(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월18일
(11) 등록번호 10-0814367
(24) 등록일자 2008년03월11일

(51) Int. Cl.
H01M 8/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0024194
(22) 출원일자 2007년03월12일
심사청구일자 2007년03월12일
(56) 선행기술조사문헌
JP2005078900 A
JP2007035509 A
KR1020050086532 A

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
김성현
서울 성북구 안암동5가 고려대학교 공과대학 화공생명공학과
정운호
서울 성북구 안암동5가 고려대학교 공과대학 화공생명공학과
(74) 대리인
특허법인아주

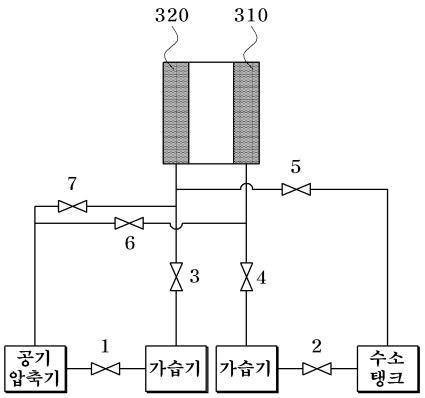
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 김경민

(54) 연료전지의 정지시 잔류가스 퍼징방법

(57) 요 약

애노드와 캐소드의 가스를 서로 바꾸는 과정을 둠으로써 캐소드 탄소물질의 산화를 억제하고 대신 과잉 존재하는 애노드를 희생전극으로 사용함으로써 반복적인 운전/정지에 따른 퍼징에도 불구하고 초기의 전지성능을 장기간동안 유지할 수 있는 정지된 연료전지의 잔류가스 퍼징방법이 제공된다. 본 발명에 따른 정지된 연료전지의 잔류가스 퍼징방법은 애노드측에는 수소가, 캐소드측에는 공기가 잔류되어 있는 상태로 정지되어 있는 연료전지 시스템에 있어서,(a) 캐소드측을 수소가스로 1차 퍼징해 주어 캐소드와 애노드에 모두 수소가 접촉하도록 해주는 단계; (b) 애노드측을 공기로 퍼징해 주어 캐소드에는 수소가, 애노드에는 공기가 접촉하도록 해주는 단계; 및 (c) 캐소드측을 공기로 2차 퍼징해 주어 캐소드와 애노드에 모두 공기가 접촉하도록 해주는 단계를 포함한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

애노드측에는 수소가, 캐소드측에는 공기가 잔류되어 있는 상태로 정지되어 있는 연료전지 시스템에 있어서,

(a) 상기 캐소드측을 수소가스로 1차 퍼징해 주어 상기 캐소드와 상기 애노드에 모두 수소가 접촉하도록 해주는 단계;

(b) 상기 애노드측을 공기로 퍼징해 주어 상기 캐소드에는 수소가, 상기 애노드에는 공기가 접촉하도록 해주는 단계; 및

(c) 상기 캐소드측을 공기로 2차 퍼징해 주어 상기 캐소드와 상기 애노드에 모두 공기가 접촉하도록 해주는 단계를 포함하는 정지된 연료전지의 정지시 잔류가스 퍼징방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 (a)단계에서의 퍼징속도는 캐소드측의 잔류가스를 0.01초이내에 제거하는 것을 특징으로 하는 연료전지의 정지시 잔류가스 퍼징방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 (b)단계에서의 퍼징속도는 애노드측의 잔류가스를 0.01초이내에 제거하는 것을 특징으로 하는 연료전지의 정지시 잔류가스 퍼징방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 (c)단계에서의 퍼징속도는 캐소드측의 잔류가스를 0.01초이내에 제거하는 것을 특징으로 하는 연료전지의 정지시 잔류가스 퍼징방법.

청구항 5

퍼징공정이 완료되어 정지된 연료전지를 재가동시 상기 제1항의 퍼징단계를 역순으로 해줌으로써 연료전지를 재가동시켜 주는 것을 특징으로 하는 연료전지의 정지시 잔류가스 퍼징방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<10> 본 발명은 연료전지 연료가스의 퍼징방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 연료전지의 작동이 멈춘 상태에서 잔류하는 수소가스 및 응축수를 제거해주기 위한 퍼정공정시 애노드와 캐소드를 각각 공기와 수소로 치환한 후 퍼징해 줌으로써 캐소드 탄소물질의 전기화학적 산화를 방지할 수 있는 연료전지의 정지시 잔류가스 퍼징방법에 관한 것이다.

<11> 연료전지(Fuel Cell)란 수소(H_2)와 산소(O_2)가 가진 화학적 에너지를 직접 전기 에너지로 변환시키는 전기화학적 장치로서 수소와 산소를 각각 애노드(anode)와 캐소드(cathode)에 공급하여 연속적으로 전기를 생산하는 새로운 발전 기술이다.

<12> 이러한 연료전지는 총 효율을 80% 이상으로 높이는 고효율 발전이 가능하며, 또한 NO_x나 CO_2의 배출량이 거의 없고 소음도 매우 적어 공해 배출 요인이 거의 없는 무공해 에너지 기술로서 차세대 에너지 변화장치로 각광받고

있다.

<13> 이러한 연료전지는 내부 전해질의 종류에 따라 인산형(PAFC), 알칼리형(AFC), 고분자전해질형(PEMFC), 용융탄산염형(MCFC), 고체산화물형(SOFC), 직접메탄올형(DMFC)으로 나눌 수 있는데, 이들 각 연료전지들은 근본적으로는 같은 원리에 의해서 작동되지만 연료의 종류, 운전온도, 촉매 및 전해질에서 차이가 난다.

<14> 도 1은 본 발명의 양이온 전도성 고분자 복합막이 주로 사용되는 고분자전해질형 연료전지(PEMFC)의 발전원리를 설명하기 위한 개략도이다.

<15> 도 1에 도시된 바와 같이 고분자전해질형 연료전지(PEMFC)는 수소공급부(100)와 산소공급부(140)사이에 애노드(110)와 캐소드(130) 및 양이온 전도성 고분자 막(120)이 적층(stacking)되어 있는 구조로 되어 있다.

<16> 도 1에 나타낸 바와 같이 수소(H_2)는 수소공급부(100)에서 애노드(연료극이라고도 함; 110)를 통해서 공급되고, 산소(O_2)는 산소공급부(140)에서 캐소드(공기극이라고도 함; 130)를 통해서 공급된다.

<17> 수소공급부(100)에서 공급된 수소는 애노드(110)로 공급되고, 음극(110)에서 수소는 촉매에 의해 분해되어 수소이온(H^+), 및 전자(e^-)를 생성한다.

<18> (반응식: $2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e^-$)

<19> 이때, 애노드(110)에서 생성된 수소이온($4H^+$)은 양이온 전도성 고분자 막(120)을 통하여 캐소드(130)으로 전달되며, 애노드(110)에서 생성된 전자($4e^-$)는 외부도선(150)을 따라 캐소드(130)로 이동하게 된다.

<20> 캐소드(130)에서는 산소공급부(140)를 통해 공급된 산소(O_2)와 외부도선(150)을 따라 이동된 전자($4e^-$) 및 고분자전해질을 따라 이동된 수소이온($4H^+$)이 만나 하기 반응식에 의해 물이 생성된다.

<21> (반응식: $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$)

<22> 이때 일어난 전자(e^-)의 흐름으로 인해 전류(current)가 생성되고, 발열반응(exothermic)인 물(H_2O) 생성 반응에서 열(heat)도 부수적으로 발생하게 된다.

<23> 이렇게 생성된 전류는 직류 전류로서 직류 전동기의 전력으로 사용되거나 전력변환기(DC/AC invertor)를 통해 교류로 바꾸어 사용하기도 한다. 또한, 연료전지 반응에서 생성되는 부가적인 열은 난방용으로 사용될 수도 있다.

<24> 상기와 같은 발전원리를 가지는 연료전지는 고분자 전해질막(120)을 통해 수소이온($6H^+$)의 전달을 위하여 물을 필요로 하는데, 이는 외부가습 또는 상기 반응을 통하여 생성된 물이 이용되고 있다.

<25> 상기와 같은 연료전지는 항상 작동하는 것이 아니라, 발전을 필요로 하지 않는 경우에는 정지를 시켜야 하는데, 이러한 정지상태에서도 연료전지의 내부에 수소가스, 공기, 및 물이 존재하게 된다.

<26> 그런데, 애노드(110) 내부에 잔류하는 수소의 경우 연료전지가 정지상태에서도 높은 전압을 유지하게 되는 위험요인이 되며, 또한 캐소드(130)에서 생성된 물은 빙점 이하의 온도에서 결빙될 경우 부피 팽창으로 인해 전극의 손상을 유발할 수 있다.

<27> 연료전지의 정지시 내부에 잔류하는 수소와 물을 제거 해주기 위한 대표적으로 사용되는 방법으로는 캐소드와 애노드를 모두 공기(air)로 퍼징(purging) 해주는 방법인데, 구체적으로 높은 유량의 공기를 캐소드와 애노드에 공급해줌으로써 애노드의 수소를 배출시키고 연료전지 내부의 물을 강제순환에 의해 전지 외부로 배출시키는 것이다.

<28> 이 경우 물의 효과적인 배출을 위하여 저압상태의 공기를 공급하는 방법과 고온의 공기를 공급하는 방법 등이 있으나 이들은 모두 애노드와 캐소드에 공기를 공급한다는 점에서 공통되는 방식이다.

<29> 그러나, 상기와 같이 애노드와 캐소드를 모두 공기를 사용하여 퍼징해주는 방법은 캐소드의 전극에 사용되는 탄소물질의 산화로 인한 캐소드의 촉매를 유실한다는 문제가 있다.

<30> 도 2는 애노드와 캐소드를 모두 공기를 사용하여 퍼징해주는 경우에 있어서의 문제점을 설명해주기 위한 도면이다.

<31> 도 2를 참조하면 최초 정지 상태에서 수소와 공기로 채워져 있는 애노드(210)와 캐소드(220) 모두에 퍼징을 위하여 공기를 동시에 주입할 경우, 애노드(210)측에 공기가 주입되는 부분(②)과 밀려난 수소가 존재하는 부분(③)간에는 전위차가 발생하여 애노드(210)에서 생성된 전자가 공기접촉부분(②)으로 이동하게 된다. 이와 동시에 수소접촉부분(③)에서 상보적으로 생겨난 수소이온(H^+)은 캐소드 방향으로 이동하게 된다.

<32> 그런데, 그와 반대편에서는 상기 반응과 반대의 반응, 즉 애노드(210)의 공기접촉부(②)로 수소이온(H^+)이 캐소드(220) 측으로부터 상보적으로 이동하게 되는데, 이때 캐소드(220)에서 애노드(210)로 이동하는 수소이온(H^+)은 현재 캐소드(220)에 공기만이 흐르고 있으므로, 수소이온을 생성하기 위해서는 캐소드 전극이 산화가 동반되게 된다.

<33> 즉, 하기 반응식과 같이 캐소드전극을 이루는 탄소(C)는 캐소드(220)에서 생성되어 잔류하는 물(H_2O)과 산화반응을 일으켜 수소이온(H^+)과 전자(e-)를 생성하게 되고, 이때 생성된 수소이온은 애노드(210)의 공기접촉부(②)로 이동하게 되고, 전자는 캐소드(220)의 반대편 영역(④)으로 이동하게 된다.

<34> $C + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 4H^+ + 4e^-$

<35> 결과적으로 영역 ①부분의 캐소드(220)를 구성하는 탄소물질은 수소이온 생성을 위하여 전기화학적으로 산화되어 손상을 받게 되며, 이와 함께 탄소에 골고루 분포되어 있던 백금(Pt)과 같은 촉매물질의 손실을 유발하게 된다.

<36> 따라서, 상기와 같이 캐소드(220) 탄소물질의 산화를 방지해주기 위해서는 애노드(210)의 공기/수소 계면의 형성시간을 최소화 해주기 위하여 퍼징속도를 빠르게 해주는 방법이 유효하다(US 6,858,336 참조).

<37> 그러나, 상기와 같이 퍼징속도를 빠르게 해주는 방법에 의하더라도 운전/정지 회수가 반복됨에 따라 궁극적으로는 캐소드(220)의 손실을 방지할 수는 없으며, 결국 연료전지 성능의 저하로 이어지게 된다.

<38> 이러한 문제를 고려하여 캐소드(220)측의 촉매를 과잉으로 사용하는 방법을 생각할 수는 있으나, 이로 인한 단가의 상승 및 다른 열화현상으로 인하여 연료전지의 특성상 현실적으로 불가능하다는 것이 일반적인 견해이다.

<39> 상기와 같이 연료전지에서는 성능을 좌우하는 요인이 주로 캐소드의 손실 및 열화현상이며, 따라서 캐소드의 손실 내지는 열화를 최소화하게 된다면 결국 연료전지의 성능을 개선시킬 수 있는 여지가 있는 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<40> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 캐소드 전극의 탄소의 산화로 인한 손실을 방지하는 대신 애노드 전극이 손실되도록 유도해 줌으로써 전체적으로 연료전지의 성능과 수명을 개선할 수 있는 연료전지의 정지시 잔류가스 퍼징방법을 제공하는데에 있다.

<41> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 구성 및 작용

<42> 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 연료전지의 정지시 잔류가스 퍼징방법은 애노드측에는 수소가, 캐소드측에는 공기가 잔류되어 있는 상태로 정지되어 있는 연료전지 시스템에 있어서,(a) 캐소드측을 수소가스로 1차 퍼징해 주어 캐소드와 애노드에 모두 수소가 접촉하도록 해주는 단계; (b) 애노드측을 공기로 퍼징해 주어 캐소드에는 수소가, 애노드에는 공기가 접촉하도록 해주는 단계; 및 (c) 캐소드측을 공기로 2차 퍼징해 주어 캐소드와 애노드에 모두 공기가 접촉하도록 해주는 단계를 포함한다.

<43> 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

<44> 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하

는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

<45> 또한, 도면에서 발명을 구성하는 구성요소들의 크기는 명세서의 명확성을 위하여 과장되어 기술된 것이며, 어떤 구성요소가 다른 구성요소의 "내부에 존재하거나, 연결되어 설치된다"고 기재된 경우, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소와 접하여 설치될 수도 있고, 그 소정의 이격거리를 두고 설치될 수도 있으며, 이격거리를 두고 설치되는 경우엔 상기 어떤 구성요소를 상기 다른 구성요소에 고정 내지 연결시키기 위한 제3의 수단에 대한 설명이 생략될 수도 있다.

<46> 본 발명에서는 캐소드의 물과 애노드의 수소를 제거해주기 위한 공기퍼징을 수행함과 동시에 캐소드 탄소물질의 산화로 인한 유실을 방지함으로써 반복적인 운전/정지에 따른 연료전지의 장기운전성능을 획기적으로 개선하고자 하였다.

<47> 이러한 목적을 달성하기 위하여 연료전지의 애노드와 캐소드의 특성, 즉 일반적으로 애노드 보다는 캐소드가 손실될 확률이 높고 캐소드의 열화 정도가 전체 연료전지의 성능을 결정하는 주된 요인이라는 점에 착안하여 희생전극(sacrificing electrode)의 개념을 도입하였다. 즉, 전극이 손상되는 부위를 캐소드에서 애노드로 이동시킴으로써 캐소드 촉매의 손실로 인한 전지 성능 저하를 방지하였다.

<48> 이러한 희생전극의 개념은, 일반적으로 애노드에서 발생하는 수소의 산화반응($H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$) 으로 인한 수소이온($H^+$)과 전자($e^-$)가 공급되는 속도가 양극의 산소 환원반응에 비해 약 10배 정도 빠르게 진행되고, 또한 애노드에 공급되는 수소는 99% 이상의 순도를 가진 것이 공급이 되지만, 캐소드에 공급되는 산소는 공기(air)의 형태로 공급된다는 점에서 착안된 것이다.

<49> 즉, 애노드의 경우에는 존재하는 촉매의 양이 캐소드에 비하여 적다고 하더라도 충분히 그 기능을 발휘할 수가 있어서, 애노드의 촉매의 양이 캐소드의 50~75%정도만을 사용하는 경우도 있지만, 애노드에 과잉의 촉매가 존재한다고 하더라도 전지의 성능에 큰 영향을 미치지 않기 때문에 일반적으로 상용화되고 있는 전극의 경우 애노드와 캐소드의 촉매량이 크게 다르지 않는 정도로 시판되고 있다.

<50> 따라서, 상용화되고 있는 경우처럼 캐소드와 애노드의 촉매량이 동일하거나 비슷한 경우 애노드에는 상당한 양의 촉매가 과잉으로 존재하는 것이 되며, 따라서 촉매의 일부가 유실되더라도 전지의 성능에 큰 영향은 미치지 않게 된다.

<51> 이로 인하여 상기에서 제시한 바와 같이 연료전지의 정지시 공기에 의한 퍼징을 수행해줌에 있어서 캐소드 대신 애노드의 손실을 유발한다고 하더라도 상당히 오랜기간동안 연료전지의 성능은 유지될 수 있을 것이다.

<52> 도 3a 내지 도 3g는 본 발명의 실시예에 따른 정지상태 연료전지의 잔류가스 퍼징방법을 설명하기 위한 도면이다.

<53> 본 발명의 실시예에 따른 정지상태 연료전지의 잔류가스를 퍼징해주기 위해서는 먼저, 도 3a에 도시된 바와 같이 캐소드(320)에는 공기, 애노드(310)에는 수소가스가 접촉되고 있는 상태에서 정지된 연료전지에, 도 3b에 도시된 바와 같이 캐소드(320)측을 먼저 수소(H_2) 가스로 1차 퍼징 해주게 된다.

<54> 이때 사용되는 수소가스는 연료전지의 동작시 사용되는 수소가스를 그대로 사용하게 되나, 별도의 수소소스를 사용하여도 무방하다.

<55> 도 3b의 경우 수소이온의 흐름은 퍼징이 막 시작될 시에 캐소드(320)의 수소가스 접촉부에서 수소이온(H^+)이 애노드(310)쪽으로 이동하게 되고, 반대편에는 보상적으로 애노드(310)에서 캐소드(320)로 수소이온(H^+)이 이동되게 된다.

<56> 이때 수소이온이 생성되는 영역에는 모두 수소가스(H_2)가 접촉하고 있으므로, 수소이온(H^+)의 생성은 이 수소가스를 분해 내지는 산화시킴으로써 공급받을 수 있으므로 도 3b와 같은 상태에서 애노드(310) 혹은 캐소드(320) 전극 탄소(C)의 유실은 발생하지 않게 된다.

<57> 도 3b와 같은 퍼징을 해주게 되면, 결국 애노드(310)와 캐소드(320)가 모두 수소가스가 접촉되고 있는 도 3c와 같은 상태가 된다.

<58> 다음으로, 도 3d에 도시된 바와 같이 애노드(310)를 공기(air)로 퍼징 해주게 된다. 이때 사용되는 공기 또한 연료전지의 동작 상태에서 연료로 사용되는 공기를 그대로 이용하면 된다.

<59> 도 3d에서 애노드(310) 측에 공기가 막 제공될 무렵 애노드(310) 내부에는 전위차가 존재하게 되며, 애노드(310)의 수소접촉부분에서 수소이온(H^+)이 캐소드로 이동하게 되고, 이와 반대편에는 캐소드(320)에서 애노드(310)로 수소이온(H^+)이 이동하게 된다.

<60> 이때도 역시 수소이온이 생성되는 영역에는 모두 수소가스(H_2)가 접촉하고 있으므로 수소이온(H^+)의 생성은 이 수소가스를 분해 내지는 산화시킴으로써 공급받을 수 있으므로 도 3d의 상태에서도 애노드(310) 혹은 캐소드(320) 전극 탄소(C)의 유실은 발생하지 않게 된다.

<61> 도 3d와 같은 퍼징을 해주게 되면, 결국 캐소드(320)에는 수소가스가, 애노드(310)에는 공기가 접촉되고 있는 도 3e와 같은 상태가 된다.

<62> 즉, 동작상태와는 완전히 반대의 연료가 캐소드(320)와 애노드(310) 각각에 흐르고 있는 상태가 된다.

<63> 다음으로, 도 3f와 같이 캐소드(320)를 공기(air)로 2차 퍼징 해주게 되며, 이때 퍼징이 시작될 시의 캐소드(320) 측의 수소접촉부분에서는 수소이온(H^+)이 애노드 측으로 이동하게 되고, 반대측인 캐소드(320)의 공기접촉부분에서는 애노드(310)로 부터 캐소드(320)로 수소이온(H^+)이 이동하게 된다.

<64> 이때 캐소드(320)에서 생성되는 수소이온(H^+)은 캐소드(320)에 접촉하고 있는 수소가스(H_2)의 분해 내지는 산화에 의해 수소이온(H^+)이 생성될 수 있으므로 캐소드(320) 탄소(C)의 유실은 방지될 수 있으나, 애노드(310) 측에는 모두 공기가 접촉하고 있으므로, 애노드(310)의 탄소(C)가 하기 반응식에 의해 산화되어 생기는 수소이온(H^+)이 캐소드(320)측으로 이동하게 되는데, 이로 인하여 애노드(310)측 탄소의 유실이 발생하게 된다.

<65> $C + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 4H^+ + 4e^-$

<66> 이때, 탄소와 결합하는 물(H_2O)은 운전중 생성되어 애노드(310) 내부에 잔류하는 물이 사용된다.

<67> 도 3f와 같이 캐소드(320)를 공기(air)로 2차 퍼징 해주게 되면 결국, 도 3g와 같이 캐소드(320)와 애노드(310)에 모두 공기가 접촉되는 도 3g와 같은 상태가 되며, 이로서 퍼징공정이 완료된다.

<68> 상기에서 설명한 바와 같이 도 3f에서와 같은 애노드(310)측의 탄소(C)의 산화로 인해 애노드(310) 촉매가 유실되더라도 애노드(310)에는 처음부터 과량의 촉매가 존재하고 있었으므로, 전체적인 연료전지의 동작에는 크게 영향을 미치지 아니하며, 비록 본 발명에 의한 퍼징방법도 연료전지의 성능이 영구적일 수는 없으나, 종래와 같이 캐소드(320) 측 탄소의 산화로 인한 캐소드(320) 촉매가 유실되는 경우보다 그 수명 내지는 동작성능이 매우 향상되는 결과를 낳을 수 있게 될 것이다.

<69> 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 정지된 연료전지의 잔류가스 퍼징 방법을 구현해주기 위한 퍼징시스템을 모식적으로 나타낸 도면이다.

<70> 이를 설명하면, 캐소드(320)의 1차 퍼징을 위하여 밸브 1~4가 닫혀 있는 상태에서 밸브 5가 열리게 된다. 이때 캐소드(320)의 공기는 수소로 치환되어 도 3c와 같이 캐소드(320)와 애노드(310) 모두 수소로 채워지게 된다.

<71> 이후 밸브 6을 열어 애노드(310)에 공기를 공급하게 되며, 이로서 결국 도 3e와 같은 상태가 되며, 연료전지가 최초 정지할 시와 비교할 때 캐소드(320)와 애노드(310)의 가스는 바뀌게 된다.

<72> 마지막으로, 밸브 5를 닫아 캐소드(320)에 수소공급을 차단하고 밸브 7을 열어 캐소드(320)에 공기를 공급하게 되면, 도 3g와 같은 상태가 된다.

<73> 다만, 이때 캐소드(320)에 공기를 공급할 때는 유량을 높여 공기/수소 계면 형성시간을 최소화 하도록 해준다.

<74> 상기와 같은 퍼징단계를 거치게 되면, 최종적으로 애노드(310)와 캐소드(320)가 공기로 퍼징된 후 캐소드(320) 탄소(C)의 산화는 일어나지 않으며, 애노드(310) 탄소가 대신 산화된다.

<75> 이러한 퍼징공정을 통해 캐소드(320) 대신 애노드(310)가 희생전극으로 사용되게 되며, 재 운전시에도 동일한

원리가 적용된다.

<76> 즉, 애노드(310)에 바로 수소를 공급할 경우 역시 캐소드(320) 탄소물질이 산화되기 때문에 정지시에 적용한 단계를 역방향으로 진행해주게 된다.

<77> 이하에서는 본 발명의 실시예들에 따른 정지된 연료전지의 잔류가스 퍼징방법에 의할 경우 양극촉매량의 변화에 의한 연료전지의 성능변화가 거의 없다는 것을 구체적인 실험예들을 들어 설명한다. 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략한다.

<78> 도 5는 종래의 퍼징방법에 의할 경우 전압에 따른 연료전지의 전류밀도(current density) 변화를 나타내는 그래프이고, 도 6은 본 발명에 따른 퍼징방법에 의할 경우 전압에 따른 연료전지의 전류밀도(current density) 변화를 나타내는 그래프이다.

<79> 도 5에 나타낸 바와 같이 종래의 퍼징방법에 의할 경우 200회 운전/정지의 반복후 전지의 성능이 저하되고 있음을 알 수 있다. 퍼징과정이 반복됨에 따라 전지의 성능이 저하되는 원인은 종래의 퍼징방법이 캐소드 탄소물질의 산화를 유발시키며 이로 인한 촉매의 유실때문이라고 이미 알려져 있다. 따라서 종래의 퍼징방법을 사용할 경우 200회 운전/정지 후에 성능이 저하되는 것은 당연한 결과이다.

<80> 반면에 도 6에 나타낸 바와 같이 본 발명에 따른 퍼징방법에 의할 경우 200회 운전/정지를 반복하더라도 전지 성능도 거의 변하지 않고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 본발명에 의한 퍼징과정을 수행할 경우 애노드 카본물질을 대신 산화시킴으로써 캐소드 카본물질을 효과적으로 보호할수 있기 때문이다.

<81> 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

발명의 효과

<82> 본 발명의 실시예에 따른 연료전지의 정지시 잔류가스 퍼징방법에 의하면 애노드와 캐소드의 가스를 서로 바꾸는 과정을 둠으로써 캐소드 탄소물질의 산화를 억제하고 대신 과잉 존재하는 애노드를 희생전극으로 사용함으로써 반복적인 운전/정지에 따른 퍼징에도 불구하고 초기의 전지성능을 장기간동안 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 양이온 전도성 고분자 복합막이 주로 사용되는 고분자전해질형 연료전지(PEMFC)의 발전원리를 설명하기 위한 개략도이다.

<2> 도 2는 고분자전해질형 연료전지(PEMFC) 애노드와 캐소드를 모두 공기를 사용하여 퍼징해주는 경우에 있어서의 문제점을 설명해주기 위한 도면이다.

<3> 도 3a 내지 도 3g는 본 발명의 실시예에 따른 정지상태 연료전지의 잔류가스 퍼징방법을 설명하기 위한 도면이다.

<4> 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 정지된 연료전지의 잔류가스 퍼징 방법을 구현해주기 위한 퍼징시스템을 모식적으로 나타낸 도면이다.

<5> 도 5는 종래의 퍼징방법에 의할 경우 전압에 따른 연료전지의 전류밀도(current density) 변화를 나타내는 그래프이다.

<6> 도 6은 본 발명에 따른 퍼징방법에 의할 경우 전압에 따른 연료전지의 전류밀도(current density) 변화를 나타내는 그래프이다.

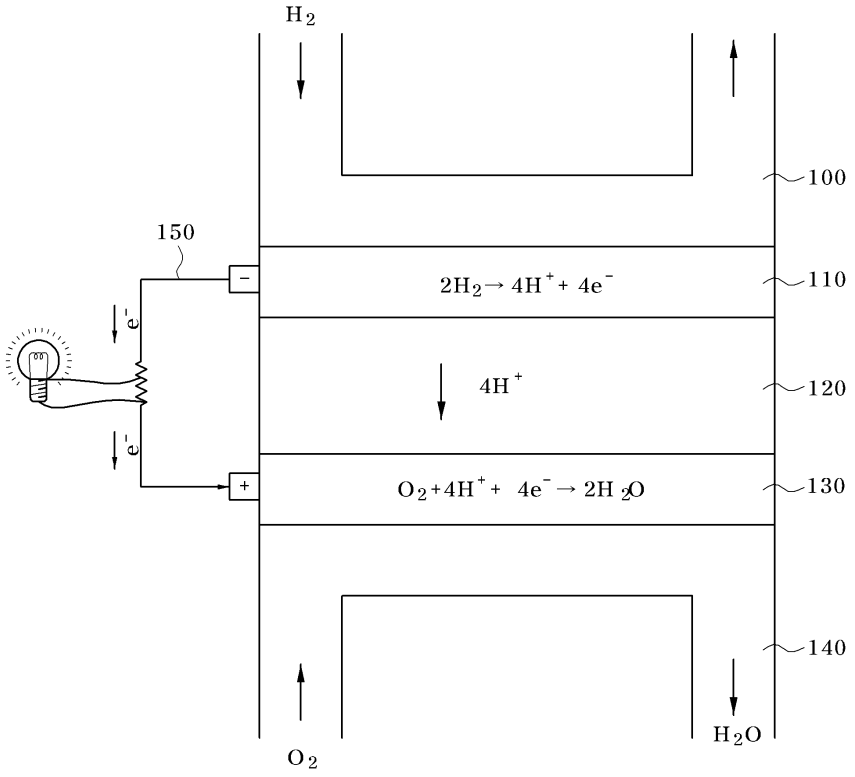
<7> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<8> 310: 애노드

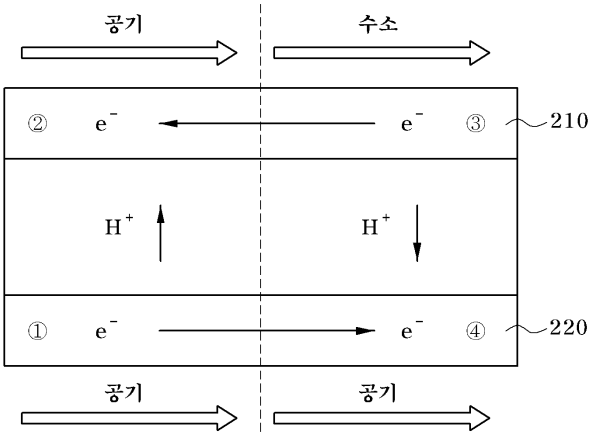
<9> 320: 캐소드

도면

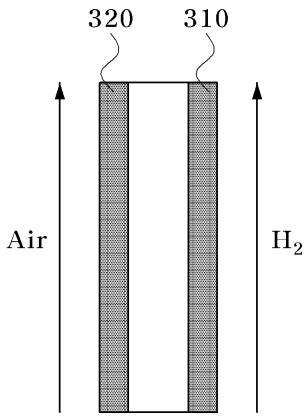
도면1


H2
100
150
2H2→ 4H+ + 4e-
110
e-
4H+
120
e-
O2+4H+ + 4e- → 2H2O
130
140
H2O
O2

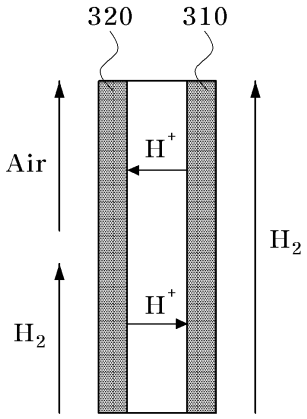
도면2


공기
수소
②
e-
e-
③
210
H+
H+
①
e-
e-
④
220
공기
공기

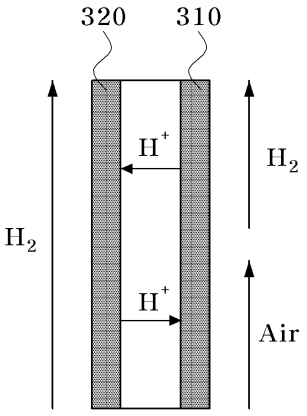
도면3a



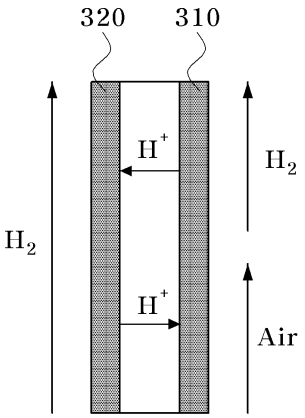
도면3b



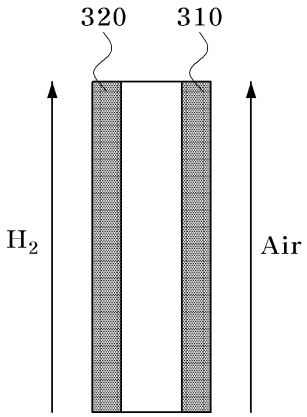
도면3c



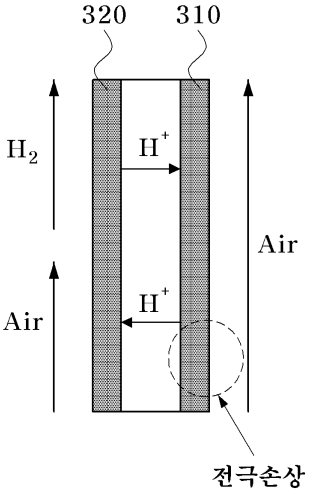
도면3d



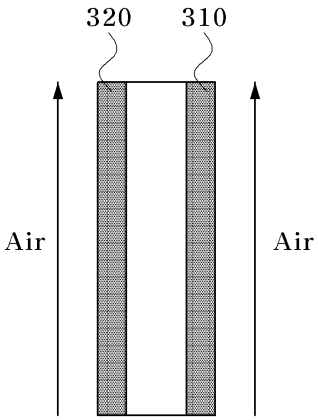
도면3e



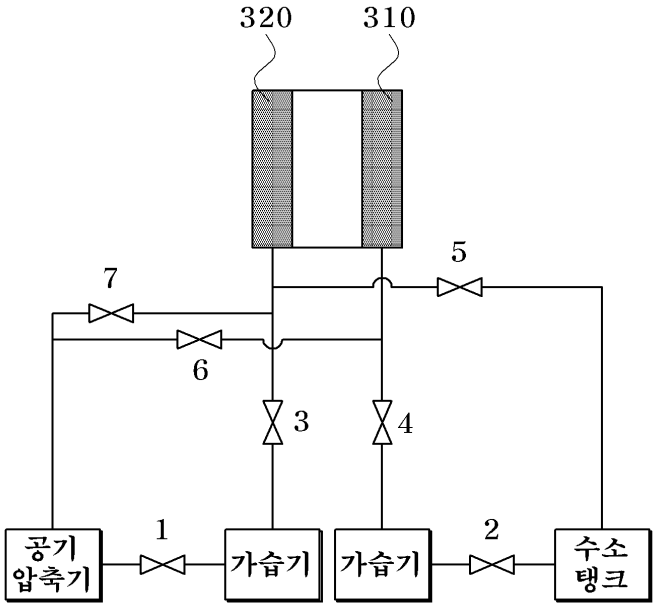
도면3f



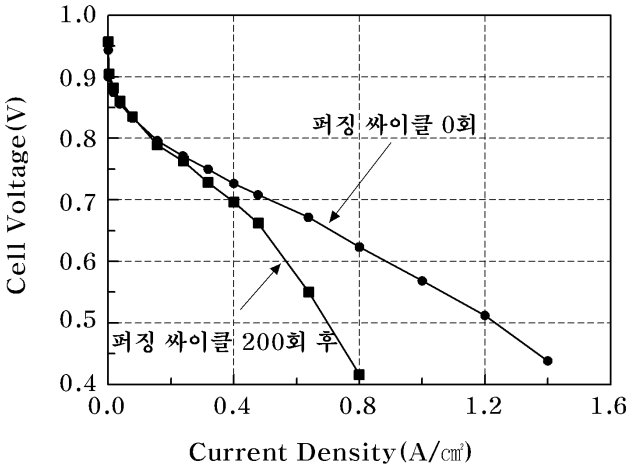
도면3g



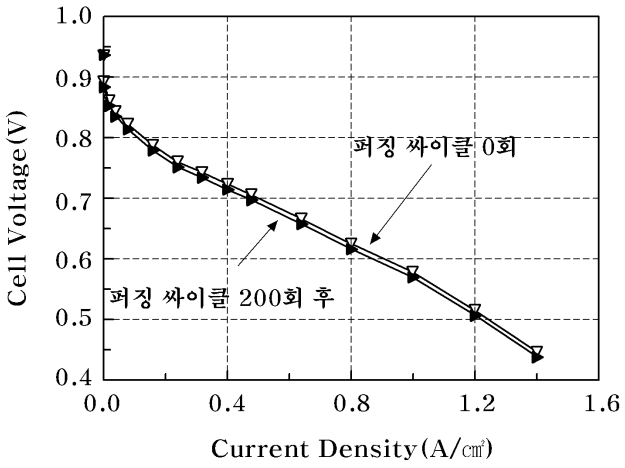
도면4



도면5


1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
Cell Voltage(V)
0.0
0.4
0.8
1.2
1.6
Current Density(A/㎠)
퍼징 싸이클 0회
퍼징 싸이클 200회 후

도면6


1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
Cell Voltage(V)
0.0
0.4
0.8
1.2
1.6
Current Density(A/㎠)
퍼징 싸이클 0회
퍼징 싸이클 200회 후