



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0035449  
(43) 공개일자 2012년04월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 HO1M 8/04 (2006.01) HO1M 8/06 (2006.01)  
 HO1M 8/12 (2006.01) HO1M 8/14 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2010-0096960  
 (22) 출원일자 2010년10월05일  
 심사청구일자 2010년10월05일

(71) 출원인  
 한국기계연구원  
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)  
 (72) 발명자  
 이상민  
 대전광역시 유성구 반석서로 109, 반석7단지 701  
 동 1004호 (반석동)  
 안국영  
 대전광역시 유성구 봉명동 CJ나인파크 101동 150  
 2호  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 나승택, 조영현

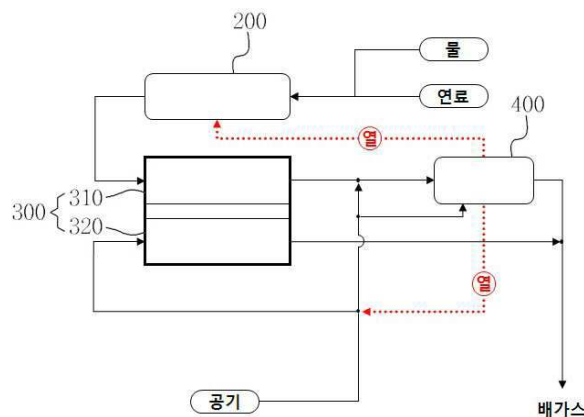
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **축매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템**

(57) 요약

본 발명은 연료전지 스택의 배출가스를 축매보조 연소기 내에서 1차 연소와 화염 연소인 2차 연소를 통해 완전 연소시킴으로써 귀금속 촉매를 다량 사용함으로써 발생할 수 있는 비용을 감소시키고 시스템의 내구성을 향상시키며, 연소 과정에서 발생하는 열을 재이용하여 연소 효율 및 시스템 전체의 발전 효율을 높일 수 있는 축매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템에 관한 것으로서, 연료 및 물을 공급받아 개질반응에 의해 수소를 생산하는 개질기와, 양극과 음극을 구비하고, 외부공기와 상기 개질기로부터 공급받은 수소를 이용하여 화학 반응에 의해 전기 에너지를 생산하는 연료전지 스택과, 연소촉매가 구비되고 상기 연료전지 스택의 배출가스가 주입되어 축매연소되는 제1연소실, 외부공기를 공급받아 상기 제1연소실에서 발생하는 열을 이용하여 가열하고 상기 제1연소실의 배출가스와 혼합하여 분사하는 가스분사노즐, 상기 가스분사노즐에서 분사된 가스가 화염연소되는 제2연소실을 포함하는 축매보조 연소기와, 상기 축매보조 연소기에서 발생하는 열을 이용하여 상기 개질기로 공급되는 연료 및 물을 가열하는 제1열교환기와, 상기 축매보조 연소기에서 발생하는 열을 이용하여 상기 연료전지 스택으로 공급되는 외부공기를 가열하는 제2열교환기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**김한석**

대전광역시 유성구 대덕대로 598, 1003호 (도룡동, 더포엠2)

**조주형**

충청북도 청주시 흥덕구 직지대로757번길 10 (운천동)

**이영덕**

대전광역시 유성구 배울2로 42, 테크노5단지 504동 502호 (관평동)

**강상규**

충청북도 청주시 흥덕구 사직대로30번길 20 (북대동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 SC0750

부처명 산업기술연구회

연구사업명 기계연구원 자체사업(일반)

연구과제명 그린에너지기기 양산화기술지원센터 구축사업

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2010.01.01 ~ 2010.12.31

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

연료 및 물을 공급받아 개질반응에 의해 수소를 생산하는 개질기와;

양극과 음극을 구비하고, 외부공기와 상기 개질기로부터 공급받은 수소를 이용하여 화학반응에 의해 전기 에너지를 생산하는 연료전지 스택과;

연소촉매가 수용되고 외부공기와 상기 양극의 배출가스가 주입되어 촉매연소되는 제1연소실, 외부공기를 공급받아 상기 제1연소실에서 발생하는 열을 이용하여 가열하고 상기 제1연소실의 배출가스와 혼합하여 분사하는 가스 분사노즐, 상기 가스분사노즐에서 분사된 가스가 화염연소되는 제2연소실을 포함하는 촉매보조 연소기를 포함하는 것을 특징으로 하는 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 촉매보조 연소기에서 발생하는 열을 이용하여 상기 개질기로 공급되는 연료 및 물을 가열하는 제1열교환기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 촉매보조 연소기에서 발생하는 열을 이용하여 상기 연료전지 스택과 상기 촉매보조 연소기로 공급되는 외부공기를 가열하는 제2열교환기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 연료전지 스택으로 공급되는 외부공기를 가압하는 압축기와;

상기 촉매보조 연소기의 배출가스로 구동되는 터빈과;

상기 터빈으로부터 전기를 발생시킬 수 있는 발전기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 가스분사노즐은 공급된 외부공기가 난류를 형성하도록 하는 스윙(swirl)부를 포함하는 것을 특징으로 하는 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1연소실은 상기 연소촉매가 수용되고 일단으로 상기 연료전지 스택의 배출가스가 주입되는 파이프부, 상기 파이프부의 타단에 결합하는 마개부, 상기 파이프부의 외주면에 형성되어 상기 연소촉매에서 연소된 배출가스가 빠져나가는 배출공을 포함하고,

상기 가스분사노즐은 외부공기를 공급하는 공기공급관, 상기 제1연소실의 상기 연소촉매가 수용된 영역을 이중으로 감싸고 상기 공기공급관에서 공급된 외부공기가 가열되는 가열부, 상기 배출공을 감싸고 상기 배출공을 빠져나온 배출가스와 상기 가열부를 통과한 외부공기와 혼합되는 혼합부, 상기 혼합부를 통과한 가스가 상기 제2연소실로 주입되는 분사공을 포함하는 것을 특징으로 하는 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 연료전지 스택의 배출가스를 촉매보조 연소기 내에서 1차 연소와 화염 연소인 2차 연소를 통해 완전 연소시킴으로써 귀금속 촉매를 다량 사용함으로써 발생할 수 있는 비용을 감소시키고 시스템의 내구성을 향상시키며, 연소 과정에서 발생하는 열을 재이용하여 연소 효율 및 시스템 전체의 발전 효율을 높일 수 있는 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 연료전지는 천연 가스, 메탄올 등의 연료로부터 수소를 취득하여 대기 중의 산소와 반응시켜 전기를 만드는 발전 방식으로서, 화학 반응을 통해 연료가 가진 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 발전 시스템을 말한다. 기존 화력 발전 시스템에서 화석연료를 연소하여 얻은 열에너지를 기계에너지로 변환하고, 이를 다시 전기 에너지로 변환하여 사용하였던 것에 비해 중간과정을 제거함으로써 이론상 효율이 대단히 높고, 화석연료의 연소로 인한 오염물질 발생을 줄일 수 있는 특성을 갖는다.

[0003] 연료전지는 작동 온도에 따라 인산형 연료전지(PAFC : Phosphoric Acid Fuel Cell), 고체고분자형 연료전지(PEFC : Polymer Electrolyte Fuel Cell) 등의 저온용 연료전지와 용융탄산염 연료전지(MCFC : molten carbonate fuel cell)나 고체산화물 연료전지(SOFC : solid oxide fuel cell) 등의 고온용 연료전지로 나눌 수 있다. 이 중 특히 고온용 연료전지는 고온에서의 빠른 반응속도로 인해 귀금속 전극이 필요하지 않아 경제적이고, 다양한 연료 선택성을 제공하며, 발전효율을 증가시킬 수 있는 장점이 있어 최근 이에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다.

[0004] 도 1은 종래 제시된 고온 발전용 연료전지 시스템의 개략도이다. 고온 발전용 연료전지 시스템은 개질기(reformer), 스택(stack), 연소기, 기타 주변장치로 구성된다.

[0005] 스택의 양극(anode)에는 개질기를 거쳐 수소를 함유한 연료가 공급된다. 양극에서 개질된 연료의 50~70%가 반응하므로 양극 배출가스에는 개질과정에서 발생하는 H<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub> 등의 미반응 연료성분이 포함된다. 다만, 반응과정에서 발생하는 CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O 등이 다량 존재함으로써 연료 중 가연성분의 농도가 매우 낮아지게 된다.

[0006] 배출가스 중에 반응 성분의 비율이 낮기 때문에 이를 완전연소시키기 위한 방안으로는 추가적으로 연료를 공급하는 방법과 촉매연소기를 사용하는 방법이 있다. 그러나 추가연료의 사용은 시스템 효율의 저하를 야기시킬 수 있으므로 희박조건에서도 반응성이 뛰어난 촉매연소기(catalytic combustor)가 널리 사용된다.

[0007] 그러나 촉매연소기에서는 반응성을 높이기 위하여 백금(Pt), 팔라듐(Pd) 등의 귀금속 촉매가 사용되므로 가격이 비싼 단점이 있다.

[0008] 또한, 연소촉매의 특성상 촉매층의 온도가 촉매의 내구 온도 이상으로 올라가면 촉매에 손상이 발생하게 되어 사용수명이 감소하게 되는 문제점이 있었다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로 연료전지 스택의 배출가스를 촉매연소만으로 완전연소시키는 경우 발생하는 비용을 절감할 수 있는 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템을 제공하는 데에 그 목적이 있다.

[0010] 또한, 촉매층의 온도가 촉매의 내구 온도 이상으로 올라가지 않도록 하여 내구성을 향상시킬 수 있는 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 고효율 연료전지 시스템을 제공하는 데에 그 목적이 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템은 연료 및 물을 공급받아 개질반응에 의해 수소를 생산하는 개질기와, 양극과 음극을 구비하고, 외부공기와 상기 개질기로부터

터 공급받은 수소를 이용하여 화학반응에 의해 전기 에너지를 생산하는 연료전지 스택과, 연소축매가 수용되고 외부공기와 상기 양극의 배출가스가 주입되어 축매연소되는 제1연소실, 외부공기를 공급받아 상기 제1연소실에서 발생하는 열을 이용하여 가열하고 상기 제1연소실의 배출가스와 혼합하여 분사하는 가스분사노즐, 상기 가스 분사노즐에서 분사된 가스가 화염연소되는 제2연소실을 포함하는 축매보조 연소기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 여기서, 개질기에서의 개질반응을 촉진하고 스택의 반응성을 향상시키기 위하여 상기 축매보조 연소기에서 발생하는 열을 이용하여 상기 개질기로 공급되는 연료 및 물을 가열하는 제1열교환기, 혹은 상기 축매보조 연소기에서 발생하는 열을 이용하여 상기 연료전지 스택으로 공급되는 외부공기를 가열하는 제2열교환기를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0013] 또한, 연료전지 시스템의 발전효율을 높이기 위하여 시스템에 가스터빈을 설치하는 것이 바람직하다. 이 때, 가스터빈은 연료전지 스택으로 공급되는 외부공기를 가압하는 압축기와 축매보조 연소기의 배출가스로 구동되는 터빈, 터빈으로부터 전기를 발생시킬 수 있는 발전기로 구성된다.

[0014] 아울러, 축매보조 연소기의 제1연소실에서 1차연소를 마치고 배출공을 통해 빠져나온 배출가스와 공기공급관으로부터 공급된 외부공기의 혼합을 촉진하기 위해 상기 축매보조 연소기는 상기 가스분사노즐에 공급되는 외부공기가 난류를 형성하도록 하는 스윙(swirl)부를 더 포함하는 것이 바람직하다.

### 발명의 효과

[0015] 본 발명에 따르면, 축매보조 연소기의 1차연소에 의해 발생한 열을 이용하여 공기공급관을 통해 공급되는 공기를 가열하고, 예열된 공기와 1차연소 배출가스를 혼합하여 2차연소를 시키므로 연소효율을 높여 완전 연소가 가능하게 한다.

[0016] 아울러, 1차, 2차 2단계의 연소과정을 이용함으로써 축매연소기를 단독으로 사용할 때보다 과잉공기량을 감소시킬 수 있으므로 공기를 주입하는 데 드는 설비나 압축기의 용량을 감소시키고, 결과적으로 시스템 전체의 효율이 향상되는 효과가 있다.

[0017] 또한, 1차연소에 의해 발생한 열이 공기공급관을 통해 공급되는 공기와 열교환되고, 1차연소 및 2차연소에 의해 축매보조 연소기에서 발생한 열이 개질기에 공급되는 연료, 물 및 연료전지 스택에 공급되는 공기와 열교환되도록 함으로써 시스템의 열효율이 향상된다. 또한, 1차연소용 공기량을 조절함으로써 축매가 내구 온도 이상으로 올라가지 않도록 유지시킬 수 있어 열손상을 방지하므로 시스템의 내구성이 향상된다.

[0018] 또한, 연료전지 스택의 배출가스를 연소시키는 데에 사용되는 축매량을 줄일 수 있으므로 귀금속 축매를 다량 사용함으로써 발생할 수 있는 비용을 절감할 수 있다.

[0019] 여기서, 축매보조 연소기의 배출가스로 구동되는 가스터빈에 의해 전기를 생산하고 연료전지 스택에 외부공기를 가압하여 공급하는 압축기를 구동함으로써 추가적인 전력 공급 없이 시스템의 발전효율을 높일 수 있는 장점이 있다.

[0020] 뿐만 아니라, 축매보조 연소기 내에서 1차연소를 마친 배출가스와 스윙부를 통과하여 난류로 변환된 공기를 혼합시킴으로써 미반응 연료성분과 공기가 쉽게 섞이도록 하여 2차연소를 돕는다.

### 도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 종래 고온 발전용 연료전지 시스템의 개략도이다.
- 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 축매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템의 개략도이다.
- 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 축매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템의 축매보조 연소기의 단면도이다.
- 도 4는 도 3의 축매보조 연소기를 A-A'를 따라 절단한 단면을 나타낸 단면도이다.
- 도 5는 도 3의 축매보조 연소기를 B-B'을 따라 절단한 단면을 나타낸 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 축매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템의 개략도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 본 발명의 제1실시예에 따른 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템(100)을 첨부한 도면을 참조하여 설명한다.
- [0023] 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템의 개략도이고, 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템의 촉매보조 연소기의 단면도이며, 도 4는 도 3의 촉매보조 연소기를 A-A'를 따라 절단한 단면을 나타낸 단면도이고, 도 5는 도 3의 촉매보조 연소기를 B-B'를 따라 절단한 단면을 나타낸 단면도이다. 이하 도 2 내지 도 5를 참조하여 설명한다.
- [0024] 본 실시예에 따른 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템(100)은 개질기(200), 연료전지 스택(300), 촉매보조 연소기(400), 제1열교환기(500), 제2열교환기(600)를 포함한다.
- [0025] 개질기(200)는 연료 및 물을 공급받아 개질반응에 의해 수소를 생성한다.
- [0026] 연료전지 스택(300)은 양극(anode)(310)과 음극(cathode)(320)을 구비하고, 외부공기와 개질기(200)로부터 공급받은 수소를 이용하여 화학반응에 의해 전기 에너지를 생산한다.
- [0027] 촉매보조 연소기(400)는 연소촉매(411)가 수용되고, 외부공기와 연료전지 스택(300)의 배출가스가 주입되어 촉매연소되는 제1연소실(410), 제1연소실(410)의 배출가스와 가열된 외부공기를 혼합하여 분사하는 가스분사노즐(420), 상기 가스분사노즐(420)에서 분사된 가스가 화염연소되는 제2연소실(430)을 포함한다.
- [0028] 본 실시예에서는 제1연소실(410)은 연소촉매(411)를 수용하고 일단으로 연료전지 스택(300)의 배출가스가 주입되는 파이프부(413), 파이프부(413)의 타단에 결합하는 마개부(414), 파이프부(413)의 외주면에 형성되어 연소촉매(411)에서 연소된 배출가스가 빠져나가는 배출공(412)을 포함한다.
- [0029] 파이프부(413)는 원통형으로 형성되어 내부에 연소촉매(411)가 구비되고, 배출공(412)은 연소촉매(411)가 수용된 영역과 마개부(414)의 사이의 파이프부(413)의 외주면에 복수개가 형성된다. 연소촉매(411)는 파이프부(413)의 내부에 복수개가 채워져 있으며 내구온도는 800 ~ 900℃ 정도이므로 그 이상의 열이 발생할 경우 손상이 발생할 수 있다.
- [0030] 가스분사노즐(420)은 외부공기를 공급하는 공기공급관(421), 상기 제1연소실(410)의 상기 연소촉매(411)가 수용된 영역을 감싸고 상기 제1연소실(410)에서 발생하는 열에 의하여 상기 공기공급관(421)에서 공급된 외부공기가 가열되는 가열부(422), 상기 배출공(412)을 감싸고 상기 배출공(412)을 빠져나온 배출가스와 상기 가열부(422)를 통과한 외부공기와 혼합되는 혼합부(423), 상기 혼합부(423)를 통과한 가스가 상기 제2연소실(430)로 주입되는 분사공(424), 외부공기가 배출공(412)을 빠져나온 배출가스와 혼합되기 전에 난류를 형성하도록 하는 스윙(swirl)부(425)를 포함한다.
- [0031] 가열부(422)는 상기 원통형의 파이프부(413)를 감싸도록 원통형으로 형성되므로 링 형상으로 이루어진다. 제1연소실(410)에서 발생한 열이 파이프부(413)의 벽면을 통하여 가열부(422)를 통과하는 외부공기를 충분히 가열하도록 가열부(422)는 파이프부(413)를 이중으로 감싸는 구조를 갖는다.
- [0032] 본 실시예에서는 스윙부(425)는 스윙부(425)를 통과하여 난류화된 외부공기가 불규칙적인 유동이 최대화된 상태에서 배출공(412)을 빠져나온 배출가스와 혼합될 수 있도록 가열부(422)의 안쪽에서 배출공(412)에 이르기 바로 전 영역에 형성된다. 스윙부(425)는 링 형상의 가열부(422)를 따라 형성된 선회날개부의 형상을 취하였으나, 이외에도 외부공기에 난류를 발생시킬 수 있는 형상이면 어떠한 것이든 가능하다.
- [0033] 제1열교환기(500)와 제2열교환기(600)는 각각 촉매보조 연소기(400)에서 발생한 열을 이용하여 개질기(200)로 공급되는 연료 및 물과, 연료전지 스택(300) 및 촉매보조 연소기(400)로 공급되는 외부공기를 가열한다.
- [0034] 이하, 본 발명의 제1실시예에 따른 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템(100)의 동작을 설명한다.
- [0035] 연료 및 물을 공급받은 개질기(200)는  $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ 의 개질반응에 의하여 수소를 생성한다.
- [0036] 일반적으로 연료전지 스택(300)의 양극(310)에서는 수소의 산화가 일어나 전자가 발생하게 되는데, 개질기(200)를 사용함으로써 메탄, 프로판 등 수소 성분을 함유한 연료가스를 개질하여 수소를 얻을 수 있으므로 다양한 종류의 가스를 연료로 사용할 수 있다.
- [0037] 개질기(200)에서 생성된 수소는 연료전지 스택(300)의 양극(310)으로 이동하여 용융탄산염 연료전지의 경우  $H_2$

+  $\text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 2\text{e}^-$ , 고체산화물 연료전지의 경우  $\text{H}_2 + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$  의 화학반응을 통해 전자를 생성한다.

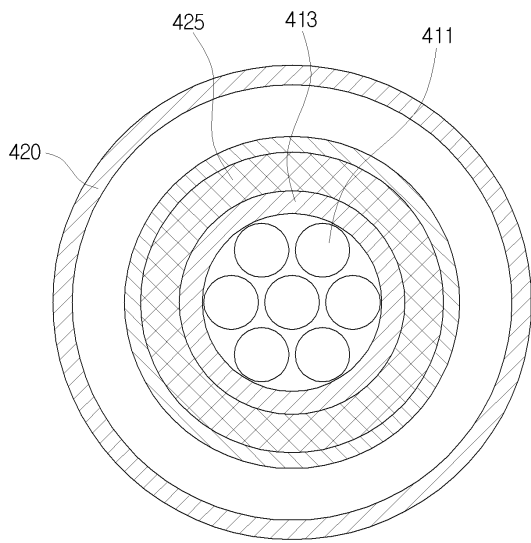
- [0038] 연료전지 스택(300)의 음극(320)에서는 공급받은 외부공기에 포함된 산소를 이용하여 용융탄산염 연료전지의 경우  $1/2 \text{O}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-}$  의 반응을 통해 다시 수소의 산화에 이용되는 탄산이온이 생성되며, 고체산화물 연료전지의 경우  $1/2 \text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}^{2-}$  의 화학반응을 통해 산소이온이 생성되어 전해질을 통해 이동한다.
- [0039] 촉매보조 연소기(400)는 상기 연료전지 스택 양극(310)의 배출가스를 완전연소시키는 역할을 한다. 스택 양극(310)의 배출가스에는 개질기에서 개질과정을 거쳐 발생하는  $\text{H}_2$ , CO 와 개질반응에 참여하지 못하고 남은  $\text{CH}_4$  등의 미반응 연료성분이 포함된다. 다만 반응과정에서  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  등이 생성되기 때문에 전체 배출가스 중 가연성분의 농도는 매우 낮다.
- [0040] 연소촉매(411)는 반응성이 뛰어나므로 배출가스 중 가연성분의 농도가 낮더라도 이를 연소시킬 수 있다. 스택 양극(310)의 배출가스가 외부공기와 함께 제1연소실(410)의 파이프부(413)로 주입되면 파이프부(413)에 내부에 연소촉매(411)가 채워진 영역을 통과하며 촉매연소가 이루어진다.
- [0041] 파이프부(413)의 일단이 마감부(414)에 의해 폐쇄되어 있으므로 연소촉매(411)가 채워진 영역을 통과한 가스는 배출공(412)을 통해 가스분사노즐(420)로 빠져나온다.
- [0042] 가스분사노즐(420)에는 공기공급관(421)을 통해 외부공기가 주입된다. 주입된 외부공기는 파이프부(411)의 촉매가 수용된 영역을 이중으로 감싸는 가열부(422)의 유로를 통과하게 된다. 1차 연소 과정에서 연소촉매(412)에 발생한 열은 파이프부(411)로 전달되고, 이는 다시 파이프부(411)에 접촉하며 유동하는 외부공기에 전달된다. 파이프부(411)와 외부공기 사이에 열교환이 이루어지면서 다시 온도가 높은 파이프부(411)는 냉각되고, 상대적으로 온도가 낮은 외부공기는 온도가 상승한다. 이와 같이, 촉매연소에 의해 연소촉매(412)에 발생한 열이 가열부(422)를 통해 외부공기에 전달되고 연소촉매(412)가 냉각됨에 따라 촉매가 과열되어 열손상을 입게 되는 위험을 방지할 수 있다.
- [0043] 또한, 열교환에 의해 연소촉매(412)의 온도가 내구 온도 이하로 유지될 수 있으므로 연소촉매(412)의 온도가 지나치게 상승하는 것을 방지하기 위하여 필요한 과잉공기량을 감소시킬 수 있다. 일반적인 촉매연소기를 사용한 경우 과잉공기율은 300~400% 정도이나, 본 발명에 따른 촉매보조 연소기(400)를 사용할 경우 약 120% 정도의 과잉공기량으로도 완전 연소가 가능하다. 이는 공기주입에 필요한 설비 및 후술할 압축기(700)의 용량을 감소시키게 되어 결과적으로 시스템 전체의 효율 향상을 가져온다.
- [0044] 가열된 외부공기와 1차 연소를 마치고 배출공(413)을 빠져나온 배출가스는 혼합부(423)에서 혼합되어 제2연소실로 보내어진다. 여기서 외부공기는 혼합부(423)에 이르기 전에 스월부(425)를 통과하면서 난류로 변환된다. 외부공기의 난류 강도를 증가시킴으로써 배출가스와의 혼합을 촉진할 수 있고, 이는 미반응 연료성분과 공기에 포함된 산소가 쉽게 섞이도록 함으로써 제2연소실(430)에서의 2차 연소를 돕는다.
- [0045] 2차 연소는 화염을 동반한 연소이다. 혼합부(423)에서 혼합된 가스가 분사공(424)을 통해 제2연소실(430)로 분사되어 2차연소가 이루어지는데, 혼합가스를 구성하는 외부공기를 예열시킴으로써 연소효율을 높일 수 있고, 반응을 촉진하여 완전 연소가 가능하게 한다. 이로써 1차 연소에서 연료전지 스택(300)의 배출가스를 연소시키는 데에 사용되는 연소촉매(412)의 양을 줄일 수 있으므로 귀금속 촉매를 다량 사용함으로써 발생할 수 있는 비용을 절감할 수 있다.
- [0046] 1차 연소 및 2차 연소를 통해 촉매보조 연소기(400)에서 발생한 열은 제1열교환기(500)를 통해 개질기(200)에 공급되는 연료와 물을 가열하는 데에 사용된다. 개질반응은 높은 흡열반응이므로 예열된 연료와 물을 사용함으로써 개질기(200)에서의 개질반응을 촉진할 수 있다.
- [0047] 또한 제2열교환기(600)를 통해 연료전지 스택(300)과 촉매보조 연소기(400)에 공급되는 외부공기를 가열하는 데에도 사용된다. 예열된 외부공기는 연료전지 스택(300) 내부의 화학반응 및 촉매보조 연소기(400) 내부의 1차, 2차 연소의 반응성을 향상시킴으로써 시스템 전체의 열효율이 향상된다.
- [0048] 이하, 본 발명의 제2실시예에 따른 촉매보조 연소기를 구비하는 고온 발전용 연료전지 시스템(100)을 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 도 2 내지 도 5에 도시된 부재들과 동일한 부재번호에 의해 지칭되는 부재들은 동일한



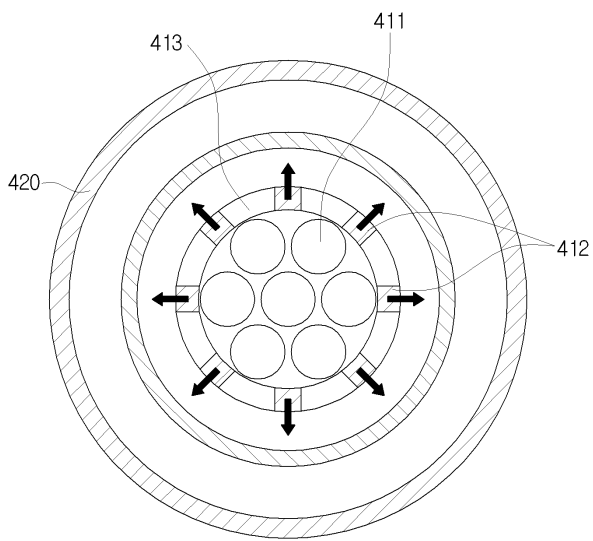




도면4



도면5



도면6

