(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년05월20일
(11) 등록번호 10-1265355
(24) 등록일자 2013년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02C 7/22 (2006.01) *F02C 9/26* (2006.01)
F02C 9/48 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7021272
(22) 출원일자(국제) 2006년02월09일
심사청구일자 2010년12월24일
(85) 번역문제출일자 2007년09월17일
(65) 공개번호 10-2007-0103781
(43) 공개일자 2007년10월24일
(86) 국제출원번호 PCT/US2006/004447
(87) 국제공개번호 WO 2006/091379
국제공개일자 2006년08월31일
(30) 우선권주장
11/061,875 2005년02월18일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP04043220 A*
JP04334729 A*
JP08261012 A*
JP10331609 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
프랙스에어 테크놀로지, 인코포레이티드
미국 06810-5113 코네티컷 데인베리 올드 리지베리 로드 39
(72) 발명자
드네비치 레이몬드 프란시스
미국 14032 뉴욕주 클라렌스 센터 크리크뷰 드라이브 5850
파파바시리오우 바시리스
미국 14221 뉴욕주 윌리엄스빌 크라운 로얄 168
(74) 대리인
안국찬, 양영준

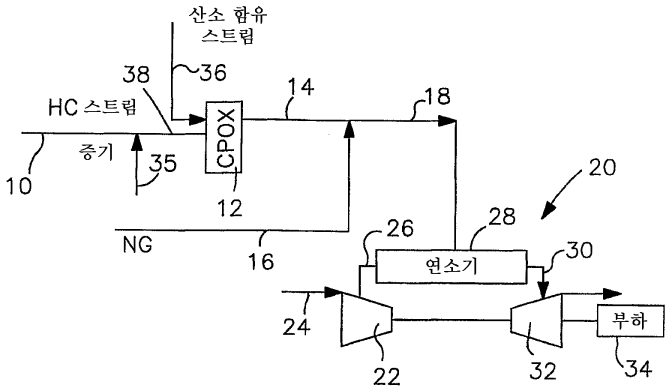
전체 청구항 수 : 총 14 항 심사관 : 이택상

(54) 발명의 명칭 **가스 터빈 연료 준비 및 주입 방법**

(57) 요 약

연료를 준비하여 가스 터빈(20)의 연소기(28)에 주입하는 방법이며, 탄화수소 함유 공급물(10)과, 산소(36)와, 증기(35)가 탄소에 대한 산소 비율이 약 0.08 내지 0.25 사이이고, 탄소에 대한 물 비율이 약 0.05 내지 0.5 사이로 촉매 부분 산화 반응장치 내에 주입된다. 탄화수소 함유 공급물은 적어도 2개의 탄소 원자를 갖는 건조 기준 약 15%보다 작은 체적비의 탄화수소 및/또는 적어도 약 3%인 체적비의 올레핀을 포함한다. 공급물(10)과, 산소(36)와, 증기(35)는 반응 장치에 약 600℃보다 높지 않은 온도로 주입되며, 이로써 약 600℃ 내지 860℃ 사이의 온도로 건조 기준 약 0.5%보다 작은 올레핀과, 2개 이상의 탄소 원자를 갖는 건조 기준 약 10%보다 작은 탄화수소를 포함하는 생성물 스트림(14)을 생성한다. 생성물 스트림(14)은 가스 터빈(20)에 연료의 일부 또는 전부로서 사용될 수 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법이며,

촉매에 접촉하기 전에 탄소에 대한 산소 비율이 약 0.08 내지 약 0.25 사이이며 탄소에 대한 물 비율이 약 0.05 내지 약 0.5 사이인 반응 혼합물이 촉매적 부분 산화 반응장치 내에 수득되도록, 탄화수소 함유 공급물 스트림 - 탄화수소 함유 공급물 스트림은 건조 기준 약 15 부피% 이상의 농도로 적어도 2개의 탄소 원자를 갖는 탄화수소 및 적어도 3 부피%의 올레핀 중 적어도 하나를 포함함 - 을 산소 함유 스트림 및 수증기 스트림과 함께 촉매적 부분 산화 반응장치에 주입하는 단계;

생성물 스트림이 약 600℃ 내지 약 860℃ 사이의 온도에서 생성되도록 촉매적 부분 산화 반응장치 내에서 상기 반응 혼합물을 반응시키는 단계;

상기 생성물 스트림을 냉각하는 단계; 및

상기 생성물 스트림이 연소기 내에서 연소를 돕는데 필요한 연료의 적어도 일부를 구성하도록 상기 생성물 스트림을 상기 연소기에 주입하는 단계

를 포함하고,

상기 탄화수소 함유 공급물 스트림은 약 600℃ 이하 온도에서 촉매적 반응장치에 단독으로 주입되거나, 또는 수증기 스트림과 합하여 주입되며,

상기 생성물 스트림은, 메탄과, 건조 기준 약 0.5 부피% 미만의 올레핀과, 건조 기준 약 10 부피% 미만의 2개 이상의 탄소 원자를 갖는 알칸과, 메탄, 알칸 및 올레핀 외에 건조 기준 약 1 부피% 미만의 탄화수소로 구성된 탄화수소 성분과, 수소, 일산화탄소, 이산화탄소 및 수증기를 포함하는 나머지 성분을 포함하는 것인, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 탄화수소 함유 공급물 스트림은 FCC 오프가스, 코크스로(coker) 오프가스, 스위트 정제 가스, 또는 코크스 오븐 가스인, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 연료 스트림은 제1 연료 스트림으로서 생성물 스트림과 제2 연료 스트림을 합하여 형성되어, 직접 열교환에 의해 생성물 스트림을 적어도 일부 냉각하는, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 탄화수소 함유 공급물 스트림과 수증기 스트림을 합하여 혼합 스트림을 형성하는 단계와,

상기 혼합 스트림을 촉매적 부분 산화 반응장치에 주입하는 단계와,

생성물 스트림으로부터 혼합 스트림으로 열을 간접 전달하여 혼합 스트림을 예열하고 생성물 스트림을 적어도 일부 냉각하는 단계를 더 포함하는, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

공기 스트림을 압축하여 산소 함유 스트림을 형성하는 단계와,

보충수 스트림을 펌핑하여 가압수 스트림을 형성하는 단계와,

상기 가압수 스트림으로 상기 생성물 스트림을 급랭하는 단계를 더 포함하는, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 6

제3항에 있어서, 보충수 스트림을 펌핑하여 가압수 스트림을 형성함으로써 수증기 스트림을 생성하는 단계와,

열교환기 내에서 상기 생성물 스트림으로부터 상기 가압수 스트림으로 열을 간접 전달함으로써 상기 생성물 스트림을 냉각하고 상기 수증기 스트림을 형성하는 단계를 더 포함하는, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 공기 스트림을 압축하여 압축 공기 스트림을 형성함으로써 산소 함유 스트림을 형성하는 단계와,

상기 생성물 스트림으로부터 상기 압축 공기 스트림으로 열을 간접 전달함으로써 상기 압축 공기 스트림을 예열하고 상기 생성물 스트림을 냉각하는 단계를 더 포함하는, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 공기 스트림은 가스 터빈의 압축 영역으로부터의 추출 공기 스트림인, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 9

제3항에 있어서, 상기 제2 연료 스트림은 천연가스인, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 연소기는 희박 예혼합 연소기인, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 연소기 각각은 연소 가능한 혼합물을 얻기 위해 연료와 압축기 공기를 혼합하는 제1 혼합 영역과, 연소 가능한 혼합물을 연소시키는 제2 하류 연소 영역과, 연료의 일부를 구성하는 제1 연료 스트림을 제1 혼합 영역에 공급하는 제1 연료 노즐과, 연료의 나머지 부분을 구성하는 제2 연료 스트림을 제2 연소 영역과 제1 연료 노즐의 하류에 주입하여 연소를 안정화하는 제2 연료 노즐을 포함하는, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 생성물 스트림은 적어도 약 10 부피%의 수소를 포함하고,

상기 제2 연료 노즐에 의해 주입되는 제2 연료 스트림은 생성물 스트림을 구성하는, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 생성물 스트림은,

보충수 스트림을 펌핑하여 가압수 스트림을 형성하는 단계와,

상기 가압수 스트림으로 상기 생성물 스트림을 급랭하는 단계와,

상기 생성물 스트림으로부터 상기 제2 연료 스트림으로 열을 간접 전달하는 단계에 의해 냉각되는, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제1 연료 스트림은 천연가스인, 연료를 제조하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 연료를 준비하여 가스 터빈 연소기에 주입하는 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 가스 터빈의 연소기로 주입하기 전에 스트림의 중탄화수소 함유량을 허용 수준까지 낮추기 위해 촉매 부분 산화 반응장치(catalytic partial oxidation reactor)에서 탄화수소 함유 공급물 스트림(feed stream)을 수증기 및 산소와 반응시키는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 가스 터빈은 부하에 동력을 공급하는 설정과 관련된 다양한 산업, 일반적으로 전기 발전기 산업에서 사용된다. 가스 터빈은 공기를 압축하는 연소기와, 가열된 이후 압축 공기로부터 에너지를 회수하는 팽창기로 구성된다. 압축 공기는 압축기와 팽창기 사이에 배치되는 연소기 세트 내에서 가열된다.

[0003] 가스 터빈은 천연가스, 액화석유가스 및 수소 및 일산화탄소를 포함하는 합성가스 뿐만 아니라 #2 연료오일 등의 액체연료와 같은 연료를 연소시키도록 설계된다. 또한, 용광로 가스, 코크 오븐 가스(coke oven gas)와 같이 강 제품으로부터 생성되는 가스도 사용된다. 용광로 가스는 일반적으로 단독으로 사용되기엔 충분한 발열량을 갖지 않는다는 점에서 다른 가스와 혼합된다. 코크 오븐 가스는 희박 예혼합 연소 시스템(lean premix combustion systems)에서 사용되기엔 너무 많은 수소를 포함하고 있다.

[0004] 코크 오븐 가스는 2개 이상의 탄소 원자를 포함하는 높은 함유량의 탄화수소 또는 가스 터빈 연소 부품에 열적 크랙을 발생시키고 탄소 침착을 유발할 수 있는 높은 함유량의 올레핀으로 생성될 수 있다. 이러한 가스를 혼합하면 열적 크랙과 관련된 문제를 줄일 수 있는 반면에, 가스가 혼합되는 정도는 이러한 가스를 사용하는데 제한으로서 작용하게 될 것이다. 정제 장치에서 생성되는 다른 오프가스, 예를 들어 스위트 정제 가스(sweet refinery gas)와, 유사하게 2개 이상의 탄소 원자를 갖는 높은 함유량의 탄화수소를 포함하고 열적 크랙 가능성이 있는 유동성 촉매 크래커 오프가스(fluidic catalytic cracker offgas)가 있다. 유사한 문제들이 다른 유형의 오프가스와 다른 화학 제품 설비에서 생산된 부산물을 사용할 때 존재한다. 또 다른 문제점은 이러한 가스를 보충하는데 걸리는 시간이 변할 수 있고, 가스 터빈 연료로서 사용되기에는 많은 문제가 있을 수 있다는 점이다.

[0005] 상술한 바와 같이, 본 발명은 이러한 가스, 예를 들어 2개 이상의 탄소 원자를 갖는 탄화수소의 중탄화수소 함유량 및/또는 이용 불가할 정도로 높은 올레핀 함유량을 가스 터빈을 위한 연료로서 이용 가능한 수준으로 낮추기 위해 촉매 부분 산화 반응장치에서 연료를 사전 처리하는 방법을 제공한다. 또한, 위 처리는 이러한 가스의 탄화수소 보충에 따른 변화를 줄인다.

발명의 상세한 설명

[0006] 본 발명은 연료를 준비하여 가스 터빈의 연소기로 주입하는 방법을 제공한다. 본 방법에 따라, 탄화수소 함유 공급물 스트림은 산소 함유 스트림 및 증기 스트림과 함께 촉매 부분 산화 반응장치로 주입된다. 탄화수소 함유 공급물 스트림은 적어도 2개의 탄소 원자를 갖는 건조 기준 약 15%보다 작지 않은 체적비의 탄화수소 및/또는 적어도 약 3%인 체적비의 올레핀을 포함한다. 촉매에 접촉하기 전에 탄소에 대한 산소 비율이 약 0.08 내지 0.25 사이이고 탄소에 대한 물 비율이 약 0.05 내지 0.5 사이인 반응 혼합물이 보유되도록, 탄화수소 공급물 스트림과 산소 함유 스트림과 증기 스트림이 촉매 부분 산화 반응장치에 주입된다.

[0007] 탄화수소 함유 공급물 스트림은 촉매 반응 장치에 단독으로 주입되거나, 또는 약 600℃보다 높지 않은 온도의 증기 스트림과 조합하여 주입된다. 반응 혼합물은 생성물 스트림이 약 600℃ 내지 860℃ 사이의 온도로 생성되도록 촉매 부분 산화 반응장치 내에서 반응한다. 생성물 스트림은, 메탄과, 건조 기준 약 0.5%보다 작은 체적비의 올레핀과, 2개 이상의 탄소 원자를 갖는 건조 기준 약 10%보다 작은 체적비의 알칸을 포함하는 탄화수소 성분과, 메탄, 알칸 및 올레핀 외에 건조 기준 약 1%보다 작은 체적비의 탄화수소를 포함하는 나머지 탄화수소 성분을 포함한다. 생성물 스트림의 나머지 함유물은 수소와, 일산화탄소와, 이산화탄소 및 수증기를 포함한다. 생성물 스트림은 이어서 냉각되고 가스 터빈의 연소기에 주입되며, 이로써 생성물 스트림은 연소기 내에 연소를 돕는데 필요한 연료의 적어도 일부를 구성한다.

[0008] 결합 스트림을 형성하기 위해 제1 연료 스트림으로서 생성물 스트림과 제2 연료 스트림을 결합함으로써 생성물 스트림을 적어도 일부 냉각하여 연료 스트림을 형성할 수 있다. 제2 연료 스트림은 천연가스일 수 있다.

[0009] 탄화수소 함유 공급물 스트림은 결합 스트림을 형성하기 위해 증기 스트림과 결합될 수 있다. 결합 스트림은 반응 혼합물을 형성하기 위해 촉매 부분 산화 반응장치에 주입된다. 열은 생성물 스트림으로부터 결합 스트림

으로 간접 전달될 수 있고, 이로써 결합 스트림을 예열하고, 생성물 스트림을 적어도 일부 냉각할 수 있다.

[0010] 공기 스트림은 산소 함유 스트림을 형성하기 위해 압축될 수 있다. 보충 물 스트림은 가압 물 스트림을 형성하기 위해 펌핑될 수 있다. 생성물 스트림은 이어서 가압 물 스트림으로 급랭된다.

[0011] 증기 스트림은 가압 물 스트림을 형성하기 위해 보충 물 스트림을 펌핑함으로써 생성될 수 있다. 열은 생성물 스트림으로부터 열교환기 내에 가압 물 스트림으로 간접 전달된다. 이는 생성물 스트림을 냉각하고, 따라서 증기 스트림을 형성한다. 또한, 산소 함유 스트림은 공기 스트림을 압축하여 압축 공기 스트림을 형성함으로써 형성될 수 있다. 열은 생성물 스트림으로부터 가압 공기 스트림으로 간접 전달된다. 이는 압축 공기 스트림을 예열하고, 또한 생성물 스트림을 냉각한다. 공기 스트림은 가스 터빈의 압축 영역으로부터 추출 공기 스트림(bleed air stream)일 수 있다.

[0012] 소정의 실시예에서, 연소기는 희박 예혼합 연소기일 수 있고, 희박 예혼합 연소기 각각은 연소 가능한 혼합물을 얻기 위해 연료와 압축 공기를 혼합하는 제1 혼합 영역과, 연소 가능한 혼합물을 연소시키는 제2 하부 연소 영역을 포함할 수 있다. 희박 예혼합 연소기 각각은 연료의 일부를 구성하는 제1 연료 스트림을 제1 혼합 영역에 공급하는 제1 연료 노즐과, 연료의 나머지 부분을 구성하는 제2 연료 스트림을 제2 연소 영역과 제1 연료 노즐의 하부에 주입하여 안정적으로 연소를 하도록 하는 제2 연료 노즐을 포함한다. 생성물 스트림 내에 적어도 약 10% 체적비의 수소가 존재하는 경우, 제2 연료 노즐에 의해 주입되는 제2 연료 스트림은 생성물 스트림을 구성할 수 있다. 생성물 스트림은 가압 물 스트림을 형성하기 위해 보충 물 스트림을 펌핑하고 가압 물 스트림으로 생성물 스트림을 급랭함으로써 냉각될 수 있다. 또한, 열은 생성물 스트림으로부터 제2 연료 스트림으로 간접 전달될 수 있다. 제1 연료 스트림은 천연가스일 수 있다.

[0013] 소정의 실시예에서, 탄화수소 함유 공급물 스트림은 FCC 오프가스, 코커 오프가스(coker offgas), 또는 스위트 정제 가스일 수 있다.

실 시 예

[0020] 도1을 살펴보면, 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)(도면에서 "HC 스트림"으로 표시됨)은 촉매 부분 산화 반응장치(12)(catalytic partial oxidation reactor, 도면에서 "CPOX"로 표시됨)에서 사전 처리되어 천연가스 스트림(16)(도면에서 "NG"로 표시됨) 또는 충분한 발열량을 갖는 다른 연료 스트림과 결합되는 생성물 스트림(14)을 생성하고, 이로써 가스 터빈에 연료로서 주입되는 연료 스트림(18)을 형성한다.

[0021] 가스 터빈(20)은 일련의 단계일 수 있는 압축 영역(22)을 포함한다. 압축 영역(22)은 공기 스트림(24)을 압축하여 압축 공기 스트림(26)을 형성하고, 압축 공기 스트림(26)은 연소기(28)에서 연료 스트림(18)의 연소에 의해 가열됨으로써 배기 스트림(30)을 생성한다. 배기 스트림(30)은 부하(35)에 연결된 터빈 영역(32)에 주입될 수 있고, 여기서 부하(35)는 전기 발전기일 수 있다. 압축 영역(22)과 팽창 영역(32)은 기계적으로 서로 결합된다. 연소기(28)는 본 기술 분야에서 잘 알려져 있는 방식으로 압축 영역(22) 주위에 배열되는 연소기를 포함할 수 있다. 팽창기(32)는 2개의 독립 영역으로 나누어질 수 있다. 제1 영역은 압축기(22)와 동일한 샤프트에 있고, 제2 영역은 부하(34)에 연결된 제2 샤프트에 있다.

[0022] 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)은 2개 이상의 탄화수소를 갖는 건조 기준 적어도 15% 체적비의 탄화수소 및/또는 적어도 약 3% 체적비의 올레핀의 탄화수소 함유량을 포함한다. 예를 들어, 이러한 스트림은 유동성 촉매 크래커 오프가스, 코커 오프가스 또는 스위트 정제 가스와 같은 정제 오프가스일 수 있다. 높은 탄화수소 함유량을 갖는 코크 오븐 가스도 가능하다. 상술한 바와 같이, 탄화수소 함유량은 높은 탄소 크랙킹 가능성을 갖기 때문에 이러한 공급물은 가스 터빈(20)의 연료로서 부적합하다. 상술한 탄화수소 함유량을 이용 가능한 수준으로 낮추기 위해, 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)을 증기 스트림(35)과 산소 함유 스트림(36)과 함께 촉매 부분 산화 반응장치(12)에 주입하고, 이로써 차례로 촉매와 접촉하는 촉매 부분 산화 반응장치(12) 내에서 반응 혼합물을 형성한다. 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)과, 증기 스트림(35)과, 산소 함유 스트림은 모두 충분한 압력을 가지며, 이로써 생성물 스트림(14)은 천연 가스 스트림(16)과 조합하여 또는 단독으로 연소기(28)에 주입되기에 충분한 압력으로 생성된다.

[0023] 증기 스트림(35)은 반응 혼합물 내에 탄소에 대한 물의 비율이 0.05 내지 0.5 사이로 추가된다. 증기 추가율은 올레핀과 2개 이상의 탄소 원자를 갖는 다른 탄화수소의 재형성을 돕기 때문에 중요하다. 또한, 초과된 증기는 촉매 부분 산화 반응장치(12) 내 온도를 더 낮추어서 고차의 탄화수소가 메탄, 일산화탄소, 수소 등으로 분해되는 것을 방해하므로, 너무 많은 증기는 바람직하지 않다. 또한, 초과 증기는 생성물 스트림의 연료 성분을 희

석시킬 것이다.

[0024] 공기, 산소 농축 공기 또는 다른 산소 함유 가스일 수 있는 산소 함유 스트림(36)은 반응 혼합물 내에 탄소에 대한 산소 비율이 약 0.08 내지 0.25 사이로 추가된다. 이는 분사기, 스테틱 믹서, 망상 금속(reticulated metallic) 또는 세라믹 폼 단일체(ceramic foam monolith)를 사용하여 수행될 수 있다. 폼 단일체는 상대적으로 낮은 압력 강하로 산소를 안전하고 완전하게 혼합할 수 있는 구불구불한 통로를 제공한다. 탄화수소, 증기 및 산소의 비율은 도시되지는 않았으나 예를 들어, 밸브에 의해 상술한 스트림의 유량을 조절함으로써 제어될 수 있다.

[0025] 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)과 증기 스트림(35)은 바람직하게는 고차의 탄화수소의 크랙을 방지하기 위해 600℃보다 높지 않은 온도로 촉매 부분 산화 반응장치(12)에 주입되는 결합 스트림(38)을 형성하도록 결합된다. 필요에 따라, 상술한 스트림은 개별적으로 주입될 수 있다. 필요치 않더라도 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)은 산소를 보존하기 위해 예열될 수 있다. 촉매 부분 산화 반응장치(12)의 출구의 온도는 바람직하게는 2개 이상의 탄소 원자를 갖는 탄화수소에서 올레핀의 함유량을 이용 가능한 수준으로 낮추기 위해 약 600℃ 내지 860℃ 사이로 유지된다. 약 600℃ 이하의 배출온도에서는, 올레핀과 중탄화수소의 함유량을 이용 가능한 수준으로 낮출 정도로 충분히 반응하지 않는다. 약 860℃ 이상의 배출 온도에서는, 너무 많은 산소 또는 바꾸어 말하면 필요량 이상의 산소와, 또한 메탄 및 다른 탄화수소가 이산화탄소, 수소 및 물로 산화되어 생성물 스트림(14)의 발열량을 감소시켜 연료로서의 유용성을 감소시킬 것이다.

[0026] 상술한 온도 범위 및 반응 혼합물의 공급 조건 내에서 반응이 일어난다면, 산소는 모두 소모되고 물은 부분 산화 반응장치(12)의 배출구에서 15%보다 작은 체적비로 감소된다. 이러한 조건 하에서, 공급물 내에 포화된 탄화수소는 올레핀보다 낮은 속도로 반응할 것이다. 2개 이상의 탄소 원자를 갖는 탄화수소의 고분자량은 또한 수소, 일산화탄소, 이산화탄소 및 메탄으로 변환된다. 특정 반응 조건에서, 생성물 스트림(14)은 건조 기준 약 0.5%보다 작은 체적비의 올레핀과, 2개 이상의 탄소 원자를 갖는 건조 기준 10%보다 작은 체적비의 알칸을 포함할 것이다. 이러한 온도에서, 다른 탄화수소도 미량 존재할 수 있고, 소정의 경우 건조 기준 1%보다 작은 체적비일 수 있다. 나머지 함유물은 메탄, 수소, 이산화탄소, 일산화탄소 및 증기를 포함할 것이다. 이렇게 처리된 생성물 스트림(14)은 가스 터빈(20)을 위한 연료로서 일부 또는 단독으로 사용되기에 적합하다.

[0027] 촉매 부분 산화 반응장치(12)는 바람직하게는 백금, 로듐, 팔라듐, 니켈 또는 루테늄을 포함하는 촉매 층으로 피복된 금속 단일체인 부분 산화 촉매를 포함한다. 단일체의 구조는 망상 폼, 벌집 또는 나선 형상으로 감긴 주름진 포일일 수 있다. 망상 폼 또는 벌집 구조로 촉매 피복된 세라믹 비드 또는 세라믹 단일체일 가능성도 있다.

[0028] 금속 지지 촉매는 다른 촉매 형태에 비해 더 나은 열전도성과 균일한 온도 분포와 낮은 작용 온도를 갖는다는 점에서 다른 지지 촉매에 비하여 더 나은 효율을 갖는다. 이러한 모든 요인들은 너무 많은 파라핀, 예를 들어 에탄을 올레핀으로 변환하지 않고 올레핀의 더 많은 선택 파괴를 허용한다.

[0029] 유용한 촉매는 미국, 켄터키주, 루이빌에 소재한 SudChemie사로부터 입수할 수 있으며, 이는 FECRALY상에 PC-POX 1로 판매되는 단일체 형태이다. 실험 데이터는 이러한 촉매를 갖는 반응 혼합물이 가스 터빈 내에서 이용 가능한 올레핀과 2개 이상의 탄소 원자 성분을 갖는 다른 탄화수소를 포함하는 생성물을 생산하는데 약 46,000 $hour^{-1}$의 공간속도가 효과적이라는 사실을 확인해주었다. 이러한 목적을 위해, 공간속도는 빈 반응값(empty reactor value)에 대한 표준 온도 및 압력에서의 가스 체적 유량의 비로 정의된다. 특히, 더 긴 체류 시간이 표시될 수 있고, 따라서 소정의 공급물이 처리되는데 적어도 10,000$hour^{-1}$의 공간속도가 요구될 수 있다.

[0030] 본 발명의 소정의 실시예를 수행하기 위해, 주어진 공급물에 대해 탄소에 대한 예비 물과 탄소에 대한 산소의 비율과 바람직한 배출 온도는 종래 시뮬레이션 기술에 의해 결정될 수 있다. 공급물의 보충은 가스 크로마토그래피에 의해 결정될 수 있다. 본 분야에서 이러한 비율, 공급 속도 등의 미세한 조정은 생성물 스트림(14)의 분석에 의해 이루어질 수 있다. 이러한 미세한 조정은 가스 크로마토그래피를 사용하여 생성물 스트림(14)을 샘플링하고 분석하는 것을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 가스 크로마토그래피에 의한 분석없이 효율을 예견할 수 있도록 충분한 데이터가 개발될 수 있다. 본 발명에 있어서 생성물 스트림(14)이 가스 터빈(20)에 단독 연료로서 사용되는 용도도 가능하다. 이는 물론 발열량과 가스 터빈 연소기(28)와의 호환성에 의존한다. 대부분의 경우에 있어서, 생성물 스트림(14)은 부가적으로 사용될 것이며, 따라서 다른 연료 스트림, 예를 들어 천연 가스 스트림(16)과 혼합될 것이다. 그러나, 잠재 코킹 탄화수소(potential coking hydrocarbon)는 천연 가스에서 발견되는 것들과 유사한 수준으로 조절되므로 생성물 스트림(14)과 같이 처리된 스트림은 종래 기술에서

생각한 것보다 더 많은 양이 사용될 것이다.

[0031] 상술한 바와 같이, 중탄화수소가 세정에 의해 제거된다면, 가스 터빈은 코크 오븐 가스와 같은 공정가스(process gas)에 의해 작동될 수 있다. 높은 수준의 고분자량 탄화수소, 특히 올레핀은 가스 터빈 연소기 내에 탄소를 형성하고 가스 터빈 구성요소의 부식과 오염을 유발하고 가스 터빈 배기구에 "연기"의 방출을 야기할 수 있다.

[0032] 그러나, 주어진 연료 시스템 설계에 있어서 발열량의 변화량은 제한된다. 연료 노즐은 특정 체적 유량 내에서 작동하도록 설계된다. 발열량의 범위는 연료 노즐 면적 또는 가스 온도를 증가 또는 감소시킴에 의해 조정될 수 있다. 천연가스와 같은 연료를 위해 설계된 기존의 연소기에 있어서, 연료 노즐은 고정된다. 연료의 온도는 가스 터빈 제어 목적을 위해 바람직한 에너지 밀도 내에서 연료 스트림(18)을 유지하도록 조정될 수 있다. 주어진 시스템 설계에 대한 가스 연료의 호환성의 척도는 웨버 지수이다. 웨버 지수는 공기에 대한 연료 비중과 연료 온도의 곱의 제곱근에 대한 연료의 저위 발열량의 비와 동일하다. 일반적으로, 연료는 웨버 지수의 플러스 마이너스 5%를 초과하지 않는 온도로 공급된다.

[0033] 따라서, 개장 상황 또는 가스 터빈이 변경되지 않은 상황에서, 생성물 스트림(14) 또는 생성물 스트림(14)을 포함하는 혼합물, 예를 들어 연료 스트림(18)은 특정 가스 터빈 연소기의 설계 웨버 지수에 부합하도록 사용된다. 생성물 스트림의 사용을 지배하는 자유도는 조성과 온도이고, 혼합된 경우에는 혼합물, 예를 들어 연료 스트림(18)의 조성 및 온도이다. 생성물 스트림(14)이 단독으로 사용되는 상황에서, 온도는 촉매 부분 산화 반응장치(12)를 위한 반응 스트림과 열교환을 통해 조정될 수 있고, 필요한 경우 추가적인 냉각을 통해 조정될 수 있다. 혼합의 경우, 추가 또는 단독 온도 제어는 생성물 스트림(14)과, 다른 연료 스트림, 예를 들어 천연 가스 스트림(16)의 유량을 제어함에 의해 이룰 수 있다. 혼합물의 저위 발열량은 또한 유량을 조절함에 의해 제어될 수 있다.

[0034] 실제적으로, 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)의 조성은 생성물 스트림(14)의 조성과 온도를 차례로 변화시킬 수 있고 이로써 소정의 계산된 웨버 지수를 변화시킬 수 있다. 상기한 바와 같이, 생성물 스트림(14)의 조성 및 온도가 제어된다면, 스트림의 혼합 제어는 2개의 유량을 제어하는 간단하면서 수월한 방식이다. 대부분의 작동 상황에서, 바람직하게는 이러한 반응으로 공급물에서 가장 잘 변할 것 같은 중탄화수소를 제거한다는 점에서, 촉매 부분 산화를 사용하여 공급물 변화를 낮출 것이다. 따라서, 일반적으로 터빈 연료 예열 제어를 사용하여 혼합비를 선택할 때, 혼합물의 온도를 제어하는 것이 필요하다.

[0035] 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)의 조성 변화로 인해 추가적인 제어가 필요하다면, 약 10%보다 작게 천연 가스 스트림(16)과 혼합되는 생성물 스트림(14)의 양을 제한하여 미세하게 제어할 수 있다. 이는 물론 그다지 바람직하지 않은 조치일 수 있다. 더 바람직한 제어는 0.5%보다 작은 올레핀과 2개 이상의 탄소 원자를 갖는 10%보다 작은 다른 탄화수소를 유지하는데 필요한 최소량보다 탄소에 대한 산소의 비율을 약간 높인 상태로 촉매 부분 산화 반응장치(12)를 작동시킴으로써 공급물 변화를 낮추는 것이다. 이러한 목적을 위한 초과 산소는 최소 필요량보다 약 10% 내지 15% 정도 높을 수 있다. 이는 공급 가스 내에 단일 요소, 예를 들어 에틸렌의 조성에 있어서 20% 내지 30% 증가를 조절하기에 충분하다.

[0036] 또한, 주어진 가스 터빈 작동 조건을 위한 연료 요건에 부합하도록 가스 터빈에 전달되는 연료의 양을 제어하는 것이 중요하다. 이는 탄화수소 함유 스트림(10)의 조성을 감시함에 의해, 다시 가스 크로마토그래피에 의해, 그리고 가스 터빈 요건에 부합하는 유량을 설정하기 위해 이러한 감시 결과를 사용함으로써 이룰 수 있다. 이러한 촉매 부분 산화 반응장치(12)의 작용을 통해 본질적으로 공급물 변화를 낮춤으로써 웨버 지수에서의 실질적인 차이를 유발하지 않고 가스 터빈 연료 요건을 변함없이 전달할 수 있다.

[0037] 공급물 변화에 응답하여 촉매 부분 산화 반응장치(12) 내의 반응을 제어하는 또 다른 방법은 탄소에 대한 산소 비율과, 탄소에 대한 증기 비율을 조정함으로써 촉매 부분 산화 반응장치(12)의 출구 온도가 매우 좁은 범위 내에서 유지되도록 하는 것이다. 좁은 범위 내에 온도를 유지하는 것은 생성물 스트림(14) 내에 낮은 조성 변화를 유발한다. 공급물 변화는 탄화수소 함유 공급물(10)에 존재하는 얼마간의 탄소를 유발할 수 있다. 탄화수소 함유 공급물(10)의 탄소 함유량이 증가하고, 예를 들어 공급 에틸렌 농도가 증가하고, 그 이후 어떠한 수정 행위도 취해지지 않는다면, 생성물 스트림(14)의 온도는 낮아질 것이다. 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)의 탄소 함유량이 감소한다면, 그 반대 상황이 발생할 것이다. 온도 변화는 조성 변화를 유도하고, 이는 터빈 천연 가스 스트림과 혼합될 생성물 스트림(14)의 온도와 발열량에 영향을 줄 것이다.

[0038] 실질적으로, 탄소에 대한 증기 비율 및 탄소에 대한 산소 비율을 일정하게 유지하기 위해서, 탄화수소 함유 공

급물 스트림(10)의 유량이 조절될 수 있다. 예를 들어, 공급물의 탄소 농도가 증가하면, 산소에 대한 탄소 비율과 탄소에 대한 증기 비율을 동일하게 유지하고 생성물 스트림(14)의 온도를 최종적으로 원하는 범위 내에서 유지하기 위해, 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)의 유동은, 예를 들어 제어 밸브에 의해 감소될 수 있다. 이러한 조치는 온도가 좁은 범위 내에서 유지되도록 하기 위해 높은 탄소 공급 농도가 갖는 온도 감소를 상쇄할 것이다. 온도를 설정치의 5도 내지 15도 내에 유지하는 것으로 충분하다. 유지되는 설정 온도는 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)의 평균 조성에 의존하고 상술한 바와 같이 약 600℃ 내지 860℃ 사이일 것이므로 상황에 따라 결정된다.

[0039] 본 기술분야의 당업자가 알고 있는 바와 같이, 다른 제어 방식의 조합도 사용될 수 있다. 또한, 이러한 조합 또는 상술한 소정의 제어 방식은 실질적으로 공급물 변화가 충분히 긴 시간에 걸쳐 일어난다는 점에서 수동으로 수행될 수 있다. 자동제어도 물론 가능하다.

[0040] 도2를 살펴보면, 생성물 스트림(14)의 온도를 연소기(28)의 웨버 지수에 부합하도록 이용 가능한 수준으로 낮추고, 이로써 생성물 스트림(14)을 연료 스트림(18)에 보충하여 사용가능한 정도로 향상시키면서 결합 스트림(38)을 예열하는 이점이 있는 도1과 다른 실시예가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 열교환기(46)는 생성물 스트림(14)을 냉각하면서 결합 스트림(38)을 예열한다. 예열 결합 스트림(38)은 반응장치 배출 온도를 유지하고 적절한 탄화수소 함유량을 유지하는데 필요한 산소 사용량을 낮추는 추가적인 장점이 있다.

[0041] 도3을 살펴보면, 펌프(50)가 탈이온수("DI")로 형성된 보충 물 스트림(48)을 펌핑하여, 생성물 스트림(14)과 함께 급랭탑(54)(도면에서 "급랭"으로 표시)에 충분한 압력으로 주입되는 가압 스트림(52)을 생성하는 다른 온도 제어가 나타나 있다. 그 결과, 생성물 스트림(14)은 천연가스 스트림(16)과 조합될 때 저온일 것이며, 가스 터빈(20)의 NO_x 방출을 낮추는 경향이 있는 증기를 포함할 것이고 약간 많은 물질이 터빈 영역(32)에서 팽창되도록 할 것이다. 본 실시예 뿐만 아니라 다른 실시예에서 산소 함유 스트림은, 압축기(58)에 의해 압축되어 산소 함유 스트림(36)과 같은 작용을 하는 압축 공기 스트림을 생성하는 공기 스트림(56)일 수 있다. 산소 함유 스트림(36)은 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)과 증기 스트림(34)과 함께 촉매 부분 산화 반응장치(12)로 주입된다.

[0042] 상술한 바와 같이 증기 스트림(34)과 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)은 적정 압력에서 얻어지므로 공기 스트림(56)의 압축이 필요하다. 압축열은 산소 함유 스트림(36)을 형성하는 압축 공기 스트림으로부터 제거되지 않으므로, 반응 혼합물에 열을 공급하여 촉매 부분 산화 반응장치(12) 내에서 소모시킴으로써 산소 사용량을 낮추는 것을 돕는다.

[0043] 도4는 보일러(68) 또는 다른 열교환장치에 주입될 때 증기 스트림(34)이 충분한 압력으로 탄화수소 함유 스트림(10)과 차례로 결합되기에 충분한 압력의 가압 스트림(66)을 생성하기 위해, 펌프(64)가 보충 물 스트림(62)을 펌핑하는 본 발명의 일 실시예를 도시하고 있다. 그 결과로 생긴 결합 스트림(38)은 촉매 부분 산화 반응장치(12)에 주입된다. 생성물 스트림(14)은 증기를 높이기 위해 보일러(68) 내에 가압 스트림(66)과 간접적으로 열교환하고 결과적으로 부분 냉각 생성물 스트림(14a)을 형성하도록 냉각한다. 부분 냉각 생성물 스트림(14a)은 이어서 열교환기(72) 내에서 추가적으로 냉각되어, 천연 가스 스트림(16)과 결합되는 냉각 생성물 스트림(14b)을 생성한다. 동시에 공기 스트림(74)은 압축기(76)에 의해 압축되어 부분 냉각 생성물 스트림(14a)의 냉각과 대조적으로 열교환기(80) 내에서 가열되는 압축 공기 스트림(78)을 형성함으로써 가열된 산소 함유 스트림(36)을 생성하며, 이로써 반응 혼합물이 촉매 부분 산화 반응장치(12) 내에서 반응하도록 가열하는 작용을 할 수 있다.

[0044] 도5는 추출 공기 스트림(26a)이 압축기 스트림(26)으로부터 추출되는 도3의 다른 실시예이다. 추출 공기 스트림(26a)은 이어서 압축기(58)에 의해 압축되고 촉매 부분 산화 반응장치(12)로 직접 주입된다. 이 실시예는 압축기(58)에 의해 제공되는 개별 압축량을 감소시킨다.

[0045] 연소기(28)는 확산 연소기 또는 건식 저 NO_x 연소기로 알려져 있는 희박 예혼합 연소기(28)일 수 있다. 확산 연소기에 있어서, 연료/공기 혼합 및 연소는 제1 연소 영역에서 동시에 일어날 수 있다. 희박 예혼합 연소기에 있어서, 연료와 공기는 초기 또는 제1 혼합 구간에서 혼합된다. 결과적으로 생기는 혼합물은 이어서 연소가 일어나는 제2 연소 구간으로 공급된다. 이러한 연소기에 사용되는 공기 및 연료 스테이징(staging) 기술은 다양하게 알려져 있다. 희박 예혼합 연소기는 특히 수소 함유량과 연료 조성 변화에 민감하며, 약 10% 또는 그 이상의 체적비의 수소 함유량과 연료를 사용하면 이러한 연소기에서 문제가 될 수 있다.

[0046] 도6을 살펴보면, 생성물 스트림(14)의 수소 함유량이 10% 이상인 희박 예혼합 연소기(28')에 사용되기에 특히

적합한 다른 실시예가 도시되어 있다. 도시된 실시예는 천연 가스 스트림(16)을 예열하는 동안, 천연 가스 스트림(16)이 생성물 스트림(14) 냉각 작용을 하는 열교환기(84)를 함께 통과하는 것을 제외하고는 도3에 도시된 것과 어느 정도 유사하다. 아래에서 살펴보겠으나, 천연 가스 스트림(16)과 생성물 스트림(14)은 개별적으로 희박 예혼합 연소기(28')에 공급된다.

[0047] 도7을 살펴보면, 희박 예혼합 연소기(28')는 연료를 희석하는 비율로 공기와 연료가 혼합되는 제1 혼합 영역(86)을 구비한다. 연료는 제2 연소 영역(88)에서 연소되고 냉각 영역(90)에서 냉각된다. 희박 예혼합 연소기(28')는 화살표 방향으로 공기를 주입하기 위해 슬롯(94)을 갖는 연소 라이너(92)를 구비한다. 압축 공기 스트림(26)의 일부는 스트림 "A"로서 희박 예혼합 연소기(28')로 진입하고, 일반적으로 다른 부분 "B"는 냉각 목적으로 사용된다. 천연 가스 스트림(16)은 제1 연료 노즐(92)로 주입된다. 생성물 스트림(14)은 스트림의 수소 함유량이 특별히 민감하지 않은 제2 연료 노즐(94)로 주입된다.

[0048] 상술한 바와 같이, 연소기(28)는 연료 스트림(18)의 일부가 제1 연료 노즐(92)과 제2 연료 노즐(94) 양쪽으로 주입되는 희박 예혼합 연소기(28')와 같은 희박 예혼합 연소기일 수 있다. 또한, 생성물 스트림(14)이 부적합하게 높은 수소 함유량, 즉 10% 또는 그 이상의 함유량을 갖는 경우라 하더라도, 생성물 스트림(14)을 천연 가스 스트림(16)과 혼합하여 연료 스트림(18)의 수소 함유량을 낮추고 이렇게 혼합된 스트림이 제1 연료 노즐(92)과 제2 연료 노즐(94) 양쪽으로 각각 주입되는 것을 허용할 수 있다.

[0049] 계산된 실례는 약 204℃의 가스 온도에서, 천연 가스 연료로 작동하도록 설계된 전형적인 희박 예혼합 연소기에서 수행되었다. 이렇게 계산된 실례는 도2에 도시된 본 발명의 일 실시예와 관련하여 논의될 것이다.

[0050] 천연 가스 조성은 아래의 표에서 주어진다. 촉매 부분 산화 반응장치(12)는 깁스 반응(Gibbs reactor)으로서 실험되었다. 100℃의 천연 가스 웨버 지수는 종래의 방법으로 계산했을 때 약 45.625이다. 상기한 바와 같이, 가스 터빈은 설계값의 5% 이내 또는 상술한 온도에서의 천연 가스의 경우 약 43.343 내지 47.907 사이의 웨버 지수를 갖는 가스를 이용할 수 있다.

[0051] 실례에서, 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)은 유동성 촉매 크래커에 의해 생성된 전형적인 정제 오프가스로 형성된다. 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)은 아래 표에 주어진 조성을 갖고, 천연 가스 스트림(16) 체적 유량의 약 25%의 유량을 갖는다. 탄화수소 함유 공급물 스트림(10) 체적 유량의 약 10%의 유량과 약 250℃의 온도를 갖는 증기 스트림(34)은 탄화수소 함유 공급물 스트림(10)과 혼합하여 약 300psig의 압력에서 작용하는 촉매 부분 산화 반응장치(12)에 차례로 공급되는 결합 스트림(38)을 생성한다. 탄화수소 함유 스트림(10) 체적 유량의 약 7%와, 약 21℃의 온도를 갖는 실질적으로 순수한 산소의 산소 함유 스트림(36)이 또한 촉매 부분 산화 반응장치(12)로 주입된다.

[0052] 생성물 스트림(14)의 온도는 720℃로 계산되고, 조성은 아래 표1과 같다. 생성물 스트림(14)은 열교환기(46)에서 냉각되고 연소기(28) 내로 연료로서 공급되는 연료 스트림(18)을 생성하기 위해 약 20℃의 온도를 갖는 천연 가스 스트림(16)과 혼합된다. 연료 스트림(18)의 조성은 표1의 맨 오른쪽 칼럼에 나타나있다. 연료 스트림(18)은 약 80℃의 온도로 제어되고, 이는 이러한 스트림에서 물의 응축점 이상이고, 웨버 지수 43.557로 계산되었고 이는 아래 웨버지수 한계 범위 내에 있다. 이상에서 알 수 있듯이, 이러한 계산은 상술한 탄소에 대한 증기와 산소의 비율의 예비 조정 척도로서 사용될 수 있다.

표 1

		천연 가스 스트림 16	탄화수소 함유 공급물 스트림 10	생성물 스트림 14	연료 스트림 18
수소	Mol%	0	10.833	4.245	1.117
메탄	mol%	91.78	37.705	67.974	85.517
에틸렌	mol%	0	15.907	0.073	0.019
에탄	mol%	3.42	15.509	0.203	2.574
프로필렌	mol%	0	2.835	0.006	0.001
프로판	mol%	0.61	1.647	0.002	0.450
이소부탄	mol%	0.07	0.678	0	0.052
n-부탄	mol%	0.1	0.197	0	0.074
1-부탄	mol%	0	0.15	0	0
1,3-부타디엔	mol%	0	0.007	0	0
이소펜탄	mol%	0	0.277	0	0
펜탄	mol%	0.05	0.836	0	0.037
1-펜텐	mol%	0	0	0	0
헥산+	mol%	0.03	0	0	0.022
N2	mol%	3.23	9	6.302	4.038
O2	mol%	0	0.017	0	0
CO	mol%	0	2.146	20.852	5.486
CO2	mol%	0.71	2.256	0.3	0.602
H2O	mol%	0	0	0.043	0.011
전체		100.000	100.000	100.000	100.000
분자량		17.4	22.83	18.82	17.78
지위 발열량 BTU/ft^3		916.36	1046.5	703.41	860.29

[0053]

[0054] 본 발명은 바람직한 실시예를 참조하여 설명되었으나, 본 기술분야의 당업자는 본 발명의 기술 범위 및 사상으로부터 벗어나지 않고도 수많은 변경, 추가, 생략을 생각해낼 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도1은 본 발명에 따른 방법을 수행하는 장치의 개략도이다.

[0015] 도2는 본 발명에 따른 방법을 수행하는 장치의 다른 실시예이다.

[0016] 도3은 본 발명에 따른 방법을 수행하는 장치의 다른 실시예의 개략도이다.

[0017] 도4는 본 발명에 따른 방법을 수행하는 장치의 또 다른 실시예의 개략도이다.

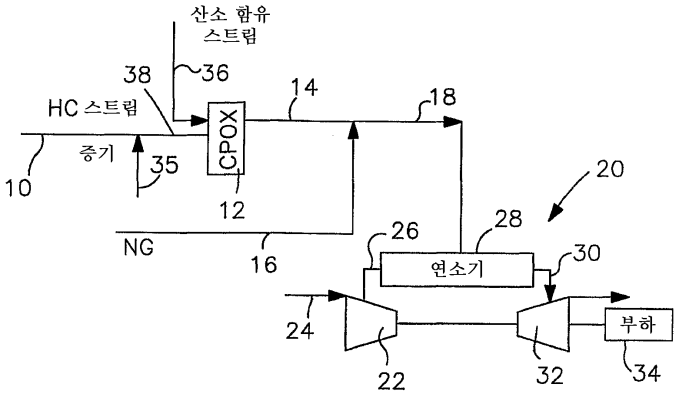
[0018] 도5는 본 발명에 따른 방법을 수행하는 장치의 또 다른 실시예의 개략도이다.

도6은 희박 예혼합 연소기를 사용하는 본 발명에 따른 방법을 수행하는 장치의 일 실시예의 개략도이다.

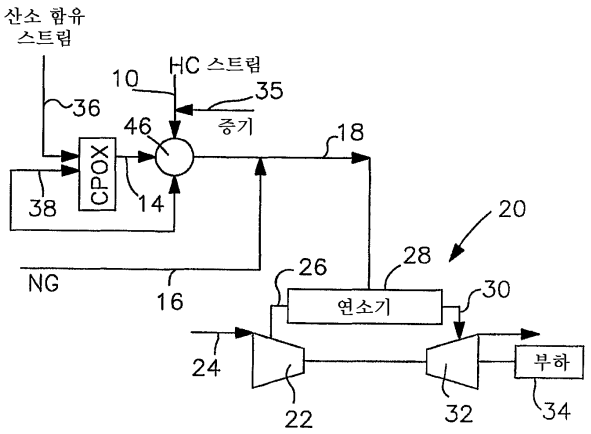
[0019] 도7은 도6에 개략적으로 도시된 유형의 희박 예혼합 연소기의 개략도이다.

도면

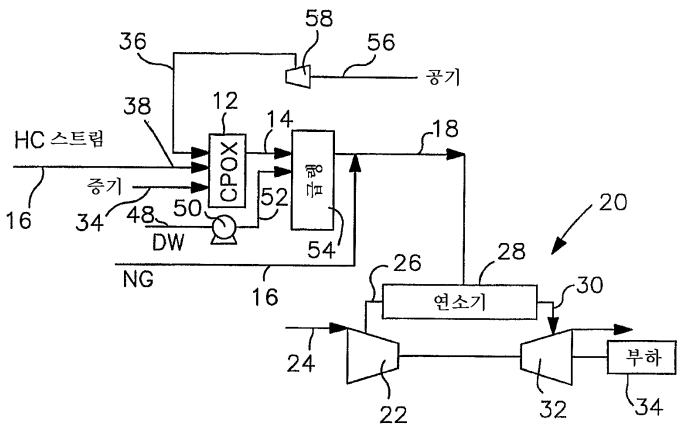
도면1



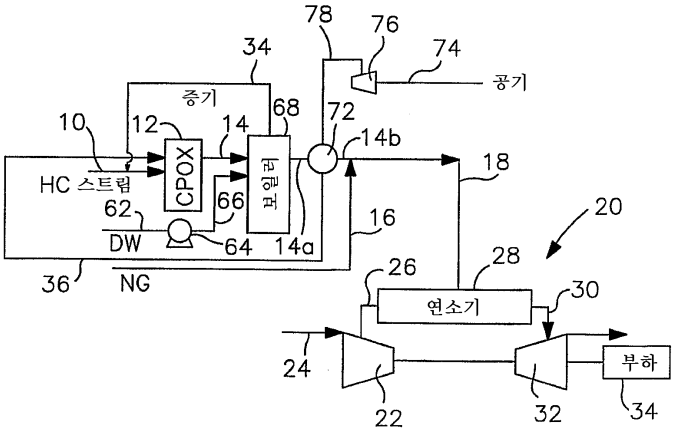
도면2



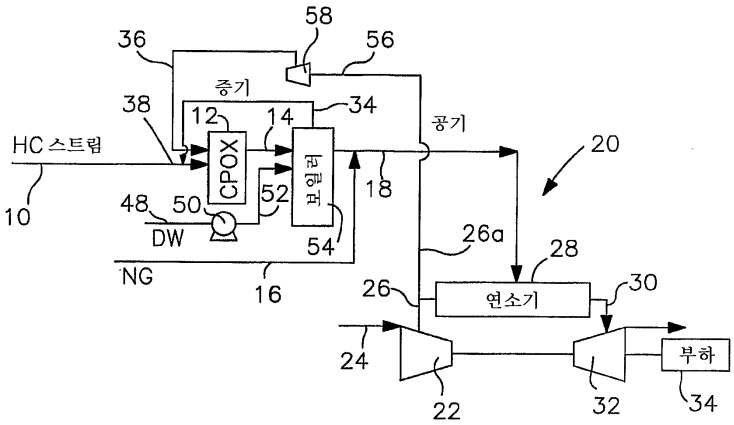
도면3



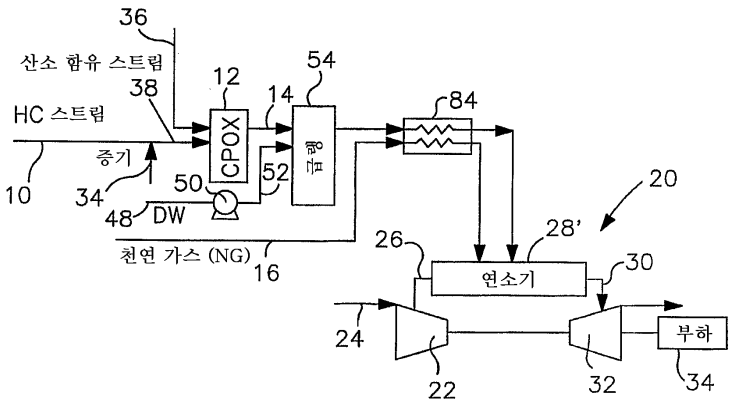
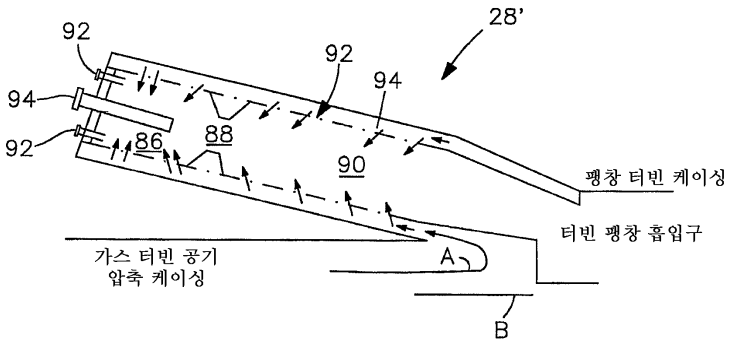
도면4


78
76
74
공기
34
증기
68
72
10
12
14
14b
18
HC 스트림
CPOX
버너부
66
62
DW
64
14a
16
20
36
NG
26
28
30
연소기
24
부하
22
32
34

도면5


58
36
56
증기
38
12
14
34
공기
HC 스트림
20
CPOX
버너부
10
48
50
52
18
DW
54
26a
28
NG
16
26
연소기
30
24
부하
22
32
34

도면6


36
산소 함유 스트림
54
12
38
14
84
HC 스트림
CPOX
버너부
증기
20
10
34
50
52
48
DW
26
28'
천연 가스 (NG)
16
연소기
30
24
부하
22
32
34

도면7