



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0078401
(43) 공개일자 2016년07월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/04223 (2016.01) H01M 8/04089 (2016.01)
H01M 8/0444 (2016.01) H01M 8/04746 (2016.01)
H01M 8/2475 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/04238 (2013.01)
H01M 8/04089 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7013695
(22) 출원일자(국제) 2014년01월24일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2016년05월24일
(86) 국제출원번호 PCT/CN2014/000091
(87) 국제공개번호 WO 2015/062154
국제공개일자 2015년05월07일
(30) 우선권주장
201310523533.3 2013년10월30일 중국(CN)

(71) 출원인
장, 용
중국 베이징 100101 차오양 디스트릭트 안후이 동리 넘버 12-5-110
마, 웨이
중국 베이징 시청 디스트릭트 스팡 스트리트 빌딩 넘버 2 룸 202
치, 지강
미국 뉴욕 스케넥터디 메리 헛지 드라이브 넘버 27
(72) 발명자
장, 용
중국 베이징 100101 차오양 디스트릭트 안후이 동리 넘버 12-5-110
마, 웨이
중국 베이징 시청 디스트릭트 스팡 스트리트 빌딩 넘버 2 룸 202
치, 지강
미국 뉴욕 스케넥터디 메리 헛지 드라이브 넘버 27
(74) 대리인
김해중

전체 청구항 수 : 총 21 항

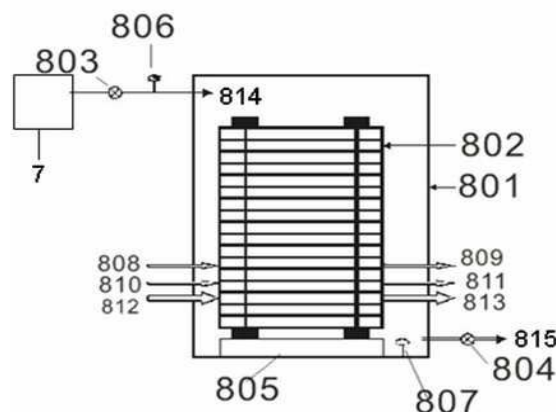
(54) 발명의 명칭 연료전지 수명 연장 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 특히 연료전지 시스템이 외부 부하에 대한 전력 공급 정지부터 다음 시동까지의 기간 동안에 스택을 위한 H₂ 환경을 조성함으로써 연료전지의 수명을 증대시키는 방법을 밝힌 것으로, 기 언급된 H₂ 환경은 H₂ 취성에 견디는 물질로 만들어진 밀폐함 내로 제한된 H₂로 구성된다. 본 발명은 연료전지 수명을 증대시키는 장치를 밝히

(뒷면에 계속)

대표도 - 도6



고 있으며; 이 같은 장치는 스택이 위치한 밀폐함으로 구성되며; 언급된 밀폐함에는 밀폐함-H₂-유입부 포트와 밀폐함-H₂-배출부 포트가 있으며; 언급된 밀폐함-H₂-유입부 포트 앞과 언급된 밀폐함-H₂-배출부 포트 뒤에는 각각 솔레노이드 밸브가 있으며; 연료, 산화제 및 냉매를 각각 전달하기 위한, 상기 스택에 연결된 파이프라인들이 관통할 수 있도록 허용하는 적당한 크기의 개구부들이 언급된 밀폐함에 있으며; 언급된 개구부와 언급된 파이프라인 사이의 간극은 밀봉되어 있다. 본 발명은 연료전지 시스템이 유틸 또는 중단 상태에 있을 때 공기가 스택 내로 들어오지 못하도록 방지하는 것으로, 연료전지 비운전 기간 동안 개방 회로 전압에 의해 야기되는 전극 손상과 연료전지 시스템의 시동 혹은 중단 과정 동안 공기/수소 경계의 형성에 의해 야기되는 전극 손상과 관련된 문제점들을 효과적으로 해결한다. 또한 본 발명은 저장 기간 동안 MEA 또는 스택에 대한 개방 회로 전압의 손실을 제거하기 위한 방법 및 장치를 밝히고 있다.

(52) CPC특허분류

H01M 8/04223 (2013.01)

H01M 8/04231 (2013.01)

H01M 8/0444 (2013.01)

H01M 8/04746 (2013.01)

H01M 8/2475 (2013.01)

H01M 8/2475 (2013.01)

Y02E 60/50 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

스택에 대해 H_2 환경을 조성하는 단계를 포함하고,

상기 H_2 환경은 밀폐함 내에 국한된 H_2 로 구성되는 것을 특징으로 하는 연료전지의 수명을 증대시키는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

스택에 대한 상기 H_2 환경은 연료전지 운전 및 비운전 상태 모두에서 유지되는 것을 특징으로 하는 연료전지의 수명을 증대시키는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

스택에 대한 상기 H_2 환경은 연료전지 비운전 기간 동안에 유지되는 것을 특징으로 하는 연료전지의 수명을 증대시키는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 H_2 환경은 1기압보다 큰 절대압력을 갖는 것을 특징으로 하는 연료전지의 수명을 증대시키는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

연료전지 시스템이 비운전 상태에 있을 때, 스택-공기-유입부, 스택-공기-배출부, 그리고 스택- H_2 -배출부는 폐쇄 상태에 있으며, 반면 스택- H_2 -유입부는 개방 상태에 있는 것을 특징으로 하는 연료전지의 수명을 증대시키는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

연료전지 시스템이 비운전 상태에 있을 때, 스택-공기-유입부, 스택-공기-배출부, 그리고 스택- H_2 -배출부는 폐쇄 상태에 있으며, 반면 스택- H_2 -유입부는 폐쇄되기 전 10~20분간 개방 상태에 있는 것을 특징으로 하는 연료전지의 수명을 증대시키는 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

양극실에 남아 있는 O_2 는 연료전지 시스템이 외부 부하에 전력 공급을 중단한 후 H_2 를 사용함으로써 빠르게 제거될 수 있는 것을 특징으로 하는 연료전지의 수명을 증대시키는 방법.

청구항 8

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

연료전지 시스템이 외부 부하에 전력 공급을 중단한 후, 양극실에 남아 있는 O_2 를 빠르게 소비하기 위해 더미 혹은 보조부하가 스택에 연결되는 것을 특징으로 하는 연료전지의 수명을 증대시키는 방법.

청구항 9

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

연료전지 시스템이 외부 부하에 전력 공급을 중단한 후, 양극실에 남아 있는 O_2 를 빠르게 소비하기 위해 외부 전원이 사용되는 것을 특징으로 하는 연료전지의 수명을 증대시키는 방법.

청구항 10

스택이 위치한 밀폐함으로 구성되고,

상기 밀폐함에는 밀폐함- H_2 -유입부 포트와 밀폐함- H_2 -배출부 포트가 존재하며,

상기 밀폐함에는 연료, 산화제 및 냉매를 각각 전달하기 위한, 상기 스택에 연결된 파이프라인들이 관통할 수 있도록 허용하는 적당한 크기의 개구부들이 존재하고,

상기 개구부와 파이프라인의 간극은 밀봉되는 것을 특징으로 하는 연료전지 수명 증대 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 밀폐함- H_2 -유입부 포트 앞에 압력조절기가 있는 것을 특징으로 하는 연료전지 수명 증대 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 밀폐함- H_2 -유입부 포트 앞에는 솔레노이드 밸브가 있으며, 상기 밀폐함- H_2 -배출부 뒤에는 솔레노이드 밸브가 있는 것을 특징으로 하는 연료전지 수명 증대 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 밀폐함 내에 H_2 농도센서가 있는 것을 특징으로 하는 연료전지 수명 증대 장치.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 밀폐함 내에 기체압력센서가 있는 것을 특징으로 하는 연료전지 수명 증대 장치.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 밀폐함은 스테인레스강, 알루미늄 또는 그 합금, 또는 치밀한 폴리에틸렌으로 제작되는 것을 특징으로 하는 연료전지 수명 증대 장치.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 밀폐함의 외부 혹은 내부 표면 주위를 감싸는 절연물질이 존재하는 것을 특징으로 하는 연료전지 수명 증대 장치.

청구항 17

제10항에 있어서,

상기 밀폐함 내부에 건조제가 존재하는 것을 특징으로 하는 연료전지 수명 증대 장치.

청구항 18

제10항에 있어서,

개방 양극 스택을 덮는 커버가 존재하며, 커버의 넓은 쪽은 상기 스택의 공기 채널을 덮고, 커버의 좁은 쪽은 스택-공기-유입부 파이프라인 혹은 스택-공기-배출부 파이프라인에 연결되는 것을 특징으로 하는 연료전지 수명 증대 장치.

청구항 19

제10항에 있어서,

상기 밀폐함에는 적어도 한 개의 작동가능하고 밀봉가능한 문이 존재하는 것을 특징으로 하는 연료전지 수명 증대 장치.

청구항 20

저장하는 동안 MEA와 스택의 수명을 증대시키는 방법으로서,

MEA와 스택에 대해 H₂ 환경을 조성하는 단계를 포함하고,

상기 H₂ 환경은 밀폐함 내에 국한된 H₂로 구성되는 것을 특징으로 하는 MEA와 스택의 수명을 증대시키는 방법.

청구항 21

내부에 MEA와 스택이 위치한 밀폐함으로 구성되고,

상기 밀폐함에는 밀폐함-H₂-유입부 포트와 밀폐함-H₂-배출부 포트가 존재하고,

상기 밀폐함-H₂-유입부 포트 앞에는 압력조절기가 있고,

상기 밀폐함-H₂-유입부 포트 앞에는 솔레노이드 밸브가 있으며 상기 밀폐함-H₂-배출부 포트 뒤에는 솔레노이드 밸브가 있고,

상기 밀폐함 내에는 H₂ 농도 센서가 있는 것을 특징으로 하는 MEA와 스택의 수명을 증대시키는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 연료전지에 관한 것으로, 특히 연료전지 운전정지 상태에서 개회로 전압 (open circuit voltage, OCV)에 의해 유발되는 그리고 연료전지 시동 및 운전정지 단계에서 산화제/연료 경계 형성에 의해 유발되는 연료전지의 손상을 제거하여 연료전지 수명을 연장시키는 방법 및 그 장치, 그리고 연료전지의 저장 기간 동안에 개회로 전압에 의해 막 전극 접합체 (membrane electrode assembly, MEA) 및 스택에 가해지는 손상을 제거하는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 내구성은 모든 종류의 연료전지 개발에서 가장 도전적인 것이 되고 있다. 상업화를 위해서 연료전지는 기존 기술들의 수명과 비교될 수 있는 수명을 달성해야만 한다. 미국 에너지부 (DOE)는 연료전지 수명 목표를 여러 가지 용도에 따라 1,500~60,000 시간으로 설정하고 있다.

[0003] 연료전지 내구성은 다양한 요인들, 즉 재료 자체, 운전 조건, 제어 전략 및 시스템 설계 등에 의해 영향을 받는다. 운전 조건에는 온도, 상대 습도 (RH), 압력, 오염물질, 반응물 양론 비(reactant stoichiometric ratio), 온도 주기, 상대습도 주기, 전압 주기, 개회로 전압, 전극에서 산화제/연료 경계 (예를 들어 O₂/H₂ 경계) 형성 등이 포함된다. 신중한 설계, 공학 및 적절한 제어 알고리즘에 의해 온도, 상대 습도, 압력, 오염물질, 반응물 양론 비, RH 주기 및 온도 주기는 회피되거나 제어될 수 있다. 그러나 개회로 전압 및 산화제/연료 경계의 악영향은 현재까지 만족스러운 해결책이 없는 상태이다.

[0004] 연료전지가 유희 상태 또는 운전정지 상태, 예를 들어 연료전지 시스템이 외부 부하에 전혀 일을 하지 않는 미작동 상태에서는 스택 내의 각 단위 셀이 1 V 정도의 개회로 전압을 갖는다. 고분자 전해질형 연료전지(PEMFC)에서 양극 실에 남아있는 공기 (산화제의 예) 및 음극 실에 남아있는 H₂ (연료의 예)는 고분자 전해질 막 (proton exchange membrane, PEM)과 같은 전해질을 통해서 다른 실로 확산되며, 공기 중의 O₂가 반응식 (1)에 따라 H₂와 화학 반응하여 물을 형성하게 되며, 결과적으로 각 실의 내부 압력을 점점 감소시키게 된다.

[0005]
$$\text{H}_2 + 0.5\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} \quad (1)$$

[0006] 확산 속도는 고분자 전해질 막(PEM)의 두께가 얇을수록 (또는 제작된 PEM이 손상되었거나), 온도가 높을수록, 그리고 반응물의 압력이 높을수록 더 빨라지게 된다. 고분자 전해질 막을 통한 H₂ 및 O₂ 선속 (Flux)는 Fick의 제1 법칙, 확산 법칙 $J = -D \, dc/dx$ 에 의해 쉽게 평가될 수 있다. 여기서 D는 확산계수이고, dc/dx 는 확산 가스의 농도 구배를 나타낸다. 음극실과 양극실의 절대 압력은 수십 분 내에 주변 압력 보다 더 떨어질 수 있다. 예를 들어서, 각 실의 압력은 15분 이내에 0.5 bar 정도로 떨어질 수 있다. 실의 압력이 낮아질수록 대기 중의 산소가 더 쉽게 스택 안으로 확산될 것이다. 결과적으로 음극과 양극 실은 공기로 채워질 것이고, 그것들의 압력은 대기압과 같아질 것이다. 비록 각 셀의 양극과 음극 사이의 OCV가 0 V일지라도 음극/PEM 및 양극/PEM 계면 전위는 둘 다 도1에서와 같이 반응식 (2)에 의해서 1 V정도를 갖는다.

[0007]
$$0.5\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\text{O} \quad E^\circ = 1.2 \text{ V} \quad (2)$$

[0008] 그러므로 연료전지 시스템이 미작동 상태로 된 후 수분 후에 음극/PEM 및 양극/고분자 전해질 막 계면 전위는 1 V정도가 되며, 이로 인해서 전극 성분, 예를 들어서 Pt 촉매 입자 및 탄소 담지체의 열화를 빠르게 하며, 따라

서 전극의 수명을 단축시킨다. 연료전지가 운송용, 보조용 및 휴대용 에너지로 사용될 때 대부분의 시간은 미작동 상태로 있을 것이며, 미작동 상태에서 OCV의 누적된 영향은 심각하며, 연료전지 시스템의 수명을 매우 크게 단축시킬 것이다. 운전 중보다 비 운전 중에 스택의 수명 단축이 더 빨라진다는 것은 매우 복잡한 상황이며, 현재까지 해결되지 못하고 있다.

[0009] 비슷하게 OCV는 연료전지의 저장 기간 동안에 막 전극 집합체 (MEA)의 성능 및 수명에도 영향을 미치게 된다. MEA를 제작하고 스택에 조립하지 않은 상태에서 이것은 일반적으로 공기로 채워진 환경에 노출되게 된다. 음극/고분자 전해질 막 및 양극/고분자 전해질 막 계면 전위는 1 V정도가 되며, 이로 인해서 전극 성분, 예를 들어서 Pt 촉매 입자 및 탄소 담지체의 열화가 빠르게 진행된다.

[0010] 또한, OCV는 스택의 저장 기간 동안 그 성능 및 수명도 단축시킨다. 스택을 제작하고 연료전지 시스템에 조립하지 않은 상태에서 이것은 일반적으로 대기 환경에서 보관되며, 따라서 음극 및 양극 실은 공기로 채워진다. 각 단위 셀의 음극/PEM 및 양극/PEM 계면 전위는 1 V정도가 되며, 이로 인해서 전극 성분, 예를 들어서 Pt 촉매 입자 및 탄소 담지체의 열화가 빠르게 진행된다.

[0011] 더 문제인 것은 전극 표면에서 O_2/H_2 경계와 같은 산화제/연료 경계가 형성되는 것이다. 이와 같은 경계의 형성으로 인해 각MEA의 성능 및 내구성이 심각하게 낮아질 수 있으며, 따라서 연료전지의 수명이 단축되게 된다. 이와 같은 경계는 연료전지 작동을 멈출 때 주위의 공기가 아직 미 반응 H_2 를 갖고 있는 음극실로 서서히 확산되어 들어갈 때, 그리고 연료전지를 기동할 때 미 작동 상태에서 이미 공기로 채워진 음극실에 H_2 가 들어갈 때 음극에서 쉽게 형성된다. 도 2에서와 같이 연료전지 시스템의 운전정지 후에 O_2 가 미반응 H_2 가 남아있는 음극으로 확산될 때, 또는 기동하는 동안에 H_2 가 이미 공기로 채워져 있는 음극으로 들어갈 때, O_2/H_2 경계가 음극에서 형성된다. 도 2에서 수직의 점선은 O_2/H_2 경계를 가상으로 나타내고, 이것은 단위 셀을 I, II, III 및IV 부분으로 구분해준다. 도2에서 이 네 부분은 전자와 양성자의 흐름을 화살표로서 나타내는 내부 회로를 형성한다. I부분에서 반쪽 반응은 반응식 (3)에 따라 0 V정도의 전극/ 고분자 전해질 막 계면 전위를 갖는 일반적인 수소 산화반응 (hydrogen oxidation reaction, HOR)이다.

[0012] $H_2 = 2H^+ + 2e^- E^0 = 0.0 \text{ V} \text{ (3)}$

[0013] II와 III 부분에서의 반쪽반응은 반응식 (2)에 따라 1 V 정도의 전극/PEM 계면 전위를 갖는 일반적인 산소 환원 반응 (ORR)이다. 양극과 음극 사이의 총괄 전위차는 1V 정도이기 때문에 IV 부분과 III 부분 사이의 전위차는 이 전위차에 근접해야만 하고, III 부분은 1V 정도의 전극/PEM 계면 전위를 가지며, 따라서 IV 부분에서 전극/PEM 계면 전위는 2V 정도이다. 여러 시험에서 IV 부분과 III 부분의 전위차는 1.6 V 정도였다. 이와 같은 높은 전위에서 탄소 부식, Pt 산화 및 용해, 그리고 수전해 반응이 각 반응식 (4), (5) 및 (6)에 따라 부분 IV에서 일어난다. 수전해는 일반적으로 양극에 손상을 입히지 않지만, 탄소 부식과 Pt 용해는 부분 IV에서 양극 촉매 층을 빠르고 심각하게 손상을 입힌다.

[0014] $C + 2H_2O = CO_2 + 4H^+ + 4e^- E^0 = 0.2 \text{ V} \text{ (4)}$

[0015] $Pt = Pt^{2+} + 2e^- E^0 = 1.2 \text{ V} \text{ (5)}$

[0016] $H_2O = 0.5O_2 + 2H^+ + 2e^- E^0 = 1.2 \text{ V} \text{ (6)}$

[0017] 두 번째 가스 (예를 들어 공기)가 첫 번째 가스 (예를 들어 H_2)로 채워진 실에 들어갈 때, O_2/H_2 경계는 음극의 표면을 따라 이동한다. 만일 두 번째 가스가 주변 환경으로부터 음극 실로 확산된다면, 경계의 이동은 약간 느리며, 따라서 IV 부분이 1.6 V 정도로 유지되는 시간이 길며, 이로 인해 더 많은 손상을 유발한다. 만일 두 번째 가스가 첫 번째 가스로 채워진 음극으로 퍼지 되어 들어가면 전체 음극을 통한 경계 이동 시간이 짧아지며, 따라서 부분 IV에 유발되는 손상이 더 적어진다. 많은 연료전지 개발자들은 연료전지 운전정지 및 기동 단계 동안에 O_2/H_2 경계에 의해 유발되는 양극 손상을 줄이기 위해서 빠른 퍼지법(purging)을 일반적으로 사용한다.

[0018] OCV의 영향을 제거하기 위해서 연료전지 운전정지 후에 음극을 N_2 로 퍼지 하는 방법을 사용하는 경우가 많다. 실제로 어떤 불활성 가스도 퍼지 목적으로 사용될 수 있다. 그러나, 연료전지 미작동시간 동안에 주변으로부터 공기가 음극으로 점차 확산되어 들어가기 때문에 OCV에 의해 유발되는 열화는 막지 못하고, 따라서 공기/연료 경

계 형성을 방지하기 위해서 기동하는 동안 N_2 로 퍼지 하는 것이 항상 필요하다. 또한, 운송용 및 이동용을 위해서 N_2 실린더를 가지고 다녀야 하기 때문에 또는 정치형을 위해서 N_2 실린더를 설치해야 하기 때문에 N_2 를 사용하여 퍼지하는 것은 불편하다. 만일 N_2 를 사용하지 못한다면, 공기로 음극을 퍼지 하거나 또는 양극을 배기시키는 것도 역시 도움이 되는데, 이는 음극에서 공기/ H_2 경계가 존재하는 시간을 매우 짧게 줄일 수 있기 때문이다.

[0019] 연료전지를 미작동시키기 전에 음극 퍼지에 불활성 가스를 사용하는 대신에 연료실 또는 음극 배기의 H_2 를 양극을 퍼지 시키는데 사용할 수 있다. 음극에 H_2 가 존재함으로써 도 3에서 보는 바와 같이 양극에서 O_2/H_2 경계 형성으로 인해 1 V 정도 이상의 계면 전위가 발생되지 않는다. 만일 H_2 가 짧은 미작동 시간 (10분 이내 정도) 동안에 음극 및 양극에 유지될 수 있다면, 연료전지 시스템을 재기동 할 때 전위가 1V 이상이 되지 않는다. 그러므로 OCV 및 O_2/H_2 경계에 기인하는 손상을 피할 수 있다. H_2 퍼지 전에 모형 또는 보조 부하를 사용하여 양극에서 O_2 농도를 감소시킬 수 있다. 그러나 장시간의 미작동 동안 (예를 들어 30분 이상)에는 주변으로부터 스택으로 공기가 확산되어 들어가기 때문에 음극실과 양극 실이 모두 공기로 채워지며, 따라서 미작동 기간 동안의 OCV 및 기동 단계에 의거 O_2/H_2 경계 형성과 연관된 문제들은 완벽하게 방지할 수는 없다.

[0020] N_2 , 공기 또는 H_2 를 사용하여 OCV 및 O_2/H_2 경계 형성의 영향을 감소시키기 위한 최근의 진보된 기술에도 불구하고 OCV 및 O_2/H_2 경계 형성의 영향은 완벽하게 해결되지 못하는데, 이것은 장시간의 미작동 시간동안에 주위의 공기가 음극 실 및 양극실로 확산되어 들어갈 것이고, 결과적으로 O_2/H_2 경계 형성 때문에 손상을 입게 되고, 두 실이 공기로 채워지면 OCV 손상이 시작하고, 또한 이어지는 기동 단계 동안에 O_2/H_2 경계 형성이 다시 더 악화된 손상의 원인이 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0021] 본 발명의 목적은 OCV와 산화제/연료 경계에 의해 유발되는 손상을 완벽히 회피하는 방법 및 장치를 제공함으로써 연료전지 내구성 및 수명을 크게 향상시키는데 있다.

[0022] 본 발명의 또 다른 목적은 연료전지 미가동 시간 동안에 H_2 손실을 방지하는데 있다.

[0023] 본 발명의 또 다른 목적은 MEA와 스택을 보관하는 시간동안에 OCV에 의해 유발되는 손상을 완벽히 회피하는 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0024] 본 발명에 따르는 연료전지의 수명을 증대시키는 방법은 스택에 대해 H_2 환경을 조성하는 단계를 포함하고, 상기 H_2 환경은 밀폐함 내에 국한된 H_2 로 구성된다.

[0025] 본 발명에 따르는 연료전지 수명 증대 장치는 스택이 위치한 밀폐함으로 구성되고, 상기 밀폐함에는 밀폐함- H_2 -유입부 포트와 밀폐함- H_2 -배출부 포트가 존재하며, 상기 밀폐함에는 연료, 산화제 및 냉매를 각각 전달하기 위한, 상기 스택에 연결된 파이프라인들이 관통할 수 있도록 허용하는 적당한 크기의 개구부들이 존재하고, 상기 개구부와 파이프라인의 간극은 밀봉된다.

발명의 효과

[0026] 본 발명은 연료전지 시스템이 유틸 또는 중단 상태에 있을 때 공기가 스택 내로 들어오지 못하도록 방지하는 것으로, 연료전지 비운전 기간 동안 개방 회로 전압에 의해 야기되는 전극 손상과 연료전지 시스템의 시동 혹은 중단 과정 동안 공기/수소 경계의 형성에 의해 야기되는 전극 손상과 관련된 문제점들을 효과적으로 해결한다.

[0027] 본 발명은 저장 기간 동안 MEA 또는 스택에 대한 개방 회로 전압의 손실을 제거하기 위한 방법 및 장치를 밝히고 있다.

[0028]

도면의 간단한 설명

[0029]

본 발명을 완전히 이해하기 위해서는 다음 도면들과 이어지는 설명들을 함께 고려해야 한다.

도1은 연료전지가 장시간 미작동 되는 기간에 음극실과 양극실이 공기로 채워진 상태에서 전형적인 OCV와 음극/전해질 및 양극/전해질 계면 전위를 나타내고 있다.

도2는 연료전지가 기동될 때 공기로 채워진 연료전지의 음극실에 H₂가 들어갈 때 또는 연료전지 운전정지 동안에 H₂로 채워진 음극실에 주변의 공기가 들어갈 때 O₂/H₂ 경계가 형성되는 과정에서 전위 상황을 나타낸다.

도3은 연료전지의 음극실과 양극실에 H₂가 채워진 상태로 연료전지가 기동할 때 양극에서 O₂/H₂ 경계가 형성되는 과정에서 전위 상황을 나타낸다.

도4는 연료전지가 미작동 상태가 된 후에 전해질을 통해서 H₂ 또는 공기가 확산되는 것을 나타낸다.

도5는 음극실과 양극실이 H₂로 채워졌을 때 OCV와 음극/전해질 및 양극/전해질 계면 전위를 나타낸다.

도6은 연료전지의 수명을 연장시키는 본 발명의 장치를 나타낸다.

도7은 공기 전달을 위해 개방 양극형 스택과 덮개가 덮인 상태를 나타낸다.

도8은 사용가능하고 밀봉 가능한 문을 갖는 밀폐함을 나타낸다.

도9는 본 발명의 개방 양극형 스택을 작동시키기 위해서 도8에 나타난 밀폐함의 문들이 열린 구조를 나타낸다.

도10은 본 발명의 연료전지 시스템을 운전정지시키는 절차를 나타낸다.

도11은 본 발명의 또 다른 연료전지 시스템을 운전정지시키는 절차를 나타낸다.

도12는 본 발명의 또 다른 연료전지 시스템을 운전정지시키는 절차를 나타낸다.

도13은 본 발명의 또 다른 연료전지 시스템을 운전정지시키는 절차를 나타낸다.

도14는 본 발명의 또 다른 연료전지 시스템을 운전정지시키는 절차를 나타낸다.

도15는 본 발명의 또 다른 연료전지 시스템을 운전정지시키는 절차를 나타낸다.

도16은 본 발명의 또 다른 연료전지 시스템을 운전정지시키는 절차를 나타낸다.

도17은 본 발명의 또 다른 연료전지 시스템을 운전정지시키는 절차를 나타낸다.

도18은 본 발명의 MEA와 스택을 저장하는 절차를 나타낸다.

도19는 내부 전력을 사용하여 양극에 남아있는 O₂를 빠르게 소모시키는 것을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030]

본 발명의 핵심은 스택을 위하여 H₂ 분위기를 조성하는 것과 연료전지가 외부 부하로 동력을 제공할 필요가 없게 된 후에 음극실 및 양극실을 H₂로 채우는 것에 있다.

[0031]

본 발명은 일반적으로 산화제로 산소를 연료로 H₂를 사용하는 경우에 대해서 아래와 같이 나타낸다.

[0032]

연료전지의 수명을 연장하는 방법은 기본적으로 다음과 같다: 연료전지 시스템이 외부 부하에 동력을 공급할 필요가 없게 되는, 다시 말해서 연료전지 시스템이 유휴상태 또는 운전정지 상태 (본 발명에서는 두 경우를 미작동 상태라 하고, 외부 부하에 동력을 공급하는 상태를 작동 상태라 한다.)가 된 후에 스택을 위해 H₂ 분위기 조건으로 되며, 여기서 H₂ 분위기는 H₂ 밀봉 밀폐함 내에 형성된다. 밀봉 밀폐함은 H₂취성이 강한 기밀 재료로 제작된다. 스택은 H₂ 분위기에 놓이기 때문에 연료전지의 전체 미작동 시간 동안에 주변의 공기가 스택으로 확산되어 들어갈 수 없고, 따라서 연료전지가 미작동 상태가 된 후에도 O₂/H₂ 경계 형성이 일어나지 않는다.

[0033]

연료전지가 미작동 상태가 된 후에 양극에 남아있는 O₂는 전해질을 통해서 음극으로 확산되어 H₂와 반응하여 물을 형성하고, 비슷하게 음극에 남아있는 H₂는 전해질을 통해서 양극으로 확산되어 O₂와 반응하여 물을 형성하며,

최종적으로 음극실과 양극실에는 H_2 와 N_2 혼합물로 채워지게 된다. 이에 대한 전체 공정은 도4에 나타내었고, 여기서 점선 직사각형 내의 H_2 와 O_2/N_2 는 반대편 실로부터 넘어오는 가스를 나타낸다.

- [0034] 음극실과 양극실이 둘 다 H_2 (및 불활성 가스 N_2)로 채워져 있기 때문에 음극/전해질 및 양극/전해질 계면 전위는 도 5에서 보여 주듯이 반응식 (3)에 의해서 둘 다 0 V가 된다. 그러므로 음극과 양극 두 곳에서 모두 OCV 손상이 일어나지 않으며, 이것은 음극/전해질 및 양극/전해질 계면 전위가 1V 정도가 되는 도1의 경우와 뚜렷한 대조를 나타낸다. 기동을 하는 동안에 양극으로 공기가 보내질 때, 도 3에서 나타내었듯이 O_2 는 양극에 미리 존재하는 H_2 를 만나서 O_2/H_2 경계를 형성한다. 그러나 음극실과 양극실이 초기에 H_2 로 채워져 있기 때문에 O_2/H_2 경계 형성은 부분 IV의 전극/전해질 계면 전위 1V 정도에만 영향을 미치는데 이것은 일반적인 OCV라 하며, 도 2에서 보듯이 부분 IV의 전극/전해질 계면 전위가 2V 정도가 되지는 않는다. 따라서 도 2에서 나타낸 높은 전극/전해질 전위의 영향을 회피할 수 있게 된다.
- [0035] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 방법에서, 스택-공기-유입부, 스택-공기-배출부, 스택- H_2 -유입부 및 스택- H_2 -배출부는 연료전지 시스템이 미작동 상태가 된 후에는 모두가 닫힌 상태로 전환된다.
- [0036] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 방법에서, 스택-공기-유입부, 스택-공기-배출부 및 스택- H_2 -배출부는 연료전지 시스템이 미작동 상태가 된 후에는 모두가 닫힌 상태로 전환되는데 반해, 스택- H_2 -유입부는 항상 열린 상태를 유지함으로써 필요한 경우에 H_2 원으로부터 H_2 가 자동으로 스택에 들어갈 수 있게 한다.
- [0037] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 방법에서, 스택-공기-유입부, 스택-공기-배출부 및 스택- H_2 -배출부는 연료전지 시스템이 미작동 상태가 된 후에는 모두가 닫힌 상태로 전환되는데 반해, 스택- H_2 -유입부는 10~20분 동안 열린 상태를 유지함으로써 필요한 경우에 H_2 원으로부터 H_2 가 자동으로 스택에 들어갈 수 있게 한 후 스택- H_2 -유입부는 닫히게 된다.
- [0038] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 방법에서, 밀폐함 사이의 H_2 압력은 1기압 이상으로 설정한다.
- [0039] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 방법에서, 양극실에 남아있는 O_2 는 연료전지 시스템이 외부 부하에 동력을 공급할 필요가 없게 된 후에 H_2 를 사용하여 빠르게 퍼지 시켜 배출시킨다.
- [0040] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 방법에서, 양극실에 남아있는 O_2 는 연료전지 시스템이 외부 부하에 동력을 공급할 필요가 없게 된 후에 스택에 연결된 모형 또는 보조 부하를 사용하여 빠르게 소모시켜서 제거할 수 있다.
- [0041] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 방법에서, 양극실에 남아있는 O_2 는 연료전지 시스템이 외부 부하에 동력을 공급할 필요가 없게 된 후에 소형 외부 동력을 이용하여 음극으로부터 양극으로 H_2 를 펌핑하여 빠르게 소모시켜서 제거할 수 있으며, 여기서 소형 외부 동력은 스택의 각각의 MEA 음극에 50mV, MEA양극에 0mV를 가할 수 있는 장치이다.
- [0042] 상기에 묘사된 방법을 수행하기 위한 본 발명의 장치를 도6에 나타내었다. 이것은 스택(802)이 내부에 놓여진 H_2 충전 밀폐함(801)으로 구성되어 있다. 여기에는 밀폐함(801)의 안쪽과 밀폐함(801)의 바깥쪽 사이를 연결하기 위해서 밀폐함 (801)에 한 개의 밀폐함- H_2 -유입부(814)와 한 개의 밀폐함- H_2 -배출부(815)가 있다. 또한 여기에는 (도6에 나타내지는 않았지만) 밀폐함(801)에 파이프 라인 구멍들이 있어서 밀폐함을 관통하여 스택에 연결될 수 있다. 파이프 라인에는 스택- H_2 -유입부 파이프 라인, 스택- H_2 -배출부 파이프 라인, 스택-공기-유입부 파이프 라인, 스택-공기-배출부 파이프 라인, 스택-냉매-유입부 파이프 라인 및 스택-냉매-배출부 파이프 라인이 있다.
- [0043] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 여기에는 H_2 원(7)을 밀폐함- H_2 -유입부(814)을 통해서 밀폐함(801)에 연결시키는 한 개의 파이프 라인이 있고, 밀폐함- H_2 -배출부(815)를 통해서 밀폐함(801)을 대기 중으로 연결시키는 한 개의 파이프 라인이 있다.
- [0044] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 여기에는 H_2 원(7)을 밀폐함(801)에 연결시키는 파이프 라인

에 한 개의 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브(803)가 있고, 밀폐함(801)을 대기 중으로 연결시키는 파이프 라인에 한 개의 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브(804)가 있다.

- [0045] 파이프 라인의 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브(803)는 H₂원(7)과 밀폐함(801) 사이의 연결부분을 열고 닫는데 사용된다. 파이프 라인에 부착된 압력 레귤레이터(806)는 밀폐함 (801)에 들어가서 채우는H₂ 압력을 조절하기 위해 사용되며, 밀폐함 (801) 사이의 H₂ 압력은 압력 레귤레이터(806)에 미리 설정된 값과 같게 된다. 만일 밀폐함 (801) 안에 용납할 수 없을 정도의 공기가 들어있을 경우에는 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브(803)와 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브(804)를 같이 열어서 H₂에 의해 공기를 퍼지 하여 배출시킨 후 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브(804)를 닫는다.
- [0046] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 여기에는 밀폐함(801) 내의 H₂ 농도를 모니터링하기 위해 H₂ 농도 센서(807)를 밀폐함(801) 내에 설치할 수 있다.
- [0047] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 여기에는 밀폐함(801) 내의 가스 총 압력을 모니터링하기 위해 가스 압력 센서(도6에 나타내지 않았음.)를 밀폐함(801) 내에 설치할 수 있다. 밀폐함(801) 내의 H₂ 압력이 1 기압 이상, 예를 들어 1.05 bar를 유지하면 적절하다. 밀폐함(801) 내의 H₂ 압력과 대기압 차이가 매우 적기 때문에 밀폐함(801) 두께는 매우 얇게 만들 수 있다.
- [0048] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 밀폐함(801) 두께는 1~3 mm가 될 수 있다.
- [0049] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 밀폐함(801)은 H₂ 침투를 차단할 수 있고 H₂ 취성에 대한 성질이 우수한 알루미늄 또는 그 합금, 스테인레스 스틸, 또는 고밀도 폴리에틸렌 재료로 제작된다. 이것들은 H₂ 저장 용기를 제작하는데 사용되는 일반 재료들이다.
- [0050] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 단열재(도 6에는 나타내지 않았음.)는 주위 환경으로부터 스택을 단열시키기 위해서 밀폐함 (801) 안쪽 면 또는 바깥쪽 면을 감싸는데 사용될 수 있다. 이것은 스택(802)의 냉시동, 특히 겨울철에 주위 온도가 낮을 때 도움이 될 것이다.
- [0051] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 물 및 수분을 흡수시키기 위해서 건조제(도 6에는 나타내지 않았음.)를 밀폐함(801) 내에 넣을 수 있다.
- [0052] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 스택(802)의 압출 부분에 의해 밀폐함(801)이 손상 받는 것을 방지하기 위해서 스택(802)은 지지대(805) 위에 놓인다
- [0053] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 수소, 공기 및 냉매를 통과시키는 파이프 라인을 밀폐함에 설치하는 구멍과 파이프 라인 사이의 간격은 완벽하게 밀봉된다.
- [0054] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 밀폐함(801)은 스택(802)을 내부에 설치하기 위해서 스택 (802)의 길이만큼 충분히 커야 한다.
- [0055] 연료전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치에서, 밀폐함(801)의 내부로 또는 외부로 부품들을 교체하거나 제거하기 위해서 밀폐함(801)은 사용 가능하고 밀봉 가능한 문을 가져야 한다.
- [0056] 도6에 나타낸 스택(802)은 폐쇄 양극형 스택, 즉 그것의 양극 채널이 대기 중에 노출되지 않은 스택이다. 연료 전지의 수명을 연장시키기 위한 상기 장치는 개방 양극형 스택, 즉 그것의 양극 채널이 대기 중에 노출된 스택에도 적합할 수 있다. 한 가지 선택사항은 도7에 나타내었듯이 스택-공기-유입부 및 스택-공기-배출부 부분을 가는 배관(817)을 갖는 덮개(816)에 의해 완전히 덮는 것에 차이가 있다. 두 개의 덮개는 스택의 마주보는 면들에 장착되었고, 개방 양극 채널에 직접 부착되었다. 하나의 덮개는 주변으로부터 공기를 모아서 스택으로 보내고, 다른 덮개는 양극 배출부 가스를 대기 중으로 내보내며, 결과적으로 공기를 모든 개방 양극 채널에 균일하게 통과시킬 수 있다. 배관(817)은 적합한 크기의 것을 선정하며, 스택-공기-유입부 및 스택-공기-배출부 파이프 라인에 연결시킬 수 있다. 개방 양극형 스택을 운전하기 위한 또 다른 선택사항은 도8과 9에서 나타내었듯이 스택의 공기 채널과 접하고 있는 밀폐함 (801) 위에 사용 가능하고 밀봉 가능한 두 개의 문을 만드는 것이다. 이 두 개의 문은 연료전지 스택이 운전되는 동안에는 열려 있고 (도9), 미작동 동안에는 닫혀 있다 (도8).
- [0057] 상기 방법은 MEA 및 스택을 저장하는 기간 동안에도 사용될 수 있다. 그것들이 제작된 후 연료전지 시스템으로

결합되기 전에, 그것들은 보통의 대기 상태가 아니라 인위적인 H_2 환경에서 저장되며, H_2 환경은 밀폐함 내에서 유지될 수 있다.

[0058] MEA 및 스택을 저장하는 장치는 H_2 충전 밀폐함으로 구성되며, 여기에는 H_2 원과 밀폐함을 연결하기 위한 하나의 파이프 라인이 있고, 다른 하나의 파이프 라인은 밀폐함과 바깥 환경으로 연결된다. 여기에는 H_2 원과 밀폐함을 연결하는 파이프 라인 위에 연결된 하나의 솔레노이드 밸브가 있고, 밀폐함을 대기 중으로 연결시키는 파이프 라인에 부착된 한 개의 솔레노이드 밸브가 있다. 여기에는 밀폐함에 들어가서 채우는 H_2 압력을 조절하기 위해 사용되는 압력 레귤레이터가 H_2 원과 밀폐함을 연결하는 파이프 라인 위에 부착되어 있고, 밀폐함 내의 H_2 농도를 모니터하기 위해 H_2 농도 센서를 밀폐함 내에 설치되어 있다. 또한 밀폐함 내의 가스 압력을 모니터하기 위해 가스 압력 센서가 밀폐함 내에 설치되어 있고, 밀폐함의 내부로 또는 외부로 부품들을 교체하거나 제거하기 위해서 사용 가능하고 밀봉 가능한 문이 부착되어 있다.

[0059] 밀폐함(801)은 완벽하게 기밀되어 있기 때문에 그것이 한번 H_2 로 충전되면 지속적으로 H_2 를 유지한다.

[0060] 본 발명의 방법과 장치의 장점에는 다음 사항들이 포함된다: 인위적인 H_2 환경은 스택을 위해 조성되기 때문에 주변의 공기는 스택으로 들어갈 수 없으며, 음극실과 양극실은 H_2 로 채워지고, 따라서 OCV와 O_2/H_2 경계 형성에 의한 영향들을 완벽히 제거할 수 있다. MEA와 스택이 H_2 환경에서 보관되므로 그것들의 보관 기간 동안에 OCV의 영향을 완벽히 제거할 수 있다.

[0061] 연료전지 시스템이 미작동 상태가 된 후에 스택의 음극실과 양극실 두 곳을 H_2 로 채우는 몇 가지 방법이 있다. 가장 단순한 방법은 도4에 나타내었듯이 고분자 전해질 막 (PEM) 연료전지에서 PEM과 같은 전해질을 통해서 H_2 와 공기가 반대쪽 실로 자연 확산되는 것을 이용하는 방법이다. 초기 단계에서 음극실과 양극실은 각각 잔류 H_2 와 공기를 갖고 있다. 중간 단계에서 H_2 는 양극 쪽으로 확산되고, 약간의 공기는 음극 쪽으로 확산된다. 점선 직사각형 내의 H_2 와 O_2/N_2 는 반대편 실로부터 넘어오는 가스를 나타낸다. H_2 와 O_2 는 두 실에서 서로 만나 반응식 (1)에 따라 반응한다. 최종적으로 양극실로부터 출발된 모든 O_2 는 소모되기 때문에 음극실과 양극실에는 H_2 와 N_2 혼합물로 채워지게 된다. 음극실과 양극실의 절대 압력이 대기압보다 더 떨어지는 때가 있으며, 밀폐함(801) 내에 있는 H_2 약간이 실들로 확산되어 들어간다. 최종적으로 두 실의 절대 압력은 밀폐함 내의 H_2 압력과 같게 된다. 스택의 음극실과 양극실 두 곳을 H_2 로 채우는 또 하나의 방법은 연료전지 시스템이 외부 부하에 동력을 공급하는 것을 중단한 후에 H_2 에 의해 양극실 내의 공기를 퍼지시켜 제거하는 방법이다. 세 번째 방법은 모형 또는 보조 부하를 사용하여 양극실의 O_2 를 빠르게 소모시키는 것이다. 네 번째 방법은 소형 외부 동력을 이용하여 음극으로부터 양극으로 H_2 를 펌핑하는 것이다.

[0062] 자연적인 기체 확산에 의존하는 상기 방법에서 전해질을 통한 H_2 의 확산이 원활히 이루어지고 결과적으로 양극실에서 O_2 소모가 원활히 이루어지도록 하기 위해서 스택- H_2 -유입부는 열어둘 수 있다.

[0063] 스택이 H_2 가 충전된 밀폐함 내에 있기 때문에 음극실과 양극실은 연료전지의 미작동 시간이 아무리 오래되어도 그 기간 동안에 H_2 가 충전된 상태를 유지한다.

[0064] 도 5에서 나타내었듯이, 스택의 음극실과 양극실이 H_2 로 충전되었을 때 스택 각 단위 셀의 OCV와 음극/전해질 및 양극/전해질의 계면 전위는 모두 0V이다. 따라서 미작동 시간이 아무리 오래되어도 그 기간 동안에 OCV에 의해 유발되는 손상은 완벽하게 회피할 수 있다.

[0065] 이러한 조건하에서, 연료전지의 후속 시동 동안에 공기가 양극실에 들어갈 때 O_2/H_2 경계가 양극에서 형성되지 않지만 음극이 H_2 로 이미 차 있기 때문에 OCV와 스택 내 각 단위의 계면 전위의 음극/전해액 및 양극/전해액은 단지 1V 정도 높아질 수 있을 뿐이다. 전압 상황은 도 3에서 보여준 것과 동일하다. 따라서, 이러한 O_2/H_2 경계 형성은 음극이나 양극 어느 쪽에도 손상을 초래하지 않는다.

[0066] 개방 양극 스택을 사용하는 연료전지시스템 같은 경우, 커버는 도 7에서 보이는 바와 같은 스택 위에 만들어

질 수 있다.

[0067] 개폐가 가능한 문 또한 도 8 및 9에 보여지는 것처럼 공기가 개방 양극 스택을 관통할 수 있도록 관리하기 위해 밀폐함의 반대쪽 두개 면에 만들어질 수 있다. 연료전지 운전 상태에서 운전 가능 및 밀봉 가능한 이러한 문들은 공기가 각 개방 양극실을 균등하게 관통할 수 있도록 도 9에서 보는 것처럼 개방되어 있다. 문을 개방하는 한 가지 메커니즘은 스택의 개방 양극실이 외부에 완전히 노출되도록 하기 위해 문이 끝쪽으로 미끄러지도록 허용하는 것이다. 연료전지 비운전 상태에서는, 운전 가능 및 밀봉 가능한 이러한 문들은 폐쇄 및 밀봉되어 있으며 스택을 외부로부터 고립시키기 위해 도 8에서 보는 것처럼 밀폐함이 가스기밀을 가능케 해준다. 그런 다음, 밀폐함 속의 공기는 H_2 로 대체된다. 후속의 시동 과정에서, 운전 가능 및 밀봉 가능한 문들이 먼저 H_2 를 내보내기 위해 개방된 다음에 공기가 개방 양극실을 통해 유입된다.

[0068] 이전의 비운전 기간동안 H_2 환경에 노출되어 있던 연료전지 시스템의 스택이 재시동할 때, 폐쇄 양극 스택에 H_2 환경이 유지될 수 있다. 즉, 폐쇄 양극 스택이 운전 비운전 기간 둘 다에서 H_2 환경 내에 있을 수 있다는 의미로서 이에 따라 밀폐함은 연료전지 시스템의 전체 수명주기 동안 재 충전하기 위해 매우 적은 H_2 를 필요로하게 된다. 개방 양극 스택의 경우 밀폐함 내 H_2 는 연료전지 시스템이 재시동하기 전에 공기로 대체되며, 연료전지 시스템이 비운전 상태에 진입한 후에는 스택의 전압이 거의 0V로 떨어진 후에 밀폐함에 있던 공기가 H_2 로 대체된다.

[0069] 본 발명은 도면을 참조하여 예로서 설명한다.

[0070] 연료전지 수명 개선 방법

[0071] 스택에는 밀봉된 밀폐함 내로 제한된 H_2 환경이 조성되며 이 같은 밀봉된 밀폐함은 가스 기밀로서 H_2 취성에 내성을 갖는 물질로 만들어진다. 스택이 H_2 환경 내에 있기 때문에, 음극 및 양극이실 둘 다 H_2 로 차 있음을 보장함으로써 음극/전해질과 양극/전해질 계면 전위가 전체 연료전지 비운전 상태에서 약 1V가 되는 것을 방지하기 위해, 그리고 연료전지 중단 및 시동 과정 동안에 O_2/H_2 경계 형성에 기인한 손상을 방지하기 위해, 그 환경에서의 공기는 전체 연료전지 비운전 기간 동안에는 스택으로 확산될 수 없다.

[0072] 절차는 다음과 같다. 연료전지가 비운전 상태에 진입한 후, 스택 공기 흡입구(812), 스택 공기 배출부(813) 및 스택 H_2 배출부(802)는 폐쇄되지만 밀폐함 H_2 유입부는 H_2 환경에서 스택을 만들기 위해 개방 상태로 유지된다. 스택을 위한 이 같은 H_2 환경은 연료전지 시스템이 처음 운전되는 동안에 조성되어 폐쇄 양극 스택에 대한 연료전지 시스템의 수명 내내 유지될 수 있다. 음극실에 남아 있는 H_2 와 양극실에 남아있는 O_2 는 전해질 3을 통해 반대 챔버로 확산되어 화학반응으로 H_2O 를 형성하게 됨에 따라 두 챔버는 결국에는 H_2 와 N_2 의 혼합물로 가득 차게 될 것이다. 스택- H_2 -유입부(808)은 연료전지 시스템이 비운전 상태로 진입하는 순간 폐쇄될 수도 있고; 연료전지 시스템이 비운전 상태로 진입한 후에도 10-20분 동안 개방된 상태로 남아있다가 나중에 폐쇄될 수도 있고; 또한 계속해서 개방 상태로 유지될 수도 있다. 스택- H_2 -유입부가 개방 상태에 있을 때에, H_2 는 스택- H_2 -유입부(808)을 통해 스택(802)로 진입할 수 있는데, 이렇게 되면 전해액(3)을 통해 H_2 의 확산을 촉진하게 될 것이다. 이 과정에서, 밀폐함(801) 내의 H_2 압력은 1.1 기압처럼 1기압보다 더 높게 유지된다.

[0073] 연료전지 시스템이 비운전 상태로 진입한 후 곧바로, 양극이실 내 O_2 는 전해질(3)을 통한 확산으로 음극실에서 나오는 H_2 에 의해 완전 소비될 것이기 때문에 양극실은 결국 H_2 와 N_2 의 혼합물로 가득 차게 되지만 주성분은 N_2 이다. 마찬가지로, 공기가 전해질(3)을 통해 양극에서 음극으로 확산되고; 음극실에서는 O_2 가 H_2 와 화학반응을 일으키지만 N_2 는 반응에 참가하지 않으며; 이에 따라 음극이실 또한 H_2 가 주성분인 가운데 H_2 와 N_2 의 혼합물로 가득 차게 된다. 전체 과정이 도 4에 제시되어 있는데, 여기서는 점선 직사각형으로 된 H_2 혹은 O_2/N_2 가 반대 챔버에서 나온 가스를 나타낸다. 음극 및 양극이실 모두 H_2 (그리고 불활성 가스 N_2)로 가득 차기 때문에, 음극/전해질 및 양극/전해질 계면 전위는 모두 도 5의 반응 (3)에 의해 결정된 0V이다. 따라서, 음극이나 양극에 대한 OCV 피해는 전혀 없으며, 이것은 음극/전해액 및 양극/전해액 계면 전위가 약 1V인 도 1에서 보이는 상황과 확실히 대조적이다. 공기가 다음 시동 동안에 양극으로 보내질 때, O_2 는 도 3에서 보이는 것처럼 O_2/H_2 를 형성하기 위해

양극에 이미 존재하는 H_2 와 만날 것이다. 하지만, 음극 및 양극이실 모두 처음에는 H_2 로 가득 차기 때문에, 이 같은 O_2/H_2 경계의 형성은 도 2에서 보이는 파트 IV의 거의 2V의 전극/전해액 계면 전위가 아니라, 정상적인 OCV로서 도 3에서 보이는 것과 같이 파트 IV의 전극/전해액 계면 전위를 약 1V까지 상승시킬 뿐으로, 결국 도 2에서 보이는 높은 전극/전해액 계면 전위의 영향은 피하게 된다.

[0074] 상기 방법에서, 양극실에 남아있는 O_2 는 연료전지 시스템이 비운전 상태로 진입한 후 H_2 에 의해 빠르게 제거될 수 있다.

[0075] 상기 방법에서, 스택- H_2 -유입부(808)이 개방 상태일 때, 스택(802)의 양극실에 남아있는 O_2 는 연료전지 시스템이 비운전 상태로 진입한 후에 스택(802)을 더미(dummy) 혹은 보조부하로 연결시킴으로써 빨리 소비될 수 있다. 언급된 더미 혹은 보조부하는 연료전지 시스템이 전원을 공급하는 부하가 아닌 적당하게 작은 부하를 말하는 것으로, 더미 혹은 보조부하는 저항기 혹은 제어판 혹은 작은 팬과 같은 연료전지 시스템의 소모동력 소비 장치일 수 있다.

[0076] 상기 방법에서, 스택 H_2 유입부(808)가 개방 상태에 있을 때, 스택(802)의 양극실에 남아있는 O_2 는 스택(802)의 각 음극(1)에 약 50mV의 전압과 스택(802) 내의 각 MEA의 각 양극(2)에 약 0mV 전압을 적용하는 작은 외부 전원(8)의 사용을 통해 음극에서 양극으로 H_2 를 펌핑함으로써 빠르게 소비될 수 있다(도 19).

[0077] 상기 절차에서, 밀폐함- H_2 -유입부(814)는 항상 개방 상태로 있다. 연료전지 시스템이 외부 부하에 전원 공급을 중단한 후 밀폐함- H_2 -유입부(814)가 개방 상태에 있지 않다면, 그것은 개방될 수 있다. 밀폐함- H_2 -유입부-솔레노이드 밸브(803)의 개방은, 연료전지가 외부 부하에 전원 공급을 중단한 후 즉시 또는 스택 OCV가 전해질을 통한 H_2 및 O_2 의 자연적인 확산을 통하여, 또는 H_2 를 지닌 양극실의 배기를 통하여, 또는 더미 혹은 보조 부하를 사용하여, 또는 양극실의 O_2 를 소비하기 위해 외부 전원을 사용함으로써, 거의 0V까지 떨어진 후에 이루어질 수 있다.

[0078] 연료전지의 수명을 증가시키는 장치

[0079] 발명된 방법을 수행하기 위한 장치가 도 6에 표시되어 있다. 장치는 스택 802가 위치한 H_2 충진 밀폐함(801)로 구성된다. 밀폐함(801) 내 H_2 환경의 H_2 농도를 조정하기 위해 밀폐함(801)에는 밀폐함- H_2 -유입부(814)와 밀폐함- H_2 -배출부(815)가 있다. 밀폐함(801)에 들어오고 나가는 H_2 를 제어하기 위한 밀폐함- H_2 -유입부-솔레노이드 밸브(803)와 밀폐함- H_2 -배출부-솔레노이드 밸브(804)가 각각 존재한다. 밀폐함(801)에는 스택(802)에 연결된 파이프라인이 관통할 수 있도록 적당한 크기의 몇 개의 개구부(도 6에 없음)가 존재하는데, 파이프라인과 개구부 사이 간극은 H_2 의 누출을 방지하기 위해 밀봉되어 있으며, 언급된 파이프라인은 스택- H_2 -유입부(808)와 스택- H_2 -배출부(809)를 통해 스택(802)으로 연결되는 H_2 파이프라인, 스택-공기-유입부(812)와 스택-공기-배출부(813)를 통해 스택(802)으로 연결된 공기 파이프라인, 스택-냉매-유입부(810)와 스택 냉각재 배출부(811)를 통해 스택(802)으로 연결된 냉매 파이프라인 등을 포함할 수 있다. 상기과 같은 배열 상태에서, 스택(802)은 연료전지 비운전 기간 동안에 스택(802)의 음극 및 양극이실 모두가 H_2 로 가득 차 있도록 보장하기 위해 내부가 H_2 로 가득 차있는 밀폐함(801)에 위치해 있다. 밀폐함- H_2 -유입부(814) 앞에는 압력조절기(806)이 위치해 있으며; 밀폐함(801) 내 H_2 압력이 압력조절기(806)에 의해 정해진 H_2 압력과 동일해질 때 H_2 는 밀폐함(801)에 대한 진입을 멈출 것이며; 밀폐함(801) 내 가스 압력이 떨어질 때 H_2 는 자동적으로 밀폐함(801)으로 진입할 것이다. 스택(802)의 돌출 부위가 밀폐함(801)의 손상을 초래하지 않도록 스택(802)을 물리적으로 지지하기 위해 밀폐함 내에 지지대(805)가 있다. H_2 농도를 모니터링하기 위해 밀폐함(801) 내에 H_2 농도 센서(807)가 존재한다. 밀폐함(801) 내의 총 가스압력을 모니터링 하기 위해 가스 압력 센서(도 6에 없음)가 있다. 특히 동절기에 스택의 저온 시동을 돕기 위해 밀폐함(801)의 외부 혹은 내부 표면 주위를 감싸는 단열 물질이 있다(도 6에 없음). 밀폐함(801)은 H_2 를 통과시키지 않으면서 H_2 취성에 대항하는 좋은 특성을 가지는 알루미늄 혹은 그 합금, 스테인리스 강철, 또는 밀도가 높은 폴리에틸렌과 같은 물질로 만들어진다. 밀폐함의 벽 두께는 약 1-3mm이다. 물이 스택(802)에서 응결되는 것을 방지하여 스택(802)을 건조 상태로 유지하기 위해 밀폐함(801) 내에는 물과 습기를 흡수하는 건조제(도 6에는 없음)가 있다. 개방 양극 스택의 경우 도 7과 같이 스택(802)에 설치된 커버들(816)

이 존재하는데, 그것의 더 넓은 측면은 스택(802)의 공기 채널을 덮고 있으며, 그것의 좁은 덕트(817)는 스택 공기 유입부 파이프라인과 스택-공기-배출부 파이프라인과 연결되어 있다. 개방 양극 스택은 공기 채널이 외부에 개방되어 있는 스택을 말한다. 커버(816)와 덕트(817)의 사용으로, 개방 양극 스택은 위에서 설명한 폐쇄 양극 스택과 마찬가지로 보호된다.

[0080]

[0081]

도 8와 9에서 보듯이, 밀폐함(801)에는 필요시 개폐가 가능하고 운전 가능 및 밀봉 가능한 문(818)이 존재할 수 있다. 개방 양극 스택이 사용될 때에는 스택 공기 채널의 양 끝에 면하는 위치한 2개의 문(818)이 존재한다. 문(818)이 폐쇄 상태에 있을 때, 전체 밀폐함(801)은 가스 기밀된다. 문(818)은 2가지 주요 기능을 갖는데 한 가지 기능은 스택과 같은 부품을 밀폐함 내부로 배치 및 제거하는 것이고, 다른 한 가지 기능은 연료전지 시스템 운전 동안에 개방 양극 스택이 공기를 외부로부터 받을 수 있게 하는 것이다. 문(818)을 개방하는 방법은 많이 있다. 한 가지 방법은 도 9에서 보듯이 문을 끝쪽으로 미끄러지게 허용하는 것이다. 연료전지 시스템이 비운전 상태에 진입할 때 문(818)은 스택(802)을 외부로부터 분리시키기 위해 폐쇄되어 밀폐함(801)을 도 8에서 도시되는 것처럼 H_2 충전 가스 기밀 상태로 만든다.

[0082]

연료전지 수명 증가를 위한 절차

[0083]

다음은 상기 발명을 상세 설명하기 위한 사례로서 일부 절차이다 본 발명이 그러한 사례에 제한되지 않음은 분명하다.

[0084]

사례 1

[0085]

도 10은 밀폐함이 이미 H_2 로 가득 차 있는 가운데 밀폐함- H_2 -유입부-솔레노이드 밸브가 개방 상태에 있을 때의 중단 절차를 나타낸 것이다. 연료전지 시스템이 외부 부하에 전원을 제공할 필요가 없을 때에는 접촉기 혹은 다른 연결장치를 개방함으로써 연료전지 시스템과 언급된 부하 사이 전기 연결을 차단하고; 스택-공기-유입부 솔레노이드 밸브와 스택-공기-배출부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 스택- H_2 -배출부 솔레노이드 밸브와 스택- H_2 -유입부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 연료전지 시스템을 유휴 또는 중단 상태로 두기 위해 다른 기존 단계들을 수행할 것.

[0086]

이 사례에서, 밀폐함- H_2 -유입부-솔레노이드 밸브는 연료전지 시스템이 운전 혹은 비운전 상태에 있는 동안 내내 열린 채로 유지된다. 밀폐함(801)이 가스 기밀이기 때문에, 밀폐함 내 H_2 농도는 전체 과정 동안에 거의 변하지 않는다. 밀폐함(801)이 설계결함으로 인해 완전 가스 기밀에 도달하지 못하는 경우, 밀폐함 내의 H_2 압력을 압력조절기(806)에 의해 미리 정해진 것과 동일하게 유지하기 위해 H_2 는 밀폐함에 서서히 계속 유입될 것이다.

[0087]

전해질(3)을 통한 H_2 와 공기의 확산 때문에 그리고 스택(802)의 음극실에 남아있는 H_2 의 양이 스택(802)의 양극실에 남아있는 O_2 의 양보다 더 많기 때문에, 음극실과 양극실 모두 결국에는 도 4에서 보는 바와 같이 H_2 와 N_2 의 혼합물로 가득 차게 될 것이다. 이 과정의 어떤 단계에서, 음극실 혹은 양극실 내의 총 가스 압력이 밀폐함(801) 내의 H_2 압력 이하로 떨어지게 됨으로써 밀폐함(801) 내의 일부 H_2 가 음극실과 양극실 모두로 확산되어 결국 각 챔버 내의 최종적인 가스 압력은 밀폐함(801) 내의 H_2 압력과 동일해지게 된다. 나중에는, 밀폐함이 가스 기밀이기 때문에 H_2 가 더 이상은 밀폐함(801)로 들어오지 못하게 됨으로써 결국 H_2 손실은 전혀 발생하지 않을 것이다. 밀폐함- H_2 -유입부-솔레노이드 밸브(803)가 항상 개방된 채로 있다는 것은 밀폐함(801)이 항상 H_2 로 가득 차 있다는 것과 그것의 압력이 압력조절기(806)에 의해 설정된 것과 동일하다는 것을 보장하는 것이다. 압력조절기(806)에 의해 설정된 압력은 밀폐함(801)이 설계결함으로 인해 완전한 가스 기밀을 달성하지 못하는 경우에서조차 외부 공기가 밀폐함(801)으로 확산되는 것을 완벽하게 방지하기 위해 1.05 기압처럼 대기압보다 단지 약간만 더 높을 필요가 있다.

[0088]

사례 2

[0089]

도 11은 밀폐함이 이미 H_2 로 가득 차 있으면서 밀폐함- H_2 -유입부-솔레노이드 밸브가 개방 상태로 있을 때의 또 하나의 중단 절차를 보여준다. 연료전지 시스템이 외부 부하에 전원을 공급할 필요가 없을 때에는 접촉기 혹은 다른 연결장치를 개방함으로써 연료전지 시스템과 언급된 부하 사이 전기 연결을 차단하고; 스택-공기-유입부 솔레노이드 밸브와 스택-공기-배출부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 스택- H_2 -배출부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고;

연료전지 시스템을 비운전 상태로 두기 위해 다른 기존의 단계들을 수행할 것.

[0090] 이 절차의 3번째 단계에서는, 스택-H₂-배출부 솔레노이드 밸브만이 폐쇄된다. 즉, 스택-H₂-유입부 솔레노이드 밸브는 폐쇄되지 않는다. 이러한 배치는 스택(802)의 음극실이 항상 H₂로 가득 차 있는 상태에서 음극에서 양극으로 H₂의 확산을 촉진함으로써 양극의 산소가 전해질(3)을 통하여 확산되는 H₂에 의해 더 빨리 소비될 수 있도록 보장할 수 있다.

[0091] 사례 3

[0092] 도 12는 밀폐함이 연료전지 시스템 운전 중 공기로 가득 차 있을 때의 중단 절차를 보여준다. 연료전지 시스템이 외부 부하에 전원을 공급할 필요가 없을 때에는 접촉기 혹은 다른 연결장치를 개방함으로써 연료전지 시스템과 언급된 부하 사이 전기 연결을 차단하고; 스택-공기-유입부 솔레노이드 밸브와 스택-공기-배출부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 스택-H₂-배출부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 스택 전압이 거의 0V까지 떨어진 후에 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브 803과 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브 804를 개방하고; 2분 후에 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 연료전지 시스템을 비운전 상태로 두기 위해 다른 기존 단계들을 수행할 것.

[0093] 이 사례에서는, 스택 전압이 거의 0V까지 떨어진 후에 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브(803)와 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브(804)가 개방되며; 2분 동안 밀폐함이 H₂로 가득 찬 후에 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브가 폐쇄되지만, 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브는 나중에 개방된 상태로 유지된다.

[0094] 사례 4

[0095] 도 13은 밀폐함이 H₂로 가득 차고 밀폐함-H₂-솔레노이드 밸브가 연료전지 시스템의 운전 중 폐쇄 상태에 있을 때의 중단 절차를 보여준다. 연료전지 시스템이 외부 부하에 전원을 공급할 필요가 없을 때에는 접촉기 혹은 다른 연결장치를 개방함으로써 연료전지 시스템과 언급된 부하 사이 전기 연결을 차단하고; 스택-공기-유입부 솔레노이드 밸브와 스택-공기-배출부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 스택-H₂-배출부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브(803)를 개방하고; 15분 후에 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브(803)를 폐쇄하고; 연료전지 시스템을 비운전 상태로 두기 위해 다른 기존 단계들을 수행할 것.

[0096] 연료전지가 비운전 상태로 진입한 후, 처음에 양극실에 남아있던 O₂는 약 10~20분(이 시간은 전해질의 두께에 따라 달라지며; 일부 측정에 의하면, 50 μm 미만의 두께를 가진 PEM의 경우 약 15분을 나타내었다) 후 전해질을 통한 확산에 의해 음극실에서 나오는 H₂와 화학 반응함으로써 완전히 소비될 수 있다. 따라서, 밀폐함이 완전 가스 기밀일 경우에는 약 15분 후 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브를 개방 상태로 유지할 필요가 없다. 이 절차에서 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브는 폐쇄 상태로 유지된다.

[0097] 사례 5

[0098] 도 14는 밀폐함이 처음에 공기로 가득 차 있을 때의 절차를 보여준다. 예를 들어, 연료전지 시스템이 처음으로 시동될 때 밀폐함은 공기로 가득 차 가능성이 높으며, 연료전지 시스템이 외부 부하에 대한 전원공급을 중단한 후에도 밀폐함은 여전히 공기로 가득 차 있을 것이다. 연료전지 시스템이 외부 부하에 전원을 공급할 필요가 없을 때에는 접촉기 혹은 다른 연결장치를 개방함으로써 연료전지 시스템과 언급된 부하 사이 전기 연결을 차단하고; 스택-공기-유입부 솔레노이드 밸브와 스택-공기-배출부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 스택-H₂-배출부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 스택 전압이 거의 0V까지 떨어진 후 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브(803)와 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브(804)를 개방하고; 밀폐함 내의 H₂ 농도가 77%보다 높아질 때 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브(804)를 폐쇄하고; 연료전지 시스템을 비운전 상태로 두기 위해 다른 기존 단계들을 수행할 것.

[0099]

[0100] 공기 중 H₂의 연소 한계가 4~77% vol. 이기 때문에 H₂ 농도가 77%보다 클 때 H₂와 공기의 혼합물은 연소될 수 없을 것이다. 밀폐함(801)의 H₂ 체적농도가 전체 비운전 기간 동안 항상 77%보다 높도록 보장하기 위해, 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브와 스택-H₂-유입부 솔레노이드 밸브 모두 개방된 채로 유지된다.

[0101] 사례 6

[0102] 도 15는 밀폐함이 처음에 공기로 가득 차 있을 때 또 하나의 절차를 보여준다. 연료전지 시스템이 외부 부하에 전원을 공급할 필요가 없을 때에는 접촉기 혹은 다른 연결장치를 개방함으로써 연료전지 시스템과 언급된 부하 사이 전기 연결을 차단하고; 스택-공기-유입부 솔레노이드 밸브와 스택-공기-배출부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 스택-H₂-배출부-솔레노이드 밸브와 스택-H₂-유입부-솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브(803)와 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브(804)를 개방하고; 밀폐함 내의 H₂ 농도가 거의 100%에 도달할 때 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브(804)를 폐쇄하고; 연료전지 시스템을 비운전 상태로 두기 위해 다른 기존 단계들을 수행할 것.

[0103] 밀폐함 내부가 100% vol. H₂ 상태라면, 어떠한 O₂도 스택 내로 확산되지 않는다는 것이 보장되며, 이것은 스택 내의 공기/연료 경계 형성을 방지하고, 전체 비운전 기간 동안 OCV의 영향과 공기/H₂ 경계의 형성을 효과적으로 제거한다.

[0104] 사례 7

[0105] 도 16은 밀폐함이 처음에 공기로 가득 차 있을 때의 또 다른 절차를 보여준다. 연료전지 시스템이 외부 부하에 전원을 공급할 필요가 없을 때에는 접촉기 혹은 다른 연결장치를 개방함으로써 연료전지 시스템과 언급된 부하 사이 전기 연결을 차단하고; 스택-공기-유입부 솔레노이드 밸브와 스택-공기-배출부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 스택-H₂-배출부 솔레노이드 밸브와 스택-H₂-유입부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 스택 전압이 거의 0V까지 떨어진 후에 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브(803)와 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브(804)를 개방하고; 밀폐함 내의 H₂ 농도가 거의 100%에 도달한 후 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브(804)와 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 연료전지 시스템을 유휴 상태로 두기 위해 다른 기존 단계들을 수행하고; 기 언급된 압력이 압력조절기(806)에 의해 미리 정해진 압력에 도달하도록 만들기 위해 밀폐함(801) 내의 H₂ 압력이 미리 정해진 값으로 떨어질 경우 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브를 개방하고; 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브(803)을 폐쇄하고; 언급된 마지막 두 가지 단계를 반복한다.

[0106]

[0107] 이 절차에서, 미리 정해진 압력은 1.01 기압처럼 1기압보다 약간 더 높을 필요가 있다. 마지막 두가지 단계의 반복을 통해, 밀폐함 내의 H₂ 압력은 물론 외부로부터 O₂가 밀폐함 801로 진입할 수 없음으로써 O₂가 스택에 들어오지 못하게 되고 아울러 OCV의 영향과 공기/H₂ 경계의 형성도 효과적으로 제거된다. 마지막 두 가지 단계를 자동적으로 수행할 수 있도록 하기 위하여, 연료전지 시스템은 중단 상태가 아닌 유휴 상태에 있게 된다.

[0108] 사례 8

[0109] 도 17의 절차는 개방 양극 스택이 사용될 때 밀폐함(801)이 운전 가능 및 밀봉 가능한 문을 가지는 상황에 적용될 수 있다(도 8과 9 참조). 연료전지 시스템이 외부 부하에 전원을 공급할 필요가 없을 때에는 접촉기 혹은 다른 연결장치를 개방함으로써 연료전지 시스템과 언급된 부하 사이 전기 연결을 차단하고; 밀폐함(801)에 있는 문(818)을 폐쇄하고; 스택-H₂-배출부 솔레노이드 밸브와 스택-H₂-유입부 솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 스택 전압이 거의 0V까지 떨어진 후에 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브(803)와 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브(804)를 개방하고; 밀폐함 내의 H₂ 농도가 거의 100%에 도달할 때 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브를 폐쇄하고; 연료전지 시스템을 비운전 상태로 두기 위해 다른 기존 단계들을 수행할 것.

[0110] 사례 9

[0111] 도 18의 절차는 MEA와 스택이 연료전지 시스템으로 통합되기 전 저장하는데 적용할 수 있다. MEA 혹은 스택을 밀폐함에 배치하고; 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브와 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브를 개방하고; 밀폐함 내의 H₂ 농도가 거의 100%에 도달할 때 밀폐함-H₂-배출부-솔레노이드 밸브를 폐쇄할 것.

[0112] 상기 사례 2,3 및 4에서는, 스택-H₂-유입부 솔레노이드 밸브가 개방 상태로 유지되기 때문에, 양극실에 남아있는 O₂는 더미 혹은 보조 부하를 사용함으로써 빨리 소비될 수 있으며, 전체 과정에 소요되는 시간은 더미 혹은

보조 부하의 전원 소비 속도와 양극실의 양에 따라 달라지지만 약 1분 정도면 된다. 스택 전압이 거의 0V로 떨어질 때에는 스택으로부터 더미 혹은 보조 부하를 단절시킬 것. 스택의 음극실은 많은 H_2 를 포함하고 있기 때문에, 이 과정으로 인해 스택에 손상이 가지는 않을 것이다.

[0113] 상기 사례 2, 3 및 4에서는, 스택- H_2 -유입부 솔레노이드 밸브가 개방 상태로 유지되기 때문에, 양극실에 남아있는 O_2 는 외부 전원을 사용함으로써 빨리 소비될 수 있다. 외부 전원은 스택 내의 각 음극에 약 50mV의 전압을 사용하며 각 양극에 대해서는 0mV를 사용한다. 음극의 H_2 는 반응 (3)에서 보듯이 전자와 양자로 산화되어; 반응 (2)에서 보듯이 물을 형성할 목적으로, O_2 와 반응하기 하기 위해 양극으로 이동한다. 전체 과정이 도 19에 나타나 있다. 전체 과정에 소요되는 시간은 불과 1분이다.

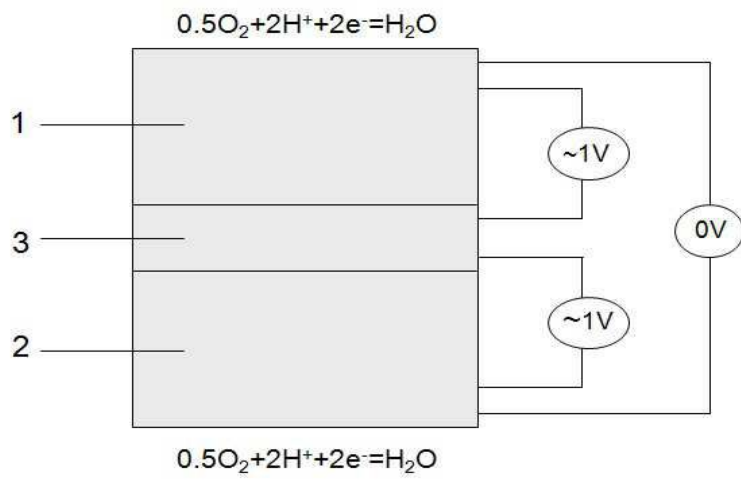
[0114] 본 발명을 수행하기 위한 모든 절차를 나열하는 것은 불가능하다. 상기의 모든 사례는 단지 예시 목적일 뿐으로, 현재 발명의 한계로서 사용되어서는 안 된다. 본 발명에 관한 설명과 사례에 기반하여, 이 분야의 일반적인 기술자들은 많은 변형을 찾아 낼 수 있으나, 그러한 모든 변형도 본 발명 범위에 속한다.

부호의 설명

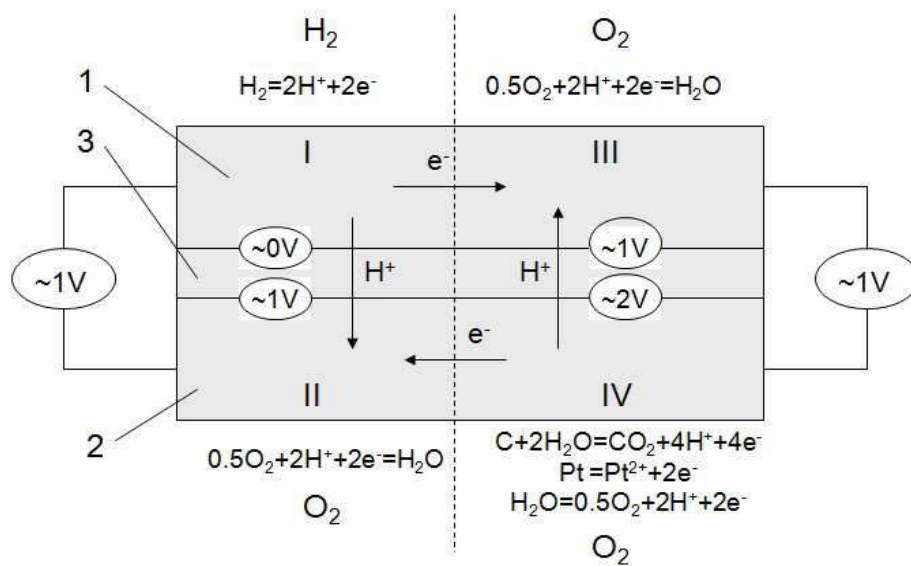
[0115] 1 - 음극 2 - 양극
3 - 전해질 4 - 초기 단계
5 - 중간 단계 6 - 최종 단계
7 - 수소원 8 - 외부 에너지원
801 - 밀폐함 802 - 스택
803 - 밀폐함- H_2 -유입부-솔레노이드 밸브
804 - 밀폐함- H_2 -배출부-솔레노이드 밸브
805 - 스택 지지체 806 - 압력 레귤레이터
807 - H_2 농도 센서 808 - 스택- H_2 -유입부
809 - 스택- H_2 -배출부 810 - 스택-냉매-유입부
811 - 스택-냉매-배출부 812 - 스택-공기-유입부
813 - 스택-공기-배출부 814 - 밀폐함- H_2 -유입부
815 - 밀폐함- H_2 -배출부 816 - 개방 양극형 스택용 덮개
817 - 배관 818 - 문

도면

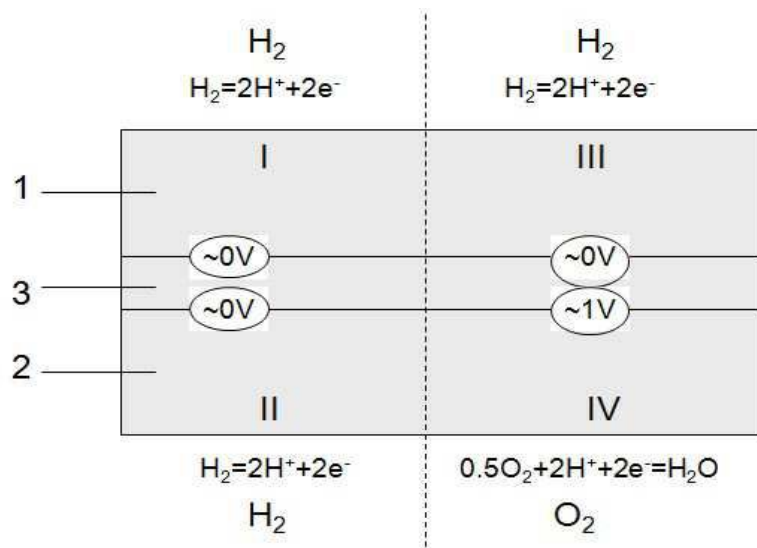
도면1



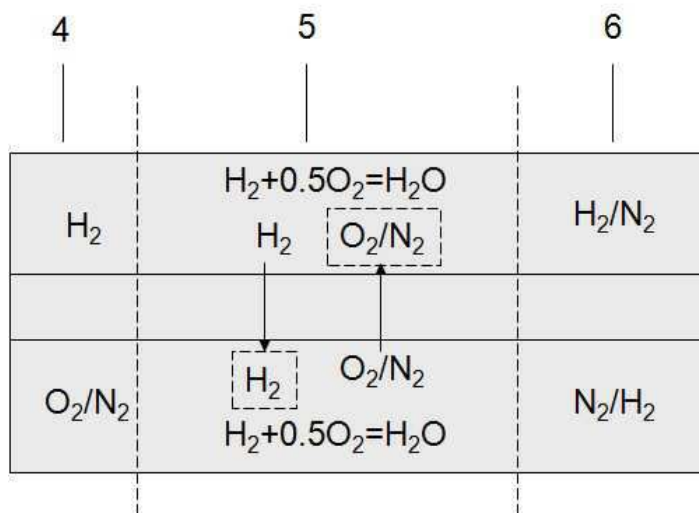
도면2



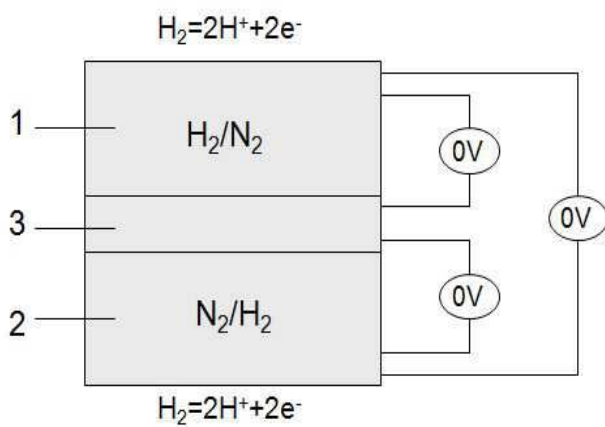
도면3



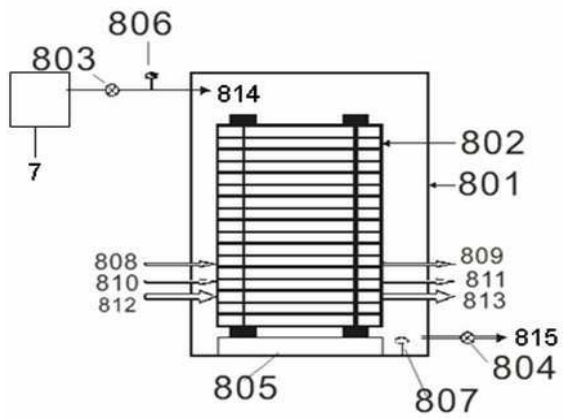
도면4



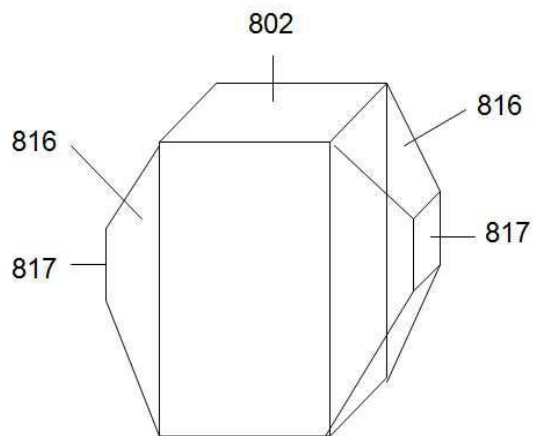
도면5



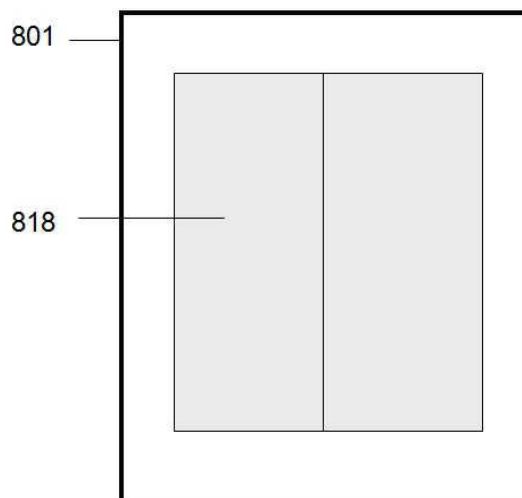
도면6



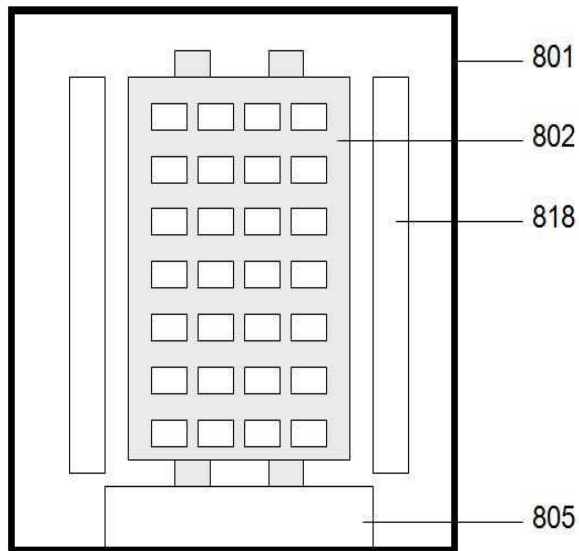
도면7



도면8

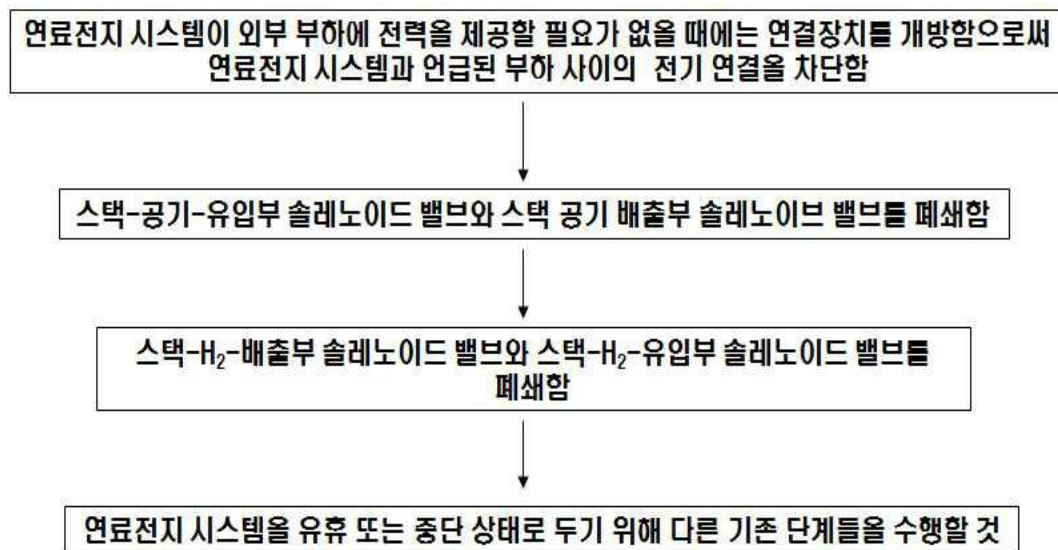


도면9



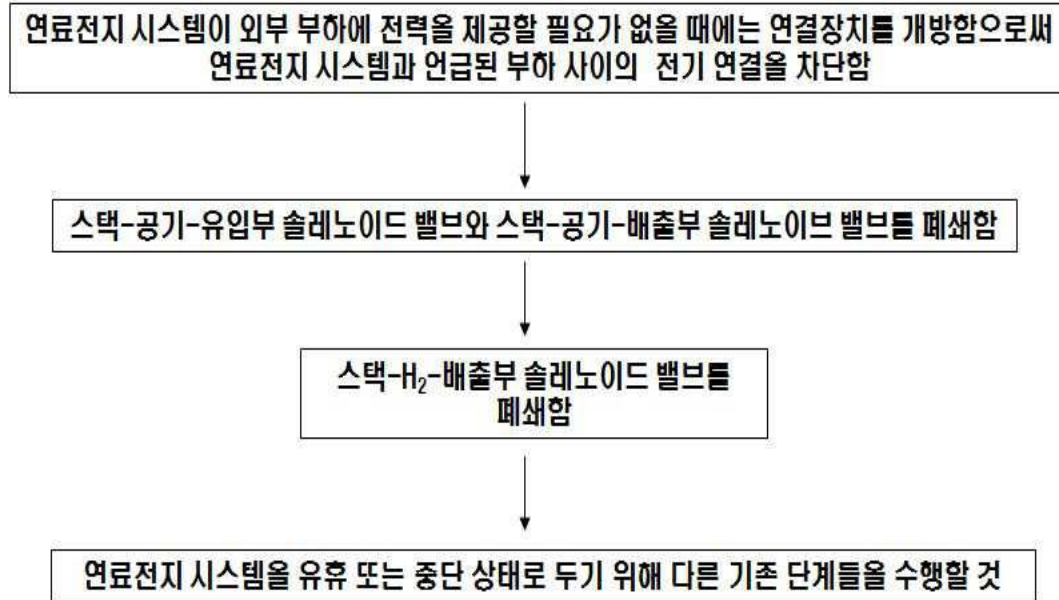
도면10

[밀폐함은 이미 H_2 로 가득 차 있으며 밀폐함- H_2 -유입부-솔레노이드 밸브는 개방상태임]



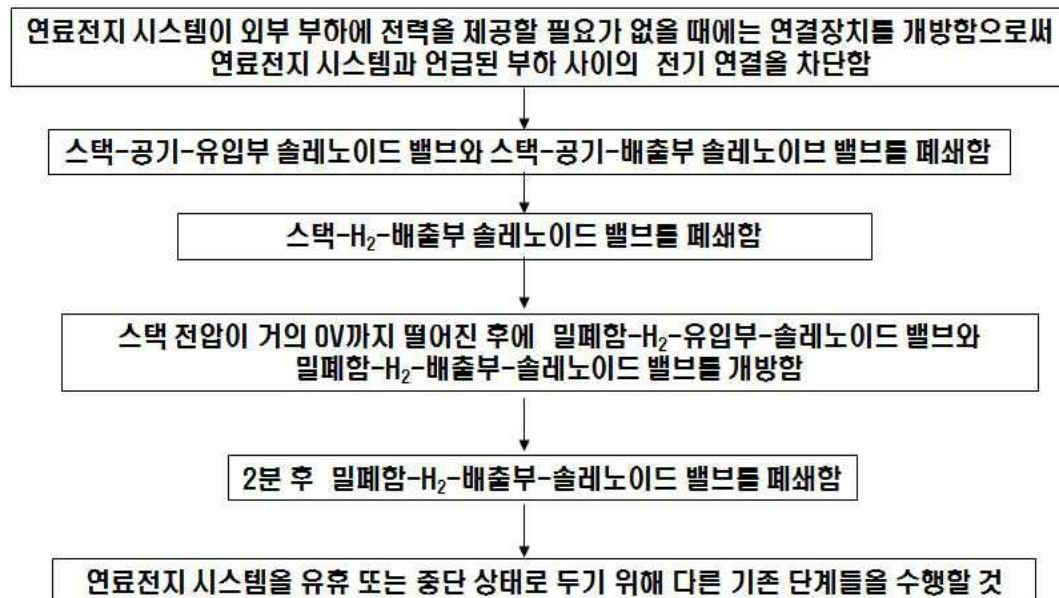
도면11

[밀폐함이 이미 H₂ 로 가득 차 있으며 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브는 개방상태임]



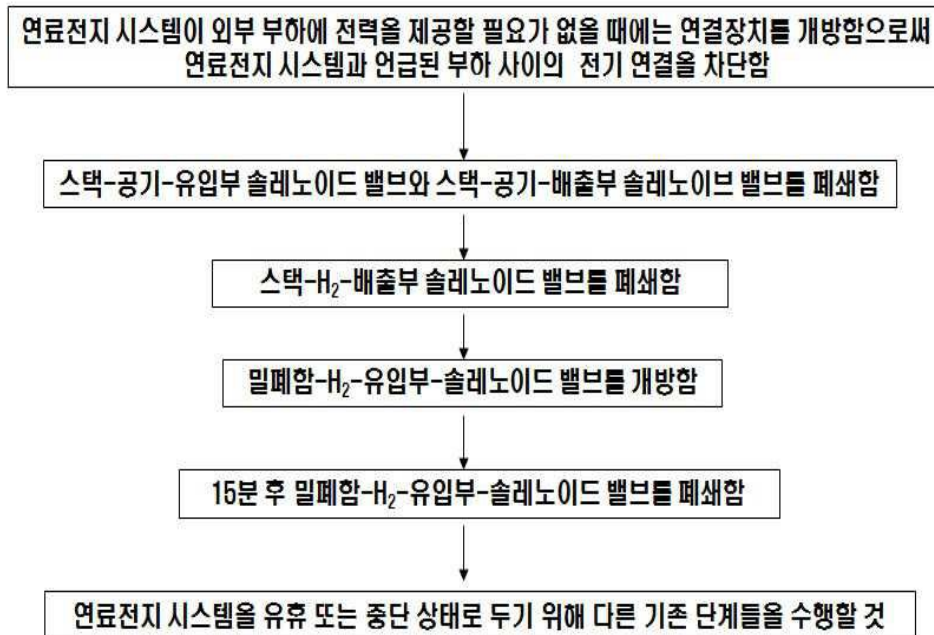
도면12

[밀폐함은 연료전지 시스템의 운전기간 동안 공기로 가득 차 있음]



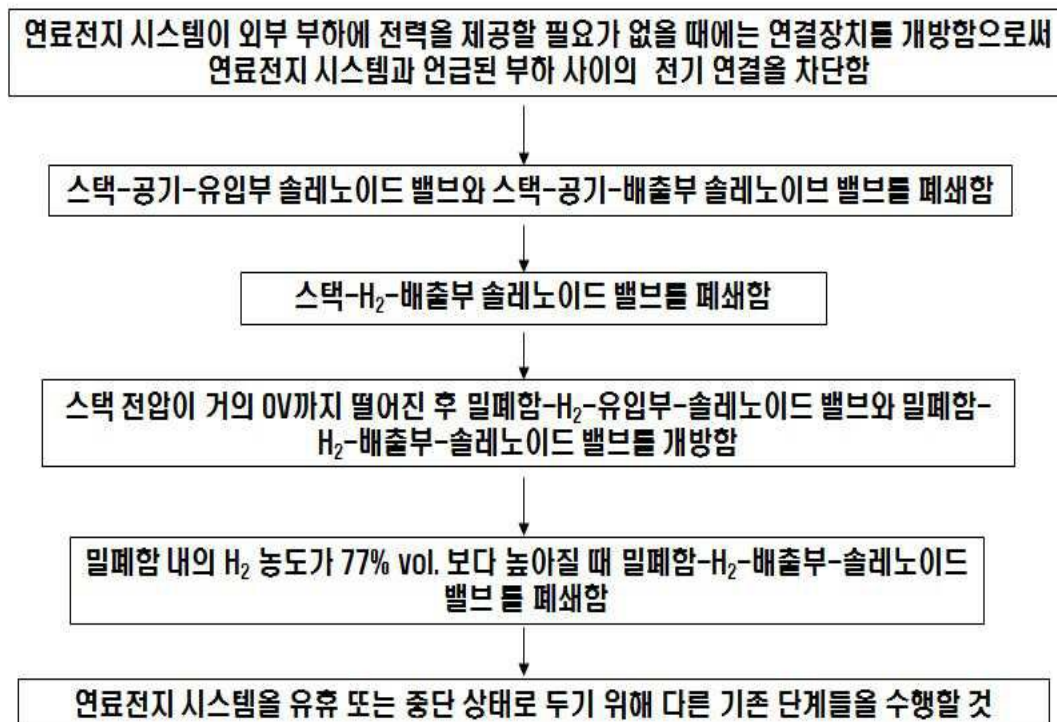
도면13

[밀폐함이 H₂로 가득 차고 밀폐함-H₂-유입부-솔레노이드 밸브는 연료전지 시스템의 운전 중 폐쇄 상태]

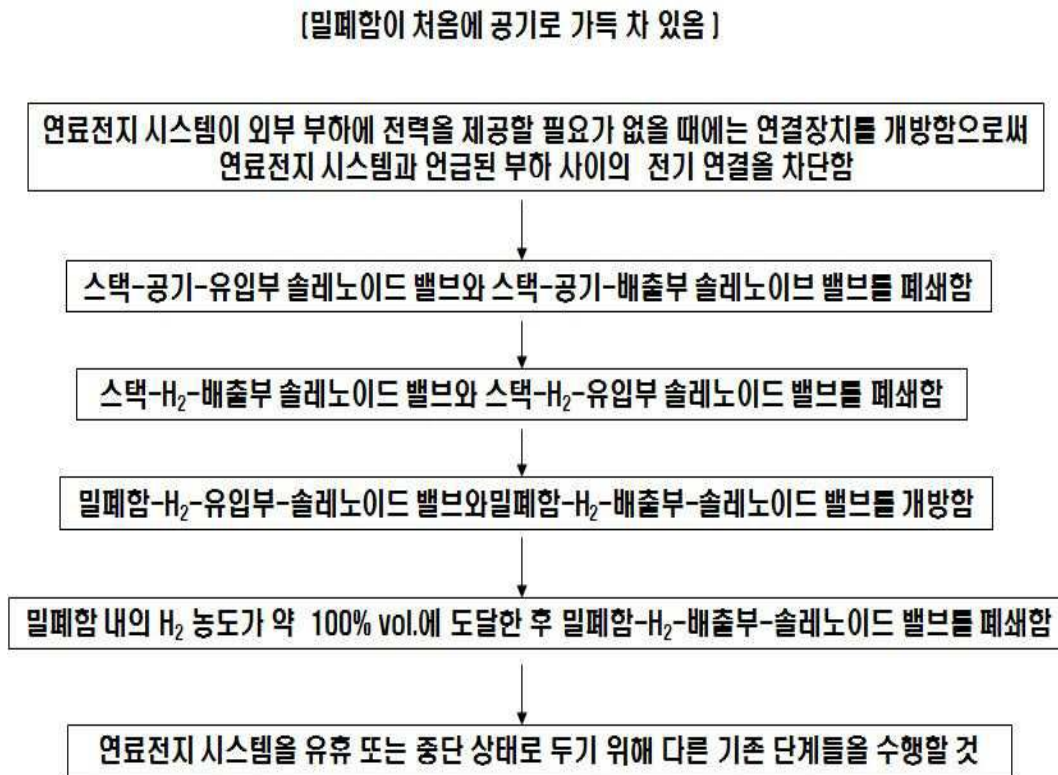


도면14

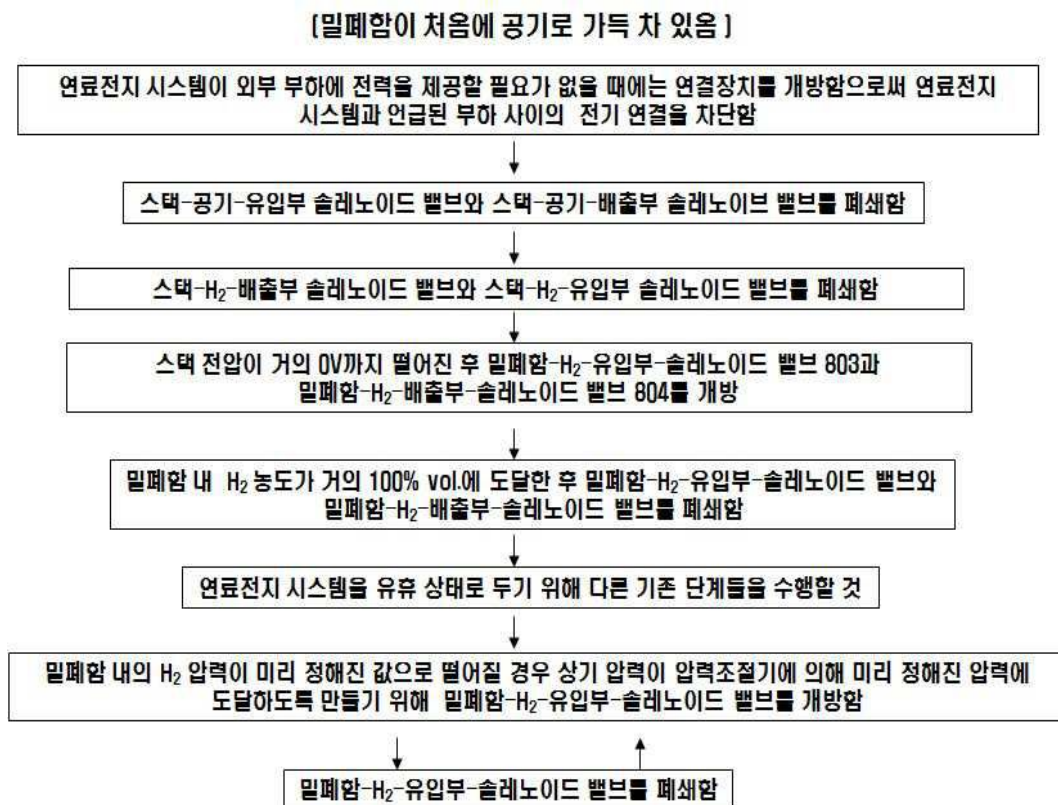
[밀폐함이 처음에 공기로 가득 차 있음]



도면15

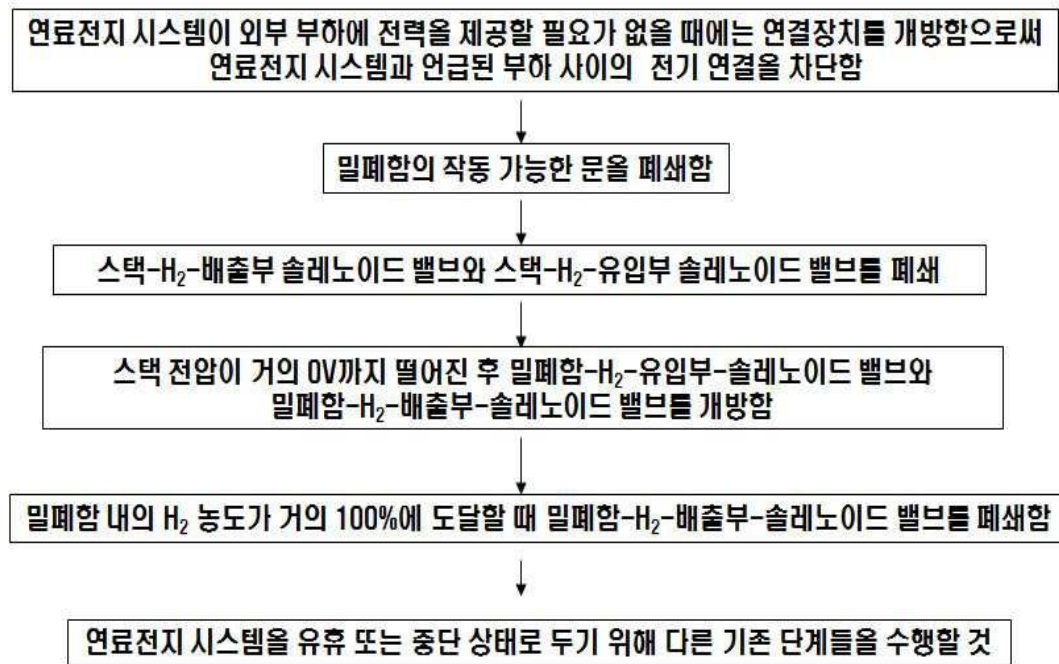


도면16

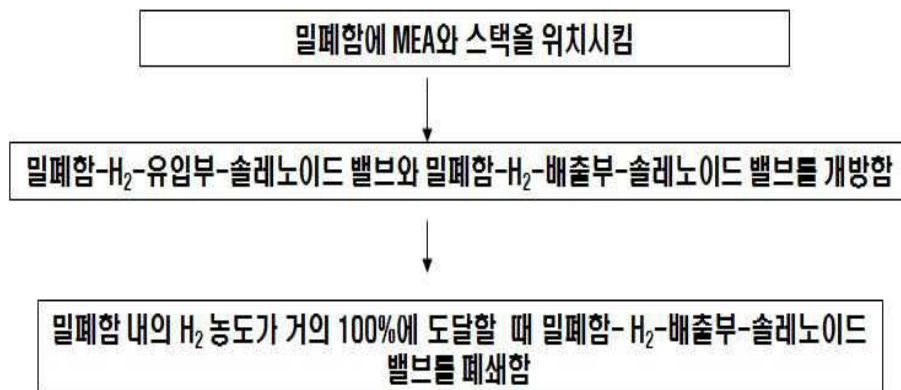


도면17

[개방 양극 스택에서 밀폐함이 운전 가능하며 밀봉가능한 문이 있는 상황]



도면18



도면19

