어서, 제2 층은 채널을 통한 냉각제의 통과를 허용하도록 구성된 채널을 포함하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 18**

제1항에 있어서, 제2 층은 채널을 통한 냉각제의 통과를 허용하도록 구성된 채널을 포함하는 압출 포일 구조물을 포함하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 19**

제1항에 있어서, 기관 층은 채널을 통한 냉각제의 통과를 허용하도록 구성된 채널을 포함하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 20**

제1항에 있어서, 제2 층은 제1 표면 및 제2 표면을 포함하고, 제1 표면은 기관 층의 제2 표면과 접촉하고, 가요성 유동장 분리기는,

가요성 재료로 형성되며 제1 및 제2 표면을 갖는 제2 기관 층과,

제2 기관 층의 제1 표면 상에 형성되며 하나 이상의 유체 채널을 형성하는 제2 구조화된 패턴과,

전기 전도성 재료로 형성되며 제2 기관 층 상에 배치된 제3 층을 포함하고,

제2 기관 층의 제2 표면은 제2 층의 제2 표면과 접촉하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 21**

제1항에 있어서, 제2 층은 제1 표면 및 제2 표면을 포함하고, 제1 표면은 기관 층의 제2 표면과 접촉하고, 가요성 유동장 분리기는,

가요성 재료로 형성되며 제1 및 제2 표면을 갖는 제2 기관 층과,

제2 기관 층의 제1 표면 상에 형성되며 하나 이상의 유체 채널을 형성하는 제2 구조화된 유동장 패턴과,

하나 이상의 금속으로 형성되며 제2 기관 층 상에 배치된 제3 층을 포함하고,

제2 기관 층의 제2 표면은 제2 층의 제2 표면과 접촉하고, 제3 층은 전기 전도성 재료로 형성되고,

제3 층은 하나 이상의 위치에서 제2 층과 접촉하여, 제1 층과 제2 층 사이의 전기적 연결을 형성하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 22**

제21항에 있어서, 제2 층은 채널을 통한 냉각제의 통과를 허용하도록 구성된 채널을 포함하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 23**

제21항에 있어서, 제2 층은 채널을 통한 냉각제의 통과를 허용하도록 구성된 채널을 포함하는 압출 포일 구조물을 포함하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 24**

제21항에 있어서, 기관 층 및 제2 기관 층 중 적어도 하나는 채널을 통한 냉각제의 통과를 허용하도록 구성된 채널을 포함하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 25**

제1항에 있어서, 제1 및 제2 층 중 하나 또는 모두의 적어도 일 부분 상에 배치된 부식 방지 층을 더 포함하고, 부식 방지 층은 전기 전도성 부식 방지 재료를 포함하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 26**

제1항에 있어서, 복수의 분리기가 물 제품을 형성하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 27**

제1항에 있어서, 복수의 분리기가 단일형 전지 조립체(UCA) 내에 통합되는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 28**

제27항에 있어서, 제1항의 분리기를 포함하는 복수의 단일형 전지 조립체가 연료 전지 스택 내에 통합되는 단일형 전지 조립체.

**청구항 29**

제27항에 있어서, 제1항의 복수의 분리기가 중합체 용접물에 의해 결합되는 단일형 전지 조립체.

**청구항 30**

제27항에 있어서, 복수의 단일형 전지 조립체가 연료 전지 스택 내에 통합되는 단일형 전지 조립체.

**청구항 31**

제27항에 있어서, 제1항의 복수의 분리기가 기계식 끼워 맞춤에 의해 결합되는 단일형 전지 조립체.

**청구항 32**

가요성 유동장 분리기를 제조하는 방법이며,  
 가요성의 전기 전도성 재료로 형성된 제2 층을 제공하는 단계와,  
 중합체 기관 층의 제2 표면을 제2 층과 접촉하도록 위치시키는 단계와,  
 중합체 기관 층의 제1 표면 상에 구조화된 유동장 패턴을 현상하기 위한 온도 하에서 제2 및 기관 층을 라미네이팅하는 단계와,  
 제1 층이 하나 이상의 위치에서 제2 층과 접촉하여, 제1 층과 제2 층 사이의 전기적 연결을 확립하도록, 중합체 기관 층의 제1 표면 상에 전기 전도성 재료의 제1 층을 코팅하는 단계를 포함하는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 33**

제32항에 있어서, 전기적 연결은 제1 층과 제2 층 사이의 하나 이상의 분리된 전도 경로를 거쳐 확립되는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 34**

제32항에 있어서, 전기적 연결은 제1 층과 제2 층 사이에 형성된 하나 이상의 전도 구역을 거쳐 확립되는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 35**

제32항에 있어서, 중합체 기관 층은 하나 이상의 개구를 포함하며, 하나 이상의 개구를 거쳐 제1 층과 제2 층 사이의 전기적 연결을 확립하는 단계를 더 포함하는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 36**

제35항에 있어서, 하나 이상의 개구를 형성하기 위해 중합체 기관 층을 레이저 처리하는 단계를 더 포함하는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 37**

제35항에 있어서, 하나 이상의 개구를 형성하기 위해 중합체 기관 층을 기계적으로 처리하는 단계를 더 포함하는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 38**

제35항에 있어서, 중합체 기관 층 및 하나 이상의 개구를 형성하기 위해 중합체를 성형하는 단계를 더 포함하는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 39**

제32항에 있어서, 제2 및 기관 층 중 적어도 하나는 하나 이상의 필름으로부터 형성되는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 40**

제32항에 있어서, 제2 및 기관 층 각각은 하나 이상의 필름으로부터 형성되는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 41**

제32항에 있어서, 제1 층은 증착 공정에 의해 형성되는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 42**

제32항에 있어서, 제1 층은 스퍼터링 공정에 의해 형성되는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 43**

제32항에 있어서, 가요성 유동장 분리기는 제1 및 제2 층 중 하나 또는 모두의 적어도 일 부분 상에 배치된 부식 방지 층을 더 포함하고, 부식 방지 층은 전기 전도성 부식 방지 재료를 포함하는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 44**

제32항에 있어서, 유동장 패턴의 구조화된 특징부를 형성하기 위해 중합체 기관 층을 성형 공정을 받게 하는 단계를 더 포함하는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 45**

제32항에 있어서, 분리기는 단극 분리기로서 제조되는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 46**

제32항에 있어서, 분리기는 쌍극 분리기로서 제조되는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 47**

제32항에 있어서, 제1 및 제2 층 중 하나 또는 모두에 인접하여 배치된 냉각제 유동장을 형성하는 단계를 더 포함하는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 48**

제32항에 있어서, 복수의 분리기의 롤 제품을 형성하는 단계를 더 포함하는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 49**

제32항에 있어서,

복수의 분리기를 포함하는 단일형 연료 전지 조립체를 형성하는 단계와,

복수의 단일형 연료 전지 조립체를 포함하는 연료 전지 스택을 형성하는 단계와,

복수의 단일형 연료 전지 조립체 중 인접한 것들 사이에 형성된 중합체 용접물에 의해 복수의 단일형 연료 전지 조립체를 결합시키는 단계를 더 포함하는 가요성 유동장 분리기의 제조 방법.

**청구항 50**

제30항의 복수의 단일형 전지 조립체로 구성된 연료 전지 스택을 수리하는 방법이며,

결합 있는 단일형 전지 조립체를 검출하는 단계와,

복수의 단일형 전지 조립체로부터 압력을 제거하는 단계와,

결합 있는 단일형 전지 조립체를 교체하는 단계와,

단일형 전지 조립체를 단일형 전지 조립체 정합으로 유지하는 단계와,

복수의 단일형 전지 조립체에 올바른 압축을 재인가하는 단계를 포함하는 연료 전지 스택의 수리 방법.

**청구항 51**

약 20° 를 초과하는 인성 및 약 4.5 미만의 평균 체적 밀도를 갖는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 52**

제51항에 있어서, 층상 구조물을 포함하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 53**

제51항에 있어서,

가요성 재료로 형성되며 제1 및 제2 표면을 갖는 기관 층과,

기관 층의 제1 표면 상에 형성되며 하나 이상의 유체 채널을 형성하는 구조화된 유동장 패턴과,

전기 전도성 재료로 형성되며 기관 층의 제1 표면 상에 배치된 제1 층과,

기관 층의 제2 표면 상에 배치되며 가요성의 전기 전도성 재료로 형성된 제2 층을 더 포함하고,

제1 층은 하나 이상의 위치에서 제2 층과 접촉하여, 제1 층과 제2 층 사이의 전기적 연결을 형성하는 가요성 유동장 분리기.

**청구항 54**

제51항에 있어서, 유동장 분리기의 상부 층과 하부 층 사이에서 전기 전도성인 층상 구조물을 포함하는 가요성

유동장 분리기.

## 명세서

### 기술분야

<1> 본 발명은 z-축 방향으로 전기 전도성인 유체 이송 필름에 관한 것이다.

### 배경기술

<2> 전형적인 연료 전지 시스템은 하나 이상의 연료 전지가 전력을 발생시키는 동력 섹션을 포함한다. 연료 전지는 수소 및 산소를 물로 변환시켜서, 공정 중에 전기 및 열을 생성하는 에너지 변환 장치이다. 각각의 연료 전지 유닛은 중심에서 양자 교환 부재를 포함할 수 있고, 기체 확산 층이 양자 교환 부재의 각 측면 상에 있다. 양극 및 음극 촉매 층이 각각 기체 확산 층의 내부에 위치된다. 이러한 유닛은 박막 전극 조립체(MEA)로 불린다. 분리기 플레이트 또는 유동장 플레이트가 각각 박막 전극 조립체의 기체 확산 층의 외부 상에 위치된다. 이러한 유형의 연료 전지는 종종 PEM 연료 전지로 불린다.

<3> 단일 연료 전지 내의 반응은 전형적으로 1 볼트 미만을 생성한다. 복수의 연료 전지가 원하는 전압을 달성하기 위해 적층되어 직렬로 전기 연결될 수 있다. 전류가 연료 전지 스택으로부터 수집되어 부하를 구동하는데 사용된다. 연료 전지는 자동차에서 랩탑 컴퓨터에 이르는, 다양한 용도에 대해 전력을 제공하기 위해 사용될 수 있다.

### 발명의 상세한 설명

<4> 본 발명은 유동장 분리기에 관한 것이다. 일 실시예에 따르면, 가요성 유동장 분리기는 가요성 재료로 형성되어 제1 및 제2 표면을 갖는 기관 층을 포함한다. 구조화된 유동장 패턴이 기관 층의 제1 표면 상에 형성된다. 구조화된 유동장 패턴은 하나 이상의 유체 채널을 형성한다. 분리기는 하나 이상의 금속으로 형성되어 기관 층의 제1 표면 상에 배치된 제1 층을 포함한다. 제1 층은 전기 전도성 재료로 형성된다. 분리기는 기관 층의 제2 표면 상에 배치된 제2 층을 더 포함한다. 제2 층은 가요성의 전기 전도성 재료로 형성된다. 제1 층은 하나 이상의 위치에서 제2 층과 접촉하여, 제1 층과 제2 층 사이의 전기적 연결을 한정한다.

<5> 다른 실시예는 가요성 유동장 분리기를 제조하는 방법에 관한 것이다. 방법은 가요성의 전기 전도성 재료로 형성된 제2 층을 제공하는 단계를 포함한다. 중합체 기관 층의 제2 표면이 제2 층과 접촉하여 위치된다. 제2 층과 기관 층은 중합체 기관 층의 제1 표면 상에 구조화된 유동장 패턴을 현상하도록, 압력 및 선택적으로 온도 하에서 라미네이팅된다. 전기 전도성 재료의 제1 층이 중합체 기관 층의 제1 표면 상에 코팅되어, 제1 층은 하나 이상의 위치에서 제2 층과 접촉하여 제1 및 제2 층 사이에 전기적 연결을 확립한다.

<6> 본 발명의 또 다른 실시예는 본원에서 설명되는 인성 시험에 따라 측정된 약 20° 를 초과하는 인성, 및 약 4.5 미만의 평균 체적 밀도를 갖는 가요성 유동장 분리기에 관한 것이다.

<7> 본 발명의 추가의 실시예는 연료 전지 스택을 수리하는 방법을 포함한다. 연료 전지 스택은 가요성 재료로 형성되어 제1 및 제2 표면을 갖는 기관 층을 갖는 하나 이상의 유동장 분리기를 포함한다. 구조화된 유동장 패턴이 기관 층의 제1 표면 상에 형성된다. 구조화된 유동장 패턴은 하나 이상의 유체 채널을 형성한다. 분리기는 하나 이상의 금속으로 형성되어 기관 층의 제1 표면 상에 배치된 제1 층을 포함한다. 제1 층은 전기 전도성 재료로 형성된다. 분리기는 기관 층의 제3 표면 상에 배치된 제2 층을 더 포함한다. 제2 층은 가요성의 전기 전도성 재료로 형성된다. 제1 층은 하나 이상의 위치에서 제2 층과 접촉하여, 제1 층과 제2 층 사이의 전기적 연결을 한정한다.

<8> 본 발명의 일 태양에 따르면, 결함 있는 단일형 전지 조립체가 검출된다. 압축이 연료 전지 스택의 복수의 단일형 전지 조립체로부터 제거되고, 결함 있는 단일형 전지 조립체가 교체된다. 단일형 전지 조립체를 단일형 전지 조립체 정합으로 유지하면서, 올바른 압축이 복수의 단일형 전지 조립체에 재인가된다.

<9> 본 발명의 상기 설명은 본 발명의 각각의 실시예 또는 모든 실시를 설명하도록 의도되지 않는다. 장점 및 달성이 본 발명의 더 완전한 이해와 함께, 첨부된 도면과 관련하여 취해지는 다음의 상세한 설명 및 청구범위를 참조함으로써 명백해지고 이해될 것이다.

### 실시예

- <24> 본 발명이 다양한 변형 및 대안적인 형태로 보정될 수 있지만, 그의 세부는 도면에 예시적으로 도시되었고, 상세하게 설명될 것이다. 그러나, 본 발명을 설명되는 구체적인 실시예로 제한하지 않도록 의도된다는 것이 이해되어야 한다. 대조적으로, 첨부된 청구범위에 의해 한정되는 바와 같은 본 발명의 범주 내에 드는 모든 변형, 등가물, 및 대안을 포함하도록 의도된다.
- <25> 도시된 실시예에 대한 다음의 설명에서, 그의 일부를 구성하며 본 발명이 실시될 수 있는 다양한 실시예가 예시적으로 도시되어 있는 첨부된 도면이 참조된다. 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고서, 실시예가 이용될 수 있고 구조적 변화가 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다.
- <26> 본 발명은 분리기의 표면들 사이에서 z-축 전기 전도를 제공하는 유동장 분리기로서 본원에서 표시되는 유동장 필름에 관한 것이다. 분리기는 적어도 하나의 표면 상에 형성된 구조화된 유동장 패턴을 갖는 가요성 기관을 포함한다. 제1 및 제2 전도성 층이 기관의 표면 상에 배치되고, 제1 층은 하나 이상의 위치에서 기관을 통한 개구 또는 전도 경로를 거쳐 제2 층과 전기적 접촉을 이룬다.
- <27> 자동차 구동 스택과 같은 특정 용도에 대해, 기존의 PEM 연료 전지에서 과도한 중량, 체적, 및/또는 비용으로 인한 제한이 있다. 이에 대한 중요한 이유는 유동장 분리기의 두께 및 중량에 기인한다. 가공된 그래파이트, 탄소 복합재, 및 금속이 유동장 분리기에 대해 일반적으로 사용되는 재료이다. 이러한 재료 옵션은 과도한 체적 또는 중량으로 곤란을 겪는다. 이러한 제한은 전형적으로 각각의 스택 내에 많은 분리기가 있으므로, 무겁거나 대형인 연료 전지 스택으로 이어진다. 또한, 이러한 분리기를 얇고 강하게 만드는 것이 어렵다. 파단 및 균열이 그래파이트 및 탄소 복합재 기반의 분리기에서의 문제였다. 작은 결함이 파단 및 파괴적 손상으로 이어질 수 있다. 얇은 경량 금속판 분리기가 쉽게 구부러져서 변형되어 유지될 수 있다. 유동장 분리기의 성능을 개선하기 위한 많은 시도가 있었지만, 비용, 두께, 중량, 및 인성 사이의 양호한 균형을 찾는 것은 어려웠다. 본 발명은 이러한 제한에 대한 비용 효과적이며 확실한 해결책으로 이러한 문제를 해결한다. 본 발명은 또한 PEM 연료 전지 스택을 위한 분리기를 비용 효과적으로 제조하기 위한 방법을 제공한다. 연속 필름에 기초한 방법이 비용 효과적인 성형 방법과 함께 제공된다. 이러한 방법은 더욱 비용 효과적이며 산업화된, PEM 연료 전지를 제조하기 위한 새로운 기회를 제시한다.
- <28> 연료 전지 동력 시스템의 효율은 또한 연료 전지 스택의 개별 연료 전지 내의 다양한 접촉 및 밀봉 계면의 무결성에 의존한다. 그러한 접촉 및 밀봉 계면은 스택의 연료 전지들 내에서의 그리고 그들 사이에서의 연료, 냉각제, 및 유출물의 이송과 관련된 것을 포함한다. 연료 전지 스택 내에서의 연료 전지 구성요소 및 조립체의 적절한 위치 정렬은 연료 전지 시스템의 효율적인 작동을 보장하기 위해 중요하다. 예를 들어 연료 전지 하위 조립체의 조립 중의 취급으로부터 발생한 연료 전지 구성요소들의 오정렬은 개별 연료 전지의 손상 및 연료 전지 시스템 성능의 열화로 이어질 수 있다. 이러한 필요성은 하위 조립체로도 확장된다. 단일형 전지 조립체(UC A)는 정밀한 정렬, 밀봉, 및 결함을 요구한다.
- <29> 본 발명의 분리기는 연료 전지 용도에 대해 사용되는 쌍극 또는 단극 유동장 분리기를 형성하기 위해 특히 유용하다. 본 발명에 따른 유동장 분리기가 연료 전지 조립체의 맥락에서 특히 유리하지만, 본 발명의 원리는 매우 다양한 용도에서 실시될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 따라서, 아래에서 설명되는 구체적인 예시적인 실시예는 제한이 아닌 설명의 목적이다.
- <30> 아래에서 제공되는 예에서 설명되는 분리기 필름은 반응물 및 부산물을 효율적으로 이송하고, 열 에너지를 전도시키고, 저항성 전류 손실을 다목적이며 비용 효과적인 방식으로 최소화하도록 사용될 수 있다. 가공된 그래파이트, 성형된 전도성 탄소 복합재 중합체, 리소그래피로 에칭된 플레이트, 및 성형된 금속 플레이트와 같은 다른 유형의 유동장 플레이트는 각각 어느 정도 상당한 성능 또는 비용 제한을 겪는다. 본 발명은 매우 얇고 강하며 가요성인 경량의 유동장 단극 및 쌍극 분리기를 제공하는 다목적이며 비용 효과적인 z-축 전기 전도성 유체 이송 필름에 관한 것이다.
- <31> 기본적인 성능 파라미터에 추가하여, 본원에서 설명되는 실시예 중 일부는 가요성이며 연속 공정 기술에 의해 형성될 수 있는 유동장 분리기를 설명한다. 본원에서 설명되는 가요성 분리기는 개별 구성요소로서 또는 연속된 롤로 만들어질 수 있다.
- <32> 본 발명의 실시예에 따른 분리기는 어느 정도 탄성을 갖는 재료로부터 만들어져서, 분리기가 순응성 및 개선된 개스킷 형성을 제공하도록 허용할 수 있는 유체 구조물을 포함한다. 몇몇 실시예에서, 분리기는 분리된 밀봉부 대신에 사용될 수 있는 일체형 개스킷 형성 특징부를 포함한다. 몇몇 실시예에서, 분리기는 예를 들어 냉각제 및 2개의 반응물 스트림을 수용하는 3개의 구별된 유체 영역의 이동을 용이하게 할 수 있다. 그러한 구성은 연

료 전지 용도에 대한 일체형 생각을 갖는 쌍극 유동장 분리기를 형성하기 위해 특히 유용하다.

- <33> 본 발명의 유동장 분리기는 여러 유형, 구성, 및 기술의 연료 전지 조립체 및 스택 내에 통합될 수 있다. 전형적인 연료 전지가 도1a에 도시되어 있다. 연료 전지는 수소 연료와 공기로부터의 산소를 조합하여 전기, 열, 및 물을 생성하는 화학 장치이다. 연료 전지는 연소를 이용하지 않고, 이와 같이 연료 전지는 해로운 방출물을 실사 있다 하더라도 거의 생성하지 않는다. 연료 전지는 수소 연료 및 산소를 직접 전기로 변환하고, 예를 들어 내연 기관 전기 발전기보다 훨씬 더 높은 효율로 작동될 수 있다.
- <34> 도1a에 도시된 연료 전지(10)는 양극(14)에 인접한 제1 확산기/전류 수집기(12: DCC)를 포함한다. 양극(14)에 인접하여, 전해질 박막(16)이 있다. 음극(18)이 전해질 박막(16)에 인접하여 위치되고, 제2 확산기/전류 수집기(19)가 음극(18)에 인접하여 위치된다. 작동 시에, 수소 연료가 연료 전지(10)의 양극 부분 내로 도입되어, 제1 확산기/전류 수집기(12)를 통해 양극(14)을 넘어 통과한다. 양극(14)에서, 수소 연료는 수소 이온( $H^+$ ) 및 전자( $e^-$ )로 분리된다.
- <35> 전해질 박막(16)은 수소 이온 또는 양자만이 전해질 박막(16)을 통해 연료 전지(10)의 음극 부분으로 통과하도록 허용한다. 전자는 전해질 박막(16)을 통과할 수 없고, 대신에 전류의 형태로 외부 전기 회로를 통해 흐른다. 이러한 전류는 전기 모터와 같은 전기 부하(17)를 급전할 수 있거나, 충전식 배터리와 같은 에너지 저장 장치로 유도될 수 있다.
- <36> 산소는 제2 확산기/전류 수집기(19)를 거쳐 연료 전지(10)의 음극측 내로 흐른다. 산소가 음극(18)을 넘어 통과할 때, 산소, 양자, 및 전자가 조합하여 물과 열을 생성한다.
- <37> 도1a에 도시된 것과 같은 개별 연료 전지는 아래에서 설명되는 바와 같이 단일형 연료 전지 조립체로서 패키징될 수 있다. 본원에서 단일형 전지 조립체(UCA)로 불리는 단일형 연료 전지 조립체는 연료 전지 스택을 형성하기 위해 복수의 다른 UCA와 조합될 수 있다. UCA는 스택 내의 복수의 UCA와 직렬로 전기 연결되어 스택의 총 전압을 결정할 수 있고, 각각의 전지의 활성 표면적이 총 전류를 결정한다. 주어진 연료 전지 스택에 의해 발생하는 총 전력은 총 스택 전압을 총 전류로 곱함으로써 결정될 수 있다.
- <38> 복수의 상이한 연료 전지 기술이 본 발명의 원리에 따른 UCA를 구성하기 위해 채용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 하나 이상의 유동장 분리기가 양자 교환 박막(PEM) 연료 전지 조립체를 구성하기 위해 채용될 수 있다. PEM 연료 전지는 비교적 낮은 온도(약 175°F/80°C)에서 작동하고, 높은 전력 밀도를 갖고, 전력 요구의 변화를 만족시키기 위해 출력을 신속하게 변경할 수 있고, 예를 들어 자동차와 같이 신속한 시동이 요구되는 용도에 대해 매우 적합하다.
- <39> PEM 연료 전지 내에서 사용되는 양자 교환 박막은 전형적으로 수소 이온의 통과는 허용하지만 기체상 반응물은 분리하는 얇은 고체 중합체 전해질 시트이다. 박막은 전형적으로 양 측면 상에서, 활성 촉매인 고도로 확산된 금속 또는 금속 합금 입자(예를 들어, 백금 또는 백금/루테튬)로 코팅된다. 사용되는 전해질은 전형적으로 고체 과불소 황산 중합체이다. 고체 전해질의 사용은 부식 및 전해질 오염 문제점을 감소시키기 때문에 유리하다.
- <40> 수소가 연료 전지의 양극측으로 공급되고, 촉매는 수소 원자가 전자를 방출하여 수소 이온(양자)이 되도록 촉진한다. 전자는 산소가 도입된 연료 전지의 음극측으로 복귀하기 전에, 이용될 수 있는 전류의 형태로 이동한다. 동시에, 양자는 박막을 통해 음극으로 확산되고, 이 때 수소 이온이 산소와 재조합되고 반응하여 물을 생성한다.
- <41> 박막 전극 조립체(MEA)는 수소 연료 전지와 같은 PEM 연료 전지의 중심 요소이다. 위에서 언급된 바와 같이, 전형적인 MEA는 고체 전해질로서 기능하는, (이온 전도성 박막(ICM)으로도 알려진) 중합체 전해질 박막(PEM)을 포함한다.
- <42> PEM의 일면은 양극 촉매 전극 층과 접촉하고, 대향면은 음극 촉매 전극 층과 접촉한다. 각각의 전극 층은 백금 금속을 전형적으로 포함하는 전기 화학적 촉매를 포함한다. 확산기/전류 수집기는 양극 및 음극 전극 재료로의 그리고 그로부터의 기체 이송을 용이하게 하고, 전류를 촉매 층으로부터 분리기 또는 유동장 필름으로 전도시킨다.
- <43> 전형적인 PEM 연료 전지에서, 양자는 양극에서 수소 산화를 거쳐 형성되고 음극으로 이송되고 산소와 반응하여, 전류가 전극들을 연결하는 외부 회로 내에서 흐르도록 허용한다.

- <44> DCC는 기체 확산 층(GDL)으로 불릴 수도 있다. 양극 및 음극 전극 층은 완성된 MEA 내에서 PEM과 DCC 사이에 배치되는 한, 제조 중에 PEM 또는 DCC에 도포될 수 있다.
- <45> 임의의 적합한 PEM이 본 발명의 실시예에 있어서 사용될 수 있다. 유용한 PEM 두께는 약 200  $\mu\text{m}$  내지 약 15  $\mu\text{m}$  사이의 범위이다. PEM은 전형적으로 나피온<sup>®</sup>(Nafion: 텔라웨어주 윌밍턴의 듀폰 케미칼즈(DuPont Chemicals)), 플레미온<sup>®</sup>(Flemion: 일본 도쿄의 아사히 글래스 코. 엘티디.(Asahi Glass Co. Ltd.)), 및 YOSO<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-O-[중합체 골격]의 조성식(여기서, Y는 H<sup>+</sup> 또는 알칼리 금속 양이온과 같은 다른 1가 양이온)에 따른 고도로 불소화된 골격 및 반복되는 측쇄기를 갖는 중합체와 같은, 산-기능성 불소 중합체인 중합체 전해질로 구성된다. 후자의 중합체는 WO 2004/062019호에 설명되어 있다. 본 발명에서 유용한 중합체 전해질은 전형적으로 양호하게는 테트라플루오로에틸렌과 하나 이상의 불소화된 산-기능성 공단량체의 공중합체이다.
- <46> 전형적으로, 중합체 전해질은 황산 작용기를 지닌다. 중합체 전해질은 전형적으로 1200 이하, 더욱 전형적으로 1100, 가장 전형적으로 약 1000의 산 당량을 갖는다. 800 또는 700만큼 낮은 당량이 사용될 수 있다.
- <47> 임의의 적합한 DCC가 본 발명의 실시예에 있어서 사용될 수 있다. 전형적으로, DCC는 탄소 섬유를 포함하는 시트 재료로 구성된다. DCC는 전형적으로 직물 또는 부직 섬유 구성으로부터 선택된 탄소 섬유 구성이다. 본 발명의 실시예에 있어서 유용할 수 있는 탄소 섬유 구성은 토레이 카본 페이퍼(Toray Carbon Paper), 스펙트라카브 카본 페이퍼(SpectraCarb Carbon Paper), AFN 부직 탄소 천, 졸텍 카본 클로스(Zoltec Carbon Cloth) 등을 포함할 수 있다. DCC는 탄소 입자 코팅, 친수화 처리, 및 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)에 의한 코팅과 같은 소수화 처리를 포함하는, 다양한 재료로 코팅 또는 함침될 수 있다.
- <48> 플래티넘 블랙 또는 세립, (US 2004/0107869호에 설명된 바와 같은) 탄소-지지 촉매 입자를 포함하는 잉크, 또는 (US 6,482,763호 및 US 5,879,827호에 설명된 바와 같은) 나노 구조의 박막 촉매를 포함하는, 임의의 적합한 촉매가 본 발명의 실시예에 있어서 사용될 수 있다. 촉매는 수동 브러싱, 노치 바 코팅, 유체 보유 다이 코팅, 와이어 권취식 로드 코팅, 유체 보유 코팅, 슬롯 공급식 나이프 코팅, 3-롤 코팅, 또는 전사를 포함한, 수동 및 기계식 방법을 포함하는 임의의 적합한 수단에 의해 PEM 또는 DCC에 도포될 수 있다. 코팅은 1회 도포 또는 복수회 도포로 달성될 수 있다.
- <49> 직접 메탄올 연료 전지(DMFC)가 전해질로서 중합체 박막을 사용하는 점에서 PEM 전지와 유사하다. 그러나, DMFC에서, 양극 촉매 자체가 액체 메탄올 연료로부터 수소를 흡인하여, 연료 정제기에 대한 필요를 제거한다. DMFC는 전형적으로 40 - 90°C 사이의 온도에서 작동한다. 직접 메탄올 연료 전지는 본 발명의 원리에 따라 구성된 하나 이상의 유동장 분리기를 이용할 수 있다.
- <50> 이제 도1b를 참조하면, PEM 연료 전지 기술에 따라 실시된 UCA의 일 실시예가 도시되어 있다. 도1b에 도시된 바와 같이, UCA(20)의 박막 전극 조립체(25: MEA)는 5개의 구성 층을 포함한다. PEM 층(22)이 예를 들어 DCC 층(24, 26)들 또는 기체 확산 층(GDL)들 사이에 삽입된다. 양극 촉매(30)가 제1 DCC(24)와 박막(22) 사이에 위치되고, 음극 촉매(32)가 박막(22)과 제2 DCC(26) 사이에 위치된다.
- <51> 하나의 구성에서, PEM 층(22)은 일 표면 상에 양극 촉매 코팅(30)을 그리고 타 표면 상에 음극 촉매 코팅(32)을 포함하도록 제조된다. 이러한 구조는 종종 촉매 코팅 박막 또는 CCM으로 불린다. 다른 구성에 따르면, 제1 및 제2 DCC(24, 26)가 각각 양극 및 음극 촉매 코팅(30, 32)을 포함하도록 제조된다. 또 다른 구성에서, 양극 촉매 코팅(30)이 부분적으로 제1 DCC(24) 상에 그리고 부분적으로 PEM(22)의 일 표면 상에 배치될 수 있고, 음극 촉매 코팅(32)이 부분적으로 제2 DCC(26) 상에 그리고 부분적으로 PEM(22)의 타 표면 상에 배치될 수 있다.
- <52> DCC(24, 26)는 전형적으로 탄소 섬유 종이 또는 부직 재료 또는 직물로부터 제조된다. 제품 구성에 의존하여, DCC(24, 26)는 일 측면 상에 탄소 입자 코팅을 가질 수 있다. DCC(24, 26)는 위에서 언급된 바와 같이, 촉매 코팅을 포함하거나 배제하도록 제조될 수 있다.
- <53> 도1b에 도시된 특정 실시예에서, MEA(25)는 제1 모서리 밀봉 시스템(34)과 제2 모서리 밀봉 시스템(36) 사이에 삽입되어 도시되었다. 모서리 밀봉 시스템(34, 36)은 다양한 유체(기체/액체) 이송 및 반응 영역들이 서로를 오염시키고 UCA(20)를 부적절하게 빠져나가는 것을 방지하기 위해 UCA 패키지 내에 필요한 밀봉을 제공하고, 유동장 분리기(40, 42)들 사이의 전기적 격리 및 하드 스톱 압축 제어를 더 제공할 수 있다. 도1b에 도시된 예에서, 유동장 필름(40, 42)은 각각 제1 및 제2 모서리 밀봉 시스템(34, 36)에 인접하여 위치된다. 본원에서 설명되는 몇몇 실시예에서, 유동장 분리기는 모서리 밀봉 시스템(34, 36) 대신에 일체형 개스킷을 제공하도록 구성

된다.

- <54> 각각의 유동장 필름(40, 42)은 수소 및 산소 공급 연료가 통과하는 기체 유동 채널(43) 및 포트의 영역을 포함한다. 유동장 필름(40, 42)은 또한 냉각제 채널 및 포트를 포함할 수 있다. 냉각제 채널은 기체 유동 채널(43)을 포함하는 표면에 대향한 유동장 필름(40, 42)의 표면 상에 포함될 수 있다.
- <55> 도1b에 도시된 구성에서, 유동장 필름(40, 42)은 단극 유동장 분리기로서 구성되고, 단일 MEA(25)가 그들 사이에 삽입된다. 도1b에 도시된 UCA 구성은 본 발명에 따른 유동장 분리기 방법론의 맥락에서 사용하기 위해 실시될 수 있는 특정 배열을 대표한다. 이러한 배열은 단지 예시적인 목적으로 제공되고, 본 발명의 범주 내에 드는 모든 가능한 구성을 표현하도록 의도되지 않는다. 오히려, 도1b는 특정 연료 전지 조립체 설계 내로 선택적으로 통합될 수 있는 다양한 구성요소를 도시하도록 의도된다.
- <56> 본 발명의 태양은 단극 또는 쌍극 유동장 분리기 필름에 관한 것이다. 본원에서 설명되는 바와 같이 구성된 단극 또는 쌍극 유동장 필름은 연료 전지 조립체 또는 하위 조립체를 만드는데 있어서 특히 유용하다. 본 발명의 태양은 또한 복수의 전지 조립체(MCA) 또는 UCA의 하위 유닛들을 서로 적층시킴으로써 형성되는 연료 전지 스택에 관한 것이고, 각각의 MCA (또는 UCA) 모듈 자체는 적어도 하나의 박막 전극 조립체(MEA) 및 적어도 2개의 쌍극 또는 단극 유동장 분리기(또는 쌍극 및 단극 유동장 분리기들의 혼합 쌍)를 포함하는 짧은 스택"이다.
- <57> 도2는 본 발명의 실시예에 따른 유동장 분리기의 단면을 도시한다. 도2의 유동장 분리기는 예를 들어 연료 전지 용도에서 단극 유동장 필름으로서 사용될 수 있다. 유동장 분리기는 양호한 치수 안정성 및 낮은 열팽창 계수를 갖는 중합체와 같은 중합체 재료로 형성될 수 있는 가요성 기관 층(210)을 포함한다. 예를 들어, 중합체는 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리프로필렌, 및 폴리카보네이트와 같은 재료로부터 선택될 수 있고, 폴리카보네이트가 양호하다.
- <58> 제1 및 제2 전기 전도성 층(220, 230)이 기관(210)의 대향 표면들 상에 배치된다. 몇몇 실시예 있어서, 접착 층이 기관(210)과 제2 층(230) 사이에 배치될 수 있다. 예를 들어, 접착 층은 고무, 실리콘, 또는 아크릴계 접착제를 포함할 수 있다. 예로서, 이소시아네이트 등을 포함한 다른 접착 층이 고려될 수도 있다. 기관(210)은 하나 이상의 필름을 포함할 수 있고, 전기적으로 비전도성이거나 제1 및 제2 층보다 실질적으로 낮은 전기 전도성을 가질 수 있다. 제2 층(230)은 가요성이며, 알루미늄 포일과 같은 하나 이상의 전기 전도성 필름 및/또는 포일을 포함할 수 있다. 제1 층(220)은 니켈과 같은 하나 이상의 금속의 전기 전도성 코팅으로 형성될 수 있다. 몇몇 실시예 있어서, 접착 촉진 층이 제1 층(220)과 기관(210) 사이에 채용될 수 있다. 예를 들어, 접착 촉진 층은 스퍼터링되거나 증착된 금속 층을 포함할 수 있다. 접착 촉진 층의 몇몇 예는 나노미터 미만의 층에서 수십 또는 수백 나노미터의 두께 범위 내의 니켈, 또는 크롬/니켈 금속 층, 또는 금속 필름들의 조합을 포함할 수 있다.
- <59> 분리기는 제1 및 제2 층(220, 230)들 사이의 전기적 접촉을 제공하는 상호 연결 구역(270)을 포함한다. 구역(270)들은 제1 전도성 층(220)이 여러 작은 분리된 영역 및/또는 하나 이상의 큰 연속된 영역 내에서 제2 전도성 층(230)에 전기적으로 연결되도록 배열된다. 구역(270)들은 분리기가 분리기의 z-축을 통한 현저한 저항성 전기 손실이 없이 실질적인 전류를 운반할 수 있도록 배열된다. 제1 및 제2 층(220, 230)들 사이의 상호 연결 구역(270)은 약 0.001 Ω-cm<sup>2</sup> 내지 약 0.1 Ω-cm<sup>2</sup> 사이의 면적 비저항을 제공할 수 있다.
- <60> 기관(210)은 적어도 하나의 채널(250) 및 하나의 개구(240)를 형성하는 특징부(260)의 유동장 패턴을 포함한다. 유동장 패턴은 기관(210)의 표면 상에 구조화된 유동장 패턴을 형성할 수 있다. 채널(250)은 분리기의 표면을 가로질러 연료 반응물, 부산물, 및/또는 냉각제의 이송을 제공한다. 유동장의 채널 또는 채널들(250)은 기관(210)의 표면을 가로질러 사행 패턴, 곡선 패턴, 및/또는 선형 패턴을 포함한 다양한 패턴을 형성할 수 있다.
- <61> 기관 특징부(260) 및/또는 개구(240)는 양호하게는 성형에 의해 형성되지만, 다른 공정에 의해 형성될 수 있다. 기관(210) 내의 개구(240)는 제1 및 제2 층(220, 230)들 사이의 상호 연결 구역(270)의 형성을 용이하게 한다. 개구(240)는 성형, 라미네이팅, 레이저 절삭, 기관의 천공, 또는 다른 공정에 의해 형성될 수 있다.
- <62> 제1 전기 전도성 층(220)은 하나 이상의 금속으로 구성될 수 있고, 기관(210)의 일 표면의 특징부(260)를 컨포멀 코팅한다. 예를 들어, 제1 층(220)은 기관 특징부(260)의 표면에 일치하는 갈바니 작용에 의해 형성된 금속 외피를 포함할 수 있다. 제1 층(220)은 약 3 mil의 두께, 양호하게는 약 1.5 내지 2 mil의 두께를 가질 수 있지만, 두께는 약 0.1 mil 내지 5 mil 이상의 두께 범위일 수 있다. 제1 층(220)의 두께는 양호하게는 기관(210)의 특징부(260) 및/또는 채널(250)에 비해 얇다. 전형적인 채널(250) 치수는 약 1 mil 내지 약 100 mil, 더욱 양호하게는 약 3 mil 내지 약 50 mil, 더욱 양호하게는 약 10 mil 내지 약 35 mil의 범위일 수 있다. 일

반적으로, 제1 층(220)은 채널(250)에 비해 얇게 유지될 것이고, 제1 층(220)을 가능한 한 얇게 유지하는 것이 바람직할 수 있다.

- <63> 제2 전기 전도성 층(230)은 제1 전기 전도성 층(220)으로부터의 기관(210)의 대향 표면에 배치된다. 제2 층(230)은 니켈, 알루미늄, 또는 스테인리스강과 같은 금속 포일과 같은 가요성의 전기 전도성 재료를 포함할 수 있다. 제2 층(230)은 선택적으로 그래포일(Graphoil)과 같은 가요성 형태의 그래파이트, 또는 다른 전기 전도성이며 가요성인 재료로 형성될 수 있다.
- <64> 앞서 설명된 바와 같이, 기관(210)은 개구(240)를 포함하고, 이를 통해 전기적 상호 연결부(270)가 제1 및 제2 층(220, 230)들 사이에 형성된다. 일 실시예에서, 개구(240)는 채널 특징부(260)를 형성하는데 사용되는 성형 공정에 의해 형성될 수 있거나, 별개의 공정 단계에서 형성될 수 있다. 예를 들어, 개구(240)는 이후에 제2 층(230)에 라미네이팅되는 복제 기관 필름을 천공함으로써 형성될 수 있다. 대안적으로, 개구(240)는 선택적으로 기관을 제2 층(230) 상으로 라미네이팅 또는 성형한 후에 형성될 수 있다. 제1 층(220)은 기관(210)의 표면 상에 컨포멀 적층되어, 상호 연결 구역(270)에서 개구(240)를 통해 제2 층과 전기적 접촉을 이룬다.
- <65> 기관(210)은 전기 전도성일 수 있지만 반드시 그럴 필요는 없는 재료로 형성될 수 있다. 기관이 전기 전도성이면, 분리기의 z-축 전기 전도성은 상호 연결 구역(270)만에 의해 제공되는 z-축 전기 전도성에 비해 향상된다. 위에서 설명된 구조화된 기관(210)에 인접한 제1 및 제2 전도성 층(220, 230)들이 컨포멀 층이기 때문에, 유체 채널은 작을 수 있다. 이러한 특징부는 유동장이 얇게 만들어져서 콤팩트한 단극 또는 쌍극 유동장 필름 및 연료 전지 설계를 더욱 촉진할 수 있으므로, 매우 유용하다.
- <66> 아래에서 더욱 상세하게 설명되는 바와 같이, 인성 측정이 파괴적 파단에 대한 분리기의 저항을 평가하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따라 형성된 분리는 전형적으로 약 4.5 gm/cm<sup>3</sup> 미만의 평균 체적 밀도를 유지하면서, 본원에서 설명되는 인성 시험에 따라 측정된, 약 20° 를 초과하는 인성 시험 값을 가질 수 있다.
- <67> 도3 - 도6은 본 발명의 실시예에 따라 부분적으로 또는 완전히 형성된 분리기의 다양한 도면의 현미경 사진이다. 도3은 위에서 설명된 바와 같은 분리기의 단면의 현미경 사진이다. 도3은 일련의 상호 연결 구역 또는 관통부를 통해 절단된 단면을 도시한다. 기관 내의 채널 및 개구는 단면에서 분리된 단차부로서 출현한다. 이러한 예에서, 기관은 중합체로 형성되고, 제1 전도성 층은 Ni이고, 제2 전도성 층(후면 층)은 Al이다.
- <68> 도4 및 도5는 도2 및 도3에 도시된 것과 다른 단면 형상을 갖는 성형 기관을 도시한다. 기관의 성형 표면은 만곡되어 채널 및 개구를 형성한다. 도4는 알루미늄 기부 층 상에 배치된 중합체 기관의 여러 채널/개구 특징부의 단면을 도시한다. 도5는 기관과 알루미늄 기부 층 사이의 계면의 확대도이다. 도6은 기관 내에 형성된 개구를 포함하는 기관 채널의 평면도의 현미경 사진이다.
- <69> 도7에 도시된 일 실시예에서, 분리는 분리기의 열 제거 특성을 더욱 향상시키기 위해 열 전달 유체를 담도록 구성된 채널(750) 세트를 포함할 수 있다. 도7에 도시된 바와 같이, 이러한 실시예는 제1 기관(210)에 의해 형성된 채널(250)에 대향한 제2 채널(750) 세트를 형성하는 제2 기관(710)을 포함한다. 제1 채널(250)은 제2 채널(750) 세트와 정렬 또는 정합될 필요가 없다. 유사하게, 전기 연결부(270, 770)들은 정렬될 필요가 없다. 유사하게, 개구(240, 740)들은 정렬될 필요가 없다. 본 발명의 분리기의 박형은 또한 전기 연결부(270, 770)와 조합하여, 제1 층(220) 측면으로부터 제3 층(720) 측면으로 열을 전달하는 것을 돕는다.
- <70> 도7에 도시된 바와 같이, 제2 기관(710)은 제2 층(230) 상에 배치된다. 제1 및 제2 기관(210, 710)의 표면에 형성된 특징부(260, 760)의 패턴이 도2와 관련하여 설명된 바와 같은 채널(250, 750)을 형성한다. 제1 기관(210)은 전기 전도성 제1 층(220)으로 컨포멀 코팅된다. 제2 기관(710)은 전기 전도성 제3 층(720)으로 컨포멀 코팅될 수 있다. 제1 기관 내의 개구(240)는 제1 및 제2 층(220, 230)들 사이에 전기적 상호 연결 구역(270)을 허용한다. 작동 중에, 열 전도 유체가 제2 기관(710)의 채널(750)을 통해 유동하여, 열 에너지가 분리기로부터 멀리 운반되게 할 수 있다. 열 에너지는 제1 층(220)과 제2 층(230) 사이의 z-축 상호 연결부(270)의 지점에서 높은 플럭스 속도를 가질 수 있다.
- <71> 본 발명의 실시예는 도8에 도시된 바와 같은 쌍극 유동장 분리에 관한 것이다. 쌍극 유동장 분리는 제2 층(230) 상에 배치된 대향한 가요성 기관 층(210, 910)을 포함한다. 제1 및 제2 기관(210, 910)은 채널(250, 950) 및 개구(240, 940)를 형성하는 특징부(260, 960)를 포함한다. 제1 전기 전도성 층(220)이 제1 기관(210)의 특징부(260)에 일치하도록, 제1 기관(210)의 표면 상에 형성된다. 제1 기관(210) 내의 개구는 제1 층

(220)을 제2 층(230)에 전기적으로 연결하는 전기적 상호 연결 구역(270)이 형성되도록 허용한다.

- <72> 제3 전기 전도성 층(920)이 제2 기관(910)의 특징부(960)에 일치하도록, 제2 기관(910)의 표면 상에 형성된다. 제2 기관(910) 내의 개구(940)는 제3 층(920)을 제2 층(230)에 전기적으로 연결하는 전기적 상호 연결 구역(970)이 형성되도록 허용한다. 이러한 구성에서, 분리기의 양 표면은 반응물 및/또는 부산물에 대한 유동장으로서 사용될 수 있다. 분리는 필름을 통한 z-축 전류 흐름을 제공하는 쌍극 유동장 필름으로서 이용될 수 있다. 대안적으로, 분리는 이러한 구성에서, 일 표면 상에 냉각 채널을 그리고 대향 표면 상에 반응물 채널을 가지며 필름을 통한 z-축 전류 흐름이 있는 단극 유동장 필름으로서 사용될 수 있다.
- <73> 도9에 도시된 본 발명의 일 실시예는 쌍극 필름으로부터 멀리 열을 전도하기 위해 사용될 수 있는 내부 채널(1090)을 갖는 쌍극 유동장 분리기에 관한 것이다. 이러한 실시예에 따르면, 3개의 분리된 유체 이동 영역이 제공된다. 내부 냉각 채널(1090)은 분리기 내에서의 냉각제 유동을 용이하게 한다. 화학 반응물 및/또는 부산물은 쌍극 분리기의 2개의 외측 표면 상의 채널(250, 950)을 통해 유동한다.
- <74> 이러한 실시예에 따르면, 분리기의 제2 층(230)은 냉각 유체의 유동을 용이하게 하기 위한 채널(1090)을 포함한다. 이러한 실시예에서, 제2 층(230)은 압출 알루미늄 포일과 같은 압출 포일 구조물을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 기관(210, 910)이 제2 층(230)의 대향 표면들 상에 형성된다. 제1 및 제2 기관(210, 910)은 채널(250, 950) 및 개구(240, 940)를 형성하는 특징부(260, 960)를 포함한다. 제1 전기 전도성 층(220)이 제1 기관(210)의 특징부(260)에 일치하도록 제1 기관(210)의 표면 상에 형성된다. 제1 기관(210) 내의 개구(240)는 제1 층(220)을 제2 층(230)에 전기적으로 연결하는 전기적 상호 연결 구역(270)이 형성되도록 허용한다.
- <75> 제3 전기 전도성 층(920)이 제1 기관(910)의 특징부(960)에 일치하도록 제2 기관(910)의 표면 상에 형성된다. 제2 기관(910) 내의 개구는 제3 층(920)을 제2 층(230)에 전기적으로 연결하는 전기적 상호 연결 구역(970)이 형성되도록 허용한다.
- <76> 몇몇 실시예는 분리기의 표면 상에 선택적인 코팅을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 선택적인 부식 방지 코팅이 위에서 설명된 제1, 제2, 및/또는 제3 층 중 하나 이상에 적용될 수 있다. 예를 들어, 부식 방지 층은 금속의 부식을 방지하고, 제1, 제2, 및/또는 제3 층 사이에서 약  $0.001 \Omega\text{-cm}^2$  내지 약  $0.1 \Omega\text{-cm}^2$  사이와 같은 적절한 면적 비저항을 유지하기 위해, 채용될 수 있다.
- <77> 다른 실시예에 따르면, 코팅이 감소된 접촉 저항을 제공하도록, 제1, 제2, 및/또는 제3 층의 표면에 도포될 수 있다. 그러한 코팅은 분리기의 전체 전기 저항을 감소시키기 위해 사용될 수 있다.
- <78> 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 접촉 코팅이 기관과 제2 층 사이에 도포될 수 있다.
- <79> 기관은 탄성 특성을 갖는 재료로 만들어질 수 있다. 탄성 기관은 분리가 개스킷 형성을 제공하도록 구성되게 허용할 수 있다. 이러한 실시예는 유체가 분리기의 특정 영역 내에 담길 필요가 있는 용도에 대해 특히 유용하다. 예를 들어, 연료 전지 용도에서, 분리는 단극 또는 쌍극 유동장 분리기의 주연 영역과 연료 전지 스택 내의 인접 구조물 사이의 개스킷으로서 기능하는 탄성 기관을 포함할 수 있다. 탄성 기관에 의해 형성된 개스킷 영역은 예를 들어 연료 전지 조립체 내에서 전형적으로 사용되는 분리형 시일을 대체하도록 사용될 수 있다.
- <80> 도10 및 도11은 본 발명의 실시예에 따른 단극 연료 전지 유동장 필름으로서 사용하기에 적합한 유동장 분리기의 제1 및 제2 표면(1100, 1200)을 도시한다. 도11 및 도12에 도시된 바와 같이, 분리기의 제1 표면(1100)은 반응물 채널의 사행 패턴을 갖는 유동장(1111)을 포함한다. 분리기의 제2 표면(1200)은 냉각 채널을 갖는 냉각 영역(1211)을 포함한다. 이러한 용도에서, 도11 및 도12에 의해 도시된 구성의 두 분리는 중합체 전해질 박막(PEM) 층, 확산기/전류 수집기(DCC) 층, 유동장 분리기 필름들 사이에 삽입된 양극 및 음극 촉매 층을 구비하여 배열되어, 연료 전지 단일형 전지 조립체(UCA)를 형성할 수 있다.
- <81> 도11 및 도12의 분리는 냉각제 입구 매니폴드(1221, 1222) 및 냉각제 출구 매니폴드(1223, 1224)를 둘러싸는 영역, 연료 입구 매니폴드(1131 - 1133) 및 연료 출구 매니폴드(1134, 1135)를 둘러싸는 영역, 및/또는 연결 로드 구멍(1241)을 둘러싸는 주연 영역과 같은, UCA 구조물의 다양한 영역의 밀봉을 용이하게 하도록 구성된 표면을 포함한다.
- <82> 앞서 설명된 바와 같이, 분리기 기관은 냉각제 및 연료 매니폴드(1131 - 1135, 1221 - 1224)를 둘러싸는 영역 및 연결 로드 구멍(1241)을 둘러싸는 주연 영역 내에서 개스킷 형성을 제공하는 탄성 재료로 형성될 수 있다. 연료 전지 작동 시의 개스킷 형성은 연료 전지의 작동을 현저하게 저하시킬 수 있는 냉각제 및/또는 연료 전지 누출의 가능성을 감소시킨다.

- <83> 도12는 연결 로드 구멍(1241)을 통해 취한 분리기의 단면을 도시한다. 분리기는 제1 및 제2 기관(1110, 1210) 내에 채널(1150, 1250) 및 개구(1140, 1240)를 형성하는 특징부(1160, 1260)를 갖는 제1 및 제2 기관(1110, 1210)을 포함한다. 제1 기관(1110)의 일부는 컨포멀 금속 층인 제1 층(1120)과 제2 층(1130) 사이에 배치된다. 제1 층(1120)은 제1 기관(1110) 내의 개구(1140)에 의해 제공된 상호 연결 구역(1170)에서 제2 층(1130)과 접촉한다. 제2 기관(1210)의 일부는 제2 층(1130)과 제3 컨포멀 층(1220) 사이에 배치된다. 제3 층(1220)은 제2 기관(1210) 내의 개구(1240)에 의해 제공된 상호 연결 구역(1270)에서 제2 층(1130)과 접촉한다.
- <84> 제1 표면(1100)의 채널(1150)은 연료 전지의 반응 연료에 대한 유동장을 제공한다. 액체 냉각제가 연료 전지의 활성 영역으로부터 열을 제거하기 위해 제2 표면(1200)의 채널(1250)을 통해 확산될 수 있다. 분리기는 제1 및 제3 층을 전기적으로 연결하는 상호 연결 구역(1170, 1270)을 거쳐 z-축에서의 전류 수집을 제공한다.
- <85> 도13은 표면(1200)으로부터 도시된, 도11 및 도12의 분리기에 대한 상호 연결 구역(1170, 1270)의 가능한 배열의 상세도이다. 상호 연결 구역(1170, 1270)은 전도성 제1 및 제3 컨포멀 층이 전도성인 제2 층과 접촉을 이루는 복수의 영역을 포함할 수 있다. 그러한 배열은 전류 수집을 위한 저 저항성 연결을 제공한다.
- <86> 도10 - 도12에 도시된 바와 같이, 분리기는 또한 유동장(1111, 1121)을 넘어, 냉각제 및 연료 매니폴드(1131 - 1135, 1221 - 1224) 및 연결 로드 구멍(1241) 둘레의 주연 영역을 포함하는 영역으로 연장될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 기관(1110, 1210)은 이러한 주연 영역들 중 하나 이상에 대한 개스킷 형성을 용이하게 하는 탄성 재료로 형성될 수 있다. 주연 영역 내의 기관(1110, 1210)은 압축 가능한 개스킷을 형성하도록 유동장 영역 내에서보다 더 두껍게 만들어질 수 있다. 도12에 도시된 바와 같이, 기관(1110, 1210)은 주연 영역(1175) 내에서 제1 및 제3 컨포멀 층을 포함할 필요가 없다.
- <87> 도14는 본 발명의 실시예에 따른 연료 전지 용도를 위한 단일형 전지 조립체(1550: UCA)를 도시한다. UCA(1550)는 하나 이상의 단극 유동장 필름(1552, 1556, 1554)의 채용을 통해 복수의 MEA(1525a, 1525b)를 통합한다. 도14에 도시된 구성에서, UCA(1550)는 2개의 MEA(1525a, 1525b) 및 4개의 단극 유동장 필름(1552, 1554, 1556)을 통합한다. 단극 유동장 필름(1556)은 일 표면(1556b) 상에 냉각 채널을 포함한다. 대안적으로, 2개의 단극 유동장 필름(1556)은 본원에서 설명되는 바와 같이 내부 냉각 채널을 갖는 쌍극 유동장 필름에 의해 대체될 수 있다. UCA는 미국 특허 출원 제11/025267호(대리인 정리 번호 60138US002)에 설명된 것을 포함한, 임의의 적합한 방법 또는 메커니즘에 의해 유지될 수 있다.
- <88> MEA(1525a)는 확산기/전류 수집기(1566a, 1564a: DCC)들 사이에 삽입된 음극(1562a)/박막(1561a)/양극(1560a)의 층상 구조물을 포함한다. DCC(1564a)는 단극 유동장 필름(1556)의 제1 유동장 표면(1556a)에 인접하여 위치된다. 단극 유동장 필름(1556)의 제2 유동장 표면(1556b)은 냉각 채널을 포함한다. DCC(1566a)는 단극 유동장 필름 또는 쌍극 필름으로 구성될 수 있는 유동장 필름(1552)에 인접하여 위치된다. 유동장 필름(1552)이 단극 유동장 필름으로 구성되면, 일 표면(1552a)은 반응물 유동장을 포함할 수 있고, 제2 표면(1552b)은 냉각제 유동장을 포함할 수 있다.
- <89> MEA(1525b)는 확산기/전류 수집기(1566b, 1564b: DCC)들 사이에 삽입된 음극(1562b)/박막(1561b)/양극(1560b)의 층상 구조물을 포함한다. DCC(1564b)는 단극 유동장 필름(1556)의 제1 유동장 표면(1556a)에 인접하여 위치된다. 단극 유동장 필름(1556)의 제2 유동장 표면(1556b)은 냉각 채널을 포함한다. DCC(1566b)는 단극 유동장 필름 또는 쌍극 필름으로 구성될 수 있는 유동장 필름(1554)에 인접하여 위치된다. 유동장 필름(1554)이 단극 유동장 필름으로 구성되면, 일 표면(1554a)은 반응물 유동장을 포함할 수 있고, 제2 표면(1554b)은 냉각제 유동장을 포함할 수 있다.
- <90> 도14에 도시된 구성의 복수의 UCA는 중합체 용접물에 의해 결합되어 연료 전지 스택을 형성할 수 있다. 다른 적합한 결합 수단은 클립, 스크루, 접착제, 에폭시, 스냅-로크 또는 듀얼-로크™(DUAL-LOCK)에 의해 예시되는 기계식 끼워 맞춤, 로킹 테이퍼 등을 포함한다.
- <91> 연료 전지 스택은 UCA들 및/또는 UCA 구성요소들 사이의 밀봉을 용이하게 하도록 정렬된 대응하는 복수의 UCA를 압축함으로써 형성된다. 예를 들어, 연료 전지 스택은 UCA의 주연 부분을 통과하여 스택에 소정의 압력을 인가하는 연결 로드를 사용하여 정렬되고 압축될 수 있다. UCA의 하나 이상의 구성요소는 압축 공정 중에 UCA들을 정렬시키도록 역할하는 정합 특징부를 포함할 수 있다. 본원에서 언급되는 바와 같이, 분리기는 UCA들에 대한 개스킷 형성을 제공할 수 있거나, 도1b에 도시된 바와 같은 분리된 개스킷이 스택의 밀봉을 향상시키기 위해 채용될 수 있다.
- <92> 본 발명의 일 실시예는 연료 전지 스택 내의 UCA를 교체하기 위한 방법을 포함한다. 일례에서, 연료 전지 스택

의 UCA의 교체는 UCA가 결합이 있다고 결정되었을 때 필요할 수 있다. UCA는 그가 예를 들어 하나 이상의 성능 저하된 MEA를 포함하면, 결합이 있을 수 있다. 이러한 시나리오에서, 압축이 연결 로드의 너트를 풀어서, 연료 전지 스택의 UCA로부터 제거된다. 결합 있는 UCA가 그 다음 제거되고, 교체 UCA가 스택 내로 삽입된다. 압축이 연료 전지 스택에 재인가된다.

- <93> 압축 공정 중에, UCA 구성요소들은 올바른 정렬로 유지된다. 올바른 정렬은 예를 들어 UCA의 하나 이상의 구성요소들의 정합 특징부에 의해 유지될 수 있다. 연료 전지 스택의 압축은 연료 전지 표면을 가로질러 균일한 압축을 향상시키기 위해, 연결 로드 너트를 소정의 시퀀스에서 소정의 압력으로 조이는 것을 포함할 수 있다.
- <94> 일 실시예에 따르면, 가요성 유동장 분리기를 만들기 위한 방법은 중합체 기관의 제2 표면을 알루미늄 포일과 같은 가요성의 전기 전도성 재료의 제2 층과 접촉하도록 위치시키는 단계를 포함한다. 제2 층 및/또는 기관은 하나 이상의 필름을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 기관은 폴리프로필렌 또는 폴리카보네이트와 같은 중합체 필름으로 형성될 수 있고, 제2 층은 알루미늄 포일 또는 필름으로 형성될 수 있다. 구조화된 유동장 패턴이 기관의 제1 표면 상에 형성된다. 기관의 제1 표면은 전기 전도성 재료, 예를 들어 니켈의 제1 층으로 코팅된다. 제1 층은 하나 이상의 위치에서 제2 층과 접촉하여, 전기 전도가 제1 층과 제2 층 사이에서 확립된다.
- <95> 유동장 패턴의 형성은 기관 층을 기관의 표면 상에 구조화된 특징부, 예를 들어 채널 및 개구를 형성하기 위한 성형 공정을 받게 함으로써 달성될 수 있다. 전형적인 방법은 압축 성형, 사출 성형, 압출 엠보싱, 압출 코팅, 및 주조 및 경화를 포함한다. 기관 층(들)을 형성하기 위해 사용되는 재료는 열가소성 중합체, 중합체 복합재, 또는 경화성 중합체 수지 조성물일 수 있다. 전형적인 구조적 특징부는 V형 리브, 평탄 상부 리브, 및 가능하게는 기둥 또는 단속적인 리브를 포함한다. 구조물의 설계는 연료 전지의 필요에 의존한다. 전형적인 채널 깊이는 약 1 mil 내지 100 mil, 더욱 양호하게는 약 3 mil 내지 50 mil의 범위이다. 리브는 예리한 팁을 가질 수 있거나, 라운딩된 팁 또는 편평 팁도 가질 수 있다.
- <96> 몇몇 실시예에서, 기관이 패턴을 형성하도록 성형 또는 라미네이팅되고, 제1 층이 패턴에 위에 적층된다. 다른 실시예에서, 제1 층이 매끄러운 기관 상에 적층되고, 층상화된 구조물이 압축 성형에서 엠보싱되어 패턴을 형성한다. 기관의 성형 또는 라미네이팅은 기관이 제2 층 상에 위치되기 이전 또는 이후에 수행될 수 있다.
- <97> 분리기는 분리기의 일 표면 또는 양 표면 상에 유동장을 갖도록 제조될 수 있다. 일 실시예에서, 분리기의 제1 표면 상의 유동장은 반응물 및/또는 부산물의 이송을 위해 사용될 수 있고, 분리기의 제2 표면 상의 유동장은 액체 또는 기체 냉각제에 대해 사용될 수 있다. 분리기의 일 표면 상의 반응물 유동장 및 대향 표면 상의 냉각제 유동장을 이용하는 분리기는 일체 냉각식 연료 전지 단극 유동장 필름으로서 실시될 수 있다.
- <98> 다른 실시예에서, 분리기의 양 측면 상의 유동장은 쌍극 유동장 분리기로서 이용될 수 있다.
- <99> 양 표면 상에 반응물 유동장을 갖는 쌍극 유동장 분리기 및 일 표면 상에 반응물 유동장 및 다른 표면 상에 냉각제 채널을 갖는 단극 유동장 분리기는 유사한 방법을 사용하여 만들어질 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 그러한 구조물을 만드는 방법은 제1 및 제2 중합체 기관을 제2 층의 제1 및 제2 표면 상에 위치시키는 단계를 포함한다. 구조화된 유동장 패턴이 제1 기관의 표면 및 제2 기관의 표면 상에 형성된다. 제1 층이 제1 기관의 표면 상에 적층된다. 제3 층이 제2 기관의 표면 상에 적층된다.
- <100> 다양한 실시예에 따르면, 제1 층과 제2 층 및/또는 제3 층과 제2 층 사이의 전기적 상호 연결은 제1 층과 제2 층 사이의 하나 이상의 분리된 전도성 경로 또는 구역을 거쳐 확립될 수 있다. 예를 들어, 개구가 제1 및 제2 기관 중 하나 또는 모두에 형성될 수 있고, 제1 층과 제2 층 및/또는 제3 층과 제2 층 사이의 전기적 연결은 하나 이상의 기관 개구를 통해 확립된다. 개구는 위에서 언급된 라미네이팅 또는 성형 공정의 일부로서 형성될 수 있거나, 레이저 처리, 천공, 또는 기계 공구에 의한 절삭에 의해 형성될 수 있다.
- <101> 제1 층은 하나 이상의 금속을 포함할 수 있고, 패턴 형성 이전 또는 이후에 기관 상에 배치될 수 있다. 제1 층은 예를 들어 전해 도금, 증착, 스퍼터링, 또는 다른 코팅 기술을 포함하는 다양한 공정에 의해 기관의 제1 표면 상에 적층될 수 있다.
- <102> 몇몇 실시예에서, 제1 층은 다층 구조를 포함할 수 있다. 제1 층은 하나의 적층 공정에 의해 기관 상에 제1 하위 층을 적층시키고 다른 적층 공정에 의해 제1 하위 층 상에 제2 하위 층을 적층시킴으로써 형성될 수 있다. 제1 하위 층과 제2 하위 층은 동일한 금속을 포함할 수 있거나, 제1 하위 층은 제2 하위 층과 다른 금속을 포함할 수 있다.

- <103> 일례에서, 제1 하위 층은 기관 상의 니켈의 증착에 의해 형성될 수 있다. 제2 하위 층은 제1 하위 층 상에 니켈을 전해 도금함으로써 형성될 수 있다. 이러한 예에서, 제1 하위 층은 비교적 얇은 층을 포함할 수 있고, 제2 하위 층은 제1 층의 대부분을 형성할 수 있다. 다른 예에서, 제1 하위 층은 기관 상의 구리의 증착에 의해 형성될 수 있고, 제2 하위 층은 구리 하위 층 상의 니켈의 증착에 의해 형성될 수 있다.
- <104> 추가의 층이 제1 층 및/또는 제2 층 상에 배치될 수 있다. 일례에서, 추가의 층은 열 전도성 층을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 추가의 층은 기부 층의 저항을 감소시키는 층을 포함할 수 있다. 또 다른 예에서, 추가의 층은 내식 층을 포함할 수 있다.
- <105> 제2 층은 알루미늄 또는 다른 금속과 같은 금속 포일일 수 있다. 하나의 시나리오에서, 제2 층은 금속 포일 내에 복수의 내부 채널을 형성하기 위해 압출될 수 있다. 내부 채널은 채널을 통한 냉각제 유동을 위해 사용될 수 있다. 각 표면 상에 내부 채널 및 유동장을 갖는 분리가 표면을 가로질러 그리고 분리기 내에서 3개의 유체의 이동을 위한 영역을 제공한다. 분리는 분리기 내부의 표면 상의 유동장으로 그리고 그로부터의 반응물, 부산물, 냉각제, 및/또는 다른 물질의 이동을 위한 입구 및 출구 포트를 포함할 수 있다.
- <106> 본원에서 설명되는 분리는 가요성이며, 연속 처리 기술을 사용하여 만들어질 수 있다. 본원에서 설명되는 가요성 분리는 분리된 구성요소로서 또는 연속 롤 상의 복수의 구성요소로서 만들어질 수 있다.
- <107> **예**
- <108> 이러한 예에서, 채널은 폴리프로필렌으로부터 형성되었고, 편평한 후면 금속 층은 알루미늄으로 구성되고, 전면 컨포멀 층은 니켈로 만들어진다. 샘플은 알루미늄 포일 및 폴리프로필렌 내로 공구를 엠보싱하여, 채널 기부에서 노출된 알루미늄을 갖는 채널을 형성함으로써 제작되었다. 포일은 그 다음 Ni 증기로 코팅되었고, 그 다음 갈바니 작용에 의해 형성된 Ni의 다른 층이 Ni 증기 코팅 상으로 적층되었다. 샘플은 그 다음 전류 운반 용량, 저항, 및 연료 전지 성능에 대해 시험되었다.
- <109> **예 1:**
- <110> 노쓰 캐롤라이나주 윈스턴-살렘의 알제이알 패키징(RJR Packaging)의 (RJR 포일, KW384-116, ID003으로 식별되는) 3 mil 폴리프로필렌 코팅 알루미늄 포일이 이러한 샘플의 분리를 위한 전도성 재료 기재로서 사용되었다. 다음으로, 셸 케미컬 컴퍼니(Shell Chemical Company: 텍사스주 휴스턴)의 초고충격 에틸렌/프로필렌 공중합체 SRD 7-560(30 MFI)의 2개의 8 mil 두께 층이 폴리코팅된 Al 포일 상에 위치되었고, 그 다음 패턴 1로서 아래에서 설명되는 V-홈 공구를 사용하여 와배쉬 밴타지(Wabash Vantage) 프레스 모델 V75H-24-CLX 내에서 프레스되었다. 사용된 프레스 조건은 다음과 같았다.
- <111> 단계 1: 공구, 폴리프로필렌 층, Al 포일, 및 크롬 도금 프레스 플레이트를 175°C로 예열된 프레스 내로 위치시켰다. 내측 플레이트 체어부가 175°C로 설정되었고, 외측 플레이트는 150°C로 설정되었다. 프레스는 폐쇄되어 20 psi로 클램핑되었다. 이러한 조건은 5분 동안 유지되었다.
- <112> 단계 2: 온도가 175°C로 유지되었고, 압력은 200 psi로 증가되었다. 이러한 조건은 10분 동안 유지되었다.
- <113> 단계 3: 압력은 200 psi로 유지되었고, 수냉이 개시되었다. 프레스는 플레이트 써모커플이 40°C - 50°C 사이의 온도를 표시했을 때 개방되었다.
- <114> 단계 4: 샘플은 프레스로부터 제거되었고, 그 다음 공구에서 떼어 내졌다. 단계 4 이후의 알루미늄 및 폴리프로필렌 계면이 어떻게 보이는지에 대한 예가 도4 및 도5의 현미경 사진에 제공되어 있다.
- <115> 다음 단계는 전도성 층을 폴리프로필렌 상에 부착하여 미세 구조화된 측면을 Al 포일에 연결하는 것이었다. 필름은 산소 글로 방전 단계 및 이어지는 Ni 증기 코팅에 의해, Ni로 증기 코팅되었다. 전기 전도성 Ni 층을 적층시키기 위한 단단계 공정은 확산 펌핑형 DVB44 텐톤(Denton) 박스 코팅기(뉴욕주 체리 힐의 텐톤 배큘(Denton Vacuum))를 사용했다. 먼저, 진공 챔버가  $2.0 \times 10^{-6}$  Torr로 펌핑되었다. 다음으로, 고진공 밸브가 폐쇄되었고, 바이패스 밸브가 개방되었고, 20 sccm의 산소 공급이 시작되었다. 바이패스 밸브는 4 mTorr의 챔버 압력을 달성하도록 스톱퍼링되었다. 웨브는 400 mA로 설정된 산소 플라즈마 공급원을 사용하여 양호한 Ni 접착을 얻기 위해 10분 동안 전처리되었다. 산소 밸브 및 바이패스 밸브는 폐쇄되었고, 고진공 밸브는 개방되어  $2.0 \times 10^{-6}$  Torr의 챔버 압력을 얻었다. 750 Å의 Ni 층이 초당 3 Å으로 전자 비임 증발 공정에 의해 적층되었다. 이러한 공정은 웨브의 대향 측면 상에서 반복되었다. 마지막으로, 필름은 Ni 도금 탱크 내에 위치되었고, Ni가 0.001" Ni/hr의 속도로 필름 표면 상에 적층되었다. 600 Å 층은 사실상 컨포멀하며 균일했고, 채

널 기부에서 노출된 Al 포일에 대해 전기적 접촉을 이루었다. 단계 4: 샘플은 프레스로부터 제거되었고, 그 다음 공구에서 떼어 내졌다. 단계 4 이후의 알루미늄 및 폴리프로필렌 계면이 어떻게 보이는지에 대한 예가 도4 및 도5의 현미경 사진에 제공되어 있다.

<116> 예 2:

<117> 이러한 예에서, 조건은 채널 및 전기 접촉 구역에 대해 사용된 Ni 가공이 패턴 2로서 아래에서 설명되는 직사각형 채널을 갖는 공구를 사용하여 제작된 것을 제외하고는, 예 1과 동일했다. 기관 내의 개별 구멍들이 생성되었고, 여기서 전류가 전방 표면으로부터 후방 표면으로 흐를 수 있다. 도6은 공구에 의해 기관 내에 절삭된 개구를 도시한다.

<118> 예 3:

<119> 예 3에 대해, 조건 및 가공은 사용된 Al 포일이 일 측면 상에만 중합체 코팅을 갖고 Al 포일의 후면(비구조화 측면)은 코팅되지 않은 채로 남겨둔 4 mil 완전 연결 알루미늄 포일인 것을 제외하고는, 예 1과 동일했다. 포일은 테-92712 피르크 피르크빌레 14-16의 휘크 폴리엔 게엠베하 & 코. 카게(HUECK FOLIEN GmbH & Co. KG)의 냉간 성형 PP 펌팩(firmpak), 로트 번호 1020007이었다.

<120> 가공 설명:

<121> 공구 패턴 1: 90° 팁 및 20° 노치, 41.24 mil 피치, 및 30 mil 채널 깊이를 갖는 V-형 패턴. 90° 팁은 0.8 mil 반경을 가졌다. V-홈 벽은 20° 기부 각도 및 90° 팁 각도에 맞춰지도록 만곡되었다.

<122> 공구 패턴 2: 20 mil 높이의 채널을 갖는 직사각형 채널 패턴. 채널은 20 mil의 상부 폭, 및 25.62 mil의 기부 폭을 갖는다. 채널은 30.62 mil 피치이다. 채널 벽은 직선이다. 채널의 상부 상에, 직사각형 기둥이 있다. 기둥은 (채널 방향에서) 9 mil 높이, 6.8 mil 폭, 및 41 mil 길이이다. 기둥은 채널 방향에서 0.35 인치(0.89 cm) 피치와, 횡단 채널 방향에서 30.62 mil 피치를 갖는다 (각각의 채널은 기둥을 갖는다). 기둥들은 횡단 채널 방향에서 서로 정렬된다.

<123> 인성 시험이 수행되어, 본 발명의 실시예에 따라 형성된 분리기의 인성을 복합 그래파이트 플레이트와 비교했다. 인성 시험은 파괴적 파단에 대한 재료의 저항을 측정한다. 본 발명의 실시예에 따라 형성된 알루미늄/폴리프로필렌/니켈 층의 분리기의 3개의 샘플이 아래에서 설명되는 공정을 사용하여 인성에 대해 시험되었다. 분리는 약 0.144 cm 두께의 전체 두께를 갖는, 알루미늄 제1 층, 폴리프로필렌 기관, 및 니켈 제1 층을 포함했다. 인성 시험에 사용된 알루미늄/폴리프로필렌/니켈 층의 분리기 샘플의 평균 체적 밀도는 약 3 gm/cm<sup>3</sup>이었다. 인성 시험에 사용된 알루미늄/폴리프로필렌/니켈 층의 분리기가 도7에 도시되어 있다. 제1 및 제2 기관들은 분리되어 만들어진 다음 제2 층에 라미네이팅되었다. 제1 및 제2 기관들은 먼저 스테인리스강 공구에 대해 폴리프로필렌 공중합체 7C50(미시간주 미들랜드의 다우 케미컬(Dow Chemical))을 압축 성형하여 채널 벽을 형성함으로써 제작되었다. 제1 기관은 84 mil의 피치를 갖는, 30 mil 깊이의 채널을 가졌다. 제1 기관 채널은 7.1 cm 폭의 횡단부를 가져서, 11.1 cm 폭의 채널 영역을 가로질러 지나는 13개의 횡단부를 만드는 사행 채널이었다. 28.45 cm 길이의 채널 영역을 덮는, 4개의 횡단 채널 섹션이 있었다. 제2 기관은 기관의 길이로 연장되는, 95 mil의 피치를 갖는 10 mil 깊이의 채널을 가졌다. 채널 면적은 11.1 cm 폭 및 29.01 cm 길이였다. 사용된 가압 조건은 단계 1의 클램핑이 50 psi에서 행해졌고, 단계 2 및 3의 압력이 300 psi인 것을 제외하고는, 예 1과 동일했다. 제1 및 제2 기관은 그 다음 2 mil 두께의 접착제 전달 테이프인 쓰리엠(3M) VHB 테이프 F-9460(미네소타주 세인트 폴의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company))를 사용하여, 노스 캐롤라이나주 윈스턴-살렘의 알제이알 패키징의 (RJR 포일, KW384-116, ID003으로 식별되는) 3 mil의 폴리프로필렌 코팅 알루미늄 포일에 라미네이팅되었다. 다음으로, 관통부가 266 nm 레이저를 사용하여 Al 포일에 대해 드릴링함으로써, 채널 기부 내에 드릴링되었다. 관통부는 직경이 20 mil이었고, 72개 관통부/in<sup>2</sup>이 있었다. 다음 단계는 전도성 층을 폴리프로필렌 상에 부착하여 미세 구조화된 측면을 Al 포일에 연결하는 것이었다. 이러한 단계는 예 1과 같이 행해졌다.

<124> 알루미늄/폴리프로필렌/니켈 층의 분리기 샘플의 인성은 대조구로서 사용된 그래파이트 복합재 분리기의 3개의 샘플과 비교되었다. 그래파이트 분리기 샘플은 일리노이주 웨스트 시카고의 벌크 몰딩 컴파운즈, 인크.(Bulk Molding Compounds, Inc.)로부터 상업적으로 구입 가능한 BMC 940-8649 복합 비닐 에스터 벌크 몰딩 화합물로부터 성형되었다. 그래파이트 분리기는 절단 이전의 약 15 cm × 15 cm의 치수에서, 약 0.267 cm의 두께 및 약 2 gm/cm<sup>3</sup>의 평균 체적 밀도를 가졌다. 비교를 위해, 티타늄 분리기는 전형적으로 약 4.5 gm/cm<sup>3</sup>의 평균 체적 밀

도를 갖고, 전형적인 스테인리스강 분리기의 평균 체적 밀도는 약 7.9 gm/cm<sup>3</sup>이다.

- <125> 샘플은 1 인치(2.54 cm) 폭의 큰 조각으로부터 절단되었다. 그래파이트 복합재는 락터를 사용하여 절단되어, 1 인치(2.54 cm) 폭 및 대략 6 인치(15.24 cm) 길이의 샘플을 만들었다. 알루미늄/폴리프로필렌/니켈 층의 분리기는 가위를 사용하여 절단되었다.
- <126> 각각의 샘플은 예리한 다이아몬드 공구를 사용하여 샘플의 폭을 가로질러 직선으로 그어졌다. 표선은 샘플의 단부로부터 대략 5.08 cm(2 인치)에서 단절되었다. 샘플은 그 다음 표선이 하방으로 향하여, 알루미늄 플레이트 상에 위치되었다. 알루미늄 블록이 그 다음 블록의 단부가 표선에 대해 그리고 그와 함께 평행하도록, 샘플의 상부 상에 위치되었다. 상부 상의 블록은 단면이 정사각형이었다. 블록은 그 다음 샘플에 대해 블록을 유지하기 위한 약한 압력으로, 유압 프레스를 사용하여 샘플 및 알루미늄 플레이트에 대해 가압되었다.
- <127> 샘플은 그 다음 알루미늄 플레이트에서 들어 올려졌고, 표선으로부터 7.62 cm(3 인치)의 샘플의 높이가 샘플 파단점에서 측정되었다. 파단 시의 각도가 기록되거나, 샘플이 파단되지 않았지만 샘플이 알루미늄 블록 위로 구부러질 때까지 구부러질 수 있으면, 90° 로서 기록되었다. 더 큰 각도는 더 큰 인성 및 연성을 나타내는 샘플을 표현한다.
- <128> 인성 테스트 결과는 다음과 같았다.
- <129> 그래파이트 분리기
- <130> 샘플 1: 5.95°
- <131> 샘플 2: 3.58°
- <132> 샘플 3: 3.58°
- <133> 알루미늄/폴리프로필렌/니켈 분리기
- <134> 샘플 1: 90° (파단되지 않음)
- <135> 샘플 2: 90° (파단되지 않음)
- <136> 샘플 3: 90° (파단되지 않음)
- <137> 위에서 언급된 바와 같이, 본 발명의 분리기는 연료 전지 용도에서 특히 유용한 쌍극 또는 단극 유동장 분리기를 형성하기 위해 사용될 수 있다. 본원에서 설명된 분리기는 분리기를 통한 z축 전류 전도를 허용하면서, 반응물, 반응 부산물, 및 냉각제를 이송하기 위한 비용 효과적인 방법을 제공한다. 몇몇 실시예에서, 분리기는 냉각 및 2개의 반응물 스트림을 수용하도록 사용될 수 있는 3개의 구별된 유체 영역을 제공한다. 분리기의 가요성 구조는 일체형 개스킷 영역의 형성을 허용한다.
- <138> 본 발명의 다양한 실시예의 상기 설명은 예시 및 설명의 목적으로 제시되었다. 한정 나열적이거나, 본 발명을 개시된 정확한 형태로 제한하도록 의도되지 않는다. 많은 변형 및 변경이 상기 개시 내용에 비추어 가능하다. 본 발명의 범주는 이러한 상세한 설명이 아닌, 첨부된 청구범위에 의해 한정되도록 의도된다.

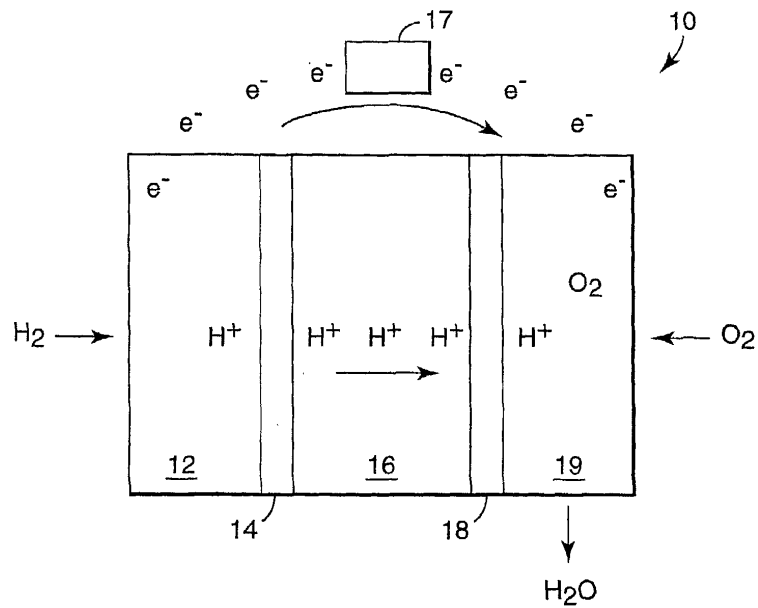
**도면의 간단한 설명**

- <10> 도1a는 연료 전지 및 그의 구성 층들의 도면이다.
- <11> 도1b는 본 발명의 실시예에 따라 구성된 유동장 분리기를 포함하는 단일형 전지 조립체를 도시한다.
- <12> 도2는 본 발명의 실시예에 따른 유동장 분리기의 단면을 도시한다.
- <13> 도3은 본 발명의 실시예에 따른 분리기의 단면의 현미경 사진이다.
- <14> 도4는 본 발명의 실시예에 따라 알루미늄 기부 층 상에 배치된 폴리프로필렌 기관의 여러 채널/개구 특징부의 단면을 도시한다.
- <15> 도5는 본 발명의 실시예에 따라 형성된 기관과 알루미늄 기부 층 사이의 계면의 확대도이다.
- <16> 도6은 본 발명의 실시예에 따라 기관 내에 형성된 개구를 포함하는 기관 채널의 평면의 현미경 사진이다.
- <17> 도7은 본 발명의 실시예에 따른 일 표면 상에 냉각 채널을 갖는 유동장 분리기의 단면을 도시한다.

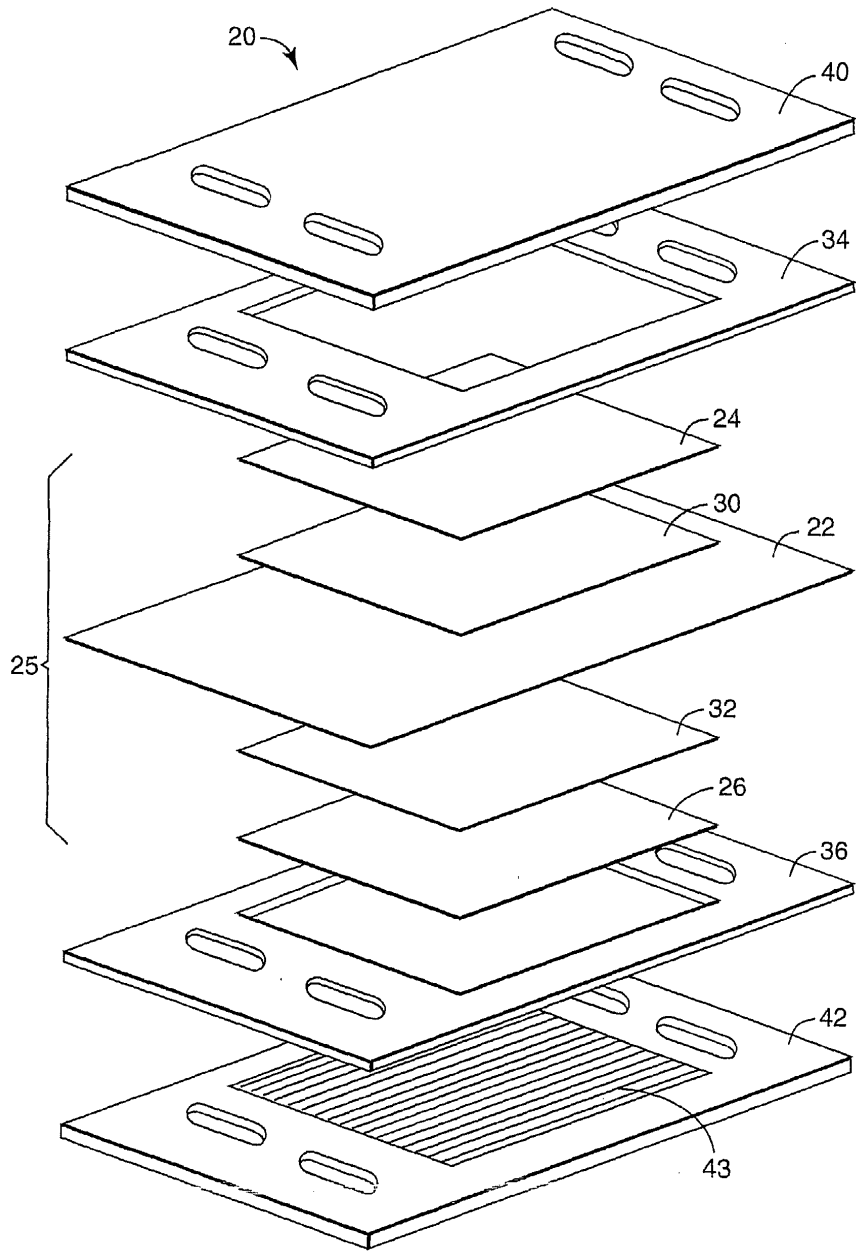
- <18> 도8은 본 발명의 실시예에 따른 쌍극 유동장 분리기의 도면이다.
- <19> 도9는 본 발명의 실시예에 따른 냉각 내부 채널을 갖는 쌍극 유동장 분리기의 도면이다.
- <20> 도10 및 도11은 본 발명의 실시예에 따른 유동장 분리기의 제1 및 제2 표면을 도시한다.
- <21> 도12는 본 발명의 실시예에 따른 일체형 개스킷 형성을 도시하는 연결 로드 구멍을 통해 취해진 분리기의 단면도를 도시한다.
- <22> 도13은 본 발명의 실시예에 따른 상호 연결 구역의 가능한 배열의 상세도이다.
- <23> 도14는 2개의 MEA를 갖는 본 발명의 실시예에 따른 연료 전지 용도를 위한 단일형 전지 조립체를 도시한다.

**도면**

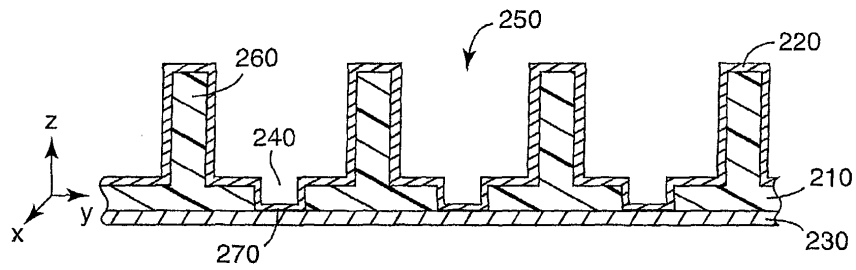
**도면1a**



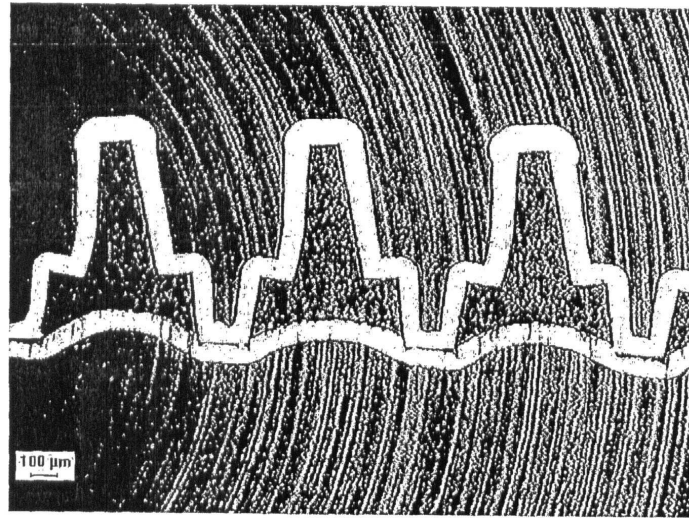
도면1b



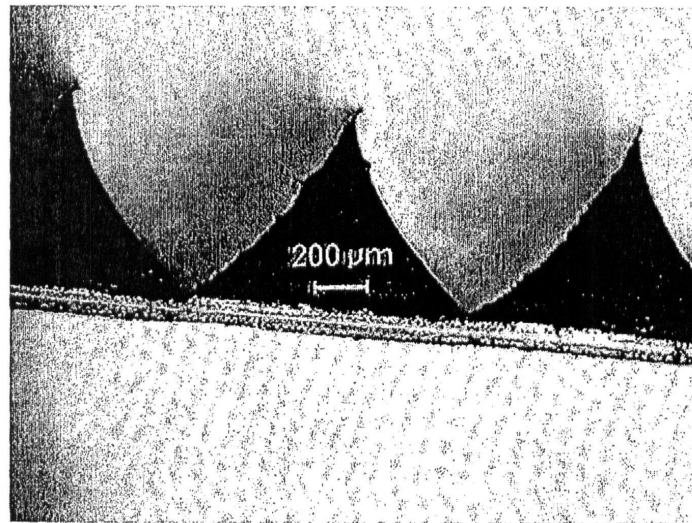
도면2



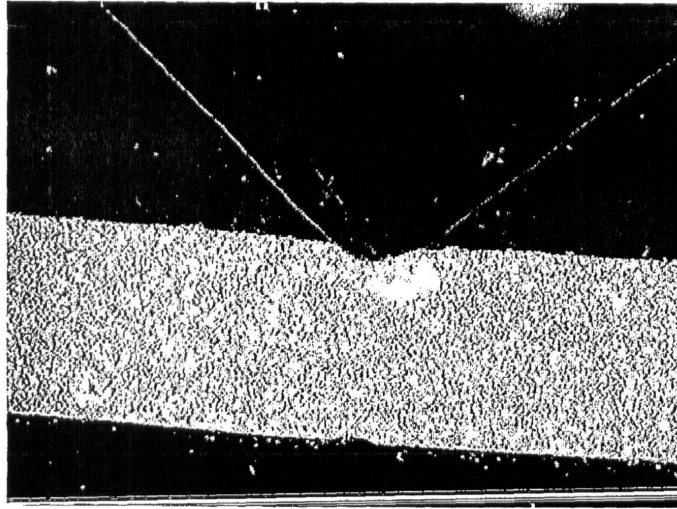
도면3



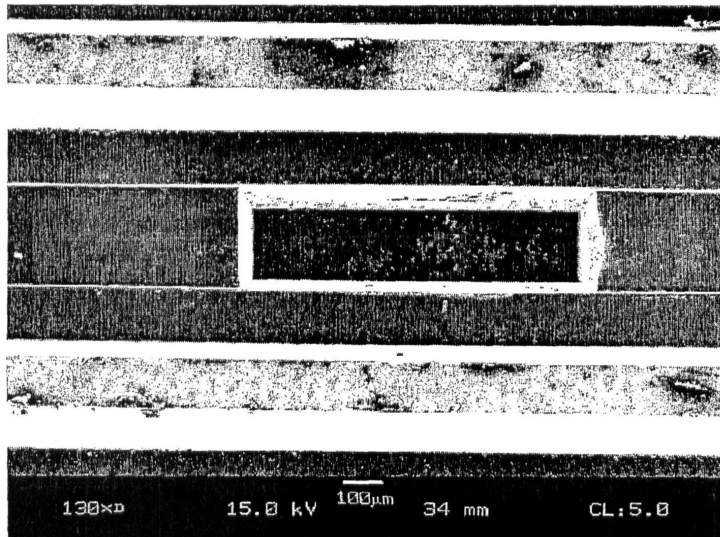
도면4



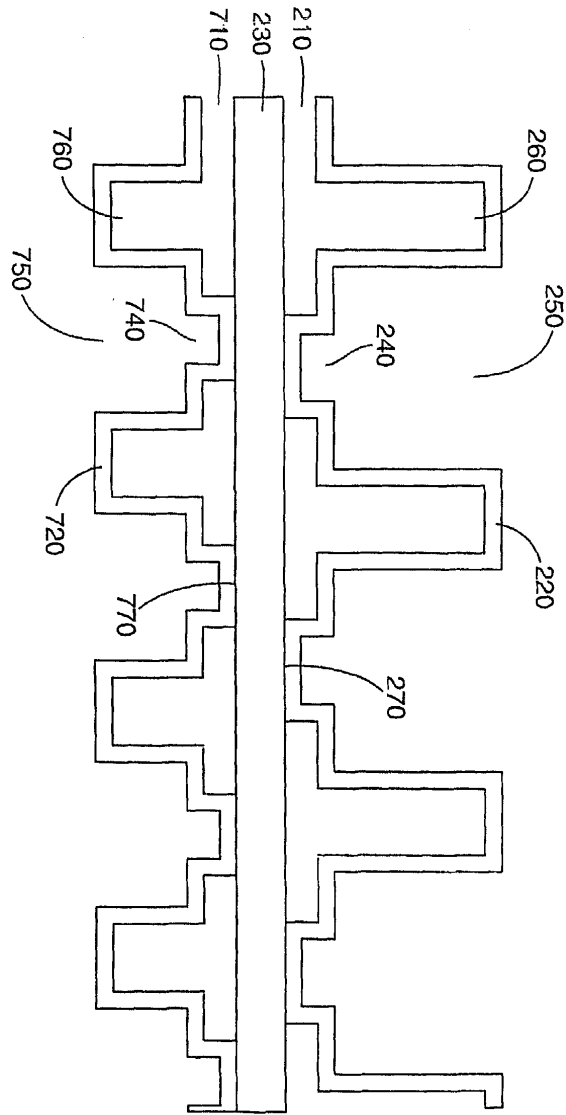
도면5



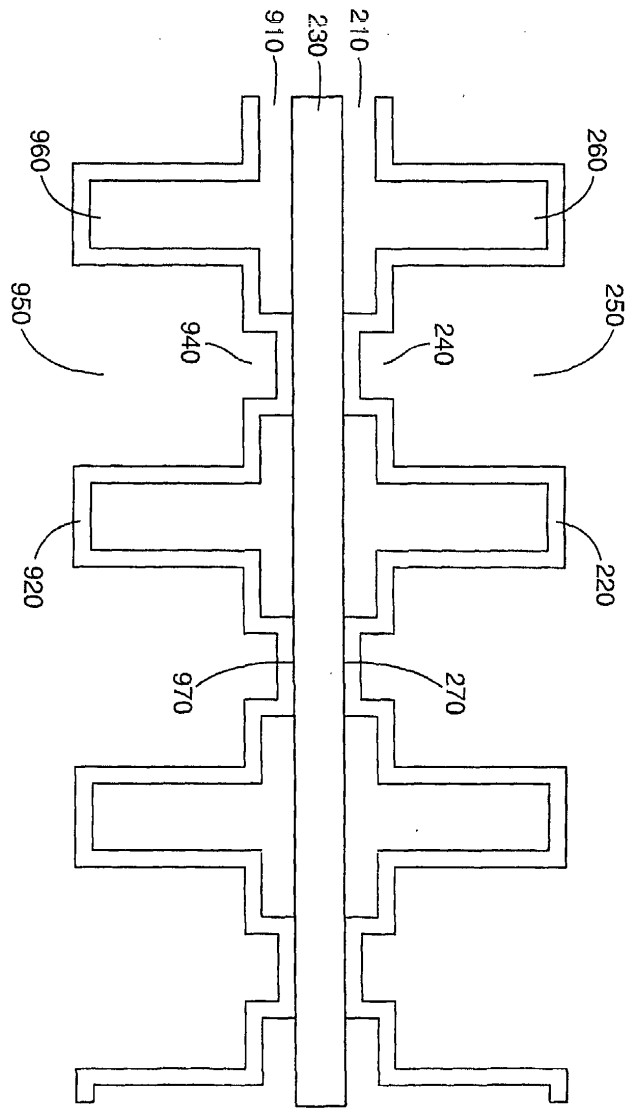
도면6



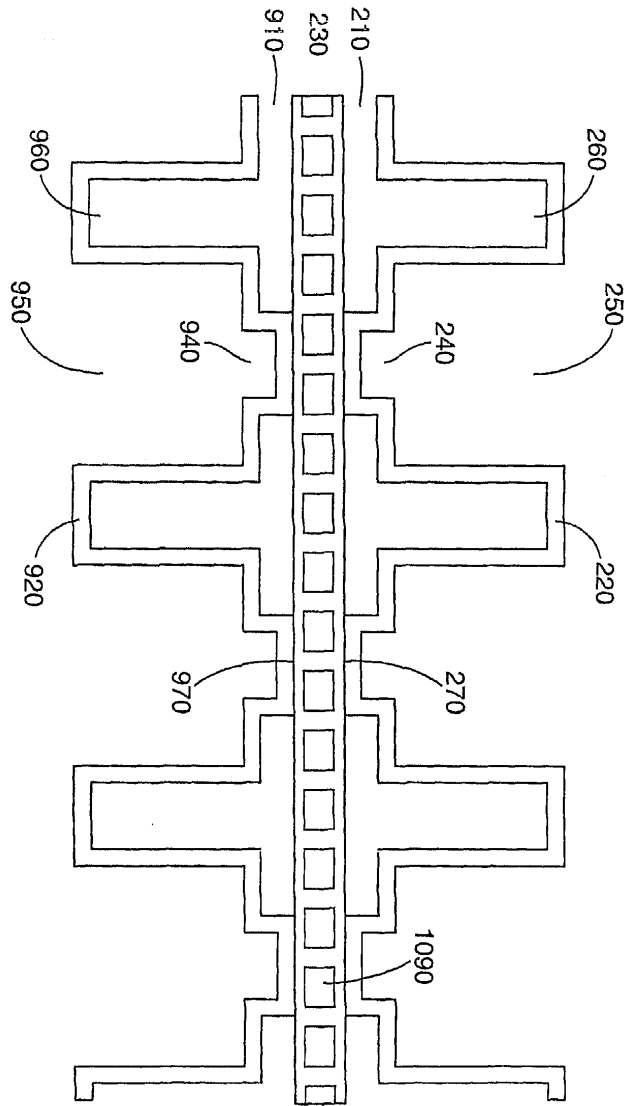
도면7



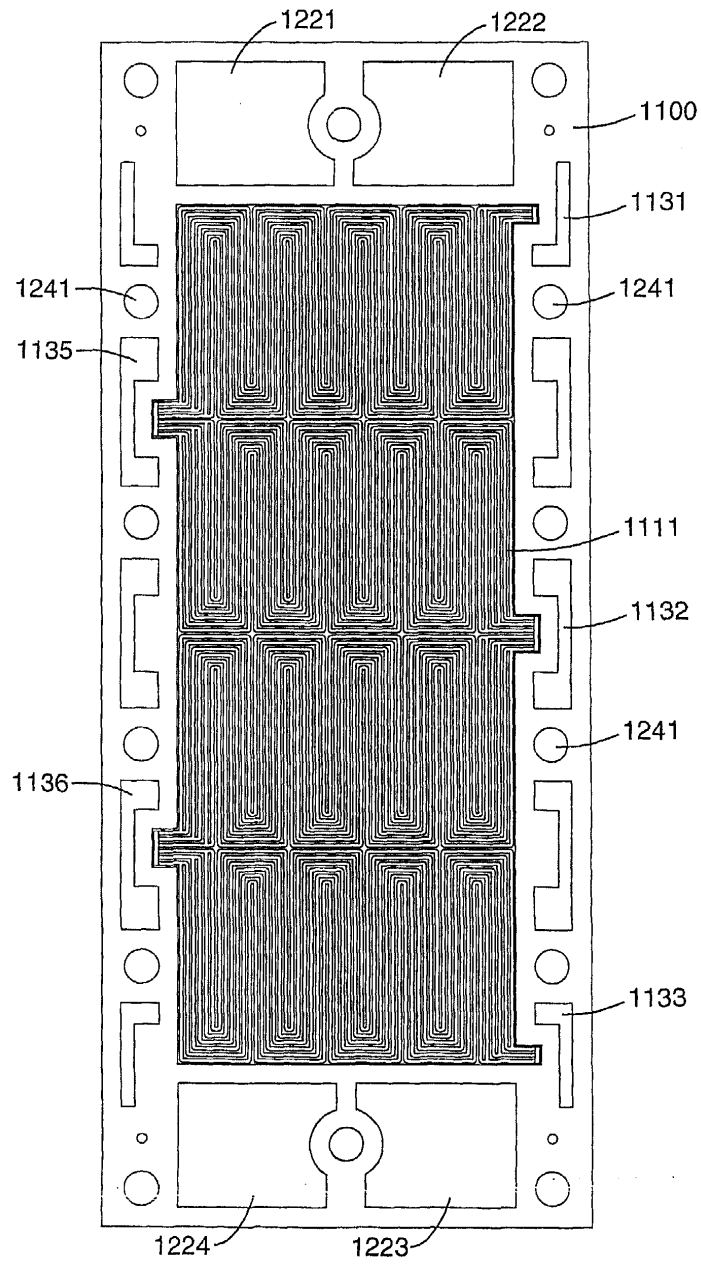
도면8



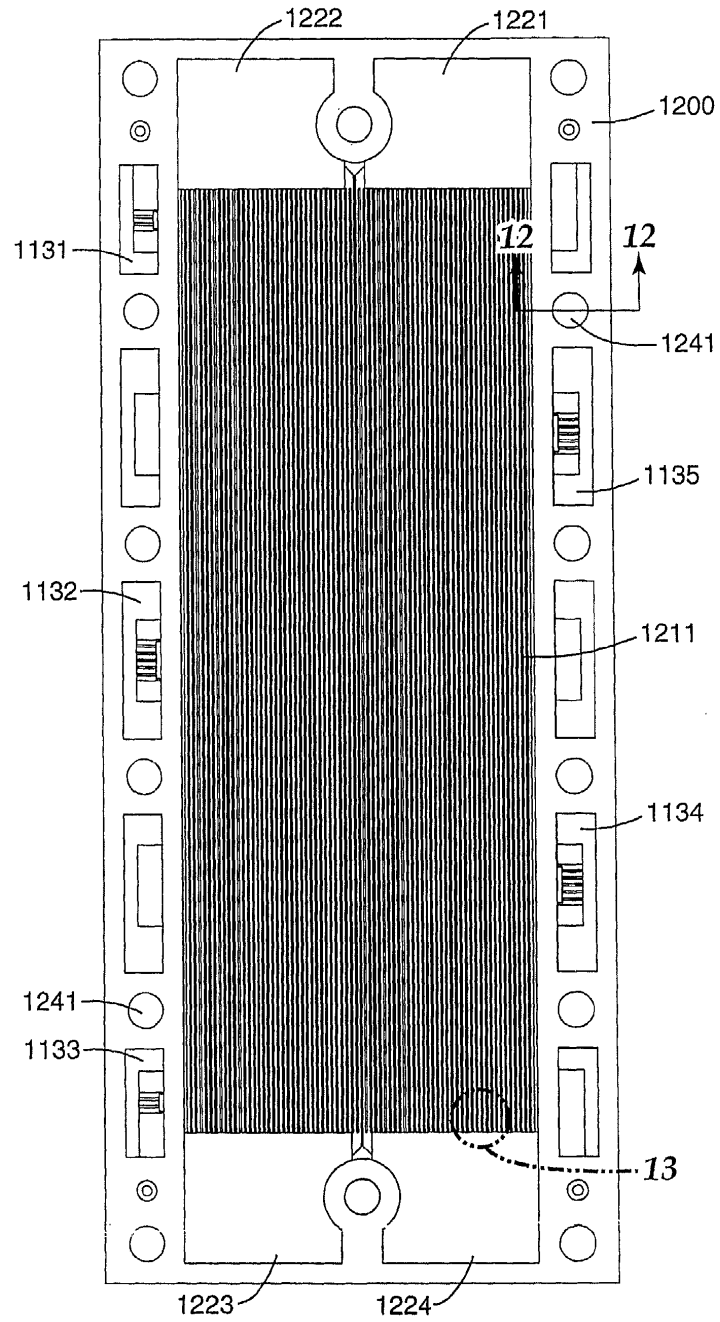
도면9



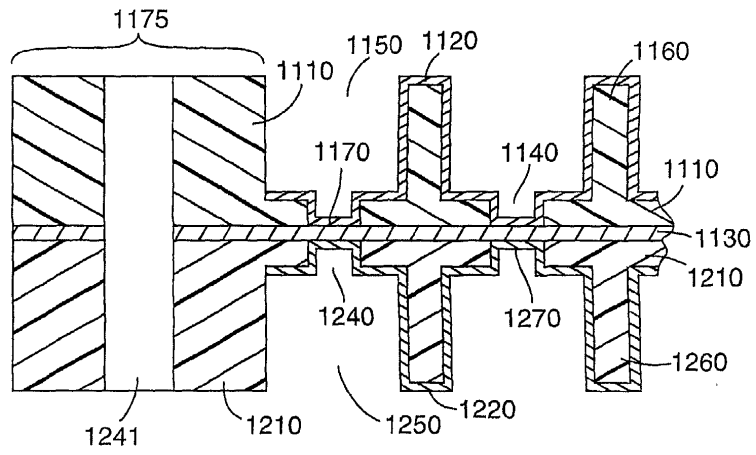
도면10



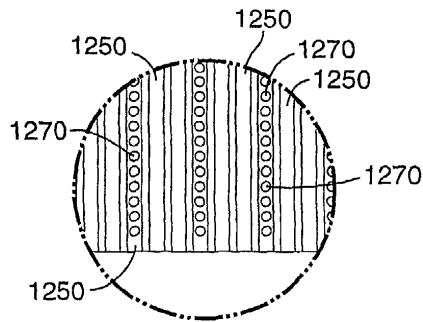
도면11



도면12



도면13



도면14

