



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0125975
(43) 공개일자 2015년11월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/02 (2006.01) C25B 1/12 (2006.01)
C25B 9/20 (2006.01) H01M 8/00 (2006.01)
H01M 8/18 (2015.01) H01M 8/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/0202 (2013.01)
C25B 1/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7026198
(22) 출원일자(국제) 2014년02월27일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년09월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/018996
(87) 국제공개번호 WO 2014/134295
국제공개일자 2014년09월04일
(30) 우선권주장
61/770,538 2013년02월28일 미국(US)

(71) 출원인
누베라 퓨엘 셀스, 인크.
미국 메사추세츠 01821 빌러리카 빌딩 1 콘코드
로드 129
(72) 발명자
도미트 에드워드
미국 메사추세츠주 01886 웨스트포드 노스 힐 로
드 30
블랑셰 스코트
미국 메사추세츠주 01824 첼름스포트 체스트넛 힐
로드 43
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장훈

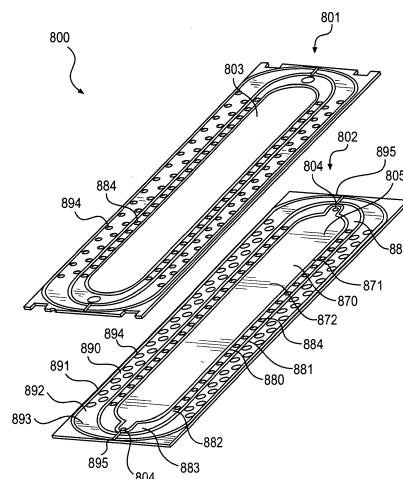
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 캐스케이드 밀봉부 구성과 수소 재생을 갖는 전기화학적 전지

(57) 요약

전기화학적 전지는 한 쌍의 2극 극판들 및 2극 극판들 사이에 막 전극 복합체를 포함한다. 전기화학적 전지는 또한 고압 영역을 한정하는 제 1 밀봉부를 포함하고, 제 1 밀봉부는 2극 극판들 사이에 위치하고 고압 영역과 제 1 유체를 포함하도록 구성된다. 또한, 전기화학적 전지는 중간압력 영역을 한정하는 제 2 밀봉부를 포함하고, 제 2 밀봉부는 2극 극판들 사이에 위치하고 중간압력 영역 내의 제 2 유체를 포함하도록 구성된다. 제 1 밀봉부가 멀어질 경우, 제 1 밀봉부는 제 1 유체를 중간압력 영역으로 누출하도록 구성된다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

C25B 9/206 (2013.01)

H01M 8/006 (2013.01)

H01M 8/0271 (2013.01)

H01M 8/186 (2013.01)

H01M 8/248 (2013.01)

Y02E 60/366 (2013.01)

Y02E 60/50 (2013.01)

(72) 발명자

반 보이언 로저

미국 메사추세츠주 01886 웨스트포드 타드맥 로드
80

베버리지 케빈

미국 메사추세츠주 01453 레민스터 베인브리지 스트리트 29

명세서

청구범위

청구항 1

전기화학적 전지에 있어서:

한 쌍의 2극 극판들 및 상기 한 쌍의 2극 극판들 사이에 위치한 막 전극 복합체로서, 상기 막 전극 복합체는 애노드, 캐소드 및 이들 사이에 배열된 양성자 교환 막을 포함하는, 상기 한 쌍의 2극 극판들 및 상기 막 전극 복합체;

고압 구역을 한정하는 제 1 밀봉부로서, 상기 제 1 밀봉부는 상기 2극 극판들 사이에 위치하고 상기 고압 구역 내에 제 1 유체를 포함하도록 구성되는, 상기 제 1 밀봉부; 및

중간압력 구역을 한정하는 제 2 밀봉부로서, 상기 제 2 밀봉부는 상기 2극 극판들 사이에 위치하고 상기 중간압력 구역 내에 제 2 유체를 포함하도록 구성되는, 상기 제 2 밀봉부를 포함하고,

상기 제 1 밀봉부가 떨어질 경우, 상기 제 1 밀봉부는 상기 제 1 유체를 상기 중간압력 구역으로 누출시키도록 구성되는, 전기화학적 전지.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

저압 구역을 한정하고, 상기 저압 구역 내에 제 3 유체를 포함하도록 구성된 제 3 밀봉부를 더 포함하고, 상기 제 2 밀봉부가 떨어지는 경우, 상기 제 2 밀봉부는 상기 제 2 유체를 상기 저압 구역으로 누출시키도록 구성되는, 전기화학적 전지.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 밀봉부는 상기 제 2 밀봉부 내에 포함되고 상기 제 2 밀봉부는 상기 제 3 밀봉부에 포함되는, 전기화학적 전지.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 유체는 상기 제 2 유체보다 더 높은 압력이고, 상기 제 2 유체는 상기 제 3 유체보다 더 높은 압력인, 전기화학적 전지.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 밀봉부, 상기 제 2 밀봉부 및 상기 제 3 밀봉부는 일반적으로 직사각형 횡-단면을 갖는, 전기화학적 전지.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 제 3 밀봉부의 상기 두께는 상기 제 2 밀봉부보다 더 크고, 상기 제 2 밀봉부의 두께는 상기 제 1 밀봉부보다 더 큰, 전기화학적 전지.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 유체는 고압 수소이고, 상기 제 2 유체는 더 낮은 압력의 수소이고, 상기 제 3 유체는 냉각 유체인, 전기화학적 전지.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 제 3 유체는 질소이고, 상기 저압 구역은 상기 전기화학적 전지 내에서부터 상기 제 1 유체와 상기 제 2 유체 중 적어도 하나의 누출을 감지하도록 구성된 상기 전기화학적 전지 주위의 질소 블랭킷을 포함하는, 전기화학적 전지.

청구항 9

제 2 항에 있어서,

상기 제 3 유체의 압력이 모니터링 되고, 상기 압력의 증가는 적어도 상기 제 2 밀봉부의 떨어짐을 나타내고, 상기 전기화학적 전지는 상기 제 3 유체가 상기 제 3 밀봉부가 떨어지는 압력에 도달하기 전에, 상기 전기화학적 전지는 섯 다운되도록 구성되는, 전기화학적 전지.

청구항 10

제 2 항에 있어서,

상기 한 쌍의 2극 극판들 내의 상기 제 1 밀봉부, 상기 제 2 밀봉부 및 상기 제 3 밀봉부는 안착된 상태로 남아 있도록 구성되어, 상기 한 쌍의 2극 극판들에 가해지는 단히는 힘이 상기 한 쌍의 2극 극판들 내의 개방힘보다 더 큰 경우에, 상기 제 1 유체, 상기 제 2 유체 및 상기 제 3 유체의 누출을 방지하는, 전기화학적 전지.

청구항 11

제 2 항에 있어서,

상기 한 쌍의 2극 극판들에 가해지는 단히는 힘이 상기 한 쌍의 2극 극판들의 제 1 분리를 야기하는 상기 한 쌍의 2극 극판들 내의 개방힘에 도달하는 경우, 상기 제 2 밀봉부 또는 상기 제 3 밀봉부가 상기 제 1 유체로 하여금 상기 제 1 밀봉부를 지나서 상기 중간압력 구역으로 누출하는 것을 야기하기 전에, 상기 제 1 밀봉부는 떨어지도록 구성되는, 전기화학적 전지.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 단히는 힘이 상기 한 쌍의 2극 극판들의 제 2 분리를 야기하는 상기 개방힘에 더 도달하는 경우, 상기 제 2 밀봉부는 떨어지도록 구성되어, 상기 제 2 유체가 상기 제 2 밀봉부를 지나 상기 저압 구역으로 누출하는 것을 야기하는, 전기화학적 전지.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 중간압력 구역으로 누출되는 상기 제 1 유체는 상기 제 2 유체와 결합하여 재사용되고, 상기 저압 구역으로 누출되는 상기 제 2 유체는 상기 제 3 유체와 결합하고 상기 전기화학적 전지의 외부로 흘러, 재생이용되는, 전기화학적 전지.

청구항 14

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 밀봉부의 외부 및 상기 제 2 밀봉부의 내부에 위치한 한 쌍의 보조 밀봉부들을 더 포함하고, 상기 한 쌍의 보조 밀봉부들은 상기 고압 구역과 유체 연결상태인 두 개의 보조 고압 구역들을 한정하는, 전기화학적 전지.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 한 쌍의 2극 극판들 중 적어도 하나는 복수의 구성요소들을 포함하고 상기 복수의 구성요소들 사이의 캐스케이드 밀봉부 구성을 활용하는, 전기화학적 전지.

청구항 16

전기화학적 전지에 있어서:

한 쌍의 2극 극판들과 상기 한 쌍의 2극 극판들 사이에 위치한 막 전극 복합체;

상기 2극 극판들 사이에 위치하고, 제 1 유체를 포함하는 고압 구역;

상기 2극 극판들 사이에 위치하고, 제 2 유체를 포함하는 중간압력 구역;

제 3 유체를 포함하는 저압 구역을 포함하고,

상기 전기화학적 전지는 상기 2극 극판들에 가해지는 단히는 힘과 상기 제 1 유체, 제 2 유체 및 제 3 유체 중 적어도 하나의 압력에 의해 생성된 개방힘 중 적어도 하나를 기초로 하여 제 1 구성, 제 2 구성 및 제 3 구성 사이를 전환하도록 구성되는, 전기화학적 전지.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제 1 구성은 상기 고압 구역, 상기 중간압력 구역 및 상기 저압 구역 사이에서 실질적으로 유체의 비누출을 제공하고;

상기 제 2 구성은 상기 고압 구역으로부터 상기 중간압력 구역으로의 상기 제 1 유체의 일부 누출을 제공하고;

상기 제 3 구성은 상기 고압 구역으로부터 상기 중간압력 구역으로의 제 1 유체 일부의 누출과 상기 중간압력 구역으로부터 상기 저압 구역으로의 제 2 유체 일부의 누출을 제공하는, 전기화학적 전지.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 전기화학적 전지의 상기 저압 구역과 유체 연결 상태인 수소 재생이용 장치를 더 포함하고, 상기 수소 재생이용 장치는 상기 저압 구역으로 누출된 제 2 유체의 상기 부분을 재생이용하고 상기 재생이용된 제 2 유체를 상기 전기화학적 전지의 상기 중간압력 구역으로 재도입하도록 구성되고, 상기 저압 구역 내의 상기 제 3 유체의 상기 압력이 모니터링될 수 있고, 상기 제 3 유체의 상기 압력의 증가는 상기 수소 재생이용 장치를 결합시키는, 전기화학적 전지.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 고압 구역은 상기 중간압력 구역 내에 포함되고, 상기 중간압력 구역은 상기 저압 구역 내에 포함되는, 전기화학적 전지.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 고압 구역 내에 상기 제 1 유체를 포함하도록 구성된 제 1 밀봉부, 상기 중간압력 구역에서 상기 제 2 유체를 포함하도록 구성된 제 2 밀봉부 및 상기 저압 구역에서 상기 제 3 유체를 포함하도록 구성된 제 3 밀봉부를 더 포함하는, 전기화학적 전지.

청구항 21

캐스케이드 밀봉부 구성을 갖는 전기화학적 전지의 단히는 힘을 조정하는 방법에 있어서:

캐스케이드 밀봉부 구성으로 복수의 밀봉부들을 갖는 전기화학적 전지를 제공하는 단계;

기대된 동작 압력을 기초로 하여 초기의 닫히는 힘을 상기 전기화학적 전지에 인가하는 단계;

상기 전기화학적 전지를 동작하는 단계;

상기 전기화학적 전지의 상기 압력을 모니터링하는 단계; 및

상기 모니터링된 압력을 기초로 하여 상기 전기화학적 전지에 인가된 상기 닫히는 힘을 조정하는 단계를 포함하고, 상기 닫히는 힘을 조정하는 단계로 상기 복수의 밀봉부들 중 적어도 하나가 떨어지는 압력을 변경하는, 전기화학적 전지의 닫히는 힘을 조정하는 방법.

청구항 22

전기화학적 전지를 위한 2극 극판에 있어서:

적어도 두 개의 구성요소들;

고압 구역을 한정하는 제 1 밀봉부로서, 상기 제 1 밀봉부는 상기 구성요소들 사이에 위치하고 상기 고압 구역 내의 제 1 유체를 포함하도록 구성되는, 상기 제 1 밀봉부; 및

중간압력 체적을 포함하는 중간압력 구역 및 중간압력 포트들을 한정하는 제 2 밀봉부로서, 상기 제 2 밀봉부는 상기 구성요소들 사이에 위치하고 상기 중간압력 구역 내에 제 2 유체를 포함하도록 구성되는, 상기 제 2 밀봉부를 포함하고,

상기 제 1 밀봉부가 오작동하고, 상기 제 1 유체가 상기 중간압력 체적에서 수집될 수 있고, 상기 중간압력 포트들로부터 방출될 수 있는 경우, 상기 제 1 밀봉부는 상기 제 1 유체를 상기 중간압력 구역으로 누출시키도록 구성되는, 전기화학적 전지를 위한 2극 극판.

청구항 23

전기화학적 전지에 있어서,

한 쌍의 2극 극판들 및 상기 한 쌍의 2극 극판들 사이에 위치한 막 전극 복합체; 및

상기 한 쌍의 2극 극판들 사이의 제 1 캐스케이드 밀봉부 구성을 포함하고;

각 2극 극판들은

적어도 두 개의 구성요소들; 및

상기 적어도 두 개의 구성요소들 사이의 제 2 캐스케이드 밀봉부 구성을 포함하는, 전기화학적 전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시사항은 전기화학적 전지에 관한 것이며, 더 구체적으로, 캐스케이드 밀봉부 구성을 갖고 수소 재생을 위해 구성된 전기화학적 전지에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 출원은 2013년 2월 28일에 출원된 미국 가 특허 출원 제 61/770,538호의 이익을 주장하며, 상기 가 특허 출원은 본 명세서에 참조로 포함된다.

[0003] 보통 연료 전지들 또는 전기분해 전지들(electrolysis cells)로서 분류되는 전기화학적 전지들은 화학 반응들로부터 전류를 생성하기 위해 또는 전류의 흐름을 사용하는 화학 반응을 유도하기 위해 사용되는 장치들이다. 연료 전지는 연료(예로서, 수소, 천연 가스, 메탄올, 가솔린, 등)와 산화제(공기 또는 산소)의 화학적 에너지를 전기 및 열과 물의 폐기물(waste product)로 전환한다. 기초 연료 전지는 음으로 대전된 애노드, 양으로 대전된 캐소드 및 전해질로 불리는 이온-전도성 물질을 포함한다.

[0004] 상이한 연료 전지 기술들은 상이한 전해질 물질들을 활용한다. 예를 들어, 양성자 교환 막(PEM:Proton Exchange Membrane) 연료 전지는 중합체의 이온-전도성 막을 전해질로서 활용한다. 수소 PEM 연료 전지에서, 수소 원자들은 애노드에서 전기화학적으로 전자들과 양성자들(수소 이온들)로 분리될 수 있다. 양성자들이 전해질 막을 통

해 캐소드로 확산되는 반면, 전자들은 회로를 통해 캐소드로 흐르며 전기를 생성한다. 캐소드에서, 수소 양성자들은 전자들과 산소(캐소드로 공급된)와 반응하여 물과 열을 생성할 수 있다.

[0005] 전기분해 전지는 반대로 작동되는 연료 전지를 나타낸다. 외부 전위가 인가될 때, 기초 전기분해 전지는 물을 수소와 산소 기체들로 분해함으로써 수소 생성기로서의 기능을 한다. 수소 연료 전지 또는 전기 분해 전지의 기본 기술은 전기화학적 수소 압축, 정화, 또는 팽창(expansion)과 같은 전기화학적 수소 처리(manipulation)에 인가될 수 있다.

[0006] 예를 들어, 전기화학적 수소 압축기(EHC:electrochemical hydrogen compressor)는 수소를 전지의 한 측에서 다른 측으로 선택적으로 전달하기 위해 사용될 수 있다. EHC는 제 1 전극(즉, 애노드)과 제 2 전극(즉, 캐소드) 사이에 삽입된 양성자 교환 막을 포함할 수 있다. 수소를 포함하는 기체는 제 1 전극과 접촉할 수 있고 전위 차이는 제 1 및 제 2 전극들 사이에서 인가될 수 있다. 제 1 전극에서, 수소 분자들은 산화될 수 있고 그 반응은 두 개의 전자들과 두 개의 양성자들을 생성할 수 있다. 두 개의 양성자들은 막을 통해 전지의 제 2 전극으로 전기화학적으로 이동되고(drive), 두 개의 양성자들은 다른 길로 수송된 두 개의 전자들에 의해 재결합되어 수소 분자를 형성하도록 환원된다. 제 1 전극과 제 2 전극에서 발생하는 반응들은 화학식들로서 이하 도시된 바와 같이 표현될 수 있다.

[0007] 제 1 전극 산화 반응 : $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

[0008] 제 2 전극 환원 반응 : $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

[0009] 전체 전기화학적 반응 : $H_2 \rightarrow H_2$

[0010] 이러한 순서로 작동하는 EHC들은 때때로 수소 펌프들로 지칭된다. 제 2 전극에 축적된 수소가 한정된 공간으로 제한될 때, 전기화학적 전지는 수소를 압축하거나 상승시킨다. 개개의 전지가 생성할 수 있는 최대 압력 또는 흐름 속도는 전지 설계를 기초로 한정될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 더 큰 압축 또는 더 높은 압력을 달성하기 위해서, 다수의 전지들이 직렬로 연결되어 다단 EHC를 형성할 수 있다. 예를 들어, 다단 EHC에서, 기체 흐름 경로는 제 1 전지의 압축된 출력 기체가 제 2 전지의 입력 기체가 될 수 있도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 일단(single-stage) 전지들은 병렬로 연결되어서 EHC의 처리 용량(throughput capacity)(즉, 총 기체 흐름 속도)을 증가시킬 수 있다. 일단 및 다단 EHC 둘 모두에서, 전지들이 적층될 수 있고 각 전지는 캐소드, 전해질 막 및 애노드를 포함할 수 있다. 각 캐소드/막/애노드 조립체는 전형적으로 2극 극판들에 의해 양 측들 상에 지지되는 "막 전극 조립체", 즉 "MEA"를 구성한다. 기계적 지지를 제공하는 것 외에도, 2극 극판들은 적층 내에서 개개의 전지들을 물리적으로 분리시키고, 동시에 개개의 전지들을 전기적으로 연결한다. 2극 극판들은 또한 전류 집전체들/전도체들(collectors/conductors)로서의 역할을 하고, 연료를 위한 통로들을 제공한다. 전형적으로, 2극 극판들은 금속들, 예를 들어, 스테인리스 강, 티타늄 등 및 비-금속(non-metallic) 전기적 전도체들 예를 들어, 그래파이트(graphite)로 만들어진다.

[0012] 전기화학적 수소 처리(manipulation)는 수소 관리를 위해 종래에 사용되는 기계적 시스템들에 대한 실행가능한 대안으로서 대두되었다. 수소의 에너지 운반체로서의 성공적인 상업화와 "수소 경제(hydrogen economy)"의 장기 지속가능성은 주로 연료 전지들, 전기분해 전지 및 다른 수소 처리/관리 시스템들(즉, EHC들)의 효율성과 비용-효율에 달려있다. 기체 수소는 대개 압력 용기(pressurized containment)에 의한 에너지 저장을 위한 편리하고 일반적인 형태이다. 유리하게, 높은 압력에서 수소를 저장하는 것은 높은 에너지 밀도를 생성한다.

[0013] 기계적 압축은 압축을 달성하는 종래의 수단이다. 그러나, 기계적 압축에는 단점들이 존재한다. 단점들은 예를 들어, 상당한 에너지 사용, 가동부의 마모, 지나친 소음, 부피가 큰 장비 및 수소 취성(hydrogen embrittlement)이다. 열 사이클에 의한 가압(pressurization)은 기계적 압축에 대한 대안이지만, 기계적 압축과 같이 에너지 사용이 상당하다. 대조적으로, 전기화학적 압축은 조용하고, 크기 조정이 가능하고, 모듈식이며 높은 에너지 효율을 달성할 수 있다.

[0014] 전기화학적 수소 압축을 위한 하나의 도전과제는 압력 수소 기체(pressurized hydrogen gas)에 관한 안전 의식(safety concern)이다. 수소 기체는 극도로 가연성이고 고압 수소 기체는 안전 문제들을 제기한다. 주된 관심은

전기화학적 압축기로부터 고압 기체의 누설 또는 의도하지 않은 방출을 포함한다. 대재앙적인 방출은 안전 위험을 제기할 수 있다.

- [0015] 게다가, 심지어 중요한 안전 문제의 수준에 이르지 않을 작은 누설은 그럼에도 불구하고 전기화학적 압축기의 효율성을 감소시킨다. 그러므로, 수소 누출을 예방하거나 감소시킬 필요가 존재한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 전술한 상황들을 고려하여, 본 개시사항은 전지로부터 의도하지 않은 수소의 방출을 제한하도록 구성된 캐스케이드 밀봉부 구성을 갖는 전기화학적 전지에 관한 것이다. 또한, 캐스케이드 밀봉부 구성은 전지로부터 누출된 수소의 수집과 재활용을 가능하게 할 수 있다.

- [0017] 본 개시사항의 하나의 양태는 전기화학적 전지에 관한 것이며, 전기화학적 전지는: 한 쌍의 2극 극판들 및 한 쌍의 2극 극판들 사이에 위치한 막 전극 조립체; 고압 구역을 한정하는 제 1 밀봉부; 및 중간압력 구역을 한정하는 제 2 밀봉부를 포함하고, 여기서 상기 막 전극 조립체는 애노드, 캐소드 및 캐소드와 애노드 사이에 배치된 양성자 교환 막을 포함하고, 상기 제 1 밀봉부는 2극 극판들 사이에 위치하고 고압 구역 내에 제 1 유체를 포함하도록 구성되고, 상기 제 2 밀봉부는 2극 극판들 사이에 위치하고 중간압력 구역 내에 제 2 유체를 포함하도록 구성되고, 1 밀봉부가 떨어질 때(unseat), 제 1 밀봉부는 제 1 유체를 중간압력 구역으로 누출시키도록 구성된다.

- [0018] 또 다른 실시예에서, 전기화학적 전지는 또한 저압 구역 내에 제 3 유체를 포함하도록 구성된 저압 구역을 한정하는 제 3 밀봉부를 포함할 수 있고, 여기서 제 2 밀봉부는, 제 2 밀봉부가 떨어질 때, 제 2 유체를 저압 구역으로 누출시키도록 구성된다. 또 다른 실시예에서, 제 1 밀봉부는 제 2 밀봉부 내에 포함될 수 있고 제 2 밀봉부는 제 3 밀봉부와 함께 포함된다. 또 다른 실시예에서, 제 1 유체는 제 2 유체보다 더 높은 압력일 수 있고, 제 2 유체는 제 3 유체보다 더 높은 압력일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 1 밀봉부, 제 2 밀봉부 및 제 3 밀봉부는 일반적으로 직사각형 횡단면을 가질 수 있다.

- [0019] 또 다른 실시예에서, 제 3 밀봉부의 두께는 제 2 밀봉부의 두께보다 더 클 수 있고 제 2 밀봉부의 두께는 제 1 밀봉부의 두께보다 더 클 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 1 밀봉부, 제 2 밀봉부 및 제 3 밀봉부는 일반적으로 원형 횡단면을 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 1 유체는 고압 수소가 될 수 있고, 제 2 유체는 저압 수소가 될 수 있으며, 제 3 유체는 냉각 유체가 될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 3 유체는 질소가 될 수 있고, 저압 구역은, 전기화학적 전지 내부로부터 제 1 유체 및 제 2 유체 중 적어도 하나의 누출을 감지하도록 구성된 전기화학적 전지 주위의 질소 블랭킷(nitrogen blanket)을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 제 3 유체의 압력이 모니터링될 수 있고, 압력의 증가는 적어도 제 2 밀봉부의 떨어짐(unseating)을 나타낸다.

- [0020] 또 다른 실시예에서, 전기화학적 전지는, 제 3 유체가 제 3 밀봉부가 떨어지는 압력에 도달하기 전에, 셧 다운(shut down)되도록 구성될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 한 쌍의 2극 극판들 내의 제 1 밀봉부, 제 2 밀봉부 및 제 3 밀봉부는 안착된 상태(seated)가 되도록 구성될 수 있어서, 한 쌍의 2극 극판들에 가해지는 닫히는 힘(closing force)이 한 쌍의 2극 극판들 내의 개방힘(opening force)보다 더 클 때, 제 1 유체, 제 2 유체 및 제 3 유체의 누출을 예방한다. 또 다른 실시예에서, 한 쌍의 2극 극판들에 가해지는 닫히는 힘이 한 쌍의 2극 극판들의 제 1 분리를 일으키는 한 쌍의 2극 극판들 내의 개방힘과 비슷할 때, 제 1 밀봉부는, 제 2 밀봉부 또는 제 3 밀봉부가 제 1 유체로 하여금 제 1 밀봉부를 지나 중간압력 구역으로 누출하는 것을 야기하기 전에, 떨어지도록 구성될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 닫히는 힘이 추가로 개방힘에 도달하여 한 쌍의 2극 극판들의 제 2 분리를 일으킬 때, 제 2 밀봉부는 떨어져, 제 2 유체로 하여금 제 2 밀봉부를 지나 저압 구역으로 누출하는 것을 야기하도록 구성될 수 있다.

- [0021] 또 다른 실시예에서, 중간압력 구역으로 누출시키는 제 1 유체는 제 2 유체와 결합될 수 있고 재활용될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 2 유체는 저압 구역으로 누출될 수 있고 제 2 유체는 제 3 유체와 결합될 수 있고 전기화학적 전지에서 흘러나올 수 있고 재생 이용될 수 있다(reclaim). 또 다른 실시예에서, 전기화학적 전지는 한 쌍의 2극 극판들에 가해지는 닫히는 힘을 수용하도록 구성될 수 있고, 여기서 닫히는 힘은 저압 구역, 중간압력 구역 및 고압 구역의 압력을 기초로 하여 전기 화학적 전지의 동작 동안에 조정가능하다. 또 다른 실시예에서, 전기화학적 전지는 또한 제 1 밀봉부 바깥쪽에 그리고 제 2 밀봉부 안쪽에 위치한 한 쌍의 보조의 밀봉들을 포함할 수 있고, 여기서 한 쌍의 보조의 밀봉들은 고압 구역과 유체 연결 상태로 두 개의 보조 고압 구역들을 한정한다. 또 다른 실시예에서, 2극 극판들 중 적어도 하나는 복수의 구성요소들을 포함하고 복수의 구성요소들 사이에서 캐스케이드 밀봉부 구성을 활용한다.

- [0022] 본 발명의 또 다른 양태는 전기화학적 전지에 관한 것이고, 전기화학적 전지는: 한 쌍의 2극 극판들과 한 쌍의 2극 극판들 사이에 위치한 막 전극 조립체; 제 1 유체를 포함하는 2극 극판들 사이에 위치한 고압 구역; 제 2 유체를 포함하는 2극 극판들 사이에 위치한 중간압력 구역; 및 제 3 유체를 포함하는 저압 구역을 포함하고; 여기서 전기화학적 전지는 2극 극판들에 인가된 단히는 힘과 제 1 유체, 제 2 유체 및 제 3 유체 중 적어도 하나의 압력에 의해 생성된 개방힘 중 적어도 하나를 기초로 하여 제 1 구성, 제 2 구성 및 제 3 구성 사이에서 전이(transition)하도록 구성된다.
- [0023] 또 다른 실시예에서, 제 1 구성은 고압 구역, 중간압력 구역 및 저압 구역 사이에서 실질적으로 유체의 비누출을 제공할 수 있고; 제 2 구성은 고압 구역으로부터 중간압력 구역으로의 제 1 유체의 일부 누출을 제공할 수 있고; 제 3 구성은 고압 구역으로부터 중간압력 구역으로의 제 1 유체의 일부 누출과 중간압력 구역으로부터 저압 구역으로의 제 2 유체의 일부 누출을 제공할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 전기화학적 전지는 또한 전기화학적 전지의 저압 구역과 유체 연결 상태인 수소 재생 이용(reclamation) 장치를 포함할 수 있고, 여기서 수소 재생 이용 장치는 저압 구역으로 누출된 제 2 유체의 부분을 재생 이용하도록 및 재생 이용된 제 2 유체를 전기화학적 전지의 중간압력 구역으로 재도입하도록 구성된다.
- [0024] 또 다른 실시예에서, 저압 구역 내의 제 3 유체의 압력이 모니터링될 수 있고, 제 3 유체의 압력의 증가는 수소 재생 이용 장치를 결합시킨다. 또 다른 실시예에서, 고압 구역은 중간압력 구역 내에 포함될 수 있고 중간압력 구역은 저압 구역 내에 포함될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 전기화학적 전지는 또한 고압 구역 내에 제 1 유체를 포함하도록 구성된 제 1 밀봉부, 중간압력 구역에서 제 2 유체를 포함하도록 구성된 제 2 밀봉부 및 저압 구역에서 제 3 유체를 포함하도록 구성된 제 3 밀봉부를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 2 구성은 2극 극판들 사이의 제 1 분리를 포함할 수 있고, 제 3 구성은 2극 극판들 사이에서 제 1 분리보다 더 큰 제 2 분리를 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 또 다른 양태는 캐스케이드 밀봉부 구성을 갖는 전기화학적 전지의 단히는 힘을 조정(tuning)하는 방법에 관한 것이며, 상기 방법은: 복수의 밀봉들을 갖는 전기화학적 전지를 캐스케이드 밀봉부 구성으로 제공하는 단계; 기대된 동작 압력을 기초로 하여 초기의 단히는 힘을 전기화학적 전지에 인가하는 단계; 전기화학적 전지를 동작하는 단계; 전기화학적 전지의 압력을 모니터링하는 단계; 및 모니터링된 압력을 기초로 하여 전기화학적 전지에 인가된 단히는 힘을 조정하는 단계를 포함하고; 여기서, 단히는 힘을 조정하는 단계는 복수의 밀봉들 중 적어도 하나가 떨어지는 압력을 변경한다.
- [0026] 본 발명의 또 다른 양태에는 전기화학적 전지에 대한 2극 극판에 관한 것이고, 상기 전기화학적 전지는 적어도 두 개의 구성요소들, 고압 구역을 한정하는 제 1 밀봉부 및 중간압력 구역을 한정하는 제 2 밀봉부를 포함하고, 여기서, 제 1 밀봉부는 구성요소들 사이에 위치하고 고압 구역 내의 제 1 유체를 포함하도록 구성되고, 제 2 밀봉부는 중간압력 체적과 중간압력 포트들을 포함하고, 여기서 제 2 밀봉부는 구성요소들 사이에 위치하고 중간압력 구역 내에 제 2 유체를 포함하도록 구성되고, 제 1 밀봉부는, 제 1 밀봉부가 작동하지 않고, 제 1 유체가 중간압력 구역 체적에서 수집될 수 있고, 중간압력 포트들로부터 방출될 수 있을 때, 제 1 유체를 중간압력 구역으로 누출시키도록 구성된다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 양태는 한 쌍의 2극 극판들 및 상기 한 쌍의 2극 극판들 사이에 위치한 막 전극 조립체, 및 상기 한 쌍의 2극 극판들 사이의 제 1 캐스케이드 밀봉부 구성을 포함하는 전기화학적 전지에 관한 것이고, 여기서 각 2극 극판은 적어도 두 개의 구성요소들과 적어도 두 개의 구성요소들 사이에 제 2 캐스케이드 밀봉부 구성을 포함한다.
- [0028] 전술한 일반적인 설명과 다음의 상세한 설명 둘 모두는 오직 예시적이고 설명적이며, 청구된 본 개시사항을 제한하지 않음이 이해될 것이다.
- [0029] 첨부된 도면들은 명세서의 일부로서 포함되고 구성되며, 본 발명의 도시적인 실시예들 및 첨부도면과 함께 개시의 원리들을 설명하도록 작용한다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 전기화학적 전지의 다양한 구성요소들을 도시하는 전기화학적 전지의 부분의 측면도.
- 도 2a는 예시적인 실시예에 따라서, 다양한 밀봉들과 전지의 압력 구역들을 도시하는 전기화학적 전지의 부분의 정면도.
- 도 2b는 예시적인 실시예에 따라서, 다양한 밀봉들과 전지의 압력 구역들을 도시하는 전기화학적 전지의 부분의

정면도.

도 3a는 예시적인 실시예에 따라서, 전기화학적 전지의 부분의 횡-단면도.

도 3b는 예시적인 실시예에 따라서, 다양한 힘들을 도시하는 전기화학적 전지의 부분의 횡-단면도.

도 4a는 예시적인 실시예에 따라서, 제 1 구성을 도시하는 전기화학적 전지의 부분의 횡-단면도.

도 4b는 예시적인 실시예에 따라서, 제 2 구성을 도시하는 전기화학적 전지의 부분의 횡-단면도.

도 4c는 예시적인 실시예에 따라서, 제 3 구성을 도시하는 전기화학적 전지의 부분의 횡-단면도.

도 5는 예시적인 실시예에 따라서, 전기화학적 수소 재생 이용 시스템을 도시하는 구성도.

도 6은 예시적인 실시예에 따라서, 전기화학적 전지 내의 압력을 제어하는 방법을 도시하는 플로우 다이어그램.

도 7은 또 다른 실시예에 따라서, 다양한 밀봉들과 전지의 압력 구역들을 도시하는 전기화학적 전지의 정면도.

도 8은 예시적인 실시예에 따라서, 두 조각의 2극 극판의 등각 투영도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031]

참조는 본 발명의 본 예시적인 실시 예를 상세히 설명하게 하며, 본 발명의 예시들은 첨부 도면들에서 도시된다. 가능하면, 동일한 참조 번호들은 도면들 전반에 걸쳐 동일한 또는 유사한 부분들을 참조하도록 사용될 것이다. 수소를 이용하는 전기화학적 전지에 관련하여 설명되었지만, 본 발명의 디바이스들 및 방법들이 전기분해 전지들, 수소 정화장치들(hydrogen purifier), 수소 팽창기들(hydrogen expander) 및 수소 압축기들(hydrogen compressor)을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 연료 전지들 및 전기화학적 전지들의 다양한 유형들로 이용될 수 있다는 것이 이해된다

[0032]

도 1은 예시적인 실시예에 따라서, 전기화학적 전지(100)의 분해된 측면을 도시한다. 전기화학적 전지(100)는 애노드(110), 캐소드(120) 및 애노드(110)와 캐소드(120) 사이에 배치된 양성자 교환 막(PEM)(130)을 포함할 수 있다. 결합된 애노드(110), 캐소드(120) 및 PEM(130)은 막 전극 조립체(MEA)(140)를 포함할 수 있다. PEM(130)은 다른 재료, 예를 들어, 실리카(silica), 헤테로폴리산(heteropolyacids), 계층화된 금속 인산염(layered metal phosphates), 인산염(phosphates) 및 지르코늄 인산염(zirconium phosphates)이 폴리머 매트릭스(polymer matrix)에서 임베디드될 수 있는 순수한 폴리머 막(pure polymer membrane) 또는 복합 막(composite membrane)을 포함할 수 있다. PEM(130)은 전자들을 전도하지 않는 동안에 양성자들로 투과될 수 있다. 애노드(110)와 캐소드(120)는 촉매 층을 포함하는 다공성 탄소 전극들(porous carbon electrodes)을 포함할 수 있다. 촉매 물질, 예를 들어 백금(platinum)은 연료의 반응을 증가시킬 수 있다.

[0033]

전기화학적 전지(100)는 또한 두 개의 2극 극판들(150,160)을 포함할 수 있다. 2극 극판들(150,160)은 지지판들(support plate), 전도체들로서의 역할을 하고, 연료를 위한 각각의 전극 표면들에 대한 통로들을 제공하고, 압축된 연료의 제거를 위한 통로들을 제공할 수 있다. 2극 극판들(150,160)은 또한 유체(fluid)(즉, 물, 글리콜, 또는 물 글리콜 혼합물)를 냉각하기 위한 액세스 채널들을 제공할 수 있다. 2극 극판들은 알루미늄(aluminum), 스틸(steel), 스테인리스 스틸(stainless steel), 티타늄(titanium), 구리(copper), 니켈-크롬 합금(Ni-Cr alloy), 그래파이트(graphite) 또는 임의의 다른 전기적 전도성 물질로부터 이루어질 수 있다. 2극 극판들(150,160)은 전기화학적 전지(100)를 전기화학적 스택(도시되지 않음) 내의 이웃 연료 전지들로부터 분리할 수 있다. 예를 들어, 복수의 전기화학적 전지들(100)은 직렬로 연결되어 다단 전기화학적 수소 압축기(EHC)를 형성할 수 있거나 병렬로 쌓여서 일단 EHC를 형성할 수 있다.

[0034]

예시적인 실시예에 따라서, 동작 도중에, 수소 기체는 2극 극판(150)을 통해 애노드(110)로 공급될 수 있다. 전위는 애노드(110)와 캐소드(120) 사이에서 인가될 수 있고, 애노드(110)에서의 전위는 캐소드(120)에서의 전위보다 더 크다. 애노드(110)에서의 수소는 수소로 하여금 전자와 양성자로 분리하도록 산화될 수 있다. 전자들이 PEM(130) 주위에서 재라우팅되는 반면, 양성자들은 PEM(130)을 통해 전기화학적으로 이동되거나 펌핑("pumped")된다. PEM(130)의 반대쪽에 있는 캐소드(120)에서, 이동된 양성자들과 재라우팅된 전자들은 환원되어 수소를 형성한다. 더 많은 수소가 캐소드(120)에서 형성될수록 수소는 제한된 공간 내에서 압축될 수 있고 가압될 수 있다.

[0035]

전기화학적 전지(100) 내에서, 복수의 상이한 압력 구역들과 복수의 밀봉들은 하나 이상의 상이한 압력 구역들을 한정할 수 있다. 도 2a는 전기화학적 전지(100) 내의 복수의 상이한 밀봉들과 압력 구역들을 도시한다. 도

2a에 도시된 바와 같이, 복수의 밀봉들은 제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)를 포함할 수 있다. 제 1 밀봉부(171)는 제 2 밀봉부(181) 내에 완전히 포함될 수 있고, 제 2 밀봉부(181)는 제 3 밀봉부(191) 내에 완전히 포함될 수 있다. 게다가, 복수의 밀봉들은 또한 제 1 보조 밀봉들(175,176)을 포함할 수 있다. 보조 밀봉(175 및 176)은 제 1 밀봉부(171)의 바깥쪽이지만 제 2 밀봉부(181) 내에 위치할 수 있다.

[0036]

제 1 밀봉부(171)는 고압 구역(170)을 한정할 수 있고, 고압 구역(170) 내의 제 1 유체(예로서, 수소)(172)를 포함하도록 구성될 수 있다. 제 1 밀봉부(171)는 고압 구역(170) 외부 경계들의 범위를 정할 수 있다. 고압 구역(170)은 PEM(130)의 고압 캐소드(120) 측면에 상응할 수 있다. 캐소드(130)에서 형성된 수소는 고압 구역(170)에서 수집될 수 있고 제 1 밀봉부(171)에 의해 포함될 수 있다. 고압 구역(170) 내의 수소는 압축될 수 있고, 그 결과, 더 많은 수소 압력의 증가가 고압 구역(170)에서 형성된다. 고압 구역(170)에서의 수소는 15,000 psi 보다 더 큰 압력으로 압축될 수 있다.

[0037]

제 1 보조 밀봉들(175,176)은 고압 구역(170)과 유체 연결 상태로 두 개의 보조 고압 구역들(177,178)을 한정할 수 있다. 보조 고압 구역들(177,178)은 제 1 유체(172)를 고압 구역(170)으로부터 방출하도록 구성된 공동 통로들이 될 수 있다. 보조 고압 구역들(177,178)은 복수의 전지 전기화학적 압축기 내의 인접한 전기화학적 전지의 공동 통로들과 유체 연결 상태가 될 수 있다.

[0038]

제 2 밀봉부(181)는 중간압력 구역(180)을 한정할 수 있고 중간압력 구역(180) 내의 제 2 유체(182)를 포함하도록 구성될 수 있다. 제 2 밀봉부(181)는 중간압력 구역(180)의 외부 경계들의 범위를 정할 수 있다. 중간압력 구역(180)은 PEM(130)의 중간압력 애노드(110) 측면에 상응할 수 있다. 애노드(110)로 공급된 제 2 유체(182) (예로서, 수소 또는 수소를 포함하는 기체 혼합물)는, 제 2 유체가 산화되어 PEM(130)을 가로질러 캐소드(120) 및 고압 구역(170)으로 펌핑("pumped")될 때 까지, 제 2 밀봉부(181)에 의해 중간압력 구역(180)에 포함될 수 있다. 중간압력 구역(180) 내의 제 2 유체(182)는 공급되고 있는 압력을 기초로 하여 변할 수 있다. 상관없이, 중간압력 구역(180)에 있는 제 2 유체(182)는 일반적으로 고압 구역(170)에 있는 제 1 유체(172)보다 더 낮은 압력일 수 있다.

[0039]

제 3 밀봉부(191)는 저압 구역(190)을 한정할 수 있고 저압 구역(190) 내의 제 3 유체(192)를 포함하도록 구성될 수 있다. 제 3 밀봉부(191)는 저압 구역(190)의 외부 경계들의 범위를 정할 수 있다. 저압 구역(190)은 냉각 유체 통로들을 포함할 수 있고 제 3 유체(192)는 냉각 유체를 포함할 수 있다. 냉각 유체는 물, 글리콜 또는 이들의 조합들을 포함할 수 있다. 고온 시스템에서, 오일은 냉각 유체로서 사용될 수 있다. 제 3 유체(192)는 일반적으로 중간압력 구역(180) 내의 제 2 유체(182) 및 고압 구역(170) 내의 제 1 유체(172)의 압력보다 더 낮은 압력에서 유지될 수 있다. 저압 구역(190)은 제 3 유체(192)가 저압 구역(190)을 통해 순환될 수 있도록 구성된 입구 통로(inlet passage) 및 출구 통로(outlet passage)(도시되지 않음)를 포함할 수 있다.

[0040]

도 2b에 도시된 대안의 실시예에서, 저압 구역(190)은 전기화학적 전지(100) 내에 위치할 수 없고, 전기화학적 전지(100)를 둘러싼 영역 또는 스택을 형성하는 복수의 전지들 내에 위치할 수 있다. 예를 들어, 저압 구역(190)은 전기화학적 전지(100)를 둘러싸거나 다른 실시예들에서 전지들의 스택을 둘러싸는 질소 블랭킷을 형성하는 질소(192)를 포함할 수 있다.

[0041]

도 3a는 도 2a의 평면 A를 따른 전기화학적 전지(100)의 횡단면도를 도시한다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 전기화학적 전지(100)은 MEA(140)와 2극 극판들(150,160)을 포함할 수 있다. 2극 극판들(150,160)의 사이에 고압 구역(170)을 한정하는 제 1 밀봉부(171), 중간압력 구역(180)을 한정하는 제 2 밀봉부(181) 및 저압 구역(190)을 한정하는 제 3 밀봉부(191)가 있을 수 있다. 도 2a에서 이전에 도시된 바와 같이, 도 3a에서, 제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)는 단일 직렬인 밀봉의 두 개의 분리된 횡단면들로서 각각 도시될 수 있다.

[0042]

도 3a에 도시된 바와 같이, 제 1 밀봉부(171)는 제 1 숄더(shoulder)(173)와 마주하여 위치할 수 있다. 압력이 고압 구역(170) 내에서 쌓일 수 있기 때문에, 제 1 숄더(173)는 제 1 밀봉부(171)의 위치를 유지하도록 구성될 수 있다. 고압 구역(170) 내의 압력은 제 1 밀봉부(171)에 대해 밖으로 향하는 힘(outward force)을 인가할 수 있다. 제 1 숄더(173)의 높이의 범위는 제 1 밀봉부(171)의 압축되지 않은 두께의 약 98%부터 약 25%까지가 될 수 있다.

[0043]

도 3a에 도시된 특정 실시예에서, 제 1 밀봉부(171) 내부에 위치한 숄더가 존재하지 않는다. 도 3a에 도시된 바와 같은 내부 숄더의 부재는 제 1 밀봉부(171)가 MEA(140) 또는 이들 조합의 부분들에 결합되고, 합쳐지고, 연결되거나 필수적인 것을 허용할 수 있다. MEA(140)에 필수적인 제 1 밀봉부(171)를 갖는 것은 전기화학적 전지

(100)의 일관되고, 효율적이고 능률적인 조립체를 가능하게 한다. 그러나, 대안의 실시예들에서, 추가적인 솔더는 제 1 밀봉부(171)가 위치될 수 있는 그루브(groove)를 생성하도록 구성될 수 있는 제 1 밀봉부(171) 내부에 위치할 수 있다.

[0044] 도 3a를 다시 참조하여, 제 2 밀봉부(181)는 2극 극판(160) 내의 두 개의 솔더들 사이에 형성된 제 2 그루브(183) 안에 위치할 수 있다. 제 2 그루브(183)와 제 2 밀봉부(181)의 내부는 중간압력 구역(180)에 있을 수 있고 제 2 그루브(183)와 제 2 밀봉부(181)의 외부는 저압 구역(190)에 있을 수 있다. 제 2 그루브(183)의 깊이의 범위는 제 2 밀봉부(181)의 압축되지 않은 두께의 약 98%부터 약 25%까지가 될 수 있다.

[0045] 도 3a에 도시된 바와 같은 제 3 밀봉부(191)는 2극 극판(160) 내의 두 개의 솔더들 사이에 형성된 제 3 그루브(193) 안에 위치할 수 있다. 제 3 그루브(193)와 제 3 밀봉부(191)의 내부는 저압 구역(190)에 있을 수 있고 제 3 그루브(193)와 제 3 밀봉부(191)의 외부는 전기화학적 전지(100)의 주변 환경에 있을 수 있다. 제 3 그루브(193)의 깊이의 범위는 제 3 밀봉부(191)의 압축되지 않은 두께의 약 98%부터 약 25%까지가 될 수 있다.

[0046] 조립 동안에, 2극 극판(150, 160) 사이의 제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)는 그들 각각의 솔더들(173)의 적절한 높이 또는 그들 각각의 그루브들(183 및 193)의 적절한 깊이를 선택함으로써 그들의 압축되지 않은 두께의 미리 정해진 비율에 의해 압축될 수 있다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 제 1 솔더(173)와 제 2 그루브(183) 및 제 3 그루브(193)를 형성하는 솔더들은 2극 극판(150)에 대한 정지부(stop)로서 행동할 수 있다. 초과 압축하는 가능성의 정지부로서 행동함으로써 밀봉들은 환원될 수 있다. 제 1 솔더(173) 및 제 2 그루브(183)와 제 3 그루브(193)를 형성하는 솔더들의 높이(elevation)는 동일 할 수 있고, 그러므로 2극 극판(150)은, 표면들이 병렬일 때, 2극 극판(160)의 모든 솔더 표면들과 한번에 접촉할 수 있다.

[0047] 대안의 실시예들에서(도시되지 않음), 제 2 그루브(183)와 제 3 그루브(193)는 2극 극판(160) 대신에 2극 극판(150)에서 형성될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 3 그루브(193)는 다른 극판에 형성되는 반면, 제 2 그루브(183)는 2극 극판(150, 160) 중 하나에 형성될 수 있다. 그러나, 또 다른 실시예에서, 제 2 그루브(183)와 제 3 그루브(193)의 부분들은 2극 극판들(150, 160) 둘 모두에서 형성될 수 있다.

[0048] 제 2 그루브(183)와 제 3 그루브(193)는 제 2 밀봉부(181)와 제 3 밀봉부(191)의 형태에 상응하는 횡단면 기하학적 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 밀봉과 그루브 횡단면의 기하학적 구조는 정사각형, 직사각형, 삼각형, 다각형, 원 및 타원형이 될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 제 2 밀봉부(181)와 제 3 밀봉부(191)의 너비는 상응하는 그루브 보다 더 적을 수 있다. 그루브들에서의 부가적인 공간은 온도 변화, 내부 기체들로부터의 압력 변화 및 2극 극판 압축으로부터의 압력 변화에 의해 야기된 밀봉부들의 팽창과 수축을 감안할 수 있다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 밀봉들이 내부 측면 대 외부 측면으로부터 더 높은 압력을 경험하기 때문에, 밀봉들은 전형적으로 그루브들 내의 대부분 위치 외부에 겹으로 강요받을 수 있다.

[0049] 다른 실시예들에서, 그루브들(예로서, 제 2 그루브(183)와 제 3 그루브(193))의 깊이는 0으로 감소될 수 있거나 제거될 수 있고, 제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)는 캐스케이드 구성을 유지하도록 구성된 확장 패턴(enlarging pattern)으로 절단된(cut) 평평한 개스킷 재료의 형태로 형성될 수 있다. 예를 들어, 제 1 밀봉부(171)를 지나 누출된 제 1 유체는 중간압력 구역(180)에서 수집될 수 있다.

[0050] 제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)는 개스킷, 오링(O-ring) 또는 다른 밀봉부 구성요소가 될 수 있다. 제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)는 탄성중합체(elastomeric) 또는 폴리머(polymeric) 밀봉 물질 예를 들어, 실리콘, EPDM(ethylenepropylene-diene-monomer), 플루오로일래스토머(fluoroelastomer), 니트릴 고무(Buna-N), PTFE (polytetrafluoroethylene), 폴리설폰(polysulfone), 폴리에테르이미드(polyetherimide), 폴리체닐렌 설파이드(polychenylene sulfide), PEEK(polyether ether ketone), 폴리이미드(polyimide), PET(polyethylene terephthalate), PEN(polyethylene naphthalate), HDPE(high-density polyethylene), 폴리우레탄(polyurethane), 네오프렌(neoprene), 아세탈(acetal), 나일론, 폴리부틸렌 테레프탈레이트(polybutylene terephthalate), NBR(acrylonitrile-butadiene rubber) 등으로 만들어질 수 있다. 각 밀봉부의 재료는 다른 밀봉부들의 재료와 다를 수 있고, 재료는 단지 밀봉들 중 두 개에 대해 동일할 수 있고, 또는 재료는 모든 밀봉들에 대해 동일할 수 있다.

[0051] 재료와 마찬가지로, 각 밀봉부의 두께는 다른 밀봉부들과 다를 수 있다. 두께는 전기화학적 전지(100)의 수직 축(Y)을 따라 측정될 수 있다. 도 3a에서 도시된 바와 같이, 제 2 밀봉부(181)의 두께는 제 1 밀봉부(171)의 두께보다 클 수 있고, 제 3 밀봉부(191)의 두께는 제 2 밀봉부(181)의 두께보다 클 수 있다. 결과적으로, 가장 바깥쪽의 밀봉부인 제 3 밀봉부(191)는 가장 두꺼운 두께를 가질 수 있고, 가장 안쪽의 밀봉부인 제 1 밀봉부

(171)는 가장 작은 두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 제 1 밀봉부(171)의 두께의 범위는 약 0.01 mm와 약 1.0mm 사이가 될 수 있고, 제 2 밀봉부(181)의 두께의 범위는 약 0.02 mm와 약 2.0 mm 사이가 될 수 있고, 제 3 밀봉부(191)의 두께의 범위는 약 0.03 mm와 3.0 mm 사이가 될 수 있다.

[0052] 제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)의 횡단면 기하학적 구조가 원 또는 타원이 될 수 있는 실시예들에 대해, 상술된 두께는 원의 직경 또는 타원 횡단면을 참조할 수 있다.

[0053] 도 3b에 도시된 바와 같이, 전기화학적 전지(100)의 동작 중에, 2극 극판들(150,160) 사이에 각각 상응하는 구역 내에 적용된 제 1 유체(172), 제 2 유체(182) 및 제 3 유체(192)의 압력은 개방힘(200)을 생성할 수 있다. 무저항 개방힘(200)은 2극 극판(150,160)이 분리하는 것을 야기할 수 있다. 개방힘(200)이 2극 극판들(150,160)을 분리하는 것을 방지하기 위해서, 닫히는 힘(210)이 맞은편의 극판들에 적용되어서 개방힘(200)을 이겨낼 수 있다. 제 1 유체(172), 제 2 유체(182) 및 제 3 유체(192)의 압력이 개방힘(200)을 나타내는 복수의 화살표들에 의해 나타난 것들보다 더 많은 힘들을 생성할 것이라는 것이 이해된다. 예를 들어, 모든 가능한 방향들에서 각 압력 구역으로부터 겹으로 가리키는 다른 힘들 뿐만 아니라 개방힘(200)에 수직인 가로 방향력(lateral forces)(도시되지 않음)이 생성될 것이다.

[0054] 도 4a는 제 1 구성으로 전기화학적 전지(100)의 횡단면을 도시한다. 닫히는 힘(210)이 개방힘(200)을 이겨내고, 2극 극판들(150,160)을 함께 튼튼하게 홀딩(hold)하기에 충분할 때, 전기화학적 전지(100)는 제 1 구성을 유지할 수 있다. 제 1 구성에서, 제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)는 모두 2극 극판(150,160)의 상부 및 바닥 밀봉부 표면들 둘 모두와의 접촉을 유지할 수 있어서, 제 1 유체(172), 제 2 유체(182) 또는 제 3 유체(192)의 누출 또는 바이패싱(bypassing)을 예방할 수 있다. 이러한 특정 상황에서, 모든 밀봉들은 그들의 기능을 이행한다.

[0055] 상술된 바와 같이, 전기화학적 전지(100)가 제 1 구성일 때, 2극 극판들(150,160)의 표면들 사이에서의 실제 분리의 크기(measurement)는 변할 수 있다. 예를 들어, 분리의 범위는 약 0.00mm 에서 약 0.01mm, 약 0.05mm, 약 0.10mm까지가 될 수 있다.

[0056] 도 4b는 제 2 구성으로 전기화학적 전지(100)의 횡단면을 도시한다. 닫히는 힘(210)이 감소되거나 2극 극판(150,160)이 분리하는 것을 야기하는 개방힘(200)이 증가될 때(예를 들어, 제 1 유체(172) 압력이 증가할 때), 전기화학적 전지(100)는 제 2 구성으로 바뀔 수 있다. 도 4b에 도시된 바와 같이, 2극 극판들(150,160)의 제 1 분리는 제 1 밀봉부(171)가 떨어지도록 할 수 있고, 고압 구역(170)으로부터의 제 1 유체(172)의 중간압력 구역(180)으로의 바이패스를 허용한다. 도 4b에 도시된 특정 실시예에서, 제 1 밀봉부(171)는 먼저 2극 극판(160)으로부터 떨어지도록 도시되고, 제 1 밀봉부(171) 아래와 제 1 밀봉부(171) 주변에서 제 1 유체(172)의 흐름을 허용한다. 그러나, 대안의 실시예들(도시되지 않음)에서, 제 1 밀봉부(171)는 먼저 2극 극판(150)으로부터 떨어질 수 있고, 제 1 밀봉부(171)와 MEA(140) 사이를 통과함으로써 제 1 밀봉부(171)를 넘어서 제 1 유체(172)의 흐름을 허용한다.

[0057] 고압 구역(170)으로부터 중간압력 구역(180)으로의 제 1 유체(172)의 흐름은 제 1 유체(172)와 제 2 유체(182) 사이의 압력 차에 의해 야기될 수 있고, 최소 저항의 경로를 따라 이동할 수 있다. 제 1 밀봉부(171)는 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)보다 적은 두께를 가짐으로써 밀봉들의 첫 번째가 되어 떨어지도록 구성될 수 있다. 이것은 제 3 밀봉부(191) 및 제 2 밀봉부(181)로 하여금 두 개의 밀봉부 표면들과의 접촉을 유지하는 것을 허용하여 제 2 구성에 존재하는 2극 극판들(150,160)의 제 1 분리에도 불구하고, 어느 한 쪽의 밀봉을 바이패싱하는 것으로부터 유체를 보호한다.

[0058] 상술된 바와 같이, 전기화학적 전지(100)가 제 2 구성일 때, 2극 극판들(150,160) 사이에 존재하는 실제 제 1 분리의 크기는 변할 수 있다. 예를 들어, 제 1 분리의 범위는 약 0.01mm 에서 약 0.05mm, 약 0.10mm, 약 0.25mm까지가 될 수 있다.

[0059] 도 4c는 제 3 구성으로 전기화학적 전지(100)의 횡단면을 도시한다. 닫히는 힘(210)이 더 감소되거나 또는 개방힘(200)이 더 증가되어 2극 극판(150,160)으로 하여금 제 2 분리를 겪게할 때, 전기화학적 전지(100)는 제 3 구성으로 바뀔 수 있다. 도 4c에 도시된 바와 같이, 2극 극판들(150,160)의 제 2 분리는 제 1 밀봉부(171) 및 제 2 밀봉부(181) 둘 모두가 떨어지는 것을 야기할 수 있어서, 고압 구역(170)으로부터의 제 1 유체(172)와 중간압력 구역(180)으로부터의 제 2 유체(182)의 저압 구역(190)으로의 바이패스를 허용한다. 도 4c에 도시된 특정 실시예에서, 제 2 밀봉부(181)는 먼저 2극 극판(150)으로부터 떨어지도록 도시되고, 제 2 밀봉부(181)을 넘어 제 2 유체(182)의 흐름을 허용한다. 그러나, 대안의 실시예들(도시되지 않음)에서, 제 2 밀봉부(181)는 먼저 2극

극판(160)으로부터 떨어질 수 있고, 제 2 밀봉부(181) 아래에 그리고 제 2 밀봉부(181) 주변에서의 제 2 유체(182)의 흐름을 허용한다.

[0060] 중간압력 구역(180)에서부터 저압 구역(190)으로의 제 2 유체(182)의 흐름은 제 2 유체(182)와 제 3 유체(192) 사이의 압력 차에 의해 야기될 수 있다. 제 2 밀봉부(181)는 제 1 밀봉부(171)보다 두껍지만, 제 3 밀봉부(191)만큼 두껍지 않게 되는 것으로 떨어지는 제 2 밀봉부가 되도록 구성될 수 있다. 그러므로, 제 3 밀봉부(191)가 제 1 밀봉부(171)와 제 2 밀봉부(181) 둘 모두보다 더 두꺼울 수 있기 때문에, 제 3 밀봉부(191)는 그럼에도 불구하고 흐름이 2극 극판들(150,160)의 제 2 분리를 바이패싱하는 것을 막는 두 밀봉부 표면들과의 접촉을 유지할 수 있다.

[0061] 상술된 바와 같이, 전기화학적 전지(100)가 제 3 구성일 때, 제 2 분리의 실제 크기는 변할 수 있다. 예를 들어, 제 2 분리의 범위는 약 0.05mm 에서 약 0.25mm, 약 0.50mm까지가 될 수 있다.

[0062] 동작 중에 전기화학적 전지(100)는, 닫히는 힘(210)과 개방힘(200)의 크기를 바꾸는 것을 기초로 하여, 제 1 구성으로부터 제 2 구성으로, 제 2 구성으로부터 제 3 구성으로 이동하도록 구성될 수 있다. 게다가, 전기화학적 전지(100)는 닫히는 힘(210)과 개방힘(200)의 크기를 바꾸는 것을 기초로 하여, 제 3 구성으로부터 제 2 구성으로, 제 2 구성으로부터 제 1 구성으로 이동하도록 또한 구성될 수 있다. 닫히는 힘(210)과 개방힘(200)의 크기를 변화시키는 것에 응하여, 제 1 구성, 제 2 구성 및 제 3 구성 사이의 전이(transitioning)가 연속적으로 발생할 수 있다는 것이 고려된다.

[0063] 다른 실시예들에서, 밀봉들의 탄성률은 밀봉들의 분산된 떨어짐을 가능하게 하는 밀봉들의 두께 대신 다를 수 있다는 것이 고려된다. 그러나, 또 다른 실시예에서, 두께와 탄성률 둘 모두는 변할 수 있다.

[0064] 상술된 바와 같은 밀봉들의 배열은 캐스케이드 밀봉부 구성으로서 분류될 수 있다. 캐스케이드 밀봉부 구성은 몇몇의 장점들을 제공할 수 있다. 예를 들어, 캐스케이드 밀봉부 구성은, 밀봉부 여분을 밀봉부 보호의 세 가지 레벨들의 형태로 제공함으로써, 전기화학적 전지(100)를 벗어나는 고압 수소의 전위를 한정할 수 있다. 수소 누출의 전위를 감소하는 것은 안전과 에너지 효율에 이로울 수 있다.

[0065] 게다가, 캐스케이드 밀봉부 구성은 또한 압력의 자기 조절(self-regulation)을 허용할 수 있다(allow for). 압력의 자기 조절은 밀봉부 두께에서의 차이와 제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)의 분산된 떨어짐 결과(the resulting dispersed unseating) 때문에 성취될 수 있다. 예를 들어, 전기화학적 전지(100)가 도 4b에 도시된 바와 같이 제 2 구성일 경우, 제 1 밀봉부(171)는 떨어져서 제 1 유체(172)가 중간압력 구역(180)으로 누출되는 것을 허용할 수 있다. 중간압력 구역(180)으로 누출된 제 1 유체(172)는 고압 구역(170)으로부터 압력을 블리딩할 수 있다(bleed). 고압 구역(170)으로부터 압력을 블리딩함으로써, 개방힘(200)이 감소될 수 있다. 개방힘(200)의 하락은 뒤바뀐 2극 극판들(150,160)의 제 1 분리를 허용하여 전기화학적 전지(100)의 제 2 구성으로부터 제 1 구성으로의 전이와 제 1 밀봉부(171)의 리시팅(reseating)을 야기할 수 있다.

[0066] 제 1 밀봉부(171)에 의해 누출한 제 1 유체(172)는 제 2 유체(182)와 결합할 수 있고 전기화학적 전지(100)에 의해 활용될 수 있고, 사실상, 누출된 제 1 유체(172)는 재생 이용될 수 있다. 누출된 수소가 PEM(130)을 통해 두 번 펌핑("pumped")되기 때문에, 이러한 누출의 결과와 계속해서 일어나는 재생 이용이 압축효율 면에서 손실될 수 있다. 그러나, 누출된 수소가 전기화학적 전지(100)의 외부로 누출된 대신으로 회복되지 않은 경우, 압축효율 면에서의 전위 손실은 효율 면에서의 전반적인 손실보다 아직도 더 적을 수 있다.

[0067] 고압 구역(170)으로부터의 압력의 블리딩이 제 2 구성으로부터 제 1 구성으로 전이를 일으키기에 충분하지 않은 경우, 전기화학적 전지가 제 2 구성으로부터 제 3 구성으로 전이하는 것을 야기하는 제 2 분리가 발생할 수 있다. 도 4c에 도시된 바와 같은 제 3 구성에서, 2극 극판들(150,160)의 제 2 분리는 제 2 밀봉부(181)로 하여금 떨어지게 되어 제 2 유체(182)가 저압 구역(190)으로 누출하는 것을 허용할 수 있다. 저압 구역(190)으로 누출된 제 2 유체(182)는 중간압력 구역(180)으로부터 압력을 블리딩할 수 있다. 중간압력 구역(180)으로부터 압력을 블리딩함으로써, 개방힘(200)이 또한 감소될 수 있다. 개방힘(200)의 하락은 뒤바뀐 2극 극판들(150,160)의 제 2 분리를 허용하여 전기화학적 전지(100)의 제 3 구성으로부터 제 2 구성으로의 전이와 적어도 제 2 밀봉부(181)의 리시팅을 야기할 수 있다.

[0068] 중간압력 구역(180)으로부터 저압 구역(190)으로 제 2 유체(182)를 블리딩한 결과는 전지 효율성의 손실이 될 수 있다. 그러나, 이익은 전기화학적 전지(100)를 탈출하는 제 2 유체(182)(즉, 수소 기체)의 가능성을 감소할 수 있다.

- [0069] 다양한 실시예들에서, 저압 구역(190)에서의 제 3 유체(192)의 압력이 모니터링될 수 있다. 제 2 밀봉부(181)의 떨어짐은, 제 2 유체(182) 압력의 저압 구역(190)으로의 블리딩에 의해 야기된 저압 구역(190)에서의 압력 증가를 야기할 수 있다. 그러므로, 제 3 유체(192)의 압력을 모니터링함으로써, 제 2 밀봉부(181)의 떨어짐과 제 2 유체(182)에 대한 누출이 감지될 수 있다. 게다가, 전기화학적 전지(100)는, 저압 구역(190)에서의 압력이 임계 압력에 도달하기 전에 첫 다운되도록 구성될 수 있다. 결정적인 압력은, 제 3 밀봉부(191)가 떨어져서 제 1 유체(172), 제 2 유체(182) 및 제 3 유체(192)가 전기화학적 전지(100)를 탈출하도록 허용하는 압력 이하로 단지 설정될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 3 유체(192)의 혼합은 이질 유체(예로서, 제 1 유체(172) 또는 제 2 유체(182))의 존재를 감지하도록 모니터링될 수 있다. 감지 센서(예로서, 수소 센서)는 저압 구역(190)에서 이질 유체의 존재를 감지하는 데에 사용될 수 있다.
- [0070] 압력을 모니터링하는 것은 다양한 수단들로 성취될 수 있다. 예를 들어, 압력 전달자는 저압 구역(190)에서 압력을 읽도록 구성될 수 있고, 압력이 결정적인 압력 설정 포인트에 도달하는 경우, 애노드(110)와 캐소드(120)로의 전위는 턴 오프될 수 있어서 PEM(130)을 가로질러 펌핑되는 것으로부터 수소를 더 방지한다.
- [0071] 다른 실시예들에서, 중간압력 구역(180)에서 제 2 유체(182)의 압력과 고압 구역(190)에서 제 1 유체(192)의 압력은 또한 모니터링될 수 있다. 예를 들어, 제 2 유체(182)의 압력을 모니터링하는 것은, 압력이 제 2 밀봉부(181)가 떨어질 수 있는 포인트에 도달하기 전에, 첫 다운 되는 전지를 허용할 수 있다.
- [0072] 다양한 실시예들에서, 제 1 유체(172) 또는 제 2 유체(182)(예로서 고압 또는 저압 수소)는 제 3 유체(192)(예로서 냉각 유체)와 결합할 수 있는 저압 구역(190)으로 블리딩되어 제 3 유체(192)를 순환함으로써 저압 구역(190) 밖으로부터 실행될 수 있다.
- [0073] 도 5는 예시적인 실시예에 따라서 전기화학적 수소 재생 시스템(EHRS)(500)을 도시한다. EHRS(500)는 캐스케이드 밀봉부 구성을 갖는 상술된 바와 같은 전기화학적 전지(100)를 포함할 수 있다. 전기화학적 전지(100) 외에도, EHRS(500)는 수소 재생 장치(510)를 포함할 수 있다. 장치(510)는 전기화학적 전지(100)의 저압 구역(190)과 중간압력 구역(180)과의 유체 연결을 할 수 있다. 장치(510)는 저압 구역(190)으로부터 방출된 제 3 유체(192)를 수신할 수 있고 제 3 유체(192)에 포함된 임의의 제 2 유체(182)의 적어도 일부를 리커버하도록 구성될 수 있다. 제 3 유체(192)가 수소 재생 장치(510)를 통해 통과한 후에, 제 3 유체는 저압 구역(190)으로 재공급될 수 있다. 수소 재생 장치(510)에 의해 제 3 유체(192)로부터 리커버된 임의의 제 2 유체(182)는 수소 재생 장치(510)와 중간압력 구역(180)을 유동적으로 연결하도록 구성된 리사이클 라인(520)의 수단으로 중간압력 구역(180)으로 재도입될 수 있다. 제 2 유체(182)를 리사이클링하는 것은 효율적으로 전반적인 시스템을 개선할 수 있다. 제 2 유체(182)가 수소 기체일 경우, 예를 들어, 리사이클링 제 2 유체(182)는 얻어진 새로운 수소의 양을 감소할 수 있다.
- [0074] 수소 재생 장치(510)는 제 2 유체(182)를 제 3 유체(192)로부터 분리하기 위하여 다양한 기술들을 사용할 수 있다. 예를 들어, 액체 냉각으로부터 분해된 기체 분리 또는 질소 블랭킷으로부터 수소 분리 막을 들 수 있다.
- [0075] 다양한 실시예들에서, EHRS(500)는 저압 구역(190)에서 제 3 유체(192)의 압력을 모니터링하도록 구성될 수 있다. 저압 구역(190) 내의 제 3 유체(192)의 압력을 모니터링함으로써, 수소 재생 장치(510)는, 제 2 밀봉부(182)가 떨어지고 제 2 유체가 저압 구역(190)으로 누출되는 것을 나타낼 수 있는 증가된 압력이 감지될 때에만 결합되거나 전원을 공급받도록 구성될 수 있다. 수소 재생 장치의 사용을 제한함으로써 전반적인 시스템 효율이 증가될 수 있다.
- [0076] 다른 실시예들에서, 제 1 유체(172) 또는 제 2 유체(182)(예로서 고압 또는 저압 수소)가 저압 구역(190)으로 블리딩 되어 제 3 유체(192)(예로서, 냉각 유체)와 합쳐질 때, 제 3 유체(192)와 순환될 수 있고 제 3 유체(192)가 제 3 유체(192)로부터 리커버되거나 재생이용 되기보다 방출될 때까지 순환하도록 유지된다.
- [0077] 전기화학적 전지(100)는 약 15,000 psi보다 더 높은 상이한 압력들에서 작동할 수 있다. 예를 들어, 상이한 압력은 약 -10 psi에서 약 0 psi, 또는 약 0 psi에서 약 25 psi, 약 100 psi, 약 500 psi, 약 1,000 psi, 또는 약 6,000 psi의 범위가 될 수 있는 제 2 유체(182) 압력(즉, 수소 압력 입구)과 수소 압력 입구의 더 낮은 경계로부터 약 15,000 psi보다 더 높은 범위가 될 수 있는 제 1 유체(172) 압력(즉, 압축된 수소 압력) 사이의 차이로서 측정될 수 있다. 상술된 바와 같은 압력 차이는 제 1 밀봉부(171)에 의해 경험된 상이한 압력이 될 수 있다. 제 2 밀봉부(181)는 약 0 psi 에서 약 25 psi, 약 100 psi, 약 500 psi, 약 1,000 psi, 또는 약 6,000 psi 사이의 범위에 이르는 제 2 유체(182)와 제 3 유체(192) 사이의 상이한 압력을 경험할 수 있다.
- [0078] 상술된 캐스케이드 밀봉부 구성은 닫히는 힘(210)이 조정되어(즉 증가된 또는 감소된) 특정 개방힘(200)이 되는

것을 가능하게 할 수 있다. 종래의 닫히는 힘(210)은 내부 압력에 의해 야기된 기대된 개방힘(200)을 견뎌내기
에 충분한 제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)에 대한 사전부하를 전달하도록 설정될 수
있다. 그러나, 전기화학적 전지(100)의 동작 중에 프리로드를 바꿈으로써 또는 닫히는 힘(210)을 조정함으로써,
제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)가 떨어지는 압력은 튜닝될 수 있어서 그것들은 각각
바람직한 특정 압력에서 떨어지거나 누출될 수 있다.

[0079]

전기화학적 전지(100)의 조정 능력은 디바이스의 안전을 강화하기 위해 사용될 수 있다. 상술된 바와 같이, 밀
봉들의 떨어짐은 고압의 블리딩과 밀봉들의 재안착을 가능하게 한다. 그러므로, 닫히는 힘(210)을
조정함으로써, 전기화학적 전지는, 밀봉부들이 그것의 오작동이 수소의 방출을 야기할 수 있는 또 다른 구성요
소 대신에 압력 증가에 반응하는 제 1 구성요소가 되도록 구성될 수 있다.

[0080]

도 6은 전기화학적 전지(100)의 밀봉들을 조정하는 방법을 위한 플로차트(600)를 도시한다. 방법은 상술된 캐스
케이드 밀봉부 구성으로 복수의 밀봉들을 가질 수 있는 전기화학적 전지(100)를 제공하는 단계를 포함할 수 있
다. 다음 방법은, 기대된 동작 압력을 기초로 하여 처음 닫히는 힘을 전기 화학적 전지에 가하는 단계를 포함할
수 있다. 초기 닫히는 힘을 가한 이후에, 전지는 에너지를 공급받을 수 있고 동작을 시작할 수 있다. 동작 중에
전기화학적 전지(100) 내의 낮은, 중간과 그리고 높은 압력 구역들의 압력은 연속적으로 또는 간헐적으로 모니
터링될 수 있다. 모니터링된 압력들과 개방 힘의 결과를 기초로 하여, 닫히는 힘이 조정될 수 있다. 닫히는 힘
을 조정하는 것은 복수의 밀봉들 중 적어도 하나가 떨어지는 압력을 변화할 수 있다. 이러한 과정은 전기화학적
전지의 동작 전체에 걸쳐 지속할 수 있고 또는 처음에 시작하는 시간의 유한한 기간에만 운영하도록 구성될 수
있다. 요구된 바와 같이, 전기화학적 전지의 작동이 종료될 수 있다.

[0081]

더 많은 또는 더 적은 밀봉부들과 압력 구역들이 고려된다. 예를 들어, 도 7에 도시된 또 다른 실시예에서, 전
기화학적 전지(100)는 제 1 밀봉부(171)와 제 2 밀봉부(181)를 포함할 수 있다. 따라서, 도 7에 도시된 전기화
학적 전지(100)는 고압 구역(170)을 한정하는 제 1 밀봉부(171)를 포함할 수 있다. 제 1 밀봉부(171)는 2극 극
판들(150,160) 사이에 위치될 수 있고 고압 구역(170) 내에 제 1 유체(172)를 포함하도록 구성될 수 있다. 전기
화학적 전지(100)로 중간압력 구역(180)을 한정하는 제 2 밀봉부(181)를 더 포함할 수 있다. 제 2 밀봉부(181)
는 2극 극판들(150,160) 사이에 위치할 수 있고, 중간압력 구역(180)내에 제 2 유체(182)를 포함하도록 구성될
수 있다. 제 1 밀봉부(171)는 제 2 밀봉부(181)에 전체적으로 포함될 수 있다. 전기화학적 전지(100)는 또한 보
조 제 1 밀봉들(175,176)을 포함할 수 있다. 보조 밀봉부(175 및 176)는 제 1 밀봉부(171) 외부에, 그러나 제 2
밀봉부(181) 내부에 위치할 수 있다.

[0082]

게다가, 전기화학적 전지(100)에 관하여, 제 1 유체(172)는 제 2 유체(182)보다 더 높은 압력에 존재할 수
있다. 제 1 밀봉부(171)와 제 2 밀봉부(181)는 일반적으로 직사각형 횡단면을 가질 수 있다. 제 2 밀봉부(181)
의 두께는 제 1 밀봉부(171)보다 더 클 수 있다. 제 1 밀봉부(171)가 떨어질 경우, 제 1 밀봉부(171)는 제 1 유
체(172)를 중간압력 구역(180)으로 누출시키도록 구성될 수 있다. 이러한 일 실시예에서, 전기화학적 전지(10
0)는 제 2 밀봉부(181)의 떨어짐 이전에 섯 다운되도록 구성될 수 있고 제 2 유체(182)가 중간압력 구역(180)으
로부터 누출할 가능성을 감소한다.

[0083]

전기화학적 전지(100) 내의 제 1 밀봉부(171) 및 제 2 밀봉부(181)는 떨어진 상태로 남아있도록 구성될 수
있고, 2극 극판들(150,160)에 적용되는 닫히는 힘이 2극 극판들(150,160) 내의 개방힘보다 더 큰 경우, 제 1 유
체(172)와 제 2 유체(182)의 누출을 막는다. 2극 극판들(150,160)에 인가된 닫히는 힘이 2극 극판들(150,160)
내의 개방힘과 비슷한 경우, 제 2 밀봉부(181)가 떨어지기 전에, 제 1 밀봉부(171)는 떨어지도록 구성될 수 있
고, 제 1 유체(172)로 하여금 이전 제 1 밀봉부(171)를 중간압력 구역(180)으로 누출하는 것을 야기한다. 이전
제 1 밀봉부(171)를 누출시키는 제 1 유체(172)는 제 2 유체(182)와 결합할 수 있고 재사용될 수 있다.

[0084]

다른 실시예들에서, 상기 설명과 유사한 캐스케이드 밀봉부 구성은 2-조각의 2극 극판과 함께 활용될 수 있다.
예를 들어, 일부 실시예들에 따른 2극 극판(150 및 160)은 각각 2-조각들의 형태가 될 수 있다. 2-조각 2극 극
판은 다양한 이유들로 유리할 수 있다. 예를 들어 상기 다양한 이유들은 감소된 제조 비용, 제조에 있어서 가소
성, 감소된 재료 비용, 증가된 편리(serviceability) 및 개선된 재료 선택 능력(예로서, 전기적 전도성 및 내식
(corrosion resistance))이다. 다른 실시예들에서, 2극 극판(150 및 160)은 복수의 조각들로부터 확인될 수 있
다.

[0085]

이하 더 설명된 바와 같이, 2극 극판의 2-조각들 사이에 캐스케이드 밀봉부 구성은 2-조각들 사이에 누출된 유
체(예로서, 수소)의 획득, 회복 또는 재생 이용을 위해 구성될 수 있다. 만일 그렇지 않다면, 전기화학적 전지
또는 스택으로부터 누출된 유체는 전위 안전 문제를 생성할 수 있다. 게다가, 유체가 배출할 수 없는 경우에,

유체의 체적은 2극 극판의 2-조각들 사이에 쌓일 수 있다. 트래핑된(trapped) 고압 유체는 2극 극판에 대한 손상을 야기할 수 있고 잠정적으로 추가의 누출을 야기할 수 있다.

[0086] 도 8은 캐스케이드 밀봉부 구성을 위해 구성된 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)를 포함하는 2-조각의 2극 극판(800)를 포함하는 2극 극판들(150 및 160)의 일 실시예를 도시한다. 제 1 구성요소(801)는 유상 구조(flow structure)(805)와의 유체 연결 상태인 빈 공간(void)(803)을 형성할 수 있다.

[0087] 도 1에 도시된 전기화학적 전지(100)는 MEA(140)의 각 측 상에 전기화학적 전지(100) 내에 전자적으로-전도성있는 기체 분산 레이어들(GDL들)(도시되지 않음)을 또한 포함할 수 있다. GDL들은 전지 내의 기체들과 액체들의 이동을 가능하게 하는 분산 매체로서의 역할을 할 수 있고, 2극 극판들(150 및 160)과 PEM(130) 사이의 전기적 전도성을 제공할 수 있고, 열의 제거를 도울 수 있고, 전지로부터의 열을 처리할 수 있고, 일부 경우들에서, PEM(140)으로의 기계적 지원을 제공할 수 있다. 게다가, 2극 극판들(150 및 160)에서 플로우 필드들이라고 알려진 채널들(도시되지 않음)은 기체들을 MEA(140)의 애노드(110)와 캐소드(120)로 공급하도록 구성될 수 있다. PEM(130)의 각 측면들 상의 반응성 기체들은 플로우 필드들을 통해 흐를 수 있고 다공성 GDL들을 통해 분산될 수 있다. 플로우 필드들과 GDL들은 내부 유체 스트림들에 의해 인접하게 위치할 수 있고 연결될 수 있다. 따라서, 플로우 필드와 GDL은 집합적으로 플로우 구조(805)를 형성할 수 있다.

[0088] 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)는 일반적으로 평평할 수 있고, 일반적으로 직사각형 단면을 가질 수 있다. 다른 실시예들에서, 구성요소들(801 및 802)은 경주트랙형(즉, 세미-타원 이후 측면들을 갖는 상당히 직사각형), 원, 타원형, 타원의 또는 다른 모양과 같이 형성된 단면을 가질 수 있다. 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)의 모양은 전기화학적 전지(100)(예로서, 캐소드, 애노드, PEM, 유상 구조, 등) 또는 전기화학적 전지 스택의 다른 구성요소들과 일치할 수 있다.

[0089] 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)는 하나 이상의 재료들로 각각 형성될 수 있다. 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)는 동일한 재료들 또는 상이한 재료들로 형성될 수 있다. 구성요소(801 및 802)는 스테인리스 강, 티타늄, 알루미늄, 니켈, 철, 등 또는 니켈-크롬합금, 니켈-주석합금, 또는 이들의 조합과 같은 금속합금으로 형성될 수 있다.

[0090] 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)는 합판 금속 예로서, 하나 이상의 지역들 상의 스테인리스 강과의 알루미늄 합판을 포함할 수 있다. 예로서, 스테인리스 강-피복 알루미늄으로 만들어진 2극 극판의 경우, 피복(cladding)은 두 개의 금속들의 장점들을 제공할 수 있고, 높은 강도-대-무게 비율, 높은 열 및 전기적 전도성 등과 같은 알루미늄의 우수한 재료 특성들을 제공하면서, 스테인리스 강은 알루미늄 코어를 전지 작동 중에 부식으로부터 보호한다. 다른 실시예들에서, 제 1 구성요소(801)는 양극 산화된(anodized), 밀봉된(sealed) 및 초벌칠한(primed) 알루미늄을 포함할 수 있다.

[0091] 일부 실시예들에서, 제 1 구성요소(801)는 탄소 섬유, 흑연, 유리 강화 중합체, 열가소성 복합물들과 같은 합성 구성요소들로 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제 1 구성요소(801)는 부식과 전기적 전도 둘 모두를 방지하기 위해 코팅된(coat) 금속으로 형성될 수 있다.

[0092] 다양한 실시예들에 따라서, 제 1 구성요소(801)는 일반적으로 전기화학적 전지들 사이에서 부족의 가능성을 감소하는 비-전도성이 될 수 있다. 제 2 구성요소(802)는 전지 작동 중에 부식 저항뿐만 아니라 전기적 전도성을 제공하는 하나 이상의 재료들의 형태가 될 수 있다. 예를 들어, 제 2 구성요소(802)는 활성 전지 구성요소들이 착석한 지역에서(예로서 유상구조, MEA, 등) 전기적으로 전도성이 있도록 구성될 수 있다.

[0093] 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)는 동일 평면상의 결합을 위해 구성될 수 있다. 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)는 포기가가능하게(releasably) 결합되거나 고정되어 결합될 수 있다. 하나 이상의 부가 메커니즘들은 예로서, 결합 재료, 용접, 경납땜, 납땜, 분산 결합, 울트라소닉 용접, 레이저 용접, 스탬핑, 리벳팅, 저항 용접, 또는 신터링을 포함하여 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 결합 재료는 접착제를 포함할 수 있다. 적합한 결합체들은 예로서, 글루들, 에폭시들, 시아노아크릴레이트들, 열 가소성 시트들(열가소성 시트들로 결합된 열을 포함) 우레탄들, 무산소성, UV-큐어 및 다른 중합체들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)는 마찰 결합에 의해 결합될 수 있다. 예를 들어, 구성요소들 사이의 하나 이상의 밀봉들은 의도하지 않은 슬라이딩을 예방하도록 압축되는 경우, 구성요소들 사이의 적합한 마찰력을 생성할 수 있다.

[0094] 다른 실시예들에서, 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)는 잠금장치들 예로서, 나사들, 볼트들, 클립들, 또는 다른 유사한 메커니즘들을 사용하여 포기가가능하게 결합될 수 있다. 다른 실시예들에서, 압축 로드들과 너

츠들은 2극 극판(800)을 통해 또는 바깥 측을 따라서 통과할 수 있고 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)를 전기화학적 전지(100)로서 함께 압축하기 위해 사용될 수 있고 또는 복수의 전기화학적 전지(100)는 적층 내에서 압축된다.

[0095] 결합된 제 1 구성요소(801) 및 제 2 구성요소(802)는 복수의 상이한 압력 구역들을 형성할 수 있고 복수의 밀봉들은 하나 이상의 상이한 압력 구역들을 한정할 수 있다. 도 8은 복수의 상이한 밀봉들과 압력 구역들을 도시한다. 도 8에 도시된 바와 같이, 복수의 밀봉들은 제 1 밀봉부(871), 제 2 밀봉부(881) 및 제 3 밀봉부(891)를 포함할 수 있다. 제 1 밀봉부(871)는 전체적으로 제 2 밀봉부(881) 내에 포함될 수 있고, 제 2 밀봉부(881)는 전체적으로 제 3 밀봉부(891) 내에 포함될 수 있다. 제 1 밀봉부(871), 제 2 밀봉부(881) 및 제 3 밀봉부(891)의 모양은 일반적으로 도 8에 도시된 2극 극판(800)의 모양과 일치할 수 있다.

[0096] 제 1 밀봉부(871), 제 2 밀봉부(881) 및 제 3 밀봉부(891)은 개스킷, 오링 또는 다른 밀봉부 구성요소가 될 수 있다. 제 1 밀봉부(871), 제 2 밀봉부(881) 및 제 3 밀봉부(891)는 탄성중합체(elastomeric) 또는 폴리머릭(polymeric) 밀봉 물질, 예를 들어, 실리콘, EPDM(ethylenepropylene-diene-monomer), 플루오로일래스토머(fluoroelastomer), 니트릴 고무(Buna-N), PTFE (polytetrafluoroethylene), 폴리설파온(polysulfone), 폴리에테르이미드(polyetherimide), 폴리체닐렌 설파이드(polychenylene sulfide), PEEK(polyether ether ketone), 폴라이미드(polyimide), PET(polyethylene terephthalate), PEN(polyethylene naphthalate), HDPE(high-density polyethylene), 폴리우레탄(polyurethane), 네오프렌(neoprene), 아세탈(acetal), 나일론, 폴리부틸렌 테레프탈레이트(polybutylene terephthalate), NBR(acrylonitrile-butadiene rubber) 등으로 만들어질 수 있다. 각 밀봉의 재료는 다른 밀봉들의 재료와 다를 수 있고, 재료는 단지 밀봉들 중 두 개에 대해 동일할 수 있고, 또는 재료는 모든 밀봉들에 대해 동일할 수 있다.

[0097] 일부 실시예들에서, 제 1 밀봉부(871), 제 2 밀봉부(881) 및 제 3 밀봉부(891)는 칼날 타입 밀봉 또는 접착 결합된(adhesively-bonded) 밀봉이 될 수 있다. 예를 들어, 제 2 구성요소(802)는 제 1 밀봉부(871)를 가소적으로 변형하도록 구성된 제 1 밀봉부(871)의 위치에서 돌기부 또는 돌출부와 같은 기형부("teeth")를 포함할 수 있다. 그러나, 또 다른 예시에서, 접착 결합된 밀봉부로 접착체의 연속적이고, 빈 공간 및 겹이 없는 도포에 의해 형성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 제 1 밀봉부(171), 제 2 밀봉부(181) 및 제 3 밀봉부(191)는 캐스케이드 구성을 유지하도록 구성된 확장 패턴에서 절단될 수 있는 평평한 개스킷 재료로 구성될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 얇은 플라스틱 시트는 전기화학적 전지 또는 스택의 압축 하중 아래에 개스킷 밀봉을 형성하는 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802) 사이에 위치할 수 있다.

[0098] 제 1 밀봉부(871)는 고압 구역(870)의 부분을 한정할 수 있고 고압 구역(870) 내의 제 1 유체(872)(예로서, 수소)를 포함하도록 구성될 수 있다. 제 1 밀봉부(871)는 적어도 구성요소들(801 및 802) 사이에 고압 구역(870)의 외부 경계들의 범위를 정할 수 있다. 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)가 연결되는 경우, 빈 공간(803)을 통해 연장된 유상 구조(805)를 포함할 수 있다. 제 1 유체(872)는 캐소드(130)로부터의 유상 구조(805)를 통해 고압 구역(870) 전체에 걸쳐 흐를 수 있다.

[0099] 캐소드(130)에서 형성된 수소는 고압 구역(870)에서 수집될 수 있고 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802) 사이의 연결은 제 1 밀봉부(871)에 의해 밀봉될 수 있다. 고압 구역(870) 내의 수소는 압축될 수 있고, 그 결과 수소가 고압 구역(870)에서 형성된 것보다 더 많은 압축으로 증가할 수 있다. 고압 구역(870)에서의 수소는 15,000 psi보다 더 큰 압축으로 압축될 수 있다. 고압 구역(870) 내의 압력은 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소들(802) 상에 분리력을 인가할 수 있다.

[0100] 도 8에서 도시된 바와 같이, 제 1 밀봉부(871)는 보통 통로들(804)의 외부 주위에서 연장되도록 구성될 수 있다. 보통 통로들(804)은 제 1 유체(872)를 고압 구역(870)으로부터 공급하거나 방출하도록 구성될 수 있다. 보통 통로들(804)은 복수-전지 전기화학적 압축기 내의 인접한 전기화학적 전지들의 보통 통로들과 연결 상태일 수 있다.

[0101] 제 2 밀봉부(881)는 중간압력 구역(880)의 외부 영역을 한정할 수 있다. 중간압력 구역(880)은 제 1 밀봉부(871), 제 2 밀봉부(881), 제 1 구성요소(801) 및 제 2 구성요소(802)에 의해 한정된 중간압력 체적(883)을 포함할 수 있다. 중간압력 구역(880)은 제 2 유체(882)를 포함하도록 구성될 수 있다. 중간압력 구역(880)은 또한 하나 이상의 중간압력 구역 포트들(884)을 포함할 수 있다.

[0102] 중간압력 체적(883)은 제 2 유체(882)를 수집하고 중간압력 구역 포트들(884)로 전달하도록 구성될 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 중간압력 체적(883)은 제 1 밀봉부(871)에 의해 분리된 고압 구역(870)의 영역 주변에서

연장될 수 있다. 중간압력 체적(883)의 횡-단면 구역과 체적은 제 1 구성요소(801), 제 2 구성요소(802), 제 1 밀봉부(871) 및 제 2 밀봉부(881)의 기하학적 구조를 기초로 다양할 수 있다.

[0103]

다른 실시예들에서, 중간압력 체적(883)은 복수의 중간압력 체적들(883), 예로서, 2,3,4 또는 그 이상의 중간압력 체적들(883)로 분리될 수 있다. 복수의 중간압력 체적들(883)은 복수의 밀봉들에 의해 분리될 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 중간압력 체적(883)은 두 개의 중간압력 체적들(883)로 분리될 수 있다. 예를 들어, 도 8에 도시된 바와 같이, 제 1 밀봉부(871)는 중간압력 체적(883)을 거쳐서 제 2 밀봉부(881)로 연장될 수 있다. 보통 통로들(804) 주위로 연장된 제 1 밀봉부(881)의 부분들은 중간압력 체적(883)을 제 2 중간압력 체적들(883)로 분리한 제 2 밀봉부(882)와 연결할 수 있다.

[0104]

도 8에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 중간압력 체적들(883)은 하나 이상의 중간압력 포트들(884)과 각각 유체 통신할 수 있다. 중간압력 포트들(884)은 중간압력 체적들(883) 내에 포함된 제 2 유체(882)를 방출하도록 구성될 수 있다. 중간압력 포트들(884)의 모양은 다양할 수 있다. 예를 들어, 중간압력 포트들(884)은 정사각형, 직사각형, 삼각형, 다각형, 원, 타원형 또는 다른 모양들이 될 수 있다. 중간압력 체적(883) 당 중간압력 포트들(884)의 수는 1부터 약 25 또는 그 이상까지 다양할 수 있다. 중간압력 포트들(884)의 횡-단면영역은 다양할 수 있다. 예를 들어, 원형 중간압력 포트들(884)의 직경의 범위는 약 0.1 인치보다 적고 1인치 이상까지가 될 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 중간압력 포트들(884)은 제 1 밀봉부(871)와 제 2 밀봉부(881) 사이에 고르게 일정한 간격을 둘 수 있고(spaced), 고르게 2극 극판(800)의 길이를 따라 분배될 수 있다. 다른 실시예들에서, 중간 압력 포트들(884)은 중간 압력 구역(880)의 전체 둘레를 연장할 수 있다.

[0105]

중간 압력 포트들(884)을 통해 방출된 제 2 유체(882)는 전기화학적 전지(100)로 재공급될 수 있다. 예를 들어, 제 2 유체(882)는 중간 압력 구역(180)으로 되돌아갈 수 있다. 다른 실시예들에서, 중간 압력 포트들(884)을 통해 방출된 제 2 유체(882)는 수집되고 재사용될 수 있다. 중간 압력 구역(880) 내의 제 2 유체(882)는 일반적으로 고압 구역(870) 내의 제 1 유체(872)보다 더 낮은 압력일 수 있다.

[0106]

제 3 밀봉부(891)는 저압 구역(890)을 한정할 수 있고 저압 구역(890) 내에 제 3 유체(892)를 포함하도록 구성될 수 있다. 저압 구역(890)은 제 2 밀봉부(881), 제 3 밀봉부(891), 제 1 구성요소(801) 및 제 2 구성요소(802)에 의해 한정된 저압 체적(893)을 포함할 수 있다. 저압 구역(890)은 제 3 유체(892)를 포함하도록 구성될 수 있다. 저압 구역(890)은 또한 하나 이상의 저압 포트들(894)을 포함할 수 있다.

[0107]

저압 체적(893)은 제 3 유체(892)를 수집하여 저압 포트들(894)로 전달하도록 구성될 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 저압 체적(893)은 제 2 밀봉부(881)에 의해 분리된 중간 압력 구역(880)의 둘레 주변에서 연장할 수 있다. 저압 체적(893)의 횡 단면 구역과 체적은 제 1 구성요소(801), 제 2 구성요소(802), 제 2 밀봉부(881) 및 제 3 밀봉부(891)를 기초로 하여 다양할 수 있다. 다양한 실시예들에 따라서, 중간 압력 체적(883)은 저압 체적(893)의 체적보다 더 크거나 작을 수 있다.

[0108]

다른 실시예들에서, 저압 체적(893)은 복수의 중간 압력 체적(893) 예를 들어, 2,3,4보다 더 많은 저압 체적들(893)로 분리될 수 있다. 복수의 저압 체적들(893)은 복수의 밀봉부들에 의해 분리될 수 있다. 도 9에 도시된 바와 같이, 저압 체적(893)은 두 개의 저압 체적들(893)로 분리될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 브릿지 밀봉부들(895)은 저압 체적(883)을 따라서 제 2 밀봉부(881)에서 제 3 밀봉부(891)로 연장할 수 있다.

[0109]

도 8에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 저압 체적들(893)은 하나 이상의 저압 포트들(894)과 각각 유체 연결 상태가 될 수 있다. 저압 포트들(894)은 저압 체적들(893) 내에 포함된 제 3 유체(892)로 방출하도록 구성될 수 있다. 저압 포트들(894)의 모양은 다양할 수 있다. 예를 들어, 저압 포트들(894)은 정사각형, 직사각형, 삼각형, 다각형, 원, 타원 또는 다른 모양들이 될 수 있다. 저압 체적(893) 당 저압 포트들(894)의 수의 범위는 1부터 약 50 또는 그 이상까지 다양할 수 있다. 저압 포트들(894)의 횡-단면 영역은 변할 수 있다. 예를 들어, 원 저압 포트들(894)의 직경의 범위는 약 0.1 인치에서 약 1인치보다 적게 또는 1인치 보다 크게 될 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 저압 포트들(894)은 제 2 밀봉부(881)와 제 3 밀봉부(891) 사이의 공간에 일정한 간격을 둘 수 있고, 2극 극판(800)의 길이를 따라 균등하게 서로 엇갈리게 될 수 있다. 다른 실시예들에서, 저압 포트들(894)은 저압 구역(890)의 전체 영역을 연장할 수 있다.

[0110]

저압 포트들(894)을 통해 방출된 제 3 유체(892)는 전기화학적 전지(100)로 재공급될 수 있다. 예를 들어, 제 3 유체(892)는 저압 구역(190)으로 되돌아갈 수 있다. 다른 실시예들에서, 중간 압력 포트들(894)을 통해 방출된 제 3 유체(892)는 수집될 수 있고 재사용될 수 있다. 저압 구역(890) 내의 제 3 유체(892)는 일반적으로 고압 구역(870) 내의 제 1 유체(872)와 중간 압력 구역(880) 내의 제 2 유체(882)보다 더 낮은 압력일 수 있다.

- [0111] 상술된 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802) 사이의 캐스케이드 밀봉부 구성은 상술된 전기화학적 전지(100)의 2극 극판(150 및 160)에서 실행될 수 있다. 다른 실시예들에서, 구성요소들(801 및 802) 사이의 캐스케이드 밀봉부 구성은 캐스케이드 밀봉부 구성이 두 개의 2극 극판들 사이에서 활용되지 않는 다른 전기화학전 전지들 내에서 실행될 수 있다. 그러므로, 상술된 캐스케이드 밀봉부 구성들 둘 모두는 서로 독립적일 수 있어서 하나가 전기화학적 전지에서 개별적으로 활용될 수 있거나 그들이 동일한 전기화학적 전지 내에서 불일치하게 활용될 수 있다.
- [0112] 일부 실시예들에서, 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)는 연동 기능들을 포함할 수 있다. 연동 기능들은 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)를 함께 확보하기에 충분한 기하학적 메이트를 형성할 수 있다. 예를 들어, 제 1 구성요소(801)는 하나 이상의 돌출부들을 포함할 수 있고, 제 2 구성요소(802)는 하나 이상의 오목부들을 포함할 수 있다. 그러나, 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)가 다양한 부가 메커니즘들을 포함할 수 있다는 것이 또한 고려된다. 연동 기능들은 다양한 모양과 크기들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 돌출부들과 오목부는 원통형, 라운드, 타원형, 직사각형 또는 정사각형의 형태로 형성될 수 있다. 추가로, 돌출부들과 오목부들은 다양한 다각 모양들을 포함할 수 있다.
- [0113] 도 8에 도시된 바와 같이, 연동 기능들은 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)를 밀봉하도록 구성된 다양한 연결들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 연동 기능들은 제 1 밀봉부(871), 제 2 밀봉부(881) 및 제 3 밀봉부(891)와 그들이 놓여있을 수 있는 상응하는 밀봉부 공동들을 포함할 수 있다. 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)는 제 1 밀봉부(871), 제 2 밀봉부(881) 및 제 3 밀봉부(891)의 적어도 한 부분을 수용하도록 구성된 복수의 밀봉부 공동들을 포함할 수 있다. 각 밀봉부 공동은 제 1 구성요소(801), 제 2 구성요소(802) 또는 두 개의 구성요소들(801 및 802) 안으로의 하나의 돌출부를 포함할 수 있다. 돌출부의 치수들과 기하학 구조는 제 1 밀봉부(871), 제 2 밀봉부(881) 및 제 3 밀봉부(891)의 치수들과 횡단면 기하학적 구조에 상응할 수 있다.
- [0114] 다른 실시예들에서, 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802) 사이의 압력 구역들의 수는 3 보다 더 크거나 더 적을 수 있다(즉, 높은, 중간 및 낮은). 예를 들어, 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802)는 오직 두 개의 압력 구역들(예로서, 높은 또는 낮은)을 포함할 수 있거나 네 개 또는 그 이상의 압력 구역들(예로서, 고-고, 고, 중간 및 낮은)을 포함할 수 있다. 그러나, 또 다른 실시예에서, 압력 구역들은 압력내에서 연속하여 캐스케이드 다운이 아닌, 캐스케이드가 될 수 있다.
- [0115] 단지 두 개의 압력 구역들을 가진 2극 극판(800)과 유사한 2극 극판은 제 1 구성요소, 제 2 구성요소, 두 개의 압력 구역들을 분리하는 두 개의 구성요소들 사이에 형성된 밀봉부, 밀봉부 주위의 체적, 체적 내에 수집된 유체를 방출하도록 구성된 체적과 유체 연결되는 적어도 하나의 포트를 포함할 수 있다.
- [0116] 다른 실시예들에서, 주위의 체적이 밀봉부의 일 부분만을 주위에서 연장하도록 구성될 수 있는 것이 고려된다. 예를 들어, 체적 챔버들은 각 압력 구역 내의 각 밀봉부의 원주 주위로 분배될 수 있다.
- [0117] 상술된 바와 같이, 동작 중에, 제 1 구성요소(801)와 제 2 구성요소(802) 사이의 캐스케이드 밀봉부 구성은 고압 구역(870)에서 구성요소들(801 및 802) 사이의 중간압력 구역(880) 및 저압 구역(890)으로 누출된 유체의 수집 및 재활용 또는 재생이용(reclamation)을 가능하게 할 수 있다. 상술된 바와 같이, 고압 구역(870) 내의 제 1 유체(872)는 15,000 psi를 초과하는 압력으로 압축될 수 있다. 제 1 유체(872)의 압력은 제 1 밀봉부(871), 제 1 구성요소(801) 및 제 2 구성요소(802) 상의 분리 힘을 가할 수 있다. 제 1 구성요소(801) 및 제 2 구성요소(802)의 연결 힘이 분리 힘에 반대로 작용하여, 연결을 유지하는데에 충분하고, 제 1 밀봉부(871)가 알맞게 기능하는 경우, 제 1 유체(872)는 고압 구역(870)으로부터 제 1 밀봉부(871)를 지나 중간압력 구역(880)으로 누출되는 것으로부터 예방될 수 있다.
- [0118] 반면, 연결 힘이 연결 또는 제 1 밀봉부(871) 기능들을 유지하는 데에 불충분한 경우, 제 1 유체(872)는 고압 구역(870)으로부터 제 1 밀봉부(871)를 지나 중간압력 구역(880)으로 누출할 수 있다. 중간압력 구역(880)으로 누출된 제 1 유체(872)는 중간압력 체적(883)으로 수집될 수 있고 제 2 유체(882)를 구성할 수 있다. 중간압력 체적(883)에서 수집된 제 1 유체(872)/제 2 유체(882)는 중간압력 포트들(884)로 및 중간압력 포트들을 통해 밖으로 흐를 수 있다. 방출된 유체(즉, 제 1 유체(872)/제 2 유체(882))는, 종래적으로 다른 2-조각 2극 설계들의 경우에 잃어버리기 보다는 재활용되거나 재생이용될 수 있다.
- [0119] 저압 구역(890)은 누출 보호의 추가 레벨을 제공할 수 있다. 제 2 밀봉부(881)를 지나 누출한 제 2 유체(882)는 저압 체적(893)에서 수집될 수 있고, 제 3 유체(892)를 구성할 수 있다. 수집된 제 2 유체(882)/제 3 유체(892)는 저압 포트들(894)로 및 저압 포트들을 통해 밖으로 흐를 수 있다. 다른 방출된 유체와 같이, 제 2 유체

(882)/제 3 유체(892)는 재사용되거나 재생이용될 수 있다. 중간압력 포트들(884)과 저압 포트들(894)을 통한 유체는 다운 스트림으로 조절될 수 있다. 예를 들어 하나 이상의 밸브들은 열리거나 닫혀서 유체가 방출되는 것을 허용한다. 중간압력 포트들(884)을 통한 유체는 연속적이거나 간헐적일 수 있다.

[0120]

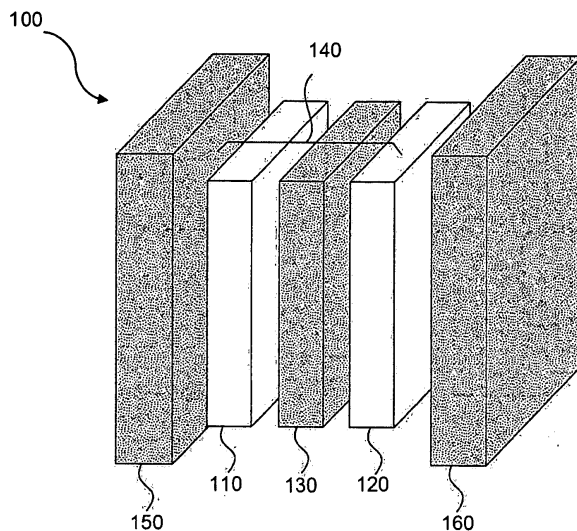
캐스케이드 밀봉부 구성을 사용하는 방법은 복수의 밀봉부들(예로서, 제 1 밀봉부(871), 제 2 밀봉부(881) 및 제 3 밀봉부(891))에 의해 분리된 상이한 체적들(예로서, 중간압력 체적(883) 또는 저압 체적(893)) 내의 유체(예로서, 제 1 유체(872), 제 2 유체(882) 및 제 3 유체(892))를 수집하거나 압력 포트들(예로서, 중간 압력 포트들(884) 및 저압 포트들(894))을 통해 수집된 유체를 방출하여 이후 방출된 유체를 재사용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0121]

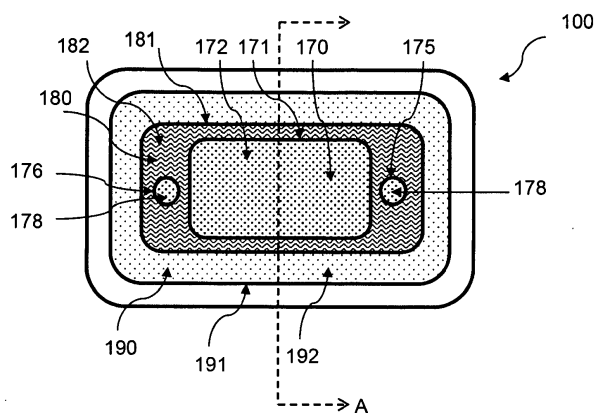
본 개시사항의 다른 실시예들이 본 명세서에서 개시사항의 명세서 및 실시예의 사려로부터 당업자에게 명백해질 것이다. 명세서와 예시들이 오직 예시로서, 다음 청구항들에 의해 명시된 본 개시사항의 범위와 사상으로 간주되는 것이 의도된다.

도면

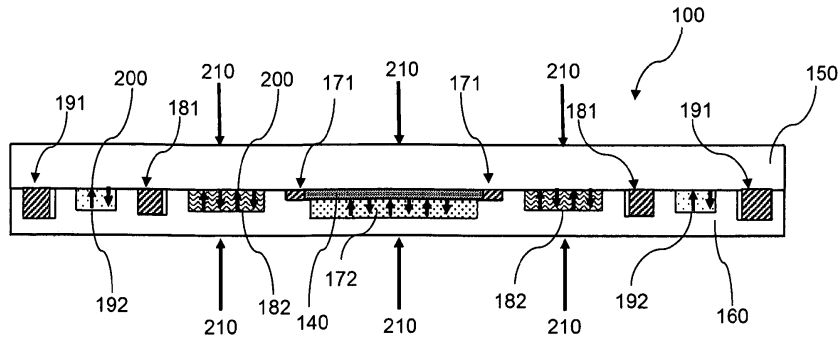
도면1



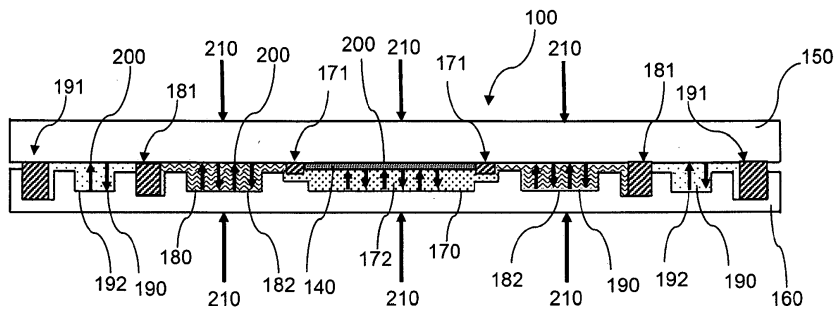
도면2a



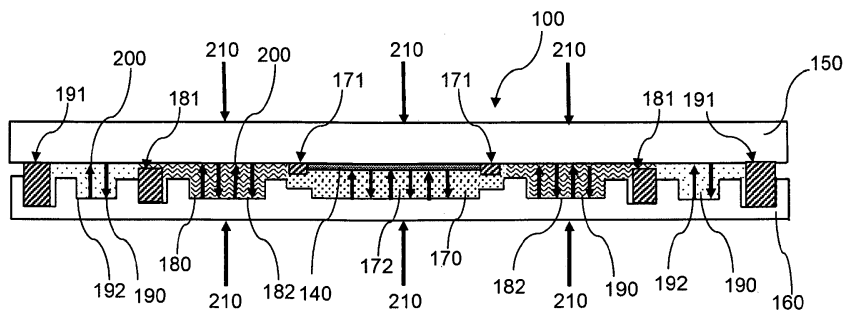
도면4a



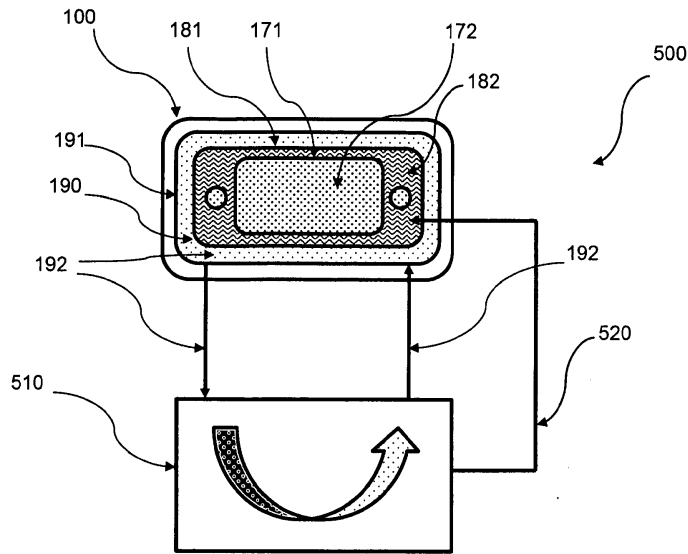
도면4b



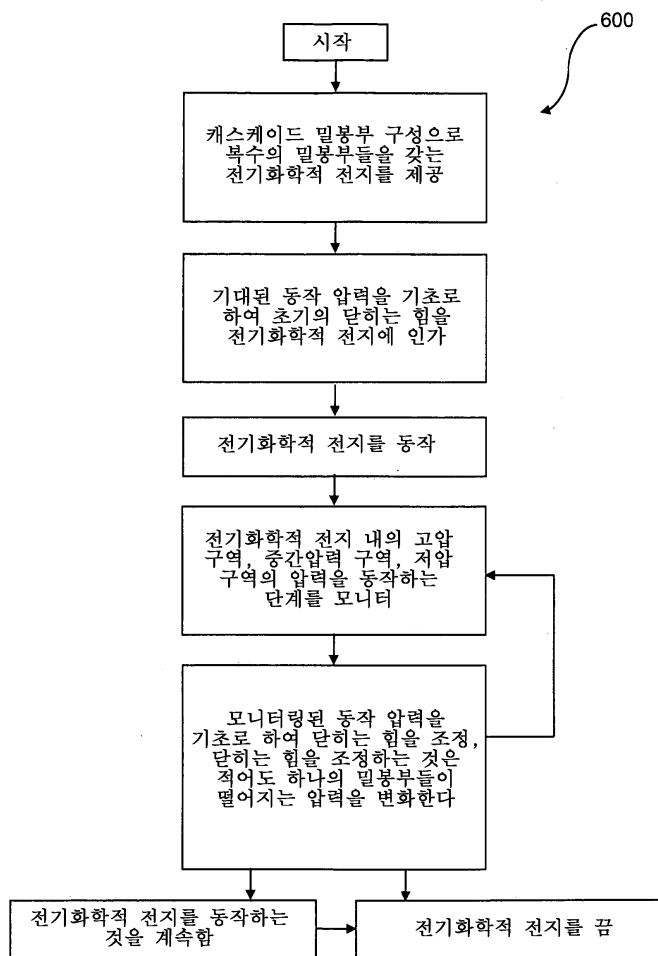
도면4c



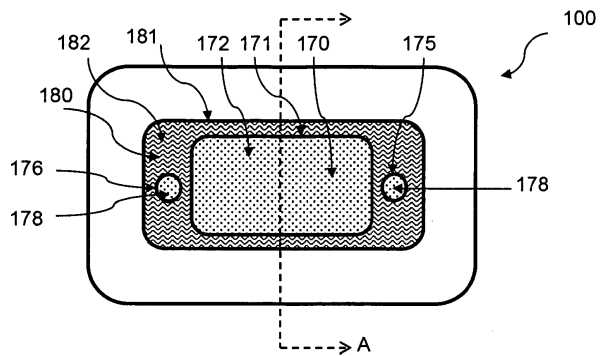
도면5



도면6



도면7



도면8

