



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2010년07월09일  
 (11) 등록번호 10-0969508  
 (24) 등록일자 2010년07월05일

(51) Int. Cl.  
*H01M 8/04* (2006.01) *H01M 8/06* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2008-0018348  
 (22) 출원일자 2008년02월28일  
 심사청구일자 2008년02월28일  
 (65) 공개번호 10-2009-0093044  
 (43) 공개일자 2009년09월02일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP17339889 A\*  
 JP08203550 A  
 JP2003264002 A  
 KR1020040065547 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**한국기계연구원**  
 대전 유성구 장동 171번지  
 (72) 발명자  
**문성모**  
 경남 창원시 가음정동 13-3 재료연구소아파트 501  
**양철남**  
 경남 창원시 가음정동 13-3 재료연구소아파트 506  
**정용수**  
 경남 창원시 상남동 성원아파트 104동 306호  
 (74) 대리인  
**김기문**

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 김경민

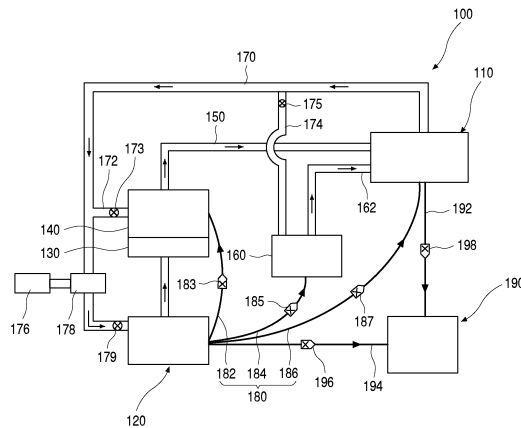
**(54) 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템**

**(57) 요약**

본 발명은 수소발생장치에서 발생된 수소 및 열을 연료전지로 공급하고, 연료전지에서 발생된 물을 수소발생장치로 순환시켜 단위무게당 에너지 저장밀도를 향상시킨 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템에 관한 것이다.

본 발명에 의한 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템은, 수소와 공기 또는 산소를 공급받아 전기를 발생하는 연료전지(110)와, 수소 및 열을 발생하는 수소발생장치(120)와, 상기 연료전지(110)에서 발생한 물을 수소발생장치(120)로 안내하는 물회수관(170)을 포함하여 구성됨을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면 단위무게당 수소 공급 능력이 향상되어 많은 양의 연료를 적재 가능하고, 1회 연료보충으로 장시간 또는 장거리 운전이 가능하다.

**대표도 - 도1**



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 K20401010002-07B0101-00210

부처명 과학기술부

연구사업명 KIMM-MIT 기술협력사업

연구과제명 전극용 다공질 재료 개발

주관기관 한국기계연구원 부설 재료연구소

연구기간 2007년 04월 01일 ~ 2008년 03월 31일

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

수소와 공기 또는 산소를 공급받아 전기를 발생하는 연료전지와,  
수소 및 열을 발생하는 수소발생장치와,  
상기 연료전지에서 발생한 물을 수소발생장치로 안내하는 물회수관과,  
상기 수소발생장치에서 발생한 수소에 포함된 불순물을 여과하는 트랩과,  
상기 트랩에서 불순물이 제거된 수소를 가습하는 연료가습기와,  
상기 연료가습기에서 가습된 수소를 연료전지로 안내하는 연료안내관과,  
상기 연료전지로 공급되는 공기 또는 산소를 가습하는 공기가습기와,  
상기 수소발생장치에서 발생한 열을 상기 연료가습기, 공기가습기 및 연료전지에 선택적으로 공급하는 열공급수단과,  
상기 연료전지 및 수소발생장치로부터 열을 제공받아 물과 열교환하는 열교환기를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템.

**청구항 3**

제 2 항에 있어서, 상기 물회수관 일측에는,  
회수되는 물의 일부를 상기 연료가습기로 안내하는 연료가습기물공급수단과,  
회수되는 물의 일부를 상기 공기가습기로 안내하는 공기가습기물공급수단이 더 구비됨을 특징으로 하는 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템.

**청구항 4**

제 2 항에 있어서, 상기 물회수관 일측에는,  
상기 연료전지에서 발생한 물을 저장하기 위한 물저장탱크가 구비됨을 특징으로 하는 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템.

**청구항 5**

제 2 항에 있어서, 상기 열공급수단은,  
상기 수소발생장치에서 발생한 열을 상기 연료가습기로 안내하는 제1열공급관과,  
상기 수소발생장치에서 발생한 열을 상기 공기가습기로 안내하는 제2열공급관과,  
상기 수소발생장치에서 발생한 열을 상기 연료전지로 안내하는 제3열공급관을 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서, 상기 제1열공급관과 제2열공급관 및 제3열공급관 일측에는,  
상기 제1열공급관과 제2열공급관 및 제3열공급관을 선택적으로 차폐하는 제3밸브, 제4밸브, 제5밸브 중 어느 하나가 구비됨을 특징으로 하는 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템.

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

제 5 항에 있어서, 상기 연료전지와 수소발생장치 사이에는,

상기 연료전지 및 수소발생장치의 열을 상기 열교환기로 안내하는 제4열공급관 및 제5열공급관이 구비됨을 특징으로 하는 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서, 상기 제4열공급관과 제5열공급관 일측에는,

상기 제4열공급관과 제5열공급관을 선택적으로 차폐하는 제6밸브 또는 제7밸브가 구비됨을 특징으로 하는 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템.

**청구항 10**

제 8 항에 있어서, 상기 제1열공급관과 제2열공급관 및 제3열공급관이 개방되면, 상기 제4열공급관과 제5열공급관은 차폐됨을 특징으로 하는 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- [0017] 본 발명은 연료전지 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 수소발생장치에서 발생된 수소 및 열을 연료전지로 공급하고, 연료전지에서 발생된 물을 수소발생장치로 순환시켜 단위무게당 에너지 저장밀도를 향상시킨 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템에 관한 것이다.
- [0018] 일반적으로 연료전지 시스템은 연료가 되는 수소를 공급하기 위한 고압실린더 또는 수소저장합금을 이용한 수소 저장장치가 별도로 필요하다.
- [0019] 상기 고압실린더와 같은 수소 저장장치의 경우 고압에서 사용되기 때문에 폭발의 위험성이 있으며, 한번 충전으로 보다 오랜시간 수소를 공급하기 위해서는 높은 압력으로 수소를 충전해야 한다. 따라서, 고압에서 견딜 수 있는 내구성을 가진 고압실린더의 개발이 요구된다.
- [0020] 반면, 수소 저장합금을 이용한 수소 저장장치는 고압실린더와 같은 폭발 위험성은 없으나, 수소 저장합금 자체의 무게로 인하여 단위무게당 저장용량이 낮고, 수소 충전을 위한 시간이 상당히 소요되는 문제점이 있다.
- [0021] 따라서 근래에는 고압실린더의 폭발 위험성을 해소하고, 수소 저장합금의 낮은 단위무게당 수소 저장용량을 해결할 수 있는 방법으로 수소발생소재를 이용한 수소발생장치의 개발에 열을 올리고 있다.
- [0022] 이러한 결과로 아래와 같은 기술이 개발되어 있다.
- [0023] 일본 공개특허 제2004-231466호에는 알루미늄 분말과 산화칼슘 분말을 혼합하여 상온에서 알루미늄 1g 당 최고 540 ml의 수소가 발생되도록 한 기술이 공지됨.
- [0024] 대한민국 공개특허 제2007-00322955호에는 알루미늄 및 마그네슘을 산화칼슘, 산화마그네슘, 염화칼슘, 염화마그네슘 또는 황산칼슘과 같은 발열제와 반응시켜 수소를 발생시키는 수소발생재료 및 수소발생장치가 공지되어 있으며, 수소발생재료 1g과 물 2g을 반응시켜 최대 1061 ml의 수소가 발생됨.
- [0025] 대한민국 공개특허 제2007-0050479호에는 알루미늄 입자와 알칼리토류금속산화물 및 응집억제입자를 포함하는 수소발생재료가 공지되어 있으며, 알루미늄 분말 1g 당 약 1000ml의 수소가 발생됨.
- [0026] 대한민국 공개특허 제2007-0121511호에는 산화칼슘과 알루미늄 또는 알루미늄나 분말, 염화칼슘 또는 염화마그네슘, 그리고 철 또는 마그네슘 분말을 포함하는 수소발생용 조성물이 공지됨.
- [0027] 그러나, 상기에 언급한 공개특허에는 수소발생재료 및 수소발생장치에 대하여 국한되어 기술되어 있으며, 수소 에너지의 효과적인 이용을 위한 연료전지 시스템과 수소발생장치의 연계기술에 대해서는 구체적으로 기술되어

있지 않다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

[0028] 본 발명의 목적은, 수소발생장치에서 발생된 수소 및 열을 연료전지로 공급하고, 연료전지에서 발생된 물을 수소발생장치로 순환시켜 단위무게당 에너지 저장밀도 및 수소 공급능력을 향상시킨 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템을 제공하는 것에 있다.

**발명의 구성 및 작용**

[0029] 본 발명에 의한 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템은, 수소와 공기 또는 산소를 공급받아 전기를 발생하는 연료전지와, 수소 및 열을 발생하는 수소발생장치와, 상기 연료전지에서 발생한 물을 수소발생장치로 안내하는 물회수관을 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

[0030] 상기 수소발생장치에서 발생된 수소 및 불순물 중 불순물을 여과하는 트랩과, 상기 트랩에서 불순물이 제거된 수소를 가습하는 연료가습기와, 상기 연료가습기에서 가습된 수소를 상기 연료전지로 안내하는 연료안내관과, 상기 연료전지로 공급되는 공기 또는 산소를 가습하는 공기가습기와, 상기 수소발생장치에서 발생한 열을 상기 연료가습기, 공기가습기 및 연료전지에 선택적으로 공급하는 열공급수단과, 상기 연료전지 및 수소발생장치로부터 열을 제공받아 물과 열교환하는 열교환기가 더 구비됨을 특징으로 한다.

[0031] 상기 물회수관 일측에는, 회수되는 물의 일부를 상기 연료가습기로 안내하는 연료가습기물공급수단과, 회수되는 물의 일부를 상기 공기가습기로 안내하는 공기가습기물공급수단이 더 구비됨을 특징으로 한다.

[0032] 상기 물회수관 일측에는, 상기 연료전지에서 발생한 물을 저장하기 위한 물저장탱크가 구비됨을 특징으로 한다.

[0033] 상기 열공급수단은, 상기 수소발생장치에서 발생한 열을 상기 연료가습기로 안내하는 제1열공급관과, 상기 수소발생장치에서 발생한 열을 상기 공기가습기로 안내하는 제2열공급관과, 상기 수소발생장치에서 발생한 열을 상기 연료전지로 안내하는 제3열공급관을 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

[0034] 상기 제1열공급관과 제2열공급관 및 제3열공급관 일측에는, 상기 제1열공급관과 제2열공급관 및 제3열공급관을 선택적으로 차폐하는 제3밸브, 제4밸브, 제5밸브 중 어느 하나가 구비됨을 특징으로 한다.

[0035] 상기 제5밸브는 상기 연료전지 초기 구동시에 일정 시간동안 제3열공급관을 개방하는 것을 특징으로 한다.

[0036] 상기 연료전지와 수소발생장치 사이에는, 상기 연료전지 및 수소발생장치의 열을 상기 열교환기로 안내하는 제4열공급관 및 제5열공급관이 구비됨을 특징으로 한다.

[0037] 상기 제4열공급관과 제5열공급관 일측에는, 상기 제4열공급관과 제5열공급관을 선택적으로 차폐하는 제6밸브 또는 제7밸브가 구비됨을 특징으로 한다.

[0038] 상기 제1열공급관과 제2열공급관 및 제3열공급관이 개방되면, 상기 제4열공급관과 제5열공급관은 차폐됨을 특징으로 한다.

[0039] 이와 같은 구성에 의하면, 단위무게당 수소 공급 능력이 향상되며, 보다 컴팩트화되는 이점이 있다.

[0040] 이하에서는 상기와 같은 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템의 구성을 첨부된 도 1을 참조하여 설명한다.

[0041] 도 1에는 본 발명에 의한 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템을 나타낸 구성도가 도시되어 있다.

[0042] 도면과 같이, 본 발명의 바람직한 실시예가 채용된 연료전지 시스템(100)은, 수소와 공기 또는 산소를 공급받아 전기를 발생하는 연료전지(110)와, 수소 및 열을 발생하는 수소발생장치(120)와, 상기 수소발생장치(120)에서 발생된 수소 및 불순물 중 불순물을 여과하는 트랩(130)과, 상기 트랩(130)에서 불순물이 제거된 수소를 가습하는 연료가습기(140)와, 상기 연료가습기(140)에서 가습된 수소를 상기 연료전지(110)로 안내하는 연료안내관(150)과, 상기 연료전지(110)로 공급되는 공기 또는 산소를 가습하는 공기가습기(160)와, 상기 연료전지(110)에서 발생한 물을 수소발생장치(120)로 안내하는 물회수관(170)과, 상기 수소발생장치(120)에서 발생한 열을 상기 연료가습기(140), 공기가습기(160) 및 연료전지(110)에 선택적으로 공급하는 열공급수단(180)을 포함하여 구성된다.

[0043] 상기 연료전지(110)는 수소와 산소의 전기화학 반응에 의해 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 발전장치로서, 수소는 상기 수소발생장치(120)로부터 공급받고 산소는 공기에 포함된 산소를 이용하게 된다.

- [0044] 이를 위해 상기 연료전지 시스템(100)에는 수소발생장치(120)가 구비된다. 상기 수소발생장치(120)는 물을 내부에 공급받아 수소를 발생하도록 구성된 것으로, 상기 수소발생장치(120)의 내부에는 물과 반응하여 수소를 발생시키는 수소발생재료가 내장되며, 상기 수소발생재료는 물과 반응시에 수소와 열을 발생하게 된다.
- [0045] 상기 수소발생장치(120)는 연료전지 시스템(100)으로부터 기계적으로 분리 가능하도록 구성된다. 이것은 상기 수소발생장치(120)의 유지 및 보수를 용이하게 하기 위함이다.
- [0046] 상기 수소발생장치(120) 상측에는 트랩(130)이 구비된다. 상기 트랩(130)은 수소발생장치(120) 내부와 연통되게 결합되어 수소발생장치(120)가 수소를 발생시에 부수적으로 생성되는 불순물을 제거하는 역할을 수행한다.
- [0047] 즉, 상기 수소발생장치(120)가 수소를 발생시에 수소발생장치(120) 내부에는 불순물 입자가 생성되는데, 상기 트랩(130)은 이러한 불순물 입자를 수소와 분리한 후 수소만 연료가습기(140)로 안내하게 된다.
- [0048] 이를 위해 상기 트랩(130)은 물이 담겨진 다수의 용기를 포함하도록 구성하고, 이러한 용기 속에 담겨진 물 사이로 상기 불순물 입자가 포함된 수소가 통과하도록 함으로써 불순물 입자는 물에 침전시키고 수소만 배출하도록 하여 정화하는 원리이다.
- [0049] 또한, 상기 트랩(130)은 선택적으로 착/탈 가능하게 구성된다. 이것은, 상기 트랩(130) 내부에 많은 불순물이 적재되었을 때 트랩(130)의 세척을 용이하게 실시하기 위함이며, 필요에 따라서는 교체도 가능하다.
- [0050] 상기 트랩(130)의 상측에는 연료가습기(140)가 구비된다. 상기 연료가습기(140)는 트랩(130)을 거치면서 정화된 수소를 가습하기 위한 구성이다.
- [0051] 즉, 상기 연료전지(110)는 소정의 물을 포함한 수소와 소정의 물을 포함한 공기 또는 산소를 공급받아 전기를 발생하게 되며, 적정 온도로 가열되었을 때 보다 효율적으로 작동하게 된다.
- [0052] 이를 위해 상기 수소는 연료가습기(140)를 통과하면서 소정의 물(습기)과 함께 외부로 배출되어 상기 연료전지(110)로 공급된다.
- [0053] 상기 연료가습기(140)의 상측에는 연료안내관(150)이 구비된다. 상기 연료안내관(150)은 연료가습기(140) 외부로 안내된 수소 및 습기를 상기 연료전지(110)로 안내하는 역할을 수행하는 것으로, 우측 단부는 상기 연료전지(110)의 좌측 상부와 연통되게 결합된다.
- [0054] 상기 연료안내관(150)의 하측에는 공기가습기(160)가 구비된다. 상기 공기가습기(160)는 외부의 공기를 흡입한 후 가습하는 역할을 수행하는 것으로, 전술한 바와 같이 상기 연료전지(110) 내부에서 연료인 수소와 반응하여 전기가 발생되도록 하는 산소를 포함하는 공기를 가습하여 공급하게 된다.
- [0055] 이를 위해 상기 공기가습기(160)의 내부는 연료전지(110) 내부와 연통되게 결합된다. 즉, 상기 공기가습기(160)의 상면에는 공기안내관(162)이 구비되며, 상기 공기안내관(162)의 양단부는 상기 연료전지(110) 및 공기가습기(160) 내부와 연통되게 결합된다.
- [0056] 따라서, 상기 공기가습기(160)가 외부로부터 흡입한 공기 또는 산소는 공기가습기(160) 내부에서 가습된 후 상기 연료전지(110) 내부로 공급된다.
- [0057] 상기 연료전지(110)와 수소발생장치(120)는 물회수관(170)에 의해 연결된다. 즉, 상기 연료전지(110)는 수소와 산소의 반응으로 전기를 생산할 때 물도 같이 형성하게 되는데, 연료전지(110) 내부에서 발생한 물은 상기 물회수관(170)을 통해 상기 수소발생장치(120) 내부로 안내된다.
- [0058] 따라서, 상기 물회수관(170)의 양단부는 연료전지(110)와 수소발생장치(120)의 내부와 연통되도록 구성됨이 바람직하다.
- [0059] 상기 물회수관(170)의 일측에는 물회수관(170)을 따라 유동하는 물의 일부를 공기가습기로 안내하는 공기가습기 물공급수단과, 상기 연료가습기로 안내하는 연료가습기 물공급수단이 구비된다.
- [0060] 즉, 상기 공기가습기 물공급수단은 상기 물회수관(170)의 상측 중앙부에서 하방향으로 분지되어 상기 공기가습기(160) 내부와 연통되게 결합된 공기가습기 물공급관(174)과, 상기 공기가습기 물공급관을 선택적으로 차폐하기 위한 제2밸브(175)를 포함하여 구성된다.
- [0061] 그리고, 상기 연료가습기 물공급관은 상기 물회수관(170)의 좌측 중앙부에서 우측방향으로 분지되어 상기 연료가습기(140) 내부와 연통되게 결합된 연료가습기 물공급관(172)과, 상기 연료가습기 물공급관(172)을 선택적으로 차



폐하기 위한 제1밸브(173)를 포함하여 구성된다.

- [0062] 따라서, 상기 연료가습기물공급관(172)은 연료가습기(140) 내부의 물이 부족할 때 제1밸브(173)을 개방하여 물회수관(170)을 따라 유동하는 물의 일부를 연료가습기(140)로 선택적으로 공급하게 된다.
- [0063] 또한, 상기 공기가습기물공급관(174)은 공기가습기(160) 내부의 물이 부족할 때 제2밸브(175)를 개방하여 물회수관(170)을 따라 유동하는 물의 일부를 공기가습기(160)로 선택적으로 공급하게 된다.
- [0064] 그리고, 상기 연료가습기물공급관(172)과 공기가습기물공급관(174)을 통한 수소 및 공기의 효율적인 가습을 위해 상기 제1밸브(173)와 제2밸브(175)는 상기 연료가습기(140)와 공기가습기(160) 내부의 습도 또는 수위에 따라 자동적으로 개폐되도록 구성됨이 바람직하다.
- [0065] 즉, 상기 제1밸브(173)와 제2밸브(175)는 연료가습기(140)와 공기가습기(160) 내부의 습도나 수위가 낮아질 때 선택적으로 개방되어 상기 물회수관(170)을 따라 유동하는 물의 일부가 상기 연료가습기(140) 또는 공기가습기(160) 내부로 유입될 수 있도록 함이 바람직하다.
- [0066] 상기 물회수관(170)의 하부에는 물저장탱크(178)가 구비된다. 상기 물저장탱크(178)는 연료전지(110)로부터 발생된 물을 일시적으로 저장하기 위한 구성으로, 내부는 상기 물회수관(170)과 연통되게 결합된다.
- [0067] 상기 물저장탱크(178) 좌측에는 물공급수단(176)이 구비된다. 상기 물공급수단(176)은 물저장탱크(178) 내부에 저장되는 물의 양을 일정 수위만큼 유지하기 위한 구성으로, 상기 물저장탱크(178) 내부와 물공급수단(176)의 내부는 서로 연통된다.
- [0068] 따라서, 상기 물저장탱크(178) 내부에는 물공급수단(176)을 통해 공급되는 물이 채워질 수 있게 되며, 상기 물공급수단(176)이 공급하는 물의 양을 조절하여 물저장탱크(178) 내부의 수위를 조절 가능하게 된다.
- [0069] 상기 물저장탱크(178)와 수소발생장치(120) 사이에는 물유량조절밸브(179)가 구비된다. 상기 물유량조절밸브(179)는 선택적으로 개방되어 상기 수소발생장치(120)에 물을 공급하기 위한 구성으로, 상기 물저장탱크(178)에 저장된 물의 유동을 선택적으로 제한하도록 구성된다.
- [0070] 한편, 상기 연료전지(110)는 적정 온도로 가열되어 유지될 때 효과적으로 전기를 발생하게 되며, 상기 수소발생장치(120)는 물과 수소발생재료가 반응하여 수소를 발생할 때 열을 발생하게 된다. 그리고, 이러한 열은 상기 열공급수단(180)에 의해 연료가습기(140), 공기가습기(160) 또는 연료전지(110)에 공급된다.
- [0071] 즉, 상기 열공급수단(180)은 수소발생장치(120)에서 발생한 열을 상기 연료가습기(140)로 안내하는 제1열공급관(182)과, 상기 공기가습기(160)로 안내하는 제2열공급관(184)과, 상기 수소발생장치(120)에서 발생한 열을 상기 연료전지(110)로 안내하는 제3열공급관(186)을 포함하여 구성된다.
- [0072] 그리고, 상기 제1열공급관(182)과 제2열공급관(184) 및 제3열공급관(186)의 상부는 상기 연료가습기(140)와 공기가습기(160) 또는 연료전지(110) 내부와 연통되게 결합된다.
- [0073] 따라서, 상기 수소발생장치(120)에서 발생한 열은 상기 제1열공급관(182)과, 제2열공급관(184) 및 제3열공급관(186)을 통해 연료가습기(140), 공기가습기(160) 및 연료전지(110)에 공급된다.
- [0074] 상기 제1열공급관(181)을 통해 연료가습기(140)로 공급된 열은 연료가습기(140) 내부의 물을 가열하여 수소를 가습하는데 사용되고, 제2열공급관(184)을 통해 공기가습기(160)에 공급된 열은 공기가습기(160) 내부로 흡입된 공기 및 공기가습기(160) 내부의 물을 가열하는데 사용되며, 상기 제3열공급관(186)을 통해 연료전지(110)로 공급된 열은 연료전지(110)의 초기 구동이 가능하도록 한다.
- [0075] 즉, 상기 연료전지(110)는 일정 온도 이상 가열된 상태에서 효율적인 전기 생산이 가능한데, 상기 제3열공급관(186)을 통해 연료전지(110)로 공급된 열은 연료전지(110)의 초기 구동시 보다 빠르게 적정온도까지 가열될 수 있도록 한다.
- [0076] 따라서, 상기 수소발생장치(120)가 작동하여 열을 발생하게 되면, 상기 제1열공급관(182), 제2열공급관(184) 및 제3열공급관(186)은 개방(on)된다.
- [0077] 보다 상세하게는 상기 연료전지 시스템(100)이 초기 구동시에는 상기 수소발생장치(120)에서 발생된 열은 연료가습기(140), 연료전지(110) 및 공기가습기(160)로 모두 공급되도록 하며, 상기 연료가습기(140), 연료전지(110) 및 공기가습기(160)가 적정 온도로 가열되면, 상기 열공급관(182), 제2열공급관(184) 및 제3열공급관(186)은 차폐(off)되어 적정온도를 유지한다.

- [0078] 이를 위해 상기 제1열공급관(182)과 제2열공급관(184) 및 제3열공급관(186)에는 제1열공급관(182)과, 제2열공급관(184) 및 제3열공급관(186) 각각을 선택적으로 차폐하기 위한 제3밸브(183), 제4밸브(185) 또는 제5밸브(187)가 구비됨이 바람직하다.
- [0079] 한편, 상기 연료전지 시스템(100)에는 열교환기(190)가 더 구비된다. 상기 열교환기(190)는 상기 연료전지(110) 및 수소발생장치(120)로부터 열을 제공받고 이러한 열을 물과 열교환하는 구성이다.
- [0080] 즉, 상기 열교환기(190)의 상측에는 상단부가 연료전지(110)와 연통되게 결합된 제5열공급관(192)이 구비되고, 좌측에는 좌측단부가 수소발생장치(120)와 연통되는 제4열공급관(194)이 구비된다.
- [0081] 그리고, 상기 제5열공급관(192)은 연료전지(110)가 전기를 생성시에 발생하는 열을 상기 열교환기(190)로 안내하게 되고, 상기 제4열공급관(194)은 수소발생장치(120)에서 발생된 열을 열교환기(190)로 안내하게 된다.
- [0082] 그리고, 상기 열교환기(190) 내부에는 상기 제4열공급관(194)과 제5열공급관(192)으로부터 제공받은 열과 열교환될 물이 저장되어 있다.
- [0083] 따라서, 상기 열교환기(190) 내부의 물은 제4열공급관(194)과 제5열공급관(192)으로부터 제공받은 열로 데워지게 된다.
- [0084] 이러한 열교환기(190)가 구비되는 이유는 외부로부터 물공급이 원활하지 않은 잠수함, 항공기, 잠수함, 항공모함과 같은 이동수단 내부에 연료전지 시스템(100)이 설치되었을 때 온수를 공급할 수 있도록 하는데 있으며, 상기 열교환기(190)는 온수기 역할을 수행할 수 있게 된다.
- [0085] 또한, 상기 열교환기(190)는 연료전지(110)를 냉각하는 역할도 수행 가능하다. 즉, 상기 연료전지(110)가 발생한 열은 열교환기(190)로 공급되면서 결국 열을 빼앗기게 되므로, 상기 연료전지(110)의 과열을 막기위한 냉각기 역할도 동시에 수행 가능하게 된다.
- [0086] 그리고, 상기 열교환기(190)는 온수가 필요하거나 연료전지(110)를 냉각하고자 할 때 선택적으로 개방되도록 구성됨이 바람직하다.
- [0087] 이를 위해 상기 제4열공급관(194)에는 제4열공급관(194)을 선택적으로 차폐하기 위한 제6밸브(196)가 구비되고, 상기 제5열공급관(192)에는 제5열공급관(192)을 선택적으로 차폐하기 위한 제7밸브(198)가 구비된다.
- [0088] 이하에서는 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0089] 본 발명에서는 수소에너지 저장밀도를 높이기 위한 경제적인 방법으로 수소를 포함하지 않은 재료를 물과 반응시켜 단위무게당 수소저장능력을 향상시킬 수 있도록 하였다.
- [0090] 즉, 수소를 포함하지 않은 알루미늄 금속과 물을 수소발생장치(120)에서 전기화학적으로 반응시켰으며, 다음 식(1)에 따라 알루미늄 1몰당 1.5몰의 수소가 발생됨을 알 수 있다.
- [0091] 
$$2Al + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2 \quad (1)$$
- [0092] 식(1)에 따르면 알루미늄 26.98g당 발생가능한 수소의 무게는 약 3g이며 이를 표준상태의 부피로 환산하면 약 33.6 liter 이다. 따라서 알루미늄 1g을 물과 반응시켜 얻을 수 있는 수소의 양은 무게로는 0.11g, 부피로는 1.245 liter 가 된다.
- [0093] 만약 사용되는 물의 양을 고려하지 않는다면 알루미늄 1g당 발생 가능한 수소의 용량은 약 11.1 wt% 이다. 그러나 금속연료를 사용하여 수소를 발생시키기 위해서는 물이 반드시 사용되어야 하므로 사용되는 물의 무게를 고려해서 수소의 저장용량을 계산하여야 한다. 식(1)에 의하면 알루미늄 1몰당 3몰의 물이 필요하다.
- [0094] 즉 알루미늄 26.98g당 물 54g이 필요하다. 따라서 물을 자체적으로 회수하여 공급하지 않는다면 수소 1.5몰(3g)을 발생시키기 위해서 알루미늄 26.98g과 물 54g을 합한 총 80.98g이 필요하며, 따라서 물의 무게를 고려할 경우 수소저장용량은 약 3.7 wt%로 낮아지게 된다.
- [0095] 예를 들어, 0.5 V에서 최고출력 10kW을 나타내는 연료전지(110)에 필요한 수소를 공급한다면, 필요한 수소의 양은 분당 약 12.5g/min 이며, 이때 수소발생에 필요한 물의 양은 분당 약 224.28g/min이 된다.
- [0096] 만약 10kW 의 출력으로 연료전지(110)를 운전한다면 1시간의 작동에 필요한 물의 량은 13.46kg이며, 연료전지(110)에서 생성된 물을 회수하여 외부로부터 추가적인 물의 공급없이 운전한다면 표 1에 나타난 것처럼 30kg의 알루미늄 연료를 사용할 경우 7.7 wt% 이상의 매우 높은 수소저장밀도를 얻을 수 있다.



[0097] 또한 [표 1]과 [표 2]에 나타낸 것처럼 연료의 충전량을 늘리거나 수소발생반응기와 연료전지(110)를 순환시키는 물의 양을 줄여서 운전한다면 단위무게당 수소저장밀도를 9 ~ 10 wt% 까지도 높일 수 있다.

[0098] 따라서 본 발명에 따른 연료전지 시스템(100)의 경우 수소발생반응을 통하여 물로부터 수소 및 열을 발생시켜 연료전지(110), 연료가습기(140) 및 공기가습기(160)에 공급하고 또한 연료전지(110)에서 발생된 물을 수소발생장치(120)로 회수하여 수소발생 반응에 재사용할 수게 된다.

[0099] 그리고, 수소연료의 생산, 공급 및 이용 사이클을 자동차, 기차, 비행기, 오토바이, 이동형 잠수함, 항공모함 등의 이동형 장치에 적용하게 되면 소량의 물을 사용하면서도 단위무게당 에너지 저장밀도를 높일 수 있게 된다.

[0100] [표 1] 알루미늄 양에 따른 수소발생량, 10kW 연료전지 사용시간 및 최고출력으로 60분 작동 시 필요한 물 13.46kg을 순환시켜 사용할 경우 수소저장밀도.

연료의 량 [kg]	총 수소발생량 [kg]	사용시간 [h]	수소저장밀도 [wt%]
10	1.11	1.48	4.7%
20	2.22	2.97	6.6%
30	3.33	4.45	7.7%
40	4.44	5.94	8.3%
50	5.55	7.42	8.7%
60	6.66	8.91	9.1%

[0102] [표 2] 알루미늄 양에 따른 수소발생량, 10 kW 연료전지 사용시간 및 최고출력으로 30분 작동 시 필요한 물 6.73kg을 순환시켜 사용할 경우 수소저장밀도.

연료의 량 [kg]	총 수소발생량 [kg]	사용시간 [h]	수소저장밀도 [wt%]
10	1.11	1.48	6.6%
20	2.22	2.97	8.3%
30	3.33	4.45	9.1%
40	4.44	5.94	9.5%
50	5.55	7.42	9.8%
60	6.66	8.91	10.0%

[0104] 이하 상기와 같이 구성되는 연료전지 시스템(100)의 작용을 첨부된 도 1을 참조하여 설명한다.

[0105] 연료전지 시스템(100)이 구동하게 되면, 상기 물유량조절밸브(179)는 개방되어 상기 물저장탱크(178) 내부에 저장된 물은 상기 수소발생장치(120)로 공급된다.

[0106] 그리고, 상기 제3밸브(183), 제4밸브(185) 및 제5밸브(187)는 온(on)되어 제1열공급관(182), 제2열공급관(184) 및 제3열공급관(186)은 개방되며, 상기 제6밸브(196)와 제7밸브(198)는 오프(off)되어 제4열공급관(194) 및 제5열공급관(198)은 차폐된다.

[0107] 상기 수소발생장치(120) 내부에는 물과 수소발생재료가 반응하여 수소, 수증기 및 열이 발생된다.

[0108] 상기 수소발생장치(120)에서 발생한 수소는 물과 함께 트랩(130)으로 이동하여 불순물이 걸러지며, 이후 상기 연료가습기(140) 내부로 유입된 후 가습되어 상기 연료안내관(150)을 통해 연료전지(110) 내부로 공급된다.

[0109] 그리고, 상기 수소발생장치(120)에서 발생한 열은 제1열공급관(182)과 제2열공급관(184) 및 제3열공급관(186)을 통해 연료가습기(140), 공기가습기(160) 및 연료전지(110)를 가열하게 된다.

[0110] 따라서, 상기 연료가습기(140)와 공기가습기(160) 내부의 물은 가열되어 가습되며, 상기 연료전지(110)는 적정 온도로 가열되어 보다 빠른 구동이 가능하게 된다.

[0111] 이와 동시에 상기 공기가습기(160)는 외부로부터 공기 또는 산소를 흡입한 후 가습하게 되고, 가습된 공기 또는 산소는 상기 공기안내관(162)을 통해 상기 연료전지(110) 내부로 공급된다.

- [0112] 상기 연료안내관(150)과 공기안내관(162)을 통해 연료전지(110) 내부로 공급된 수소와 공기 또는 산소는 반응하여 전기를 발생시키게 되며, 이때 물도 같이 형성된다.
- [0113] 상기 연료전지(110) 내부에서 발생된 물은 상기 물회수관(170)을 따라 물저장탱크(178)에 일시적으로 저장되어 있다가, 상기 물유량조절밸브(179)의 개방에 따라 선택적으로 수소발생장치(120)에 공급됨으로써 다시 수소발생 재료와 반응하여 수소를 발생하는데 사용된다.
- [0114] 그리고, 상기 물회수관(170)을 따라 회수되는 물 중 일부는 상기 공기가습기(160)와 연료가습기(140)의 내부 습도 및 수위에 따라 선택적으로 개폐되는 제1밸브(173) 및 제2밸브(175)의 개방 여부에 따라 공기가습기(160) 및 연료가습기(140) 내부로 공급된다.
- [0115] 또한, 상기 제3밸브(183)와 제4밸브(185) 및 제5밸브(187)는 연료가습기(140)와 공기가습기(160) 그리고 연료전지(110) 각각이 적정 온도로 가열될 때 선택적으로 오프(off)되어 연료전지(110)의 과열을 차단하게 된다.
- [0116] 따라서, 상기 수소발생장치(120)에서 발생된 열은 상기 제3밸브(183)과, 제4밸브(185) 및 제5밸브(187)의 작동에 의해 연료가습기(140), 공기가습기(160) 및 연료가습기(140)로 공급될 수 있게 된다.
- [0117] 한편, 상기 연료전지(110) 시스템(100)이 잠수함에 설치된 경우, 사용자에게 의해 상기 열교환기(190)가 선택적으로 작동하게 된다.
- [0118] 즉, 상기 연료전지(110)의 냉각이 필요할 때나, 사용자가 온수를 필요로 할 때 상기 제6밸브(196) 및 제7밸브(198)는 온(on)되어 상기 제4열공급관(194) 및 제5열공급관(192)을 개방하게 되며, 상기 수소발생장치(120) 및 연료전지(110)에서 발생한 열은 온수를 만드는데 사용될 수 있게 된다.
- [0119] 그리고, 상기 제6밸브(196)과 제7밸브(198)는 제3밸브(183)와 제4밸브(185) 및 제5밸브(187)이 오프(off)되었을 때에만 온(on)되도록 작동하게 된다.
- [0120] 이것은, 상기 연료가습기(140)와 공기가습기(160) 및 연료전지(110)가 적정 온도까지 가열되어 더 이상의 열 공급이 요구되지 않을 때 상기 수소발생장치(120)에서 발생한 열을 상기 열교환기(190)로 공급되도록 하기 위함이다.
- [0121] 한편, 사용자가 온수를 사용하여 상기 물저장탱크(178) 내부의 수위가 낮아질 경우에는, 상기 물공급수단(176)을 이용하여 외부로부터 물저장탱크(178)에 물을 공급함으로써 물저장탱크(178) 내부의 수위를 적정 수위까지 높일 수 있게 된다.
- [0122] 이러한 본 발명의 범위는 상기에서 예시한 실시예에 한정하지 않고, 상기와 같은 기술범위 안에서 당업계의 통상의 기술자에게 있어서는 본 발명을 기초로 하는 다른 많은 변형이 가능할 것이다.
- [0123] 예를 들어 본 발명의 실시예에서는 공기가습기 내부로 외부 공기가 유입되도록 구성하였으나, 필요에 따라서는 공기가습기 내부와 별도로 구비된 산소탱크와 연통시켜 산소를 직접 공급받도록 구성할 수도 있을 것이다.

**발명의 효과**

- [0124] 본 발명에 의한 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템에서는, 수소발생장치에서 발생된 수소 및 열을 연료전지로 공급하고, 연료전지에서 발생된 물은 수소발생장치로 순환하도록 구성된다.
- [0125] 따라서, 소량의 물로 수소의 생산 및 공급을 연속적으로 수행할 수 있게 되므로, 결과적으로 단위무게당 수소저장용량을 크게 높일 수 있는 이점이 있다.
- [0126] 또한, 보다 컴팩트한 연료전지 시스템을 구축할 수 있는 이점이 있다.
- [0127] 그리고, 본 발명에서는 연료전지와 수소발생장치로부터 열을 공급받아 물과 열교환하는 열교환기가 더 구비된다.
- [0128] 따라서, 온수의 공급이 요구되는 잠수함, 항공기, 항공모함 등에 적용되면 온수 공급이 가능하게 되므로 사용편의성이 향상되는 이점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0001] 도 1 은 본 발명에 의한 수소발생장치가 구비된 연료전지 시스템을 나타낸 구성도.

[0002] \* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

- |        |               |                |
|--------|---------------|----------------|
| [0003] | 100. 연료전지 시스템 | 110. 연료전지      |
| [0004] | 120. 수소발생장치   | 130. 트랩        |
| [0005] | 140. 연료가습기    | 178. 물저장탱크     |
| [0006] | 179. 물유량조절밸브  | 150. 연료안내관     |
| [0007] | 160. 공기가습기    | 162. 공기안내관     |
| [0008] | 170. 물회수관     | 172. 연료가습기물공급관 |
| [0009] | 173. 제1밸브     | 174. 공기가습기물공급관 |
| [0010] | 175. 제2밸브     | 176. 물공급수단     |
| [0011] | 180. 열공급수단    | 182. 제1열공급관    |
| [0012] | 183. 제3밸브     | 184. 제2열공급관    |
| [0013] | 185. 제4밸브     | 186. 제3열공급관    |
| [0014] | 187. 제5밸브     | 190. 열교환기      |
| [0015] | 192. 제5열공급관   | 194. 제4열공급관    |
| [0016] | 196. 제6밸브     | 198. 제7밸브      |

**도면**

**도면1**

