

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷ (11) 공개번호 10-2005-0075400
H01M 8/24 (43) 공개일자 2005년07월20일

(21) 출원번호 10-2005-7008562
(22) 출원일자 2005년05월13일
번역문 제출일자 2005년05월13일
(86) 국제출원번호 PCT/US2003/032651 (87) 국제공개번호 WO 2004/047212
국제출원일자 2003년10월14일 국제공개일자 2004년06월03일

(30) 우선권주장 10/295,292 2002년11월15일 미국(US)

(71) 출원인 쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자 마오 웨인 에스.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427
피어폰트 다니엘 엠.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427
레 지미 엠.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427
솔스베리 킴 비.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427
리나 존 알.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427
모로우 클로드 디.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427

(74) 대리인 주성민
김영

심사청구 : 없음

(54) 단위화된 연료 전지 조립체

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 연료 전지 특히 단위화된 연료 전지 조립체 및 패키징 방법에 관한 것이다.

배경기술

전형적인 연료 전지 전력 시스템은 연료 전지의 1개 이상의 적층체가 제공되는 전력 섹션을 포함한다. 연료 전지 전력 시스템의 유효성은 개별적인 연료 전지 내에서의 그리고 적층체의 인접한 연료 전지들 사이에서의 다양한 접촉 및 밀봉 인터페이스의 일체성에 크게 의존한다.

현재, 종래의 접근법을 사용하여 연료 전지의 적층체를 조립하는 공정은 시간이 많이 걸리고, 시간 낭비적이고, 대량 생산을 위해 용이하게 변형 가능하지 않다. 예컨대, 전형적인 5k kW 연료 전지 적층체가 어떤 80개의 멤브레인 전극 조립체(MEA: membrane electrode assembly), 어떤 160개의 유동장 플레이트 그리고 어떤 160개의 밀봉 개스킷을 포함할 수 있다. 적층체의 이들 및 다른 구성 요소는 주의 깊게 정렬 및 조립되어야 한다. 소수의 구성 요소의 오정렬이라도 가스 누출, 수소 크로스오버, 냉매 누출 및 성능/내구성 악화를 가져올 수 있다.

더욱이, 연료 전지 MEA는 매우 취약하며 예컨대 전기 단락, 핀홀 그리고 멤브레인 상에 형성된 링클을 방지하도록 매우 주의 깊게 취급되어야 한다. MEA 오염은 연료 전지 적층체 조립 중 또 다른 중요한 관심사이다. 기존에 공지된 적층체 조립 공정은 연료 전지 시스템의 비용 효과적인 제조가 종래의 접근법을 사용하여 달성 가능하지 않을 정도로 노동 집약적이다.

개선된 연료 전지 조립체 및 패키징 방법에 대한 필요성이 있다. 연료 전지 적층체의 효율적인 조립 및 분해를 용이하게 하는 연료 전지 조립체에 대한 추가의 필요성이 있다. 연료 전지 적층체 및 시스템의 유용한 구성 요소를 리사이클링할 추가의 필요성이 있다. 본 발명은 이들 및 다른 필요성을 실현시킨다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 단위화된 연료 전지 조립체 및 패키징 방법에 관한 것이다. 단위화된 연료 전지 시스템은 단독으로 또는 적층체로 다른 UCA와 연계하여 기능 연료 전지로서 작용할 수 있는 1개 이상의 전지를 포함하는 단위형 모듈 또는 유닛이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, UCA는 제1 유동장 플레이트 및 제2 유동장 플레이트를 포함한다. 멤브레인 전극 조립체(MEA)는 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공된다. MEA는 제1 및 제2 유체 운반층(FTL) 그리고 양극 및 음극 촉매층 사이에 제공된 멤브레인을 포함한다. 경질 스톱 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트 사이에 제공된다. 열가소성 재료는 제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 그리고 제1 및 제2 FTL과 경질 스톱 배열체 사이에 한정된 간극 내에 제공된다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, UCA는 제1 유동장 플레이트, 제2 유동장 플레이트 그리고 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공된 MEA를 포함한다. 경질 스톱 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트 사이에 제공된다. 경질 스톱 배열체는 소정 압력 하에서 제1 및 제2 유동장 플레이트 사이에서의 접촉의 형성 시 MEA에 부여된 압축력을 제어하는 치수로 형성된다. 밀봉 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 그리고 MEA 주연에 제공된다.

추가 실시예에 따르면, 단위화된 연료 전지 조립체는 리사이클링 가능한 사용을 위해 구성된다. 이러한 실시예에 따른 리사이클링 가능한 단위형 연료 전지 조립체는 제1 유동장 플레이트, 제2 유동장 플레이트 그리고 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공된 MEA를 포함한다. 밀봉 조립체는 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공된다. 조립체는 제1 및 제2 유동장 플레이트를 서로 해제 가능하게 커플링하는 결합 배열체를 추가로 포함한다. 결합 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트의 반복된 커플링 및 디커플링을 가능하게 하여 적어도 제1 및 제2 유동장 플레이트가 단위형 연료 전지 조립체의 교체 구성 요소와의 재사용을 위해 회복 가능하도록 구성된다.

본 발명의 또 다른 실시예에서, 단위형 연료 전지 조립체는 제1 유동장 플레이트, 제2 유동장 플레이트 그리고 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공된 MEA를 포함한다. MEA는 제1 및 제2 유체 운반층(FTL) 그리고 양극 및 음극 촉매층 사이에 제공된 멤브레인을 포함한다. 열가소성 재료는 제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 그리고 추가로 단위형 구조체를 한정하기 위해 제1 및 제2 유동장 플레이트를 서로 화학 결합시키도록 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공된다.

본 발명의 요약은 본 발명의 각각의 실시예 또는 모든 실행예를 설명하려고 하지 않는다. 장점 및 기능은 본 발명의 더욱 완전한 이해와 더불어 첨부 도면과 연계하여 취해진 다음의 상세한 설명 및 청구의 범위를 참조함으로써 명확해질 것이며 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

도1a는 연료 전지 및 그 구성층을 도시하고 있다.

도1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 단극성 구성을 갖는 단위화된 전지 조립체를 도시하고 있다.

도1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 단극성/양극성 구성을 갖는 단위화된 전지 조립체를 도시하고 있다.

도2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 외부 경질 스톱 배열체 그리고 본래의 장소에 형성된 밀봉 개스킷을 채용하는 단위화된 전지 조립체의 단면도이다.

도2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 내부 경질 스톱 배열체 그리고 본래의 장소에 형성된 밀봉 개스킷을 채용하는 단위화된 전지 조립체의 단면도이다.

도3a 및 도3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 불박이 경질 스톱 배열체 그리고 본래의 장소에 형성된 밀봉 개스킷을 채용하는 단위화된 전지 조립체의 단면도이다.

도4a 및 도4b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 내부 경질 스톱 배열체 그리고 본래의 장소에 형성된 밀봉 개스킷을 채용하는 단위화된 전지 조립체의 개략 단면도이다.

도5a 및 도5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 내부 경질 스톱 배열체 그리고 본래의 장소에 형성된 열가소성 밀봉 개스킷을 채용하는 각각 화학 결합 공정 전후의 단위화된 전지 조립체의 개략 단면도이다.

도5c 및 도5d는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 내부 경질 스톱 배열체 그리고 본래의 장소에 형성된 열가소성 밀봉 개스킷을 채용하는 각각 화학 결합 공정 전후의 단위화된 전지 조립체의 개략 단면도이다.

도5e 및 도5f는 본 발명의 추가의 실시예에 따른 본래의 장소에 형성된 열가소성 밀봉 가스킷을 채용하며 경질 스톱 배열체를 배제하는 각각 화학 결합 공정 전후의 단위화된 전지 조립체의 개략 단면도이다.

도6a 내지 도6c는 본 발명의 일 실시예에 따른 단극성 단위화된 전지 조립체 및 분리 가능한 냉각 구조체를 포함하는 단위화된 전지 조립체 시스템을 도시하고 있다.

도6d는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 단극성/양극성 단위화된 전지 조립체 및 분리 가능한 냉각 구조체를 포함하는 단위화된 전지 조립체 시스템을 도시하고 있다.

도7a 및 도7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 압축 시스템 내에 배치된 단위화된 전지 조립체의 적층체를 도시하고 있다.

도8a 내지 도8c는 본 발명의 일 실시예에 따른 로킹 또는 결합 능력을 채용하는 단위화된 전지 조립체의 다양한 단면도이다.

도9a 내지 도9e는 본 발명의 일 실시예에 따른 일체형 냉각 배열체를 포함하는 단위화된 전지 조립체의 다양한 도면이다.

도10은 연료가 바람직하게는 본 발명의 원리에 따른 단위화된 전지 조립체로서 구성되는 연료 전지의 적층체 내로 그리고 적층체의 외부로 지나가는 방식의 이해를 용이하게 하는 단순화된 연료 전지 적층체를 도시하고 있다.

도11은 본 발명의 단위화된 전지 조립체를 채용하는 1개 이상의 연료 전지 적층체가 채용될 수 있는 연료 전지 시스템을 도시하고 있다.

본 발명은 다양한 변형예 및 대체 형태로 수정 가능하지만, 그 특징에는 도면에 예로써 도시되었으며 상세하게 설명될 것이다. 그러나, 본 발명을 설명된 특정한 실시예로 제한하려고 하지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 반면에, 첨부된 청구의 범위에 의해 한정된 바와 같은 본 발명의 범주 내에 속하는 모든 변형예, 등가예 및 대체예를 포함하려고 한다.

실시예

도시된 실시예의 다음의 설명에서, 그 일부를 형성하며 본 발명이 실시될 수 있는 다양한 실시예가 실례로써 도시되어 있는 첨부 도면이 참조된다. 실시예들이 이용될 수 있으며 구조적인 변화가 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고 수행될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

본 발명은 개선된 연료 전지 조립체에 관한 것이다. 본 발명의 다양한 실시예는 연료 전지 조립 및 분해의 용이화를 제공하는 단위화된 연료 전지 조립체에 관한 것이다. 본 발명에 따라 실시되는 단위화된 연료 전지 패키지는 개별적인 연료 전지의 조립, 수리 및 유지 중의 적층체 그리고 연료 전지 적층체에서의 배열을 위해 구성된 연료 전지의 리사이클링을 추가로 제공할 수 있다.

어떤 실시예는 단극성 또는 양극성 구성으로 실시되는 단위화된 연료 전지 조립체에 관한 것이다. 다른 실시예에서, 단위화된 연료 전지에는 열관리 배열체가 제공된다. 이러한 실시예에서, 열관리 배열체는 단위화된 연료 전지 조립체에 일체형으로 또는 단위화된 연료 전지 조립체로부터 분리된 구조체로서 실시될 수 있다. 본 발명의 추가의 실시예는 단위화된 연료 전지 조립체를 사용하여 실시된 연료 전지 적층체 및 시스템에 관한 것이다.

연료 전지는 수소 연료 그리고 공기로부터의 산소를 결합시켜 전기, 열 및 물을 생성시키는 전기 화학 장치이다. 연료 전지는 연소를 이용하지 않으므로, 연료 전지는 만약 있다면 적은 위험성 유출물을 생성시킨다. 연료 전지는 수소 연료 및 산소를 전기로 직접적으로 변환시키고, 예컨대 내연 발전기보다 훨씬 높은 효율로 작동될 수 있다.

전형적인 연료 전지는 도1a에 도시되어 있다. 도1에 도시된 연료 전지(10)는 양극(14)에 인접한 제1 유체 운반층(FTL)(12)을 포함한다. 양극(14)에 인접하게 전해질 멤브레인(16)이 있다. 음극(18)은 전해질 멤브레인(16)에 인접하게 배치되고, 제2 유체 운반층(19)은 음극(18)에 인접하게 배치된다. 작동 시, 수소 연료는 제1 유체 운반층(12)을 통해 그리고 양극(14)을 넘어 연료 전지(10)의 양극 부분 내로 유입된다. 양극(14)에서, 수소 연료는 수소 이온(H⁺) 및 전자(e⁻)로 분리된다.

전해질 멤브레인(16)은 수소 이온 또는 양자만 전해질 멤브레인(16)을 통해 연료 전지(10)의 음극 부분으로 지나가게 한다. 전자는 전해질 멤브레인(16)을 통과할 수 없으며 대신에 전류의 형태로 외부 전기 회로를 통해 유동한다. 이러한 전류는 전기 모터 등의 전기 부하(17)에 전력을 공급할 수 있거나 재충전 가능한 배터리 등의 에너지 저장 장치로 안내될 수 있다.

산소는 제2 유체 운반층(19)을 통해 연료 전지(10)의 음극측 내로 유동한다. 산소가 음극(18)을 넘어갈 때, 산소, 양자 및 전자는 결합되어 물 및 열을 생성시킨다.

도1a에 도시된 것 등의 개별적인 연료 전지는 후술된 바와 같이 단위화된 연료 전지 조립체로서 패키징될 수 있다. 단위화된 연료 전지 조립체(이하, 편의상 단위화된 전지 조립체 또는 UCA)는 연료 전지 적층체를 형성하도록 다수개의 다른 UCA와 조합될 수 있다. 적층체 내의 다수개의 UCA는 적층체의 총 전압을 결정하고, 각각의 전지의 활성 표면 영역은 총 전류를 결정한다. 주어진 연료 전지 적층체에 의해 발생된 총 전력은 총 적층체 전압과 총 전류의 곱에 의해 결정될 수 있다.

다수개의 상이한 연료 전지 기술이 본 발명의 원리에 따른 UCA를 구성하는 데 채용될 수 있다. 예컨대, 본 발명의 UCA 패키징 방법이 양자 교환 멤브레인(PEM: proton exchange membrane)을 구성하는 데 채용될 수 있다. PEM 연료 전지는 높은 전력 밀도로써 비교적 낮은 온도(약 175°F/80°C)에서 작동하고, 전력 요구의 변동을 충족시키도록 신속하게 그 출력을 변화시킬 수 있고, 예컨대 자동차에서와 같이 신속한 시동이 요구되는 분야를 위해 적합하다.

PEM에서 사용된 양자 교환 멤브레인은 전형적으로 수소 이온이 통과하게 하는 얇은 플라스틱 시트이다. 멤브레인에는 전형적으로 활성 촉매인 고도로 분산된 금속 또는 금속 합금 입자(예컨대, 백금 또는 백금/루테튬)가 양측 상에 코팅된다. 사용된 전해질은 전형적으로 폴리-퍼플루오로술폰산 등의 고체 유기 중합체이다. 고체 전해질의 사용은 부식 및 관리 문제점을 감소시키기 때문에 유리하다.

수소는 촉매가 수소 원자로부터 전자를 해제하여 수소 이온(양자)으로 되게 하도록 촉진시키는 연료 전지의 양극측으로 이송된다. 전자는 산소가 유입되는 연료 전지의 음극측으로 복귀하기 전에 이용될 수 있는 전류의 형태로 이동한다. 동시에, 양자는 멤브레인을 통해 음극으로 확산하는데, 여기에서 수소는 산소와 재결합 및 반응되어 물을 생성시킨다.

멤브레인 전극 조립체(MEA)는 수소 연료 전지 등의 PEM 연료 전지의 중심 요소이다. 전술된 바와 같이, 전형적인 MEA는 고체 전해질로서 기능하는 중합체 전해질 멤브레인(PEM)[이온 전도성 멤브레인(ICM: ion conductive membrane)으로도 불림]을 포함한다.

PEM의 하나의 표면은 양극 전극층과 접촉 상태에 있으며 대향 표면은 음극 전극층과 접촉 상태에 있다. 각각의 전극층은 전형적으로 백금 금속을 포함하는 전기 화학 촉매를 포함한다. 유체 운반층(FTL)은 양극 및 음극 전극 재료에 대한 가스 운반을 용이하게 하며 전류를 전도한다.

전형적인 PEM 연료 전지에서, 양자는 수소 산화를 통해 양극에서 형성되며 산소와 반응하도록 음극으로 운반되어, 전류가 전극을 연결하는 외부 회로에서 유동하게 한다. 또한, FTL은 가스 확산층(GDL: gas diffusion layer) 또는 확산기/전류 수집기(DCC: diffuser/current collector)로 불릴 수 있다. 양극 및 음극 전극층은 완성된 MEA에서 PEM과 FTL 사이에 배치되지만 하면 제조 중 PEM 또는 FTL에 가해질 수 있다.

임의의 적절한 PEM이 본 발명의 실시에서 사용될 수 있다. PEM은 전형적으로 50 μm 미만, 더욱 전형적으로는 40 μm 미만, 더욱 전형적으로는 30 μm 미만 그리고 가장 전형적으로는 약 25 μm 의 두께를 갖는다. PEM은 전형적으로 등록 상표 나피온(듀폰 케미칼즈, 미국 델라웨어주 윌밍턴) 및 등록 상표 플레미온(아사히 글래스 컴퍼니 리미티드, 일본 도쿄) 등의 산성 작용기 플루오로중합체인 중합체 전해질을 포함한다. 본 발명에서 유용한 중합체 전해질은 전형적으로 바람직하게는 테트라플루오로에틸렌 및 1개 이상의 플루오르화 산성 작용기 공단량체의 공중합체이다.

전형적으로, 중합체 전해질은 술포네이트 작용기를 보유한다. 가장 전형적으로, 중합체 전해질은 나피온(Nafion®)이다. 중합체 전해질은 전형적으로 1200 이하, 더욱 전형적으로 1100 이하, 더욱 전형적으로 1050 이하 그리고 가장 전형적으로는 약 1000의 산성 당량을 갖는다.

임의의 적절한 FTL이 본 발명의 실시에서 사용될 수 있다. 전형적으로, FTL은 탄소 섬유를 포함하는 시트 재료를 포함한다. FTL은 전형적으로 직포 및 부직포 탄소 섬유 구성으로부터 선택된 탄소 섬유 구성이다. 본 발명의 실시에서 유용할 수 있는 탄소 섬유 구성은 도레이 카본 페이퍼, 스펙트라카브 카본 페이퍼, AFN 부직포 탄소 직물, 졸텍 카본 직물 등을 포함할 수 있다. FTL에는 탄소 입자 코팅, 친수성 처리 그리고 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)을 갖는 코팅 등의 소수성 처리를 포함하는 다양한 재료가 코팅 또는 함침될 수 있다.

임의의 적절한 촉매가 본 발명의 실시에서 사용될 수 있다. 전형적으로, 탄소 지지 촉매 입자가 사용된다. 전형적인 탄소 지지 촉매 입자는 50 내지 90% 탄소 및 10 내지 50% 촉매 금속이고, 촉매 금속은 전형적으로 음극을 위해 Pt를 그리고 양극에 위해 2:1의 중량비로 Pt 및 Ru를 포함한다. 촉매는 전형적으로 촉매 잉크의 형태로 PEM 또는 FTL로 가해진다. 촉매 잉크는 전형적으로 PEM을 포함하는 동일한 중합체 전해질 재료일 수 있거나 그렇지 않을 수 있는 중합체 촉매 재료를 포함한다.

촉매 잉크는 전형적으로 중합체 전해질의 분산액 내에 촉매 입자의 분산체를 포함한다. 잉크는 전형적으로 5 내지 30% 고체(즉, 중합체 및 촉매) 그리고 더욱 전형적으로는 10 내지 20% 고체를 포함한다. 전해질 분산액은 전형적으로 알코올; 글리세린 및 에틸렌 글리콜 등의 폴리알코올; 또는 N-메틸피롤리돈(NMP) 및 디메티요포르마이드(DMF) 등의 다른 용매를 추가로 함유하는 수성 분산액이다. 물, 알코올 및 폴리알코올 함량은 잉크의 유동학적 성질을 변화시키도록 조절될 수 있다. 잉크는 전형적으로 0 내지 50% 알코올 및 0 내지 20% 폴리알코올을 함유한다. 또한, 잉크는 0 내지 2%의 적합한 분산제를 함유할 수 있다. 잉크는 전형적으로 코팅 가능한 밀도까지 열로써의 코팅 그리고 희석에 의해 제조된다.

촉매는 손 및 기계 방법, 핸드 브러싱, 노치 바 코팅, 유체 베어링 다이 코팅, 와이어 권취 로드 코팅, 유체 베어링 코팅, 슬롯 이송 나이프 코팅, 3개의 롤 코팅 또는 전사 코팅을 포함하는 임의의 적절한 수단에 의해 PEM 또는 FTL에 가해질 수 있다. 코팅은 하나의 분야에서 또는 다중의 분야에서 성취될 수 있다.

직접적인 메탄올 연료 전지(DMFC: direct methanol fuel cell)는 전해질로서 중합체 멤브레인을 사용한다는 점에서 PEM 전지와 유사하다. 그러나, DMFC에서, 양극 촉매 자체는 액체 메탄올 연료로부터 수소를 견인하여, 연료 재형성기에 대한 필요성을 제거시킨다. DMFC는 전형적으로 120 내지 190°F/49 내지 88°C의 온도에서 작동한다. 직접적인 메탄올 연료 전지에는 본 발명의 원리에 따른 UCA 패키징이 적용될 수 있다.

이제, 도1b를 참조하면, PEM 연료 전지 기술에 따라 실시된 UCA의 일 실시예가 도시되어 있다. 도1b에 도시된 바와 같이, UCA(20)의 멤브레인 전극 조립체(MEA)(25)는 5개의 구성 요소층을 포함한다. PEM층(22)은 예컨대 확산 전류 수집기(DCC) 또는 가스 확산층(GDL) 등의 한 쌍의 유체 운반층(24, 26)들 사이에 개재된다. 양극(30)은 제1 FTL(24)과 멤브레인(22) 사이에 배치되고, 음극(32)은 멤브레인(22)과 제2 FTL(26) 사이에 배치된다.

하나의 구성에서, PEM(22)는 하나의 표면 상에 양극 촉매 코팅(30) 그리고 다른 표면 상에 음극 촉매 코팅(32)을 포함하도록 조립된다. 이러한 구조체는 촉매 코팅 멤브레인 또는 CCM으로 불리기도 한다. 또 다른 구성에 따르면, 제1 및 제2 FTL(24, 26)은 각각 양극 및 음극 촉매 코팅(30, 32)을 포함하도록 조립된다. 또 다른 구성에서, 양극 촉매 코팅(30)은 제1 FTL(24) 상에 부분적으로 그리고 PEM(22)의 하나의 표면 상에 부분적으로 배치될 수 있고, 음극 촉매 코팅(32)은 제2 FTL(26) 상에 부분적으로 그리고 PEM(22)의 다른 표면 상에 부분적으로 배치될 수 있다.

FTL(24, 26)은 전형적으로 탄소 섬유 페이퍼 또는 부직포 재료 또는 직포 직물로부터 조립된다. 제품 구성에 따라, FTL(24, 26)은 하나의 측면 상에 탄소 입자 코팅을 가질 수 있다. FTL(24, 26)은 전술된 바와 같이 촉매 코팅을 포함 또는 배제하도록 조립될 수 있다.

도1b에 도시된 특정한 실시예에서, MEA(25)는 제1 모서리 밀봉 시스템(34)과 제2 모서리 밀봉 시스템(36) 사이에 개재되는 것으로 도시되어 있다. 제1 및 제2 모서리 밀봉 시스템(34, 36)에 인접하게 각각 유동장 플레이트(40, 42)가 있다. 각각의 유동장 플레이트(40, 42)는 가스 유동 채널(43)의 장 그리고 수소 및 산소 이송 연료가 통과하는 포트를 포함한다. 도1b에 도시된 구성에서, 유동장 플레이트(40, 42)는 단일의 MEA(25)가 그 사이에 개재되는 단극성 유동장 플레이트로서 구성된다. 이러한 그리고 다른 실시예에서의 유동장은 2001년 9월 17일자로 출원된 공동 계류 중인 미국 특허 출원 제09/954,601호에 개시된 바와 같은 낮은 측면 방향 유속의 유동일 수 있다.

모서리 밀봉 시스템(34, 36)은 다양한 유체(가스/액체) 운반 및 반응 영역이 서로 오염시키는 것 그리고 UCA(20)로부터 부적절하게 배출되는 것을 방지하도록 UCA 패키지 내에 필요한 밀봉부를 제공하고, 유동장 플레이트(40, 42)들 사이의 전기 절연 및 경질 스톱 압축 제어를 위해 추가로 제공할 수 있다. 여기에서 사용된 바와 같은 용어 "경질 스톱"은 일반적으로 작동 압력 및 온도 하에서 두께가 상당히 변하지 않는 거의 또는 실질적으로 비압축성인 재료를 말한다. 특히, 용어 "경질 스톱"은 고정된 두께 또는 변형량에서 MEA의 압축을 정지시키는 멤브레인 전극 조립체(MEA) 내의 실질적으로 비압축성인 부재 또는 층을 말한다. 여기에서 언급된 "경질 스톱"은 이온 전도 멤브레인층, 촉매층 또는 가스 확산층을 의미하려고 하지 않는다.

하나의 구성에서, 모서리 밀봉 시스템(34, 36)은 탄성 중합체 재료로부터 형성된 개스킷 시스템을 포함한다. 다른 구성에서, 후술된 바와 같이, 다양한 선택된 재료의 1개, 2개 이상이 UCA(20) 내에 필요한 밀봉부를 제공하는 데 채용될 수 있다. 다른 구성은 본래의 장소에 형성된 밀봉 시스템을 채용한다.

어떤 실시예에서, 개스킷은 대리인 서류 제58218US002호 하에서 2002년 11월 14일자로 출원된 공동 계류 중인 미국 특허 출원 제10/294,098호에 개시된 바와 같은 폐쇄형 셀 발포체일 수 있다. 다른 실시예에서, 개스킷에는 2002년 5월 10일자로 출원된 공동 계류 중인 미국 특허 출원 제10/143,273호에 개시된 바와 같은 상승된 리지 미세 구조체 밀봉 패턴을 갖는 접촉 표면이 형성될 수 있다.

도1c는 1개 이상의 양극성 유동장 플레이트(56)의 채용을 통해 다중의 MEA(25)를 포함하는 UCA(50)를 도시하고 있다. 도1c에 도시된 구성에서, UCA(50)는 2개의 MEA(25a, 25b) 그리고 단일의 양극성 유동장 플레이트(56)를 포함한다. MEA(25a)는 FTL(66a, 64a)들 사이에 개재된 음극(62a)/멤브레인(61a)/양극(60a) 적층 구조체를 포함한다. FTL(66a)은 단극성 유동장 플레이트로서 구성되는 유동장 단부 플레이트(52)에 인접하게 배치된다. FTL(64a)은 양극성 유동장 플레이트(56)의 제1 유동장 표면(56a)에 인접하게 배치된다.

마찬가지로, MEA(25b)는 FTL(66b, 64b) 사이에 개재된 음극(62b)/멤브레인(61b)/음극(60b) 적층 구조체를 포함한다. FTL(64b)은 단극성 유동장 플레이트로서 구성되는 유동장 단부 플레이트(54)에 인접하게 배치된다. FTL(66b)은 양극성 유동장 플레이트(56)의 제2 유동장 표면(56b)에 인접하게 배치된다. N개의 MEA(25) 그리고 N-1개의 양극성 유동장 플레이트(56)가 단일의 UCA(50) 내로 합체될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 그러나, 일반적으로 1개 또는 2개의 MEA(56)(N=1, 양극성 플레이트=0 또는 N=2, 양극성 플레이트=1)를 포함하는 UCA(50)가 더욱 효율적인 열관리를 위해 선호된다는 것이 믿어진다.

도1b 및 도1c에 도시된 UCA 구성은 본 발명에서의 사용을 위해 실시될 수 있는 2개의 특정한 배열체를 나타내고 있다. 이들 2개의 배열체는 단지 도시 목적을 위해 제공되고, 본 발명의 범주 내에 속하는 모든 가능한 구성을 나타내려고 하지 않는다. 예컨대, 도1b에 도시된 밀봉 시스템(34)은 여기에 개시된 것 등의 다른 밀봉 시스템으로써 교체 또는 보충될 수 있다. 오히려, 도1b 및 도1c는 본 발명의 원리에 따라 패키징되는 단위화된 연료 전지 조립체 내로 선택적으로 합체될 수 있는 다양한 구성 요소를 도시하려고 한다.

추가로 예로써, 본 발명에 따라 실시된 다양한 밀봉 방법이 한 쌍의 단극성 유동장 플레이트들 사이에 배치된 단일의 MEA를 포함하는 UCA의 필요한 밀봉부를 제공하는 데 채용될 수 있고, 다중의 MEA, 한 쌍의 단극성 유동장 플레이트 그리고 1개 이상의 양극성 유동장 플레이트를 포함하는 UCA를 밀봉하는 데 채용될 수 있다. 예컨대, 단극성 또는 양극성 구조체를 갖는 UCA가 평탄한 고체 실리콘 개스킷 등의 본래의 장소에 형성된 고체 개스킷을 포함하도록 구성될 수 있다.

특정한 실시예에서, UCA는 밀봉 개스킷을 포함하는 것에 추가하여 경질 스톱 배열체를 포함할 수 있다. 경질 스톱은 내장될 수 있거나, UCA에 대해 내부에 배치될 수 있거나, 단극성 및/또는 양극성 유동장 플레이트 내로 일체화될 수 있다. 다른 특징부가 과잉의 개스킷 재료 트랩 그리고 유동장 플레이트 상에 제공된 미세 복제 패턴 등의 UCA 내로 합체될 수 있다. UCA 패키징 내로의 경질 스톱의 합체는 조립(예컨대, 가압력) 중 그리고 사용(예컨대, 외부 적층체 압력 시스템) 중

MEA에 가해진 압축력의 크기를 유리하게 제한한다. 예컨대, UCA 경질 스톱의 높이는 UCA 구성 중 30% 등의 특정한 크기의 MEA 압축을 제공하도록 계산될 수 있는데, 이러한 압축은 경질 스톱에 의해 특정한 크기에 제한된다. 또한, 유동장 플레이트 내로의 경질 스톱의 함체는 2개의 유동장 플레이트를 위한 정합 보조구조로서 작용할 수 있다.

더욱이, 다양한 UCA 구성이 본 발명의 다른 실시예에 따른 열관리 능력을 갖는 상태로 실시될 수 있다. 예로써, 주어진 UCA 구성은 일체형 열관리 시스템을 포함할 수 있다. 대체예에서 또는 추가예에서, 주어진 UCA는 분리 가능한 열관리 구조체와 기계적으로 커플링하도록 구성될 수 있는데, 그 실시예는 후술될 것이다. 따라서, 본 발명의 연료 전지 조립체는 여기에 설명된 바와 같은 특정한 UCA 구성 또는 특정한 열관리 시스템에 제한되지 않는다.

연료 전지 기술의 진보가 시판 가능한 가격으로 연료 전지 및 시스템을 대량 생산하기 위해 요구된다는 것이 당업자에 의해 이해된다. 종래의 연료 전지 패키징 접근법은 높은 수준의 연료 전지 적층체 조립 효율을 달성할 능력을 제한한다. 더욱이, 기존의 패키징 및 적층 접근법은 연료 전지 구성 요소 리사이클링에 대해 수정 가능하지 않은데, 이는 연료 전지가 열악한 성능인 것으로 확인되면 전체의 연료 전지 조립체의 낭비적인 폐기를 초래한다. 연료 전지 리사이클링은 결합 있는 연료 전지가 제거되어 분해가 적용되면 어떤 연료 전지 조립체 구성 요소의 재사용을 가능하게 한다. 본 발명의 원리와 일치된 UCA 패키지는 연료 전지 적층체의 효율적인 조립 및 분해를 제공하고, 다양한 UCA 구성 요소의 리사이클링을 추가로 제공한다.

이제, 도2a를 참조하면, 본 발명의 하나의 실시예에 따른 UCA의 단면도가 도시되어 있다. 이러한 실시예에 따르면, UCA(80)는 본래의 장소에 형성된 평탄한 고체 실리콘 개스킷 및 경질 스톱 배열체를 포함한다. 도2a에 도시된 실시예에서 그리고 여기에 설명된 다른 실시예에서, 액화 실리콘 밀봉체가 채용된다. 실리콘 밀봉체 재료는 본 발명에 따른 UCA의 구성에서의 사용을 위해 적절한 여러 개의 형태의 재료들 중 하나를 나타낸다는 것이 이해되어야 한다. 다른 밀봉 재료는 이러한 재료가 밀봉을 위한 적절한 탄성 성질을 나타내며 연료 전지 환경을 위해 충분히 내구성이라고 가정 하에서 대체예에서 채용될 수 있다.

도2a에 도시된 UCA(80)는 다음의 도시된 공정에 따라 구성될 수 있다. 유동장 플레이트(84)는 유동 채널(85)이 상향으로 향하는 상태에서 평탄한 표면 상에 배치된다. 예컨대, 유동장 플레이트(84)는 10 cm×10 cm의 유동 채널 영역을 갖는 13 cm×13 cm의 플레이트이다. 유동장 플레이트(84, 82)는 탄소/중합체 복합 재료, 그라파이트, 금속 또는 전도성 재료가 코팅된 금속으로부터 조립될 수 있다는 것이 주목되어야 한다.

액화 실리콘 밀봉체 재료는 MEA의 개스킷이 형성되는 유동장 플레이트(84)의 표면 상으로 약 0.35 mg/분의 속도 등의 소정 속도로 분배된다. 적절한 실리콘 재료는 다우 코닝으로부터 구매 가능한 D98-55, 부분 A 및 B이다. 유동 채널 영역(85)은 11 cm×11 cm의 FTL(88)에 의해 덮인다. 하나의 표면 상에 양극 촉매 재료 그리고 다른 표면 상에 음극 촉매 재료가 코팅된 PEM을 나타내는 촉매 코팅 멤브레인(CCM)(90)은 CCM(90) 중심이 FTL 중심에 정렬된 상태에서 하부 FTL(88) 상에 배치된다.

상부 11 cm×11 cm의 FTL(86)은 각각의 중심의 정렬 상태에서 CCM(90) 상에 배치된다. FTL(86, 88)은 실리콘이 FTL(86, 88)의 다공성 탄소 섬유 내로 유동 및 침투할 수 있는 공간을 제공하여 모서리 밀봉부를 형성하도록 CCM(90)보다 약간 크다. 또한, CCM(90)에 대한 FTL(86, 88)의 이러한 과도한 크기는 실리콘이 유동 채널(85) 내로 유동하는 것을 방지하는데, 그렇지 않으면 외부 유동 채널을 차단할 것이다.

도시된 바와 같이, CCM(90)의 멤브레인(91) 또는 전체의 CCM(90)은 MEA로부터 경질 스톱(92)에 근접한 위치까지 외향으로 연장한다. 이러한 연장된 멤브레인 또는 CCM 부분은 유동장 플레이트(84, 82)들 사이의 향상된 전기 절연을 제공한다. 그러나, 멤브레인(91) 또는 CCM(90)이 도2a 및 다른 도면에 도시된 바와 같이 MEA로부터 연장할 것이 요구되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 나아가, 멤브레인(91) 또는 CCM(90)이 MEA로부터 MEA와 경질 스톱(92) 사이의 어떤 양호한 거리의 위치까지 연장할 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

외부 경질 스톱(92)은 MEA 압축을 제어하도록 심으로서 UCA(80) 내에서 사용된다. 경질 스톱(92)은 예컨대 폴리에틸렌 나프탈렌(PEN), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 테플론 또는 다른 비압축성 재료 또는 이러한 재료들의 조합을 포함하는 다양한 재료로부터 조립될 수 있다. 도2a에 도시된 실시예에서, 외부 경질 스톱(92)은 UCA가 형성된 후 비접착성 및 제거성을 보증하도록 PEN으로부터 조립되며 테플론으로 코팅된다. 경질 스톱(92)의 두께는 바람직한 크기의 MEA 압축을 달성하도록 선택될 수 있다. 도2a에서, 경질 스톱(92)의 두께는 30% 압축의 MEA를 보증하도록 선택된다.

2개의 부분(A 및 B)이 미리 혼합된 상태의 액화 실리콘은 MEA의 개스킷이 형성될 상부 유동장 플레이트(82) 및 하부 유동장 플레이트(85)의 표면 상으로 약 0.35 mg/분의 속도로 분배된다. MEA 구성 요소 및 외부 경질 스톱(92)은 분배된 실리콘으로써 2개의 유동장 플레이트(82, 85) 사이에 개재된다. 다음에, 전체의 개재 구조체(80)는 프레스 내로 배치된다. 개재 구조체(80)에는 바람직하게는 10분 동안 3톤에서 270°F의 프레스 조건이 적용되는데, 이는 본래의 장소에 형성된 평탄한 고체 개스킷으로써의 UCA(80)의 형성을 초래한다. UCA 형성 공정 중, FTL(88, 86) 및 CCM(90)은 MEA에 양호한 인터페이스를 형성하도록 화학 결합된다. MEA가 미리 화학 결합되지 않았다면 총 10분의 화학 결합 시간이 전형적으로 요구된다는 것이 주목되어야 한다. 실리콘 재료는 10분보다 훨씬 짧은 시간 후 경화될 수 있으며 MEA가 미리 화학 결합된 MEA인 경우에 10분의 전형적인 프레스/화학 결합 시간이 감소될 수 있다는 것이 추가로 주목되어야 한다.

도2b는 본 발명의 원리에 따른 UCA의 또 다른 실시예를 도시하고 있다. 이러한 실시예에서, 본래의 장소에 형성된 실리콘 개스킷의 사용에 추가하여 내부 경질 스톱 배열체가 채용된다. 10 cm×10 cm의 유동 채널 영역(85)을 갖는 13 cm×13 cm의 유동장 플레이트(84)는 유동 채널이 상향으로 향하는 상태에서 평탄한 표면 상에 배치된다. 이러한 UCA 구성은 실리콘 개스킷 형성 영역 내의 각각의 유동장 플레이트(82, 84) 상에 제공된 트랩 채널(95)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 트랩 채널(95)은 경질 스톱 배열체(93a/93b)와 각각의 유동장 플레이트(82, 84)의 외주연 사이에 배치된다. 트랩 채널(95)은 유동 채널을 차단하지 않도록 유동 채널 내로 유동하는 과잉의 액화 실리콘을 위한 공간을 제공한다. 또한, 이는 필요한 MEA 밀봉에 추가하여 UCA 패키징 일체성을 향상시키는 내부 로킹 기구를 제공할 수 있다.

액화 실리콘은 MEA의 개스킷이 형성될 유동장 플레이트(84)의 표면 상으로 약 0.35 mg/분의 속도로 분배된다. 플레이트 표면 상으로 분배된 실리콘의 양은 일체형 경질 스톱 배열체의 존재로 인해 도2a에 대해 계산된 양의 약 50%만큼 감소될 수 있다.

본 실시예의 경질 스톱 배열체는 PEN, PET, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 유리 섬유, 나일론, 델린, 렉산, 마일라, 캡톤, 테플론 등의 적절한 재료로부터 형성된 프레임(93a, 93b)을 포함한다. 또한, 이들 재료의 혼합물 또는 탄소, 유리, 세라믹 등의 충전제와 이들의 복합 재료가 경질 스톱으로서 사용될 수 있다. 경질 스톱 배열체가 단일의 연속 부재일 것을 요구하지 않으며 대신에 다수개의 연결되지 않거나 느슨하게 연결된 이산형 경질 스톱 요소에 의해 한정될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

도2b에 도시된 프레임(93a, 93b)은 PEN으로부터 성형된다. 이러한 실시예에서의 PEN 프레임(93b)은 12.5 cm×12.5 cm의 외부 치수 그리고 11 cm×11 cm의 창을 갖는다. 프레임(93b)은 대부분의 액화 실리콘(94)을 덮도록 유동장 플레이트(84) 상에 배치된다. PEN 프레임(94)의 두께는 MEA의 30% 압축을 보증하도록 선택된다.

11 cm×11 cm의 FTL(88)은 PET 프레임(93b)의 내부 창 내로 배치된다. CCM(90)은 CCM 중심이 FTL 중심에 정렬된 상태에서 FTL(88) 상에 배치된다. 프레임(93b)과 동일한 치수를 갖는 또 다른 PET 프레임(93a)이 중심이 각각 정렬된 상태에서 CCM(90) 상에 배치된다. 제2의 11 cm×11 cm의 FTL(86)은 PEN 프레임(93a)의 창 내로 배치된다.

액화 실리콘(94)은 MEA의 개스킷이 형성될 제2 유동장 플레이트(82)의 표면 상으로 약 0.35 mg/분의 속도로 분배된다. 제2 유동장 플레이트(92)는 바람직하게는 10분 동안 3톤에서 270°F의 프레스 조건 하에서 유동장 플레이트(84)/FTL(88)/CCM(90)/FTL(86) 구조체의 상부 상에 배치된다.

도3a는 본래의 장소에 형성된 실리콘 개스킷에 추가하여 불박이 경질 스톱이 채용되는 또 다른 실시예를 도시하고 있다. 도3a에 도시된 UCA(80)의 기본 구성은 경질 스톱 구성을 제외하면 도2b에 도시된 것과 유사하다. 도3a에 도시된 실시예에서, 경질 스톱 특징부는 유동장 플레이트(82, 84) 내로 조립된다. 도시된 바와 같이, 각각의 유동장 플레이트(82, 84)는 도3b에 가장 잘 도시된 바와 같이 돌출 주연 모서리(82a, 84a)를 갖는다. 모서리(82a, 84a)는 서로와 정합하도록 그리고 실리콘 밀봉부(94)를 수용할 정도로 충분한 내부 유동장 플레이트 표면들 사이에 소정 크기의 간극을 제공하도록 형성된다. 돌출 주연 모서리(82a, 84a)의 높이는 적절한 정도의 MEA 압축을 제공하도록 선택된다.

도3b에 도시된 바와 같이, 주연 모서리(82a)는 돌출 인터페이스를 포함하며 주연 모서리(84a)는 리세스형 인터페이스를 포함한다. 모서리(82a)의 돌출 인터페이스는 2개의 유동장 플레이트(82, 84)가 프레스 내에서 소정 압력 하에서 서로 모일 때 모서리(84a)의 리세스형 인터페이스에 의해 수용된다. 절연 필름 등의 절연층(89)은 2개의 유동장 플레이트(82, 84)들 사이의 필요한 전기 절연을 제공하도록 주연 모서리(82a, 84a)들 사이에 배치된다.

또 다른 밀봉 접근법에 따르면, 유동장 플레이트의 표면은 미세 복제 패턴(미세 구조체 표면으로도 불림)을 포함하도록 가공될 수 있다. 다양한 미세 구조체 패턴 그리고 이를 제조하는 방법이 당업계에 공지되어 있다. 미세 구조체 패턴은 대향 유동장 플레이트 표면 상에 제공된 패턴의 결합 시 UCA의 유동장 플레이트들 사이에 기계적인 커플링을 제공하도록 유동장 플레이트의 특정한 영역으로 가공될 수 있다. 패턴은 예컨대 5 내지 25 밀즈(mils)에서 변할 수 있는 폭 그리고 약 1.5 내지 2.5 밀즈에서 변할 수 있는 높이를 갖는 리지를 가질 수 있다.

예컨대, 미세 구조체 패턴은 개스킷의 표면 상에 많은 작은 세미 리지를 형성하도록 개스킷 영역 내의 유동장 표면으로 가공될 수 있다. 또한, 미세 구조체 패턴은 유동장 랜드로 가공될 수 있다. 후술된 바와 같이, UCA 밀봉은 미세 구조체 패턴 및 중합체 개스킷(예컨대, 본래의 장소에 형성된 실리콘 개스킷 또는 별도의 탄성 중합체 개스킷)의 조합 사용에 의해 또는 미세 구조체 패턴 또는 다른 기계적인 배열체(예컨대, 로케이터 핀, 나사, 볼트/너트, 상호 로킹 표면 특징부)의 단독의 사용에 의해 달성될 수 있다.

도4a 및 도4b는 내부의 경질 스톱 그리고 본래의 장소에 형성된 실리콘 밀봉부 또는 개스킷을 채용하는 UCA의 추가의 실시예를 도시하고 있다. 이러한 실시예에 따르면, UCA(100)는 연료 전지의 음극을 나타내는 상부 유동장 플레이트(102) 그리고 연료 전지의 양극측을 나타내는 하부 유동장 플레이트(104)를 포함한다. 도4b에 가장 잘 도시된 바와 같은 경질 스톱 배열체(110)는 하부 유동장 플레이트(104) 내에 제공된 슬롯(114) 내에 배치된 일련 경질 스톱 코어 또는 코일(112)을 포함한다.

슬롯(114)은 플레이트 제조 공정 중 적절한 위치에서 미리 가공 또는 성형될 수 있다. 슬롯(114)의 깊이는 경질 스톱 코어(112)의 직경에 따라 변할 수 있다. 곡면형 리세스(116)는 상부 유동장 플레이트(102) 내에 제공되며 경질 스톱 코어(112)와 정합하는 반경을 갖는다. 하부 유동장 플레이트(104)는 개스킷 형성 중 유동할 수 있는 과잉의 밀봉체 재료를 수용하는 트랩 채널(105)을 포함할 수 있다.

경질 스톱 코일(112)은 여기에서 설명된 다른 경질 스톱 배열체에서와 같이 PET, PEN 또는 테플론 등의 비압축성 재료로부터 형성될 수 있다. 경질 스톱 코일(112)의 두께는 전형적으로 0.5 mm 내지 2.0 mm의 범위 내에 있다. 일반적으로, 경질 스톱 코일(112)의 두께는 MEA의 두께의 약 70%이어야 하는데, 이는 전형적으로 약 0.012 인치이다.

실리콘 개스킷은 슬롯(114) 내에 코일(112)을 배치하기 전 경질 스톱 코일(112)의 상부 상에 액체 실리콘을 분배함으로써 형성된다. 다음에, 경질 스톱 코일(112)은 슬롯(114) 내로 진입하여 슬롯(114)의 중심선을 따라 배향된 상태로 유지된다. 이는 경질 스톱 코어(112)에 근접한 동일한 두께의 실리콘층을 유지하는 것을 보조한다. MEA(106) 및 상부 유동장 플레이트(102)는 적절한하게 배치되고, 개재 구조체(100)는 전술된 바와 같이 소정 시간 동안 적절한 온도 및 압력 조건 하에서 프레스 내에 배치된다.

멤브레인의 크기가 FTL과 동일할 수 있다는 것이 주목되어야 한다. 촉매가 갑자기 노출되더라도, 이는 실리콘이 연료에 대한 촉매의 노출에 대해 보호하도록 형성하므로 문제점으로 되지 않을 것이다. UCA에 리사이클링이 적용되게 하려고 하면, 추가의 해체 코팅이 실리콘 개스킷/밀봉 재료와 직접 접촉 상태로 되는 유동장 플레이트(102, 104)의 표면 상에 가해질 수 있다. 이와 같이, 불량 UCA의 MEA 및 밀봉부/개스킷은 재사용 가능한 유동장 플레이트(102, 104)로부터 용이하게 분리될 수 있다.

이제, 도5a 내지 도5f를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 밀봉 배열체를 채용하는 UCA의 일부가 도시되어 있다. 도5a 내지 도5f에 도시된 실시예는 전형적으로 필름, 테이프 또는 다른 고체 형태로 분배되는 열가소성 밀봉 재료를 포함한다. 열가소성 재료는 THV(테트라플루오로에틸렌, 헥사플루오로프로필렌 및 비닐리덴 디플루오라이드의 3원 혼성 중합체)와 같은 플루오로플라스틱; 폴리에틸렌; 에틸렌 및 아크릴산의 공중합체 등의 폴리에틸렌의 공중합체; 써모-본드 845(3M, 에컨대 폴리에틸렌 말레인 안하이드라드 공중합체) 및 써모-본드 668(3M, 에컨대 폴리에스테르)일 수 있다. 또한, 이들 재료의 혼합물 또는 탄소, 유리, 세라믹 등의 충전제와 이들의 복합 재료가 열가소성 재료로서 사용될 수 있다. 바람직하게는, 용융점 범위는 50 내지 180°C 그리고 바람직하게는 100 내지 150°C인데, 이는 MEA 화학 결합 온도와 유사하여야 한다. 또한, 열가소성 재료는 경질 스톱 및 유동장 플레이트에 부착되어야 한다.

어떤 UCA/MEA 구성에서, 열가소성 밀봉 재료는 UCA 밀봉에 추가하여 향상된 멤브레인 모서리 보호를 제공한다. 우선, 고체 열가소성 밀봉 필름의 사용은 액화 밀봉제의 사용으로써 일어날 수 있는 유동 채널 차단 위험성을 상당히 감소시키거나 제거시킨다. 나아가, FTL은 열가소성 밀봉 필름이 가스 이송 구멍 및 채널 내로 유동하는 것을 방지하도록 UCA/MEA 내에 배치될 수 있다.

고체 열가소성 밀봉 필름을 사용하는 하나의 특정한 장점은 밀봉 필름이 FTL 내로 용융되어 밀봉 필름이 FTL과 중첩하는 FTL의 모서리 상의 어떠한 두께 변동도 없다는 특성과 관련된다. 대조적으로, MEA를 조립하는 종래의 방법은 MEA의 모서리 상에서의 작은 두께 변동을 초래하여, MEA의 잔여부에 상당한 압력이 적용되는 위치를 발생시킬 수 있다. MEA에 그 모서리를 따라 과도한 압력이 적용되면, MEA는 이들 영역에서의 불량이 취약해진다. 이러한 실시예에 따른 열가소성 밀봉 필름이 그 내에 확산되면 FTL 표면에 대해 어떠한 유효한 두께 변동도 없기 때문에, MEA는 전체의 MEA 표면을 가로질러 동등하게 UCA 적층체 내의 압력을 흡수할 것이다.

이러한 실시예에 따른 열가소성 밀봉 필름을 사용하는 또 다른 장점은 전술된 바와 같이 멤브레인 모서리 보호이다. 내구성 실험에서, MEA에 대한 불량의 주요 원인이 FTL과 개스킷 경질 스톱 사이의 영역에서 발생하는 응력인 것으로 밝혀졌는데, 이는 과열을 유발시키며 대량의 수소 크로스오버를 발생시킨다. 이러한 크로스오버는 MEA를 유용하지 않게 하고, 적층체 내의 다른 MEA로 수소 연료를 전달할 수 없기 때문에 UCA 적층체의 잔여부를 불량이 되게 한다.

이러한 모서리 과열 현상은 종종 양극층과 음극층 사이에 압력차가 있기 때문에 어떤 MEA 구조체에서 일어날 수 있고, 멤브레인은 지지할 것이 거의 없기 때문에 이러한 영역에서 취약하다. 이러한 경우에, 열가소성 밀봉 필름은 멤브레인을 거쳐 용융되며 쉽게 과열되지 않는 강력한 지지체를 제공한다. FTL의 모서리에서 보호된 이러한 멤브레인은 모서리 상에서의 불량의 확률이 상당히 감소되기 때문에 높은 정도의 수명 그리고 신뢰 가능한 성능을 갖는다.

이러한 UCA 구성의 추가의 장점은 FTL의 예리한 코너로부터의 멤브레인 보호이다. 종종 FTL의 모서리가 멤브레인을 찢어서 단락을 일으켜 MEA 불량을 유발시킬 수 있다는 것이 많은 경우에 특히 더욱 강성의 FTL의 경우에 알려져 있다. 종래의 접근법은 이러한 문제점을 단지 부분적으로 제어할 수 있다. 본 실시예에 따르면, 열가소성 밀봉 필름은 바람직하게는 화학 결합 전 FTL의 모서리 아래에 배치된다. 열가소성 밀봉 필름은 화학 결합 공정 중 멤브레인이 예리한 모서리로 인해 떨어져 나가는 것을 보호한다. 이러한 실시예에 따른 열가소성 밀봉 필름의 채용은 종래의 접근법과 대조적으로 FTL 축진 멤브레인 손상이 일어나는 것을 완전히 제거시킨다.

경질 스톱의 추가는 어떤 실시예에서 UCA 내에서의 압축을 정확하게 제어하며 FTL 압축이 최적의 수준에 도달된 때 연료 전지의 압축을 중단시키는 추가의 장점을 제공한다. 경질 스톱의 두께는 최적의 압축 수치를 제공하도록 FTL의 두께에 따라 변할 수 있다.

도5a는 화학 결합 공정에서 배치되기 전의 UCA의 모서리 부분을 도시하고 있고, 도5b는 화학 결합 공정의 완료 후 도5a의 UCA 부분을 도시하고 있다. UCA(200)는 이송 가스 포트(206, 210) 그리고 다수개의 가스 유동 채널(208, 212)을 각각 갖는 제1 및 제2 유동장 플레이트(202, 204)를 포함한다. 제1 및 제2 유동장 플레이트(202, 204)들 사이에는 MEA(212)가 제공된다. MEA(212)는 CCM(214)가 배치되는 한 쌍의 FTL(220, 222)을 포함하는 것으로 도시되어 있다. CCM(214)은 음극 및 양극 촉매층(224, 226) 그리고 MEA(212)로부터 외향으로 연장하는 멤브레인(228)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 멤브레인(228)은 FTL(220, 222)의 모서리를 넘어 연장하며 제1 및 제2 유동장 플레이트(202, 204)의 모서리에 근접하여 종료된다.

UCA(200)는 멤브레인(228)과 각각의 제1 및 제2 유동장 플레이트(202, 204) 사이에 배치된 제1 및 제2 경질 스톱 프레임(234, 240)을 포함하는 경질 스톱 배열체를 포함한다. 경질 스톱 프레임(234, 240)은 PET, PEN, 테플론 등의 적절한 경질 스톱 재료로부터 조립될 수 있다. 제1 경질 스톱 프레임(234)은 제1 경질 스톱 프레임(234)과 멤브레인(228) 사이에 제공된 접착성 필름 또는 층(236)의 사용에 의해 멤브레인(228) 상의 적절한 위치에 보유된다. 마찬가지로, 제2 경질 스톱 프레임(240)은 제2 경질 스톱 프레임(240)과 멤브레인(228) 사이에 제공된 접착성 필름 또는 층(238)의 사용에 의해 멤브레인(228) 상의 적절한 위치에 보유된다.

제1 열가소성 필름(230)의 제1 단부는 제1 FTL(220)과 음극 촉매층(224)을 넘어 연장하는 멤브레인(228)의 일부 사이에 배치된다. 제1 열가소성 필름(230)은 제1 FTL(220)의 단부와 제1 경질 스톱 프레임(234) 사이에 형성된 간극(211a) 내에서 지나간다. 도5a의 구성에서, 제1 열가소성 필름(230)은 제1 경질 스톱 프레임(234)과 제1 유동장 플레이트(202) 사이에 배치된 것으로 도시되어 있다. 제1 열가소성 필름(230)의 제2 단부는 제1 유동장 플레이트(202)의 모서리에서 종료된다.

제2 열가소성 필름(232)의 제1 단부는 제2 FTL(222)과 양극 촉매층(226)을 넘어 연장하는 멤브레인(228)의 일부 사이에 배치된다. 제2 열가소성 필름(232)은 제2 FTL(222)의 단부와 제2 경질 스톱 프레임(240) 사이에 형성된 간극(211b) 내에서 지나간다. 도5a의 구성에서, 제2 열가소성 필름(232)은 제2 경질 스톱 프레임(240)과 제2 유동장 플레이트(204) 사이에 배치된 것으로 도시되어 있다. 제2 열가소성 필름(232)의 제2 단부는 제2 유동장 플레이트(204)의 모서리에서 종료된다.

각각의 열가소성 필름(230, 232)의 두께는 전형적으로 약 2.5 밀즈이고, 단일의 경질 스톱 프레임(234, 240)의 두께는 전형적으로 약 5 밀즈이다. 도5c 및 도5d에 도시된 실시예에서와 같이 단일의 경질 스톱 프레임이 채용되는 UCA 구성에서, 이러한 경우의 경질 스톱 프레임(235)의 두께는 약 10 밀즈이다. FTL(220, 222)의 두께가 전형적으로 약 8밀즈인 것이 주목되어야 한다. 이들 치수는 특정한 UCA 설계에 따라 변할 것이라는 것이 이해될 것이다.

또 다른 구성에 따르면, 제1 열가소성 필름(230)은 제1 FTL(220)과 음극 촉매층(224)을 넘어 연장하는 멤브레인(228)의 일부 사이에 배치된다. 이러한 구성에 따른 제1 열가소성 필름(230)은 간극(211) 내에서 지나가며 제1 경질 스톱 프레임(234)의 모서리에서 종료된다. 접착성 필름 또는 층은 층(236)과 유사하게 제1 경질 스톱 프레임(234)과 제1 유동장 플레이트(202) 사이에 제공된다.

이러한 실시예에 따르면, 제2 열가소성 필름(232)은 제2 FTL(222)과 양극 촉매층(226)을 넘어 연장하는 멤브레인(228)의 일부 사이에 배치된다. 이러한 구성에 따른 제2 열가소성 필름(232)은 간극(211) 내에서 지나가며 제2 경질 스톱 프레임(240)의 모서리에서 종료된다. 접착성 필름 또는 층은 층(238)과 유사하게 제2 경질 스톱 프레임(240)과 제2 유동장 플레이트(204) 사이에 제공된다.

도5b는 화학 결합 공정의 완료 후의 모서리 보호 UCA를 도시하고 있다. 도5b에 도시된 바와 같이, UCA(200)의 다양한 구성 요소는 용융된 열가소성 필름(230, 232)에 의해 서로 유지된다. 열가소성 재료는 FTL(220, 222)을 합침하지만, 이송 가스 포트(206, 210) 내로 확산되지 않는다. 더욱이, 가스 채널(208, 212)에 대한 FTL(220, 222)의 전략적인 배치는 화학 결합 공정 중 가스 채널 차단이 일어나는 것을 방지한다. 멤브레인(228)은 제1 및 제2 스톱 프레임(234, 240)과 제1 및 제2 FTL(220, 222) 사이의 취약한 모서리에서 둘러싸는 용융된 열가소성 재료의 위생적인 층을 갖는다.

도5c 및 도5d는 경질 스톱 배열체와 함께 열가소성 밀봉재 재료를 포함하는 UCA 패키징 구성의 또 다른 실시예를 도시하고 있다. 도5c는 화학 결합 프레스 내에 배치되지 전의 UCA의 모서리 부분을 도시하고 있고, 도5d는 화학 결합 공정의 완료 후의 도5c의 UCA 부분을 도시하고 있다. 이러한 실시예에 따르면, MEA(212)는 제1 및 제2 FTL(220, 222)의 모서리에서 또는 모서리 근처에서 종료되는 멤브레인(228)을 포함한다. 도5a 및 도5b의 실시예에서와 같이, 도5c 및 도5d의 제1 및 제2 열가소성 필름(230, 232)은 각각 촉매층(224, 226)을 넘어 연장하는 멤브레인(228)과 제1 및 제2 FTL(220, 222) 사이에 배치된다.

제1 및 제2 열가소성 필름(230, 232)은 각각 제1 및 제2 FTL(220, 222)의 단부와 경질 스톱 프레임(235) 사이에 형성된 간극(211) 내에서 지나간다. 멤브레인(228)은 경질 스톱 배열체를 넘어 연장하지 않기 때문에, 단일의 경질 스톱 프레임(235)이 채용될 수 있다. 멤브레인(228)이 제1 및 제2 유동장 플레이트(202, 204) 사이에 향상된 전기 절연을 제공하도록 간극(211) 내로 그리고 경질 스톱 프레임(235)까지 연장할 수 있다는 것이 주목되어야 한다.

제1 및 제2 열가소성 필름(203, 232)은 각각 경질 스톱 프레임(235)과 제1 및 제2 유동장 플레이트(202, 204) 사이에 배치된 것으로 도시되어 있다. 도5a 및 도5b에 도시된 구성에서와 같이, 제1 및 제2 열가소성 필름(203, 232)은 경질 스톱 프레임(235)까지 연장하여 종료될 수 있는데, 이러한 경우에 접착성 필름 또는 층은 각각 경질 스톱 프레임(235)과 제1 및 제2 유동장 플레이트(202, 204) 사이에 배치될 수 있다.

도5e 및 도5f는 본 발명에 따른 열가소성 밀봉재 재료를 포함하는 UCA의 추가의 실시예를 도시하고 있다. 이러한 실시예에서, 경질 스톱 배열체가 도5a 내지 도5d에 도시된 실시예의 경우에서와 같이 채용되지 않는다. 도5e는 화학 결합 프레스 내에 배치되기 전에 UCA(200)의 모서리 부분을 도시하고 있고, 도5f는 화학 결합 공정의 완료 후의 도5e의 UCA 부분을 도시하고 있다.

이러한 실시예에 따르면, MEA(212)는 MEA(212)로부터 외향으로 연장하여 각각의 제1 및 제2 유동장 플레이트(202, 204)의 모서리에서 또는 모서리 근처에서 종료되는 멤브레인(228)을 포함한다. 제1 열가소성 필름(230)은 제1 FTL(220)과 음극 촉매층(224)을 넘어 연장하는 멤브레인(228)의 일부 사이에 배치된다. 이러한 구성에 따른 제1 열가소성 필름(230)은 멤브레인(228)의 연장 부분 상에 배치되며 제1 유동장 플레이트(202)의 모서리에서 종료된다.

이러한 실시예에 따른 제2 열가소성 필름(232)은 제2 FTL(222)과 양극 촉매층(226)을 넘어 연장하는 멤브레인(228)의 일부 사이에 배치된다. 제2 열가소성 필름(232)은 멤브레인(228)의 연장 부분 상에 배치되며 제2 유동장 플레이트(202)의 모서리에서 종료된다. 멤브레인(228)이 MEA(212)의 모서리를 넘어 또는 각각의 제1 및 제2 유동장 플레이트(202, 204)의 모서리까지 계속하여 연장할 것이 요구되지 않는다는 것이 이해되어야 한다.

이제, 본 발명의 또 다른 태양을 참조하면, 추가의 실시예는 열관리 특징부가 제공된 UCA 조립체에 관한 것이다. 어떤 실시예에서, 열관리 특징부는 UCA에 대해 분리 가능한 냉각 구조체를 포함한다. 다른 실시예에서, 열관리 특징부는 UCA 패키징 내로 일체로 합체되는 냉각 구조체를 포함한다. 추가의 실시예에서, UCA에 대해 일체형 또는 분리형일 수 있는 UCA 냉각 구조체가 UCA의 적층체의 효율적인 조립 및 분해를 용이하게 하도록 실시될 수 있다.

다른 실시예에 따르면, 다양한 로킹/결합 배열체가 UCA 적층체 내에 조립된 UCA의 용이한 삽입 및 제거를 용이하게 하는 데 채용된다. 추가의 실시예에서, 다양한 로킹/결합 배열체가 한 쌍의 유동장 플레이트에 대한 MEA의 용이한 삽입 및 제거를 용이하게 하는 데 채용된다. 이제, 이들 및 다른 특징이 상세하게 설명될 것이다.

일반적으로, 유동장 플레이트, MEA 및 냉각 구조체를 포함하는 연료 전지 적층체는 모든 구성 요소를 주의 깊게 정렬시킴으로써 그리고 각각의 연료 전지에 특정한 크기의 압축이 적용되도록 이들 구성 요소를 가압함으로써 조립된다. 종래의 연료 전지 적층체 조립은 적층체를 압축하도록 유동장 플레이트 내측을 지나가는 고정된 구멍을 갖는 타이 로드 접근법을 이용한다. 전지가 고장나면, 불량 전지는 적층체 또는 모듈이 계속하여 작동하도록 제거되어 교체되어야 한다.

종래의 연료 전지 적층체 조립으로써, 적층체의 불량 전지 또는 불량 섹션을 제거 또는 교체하는 고정은 복잡하며 시간이 많이 걸린다. 종래의 접근법을 사용하여 조립된 연료 적층체로부터 1개의 결함 있는 전지를 제거하기 위해, 예컨대 전체의 적층체는 분해되어 완전히 재조립되어야 한다. 이는 모든 타이 로드를 제거하는 단계 그리고 적층체로부터의 불량 전지의 제거 단계 후의 전체의 적층체의 재조립 단계를 포함한다.

본 발명의 원리에 따른 연료 전지 적층 접근법은 적층체 조립에서 결함 있는 전지의 효율적인 제거 및 교체를 제공하는데, 이는 적층체 분해 및 재조립과 관련된 복잡성 및 시간 소비를 유리하게 감소시킨다. 나아가, 본 발명의 연료 전지 적층 접근법은 연료 전지 구성 요소의 향상된 리사이클링을 제공하여, 적층체로부터 제거된 결함 있는 연료 전지 조립체의 어떤 연료 전지 구성 요소(예컨대, 유동장 플레이트, 경질 스톱 구성 요소, 탄성 중합체 밀봉부, 냉각 구성 요소 등)의 재사용을 가능하게 한다.

하나의 열관리 구성에 따르면 그리고 도6a 내지 도6c에 도시된 바와 같이, UCA 조립체(300)는 UCA(302) 및 분리 가능한 냉각 플레이트(304)를 포함하는 것으로 도시되어 있다. 이러한 실시예에서의 UCA(302)는 직사각형 또는 정사각형 블록 형상을 갖도록 구성되지만, 다른 형상 및 구성이 가능하다는 것이 이해되어야 한다. 냉각 플레이트(304)는 UCA(302)를 수용하는 치수로 형성되는 리세스형 표면(308)을 포함한다. 냉각 플레이트(304)의 후방 표면 및/또는 측면 표면 등의 1개 이상의 표면에는 냉각 채널 또는 핀 등의 냉각 배열체(306)가 제공된다. 공기, 물 또는 다른 가스 또는 유체 냉매 등의 유체 열전달 매체는 UCA(302)의 온도를 제어하도록[즉, UCA(302)의 가열 및/또는 냉각] 냉각 배열체(306)를 통해 또는 냉각 배열체(306)를 거쳐 지날 수 있다.

도6b 및 도6c에 도시된 바와 같이, 제1 UCA(302)는 냉각 플레이트(304)의 제1 표면 상에 제공된 리세스(308) 내로 끼워질 수 있다. 추가로, 냉각 배열체(306)를 포함하는 표면 등의 냉각 플레이트(304)의 제2 표면은 제2 UCA(302)를 수용하는 치수로 형성되는 리세스(307)를 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 단일의 냉각 플레이트(304)가 냉각 그리고 2개의 UCA(302)와 정렬된 결합을 제공하는 데 사용될 수 있다.

따라서, UCA 조립체(300)의 적층체는 UCA(302)와 냉각 플레이트(304) 사이의 리세스형 끼움 관계의 사용에 의해 상호 로킹될 수 있다. 대체 구성에서 리세스가 UCA(302)의 1개 이상의 표면 상에 제공될 수 있으며 냉각 플레이트(304)가 UCA(302)의 관련된 리세스형 표면 내로 끼워지는 1개 이상의 돌출 표면을 포함하도록 구성될 수 있다는 것이 주목되어야 한다.

UCA(302)와 냉각 플레이트(304) 사이에서와 같은 리세스형 끼움은 정렬의 용이성 그리고 이들 사이에서의 삽입/제거의 용이성을 모두 제공한다. 이러한 실시예에 따르면 그리고 도7a 및 도7b에 가장 잘 도시된 바와 같이, UCA 조립체(300)[즉, 관련된 냉각 플레이트(304)를 갖는 UCA(302)]의 적층체는 타이 로드(326)가 UCA 조립체(300)의 완전히 외측에 배치되는 압축 장치(320)를 사용하여 압축될 수 있다. 이러한 설계로써, 어떠한 특별한 정렬도 적층체 조립을 위해 요구되지 않는다. 적층체 시스템 내에서의 특정한 전지의 제거 또는 교체는 유동장 플레이트를 통과하는 타이 로드를 사용하는 종래의 접근보다 상당히 적은 작업을 요구한다.

도7a 및 도7b에 도시된 압축 장치(320)는 다수개의 타이 로드(326)가 연장하는 한 쌍의 단부 플레이트(322, 324)를 포함한다. 연료 및 냉매 매니폴드 그리고 정렬 핀은 설명의 간략화를 위해 도시되어 있지 않다. 초기에, 각각의 UCA(302)는 그 관련된 냉각 플레이트(304)의 리세스(308) 내에 배치되는데, 그 조합은 이러한 실시예에서 UCA 조립체(300)를 한정한다. 타이 로드(326)는 각각의 단부 플레이트(322, 324) 내에 제공된 구멍 내로 관통된다.

도시된 바와 같이, 타이 로드(326a)들 중 1개는 초기에 압축 장치(320) 내로의 UCA 조립체(300)의 삽입을 용이하게 하도록 설치되지 않은 상태로 방치될 수 있다. 모든 UCA 조립체(300)가 삽입된 후, 너트(325)는 관련된 타이 로드(326) 상으로 관통되며 적절한 크기의 적층체 압축(예컨대, 약 150 psi)을 발생시키도록 조여진다. 토크 렌치는 원하는 크기만큼 너트(325)를 조이는 데 사용될 수 있다. UCA(302)와 냉각 플레이트(304) 사이에서와 같은 리세스 끼움이 적층체 내에서 UCA(302)를 정확하게 정렬시키며 적층체 조립 및 분해 중 UCA(302)가 미끄러져 빠지는 것을 방지한다는 것을 알 수 있다.

도7a 및 도7b에 도시된 바와 같이, 단일의 타이 로드(326a)가 적층체로부터의 결함 있는 UCA(302)의 제거를 용이하게 하도록 제거될 수 있다. 도시된 바와 같이, 타이 로드(326a)가 제거되며 모든 다른 타이 로드는 느슨해진다. 불량 UCA(302)는 제거된다. 다음에, 교체 UCA(302)는 불량 UCA(302)가 제거된 냉각 플레이트 리세스 내로 삽입될 수 있다. 대체예에서, 제거된 UCA(302)와 관련된 냉각 플레이트(304) 자체가 적층체로부터 제거되어, 적층체 내에서 1개가 적은 UCA 조립체(300)를 초래할 수 있다. 제거된 타이 로드(326a)는 교체되며 모든 타이 로드(326)는 적절한 크기만큼 조여진다.

이러한 실시예에 따른 리세스 끼움 설계로써, 연료 전지 적층체는 단지 제거되고, 불량 전지(UCA)는 제거된 후 교체되거나 적층체에서 1개가 적은 전지(UCA) 상태에서 조여진다. 리세스 끼움 설계는 모듈 내의 모든 전지(UCA)가 정확한 위치에 있게 되도록 정확한 정렬을 유리하게 제공한다. 전지(UCA)는 주위에서 이동 또는 활주되지 않게 하는데, 그렇지 않으면 높은 압축 구배 또는 불량 밀봉부를 발생시킬 수 있다. 타이 로드 구멍은 유동장 플레이트 내에 더 이상 위치되지 않기 때문에, 유동장 플레이트는 제조가 덜 복잡하며 비용이 적게 든다. 추가로, 각각의 유동장 플레이트의 양측 상에 밀봉을 요구하는 어떠한 타이 로드 구멍도 없기 때문에 제조될 밀봉부가 적다. 밀봉부의 개수를 감소시킴으로써, 대응하는 크로스오버 및 누출의 감소도 달성될 수 있다.

도6d는 본 발명의 원리에 따른 리사이클링 가능한 UCA 조립체의 또 다른 실시예를 도시하고 있다. 도6a 내지 도6c에 도시된 실시예에서와 같이, 도6d에 도시된 UCA 구성은 분리 가능한 냉각 플레이트(404a, 404b) 그리고 유사한 리세스형 끼움 상호 로킹 기구를 채용하고 있다. 도6d에 도시된 UCA 조립체 설계는 도7a 및 도7b에 도시된 바와 같은 압축 장치를 채용하는 연료 전지 적층체를 구성하는 데 유사하게 채용될 수 있다.

도6d에 도시된 UCA 조립체는 2개의 UCA(402a, 402b)를 효과적으로 포함하는 양극성 UCA(402)를 포함한다. 양극성 UCA(402)는 한 쌍의 냉각 플레이트(404a, 404b)들 사이에 배치된다. UCA(402)는 제1 단극성 유동장 플레이트(410), 양극성 유동장 플레이트(414) 그리고 제2 단극성 유동장 플레이트(420)를 포함한다. 제1 MEA(412)는 제1 유동장 플레이트(410)와 양극성 유동장 플레이트(414) 사이에 배치되고, 제2 MEA(416)는 제2 유동장 플레이트(420)와 양극성 유동장 플레이트(414) 사이에 배치된다. 제1 MEA(412)의 냉각은 주로 냉각 플레이트(404a)에 의해 제공되고, 제2 MEA(416)는 주로 냉각 플레이트(404b)에 의해 냉각된다.

도6d는 UCA의 다양한 구성 요소가 결합 있는 MEA가 확인되는 경우에 리사이클링될 수 있는 UCA 패키징 구성을 도시하고 있다. UCA의 밀봉 개스킷 배열체가 전술된 제거 가능한 탄성 중합체 밀봉부 배열체 또는 열가소성 밀봉 배열체에 의해 제공된다고 가정하면, 결합 있는 UCA는 전기 적층체로부터 제거될 수 있으며 분해가 적용될 수 있다. 하나의 접근법에서, 도6d에 도시된 바와 같은 결합 있는 양극성 UCA 조립체(402)는 예컨대 그 관련된 냉각 플레이트(404a, 404b)로부터 제거될 수 있으며 단극성 UCA 장치로써 전술된 방식으로 작동 가능한 양극성 UCA 조립체(402)에 의해 교체될 수 있다.

또 다른 접근법에 따르면, 결합 있는 양극성 UCA 조립체는 제거될 수 있으며 양극성 UCA 패키징으로부터 각각의 2개의 MEA를 제거하도록 추가로 분해될 수 있다. 예컨대, 양극성 UCA 조립체는 본래의 장소에 형성된 열가소성 밀봉 배열체를 연화 또는 재유동하도록 가열될 수 있다. 그 후, 유동장 플레이트(410, 414, 420)가 분리되어 2개의 MEA(412, 416)를 노출시킬 수 있다. 그러면, 결합 있는 MEA(들)는 제거될 수 있다. 다음에, 유동장 플레이트(410, 414, 420)는 재사용을 위해 세척 및 준비될 수 있다. 전술된 바와 같이, 해체 코팅은 본래의 장소에 형성된 개스킷이 UCA 구성 요소의 용이한 분해를 용이하게 하도록 형성되어야 하는 유동장의 표면에 가해질 수 있다.

이제, 도8a 내지 도8c를 참조하면, 본 발명에 따른 로킹 또는 결합 능력을 채용하는 UCA 조립체의 일 실시예가 도시되어 있다. UCA(500)는 제1 유동장 플레이트(502) 및 제2 유동장 플레이트(504)를 포함한다. 제1 유동장 플레이트(502)는 MEA를 수용하는 치수로 형성된 리세스형 표면(512)을 추가로 포함한다. 또한, 제2 유동장 플레이트(504)는 MEA를 수용하는 치수로 형성된 리세스형 표면(514)을 포함한다.

제1 유동장 플레이트(502)는 이러한 특정한 실시예에서 제1 유동장 플레이트(502)에 일체형인 냉각 배열체(510)를 포함한다. 냉각 배열체(510)는 예컨대 냉각 채널, 핀 또는 제1 유동장 플레이트(502)의 후방 표면을 넘는 또는 후방 표면을 통한 열전달 매체의 운반을 용이하게 하는 다른 구조체를 포함할 수 있다.

도8a 내지 도8c에 도시된 UCA(500)는 UCA의 적층체(501)를 구성할 때 UCA의 정확한 정렬 및 용이한 조립을 용이하게 하는 로킹 또는 결합 배열체(506)를 포함한다. 도8a 내지 도8c에 도시된 실시예에서, 로킹 배열체(506)는 각각 제1 및 제2 유동장 플레이트(502, 504)의 대향 단부에 제공된 기계적인 로킹 구조체(520, 524)를 포함한다. 로킹 구조체(524)는 바람직하게는 제2 유동장 플레이트(504)의 주연 모서리 근처에 배치된 제2 유동장 플레이트(504)의 돌출 표면을 포함한다. 로킹 구조체(520)는 바람직하게는 제1 유동장 플레이트(502)의 주연 모서리 근처에 배치된 제2 유동장 플레이트(502)의 리세스형 표면을 포함한다.

각각의 로킹 구조체(520, 524)는 제1 및 제2 유동장 플레이트(502, 504) 사이의 그리고 조립된 UCA(500)와 각각의 로킹 구조체(520, 504)가 갖춰진 인접한 UCA 사이에 정렬된 리세스형 끼움을 제공한다. 로킹 구조체(520, 504)가 적절한 절연 재료의 사용에 의해 서로로부터 전기적으로 고립된다는 것이 이해되어야 한다.

이러한 기계적인 로킹 배열체는 도8c에 도시된 바와 같이 UCA(500)의 적층체(501)의 용이한 조립 및 분해를 제공한다. 다른 리세스형 및 돌출 표면 구성이 본 발명의 이러한 실시예에 따른 기계적인 로킹 능력을 실시하는 데 채용될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예컨대, 제1 유동장 플레이트(502)는 제2 유동장 플레이트(504) 사이에 제공된 돌출 표면을 수용하는 리세스형 표면을 포함할 수 있다.

다른 기계적인 로킹 배열체가 UCA의 대향 유동장 플레이트의 기계적인 커플링 및 디커플링을 허용하는 데 채용될 수 있다. 유동 플레이트가 제공된 이러한 배열체는 로케이터 핀, 후크 및 루프 재료, 미세 구조체 패턴, 나사, 볼트, 스냅 커플링 특징부 그리고 다른 형태의 기계적인 체결구의 사용을 포함한다.

이제, 도9a 내지 도9e를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 일체형 냉각 배열체를 포함하는 UCA 조립체가 도시되어 있다. 이러한 실시예는 우선 정합 및 정렬 특징부, 기계적인 로킹 구조체 및 일체형 냉각 배열체를 포함하는 다수개의 유리한 특징부를 포함한다. 이들 특징부 중 일부 또는 모두가 본 발명에 따른 UCA 조립체 내로 합체될 수 있다.

도9a는 그 사이에 배치된 MEA와 더불어 UCA(600)를 한정하는 2개의 플레이트(602, 604)를 도시하고 있다. 플레이트(602)는 일체형 냉각 배열체(630)를 구비하는 제1 표면(606) 그리고 유동장을 구비하는 제2 표면(608)을 포함한다. 플레이트(602)의 제1 표면(606)은 도9e에 도시되어 있으며 플레이트(602)의 제2 표면(608)은 도9b에 도시되어 있다. 도9a에 도시된 플레이트(604)는 제1 표면(610) 상에 유동장(650)을 포함하며 제2 표면(612) 상에 매끄러운 영역을 갖는다. 플레이트(604)의 제1 표면(610)은 도9c에 도시되어 있고, 제2 표면(612)은 도9d에 도시되어 있다.

플레이트(602, 604)에는 연료 전지 적층체의 UCA를 한정하는 반복하는 쌍의 플레이트(602, 604) 사이의 리세스형 끼움을 용이하게 하는 로킹 구조체가 제공된다. 도9a에 가장 잘 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 플레이트(602, 604)는 플레이트

(602)의 제2 표면(608)이 플레이트(604)의 제1 표면(610)에 맞물림 결합하도록 도시된 배향으로 서로에 맞물림 결합한다. 제1 및 제2 플레이트(602, 604)의 모서리를 따라 제공된 리세스형 및 돌출 표면은 UCA(600)의 제1 결합 또는 로킹 구조체를 한정한다. 서로 모일 때, 이들 표면은 기계적으로 철저한 리세스형 끼움을 제공하도록 결합한다.

2개의 이러한 UCA(600)가 조립된 후, 2개의 UCA(600)는 제1 UCA(600)의 플레이트(602)의 제1 표면(606)과 제2 UCA(600)의 제2 플레이트(604)의 제2 표면(612) 사이에 서로 마주보는 리세스형 끼움으로 기계적으로 커플링된다. 이러한 방식으로, 임의의 개수의 UCA(600)가 주어진 연료 전지 적층체를 구성하도록 조립될 수 있다.

정합, 정렬 및 상호 로킹 능력을 제공하는 것에 추가하여, UCA 플레이트(602, 604)의 다양한 리세스형의 매끄러운 돌출 표면이 UCA의 냉각 영역(620), 연료 매니폴드 영역(622, 624, 628, 626) 그리고 주연 모서리 영역 등의 UCA의 다양한 영역의 밀봉을 용이하게 하도록 구성된다.

도9a 및 도9e에 도시된 바와 같은 플레이트(602)의 제1 표면(606)은 냉매 분산장(630)이 냉매 매니폴드 포트(634, 632)들 사이에 제공되는 냉각 영역(620)을 포함한다. 연료 입구 및 출구 포트(690, 688, 682, 692)는 각각 연료 매니폴드 영역(622, 624, 628, 626) 내에 한정된다. 연료 매니폴드 영역(622, 624, 628, 626) 및 냉각 영역(620)은 플레이트(606)의 기부 표면에 대해 상승된 표면이다. 이들 상승된 표면은 플레이트(604)의 제2 표면(612) 상에 제공된 대응하는 리세스형 및/또는 매끄러운 표면에 의해 수용되도록 구성된다.

특히, 제1 UCA(600)의 플레이트(602)의 표면(606) 상에 제공되는 상승된 냉각 영역(620)은 제2 UCA(600)의 플레이트(604)의 제2 표면(612) 상에 제공된 매끄러운 표면(700)과 결합하여 밀봉부를 형성하도록 구성된다. 제1 UCA(600)의 플레이트(602)의 제1 표면(606) 상에 제공되는 상승된 연료 매니폴드 영역(622, 624, 628, 626)은 제2의 인접한 UCA(600)의 플레이트(604)의 제2 표면(612) 상에 제공된 연료 매니폴드 영역(652, 662, 660, 658)에 근접한 매끄러운 표면과 결합하여 밀봉부를 형성하도록 구성된다. 연료 매니폴드 영역(622, 626) 내에 제공된 연료 포트(635, 637)는 연료의 통과가 UCA(600)의 유동장을 통과하게 한다.

제1 플레이트(602)의 제2 표면(608)은 도9b에 도시된 바와 같이 유동장(680)을 포함한다. 유동장(680)은 연료 입구(684) 및 연료 출구(686)를 포함한다. 연료 입구(684)는 도9e에 도시된 바와 같이 플레이트(602)의 제1 표면(606) 상에 제공된 연료 포트(635)에 유체 커플링된다. 연료 출구(686)는 플레이트(602)의 제1 표면(606) 상에 제공된 연료 포트(637)에 유체 커플링된다.

유사한 방식으로, 제2 플레이트(604)의 제1 표면(610)은 도9c에 도시된 바와 같이 유동장(650)을 포함한다. 유동장(650)은 연료 입구(656) 및 연료 출구(654)를 포함한다. 연료 입구(656)는 도9d에 도시된 바와 같이 플레이트(604)의 제2 표면(612) 상에 제공된 연료 포트(701)에 유체 커플링된다. 연료 출구(654)는 플레이트(604)의 제2 표면(612) 상에 제공된 연료 포트(703)에 유체 커플링된다.

UCA(600)의 구성 중, MEA가 제1 또는 제2 플레이트(602, 604)의 유동장(680, 650)들 중 하나 상에 적절하게 배치된다. 또한, 1개 이상의 경질 스톱 프레임이 플레이트(602 또는 604) 상에 배치될 수 있다. 미리 형성된 밀봉부 또는 본래의 장소에 형성된 밀봉부(예컨대, 액화 실리콘 또는 열가소성 밀봉부)가 전술된 방식으로 제공될 수 있다.

전술된 바와 같은 로케이터 핀, 후크 및 루프 재료, 미세 구조체 패턴, 나사, 볼트, 스냅 커플링 특징부 그리고 다른 형태의 기계적인 체결구 등의 다양한 다른 기계적인 커플링 접근법이 대체예에서 또는 추가예에서 채용될 수 있다. 플레이트(602, 604)는 예컨대 금속; 탄소; 전도성 그래파이트 또는 탄소/중합체 복합 재료 등의 복합 재료로부터 가공 또는 형성될 수 있다.

구성 후, UCA(600)는 연료 전지 적층체 조립 중 다른 이러한 UCA(600)와 배열될 수 있다. 다른 실시예에서와 같이, 도 9a 내지 도9e에 도시된 UCA(600)에는 UCA(600)가 부적절하게 작동하면 전술된 방식으로 리사이클링이 적용될 수 있다.

도10은 연료가 적층체 내로 그리고 적층체의 외부로 지나가는 방식의 이해를 용이하게 하는 단순화된 연료 전지 적층체의 도면이다. 전술된 구성을 갖는 여러 개의 UCA가 도10에 대체로 도시된 형태의 적층체 내에 채용되게 하려고 하며 도10에 도시된 적층체의 특정한 구성 요소 및 구성은 단지 실례를 위해 제공된다는 것이 이해되어야 한다. 당업자라면 본원에서 고려된 형태의 연료 전지 적층체가 본 발명의 원리에 따라 구성된 UCA를 사용하여 조립될 수 있다는 것을 용이하게 이해할 것이다.

도10에 도시된 연료 전지 적층체(800)는 제1 단부 플레이트(802) 및 제2 단부 플레이트(804)를 포함한다. 각각의 단부 플레이트(802, 804)는 단극성 유동장 플레이트로서 구성되는 유동장 플레이트를 포함한다. 다수개의 MEA(820) 및 양극성 유동장 플레이트(830)는 제1 및 제2 단부 플레이트(802, 804)들 사이에 배치된다. 이들 MEA 및 유동장 구성 요소는 바람직하게는 전술된 형태이지만, 냉각 배열체도 적층체(800) 내로 합체될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

제1 단부 플레이트(802)는 예컨대 산소를 수용할 수 있는 제1 연료 입구 포트(806) 그리고 예컨대 수소를 배출할 수 있는 제2 연료 출구 포트(808)를 포함한다. 제2 단부 플레이트(804)는 예컨대 산소를 배출할 수 있는 제1 연료 출구 포트(809) 그리고 예컨대 수소를 수용할 수 있는 제2 연료 입구 포트(810)를 포함한다. 연료는 단부 플레이트(802, 804) 내에 제공된 다양한 포트 그리고 적층체(800)의 각각의 MEA(820) 및 유동장 플레이트(825)(예컨대, UCA) 상에 제공된 매니폴드 포트(825)를 통해 특정한 방식으로 적층체를 통과한다.

도11은 본 발명의 UCA를 채용하는 1개 이상의 연료 전지 적층체가 채용될 수 있는 연료 전지 시스템을 도시하고 있다. 도11에 도시된 연료 전지 시스템(900)은 UCA 기반 연료 전지 적층체가 이용성을 찾을 수 있는 많은 가능한 시스템들 중 하나를 설명하고 있다.

연료 전지 시스템(900)은 연료 처리기(904), 전력 섹션(906) 및 전력 조절기(908)를 포함한다. 연료 재형성기를 포함하는 연료 처리기(904)는 천연 가스 등의 공급원 연료를 수용하며 수소 풍부 연료를 생성시키도록 공급원 연료를 처리한다. 수소 풍부 가스는 전력 섹션(906)으로 공급된다. 전력 섹션(906) 내에서, 수소 풍부 연료는 전력 섹션(906) 내에 포함된 연료 전지 적층체의 UCA의 적층체 내로 유입된다. 또한, 공기의 공급은 전력 섹션(906)으로 제공되는데, 이는 연료 전지의 적층체를 위해 산소의 공급을 제공한다.

전력 섹션(906)의 연료 전지 적층체는 DC 전력, 사용 가능한 열 및 청결한 물을 생성시킨다. 재생 시스템에서, 부산물 열의 일부 또는 모두는 그 다양한 처리 기능을 수행하도록 연료 처리기(904)에 의해 사용될 수 있는 증기를 발생시키는 데 사용될 수 있다. 전력 섹션(906)에 의해 발생된 DC 전력은 후속의 사용을 위해 DC 전력을 AC 전력으로 변환시키는 전력 조절기(908)로 전송된다. AC 전력 변환은 DC 출력 전력을 제공하는 시스템 내에 포함될 것이 요구되지 않는다는 것이 이해되어야 한다.

본 발명의 다양한 실시예의 기술된 설명은 도시 및 설명의 목적을 위해 제시되었다. 개시된 정확한 형태로 본 발명을 제한하려고 하지 않는다. 많은 변형에 및 변동에 기술된 개시 내용에 비추어 가능하다. 본 발명의 범주는 이러한 상세한 설명에 의해서가 아니라 여기에 첨부된 청구의 범위에 의해서 제한되게 하려고 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

제1 유동장 플레이트와;

제2 유동장 플레이트와;

제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공되고, 제1 및 제2 유체 운반층(FTL) 그리고 양극 및 음극 촉매층 사이에 제공된 멤브레인을 구비하는 멤브레인 전극 조립체(MEA)와;

제1 및 제2 유동장 플레이트 사이에 제공된 경질 스톱 배열체와;

제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 그리고 제1 및 제2 FTL과 경질 스톱 배열체 사이에 한정된 간극 내에 제공된 열가소성 재료를 포함하는 단위형 연료 전지 조립체.

청구항 2.

제1항에 있어서, 경질 스톱은 단위형 경질 스톱 구조체를 한정하는 조립체.

청구항 3.

제1항에 있어서, 열가소성 재료는 적어도 제1 및 제2 FTL로부터 경질 스톱 배열체로 연장하는 조립체.

청구항 4.

제1항에 있어서, 열가소성 재료가 각각 경질 스톱 배열체와 제1 및 제2 유동장 플레이트 사이에 더 제공되는 조립체.

청구항 5.

제1항에 있어서, 접착제가 각각 경질 스톱 배열체와 제1 및 제2 유동장 플레이트 사이에 제공되는 조립체.

청구항 6.

제1항에 있어서, 제1 및 제2 FTL들 사이에 제공된 열가소성 재료는 제1 및 제2 FTL 내로 확산되는 조립체.

청구항 7.

제1항에 있어서, 열가소성 재료는 복수의 열가소성 필름을 포함하는 조립체.

청구항 8.

제1항에 있어서, 열가소성 재료는,

제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 제공되며 간극 내에서 연장하는 제1 열가소성 필름과,

제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 제공되며 간극 내에서 연장하는 제2 열가소성 필름을 포함하는 조립체.

청구항 9.

제1항에 있어서, 열가소성 재료는,

제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 제공되며 간극 내에서 연장하며 경질 스톱 배열체와 제1 유동장 플레이트 사이에서 연장하는 제1 열가소성 필름과,

제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 제공되며 간극 내에서 연장하며 경질 스톱 배열체와 제2 유동장 플레이트 사이에서 연장하는 제2 열가소성 필름을 포함하는 조립체.

청구항 10.

제1항에 있어서, 경질 스톱 배열체는 1개 이상의 비압축성 스톱 부재를 포함하는 조립체.

청구항 11.

제1항에 있어서, 멤브레인의 일부는 제1 및 제2 FTL을 넘어 연장하며,

경질 스톱 배열체는,

멤브레인 부분의 제1 표면과 제1 유동장 플레이트 사이에 제공된 제1 경질 스톱과,

멤브레인 부분의 제2 표면과 제2 유동장 플레이트 사이에 제공된 제2 경질 스톱을 포함하는 조립체.

청구항 12.

제11항에 있어서, 열가소성 재료가 제1 유동장 플레이트와 제1 경질 스톱 사이에 그리고 제2 유동장 플레이트와 제2 경질 스톱 사이에 더 제공되는 조립체.

청구항 13.

제11항에 있어서, 열가소성 재료는,

제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 제공되며 간극 내에서 연장하며 제1 경질 스톱 배열체와 제1 유동장 플레이트 사이에서 연장하는 제1 열가소성 필름과,

제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 제공되며 간극 내에서 연장하며 제2 경질 스톱 배열체와 제2 유동장 플레이트 사이에서 연장하는 제2 열가소성 필름을 포함하는 조립체.

청구항 14.

제11항에 있어서, 제1 유동장과 제1 경질 스톱 사이에 제공된 제1 접착층과, 제2 유동장과 제2 경질 스톱 사이에 제공된 제2 접착층을 더 포함하는 조립체.

청구항 15.

제1항에 있어서, 경질 스톱 배열체는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 유리 섬유, 나일론, PET, 텔린, 마일라, 캡톤, 렉산 또는 테플론 중 1개 이상을 포함하는 조립체.

청구항 16.

제1항에 있어서, 경질 스톱 배열체는 PEN을 포함하는 조립체.

청구항 17.

제1항에 있어서, 열가소성 재료는 폴리에스테르 재료를 포함하는 조립체.

청구항 18.

제1항에 있어서, 열가소성 재료는 폴리에틸렌 또는 플루오로플라스틱 재료를 포함하는 조립체.

청구항 19.

제1항에 있어서, 열가소성 재료가 약 50℃ 내지 약 180℃의 용융 온도 범위를 갖는 조립체.

청구항 20.

제1항에 있어서, 열가소성 재료는 MEA의 결합 온도와 대략 동일한 용융 온도를 갖는 것을 특징으로 하는 조립체.

청구항 21.

제1항에 있어서, 복수의 단위형 연료 전지 조립체가 연료 전지 적층 조립체를 한정하도록 단위형 연료 전지 조립체의 상호 연결된 적층체로 배열되는 조립체.

청구항 22.

제21항에 있어서, 연료 전지 적층 조립체들 중 1개 이상이 연료 전지 시스템 내로 탑재되는 조립체.

청구항 23.

제1 유동장 플레이트와;

제2 유동장 플레이트와;

제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공되고, 제1 및 제2 유체 운반층(FTL) 그리고 양극 및 음극 촉매층 사이에 제공된 멤브레인을 구비하는 멤브레인 전극 조립체(MEA)와;

제1 및 제2 유동장 플레이트 사이에 제공되고, 소정 압력 하에서 제1 및 제2 유동장 플레이트 사이에서의 접촉의 형성 시 MEA에 부여된 압축력을 제어하는 치수로 형성되는 경질 스톱 배열체와;

제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 그리고 MEA 주연에 제공된 밀봉 배열체를 포함하는 단위형 연료 전지 조립체.

청구항 24.

제23항에 있어서, 밀봉 배열체는 MEA 및 경질 스톱 배열체 주연에 배치되는 조립체.

청구항 25.

제23항에 있어서, 밀봉 배열체는 MEA와 경질 스톱 배열체 사이에 배치되는 조립체.

청구항 26.

제23항에 있어서, 밀봉 배열체는 경질 스톱 배열체를 적어도 부분적으로 둘러싸는 조립체.

청구항 27.

제23항에 있어서, 밀봉 배열체는 탄성 중합체 개스킷을 포함하는 조립체.

청구항 28.

제23항에 있어서, 밀봉 배열체는 본래의 장소에 형성된 밀봉부를 포함하는 조립체.

청구항 29.

제23항에 있어서, 밀봉 배열체는 열경화성 재료로부터 형성되는 조립체.

청구항 30.

제23항에 있어서, 밀봉 배열체는 실리콘 재료를 포함하는 조립체.

청구항 31.

제23항에 있어서, 밀봉 배열체는 경화 가능한 액화 밀봉 재료로 형성되는 조립체.

청구항 32.

제23항에 있어서, 제1 및 제2 유동장 플레이트는 과잉의 밀봉 재료를 포획하는 트랩 채널을 포함하는 조립체.

청구항 33.

제23항에 있어서, 멤브레인의 일부가 제1 및 제2 FTL을 넘어 연장하고, 밀봉 배열체는 멤브레인 부분에 접촉하는 조립체.

청구항 34.

제23항에 있어서, 밀봉 배열체는 적어도 MEA의 주연 모서리에 접촉하는 조립체.

청구항 35.

제23항에 있어서, 경질 스톱 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트에 대해 분리 가능한 조립체.

청구항 36.

제23항에 있어서, 경질 스톱 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트 중 하나 또는 모두에 일체로 연결되는 조립체.

청구항 37.

제23항에 있어서, 경질 스톱 배열체는 MEA와 제1 및 제2 유동장 플레이트의 주연 모서리 사이에 제공되는 조립체.

청구항 38.

제23항에 있어서, 경질 스톱 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트의 주연 모서리를 따라 제공되고, 스톱 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트에 대해 분리 가능한 조립체.

청구항 39.

제23항에 있어서, 경질 스톱 배열체는,

제1 및 제2 유동장 플레이트들 중 하나의 주연 모서리의 돌출 표면과,

제1 및 제2 유동장 플레이트들 중 다른 하나의 주연 모서리의 리세스형 표면과,

각각의 돌출 및 리세스형 표면들 사이에 제공된 전기 절연 재료를 포함하는 조립체.

청구항 40.

제23항에 있어서, 경질 스톱 배열체는,

제1 및 제2 유동장 플레이트들 중 하나 상에 제공된 채널과,

고리형 경질 스톱 코어와,

제1 및 제2 유동장 플레이트들 중 다른 하나 상에 제공된 곡면형 리세스형 표면을 포함하는 조립체.

청구항 41.

제40항에 있어서, 밀봉 배열체는 경화 가능한 액화 밀봉제 재료를 포함하고, 액화 밀봉제 재료의 적어도 일부가 채널 내에 그리고 곡면형 리세스와 고리형 경질 스톱 코어의 인접한 표면 사이에 제공되는 조립체.

청구항 42.

제23항에 있어서, 복수의 단위형 연료 전지 조립체는 연료 전지 적층 조립체를 한정하도록 단위형 연료 전지 조립체의 상호 연결된 적층체로 배열되는 조립체.

청구항 43.

제42항에 있어서, 연료 전지 적층 조립체들 중 1개 이상이 연료 전지 시스템 내로 합체되는 조립체.

청구항 44.

제1 유동장 플레이트와,

제2 유동장 플레이트와,

제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공되고, 제1 및 제2 유체 운반층(FTL) 그리고 양극 및 음극 촉매층 사이에 제공된 멤브레인을 구비하는 멤브레인 전극 조립체(MEA)와,

제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공된 밀봉 배열체와,

제1 및 제2 유동장 플레이트를 서로 해제 가능하게 커플링하고, 제1 및 제2 유동장 플레이트의 반복된 커플링 및 디커플링을 가능하게 하여, 적어도 제1 및 제2 유동장 플레이트가 단위형 연료 전지 조립체의 교체 구성 요소와의 재사용을 위해 회복 가능한 결합 배열체를 포함하는 리사이클링 가능한 단위형 연료 전지 조립체.

청구항 45.

제44항에 있어서, 결합 배열체는,

제1 및 제2 유동장 플레이트들 중 하나 상에 제공된 1개 이상의 돌출 표면과,

제1 및 제2 유동장 플레이트들 중 다른 하나 상에 제공된 1개 이상의 리세스형 표면을 포함하는 조립체.

청구항 46.

제44항에 있어서, 결합 배열체는,

제1 및 제2 유동장 플레이트들 중 하나의 주연 모서리 상의 돌출 표면과,

제1 및 제2 유동장 플레이트들 중 다른 하나의 주연 모서리의 리세스형 표면을 포함하는 조립체.

청구항 47.

제44항에 있어서, 결합 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트의 1개 이상의 표면 상에 제공된 미세 구조체 패턴을 포함하는 조립체.

청구항 48.

제44항에 있어서, 결합 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트 중 하나 또는 모두 상에 제공된 복수의 해제 가능하게 결합하는 체결구를 포함하는 조립체.

청구항 49.

제44항에 있어서, 밀봉 배열체는 MEA 주연에 배치되는 조립체.

청구항 50.

제44항에 있어서, 밀봉 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트에 대해 분리 가능한 조립체.

청구항 51.

제44항에 있어서, 밀봉 배열체는 미리 형성된 밀봉부를 포함하는 조립체.

청구항 52.

제44항에 있어서, 밀봉 배열체는 경화 가능한 액화 밀봉제를 포함하는 조립체.

청구항 53.

제44항에 있어서, 밀봉 배열체는 경화 가능한 액화 실리콘 재료를 포함하는 조립체.

청구항 54.

제44항에 있어서, 밀봉 배열체는 열가소성 재료를 포함하는 조립체.

청구항 55.

제54항에 있어서, 열가소성 재료는 1개 이상의 열가소성 필름을 포함하는 조립체.

청구항 56.

제55항에 있어서, 열가소성 재료는 폴리에스테르 재료를 포함하는 조립체.

청구항 57.

제55항에 있어서, 열가소성 재료는 폴리에틸렌 또는 플루오로플라ستيك 재료를 포함하는 조립체.

청구항 58.

제44항에 있어서, MEA는 제1 및 제2 유동장 플레이트에 대해 분리 가능한 조립체.

청구항 59.

제44항에 있어서, MEA는 미리 결합된 MEA인 조립체.

청구항 60.

제44항에 있어서, 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공된 경질 스톱 배열체를 더 포함하는 조립체.

청구항 61.

제60항에 있어서, 경질 스톱 배열체는 1개 이상의 비압축성 스톱 부재를 포함하는 조립체.

청구항 62.

제60항에 있어서, 경질 스톱 배열체는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 유리 섬유, 나일론, PET, 델린, 렉산, 마일라, 캡톤 또는 테플론 중 1개 이상을 포함하는 조립체.

청구항 63.

제60항에 있어서, 경질 스톱 배열체는 PEN을 포함하는 조립체.

청구항 64.

제44항에 있어서, 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공되며 제1 및 제2 유동장 플레이트에 대해 분리 가능한 경질 스톱 배열체를 더 포함하는 조립체.

청구항 65.

제44항에 있어서, 복수의 단위형 연료 전지 조립체가 연료 전지 적층 조립체를 한정하도록 단위형 연료 전지 조립체의 상호 연결된 적층체로 배열되는 조립체.

청구항 66.

제65항에 있어서, 연료 전지 적층 조립체들 중 1개 이상이 연료 전지 시스템 내로 합체되는 조립체.

청구항 67.

제1 유동장 플레이트와;

제2 유동장 플레이트와;

제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공되고, 제1 및 제2 유체 운반층(FTL) 그리고 양극 및 음극 촉매층 사이에 제공된 멤브레인을 구비하는 멤브레인 전극 조립체(MEA)와;

제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 그리고 추가로 단위형 구조체를 한정하기 위해 제1 및 제2 유동장 플레이트를 서로 결합시키도록 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공된 열가소성 재료를 포함하는 단위형 연료 전지 조립체.

청구항 68.

제67항에 있어서, 열가소성 재료는 제1 및 제2 FTL과 각각의 제1 및 제2 유동장 플레이트의 주연 모서리 사이에 제공되는 조립체.

청구항 69.

제67항에 있어서, 제1 및 제2 FTL들 사이에 제공된 열가소성 재료는 제1 및 제2 FTL 내로 확산되는 조립체.

청구항 70.

제67항에 있어서, 열가소성 재료는 복수의 열가소성 필름을 포함하는 조립체.

청구항 71.

제67항에 있어서, 열가소성 재료는,

제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 제공되며 MEA와 제1 유동장 플레이트 사이에서 연장하는 제1 열가소성 필름과,

제1 및 제2 FTL의 적어도 일부 사이에 제공되며 MEA와 제2 유동장 플레이트 사이에서 연장하는 제2 열가소성 필름을 포함하는 조립체.

청구항 72.

제67항에 있어서, 열가소성 재료는 폴리에스테르 재료를 포함하는 조립체.

청구항 73.

제67항에 있어서, 열가소성 재료는 폴리에틸렌 또는 플루오로플라스틱 재료를 포함하는 조립체.

청구항 74.

제67항에 있어서, 열가소성 재료는 약 50℃ 내지 약 180℃의 용융 온도 범위를 갖는 조립체.

청구항 75.

제67항에 있어서, 열가소성 재료는 MEA의 결합 온도와 대략 동일한 용융 온도를 갖는 조립체.

청구항 76.

제67항에 있어서, 복수의 단위형 연료 전지 조립체가 연료 전지 적층 조립체를 한정하도록 단위형 연료 전지 조립체의 상호 연결된 적층체로 배열되는 조립체.

청구항 77.

제76항에 있어서, 연료 전지 적층 조립체들 중 1개 이상이 연료 전지 시스템 내로 합체되는 조립체.

요약

본 발명의 단위화된 연료 전지 조립체는 제1 유동장 플레이트, 제2 유동장 플레이트 그리고 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공된 멤브레인 전극 조립체(MEA)를 포함한다. 하나의 구성에서, 경질 스톱 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 제공된다. 경질 스톱 배열체는 소정 압력 하에서 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이의 접촉의 형성 시 MEA에 부여된 압축력을 제한하는 치수로 형성된다. 밀봉 배열체는 제1 및 제2 유동장 플레이트들 사이에 그리고 MEA 주변에 제공된다. 단위화된 연료 전지 조립체는 단독으로 또는 연료 전지 유닛의 적층체로 사용될 수 있는 독립형 연료 전지 유닛으로서 구성된다.

대표도

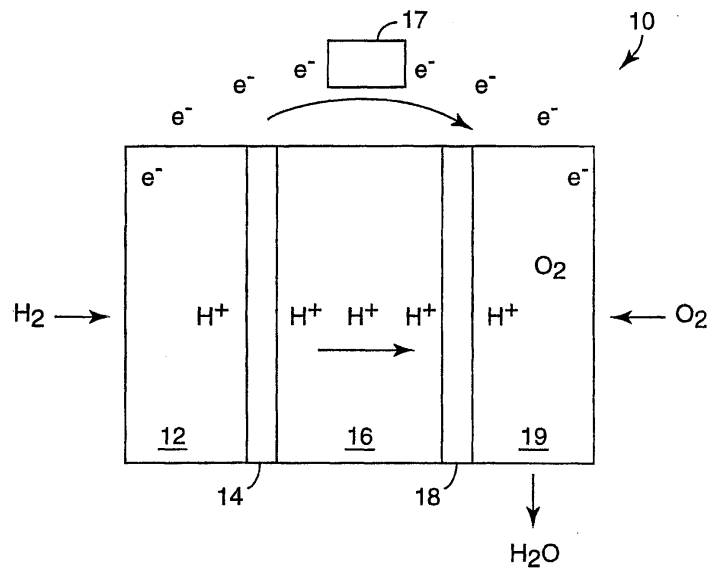
도 1c

색인어

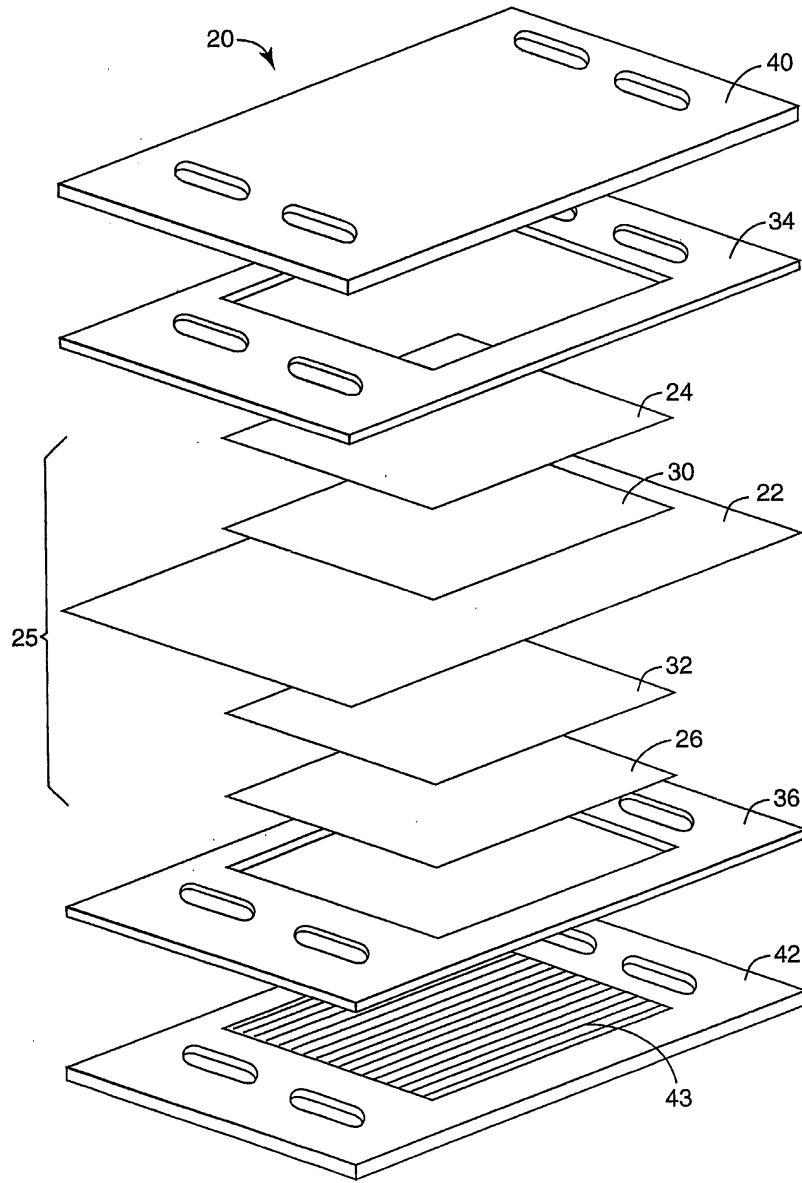
단위형 연료 전지 조립체, 제1 유동장 플레이트, 제2 유동장 플레이트, 멤브레인 전극 조립체, 경질 스톱 배열체, 열가소성 재료

도면

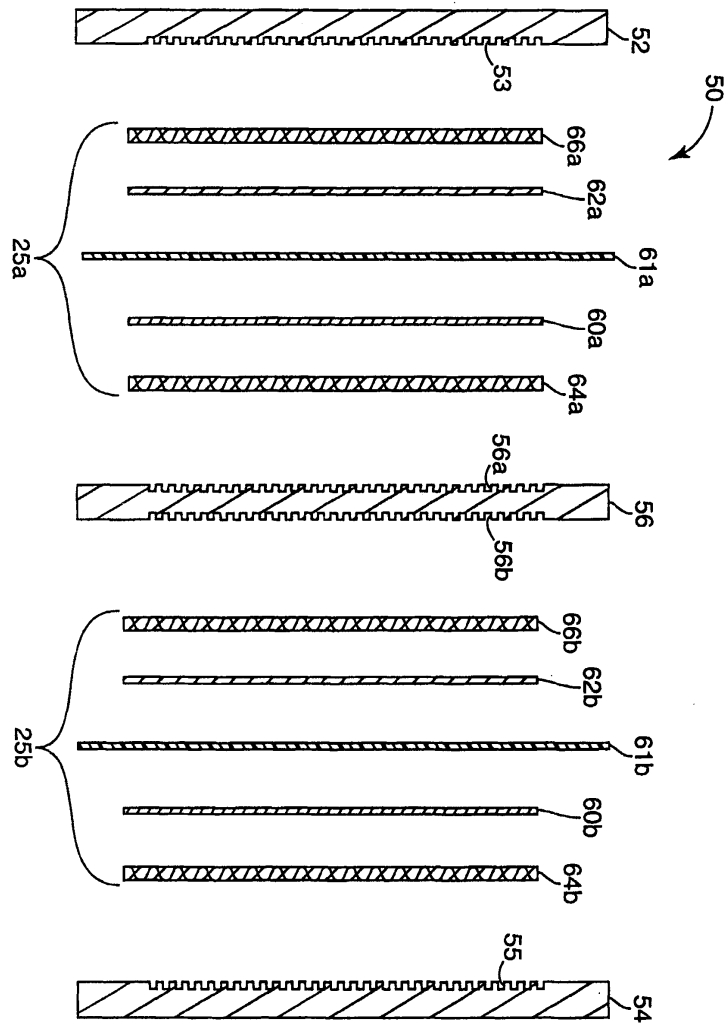
도면1a



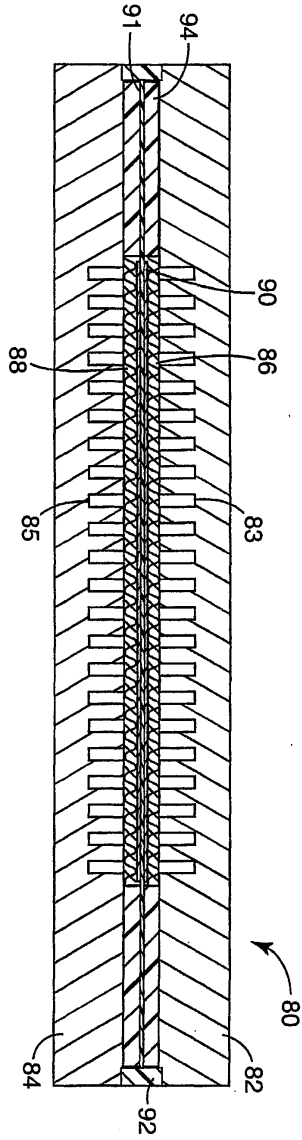
도면1b



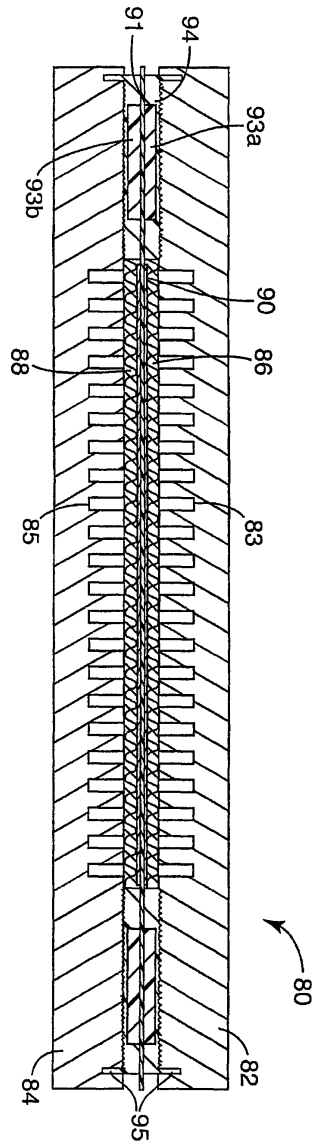
도면1c



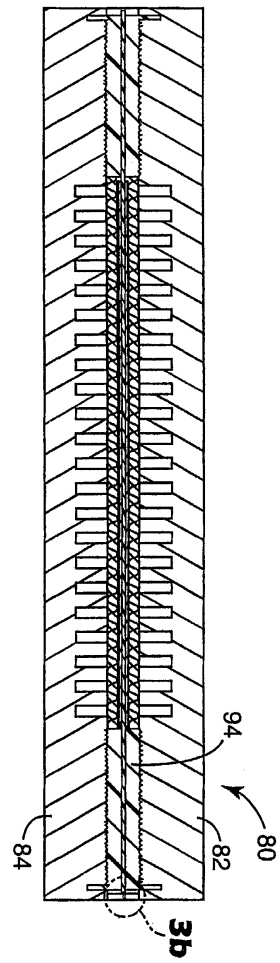
도면2a



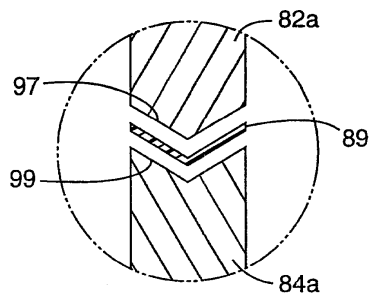
도면2b



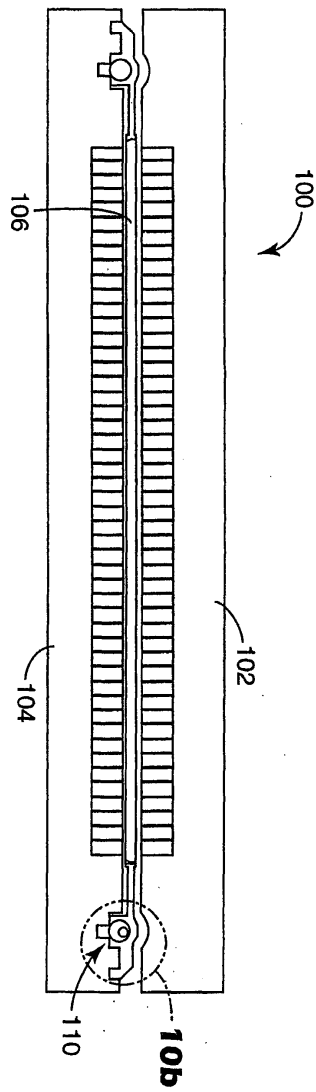
도면3a



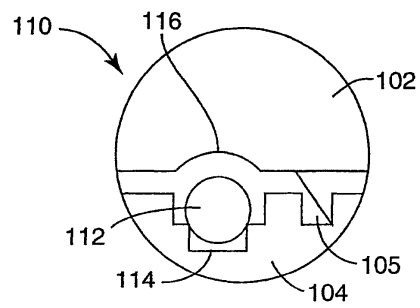
도면3b



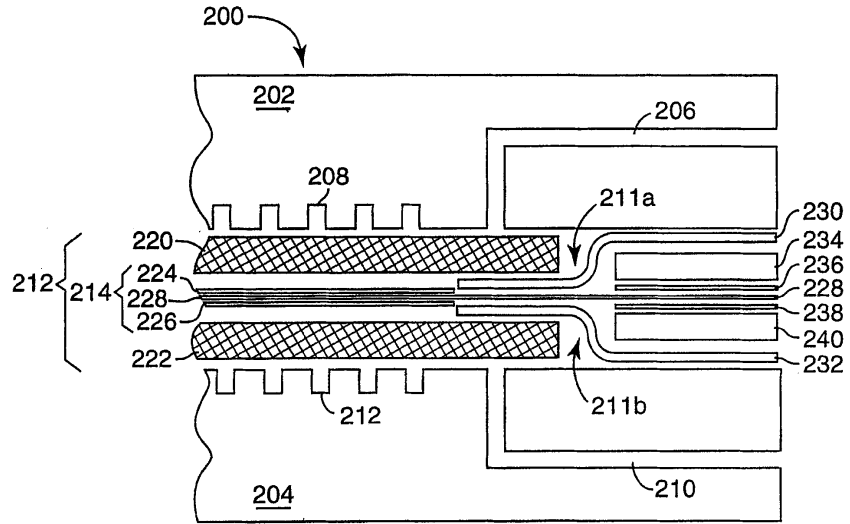
도면4a



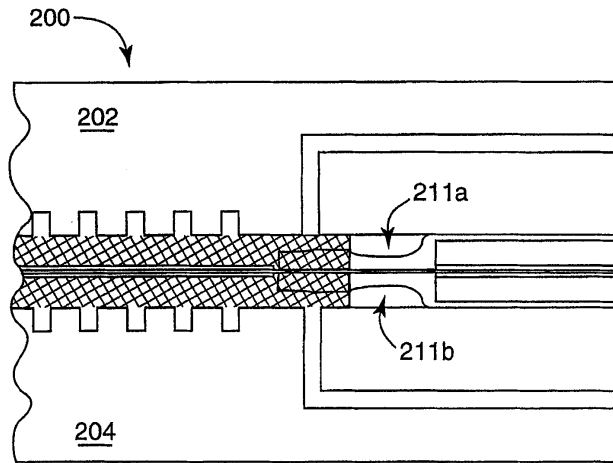
도면4b



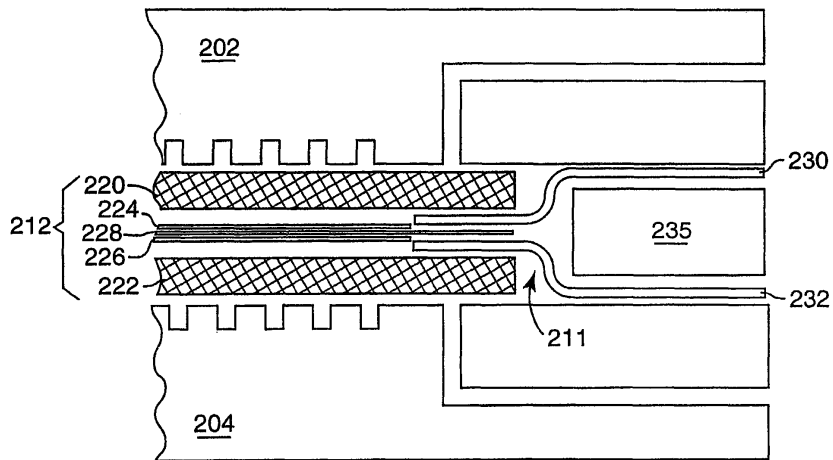
도면5a



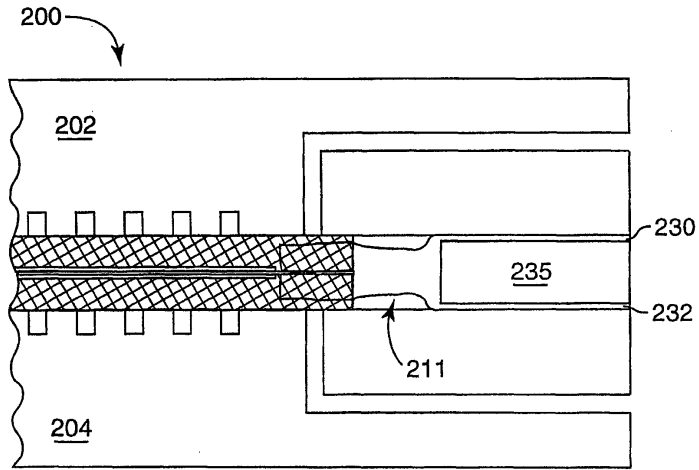
도면5b



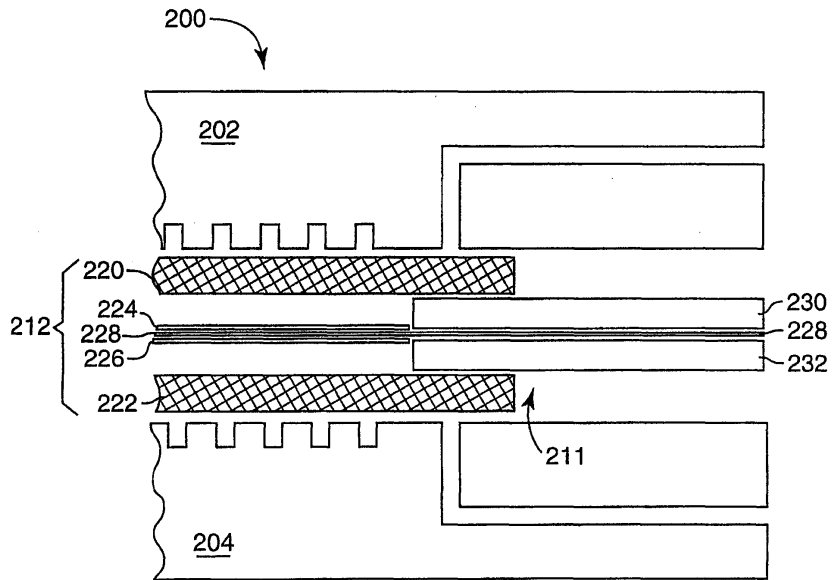
도면5c



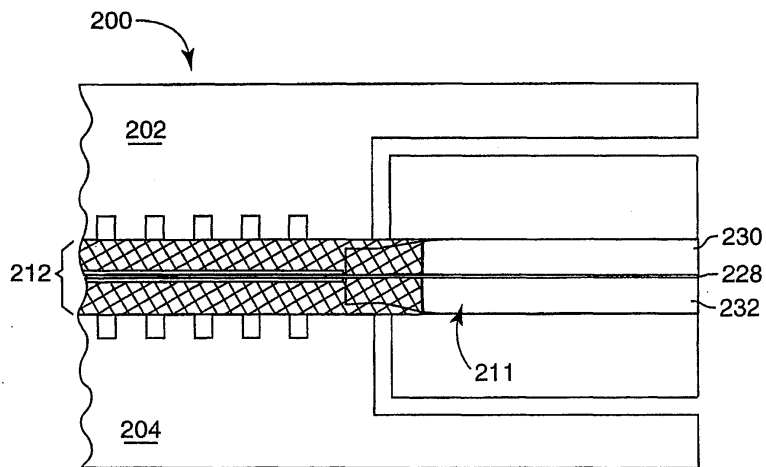
도면5d



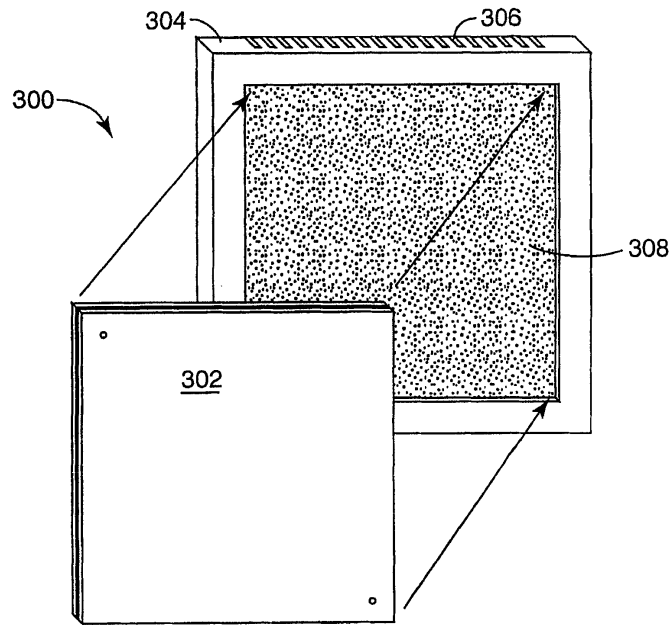
도면5e



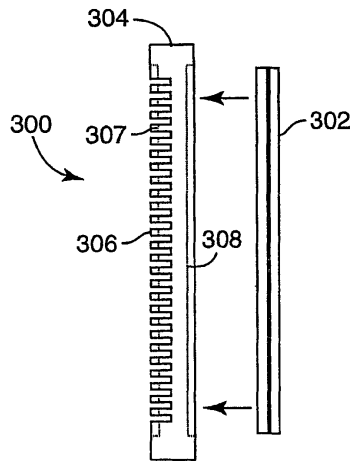
도면5f



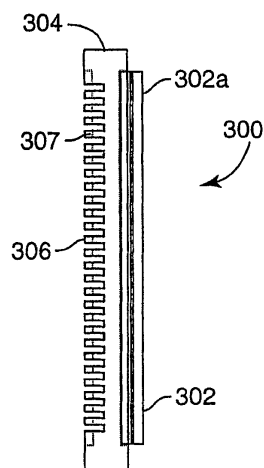
도면6a



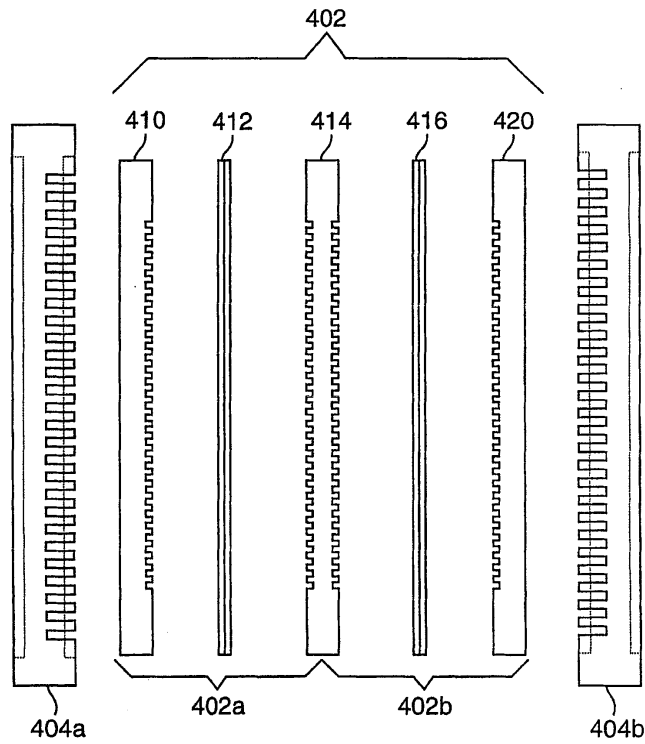
도면6b



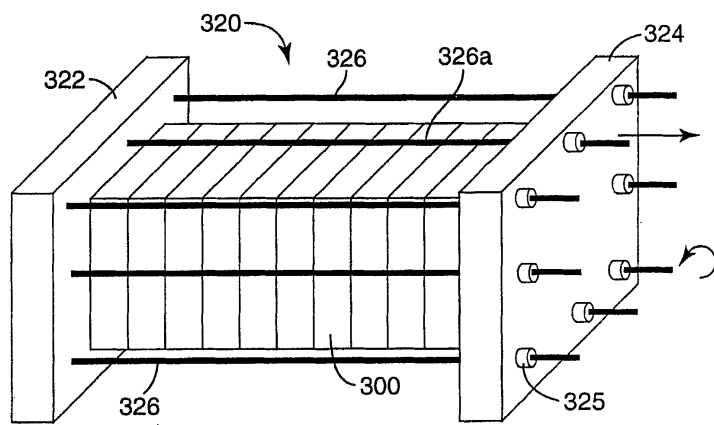
도면6c



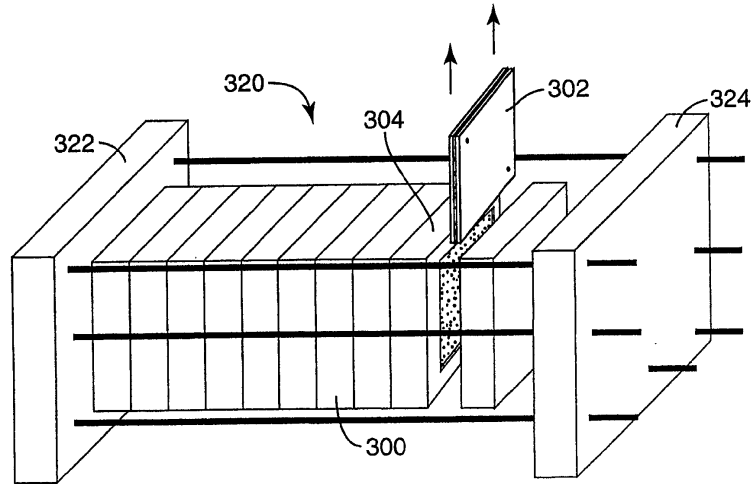
도면6d



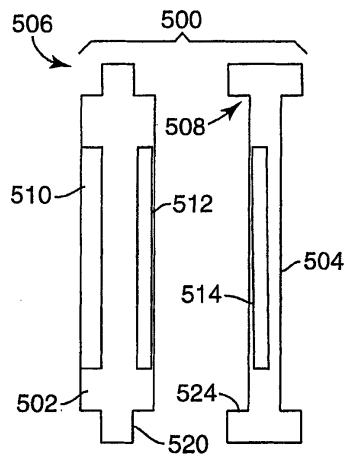
도면7a



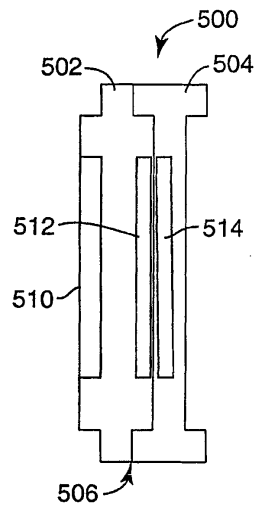
도면7b



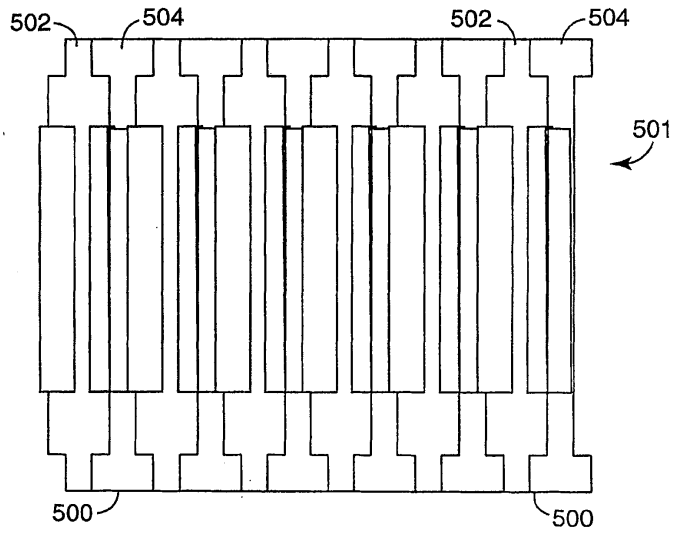
도면8a



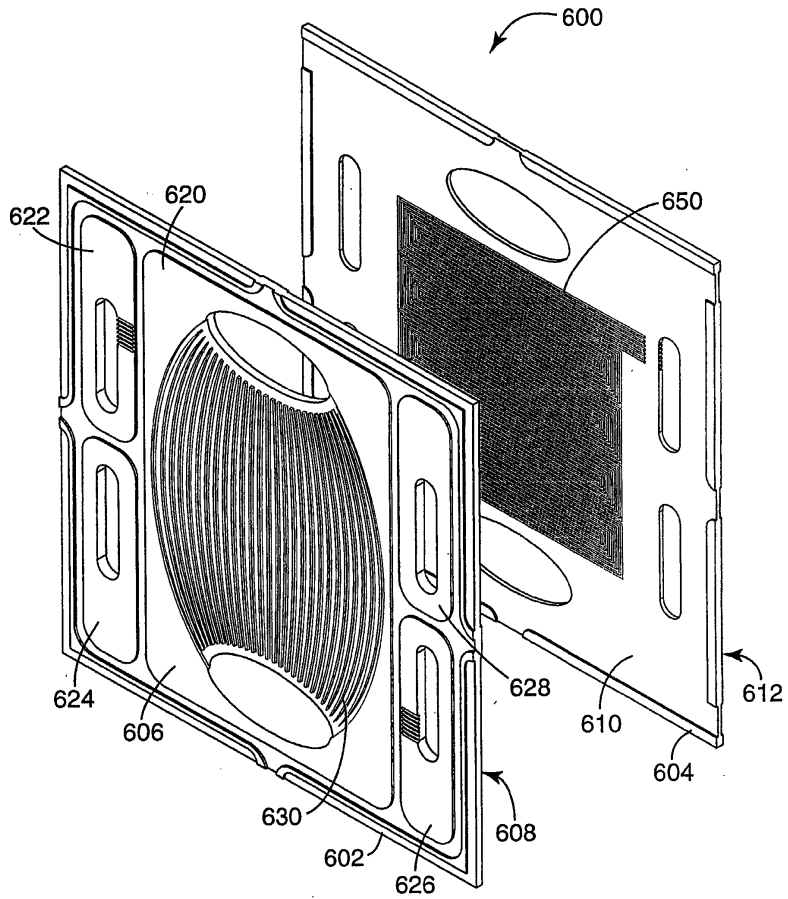
도면8b



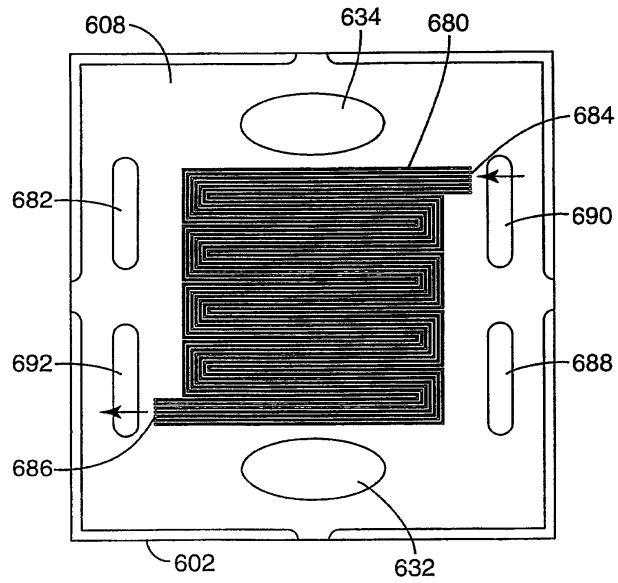
도면8c



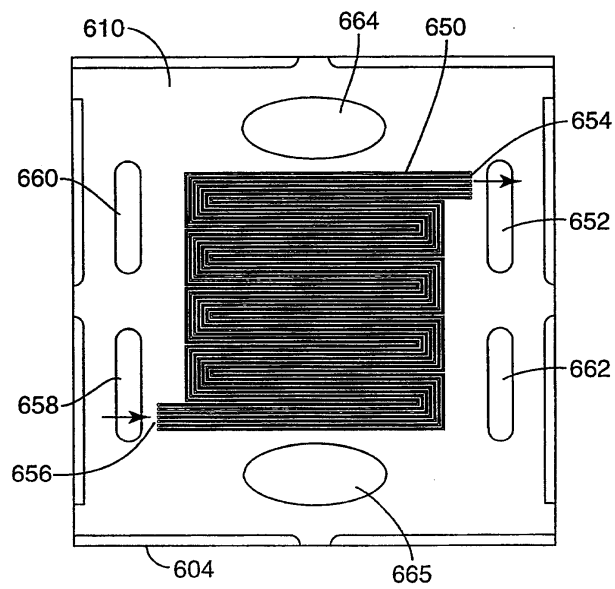
도면9a



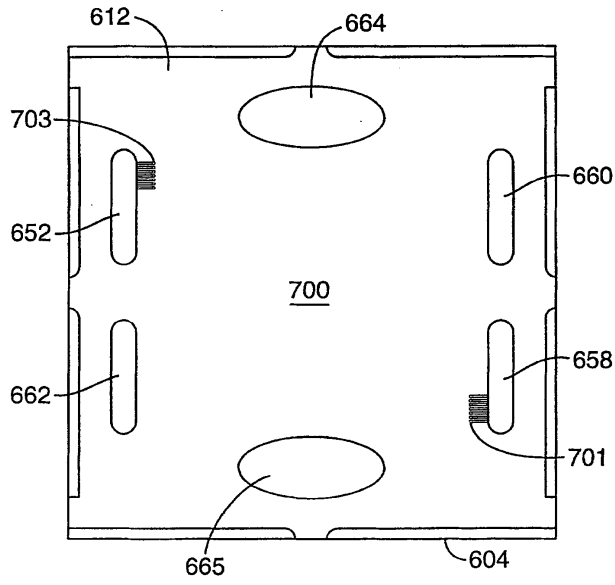
도면9b



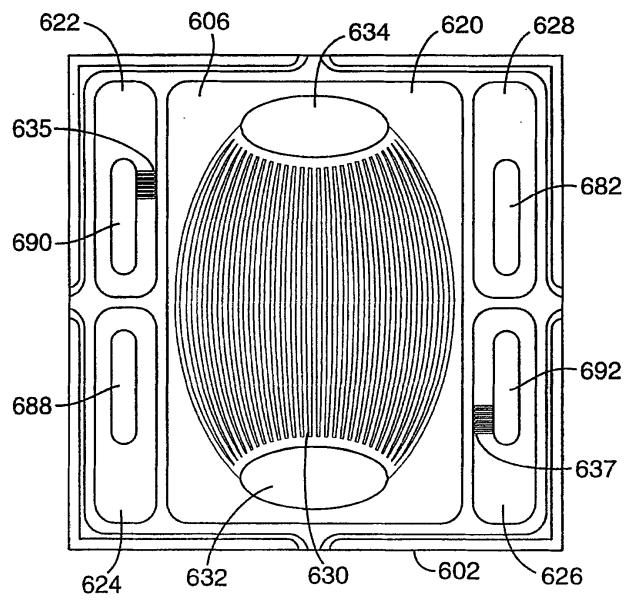
도면9c



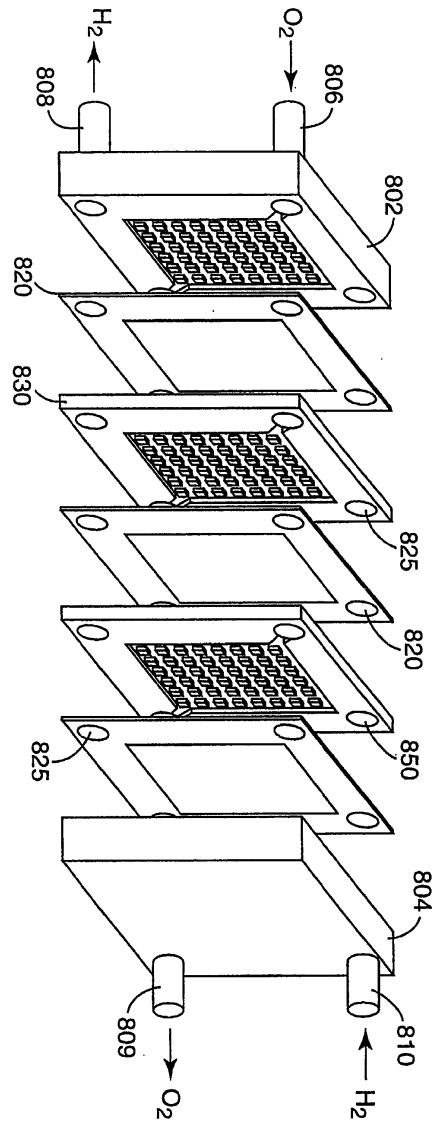
도면9d



도면9e



도면10



도면11

