



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0034598
(43) 공개일자 2018년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F23D 14/14 (2006.01) *B01J 8/04* (2006.01)
C01B 3/34 (2006.01) *F23D 14/24* (2006.01)
F23L 1/00 (2006.01) *F23M 20/00* (2014.01)
F23M 5/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
F23D 14/14 (2013.01)
B01J 8/0496 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7005754
(22) 출원일자(국제) 2016년07월19일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2018년02월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/042895
(87) 국제공개번호 WO 2017/023530
국제공개일자 2017년02월09일
(30) 우선권주장
62/199,546 2015년07월31일 미국(US)

(71) 출원인
누베라 퓨엘 셀스, 엘엘씨
미국 메사추세츠 01821 빌리카 빌딩 1 콘코드
로드 129
(72) 발명자
리 지양
미국 매사추세츠 02038 프랭클린 미팅하우스 레인
9
베남 모센
미국 매사추세츠 01609 워세스터 월리엄 스트리트
28
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장훈

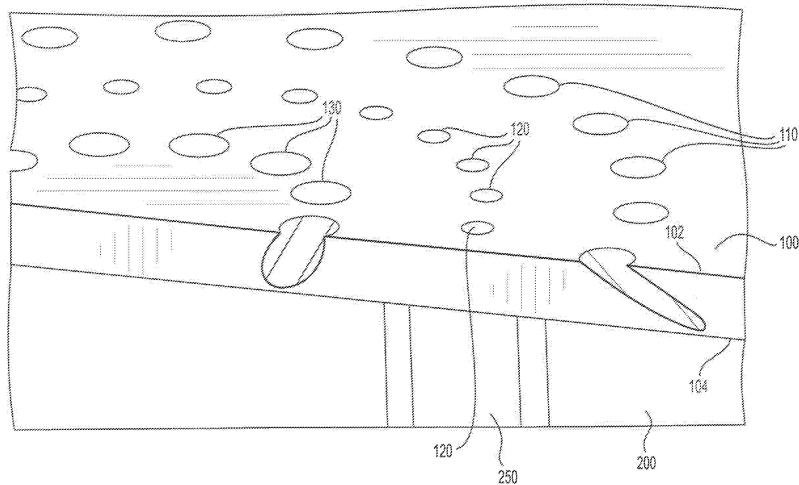
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 낮은 NOx 방출물을 갖는 버너 조립체

(57) 요 약

본 발명은 열원을 발생시키기 위한 버너 조립체에 관한 것이다. 버너 조립체는 제 1 표면 및 제 2 표면을 갖는 연소 플레이트를 포함할 수 있다. 상기 연소 플레이트는 제 1 원으로 배열된, 상기 제 1 표면으로부터 상기 제 2 표면으로 연장하는 제 1 복수의 홀 및 제 2 원으로 배열된, 상기 제 1 표면으로부터 상기 제 2 표면으로 연장되는 제 2 복수의 홀을 포함할 수 있다. 제 1 원 및 제 2 원은 동심원으로 배열될 수 있다. 버너 조립체는 또한 연소 플레이트의 평면으로부터 제 1 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는 홀 중 적어도 하나를 갖도록 구성될 수 있다. 버너 조립체는 또한 연소 플레이트의 평면 상에 동심원들 중 하나의 접선으로부터 제 2 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는 홀들 중 적어도 하나를 갖도록 구성될 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류

C01B 3/34 (2013.01)
F23D 14/24 (2013.01)
F23L 1/00 (2013.01)
F23M 20/00 (2015.01)
F23M 5/00 (2013.01)
C01B 2203/0205 (2013.01)
C01B 2203/0811 (2013.01)
C01B 2203/1241 (2013.01)

(72) 발명자

개퍼리 풀

미국 매사추세츠 02145 섬머빌 유닛 3 아담스 스트
리트 15

액진티 조단

미국 매사추세츠 01752 말보로 컬리네인 드라이브
83

명세서

청구범위

청구항 1

버너 조립체에 있어서,

제 1 표면 및 제 2 표면을 갖는 연소 플레이트를 포함하고, 상기 연소 플레이트는:

제 1 원으로 배열된, 상기 제 1 표면으로부터 상기 제 2 표면으로 연장되는 제 1 복수의 홀들; 및

제 2 원으로 배열된, 상기 제 1 표면으로부터 상기 제 2 표면으로 연장되는 제 2 복수의 홀들을 포함하고,

상기 제 1 원 및 상기 제 2 원은 동심원이고; 그리고

상기 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면으로부터 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는, 버너 조립체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면으로부터 제 1 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는, 버너 조립체.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 2 복수의 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면으로부터 제 2 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는, 버너 조립체.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면 상의 동심원들 중 하나의 접선으로부터 제 3 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는, 버너 조립체.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 복수의 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면 상의 동심원들 중 하나의 접선으로부터 제 3 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는, 버너 조립체.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면 상의 동심원들 중 하나의 접선으로부터 제 2 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는, 버너 조립체.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 복수의 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면으로부터 제 3 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는, 버너 조립체.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 복수의 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면 상의 동심원들 중 하나의 접선으로부터 제 3 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는, 베너 조립체.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

제 3 원으로 배열된, 상기 제 1 표면으로부터 상기 제 2 표면으로 연장되는 제 3 복수의 홀들을 추가로 포함하고, 상기 제 1 원, 상기 제 2 원 및 상기 제 3 원은 동심원들이고 상기 제 3 원은 상기 제 1 원 및 상기 제 2 원 사이에 개재되는, 베너 조립체.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 3 복수의 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면 상의 동심원들 중 하나의 접선으로부터 예각 및 상기 연소 플레이트의 평면으로부터 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는, 베너 조립체.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 제 3 복수의 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면으로부터 제 1 예각 및 상기 연소 플레이트의 평면 상의 동심원들 중 하나의 접선으로부터의 제 2 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는, 베너 조립체.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 연소 플레이트의 제 2 표면에 부착되고 상기 제 1 복수의 홀들에 유체 연결된 단부를 갖는 제 1 챔버; 및 상기 제 1 챔버로 공기 유동을 공급하도록 구성된 제 1 입구를 추가로 포함하는, 베너 조립체.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 연소 플레이트의 제 2 표면에 부착되고 상기 제 2 복수의 홀들에 유체 연결된 단부를 갖는 제 2 챔버; 및 상기 제 2 챔버로 연료 가스 유동을 공급하도록 구성된 제 2 입구를 추가로 포함하는, 베너 조립체.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 홀들은 상기 제 1 복수의 홀들로부터 배출된 공기 유동과 상기 제 2 복수의 홀들로부터 배출된 연료 가스 유동의 혼합을 증가시키고; 그리고 상기 연료 가스 유동의 연소 중에 와류형 연소 화염을 발생시키도록 구성되는, 베너 조립체.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 와류형 연소 화염의 온도는 상기 제 1 표면에 인접하여 약 20°C 내지 1900°C인, 베너 조립체.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 예각은 약 15° 내지 약 75° 인, 베너 조립체.

청구항 17

버너 조립체로부터 열원을 제공하기 위한 방법에 있어서,

연소 플레이트의 제 1 표면으로부터 제 2 표면으로 연장되는 제 1 복수의 홀들을 통해서 연료 가스 유동을 지향시키는 단계;

상기 연소 플레이트의 제 1 표면으로부터 상기 제 2 표면으로 연장되는 제 2 복수의 홀들을 통해서 공기 유동을 지향시키는 단계; 그리고

상기 홀들을 통해서 지향된 상기 연료 가스 유동 및 상기 공기 유동을 연소시키는 단계를 포함하고,

상기 제 1 복수의 홀들은 제 1 원으로 배열되고 상기 제 2 복수의 홀들은 제 2 원으로 배열되며, 상기 제 1 및 제 2 원들은 동심원이고; 그리고

상기 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면으로부터 예각으로 연장되는 길이방향 축을 갖는, 버너 조립체로부터 열원을 제공하기 위한 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

접선 속도들에서 상기 홀들을 통하여 상기 연료 가스 유동 및 상기 공기 유동을 지향시키는 단계; 그리고 연소 중에 와류형 연소 화염을 발생시키는 단계를 추가로 포함하는, 버너 조립체로부터 열원을 제공하기 위한 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 버너 조립체로부터의 NOx 방출물을 제한시키는 수준 이하로 상기 와류형 연소의 온도를 제어하는 단계를 추가로 포함하고, 상기 와류형 연소 화염의 온도는 상기 제 1 표면에 인접하여 약 20°C 내지 1900°C인, 버너 조립체로부터 열원을 제공하기 위한 방법.

청구항 20

수소를 발생시키기 위한 수소 발생 시스템에 있어서,

개질기; 및

버너 조립체를 포함하고, 상기 버너 조립체는:

제 1 표면 및 제 2 표면을 갖는 연소 플레이트를 포함하고, 상기 연소 플레이트는:

제 1 원으로 배열된, 상기 제 1 표면으로부터 상기 제 2 표면으로 연장되는 제 1 복수의 홀들; 및

제 2 원으로 배열된, 상기 제 1 표면으로부터 상기 제 2 표면으로 연장되는 제 2 복수의 홀들을 포함하고,

상기 제 1 원 및 상기 제 2 원은 동심원이고;

상기 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면으로부터 예각으로 연장되는 길이방향 축을 가지며; 그리고

상기 버너 조립체는 상기 제 1 복수의 홀들을 통해 지향된 연료 가스 유동 및 상기 제 2 복수의 홀들을 통해 지향된 공기 유동을 연소시켜서, 상기 개질기에 열원으로서 공급되는 연소 배기 가스 유동을 발생시키도록 구성되는, 수소 발생 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 그 전체가 참고로 인용된 2015년 7월 31일자로 제출된 미국 출원 제 62/199,546 호의 이익을 주장한다.

[0002] 본 발명은 낮은 NOx 형성 및/또는 방출물을 갖는 버너 조립체 및 상기 버너 조립체를 사용하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

증기 개질은 메탄과 같은 탄화수소로부터 수소를 생산하는데 널리 사용되는 방법이다. 증기 개질의 기초 화학은 탄화수소 공급 원료를 수증기와 온도 반응시켜, 때로는 "개질 물"이라고도 칭하는, 일차적으로 수소, 물, 일산화탄소 및 이산화탄소("합성 가스")의 혼합물을 생산한다. "증기 개질기"는 크게 두 개의 모듈, 즉 버너 조립체와 개질기 조립체로 구성된다. 버너 조립체는 탄화수소 공급 원료와 증기 사이의 증기 개질 반응이 일어나는 개질기 조립체에 열 에너지 원을 제공한다. 버너 조립체는 일반적으로 연료 가스의 연소에 의해 열을 발생시키고, 복사 및 대류 열 전달을 통해 개질기 조립체와 상호 작용하는 연소 배기 가스를 생성한다.

[0004]

버너 조립체의 연료 가스의 연소는 고온의 발열 반응이며, 통상적으로 대기의 산화제를 필요로 한다. 연료 가스의 연소는 확장 Zeldovich 메커니즘으로 알려진 공기 중의 이원자 질소(diatomeric nitrogen)의 고온 산화를 통해 질소의 열 산화물(NO_x)을 생성할 수 있다. NO_x 는 질소 산화물(NO)과 이산화질소(NO_2)를 모두 포함할 수 있으며, 이들은 서로 변환될 수 있다. NO_x 는 유독성이며 이산화탄소 및 메탄보다 수명이 긴 온실 가스로 분류된다. NO_x 는 반응하여 광화학 스모그 및 산성비를 형성하며 또한 인간의 주변 대기에 독성을 갖는 대류권 오존을 형성할 수 있다. NO_x 는 또한 유기 화학 물질 또는 오존과 반응하여 다양한 독성 생성물과 공기 중 발암 물질을 형성한다. 다른 카운터 및 주에서는 연소 버너, 용광로 또는 엔진의 NO_x 허용 수준에 대한 엄격한 기준을 설정했다. 예컨대, 캘리포니아 남부 해안 대기 품질 관리 지구(SCAQMD)는 Rule 1146.2에 따라 천연 가스 연소로의 NO_x 방출물량에 대해 14 나노 그램/줄의 제한을 설정했다.

[0005]

연소 중 열적 NO_x 발생은 온도에 크게 좌우된다. 화염 온도는 연소 중 열적 NO_x 발생에 영향을 주는 주요 변수이다. 화염 온도가 높을수록 연소 배기 가스 중에 NO_x 농도가 높아질 수 있다. 따라서, 연소 화염의 온도를 낮추면 NO_x 형성 및/또는 방출물이 감소될 수 있다. NO_x 형성 및/또는 방출물을 감소시키는 방법은 연소 배기 가스를 화염으로 재순환시키고 예컨대 버너 조립체에 배플 디자인을 구현함으로써 화염 온도를 감소시키기 위해 연료 가스와 공기의 혼합을 최적화하는 것을 포함한다. 그러나, 이러한 버너 조립체는 설계 또는 작동이 너무 복잡하거나 대규모 산업 또는 소형 증기 개질기에 너무 비싸거나 부적합하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006]

그러므로, 낮은 NO_x 형성 및/또는 방출물을 갖는 열 에너지 원을 제공하기 위한 개선된 버너 조립체 및 방법이 필요하다.

[0007]

상술한 상황을 고려하여, 본 발명은 낮은 NO_x 형성 및/또는 방출물을 갖는 버너 조립체 및 이 버너 조립체를 사용하는 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008]

일 양태에서, 본 발명은 버너 조립체에 관한 것이다. 상기 버너 조립체는 제 1 표면 및 제 2 표면을 갖는 연소 플레이트를 포함할 수 있다. 상기 연소 플레이트는 제 1 원으로 배열된, 제 1 표면으로부터 제 2 표면으로 연장되는 제 1 복수의 홀들을 포함할 수 있다. 상기 연소 플레이트는 제 2 원으로 배열된 제 1 표면으로부터 제 2 표면으로 연장되는 제 2 복수의 홀들을 추가로 포함할 수 있다. 상기 제 1 원 및 상기 제 2 원은 동심원일 수 있고 상기 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면으로부터 예각으로 연장되는 길이방향 축을 가질 수 있다.

[0009]

다른 양태에서, 본 발명은 버너 조립체로부터 열원을 제공하기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 연소 플레이트의 제 1 표면으로부터 제 2 표면으로 연장되는 제 1 복수의 홀들을 통해서 연료 가스 유동을 지향시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 또한 상기 연소 플레이트의 제 1 표면으로부터 상기 제 2 표면으로 연장되는 제 2 복수의 홀들을 통해서 공기 유동을 지향시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 홀들을 통해서 지향된 상기 연료 가스 유동 및 상기 공기 유동을 연소시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 상기 제 1 복수의 홀들은 제 1 원으로 배열될 수 있다. 상기 제 2 복수의 홀들은 제 2 원으로 배열될 수 있다. 상기 제 1 및 제 2 원들은 동심원일 수 있고 상기 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면으로부터 예각으로 연장되는 길이방향 축을 가질 수 있다.

[0010]

다른 양태에서, 본 발명은 수소를 발생시키기 위한 수소 발생 시스템에 관한 것이다. 상기 시스템은 개질기 및

버너 조립체를 포함할 수 있다. 상기 버너 조립체는 제 1 표면 및 제 2 표면을 갖는 연소 플레이트를 포함할 수 있다. 상기 연소 플레이트는 제 1 원으로 배열된 제 1 표면으로부터 제 2 표면으로 연장되는 제 1 복수의 홀들을 포함할 수 있다. 상기 연소 플레이트는 제 2 원으로 배열된, 제 1 표면으로부터 제 2 표면으로 연장되는 제 2 복수의 홀들을 추가로 포함할 수 있다. 상기 제 1 원 및 상기 제 2 원은 동심원일 수 있고 상기 홀들 중 적어도 하나가 상기 연소 플레이트의 평면으로부터 예각으로 연장되는 길이방향 축을 가질 수 있다. 상기 버너 조립체는 상기 제 1 복수의 홀들을 통해 지향된 연료 가스 유동 및 상기 제 2 복수의 홀들을 통해 지향된 공기 유동을 연소시켜서, 상기 개질기에 열원으로서 공급되는 연소 배기 가스 유동을 발생시키도록 구성될 수 있다.

[0011] 전술한 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 예시적이고 설명적인 것일 뿐이며 청구된 본 발명을 제한하지 않는다는 것을 이해해야 한다.

[0012] 첨부된 도면은 본 명세서에 통합되어 본 명세서의 일부를 구성하고, 본 발명의 몇몇 실시예를 도시하고 설명과 함께, 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 예시적인 실시예에 따른 버너 조립체의 부분 단면도이다.

도 2는 예시적인 실시예에 따른 버너 조립체의 개략도이다.

도 3은 예시적인 실시예에 따른 버너 조립체의 확대된 부분 단면도이다.

도 4는 예시적인 실시예에 따른 버너 조립체의 예시적인 홀의 기하학적 도면이다.

도 5는 예시적인 실시예에 따른 버너 조립체의 예시적인 홀의 개략도이다.

도 6은 예시적인 실시예에 따른 버너 조립체의 연료 가스 유동 및 공기 유동의 예시적인 속도의 개략도이다.

도 7은 예시적인 실시예에 따른 일반 버너 조립체와 버너 조립체를 비교한 개략도이다.

도 8은 예시적인 실시예에 따른 수소 발생기의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 낮은 NOx 형성 및/또는 방출물을 갖는 버너 조립체의 예시적인 실시예를 참조하여 본원에 설명되었지만, 본 발명의 시스템 및 방법은 다양한 유형의 버너 조립체 적용에 사용될 수 있음을 이해할 것이다. 당업자는 본원에 제공된 교시에 접근할 수 있으며, 이는 본 발명의 범위 내에 있는 균등물에 대한 추가적인 수정, 응용, 실시예 및 대체를 인식할 것이다. 따라서, 본 발명은 전술한 설명 또는 이하의 설명에 의해 제한되는 것으로 간주되지 않아야 한다.

[0015] 본 발명의 다른 특징 및 장점 및 잠재적 용도는 당업자에게 첨부된 도면을 참조하는, 본 발명의 하기 설명으로부터 명확해질 것이다.

[0016] 도 1은 예시적인 실시예에 따른 버너 조립체(10)의 부분 단면도를 도시한다. 버너 조립체(10)는 다른 것들 중에서 특히 연소 플레이트(100), 공기 가스 챔버(200) 및 연료 가스 챔버(250)를 포함할 수 있다. 연소 플레이트(100)는 상부면(102), 바닥면(104) 및 상부면(102) 및 바닥면(104) 사이의 소정 두께를 포함한다. 연소 플레이트(100)는 상부면(102)으로부터 바닥면(104)까지 연장하는 복수의 홀들(110, 120 및/또는 130)을 더 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 연소 플레이트(100)는 원형, 타원형, 직사각형 또는 다른 기하학적 형상일 수 있다.

[0017] 공기 가스 챔버(200)는 연소 플레이트(100)의 바닥면(104)에 제거가능하게 또는 영구적으로 부착된 일 단부와 바닥 플레이트(210)에 제거가능하게 또는 영구적으로 부착된 다른 단부를 갖는 중공 실린더일 수 있다. 공기 입구(220)는 공기 가스 챔버(200)에 부착될 수 있고 연소 반응을 위한 산화제를 제공하는 공기 유동을 공급하도록 구성될 수 있다. 연료 가스 챔버(250)는 일 단부가 연소 플레이트(100)의 바닥면(104)에 제거가능하게 또는 영구적으로 부착되고 다른 단부가 바닥 플레이트(260)에 제거가능하게 또는 영구적으로 부착되는 환형 중공 튜브일 수 있다. 연료 가스 입구(270)는 연료 가스 챔버(250)에 부착될 수 있고 연소 반응을 위한 연료를 제공하는 연료 가스 유동을 공급하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 연료 가스 챔버(250)는 공기 챔버(200)에 봉입될 수 있고 연료 가스 입구(270)는 예컨대 바닥 플레이트(210)를 통해 공기 가스 챔버(200)를 관통하여 연료 가스 챔버(250)에 도달해서 부착될 수 있다. 다른 실시예에서, 공기 챔버(200)는 중공 원통형의 연료 가스 챔버(250)에 봉입된 환형 중공 튜브일 수 있고, 공기 입구(220)는 예컨대 바닥 플레이트(260)를 통해 연료 가스 챔버(250)

버(250)를 관통하여 공기 챔버(200)에 도달해서 부착될 수 있다.

[0018] 도 1에 도시된 바와 같이, 연소 플레이트(100)의 복수의 홀들(110, 120, 130)은 상이한 반경을 갖는 동심원으로 배열될 수 있다. 예컨대, 제 1 복수의 홀들(110)은 제 1 반경을 갖는 제 1 원으로 배치될 수 있고, 제 2 복수의 홀들(120)은 제 2 반경을 갖는 제 2 원으로 배치될 수 있으며, 제 3 복수의 홀들(130)은 제 3 반경을 갖는 제 3 원으로 배치될 수 있다. 일부 실시예에서, 제 2 원의 반경은 제 1 원의 반경보다 작을 수 있고 제 3 원의 반경보다 클 수 있어서, 제 2 원이 제 1 원과 제 3 원 사이에 개재될 수 있다. 일부 실시예에서, 제 1 복수의 홀들(110)은 공기 챔버(200)에 유체 연결될 수 있고, 제 2 복수의 홀들(120)은 연료 가스 챔버(250)에 유체 연결될 수 있으며, 제 3 복수의 홀들(130)은 공기 챔버(200) 또는 연료 가스 챔버(250)에 유체 연결될 수 있다.

[0019] 일부 실시예에서, 상이한 반경을 갖는 부가적인 원 내에 배치된 추가의 홀이 연소 플레이트(100)에 형성될 수 있다. 예컨대, 제 1 원의 반경보다 큰 반경 또는 제 3 원보다 작은 반경을 갖는 원 안에 배치된 연소 플레이트(100)의 추가 홀들은 공기 챔버(200)에 유체 연결될 수 있다. 다른 예에 있어서, 제 1 원의 반경보다 작은 반경 또는 제 3 원의 반경보다 큰 반경을 갖는 원으로 배열된 연소 플레이트(100)의 추가의 홀들은 연료 가스 챔버(250)에 유체 연결될 수 있다. 이하의 설명에서, 홀들(110, 120, 130)은 본 발명의 예시적인 실시예를 설명하기 위해 사용된다.

[0020] 일부 실시예에서, 연료 가스 및 공기의 연소는 연소 플레이트(100)의 상부면(102)에 인접하여 발생할 수 있다. 예컨대, 연료 가스 유동은 연료 가스 입구(270)를 통해 연료 가스 챔버(250)로 공급될 수 있고 공기 유동은 공기 입구(220)를 통해서 공기 챔버(200)로 공급될 수 있다. 공기 유동은 제 1 및/또는 제 3 복수의 홀들(110 및 130)을 통해 배출될 수 있고 연료 가스 유동은 제 2 복수의 홀들(120)을 통해 미리 결정된 속도로 배출될 수 있다. 연료 가스 유동 및 공기 유동은 홀을 통해 배출된 후에 혼합될 수 있고, 예컨대 접화에 의해 연소되도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 베너 조립체(10)는 연소 챔버(280)를 더 포함할 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 연소 챔버(280)는 원통형 튜브일 수 있고, 연소 플레이트(100)의 상부면(102)에 제거가능하게 또는 영구적으로 부착된 일 단부를 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 연료 가스 및 공기의 연소는 연소 챔버(280)에 연소 화염을 생성할 수 있고 연소 챔버(280)의 다른 단부로부터 배출된 연소 배기 가스(290)를 발생시킨다. 일부 실시예에서, 연소 챔버(280)는 연소 배기 가스(290)를 위한 통로를 제공하도록 구성된 다른 연소 챔버(285)에 연결될 수 있다.

[0021] 연소 화염의 온도는 연소 배기 가스(290)에서 열적 NO_x의 형성 및/또는 방출물에 영향을 미칠 수 있고 및/또는 결정할 수 있다. 여기서 논의된 바와 같이, 연소 화염의 온도가 높을수록 더 많은 열적 NO_x가 연소 중에 형성될 수 있고 연소 배기 가스(290)에서 NO_x 농도가 높아질 수 있다. 연소 화염의 온도를 감소시키는 것은 NO_x 형성을 제한, 억제 및/또는 최소화할 수 있다. 연소 화염의 온도를 감소시키기 위한 한 방법은 연소 중에 연료 가스 유동과 공기 유동의 혼합을 증가시켜서 NO_x 형성을 감소시키는 것이다. 또한, 연소 중에 연료 가스 유동과 공기 유동을 적절하게 및/또는 완전하게 혼합시키는 것은 연소 화염의 온도를 최소화하여 NO_x 형성을 억제 및/또는 최소화할 수 있다. 예시적인 실시예에 따르면, 연료 가스 유동과 공기 유동의 혼합을 증가시키는 하나의 방법은 기울어진 홀들(110, 120 및 130)의 선택을 갖는 연소 플레이트(100)를 사용하는 것을 포함할 수 있다. 기울어진 홀은 연료 가스 유동 및 공기 유동의 접선 속도를 생성하여, 연소 중에 연료 가스 유동 및 공기 유동을 적절하게 및/또는 완전하게 혼합시키도록 허용하거나 또는 증가시킬 수 있다.

[0022] 일부 실시예에서, 예컨대, 연소 플레이트(100)의 홀들(110, 120 및 130) 중 적어도 하나는 연소 플레이트(100)의 평면으로부터 기울어지도록 구성될 수 있다. 예컨대, 도 3에 도시된 바와 같이, 연소 플레이트(100)는 상부면(102)에서 바닥면(104)으로 연장되는 미리 결정된 두께를 가질 수 있다. 홀들(110, 120 및 130) 중 적어도 하나는 연소 플레이트(100)의 두께를 관통하여 상부면(102)에서 바닥면(104)으로 연장될 수 있고 연소 플레이트(100)의 평면으로부터 기울어질 수 있다. 본 명세서에 개시된 바와 같이, 홀들(110, 120 및 130)의 임의의 수의 선택은 연소 플레이트(100)의 평면으로부터의 기울기를 가질 수 있다. 예컨대, 제 1 개수의 홀들(110)이 기울어질 수 있고, 제 2 개수의 홀들(120)이 기울어질 수 있고 및/또는 제 3 개수의 홀들(130)이 기울어질 수 있다. 본 발명을 설명하기 위해, 홀들(110, 120, 및/또는 130) 중에서 선택된 복수의 홀의 선택은 연소 플레이트(100)의 평면으로부터 기울어진다. 일부 실시예에서, 기울어진 홀은 경사 실린더의 형태일 수 있다. 예컨대, 도 4는 복수의 기울어진 홀들 중 예시적인 홀의 기하학적 예시이다.

[0023] 도 4에 도시된 바와 같이, 예시적인 홀(300)은 연소 플레이트(100)의 상부면(102)상의 예시적인 홀(300)의 상단부(301)의 제 1 중심(302)으로부터 연소 플레이트(100)의 바닥면(104) 상의 예시적인 홀(300)의 바닥 단부(303)의 제 2 중심으로 연장되는 길이방향 축(330)을 가질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 길이방향 축(330)은 연

소 플레이트(100)의 평면 또는 3 차원 공간에서 연소 플레이트(100)의 평면에 평행한 임의의 평면으로부터 제 1 각도(α)로 기울어질 수 있다. 예컨대, 복수의 예시적인 홀들(300)이 배치되고 예시적인 홀(300)의 상단부(301)의 제 1 중심(302) 및 동심원(310)의 반경(350)을 통과하는 동심원(310)은 상부면(102) 상에 연소 플레이트(100)의 제 1 평면을 형성할 수 있다. 연소 플레이트(100)의 제 2 평면은 바닥면(104) 상에 예시적인 홀(300)의 바닥 단부(303)의 제 2 중심(304)을 통과하는 제 1 평면에 평행한 평면으로서 규정될 수 있다. 길이방향 축(330)은 연소 플레이트(100)의 평면에 평행한 평면 또는 연소 플레이트(100)의 제 1 평면 또는 제 2 평면으로부터 기울어질 수 있다. 일부 실시예에서, 예시적인 홀(300) 또는 길이방향 축(330)은 제 1 각도(α)가 예각일 때 즉, 약 90° 미만일 때 연소 플레이트(100)의 평면을 향하여 내측으로 기울어지는 것으로 기술되고 제 1 각도(α)의 보조 각이 예각일 때 연소 플레이트(100)의 평면을 향하여 외측으로 기울어지는 것으로 기술된다. 일부 실시예에서, 예시적인 홀(300)의 길이방향 축(330)을 따른 세그먼트는 제 1 각도(α)로 기울어질 수 있고, 나머지 홀들(300)은 직선일 수 있다.

[0024] 일부 실시예에서, 길이방향 축(330)은 동심원들 중 하나의 접선으로부터 제 2 각도로 기울어질 수 있다. 예컨대, 도 4에 도시된 바와 같이, 연소 플레이트(100)의 제 1 평면 상의 동심원(310)의 접선(320)은 예시적인 홀(300)의 바닥 단부(303)의 제 2 중심(304)을 통과하는 제 1 평면에 평행한 제 2 평면 상의 돌출부(340)를 가질 수 있다. 또한, 길이방향 축(330)은 제 2 평면 상의 접선(320)의 돌출부(340)로부터 제 2 각도(β)를 형성하는 제 2 평면 상의 돌출부(335)를 갖는다. 일부 실시예에서, 제 2 각도(β)는 제 1 평면 상의 동심원(310)의 접선(320)으로부터 기울어진 길이방향 축(330)의 제 2 각도를 기술하는데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 접선(320)에 평행한 다른 동심원의 접선이 동일한 방향으로 정렬될 수 있기 때문에, 제 2 각도(β)가 접선(320)에 평행한 임의의 접선에 대한 길이방향 축(330)의 기울기를 기술하는데 사용될 수 있다. 도 5는 예시적인 실시예에 따른 길이방향 축(330)의 기울기를 도시한다. 도 5의 개략적인 예시는 연소 플레이트(100) 상의 바닥면(104)으로부터 보여지는 예시적인 배열의 홀들(110, 120, 및 130)을 도시한다. 예시적인 홀(300)은 홀들(110) 중 하나로서 도시된다. 실선으로 그려진 원은 연소 플레이트(100)의 바닥면(104) 상의 홀들의 바닥 단부(303)를 도시하고 점선으로 그려진 원은 연소 플레이트(100)의 상부면(102) 상의 홀들의 상단부(301)를 도시한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 예시적인 홀(300) 또는 예시적인 홀(300)의 길이방향 축(330)은 홀들(110)이 연소 플레이트(100)의 평면 상에 배열되는 동심원(310)의 접선(320)으로부터 기울어질 수 있다. 일부 실시예들에서, 예시적인 홀(300)은 연소 플레이트(100)의 평면 상의 제 3 각(β')에서 동심원(310)의 반경(350) 주위로 기울어진 것으로 기술될 수 있다. 제 2 각(β) 및 제 3 각(β')은 상보적인 각도일 수 있고 최대 90° 까지 부가될 수 있다. 일부 실시예에서, 예시적인 홀(300)의 길이방향 축(330)을 따른 세그먼트는 제 2 각도(β) 또는 제 3 각도(β')로 기울어질 수 있으며, 나머지 예시적인 홀(300)은 직선일 수 있거나 제 1 각도(α)로만 기울어질 수 있다.

[0025] 예시적인 실시예에서, 제 1 각도(α) 및/또는 제 2 각도(β)로 기울어지도록 구성된 선택된 홀은 연료 가스 유동 및/또는 공기 유동을 위한 통로를 형성할 수 있고, 연료 가스 유동 또는 공기 유동이 접선 속도로 배출되어서 혼합을 증가시키고 그리고/또는 연료 가스 유동과 공기 유동의 충분한 혼합을 허용한다. 일부 실시예에서, 공기 유동을 위한 통로를 제공하는 홀들(110)은 홀들(110)이 제 2 각도(β)로 배열되는 동심원의 접선으로부터 기울어지거나 그리고/또는 제 1 각도(α)로 연소 플레이트(100)의 평면으로부터 기울어질 수 있다. 이러한 홀들(110)의 구성은 공기 유동이 연소 챔버(280) 내로의 접선 속도의 세트로 배출되어 홀들(120)로부터 배출된 연료 가스 유동과 혼합 및 연소되도록 할 수 있다. 일부 실시예에서, 연료 가스 유동을 위한 통로를 제공하는 홀들(120)은 연소 플레이트(100)의 평면으로부터 제 1 각도(α)로 기울어질 수 있고 그리고/또는 홀들(120)이 배출되는 동심원의 접선으로부터 제 2 각도(β)로 기울어질 수 있다. 이러한 홀들(120)의 구성은 연료 가스 유동이 접선 속도의 세트로 연소 챔버(280) 내로 배출되도록 허용하고 홀들(110)로부터 배출된 공기 유동과 혼합 및 연소되게 할 수 있다. 일부 실시예에서, 공기 유동을 위한 통로를 제공하는 홀들(110)은 연소 플레이트(100)의 평면 내측으로 제 1 각도(α)로 기울어지며, 공기 유동을 위한 추가 경로를 제공하는 홀들(130)은 연소 플레이트(100)의 평면으로부터 내측 또는 외측으로 다른 제 1 각도(α)로 기울어질 수 있다. 홀들(110) 및 홀들(130)의 이러한 구성은 공기 유동이 홀들(110)을 통한 제 1 접선 속도 세트 및 홀들(130)을 통한 제 2 접선 속도 세트에서 연소 챔버(280)로 배출되게 할 수 있다. 제 2 접선 속도 세트의 방향 및/또는 크기는 제 1 접선 속도 세트의 그것과 다를 수 있다. 일부 실시예에서, 제 1 및 제 2 접선 속도 세트 모두는 홀들(120)로부터 배출된 연료 가스 유동을 향하여 공기 유동을 지향시킬 수 있고 공기 유동이 연료 가스 유동과 함께 혼합되어 연소되도록 한다.

[0026] 예시적인 실시예에서, 베너 조립체(10)의 연소 플레이트(100)는 연료 가스 유동과 공기 유동의 혼합을 증가시키고 연소 챔버(280)에서 연료 가스 및 공기의 연소 중에 와류형 연소 화염을 생성하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 도 6에 도시된 바와 같이, 연료 가스 유동 및/또는 공기 유동의 접선 속도의 예시적인 방향이 화살표로 도시되어 있다. 접선 속도의 방향은 연료 가스 유동과 기울어진 홀을 통해 배출되는 공기 유동 사이에 즉각적인

반응을 도입하여 혼합을 증가시킬 수 있다. 예컨대, 공기 유동과 연료 가스 유동이 배출되는 직선 홀을 갖는 베너 조립체와 비교할 때, 베너 조립체(10)는 연료 가스 유동과 공기 유동 사이의 혼합을 증가시키고, 베너 조립체(10)에 의해서 생성된 와류형 연소 화염의 최고 온도를 약 30°C 내지 200°C 만큼 감소시킬 수 있다. 본 명세서에 기술된 바와 같이, 일부 실시예에서, 베너 조립체(10)의 연소 플레이트(100)는 연료 가스 유동과 공기 유동의 적절하고 완전한 혼합을 허용하고 연소 중에 와류형 연소 화염의 형성을 허용하도록 구성될 수 있다. 따라서, 와류형 연소 화염의 감소된 온도는 연소 중에 NOx 형성 및/또는 방출물 또는 연소 챔버(280)로부터 배출된 연소 배기 가스(290) 내의 NOx의 농도를 제한 또는 억제할 수 있다.

[0027] 일부 실시예에서, 홀들(120)로부터 배출된 연료 가스 유동의 접선 속도 및 홀들(110) 및/또는 홀들(130)로부터 배출된 공기 유동의 접선 속도는 제어 및/또는 조절될 수 있다. 일부 실시예에서, 연료 가스 유동 및/또는 공기 유동의 접선 속도의 제어 또는 조절은 연소 중에 연료 가스 유동과 공기 유동 사이의 균형된 유량, 연소 중에 연료 가스와 공기 사이의 최적화된 화학량론, 연료 가스 유동 및 공기 유동의 최적화된 혼합 및/또는 최적의 연소 효율을 가능하게 해서 연소 화염 온도를 감소시킬 수 있다. 일부 실시예에서, 연료 가스 유동 및/또는 공기 유동의 접선 속도의 제어 또는 조절은 연소 중에 NOx 형성을 감소 또는 최소화시키고 이에 따라 베너 조립체(10)의 연소 챔버(280)로부터 NOx 방출물을 감소시키거나 최소화할 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(120)로부터 배출된 연료 가스 유동의 접속 속도 및 홀들(110) 및/또는 홀들(130)로부터 배출된 공기 유동의 접선 속도는 연소 시작시 초기 난류를 감소시킴으로써 연소 중에 NOx 형성을 감소시킬 수 있다.

[0028] 예시적인 실시예에서, 홀들(110, 120, 130) 및 연소 플레이트(100)의 추가 홀의 임의의 선택 또는 조합은 연소 플레이트(100)의 평면으로부터의 제 1 각도(α)로 그리고/또는 연소 플레이트(100)의 평면에서 동심원들 중 하나의 접선으로부터 제 2 각도(β)로 연장되도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(110)의 선택은 제 1 각도(α) 및/또는 제 2 각도(β)로 기울어질 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(120)의 선택은 제 1 각도(α) 및/또는 제 2 각도(β)로 기울어질 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(130)의 선택은 제 1 각도(α) 및/또는 제 2 각도(β)로 기울어질 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(110) 및 홀들(130)의 선택은 제 1 각도(α) 및/또는 제 2 각도(β)로 기울어질 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(120) 및 홀들(130)의 선택은 제 1 각도(α) 및/또는 제 2 각도(β)로 기울어질 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(110, 120 및 130)의 선택은 제 1 각도(α) 및/또는 제 2 각도(β)로 기울어질 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(110) 및 홀들(130)은 상이한 제 1 각도(α) 및/또는 상이한 제 2 각도(β)로 기울어지도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(110) 및 홀들(120)은 상이한 제 1 각도(α) 및/또는 상이한 제 2 각도(β)로 기울어지도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(120) 및 홀들(130)은 상이한 제 1 각도(α) 및/또는 상이한 제 2 각도(β)로 기울어지도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(110, 120, 130)은 상이한 제 1 각도(α) 및/또는 상이한 제 2 각도(β)로 기울어지도록 구성될 수 있다.

[0029] 일부 실시예에서, 홀들(110, 120 및 130)의 임의의 선택은 제 1 각도(α)로 연소 플레이트(100)의 평면으로부터 기울어지도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 제 1 각도(α) 또는 그 보충 각도는 예각일 수 있다. 일부 실시예에서, 제 1 각도 또는 그 보충 각도는 약 0° 내지 약 15°, 약 0° 내지 약 30°, 약 0° 내지 약 45°, 약 0° 내지 약 60°, 약 0° 내지 약 75°, 약 0° 내지 약 90°, 약 15° 내지 약 30°, 약 15° 내지 약 45°, 약 15° 내지 약 60°, 약 15° 내지 약 75°, 약 15° 내지 약 90°, 약 30° 내지 약 45°, 약 30° 내지 약 60°, 약 30° 내지 약 75°, 약 30° 내지 약 90°, 약 45° 내지 약 60°, 약 45° 내지 약 75°, 약 45° 내지 약 90°, 약 75° 내지 약 90°, 약 90° 내지 약 105°, 약 90° 내지 약 135°, 약 90° 내지 약 165°, 약 105° 내지 약 135°, 약 105° 내지 약 165°, 약 135° 내지 약 165°, 약 105° 내지 약 180°, 또는 약 90° 내지 약 180°, 약 105° 내지 약 180°, 약 135° 내지 약 180°, 또는 약 165° 내지 약 180° 일 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제 1 각도(α) 또는 그 보조 각도는 0°, 90° 및/또는 180° 가 아닌 각도로 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(110, 120 및 130)의 임의의 선택의 제 1 각도(α)가 예각(예컨대, 약 90° 보다 작게)으로 구성될 때, 선택된 홀은 연소 플레이트(100)의 평면 내측으로 제 1 각도(α)로 기울어진 것으로 기술될 수 있다. 일부 실시예들에서, 홀들(110, 120, 130)의 임의의 선택의 제 1 각도(α)의 보조 각도가 예각으로 구성될 때, 선택된 홀들은 연소 플레이트(100)의 평면으로부터 제 1 각도(α)로 외측으로 기울어진 것으로 기술될 수 있다.

[0030] 일부 실시예에서, 홀들(110, 120 및 130)의 임의의 선택은 연소 플레이트(100)의 평면 상에서 반경(350) 주위로 제 3 각도(β')로 기울거나 또는 동심원 중 하나의 접선으로부터 제 2 각도(β)로 기울어진 것으로 기술될 수 있다. 일부 실시예에서, 제 2 각도(β) 및 제 3 각도(β')는 서로 보완적일 수 있고 최대 90° 를 더할 수 있다.

일부 실시예에서, 제 2 각도(β) 또는 제 3 각도(β)'는 예각일 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제 2 각도(β) 또는 제 3 각도(β)'는 약 0° 내지 약 15°, 약 0° 내지 약 30°, 약 0° 내지 약 45°, 약 0° 내지 약 60°, 약 0° 내지 약 75°, 약 0° 내지 약 90°, 약 15° 내지 약 30°, 약 15° 내지 약 45°, 약 15° 내지 약 60°, 약 15° 내지 약 75°, 약 15° 내지 약 90°, 약 30° 내지 약 45°, 약 30° 내지 약 60°, 약 30° 내지 약 75°, 약 30° 내지 약 90°, 약 45° 내지 약 60°, 약 45° 내지 약 75°, 약 45° 내지 약 90°, 약 75° 내지 약 90° 일 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제 2 각도(β) 또는 제 3 각도(β)'는 약 0° 및/또는 90° 가 되지 않도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 하나의 동심원으로 배열된 홀들(110, 120 또는 130)의 수는 3 내지 300의 범위일 수 있다. 일부 실시예에서, 추가의 동심원들 중 하나에 배열된 홀들의 수는 3 내지 300의 범위일 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나의 동심원으로 배열된 홀들은 원의 둘레를 따라 균일하게 분포될 수 있다.

[0031] 일부 실시예에서, 홀들(110, 120, 130)의 선택 또는 조합의 제 1 각도(α) 및/또는 제 2 각도(β)는 조정 가능할 수 있다. 예컨대, 홀들의 선택은 개별적으로 또는 조합하여 제 1 각도(α) 및/또는 제 2 각도(β)를 조정하도록 이동 가능하고 및/또는 회전형 조정 가능한 고정구를 구비할 수 있다. 각각의 조정 가능한 고정구는 고정구의 이동 및/또는 회전을 조정하도록 구성된 모터를 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 각각의 조정 가능한 고정구는 비일시적인 메모리 장치에 저장된 프로그램 가능한 세트의 지시에 따라 작동할 수 있는 제어기 또는 프로세서에 작동가능하게 연결되도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 조정 가능한 고정구는 제어기 또는 프로세서의 지시에 따라 홀의 선택을 개별적으로 또는 조합하여 개폐할 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(110, 120, 130)의 선택 또는 조합의 제 1 각도(α) 및/또는 제 2 각도(β)는 개별적으로 또는 집합적으로 조정되어 와류형 연소 화염을 안정화시키고, 연료 가스 유동 및 공기 유동의 혼합을 최적화하고, 와류형 연소 화염의 온도를 낮추고 및/또는 연소 중에 최적의 NOx 감소 또는 억제를 달성할 수 있다.

[0032] 예시적인 실시예에서, 연소 플레이트(100)의 두께는 예컨대, 약 2mm 내지 약 40mm, 약 4mm 내지 약 35mm, 약 6mm 내지 약 30mm, 약 8mm 내지 약 25mm, 약 10 mm 내지 약 20 mm, 약 12mm 내지 약 15 mm일 수 있다. 일부 실시예에서, 연소 플레이트의 직경은 약 10 mm 내지 약 2000 mm, 약 100 mm 내지 약 1500 mm, 약 200 mm 내지 약 1000 mm, 약 300 mm 내지 약 900 mm, 약 400 mm 내지 약 800 mm, 약 500 mm 내지 약 700 mm이다. 일부 실시예에서, 홀들(110)의 직경은 약 0.2 mm 내지 약 100 mm, 약 0.5 mm 내지 약 50 mm, 약 1 mm 내지 약 25 mm, 약 2 mm 내지 약 12 mm, 약 4 mm 내지 약 10 mm, 약 6mm 내지 약 8mm이다. 일부 실시예에서, 홀들(120)의 직경은 약 0.2 mm 내지 약 100 mm, 약 0.5 mm 내지 약 50 mm, 약 1 mm 내지 약 25 mm, 약 2 mm 내지 약 12 mm, 약 4 mm 내지 약 10 mm, 약 6mm 내지 약 8mm이다. 일부 실시예에서, 홀들(130)의 직경은 약 0.2 mm 내지 약 100 mm, 약 0.5 mm 내지 약 50 mm, 약 1 mm 내지 약 25 mm, 약 2 mm 내지 약 12 mm, 약 4 mm 내지 약 10 mm, 약 6mm 내지 약 8mm이다. 일부 실시예에서, 홀들(110, 120 및/또는 130)의 선택의 단면적은 길이방향 축을 따라 바다면 (104)에서 상부면(102)으로 감소하여, 연료 가스 유동 및/또는 공기 유동을 배출하기 위한 노즐을 제조할 수 있다. 일부 실시예에서, 베너 조립체(10)는 금속, 금속 합금, 및 유리, 도자기, 세라믹, 실리콘 카바이드 및 이들의 조합물과 같은 무기 재료 중에서 선택된 적어도 하나의 재료로 제조될 수 있다. 일부 실시예에서, 베너 조립체(10)는 예컨대 3D 인쇄와 같은 주조, 사출 성형 또는 첨가제 제조 기술에 의해 제조될 수 있다. 일부 실시예에서, 홀들(110, 120, 130)의 수, 각도, 배열 및/또는 형상은 컴퓨터 보조 설계 도구에 의해 설계, 모델화 및 최적화될 수 있다. 일부 실시예에서, 베너 조립체(10)는 공기 가스 챔버(200) 및 연료 가스 챔버(250)를 연소 플레이트(100)에 용접 또는 볼트 결합시킴으로써 제조될 수 있다.

[0033] 일부 실시예에서, 연소 플레이트(100)의 상부면(104) 근처의 와류형 연소 화염의 온도는 약 20°C 내지 약 1900°C의 범위일 수 있다. 일부 실시예에서, 와류형 연소 화염의 온도는 상부면(104)으로부터의 와류형 연소 화염의 거리에 의존할 수 있다. 예컨대, 연소 챔버(280) 내의 와류형 연소 화염의 온도는 상부면(104)으로부터 약 0cm 내지 약 1cm의 거리에서 약 20°C 내지 약 1400°C이고, 상부면(104)으로부터 약 1cm 내지 약 15cm 범위의 거리에서 약 20°C 내지 약 1900°C의 범위일 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 온도 센서가 배치되어 온도 챔버의 위치에 인접한 와류형 연소 화염의 온도를 검출하기 위해 연소 챔버(280) 및/또는 추가의 연소 챔버(285)의 벽들에 인접하여 분배될 수 있다. 일부 실시예에서, 온도 센서는 미리 결정된 임계 온도에 도달할 때까지 연료 가스 유동 및 공기 유동의 유량을 제어하고 및/또는 홀들(110, 120, 및/또는 130)의 크기, 각도, 개폐를 제어하도록 구성된 제어기에 하나 이상의 피드백 신호를 생성하여 전송하도록 구성될 수 있다.

[0034] 일부 실시예에서, 연소 배기 가스(290) 내의 NOx 농도는 상부면(104)으로부터의 거리에 의존할 수 있다. 예컨대, 일부 실시예에서, 연소 배기 가스(290) 내의 NOx 농도는 상부면(104)으로부터 약 0 cm 내지 약 20 cm의 범위의 거리에서 약 0ppm 내지 약 30ppm의 범위일 수 있으며, 상부면(104)으로부터 약 30 cm 내지 약 50 cm의

거리에서 약 0 ppm 내지 약 15 ppm의 범위일 수 있다. 일부 실시예에서, 연소 배기 가스(290) 내의 NOx 농도는 연소 플레이트(100)의 상부면(104)으로부터 더 멀리 떨어진 거리에서 더 낮아질 수 있다. 예컨대, 연소 배기 가스(290) 내의 NOx 농도는 상부면(104)으로부터 약 50 cm 내지 약 100 cm의 거리에서 약 0ppm 내지 약 7ppm 범위일 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 NOx 센서가 연소 챔버(280) 및/또는 추가의 연소 챔버(285)의 출구에 인접하여 배치되어 분포되어 NOx 센서에 인접한 연소 배기 가스(290)에서 NOx의 농도를 검출할 수 있다. 일부 실시예에서, NOx 센서는 연료 가스 유동 및 공기 유동의 유량을 제어하고 및/또는 홀들(110, 120, 및/또는 130)의 크기, 각도, 개폐를 제어하여 미리 결정된 임계 수준이 충족될 때까지 연소 배기 가스(290) 내의 NOx 농도를 감소시키도록 구성된 제어기에 하나 이상의 피드백 신호를 생성하여 전송하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 연소 배기 가스(290)의 NOx 농도는 국제 공기 대기 기준(NAAQS), 캘리포니아 환경 보호국 대기 위원회(CARB), 및 사우스 코스트 에어 품질 관리 지구(South Coast Air Quality Management District; SCAQMD) 규정과 같은 여러 공기질 표준에 적합할 수 있다.

[0035]

일부 실시예에서, 제 1 밸브는 연료 챔버(250)에 부착된 입구(270)로의 연료 가스 유동의 유량을 제어하도록 구성될 수 있고, 제 2 밸브는 공기 챔버(200)에 부착된 입구(220)로의 공기 유동의 유량을 제어하도록 구성될 수 있다: 제 1 및 제 2 값은 와류형 연소 화염의 온도를 감소시켜 NOx 형성을 제한 또는 최소화하도록 연소 중 연료 가스 유동 및 공기 유동의 혼합 및 상대 공급을 조정, 증가 및/또는 최적화하기 위해 홀들(110 및/또는 130)로부터 배출된 공기 유동 및 및 홀들(120)로부터 배출된 연료 가스 유동의 유량을 조절하도록 제어될 수 있다. 일부 실시예에서, 입구(270)로의 연료 가스 유동 및 입구(220)로의 공기 유동의 유량은 온도 센서 및/또는 NOx 센서로부터의 피드백 신호에 기초하여 조절될 수 있다. 일부 실시예에서, 접선 속도 및 홀들(110) 및/또는 홀들(130)로부터 배출된 공기 가스 유동과 홀들(120)로부터 배출된 연료 가스 유동의 혼합은 온도 센서 및/또는 NOx 센서로부터의 피드백 신호에 기초하여 조절될 수 있다.

[0036]

버너 조립체(10)는 연료 가스 유동과 공기 유동의 연소 반응을 시뮬레이팅하도록 모델화되었다. 홀들(110)은 약 60° 의 제 1 각도(α)로 연소 플레이트(100)의 평면 내측으로 기울어지도록 구성되고 홀들(130)은 약 25° 의 제 1 각도(α)로 연소 플레이트(100)의 평면 내측으로 기울어지도록 구성된다. 홀들(110 및 130) 각각은 동심원의 접선으로부터 기울어지도록 구성되어 홀들(110) 또는 홀들(130)이 약 50° 의 제 2 각도(β)로 배열된다. 홀들(120)은 상부면(102)으로부터 바닥면(104)까지 직선으로 연장되도록 구성된다. 상부면(102)으로부터 바닥 표면(104)으로 직선으로 연장되도록 구성된 홀들(110, 120 및 130)을 갖는 일반 버너 조립체는 또한 버너 조립체(10)와 비교하도록 모델화되고 버너 조립체(10)의 장점을 나타낸다. 도 7에 도시된 바와 같이, 기울어진 홀들(110, 130)을 갖는 버너 조립체(10)는 직선 홀을 갖는 통상의 버너 조립체보다 낮은 온도의 와류형 연소 화염을 발생시킬 수 있어, 기울어진 홀들(110, 130)을 갖는 버너 조립체(10)는 연소 중에 적은 NOx를 형성할 수 있고, 직선 홀들을 갖는 일반 버너 조립체보다 연소 챔버(280)로부터 배출된 연소 배기 가스(290)의 작은 농도의 NOx를 방출할 수 있다. 도 7의 시뮬레이션 결과는 본 발명에 따른 버너 조립체(10)가 연료 가스 유동 및 공기 유동을 배출하기 위한 직선형 홀을 갖는 통상의 버너 조립체와 비교하여 더 낮은 NOx 형성 및/또는 방출물을 가질 수 있음을 나타낸다.

[0037]

일부 실시예에서, 버너 조립체(10)는 열 또는 열적 에너지를 수소 발생기의 증기 개질기에 제공하도록 구성될 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 수소 발생기(600)는 버너 조립체(10) 및 증기 개질기(610)를 포함할 수 있다. 버너 조립체(10)는 예컨대 입구(220)를 통해서 공기 유동이 공급되고 예컨대 입구(270)를 통해서 연료 가스 유동이 공급될 수 있다. 버너 조립체(10) 내의 연료 가스 유동 및 공기 유동의 연소는 열 또는 열적 에너지를 운반하는 연소 배기 가스(290)를 생성할 수 있다. 증기 개질기(610)는 버너 영역(620), 열교환 경계부(630) 및 개질 영역(640)을 포함할 수 있다. 연소 배기 가스(290)는 버너 영역(620)에 공급될 수 있고 연소 배기 가스(290)에 의해 운반되는 열 또는 열적 에너지는 복사 및/또는 대류 열 전달을 통해 열교환 경계부(630)를 경유하여 개질 영역(640)에 전달될 수 있다. 개질 영역(640)에는 탄화수소 공급 원료 유동 및 증기 개질 반응을 거쳐 수소 개질물 또는 "합성 가스"를 생성할 수 있는 증기가 공급될 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 버너 조립체(10)가 증기 개질기(610)에 사용될 수 있다.

[0038]

예시적인 실시예에 따른 버너 조립체(10)를 사용하는 열원을 제공하는 방법은 전술한 바와 같이 홀들(110) 및/또는 홀들(130)을 통해 공기 유동을 지향하고 홀들(120)을 통해 연료 가스 유동을 지향하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 본 방법은 연소 플레이트(100)의 상부면(102)에 인접한 홀을 통해 지향된 공기 유동 및 연료 가스 유동을 연소시키는 단계를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 방법은 홀들(120)을 통해 접선 속도로 연료 가스 유동 및 홀들(110 및/또는 130)을 통해 접선 속도로 공기 유동을 배출하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 방법은 연료 가스 유동과 공기 유동의 혼합을 증가 및/또는 최적화하고, 따라서

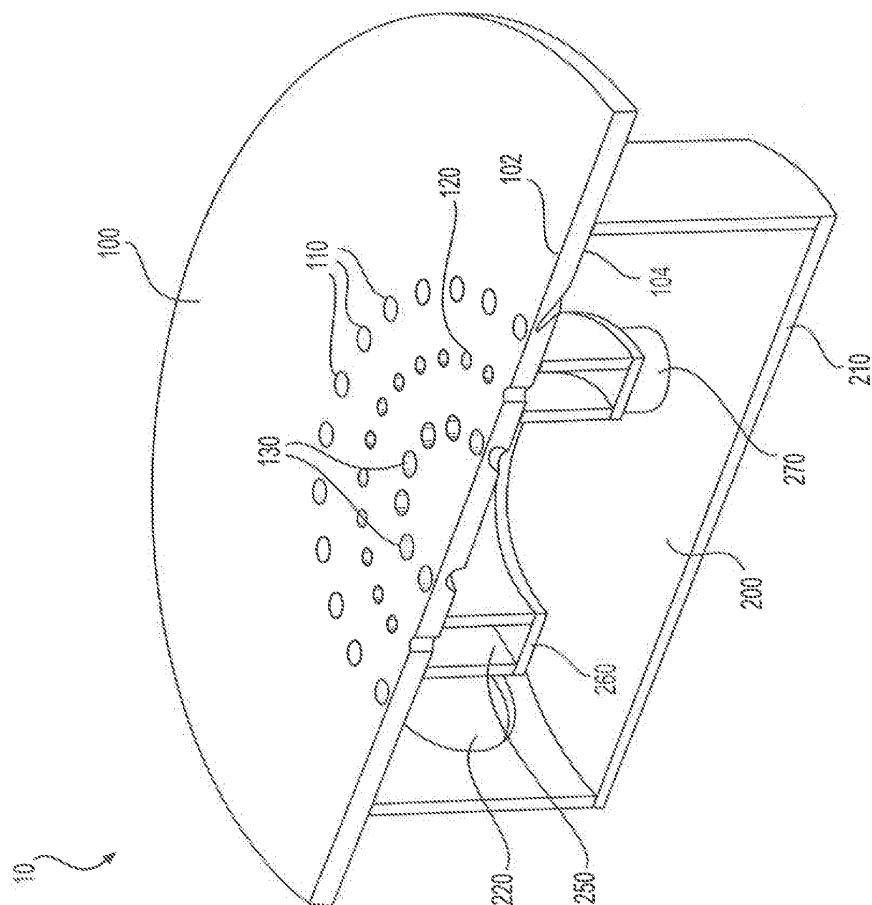
와류형 연소 화염의 온도를 임계 수준 이하로 감소 및/또는 제어하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 일부 실시 예에서, 상기 방법은 와류형 연소 화염의 온도를 감소 및/또는 제어함으로써 베너 조립체(10)로부터 NOx 형성 및/또는 방출물을 제한 또는 억제하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0039]

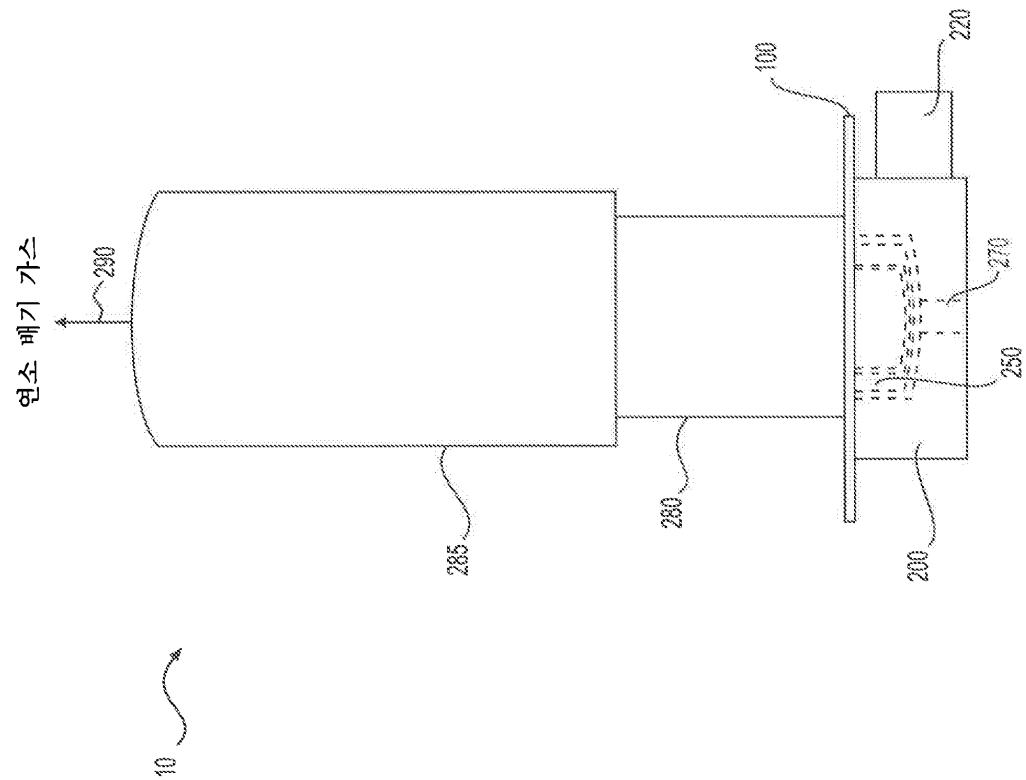
개시된 시스템 및 방법에 대해 다양한 수정 및 변형이 이루어질 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다. 다른 실시예는 명세서 및 개시된 시스템 및 방법의 실시를 고려할 때 당업자에게 명백할 것이다. 명세서 및 실시예는 단지 예시적인 것으로 간주되어야하며, 진정한 범위는 다음의 청구범위 및 그 등가물에 의해 지시되는 것으로 의도된다.

도면

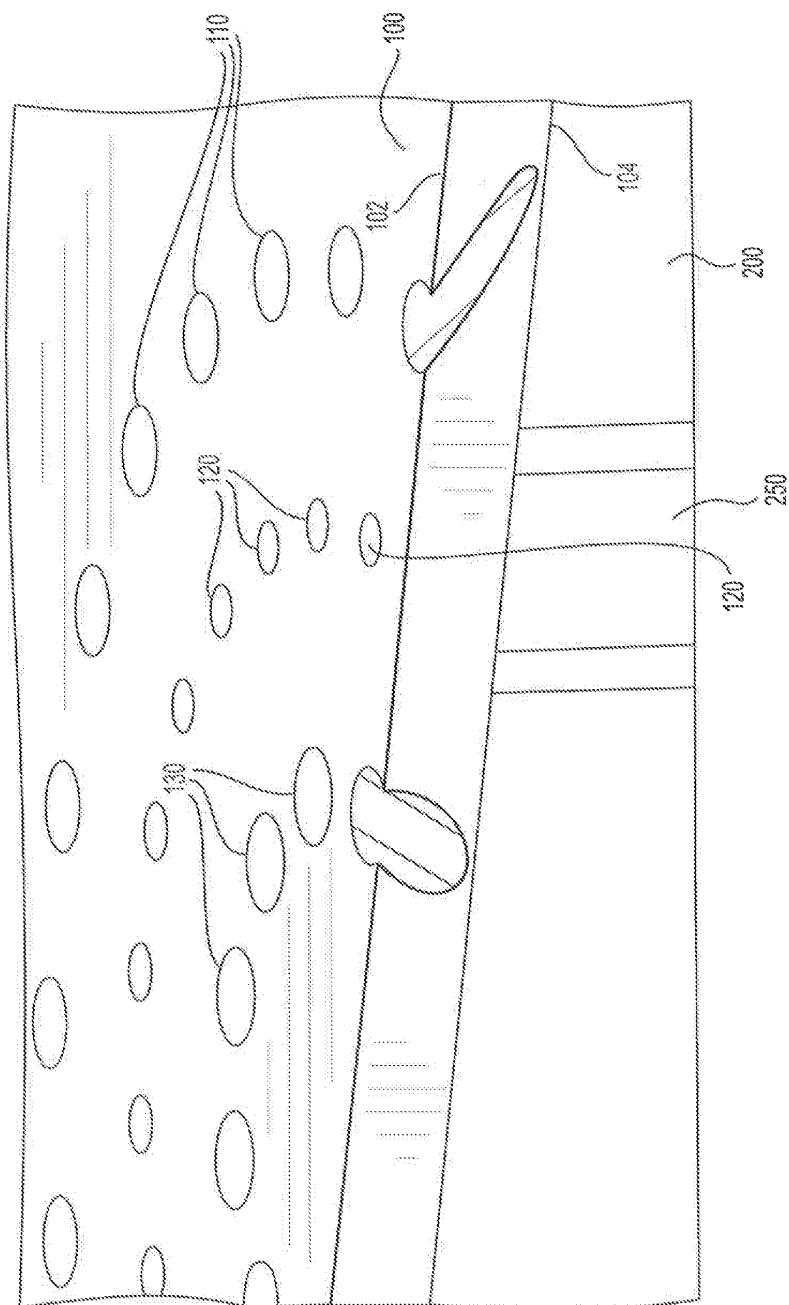
도면1



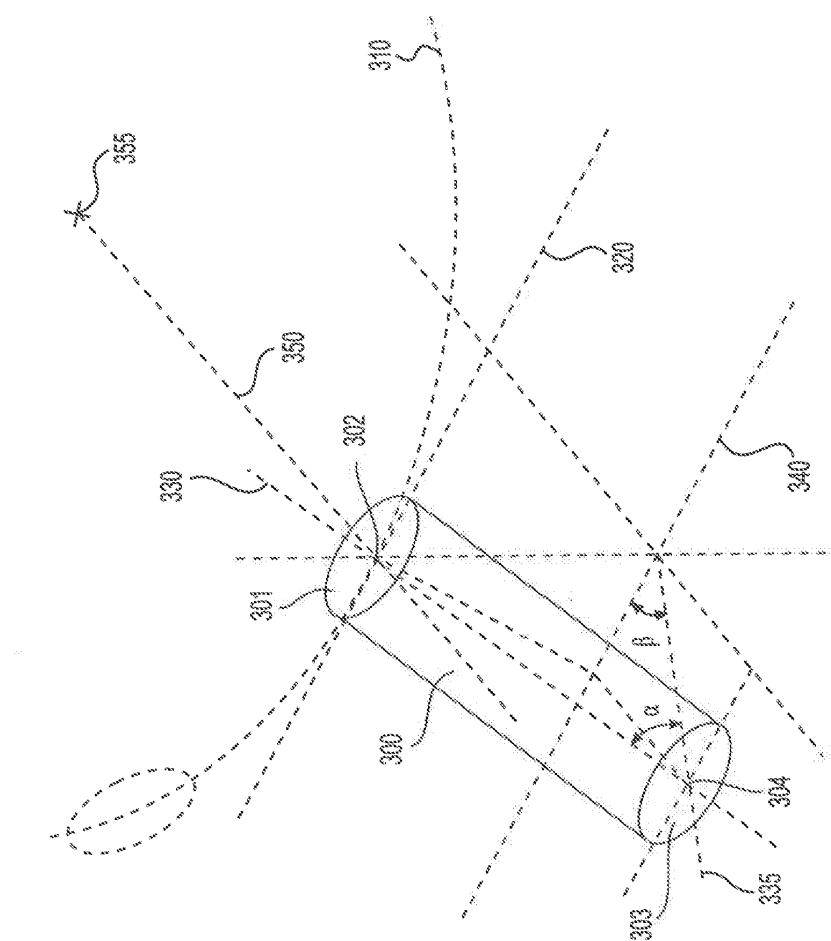
도면2



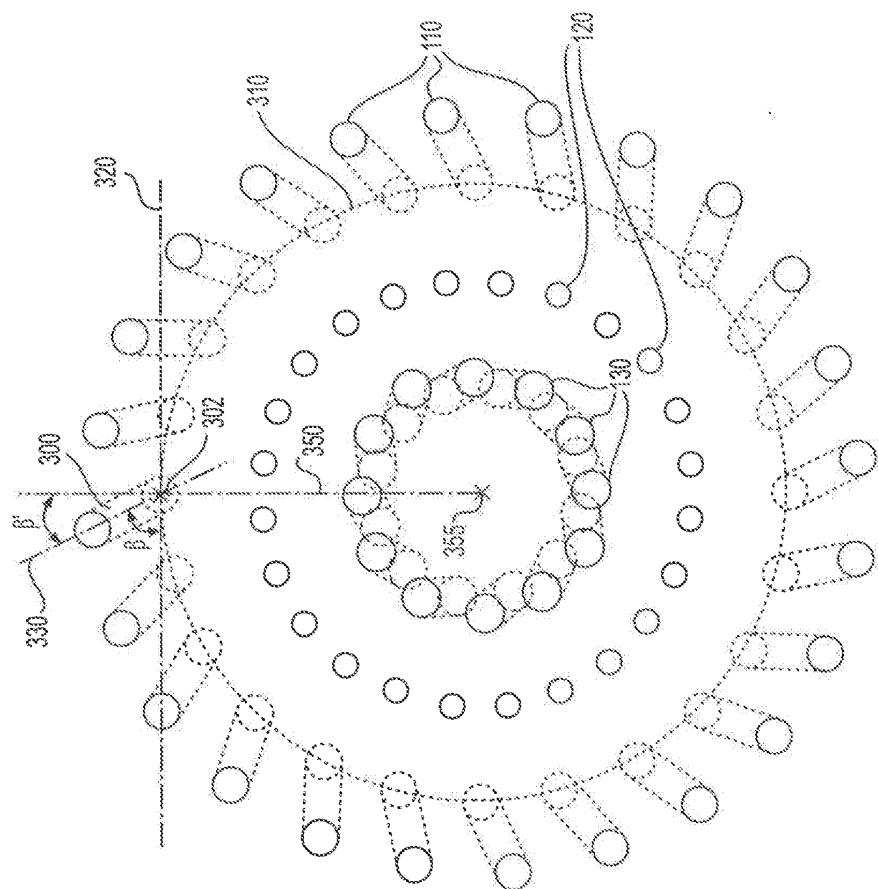
도면3



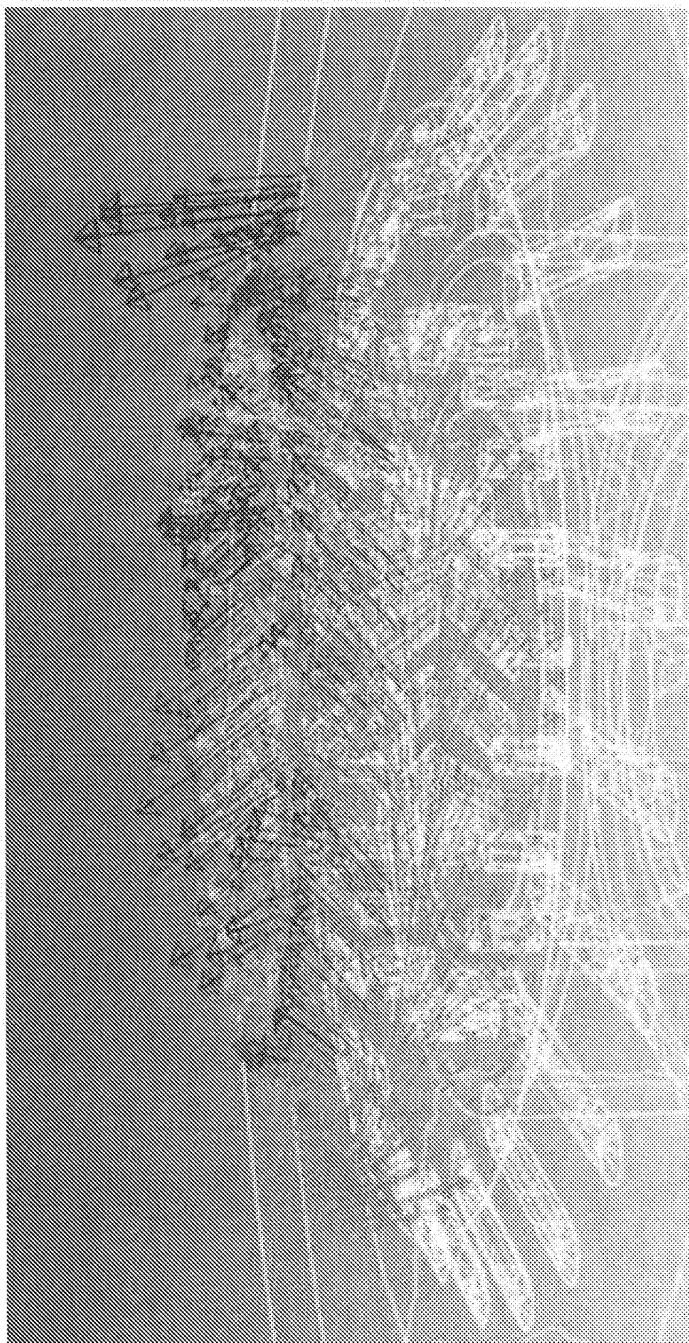
도면4



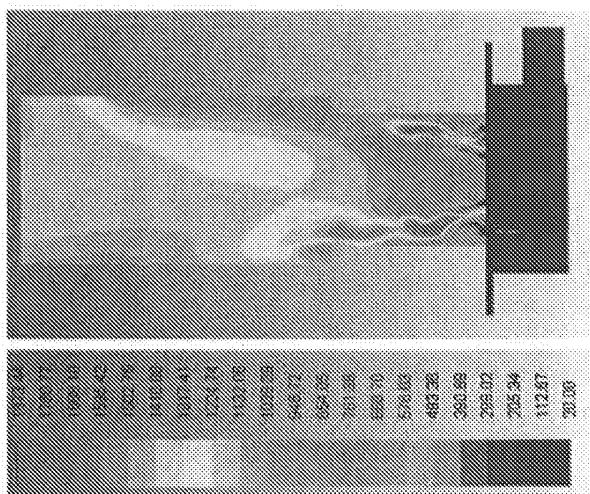
도면5



도면6

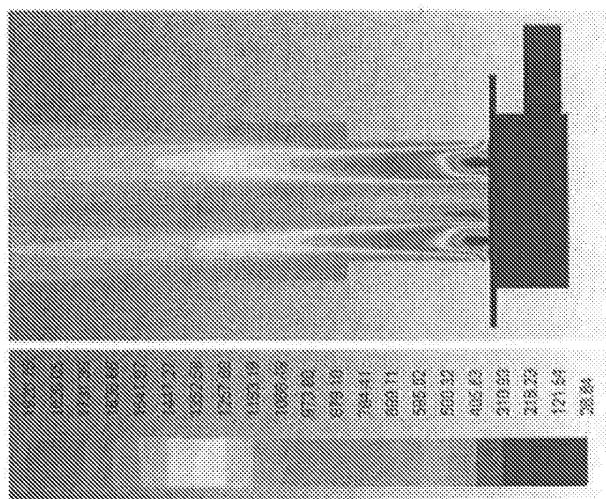


도면7

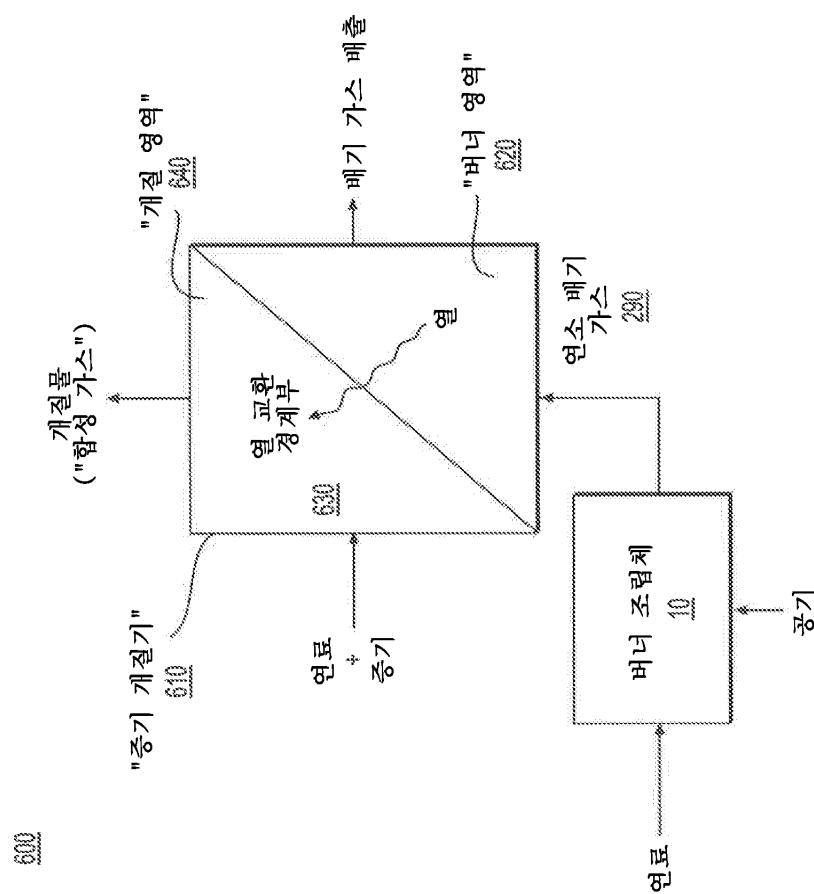


버너 조립체 10

일반 버너



도면8



600