



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

(11) 공개번호 10-2011-0020945  
(43) 공개일자 2011년03월03일

(51) Int. Cl.

H01M 8/06 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)  
CO1B 3/38 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7001958

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년07월24일  
심사청구일자 2011년01월25일

(85) 번역문제출일자 2011년01월25일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2009/003508

(87) 국제공개번호 WO 2010/010718

국제공개일자 2010년01월28일

(30) 우선권주장

JP-P-2008-192200 2008년07월25일 일본(JP)

JP-P-2008-230537 2008년09월09일 일본(JP)

(71) 출원인

파나소닉 주식회사

일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006 반치

(72) 발명자

마에니시 아키라

일본, 571-8501 오사카, 카도마-시, 오아자 카도마, 1006, 파나소닉 주식회사 내

무카이 유우지

일본, 571-8501 오사카, 카도마-시, 오아자 카도마, 1006, 파나소닉 주식회사 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인세신

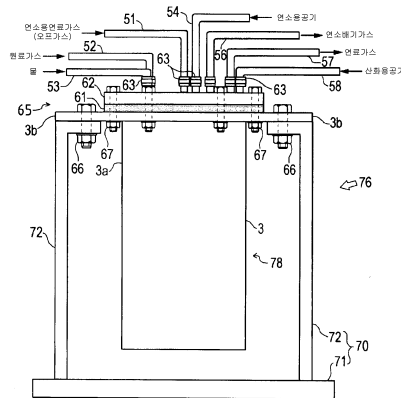
전체 청구항 수 : 총 11 항

**(54) 수소발생장치 및 이를 구비한 연료전지시스템**

**(57) 요약**

본 발명의 수소발생장치 또는 연료전지시스템에 의하면, 운전 및 정지의 반복에 수반하는 열응력으로 인한 수소발생장치의 각부의 열화, 파괴를 억제하는 것이 가능해지고, 장치, 시스템의 안정성을 높이는 동시에 고수명화를 도모할 수 있다. 연료전지시스템(100)에 있어서, 수소발생장치(76)는 수소를 생성 가능한 소정의 매체를 연소하는 연소기(4)를 내부에 구비하는 수소발생장치 본체(78)와, 수소발생장치 본체(78)에 연결되어 소정의 매체를 수소발생장치 본체(78)의 내부에 유입하거나, 또는 수소발생장치 본체(78)의 내부에서 외부로 유출시키기 위한 복수의 배관을 구비한다. 연소기(4)의 운전에 의해 수소발생장치 본체(78)에 온도 구배가 생김으로 인해 온도가 높은 고온 영역과 온도가 낮은 저온 영역이 수소발생장치 본체(78)에 발생하고, 복수의 배관 전체는 저온 영역에 배치되어 있다. 지지체(70)는, 저온 영역에 대하여 수소발생장치 본체(78)의 외측으로부터 수소발생장치 본체(78)를 지지한다.

**대표도 - 도4**



(72) 발명자

**후지오카 히로키**

일본, 571-8501 오사카, 카도마-시, 오아자  
카도마, 1006, 파나소닉 주식회사 내

**유키마사 아키노리**

일본, 571-8501 오사카, 카도마-시, 오아자  
카도마, 1006, 파나소닉 주식회사 내

**타구치 키요시**

일본, 571-8501 오사카, 카도마-시, 오아자  
카도마, 1006, 파나소닉 주식회사 내

**야스다 시게키**

일본, 571-8501 오사카, 카도마-시, 오아자  
카도마, 1006, 파나소닉 주식회사 내

**나카무라 아키나리**

일본, 571-8501 오사카, 카도마-시, 오아자  
카도마, 1006, 파나소닉 주식회사 내

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

수소를 생성할 수 있는 소정의 매체를 연소하는 연소부를 내부에 구비하는 본체와,

상기 본체에 연결되어 상기 소정의 매체를 상기 본체의 내부에 유입하거나, 또는 상기 본체의 내부에서 외부로 유출시키기 위한 복수의 배관을 구비하고,

상기 연소부의 운전에 의해 상기 본체에 온도 구배가 발생하는 것에 의해 온도가 높은 고온 영역과 온도가 낮은 저온 영역이 상기 본체에 형성되고,

상기 복수의 배관 전체가 상기 저온 영역에 배치되고,

상기 저온 영역에 있어서 상기 본체의 외측으로부터 상기 본체를 지지하는 지지체를 더 구비하는 수소발생장치.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 본체의 상기 저온 영역에는, 상기 복수의 배관의 적어도 일부가 연결되기 위한 배관구를 가지는 배관구 형성체가 설치되어, 상기 지지체가 상기 배관구 형성체에 연결되어 상기 본체를 지지하는 것을 특징으로 하는 수소발생장치.

### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 복수의 배관 전체가 상기 배관구 형성체에 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 수소발생장치.

### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 본체는 그 내부에, 상기 소정의 매체로서의 원료가스와 수증기를 개질 반응시켜 수소를 포함하는 개질가스를 생성하는 개질부와, CO 변성 반응에 의해 상기 개질가스 중 일산화탄소를 저감하는 변성부와, 상기 변성부에 의해 일산화탄소가 저감한 개질가스에 대해 산소와 CO 산화 반응시켜 일산화탄소를 더욱 저감하는 산화부를 구비하고, 상기 복수의 배관 및 상기 지지체는 상기 변성부 및 상기 산화부보다 상기 저온 영역에서의 저온측에 존재하는 것을 특징으로 하는 수소발생장치.

### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 개질부와 상기 변성부와 상기 산화부가, 상기 온도 구배의 방향에 따라 겹치지 않게 배치되는 것을 특징으로 하는 수소발생장치.

### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 본체와 상기 지지체의 사이에는 단열재가 배치되어, 상기 단열재와, 상기 본체의 상기 고온 영역측에서 상기 단열재와 마주보는 면 사이에 공간이 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 수소발생장치.

### 청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 공간은, 상기 연소부의 운전시에 상기 본체의 열팽창에 의한 신장보다 긴 거리를 갖는 것을 특징으로 하는 수소발생장치.

**청구항 8**

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,

상기 배관구 형성체가, 상기 배관구를 사이에 둔 적어도 2지점에서 상기 지지체에 고정되어 있는 것을 특징으로 하는 수소발생장치.

**청구항 9**

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,

상기 배관구 형성체는, 상기 본체의 축방향에서 볼 때 상기 본체의 일측 단부에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 수소발생장치.

**청구항 10**

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,

상기 본체와 상기 배관구 형성체의 사이에는 단열부재가 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 수소발생장치.

**청구항 11**

청구항 1 내지 청구항 10 중 어느 한 항에 기재된 수소발생장치와,

상기 수소발생장치로부터 공급되는 수소 함유 가스를 이용하여 발전을 하는 연료전지를 포함하는 연료전지시스템.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 도시가스나 LPG 등의 탄화수소계 연료를 원료가스로 하여 수소 리치(hydrogen-rich)한 수소 함유 가스를 제조하는 수소발생장치, 및 수소발생장치로 제조된 수소 함유 가스를 이용하여 발전하는 연료전지를 구비한 연료전지시스템에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 종래, 고효율로 소규모 발전이 가능한 연료전지시스템은, 발전시 발생하는 열에너지를 이용하기 위한 시스템의 구축이 용이하기 때문에 높은 에너지 이용 효율을 실현하는 것이 가능한 분산형 발전 시스템으로 개발이 진행되고 있다. 연료전지시스템은, 수소를 함유하는 연료가스와 산화제 가스가 가지는 화학 에너지를 소정의 전기 화학 반응에 의해 전기 에너지로 변환하는 연료전지를 구비하고 있다. 이와 같이 연료전지에서 생성된 전기 에너지는 연료전지시스템으로부터 전력 부하에 공급된다.

[0003] 그런데, 연료전지시스템으로 이용되는 수소를 함유한 연료가스는 일반적인 인프라(infrastructure)로 정비되어 있지 않기 때문에, 통상 연료전지시스템은 연료가스를 생성하기 위한 수소발생장치를 구비하고 있다. 이와 같이 연료전지시스템에 구비된 수소발생장치는, 예를 들면 개질촉매(reforming catalyst)를 구비한 개질기(reformer)와, 개질기에 인접 또는 내장된 연소 버너를 구비하고 있다. 이 연소 버너에는 연소 팬이 부설되어 있으며, 연소 버너는 연료전지로부터 배출되는 잉여 연료가스(이하, '오프가스' 라 한다)와, 연소 팬으로부터 공급되는 연소용 공기를 이용하여 연소가 이루어진다. 그리고, 수소발생장치에서는 천연가스 등의 원료가스와 물로 연소 버너에서 가열된 개질촉매에 의해 개질기 내에서 발생하는 수증기 개질 반응에 의해 수소가 풍부하게 들어있는 연료가스가 생성된다.

[0004] 수소발생장치로, 소형화, 고효율화, 운전의 안정성 향상, 비용 절감 측면에서 다양한 장치가 종래부터 제안되고 있다. 예를 들어, 소형의 원통 세로 형식의 개질 구성이나, 개질부와 일산화탄소 제거부를 일체 구조로 한 원통형 구성 등이 일반적인 구성으로 되어 있다(예를 들면, 특허문헌 1 및 2참조).

[0005] 또한, 열효율을 향상시키기 위해 연소 버너를 둘러싸듯이 통 형상의 개질기를 구비한 수소발생장치가 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 3참조). 특허문헌 3에 개시된 수소발생장치는, 수증기 개질 반응을 하는 개질기와, 가스 중의 일산화탄소를 저감시키기 위하여 시프트(shift) 반응을 하는 변성부, 및 산화 반응을 하는 산화부를 통

형상의 용기내에 일체적으로 구비하고 있다. 그리고, 통 형상의 용기에는 원료가스, 오프가스(off-gas), 물, 및 연소용 공기의 공급을 위한 유로나, 수소발생장치에서 배출되는 수소 및 연소 버너에서 배출되는 연소 배기 가스의 배출용 유로를 구성하는 배관이 연결되어 있다.

[0006] 그런데, 수소발생장치는 일반적으로 10~20kg으로 중량이 크기 때문에 연료전지시스템으로 연료전지와 함께 패키징화할 때, 연료전지시스템의 프레임에 지지 및 고정하는 것이 제안되고 있다(예를 들면, 특허문헌 4 참조). 특허문헌 4에 개시된 수소발생장치에서는, 개질부와 CO시프트부를 별개로 설치했을 때의 개질부와 CO시프트부의 사이에 설치된 열교환기와 개질기를 연결하는 연결 배관을 통한 열방출에 의한 효율 저하나, 상기 연결 배관과 개질기나 열교환기의 연결부의 열응력의 집중에 의한 파손을 고려하여 상기 특허문헌 1에 개시된 바와 같이 연료 버너, 개질기, 열교환기, CO시프트부, 및 CO산화부가 일체로 형성되어 있다. 또한, 연료전지시스템의 패키지 본체내에 내장되는 연료 개질 장치에서는, 연료 개질 장치가 그 비교적 온도가 낮은 부분 또는 저온화할 필요가 있는 부분을 플랜지부를 통해 패키지 본체와 연결되며, 이에 따라 상기 연결부를 통한 열방출에 의한 효율 저하가 억제된다. 예를 들면, 상기 개질 장치내에 설치된 연소 버너 중 연료 공기 및 양극 오프 가스(anode off-gas)의 도입부 부근의 비교적 저온 부분인 플랜지부와 브래킷이 접합되어, 이 브래킷을 통해 간접적으로 패키지 본체에 지지되도록 구성되어 있다.

[0007] 선행기술문헌

[0008] 특허문헌

[0009] 특허문헌 1: 일본국 특개2005-306658호 공보

[0010] 특허문헌 2: 일본국 특개2004-149402호 공보

[0011] 특허문헌 3: 일본국 특개2008-063171호 공보

[0012] 특허문헌 4: 일본국 특개2002-284506호 공보

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0013] 그러나, 수소발생장치는 운전시 개질 촉매층(개질부)이 600℃~700℃의 고온까지 온도 상승하기 때문에, 개질 촉매층이 반응 가능한 온도하에 배치되어 있는 수소발생장치 본체로서의 금속 구조체도 같은 온도로 되어 있다. 금속 구조체는 온도에 따라 열팽창하기 때문에 해당 열팽창에 의해 금속 구조체의 상하에 큰 응력이 발생하는 경우가 있다. 금속 구조체의 상하에 가스, 물 등의 배관이나 금속 구조체와 외부의 지지체의 연결 부분이 있는 경우에, 이러한 응력이 발생하면 배관이나 연결 부분에 큰 응력이 걸리고, 변형, 균열, 파괴 등의 손상이 발생할 가능성이 있다.

[0014] 본 발명은 수소발생장치 본체와 연결하는 각종 배관 등의 부재가 운전시의 열팽창과 정지시의 냉각 수축에 기인하여 발생하는 열응력에 의해 파손될 가능성을 억제하는 수소발생장치 및 이것을 구비한 연료전지시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 수소발생장치는, 수소를 발생시킬 수 있는 소정의 매체를 연소하는 연소부를 내부에 가지는 본체와, 상기 본체에 연결되어 상기 소정의 매체를 상기 본체의 내부에 유입하거나, 또는 상기 본체의 내부에서 외부로 유출시키기 위한 복수의 배관을 구비하며, 상기 연소부의 운전을 통해 상기 본체에 온도 구배(勾配)가 발생하여 온도가 높은 고온 영역과 온도가 낮은 저온 영역이 상기 본체에 발생하고, 상기 복수의 배관 전체가 상기 저온 영역에 배치되며, 상기 저온 영역에서 상기 본체의 외측으로부터 해당 본체를 지지하는 지지체를 더 구비한다.

[0016] 상기 구성에서는, 각종 배관 전부가 운전시 본체의 저온 영역에 배치되는 동시에, 본체의 지지체도 저온 영역에 배치되어 있다. 저온 영역에서는, 운전시 본체의 열팽창과 정지시 본체의 냉각 수축에 기인하여 발생하는 열응력이 비교적 작다. 따라서, 본 구성에 의하면 열응력에 의해 배관, 본체, 지지체가 파손될 우려를 억제하는 것이 가능해진다.

[0017] 상기 본체의 상기 저온 영역은, 상기 복수의 배관의 적어도 일부가 연결되기 때문에 배관구(pipe orifice)를 가지는 배관구 형성체가 설치되어, 상기 지지체가 상기 배관구 형성체에 연결되어 상기 본체를 지지하도록 수소발

생장치를 구성하는 것이 바람직하다.

- [0018] 상기 구성에서는, 복수의 배관의 적어도 일부와 지지체가 저온 영역에 배치되는 배관구 형성체에 연결되기 때문에 열응력에 의한 배관, 본체, 지지체의 파손을 보다 억제할 수 있게 된다.
- [0019] 또한, 상기 복수의 배관 전체가 상기 배관구 형성체에 연결되는 것이 바람직하다.
- [0020] 상기 구성에서는, 복수의 배관 전체가 배관구 형성체에 연결되기 때문에, 열응력에 의한 배관, 본체, 지지체의 파손을 보다 억제하는 것이 가능해진다. 또한, 수소발생장치의 조립 시공이나 유지 관리(maintenance)를 쉽게 할 수 있다.
- [0021] 상기 본체는 그 내부에, 상기 소정의 매체로서의 원료가스와 수증기를 개질 반응시켜 수소를 포함하는 개질가스를 생성하는 개질부와, CO 변성 반응에 의해 상기 개질가스 중 일산화탄소를 저감하는 변성부와, 상기 변성부에 의해 일산화탄소가 저감된 개질가스에 대해 산소와 CO 산화 반응시켜, 일산화탄소를 더욱 감소시키는 산화부를 구비하며, 상기 복수의 배관 및 상기 지지체는 상기 변성부 및 상기 산화부보다도 상기 저온 영역에서 저온측에 존재하도록 수소발생장치를 구성하는 것이 바람직하다.
- [0022] 상기 구성에서는, 각종 배관, 본체의 지지체가 변성부와 산화부보다도 저온 영역에서 더욱 저온측에 배치된다. 따라서, 본 구성에 의하면 열응력에 의해 배관, 본체, 지지체가 파손될 우려를 억제하는 것이 가능해진다.
- [0023] 여기서, 상기 개질부와 상기 변성부와 상기 산화부가, 상기 온도 구배의 방향으로 겹치지 않도록 배치되는 것이 바람직하다.
- [0024] 수소발생장치에서는 온도 구배 방향으로 크기가 길어지는 구성이 많아, 이러한 부재가 열팽창했을 때, 온도 구배의 방향에 따라서 신장하는 길이가 길어질 가능성이 높다. 상기 구성에 의하면, 열팽창에 의해 발생하는 신장의 영향을 억제하는 것이 가능해진다.
- [0025] 또한, 상기 본체와 상기 지지체 사이에 단열재가 배치되고, 상기 단열재와, 상기 본체의 상기 고온 영역측의 상기 단열재와 서로 마주 보는 면 사이에는 공간이 설치되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 상기 공간은 상기 연소부의 운전체의 열팽창에 의한 신장보다도 긴 거리를 가지고 있는 것이 바람직하다.
- [0026] 상기 구성에서는 운전시에 본체가 열팽창에 의해 신장하였을 때에도 본체와 단열재는 간섭하지 않는다. 따라서, 안정된 단열 성능이 유지된다.
- [0027] 또한, 상기 배관구 형성체가 상기 배관구를 사이에 둔 적어도 2지점에서 상기 지지체에 고정되는 것이 바람직하다.
- [0028] 상기 구성에 의하면, 배관구 형성체는 배관구를 사이에 둔 적어도 2지점에서 지지체에 고정되어 있기 때문에 열응력에 의한 변형이 억제된다. 따라서, 배관구의 이동도 억제되므로 배관구에 연결된 배관의 파손을 더욱 효과적으로 억제할 수 있게 된다.
- [0029] 상기 배관구 형성체는 상기 본체의 축방향으로 보아 상기 본체의 일측 단부(端部)에 설치되어 있는 것이 바람직하다.
- [0030] 상기 구성에 의하면, 본체는 그 일측 단부 부근에서 배관구 형성체를 통해 지지체에 지지된다. 따라서, 지지체에 고정되지 않은 본체의 타측 단부측 방향으로는 본체는 자유롭게 열변형될 수 있기 때문에 본체의 특정 부분에 열응력이 생겨 파손되는 것을 억제할 수 있다.
- [0031] 상기 본체와 상기 배관구 형성체 사이에는 단열 부재가 배치되는 것이 바람직하다.
- [0032] 상기 구성에 의하면, 단열 부재에 의해 본체에서 배관구 형성체로의 열전도를 억제할 수 있기 때문에, 배관구 형성체의 온도 변화를 보다 작게 할 수 있다. 이에 따라, 수소발생장치가 운전시와 정지시의 사이에 온도 변화하는 경우, 배관구 부근에 발생하는 열응력을 줄일 수 있다.
- [0033] 상기 수소발생장치와, 상기 수소발생장치로부터 공급되는 수소 함유 가스를 이용하여 발전을 하는 연료전지를 포함하는 연료전지시스템이 구성된다.
- [0034] 상기 연료전지시스템에 의하면, 수소발생장치의 배관의 파손 및 열화가 방지되어 연료전지시스템의 운전 안정화와, 연료전지시스템의 고수명화를 도모할 수 있다.

**발명의 효과**

[0035] 본 발명의 수소발생장치 또는 연료전지시스템에 의하면, 운전 및 정지의 반복에 따른 열응력에 기인하는 수소발생장치의 각부의 열화, 파괴를 억제하는 것이 가능하며, 장치, 시스템의 안정성을 높이는 동시에 고수명화를 도모할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0036] 도 1은 본 발명의 실시형태 1에 따른 연료전지시스템의 개략적인 구성을 도시한 블록도,  
 도 2는 본 발명의 실시형태 1에 따른 수소발생장치 본체의 주요부 종단면도,  
 도 3은 도 2의 일부를 확대한 도면,  
 도 4는 수소발생장치의 정면도,  
 도 5a는 수소발생장치의 평면도, 도 5b는 체결부재의 배치의 변형예 1을 설명하는 수소발생장치의 평면도, 도 5c는 체결부재의 배치의 변형예 2를 설명하는 수소발생장치의 평면도,  
 도 6은 수소발생장치의 변형예를 도시하는 정면도,  
 도 7은 고정기의 변형예를 도시하는 수소발생장치의 정면도,  
 도 8은 본 발명의 실시형태 2에 따른 수소발생장치(수소발생장치)의 개략적인 구성을 도시하는 단면도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0037] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 형태에 대해 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 또한, 이하에서는 모든 도면을 통해 동일하거나 상응하는 요소에는 동일한 참조 부호를 부여하고, 그에 대한 중복 설명을 생략한다.

[0038] (실시형태 1)

[0039] 먼저, 본 발명의 실시형태 1에 따른 수소발생장치를 구비한 연료전지시스템의 개략적인 구성을 설명한다. 도 1은 본 실시형태에 따른 연료전지시스템의 개략적인 구성을 나타내는 블록도이다.

[0040] 도 1에 도시하는 바와 같이, 연료전지시스템(100)은 연료가스 및 산화제 가스를 공급받아 전기와 열을 발생시키는 연료전지(60)와, 수소를 많이 함유한 연료가스를 생성하여 연료전지(60)에 공급하는 수소발생장치(연료가스 생성장치;76)와, 연료전지(60)에 산화제 가스를 공급하는 산화제 가스 공급장치(77)를 구비하고 있다. 본 실시형태에서, 산화제 가스는 공기이고, 산화제 가스 공급장치(77)는, 예를 들면 블로워(blower) 등의 송풍기와, 송풍기로 압송되어 오는 공기를 가습하는 가습기로 구성되어 있다.

[0041] 수소발생장치(76)에는, 원료가스 공급기(원료가스원;81)로부터 원료가스가 공급되고 물공급기(물공급원;82)로부터 물이 공급된다. 원료가스 공급기(81)는, 예를 들면 원료가스원으로서의 도시가스 또는 프로판가스 등의 원료가스의 공급량을 제어하는 유량조절기이다. 구체적으로는, 유량조정밸브, 펌프, 개폐밸브 등으로 구성된다. 또한, 물공급기(82)는, 예를 들면 물공급원으로서의 도시 급수 시설 등으로부터의 물 공급량을 제어하는 유량조정기이며, 구체적으로는 유량조정밸브, 펌프 및 개폐밸브로 구성된다. 수소발생장치(76)에서는, 이와 같이 하여 공급된 원료가스와 물과 연소기(연소부;4)로부터의 열을 이용하여 연료전지(60)에서 환원제 가스로 이용되는 연료가스(수소함유 가스)를 생성한다. 수소발생장치(76)의 구성에 대해서는 뒤에서 설명한다.

[0042] 연료전지(60)는, 예를 들면 수분을 함유한 상태에서 양성자(proton)를 선택적으로 수송하는 양성자 전도성이 있는 고분자 전해질 막과 양극(anode) 및 음극(cathode)의 한 쌍의 전극으로 구성된 MEA를 갖는 고분자 전해질형 연료전지로 구성할 수 있다. 연료전지(60)에서는, 양극에 공급되는 연료가스와 음극에 공급된 산화제 가스가 전기 화학적으로 반응하여 전기와 열과 물이 생성된다.

[0043] 연료전지(60)의 출력 단자는, 연료전지(60)로 발전된 직류 전력을 교류 전력으로 변환하는 인버터(inverter)를 갖춘 출력 제어장치(75)에 연결되고, 이 출력 제어장치(75)는 전력 부하에 연결되어 있다. 연료전지(60)의 발전량은 출력 제어장치(75)에 의해 제어된다.

[0044] 연료전지(60)로부터는 반응에 사용되지 않은 여분의 연료가스가 배출된다. 이 여분의 연료가스를 포함하는 오프 가스(양극 오프 가스(anode off-gas))는 연소기(4)에 공급되어 연료로서 이용된다. 또한, 연료전지(60)로부터는 잉여 산화제 가스가 배출된다. 이 잉여 산화제 가스를 포함하는 오프 가스(음극 오프 가스(cathode off-gas))는 대기로 배출된다.

- [0045] 여기서, 수소발생장치(76)에 대해 상세하게 설명한다.
- [0046] 도 2는 본 실시형태에 따른 수소발생장치 본체의 주요부 종단면도, 도 3은 도 2의 일부를 확대한 도면이다.
- [0047] 도 1~도 3에 도시하는 바와 같이, 수소발생장치(76)는 개질기(개질부;8)와, 변성부(10a)와, 산화부(10b)와, 연소기(4)를 케이스(3)에 내장한 수소발생장치 본체(본체;78)를 구비한다. 이와 같이 개질기(8)나 연소기(4)가 내장된 케이스(3)에 의해 수소발생장치 본체(78)의 외표면(외곽)이 형성된다. 케이스(3)는 상단이 개방되고 하단이 폐쇄된 통체를 구성하는 몸통부(3a)를 포함하고, 몸통부(3a)의 개방된 상단에는 플랜지부(3b)를 구비하고 있다. 이 플랜지부(3b)는, 후술하는 지지체(70)에 수소발생장치 본체(78)를 고정하기 위한 고정기(65)의 한 구성요소가 된다.
- [0048] 본 발명의 배관구 형성체(62)는, 수소발생장치 본체(78) 중에서도 비교적 온도가 낮은, 연소기(4)의 화염 방출 방향에서 보아 수소발생장치 본체(78)의 하단 측에 배치됨이 바람직하다. 즉, 연소기(4)의 운전에 의해 수소발생장치 본체(78)의 길이 방향(본 실시형태에서는 높이 방향)에 온도 구배가 발생하고, 온도가 높은 고온 영역과 온도가 낮은 저온 영역이 수소발생장치 본체(78)에 발생한다. 도 2에서, 수소발생장치 본체(78)의 아래쪽은 고온 영역이며, 위쪽은 저온 영역이 된다. 보다 구체적으로는, 케이스(3)의 상단의 통로를 폐쇄하기 위해 판형상의 배관구 형성체(62)가 배치되어 있다. 이와 같이 하여, 수소발생장치 본체(78)에 설치된 배관구 형성체(62)와, 케이스(3)의 플랜지부(3b) 사이에 시트 형상의 단열부재(61)가 개재되고, 배관구 형성체(62)와 케이스(3)의 플랜지부(3b)가 볼트 및 너트 등의 체결부재(67)에 의해 체결되어 있다.
- [0049] 배관구 형성체(62)에는, 수소발생장치 본체(78)에 각종 가스 및 물(수소를 생성할 수 있는 소정의 매체)을 공급하는 배관 및 수소발생장치 본체(78)로부터 배출된 각종 가스가 흐르는 배관으로 이루어지는 배관 군 가운데 적어도 일부의 배관과 연통하는 배관구가 형성되어 있고, 이 배관구와 연통하는 배관에는 배관 연결부(63)가 설치되어 이 배관 연결부(63)를 통해 수소발생장치 본체(78)내의 유로와 연결되어 있다. 구체적으로는, 배관구 형성체(62)에는, 원료가스 공급기(81)로부터 원료가스를 개질기에 공급하기 위한 원료가스 공급로(52), 물공급기(82)로부터 예열 증발부(6)에 물을 공급하기 위한 물공급로(53), 산화용 공기 공급기(84)로부터 CO 산화 촉매(9b)에 산화용 공기를 공급하기 위한 산화용 공기 공급로(58), 연소용 공기 공급기(83)로부터 연소기(4)에 연소용 공기를 공급하기 위한 연소용 공기 공급로(54), 연소기(4)에 생긴 연소 배기가스를 수소발생장치(76)의 외부로 배출하는 연소가스 배출로(56), 및 연료전지(60)에 연료가스를 공급하는 연료가스 공급로(57)를 수소발생장치 본체(78)의 외부에서 각각의 유로의 일부를 구성하는 배관과 연통시키기 위한 배관구가 형성되어 있다. 이와 같이, 배관구 형성체(62)는 배관이 집중해서 연결되는 집중 배관부가 되어 있다. 상술한 바와 같이 수소발생장치 본체(78)에 연결되는 배관이 배관구 형성체(62)에 집중하여 연결됨으로써, 수소발생장치(76)의 조립 시 공이나 유지 관리(maintenance)를 쉽게 할 수 있다. 또한, 원료가스 공급로(52), 산화용 공기 공급로(58), 연소용 공기 공급로(54), 연소가스 배출로(56) 및 연료가스 공급로(57)는 스텐레스 강관 등의 금속제 배관으로 구성되고, 물공급로(53)는 수지 배관으로 구성되어 있다.
- [0050] 또한 배관 연결부(63)는, 예를 들면 이음새로 구성되어 있다. 이러한 이음새로서, 예를 들면 클립 형상의 퀵 파스너(quick fastener)를 이용하는 퀵 파스너 이음새를 사용하여 작업자의 배관 공정수의 감축과 작업의 균일화를 도모할 수 있다.
- [0051] 케이스(3)는 원통형의 내통(1)과 외통(2)을 축방향을 세로로 한 동심(同心) 형상으로 배치하여 구성되어 있다. 내통(1)의 내주의 중앙부에는 연소기(4)가 마련되어 있어, 연소기(4)에는 연료전지로부터 오프 가스 유로(51)를 통해 연소용 연료가스가 공급되는 동시에, 연소용 공기 공급기(83)로부터 연소용 공기 공급로(54)를 통해 연소용 공기가 송풍된다. 연소용 공기 공급기(83)는, 예를 들면 송풍 팬으로 구성되어 있다. 연소기(4)와 내통(1) 사이에는, 내통(1)과 동심형으로 배치된 연소통(21)으로 구획됨에 따라 내통(1)의 내주를 따라서 연소가스 유로(5)가 설치되고, 이 연소가스 유로(5)는 연소가스 배출로(56)와 연통되어 있다. 이러한 구성에 의해, 연소기(4)로 연소용 연료가스를 연소하여 발생하는 고온의 연소가스는 연소가스 유로(5)를 따라 상승하고, 연소가스 배출로(56)를 통해 연소 배기가스로 외부에 배출된다.
- [0052] 내통(1)과 외통(2) 사이의 통 형상의 공간의 상부에는, 내통(1)과 동심형으로 배치된 원통 형상의 칸막이판(35)으로 구획됨으로써, 내통(1)측에 예열 증발부(6)가, 외통(2)측에 일산화탄소 저감부(10)가 각각 동심형으로 설치되어 있다. 예열 증발부(6)는, 내통(1)의 외주면에 따른 원통형 공간으로 형성되고, 이 예열 증발부(6)에서 내통(1)의 외주면에는 소정 간격을 두고 나선 형상의 가이드체(33)가 감겨져, 예열 증발부(6)에 나선 형상의 유로가 형성되어 있다.

- [0053] 예열 증발부(6)의 상단부에는, 원료가스 공급로(52)와 물공급로(53)가 연결되어 있다. 또한, 예열 증발부(6)의 하부에는 개질기(8)가 설치되어 있다. 개질기(8)는 내통(1)의 외주면에 접한 원통형으로 형성되어 있고, 개질기(8)에는 개질촉매(7)가 충전되어 있다.
- [0054] 예열 증발부(6)의 상부 외주 측에는, 예열 증발부(6)를 둘러싸는 원통형으로 일산화탄소 저감부(10)가 형성되어 있다. 이에 따라, 예열 증발부(6)의 상부를 통과하는 가스와 일산화탄소 저감부(10)는 서로 열교환될 수 있다. 그리고, 예열 증발부(6)의 하부의 외주측에 위치하는 칸막이판(35)에는, 상하 복수 부분에 연통구(36)가 설치되고, 이 칸막이판(35)의 외주측에는 개구부(12)를 가지는 원통 형상의 격벽(11)이 설치되어 격벽(11)의 외주측으로는 원통 형상의 열교환판(38)이 설치되어 있다. 칸막이판(35)과 격벽(11) 사이에는 유도로(13)가 형성되고, 격벽(11)과 열교환판(38) 사이에는 혼합가스 유로(14)가 형성되어 있다. 그리고, 예열 증발부(6)와 유도로(13)는 연통구(36)로 연통되고 유도로(13)와 혼합가스 유로(14)는 개구부(12)로 연통되고, 혼합가스 유로(14)와 개질기(8)는 유입구(39)로 연통되어 있다. 이러한 구성에 의해, 예열 증발부(6)를 통과하는 동안 가열되는 원료가스와 수증기의 혼합 가스는 유도로(13), 및 혼합가스 유로(14)를 통해 개질기(8)로 유입된다.
- [0055] 열교환판(38)의 외주측에는 외통(2)의 내주(內周)가 위치된다. 열교환판(38)과 외통(2) 사이에는, 개질가스 유로(16)가 형성되어 있다. 이 개질가스 유로(16)는, 열교환판(38)이 가지는 유출구(40)에 의해 개질기(8)와 연통하고, 또한 개질가스 유로(16)의 상부로 개방된 유입구(41)에 의해 일산화탄소 저감부(10)과 연통되어 있다. 이러한 구성에 의해, 개질기(8)에서 원료가스와 수증기의 수증기 개질 반응에 의해 생성된 다량의 수소를 포함하는 가스(이하, '개질가스'라 한다)는, 개질기(8)로부터 개질가스 유로(16)로 유입되고, 개질가스 유로(16)를 통과하는 동안 열교환판(38)을 통해 혼합가스 유로(14)를 통과하는 가스와 열교환하여 저온으로 되고, 일산화탄소 저감부(10)로 유입된다.
- [0056] 일산화탄소 저감부(10)는, 일산화탄소 저감 촉매로서 CO 변성 촉매(9a)를 충전한 변성부(10a)와, 일산화탄소 저감 촉매로 CO 산화 촉매(9b)를 충전한 산화부(10b)의 2단으로 구성되어 있다. 개질가스의 흐름 방향에서 변성부(10a)가 전단, 산화부(10b)가 후단이 되도록, 변성부(10a)가 아래쪽에, 산화부(10b)가 위쪽에 배치되어 있다. 이 변성부(10a)와 산화부(10b) 사이에는, 산화용 공기 공급기(84)로부터 산화용 공기 공급로(58)를 통해 산화용 공기가 공급되는 산화용 공기 유로(19)가 설치되어 있다. 그리고, 일산화탄소 저감부(10)의 상단부에는, 연료전지(60)에 연료가스를 공급하는 연료가스 공급로(57)가 연결되어 있다. 이러한 구성에 의해, 일산화탄소 저감부(10)에 유입된 개질가스는, 변성부(10a) 및 산화부(10b)를 통과하는 동안 일산화탄소가 저감된 연료가스가 되고, 연료가스 공급로(57)를 통해 연료전지(60)에 공급된다.
- [0057] 다음은 상기 구성의 수소발생장치(76)에서의 연료가스 생성 과정에 대해 설명한다.
- [0058] 수소발생장치(76)에서 원료가스 공급로(52)를 통해 원료가스가, 물공급로(53)를 통해 물이 각각 예열 증발부(6)에 공급되면, 원료가스와 물이 예열 증발부(6)를 통과하는 동안 가열되어 물은 증발되어 수증기가 된다. 또한, 예열 증발부(6)는 연소가스 유로(5)를 흐르는 연소가스에 의해 가열되고, 또한 일산화탄소 저감부(10)에서의 CO 변성 반응이나 CO 산화 반응의 반응열이 전열되어 가열된다. 예열 증발부(6)로 가열된 원료가스와 수증기의 혼합 가스는 유도로(13) 및 혼합가스 유로(14)를 차례로 통과하여 충분히 혼합된 상태로 개질기(8)에 유입된다. 개질기(8)에서는 개질촉매(7)의 촉매 작용으로 원료가스와 수증기가 수증기 개질 반응하고, 수소 리치한 개질가스가 생성된다. 수증기 개질 반응은 흡열 반응이며, 연소가스 유로(5)를 흐르는 연소가스에 의해 개질기(8)가 가열되어 반응이 진행된다.
- [0059] 개질기(8)로 생성된 개질가스는 개질가스 유로(16)에 유입되고, 개질가스 유로(16) 내를 상승하는 동안 개질기(8) 및 혼합가스 유로(14)를 흐르는 혼합가스와 열교환되어 일산화탄소 저감부(10)에서의 반응에 적합한 온도로 냉각된다. 이와 같이 하여 200~250℃ 정도로 냉각된 개질가스는 일산화탄소 저감부(10)의 변성부(10a)에 유입되고, CO 변성 반응에 의해 개질가스 중의 일산화탄소가 제거된다. 변성부(10a)로 일산화탄소가 제거된 개질가스는 산화부(10b)에 유입되고, CO 산화 촉매의 작용으로 산화용 공기 공급로(58)를 통해 공급되는 산화용 공기 중의 산소와 CO 산화 반응하여 개질가스 중의 일산화탄소가 한층 더 제거된다. 일산화탄소 저감부(10)로 일산화탄소가 제거된 개질가스는 연료가스로서 일산화탄소 저감부(10)로부터 연료가스 공급로(57)를 통해 연료전지(60)의 양극에 공급된다.
- [0060] 다음은 수소발생장치(76)의 연료전지시스템(100) 패키지로의 고정 방법에 대해 설명한다.
- [0061] 도 4는 수소발생장치의 정면도, 도 5a는 수소발생장치의 평면도, 도 5b는 체결부재의 배치의 변형예 1을 설명하는 수소발생장치의 평면도, 도 5c는 체결부재의 배치의 변형예 2를 설명하는 수소발생장치의 평면도, 도 6은 수

소발생장치의 변형예를 도시하는 정면도, 도 7은 고정기의 변형예를 도시하는 수소발생장치의 정면도이다. 한편, 도 5에서는 배관구 형성체(62)에 연결된 배관을 생략한다.

[0062] 도 4 및 도 5a에 도시하는 바와 같이, 수소발생장치(76)는, 수소발생장치 본체(78)가 지지체(70)에 지지된 상태로 연료전지(60) 등과 함께 연료전지시스템(100)의 패키지 내에 배치되어 있다. 지지체(70)는 연료전지시스템(100)의 패키지의 프레임에 착탈가능하게 구성되어 있어도 좋고, 연료전지시스템(100)의 패키지의 프레임(기본)에 일체로 구성되어 있어도 상관없다.

[0063] 지지체(70)는, 저판(71)과 이 저판(71)에 입설(立設)된 2개의 대체로 평행인 지지 기둥(72,72)으로 구성되어 있다. 각 지지 기둥(72)은, 정상부가 저판(71)과 거의 평행이 되도록 정상부의 앞에서 서로 대향하는 방향으로 거의 직각으로 구부러져 있으며, 이 정상부에서 수소발생장치(76)에 접해 있다. 그리고, 케이스(3)의 플랜지부(3b)가 2개의 지지 기둥(72,72)의 정상부에 걸쳐져 있고, 케이스(3)의 플랜지부(3b)와 지지 기둥(72)의 정상부가 볼트 및 너트 등의 체결부재(66)로 체결되어 있다.

[0064] 상기에서, 수소발생장치 본체(78)에 설치된 배관구 형성체(62)가 고정기(65)에 의해 지지체(70)에 고정됨에 따라, 수소발생장치 본체(78)가 지지체(70)에 지지되어 있다. 본 실시형태에서는 케이스(3)의 플랜지부(3b)와, 지지체(70)와 플랜지부(3b)를 체결하는 체결부재(66)와, 플랜지부(3b)와 배관구 형성체(62)를 체결하는 체결부재(67)로 고정기(65)가 구성된다. 즉, 배관구 형성체(62)는 플랜지부(3b)를 통해 간접적으로 지지체(70)에 고정되어 있다. 단, 고정기(65)의 구조는 상기한 바와 같이 간접적으로 지지체(70)에 고정하는 구성으로 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 도 7에 도시하는 바와 같이 배관구 형성체(62)의 주변부를 지지 기둥(72)의 정상부와 평면시(平面視)로 중복할 때까지 확장하여, 이 배관구 형성체(62)의 주변부와 지지 기둥(72)의 정상부를 볼트 및 너트 등으로 이루어지는 체결부재(69)로 체결함으로써 배관구 형성체(62)를 직접적으로 지지체(70)에 고정해도 관계없다. 이 경우, 배관구 형성체(62)를 지지체(70)에 고정하는 고정기(65)는 배관구 형성체(62)의 주변부와 체결부재(69)로 구성하게 된다.

[0065] 또한, 상기 고정기(65)에서 지지체(70)와, 플랜지부(3b)나 배관구 형성체(62)에 체결하는 체결부재(66)는 배관구 형성체(62)상의 배관구(62a)를 사이에 둔 적어도 2지점에 설치된다. 이에 따라, 배관구 형성체(62)가 수소발생장치(76)의 운전/정지 동안의 온도 변화에 따라 열변형하는 자유도가 감소하고, 온도변화에 따르는 배관구(62a)의 이동이 억제된다. 왜냐하면, 플랜지부(3b)가 지지체(70)상의 적어도 2지점에서 체결부재(66)에 의해 지지됨으로써, 플랜지부(3b)의 지름 방향으로의 변형이 억제되고, 나아가서는 배관구 형성체(62)의 변형도 억제되기 때문이다. 따라서, 상기 배관구 형성체(62)를 통해 수소발생장치 본체(78)에 연결된 배관은 수소발생장치(76)의 기동 정지의 반복에 의해 파손될 가능성이 억제된다. 한편, 상술한 「배관구(62a)를 사이에 둔 2지점」란, 배관구(62a) 균을 도 5a에 도시하는 수소발생장치(76)의 연장 방향에 대해 수직인 단면 방향에서 보았을 경우, 배관구(62a)의 중심 G를 통과하는 중심선 G1에 대하여 서로가 반대측이 되는 부분을 가리킨다. 예를 들면, 도 5b에 도시하는 바와 같이 체결부재(66)가 중심선 G1에 대해 반대측인 동시에 중심선 G1이 수직인 선 G2에 대해 한 쪽으로 편재하는 1지점씩 설치되어 있어도 좋고, 도 5c에 도시하는 바와 같이 상기 중심 G를 사이에 끼워 대향하는 2지점에 체결부재(66)가 설치되어 있어도 상관없다.

[0066] 이와 같이, 고정기(65)에 의해 지지체(70)에 고정되어 이동이 구속되어 있는 배관구 형성체(62)는 수소발생장치(76) 중에서도 수소발생장치(76; 수소발생장치 본체(78))가 열변형했을 때 변형이 비교적 작은 부분이 된다. 즉, 도 2에서 수소발생장치 본체(78)의 아래쪽은 고온 영역이고 위쪽은 저온 영역이 되지만, 배관구 형성체(62)는 저온 영역 중에서도 가장 온도가 낮은 위치(연소기(4)에서 가장 먼 위치)에 배치되어 있다. 따라서, 이 변형이 작은 배관구 형성체(62)에 연결된 배관은 수소발생장치(76)의 다른 부분에 연결될 경우와 비교하여 수소발생장치 본체(78)의 열변형에 의해 주어지는 영향이 작고 발생하는 응력도 작다. 따라서, 수소발생장치(76) 또는 이와 연결된 배관의 열응력 집중에 의한 파손이나 열화를 방지할 수 있다.

[0067] 또한 본 실시형태에 있어서는, 배관구 형성체(62)와 케이스(3)의 플랜지부(3b) 사이에는 단열부재(61)가 개재되고, 플랜지부(3b)로부터 배관구 형성체(62)로의 열전도가 차단되기 때문에, 수소발생장치 본체(78)가 온도 변화했을 때 배관구 형성체(62) 및 이와 연결된 배관의 온도 변화를 보다 작게 할 수 있으며, 배관구 형성체(62) 및 이와 연결된 배관의 열변형 및 열응력을 보다 작게 하는 효과를 기대할 수 있다.

[0068] 또한 본 실시형태에서, 배관구 형성체(62)는 케이스(3)의 축방향에서 보아 케이스(3; 수소발생장치 본체(78))의 일측 단부에 설치되어 있다. 즉, 수소발생장치 본체(78)는, 케이스(3)의 일측 단부 부근에서 배관구 형성체(62) 및 고정기(65)를 통해 지지체(70)에 지지된다. 또한, 수소발생장치 본체(78; 여기서는, 고정기(65)가 되는 케이스(3)의 플랜지부(3b)를 제외한다)의 외면과 지지체(70)의 사이에는 공간이 설치되어 있다. 구체적으로

는, 수소발생장치 본체(78)의 저면과 지지체(70)의 저판(71), 및 수소발생장치 본체(78)의 측면과 지지체(70)의 지지 기둥(72,72)은 각각의 사이에 공간이 설치되어, 수소발생장치 본체(78)가 열팽창하여도 지지체(70)와 접촉하지 않도록 충분한 거리만큼 이격되고 있다.

- [0069] 상기 구성에 의하면, 수소발생장치 본체(78)가 열변형(열팽창과 냉각 수축)하더라도, 수소발생장치 본체(78)는 고정기(65)에 구속되지 않고 자유롭게 열변형될 수 있으며, 또한 수소발생장치 본체(78)는 지지체(70)에도 열변형을 방해할 수 없다. 따라서, 수소발생장치(76)의 열응력 집중에 따른 파손이나 열화를 방지할 수 있다.
- [0070] 또한 배관구 형성체(62)는, 수소발생장치 본체(78)에 있어서 연소기(4)의 화염방출 방향에서 볼 때 아래쪽에 설치되는 것이 바람직하다. 즉, 수소발생장치 본체(78) 중 가장 고온이 되는 연소기(4)의 화염 방출 방향과는 반대측의 위치에, 즉 수소발생장치 본체(78) 중 운전시와 정지시의 온도 변화 및 열변형이 비교적 작은 위치에 배관구 형성체(62)가 설치되는 것이 바람직하다. 여기서는, 배관구 형성체(62)가 고정되는 케이스(3)의 플랜지부(3b)는, 케이스(3)에 있어서 연소기(4)로부터 가장 떨어진 위치에 설치된다. 이것에 의하면, 지지체(70)와 고정기(65) 및 배관구 형성체(62)와 고정기(65)의 사이에 발생하는 응력을 보다 작게 할 수 있어, 이러한 열피로를 억제할 수 있다.
- [0071] 본 실시형태에서는, 배관구 형성체(62), 각종 배관, 지지체(70)는, 변성부(10a), 산화부(10b)보다 저온 영역에 있어서의 저온측, 즉 연소기(4)로부터 먼 쪽에 존재하는 구성을 적용된다.
- [0072] 또한 본 실시형태에서는, 수소발생장치(76)에 연결되는 모든 배관이 배관구 형성체(62)에 집중하여 연결되어 있다. 상기 구성에 의해 배관의 손상을 효과적으로 억제할 수 있다. 다만, 배관 중 물공급로(53)는 가효성을 가지하는 수지계 배관으로 구성되어 열변형에 추종할 수 있도록 하기 위해, 예를 들면 도 6에 도시하는 바와 같이 배관구 형성체(62)와는 다른 부분 (예를 들면, 케이스(3)의 몸통부(3a))에 물공급로(53)를 구성하는 배관을 연결하도록 하여도 상관없다.
- [0073] 또한, 반드시 모든 금속제 배관이 배관구 형성체(62)에 연결될 필요는 없다. 원료가스 공급기(81)로부터 원료가스가 공급되는 원료가스 공급로(52)를 구성하는 배관, 물공급기(82)로부터 물이 공급되는 물공급로(53)를 구성하는 배관, 산화용 공기 공급기(84)로부터 산화용 공기가 공급되는 산화용 공기 공급로(58)를 구성하는 배관, 연소용 공기 공급기(83)로부터 연소용 공기가 공급되는 연소용 공기 공급로(54)를 구성하는 배관, 연소기(4)로 생긴 연소 배기가스를 배출하는 연소가스 배출로(56)를 구성하는 배관, 및 연료전지(60)에 연료가스를 공급하는 연료가스 공급로(57)를 구성하는 배관으로 이루어지는 배관 군 가운데, 적어도 복수의 배관이 배관구 형성체(62)에 연결되어 있으면, 다소 상술한 바와 같은 효과를 얻을 수 있다. 단, 상기 배관 군 중 모든 금속제 배관이 배관구 형성체(62)에 연결되는 것이 바람직하다.
- [0074] 또한, 본 실시형태에서는 수소발생장치(76)로서, 개질기(8)와, 변성부(10a)와, 산화부(10b)가 하나의 케이스(3) 안에 일체로 설치된 형태의 것을 설명하였지만, 수소발생장치의 형태는 본 실시형태에 한정되는 것이 아니고, 예를 들면 개질기(8)와, 변성부(10a)와, 산화부(10b)를 각각 독립한 용기에 설치한 형태의 것으로 본 발명을 적용시킬 수 있다.
- [0075] 또한 본 실시형태에서는, 수소발생장치 본체(78)에 있어서, 케이스(3)와는 별도로 배관구 형성체(62)가 설치되어 있다. 배관구 형성체(62)가 설치되지 않을 경우에도, 전체의 배관, 지지체를 저온 영역에 배치함으로써 본 발명의 효과를 얻을 수 있다.
- [0076] (실시형태 2)
- [0077] 다음은 본 발명의 실시형태 2에 따른 수소발생장치(수소발생장치)를 도 8을 이용해서 설명한다.
- [0078] 도 8에 도시하는 바와 같이, 본 발명의 실시형태 2의 수소발생장치는, 촉매나 물증발부나 버너 등을 포함하는 반응 용기로서의 금속 구조체(수소발생장치 본체;200)와, 금속 구조체(200)를 덮는 단열재(101)와, 금속 구조체(200)와 단열재(101)를 고정하여 수소발생장치로 하는 프레임(지지체;102)로 구성된다. 본 실시형태의 수소발생장치는, 실시형태 1의 수소발생장치(76)에 상당한다. 또한, 금속 구조체(200)는, 실시형태 1의 수소발생장치 본체(78)에 상당한다.
- [0079] 금속 구조체(200)는 보관유지부(保持部;110)로 프레임(102)에 고정되고 있다. 단열재(101)는 단열재(101)의 외주 전체로 프레임(102)에 고정되어 있다. 프레임(102)은, 실시형태 1의 지지체(70)에 상당한다.

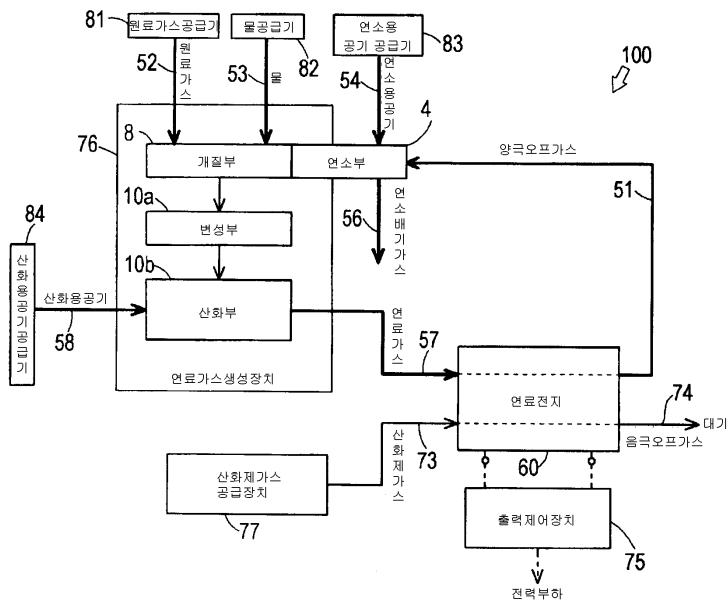
- [0080] 금속 구조체(200)는, 연료가스 배관(201; 실시형태 1의 오프가스 유로(51)에 상당)로부터 공급된 연료가스와, 연소용 공기배관(202; 실시형태 1의 연소용 공기 공급로(54)에 상당)으로부터 공급된 연소용 공기를 혼합하여 화염을 형성하는 버너(203)를 금속 구조체(200)의 보관유지부(110)보다 하부에 가지고 있다. 버너(203)에서 발생된 연소 배기가스는 연소 배기가스 출구배관(204; 실시형태 1의 연소가스 배출로(56)에 상당)으로부터 수소발생장치 외부로 배출된다.
- [0081] 버너(203)의 배기가스로 가열된 물증발 혼합부(205)에는 원료가스 배관(206; 실시형태 1의 원료가스 공급로(52)에 상당)으로부터 원료가스와 수배관(207; 실시형태 1의 물공급로(53)에 상당)으로부터 물이 공급되어, 원료가스와 수증기의 혼합기로서 물증발 혼합부(205)의 하부에 배치한 개질 촉매층(208; 실시형태 1의 개질촉매(7), 개질기(8)에 상당)에 공급된다.
- [0082] 개질 촉매층(208)으로부터 송출되는 개질가스는, 변성 촉매층(209; 실시형태 1의 CO 변성 촉매(9a), 변성부(10a)에 상당)에 공급되고, 또한 변성 촉매층(209)으로부터 송출되는 변성가스는 선택 산화 촉매층(210; 실시형태 1의 CO 산화 촉매(9b), 산화부(10b)에 상당)에 선택 산화 공기배관(211; 실시형태 1의 산화용 공기 공급로(58)에 상당)으로부터의 선택 산화 공기와 혼합된 후에 공급된다. 선택 산화 촉매층(210)을 나온 생성가스는 생성가스 출구배관(212; 실시형태 1의 연료가스 공급로(57)에 상당)보다 수소발생장치로부터 송출된다.
- [0083] 다음은 상기 구성에서 수소발생장치의 각부 동작을 설명한다.
- [0084] 버너(203)에서는, 연료가스와 공기의 혼합이 이루어지고, 그 혼합가스에 고전압의 방전(구성 미도시)을 하여 화염을 형성하고, 고온의 연소 배기가스를 만들어 개질 촉매층(208)이나 물증발 혼합부(205)를 가열하여 연소 배기가스 출구배관(204)으로부터 수소발생장치 외부로 배출된다.
- [0085] 원료가스 배관(206)과 수배관(207)으로부터 공급된 물과 원료는, 물증발 혼합부(205)에서 안쪽을 흐르는 연소 배기가스로부터의 열을 받아 물의 증발이 이루어지는 동시에 물증발 혼합부(205)의 같은 유로 내를 흐르는 원료가스와의 혼합이 이루어져, 혼합 가스로서 개질 촉매층(208)에 공급된다.
- [0086] 개질 촉매층(208)은 안쪽을 흐르는 고온의 연소 배기가스에 의해 600℃~700℃로 고온화되어 있어, 혼합가스가 공급됨으로써 수증기개질 반응에 의해 수소나 일산화탄소, 이산화탄소 등을 포함한 개질가스를 생성한다.
- [0087] 변성 촉매층(209)은 200℃~300℃에서 시프트 반응에 의해 개질가스 중의 농도의 일산화탄소(10~15%)를 이산화탄소로 바꿈으로써 일산화탄소를 저농도화(0.5% 전후) 한다.
- [0088] 선택 산화 촉매층(210)에서는 변성가스에 선택 산화 공기배관(211)으로부터의 공기를 혼합하여, 100~200℃에서의 선택 산화반응에 의해, 변성가스 중의 일산화탄소를 선택 산화반응에 의해 10ppm 이하의 극 저농도의 상태를 실현한다.
- [0089] 여기서, 개질 촉매층(208)은 600~700℃가 되어 있기 때문에, 운전 시작전 상태에 비해 금속 구조체는 그 재질과 온도에 따라서 신장이 이루어진다. 예를 들면, 금속 구조체가 스텐레스재일 경우, 열팽창 계수가 약  $15 \times 10^{-6} [1/K]$ 이기 때문에 운전 전의 상태(20℃)로부터 전체가 700℃가 되었다고 하면 약 1% 팽창하게 된다.
- [0090] 금속 구조체의 길이가 만일 700mm라고 하면, 7mm 신장하게 된다. 실제로는 전체가 700℃인 것이 아니라, 최고의 700℃를 향한 온도분포가 있기 때문에, 신장 길이는 7mm보다 짧지만 몇 mm는 신장하게 된다.
- [0091] 이때 몇 mm 신장하는 상하에서 수소발생장치 외부와의 배관이나 고정을 하고 있으면 몇 mm 늘어나려고 하는 힘의 도망갈 장소가 없어지고, 큰 응력이 되어서 배관이나 고정상부에 걸려 변형이나 균열 등의 손상을 줄 가능성이 있었다.
- [0092] 거기서, 본 실시형태에서는 금속 구조체(200)를 프레임(102)에 대하여 금속 구조체(200) 상부의 보관유지부(110)로 고정하고 있다. 또한 동시에, 원료가스 배관(206), 수배관(207), 선택 산화 공기 배관(211), 연소 배기가스 출구배관(204), 생성가스 출구배관(212)도, 금속 구조체(200)의 상부에 배치되어 수소발생장치의 외부와 연결되어 있다.
- [0093] 따라서, 금속적으로 고정되는 개소를 금속 구조체(200)의 상부에 모아서, 열팽창으로 신장하는 부분을 하부 방향으로 프리인(free-in)인 상태로 구성한다.
- [0094] 여기서, 도 8의 선택 산화 공기 배관(211)과 같이, 금속 구조체(200)의 상부에서 조금 조금 낮게 배치되어 있어도, 금속 구조체(200)의 상부는 수배관(207)이나 원료가스 배관(206)이 배치된 최상류부가 되기 때문에 온도



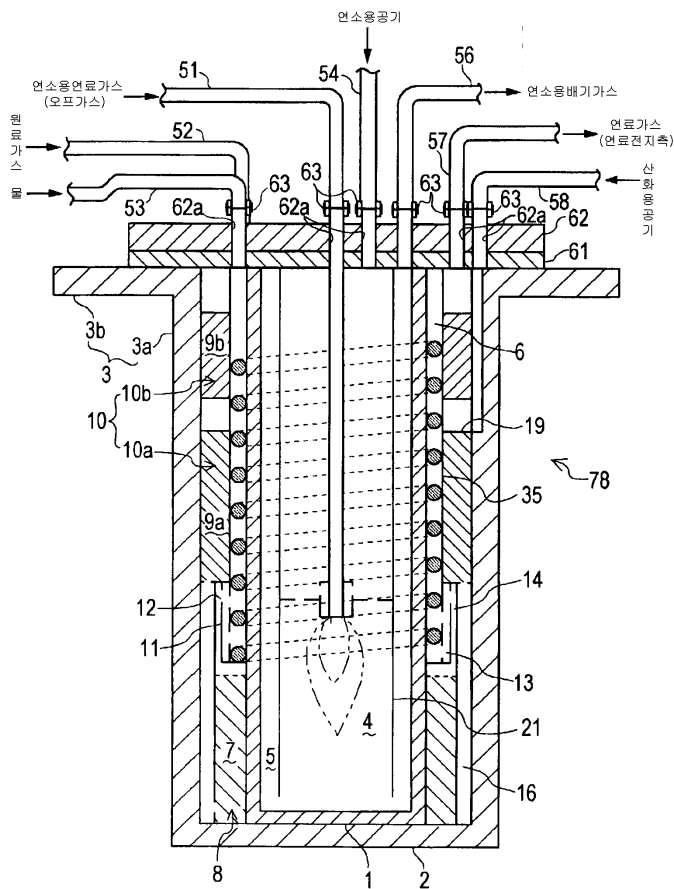
- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| 9a : CO 변성 촉매    | 9b : CO 산화 촉매      |
| 10 : 일산화탄소 저감부   | 10a : 변성부          |
| 10b : 산화부        | 51 : 오프가스 유로       |
| 52 : 원료가스 공급로    | 53 : 물공급로          |
| 54 : 연소용 공기 공급로  | 56 : 연소가스 배출로      |
| 57 : 연료가스 공급로    | 58 : 산화용 공기 공급로    |
| 60 : 연료전지        | 61 : 단열부재          |
| 62 : 배관구 형성체     | 63 : 배관 연결부        |
| 65 : 고정기         | 66 : 체결부재          |
| 70 : 지지체         | 71 : 저관            |
| 72 : 지지 기둥       | 75 : 출력 제어장치       |
| 76 : 수소발생장치      | 77 : 산화제 가스 공급장치   |
| 78 : 수소발생장치 본체   | 81 : 원료가스 공급기      |
| 82 : 물공급기        | 83 : 연소용 공기 공급기    |
| 84 : 산화용 공기 공급기  | 100 : 연료전지시스템      |
| 101 : 단열재        | 102 : 프레임          |
| 103 : 제일 공간      | 104 : 제2 공간        |
| 110 : 보관 유지부     | 200 : 금속 구조체       |
| 201 : 연료가스 배관    | 202 : 연소용 공기배관     |
| 203 : 버너         | 204 : 연소 배기가스 출구배관 |
| 205 : 물증발 혼합부    | 206 : 원료가스 배관      |
| 207 : 수배관        | 208 : 개질 촉매층       |
| 209 : 변성 촉매층     | 210 : 선택 산화 촉매층    |
| 211 : 선택 산화 공기배관 | 212 : 생성 가스 출구배관   |

도면

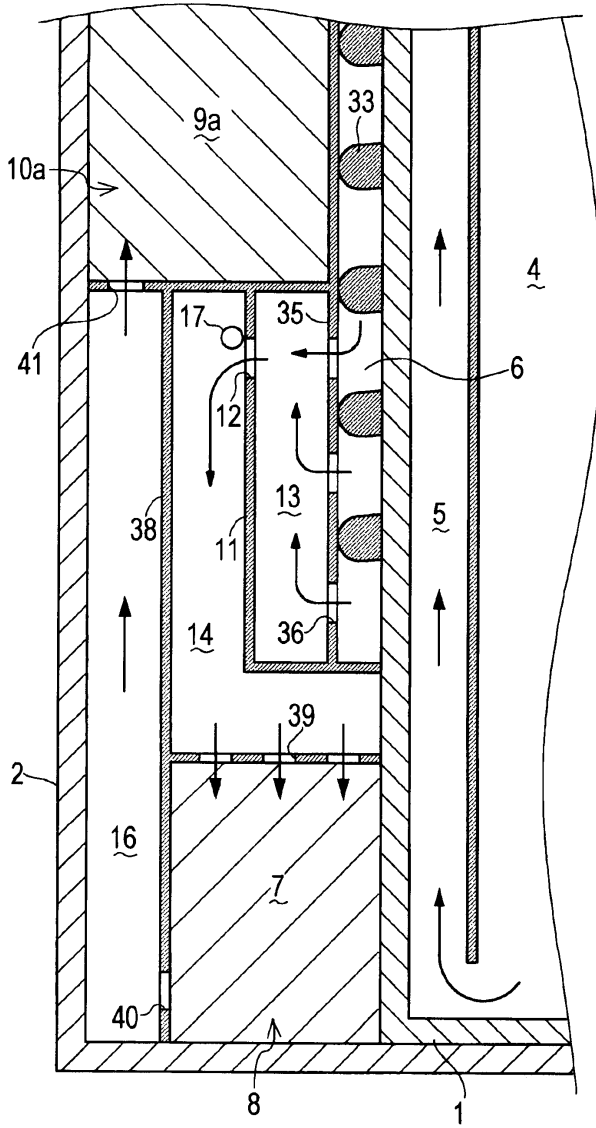
도면1



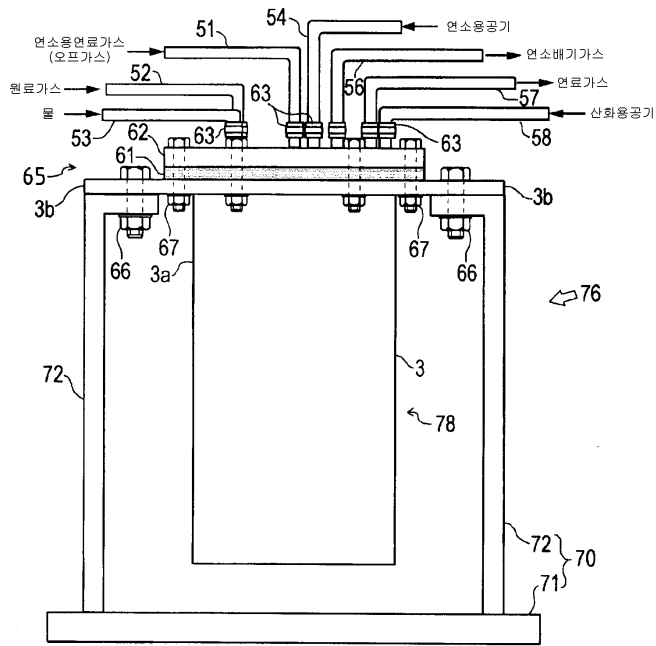
도면2



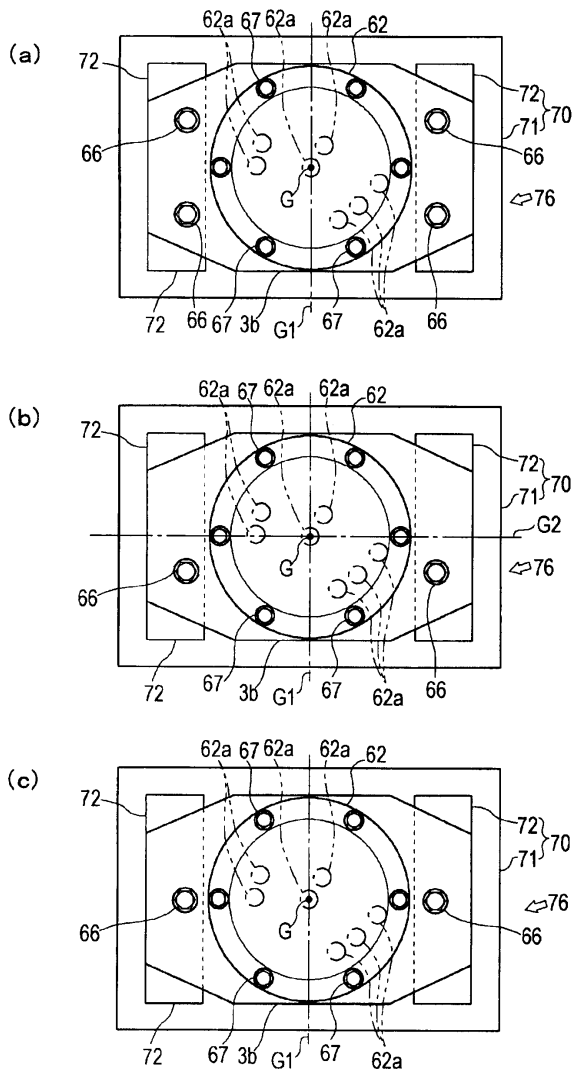
도면3



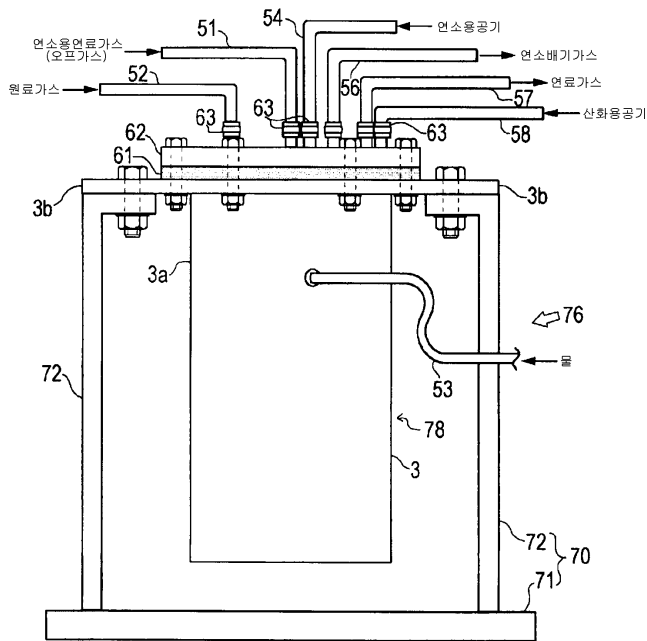
도면4



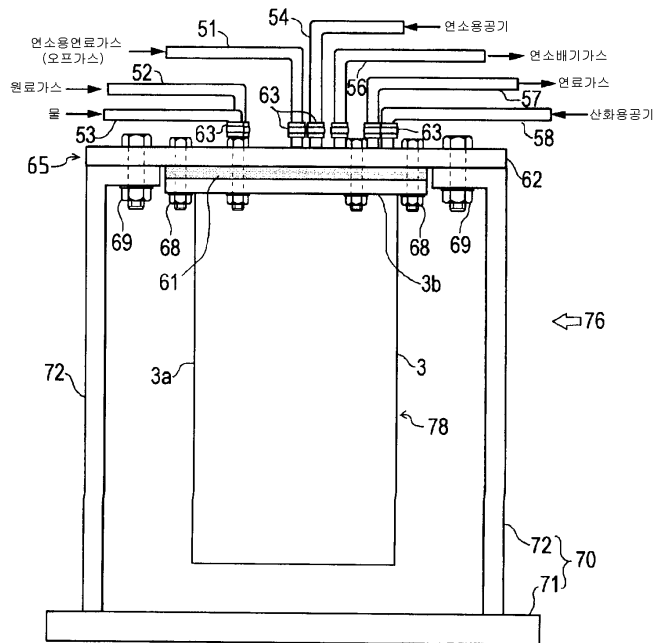
도면5



도면6



도면7



도면8

