



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0086697
(43) 공개일자 2020년07월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 HO1M 8/0656 (2016.01) C25B 1/04 (2006.01)
 C25B 15/08 (2006.01) HO1M 16/00 (2006.01)
 HO1M 8/04014 (2016.01) HO1M 8/0612 (2016.01)
 HO1M 8/0662 (2016.01) HO1M 8/124 (2016.01)
 HO1M 8/18 (2015.01)
- (52) CPC특허분류
 HO1M 8/0656 (2013.01)
 C25B 1/04 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7016482
- (22) 출원일자(국제) 2018년11월21일
 심사청구일자 2020년06월09일
- (85) 번역문제출일자 2020년06월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2018/059191
- (87) 국제공개번호 WO 2019/102382
 국제공개일자 2019년05월31일
- (30) 우선권주장
 62/590,112 2017년11월22일 미국(US)
- (71) 출원인
 퓨얼 셀 에너지, 인크
 미국 씨티 06813 덴버리 그레이트 파스처 로드 3
- (72) 발명자
 장케 프레드 씨.
 미국 뉴욕주 10580 라이 윈드롭 스트리트 2
- 램브렉 매튜
 미국 코네티컷주 06784 서먼 브라이어우드 드라이브 3
- (74) 대리인
 차윤근

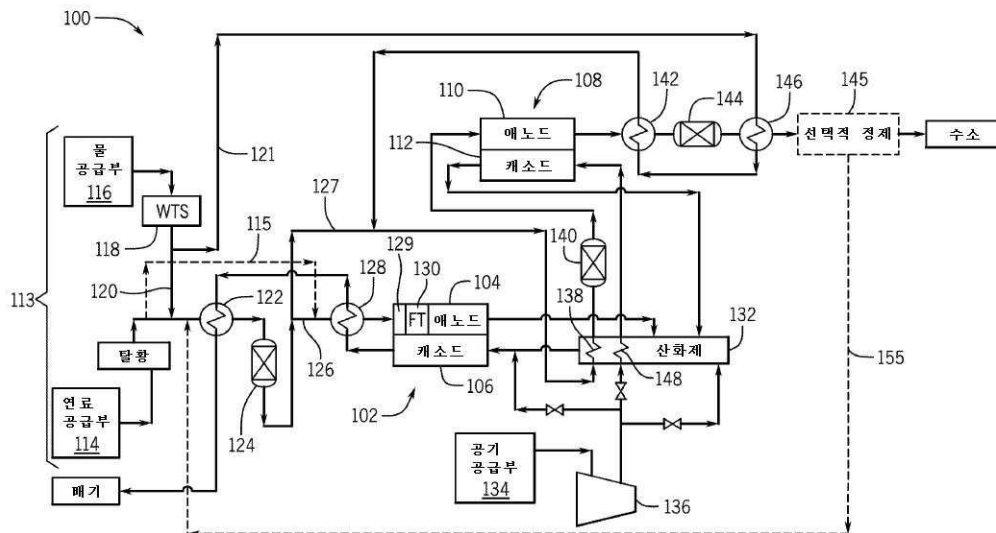
전체 청구항 수 : 총 36 항

(54) 발명의 명칭 REP를 갖는 연료 전지 시스템을 사용한 수소 생성

(57) 요약

연료 전지 시스템은 애노드 및 캐소드 배기를 배출하도록 구성된 캐소드를 갖는 연료 전지를 포함한다. 연료 전지는 폐열을 생성하도록 구성된다. 연료 전지 시스템은 폐열을 사용하여 공급 가스를 부분적으로 개질하고 수소-함유 스트림을 배출하도록 구성된 개질기를 더 포함한다. 연료 전지 시스템은 수소-함유 스트림의 제1 부분을 수용하도록 구성된 REP 애노드 및 REP 캐소드를 갖는 개질기-전해조-정제기("REP")를 더 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C25B 15/08 (2013.01)
H01M 16/003 (2013.01)
H01M 8/04014 (2013.01)
H01M 8/0618 (2013.01)
H01M 8/0625 (2013.01)
H01M 8/0662 (2013.01)
H01M 8/186 (2013.01)
H01M 2008/1293 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

연료 전지 시스템으로서,

연료 전지로서,

애노드; 및

캐소드 배기를 배출하도록 구성된 캐소드를 포함하고;

폐열을 생성하도록 구성되는, 상기 연료 전지;

상기 폐열을 사용하여 공급 가스를 부분적으로 개질하고 수소-함유 스트림을 배출하도록 구성된 개질기(reformer); 및

개질기-전해조-정제기(reformer-electrolyzer-purifier: "REP")를 포함하되, 상기 REP는,

상기 수소-함유 스트림의 제1 부분을 수용하도록 구성된 REP 애노드; 및

REP 캐소드를 포함하는, 연료 전지 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 폐열을 사용하여 상기 공급 가스를 가열하도록 그리고 가열된 공급 가스를 배출하도록 구성된 열 교환기를 더 포함하되;

상기 폐열은 상기 캐소드 배기에서 상기 열 교환기로 전달되며;

상기 개질기는 상기 가열된 공급 가스를 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 연료 전지는 상기 수소-함유 스트림의 나머지 부분을 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 애노드 상에 배치된 간접 개질 유닛을 더 포함하되;

상기 간접 개질 유닛은 상기 수소-함유 스트림을 더 개질하고 연료 턴 가스(fuel turn gas)를 배출하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 연료 턴 가스의 제1 부분은 상기 REP 애노드에 의해 수용된 상기 수소-함유 스트림의 제1 부분이고;

상기 애노드는 상기 연료 턴 가스의 나머지 부분을 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 REP 애노드는 상기 애노드로부터 배출된 애노드 배기의 일부를 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 애노드는 상기 간접 개질 유닛으로부터 배출된 상기 연료 턴 가스의 나머지 부분을 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 애노드로부터 애노드 배기를 수용하도록 그리고 공기 공급부로부터의 공기로 상기 애노드 배기를 산화시키도록 구성된 애노드 가스 산화기(anode gas oxidizer: "AGO");

상기 AGO에 배치된 열 전달 요소를 더 포함하되;

상기 연료 전지 시스템은 수화된 공급 가스를 형성하기 위해 상기 연료 턴 가스의 제1 부분을 물 공급부로부터의 물과 혼합하도록 구성되며;

상기 열 전달 요소는 상기 수화된 공급 가스를 수용하고 상기 AGO에서의 산화 반응으로부터의 열을 상기 수화된 공급 가스로 전달하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 REP 애노드는 상기 열 전달 요소로부터 상기 수화된 공급 가스를 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 열 전달 요소와 상기 REP 애노드 사이에 배치된 제2 개질기를 더 포함하되;

상기 제2 개질기는 상기 REP 애노드로의 도입 전에 상기 수화된 공급 가스를 더 개질하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 개질기는 상기 AGO에서의 산화 반응으로부터의 열을 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 애노드로부터 애노드 배기를 수용하도록 구성된 애노드 가스 산화기("AGO")를 더 포함하되;

상기 AGO는 공기 공급부로부터의 공기로 상기 애노드 배기를 산화시키도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 AGO는 REP 캐소드로부터 가열된 스위프 가스(sweep gas)를 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 AGO에 배치된 열 전달 요소를 더 포함하되;

상기 연료 전지 시스템은 수화된 공급 가스를 형성하기 위해 수소-함유 스트림의 제1 부분을 물 공급부로부터의 물과 혼합하도록 구성되며;

상기 열 전달 요소는 상기 수화된 공급 가스를 수용하도록 그리고 상기 AGO에서의 산화 반응으로부터의 열을 상기 수화된 공급 가스로 전달하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, REP 애노드는 상기 열 전달 요소로부터 상기 수화된 공급 가스를 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 열 전달 요소와 상기 REP 애노드 사이에 배치된 제2 개질기를 더 포함하되;

상기 제2 개질기는 상기 REP 애노드로의 도입 전에 상기 수화된 공급 가스를 더 개질하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 개질기는 AGO에서의 산화 반응으로부터의 열을 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 18

제12항에 있어서, 상기 AGO에 배치되고 상기 공기 공급부로부터 공기를 수용하고 상기 AGO에서의 산화 반응으로부터의 열을 열 전달 요소를 통과하는 상기 공기로 전달하도록 구성된 상기 열 전달 요소를 더 포함하는, 연료 전지 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서, REP 캐소드는 상기 열 전달 요소를 통과하는 상기 공기를 스위프 가스로서 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 REP 애노드는 물 공급부로부터 증기를 수용하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

청구항 21

연료 전지 시스템을 동작시키는 방법으로서,

애노드 및 캐소드를 갖는 연료 전지를 제공하는 단계;

개질기를 제공하는 단계;

REP 애노드 및 REP 캐소드를 갖는 REP를 제공하는 단계;

상기 연료 전지로부터 폐열을 생성하는 단계;

상기 폐열로 상기 공급 가스를 가열하여, 가열된 공급 가스를 형성하는 단계;

상기 개질기에서 상기 가열된 공급 가스를 부분적으로 개질하고 수소-함유 스트림을 배출하는 단계; 및

상기 수소-함유 스트림의 제1 부분을 상기 REP 애노드에 공급하는 단계를 포함하는, 연료 전지 시스템을 동작시키는 방법.

청구항 22

제21항에 있어서, 수화된 공급 가스를 형성하기 위해 상기 수소-함유 스트림의 제1 부분을 물 공급부로부터의 증기로 수화시키는 단계를 더 포함하는, 연료 전지 시스템을 동작시키는 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 수소-함유 스트림의 나머지 부분을 애노드에 공급하는 단계; 및

상기 애노드로부터 애노드 배기를 배출하는 단계를 더 포함하는, 연료 전지 시스템을 동작시키는 방법.

청구항 24

제23항에 있어서, REP 애노드로의 도입 이전에 수화된 공급 가스를 개질시키는 단계를 더 포함하는, 연료 전지 시스템을 동작시키는 방법.

청구항 25

제24항에 있어서, AGO에서 애노드 배기를 산화시키는 단계; 및
 상기 AGO로부터의 열을 상기 수화된 공급 가스로 전달하는 단계를 더 포함하는, 연료 전지 시스템을 동작시키는 방법.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 AGO로부터의 열을 공기 공급부로부터의 공기로 전달하는 단계; 및
 가열된 공기를 스위프 가스로서 사용하기 위해 REP 캐소드에 공급하는 단계를 더 포함하는, 연료 전지 시스템을 동작시키는 방법.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 스위프 가스는 상기 REP 캐소드에 걸쳐 실질적으로 균일한 온도를 유지하는, 연료 전지 시스템을 동작시키는 방법.

청구항 28

제26항에 있어서, 상기 AGO에서 상기 스위프 가스를 수용하는 단계; 및
 상기 스위프 가스로 애노드 배기를 산화시키는 단계를 더 포함하는, 연료 전지 시스템을 동작시키는 방법.

청구항 29

제23항에 있어서, 상기 REP 애노드로의 도입 이전에 상기 애노드 배기의 일부를 수화된 공급 가스와 혼합하는 단계를 더 포함하는, 연료 전지 시스템을 동작시키는 방법.

청구항 30

연료 전지 시스템으로서,
 공급 시스템으로서,
 물 공급부; 및
 연료 공급부를 포함하고;
 상기 물 공급부로부터의 물 및 상기 연료 공급부로부터의 연료를 정제하도록 구성되며;
 수화된 공급 가스를 형성하기 위해 상기 물 및 연료를 혼합하도록 구성되는, 상기 공급 시스템;
 연료 전지로서,
 상기 수화된 공급 가스의 제1 부분을 수용하도록 구성된 애노드; 및
 캐소드를 포함하는, 상기 연료 전지; 및
 개질기-전해조-정제기("REP")를 포함하되, 상기 REP는,
 상기 수화된 공급 가스의 제2 부분을 수용하도록 구성된 REP 애노드; 및
 REP 캐소드를 포함하는, 연료 전지 시스템.

청구항 31

제30항에 있어서, 상기 물 공급부로부터 상기 물을 정제하도록 구성된 수처리 시스템을 더 포함하는, 연료 전지 시스템.

청구항 32

제30항에 있어서, 상기 수화된 공급 가스를 수용하도록 그리고 상기 수화된 공급 가스에서 상기 물의 적어도 일부를 기화시키도록 구성된 제1 열 교환기를 더 포함하는, 연료 전지 시스템.

청구항 33

제32항에 있어서, 상기 수화된 공급 가스를 수용하도록 그리고 상기 제1 열 교환기를 통과한 후에 잔류하는 상기 수화된 공급 가스에서 물을 기화시키도록 구성된 제2 열 교환기를 더 포함하는, 연료 전지 시스템.

청구항 34

제30항에 있어서, 상기 수화된 공급 가스의 일부를 수소로 개질하도록 구성된 개질기를 더 포함하는, 연료 전지 시스템.

청구항 35

제30항에 있어서, 상기 REP 애노드로부터 배출된 수소의 적어도 일부를 상기 공급 시스템으로 재순환시키도록 구성된 수소 정제 디바이스 또는 수소 가압 디바이스 중 적어도 하나를 더 포함하는, 연료 전지 시스템.

청구항 36

제35항에 있어서, 상기 연료 전지 시스템은 상기 REP 애노드로부터의 상기 수소를 수화된 공급 가스와 혼합하도록 구성되는, 연료 전지 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 관련 출원에 대한 상호 참조
- [0002] 본 출원은 2017년 11월 22일자로 출원된 미국 특허 출원 번호 제62/590,112호의 이득 및 우선권을 주장하며, 그의 전체 개시내용은 본 명세서에 참조에 의해 인용된다.
- [0003] 정부 권리의 진술
- [0004] 본 발명은 미국 에너지부에 의해 수여된 DE-EE0006669 하에서 정부의 지원으로 이루어졌다. 정부는 본 발명에서 특정 권리를 가진다.

배경 기술

- [0005] 본 출원은 일반적으로, 개질-전해조-정제기(reforming-electrolyzer-purifier: "REP")를 고온 연료 전지와 통합함에 의한 H₂("수소") 생성 분야에 관한 것이다. 구체적으로, REP는 연료 전지와 함께 사용되어 수소를 생성할 수 있다. REP 및 이를 포함하는 시스템의 예는 본 출원의 양수인에게 양도되는 PCT 공개 제WO 2015/116964호에서 설명된다.
- [0006] REP는 동작 동안 REP 내에서 균일한 온도 프로파일 및 열 균형을 유지하기 위해 부분적으로 개질된 연료를 요구한다. 예를 들면, 개질 프로세스로부터 요구되는 것보다 소량의 CH₄("메탄")의 존재는 REP에서 일정한 온도 프로파일을 제공하는데 실질적인 영향을 미칠 수 있다. 그러나, 연료를 개질하는 것은 종종 연료 준비, 변환, 및 열 공급을 개질하는 것에 특수 장비를 요구하고, 이는 부가적인 장비의 운영 비용뿐만 아니라, 시스템의 비용 및 복잡성을 증가시킬 수 있다. 따라서, 원하는 공급 준비 및 부분 개질 프로세스를 연료 전지 시스템의 연료 전지에 통합시키는 것이 유리할 수 있다.

발명의 내용

- [0007] 하나의 실시형태는 애노드 및 캐소드 배기를 배출하도록 구성된 캐소드를 갖는 연료 전지를 포함하는 연료 전지 시스템에 관한 것이다. 연료 전지는 폐열을 생성하도록 구성된다. 연료 전지 시스템은 폐열을 사용하여 공급 가스를 부분적으로 개질하고 수소-함유 스트림을 배출하도록 구성된 개질기(reformer)를 더 포함한다. 연료 전지 시스템은 수소-함유 스트림의 제1 부분을 수용하도록 구성된 REP 애노드 및 REP 캐소드를 갖는 REP를 더 포함한다.
- [0008] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 하나의 양태에서, 열 교환기는 폐열을 사용하여 공급 가스를 가열하도록 그리고 가열된 공급 가스를 배출하도록 구성된다. 폐열은 캐소드 배기에서

열 교환기로 전달된다. 개질기는 가열된 공급 가스를 수용하도록 구성된다.

- [0009] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지는 수소-함유 스트림의 나머지 부분을 수용하도록 구성된다.
- [0010] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스템은 애노드 상에 배치된 간접 개질 유닛을 더 포함한다. 간접 개질 유닛은 수소-함유 스트림을 더 개질하고 연료 턴 가스(fuel turn gas)를 배출하도록 구성된다.
- [0011] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 턴 가스의 제1 부분은 REP 애노드에 의해 수용된 수소-함유 스트림의 제1 부분이고, 애노드는 연료 턴 가스의 나머지 부분을 수용하도록 구성된다.
- [0012] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, REP 애노드는 애노드로부터 배출된 애노드 배기의 일부를 수용하도록 구성된다.
- [0013] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 애노드는 간접 개질 유닛으로부터 배출된 연료 턴 가스의 나머지 부분을 수용하도록 구성된다.
- [0014] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스템은 애노드로부터 애노드 배기를 수용하도록 그리고 공기 공급부로부터의 공기로 애노드 배기를 산화시키도록 구성된 애노드 가스 산화기(anode gas oxidizer: "AGO"), 및 AGO에 배치된 열 전달 요소를 더 포함한다. 연료 전지 시스템은 수화된 공급 가스를 형성하기 위해 연료 턴 가스의 제1 부분을 물 공급부로부터의 물과 혼합하도록 구성된다. 열 전달 요소는 수화된 공급 가스를 수용하고 AGO에서의 산화 반응으로부터의 열을 수화된 공급 가스로 전달하도록 구성된다.
- [0015] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, REP 애노드는 열 전달 요소로부터 수화된 공급 가스를 수용하도록 구성된다.
- [0016] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스템은 열 전달 요소와 REP 애노드 사이에 배치된 제2 개질기를 더 포함한다. 제2 개질기는 REP 애노드로의 도입 전에 수화된 공급 가스를 더 개질하도록 구성된다.
- [0017] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 개질기는 AGO에서의 산화 반응으로부터의 열을 수용하도록 구성된다.
- [0018] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스템은 애노드로부터 애노드 배기를 수용하도록 구성된 애노드 가스 산화기("AGO")를 더 포함한다. AGO는 공기 공급부로부터의 공기로 애노드 배기를 산화시키도록 구성된다.
- [0019] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, AGO는 REP 캐소드로부터 가열된 스위프 가스(sweep gas)를 수용하도록 구성된다.
- [0020] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스템은 AGO에 배치된 열 전달 요소를 더 포함한다. 연료 전지 시스템은 수화된 공급 가스를 형성하기 위해 수소-함유 스트림의 제1 부분을 물 공급부로부터의 물과 혼합하도록 구성된다. 열 전달 요소는 수화된 공급 가스를 수용하도록 그리고 AGO에서의 산화 반응으로부터의 열을 수화된 공급 가스로 전달하도록 구성된다.
- [0021] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, REP 애노드는 열 전달 요소로부터 수화된 공급 가스를 수용하도록 구성된다.
- [0022] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스템은 열 전달 요소와 REP 애노드 사이에 배치된 제2 개질기를 더 포함한다. 제2 개질기는 REP 애노드로의 도입 전에 수화된 공급 가스를 더 개질하도록 구성된다.
- [0023] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 개질기는 AGO에서의 산화 반응으로부터의 열을 수용하도록 구성된다.
- [0024] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스템은 AGO에 배치되고 공기 공급부로부터 공기를 수용하고 AGO에서의 산화 반응으로부터의 열을 열 전달 요소를

통과하는 공기로 전달하도록 구성된 열 전달 요소를 더 포함한다.

- [0025] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, REP 캐소드는 열 전달 요소를 통과하는 공기를 스위프 가스로서 수용하도록 구성된다.
- [0026] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, REP 애노드는 물 공급부로부터 증기를 수용하도록 구성된다.
- [0027] 또 다른 실시형태는 애노드 및 캐소드를 갖는 연료 전지를 제공하는 단계, 개질기를 제공하는 단계, 및 REP 애노드 및 REP 캐소드를 갖는 REP를 제공하는 단계를 포함하는 연료 전지 시스템을 동작시키는 방법에 관한 것이다. 방법은 연료 전지로부터 폐열을 생성하는 단계 및 폐열로 공급 가스를 가열하여, 가열된 공급 가스를 형성하는 단계를 더 포함한다. 방법은 개질기에서 가열된 공급 가스를 부분적으로 개질하고 수소-함유 스트림을 배출하는 단계 및 수소-함유 스트림의 제1 부분을 REP 애노드에 공급하는 단계를 더 포함한다.
- [0028] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 방법의 하나의 양태에서, 방법은 수화된 공급 가스를 형성하기 위해 수소-함유 스트림의 제1 부분을 물 공급부로부터의 증기로 수화시키는 단계를 더 포함한다.
- [0029] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 방법의 또 다른 양태에서, 방법은 수소-함유 스트림의 나머지 부분을 애노드에 공급하는 단계 및 애노드로부터 애노드 배기를 배출하는 단계를 더 포함한다.
- [0030] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 방법의 또 다른 양태에서, 방법은 REP 애노드로의 도입 이전에 수화된 공급 가스를 개질시키는 단계를 더 포함한다.
- [0031] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 방법의 또 다른 양태에서, 방법은 AGO에서 애노드 배기를 산화시키는 단계 및 AGO로부터의 열을 수화된 공급 가스로 전달하는 단계를 더 포함한다.
- [0032] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 방법의 또 다른 양태에서, 방법은 AGO로부터의 열을 공기 공급부로부터의 공기로 전달하는 단계 및 가열된 공기를 스위프 가스로서 사용하기 위해 REP 캐소드에 공급하는 단계를 더 포함한다.
- [0033] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 방법의 또 다른 양태에서, 스위프 가스는 REP 캐소드에 걸쳐 실질적으로 균일한 온도를 유지한다.
- [0034] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 방법의 또 다른 양태에서, 방법은 AGO에서 스위프 가스를 수용하는 단계 및 스위프 가스로 애노드 배기를 산화시키는 단계를 더 포함한다.
- [0035] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 방법의 또 다른 양태에서, 방법은 REP 애노드로의 도입 이전에 애노드 배기의 일부를 수화된 공급 가스와 혼합하는 단계를 더 포함한다.
- [0036] 또 다른 실시형태는 물 공급부 및 연료 공급부를 갖는 공급 시스템을 포함하는 연료 전지 시스템에 관한 것이다. 공급 시스템은 물 공급부로부터의 물 및 연료 공급부로부터의 연료를 정제하도록, 그리고 수화된 공급 가스를 형성하기 위해 물 및 연료를 혼합하도록 구성된다. 연료 전지 시스템은 수화된 공급 가스의 제1 부분을 수용하도록 구성된 애노드, 및 캐소드를 갖는 연료 전지를 더 포함한다. 연료 전지 시스템은 수화된 공급 가스의 제2 부분을 수용하도록 구성된 REP 애노드, 및 REP 캐소드를 갖는 개질기-전해조-정제기("REP")를 더 포함한다.
- [0037] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 하나의 양태에서, 연료 전지 시스템은 물 공급부로부터의 물을 정제하도록 구성된 수처리 시스템을 더 포함한다.
- [0038] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스템은 수화된 공급 가스를 수용하도록 그리고 수화된 공급 가스에서 물의 적어도 일부를 기화시키도록 구성된 제1 열 교환기를 더 포함한다.
- [0039] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스템은 수화된 공급 가스를 수용하도록 그리고 제1 열 교환기를 통과한 후에 잔류하는 수화된 공급 가스에서 물을 기화시키도록 구성된 제2 열 교환기를 더 포함한다.
- [0040] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스템은 수화된 공급 가스의 일부를 수소로 개질하도록 구성된 개질기를 더 포함한다.
- [0041] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스

템은 REP 애노드로부터 배출된 수소의 적어도 일부를 공급 시스템으로 재순환시키도록 구성된 수소 정제 디바이스 또는 수소 가압 디바이스 중 적어도 하나를 더 포함한다.

[0042] 상기 실시형태 및 양태와 임의의 조합으로 조합가능한, 연료 전지 시스템의 또 다른 양태에서, 연료 전지 시스템은 REP 애노드로부터의 수소를 수화된 공급 가스와 혼합하도록 구성된다.

도면의 간단한 설명

[0043] 도 1은 예시적인 실시형태에 따른 개질기-전해조-정제기("REP")와 통합된 연료 전지 시스템의 개략도.

도 2는 부가적인 개질 후에 연료 턴 가스를 REP에 공급하는 연료 전지 시스템의 또 다른 실시형태의 개략도.

도 3은 연료 턴 가스가 연료 전지 애노드 배기와 혼합된 후에 REP에 직접적으로 연료 턴 가스를 공급하는 연료 전지 시스템의 또 다른 실시형태의 개략도이다. 이 구성은 제조 비용을 감소시키지만 운영 비용을 증가시킬 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0044] 개질기-전해조-정제기("REP") 어셈블리는 적어도 하나의 전해조 용융 탄산염 연료 전지를 포함하고, REP 스택으로서 또한 언급된 연료 전지 스택에 형성된 복수의 전해조 연료 전지를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 전해조 연료 전지는 수소를 생성하고, 동시에 CO₂ 이온을 전기화학적으로 제거함으로써 탄화수소 개질 프로세스로부터 수소를 정제하기 위해 물을 전기 분해시키도록 역으로 동작된 전지이다. CO₂는 메탄과 같은 탄화수소를 개질함으로써 제공될 수 있다. 그 후, CO₂ 이온의 제거는 개질 반응을 촉진시켜 완료된다.

[0045] 연료 전지에서 전기화학적 반응을 겪기 전에, 메탄, 석탄 가스, 등과 같은 탄화수소 연료는 전형적으로, 연료 전지의 애노드에서 사용하기 위해 수소를 생성하도록 개질된다. 내부 개질 연료 전지에서, 증기 개질 촉매는 비싸고 복잡한 개질 장비에 대한 요구 없이 탄화수소 연료의 직접적인 사용을 허용하기 위해 연료 전지 스택 내에 배치된다. 게다가, 흡열성 개질 반응은 연료 전지 스택의 냉각을 돕기 위해 유리하게 사용될 수 있다. 직접 내부 개질 및 간접 내부 개질을 이용하는 내부 개질 연료 전지가 개발되었다.

[0046] 직접 내부 개질(direct internal reforming: "DIR")은 활성 애노드 구획 내에 개질 촉매("DIR 촉매")를 배치함으로써 달성된다. 이 촉매는 연료 전지의 전해질에 노출된다.

[0047] 간접 내부 개질(indirect internal reforming: "IIR")은 개질 촉매("IIR 촉매")를 연료 전지 스택 내의 분리된 챔버에 배치하고 이 챔버로부터의 개질된 가스를 연료 전지의 애노드 구획으로 라우팅함으로써 달성된다.

[0048] REP 스택은 일반적으로, 용융 탄산염 연료 전지(molten carbonate fuel cell: "MCFC") 스택을 포함하고 REP 스택을 사용하는 시스템은 전기 분해 반응을 촉진하기 위해 REP 스택에 전력을 공급하기 위한 전원을 포함한다. 시스템이 일반적으로, 내부 또는 외부 개질과 같은 개질을 포함하지만, REP 및/또는 시스템이 더 일반적으로 내부 및/또는 외부 개질을 생략할 수 있고, CO₂ 및 물을 포함하는 공급 가스를 전기 분해하기 위해 그리고 개질 없이 수소를 동작시키고 정제하기 위해 사용될 수 있는 것으로 또한 고려된다.

[0049] 도 1을 참조하면, 예시적인 실시형태에 따른 연료 전지 시스템(100)이 도시된다. 시스템(100)은 애노드(104) 및 캐소드(106)를 갖는 연료 전지(102)(예컨대, 기저 부하 직접 연료 전지(SureSource™ 연료 전지) 또는 고체 산화물 연료 전지(solid oxide fuel cell: "SOFC"))를 포함한다. 하나의 애노드(104) 및 하나의 캐소드(106)를 갖는 연료 전지(102)가 도시되었지만, 연료 전지(102)가 직렬로 적층된 복수의 연료 전지를 갖는 연료 전지 스택으로서 구성될 수 있음을 이해해야 한다. 시스템(100)은 REP 애노드(110) 및 REP 캐소드(112)를 갖는 REP(108)(예컨대, 제2 연료 전지)를 더 포함한다. 연료 전지(102)와 유사하게, 하나의 애노드(110) 및 하나의 캐소드(112)를 갖는 REP(108)가 도시되었지만, REP(108)가 직렬로 적층된 복수의 연료 전지를 갖는 연료 스택으로서 구성될 수 있음을 이해해야 한다.

[0050] 연료 및 물은 전력을 배출하기 위한 연료 전지(102)의 및 수소를 배출하기 위한 REP(108)의 동작을 위해 공급 시스템(113)의 일부로서 시스템(100)에 공급된다. 공급 시스템(113)은 연료 공급부(114) 및 물 공급부(116)를 포함한다. 연료 공급부(114)로부터 시스템(100)에 공급된 연료는 천연 가스, 혐기성 소화조 가스(anaerobic digester gas: "ADG"), 및/또는 다른 적합한 연료를 포함할 수 있다. 그 후, 연료는 황 축적으로 인한 연료 전지(102)에 대한 손상 또는 연료 전지의 열화를 유발하지 않고 연료 전지(102)에 수용될 수 있도록 탈황된다. 물

공급부(116)로부터 시스템(100)에 공급된 물은 수처리 시스템(water treatment system: "WTS")(118)(즉, 정제기)에서 정제된다. WTS(118)로부터 배출된 물의 제1 부분(120)은 탈황된 연료와 혼합되어, 수화된(예컨대, 포화된) 공급 가스(즉, 연료/물 혼합물)를 형성한다.

[0051] 그 후, 공급 가스는 제1 열 교환기(122)를 통해 공급된다. 열은 제1 열 교환기(122)에서 연료 전지(102)의 캐소드(106)에 의해 배출된 캐소드 배기로부터 공급 가스로 전달되어, 실질적으로 모든 물을 기화시키고 공급 가스의 온도를 증가시킨다. 그 후, 가열된 공급 가스는 제1 개질기(124)(즉, 사전변환기)에 공급되고, 여기서 가열된 공급 가스는 수소를 생성하기 위해 연료와 증기를 반응시킴으로써 개질(예컨대, 약간 개질)된다. 예를 들면, 가열된 공급 가스에서 메탄의 대략 1 내지 2%는 수소로 개질된다. 제1 개질기(124)에서의 개질 반응은 흡열성이고 공급 가스를 제1 개질기(124)에 공급하기 이전에 제1 열 교환기(122)에서 공급 가스를 예열하는 것은 공급 가스의 일부를 수소로 변환하기 위해 필요한 열을 제공한다. 일부 실시형태에 따르면, 연료 전지(102) 내부의 간접 개질 전지(129)에 대한 손상을 방지하기 위해 공급 가스에 소량의 수소가 요구될 수 있다. 그 후, 제1 개질기(124)는 연료 전지(102) 및 REP(108)에서 수용되도록 구성된 약간 개질된 공급 가스(즉, 수소-함유 스트림)를 방출한다.

[0052] 그 후, 약간 개질된 공급 가스의 제1 부분(126)은 제2 열 교환기(128)를 통해 공급된다. 열은 제2 열 교환기(128)에서 캐소드(106)에 의해 배출된 캐소드 배기로부터 개질된 공급 가스의 제1 부분(126)으로 전달되어, 개질된 공급 가스의 온도를 증가시킨다.

[0053] 여전히 도 1을 참조하면, 제2 열 교환기(128)를 통과한 후에, 약간 개질된 공급 가스의 제1 부분(126)은 이어서 반응을 위해 연료 전지(102)에 공급된다. 구체적으로, 약간 개질된 공급 가스는 간접 개질 유닛(129)(예컨대, 연료 턴)에서 연료 전지(102)에 수용된다. 간접 개질 유닛(129)은 연료 전지(102)의 애노드(104) 상에(예컨대, 상에 직접적으로) 배치되고 간접 개질 유닛(129)에 수용된 공급 가스의 적어도 일부(예컨대, 전부)를 애노드(104)로 이동시키도록 구성된다. 연료 턴 가스 또는 수소-함유 스트림으로서 언급될 수 있는 간접 개질 유닛(129)으로부터 배출된(그리고 연료 턴 매니폴드(130)로 배출된) 공급 가스는 그것이 애노드(104) 또는 REP(108)에 공급되기 전에 간접 개질 유닛(129)에서 훨씬 더 부분적으로 개질된다. 간접 개질 유닛(129)에서의 부분 개질 프로세스는 열이 애노드(104) 및/또는 음극(106)으로부터 간접 개질 유닛(129)으로 이동되고, 그에 의해 동작 동안 연료 전지(102)를 냉각하도록 흡열성이다.

[0054] 애노드(104)에서 연료 턴 가스의 반응 후에, 애노드(104)는 애노드 배기(CO₂, H₂O, H₂ 및 CO의 혼합물)를 배출하고, 이는 애노드 가스 산화기("AGO")(132)에 공급된다. AGO(132)는 공기 공급부(134)로부터 공기를 더 수용하고, 이 공기는 압축기/송풍기(136)를 통해 압축되고 AGO(132)로 펌핑된다. AGO(132)는 REP 캐소드(112)로부터 가열된 공기를 더 수용하고, 가열된 공기는 REP(108)로부터 CO₂ 및 산소를 포함한다. 가열된 공기는 AGO(132)에 공급되기 전에 REP 캐소드(112)에서 스위프 가스로서 사용될 수 있다. REP(108)의 동작은 CO₂ 및 산소를 스위프 가스로서 사용된 가열된 공기로 전달하고, 그에 의해 연료 전지(102)의 전압 및 성능(예컨대, 전력 배출)을 증가시킨다. 또한, REP 캐소드(112)의 공기 스위핑은 또한, REP(108)를 동작시키기 위해 요구된 전압 및 전력을 감소시킴으로써 REP(108)의 성능을 개선한다. REP(108)에 공급된 공기는 REP(108) 내의 일정한 열 프로파일을 유지하기 위해 REP(108)로 전달되기 전에 가열되어야 한다. 공기 공급부(134)로부터의 공기 및 REP 캐소드(112)로부터의 스위프 가스로 AGO(132)에서 애노드 배기가 산화되고, AGO(132)는 산화된 공급 가스를 캐소드(106)로 배출한다. 그 후, 부가적인 공기는 AGO(132)의 산화제 유출구 온도 미만인 원하는 온도를 캐소드(106)에 제공하기 위해 AGO(132)로부터 하류 및 캐소드(106)로부터 상류에서 산화된 공급 가스와 혼합될 수 있다. 캐소드(106)에서, CO₂ 및 산소가 반응되고 애노드(104)로 전달되어 전력을 생성하고 캐소드(106)는 캐소드 배기를 배출한다. 그 후, 캐소드 배기는 제2 열 교환기(128)를 통과하며, 여기서 열은 상기 논의된 바와 같이, 캐소드 배기로부터 개질된 공급 가스로 전달된다. 그 후, 캐소드 배기는 제1 열 교환기(122)를 통과하며, 여기서 열은 상기 논의된 바와 같이, 캐소드 배기로부터 공급 가스로 전달된다. 제1 및 제2 열 교환기(122, 128)를 통과한 후에, 캐소드 배기는 시스템(100)으로부터 배출되거나 열 전달을 위해 시스템(100)의 다른 부분에서 또는 열원으로서 사용될 수 있다.

[0055] 예시적인 실시형태에 따르면, 약간 개질된 공급 가스의 제2 부분(127)은 REP(108)에 공급될 수 있다. 구체적으로, WTS(118)로부터의 물의 제2 부분(121)은 개질된 공급 가스의 제2 부분(127)과 혼합되어, 개질된 공급 가스보다 높은 수분 함량을 갖는 수화된 공급 가스를 형성한다. REP 전기 분해 반응(H₂O+CO₂→H₂+CO₃)에서 소비되는 물을 보상하기 위해 REP(108)에 이 부가적인 물이 필요할 수 있다. 필요한 부가적인 물을 기화시키고 가열하기

위해 열 교환기(142 및 146)(하기에 더 상세하게 논의됨)에서 열 회수가 불충분한 경우, 물은 물의 제2 부분(121)으로부터 물의 제1 부분(120)으로 이동되고 열 교환기(122)에서 캐소드 배기로 기화될 수 있다. 이 구성에서, 과도한 증기가 연료 전지(102)로 보내지는 것을 회피하기 위해, 탈황된 연료의 일부(즉, 우회 연료(bypass fuel)(115))가 사전 변환기(124) 주위에서 우회되고 증기 대 연료 비를 연료 전지(102)에 공급된 정상 레벨로 감소시키기 위해 (예컨대, 약간 개질된 공급 가스의 제2 부분(127)이 분리되는 경우) REP(108)로 연료가 취출(takeoff)될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 우회 연료(115)는 우회 연료(115)가 개질된 공급 가스의 제1 부분(126)에서 단지 혼합되도록, 개질된 공급 가스의 제1 및 제2 부분(126, 127)이 형성되는 곳으로부터 하류로 도입된다.

[0056] 약간 개질된 공급 가스의 제2 부분(127)과 물의 제2 부분(121)을 조합하는 수화된 공급 가스는 이어서 제1 열 전달 요소(138)에서 AGO(132)에 수용된다. 구체적으로, 수화된 공급 가스가 제1 열 전달 요소(138)를 통과함에 따라, AGO(132)에서의 산화 반응으로부터의 열은 수화된 REP 공급 가스로 전달되어, 수화된 공급 가스의 온도를 증가시킨다. 그 후, 가열된 수화된 공급 가스는 제2 개질기(140)에 공급되며, 여기서 수화된 공급 가스는 더 개질된다. 예시적인 실시형태에 따르면, 제2 개질기(140)는 전달을 용이하게 하기 위해 AGO(132) 내부에 위치될 수 있다. 제2 개질기(140)는 REP(108)에서의 반응을 위해 REP 애노드(110)에 공급되는 개질된 공급 가스를 배출한다. 공급 가스에서 REP(108)에 대한 개질 양은 제1 열 전달 요소(138)에서 전달되는 열의 양에 의해 원하는 레벨로 제어된다. 이것은 REP(108)에서의 열의 균형을 맞추고 REP(108)에서 부드러운 온도 프로파일을 야기한다. REP 애노드(110)는 REP 애노드 배기로서 수소(예컨대, 95 내지 98% 순도)를 배출한다. 또 다른 예시적인 실시형태에 따르면, 열은 또한, AGO(132)로부터 제2 개질기(140)로 직접적으로 전달될 수 있다.

[0057] 그 후, REP 애노드 배기는 제3 열 교환기(142)를 통해 공급된다. 열은 제3 열 교환기(142)에서 REP 애노드 배기로부터 공급 물로 전달되어, 물의 제2 부분(121)의 온도를 증가시킨다. 열은 제2 부분(121)에 존재하는 액체 물을 증발시키고 증기를 과열시킨다. 그 후, REP 애노드 배기는 제3 개질기(144)에 공급되고, 여기서 REP 애노드 배기는 개질되어(예컨대, 부분적으로 개질되어), 배출된 스트림으로부터 모든 CO를 제거한다. REP 애노드(110)로부터의 배출은 CH₄, CO₂, 및 극미량의 CO뿐만 아니라, 수소를 포함한다. 수소를 사용하는 많은 디바이스는 CO에 민감하고/하거나 CO를 용인할 수 없다. 그러나, 더 낮은 온도에서 개질 촉매에 걸쳐 REP 애노드(110)로부터 배출된 스트림을 이동시킴으로써, 스트림에서의 모든 CO가 CH₄ 및 CO₂로 변환된다. REP 애노드(110)로부터 배출된 스트림에 CO 및 CO₂가 너무 적기 때문에, 스트림에서 수소의 소량 만이 소비된다. 수소가 CO에 내성이 있는 시스템에서 사용되는 경우, 스트림은 제3 개질기(144)를 통과하지 않고 배출될 수 있음에 유의해야 한다. 여전히 도 1을 참조하면, 배출된 스트림은 이어서 제4 열 교환기(146)를 통해 공급된다. 열은 제4 열 교환기(146)에서 REP 애노드 배기로부터 물의 제2 부분(121)으로 전달되어, 물의 온도를 더 증가시키고 물을 부분적으로 기화시킨다. 도 1에 도시된 바와 같이, 물의 제2 부분(121)은 수분 함량이 더 높은 수화된 공급 가스를 형성하기 위해 약간 개질된 공급 가스의 제2 부분(127)과 혼합되기 전에 제4 열 교환기(146) 및 이어서 제3 열 교환기(142)에서 가열된다.

[0058] 배출된 스트림의 적어도 일부는 저장 또는 다른 사용을 위해 시스템(100)으로부터 내보내질 수 있거나, 다른 목적을 위해 시스템(100)에서 사용될 수 있다. 수소의 일부 사용자는 고순도 및/또는 고압 수소를 요구할 수 있다. 이러한 경우에, 수소 정제 및/또는 가압 디바이스(145)가 시스템(100)에 포함될 수 있다. 배출된 스트림이 정제되면, 불순물(주로 CH₄)은 재순환 라인(155)을 통해 공급 시스템(113)으로 재순환되고 연료 전지(102) 및 REP(108)에 공급된 다른 연료와 혼합될 수 있다.

[0059] REP 캐소드(112)와 관련하여, 공기는 AGO(132)에서 제2 열 전달 요소(148)를 통해 공기 공급부(134)로부터 공급되고 REP 캐소드(112)에 수용될 수 있다. 구체적으로, 공기가 제2 열 전달 요소(148)를 통과함에 따라, AGO(132)에서의 산화 반응으로부터의 열은 공기로 전달되어, 공기의 온도를 증가시킨다. REP 캐소드(112)로 도입된 이 예열된 공기는 스위프 가스로서 사용되고, 이는 REP 캐소드(112)에서 CO₂ 및 O₂의 농도를 감소시킨다. 이 프로세스는 REP(108)에 걸쳐 더 낮은 전압 및 전력 소비 야기한다. CO₂ 및 O₂가 부산물로서 요구된다면, 시스템(100)은 또한, 스위프 가스 없이 동작할 수 있다. 그러나, 스위프 가스의 사용이 REP 캐소드(112)에서 균일한 온도를 유지하고, 그에 의해 REP(108)의 수명을 최대화하는 것을 돕는다는 점에 유의해야 한다.

[0060] 상기 설명된 바와 같이, 도 1은 연료 전지(102)로부터의 폐열을 활용하여 REP(108)에 대한 공급 가스의 일부(즉, 약간 개질된 공급 가스의 제2 부분(127))를 (예컨대, 제1 열 교환기(122)에서) 가열하고 (예컨대, 제1 개질기(124)에서) 그의 부분 개질을 가능하게 하는 일 실시형태를 묘사한다. 폐열이 연료 전지 캐소드(106)로부

터 배기 스트림으로 전달되기 때문에 이 폐열은 연료 전지(102) 외부에 있는 것으로 고려될 수 있다. 하기에 설명된 바와 같이, 다른 실시형태는 REP에 대한 공급 가스의 적어도 일부의 부분적인 개질을 가능하게 하기 위해 연료 전지(102) 내부의 폐열을 활용할 수 있다. 예를 들면, 간접 개질 유닛(229)은 연료 전지(102) 내의 발열 반응으로부터의 폐열을 활용할 수 있다. 게다가, 도 1은 (예컨대, 그것이 AGO(132)에서 산화된 후에) 연료 전지(102)로부터의 애노드 배기를 활용하여 REP(108)에 대한 공급 가스를 (예컨대, 제1 열 전달 요소(138)를 통해) 가열하고 (예컨대, 제2 개질기(140)에서) 그의 부가적인 부분 개질을 가능하게 하는 일 실시형태를 묘사한다. 그러나, 하기에 설명된 바와 같이, 다른 예시적인 실시형태에서 애노드 배기가 상이한 방식으로 활용될 수 있음을 이해해야 한다. 예를 들면, 다른 예시적인 실시형태에 따르면, 애노드 배기는 REP 공급 가스에 충분한 수소 함량을 제공하기 위해 REP에 대한 공급 가스와 혼합(즉, 조합)될 수 있다.

[0061] 이제 도 2를 참조하면, 예시적인 실시형태에 따른 연료 전지 시스템(200)이 도시된다. 연료 전지 시스템(200)에서, 도 1에 도시된 바와 같이, 모든 연료 톤 가스를 연료 전지의 애노드에 직접적으로 공급하기보다 과도한 연료가 연료 전지(202)로 보내지고 간접 개질 유닛(229)으로부터 과도한 연료 톤 가스로서 배출된다. 과도한 연료는 시스템(200)에 부가적인 냉각을 제공하여, 시스템(200)이 더 높은 부하에서 동작하는 것을 허용한다. 게다가, REP(208)에서 적절한 열 균형을 유지하기 위해 요구된 개질의 대부분은 간접 개질 유닛(229)에서 수행된다. 이 개질은 시스템(200)에 장비(즉, 구성요소)를 부가하지 않고 수행될 수 있고, 그에 의해 적절한 열 균형을 유지할 수 있는 시스템(200)의 비용 및 복잡성을 감소시킨다. 도 2을 참조하면, 도 1과 유사한 참조 부호는 유사한 요소를 나타낸다. 시스템(200)은 애노드(204) 및 캐소드(206)를 갖는 연료 전지(202)를 포함한다. 시스템(200)은 REP 애노드(210) 및 REP 캐소드(212)를 갖는 REP(208)(예컨대, 제2 연료 전지)를 더 포함한다.

[0062] 연료 및 물은 전력을 배출하기 위한 연료 전지(202)의 그리고 수소를 배출하기 위한 REP(208)의 동작을 위해 공급 시스템(213)의 일부로서 시스템(200)에 공급된다. 공급 시스템(213)은 연료 공급부(214) 및 물 공급부(216)를 포함한다. 연료 공급부(214)로부터 시스템(200)에 공급된 연료는 천연 가스, 혐기성 소화조 가스("ADG"), 및/또는 다른 적합한 연료를 포함할 수 있다. 그 후, 연료는 황 축적으로 인한 연료 전지(202)에 대한 손상 또는 연료 전지(202)의 열화를 유발하지 않고 연료 전지(202)에 수용될 수 있도록 탈황된다. 물 공급부(216)로부터 시스템(200)에 공급된 물은 WTS(218)에서 정제된다. WTS(218)로부터 배출된 물의 제1 부분(220)은 탈황된 연료와 혼합되어, 수화된(예컨대, 습한) 연료를 형성한다. 수화된 연료는 공급 가스를 형성하기 위해 REP(208)로부터 배출된 수소와 더 혼합된다.

[0063] 그 후, 공급 가스는 제1 열 교환기(222)를 통해 공급된다. 열은 제1 열 교환기(222)에서 연료 전지(202)의 캐소드(206)에 의해 배출된 캐소드 배기로부터 공급 가스로 전달되어, 공급 가스의 온도를 증가시키고 실질적으로 모든 물을 기화시킨다. 그 후, 가열된 공급 가스는 제1 개질기(224)에 공급되고, 여기서 가열된 공급 가스는 수소를 생성하기 위해 연료와 증기를 반응시킴으로써 개질(예컨대, 약간 개질, 부분적으로 개질 등)된다. 제1 개질기(224)에서의 개질 반응은 흡열성이고 공급 가스를 제1 개질기(224)에 공급하기 이전에 제1 열 교환기(222)에서 공급 가스를 예열하는 것은 공급 가스의 일부를 수소로 변환하기 위해 필요한 열을 제공한다. 연료 전지(202) 내부의 간접 개질 전지(229)에 대한 손상을 방지하기 위해 소량의 수소가 필요할 수 있다. 그 후, 제1 개질기(224)는 연료 전지(202)에서 수용되도록 구성된 약간 개질된 공급 가스를 배출한다.

[0064] 그 후, 약간 개질된 공급 가스는 제2 열 교환기(228)를 통해 공급된다. 열은 제2 열 교환기(228)에서 캐소드(206)에 의해 배출된 캐소드 배기로부터 개질된 공급 가스로 전달되어, 개질된 공급 가스의 온도를 증가시킨다. 제2 열 교환기(228)를 통과한 후에, 약간 개질된 공급 가스는 이어서 반응을 위해 연료 전지(202)에 공급된다. 구체적으로, 약간 개질된 공급 가스는 연료 톤 가스를 배출하는 간접 개질 유닛(229)에서 연료 전지(202)에 수용된다. 간접 개질 유닛(229)은 연료 전지(202)의 애노드(204) 상에(예컨대, 상에 직접적으로) 배치되고 애노드(204)로부터 열을 전달한다. 간접 개질 유닛(229)으로부터 배출된 공급 가스는 간접 개질 유닛(229)에서 심지어 더 부분적으로 개질되는(연료 톤 매니폴드(230)로 배출되는) 연료 톤 가스를 형성한다. 간접 개질 유닛(229)에서의 부분 개질 프로세스는 열이 애노드(204) 및/또는 캐소드(206)로부터 간접 개질 유닛(229)으로 이동되고, 그에 의해 동작 동안 연료 전지(202)를 냉각시키도록 흡열성이다. 간접 개질 유닛(229)으로부터의 연료 톤 가스의 적어도 일부는 연료 톤 매니폴드(230)를 통해 애노드(204)로 이동된다.

[0065] 도 1의 연료 전지 시스템(100)이 모든 연료 톤 가스가 애노드(104)로 직접적으로 공급되는 것을 나타내었지만, 도 2에 도시된 연료 전지 시스템(200)에서, 연료 톤 가스의 제1 부분(231)은 이어서 REP(208)에서 사용하기 위해 연료 톤 매니폴드(230)를 통해 간접 개질 유닛(229)으로부터 배출된다. 그 후, 나머지 연료 톤 가스는 반응을 위해 연료 전지(202)의 애노드(204)에 공급된다. 그 후, 애노드(204)는 애노드 가스 산화기("AGO")(232)에 공급되는 애노드 배기를 배출한다. AGO(232)는 공기 공급부(234)로부터 공기를 더 수용하고, 이 공기는 압축기

및/또는 송풍기(236)를 통해 압축되고 AGO(232)로 펌핑된다. AGO(232)는 또한, REP 캐소드(212)에서 스위프 가스로서 사용된 가열된 공기를 수용한다. 애노드 배기는 공기 공급부(234)로부터의 공기 및 REP 캐소드(212)로부터의 스위프 가스로 AGO(232)에서 산화되고, AGO(232)는 산화된 공급 가스를 배출한다. AGO(232)의 산화제 유출구 온도 미만인 원하는 온도를 캐소드(206)에 제공하기 위해 부가적인 공기가 이어서 AGO(232)로부터 하류 및 캐소드(206)로부터 상류에서 산화된 공급 가스와 혼합될 수 있다. 그 후, 산화된 공급 가스 및 산소는 캐소드(206)에 공급되고, 여기서 그들은 반응되고 캐소드(206)는 캐소드 배기를 배출한다. 그 후, 캐소드 배기는 제2 열 교환기(228)를 통과하며, 여기서 열은 상기 논의된 바와 같이, 캐소드 배기로부터 개질된 공급 가스로 전달된다. 그 후, 캐소드 배기는 제1 열 교환기(222)를 통과하며, 여기서 열은 상기 논의된 바와 같이, 캐소드 배기로부터 공급 가스로 전달된다. 제1 및 제2 열 교환기(222, 228)를 통과한 후에, 캐소드 배기는 시스템(200)으로부터 배출되거나 열 전달을 위해 시스템(200)의 다른 부분에서 또는 열원으로서 사용될 수 있다.

[0066] 예시적인 실시형태에 따르면, 연료 턴 가스는 REP(208)에 공급된다. 구체적으로, WTS(218)로부터의 물의 제2 부분(221)은 연료 턴 가스의 제1 부분(231)과 혼합되어, 개질된 공급 가스보다 수분 함량이 더 높은 수화된 공급 가스를 형성한다. 그 후, 수화된 공급 가스는 제1 열 전달 요소(238)에서 AGO(232)에 수용된다. 구체적으로, 수화된 공급 가스가 제1 열 전달 요소(238)를 통과함에 따라, AGO(232)의 산화 반응으로부터의 열은 수화된 공급 가스로 전달되어, 수화된 공급 가스의 온도를 증가시킨다. 그 후, 가열된 수화된 공급 가스는 제2 개질기(240)에 공급되며, 여기서 수화된 공급 가스는 더 개질된다. 제2 개질기(240)는 REP(208)에서의 반응을 위해 REP 애노드(210)에 공급되는 개질된 공급 가스를 배출한다. 이 구성에서, 개질 레벨은 REP(208) 주위의 열 균형을 개선하도록 제어된다. REP 애노드(210)는 수소를 방출한다.

[0067] 그 후, REP 애노드 배기는 제3 열 교환기(242)를 통해 공급된다. 열은 제3 열 교환기(242)에서 REP 애노드 배기로부터 공급 물로 전달되어, 물의 제2 부분(221)의 온도를 증가시킨다. 열은 제2 부분(221)에 존재하는 액체 물을 증발시키고 증기를 과열시킬 수 있다. 그 후, REP 애노드 배기는 제3 개질기(244)에 공급되고, 여기서 REP 애노드 배기에서의 CO는 CH₄로의 변환에 의해 제거된다. 그 후, 배출된 스트림은 제4 열 교환기(246)를 통해 공급된다. 열은 제4 열 교환기(246)에서 REP 애노드 배기로부터 물의 제2 부분(221)으로 전달되어, 물의 온도를 더 증가시키고 물을 부분적으로 증발시킨다. 도 2에 도시된 바와 같이, 물의 제2 부분(221)은 수화된 공급 가스를 형성하기 위해 연료 턴 가스의 제1 부분(231)과 혼합되기 전에 제4 열 교환기(246) 및 이어서 제3 열 교환기(242)에서 가열된다.

[0068] 배출된 스트림의 적어도 일부는 저장 또는 다른 사용을 위해 시스템(200)으로부터 내보내질 수 있다. 도 1과 관련하여 논의된 바와 같이, 수소 정제 및/또는 가압 디바이스(245)는 시스템(200)에 포함될 수 있다. 배출된 스트림이 정제되면, 불순물(주로 CH₄)은 재순환 라인(255)을 통해 공급 시스템(213)으로 재순환되고 연료 전지(202) 및 REP(208)에 공급된 다른 연료와 혼합될 수 있다.

[0069] REP 캐소드(212)와 관련하여, 공기는 AGO(232)에서 제2 열 전달 요소(248)를 통해 공기 공급부(234)로부터 공급되고 REP 캐소드(212)에 수용될 수 있다. 구체적으로, 공기가 제2 열 전달 요소(248)를 통과함에 따라, AGO(232)의 산화 반응으로부터의 열은 공기로 전달되어, 공기의 온도를 증가시킨다. REP 캐소드(212)로 도입된 이 예열된 공기는 스위프 가스로서 사용되며, 이는 REP 캐소드(212)에서의 CO₂ 및 O₂의 농도를 감소시킨다. 이 프로세스는 REP(208)에 걸쳐 더 낮은 전압 및 전력 소비를 야기한다. CO₂ 및 O₂가 부산물로서 요구되면, 시스템(200)은 또한, 스위프 가스 없이 동작할 수 있다. 그러나, 스위프 가스의 사용이 REP 캐소드(212)에서 균일한 온도를 유지하고, 그에 의해 시스템(200)의 수명을 최대화하는데 도움이 된다는 점에 유의해야 한다.

[0070] 도 1 및 도 2는 REP에 대해 공급 가스를 더 부분적으로 개질하기 위해 각각 제2 개질기(140, 240)를 통합하는 실시형태를 묘사한다. 그러나, 도 2의 제2 개질기(240)가 도 1의 제2 개질기(140)보다 가벼운 듀티(duty)를 가질 수 있고, 이는 제2 개질기(240)에 진입하는 공급 가스가 더 적은 개질을 요구하기 때문임을 이해해야 한다. 즉, 도 2의 제2 개질기(240)는 도 1의 제2 개질기(140)만큼 많은 공급 가스를 개질하지 않고 따라서, 도 1의 제2 개질기(140)보다 작은 개질 용량을 가질 수 있다. 비교하면, 도 2의 제2 개질기(240)에 진입하는 공급 가스는 도 1의 제2 개질기(140)에 진입하는 공급 가스보다 많은 수소를 포함하는데, 이는 도 2의 공급 가스가 간접 개질 유닛(229)에서 부분 개질을 겪었기 때문이다. 결과적으로, 제2 개질기(240)는 유사한 시스템에 대해 제2 개질기(140)보다 작을 수 있다.

[0071] 이제 도 3을 참조하면, 예시적인 실시형태에 따른 연료 전지 시스템(300)이 도시된다. 연료 전지 시스템(300)에서, 도 1에 도시된 바와 같이, 모든 연료 턴을 연료 전지의 애노드에 공급하거나, 도 2에 도시된 바와 같이, 개

질기를 통해 연료 턴 가스를 프로세싱하기보다 과도한 연료가 연료 전지(302)로 보내지고 간접 개질 유닛(329) 으로부터 과도한 연료 턴 가스로서 배출되며 REP 애노드에 직접적으로 공급된다. 이 구성에서, 본질적으로 완전히 개질되는 애노드 배기 가스의 일부는 REP(308)에서 온도 프로파일의 양호한 열 균형을 유지하기 위해 REP(308)에 대한 조합된 가스 공급의 전체 개질 레벨을 원하는 레벨로 제공하도록 연료 턴 가스와 혼합된다. 도 3을 참조하면, 도 1 및 도 2와 유사한 참조 부호는 유사한 요소를 나타낸다. 시스템(300)은 애노드(304) 및 캐소드(306)를 갖는 연료 전지(302)를 포함한다. 시스템(300)은 REP 애노드(310) 및 REP 캐소드(312)를 갖는 REP(308)(예컨대, 제2 연료 전지)를 더 포함한다.

[0072] 연료 및 물은 전력을 배출하기 위한 연료 전지(302)의 및 수소를 배출하기 위한 REP(308)의 동작을 위해 공급 시스템(313)의 일부로서 시스템(300)에 공급된다. 공급 시스템(313)은 연료 공급부(314) 및 물 공급부(316)를 포함한다. 연료 공급부(314)로부터 시스템(300)에 공급된 연료는 천연 가스, 혐기성 소화조 가스("ADG"), 및/또는 다른 적합한 연료를 포함할 수 있다. 그 후, 연료는 황 축적으로 인한 연료 전지(302)에 대한 손상 또는 연료 전지의 열화를 유발하지 않고 연료 전지(302)에 수용될 수 있도록 탈황된다. 물 공급부(316)로부터 시스템(300)에 공급된 물은 WTS(318)에서 정제된다. WTS(318)로부터 배출된 물의 제1 부분(320)은 탈황된 연료와 혼합되어, 수화된(예컨대, 습한) 연료를 형성한다. 수화된 연료는 공급 가스를 형성하기 위해 REP(308)로부터 배출된 수소와 더 혼합될 수 있다.

[0073] 그 후, 공급 가스는 제1 열 교환기(322)를 통해 공급된다. 열은 제1 열 교환기(322)에서 연료 전지(302)의 캐소드(306)에 의해 배출된 캐소드 배기로부터 공급 가스로 전달되어, 공급 가스의 온도를 증가시키고 실질적으로 모든 물을 기화시킨다. 그 후, 가열된 공급 가스는 제1 개질기(324)에 공급되고, 여기서 가열된 공급 가스는 수소를 생성하기 위해 연료와 증기를 반응시킴으로써 개질(예컨대, 약간 개질, 부분적으로 개질 등)된다. 제1 개질기(324)에서의 개질 반응은 흡열성이고 공급 가스를 제1 개질기(324)에 공급하기 이전에 제1 열 교환기(322)에서 공급 가스를 예열하는 것은 공급 가스의 일부를 수소로 변환하기 위해 필요한 열을 제공한다. 연료 전지(302) 내부의 간접 개질 전지(329)에 대한 손상을 방지하기 위해 소량의 수소가 필요할 수 있다. 그 후, 제1 개질기(324)는 연료 전지(302)에서 수용되도록 구성된 개질된 공급 가스를 배출한다.

[0074] 그 후, 약간 개질된 공급 가스는 제2 열 교환기(328)를 통해 공급된다. 열은 제2 열 교환기(328)에서 캐소드(306)에 의해 배출된 캐소드 배기로부터 개질된 공급 가스로 전달되어, 개질된 공급 가스의 온도를 증가시킨다. 제2 열 교환기(328)를 통과한 후에, 약간 개질된 공급 가스는 이어서, 반응을 위해 연료 전지(302)에 공급된다. 구체적으로, 약간 개질된 공급 가스는 연료 턴 가스를 배출하는 간접 개질 유닛(329)에서 연료 전지(302)에 수용된다. 간접 개질 유닛(329)은 연료 전지(302)의 애노드(304) 상에(예컨대, 상에 직접적으로) 배치되고 연료 턴 매니폴드(330)는 간접 개질 유닛(329)으로부터 애노드(304)로 공급 가스의 적어도 일부를 이동시키도록 구성된다. 간접 개질 유닛(329)으로부터 배출된 공급 가스는 간접 개질 유닛(329)에서 더 부분적으로 개질되는 연료 턴 가스를 형성한다. 간접 개질 유닛(329)에서의 부분 개질 프로세스는 열이 애노드(304) 및/또는 캐소드(306)로부터 간접 개질 유닛(329)으로 이동되고, 그에 의해 동작 동안 연료 전지(302)를 냉각시키도록 흡열성이다. 간접 개질 유닛(329)으로부터의 연료 턴 가스의 적어도 일부는 연료 턴 매니폴드(330)를 통해 애노드(304)로 이동된다.

[0075] 도 2의 연료 전지 시스템(200)이 REP 애노드(210)에 공급되기 전에 연료 턴 가스의 제1 부분(231)이 제1 열 전달 요소(238) 및 제2 개질기(240)를 통해 공급되는 것을 도시하였지만, 도 3에서, 연료 턴 가스의 제1 부분(331)은 연료 전지로부터의 애노드 배기 가스와 혼합하기보다 또 다른 개재 프로세스 없이 REP(308)에서 직접적으로 사용하기 위해 간접 개질 유닛(329)으로부터 배출된다. 그 후, 나머지 연료 턴 가스는, 반응을 위해 연료 전지(302)의 애노드(304)에 공급된다. 그 후, 애노드(304)는 애노드 가스 산화기("AGO")(332) 및 REP(308)에 공급되는 애노드 배기를 배출한다. AGO(332)는 공기 공급부(334)로부터 공기를 더 수용하고, 이 공기는 압축기/송풍기(336)를 통해 압축되고 AGO(332)로 펌핑된다. 애노드 배기는 공기 공급부(334)로부터의 공기로 AGO(332)에서 산화되고, AGO(332)는 산화된 공급 가스를 배출한다. 그 후, 부가적인 공기는 캐소드(306)에서의 반응을 위한 산화된 공급 가스 및 산소의 원하는 비를 제공하기 위해 AGO(332)로부터 하류 및 캐소드(306)로부터 상류에서 산화된 공급 가스와 혼합될 수 있다. 연료 턴 매니폴드(330)로부터 배출된 연료 턴 가스가 REP(308)에 적절한 열 균형을 제공하기 위해 필요한 레벨로 개질되지 않았기 때문에, 애노드 배기의 일부는 이 연료 턴 가스와 혼합된다. REP(308)에서 열의 균형을 맞추고 REP(308)에서 원하는 열 프로파일을 제공하기 위해 애노드 배기가 요구한 대로 부가될 수 있다.

[0076] 예시적인 실시형태에 따르면, 산화된 공급 가스의 제1 부분(350)은 REP(308) 캐소드를 스윙핑하고 REP(308)로부

터 CO₂ 및 O₂를 회색시키기 위해 REP 캐소드(312)에 공급된다. 또한 산화된 공급 가스가 상기 논의된 REP(108, 208)를 스위핑하기 위해 사용될 수 있음에 또한 주의해야 한다. 여전히 도 3을 참조하면, REP 캐소드(312)는 이어서 REP 캐소드 배기를 배출하고, REP 캐소드 배기는 상기 논의된 바와 같이, 산화된 공급 가스의 나머지 제2 부분(351)과 혼합되고 공기 공급부(334)로부터의 부가적인 공기와 혼합된다. 그 후, 공기, 산화된 공급 가스 및 REP 캐소드 배기의 혼합물은 캐소드(306)에 공급되고, 여기서 그들은 반응되고 캐소드(306)는 캐소드 배기를 배출한다. REP(308)로부터의 CO₂ 및 O₂는 연료 전지(302)에 걸친 전압 및 연료 전지(302)로부터 배출된 전력을 증가시킨다. 그 후, 캐소드 배기는 제2 열 교환기(328)를 통과하고, 여기서 열은 상기 논의된 바와 같이, 캐소드 배기로부터 개질로 공급 가스로 전달된다. 그 후, 캐소드 배기는 제1 열 교환기(322)를 통과하며, 여기서 열은 상기 논의된 바와 같이, 캐소드 배기로부터 공급 가스로 전달된다. 제1 및 제2 열 교환기(322, 328)를 통과한 후에, 캐소드 배기는 시스템(300)으로부터 배출되거나 열 전달을 위해 시스템(300)의 다른 부분에서 또는 (예컨대, 다른 연료 전지에서) 연료원으로서 사용될 수 있다.

[0077] 예시적인 실시형태에 따르면, 연료 턴 가스는 REP(308)에 공급된다. 구체적으로, WTS(318)로부터의 물의 제2 부분(321)은 연료 턴 가스의 제1 부분(331)과 혼합되어, 물 함유량이 더 높은 수화된 공급 가스를 형성한다. 그 후, 수화된 공급 가스는 REP(308)에서의 반응을 위해 REP 애노드(310)에 직접적으로 공급된다. REP 애노드(310)는 수소를 포함하는 REP 애노드 배기를 배출한다. 도 3에 도시된 바와 같이, REP 애노드(310)로의 도입을 위해 애노드 배기의 일부가 또한, 수화된 공급 가스와 혼합될 수 있고 애노드 배기의 나머지 부분은 AGO(332)에 공급된다.

[0078] 그 후, REP 애노드 배기는 제3 열 교환기(342)를 통해 공급된다. 열은 제3 열 교환기(342)에서 REP 애노드 배기로부터 공급 가스로 전달되어, 증기의 제2 부분(321)의 온도를 증가시킨다. 예를 들면, 열은 제2 부분(321)에 존재하는 임의의 액체 물을 증발시킬 수 있거나 증기를 과열시킬 수 있다. 그 후, REP 애노드 배기는 제3 개질기(344)에 공급되고, 여기서 REP 애노드 배기는 수소를 포함하는 배출된 스트림을 더 생성하기 위해 개질된다 (예컨대, 부분적으로 개질된다). 그 후, 배출된 스트림은 제4 열 교환기(346)를 통해 공급된다. 열은 제4 열 교환기(346)에서 REP 애노드 배기로부터 증기의 제2 부분(321)으로 전달되어, 증기의 온도를 더 증가시킨다. 도 3에 도시된 바와 같이, 증기의 제2 부분(321)은 수화된 공급 가스를 형성하기 위해 연료 턴 가스의 제1 부분(331)과 혼합되기 전에 제4 열 교환기(346) 및 이어서 제3 열 교환기(342)에서 예열된다.

[0079] 배출된 스트림의 적어도 일부는 저장 또는 다른 사용을 위해 시스템(300)으로부터 내보내질 수 있거나, 다른 목적을 위해 시스템(300)에서 사용될 수 있다. 게다가, 상기 논의된 바와 같이, 수화된 연료를 제1 개질기(324)에 공급하기 이전에 유출구 스트림의 일부가 수화된 연료와 혼합될 수 있다.

[0080] 본 출원에서 설명된 특정 실시형태에 따르면, 부분적으로 개질된 연료의 일부는 연료 턴 매니폴드(230, 330)로부터 취해지고 REP로 보내진다. 이것은 (a) 외부 간접 개질기로부터 부분적으로 개질된 연료를 보내는 것; 또는 (b) 애노드 배기로부터 부분적으로 개질된/부분적으로 소비된 연료를 보내는 것과 비교하여 특정 이득을 야기한다.

[0081] (a)의 경우, 외부 간접 개질기는 개질 프로세스를 촉진하기 위해 열을 요구한다. 그러나, 본 발명의 특정 실시형태에서 사용된 간접 내부 개질기는 개질 프로세스를 촉진하기 위해 인접한 연료 전지 패키지(예컨대, 애노드에 인접함)의 폐열을 활용한다. 외부 간접 개질기보다 간접 내부 개질기 내에서 개질하는 것이 더 효율적이다. 물론, 외부 간접 개질기는 도 1 내지 도 3에서 알 수 있는 바와 같이 사전 개질기로서 여전히 유용하다.

[0082] (b)의 경우, 애노드 배기는 연료 턴 가스와 비교할 때 가스의 탄소에 비해 수소량이 더 적으며, 이는 연료 전지 내에서 전기화학적으로 반응하지 않았고 생산된 수소의 단위(예컨대, kg) 당 REP에 대해 상대적으로 높은 전력 투입을 요구한다.

[0083] 본 명세서에서 활용된 바와 같이, 용어 "대략", "약", "실질적으로", 및 유사한 용어는 본 발명의 주제가 속하는 당업자에 의해 공통적이고 수용되는 용법과 조화를 이루는 넓은 의미를 갖도록 의도된다. 본 발명을 검토하는 당업자에 의해 이들 용어가 이들 특징의 범위를 제공된 정확한 수치 범위로 제한하지 않고 설명되고 청구된 특정 특징의 설명을 허용하도록 의도된다는 것을 이해해야 한다. 그에 따라, 이들 용어는 설명되고 청구된 주제의 비실질적이거나 비순차적인 수정 또는 변경이 첨부된 청구항에 인용된 본 발명의 범위 내에 있는 것으로 고려됨을 나타내는 것으로서 해석되어야 한다.

[0084] 다양한 실시형태를 설명하기 위해 본 명세서에서 사용된 바와 같은 용어 "예시적인"은 이러한 실시형태가 가능한 실시형태의 가능한 예, 표현, 및/또는 예시임을 나타내도록 의도됨(그리고 이러한 용어는 이러한 실시형태가

반드시 특별하거나 최상의 예임을 함축하도록 의도되지 않음)에 주의해야 한다.

[0085] 본 명세서에서 사용된 바와 같은 용어 "결합된", "연결된" 등은 2개의 부재가 서로 직접적으로 또는 간접적으로 결합되는 것을 의미한다. 이러한 결합은 정지된(예컨대, 영구적) 또는 이동가능한(예컨대, 착탈가능하거나 해제 가능한) 것일 수 있다. 이러한 결합은 2개의 부재 또는 서로 일체형 단일체로서 일체로 형성되는 2개의 부재 및 임의의 부가적인 개재 부재를 통해 또는 2개의 부재 또는 서로 부착되는 2개의 부재 및 임의의 부가적인 개재 부재를 통해 성취될 수 있다.

[0086] 본 명세서에서 요소의 위치(예컨대, "상부", "하부", "위", "아래")에 대한 언급은 도면에서 다양한 요소의 방향을 설명하기 위해 단지 사용된다. 다양한 요소의 방향이 다른 예시적인 실시형태에 따라 상이할 수 있고, 이러한 변형이 본 발명에 의해 포함되도록 의도됨을 주의해야 한다.

[0087] 본 발명이 그의 바람직한 실시형태와 관련하여 설명되었지만, 본 발명의 범위 및 사상 내에 있는 다양한 다른 실시형태 및 변형이 당업자에게 발생할 수 있고, 이러한 다른 실시형태 및 변형이 대응하는 청구항에 의해 커버 되도록 의도됨을 이해해야 한다. 당업자는 본 명세서에서 설명된 주제의 새로운 교시 및 장점을 실질적으로 벗어나지 않고 많은 수정(예컨대, 크기, 구조, 파라미터의 값, 장착 배열, 재료의 사용, 방향, 제조 프로세스, 등의 변형)이 가능하다는 것을 용이하게 이해할 것이다. 예를 들면, 임의의 프로세스 또는 방법 단계의 순서 또는 시퀀스는 대안적인 실시형태에 따라 달라지거나 재배열될 수 있다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 다양한 예시적인 실시형태의 설계, 동작 조건 및 배열에서 다른 대체, 수정, 변경 및 생략이 또한 행해질 수 있다.

도면

도면1

