



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년01월14일  
(11) 등록번호 10-2755177  
(24) 등록일자 2025년01월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C10G 9/36 (2006.01) F23C 9/08 (2006.01)  
F23D 14/64 (2006.01) F23L 7/00 (2006.01)
  - (52) CPC특허분류  
C10G 9/36 (2013.01)  
F23C 9/08 (2013.01)
  - (21) 출원번호 10-2020-7033721
  - (22) 출원일자(국제) 2019년04월26일  
심사청구일자 2022년02월28일
  - (85) 번역문제출일자 2020년11월24일
  - (65) 공개번호 10-2021-0003857
  - (43) 공개일자 2021년01월12일
  - (86) 국제출원번호 PCT/EP2019/060731
  - (87) 국제공개번호 WO 2019/207105  
국제공개일자 2019년10월31일
  - (30) 우선권주장  
18169521.4 2018년04월26일  
유럽특허청(EPO)(EP)
  - (56) 선행기술조사문헌  
EP00909804 A2  
(뒷면에 계속)
- 전체 청구항 수 : 총 14 항

- (73) 특허권자  
테크넵 에너지스 프랑스  
프랑스 낭테르 세텍스 에프 92741 이머블 오리진  
씨에스 10266 불러바드 데 라 데팡스 2126
- (72) 발명자  
우드, 피터  
네덜란드 2719 케이엔 조테르미르 라민호트 16  
키니크, 위날  
네덜란드 2721 에이치더블유 조테르미르 모리서스 3
- (74) 대리인  
김태홍, 김진희

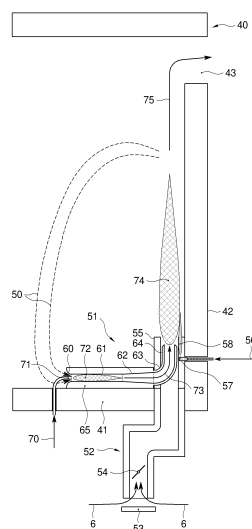
심사관 : 임병서

(54) 발명의 명칭 증기 분해로를 위한 버너 시스템

(57) 요약

증기 분해로의 복사 섹션을 위한 버너 시스템으로서, 버너 시스템은 복사 섹션에 열을 제공하도록 구성되고, 버너 시스템은 연료 입구 및 산화제 입구를 포함하고, 복사 섹션 내에 위치되고 추진제 및 추진 유체를 수용하도록 배열되며 상기 추진제와 상기 추진 유체를 예비 혼합하도록 배열된 이젝터 블록을 더 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*F23D 14/64* (2013.01)

*F23L 7/007* (2013.01)

*F23C 2202/10* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20040054247 A1

CN101619949 A

JP09292191 A

US20030127361 A1

US20140127091 A1

KR1020090013754 A

KR1020080102327 A

KR1020020000112 A\*

KR1020080069970 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

증기 분해로의 복사 섹션을 위한 버너 시스템에 있어서, 상기 버너 시스템은 상기 복사 섹션에 열을 제공하도록 구성되고, 상기 버너 시스템은,

추진 유체를 흡입하도록 배열된 흡입 챔버를 갖고, 상기 복사 섹션 내에 위치되는 이젝터 블록;

상기 이젝터 블록에 연결되는 버너 블록;

상기 버너 블록에 구비되는 연료 입구;

상기 버너 블록 또는 이젝터 블록 입구 영역에 구비되는 산화제 입구; 및

추진제를 상기 이젝터 블록 내로 주입하도록 구성된 제1 노즐

을 포함하고,

상기 이젝터 블록은 상기 제1 노즐에 의해 주입된 추진제 및 상기 흡입 챔버에 흡입된 추진 유체를 예비 혼합하도록 배열되고,

상기 버너 시스템은 추진제/추진 유체 예비 혼합물과 조합된 상기 연료 입구를 통해 공급되는 연료 및/또는 상기 산화제 입구를 통해 공급되는 산화제의 적어도 부분적으로 변환되지 않은 혼합물의 출구 유동을 위해 상기 복사 섹션 내로의 단일 출구를 포함하고,

상기 추진제는 연료 가스, 압축 공기 및 압축된 연소 산소 중 하나이고,

상기 단일 출구는 상기 버너 블록의 출구 영역이며, 상기 단일 출구는 상기 연료 입구와 상기 산화제 입구의 하류측에 배치되는, 버너 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이젝터 블록은 일정 면적 혼합 유형의 이젝터를 포함하며, 상기 이젝터 블록은 추진제와 추진 유체가 혼합되는 이젝터 일정 면적 혼합 섹션을 포함하고, 상기 이젝터 일정 면적 혼합 섹션은 상기 이젝터 블록의 유입구로부터 소정 거리에 있는, 버너 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 이젝터 일정 면적 혼합 섹션의 스포트 내경에 대한 상기 이젝터 일정 면적 혼합 섹션의 길이의 비율은 5 내지 8의 범위인, 버너 시스템.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 흡입 챔버는 상기 추진 유체의 운동량을 증가시키도록 배열되는, 버너 시스템.

#### 청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 노즐은 상기 이젝터 블록의 종축을 따라 상기 이젝터 블록 내로 연장되는, 버너 시스템.

#### 청구항 6

제2항에 있어서,

상기 제1 노즐은 상기 이젝터 일정 면적 혼합 섹션의 유입구에 배치되는, 버너 시스템.

**청구항 7**

제2항에 있어서,

상기 제1 노즐의 직경에 대한 상기 이젝터 일정 면적 혼합 섹션의 스로트 내경의 비율은 5보다 큰, 버너 시스템.

**청구항 8**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이젝터 블록은 동적 압력을 정적 압력으로 전환하도록 구성된 이젝터 디퓨저를 포함하는, 버너 시스템.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

이젝터 디퓨저 입구 면적에 대한 이젝터 디퓨저 배출구 면적의 비율은 1.5 내지 2.5의 범위인, 버너 시스템.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

출구 굴곡 피스를 더 포함하며, 상기 출구 굴곡 피스의 직경에 대한 굴곡 내부 반경의 비율은 0.75보다 큰, 버너 시스템.

**청구항 12**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

직선형 연장 피스를 더 포함하며, 상기 연장 피스의 직경에 대한 상기 연장 피스의 길이의 비율은 1보다 큰, 버너 시스템.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

직선형 연장 피스 출구 영역의 내측은 날카로운 에지로 테이퍼지는, 버너 시스템.

**청구항 14**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따른 적어도 하나의 버너 시스템을 포함하는 증기 분해로의 노 화실.

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따른 버너 시스템을 작동하는 방법에 있어서,

- 30 체적% 미만의 과잉 산화제 레벨에 도달할 때까지 1차 연료 및 산화제를 상기 버너 시스템 내로 주입하는 단계;
- 30 체적% 미만의 과잉 산화제 레벨에 도달하면 1차 연료의 공급을 감소시키는 단계;
- 추진제를 상기 이젝터 블록 내로 주입하는 단계

를 포함하는, 버너 시스템의 작동 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 증기 분해로(steam cracking furnace)를 위한 버너 시스템(burner system)에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 종래의 증기 분해로에서, 탄화수소 공급원료(hydrocarbon feedstock)는 분해로의 대류 섹션에 있는 많은 대류 뱅크(convection bank) 중 하나인 공급 예열기(feed preheater)로 들어갈 수 있다. 이러한 탄화수소 공급원료는 임의의 종류의 탄화수소, 바람직하게는 본질적으로 파라핀계 탄화수소 또는 나프텐계 탄화수소일 수 있지만, 소량의 방향족 및 올레핀도 또한 존재할 수 있다. 그러한 공급원료의 예는 에탄, 프로판, 부탄, 천연 가솔린, 나프타, 등유, 천연 가스 응축물, 가스 오일, 진공 가스 오일, 수소처리 또는 탈황 또는 수소탈황된(진공) 가스 오일, 또는 이들의 조합이다. 공급원료의 상태에 따라, 공급물은 회석 증기와 혼합되기 전에 공급 예열기에서 예열되고 그리고/또는 부분적으로 또는 완전히 증발될 수 있다. 회석 증기는 직접 주입될 수 있거나, 공급원료와 혼합하기 전에 회석 증기 과열기(dilution steam superheater)에서 먼저 과열될 수 있다. 예를 들어 더 무거운 공급원료의 경우, 다수의 증기 주입 지점이 있을 수도 있다. 혼합된 공급원료/회석 증기 혼합물은 복사 코일(radiant coil)에 도입하기 위한 최적의 온도에 도달하도록 고온 코일에서 추가로 가열된다. 복사 코일에서, 탄화수소 공급원료는 열분해 반응이 시작되고 탄화수소 공급원료가 생성물 및 부산물로 변환되는 시점까지 급속하게 가열된다. 그러한 생성물은, 그 중에서도, 수소, 에틸렌, 프로필렌, 부타디엔, 벤젠, 톨루엔, 스티렌 및 크실렌이다. 부산물은, 그 중에서도, 메탄 및 연료 오일이다. 회석 증기, 변환되지 않은 공급원료 및 변환된 공급원료의 결과적인 혼합물, 즉 반응기 유출물은 "분해 가스(cracked gas)"로 불린다. 이러한 분해 가스는 이송 라인 교환기(transfer line exchanger)에서 급속하게 냉각되어, 생성물에 유리한 반응의 평형을 동결시킨다. 분해 가스의 폐열은 적어도 하나의 이송 라인 교환기에서 회수될 수 있으며, 포화 고압(HP) 증기를 생성하는 데 사용될 수 있다. 이러한 증기는 증기 드럼(steam drum)에서 나오는 보일러수(boiler water)로부터 생성될 수 있다. 이송 라인 교환기에서, 보일러수는 부분적으로 기화된다. 이러한 부분적으로 기화된 보일러수는 자연 순환에 의해 증기 드럼으로 다시 유동한다. 증기 드럼에서, 생성된 포화 증기는 보일러수로부터 분리되고, 대류 섹션으로 보내져서 과열될 수 있다. 다수의 이송 라인 교환기가 있을 수 있지만, 첫 번째 이송 라인 교환기, 즉 1차 이송 라인 교환기는 바람직하게는 포화 증기를 생성하는 데 사용된다.

[0003] 높은 흡열성의 열분해 반응을 위한 반응열은 하부 버너(bottom burner) 및/또는 측벽 버너(side wall burner)에 의해, 복사 섹션으로도 불리는 노 화실(furnace firebox)에서 연소 공기와 함께 연료(가스)를 연소시킴으로써 공급될 수 있다. 다른 점화 옵션도 가능하다. 작동 길이(run length)는 화실에 가능한 한 균등하게 열을 분배하는 것이 유리하다. 일반적으로 말하면, 하부 버너의 수가 제한되어 있기 때문에, 하부 버너는 상대적으로 긴 연소 구역 또는 화염을 갖는다. 측벽 버너는 통상적으로 개수가 더 많지만, 연소 구역 또는 화염은 더 작다. 노 효율은 하부 버너의 열 방출 패턴 및 측벽 버너의 물리적 위치에 크게 좌우된다: 하부 버너가 노 화실의 하부 영역에서 열을 더 많이 방출하고, 화실에서 측벽 버너의 높이가 낮을수록, 노 효율이 더 양호해질 수 있다. 연소 구역에서, 연료 및 공기는 물 및 CO<sub>2</sub>, 소위 "연도 가스(flue gas)"와 같은 연소 생성물로 변환된다. 연도 가스로부터의 폐열은 다양한 유형의 대류 뱅크를 사용하여 대류 섹션에서 회수된다. 열의 일부는 프로세스 측면, 즉 탄화수소 공급물 및 회석 증기의 예열 및/또는 증발에 사용되고, 나머지 열은 HP 증기의 생성과 같은 비-프로세스 측면에 사용된다. HP 증기를 생성함으로써 전술한 바와 같이 연도 가스로부터 과잉의 폐열을 회수하기 위해, 보일러 공급수는 증기 드럼으로 전달되기 전에 대류 섹션의 절탄기(economizer)에서 가열될 수 있다. 증기 드럼에서, 보일러 공급수는 이미 존재하는 보일러수와 혼합될 수 있다. 전술한 바와 같이, 보일러수는 증기를 생성하기 위해 이송 라인 교환기에서 사용될 수 있다. 포화 증기는 대류 섹션으로 보내질 수 있고, 여기서 고압 증기 과열기에 의해 과열될 수 있다. HP 증기 온도를 제어하기 위해, 보일러 공급수는 완열기(desuperheater)에 주입될 수 있다.

[0004] 최신의 증기 분해로의 문제점은 화실 크기가 예를 들어 산성비를 야기할 수 있는 원치않는 연소 부산물인 NO<sub>x</sub>의 생성, 즉 NO 및 N<sub>2</sub>O와 같은 아산화질소의 생성에 의해 점점 더 영향을 받는다는 것이다. NO<sub>x</sub> 배출 목표가 점점 더 엄격해짐에 따라, 화염을 보다 효과적으로 냉각시키고 NO<sub>x</sub> 배출을 허가 규제 한도(authority regulation limits) 내로 유지하기 위해 화실 크기가 증가되고, 이는 분해로 자본 비용을 증가시키고 있다. 동시에, CO<sub>2</sub> 배출이 온실 가스의 주요 소스이기 때문에, CO<sub>2</sub> 배출을 최소화하기 위해 노 연료 효율을 증가시키는 경향이 있

다. 화실 효율은 예를 들어 측벽 버너의 적어도 일부를 제거함으로써 증가될 수 있다. 노 연료 효율을 증가시키는 이러한 경향으로 인해, 측벽 버너의 적어도 일부를 제거하는 것을 보상하기 위해 하부 버너의 용량이 증가될 필요가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명의 의도는 상기에 언급된 문제점 중 하나 이상을 제거하는 것이다. 특히, 본 발명은, 화실 크기를 증가시킬 필요 없이, NOx 배출을 감소시킬 수 있는 증기 분해로를 위한 버너 시스템을 제공하도록 의도된다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 이러한 목적을 위해, 본 발명의 제1 양태에 따르면, 청구항 1의 특징에 의해 특징지어지는 버너 시스템이 제공된다. 특히, 증기 분해로의 복사 섹션, 즉 노 화실을 위한 버너 시스템이 제공되며, 버너 시스템은 복사 섹션에 열을 제공하도록 구성된다. 버너 시스템은 연료 입구 및 산화제 입구를 포함하고, 버너 시스템은 추진제 및 추진 유체를 수용하도록 배열되고 상기 추진제와 상기 추진 유체를 예비 혼합하도록 배열된 이젝터 블록(ejector block)을 더 포함한다. 이젝터 블록은 복사 섹션 내에 위치되고, 그에 따라 이젝터 블록은, 추진제의 고속 제트와 조합하여, 어떠한 추가 배관도 없이, 예를 들어 화실 내의 연도 가스에 대한 특정량의 흡입을 제공하여, 증가된 재순환 연도 가스 유동을 설정할 수 있다. 화실의 연소 구역에서 생성된 연도 가스는 재순환 연도 가스 유동을 생성하는 이젝터 블록을 통해 버너 시스템 내로 다시 흡입된다. 연도 가스 재순환의 주요 효과는 화실 내의 단열 화염 온도를 낮추는 것이며, 단열 화염 온도는 환경으로 임의의 열을 방출하기 전에 연소에 의해 생성된 연도 가스의 온도이다. 이것은 최종 연소 이전에, 비교적 낮은 온도에서 연도 가스와 연료 및/또는 산화제의 격렬한 예비 혼합으로 인한 것이다. 이것은, 복사 섹션의 메인 연소 구역에서, 더 많은 연소 열이 재순환된 불활성 연도 가스를 재가열하도록 할당되어야 해서, 순 연소 생성물을 가열하는 데 이용 가능한 열이 줄어들고, 그에 따라 단열 화염 온도가 낮아진다는 것을 의미한다. 재순환 속도가 높을수록 단열 화염 온도가 낮아지고, 그에 따라 화실 내의 화염의 최대 온도를 제한하며, 이는 결국 1700 °C를 초과하는 온도를 갖는 영역에서 주로 생성되는 원치않는 연소 부산물인 NO 및 N2O와 같은 아산화질소, 소위 NOx의 생성을 감소시킬 수 있다. 버너 시스템은 추진제/추진 유체 예비 혼합물과 조합된 연료 및/또는 산화제의 적어도 부분적으로 변환되지 않은 혼합물의 출구 유동을 위해 복사 섹션 내로의 단일 출구를 포함한다. 추진제는 예를 들어 압축된 연료 또는 압축된 산화제일 수 있다. 추진 유체는 산소를 함유하는 연도 가스일 수 있다. 출구 유동은 예를 들어 예비 혼합된 연도 가스/연료 혼합물, 또는 예를 들어 예비 혼합된 연도 가스/산화제 혼합물일 수 있으며, 여기서 연료는 버너를 빠져나가기 전에 부분적으로 변환되거나, 다시 말해서, 출구 유동은 예를 들어 과잉 산화제를 갖는 적어도 부분적으로 변환된 연료일 수 있으며, 여기서 연료의 적어도 일부 또는 산화제의 적어도 일부는 재순환된 연도 가스와 격렬하게 예비 혼합되어 복사 섹션의 메인 연소 구역에서의 단열 화염 온도를 낮춘다. 복사 섹션 내로의 단일 출구 유동을 갖는 버너 시스템은 종래 기술의 버너 시스템에 일반적으로 존재하는, 복사 섹션 내로의 공기의 출구 유동을 위한 추가 2차 에어 갭(air gap)을 없앨 수 있다. 버너 시스템의 많은 구성이 가능하다. 버너 시스템은 예를 들어 연료 입구 및/또는 산화제 입구를 포함하는 버너 블록(burner block)을 포함할 수 있지만, 반드시 포함할 필요는 없다. 다음에, 이젝터 블록은 적어도 부분적으로 변환되지 않은 추진제/추진 유체를 버너 블록 내로 분출하도록 배치될 수 있다. 대안적으로, 이젝터 블록은 화실 내로 직접 분출할 수 있는 한편, 연료 및 산화제는 버너 시스템의 단일 출구의 상류에서 이젝터 블록 내로 주입된다. 산화제 및/또는 연료는 예를 들어 심지어 추진제의 일부일 수도 있다.

[0007] 이젝터 블록은 유리하게는 일정 면적 혼합 유형의 이젝터를 포함할 수 있으며, 이젝터 블록은 추진제와 추진 유체가 혼합되는 이젝터 일정 면적 혼합 섹션을 포함하며, 이젝터 일정 면적 혼합 섹션은 이젝터 블록의 유입구로부터 소정 거리에 있다. 추진제와 추진 유체가 이젝터 블록의 유입구에 있는 흡입 챔버에서 혼합되는 보다 통상적으로 사용되는 일정 압력 혼합 이젝터와 같은 다른 이젝터 유형과 달리, 이러한 일정 면적 혼합 섹션 유형의 이젝터 내의 추진제 및 추진 유체는 이젝터 블록의 유입구, 특히 이른바 이젝터의 스로트(throat)로부터 소정 거리에서 혼합되어, 추진제와 추진 유체의 혼합 조건을 향상시킨다. 일정 면적 혼합 디바이스에서, 추진 유체는 일정 면적 혼합 섹션에서 추진제와 혼합되기 전에 먼저 이젝터 블록의 흡입 챔버에서 가속된다. 이것은 추진제와 추진 유체 사이의 속도 차이와, 대응하는 운동량 차이를 최소화하여, 이젝터 블록의 흡입 챔버의 유입구에서 혼합이 일어나는 다른 이젝터 유형보다 혼합을 본질적으로 더 효율적이게 한다.

[0008] 이젝터 일정 면적 혼합 섹션의 스로트 내경에 대한 이젝터 일정 면적 혼합 섹션의 길이의 비율은 약 5 내지 약

8의 범위이다. 이젝터 블록의 스로트로도 불리는 이젝터 일정 면적 혼합 섹션의 충분한 길이는 추진 유체, 예를 들어 재순환 연도 가스로의 추진제 제트의 운동량 전달을 향상시킬 수 있다. 추진제의 속도는 감소할 수 있는 반면, 추진 유체의 속도는 이젝터의 스로트 또는 일정 면적 혼합 섹션의 길이에 걸쳐 증가할 수 있다. 또는 다시 말해서, 추진제와 추진 유체 사이의 속도 차이는 이젝터의 스로트 또는 일정 면적 혼합 섹션의 길이에 걸쳐 감소할 수 있다. 약 5 내지 8의 스로트 직경에 대한 길이의 바람직한 비율은 이젝터의 최대 효율에 근접하게 할 수 있다.

[0009] 이젝터 블록은 바람직하게는 화실에 존재하는 연도 가스와 같은 추진 유체를 흡입하도록 배열된 흡입 챔버를 포함할 수 있으며, 흡입 챔버는 추진 유체, 특히 연도 가스의 운동량을 증가시키도록 배열된다. 흡입 챔버는 이젝터 블록의 유입구에 위치된다. 흡입 챔버의 설계는 연도 가스와 같은 유입되는 추진 유체의 운동량이 점차 증가되어 혼합 손실을 감소시키고 이젝터 효율을 증가시키도록 한다. 흡입 챔버는 예를 들어 일정 면적 혼합 섹션을 향해 수렴하는 형상을 가질 수 있다. 흡입 챔버의 내벽은 바람직하게는 이젝터 블록의 유입구로부터 이젝터 블록의 스로트를 향해 둥글게 될 수 있으며, 그에 따라 이젝터 블록의 흡입 챔버는 예를 들어 실질적으로 종(bell) 형상을 갖는다. 예를 들어 이젝터 블록의 유입구에 있는 종 형상의 흡입 챔버에 의해, 추진 유체가 이젝터 블록 내로 흡입된 결과로서, 추진 유체의 유동 방향은 이젝터 블록의 종축과 실질적으로 일직선이 되고, 이는 이젝터 블록의 혼합 섹션에서 추진제와 추진 유체 사이의 운동량 전달 효율을 향상시킬 수 있다. 이것은 추진 유체의 유동 방향이 추진제의 유동 방향에 대해 실질적으로 횡방향이어서, 혼합 손실로 인한 이젝터 효율을 감소시키는 일부 종래 기술의 흡입 챔버와 대조된다.

[0010] 버너 시스템은 추진제를 이젝터 블록 내로 주입하도록 구성된 제1 노즐을 더 포함할 수 있으며, 노즐은 이젝터 블록의 종축, 바람직하게는 종방향 중심축을 따라 이젝터 블록 내로, 특히 흡입 챔버 내로 연장된다. 제1 노즐이 이젝터 블록 내로 연장됨에 따라, 추진 유체가 이젝터 블록으로 들어가는 이젝터 블록의 유입구로부터 이격된 위치, 특히 이젝터 블록의 종방향에서 볼 때 이젝터 블록의 유입구 뒤에 있는 위치에서 이젝터 블록 내로 추진제가 주입된다. 예를 들어 이젝터 블록의 종축에 대해 횡방향인 방향으로 주입되는 대신에 이젝터 블록의 종방향으로 이젝터 블록 내로 추진제를 주입함으로써, 추진 유체와 추진제의 혼합은 양 유체의 속도가 동일한 방향이 되므로 향상될 수 있다.

[0011] 제1 노즐은 유리하게는 이젝터 블록의 흡입 챔버와 직접 유체 연결되는 이젝터 일정 면적 혼합 섹션의 유입구에 위치될 수 있다. 이러한 방식으로, 이젝터 블록의 유입구에 있는 흡입 챔버에서의 연소가 회피되어, 이젝터의 초킹(choking)을 방지할 수 있다. 추가적으로, 보다 효율적인 이젝터 블록이 제공될 수 있으며, 특히 비교적 저온의 추진제, 예를 들어 연료, 및 비교적 고온의 추진 유체, 예를 들어 재순환 연도 가스와 같은 이질성 또는 비균질성 유체를 취급하는 것을 가능하게 한다. 추진제 및 추진 유체는 예를 들어 상이한 물리적 및 열역학적 특성을 가질 수 있다. 보다 구체적으로, 분자량, 온도, 열 용량 및 등엔트로피 팩터(isentropic factor)가 상이할 수 있다.

[0012] 제1 노즐의 직경에 대한 이젝터 일정 면적 혼합 섹션의 스로트 내경의 비율은 5보다 크고, 바람직하게는 7보다 크며, 보다 바람직하게는 약 10인 것이 바람직하다. 이러한 비율은 이젝터 내로 흡입되는 추진 유체, 예를 들어 재순환 연도 가스의 양을 결정할 수 있다. 이러한 직경 비율이 클수록 재순환된 연도 가스의 비율이 커지고, 화실 내의 결과적인 단열 화염 온도가 낮아지고, 그에 따라 NOx 배출이 줄어든다.

[0013] 이젝터 블록은 유리하게는 동적 압력을 정적 압력으로 전환하도록 구성된 이젝터 디퓨저(ejector diffuser)를 포함할 수 있다. 이러한 정적 압력으로서의 동적 압력의 전환은 후술하는 바와 같이 화실에서의 개선된 연소를 제공할 수 있다.

[0014] 통상 노즐의 추력(thrust)에 대한 이젝터의 추력의 증가인 이젝터의 추력 증대를 최대화하는 것이 바람직하다. 추력은 가스 스트림의 운동 에너지이다. 이것은 예를 들어 스로트 면적에 대한 디퓨저 배출구 면적의 비율을 최적화함으로써 달성될 수 있다. 이젝터에 대한 상세한 연구는 이젝터 디퓨저 입구 면적에 대한 이젝터 디퓨저 배출구 면적의 비율이 바람직하게는 약 1.5 내지 약 2.5의 범위, 보다 바람직하게는 약 2.3에 포함될 때 이러한 추력 증대가 최대임을 보여주고 있다. 면적비가 1이면, 동적 압력이 정적 압력으로 전환되지 않는다. 디퓨저의 출구 속도는 직경이 동일하다는 명백한 이유 때문에 스로트로부터의 속도와 동일하다. 압력 회복이 없으며, 그 결과 처리량이 비교적 낮다. 면적비가 매우 높으면, 모든 동적 압력이 정적 압력으로 전환된다. 디퓨저의 출구 속도는 스로트로부터의 속도보다 훨씬 낮다. 압력 회복이 매우 높으며, 그 결과 처리량은 높지만, 속도 및 결과적으로 추력은 매우 낮다. 1의 면적비로부터 무한대의 면적비로 가면, 추력은 최대가 된다. 디퓨저로부터의 추력을 최대화하기 위해, 처리량 및 속도 모두가 비교적 높을 필요가 있다. 이러한 추력은 예비 혼합된

추진 유체/추진제 및/또는 연료의 적어도 부분적으로 변환되지 않은 혼합물, 예를 들어 예비 혼합되고 적어도 부분적으로 변환되지 않은 연료 가스/연도 가스 혼합물과, 예를 들어 버너 블록에 연결된 윈드박스(windbox)를 통해 유입되는 저속 산화제의 혼합을 개선할 수 있다. 추력이 높을수록 혼합이 양호해지며, 이는 화실의 메인 연소 구역에서의 적절한 연소를 향상시킬 수 있다.

[0015] 추진제는 예를 들어 압축된 연료 가스, 압축 공기 및 압축된 연소 산소 중 하나, 또는 이들 중 임의의 것의 조합일 수 있다. 이러한 추진제의 각각 예에 대하여, 추진 유체는 연도 가스인 것이 바람직하다. 연료 가스를 추진제로서 사용하는 것은 연료 가스가 노에서 압축된 형태로 이미 존재하기 때문에 유리할 수 있다. 또한, 압축 공기는, 예를 들어 디코킹(decoking)을 위해, 모든 플랜트에서 이용 가능하다. 추진제로서 필요한 압축 공기의 양이 제한되어 있으며, 이는, 압축된 연료 가스에 비해, 공기의 공급 압력이 플랜트 작동 조건과 독립적으로 설정되어, 연료 가스 압력으로는 불가능한 NOx 제한을 충족시킬 수 있다는 장점을 갖는다. 순수한 산소를 추진제로서 사용하여 화실 효율을 높이는 동시에, 메인 화염에 대해 통상 공기를 사용하는 것이 가능할 수도 있으며, 이는 동일한 NOx 배출 레벨을 유지하면서 연료 효율을 증가시킬 수 있다. 압축 공기를 추진제로서 사용하는 것은 몇 가지 추가 장점을 제공할 수 있다. 이젝터 자체에 가연성 혼합물이 존재하지 않기 때문에, 화실에 과잉 산화제가 많은 경우, 시동 단계 동안에 이젝터가 과열될 가능성이 없다. 이것은 버너가 제한된 양의 1차 연료만으로 시동될 수 있고 2차 연료가 필요하지 않다는 것을 의미한다. 이것은 이젝터가 이용될 수 있기 전에 노가 완전 작동 상태까지 가열될 필요가 없고, 메인 공급원료가 도입되기 전의 상태인 소위 "상시-대기(hot-standby)" 상태까지 가열되면 충분할 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 소위 "상시-대기" 상태는 실질적으로 더 저온이고, 3 내지 4 배로 시동 용량을 감소시킬 수 있다. 1차 버너가 NOx 형성의 남아있는 메인 소스이므로, 이러한 버너의 용량을 감소시킴으로써 NOx 형성을 더욱 감소시킬 수 있다. 추진제로서의 압축된 연소 산소는 전형적으로 매우 낮은 질소 농도를 갖는 연도 가스를 생성하는 데 사용될 수 있으며, 그에 따라 CO2 포집이 CO2 배출을 감소시키는 데 적용되는 경우에 더 경제적이다. 질소 함량이 매우 낮기 때문에, 질소 없이는 NOx가 형성될 수 없으므로, NOx 형성도 매우 낮다. 압축된 연소 산소 사용의 주요 장점 중 하나는 연도 가스 재순환이 덕트를 통한 화실 외측으로부터 버너로의 비교적 저온의 연도 가스의 재순환인 외부 연도 가스 재순환을 회피할 정도로 충분히 높다는 것이다.

[0016] 버너 시스템은 출구 굴곡 피스(outlet bend piece)를 더 포함할 수 있다. 버너 블록을 포함하는 버너 시스템의 경우에, 이러한 출구 굴곡 피스는 버너 블록의 측벽을 통해 연장되고, 버너 블록의 유동 방향으로 굴곡될 수 있다. 출구 굴곡 피스는 버너 시스템의 디퓨저와 직접 유체 연통할 수 있다. 예비 혼합된 추진제/추진 유체의 적어도 부분적으로 변환되지 않은 혼합물의 방향 변경은 혼합물의 소용돌이를 유발하고, 또 다시 화실의 메인 연소 구역에서의 호적한 혼합 및 개선된 연소를 유발할 수 있다. 출구 굴곡 피스의 직경에 대한 굴곡 내부 반경의 비율은 바람직하게는 약 0.75보다 크거나, 보다 바람직하게는 약 1.0보다 큰 것이 바람직하며, 이는 굴곡 부를 빠져나가는 단면 유동 분포를 개선할 수 있고 압력 강하를 낮출 수 있는 비교적 큰 굴곡부가 된다. 굽힘 반경이 너무 작으면, 화실 측벽을 향해 높은 우선적 유동을 제공할 수 있으며, 이는 원치않는 것이다.

[0017] 버너 시스템은 직선형 연장 피스를 더 포함할 수 있다. 직선형 연장 피스는 연장되어 출구 굴곡 피스 또는 버너 시스템의 디퓨저와 직접 유체 연통할 수 있다. 직선형 연장 피스는 버너 시스템의 버너 블록 내로 연장되거나, 화실 내로 직접 연장될 수 있다. 직선형 연장 피스의 종방향 중심축은 버너 블록의 종방향 중심축과 평행하거나 심지어 실질적으로 동일할 수도 있다. 연장 피스는 바람직하게는 이젝터 블록으로부터 나오는 혼합물의 유동을 화실의 열 유동과 동일한 방향으로 지향시키도록 상향으로 지향된다. 직선형 연장 피스의 배출구 영역에서, 예비 혼합된 추진제/추진 유체 및/또는 연료의 적어도 부분적으로 변환되지 않은 혼합물은 예를 들어, 공기와 같은 산화제의 유동이 존재하는 버너 블록에 도달할 수 있다. 예비 혼합된 추진제/추진 유체 및/또는 연료의 적어도 부분적으로 변환되지 않은 혼합물은 예를 들어, 추가로 설명되는 바와 같이, 부분적으로 변환된 연료 가스/연도 가스 혼합물 또는 다른 혼합물일 수 있다. 버너 블록의 주변 덕트에서, 예비 혼합된 추진제/추진 유체 및/또는 연료의 적어도 부분적으로 변환되지 않은 혼합물과 산화제, 예를 들어 공기 사이의 비교적 높은 추력 차이는 산화제의 스트림이 예비 혼합된 추진제/추진 유체의 적어도 부분적으로 전환되지 않은 혼합물의 스트림 내로 흡인되게 하여, 화실의 메인 연소 구역에서의 연소를 더욱 도울 수 있다. 연장 피스의 직경에 대한 연장 피스의 길이의 비율은 바람직하게는 약 1보다 크고, 보다 바람직하게는 약 1.5 정도보다 큰 것이 바람직하다. 상기에서 언급된 바와 같이, 화실 측벽을 향한 특정량의 우선적 유동이 있을 수 있으며, 이에 대해서는 이러한 피스를 더 길게 함으로써 대응할 수 있다.

[0018] 직선형 연장 피스 출구 영역의 내측은 바람직하게는 날카로운 에지로 테이퍼 질 수 있다. 날카로운 에지는 직선형 연장 피스를 빠져나가는 스트림과 버너 블록 내의 스트림 사이의 경계에서 와류를 형성시켜서, 화실의 메

인 연소 구역에서의 혼합 및 후속 연소를 촉진시킬 수 있다.

- [0019] 버너 시스템은 유리하게는 병렬로 배치된 복수의 이젝터 블록을 포함할 수 있으며, 이젝터 블록 각각은 단일 버너 블록으로 분출한다. 다수의 이젝터는 버너 당 듀티(duty)를 증가시킬 수 있는 반면, 필요한 하드웨어, 버너 블록 및 윈드박스가 약간 더 비싸질 뿐이다. 그래서, 하나의 버너 블록에 가능한 한 많은 이젝터를 추가함으로써, 보다 경제적인 시스템이 얻어질 수 있다. 결과적으로, 시스템의 용량이 증가된다. 이것은 화실의 측면 버너로부터 하부 버너로 듀티를 전환하고 그에 따라 연료 효율을 증가시키고자 하는 경우에 유리할 수 있다. 대안적으로, 버너 블록이 없는 복수의 버너 시스템이 단일 화실에 병렬로 배치될 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 양태는 청구항 14의 특징에 의해 규정된 바와 같이, 증기 분해로의 노 화실을 제공한다. 이러한 노 화실은 상기에 언급된 장점 중 하나 이상을 제공할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 다른 양태는 청구항 15의 특징에 의해 규정된 바와 같이, 증기 개질기(steam reformer)의 복사 섹션에의 버너 시스템의 용도를 제공한다. 이러한 용도는 상기에 언급된 장점 중 하나 이상을 제공할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 또 다른 양태는 청구항 16의 특징에 의해 규정된 바와 같이, 버너 시스템을 작동하는 방법을 제공한다. 이러한 방법은 상기에 언급된 장점 중 하나 이상을 제공할 수 있다. 추가적으로, 상기 버너 시스템의 작동 방법은 이젝터 블록 내의 온도가 너무 높아짐으로써 유발될 수 있는 이젝터 블록에 대한 손상을 방지할 수 있다. 추진제가 화실의 시동시에 이젝터 블록 내로 주입된 경우, 화실 내의 산소 함량 또는 과잉 산화제 레벨이 1차 연료의 공급 없이 여전히 30 체적% 초과일 때, 주로 CO<sub>2</sub>가, 특히 2차 연료 가스가 추진제로서 사용되는 경우에, 발열 반응의 결과로서 예비 연소 구역에서 생성될 것이다. 이러한 CO<sub>2</sub>의 생성은 이젝터 블록에서 온도를 상승시킬 수 있으며, 이는 이젝터 블록을 손상시킬 수 있다. 이젝터 블록에서 이러한 잠재적으로 위험한 온도 상승을 방지하기 위해, 본 방법에 따르면, 화실에서 약 30 체적% 미만의 과잉 산화제 레벨, 특히 산소 레벨에 도달할 때까지, 1차 연료가 먼저 버너 시스템 내로, 특히 이젝터 블록을 우회하는 방식으로 주입된다. 다음에, 1차 연료의 공급이 감소될 수 있고, 추진제, 예를 들어 2차 연료가 이젝터 블록 내로 주입될 수 있다. 화실 내의 산소 함량 감소의 결과로서, 예비 연소 구역에서의 흡열 반응은 주로 CO를 생성할 수 있으며, 이는 이젝터 블록 내의 온도를 제어하에서 유지할 수 있거나, 심지어 이젝터 블록 내의 온도를 하강시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0023] 본 발명은 예시적인 실시예의 도면을 참조하여 추가로 설명될 것이다. 대응하는 요소는 대응하는 참조 부호로 지정된다.
  - 도 1은 본 발명에 따른 버너 시스템의 제1 실시예의 개략도를 도시하고;
  - 도 2는 본 발명에 따른 버너 시스템의 제2 실시예의 개략도에서의 평면도를 도시하고;
  - 도 3은 본 발명에 따른 버너 시스템의 제3 실시예의 개략도를 도시하고;
  - 도 4는 본 발명에 따른 버너 시스템의 제4 실시예의 개략도를 도시하고;
  - 도 5는 본 발명에 따른 버너 시스템의 제5 실시예의 개략도를 도시하고;
  - 도 6은 본 발명에 따른 버너 시스템의 제6 실시예의 개략도를 도시하며;
  - 도 7은 본 발명에 따른 버너 시스템의 제7 실시예의 개략도를 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0024] 도 1은 본 발명에 따른 버너 시스템(51)의 제1 실시예의 개략도를 도시한다. 하기 예에 도시된 버너 시스템은 바람직하게는 증기 분해로의 복사 섹션 또는 화실(40)을 위한 것이지만, 이 시스템은 다른 유형의 노에도 사용될 수 있다. 버너 시스템(51)은, 예를 들어 화실 바닥(41)까지 도달하는 윈드박스(windbox)(52)를 통해, 1차 연료 입구(57) 및 산화제 입구(6)를 포함하는 버너 블록(burner block)(55)을 포함한다. 윈드박스(52)는 예를 들어 플랜지를 구비하고, 화실 바닥(41)의 하부에 고정될 수 있다. 버너 시스템(51)은 추진제 및 추진 유체를 수용 및 예비 혼합하고 부분적으로 변환되지 않은 혼합물을 버너 블록(55) 내로 분출하도록 배열된 이젝터 블록(ejector block)(65)을 더 포함한다. 증기 분해로를 위한 화실의 복사 섹션 내에 위치한 이젝터 블록(65)은 예를 들어 화실의 하부 영역, 예컨대 노 바닥(41) 상에 실질적으로 수평으로 위치될 수 있다. 대안적으로, 개질기(reformer)와 같은 하방 점화 화실(down firing firebox)을 갖는 노에서, 버너 시스템은 또한 당업자에게 명

백한 바와 같이 화실의 루프(roof)에 매달릴 수 있다. 도 1에 도시된 이젝터 블록(65)은 버너 블록(55)의 종방향 및 상향 방향에 대해 실질적으로 횡방향으로 배치되고, 버너 블록(55)의 측벽을 통해 도달한다. 이러한 방식으로, 버너 시스템은 추진제/추진 유체 예비 혼합물과 조합된 연료 및/또는 산화제의 적어도 부분적으로 변환되지 않은 혼합물의 출구 유동을 위해 복사 섹션 또는 화실(40) 내로의 단일 출구를 포함한다. 버너 시스템(51)의 제1 실시예의 이젝터 블록(65)은 일정 면적 혼합 유형의 이젝터를 포함하고, 이젝터 블록(65)은 추진제(70)와 추진 유체(50)가 혼합되는 이젝터 일정 면적 혼합 섹션(61)을 포함한다. 이젝터 일정 면적 혼합 섹션(61)은 이젝터 블록(65)의 유입구(60)로부터 소정 거리에 있고, 유입구는 연도 가스와 같은 추진 유체(50)를 흡입하도록 배열된 흡입 챔버(60)에 의해 형성된다. 흡입 챔버(60)는 상기 추진 유체(50)의 운동량을 증가시키도록 배열된다. 추진 유체(50)는 일정 면적 혼합 챔버(61)에서 추진제(70)와 혼합되기 전에 먼저 흡입 챔버(60)에서 이젝터 블록의 종방향으로 가속된다. 이것은 추진제(70)와 추진 유체(50) 사이의 속도 차이와, 대응하는 운동량 차이를 최소화하여, 혼합이 흡입 챔버(60)의 유입구에서 일어나는 다른 이젝터 유형보다 혼합을 본질적으로 더 효율적이게 한다. 버너 시스템(51)은 추진제(70)를 이젝터 블록(65) 내로 주입하도록 구성된 제1 노즐(71)을 더 포함한다. 노즐(71)은 이젝터 블록(65)의 종축, 바람직하게는 이젝터 블록의 종방향 중심축, 특히 이젝터 블록 내의 중공 이젝터 공간의 종방향 중심축을 따라 이젝터 블록(65) 내로 연장된다. 제1 노즐(71)은 바람직하게는 이젝터 일정 면적 혼합 섹션(61)의 유입구에 배치되고, 여기서 추진 유체 및 추진제는 실질적으로 동일한 유동 방향을 갖는다. 제1 노즐(71)은, 예를 들어 화실 바닥(41)을 통해 도달하는 추진제(70) 공급부와 유체적으로 연결된다. 추진제(70)는 예를 들어, 다른 실시예에서 나타내는 바와 같이, 2차 연료 가스, 압축 공기, 압축된 연소 산소, 또는 다른 적합한 추진제일 수 있다. 본 실시예의 버너 시스템(51)에서, 이젝터 블록(65)은 동적 압력을 정적 압력으로 전환하도록 구성된 이젝터 디퓨저(ejector diffuser)(62)를 포함한다. 이젝터 디퓨저(62)는 이젝터 일정 면적 혼합 섹션(61)과 직접 유체적으로 연결되는 입구 영역으로부터, 이젝터 디퓨저 입구 영역보다 큰 디퓨저 배출구 영역을 향해 테이퍼진 형상을 갖는다. 버너 시스템(51)은 버너 블록(55)의 측벽을 통해 이젝터 블록(65)을 버너 블록(55) 내에 연결하는 출구 굴곡 피스(outlet bend piece)(63)를 더 포함한다. 출구 굴곡 피스(63)는 추진제와 추진 유체의 혼합물이 버너 블록(55)에서 산화제(6)의 유동 방향과 동일한 방향으로 지향되도록 실질적으로 직각의 굴곡부를 포함한다. 버너 시스템(51)은 버너 블록(55)의 종방향 중심축과 평행하게 버너 블록(55) 내로 연장되는 직선형 연장 피스(64)를 더 포함한다. 직선형 연장 피스(64)의 외경은 산화제, 예를 들어 연소 공기(6), 및 1차 연료(56)가 직선형 연장 피스(64)를 따라 유동할 수 있도록 버너 블록(55)의 내부 치수 또는 내경 중 임의의 것보다 작다. 직선형 연장 피스(64)를 빠져나가는, 예비 혼합되고 적어도 부분적으로 변환되지 않은 추진제/추진 유체 혼합물의 속도는 산화제에 대한 흡입 효과를 가져서, 양 유동이 보다 양호하게 혼합될 수 있게 한다. 이러한 효과는 직선형 연장 피스의 배출구 영역의 내측이 날카로운 에지로 테이퍼짐으로써 더욱 향상될 수 있다.

[0025] 버너 시스템(51)의 이러한 제1 실시예를 사용하는 연소 프로세스의 예가 하기와 같이 설명될 수 있다. 연소 공기와 같은 산화제(6)는 머플러(muffler)(53)와 윈드박스(52) 사이의 개구를 통해 버너 시스템(51)으로 들어갈 수 있다. 산화제의 유량은 윈드박스 상에 위치한 산화제 제어 댐퍼(oxidant control damper)(54)에 의해 제어될 수 있다. 산화제는 노 바닥(41)을 통과하는 윈드박스의 내측 및 버너 블록(55)의 내측의 산화제 채널을 통해 버너 블록의 출구에 있는 1차 연소 구역(58) 및 메인 연소 구역(74)을 향해 이동한다.

[0026] 1차 연료 가스(56)는 화실 측벽(42)을 통과하고, 버너 블록의 리세스(recess)에 위치한 1차 연료 버너 노즐(57)을 통과하며, 여기서 버너 블록으로 들어가고 연소 공기와 혼합될 때 점화되어 1차 연소 구역(58)에서 연도 가스를 생성한다. 1차 연료 버너 노즐(57)만이 작동 중이면, 대부분의 연도 가스(75)는 화실 배출구(43)를 통해 화실(40)을 빠져나간다. 이러한 경우에 연소 가스 재순환은 매우 제한된다.

[0027] 2차 연료 가스(70)와 같은 추진제는 화실 바닥(41)을 통과하고, 이젝터 블록의 일정 면적 혼합 섹션(61)의 유입구에 위치한 2차 연료 버너 노즐(71)을 통과할 수 있고, 여기서 이젝터 블록(65)으로 들어간다. 이러한 2차 연료 가스(70)는 예비 연소 구역(72)에서 이젝터 흡입 챔버(60)로부터 나오는 재순환된 연도 가스(50)와 혼합될 때 점화되어 산소-고갈된 연도 가스/연료 혼합물(73)을 생성한다. 재순환된 연도 가스(50)는 본 맥락에서 추진제로 불리는 연료 가스에 의해 2차 연료 가스 노즐의 배출구에서 생성된 고속 제트에 의해 이젝터 흡입 챔버(60)를 통해 이젝터 블록 내로 추진되어, 노즐을 빠져나간다. 이러한 재순환된 연도 가스(50)는 여전히 산소를 함유한다. 이러한 연도 가스 내의 잔류 산소는 예비 연소 구역(72)에서 대부분 일산화탄소(CO)로 완전히 변환되어, 2차 연료 가스의 일부를 소비한다. 예비 연소 구역(72)을 빠져나가는 산소-고갈된 연도 가스/연료 혼합물(73)은 이젝터 블록(65)을 빠져나가기 전에, 이젝터 일정 면적 혼합 섹션(61), 이젝터 디퓨저(62), 이젝터 출구 굴곡부(63) 및 이젝터 직선형 연장 피스(64)를 통해 이송된다. 연장 피스를 빠져나간 후에, 산소-고갈된 연도 가스/연료 혼합물(73)은 메인 연소 구역(74)에서 잔류 산화제, 예를 들어 연소 공기(6)와 혼합된다.

여기서, 모든 2차 연료가 연도 가스(75)로 변환된다. 생성된 연도 가스는 이젝터 블록(65) 내로 주입된 추진제의 흡입 효과에 의해 이젝터 블록의 흡입 챔버로 부분적으로 다시 재순환되고, 순 연도 가스(75)는 화실 배출구(43)로 이송된다.

[0028] 1차 연료(56) 및 2차 연료(70) 둘 모두는 동시에 작동할 수 있지만, 바람직하게는 화실(40) 내의 과잉 공기가 30 체적% 미만의 레벨로 감소할 때까지 버너 시스템의 시동시에만 작동할 수 있다. 상기 레벨에 도달한 후에, 1차 연료(56)의 공급은 감소될 수 있고, 동시에 작동 중인 2차 연료(70)는 증가될 수 있다. 2차 연료(70)가 화실의 시동시에 이젝터 블록(65) 내로 주입된 경우, 화실(40) 내의 산소 함량 또는 과잉 산화제 레벨이 1차 연료(56)의 공급 없이 여전히 30 체적% 초과일 때, 주로 CO<sub>2</sub>가 발열 반응의 결과로서 예비 연소 구역(72)에서 생성될 것이다. 이러한 CO<sub>2</sub>의 생성은 이젝터 블록(65)에서 온도를 상승시킬 수 있으며, 이는 이젝터 블록을 손상시킬 수 있다. 이젝터 블록(65)에서 이러한 잠재적으로 위험한 온도 상승을 방지하기 위해, 화실(40)에서 약 30 체적% 미만의 과잉 산화제 레벨, 특히 산소 레벨에 도달할 때까지, 1차 연료(56)가 먼저 버너 시스템(51) 내로, 특히 이젝터 블록(65)을 우회하는 방식으로 주입된다. 다음에, 1차 연료(56)의 공급이 감소될 수 있고, 2차 연료(70)가 이젝터 블록(65) 내로 주입될 수 있다. 화실 내의 산소 함량 감소의 결과로서, 예비 연소 구역(72)에서의 흡열 반응은 주로 CO를 생성할 수 있으며, 이는 이젝터 블록(65) 내의 온도를 제어하여서 유지할 수 있거나, 심지어 이젝터 블록 내의 온도를 하강시킬 수 있다. 메인 연소 구역(74)에서의 연소 온도가 1차 연소 구역(58)보다 상당히 낮기 때문에, 메인 연소 구역(74)에서 1차 연소 구역(58)보다 적은 NO<sub>x</sub>가 생성된다. 1차 연료 비율이 작을수록 NO<sub>x</sub> 배출은 낮아진다.

[0029] 도 2는 본 발명에 따른 버너 시스템의 제2 실시예의 개략도에서의 평면도를 도시한다. 이러한 제2 실시예에 따른 버너 시스템(51')은 병렬로 배치된 복수의 이젝터 블록(65a, 65b, 65c)을 포함하고, 이젝터 블록 각각은 단일 버너 블록(55) 내로 분출한다. 예를 들어 2 개 또는 3 개 이상의 이젝터 블록이 있을 수 있다. 이들 이젝터 블록(65a, 65b, 65c)은 평행한 중공 이젝터 공간을 포함하는 단일 블록을 형성하도록 제조되거나, 별도의 이젝터 블록으로서 제조될 수 있다. 이젝터 블록은 각각 이전의 실시예 또는 하기의 실시예에서 설명된 특징의 일부 또는 모두를 가질 수 있다. 이들 이젝터 블록은 바람직하게는, 예를 들어 화실 바닥(41) 상에, 서로 옆에 평행하게 배치될 수 있다. 제1 실시예에서 설명된 바와 같이, 이젝터 직선형 연장 피스(64)의 높이에서 화실 측벽(42)을 통해 연장되는 하나 이상의 1차 연료 버너 노즐(57)에 부가하여, 버너 시스템은 버너 블록(55)의 상부 상에 하나 이상의 단계적 연료 노즐(staged fuel nozzle)(81)을 더 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 단계적 연료 가스(80)는 화실 측벽(42) 및 단계적 연료 버너 노즐(81)을 통과할 수 있고, 여기서 단계적 연료(80)가 화실(40)로 들어가고 연소 공기와 같은 산화제와 혼합될 때 점화되어, 1차 연소 구역(58) 위에 위치한 단계적 연소 구역에서 연도 가스를 생성한다. 단계적 연소는 유리하게는 더 적은 NO<sub>x</sub>를 생성할 수 있으며, 그에 따라 시동 단계 동안에 NO<sub>x</sub> 배출도 감소될 수 있다. 또한, 1차 노즐을 1차 레벨과 단계적 레벨로 분할함으로써, 1차 레벨이 더 작은 용량으로 크기설정될 수 있으며, 그에 따라 정상 작동 동안에, 단계적 레벨이 스위치 오프되고, 1차 연료가 감소된 용량으로 작동할 수 있다. 이러한 감소된 용량은 분할이 없는 것보다 낮을 것이다. 전술한 바와 같이, 1차 버너는 잔류 NO<sub>x</sub> 배출의 주요 소스이다. 전체 점화에 대한 이들 노즐의 기여를 최소화하는 것은 전체 NO<sub>x</sub> 배출을 최소로 감소시킨다. 이러한 단계적 연소는 또한 도 1에 도시된 실시예에서 유리하게 사용될 수 있다.

[0030] 도 3은 본 발명에 따른 버너 시스템의 제3 실시예의 개략도를 도시한다. 이러한 제3 실시예에 따른 버너 시스템은 전술한 특징 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 이러한 버너 시스템의 기하학적 구조는 제1 실시예에서와 실질적으로 동일하다. 차이점은 제1 노즐(91)에 의해 이젝터 블록(65) 내로 주입되는 2차 연료 가스 대신에 추진제로서 압축 공기 또는 심지어 100% 순수 산소와 같은 압축된 산화제(90)를 사용하는 것에 있다. 버너 시스템(51'')은 버너 시스템의 출구 근처에, 바람직하게는 이젝터 출구 굴곡 피스(63) 내에, 보다 바람직하게는 이젝터 직선형 연장 피스(64)의 유입구 내에 위치한 제2 노즐(71)을 더 포함한다. 제2 노즐은 이젝터 출구 굴곡 피스(63)를 통해 이젝터 직선형 연장 피스(64) 내로, 그리고 바람직하게는 윈드박스(52)의 측벽을 통해 연장되는 2차 연료 입구와 유체적으로 연결된다. 이러한 방식으로, 재순환 연도 가스의 과잉 공기는 메인 연소 구역에 도달하기 전에 비교적 낮은 온도로 변환될 수 있다.

[0031] 버너 시스템의 이러한 제3 실시예를 사용하는 연소 프로세스에서, 연소 공기(6)는 꼭 전술한 실시예에서와 같이 머플러(53)와 윈드박스(52) 사이의 개구를 통해 이젝터 버너(51'')로 들어갈 수 있다. 공기의 유량은 윈드박스 상에 위치한 산화제 제어 댐퍼(54)에 의해 제어된다. 공기는 노 바닥(41)을 통과하는 윈드박스의 내측 및 버너 블록(55)의 내측의 공기 채널을 통해 버너 블록의 출구에 있는 1차 연소 구역(58) 및 메인 연소 구역(73)을 향

해 이동한다.

- [0032] 1차 연료 가스(56)는 화실 측벽(42)을 통과하고, 버너 블록의 리세스에 위치한 1차 연료 버너 노즐(57)을 통과하며, 여기서 버너 블록(55)으로 들어가고 연소 공기와 혼합될 때 점화되어 1차 연소 구역(58)에서 연도 가스를 생성한다. 1차 연료 버너 노즐(57)만이 작동 중이면, 대부분의 연도 가스(75)는 화실 배출구(43)를 통해 화실(40)을 빠져나간다. 이러한 경우에 연소 가스 재순환은 매우 제한된다.
- [0033] 이전의 실시예와 대조적으로, 압축 공기는 화실 바닥(41)을 통과하고, 이젝터 블록(65)의 일정 면적 혼합 섹션(61)의 유입구에 위치한 제1 노즐(91)을 통과할 수 있고, 여기서 이젝터 블록(65)으로 들어간다. 재순환된 연도 가스(50)는 본 맥락에서 추진제로 불리는 압축 공기에 의해 압축 공기 노즐의 배출구에서 생성된 고속 제트에 의해 이젝터 흡입 챔버(60)를 통해 이젝터 블록(65) 내로 추진되어, 노즐을 빠져나간다. 연도 가스/공기 혼합물(76)은 이젝터 일정 면적 혼합 섹션(61), 이젝터 디퓨저(62), 이젝터 출구 굴곡부(63)를 통해 이젝터 직선형 연장 피스(64)를 향해 이송되며, 여기서 예비 연소 구역(72)에서 2차 연료와 혼합된다.
- [0034] 2차 연료 가스(70)는 윈드박스(52)의 벽 및 이젝터 출구 굴곡부(63)의 벽을 통과하고, 바람직하게는 이젝터 직선형 연장 피스(64)의 유입구에 위치한 2차 연료 버너 노즐(71)을 통과할 수 있으며, 여기서 2차 연료 가스(70)가 이젝터 블록(65)으로 들어간다. 이러한 2차 연료 가스(70)는 예비 연소 구역(72)에서 이젝터 출구 굴곡부(63)로부터 나오는 재순환된 연도 가스/공기 혼합물(76)과 혼합될 때 점화되어 산소-고갈된 연도 가스/연료 혼합물(73)을 생성한다.
- [0035] 이러한 연도 가스/공기 혼합물(73) 내의 산소는 예비 연소 구역(72)에서 대부분 일산화탄소(CO)로 완전히 변환되어, 2차 연료 가스의 일부를 소비한다. 예비 연소 구역(72)을 빠져나가는 산소-고갈된 연도 가스/연료 혼합물(73)은 이젝터 블록(65)을 빠져나가기 전에, 이젝터 직선형 연장 피스를 통해 이송된다. 연장 피스를 빠져나간 후에, 산소-고갈된 연도 가스/연료 혼합물(73)은 메인 연소 구역(74)에서 잔류 연소 공기(6)와 혼합된다. 여기서, 모든 2차 연료가 연도 가스(75)로 변환된다. 생성된 연도 가스는 이젝터 블록의 흡입 챔버로 부분적으로 다시 재순환되고, 순 연도 가스(75)는 화실 배출구(43)로 이송된다.
- [0036] 1차 연료(56) 및 2차 연료(70) 둘 모두는 모두 동시에 작동할 수 있지만, 그럴 필요는 없다. 2차 연료 가스(70) 및 압축 공기(90)는 바람직하게는 동시에 작동한다.
- [0037] 도 4는 본 발명에 따른 버너 시스템의 제4 실시예의 개략도를 도시한다. 이러한 제4 실시예에 따른 버너 시스템(51'')은 전술한 특징 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 이러한 버너 시스템의 기하학적 구조는 이러한 제4 실시예가 별도의 버너 블록(55)이 없는 버너 시스템의 예이고, 그에 따라 이젝터 블록(65)이 버너 시스템의 단일 출구를 통해 화실(40) 내로 직접 분출한다는 점에서 전술한 실시예와 실질적으로 상이하다. 또한, 이러한 실시예에서는 윈드박스가 존재하지 않는다. 또한, 이젝터에서 추진제로서 압축 공기 또는 2차 연료 대신에 압축 산소가 사용된다. 산소는 100% 순수 산소일 필요는 없다. 압축 산소는 상당량의 공기를 또한 함유할 수 있거나, 심지어 압축 공기일 수도 있다. 추진제로서의 압축 산소는 동시에 버너 시스템에 산화제를 제공할 수 있으며, 그래서 별도의 산화제 입구가 없으며, 산화제 입구는 추진제 입구와 동일하다. 버너 시스템은 또한 이젝터 블록의 과열을 방지하기 위해, 버너 시스템의 출구 근처에, 바람직하게는 이젝터 출구 굴곡 피스(63) 내에, 보다 바람직하게는 이젝터 직선형 연장 피스(64)의 유입구 내에 또는 그것을 지나서 위치한 메인 연료 버너 노즐(98)을 포함한다. 이러한 경우에, 화염이 벽에 닿지 않도록 노즐이 실제로 심지어 직선형 연장 피스 내로 연장될 수도 있으며, 이는 이러한 경우에 화염이 다른 경우보다 더 고온이기 때문이다. 메인 연료 버너 노즐(98)은 이젝터 출구 굴곡 피스(63) 및 화실 바닥(41)을 통해 연장되는 메인 연료 입구와 유체적으로 연결된다. 버너 시스템의 이러한 실시예에서, 제1 노즐(91)의 직경에 대한 이젝터 일정 면적 혼합 섹션(61)의 스로트 내경(throat inner diameter)의 비율은 바람직하게는 10보다 크고, 보다 바람직하게는 약 20 정도이다.
- [0038] 압축된 연소 산소 또는 압축 공기와 같은 압축된 산화제(90)는 화실 바닥(41)을 통과하고, 이젝터 블록의 일정한 면적 혼합 섹션(61)의 유입구에 위치한 압축된 산화제 노즐(91)을 통과할 수 있고, 여기서 이젝터 블록(65)으로 들어간다. 재순환된 연도 가스(50)는 본 맥락에서 추진제로 불리는 압축된 산화제에 의해 압축된 산화제 노즐의 배출구에서 생성된 고속 제트에 의해 이젝터 흡입 챔버(60)를 통해 이젝터 블록 내로 추진되어, 노즐을 빠져나간다. 연도 가스/산화제 혼합물(76)은 이젝터 일정 면적 혼합 섹션(61), 이젝터 디퓨저(62), 이젝터 출구 굴곡부(63)를 통해 이젝터 직선형 연장 피스(64)를 향해 이송되며, 여기서 메인 연료(97)와 혼합되며, 메인 연료(97)는 화실 바닥(41) 및 이젝터 출구 굴곡부(63)의 벽을 통과하고 이젝터 직선형 연장 피스(64)의 유입구 내에 또는 그것을 지나서 위치한 메인 연료 버너 노즐(98)을 통과하며, 여기서 메인 연료(97)가 이젝터 블록(65)으로 들어간다. 이러한 메인 연료 가스(97)는 버너 시스템의 출구 근처 및 메인 연소 구역(74) 근처에서,

이젝터 출구 굴곡부(63)로부터 나오는 압축된 산화제/재순환된 연도 가스의 혼합물(76)과 혼합될 때에 점화되어 연도 가스(75)를 생성한다. 그래서, 이젝터 블록(65)에는 예비 연소 구역(72)이 없다. 생성된 연도 가스는 이젝터 블록의 흡입 챔버로 부분적으로 다시 재순환되고, 순 연도 가스(75)는 화실 배출구(43)로 이송된다. 메인 연료 가스(97) 및 압축된 산화제(90)는 동시에 작동한다. 연도 가스와 산화제의 많은 양의 예비 혼합으로 인해, 연도 가스/산화제 혼합물 내의 산소 비율이 통상 연소 공기에서와 유사하거나 훨씬 더 낮은 레벨로 감소된다. 이것은 메인 연소 구역에서의 연소 온도를 상당히 감소시킨다. 이것은 화실 내측의 재순환 연도 가스의 매우 낮은 질소 레벨과 조합하여, NOx를 극히 낮은 값으로 감소시킨다. 그러나, 이 경우의 주요 목적은 외부 연도 가스 재순환을 방지하는 것이다. 그 의도는 공기와의 연소 동안에 통상적으로 달성되는 상태로 화염 온도를 가져가기에 충분한 연도 가스를 재순환시키는 것이다. 실제적으로 질소가 존재하지 않기 때문에, 이러한 경우에 NOx 배출은 어떤 식으로든 매우 낮은 것이다. 이러한 실시예의 추가적인 장점은, 생성된 연도 가스가 비교적 CO2가 풍부하여, 탄소 포집에 적합한 폐기물 스트림이 되며, 그에 따라 대기로의 온실 가스 배출을 감소시킨다는 것이다.

[0039] 도 5는 본 발명에 따른 버너 시스템의 제5 실시예의 개략도를 도시한다. 이러한 버너 시스템의 기하학적 구조는 도 3에 도시된 제3 실시예와 실질적으로 동일하다. 차이점은 추진체로서 압축된 산화제(90)를 사용하는 것에 있다. 압축된 산화제(90)는 공기일 수 있지만, 산소, 및 공기와 산소의 임의의 조합일 수도 있다. 또한, 연소 산화제(6)로서 연소 공기를 사용하는 대신에, 연소 공기가 외부로 재순환된 연도 가스와 혼합되어 화실(40)의 메인 연소 구역(74)에서 화염 온도를 추가로 냉각시킬 수 있다. 연소 산화제(6)는 개별 버너에 도달하기 전에, 예를 들어 상류 덕트(도시되지 않음)에서, 외부로 재순환된 연도 가스와 혼합된다. 연소 산화제/외부로 재순환된 연도 가스의 혼합물(7)은 윈드박스(52)를 통해 버너 시스템(51")으로 들어갈 수 있다. 혼합물(7)의 유량은 윈드박스(52) 상에 위치한 산화제 제어 댐퍼(54)에 의해 제어될 수 있다. 산화제는 노 바닥(41)을 통과하는 윈드박스의 내측 및 버너 블록(55)의 내측의 산화제 채널을 통해 버너 블록의 출구에 있는 1차 연소 구역(58) 및 메인 연소 구역(74)을 향해 이동할 수 있다.

[0040] 1차 연료 가스(56)는 화실 측벽(42)을 통과하고, 버너 블록(55)의 리세스에 위치한 1차 연료 버너 노즐(57)을 통과할 수 있으며, 여기서 버너 블록(55)으로 들어가고 연소 산화제와 혼합될 때 점화되어 1차 연소 구역(58)에서 연도 가스를 생성한다. 1차 연료 버너 노즐(57)만이 작동 중이면, 대부분의 연도 가스(75)는 화실 배출구(43)를 통해 화실(40)을 빠져나간다. 이러한 경우에 연소 가스 재순환은 매우 제한된다.

[0041] 압축된 산화제(90)는 화실 바닥(41)을 통과하고, 이젝터 블록(65)의 일정 면적 혼합 섹션(61)의 유입구에 위치한 압축된 산화제 노즐(91)을 통과할 수 있고, 여기서 이젝터 블록(65)으로 들어간다. 재순환된 연도 가스(50)는 본 맥락에서 추진체로 불리는 압축된 산화제(90)에 의해 압축된 산화제 노즐(91)의 배출구에서 생성된 고속 제트에 의해 이젝터 흡입 챔버(60)를 통해 이젝터 블록(65) 내로 추진되어, 노즐을 빠져나간다. 연도 가스/산화제 혼합물(76)은 이젝터 일정 면적 혼합 섹션(61), 이젝터 디퓨저(62), 이젝터 출구 굴곡부(63)를 통해 이젝터 직선형 연장 피스(64)를 향해 이송되며, 여기서 예비 연소 구역(72)에서 2차 연료와 혼합될 수 있다. 2차 연료 가스(70)는 윈드박스(52)의 벽 및 이젝터 출구 굴곡부(63)의 벽을 통과하고, 이젝터 직선형 연장 피스(64)의 유입구에 위치한 2차 연료 버너 노즐(71)을 통과할 수 있으며, 여기서 이젝터 블록(65)으로 들어간다. 이러한 2차 연료 가스(70)는 예비 연소 구역(72)에서 이젝터 출구 굴곡부(63)로부터 나오는 재순환된 연도 가스/산화제 혼합물(76)과 혼합될 때 점화되어 산소-고갈된 연도 가스/연료 혼합물(73)을 생성한다. 이러한 연도 가스/산화제 혼합물 내의 산소는 예비 연소 구역(72)에서 대부분 일산화탄소(CO)로 실질적으로 완전히 변환되어, 2차 연료 가스의 일부를 소비한다. 예비 연소 구역(72)을 빠져나가는 산소-고갈된 연도 가스/연료 혼합물(73)은 이젝터 블록(65)을 빠져나가기 전에, 이젝터 직선형 연장 피스를 통해 이송된다. 연장 피스를 빠져나간 후에, 산소-고갈된 연도 가스/연료 혼합물(73)은 메인 연소 구역(74)에서 연소 산화제 및 외부로 재순환된 연도 가스의 잔류 혼합물(7)과 혼합된다. 여기서, 모든 2차 연료가 연도 가스(75)로 변환된다. 생성된 연도 가스는 이젝터 블록의 흡입 챔버(60)로 부분적으로 다시 재순환되고, 순 연도 가스(75)는 화실 배출구(43)로 이송된다.

[0042] 1차 연료(56) 및 2차 연료(70) 둘 모두는 동시에 작동할 수 있지만, 바람직하게는 화실(40)에서 약 30 체적% 정도 미만, 보다 바람직하게는 30 체적% 미만의 과잉 산화제 레벨에 도달하기 전에 버너 시스템의 시동시에만 작동할 수 있다. 상기 조건에 도달한 후에, 1차 연료(56)의 공급은 감소될 수 있는 한편, 동시에 작동 중인 2차 연료(70) 및 압축된 산화제(90)는 증가될 수 있다. 메인 연소 구역의 연소 온도가 1차 연소 구역보다 상당히 낮기 때문에, 이러한 구역에서 1차 연소 구역보다 적은 NOx가 생성된다. 1차 연료 비율이 작을수록 NOx 배출은 낮아진다.

[0043] 도 6은 본 발명에 따른 버너 시스템의 제6 실시예의 개략도를 도시한다. 이러한 제6 실시예의 기하학적 구조는

도 4에 도시된 제4 실시예와 실질적으로 유사하지만, 버너 시스템(51'")의 이러한 실시예는 화실 바닥(41) 상에 실질적으로 수평으로 배치되는 대신에 화실 측벽(42)을 따라 배치되도록 배열되어, 측방 점화(sideward firing)를 생성한다. 이러한 버너 시스템은 화실(40)의 복사 튜브에 대한 화염 충동을 회피하기 위해 비교적 작은 메인 연소 구역을 제공할 수 있는 산소연료 점화(oxyfuel firing)에 흥미로울 수 있다. 버너 시스템은 이젝터 흡입 챔버(60)의 상류에서 이젝터 흡입 챔버(60)와 직접 유체 연통하도록 배열된 이젝터 입구 굴곡 피스(66)를 더 포함할 수 있다. 상기 이젝터 입구 굴곡 피스(66)는 전체 원주에 걸쳐 있거나 버너 시스템 아래에만 있는 화실 측벽(42)의 실질적인 수평 연장부인 화실 바닥(41) 또는 화실 테라스 바닥(firebox terrace floor)(44) 상에 배치될 수 있다. 다음에, 추진제의 입구는 상기 화실 테라스 바닥(44) 또는 화실 바닥(41), 및 상기 이젝터 입구 굴곡 피스(66)를 통해 연장되어 제1 노즐(91)에 도달할 수 있다.

[0044] 도 7은 본 발명에 따른 버너 시스템의 제7 실시예의 개략도를 도시한다. 도 6에 도시된 버너 시스템의 제6 실시예와 유사하게, 도 7에 도시된 버너 시스템은 또한 화실 측벽(42)을 따라 배치되도록 배열된다. 버너 시스템이 이젝터 출구 굴곡 피스(63)를 포함하지 않아서, 측방 점화 대신에 상향 점화가 발생한다는 점에서 이전의 실시예와 상이하다. 또한, 직선형 연장 피스(64)의 측벽을 통해 연장되는 메인 연료 버너 노즐(98)은 연소 구역이 상향 방향으로 생성되도록 노즐의 단부 대신에 측면에 구멍을 포함할 수 있으며, 그에 따라 측방 점화 실시예보다 이러한 실시예에 의해 보다 큰 연소 구역이 취급될 수 있다.

[0045] 명확화 및 간결한 설명을 위해, 본원에서는 동일 또는 별개의 실시예의 일부로서 특징이 설명되지만, 본 발명의 범위는 설명된 특징의 일부 또는 모두의 조합을 갖는 실시예를 포함할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예로서, 도시되지 않은 경우에도, 도 6 및 도 7의 양 실시예의 버너 시스템에는, 예를 들어 외부로 재순환된 연도 가스와 혼합된 공기와 같은 연소 산화제의 도입을 허용하기 위해 버너 블록 및 윈드박스가 제공될 수 있다. 도시된 모든 버너 시스템에는, 예를 들어 도 2에 도시된 바와 같이 단계적 연료 버너 노즐이 제공될 수도 있다.

[0046] 도시된 실시예는 상이한 것으로 설명된 경우를 제외하고는, 동일하거나 유사한 구성요소를 갖는 것으로 이해될 수 있다.

[0047] 청구범위에서, 괄호 사이에 배치된 임의의 참조 부호는 청구범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 단어 '포함하는(comprising)'은 청구범위에 열거된 것 이외의 다른 특징 또는 단계의 존재를 배제하지 않는다. 또한, 단어 '일'('a' 및 'an')은 '단 하나'로 제한되는 것으로 해석되어서는 안 되고, 대신에 '적어도 하나'를 의미하는 데 사용되며, 복수를 배제하지 않는다. 특정 수단이 서로 상이한 청구항에 기재되어 있다는 사실만으로, 이러한 수단의 조합이 유리하게 사용될 수 없음을 나타내는 것은 아니다. 많은 변형예가 당업자에게 명백할 것이다. 모든 변형예는 하기의 청구범위에 규정된 본 발명의 범위 내에 포함되는 것으로 이해된다.

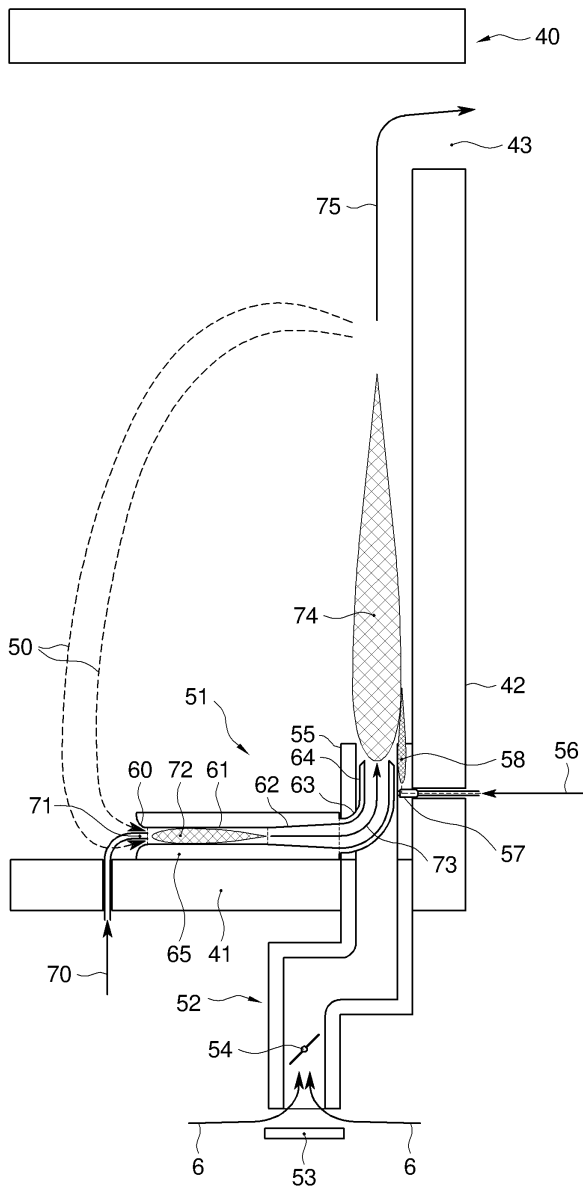
### 부호의 설명

- [0048]
- 6 : 연소 산화제
  - 7 : 연소 산화제와 외부로 재순환된 연도 가스의 혼합물
  - 40 : 화실
  - 41 : 화실 바닥
  - 42 : 화실 측벽
  - 43 : 화실 배출구
  - 44 : 화실 테라스 바닥
  - 50 : 내부로 재순환된 연도 가스
  - 51 : 버너 시스템
  - 52 : 윈드박스
  - 53 : 머플러
  - 54 : 산화제 제어 댐퍼
  - 55 : 버너 블록

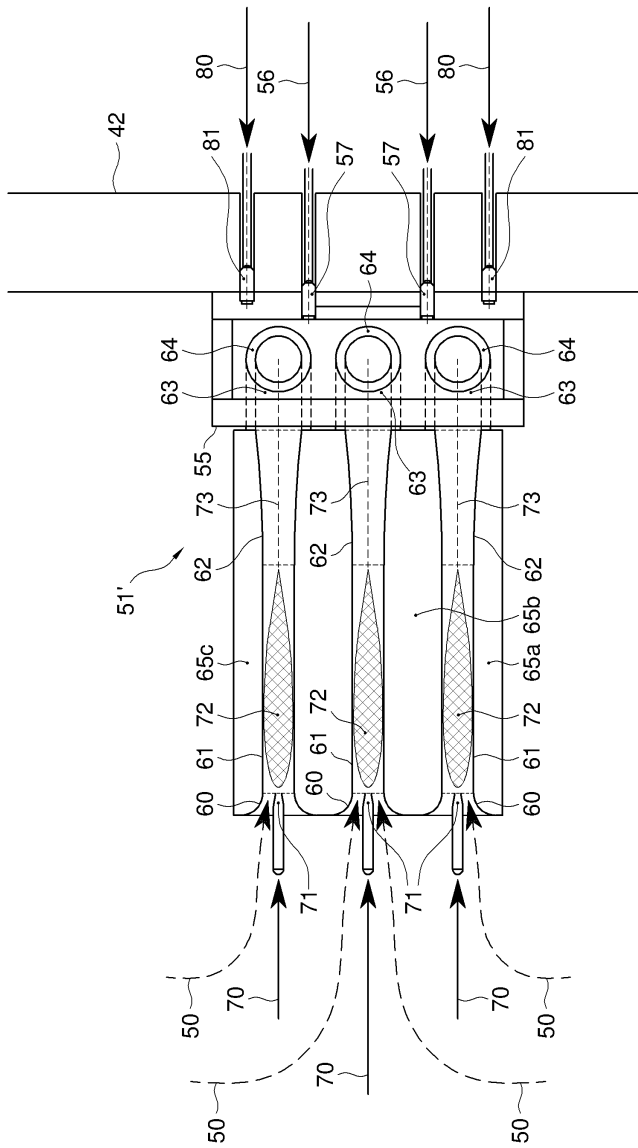
- 56 : 1차 연료
- 57 : 1차 연료 버너 노즐
- 58 : 1차 연소 구역
- 60 : 이젝터 흡입 챔버
- 61 : 이젝터 일정 면적 혼합 섹션
- 62 : 이젝터 디퓨저
- 63 : 이젝터 출구 굴곡 피스
- 64 : 이젝터 직선형 연장 피스
- 65 : 이젝터 블록
- 66 : 이젝터 입구 굴곡 피스
- 70 : 2차 연료
- 71 : 2차 연료 버너 노즐
- 72 : 예비 연소 구역
- 73 : 산소-고갈된 연도 가스/연료 혼합물
- 74 : 메인 연소 구역
- 75 : 연도 가스
- 76 : 산화제/연도 가스 혼합물
- 80 : 단계적 연료
- 81 : 단계적 연료 노즐
- 90 : 압축된 산화제
- 91 : 압축된 산화제 노즐
- 97 : 메인 연료
- 98 : 메인 연료 버너 노즐

도면

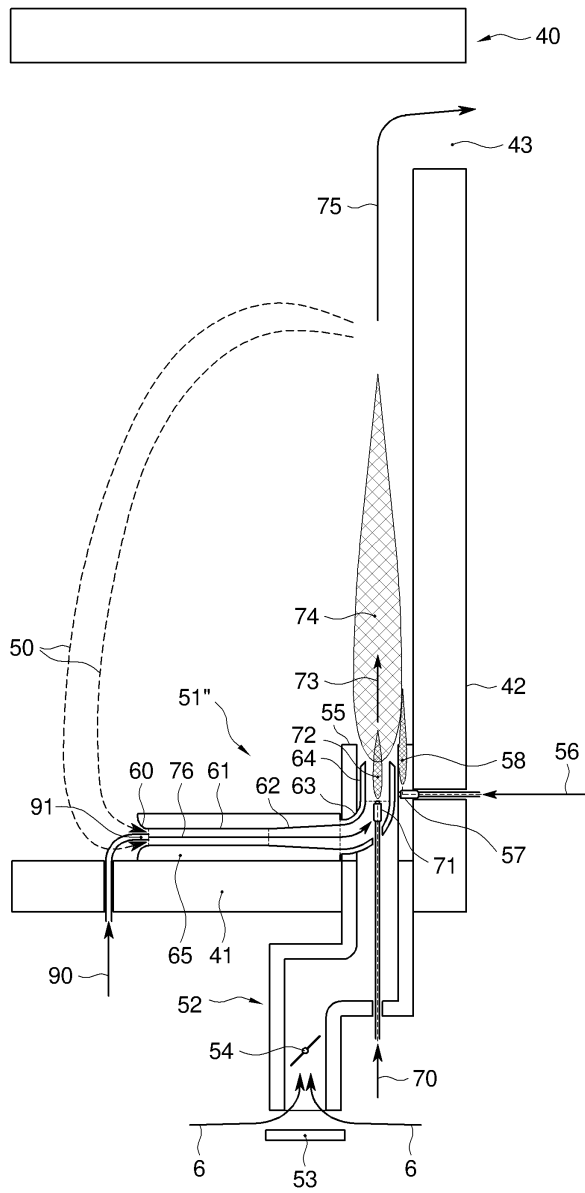
도면1



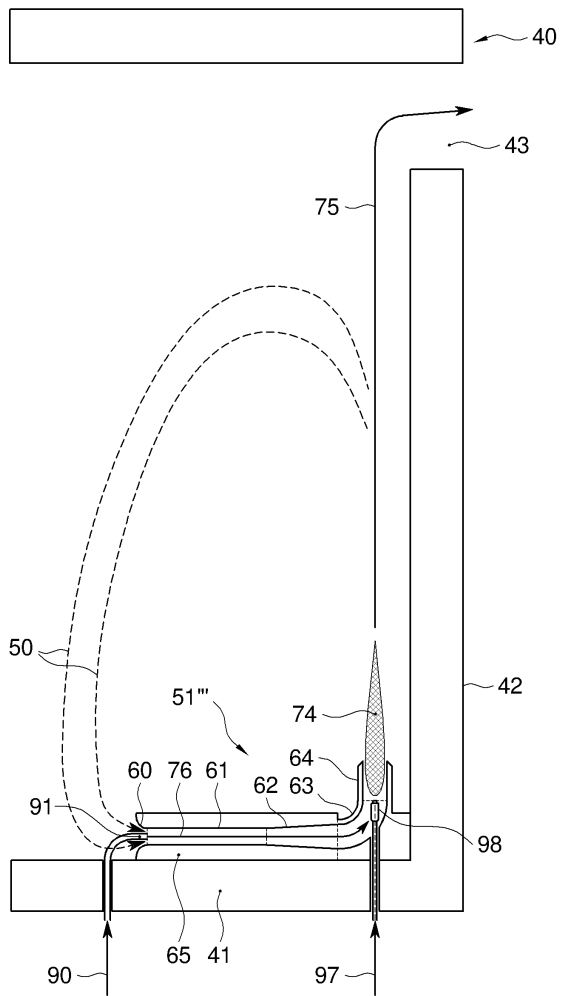
도면2



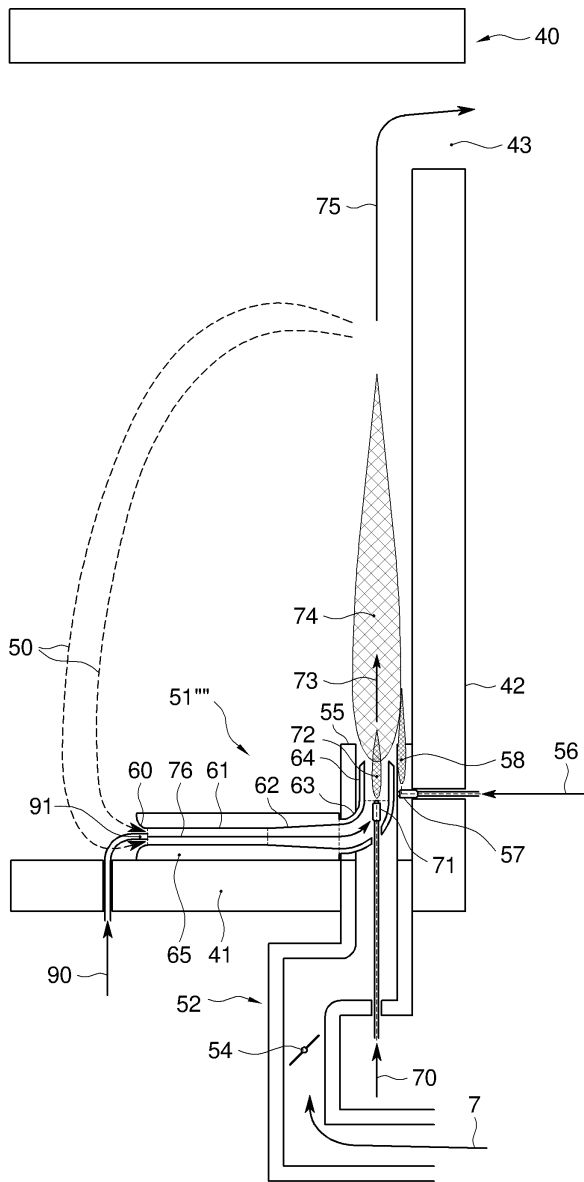
도면3



도면4



도면5



도면6

