



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월02일
 (11) 등록번호 10-1437134
 (24) 등록일자 2014년08월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01M 8/04 (2006.01) F28D 1/047 (2006.01)
 F28F 1/06 (2006.01) H01M 8/12 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2009-7011013
- (22) 출원일자(국제) 2007년10월31일
 심사청구일자 2011년08월12일
- (85) 번역문제출일자 2009년05월28일
- (65) 공개번호 10-2009-0089859
- (43) 공개일자 2009년08월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/GB2007/004156
- (87) 국제공개번호 WO 2008/053213
 국제공개일자 2008년05월08일
- (30) 우선권주장
 0621784.8 2006년11월01일 영국(GB)
 (뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
 US04128700 A*
 US06312842 B1*
 US20030224238 A1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 케세스 인텔렉추얼 프로퍼티 컴퍼니 리미티드
 영국 웨스트 서세스 알에이치13 5피엑스 호삼 파
 운드리 레인 바이킹 하우스
- (72) 발명자
 데브리언트 제임스
 영국 이스트 서세스 비엔3 5엔비 호브 콜맨 예비
 뉴 8
 모건 로버트
 영국 웨스트 서세스 비엔43 6티에이치 소어햄 바
 이 씨 호킨스 로드 42
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 박상수

전체 청구항 수 : 총 24 항

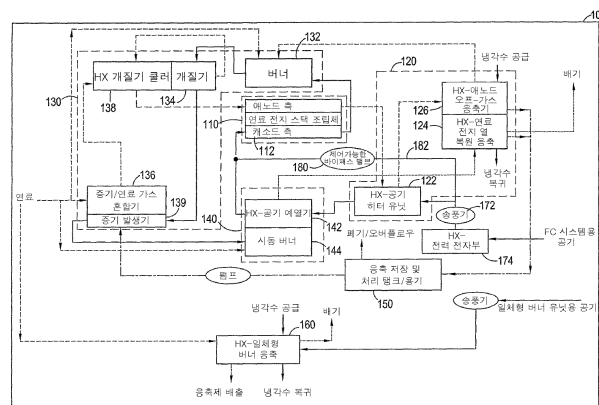
심사관 : 김은진

(54) 발명의 명칭 **연료 전지 열 교환 시스템 및 방법**

(57) 요약

애노드 및 캐소드 오프-가스가 별도의 유동 경로로 제공되는 연료 전지 시스템(100) 내에서 열을 교환하기 위한 시스템 및 방법이 제공된다. 일 실시예에 있어서, 연료 전지 스택(110)은 별도의 애노드 및 캐소드 오프-가스 유동 경로를 가지며, 상기 적어도 하나의 연료 전지 스택(110)으로부터의 별도의 애노드 오프-가스 및 적어도 하나의 열 전달 유체는 제 1 열 교환 요소(126)를 통과하여 상기 애노드 오프-가스와 상기 열 전달 유체 사이에서 열을 교환한다. 상기 적어도 하나의 연료 전지 스택을 빠져나가는 상기 캐소드 오프-가스는 그 후 버너 내에서 상기 열 교환 요소(126)로부터의 상기 애노드 오프-가스와 결합하고 연소한다.

대표도



(72) 발명자

버나드 폴

영국 웨스트 서체스 비엔14 9피엔 워싱 오픈턴 드
라이브 6

리아 로버트

영국 서리 씨알0 4에스와이 크로이든 치스워 클로
즈 24

(30) 우선권주장

0711108.1 2007년06월08일 영국(GB)

60/869,715 2006년12월12일 미국(US)

60/943,508 2007년06월12일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

별도의 애노드 및 캐소드 오프-가스 유동 경로들을 가지는 적어도 하나의 연료 전지 스택을 빠져나가는 오프-가스들의 온도를 변경하는 방법으로서,

상기 적어도 하나의 연료 전지 스택 및 적어도 하나의 열 전달 유체로부터 별도의 애노드 오프-가스를 제 1 열 교환 요소를 통과시켜 상기 별도의 애노드 오프-가스와 상기 적어도 하나의 열 전달 유체 사이에서 열을 교환하는 단계;

상기 별도의 애노드 오프 가스를 상기 제 1 열 교환 요소로부터 버너까지 통과시키는 단계;

상기 적어도 하나의 연료 전지 스택을 빠져나가는 상기 별도의 캐소드 오프-가스를 상기 버너 내로 통과시켜 상기 별도의 애노드 오프-가스와 상기 별도의 캐소드 오프-가스를 결합시키는 단계;

상기 결합된 애노드와 캐소드 오프 가스들을 연소시켜서 버너 오프-가스를 생성하는 단계; 및

상기 버너 오프-가스 및 상기 적어도 하나의 열 전달 유체를 제 2 열 교환 요소를 통과시켜 상기 버너 오프-가스와 상기 적어도 하나의 열 전달 유체 사이에서 열을 교환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 열 교환 요소는 상기 애노드 오프-가스를 냉각하고 상기 적어도 하나의 열 전달 유체를 가열하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 열 교환 요소는 상기 버너 오프-가스를 냉각하고 상기 적어도 하나의 열 전달 유체를 가열하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 버너 오프-가스로부터의 응축제는 상기 제 2 열 교환 요소 내에서 형성되고 그로부터 배출되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 열 전달 유체가 상기 제 1 열 교환 요소로부터 배출된 후에, 상기 제 2 열 교환 요소는 상기 열 전달 유체를 수용하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 애노드-오프 가스로부터의 응축제는 상기 제 1 열 교환 요소 내에서 형성되고 그로부터 배출되는 것을 특

징으로 하는 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항 및 제 6 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 열 교환 요소는 복수의 열 전달 유체를 수용하는 것이며, 상기 열 전달 유체 각각의 유량을 독립적으로 제어하여 상기 열 전달 유체로의 또는 상기 열 전달 유체로부터의 열 교환을 최적화하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항 및 제 6 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 별도의 애노드 오프-가스가 상기 제 1 열 교환 요소에 의해 수용되기 전에, 상기 별도의 애노드 오프-가스를 추가 열 교환 요소를 통과시키는 단계를 더 포함하되,

상기 추가 열 교환 요소는 상기 애노드 오프-가스와 유체 유동 사이에서 열을 교환하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 추가 열 교환 요소는 상기 애노드 오프-가스를 냉각시키고 상기 유체 유동 내 상기 유체를 데우는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 추가 열 교환 요소로의 상기 유체 유동은 캐소드 측 공급 가스의 유동이며, 캐소드 측 공급 가스는 상기 적어도 하나의 연료 스택으로 들어가서 상기 캐소드 오프-가스로서 빠져나오는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

제 8 항에 있어서,

응축된 물은 재순환되고 그리고 개질된 연료가 상기 연료 전지 또는 연료 전지들에 들어가기 전에 연료를 개질하도록 사용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17

애노드 및 캐소드 오프-가스의 각각의 유동을 위한 별도의 출구 및 유동 경로를 갖는 적어도 하나의 연료 전지 스택;

상기 적어도 하나의 연료 전지 스택 애노드 오프-가스 출구로부터 배출된 애노드 오프-가스를 수용하도록 연결되며, 상기 적어도 하나의 연료 전지 스택으로부터의 상기 애노드 오프-가스와 적어도 하나의 열 전달 유체 사이에서 열을 교환하기 위한 제 1 열 교환 요소;

상기 제 1 열 교환 요소를 빠져나가는 애노드 오프-가스와 상기 적어도 하나의 연료 전지 스택을 빠져나가는

캐소드 오프-가스를 수용 및 결합하고 이들을 연소시켜 버너 오프-가스를 생성하도록 구성되는 버너; 및
 상기 열 전달 유체 및 상기 버너로부터의 상기 버너 오프-가스를 수용하도록 결합된 제 2 열 교환 요소를 포함
 하되,

상기 제 2 열 교환 요소는 상기 버너 오프-가스와 상기 열 전달 유체 사이에서 열을 교환하는 것을 포함하는 것
 을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 열 교환 요소는 상기 애노드 오프-가스를 냉각시키고 상기 열 전달 유체를 가열하도록 구성되는 것을
 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 열 교환 요소는 상기 버너의 작동 온도를 낮추는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 20

삭제

청구항 21

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 열 교환 요소는 상기 버너 오프-가스를 냉각시키고 상기 열 전달 유체를 가열하도록 구성되는 것을
 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 22

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 열 교환 요소는 응축 열 교환기를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 23

제 17 항에 있어서,

열 전달 유체를 상기 제 1 열 교환 요소 그리고 이후로 상기 제 2 열 전달 요소에 관통시키기 위해서, 상기 열
 교환 유체 유동 경로는 상기 제 1 열 교환 요소 및 그 다음의 상기 제 2 열 교환 요소에 의해 규정되는 것을 특
 징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 24

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 열 교환 요소는 복수의 열 전달 유체를 수용하도록 적용되는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 25

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 열 교환 요소는 응축 열 교환기를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 26

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 열 전달 교환 요소는 복수의 열 전달 유체를 수용하도록 적용되는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시
 스템.

청구항 27

제 17 항 내지 제 19 항 및 제 21 항 내지 제 26 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 연료 전지 스택 애노드 오프-가스 출구와 상기 제 1 열 교환 요소 사이에 결합되는 추가 열 교환 요소를 포함하며, 상기 추가 열 교환 요소는 상기 애노드 오프 가스가 상기 제 1 열 교환 요소로 들어가기 전에 그의 온도를 낮추는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 28

삭제

청구항 29

제 27 항에 있어서,

상기 제 1 및 추가 열 교환 요소는 단일 유닛으로 일체화되는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 30

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 열 교환 요소는 단일 유닛으로 일체화되는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

제 25 항에 있어서,

상기 시스템은 상기 응축 열 교환기로부터 물을 재생하고 그리고 개질된 연료가 상기 연료 전지 또는 연료 전지 들에 들어가기 전에 연료를 개질하기 위해서 상기 물을 개질기에 제공하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 연료 전지 내의 에너지 관리에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 연료 전지 시스템 내의 열 교환 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 고체-산화물 연료 전지(SOFC) 시스템은 연료 흐름 내에 포함되는 에너지를 사용 가능한 열 및 전기로 변환함으로써 효과적으로 작동한다. SOFC 시스템 내의 열 복원은 다양한 유동 형상(멀티-흐름, 역-유동, 공통-유동, 교차 유동) 내에 열 교환기(예를 들면, 쉘 및 튜브, 관 및 핀, 및 마이크로 채널)를 사용함으로써 통상적으로 달성된다. 상기 시스템 내의 유체 흐름 중 일부는 액체이며, 일부는 가스인바, 이중 일부는 수증기를 포함한다. SOFC 시스템 효율은 상기 시스템에 들어가는 연료 흐름 내에 포함되는 포텐셜 에너지를 상기 시스템에 의해 생산되고 사용자에게 사용가능한 전체 유효 열 및 전력과 비교함으로써 추출될 수 있다. 전체 SOFC 시스템 효율은 그것이 선택된 분야의 시장 내의 SOFC 시스템의 상업적 생존 가능성에 영향을 미치기 때문에 중요하다. 열적 및 전기적 손실은 전체 SOFC 시스템 효율을 결정하는데 있어서 중요하다. SOFC 시스템 내의 열 및 질량 전달의 관리는 열적 및 전기적 손실의 크기에 영향을 미친다.

[0003] SOFC 자체는 전기화학 공정을 사용하여 상기 연료 내의 에너지를 열 및 전기로 변환함으로써 작동한다. 상기 공정의 효율은 상기 연료 전지의 연료 측의 연료의 농도, 상기 연료 전지의 공기 측의 산소의 분압, 및 상기 연료 전지의 온도를 포함하는 몇 가지 인자에 종속된다.

[0004] 작동을 위해, 상기 연료 전지는 연료를 소비하고 상기 전기 화학 반응 중에 공기 내의 산소를 소비한다. 이러한 반응에 의해 생성되는 전기에 더하여, 잉여 열 에너지가 연료 전지 활성 구역의 영역 내의 전기화학 공정에 의해 생성된다. 에너지 변환 공정을 유지하기 위해, 연료 및 공기는 연료 전지로 공급될 필요가 있으며 열은 연료 전지로부터 제거되어야 한다. 일반적으로, 상기 연료 전지 반응에 의해 생성되는 열은 부분적으로 소비되어 연료 전지 자체 및 그 주변 환경이 작동 온도로 유지되도록 하며, 나머지 열의 대부분은 공기 흐름 및/또는 연료 배기 흐름을 사용하여 상기 연료 전지로부터 제거된다.

[0005] 일반적으로, 작동 연료 전지는 연료 흐름 내의 모든 연료를 소비하지 않으며, 마찬가지로 공기 흐름 내의 모든 산소를 소비하지도 않는다. 상기 연료 전지가 연료 및 공기 중의 산소를 완전히 소비하지 않음에 따라, 상기 연료 전지 활성 구역으로부터 상기 고갈된 연료 흐름(일반적으로 애노드-오프 가스라 칭함) 및 변경된 공기 흐름(일반적으로 캐소드-오프 가스라 칭함)을 분리하는 방법이 제공되어야 한다. 그에 따라, 연료는 상기 연료 전지 활성 구역으로 공급 및 그로부터 분리되며, 공기는 상기 연료 전지 활성 구역으로 공급 및 그로부터 분리된다.

[0006] 연료 전지에 의한 유효 에너지 변환을 달성하기 위해, 연료 개질기(reformer)가 연료 전지 전의 연료 공급 라인 내에 포함될 수도 있고 개질이 연료 전지 스택에 대해 내부적으로 발생할 수도 있게 되어, 연료 가스가 연료 전지에 도달하기 전에 수소-풍부 흐름 내로 탄화수소계 연료를 개질할 수 있다.

[0007] SOFC들은 특정 작동 온도에서, 때때로 특정 작동 온도 주위의 온도 범위에서도, 효과적으로 작동한다. 이러한 유효 작동 온도는 상기 연료 전지 활성층에 사용되는 물질의 형태에 의해 통상적으로 설정-예를 들면, YSZ의 경우 720-950°C, CGO의 경우 500-650°C-된다.

[0008] SOFC들에 있어서, 유입되는 공기 및 연료 흐름은 상기 흐름이 상기 연료 전지 활성 구역에 도달하기 전에 상기

연료 전지 작동 온도 근방까지 가열될 수 있다. 이는 상기 연료 전지의 작동 효율을 향상시키고 온도 변화 기율기 및 그에 따른 열 응력을 감소시키는바, 이는 주변 온도 유체가 뜨거운 500-900℃ 연료 전지 구조와 접촉하는 경우 연료 전지가 겪게 될 것이다. 최적의 작동 온도 범위에 대한 상기 전지의 향상된 열 균형으로 인해 효율 또한 향상된다. 높은 작동 온도로 인해, 연료 흐름은 그가 연료 전지 활성 구역과 만나는 지점 또는 그와 인접한 지점에서 통상 가스이다.

[0009] 열 에너지는 상기 연료 전지 활성 구역을 빠져나가는 가스 흐름(애노드 및 캐소드 오프-가스)으로부터 추출될 수 있으며, 상기 연료 전지 활성 구역으로 들어가는 연료 및 공기 흐름을 가열하도록 사용될 수 있다. 이는 일반적으로 상기 연료 전지 배기 연료 흐름(사용하지 않은 연료 형태의 화학 에너지를 포함)과 상기 연료 전지 배기 공기 흐름을 혼합하고 상기 연료 전지 스택(US5212023 및 EP1037296에 도시됨)과 매우 유사한 혼합 결과물을 연소하고 열 교환기를 경유하여 상기 유입되는 공기 흐름까지 통과하는 이러한 과정에 의해 생성되는 열을 사용함으로써 달성된다.

[0010] 연료 전지 시스템에 탄화수소 연료가 공급되는 경우, 연료 개질기가 상기 연료 전지 스택 앞의 연료 흐름 내에 위치되어 탄화수소 연료가 구성요소: 수소, 이산화탄소, 일산화탄소 및 다른 성분으로의 개질(reformation)을 용이하게 하는 것이 드문 현상은 아니다. 공지되어 있으며 본 명세서에 상세히 설명되지 않은 연료 전지 사용에 적합한 몇 가지 개질 방법이 있다. 통상의 개질 방법은 자동 열 개질(ATR), 증기 개질(SR), 물 가스 변환 개질(WGS), 및 부분 산화 개질(POX 또는 CPOX)을 포함한다.

[0011] 개략적으로 보면, 유효 개질 작업에 있어서, 물이 연료 흐름에 추가되어 작동할 것을 필요로 하지 않는 몇 가지 개질 방법(예를 들면, CPOX)이 있으며, 물이 추가될 것을 필요로 하는 몇 가지 개질 방법(예를 들면, ATR, SR, WGS)이 있다.

[0012] CPOX와 같은 무수(non-water) 개질기 형태는 물 공급 유닛이 상기 연료 전지 시스템의 일부가 될 것을 필요로 하지 않는다. 본 기술 분야에 통상의 지식을 가진자라면, 이러한 무수 추가 시스템(non-water added system)이 수소 풍부 연료 흐름을 생성하는 수 추가 시스템(water added system)으로부터 제공되는 개질된 연료 흐름 내에서 수소 농도를 생성한다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0013] 최적의 연료 전지 작동 효율에 있어서, 증기를 사용하는 개질 옵션은 잠재 작동 효율에 있어서 매우 큰 이득을 제공한다. 이러한 효율을 추구하는 시스템에 있어서, 물은 상기 시스템 내에 추가되어 증기를 생성한다. 상기 증기는 연료 측 배기 흐름 내의 수분 함량 및/또는 물 저장소 또는 물 공급원으로부터 제공될 수 있다. 주변 온도에서의 시스템 작동 개시시, 상기 연료 측 배기 증기로부터 상기 시스템 내에서 직접 얻을 수 있는 증기는 아닐 것이며, 그에 따라, 상기 증기는 증기 발생기를 사용하여 물 저장소로부터 생성될 수 있다.

[0014] 몇몇 적용예에 있어서, 외부 부하-예를 들면, 온수 저장소-를 가열할 필요가 있다. 그에 따라, 상기 SOFC 시스템에 의해 생성된 열 중 일부는 이러한 가열을 위해 제공되도록 사용될 수 있다.

발명의 상세한 설명

[0015] 본 발명의 관점들은 적어도 하나 또는 그 이상의, 어쩌면 일체형인, 연료 전지 시스템용 열 교환 요소를 제공하는 것인바, 이는 적어도 하나의 연료 전지 스택 연료 측의 배기 흐름 및 공기 측 배기 흐름 사이에서 열을 전달하도록 배열되는 바, 이들은 별도의 애노드 및 캐소드 오프-가스로 분리된다. 본 발명의 관점에 있어서, 상기 전달은 상기 배기 흐름(들)으로부터 상기 연료 전지 스택 내로 공급되는 공기 및 연료 흐름으로 열을 전달하는 것이지만, 본 발명의 몇몇 관점에 있어서는, 열 수용 장치, 예를 들면, 열 저장소, 및/또는 열 방출 장치, 예를 들면, 라디에이터, 및/또는 열 전달 장치, 예를 들면, 히트 펌프 또는 스테링 엔진(Stirling Engine)과 같은 외부 열 부하로 열을 전달하는 것이다. 상기 배기 흐름(들), 예를 들면, 상기 애노드 오프-가스 및 상기 캐소드 오프-가스로부터의 물의 응축 배출이 추가의 열 전달로 인해 발생할 수도 있다. 상기 애노드 오프-가스 내의 사용하지 않은 연료로부터의 에너지는 상기 사용하지 않은 연료 가스를 태움으로써 열을 생성하도록 사용될 수도 있다. 이러한 열은 상기 연료 전지 시스템 내로 피드백된다. 상기 연료 전지 시스템은 다른 공급원(예를 들면, 자동차 배기 시스템 옆에 위치하는 개질기, 또는 터빈 배기)으로부터 열을 수용하며, 상기 사용하지 않은 연료 가스를 태움으로써 생성되는 열은 상기 연료 전지 시스템 외의 다른 목적을 위해 사용된다.

[0016] 본 발명은 적어도 하나의 연료 전지 스택을 빠져나가는 오프-가스의 온도를 변경하는 방법을 제공하는바, 상기 적어도 하나의 연료 전지 스택은 별도의 애노드 및 캐소드 오프-가스 유동 경로를 가지며, 상기 방법은 상기 적어도 하나의 연료 전지 스택 및 열 전달 유체로부터 별도의 애노드 오프-가스를 제 1 열 교환 요소를 통과시킴

으로써 상기 애노드 오프-가스와 상기 열 전달 유체 사이에서 열을 교환하는 단계를 포함한다.

- [0017] 본 발명의 관점들에 있어서, 열 교환 요소로의 별도의 유체 공급, 열 교환 요소(들)의 배열 및 조합, 및/또는 유체 공급의 제어 능력의 조합은 충분한 열 에너지가 연속 작업을 위해 상기 연료 전지 시스템으로 복귀하도록 하며, 이는 시스템 작업 및 효율을 향상시키는데 유리하지만, 애노드 오프-가스 및 캐소드 오프-가스 흐름 중 적어도 하나로부터 수증기의 응축이 독립적으로 일어나도록 하여 비-연료 전지 시스템 열 부하 사용을 위한 열 복원을 최대화한다.
- [0018] 본 발명의 관점들에 있어서, 상기 열 교환 요소들(응축기 열 교환 요소들일 수 있음)의 순서 및 위치는, 잠열 에너지를 포획하고 상기 시스템 및/또는 다른 장치의 사용을 위해 응축된 물을 복원하기 위해, 상기 연료 전지 스택 고온 배기 가스로부터 차가운 유입 유체까지의 열 에너지의 전달을 향상시키고, 상기 애노드 및/또는 캐소드 오프-가스 배기 흐름(버너 오프-가스를 형성하도록 상기 애노드 및 캐소드 오프-가스의 조합 및 연소 후의 단계에서일 수 있음)으로부터 가능한 한 많은 증기를 응축하는 필요에 의해 설정된다. SOFC 시스템에 있어서, 사용 가능한 수증기의 최대 체적 양은 일반적으로 애노드-오프 가스 흐름에서 나타난다. 그에 따라, 이러한 흐름은, 에너지 항목에 있어서, 열 및 응축수 복원의 가장 효과적인 조합 공급원이다. 따라서, 본 발명에 있어서, 이러한 흐름은 가장 효과적인 응축 과정을 수행한다. 상기 시스템이 단일 순환 열 전달 유체를 포함하는 경우, 상기 애노드 오프-가스로부터 물을 응축하기 위한 애노드 오프-가스 응축기 열 교환 요소는 동일한 열 전달 유체 회로 내에 포함되는 어떤 다른 응축 열 교환 요소들 앞에 최저온 열 전달 유체(예를 들면, 열 저장소로부터 순환하는 냉각수)를 수용하도록 위치된다.
- [0019] 명료성을 위해, 응축기 열 교환 요소 또는 응축기 열 교환기는 본 명세서에서는 작동시 열 교환기 유닛을 통과하는 흐름 중 하나로부터 물을 응축할 수 있도록 설계되는 열 교환기로서 정의된다.
- [0020] 애노드 오프-가스는 변환되지 않은 연료, 열 에너지 및 수증기를 포함한다. 열 에너지를 상기 흐름 내에 복원함으로써 이러한 에너지를 가능한 한 많이 복원하는 것이 유리한바, 이는 또한 상기 흐름 내에서 운반되는 수증기 내에 포함되는 잠열을 복원하는 것과, 상기 흐름 내에서 운반되는 타지않은 연료 내에 화학 에너지를 복원한다.
- [0021] 상기 잠열 에너지 및 액체로서의 수증기를 복원하기 위해 애노드 오프-가스를 응축시, 상기 애노드 오프-가스 흐름 내의 현저한 온도 강하는 100°C보다 훨씬 낮은 온도, 예를 들면 50°C 또는 그 이하의 흐름 온도까지 강하하는 작동 조건에 따라 달성되어야 한다. 상기 애노드 오프-가스 흐름으로부터 이러한 많은 열 에너지를 분리함으로써, 상기 흐름 내에서 운반되는 열 에너지의 대부분은 열 전달 유체로 이동하며 적은 양의 열 에너지만이 상기 애노드 오프-가스 흐름 내에 남아 있다. 열 전달 유체가 물이라고 가정하면, 물이 가압 되지 않는 한, 일반적으로는 100°C까지도 가열될 수 있지만, 통상적으로는 50 내지 85°C정도이다. 이들 온도에서, 물은 이러한 에너지를 상기 연료 전지 시스템 내로 효과적으로 퍼드백하도록 고온 에너지 공급원으로서 사용될 수 없을 것인바, 이는 현재 가열되는 물보다 높은 온도에서이며; 그에 따라, 상기 열은 열원으로서의 사용을 위해, 예를 들면, 가정용 가열 시스템 내의 열 부하 또는 저장소까지 전달될 수 있다.
- [0022] 상기 애노드 오프-가스 흐름으로부터 상기 잠열 에너지 및 응축된 물을 분리하는 것은 상기 연료 전지 시스템의 열 효율에 영향을 미칠 수 있다. 그에 따라, 본 발명에서, 연료 전지 셋업이 제공됨으로써, 상기 열 에너지의 적어도 일부는 그가 응축기 열 교환기에 도달하기 전에 추가 열 교환 요소에 의해 상기 애노드 오프-가스로부터 전달된다. 상기 응축 열 교환기에 도달하기 전에 전달되는 이러한 열 에너지는, 공기 측 공급과 같은, 상기 연료 전지 스택 시스템으로 들어가는 저온 유체 공급 중 하나를 사용하여 상기 연료 전지 스택 시스템 안으로 다시 들어갈 수 있다. 상기 스택으로의 유체 공급이 대부분 가스이며 애노드 오프-가스는 가스이므로, 추가의 열 교환 요소는 가스-대-가스 열 교환기일 수 있다. 그에 따라, 본 발명에 있어서, 상기 애노드 오프-가스 열 에너지의 일부를 연료 전지 스택 유입 공기 흐름으로 전달하여, 그가 상기 캐소드 측의 연료 전지 스택에 들어가기 전에 그를 가열할 수 있다.
- [0023] 상기 열 에너지의 일부가 본 발명의 관점들에 있어서 공기 히터 열 교환 유닛일 수 있는 추가 (가스-대-가스) 열 교환 요소에 의해 상기 애노드 오프-가스 흐름으로부터 분리됨에 따라, 상기 애노드 오프-가스가 상기 추가 열 교환기를 통과한 후 흐르는 가스-대-물 응축기 열 교환기일 수도 있는 열 교환 요소의 크기 및 작동 요구조건이 감소될 수 있다. 이는 감소한 열 전달 유체 회로 체적 및 더 작은 열 전달 유체 펌프를 허용할 수 있다 (그에 따라, 연료 전지 시스템 전기 기생 부하를 감소시킨다). 또한, 열 저장소 및/또는 열 라디에이터의 원하는 크기는 감소할 수 있으며, 더 소형인 시스템을 제공할 수 있다.

- [0024] 본 발명에 있어서, 버너는 상기 애노드 및 캐소드 오프-가스를 혼합 및 태우도록 제공된다. 상기 버너는 버너 오프-가스를 방출한다. 이러한 버너 오프-가스로부터 열을 복원하기 위한 제 2 열 교환 요소는 본 발명의 여러 관점으로 제공되며, 이는 애노드 오프-가스 응축기 열 교환 요소와 동일한 열 전달 유체를 사용할 수 있게 한다. 상기 열 전달 유체는, 본 발명의 관점들에 있어서 연료 전지 열 복원 열 교환기로 칭해지는, 제 2 (버너 오프-가스) 열 교환 요소를 통과하기 전에 제 1 (애노드 오프-가스) 열 교환 요소를 통과하였으며, 그에 따라, 애노드 오프-가스는 열 교환 유체가 연료 전지 열 복원 열 교환기 내에서 더 가열되기 전에 열 교환 유체와 열 교환한다. 이는 상기 애노드 오프-가스가 상기 버너 오프-가스보다 더 큰 비율의 증기 및 수증기를 포함하는 경우에 유리할 수 있다.
- [0025] 상기 캐소드 오프-가스가 일반적으로 애노드 오프-가스보다 수증기를 덜 포함하므로, 애노드 오프-가스 수증기를 응축함으로써 사용 가능한 것과 비교하는 경우 캐소드 오프-가스 수증기와 관련되는 적은 양의 에너지를 복원하도록 시도함으로써 이점을 갖게 된다. 그에 따라, 캐소드 오프-가스 내의 수증기는 응축되지 않을 수도 있다. 따라서, 상기 연료 전지를 빠져나가는 캐소드 오프-가스는, 후-버너 산화제 공급, 즉, 열 교환기가 연료 전지 및 버너 사이의 캐소드 오프-가스 흐름 내에 제공될 필요가 없으므로, 상기 버너로 공급된다. 상기 연료 전지를 빠져나가는 캐소드 오프-가스는 상기 버너로 직접 공급될 수 있으며, 상기 캐소드 오프-가스로부터의 유의미한 열 손실은 없을 수도 있다. 상기 버너로의 더 높은 온도의 캐소드 오프-가스 공급은 높은 버너 온도를 유지하는데 도움을 준다. 이러한 특징은 상기 버너용 산화제 공급이 가열 없이 투입되도록 하는바, 이는 상기 버너 오프-가스 내에 사용가능한 열 에너지가 더 존재함을 의미하며, 이는 연료 개질기를 가열하도록 실시예들 내에서 사용될 수 있다. 특히, 상기 버너 내로의 상대적으로 낮은 수증기 함량 열 교환된 애노드 오프-가스 공급과 상대적으로 높은 온도의 캐소드 오프-가스의 조합은 상기 버너가 더 높은 온도에서 작동할 수 있도록 함으로써, 상기 버너 오프-가스 흐름에 열적으로 연결되는 흡열성 개질기가 추가의 열 투입 없이 작동될 수 있다. 이러한 배열은 아무런 추가의 버너도 개질기를 가열하도록 요구되지 않으며, 아무런 추가의 연료 공급도 개질기의 온도 작동 중에 요구되지 않으며, 및/또는 애노드 오프-가스의 미연소 연료 비율이 증가할 필요가 없음을 의미할 수 있다. 선택적으로, 제 2 열 교환기는 버너 앞에 제공되고 그가 연소하기 전에 캐소드 오프-가스를 냉각할 수 있다. 추가의 열 교환기가 캐소드 오프 가스를 생성하는 연료 전지 스택과 버너 사이에 제공될 수 있다.
- [0026] 본 발명에 있어서, 상기 버너 오프-가스는 그가 상기 제 2 열 교환 유닛에 도달하기 전에 추가 열 교환 요소를 통과할 수 있는바, 마찬가지로 이유로, 상기 제 1 열 교환 요소를 통과하기 전에 상기 애노드 오프-가스가 추가의 열 교환 요소를 통과할 수 있도록 한다.
- [0027] 제공된 열 교환 요소(하나 또는 그 이상의 제 1 및 제 2 열 교환 요소(응축일 수도 있음), 상기 추가 열 교환 요소(가스-대-가스일 수도 있음), 및/또는 상기 버너와 상기 제 2 열 교환 요소 사이의 추가 열 교환 요소를 포함할 수 있는)의 상대적 크기 및 에너지 전달 특성은 상기 애노드 오프-가스로부터 상기 유입 공기까지의 양호한 열 전달을 달성하도록 균형을 이룰 수 있지만, 응축 열 복원이 발생하도록 하며 히트 싱크 또는 열 부하에 대한 양호한 열 복원을 달성하도록 한다.
- [0028] 상기 연료 전지 시스템 내의 오프-가스(들)로부터 물을 회수함으로써, 자체 완비 연료 전지 시스템은 물 사용법에 의하여 제공될 수 있다. 상기 오프-가스(들)로부터 수용되는 물은, 상기 연료 전지로의 유입 전에, 연료용 개질 공정 중에 사용될 수 있다. 이러한 시스템은 물이 회수 및 재사용됨에 따라 물의 소비를 감소시킨다. 원격지의 경우, 별도의 물공급의 필요성은 완전히 제거될 수 있다.
- [0029] 본 발명 및 레이아웃이 하나의 적용예에 제한되지 않지만, 상기 적용예의 연료 전지 기술(GB2368450-전체 내용이 본 명세서에 참조로 인용됨-에 도시된 바와 같이)의 중간 온도 작동(400-650℃)은, 700℃ 이상에서 작동하는 고온 설계와 비교하여, 고온 유체에 노출되는 시스템 구성요소가 비-외래 금속(non-exotic metals)으로 제조될 수 있으며, 보다 유연한 시스템 설계와 시스템 구성요소의 저 사양 및 저 비용 물질의 결과적 선택을 가능하게 한다. 이러한 물질은 연료 전지 지지체 및 양극판(bi-polar plate) 용 스테인리스 스틸의 사용을 포함하는바, 이는 상기 애노드 연료-측 밀봉이 상기 연료 전지 지지판을 인접 양극판에 용접함으로써 단순하게 달성될 수 있다는 것을 의미한다. 공기 측 밀봉은 질석(vermiculite, 蛭石)과 같은 물질로 제조되는 압축 가스켓의 사용에 의해 단순하게 달성될 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 시스템 구성요소 및 유체 흐름의 중간 작동 온도는 긴밀하게 열적으로 결합하고 열적으로 통합된 설계를 가능하게 한다. 이는 시스템 비용 및 복잡성을 감소시킨다.
- [0031] 본 발명의 관점의 긴밀하게 결합하는 열 교환기 배열은 다양한 적용예에 적용될 수 있는바, 이는 냉각 및 전력

조합, 삼중 발전(가열, 냉각 및 발전의 조합), 고정 발전 및 보조 전력 생산을 포함한다. 본 발명의 관점들은 특히 조합된 열 및 전력 시스템, 및 격자 독립 전원에서 유용하다. 상기 SOFC 시스템으로부터 열 저장소 또는 열 부하로 분리되는 열의 비율은 적어도 하나의 순환 펌프에 의해 제어될 수 있는바, 이는 응축기 열 교환 요소에 의해 상기 시스템으로부터 취해지는 에너지 양의 제어 정도, 그에 따라 상기 시스템 내로 피드백되는 가용한 에너지의 양, 및 달성될 수 있는 응축의 정도를 참작한다.

[0032] 적어도 두 개의 열 교환 요소로 이루어지는 본 발명의 관점에 따른 셋업에 있어서, 이들은 동일한 유닛으로 조합되어 더욱 비용 효과적이며 효율적인 유닛을 제공할 수 있다. 또한, 감소한 유체 연결이 있으면, 더 단순한 패키징 및 더 가벼운 전체 유닛이 달성될 수 있다.

[0033] 본 발명의 다른 관점에 있어서, 적어도 상기 애노드 오프-가스 응축기 열 교환 요소에는 하나 이상의 열 전달 유체가 공급될 수 있다. 예를 들면, 상기 애노드 오프-가스로부터 전달되는 열 중 일부는 상기 연료 전지 시스템 연료 공급부로 공급될 수 있으며, 전달되는 열의 양은 연료의 유동에 의해 부분적으로 제어되는데, 이는 적용에 전력 필요 조건에 의해 및 열 흡수/해제 시스템 내의 순환 펌프를 통과하는 다른 열 전달 유체의 유량을 제어함으로써 설정된다. 사용되는 열 전달 유체는 변경될 수 있으며 상기 열 교환기의 성능 및 그에 따른 설계는 상기 열 전달 유체의 열 용량뿐만 아니라 상기 열 전달 유체 유량에 의해 부분적으로 결정될 것이다. 이러한 유체는 폐쇄 순환 시스템 또는 개방 순환 시스템 내의 물, 또는 냉매(예를 들면, 흡수 냉각기로부터의), 연료(예를 들면, 차량 또는 배관 가스로부터의), 또는 공기를 포함할 수 있다.

[0034] 본 발명의 관점들에 있어서, 상기 연료 전지 스택 내의 연료 전지(들)의 작동 온도는 100°C 내지 1100°C, 250°C 내지 850°C, 또는 450°C 내지 650°C 사이일 수 있다. 본 발명의 관점들에 있어서, 상기 연료 전지(들)는 금속 지지형 SOFC일 수 있다.

실시예

[0047] 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른 열 교환 시스템(120)을 포함하는 연료 전지 시스템(100)을 도시한다. 상기 연료 전지 시스템(100)은 연료 전지 스택 조립체(110) 및 열 교환 시스템(120)을 포함한다. 상기 연료 전지 시스템(100)은 또한 버너/개질기 유닛(130), 시동 가열 유닛(140), 및 응축수 저장 탱크(150)를 포함한다.

[0048] 도 1a를 참조하면, 상기 연료 전지 시스템의 작동을 위한 산소 가스(예를 들면, 공기) 및 연료 가스가 지나가는 유체 유동 경로가 도시된다.

[0049] 먼저, 공기 측 공급 시스템을 설명하고자 한다. 산소 함유 가스, 일반적으로 공기는 주변으로부터 상기 연료 전지 시스템(100)으로 공기 필터 유닛(도시하지 않음) 및 기계식 공기 이동 장치, 본 실시예에서는, 가변 속도 송풍기(172)를 통해 공급되는데, 상기 송풍기의 속도는 시스템 제어 유닛(도시하지 않음)에 의해 제어된다. 상기 공기 필터 유닛은 상기 시스템을 둘러싸는 프레임 상에 장착될 수 있다. 공기는 상기 유닛을 통해 상기 송풍기(172)까지 최소 압력 손실로 빨려들어간다. 상기 송풍기(172)를 통과하는 중에, 공기 유동의 방향이 제어된다면, 공기는, 전력 전자 및 변압기 유닛 상에 장착되는 열 교환기(174)와 같은, 그가 접촉하는 열 표면/열 교환기로부터 열을 픽업할 수 있다.

[0050] 이러한 공기는 송풍기(174)로부터 상기 열 교환 시스템(120) 내의 공기 히터 열 교환 유닛(122)으로 공급된다. 상기 공기 히터 열 교환 유닛(122)은 가스/가스 열 교환기이다. 가스 공급 중 하나는 상기 송풍기(172)로부터 공급되는 유입 공기이며; 다른 것은 상기 연료 전지 스택 조립체(이하에서 연료 측 유동과 관련하여 설명됨)로부터 나오는 애노드 오프-가스이다. 상기 유닛(122)의 통상의 작동하에서, 특정 양의 열 에너지는 상기 연료 전지 스택 조립체의 연료 측으로부터의 애노드 오프-가스 공급으로부터 전달되는데(애노드 오프-가스 흐름을 대략 500-650°C 정도의 연료 전지 스택 출구 온도로부터 대략 100-200°C 정도의 물의 끓는점 이상까지 강하시킴), 이는 상기 열 교환기(122)를 가로질러 공급되어 유입 공기 흐름을 가열(상기 공기 흐름을 주변 온도 0-50°C 정도에서 100-250°C까지 가열)함에 따른 것이다. 가열 비율의 차이는 공기 흐름 대 애노드 오프-가스의 현저히 높은 유량들로 인한 것이다. 상기 공기 히터 열 교환 유닛(122)에 의해 상기 애노드 오프-가스로 제공되는 냉각의 정도는 상기 유닛(122)을 통과하는 공기 유동에 의해 제어될 수 있는바, 이는 상기 송풍기(172)의 속도에 의해 제어된다.

[0051] 통상의 작동 조건 하에서 상기 공기 히터 열 교환기 유닛(122)을 빠져나가는 공기의 온도는 상승할 것이다. 그러나, 공기 온도는 상기 연료 전지 스택 공기 입구 온도에 필요한 온도까지 더 상승한다. 상기 연료 전지 스택의 입구 공기 온도는 제어 가능하다. 이는 이하에 설명되는 바와 같이 달성될 수 있다.

- [0052] 그 후, 상기 공기 히터 열 교환기 유닛(122)을 빠져나가는 가열된 공기는 상기 공기 예열 유닛(140) 내의 공기 예열기 열 교환기(142)를 통해 유동한다. 상기 공기 예열기 열 교환기(142)는 상기 유입 공기 공급 온도를 스택 작동 온도 또는 그에 인접한 온도까지 후 배기 가스 버너 흐름에 포함되는 열 에너지를 사용하여 올리도록 사용된다. 상기 연료 전지 스택 입구 온도의 제어를 돕기 위해, 공기 바이패스 라인(182) 내에 포함되는 제어 가능한 공기 바이패스 밸브(180)는 공기가 상기 공기 히터 열 교환 유닛 앞의 지점으로부터 상기 공기 예열기 열 교환기 유닛의 뒤지만 상기 연료 전지 스택 앞인 지점까지 공급되도록 한다. 이러한 바이패스 라인(182) 내의 공기 바이패스 가변 제어 밸브(180)는, 상기 바이패스 공기를, 우회하는 공기의 체적을 제어함으로써 상기 연료 전지 스택으로 들어가는 공기 앞에 상기 공기 예열 열 교환기 출구 공기와 혼합함으로써, 상기 공기 온도를 제어할 수 있도록 한다. 선택적 실시예에 있어서, 공기 바이패스 라인 및 밸브는 연료 전지 시스템에서 생략된다.
- [0053] 본 실시예의 공기 예열 유닛(140)은, 본 실시예에 있어서, 상기 연료 전지 시스템 연료 공급(전기 히터일 수 있는 다른 실시예를 통해)과 동일한 연료로 공급되며, 특정 상황에서 상기 공기 예열기 열 교환기(142)를 통과하는 공기를 가열하도록 점화되는 시동 버너(144)를 포함한다. 특히, 이는 상기 유입 공기를 소정의 작동 온도까지 가열하도록 상기 공기 히터 유닛 열 교환기(122)가 충분한 열을 생성하지 않는 경우 상기 연료 전지 시스템(100)의 시동 중에 영향을 미친다. 상기 시동 버너(144)는 또한 부하의 갑작스런 변화 중에, 예를 들면, 상기 연료 전지 스택 조립체(110)로부터 요구되는 출력이 증가하는 경우에도 작동하여, 상기 연료 전지 스택 조립체(110)의 작동 온도를 높일 것을 필요로 한다. 상기 시동 버너 및 예열기는 단일 유닛일 수도 있다.
- [0054] 그 후, 상기 공기 공급은 상기 공기 측(캐소드 측)의 상기 연료 전지 스택 조립체(110)로 들어가서 상기 연료 전지 캐소드 측 활성 구역(112)으로 유입된다. 현재 가열된 공기 흐름은 상기 연료 전지 스택 공기 측(112)으로 흘러들어가며, 상기 연료 전지 스택의 캐소드 구역을 가로지르며, 산소를 소모하여, 상기 연료 전지 활성 구역의 캐소드 측(112) 및 주변 및 표면으로부터 열을 획득한다. 상기 연료 전지 캐소드 활성 구역(112)의 단부에서, 현재 부분적 산소-소모 공기 흐름은 캐소드 오프-가스를 대략 500-650℃ 정도의 온도로 만든다.
- [0055] 일단 상기 연료 전지 스택 조립체(110)를 통과한 캐소드 오프-가스는 전술한 연료 전지 시스템에서처럼 애노드 오프-가스와 즉시 결합하지 않지만, 그 대신, 상기 연료 전지를 빠져나가는 캐소드 오프-가스는 상기 버너/개질기 유닛(130) 내의 버너(132) 내로 직접 들어간다.
- [0056] 상기 연료 공급 측에 대해서는 이하에서 설명하고자 한다. 본 실시예에 있어서, 연료는 탄화수소 함유 연료, 예를 들면, 용기에 든 가스(예를 들면, LPG) 또는 천연 가스 또는 도시 가스와 같은 배관을 통해 공급되는 가스일 수 있다. 선택적으로, 다른 연료 공급은 석탄 가스, 또는 일산화탄소, 또는 무기 소화 가스, 또는 바이오 가스, 또는 자동차 가스, 또는 가솔린, 또는 디젤 또는 항공 연료(케로센 또는 제트-A1) 또는 유사 연료와 같은 수소(어떤 연료 가스 개질기도 이러한 경우에는 필요하지 않다) 또는 공급될 수 있다.
- [0057] 상기 연료 전지 시스템(100)으로의 연료 공급은 설정 압력 및 제어 가능한 유량으로 (주요 공급으로부터 조정하거나, 적어도 하나의 제어 가능한 펌프로부터, 적어도 하나의 차단 밸브를 통과하기 전에, 선택적 및 충전식 탈황기 유닛을 통해, 필요에 따라, 선택적 맥동 감쇄기를 구비하는 가스 압력 부스트 펌프까지) 조정된다. 주요 연료 가스 공급 온도, 예를 들면, 천연 가스 공급은 일반적으로 0-50℃, 보다 통상적으로는 12-25℃의 범위를 가질 것이다. 펌프 앞에 탈황 유닛을 위치시킴으로써, 상기 탈황 유닛은 저압 요구조건에 노출되며, 이는 그의 설계, 사용 물질 및 탈황 물질의 유지보수/재충전을 암시한다.
- [0058] 몇몇 공급은 시스템 요구조건에 따라 이러한 연료 라인을 떨어뜨릴 수 있다. 먼저, 전술한 바와 같이, 공급은 상기 시동 버너(144)에 제공된다. 이는 상기 탈황 유닛 전 또는 후에 수행될 수 있다. 이러한 연료 공급은 시스템 시동 또는 신속 부하 변동시, 전술한 바와 같이 저 전력 작동 점에서 총 전력까지, 상기 시동 버너로 공급되어야 한다. 본 실시예에 있어서, 상기 시동 버너(144)는 고온 배기 흐름을 생성하는 서브-화학량(sub-stoichiometric) 버너로서, 이는 공기 예열기를 제공하여 상기 연료 전지 스택을 통해 흐르는 공기를 가열하고 상기 연료 전지 스택 조립체(110)의 온도를 높인다. 상기 시동 버너(144)로부터 나오는 배기 가스는 상기 열 교환 시스템(120, 이하에 상세히 설명됨) 내의 연료 전지 열 복원/버너 오프-가스 응축기 열 교환기(124)까지 흘러 간다. 시동 또는 정상 작동 중의 어떤 포인트에서도 공기 예열기 열 교환기가 상기 공기 히터 열 교환 유닛으로부터 나오는 유입 가열 공기에 대한 히트 싱크가 되지는 않는다.
- [0059] 추가의 별도의 공급은 상기 탈황 유닛 뒤에 제공되어 상기 버너 개질기 유닛(130)의 버너(132)로 제공된다. 이러한 연료 공급은 시스템 시동을 위해서만 사용되는데, 이는 상기 버너(132)가 작동하는 경우이지만, 신속 가열되는 공기는 상기 연료 전지 스택을 통해 순환하여 상기 연료 전지 스택 조립체(110) 및 관련 시스템 구성요소

를 작동 온도 근처까지 가열한다. 상기 버너(132)는 상기 연료 전지 스택 배기 흐름 내의 공기 및 소모된 연료 반응물과 반응하며 결과적인 고온(500-750℃)의 가스 흐름은 상기 버너/개질기 유닛(130) 내의 개질기(134)로 들어가서 상기 개질기(134)를 작동 온도에 근접하게 가열한다. 본 실시예에 있어서, 탈황된 연료는 그가 버너 촉매 설계를 단순화함에 따라 상기 버너(132)로의 공급으로서 사용된다. 또한, 펌프를 사용함으로써 상기 버너(132)의 하류에 있는 유동 경로 내의 압력 강하를 유발할 수도 있는 배압(back pressure) 문제를 해결할 수 있다. 그러나, 내황(sulphur tolerant) 버너가 사용되는 경우, 탈황된 연료는 특별한 요구사항이 아니다.

[0060] 도 1a에 도시된 실시예에 있어서, 남아있는 연료는 선택적 역류 방지 밸브(도시하지 않음)를 통해 증기/연료 가스 혼합기(136) 및 증기 발생기(139)로 공급되는데, 여기서 증기와 혼합된다. 상기 증기 공급 연료의 온도는 그가 개질기 열 교환기(138)로 들어가기 전에 120-400℃까지 상승하는데, 연료 흐름은 상기 개질기(134, 이하에 설명됨)를 통과하는 개질유 흐름으로부터 온도를 픽업하여, 그가 상기 연료 개질기(134) 내로 들어가기 전에 연료 흐름의 온도를 350-550℃까지 상승시킨다. 개질 공정용 개질기(134) 내에 제공되는 촉매의 흡열 반응은 상기 개질기(134)를 통과하는 버너(132) 출력으로부터 공급되는 열을 갖는다. 현재의 개질된 연료(개질유)는 그가 상기 개질기 열 교환기(138)의 다른 쪽을 통과하기 전에 500-750℃ 사이에서 상기 개질기(134)를 빠져나가 그의 열 중 일부를 전달하여 상기 유입 연료 가스를 가열한다. 상기 개질기 열 교환기(138) 및 상기 연료 개질기(134)는 단일 유닛일 수 있다. 또한, 상기 버너(132)는 상기 개질기(134) 및 개질기 열 교환기(138)와 동일한 유닛 내에 제공된다.

[0061] 도 1b에 도시된 및 그렇지 않으면 도 1a를 참조로 설명된 바와 동일한 다른 실시예에 있어서, 나머지 연료가 선택적 역류 방지 밸브(non-return valve, 도시하지 않음)를 통해 증기/연료 가스 혼합기(136)로 공급되는데, 제 1 실시예에 도시된 바와 같이 증기와 혼합된다. 도 1b에 도시된 실시예에 있어서, 상기 증기 공급 연료의 온도는 그가 상기 개질기 열 교환기(138)로 들어가기 전에 120-400℃까지 상승하는데, 상기 연료 흐름은 상기 개질기(134)를 통과하는 상기 개질유 흐름으로부터 온도를 픽업하여, 그가 상기 연료 개질기(134) 내로 들어가기 전에 상기 연료 흐름 온도를 350-650℃까지 상승시킨다. 도 1b에 도시된 실시예에 있어서, 반응은 상기 개질기(134)에 제공되는 촉매의 반응에 의해, 흡열성이 아니라, 발열성이다. 도 1b에 도시된 실시예에 있어서, 상기 개질 공정은 자체-유지형이다. 그에 따라, 본 실시예에 있어서, 상기 버너 오프-가스로부터의 열은 요구되지 않으며, 버너 오프-가스는 상기 개질기(134)를 통해 공급되지 않는다. 현재 개질되는 연료(개질유)는 그가 상기 개질기 열 교환기(138)의 다른 쪽을 통과하기 전에 500-750℃ 사이에서 상기 개질기(134)를 빠져나가 그의 열 중 일부를 전달하여 상기 유입 연료 가스를 가열한다. 상기 개질기 열 교환기(138) 및 상기 연료 개질기(134)는 단일 유닛일 수 있다. 또한, 상기 버너(132)는 상기 개질기(134) 및 개질기 열 교환기(138)와 동일한 유닛이 아닐 수 있다. 상기 버너 오프-가스는 상기 버너(132)로부터 상기 증기/연료 가스 혼합기(136)로 공급될 수 있다.

[0062] 도 1a를 다시 참조하면, 개질유 가스는 그가 상기 연료 측(114)의 상기 연료 전지 스택 조립체(110)로 들어가기 전에 대략 350-550℃에서 상기 개질기 열 교환기(138)를 빠져나간다. 상기 개질유는 애노드 측 연료 전지 활성 구역(114)을 통과하여, 상기 연료 전지 스택 내의 연료 전지들의 애노드 측을 지나가며, 발열 전기 화학 반응을 수행하여 캐소드 측의 공기로부터 상기 연료 전지 조립체를 가로지르는 산소 이온을 픽업함으로써, 전기를 생성하고 열을 방출한다. 이들 산소 이온은 개질유 흐름 내의 수소와 결합하여 증기를 생성하여, 전기 화학 작용을 종료하고 전기 부하 회로 둘레의 전자를 상기 연료 전지 스택의 일 측부터 타 측까지 전력 전자 시스템 및 전기 부하를 통해 구동한다. 상기 전기 부하는 연료 전지 시스템의 내부에 위치할 수도 있고 상기 연료 전지 시스템의 외부에 위치할 수도 있다.

[0063] 상기 개질유 흐름은 그가 애노드 측 연료 전지 활성 구역(114)을 가로지름에 따라 수소가 덜 풍부한 흐름으로 변환된다. 그가 상기 애노드 측 연료 전지 활성 구역(114)을 떠남에 따라, 이는 애노드 오프-가스가 된다. 애노드 오프-가스는 상기 연료 전지 구역으로부터 증기를 그와 함께 동반하며, 상기 애노드 측 연료 전지 활성 구역(114) 및 그 주변 및 표면으로부터 열을 픽업한다.

[0064] 애노드 오프-가스는 500-620℃에서 상기 연료 전지 스택 조립체(110)를 떠난다. 이러한 애노드 오프-가스 흐름은 상기 가스-가스 공기 히터 열 교환 유닛(122) 내로 들어가서 상기 유입 공기 흐름에 대해 그의 열 에너지 중 일부를 포기하는데, 그 후 열 에너지는 상기 연료 전지 스택 조립체(110)로 상기 공기 측 가스 공급을 통해 복귀한다. 상기 애노드 오프-가스는 대략 100-300℃에서 상기 공기 히터 열 교환기 유닛(122)을 떠난다. 이러한 흐름은 애노드 오프-가스 응축기 열 교환기(126) 내로 들어가는바, 상기 열 교환기 열 전달 유체의 주변 온도 및 냉각 용량 하에서, 온도는 가능한 한 낮은 온도까지(1-100℃, 바람직하게는 20-60℃) 낮아진다. 이러한 온도에서, 애노드 오프-가스 증기 응축은 상기 애노드 오프-가스 흐름 내에 포함되는 물을 복원하도록 발생하며

그에 따라 증발 에너지의 관련 잠열을 복원한다. 이러한 애노드 오프-가스 응축기 열 교환기(126)는 가스-대-액체 열 교환기로서, 높은 열 에너지 저장 매체가 열 전달 유체로서 상기 애노드 오프-가스에 대해 열 교환기의 반대쪽에서 사용되는 것이 바람직하다. 이러한 매체는 열 저장소로부터 나오는 물일 수도 있고, 자동차 내의 냉각 라디에이터로부터 나오는 물 혼합물일 수도 있고, 냉매 유체일 수도 있고, 오일 또는 다른 연료 유체일 수도 있다. 상기 매체는 물론 공기일 수도 있다. 상기 애노드 오프-가스 응축기 열 교환기(126)는 상기 응축제가 상기 열 교환기로부터, 필요하다면 이동이 불특정인 적용예에 장착되는 경우 배플(baffle)을 통해, 수집 및 배출될 수 있도록 배열된다. 상기 열 교환기(126)는 이하에서 더 상세히 설명하고자 한다.

[0065] 그 후, 상기 애노드 오프-가스는 상기 응축기 열 교환기(126)로부터 버너(132)로 흐르는데, 이는 캐소드 오프-가스와 결합하여 적절한 촉매를 통해 연소하거나 화염 내에 존재하게 된다. 애노드 오프-가스의 냉각은 상기 버너(132)가 저온에서 작동하도록 하는바, 이는 버너의 비용을 낮춘다.

[0066] 버너 반응은 상기 애노드 오프-가스 흐름으로부터 어떤 사용되지 않은 연료를 소비 및 그에 따라 제거하며, 대략 600-850°C 정도의 고온 가스 흐름, 소위 버너 오프-가스 흐름을 생성하는데, 이는 캐소드-오프 가스 흐름의 연장이다.

[0067] 버너 오프-가스 흐름은 도 1a에 도시된 실시예의 개질기(134)로 직접 들어가서 상기 개질기 열 교환기(134)를 통해 연료 공급 흡열 개질기 반응의 열적 균형을 맞추어 상기 개질기(134)를 가열한다. 버너 오프-가스 흐름은 580-720°C에서 상기 개질기를 떠난다. 상기 버너(132) 및 개질기(134)는 동일한 유닛의 일부일 수 있다.

[0068] 전술한 바와 같이, 도 1b에 도시된 실시예에 있어서, 버너 오프-가스는 상기 개질기(134)를 통과하지 않는다. 도 1a 및 도 1b에 도시된 두 실시예에 있어서, 상기 버너 오프-가스는 적어도 하나의 증기 발생기(139)로 공급되는바, 열 에너지는 열 교환 표면을 통해 물까지 부분적으로 전달되어, 상기 개질기(134)로 공급하는 연료 흐름 내로 들어가는 증기를 생성한다. 상기 증기 발생기 용 물은 응축수 저장 탱크(150) 내에 저장된다. 버너 오프-가스는 상기 시스템의 작동 조건에 따라 400-650°C 사이에서 상기 증기 발생기(139)를 떠난다. 상기 증기 발생기(139) 및 증기/연료 가스 혼합기(136)는 단일 유닛으로 결합한다. 상기 버너(132) 및/또는 개질기(134)는 동일한 단일 유닛 내에 제공될 수 있다.

[0069] 그 후, 버너 오프-가스는 상기 시동 버너(144)를 통과하여 상기 공기 예열기 열 교환기 유닛(142, 전술한 바와 같이, 가스-대-가스 열 교환기)을 가로지르며, 열 에너지의 일부는 상기 열 교환기(142)를 가로질러 전달되어 상기 유입 공기 흐름을 가열한다. 본 실시예에 있어서, 이러한 가열 작용은 버너 오프-가스 온도를 정상 상태 모드에서 100-350°C까지 낮춘다.

[0070] 냉각된 버너 오프-가스 흐름은 상기 연료 전지 열 복원 응축기 열 교환기(124)까지 이동하는데, 상기 열 교환기 열 전달 유체의 주변 온도 및 냉각 용량 하에서, 온도는 가능한 한 낮은 온도까지(0-80°C, 바람직하게는 15-50°C) 낮아진다. 이러한 온도에서, 버너 오프-가스 증기 응축은 상기 버너 오프-가스 흐름 내에 포함되는 물을 복원하고 그에 따라 증발 에너지의 관련 잠열을 복원하도록 발생할 수 있다. 따라서, 캐소드 오프-가스는 상기 연료 전지 열 복원 응축기 열 교환기(124)로 들어가서 전에 상기 버너(132), 개질기(134), 증기 발생기(139) 및 공기 예열 유닛(140)을 통과하지만, 버너 유닛 뒤에서 상기 캐소드 오프-가스가 애노드 오프-가스와 결합하고 상기 버너 유닛 내에서 연소하였으며, 따라서 이는 버너 오프-가스라 칭해진다.

[0071] 상기 연료 전지 열 복원 응축기 열 교환기(124)는 가스-대-액체 열 교환기로서, 고 열 에너지 저장 매체는 상기 버너 오프-가스에 대해 상기 열 교환기의 반대쪽에 있게 된다. 본 실시예에 있어서, 이러한 매체는 열 저장소로부터 나오는 물이지만, 선택적으로 자동차 내의 냉각 라디에이터로부터 나올 수도 있고 지열원(ground source) 히트 펌프 시스템으로부터 나올 수도 있다. 상기 열 교환기(124)는 응축제가 필요에 따라 이동이 불특정인 적용예에 장착되는 경우 배플을 통해 열 교환기로부터 수집 및 배출될 수 있도록 배열된다. 상기 열 교환기(124)는 이하에서 상세히 설명하고자 한다.

[0072] 상기 연료 전지 열 복원 응축기 열 교환기(124)로 공급되는 열 전달 유체는 상기 애노드 오프-가스 응축기 열 교환기(126)를 통해 흐르는 것과 동일할 수 있다. 따라서, 상기 애노드 오프-가스 응축기 열 교환기(126) 및 상기 연료 전지 열 복원 응축기 열 교환기(124)는 공통 냉각 측 공급을 갖는 동일 유닛일 수 있다. 본 실시예에 있어서, 상기 배열은 열 전달 유체가 애노드 오프-가스를 먼저 냉각하여 최대량의 잠열을 복원하고 그에 따라 애노드 오프-가스로부터 응축을 하는 것이다. 이러한 배열은 이하에서 상세히 설명된다. 본 실시예에 있어서, 열 전달 유체는 액상의 물이며, 오일, 액상 또는 기상의 냉매, 액상 또는 기상의 연료, 또는 공기 등과 같은 다른 열 전달 유체 또한 사용될 수 있다.

- [0073] 선택적 실시예에 있어서, 상기 열 교환기(124, 126)를 통해 흐르는 열 전달 유체는 분할되어 각각의 열 교환기(124, 126)를 통해 흐르며, 각각의 열 교환기(124, 126)에 대한 유동 체적은, 예를 들면, 수동으로 또는 단순한 초크(choke) 장치를 통해 제어되어, 각각의 열 교환기 냉각 측으로부터의 열 제거를 최적화한다. 상기 가열된 열 전달 유체는 상기 열 저장소, 또는 열 부하, 또는 열 전달 유닛 또는 열 배출 장치로 공급된다. 상기 응축기 열 교환기는 냉각 공기 유동을 이용하여 냉각될 수 있는바, 특히, 상기 연료 전지 시스템이 팬 장치 또는 흡수선(water line) 아래의 선박의 표면, 예를 들면, 선체의 구역, 방향타, 플랩(flap), 위성 표면 또는 항공기 표면과 같은 차가운 표면에 의해 제공되는 바와 같은 조합형 열 및 전력(CHB) 시스템 또는 삼중-발전 시스템이 아닌 경우에 해당한다.
- [0074] 상기 응축기 열 교환기(124, 126)로부터의 응축제는 수집되어 응축제 수집 탱크(150)로 공급되는바, 이는 버너/개질기 유닛(130)의 증기 발생기(139) 용 물로 사용되기 위한 응축수 저장 탱크(150) 내에서 여과, 가스제거, 조절 및 저장될 수 있다.
- [0075] 상기 연료 전지를 빠져나가는 오프-가스(들)로부터 물을 회수함으로써, 상기 물은 상기 개질 공정에서 재사용될 수 있다. 이는 몇몇 실시예에 있어서 상기 연료 전지 시스템 전체에 물을 별도로 공급할 필요성을 감소 및 제거할 수 있다. 이로 인해, 현저하게 열등한 공정이 상기 시스템 내에 사용되는 물을 위해 요구되는바, 처리(예를 들면, 연화(softening)) 유닛 필요조건 및 상기 시스템의 전체 크기를 더 줄인다. 상기 복원된 물 내에 잔류하는 열 에너지 또한 상기 물 시스템 온도가 대체적으로 물의 냉동 온도 이상에서 유지될 것을 보장하도록 사용될 수 있다.
- [0076] 상기 버너 오프-가스 흐름은 상기 열 교환기 시스템(120)을 떠나며 상기 유닛을 빠져나가기 전에 선택적 역류 방지 밸브(도시하지 않음)를 통과하여 배기 연도(煙道) 조립체를 통해 대기 또는 다른 추출 시스템까지 도달한다.
- [0077] 본 실시예에 있어서, 부가 일체형 응축기 열 교환기 및 버너 조립체(160)는 상기 시스템 내에 설치된다. 이러한 유닛은 가정용 응축 보일러 유닛에서 발견되는 일체형 응축기 열 교환기 및 버너 조립체와 유사하다. 이러한 유닛은 별도의 연료 공급을 갖는다. 이러한 일체형 응축기 열 교환기 및 버너 조립체(160)는 상기 연료 전지 시스템(100)과 독립적으로 작동할 수 있지만, 동일한 시스템 외피 내에 포함되는바, 상기 연료 전지 시스템(100) 및 일체형 응축기 열 교환기 및 버너 조립체(16)에 공통인 제어 전자 장치에 의해 제어된다. 연료 공급은 황 화합물이 연료 가스 내에 존재하는 경우 탈황을 반드시 필요로 하는 것은 아니다. 이러한 부가 열 교환기는 추가의 열 에너지가 열 저장소 또는 열 부하로 제공되도록 하며, 추가의 에너지 복원 또는 응축수의 제공이 필요한 경우 추가의 응축이 발생하도록 한다. 독립적이지만 연결된 일체형 버너 및 응축기 열 교환기 유닛은 상기 연료 전지와 독립적으로 추가의 열 출력을 제공한다. 이러한 독립적인 추가의 열 교환기는 또한 상기 응축 시스템이 적절한 오염 제거 셋업을 포함하여 모든 황 또는 질소 또는 유사 오염물을 제거하는 경우 추가의 응축수를 포함할 수 있다.
- [0078] 상기 일체형 응축기 열 교환기 및 버너 조립체(160)는 그 자체의 펌프 또는 송풍기 공기 공급을 갖는다. 상기 공기는 주변으로부터 선택적 공기 필터 유닛(도시하지 않음) 및 제거 가능한 송풍기를 통해 상기 일체형 응축기 열 교환기 및 버너 조립체(160)로 공급된다. 상기 필터는 상기 시스템을 둘러싸는 프레임 상에 장착될 수 있다. 공기는 상기 유닛을 통해 빨려들어가서 최소 압력 손실로 상기 송풍기까지 들어간다. 상기 유닛을 통과하는 중에, 공기 유동 방향이 제어되는 경우, 상기 공기는 그가 접촉하는 열 표면/열 교환기로부터 열을 픽업할 수 있다. 또한, 상기 일체형 응축기 열 교환기 및 버너 조립체(160)는 열 전달 유체를 상기 열 부하 또는 열 저장소로부터 순환시키는 자체 순환 펌프를 구비한다. 이는 상기 애노드 오프-가스 응축기 열 교환기(126) 및 연료 전지 열 복원 열 교환기(124) 내에 사용되는 열 전달 유체와 동일할 수 있다. 상기 부하는 자동차 분야의 라디에이터, 선박 컨테이너 가열 또는 냉각용 라디에이터, 또는 통상의 가정용 또는 사무실용 공간 가열 시스템용 라디에이터와 같은 열 저장소 또는 열 라디에이터 조립체일 수 있다.
- [0079] 이러한 방식에 있어서, 상기 일체형 응축기 열 교환기 및 버너 조립체(160)는 상기 연료 전지 시스템(100)과 독립적으로 작동할 수 있으며, 여전히 상기 공급원 또는 부하로부터의 요구에 부합한다.
- [0080] 상기 연료 전지 스택 조립체(110)에 의해 생성되는 전기는 상기 전력 전자 유닛을 통해 전기 부하 또는 부하들로 공급된다. 이러한 전력의 일부는 직접 또는 전력을 상기 부하 격자로 공급하고 전력을 다시 상기 부하 격자로 되돌림으로써 상기 연료 전지 시스템 전력 요구 조건을 충족할 수 있다.
- [0081] 도 1a에 대한 선택적 개질유 공급은 도 1c에 도시되어 있다. 여기서, 상기 개질기 열 교환기(138)는 분리되고,

그에 따라, 상기 개질기의 출력은 상기 개질기 열 교환기에 의해 냉각되지 않지만, 적어도 하나의 유체 도관을 통해 상기 연료 전지 스택 조립체(110)까지 흘러 간다. 상기 유체 도관은 충분한 개질기 출력 온도 감소를 허용하도록 설계되어 상기 연료 전지 스택 조립체로 들어가는 개질유가 정확한 온도가 되도록 하며 그가 개질기(134)를 떠나는 온도보다 낮도록 한다. 이러한 변경에 따라, 개질기 유닛(134)의 설계는 상기 분리된 개질기 열 교환기(138)로부터의 열 에너지 손실을 허용하도록 변경될 수 있다. 도 1c의 시스템 설계 변경은 본 명세서에 설명된 모든 시스템 레이아웃에 적용 가능하다.

[0082] 별도의 애노드 및 캐소드/버너 오프-가스를 갖는 도 1a의 연료 전지 시스템에 사용되는 열 교환 시스템을 도시하는 단순화된 다이어그램이 도 2a에 도시되어 있다. 세 개의 열 교환기가 도시되어 있다. 이들은 예를 들면 도 1a에 도시된 애노드 오프-가스 응축기 열 교환기(126)일 수도 있는 제 1 열 교환 요소(226), 예를 들면, 도 1a의 연료 전지 열 복원/버너 오프-가스 응축기 열 교환기(124)일 수도 있는 제 2 열 교환 요소(224), 및 예를 들면 도 1a의 공기 히터 열 교환기(122)일 수도 있는 추가 열 교환 요소(222)이다. 또한, 네 개의 열 경로가 도시되어 있다. 이들은 1. 상기 제 1 열 교환 요소(226) 및 그 후 상기 제 2 열 교환 요소(224)를 통과하는 열 전달 유체의 제 1 유체 경로(210); 2. 상기 추가 열 교환 요소(222) 및 그 후 상기 제 1 열 교환 요소(226)를 통과하는 제 2 유체 경로(212); 3. 상기 제 2 열 교환 요소(224)를 통과하는 제 3 유체 경로(214); 및 4. 상기 추가 열 교환 요소(222)를 통과하는 제 4 유체 경로(216)이다.

[0083] 상기 제 1 유체 유동 경로(210)는 열 저장소 또는 열 방출 장치 또는 유닛의 차가운 쪽으로부터 상기 제 1 열 교환 요소(226)에 연결되며, 상기 제 2 열 교환 요소(224)를 빠져나가 열 저장소 또는 라디에이터 열 방출 장치 또는 유닛의 따뜻한 쪽으로 간다. 상기 제 1 유체는 본 실시예에서는 물이다. 상기 열 저장소는 가정용 물 가열 저장소일 수도 있고, 가정용 가열 시스템일 수도 있다. 다양한 다른 선택 사항이 본 명세서에 개시되며 다른 선택 사항이 본 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자에게는 명료할 것이다.

[0084] 상기 제 2 유체 유동 경로(212)는 연료 전지 시스템의 애노드 측 활성 구역으로부터 상기 추가 열 교환 요소(222)로 가고, 그 후, 상기 제 1 열 교환 요소(226)를 빠져나가서, 예를 들면 도 1a에 도시된 바와 같이, 연료 전지 시스템의 버너까지 간다. 상기 제 2 유체는 상기 연료 전지로부터 나오는 애노드 오프-가스이다.

[0085] 상기 제 3 유체 유동 경로(214)는 버너 오프-가스를 포함하며, 예열기 버너로부터 나와서 상기 제 2 열 교환 요소(224)까지 가서, 배기 가스로서 배출된다. 상기 제 4 유체 유동 경로(216)는 공기인바, 이는 상기 추가 열 교환 요소(224)를 통과하고 나서 상기 연료 전지의 공기 측 유동에서 사용되도록 배출된다. 각각의 요소의 열 교환 용량은 적절하게 크기를 맞춤으로써, 그리고 두 가지 유체의 상대적 유량 및/또는 상기 제 1 열 교환기에 대한 열 전달 유체의 유입 온도를 변화시킴으로써 변경될 수 있다. 이러한 제어의 예는 가변 속도 열 교환기 유체 펌프 및/또는 가변 열 출력 제어 장치(예를 들면, 자동차의 라디에이터 및 팬 유닛)를 포함할 수 있으며, 열 전달 유체는 상기 제 1 열 교환기 유닛으로 들어가지 전에 이들을 통과한다. 또한, 두 개의 유닛(224, 226)으로 이루어지는 전체 열 교환기는 상기 열 전달 유체의 유량을 변화시킴으로써 변경될 수 있다.

[0086] 작동 중에, 고온 애노드 오프-가스는 상기 추가 열 교환기 요소(222)를 통해 상기 제 2 유체 경로(212)를 따라 상기 연료 전지로부터 유동한다. 열은 상기 애노드 오프-가스로부터 상기 제 4 유체 경로(216)를 따라 상기 시스템 내로 들어간 공기로 교환된다. 열은 상기 애노드 오프-가스로부터 상기 추가 열 교환 요소(222) 내의 공기까지 통과되어, 그가 연료 전지 조립체로 들어가기 전에 상기 애노드 오프-가스를 냉각하며 상기 공기를 따뜻하게 한다. 상기 추가 열 교환 요소(222)는 가스-가스 열 교환기이다. 그 후, 상기 애노드 오프-가스는 상기 제 2 유체 경로(212)를 따라 상기 제 1 열 교환 요소(226)까지 이어지는바, 이는 상기 제 1 유체 유동 경로(210)를 따라 물 형태로 열 전달 유체를 수용한다. 상기 애노드 오프-가스는 상기 제 1 열 교환 요소(226)에 의해 더 냉각되는바, 이는 응축기 열 교환기이며, 그에 따라 상기 애노드 오프-가스로부터 융합 에너지의 잠열을 분리한다. 상기 열 전달 유체는 이러한 열 교환 내에서 데워진다.

[0087] 그 후, 상기 열 전달 유체는 상기 제 1 유체 경로(210)를 따라 상기 제 2 열 교환 요소(224)까지 가며 상기 제 3 유체 유동 경로(214) 내의 버너 오프-가스로부터 열 에너지를 복원한다. 상기 제 2 열 교환 요소(224)는 또한 응축기 열 교환기이며, 그에 따라, 상기 버너 오프-가스로부터 융합 에너지의 잠열을 분리한다. 상기 열 전달 유체는 본 열 교환 공정에서 추가로 데워진다.

[0088] 일 실시예에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 열 교환 요소(226, 224)는 단일 유닛으로 결합한다. 다른 실시예에 있어서, 상기 추가 열 교환 유닛(222)은 또한 상기 단일 유닛 내에 설치된다. 다른 실시예에 있어서, 상기 제 1 및 추가 열 교환 유닛(226, 222)은 단일 유닛 내에 설치된다.

- [0089] 선택적 실시예에 있어서, 도 2b에 도시된 바와 같이, 도 2a의 상기 추가 열 교환 요소 및 제 4 유체 유동 경로는 생략되며, 상기 제 2 유체 유동 경로는 상기 제 1 열 교환 요소와만 통한다.
- [0090] 다른 선택적 실시예에 있어서, 도 2c에 도시된 바와 같이, 도 2a의 상기 제 2 열 교환 요소는 생략되며, 상기 제 1 유체 유동 경로는 상기 제 1 열 교환 요소와만 통한다.
- [0091] 다른 선택적 실시예에 있어서, 도 2d에 도시된 바와 같이, 도 2a의 상기 제 2 및 추가 열 교환 요소는 둘 다 생략된다. 본 실시예에 있어서, 상기 제 2 유체 유동 경로는 상기 연료 전지 스택으로부터 나오며, 상기 제 1 열 교환 요소와 통한다.
- [0092] 각각의 도 2, 도 2b, 도 2c 및 도 2d에 있어서, 아무런 응축제도 상기 열 교환 요소에 의해 생성되지 않는 경우, 응축제의 참조 번호는 생략될 수 있다.
- [0093] 다른 실시예는 도 3을 참조하여 설명될 것이다. 동일한 참조 번호로 지칭되는 동일 요소를 갖는 본 실시예에 있어서, 도 1a를 참조하면, 부가 가스-가스 열 교환기 유닛(380)은 상기 애노드 오프-가스 열 교환기(126) 및 상기 버너(132) 사이에 삽입된다. 이러한 부가 가스-가스 열 교환기(380)는 도시된 바와 같이 전력 전자 열 교환기(174) 전에 공기 흐름에 추가되는 모든 열의 상류에 있는 연료 전지 시스템에 대해 캐소드 공기 공급 내로 들어가는 공기를 사용한다. 상기 공기 유동에 의해 제공되는 추가의 냉각은 상기 애노드 오프-가스가 버너(132)로 복귀하기 전에 애노드 오프-가스로부터 추가의 응축을 허용하며, 그에 따라, 상기 시스템의 전체 작동 효율을 상승시킬 수 있다. 선택적으로, 상기 일체형 버너 응축기(160) 내로 송풍되는 공기는 부가 열 교환기(380)를 위한 냉각 흡입으로서 사용될 수 있다. 또한, 본 실시예에 있어서, 상기 일체형 버너 유닛(160)용 공기 유동은 전력 전자 열 교환기(174)를 통과하지만, 이는 생략될 수 있다.
- [0094] 본 발명을 구현하며 이러한 부가 열 교환 요소를 포함하는 열 교환 시스템이 도 4에 도시되어 있다. 도 4는 도 2a에 대응하지만, 상기 제 1 열 교환 요소(126) 뒤에서, 부가 열 교환 요소(480)가 약간 개량된 제 2 유체 유동 경로(412) 내에 제공되며, 부가 열 교환 요소(480)를 통해 제 5 유체 유동 경로(418)가 제공된다는 것은 예외이다. 이는 보다 많은 응축제를 초래하며, 그에 따라, 더 많은 열이 상기 제 2 유체 유동 경로(412)를 통해 흐르는 상기 애노드 오프-가스로부터 분리된다.
- [0095] 다른 실시예에 있어서, 상기 애노드 오프-가스 응축기 열 교환기로부터 상기 버너까지 상기 애노드 오프-가스를 운반하는 파이프는 상기 시스템 조립체의 외측 표면에 위치하며, 상기 파이프를 주변 공기, 강제된 공기 유동 또는 예를 들면, 상기 파이프가 선박의 선체 또는 흡수선 아래의 유사 부분이 되는 경우에 물과 같은 주변 온도에 노출한다.
- [0096] 부가 가스-대-가스 열 교환기(380)의 다른 실시예는 도 5에 도시되어 있으며, 도 1a를 참조로 설명한 것들과 대응하는 요소들은 동일 참조 번호를 갖는다. 본 실시예에 있어서, 전력 전자 열 교환기(174)는 상기 일체형 응축기 버너(160) 및/또는 연료 전지 조립체(110)용 공기에 의해 냉각된다. 공기 유동 또한 다른 부가 공기 냉각식 열 교환기(590)를 통과하여 추가의 냉각을 제공함으로써 추가의 응축 효과를 제공한다.
- [0097] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 제 1 및 제 2 또는 애노드 오프-가스 및 연료 전지 열 복원 응축기 열 교환 요소(624, 626)를 도시하는바, 이는 이전의 실시예에 도시된 바와 같을 수 있다. 본 실시예에 있어서, 공통 튜브(610)는 제 1 열 전달 유체 유동 경로를 규정하는바, 이는 열 전달 유체를 운반한다. 이러한 튜브 직경 및 두께는 연속적이거나 변화하거나 핀 또는 난류 증대 특징부와 같은 열 교환을 증대 또는 제어하도록 부가되는 열 교환 특징부를 가짐으로써, 상기 열 교환기 유체 유동의 적용 세부 사항 및 온도를 토대로 조합형 열 교환 유닛의 열 교환 요구 조건과 부합한다. 상기 제 1 열 교환 요소(626)는 애노드 오프-가스용 제 2 유체 유동 경로(612)를 더 포함하는바, 이는 상기 튜브(610)를 지나 애노드 오프-가스를 운반하여 상기 애노드 오프-가스로부터 상기 열 전달 유체로의 열 교환을 허용한다. 상기 제 2 열 교환 요소는 버너 오프-가스를 수용하고 상기 열 전달 유체로 가는 가스로부터 열 교환을 허용하는 제 3 유체 유동 경로(614)를 더 포함한다.
- [0098] 사용 중에, 예를 들면, 물 또는 처리된 물, 냉매 유체, 또는 오일, 또는 기타 연료 유체 또는 공기 형태의 열 전달 유체는 상기 튜브(610)를 통해 상기 제 1 요소(626)로부터 상기 제 2 요소(624)까지 그를 통해 유동한다. 상기 열 전달 유체가 상기 제 1 요소(626)를 통과함에 따라, 상기 제 2 유체 유동 경로(612) 내에서 상기 애노드 오프-가스로부터 열 에너지를 흡수한다. 상기 애노드 오프-가스는 상기 가스 유동 내의 증기가 본 실시예의 제 1 요소(626)로부터 단순한 중력 유동 또는 배기 펌프를 통해 응축 및 배출됨으로써 충분히 냉각된다. 상기 열 전달 유체가 상기 제 2 요소를 통해 흐름에 따라, 상기 제 3 유체 유동 경로(614) 내의 버너 오프-가스로부터 열 에너지를 흡수한다. 상기 버너 오프-가스는 상기 가스 유동 내의 증기가 본 실시예의 제 2 요소(624)로

부터 단순한 중력에 의해 응축 및 배출됨으로써 충분히 냉각된다. 선택적으로, 역류가 문제가 되고 그것이 방지되어야 하는 경우, 응축제는 저압 설정 일방향 밸브를 통해 매우 낮은 압력 하에서 배수될 수 있다. 가스들은 상기 열 전달 유체에 의해 냉각된 제 1 및 제 2 요소(626, 624)를 빠져나가며, 상기 열 전달 유체는 양측 가스들에 의해 데워진 상태에서 빠져나간다.

[0099] 상기 열 교환기들의 두 개의 공기 수용 영역(612, 614)은 예를 들면 용접 또는 브레이징 또는 기타 이러한 재료 결합 기술에 의해 단순 공급 인/아웃 연결부를 갖는 단순 커버링 유닛을 사용하여 이러한 튜브(610)에 결합할 수 있다. 이러한 형태의 조립체는 그가 몇 개의 구성요소로 이루어짐에 따라 구성이 매우 단순하며, 예를 들면, 하이드로포밍 공정을 사용하여 대량 생산될 수 있으며, 저-비용 강철로 제조될 수 있으며, 각기 다른 적용에 및 열적 요구조건에 맞는 크기로 용이하게 이루어질 수 있으며, 중간부 내에 삽입되는 단순하며 가요성 있는 굽힘부를 갖는 포장 위치 및 체적에 있어 가변성이 있다는 이점을 제공할 것이다. 적절한 열 교환기들의 다른 예들은 압인, 기계 가공 또는 예칭된 판 열 교환기, 쉘 및 튜브 열 교환기, 및 다중-흐름 열 전달 장치이다.

[0100] 전술한 실시예들에 있어서, 열은 열 교환 방향을 전술한 하나 또는 그 이상의 열 교환 요소를 반대로 가로지르게 함으로써 상기 연료 전지 시스템 내에 제공될 수 있다. 이러한 접근방식은 예를 들면 상기 연료 전지 시스템의 차가운, 서리 방지, 응축 회피 또는 저온 보호 상태에서 연료 전지 시스템 시동을 위해 사용될 수 있다. 이는 여러 가지 방식, 예를 들면, 도 1a를 참조로, 상기 송풍기(172)의 방향을 반대로 하고 상기 배기 출구를 통해 상기 열 교환 요소(124)를 가로질러 공기를 받아들임으로써 달성될 수 있는바, 이는 상기 배기부로 들어가는 공기보다 높은 온도에서 열 저장소 또는 라디에이터로부터 열을 수용한다. 상기 유입 공기는 가열되고 상기 연료 전지 시스템 내에서 발생하는 냉동 또는 응축을 방지하는 비율에서 상기 시스템을 반대로 통과한다. 이러한 실시예에 있어서, 예를 들면, 자동차 APU 적용예에서 사용될 수 있는 것으로서, 열 전달 유체는 고온 자동차 배기 또는 엔진 냉각 회로의 고온 측으로부터 열을 픽업할 수 있다. 또한, 상기 연료 전지 시스템 배기를 통해 들어가는 공기는 상기 엔진 배기를 가로지르거나 엔진 배기 흐름 자체로부터 취해질 수 있다. 이러한 동작은 연속으로 나타날 수 있지만, 연료 전지는 완전 작동 모드가 아니거나, 타이머 사이클 상에 있거나, 특정 모니터링 조건에 의해 시작된다. 이러한 모니터링 조건은 상기 연료 전지 시스템 온도가 특정 온도(서리 보호를 위해 3 또는 5°C일 수 있음) 아래까지 강하하거나, (예를 들면, 응축 보호를 위한) 상기 연료 전지 시스템 및 주변 온도 사이의 습도 및 온도를 측정할 수 있게 한다.

[0101] 이러한 역방향 가열 실시예에 있어서, 도 1a를 다시 참조하면, 전력은 상기 연료 전지 시스템이 작동하지 않는 경우 상기 연료 전지 시스템에서 사용 가능하다. 예들은 격자 또는 배터리 장치에 연결되는 것을 포함한다. 상기 연료 전지 시스템이 작동하지 않는 경우, 상기 전력 전자 유닛(174)은 상기 연결된 전원으로로부터 전력을 인가받아서 충분한 열 에너지를 생성하여 상기 유입 공기를 가열하고, 그 후, 상기 공기 히터 열 교환기(122)를 가로지르는 이러한 열 중 일부를 교환하여 상기 연료 가스 흐름을 가열한다. 다른 실시예에 있어서, 상기 전력 전자 부분에 의해 생성되는 열은 상기 송풍기 유닛(172)에 의해 상기 연료 전지 시스템을 통해 순환되는 공기를 가열하여 상기 시스템이 작동 중이 아닌 경우 상기 연료 전지 시스템의 응축 또는 냉동을 방지한다.

[0102] 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 제 1 및 제 2 열 교환기 요소 중 하나 또는 둘 다는 하나 이상의 열 전달 유체를 수용하도록 적용된다. 일 실시예에 있어서, 이러한 열 전달 교환 요소의 설계는 각각의 열 교환 영역이 그를 통해 흐르는 열 교환 유체의 제어 가능한 비율을 갖도록 설계되는 적어도 두 개의 열 교환 영역과의 열 전달 유체의 연통을 가능하게 한다. 다른 실시예에 있어서, 상기 제 1 유체는 상기 열 전달 교환 요소를 통해 유동하며 상기 요소는 상기 열 교환 유체 각각이 그들이 혼합되지 않도록 상기 열 교환 요소 내의 별도의 밀폐체를 통해 제어가능하게 흐르도록 배열된다. 실시예들에 있어서, 각기 다른 열 교환 유체의 유동은 제어 가능하여 각기 다른 비율로 열을 제어가능하게 분리한다.

[0103] 본 발명은 예시적 의미로만 설명되었으며, 다양한 변형, 부가 및/또는 생략은 본 기술분야에 통상의 지식을 가진 자에게는 명료하게 될 것이며, 이들 모두는 그들의 균등물과 함께 본 발명의 일부를 형성한다.

[0104] 문맥에서 명료하게 나타나지 않는 한, "포함한다", "포함하는" 등과 같은 용어는, 한정적 의미가 아니라, "포함하지만 그에 제한되지는 않는다"는 포괄적 의미로 해석된다.

[0105] 100: 연료 전지 시스템

[0106] 110: 연료 전지 스택 조립체

[0107] 120: 열 교환 시스템

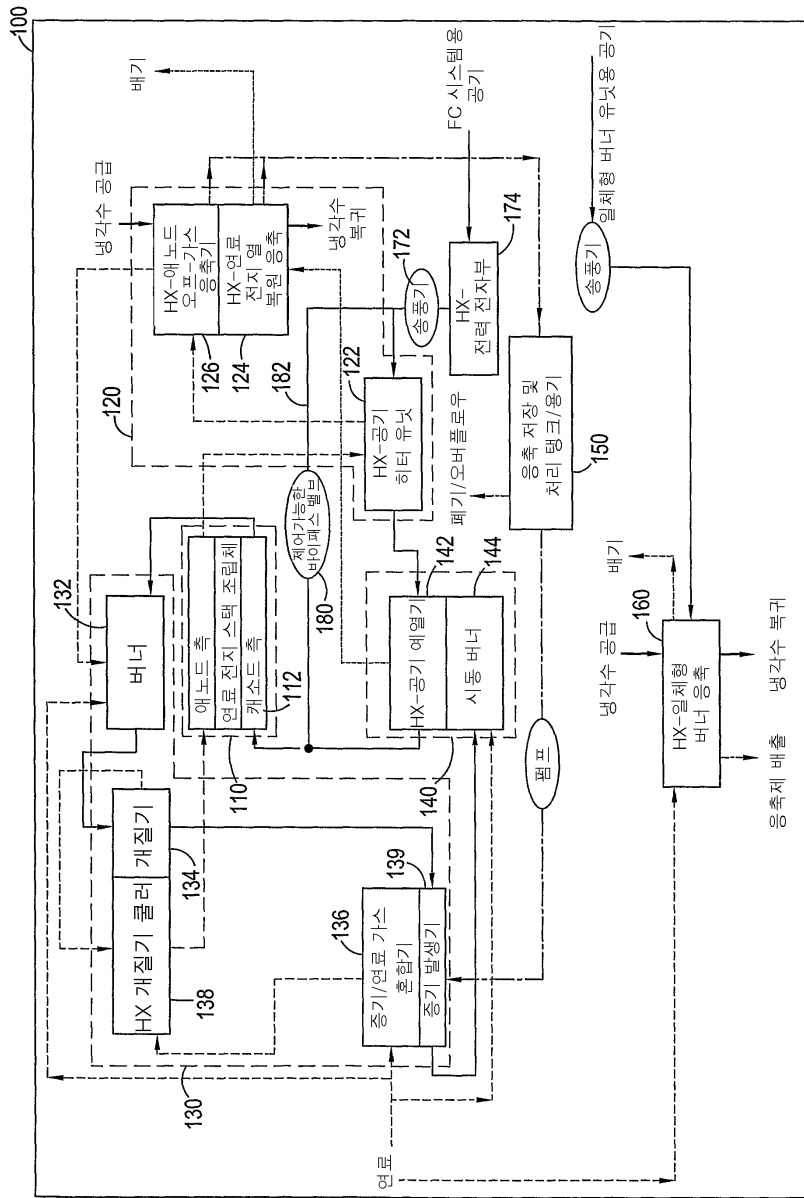
- [0108] 122: 공기 히터 열 교환 유닛
- [0109] 124: 연료 전지 열 복원/버너 오프 가스 응축기 열 교환기
- [0110] 126: 애노드 오프 가스 응축기 열 교환기
- [0111] 130: 버너/개질기 유닛
- [0112] 132: 버너
- [0113] 134: 개질기
- [0114] 136: 증기/연료 가스 혼합기
- [0115] 138: 개질기 열 교환기
- [0116] 139: 증기 발생기
- [0117] 140: 공기 예열 유닛
- [0118] 142: 공기 예열기 열 교환기
- [0119] 144: 시동 버너
- [0120] 150: 응축수 저장 탱크
- [0121] 160: 일체형 응축기 열 교환기 및 버너 조립체
- [0122] 172: 송풍기
- [0123] 174: 전력 전자 열 교환기
- [0124] 180: 공기 바이패스 가변 제어 밸브
- [0125] 182: 바이패스 라인
- [0126] 210: 제 1 유체 유동 경로
- [0127] 212: 제 2 유체 유동 경로
- [0128] 214: 제 3 유체 유동 경로
- [0129] 216: 제 4 유체 유동 경로
- [0130] 222: 추가 열 교환 요소
- [0131] 224: 제 2 열 교환 요소
- [0132] 226: 제 1 열 교환 요소
- [0133] 380/480: 부가 열 교환 요소
- [0134] 412: 제 2 유체 유동 경로
- [0135] 418: 제 5 유체 유동 경로
- [0136] 590: 다른 부가 공기 냉각식 열 교환기
- [0137] 610: 튜브(제 1 유체 유동 경로)
- [0138] 612: 제 2 유체 유동 경로
- [0139] 614: 제 3 유체 유동 경로
- [0140] 626: 제 1 요소
- [0141] 624: 제 2 요소

도면의 간단한 설명

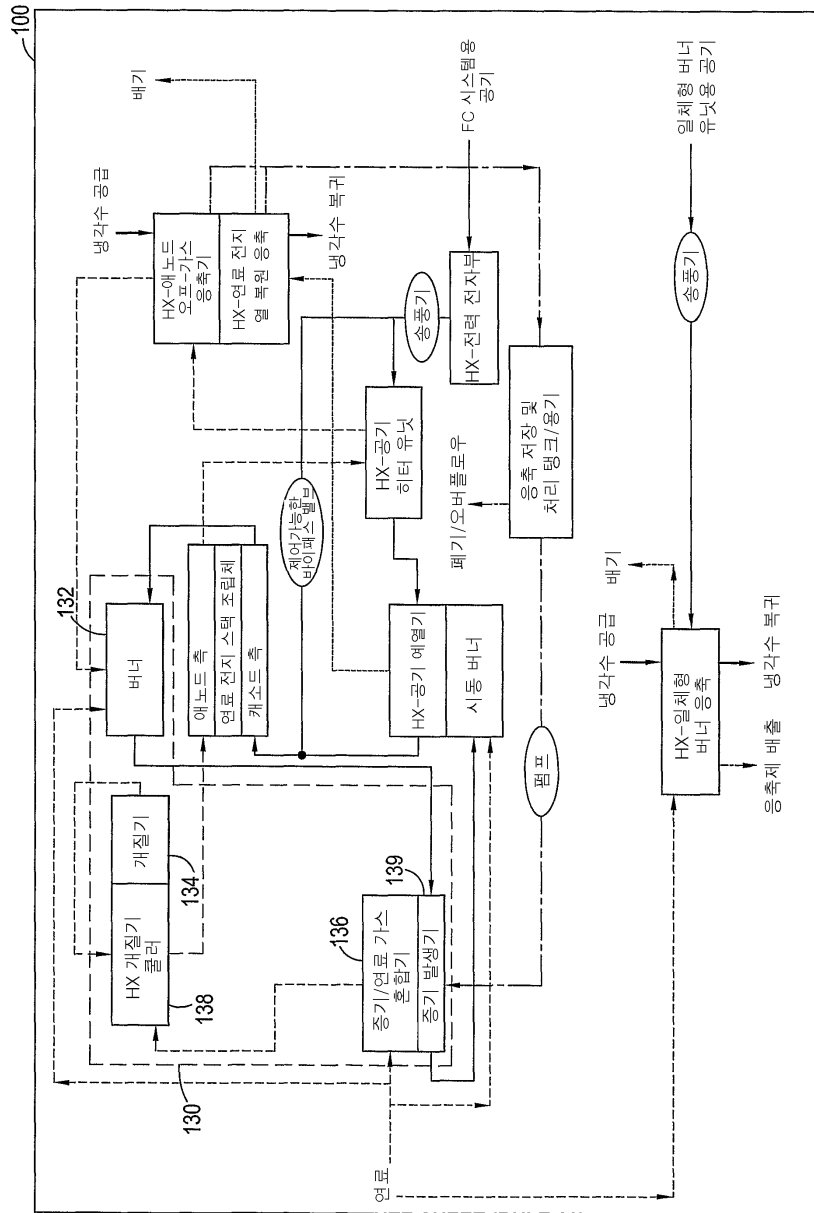
- [0035] 본 발명의 실시예들은 첨부 도면을 참조하여 단순히 예시적으로만 설명될 것이다.
- [0036] 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른 열 교환 시스템을 포함하는 연료 전지 시스템을 도시한다.
- [0037] 도 1b는 도 1a에 도시된 시스템의 변형예를 도시한다.
- [0038] 도 1c는 도 1a에 도시된 시스템의 변형예를 도시하며, 연료 전지 스택 조립체에 대한 선택적 개질유(reformate) 유동 경로에는 개질기 쿨러 열 교환기 유닛이 생략되어 있다.
- [0039] 도 2a는 도 1a 또는 도 1b에 도시된 연료 전지 시스템에 사용되는 본 발명의 실시예에 따른 열 교환 시스템을 도시한다.
- [0040] 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 선택적 열 교환 시스템을 도시한다.
- [0041] 도 2c는 본 발명의 실시예에 따른 다른 선택적 열 교환 시스템을 도시한다.
- [0042] 도 2d는 본 발명의 실시예에 따른 다른 선택적 열 교환 시스템을 도시한다.
- [0043] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 열 교환 시스템을 포함하는 선택적 연료 전지 시스템을 도시한다.
- [0044] 도 4는 도 3의 연료 전지 시스템에 사용되는 열 교환 시스템을 도시한다.
- [0045] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 열 교환 시스템을 포함하는 선택적 연료 전지 시스템을 도시한다.
- [0046] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 조합형 제 1 및 제 2 열 교환 요소를 도시한다.

도면

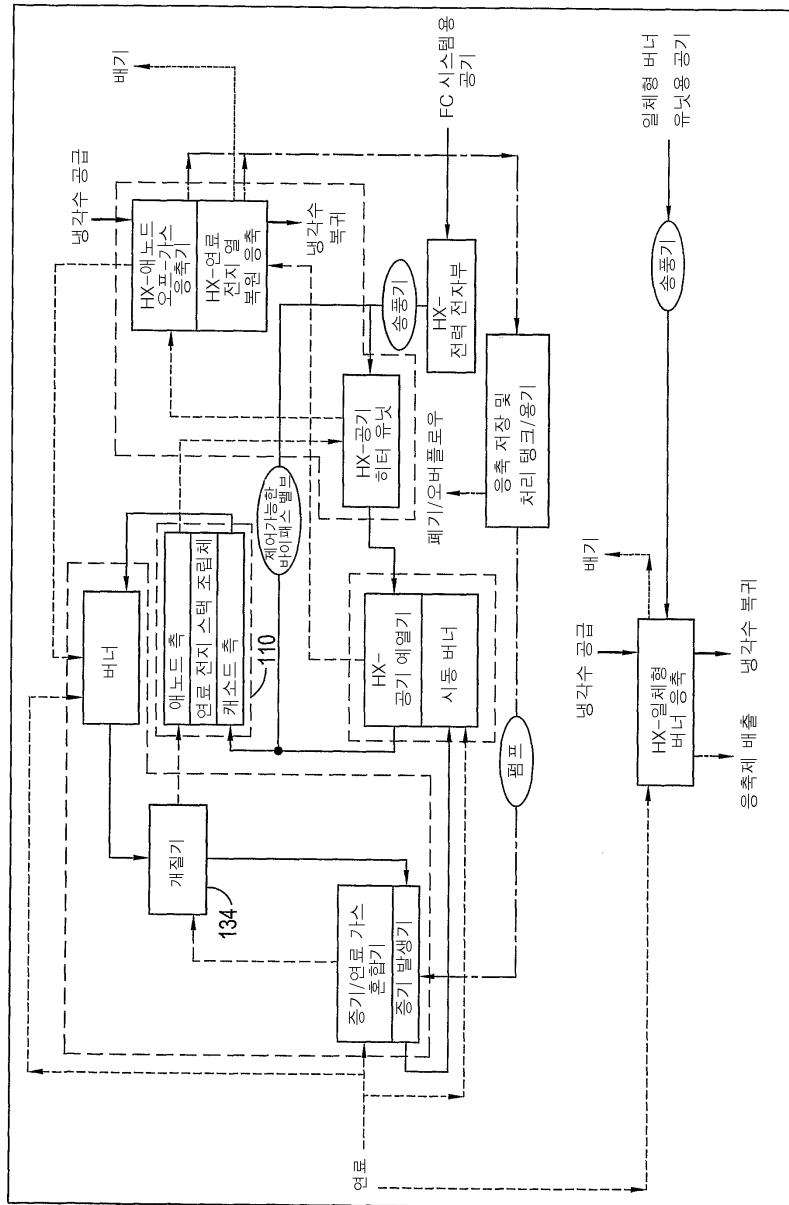
도면1a



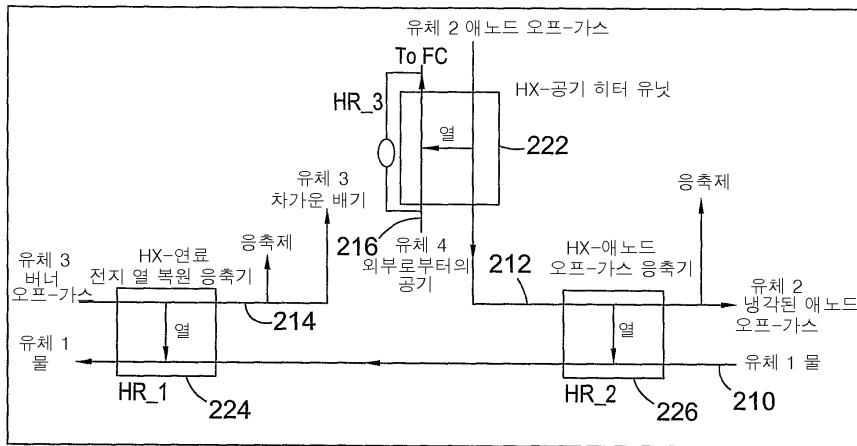
도면1b



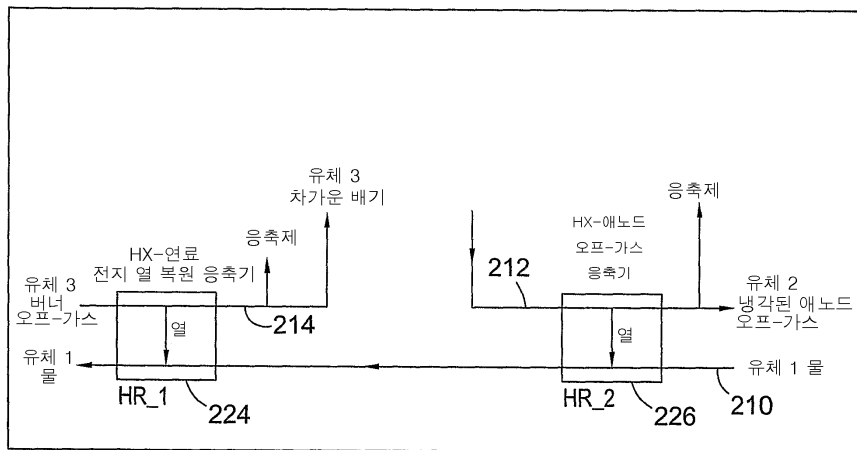
도면1c



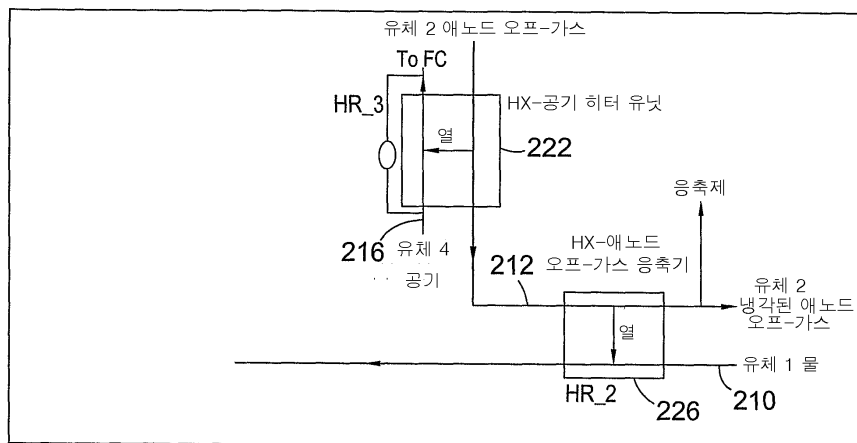
도면2a



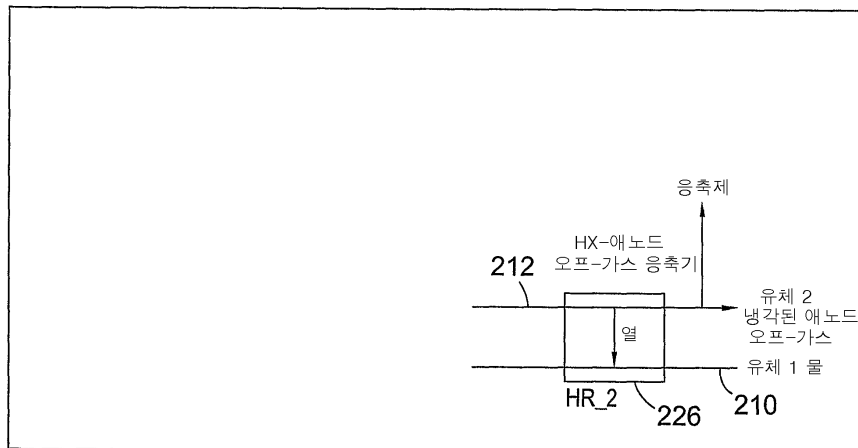
도면2b



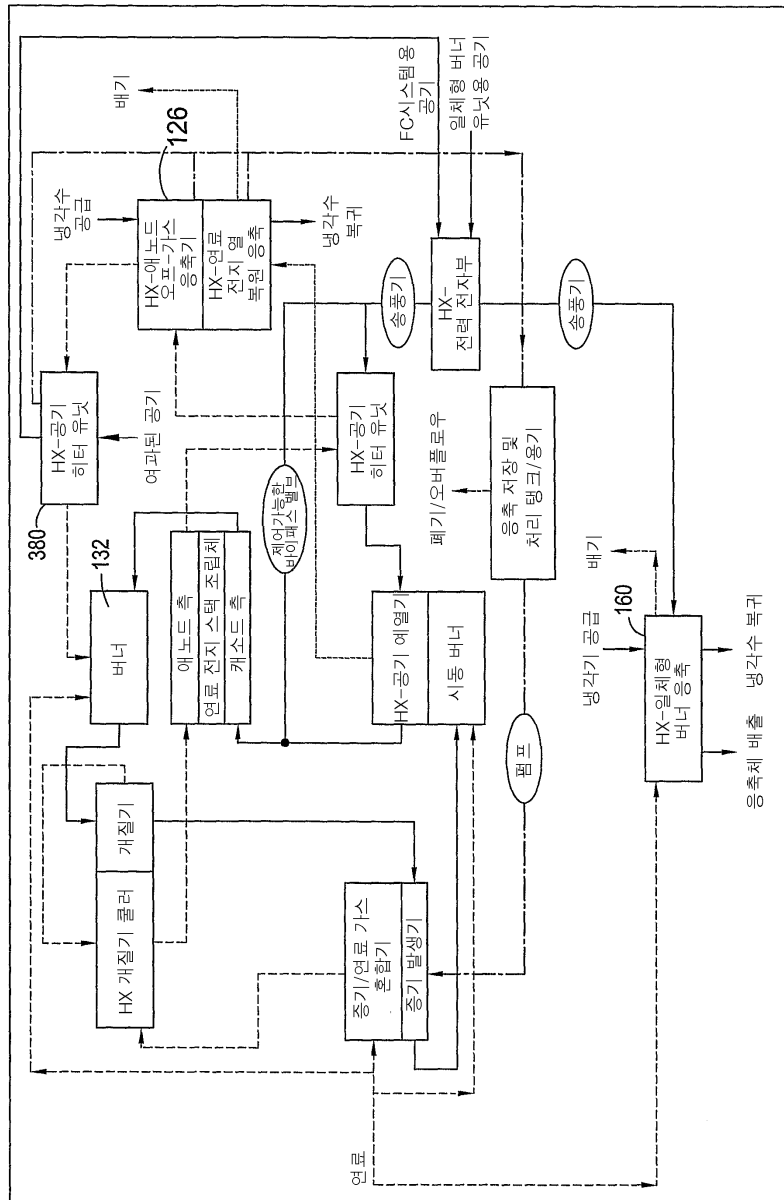
도면2c



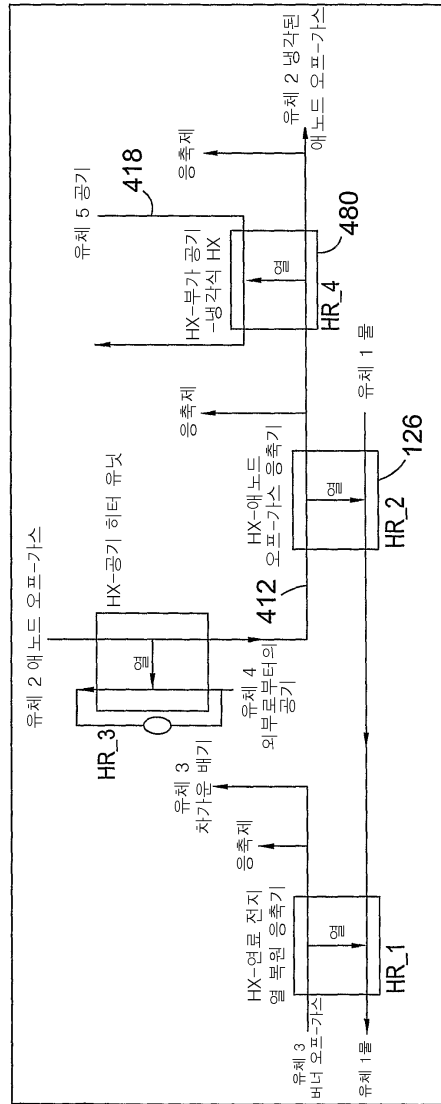
도면2d



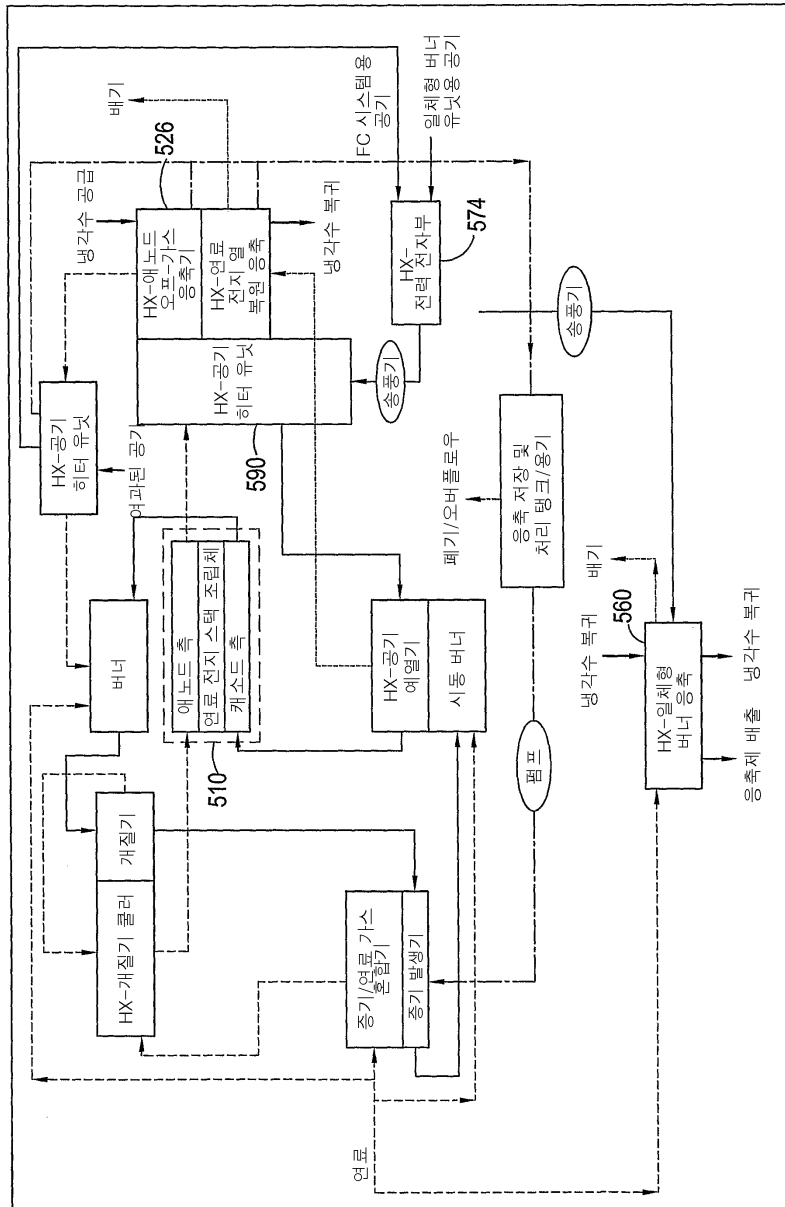
도면3



도면4



도면5



도면6

