



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0108123  
(43) 공개일자 2009년10월14일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) Int. Cl.<br/><i>H01M 8/04</i> (2006.01) <i>F02C 6/00</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2009-7018510<br/>(22) 출원일자 2008년01월31일<br/>    심사청구일자 없음<br/>(85) 번역문제출일자 2009년09월04일<br/>(86) 국제출원번호 PCT/US2008/052594<br/>(87) 국제공개번호 WO 2008/097798<br/>    국제공개일자 2008년08월14일<br/>(30) 우선권주장<br/>    11/733,447 2007년04월10일 미국(US)<br/>    60/888,186 2007년02월05일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>    퓨얼 셀 에너지, 인크<br/>    미국 씨티 06813 덴버리 그레이트 파스처 로드 3<br/>(72) 발명자<br/>    게젤-아야그, 호쎄인<br/>    미국 코네티컷 06776 뉴 밀포드 #1 카멘 힐 로드 49<br/>(74) 대리인<br/>    차윤근</p> |
|---|--|

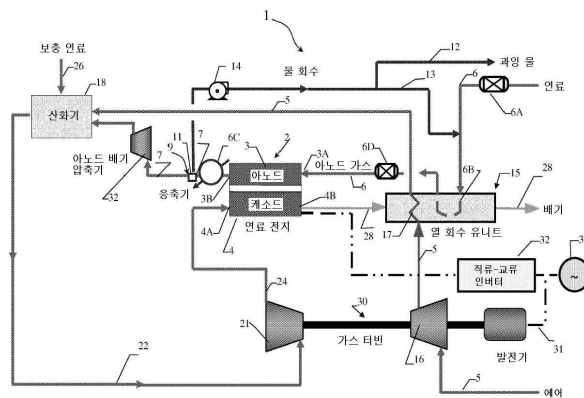
전체 청구항 수 : 총 40 항

**(54) 고효율 파워 발생을 위한 일체형 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템**

**(57) 요약**

본 발명은 연료 공급 통로로부터 연료를 수용하고 아노드 배기 가스를 출력하는 아노드 격실과 옥시던트 가스를 수용하고 캐소드 배기 가스를 출력하는 캐소드 격실을 구비한 고온 연료전지를 사용하여 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템을 제공한다. 열엔진 조립체는 옥시던트 가스 및 기타 다른 가스를 수용한다. 열엔진 조립체는 옥시던트 가스와 아노드 배기 가스 및 상기 아노드 배기 가스로부터 유도된 가스들중 하나를 포함하는 또 다른 가스를 수용하며, 상기 또 다른 가스를 산화시켜 출력 파워를 발생시킨다. 상기 열엔진 배기는 연료전지의 캐소드 격실에 옥시던트 가스를 제공하는데 사용된다.

**대표도 - 도1**



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템에 있어서,

연료 공급 통로로부터 연료를 수용하여 아노드 배기 가스를 출력하는 아노드 격실과, 옥시던트 가스를 수용하여 캐소드 배기 가스를 출력하는 캐소드 격실을 포함하는 고온 연료전지와,

옥시던트 가스와 아노드 배기 가스 및 상기 아노드 배기 가스로부터 유도된 가스중 하나를 포함하는 또 다른 가스를 수용하며, 상기 또 다른 가스를 산화시키며 출력 파워를 발생시키는 열엔진 조립체를 포함하며,

상기 열엔진은 옥시던트 가스를 포함하는 열엔진 배기를 발생하며, 상기 열엔진 배기는 연료전지의 캐소드 격실에 옥시던트 가스를 제공하는데 사용되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 아노드 배기 가스로부터의 물을 응축 및 전달하고 물분리된 아노드 배기 가스를 출력하는 물전달 조립체를 추가로 포함하며, 상기 또 다른 가스는 물분리된 아노드 배기 가스를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 물전달 조립체는 물의 일부 또는 전부를 연료 공급 통로에 전달하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 물전달 조립체는 연료 공급 통로에 전달된 물의 일부 또는 전부의 압력을 증가시키는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

### 청구항 5

제2항에 있어서, 물분리된 아노드 배기를 압축하는 압축기를 추가로 포함하며, 상기 또 다른 가스는 압축된 물분리된 아노드 배기 가스를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 열엔진은 보충 연료를 수용하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 보충 연료는 열엔진과 물분리된 아노드 배기중 하나에 공급되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 보충 연료는 연료 공급 통로의 연료의 일부로부터 공급되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

### 청구항 9

제8항에 있어서, 보충 옥시던트 가스는 열엔진 배기가 연료전지의 캐소드 격실에 수용되기 전에, 상기 열엔진 배기에 공급되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 열엔진은 내연기관이나 외연기관, 2사이클 엔진, 4사이클 왕복동 엔진, 연소 터빈, 복열 터빈, 과급기, 압축기/터빈 조립체, 스텔링 엔진, 및 마이크로터빈중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 11**

제6항에 있어서, 상기 열엔진은 내연기관이나 외연기관, 2사이클 엔진, 4사이클 왕복동 엔진, 연소 터빈, 복열 터빈, 과급기, 압축기/터빈 조립체, 스텔링 엔진, 및 마이크로터빈중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 12**

제2항에 있어서, 상기 물전달 조립체는 아노드 배기 가스의 물을 응축하는 응축기와; 상기 응축기에 이어지며, 물분리된 아노드 배기 가스를 생성하기 위해 아노드 배기 가스로부터 물을 분리하는 녹아웃 포트와; 분리된 물의 압력을 증가시키는 펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 13**

제2항에 있어서, 상기 물전달 조립체는 물전달 장치와, 엔탈피 휘일 가습기와, 냉각 라디에이터와, 박막과, 표면 응축기와, 에어냉각식 열교환기와, 직접 접촉식 응축기중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 14**

제1항에 있어서, 상기 연료 공급 통로의 연료는 캐소드 배기 가스 및 아노드 배기 가스중 적어도 하나를 이용하여 예열되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 15**

제1항에 있어서, 상기 열엔진은 보충 연료를 수용하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 상기 보충 연료는 부하 변화에 응답하도록 제어되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 열엔진에 의해 수용된 옥시던트 가스는 제어되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 18**

제16항에 있어서, 상기 보충 연료는 부하가 낮은 파워 요구사항을 나타낼 때는 열엔진에 보충 연료가 공급되지 않고 상기 부하가 높은 파워 요구사항을 나타낼 때는 높은 파워 요구사항을 만족시키기 위해 상기 열엔진에 증가된 양의 보충 연료가 공급되도록 제어되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 19**

제1항에 있어서, 상기 고온 연료전지는 탄산염 연료전지 및 고형 산화물 연료전지중 하나인 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 20**

제1항에 있어서, 상기 옥시던트 가스는 캐소드 배기에 의해 예열되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 21**

제1항에 있어서, 상기 옥시던트 가스는 에어를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 22**

제1항에 있어서, 캐소드 배기의 일부를 캐소드에 재순환시키기 위한 캐소드 배기 재순환 통로를 부가로 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 23**

제1항에 있어서, 상기 열엔진은 내연기관 또는 외연기관, 2사이클 엔진, 4사이클 왕복동 엔진, 연소 터빈, 복열 터빈, 과급기, 압축기/터빈 조립체, 스텔링 엔진, 및 마이크로터빈중 하나를 포함하는 것것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 24**

제1항에 있어서, 상기 열엔진은 열엔진 및 또 다른 가스에 의해 수용된 옥시던트 가스를 수용하고, 출력 가스를 생성하기 위해 옥시던트 가스를 사용하여 상기 또 다른 가스를 산화하는 산화기와, 압축 부분 및 팽창 부분을 구비한 압축기-터빈을 포함하며; 상기 압축 부분은 산화기에 의해 수용된 옥시던트 가스를 생성하기 위해, 옥시던트 가스를 수용하여 상기 옥시던트 가스를 압축하며; 상기 팽창 부분은 과위를 발생시켜 열엔진 배기를 생성하기 위해 상기 출력 가스를 수용 및 팽창시키는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 25**

제24항에 있어서, 아노드 배기 가스로부터의 물을 응축 및 전달하고 물분리된 아노드 배기 가스를 출력하는 물 전달 조립체를 부가로 포함하며, 상기 또 다른 가스는 물분리된 아노드 배기 가스를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 26**

제25항에 있어서, 상기 물전달 조립체는 제1 및 제2유닛중 하나를 포함하며; 상기 제1유닛은 아노드 배기 가스의 물을 응축하기 위한 응축기와, 상기 응축기에 이어지며, 물분리된 아노드 배기 가스를 생성하기 위해 상기 아노드 배기 가스로부터 물을 분리하는 녹아웃 포트와, 물분리된 아노드 배기의 압력을 증가시키는 펌프를 포함하며; 상기 제2유닛은 물분리된 아노드 배기 가스를 생성하기 위해 상기 아노드 배기 가스로부터 물을 응축 및 분리시키는 냉각 라디에이터와, 물분리된 아노드 배기의 압력을 증가시키는 펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 27**

제26항에 있어서, 상기 물전달 조립체는 물의 전부 또는 일부를 연료 공급 통로에 전달하고, 상기 제1유닛을 포함하며; 상기 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템은 상기 물분리된 아노드 배기를 압축하는 압축기와, 상기 캐소드 배기 가스에 응답하는 열회수 유닛을 부가로 포함하며; 상기 또 다른 가스는 상기 압축된 물분리된 아노드 배기 가스를 압축하며; 상기 열회수 유닛은 압축된 옥시던트 가스를 가열하기 위해 상기 압축 부분으로부터의 압축된 옥시던트 가스에 응답하는 제1열교환기와, 연료가 연료전지의 아노드 격실에 수용되기 전에 상기 연료를 가열하기 위해 연료 통로에 배치된 제2열교환기를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 28**

제26항에 있어서, 상기 물전달 조립체는 물의 일부 또는 전부를 상기 연료 공급 통로에 전달하고 상기 제2유닛을 포함하며, 상기 또 다른 가스는 압축된 물분리된 아노드 배기 가스를 포함하며,

상기 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템은 물분리된 아노드 배기를 압축하는 압축기와; 상기 압축된 물분리된 아노드 배기 가스가 열엔진에 수용되기 전에, 상기 압축된 물분리된 아노드 배기 가스를 가열하기 위해 아노드 배기 가스 및 압축된 물분리된 아노드 배기 가스에 응답하는 제1열교환기와; 상기 압축된 옥시던트 가스를 가열하기 위해 상기 압축기/터빈의 압축 부분으로부터의 압축된 옥시던트 가스 및 캐소드 배기에 응답하는 제2열교환기와; 보충 에어가 열엔진으로부터의 옥시던트 가스를 포함하는 옥시던트 가스에 공급되기 전에, 보충 에어 통로의 보충 에어를 가열하기 위해, 보충 에어 통로에서 상기 제2열교환기를 통과한 후 상기 캐소드 배기에 응답하는 제3열교환기와; 연료 공급 통로의 연료를 가습하기 위해 상기 물전달 조립체에 의해 전달된 물을 수용하기 위해, 상기 제2열교환기를 통과한 후 캐소드 배기 가스에 응답하는 연료 공급 통로내의 가습기와; 연료가 연료전지의 아노드 격실에 수용되기 전에 상기 연료 공급 통로의 가습된 연료를 가열하기 위해, 아노드 배기 가스가 상기 가습기 이후의 연료 통로에서 상기 제1열교환기를 통과한 후, 아노드 배기 가스에 응답하는 제4열교

환기를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 29**

제26항에 있어서, 상기 물전달 조립체는 물의 일부 또는 전부를 상기 연료 공급 통로에 전달하며, 상기 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템은 물분리된 아노드 배기를 압축하는 압축기를 포함하며, 상기 또 다른 가스는 압축된 물분리된 아노드 배기 가스를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 30**

제29항에 있어서, 상기 열엔진은 보충 연료를 수용하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 31**

제1항에 있어서, 보충 옥시던트 가스에는 열엔진 출력 가스가 연료전지의 캐소드 격실에 수용되기 전에, 열엔진 출력 가스가 공급되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 32**

제1항에 있어서, 상기 열엔진은 내연기관이나 외연기관, 2사이클 엔진, 4사이클 왕복동 엔진, 연소 터빈, 복열 터빈, 과급기, 압축기/터빈 조립체, 스텔링 엔진, 및 마이크로터빈중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템.

**청구항 33**

연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템을 작동하는 방법에 있어서,  
 연료전지의 아노드 격실에 연료를 공급하고 연료전지의 캐소드 격실에 옥시던트 가스를 공급함으로써 고온 연료전지를 작동시키는 단계와,  
 옥시던트 가스 및 또 다른 가스를 열엔진 조립체에 제공하는 단계와,  
 연료전지의 캐소드 격실에 옥시던트 가스를 제공하기 위해 열엔진 배기를 사용하는 단계를 포함하며,  
 상기 또 다른 가스는 아노드 배기 가스와 상기 아노드 배기 가스로부터 유도된 가스중 하나를 포함하며, 상기 열엔진은 옥시던트 가스를 포함하는 열엔진 배기를 발생시키는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템 작동 방법.

**청구항 34**

제33항에 있어서, 물분리된 아노드 배기를 형성하기 위해 상기 아노드 배기로부터 물을 제거하는 단계를 추가로 포함하며, 상기 또 다른 가스는 물분리된 아노드 배기를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템 작동 방법.

**청구항 35**

제34항에 있어서, 상기 물분리된 아노드 배기를 압축하는 단계를 추가로 포함하며, 상기 또 다른 가스는 압축된 물분리된 아노드 배기를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템 작동 방법.

**청구항 36**

제35항에 있어서, 상기 열엔진은 산화기와, 압축 부분 및 팽창 부분을 구비한 압축기-터빈을 포함하며;  
 상기 방법은 옥시던트 가스를 압축하여 상기 열엔진에 의해 수용되는 옥시던트 가스를 생성하기 위해, 상기 압축 부분에 옥시던트 가스를 공급하는 단계와; 상기 열엔진에 의해 수용된 옥시던트 가스와 상기 또 다른 가스를 산화기에 공급하는 단계와; 상기 출력 가스를 팽창시켜 파워를 발생함으로써 열엔진 배기를 생성하도록, 상기 열엔진의 팽창 부분에 산화기 출력 가스를 공급하는 단계를 추가로 포함하며; 상기 또 다른 가스는 출력 가스를 생성하기 위해 옥시던트 가스에 의해 산화되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템 작동 방법.

**청구항 37**

제36항에 있어서, 연료전지의 아노드 격실에 의해 수용된 연료를 연료전지의 캐소드 격실으로부터의 캐소드 배기 가스 및 아노드 배기 가스중 하나이상으로 예열하는 단계와, 아노드 배기 가스로부터 제거된 물을 연료전지의 아노드 격실을 위한 연료에 공급하는 단계를 부가로 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템 작동 방법.

**청구항 38**

제33항에 있어서, 상기 열엔진은 내연기관이나 외연기관, 2사이클 엔진, 4사이클 왕복동 엔진, 연소 터빈, 복열 터빈, 과급기, 압축기/터빈 조립체, 스텔링 엔진, 및 마이크로터빈중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템 작동 방법.

**청구항 39**

제38항에 있어서, 열엔진 출력 가스가 연료전지의 캐소드 격실에 수용되기 전에, 상기 열엔진 출력 가스에는 보충 옥시던트 가스가 공급되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템 작동 방법.

**청구항 40**

제39항에 있어서, 열엔진 출력 가스가 연료전지의 캐소드 격실에 수용되기 전에, 상기 보충 옥시던트 가스는 열엔진 출력 가스에 공급되기 전에 먼저 예열되는 것을 특징으로 하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템 작동 방법.

**명세서**

**기술분야**

<1> 본 발명은 연료전지 생산 시스템에 관한 것으로서, 특히 내연기관 및 외연기관 등과 같은 열엔진에 일체화된 연료전지 시스템에 관한 것이다.

**배경기술**

<2> 연료전지는 탄화수소 연료에 저장된 화학에너지를 전기화학 반응에 의해 전기에너지로 직접 전환하는 장치이다. 일반적으로, 연료전지는 전기적으로 하전된 이온을 도전체에 의해 분리되는 아노드 전극 및 캐소드 전극을 포함한다.

<3> 연료전지는 통상적으로 하이브리드 시스템으로 불리우는 고효율 시스템을 생산하기 위해, 터빈 발전기 등과 같은 열엔진과 조합된다. 통상적으로 실행되는 하이브리드 시스템에 있어서, 연료전지는 터빈 발전기 압축기 부분에 의해 압축된 에어가 가열된 후 연료전지 캐소드 부분으로 전송되도록, 일반적으로 터빈 발전기의 연소기에 의해 점유된 위치에 배치된다. 이러한 배치에 있어서, 연료전지는 고압에서 작동되어, 발전소 하드웨어의 비용을 증가시킨다. 연료전지의 고압 작동은 연료전지에서 내부 리포밍의 사용을 방해하여 발전소 비용을 증가시키고 효율을 감소시키며, 발전소가 혼란에 빠진 경우 연료전지를 잠재적인 손상 압력 편차에 노출시킨다. 또한, 연료전지 압력은 가스 터빈 압력과 결합하여, 작동의 신뢰성을 감소시키고, 가스 터빈 압력이 연료전지 압력과 거의 매칭되는 시스템 디자인에 대한 적용을 한정시킨다.

<4> 이러한 단점들을 극복하기 위하여, 가스 터빈으로부터 방출되는 가열된 에어가 연료전지의 캐소드 부분에 분배되도록, 터빈 발전기 형태의 열엔진의 하부에 연료전지가 배치되는 또 다른 하이브리드 시스템이 개발되었다. 동일한 양수인에게 양도된 미국특허 제6,365,290호에는 열엔진 사이클을 작동시키기 위해 연료전지로부터의 폐열이 열회수 유니트에 의해 사용되는 하이브리드 연료전지/가스 터빈 시스템이 개시되어 있으며, 이러한 시스템은 고온 열교환기에 의해 열회수 유니트에서 가열압축된 옥시던트 가스가 열엔진의 팽창 사이클에서 팽창되도록 배치된다. 그후, 아노드 배기를 수용하는 산화기(통상적으로 연소기 또는 버너로 불리운다)를 통과하고, 열교환기를 통과하여, 최종 가스는 연료전지의 캐소드 부분에 분배된다.

<5> 미국특허 제6,365,290호의 시스템의 변형예에 있어서, 동일 양수인에게 양도된 미국특허 제6,896,988호에는 연료전지 크기와 가스 터빈 사이에 양호한 매칭을 제공하므로써 미국특허 제6,365,290호에 개시된 시스템의 적용성을 확장시켜주는 고품 산화물 및 용융 탄산염 연료전지를 포함하는, 고온 연료전지를 위한 강화된 하이브리드

시스템이 개시되어 있다. 미국특허 제6,896,988호의 시스템에 의해 제공된 장점에도 불구하고, 그 적용에는 한계가 있다.

- <6> 미국특허 제6,365,290호 및 미국특허 제6,896,988호는 고효율로 전기를 발생한다. 그러나, 이러한 특허들은 특히 대형 발전소(>10 MW)에는 비용이 많이 소요되는 상당한 고온 열교환기를 필요로 한다. 또한, 상술한 바와 같은 시스템은 효율과 파워 생산 사이의 타협을 더욱 만족시키는데 필요한 시스템 형태에 사용될 경우, 융통성을 가질 필요가 있다.
- <7> 따라서, 고형 산화물 등과 같은 고온 연료전지와 용융 탄산염 연료전지 및 압축기/터빈 조립체 등과 같은 열엔진 조립체 사이에 파워의 평형에 양호한 융통성을 제공하며 효율이 높은 또 다른 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템을 제공하는 것이 바람직하다.
- <8> 또한, 연료전지 캐소드 배기 온도 이상으로 작동되는 고온 열교환기[복열(復熱) 장치 또는 축열 장치]에 대한 요구를 더욱 완화시킬 수 있는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템을 제공하는 것도 바람직하다.
- <9> 고온 및 대기압 근처 압력 연료전지를 위해 미국특허 제6,365,290호 및 미국특허 제6,896,988호에 비싸지 않은 또 다른 시스템 형태를 제공하는, 하이브리드 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템을 제공하는 것도 바람직하다.

**발명의 상세한 설명**

- <10> 고온 연료전지 및 열엔진 조립체를 포함하는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템이 서술될 것이다. 상기 시스템에서는 에어 등의 옥시던트 가스와 아노드 배기 가스 또는 연료전지의 아노드 배기가스로부터 유도된 가스를 포함하는 또 다른 가스가 열엔진 조립체로의 입력물(input)로 작용한다. 상기 또 다른 가스의 산화("연소"로도 언급된다)는 열엔진 조립체에서 이루어지며, 열엔진 조립체는 파워를 생성하고, 옥시던트 가스를 포함하는 열엔진 배기 가스를 출력한다. 열엔진 배기 가스는 연료전지의 캐소드에 옥시던트 가스를 제공하기 위해 사용된다. 이 경우, 아노드 배기는 배기내의 물 성분의 일부 또는 전부를 제거하기 위해 처리되며, 및/또는 다른 가스를 생성하기 위해 압축되거나 가압된다.
- <11> 열엔진 조립체는 연소 터빈, 4사이클 불꽃 점화(SI) 왕복동 엔진, 2사이클 압축점화(CI) 엔진 등과 같은 다양한 내연기관을 포함할 수 있다. 또한, 상기 열엔진은 스텔링 엔진, 과급기, 또는 가스 터빈 등과 같은 외부 가열식 또는 점화식 열엔진을 포함할 수 있다.
- <12> 천연 가스, 액화 연료 등의 연료 형태에 기초한 다수의 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템 형태가 형성될 수 있다. 또한, 여러 부품 및 열교환 장치는 상이한 집적형 연료전지 및 열엔진 시스템 형태로 실행될 수 있다.
- <13> 하기에 서술될 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템은 아노드 부분과 캐소드 부분을 갖는 연료전지와, 옥시던트 공급 가스를 압축하는 압축기 부분 또는 사이클이 구비된 가스 터빈을 포함하는 열엔진 조립체와, 연료전지의 캐소드 부분으로부터의 배기 가스에 응답하는 열회수 유닛을 포함한다. 상기 열회수 유닛은 연료 공급 가스가 연료전지의 아노드 격실에 공급되기 전에, 가스화기(gasifier)에 의해 공급된 합성가스 또는 천연 가스 등과 같은 연료 공급가스를 가열 및 가습한다.
- <14> 서술된 시스템에서, 아노드 배기 가스는 선택적으로 냉각되고, 생성된 물은 응축기에 의해 제거된다. 연료전지에 사용되지 않는 잔류 연료가 포함된 냉각된 아노드 배기 가스는 가스 압축기에서 선택적으로 압축된 후, 열엔진 조립체의 일부를 형성하며 압축된 옥시던트 가스를 수용하는 연소기 또는 산화기로 흐른다. 아노드 배기 가스 압력의 가스 압축기 부스팅(boosting)은 산화기의 가스 출력의 압력을 팽창 사이클 또는 열엔진 조립체의 가스 터빈의 부분의 입구 압력까지 이동시키는데 도움을 준다. 아노드 배기 가스는 산화기에서 산화되고, 가열압축된 옥시던트 가스를 포함하는 산화기 출력은 팽창 사이클 또는 열엔진 조립체의 가스 터빈의 부분에 공급된다. 이것은 팽창 부분으로부터의 기계적 파워 출력과; 연료전지의 캐소드 부분을 위한 옥시던트 가스로서 사용되는, 옥시던트 가스를 함유한 배기 가스로 귀결된다.
- <15> 또한, 상술한 시스템에서, 옥시던트 공급 가스는 압축기 부분이나 또는 열엔진 조립체의 사이클에서 압축되거나 가압되며, 상술한 바와 같이 열회수 유닛이 응답하는 캐소드 배기 가스에 의해 열회수 유닛에서 선택적으로 가열된다. 이러한 압축가열된 옥시던트 공급 가스는 상술한 바와 같이 열엔진 조립체의 산화기 또는 연소기로 흐른다. 따라서, 하이브리드 시스템에 의해, 열엔진 조립체에서 아노드 배기 가스의 산화와 조합된 연료전지로부터의 폐열 회수는 매우 높은 시스템 효율로 귀결된다.

- <16> 이러한 경우에 있어서, 취입기로부터의 보충 에어는 연료전지의 캐소드 부분에 공급되기 전에, 가스 터빈의 팽창 부분으로부터의 배기 gas와 조합된다. 조합된 gas는 옥시던트 gas 및 연료전지로부터의 폐열 제거를 위한 필요로 하는 캐소드 흐름을 보장한다.
- <17> 본 발명의 기타 다른 목적과 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조한 하기의 상세한 설명에 의해 보다 명확하게 이해될 것이다.

**실시예**

- <20> 도1은 부하에 파워를 공급하기 위한 하이브리드 연료전지 및 열엔진 시스템(1)의 블록도를 도시하고 있다. 상기 시스템(1)은 고온 연료전지(2) 및 열엔진 조립체(30)를 포함한다. 연료전지(2)는 전해질 매트릭스에 의해 분리되는 아노드 격실(3) 및 캐소드 격실(4)을 포함한다. 아노드 격실(3)은 연료 공급 통로(6)로부터 연료를 수용하고 아노드 배기를 출력한다. 캐소드 격실(4)은 옥시던트 가스를 수용하고 캐소드 배기를 출력한다. 하이브리드 시스템은 캐소드 배기내의 물을 연료전지 공급 통로(6)에 전달하고 물분리된 아노드 배기를 출력하기 위해, 물전달 조립체(9)를 선택적으로 포함한다.
- <21> 연료전지(2)는 용융 탄산염 연료전지 또는 고형 산화물 연료전지 등과 같이, 그 어떤 형태의 고온 연료전지라도 취할 수 있다.
- <22> 열엔진 조립체(30)는 내연기관, 4사이클 불꽃 점화(SI) 왕복동 엔진, 2사이클 압축점화(CI) 엔진 등과 같이, 다양한 내연기관을 포함할 수 있다. 열엔진 조립체(30)는 스티어링(Sterling) 엔진, 과급기, 또는 가스 터빈 등과 같은 외부에서 가열된 또는 점화된 열엔진을 포함할 수 있다. 도시된 경우에 있어서, 열엔진 조립체(30)는 압축 사이클 또는 압축 부분(16)과, 터빈이나 팽창 부분 또는 팽창 사이클(21)을 갖는 압축기/터빈을 포함한다. 열엔진 조립체는 산화기(연소기 또는 버너로도 불리운다)(18)를 포함한다.
- <23> 에어로 도시된, 옥시던트 공급 gas는 열엔진 조립체(30)의 압축 부분 또는 압축 사이클(16)에서 압축되거나 가압된다. 압축된 옥시던트 gas는 하이브리드 시스템(1)에 포함된 열회수 유니트(15)에 공급된다. 특히, 압축된 옥시던트 gas는 열회수 유니트(15)의 열교환 부분(17)에 수용되며, 연료전지(2)의 캐소드 격실(4)으로부터 유니트(15)에 분배된 캐소드 배기 gas에 의해 가열된다. 열엔진 조립체(30)의 일부를 형성하는 산화기(18)는 열교환기(17)로부터의 압축가열된 옥시던트 gas(에어)를 수용한다. 또한, 상기 산화기(18)는 연료전지(2)의 아노드 격실(3)으로부터의 아노드 배기gas를 포함하거나 이로부터 유도된 또 다른 gas를 수용한다.
- <24> 도시된 예시적인 경우에 있어서, 아노드 배기 gas는 배기로부터의 물을 응축 및 전달하는 물전달 조립체(9)를 통과한다. 물전달 조립체(9)를 통과하는 물분리된 아노드 배기는 아노드 배기 압축기(32)에서 가압되고, 가압된 물분리된 아노드 배기 gas는 산화기(18)로 공급되는 상술한 또 다른 gas를 형성한다.
- <25> 도1의 산화기(18)는 열엔진 조립체(30)의 압축기/터빈의 외측에 연소기로서 형성된다. 산화기는 예를 들어, ICE(내연기관), 4사이클 불꽃 점화 왕복동 엔진, 2사이클 압축 점화 엔진에서 실행되는 내부 연소기로서 형성된다. 또한, 산화기(18)는 연소 터빈에서 실행되는 축매 산화기 또는 점화 버너일 수도 있다.
- <26> 산화기(18)에 있어서, 가압된 물분리된 아노드 배기는 가열압축된 옥시던트 gas로 산화되어, 압축가열된 옥시던트 gas를 포함하는 출력 gas를 생성한다. 그 후, 산화기 출력 gas는 gas의 팽창이 기계적 파워 발생으로 나타나는, 열엔진 조립체(30)의 팽창 부분 또는 터빈(21)으로 공급된다. 팽창된 옥시던트 gas를 포함하는, 팽창 부분으로부터의 배기 gas는 연료전지(2)의 캐소드 격실(4)에 옥시던트 gas를 제공하는데 사용된다.
- <27> 열엔진 조립체(30)로서 사용되는 4사이클 SI 또는 2사이클 CI 의 경우에 있어서 저압 물분리된 아노드 배기는 열엔진 조립체로 공급되기 전에 압축될 필요가 없다. 이러한 상황에서, 아노드 배기 압축기(32)는 시스템(1)에 사용되지 않는다. 또한, 이러한 경우, 예를 들어 매우 높은 가스 터빈압력 비율에서, 옥시던트 공급 통로(5)의 압축된 에어는 열교환기에 의해 가열될 필요가 없다. 시스템(1)에 대해서는 하기에 상세히 서술될 것이다.
- <28> 도1에 도시된 바와 같이, 탄화수소를 포함하는 연료는 연료 공급부(간략함을 위해 도시되지 않음)로부터 연료를 연료전지(2)의 아노드 격실(3)의 입구(3A)로 이송하는 연료 공급 통로(6)에 공급된다. 특히 도시된 바와 같이, 공급 라인(6)은 연료를 연료에 존재하는 황함유 성분을 제거하는 탈황기(6A)를 통해 이송한다. 상기 탈황기(6A)는 연료가 흐르고 연료내의 황함유 성분을 흡수하는, 하나이상의 황흡수제 또는 황흡수 베드를 포함한다.
- <29> 탈황기(6A)를 통과한 후, 공급 라인(6)의 연료는 가습된 연료를 생성하기 위해, 물 공급라인(13)을 통해 물전달 조립체(9)로부터의 물과 조합된다. 가습된 연료는 유니트(15)에 포함된 또 다른 열교환기(6B)를 통해 열회수

유니트(15)에서 예열된 후, 유니트에 공급된 캐소드 배기 가스에 노출된다. 예열된 가습된 연료는 연료로부터의 중 탄화수소 오염물 및 트레이스 산소(trace oxygen)를 제거하는 탈산소기/프리컨버터(preconverter) 유니트(6D)를 통과한다. 도1에 도시되지는 않았지만, 연료 스트림의 온도를 연료전지 조립체(2)의 아노드(3)에 의해 필요로 하는 높은 수준까지 상승시키는 탈산소기/프리컨버터 유니트(6D) 이후에는 또 다른 열교환기가 이용된다. 예열되고 탈산소된 가습된 연료는 입구(3A)를 통해 아노드 격실(3)에 공급된다.

- <30> 아노드 입구(3A)를 통해 아노드 격실(3)에 유입된 연료는 수소 및 탄소 일산화물을 생성하기 위해 내부에서 리포밍되며, 연료전지(2)의 캐소드 격실(4)을 통과하는 산소 가스와 전기화학적 반응을 받게 된다. 아노드 격실(3)에서 생성된 아노드 배기 가스는 아노드 출구(3B)를 통해 아노드 배기 통로(7)로 연료전지(2)를 빠져나간다. 배기 통로(7)의 아노드 배기 가스는 반응하지 않은 수소, 탄소 일산화물, 수증기, 탄소 이산화물 및 기타 다른 가스의 트레이스 양의 혼합물을 포함한다.
- <31> 도1에 도시된 바와 같이, 배기 통로(7)의 아노드 배기는 응축 열교환기(6C)(응축기로도 불리운다)와, 녹아웃 포트(11)와, 펌프(14)를 포함하는 물전달 조립체(9)를 통과한다. 아노드 배기 가스는 아노드 배기에 있는 물이 응축되고 아노드 배기 가스의 나머지 성분을 포함하는 배기 가스와 액상 물의 혼합물이 형성되도록, 응축 열교환기(6C)에서 냉각된다. 그 후, 배기 가스와 물 스팀의 혼합물은 물이 배기 가스로부터 분리되고 물분리된 아노드 배기가 아노드 배기 통로(7)로 출력되는, 녹아웃 포트(11)를 통과한다. 상기 녹아웃 포트(11)에서 분리된 물은 물의 압력을 증가시키는 펌프(14)를 통과한다. 분리된 그리고 가압된 물은 그 후 물 공급 라인(13)을 통해 연료 공급 통로(6)에 이송된다. 또한, 녹아웃 포트(11) 및 펌프(14)에서 생성된 과잉 물은 연결 라인(12)을 통해 시스템(1)으로부터 배출된다.
- <32> 이러한 도시된 경우에 있어서, 공통의 녹아웃 포트 및 펌프는 물 압력의 증가 및 분리를 위한 시스템(1)에 사용하기 적합하다. 인식할 수 있는 바와 같이, 부분 압력 선회 물 전달 장치, 종래의 엔탈피 휘일 가습기, 냉각 라디에이터, 박막, 패킹 컬럼 또는 흡수제/스트리퍼 형태 시스템 기타 다른 물전달 장치 또는 조립체는 물의 일부 또는 전부를 전달하기 위해 열교환기(6C), 녹아웃 포트(11) 및 펌프(14) 대신에 사용되거나 또는 이들과 함께 사용될 수 있다.
- <33> 물분리된 아노드 배기는 녹아웃 포트(11)를 빠져나가며, 주로 수소 및 CO(일산화탄소) 연료와, 물 및 전환되지 않은 탄화수소(주로 메탄)의 트레이스 양을 갖는 CO<sub>2</sub> 를 포함한다. 이러한 물분리된 아노드 배기 가스는 아노드 배기 통로(7)에 의해 녹아웃 포트(11)로부터 아노드 배기 압축기(32)로 이송되며, 압축된 후에는 열교환기(17)로부터 라인(5)의 가열된 및 압축된 옥시던트 가스 또는 에어와 혼합되는 산화기(18)로 이송된다. 통로(7)의 압축된 물분리된 아노드 배기 가스는 고온으로 가열압축된 옥시던트 가스를 포함하는 출력 가스를 생성하기 위해, 산화기(18)의 가열압축된 옥시던트 가스에 의해 산화된다.
- <34> 산화기(18)로부터의 출력 가스는 라인(22)에 의해, 팽창이 이루어지는 열엔진 조립체(30)의 팽창 부분 또는 터빈(21)으로 이송된다. 팽창 처리과정은 발전기(31)에 의해 전기력으로 전환되는 기계적 파워를 생성한다. 터빈(21)으로부터 유도된 기계적 파워를 전기력으로 전환하기 위해, 발전기(31) 대신에 고속 교류기가 이용될 수도 있다.
- <35> 도1에 도시된 예시적인 경우에 있어서, 연료전지 직류(dc) 전기 출력은 직류-교류 인버터(32)에서 교류(ac) 전기 출력으로 전환된다. 발전기(31) 및 직류-교류 인버터(32)로부터의 전기 출력은 도면부호 33에서 조합되며, 조합된 파워는 유틸리티 그리드 또는 고객의 부하로 지향된다.
- <36> 이러한 경우에 있어서, 산화기(18)에는 보충 연료공급 통로(26)를 통해 보충 연료 공급부(도시않음)로부터의 보충 연료가 공급된다. 산화기(18)에 있어서, 물분리된 아노드 배기의 탄화수소와, CO, 수소를 포함하는 소비되지 않은 연료 및 제공된 보충 연료는 열회수 유니트(15)로부터의 가열압축된 옥시던트 가스, 즉 에어의 존재하에 연소된다. 따라서 최종적인 뜨거운 압축된 옥시던트 가스는 열엔진 조립체(30)의 팽창 부분(21)에서 기계적 파워를 생성하는데 적합하다.
- <37> 이러한 경우, 도1에 통로(35)로 도시된 보충 에어 통로는 열엔진에 의해 제공된 옥시던트가 과도한 부가 에어를 제공하기 위해 사용된다. 통로(35)에 보충 에어를 사용하는 이유들중 한가지는 캐소드 입구(4A) 및 캐소드 출구(4B)에서의 온도를 제어하기 위함이다. 보충 에어 통로(35)는 에어 취입기(36)에 의해 제공되며, 연료전지에 인입되기 전에 배기 통로(24)의 열엔진 배기와 조합된다.
- <38> 또한, 주로 팽창된 옥시던트 가스, 즉 O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, 및 CO<sub>2</sub> 를 포함하는 팽창 부분으로부터의 배기는 통로(35)의 보충

에어와 조합된 캐소드 옥시던트 가스 통로(24)에 의해 안내되며, 전기화학 반응을 실행하는 캐소드 격실(4)의 입구(4A)로 지향된다. 상술한 바와 같이 캐소드 배기 가스는 캐소드 출구(4B)를 통해 캐소드 격실(4)을 빠져나가며, 캐소드 배기 통로(28)에 의해 캐소드 배기가 냉각되는 열교환기(17)로 이송되어 이를 빠져가므로써, 가압된 옥시던트 공급 가스를 가열하거나 또는 통로(5)의 에어를 가열한다. 배기 통로(28)의 캐소드 배기 가스는 열교환기(6B)를 통과하면서 계속 냉각되고, 이에 따라 통로(6)의 연료를 가열 및 가습한다. 냉각된 캐소드 배기 가스는 시스템(1)으로부터 제거되며 및/또는 또 다른 폐열 회수에 사용된다. 따라서, 시스템(1)을 떠나는 캐소드 배기 가스에 저장된 열에너지는 거주용 난방 등과 같은 기타 다른 용도로 사용된다.

<39> 표1은 탄산염 연료전지를 사용하는 도1의 시스템에 기초한 공칭(nominal) 300 kW 시스템과, 미국특허 제 6,365,290호의 시스템에 기초한 공칭 300 kW 시스템을 비교하고 있다. 인식할 수 있는 바와 같이, 도1의 시스템은 미국특허 제6,365,290호의 시스템에 비해 상당한 파워와 약간 양호한 효율을 갖는다. 높은 아노드 배기 압축 파워는 미국특허 제6,365,290호의 시스템에 비해 도1의 시스템의 높은 가스 터빈 파워에 의해 더욱 양호하게 보상받는다. 도1의 시스템에 기초한 300 kW 시스템은 고온 복열 장치에 사용되는 물질에 의해 한정되는 미국특허 제6,365,290호에 기초한 시스템의 터빈 입구 온도 및 가스 터빈 파워에 비해, 높은 터빈 입구 온도[도1에 경로(22)로서 도시] 및 가스 터빈 파워를 갖는다.

<40> 표1 : 도1의 시스템에 기초한 300 kW 와 미국특허 제6,365,290호의 시스템의 파워와 효율의 비교

시스템 변수	특허 제6,365,290호	본 발명
퓨얼 셀 스택 DC, kW	295	295
DC/AC loss, 5.4%, kW	16	16
스택 그로스 AC, kW	279	279
터빈, kW	119	137
압축기, kW	81	66
발전기 손실, 10%, kW	4	7
가스 터빈 파워 출력, kW	34	64
기생 파워	5	5
아노드 배기 압축기	0	22
시스템 전체 출력, kW	308	316
시스템 에너지 입력 (LHV), kW	539	539
시스템 에너지 효율 (LHV)	57.2%	58.6%

<41> <42> 상술한 바와 같이, 도1의 시스템은 특수한 열교환 및 시스템 부품 장치, 특히 압축기/터빈을 포함하는 열엔진 조립체(30)를 사용한다. 또 다른 예시적인 경우에 있어서, 시스템은 연소 터빈, 복열 터빈, 또는 마이크로터빈 등과 같은 다른 열엔진 조립체를 사용할 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 사용된 열교환기와 시스템 및 그 장치의 부품은 변화될 수 있으며, 최적의 효율을 달성하기 위해 부가의 부품들이 사용될 수 있다. 도2에는 또 다른 하이브리드 시스템이 도시되어 있다. 그러나, 도1 및 도2의 시스템 장치는 현존의 하이브리드 시스템을 나타내고 있지만, 본 기술분야의 숙련자라면 상기 시스템은 기타 다른 다양한 시스템 형태 및 열교환 장치에서도 사용될 수 있음을 인식해야 한다.

<43> 도2는 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템(300)의 다른 장치를 도시하고 있다. 시스템(300)은 열엔진 조립체(330)를 포함하며, 이러한 열엔진 조립체는 압축 및 팽창 부분(330A, 330B)이 구비된 가스 터빈과 산화기(325)를 포함한다. 또한, 시스템(300)은 열엔진 조립체(330)에 일체화된 고온 연료전지(302)를 포함한다. 시스템의 작동과, 연료전지(302) 및 열엔진 조립체(330)로의 연료 및 기타 다른 작동 물질의 공급 및 흐름은 하기에 상세히 서술되는 바와 같은 제어 조립체를 사용하여 제어된다.

<44> 도2에 도시된 바와 같이, 고온 연료전지(302)는 전해질 매트릭스(305)에 의해 분리되는 아노드 격실(303)과 캐소드 격실(304)을 포함한다. 연료전지(302)의 아노드 격실(303)에는 연료 공급 통로(306)에 의해 이송된 연료 공급부(도시않음)로부터의 연료가 공급된다. 도시된 바와 같이, 연료 공급 통로(306)에 이송된 연료는 탈황기

(306A)에서 탈황된 후, 물과 조합되어 가습 열교환기(306C)에서 예열된다.

- <45> 특히, 열교환기(306C)는 하기에 상세히 서술되는 바와 같이 물 공급 통로(313)로부터 재순환된 물을 수용하며, 연료 및 물 혼합물의 예열은 캐소드 배기에 저장된 열에너지를 회수하기 위해 캐소드 배기 가스를 열교환기(306C)를 통과시키므로써 달성된다. 가습된 연료는 아노드 열교환기(306B)를 통과하며, 이러한 아노드 열교환기에서 연료는 아노드 배기 가스로부터의 열을 회수하므로써 예열된 후, 연료로부터의 중 탄화수소 오염물 및 트레이스 산소(trace oxygen)를 제거하는 탈산소기/예비 리포머(306D)에서 산소제거된다. 산소제거된 및 예비 리포밍된 연료는 아노드 입구(303A)를 통해 아노드(303)에 공급된다.
- <46> 아노드 격실에 있어서, 연료는 전기화학 반응을 받게 되고, 소비된 연료는 아노드 배기 가스로서 아노드 출구(303B)를 통해 아노드 격실(303)을 떠난다. 아노드 배기 가스는 아노드 출구(303B)로부터 아노드 배기 통로(307)에 의해 이송되며, 배기를 물전달 조립체(309)에 이송하기 전에 아노드 배기를 냉각하기 위하여 열교환기(307A, 306B)를 통과한다. 이러한 예시적인 경우에 있어서, 물전달 조립체(309)는 아노드 배기 가스로부터 물을 응축 및 분리시키는 냉각 라디에이터 또는 에어냉각식 열교환기(309A)와, 상기 냉각 라디에이터 또는 에어냉각식 열교환기(309A)에 의해 분리된 물의 압력을 증가시키는 펌프(309B)를 포함한다. 전달 조립체(309)에 의해 분리된 물은 물 공급 통로(313)에 의해 이송되어, 가습형 열교환기(306c)에 제공된다. 냉각 라디에이터 또는 에어냉각식 열교환기(309A)는 아노드 배기의 나머지 성분, 즉 수소, CO<sub>2</sub>, 물 및 CO 의 트레이스 양을 포함하는 물분리된 아노드 배기도 출력한다. 물전달 조립체(309)의 형태는 도2에 도시된 바에 한정되지 않음을 인식해야 한다. 예를 들어, 도2에 도시된 물전달 조립체(309) 대신에, 도1에 도시된 물전달 조립체 또는 기타 다른 적절한 물전달 장치 또는 조립체가 사용될 수 있다. 또한, 과도한 물은 물 배출 통로(339)를 통해 시스템(300)의 외부로 배출된다.
- <47> 물분리된 아노드 배기 가스는 아노드 배기 통로(307)에 의해 물전달 조립체(309) 외부로 이송된다. 이러한 경우, 보충 연료 공급부로부터의 보충 연료, 예를 들어 탈황기(306A)로부터의 탈황된 연료의 슬립 스트림(slip stream)은 보충 연료 공급 통로(322)를 통해 물분리된 아노드 배기 가스에 부가된다. 이러한 경우에 보충 연료 원은 주 연료 공급부와는 상이하다. 물분리된 아노드 배기 가스에 부가된 보충 연료의 양은 검출된 파워 요구 사항에 기초하여 제어되므로, 연료전지(302)에 의해 생성된 파워를 초과하는 낮은 파워 요구사항시에는 보충 연료가 부가되지 않으며, 높은 파워 요구사항시에는 물분리된 아노드 배기에 설정량의 보충 연료가 부가되도록 제어된다.
- <48> 물분리된 아노드 배기, 또는 물분리된 아노드 배기 및 보충 연료의 혼합물은 아노드 부스트 압축기(327)로 이송된다. 상기 압축기(327)는 이러한 가스들을 압축한 후, 이들을 열교환기(307)로 이송시키며, 상기 열교환기에서는 압축된 물분리된 아노드 배기 또는 물분리된 아노드 배기 및 보충 연료의 혼합물이 아노드(303)로부터의 뜨거운 배기 가스에 의해 가열된다.
- <49> 압축가열된 물분리된 아노드 배기 가스 또는 물분리된 아노드 배기 및 보충 연료의 압축가열된 혼합물은 압축가열된 옥시던트 가스를 공급 통로(321)로부터 에어의 형태로 수용하는, 열엔진(330)의 산화기(325)로 이송된다. 특히, 에어는 통로(321)로부터, 에어가 압축되는 열엔진(330)의 가스 터빈의 압축기 부분(330A)에 공급되며; 압축된 에어는 캐소드 배기에 의해 열교환기(328A)에서 계속 가열된다. 압축된 에어의 계속된 가열은 스타트업(start-up) 히터(321A)에 의해 실행되지만, 상기 히터는 보충 연료를 이용할 수 없는 형태의 터빈을 시동할 때만 사용된다. 그후, 압축가열된 에어는 산화기(325)에서 물분리된 아노드 배기 또는 물분리된 아노드 배기 및 보충 연료의 혼합물과 조합되며, 상기 산화기는 고온의 압축된 옥시던트 가스를 포함하는 출력 가스를 생성하기 위해 최종적인 혼합물을 산화시킨다. 열엔진(330)의 가스 터빈의 터빈 부분(330B)은 산화기로부터의 고온의 압축 가스의 팽창을 허용하여, 기계적 파워를 출력하며; 또한 주로 CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> 를 포함하는 터빈 배기 가스도 출력한다. 연료전지가 높은 연료 이용률로 작동되고 효율을 극대화하기 위해 보충연료가 사용되지 않는 경우에 있어서, 물분리된 아노드 배기 가스는 열성분(heat content)이 매우 낮으며, 물분리된 아노드 배기 가스의 완벽한 연소를 촉진시키는 촉매를 포함하기 위해 산화기(325)를 필요로 한다.
- <50> 이러한 경우에 있어서, 도2에 통로(341)(점선)로 도시된 보충 에어 통로는 열엔진에 의해 제공된 옥시던트를 초과하여 부가의 에어를 제공하는데 사용된다. 보충 에어(341)를 사용하는 이유들중 한가지는 캐소드 입구(304A) 및 캐소드 출구(304B)에서의 온도를 제어하기 위함이다. 보충 에어에 대한 또 다른 이유는 발전소 시동시 시스템 에어를 제공하기 위함이다. 도2에 도시된 바와 같이, 보충 에어 통로(341)는 에어 취입기(342)에 의해 제공되며, 선택적으로 캐소드 배기 가스(328)에 의해 팽창 부분 또는 터빈 부분(330B)에서 예열된다.

<51> 연료전지에 사용하기 적합한 옥시던트 가스를 포함하는, 팽창 부분 또는 터빈 부분(330B)으로부터의 터빈 배기 가스는 캐소드 옥시던트 가스 통로(324)에 의해 캐소드 입구(304A)를 통해 캐소드 격실(304)으로 이송된다. 만일 보충 에어가 사용되었다면, 터빈 배기 가스는 캐소드 옥시던트 가스 통로(324)의 예열된 보충 에어(341)와 조합된다. 캐소드(304)를 통과한 후, 소비된 옥시던트 가스를 포함하는 고온의 캐소드 배기 가스는 캐소드(304)로부터 캐소드 출구(304B)를 통해 캐소드 배기 통로(328)로 출력된다. 이러한 캐소드 배기 가스는 가스 터빈의 압축 부분(330A)을 떠나는 압축된 옥시던트 가스를 예열하는 열교환기(328A)를 통과시키므로써 냉각되며, 보충 에어 예열기(343)가 사용되었을 경우에는 보충 에어 예열기에서 더욱 냉각되고, 상술한 바와 같이 연료 공급 통로(306)의 연료를 예열 및 가습시키는 가습형 열교환기(306C)에서 더욱 냉각된다. 냉각된 캐소드 배기는 시스템(300)의 외부로 배출되며, 조합된 열 및 파워 용도 등과 같은 또 다른 열회수 열병합발전소, 스팀 하부 사이클(steam bottoming cycle), 또는 유기 랭킨 사이클에 사용된다.

<52> 도2에 도시된 바와 같이, 캐소드 배기 가스의 일부는 재순환 취입기(326A)를 포함하는 캐소드 재순환 통로(326)를 통해 캐소드(304)에 다시 재순환된다. 재순환된 캐소드 배기는 캐소드 입구(304A)에 제공되기 전에, 통로(324)의 옥시던트 가스와 조합된다.

<53> 실시예로서, 표2에는 도2에 도시된 바와 같은 형태의 용융 탄산염 연료전지(MCFC) 하이브리드 시스템에 기초한 40 MW 발전소의 성능 특성이 도시되어 있다. 개념적인 시스템을 위한 전체적인 LHV 효율은 61.8% 이다.

<54> 표2 : 40 MW 발전소 성능

퓨얼 셀		
	직류 파워 출력, MW	36.1
	교류 파워 출력, MW	34.3
가스 터빈		
	팽창기 파워, MW	21.8
	압축기 파워, MW	(10.4)
	실제 교류 파워, MW	10.8
발전소 기생 부하		
	보조 부하, MW	(4.4)
	실제 교류 파워, MW	40.8
	효율%, (천연가스의 LHV)	61.8

<55>

<56> 도2의 시스템은 도1에 도시된 시스템(1)과 유사한 효율 및 개선점으로 귀결되었다. 도1의 시스템과 마찬가지로 도2의 시스템은 캐소드에 옥시던트 가스를 제공하기 위해 열엔진 배기를 사용하므로써 또한 연료에 아노드 배기의 물을 재순환하므로써, 옥시던트 가스 공급 조립체 및 물공급 조립체에 대한 필요성을 제거한다. 또한, 도2의 실시예는 연료전지에 의해 생성된 아노드 및 캐소드 배기 가스로부터의 열을 효과적으로 회수하며, 이에 따라 독립적인 가열 장치에 대한 필요성을 경감시킨다.

<57> 상술한 바와 같은 장치는 단순히 본 발명의 적용을 나타내는 많은 가능한 특정 실시예를 나타내는 것임을 인식해야 한다. 예를 들어, 열엔진은 설명된 바의 형태에 한정되지 않으며, 디젤 엔진 등과 같은 기타 다른 장치도 파워 생성 시스템에 사용하기에 적합하다. 또한, 최적의 파워 생성을 위해 열엔진에 공급된 원하는 가스 조성물을 달성하기 위해 부가의 부품들이 요구된다. 일부 경우에 있어서, 스팀을 생성하기 위해 고온의 배기 가스를 사용하므로써 연료전지 배기 가스로부터 부가의 열을 회수하기 위해, 하이브리드 시스템에는 스팀 터빈 또는 유기 랭킨 사이클 하부 사이클 시스템이 사용된다. 본 발명은 양호한 실시예를 참조로 서술되었기에 이에 한정되지 않으며, 본 기술분야의 숙련자라면 첨부된 청구범위로부터의 일탈없이 본 발명에 다양한 변형과 수정이 가해질 수 있음을 인식해야 한다.

### 도면의 간단한 설명

<18> 도1은 열엔진으로서 압축기/터빈과 고온 연료전지를 사용하는, 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템의 블록도.

<19> 도2는 또 다른 연료전지 및 열엔진 하이브리드 시스템의 블록도.

