



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0032261
(43) 공개일자 2025년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F23D 14/02 (2006.01) F23D 14/62 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F23D 14/02 (2013.01)
F23D 14/62 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0114849
(22) 출원일자 2023년08월30일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
기아 주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대
학교)
(72) 발명자
박태흠
경기도 군포시 군포로 291, 406호(부곡동)
이형진
인천광역시 연수구 갯벌로 36(송도동)
신종민
인천광역시 연수구 갯벌로 36(송도동)
(74) 대리인
유미특허법인

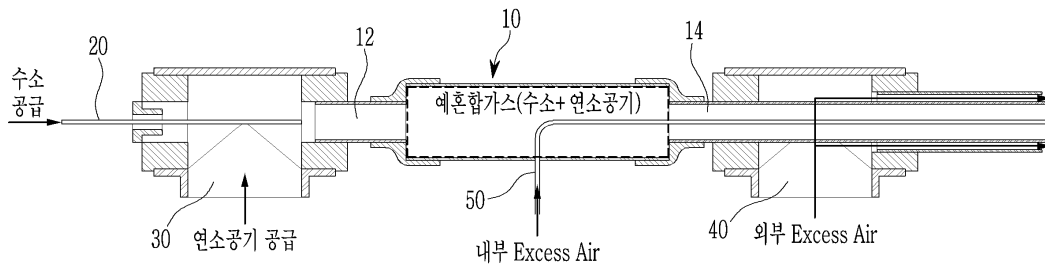
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 저 NOx 예혼합 수소 버너

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너는, 입구 배관과 출구 배관을 구비하며 상기 입구 배관으로 유입되는 수소와 연소 공기를 혼합하여 화염 형성을 위한 예혼합 가스를 생성하는 플래넘 챔버를 포함하고, 상기 플래넘 챔버의 직경은 상기 입구 배관 및 출구 배관보다 크게 설정될 수 있고, 상기 플래넘 챔버의 길이는 상기 플래넘 챔버의 직경보다 크게 설정될 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

F23C 2900/9901 (2013.01)

F23D 2207/00 (2013.01)

F23D 2214/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

입구 배관과 출구 배관을 구비하며 상기 입구 배관으로 유입되는 수소와 연소 공기를 혼합하여 화염 형성을 위한 예혼합 가스를 생성하는 플래넘 챔버를 포함하고,

상기 플래넘 챔버의 직경은 상기 입구 배관 및 출구 배관보다 크게 설정되고,

상기 플래넘 챔버의 길이는 상기 플래넘 챔버의 직경보다 크게 설정되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 2

제 1 항에서,

상기 플래넘 챔버의 입구 배관에 연결되고 수소가 공급되는 수소 공급관; 및

상기 플래넘 챔버의 입구 배관에 연결되고, 연소에 사용되는 연소 공기가 공급되는 연소 공기 공급관을 더 포함하는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 3

제 1 항에서,

상기 플래넘 챔버의 출구 배관에 연결되고, 상기 출구 배관의 외주위를 따라 외부 냉각 공기가 흘러 상기 플래넘 챔버로부터 나오는 예혼합 가스를 냉각시키도록 구비되는 외부 냉각 공기 공급관을 더 포함하는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 4

제 1 항에서,

상기 플래넘 챔버는 원통 형상으로 형성된 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 5

제 1 항에서,

상기 플래넘 챔버의 길이 대 반경비(AR)는 6.7 내지 6.9인 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 6

제 1 항에서,

상기 플래넘 챔버의 직경은 기존 배관 대비 2배 이상의 크기로 형성되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 7

제 1 항에서,

상기 플래넴 챔버는 입구부의 직경과 출구부의 직경이 상이한 디퓨저형 또는 노즐형으로 형성되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 8

제 3 항에서,

상기 외부 냉각 공기 공급관은,

상기 플래넴 챔버의 출구 배관의 외주위를 감싸도록 환형으로 설치되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 9

제 8 항에서,

상기 외부 냉각 공기 공급관은 냉각 공기 공급이 특정 방향으로 편중되지 않도록 레듀서에 의해 그 내면이 상기 플래넴 챔버의 출구 배관의 외면과 결합되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 10

제 8 항에서,

상기 외부 냉각 공기 공급관의 출구부의 단부는 상기 플래넴 챔버의 출구 배관의 출구부의 단부보다 덜 돌출되고, 그 돌출 길이의 차이(Lc)는 최소화되도록 형성되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 11

제 8 항에서,

상기 외부 냉각 공기 공급관의 출구부 직경은, 공기 공급 유속 기준 15m/s 내지 30m/s가 되도록 형성되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 12

제 1 항에서,

상기 플래넴 챔버 내부를 관통하여 상기 플래넴 챔버의 출구 배관까지 연장되도록 설치되고,

외부 냉각 공기가 흘러 상기 플래넴 챔버 내의 예혼합 가스를 냉각시키도록 구비되는 내부 냉각 공기 공급관을 더 포함하는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 13

제 12 항에서,

상기 내부 냉각 공기 공급관의 출구부의 단부는,

상기 플래넴 챔버의 출구 배관의 출구부의 단부와 동일 수직선 상에 있거나 더 돌출되도록 형성되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 14

제 12 항에서,

상기 내부 냉각 공기 공급관의 출구부의 단부는 디퓨저 형상으로 형성되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 15

제 12 항에서,

상기 내부 냉각 공기 공급관의 출구부의 단부는, 상기 플래넘 챔버의 출구 배관의 출구부의 단부보다, 상기 내부 냉각 공기 공급관의 출구부의 단부로부터 형성되는 화염 길이의 1/3 이내로 돌출되도록 형성되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 16

제 12 항에서,

상기 내부 냉각 공기 공급관 내에서의 내부 냉각 공기의 유속과 압력은 최대 부하에서의 수소 버너 예혼합 가스의 유속과 압력보다 높도록 형성되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

청구항 17

제 12 항에서,

상기 내부 냉각 공기 공급관은 하나의 입구부와 복수의 출구부로 구비되는 저 NOx 예혼합 수소 버너.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 저 NOx 예혼합 수소 버너에 관한 것으로, 보다 상세하게는 수소를 연료로 사용하는 버너에서 배출되는 질소산화물의 배출량을 줄일 수 있는 저 NOx 예혼합 수소 버너 구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전 세계적으로 생산 공장 내 탄소 중립을 이루기 위하여 다양한 활동을 하고 있으며, 전기 부문에서는 다양한 신재생 에너지를 통한 개발이 이루어지고 있다. 그러나, 자동차 생산 공장 중 도장/PT 공장에서는 오븐, 부스 공조기 버너와 같은 LNG 연소를 이용한 에너지 사용량이 크며, 이는 온실가스 배출과 직접적인 관계가 있다. 따라서, 생산 공장에서 탄소 중립 달성을 위하여 기존의 LNG 버너 대체 방안으로 온실 가스가 발생하지 않는 수소 버너가 개발되고 있다.

[0003] 그러나, 수소 버너의 경우 저 NOx 환경 규제에 대하여 비교적 유리한 예혼합방식을 통한 연소 방식을 채택하고 있으나, 수소의 높은 화염 온도에 의하여 NOx 발생에 의해 환경 규제 만족이 힘들며, 수소 연소시 역화 및 실화에 의해 안정적인 운영 영역이 협소한 한계를 가지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로써, 본 발명에 따르면, NOx 배출을 효과적으로 저감하고 연소 안전 운영 범위를 확대시킬 수 있는 저 NOx 예혼합 수소 버너 구조를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너는, 입구 배관과 출구 배관을 구비하며 상기 입구 배관으로 유입되는 수소와 연소 공기를 혼합하여 화염 형성을 위한 예혼합 가스를 생성하는 플래넘 챔버를 포함하고,

상기 플래넴 챔버의 직경은 상기 입구 배관 및 출구 배관보다 크게 설정될 수 있고, 상기 플래넴 챔버의 길이는 상기 플래넴 챔버의 직경보다 크게 설정될 수 있다.

- [0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NO_x 예혼합 수소 버너는, 상기 플래넴 챔버의 입구 배관에 연결되고 수소가 공급되는 수소 공급관, 및 상기 플래넴 챔버의 입구 배관에 연결되고, 연소에 사용되는 연소 공기가 공급되는 연소 공기 공급관을 더 포함할 수 있다.
- [0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NO_x 예혼합 수소 버너는, 상기 플래넴 챔버의 출구 배관에 연결되고, 상기 출구 배관의 외주위를 따라 외부 냉각 공기가 흘러 상기 플래넴 챔버로부터 나오는 예혼합 가스를 냉각시키도록 구비되는 외부 냉각 공기 공급관을 더 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 플래넴 챔버는 원통 형상으로 형성될 수 있다.
- [0009] 상기 플래넴 챔버의 길이 대 반경비는 6.7 내지 6.9일 수 있다.
- [0010] 상기 플래넴 챔버의 직경은 기존 배관 대비 2배 이상의 크기로 형성될 수 있다.
- [0011] 상기 플래넴 챔버는 입구부의 직경과 출구부의 직경이 상이한 디퓨저형 또는 노즐형으로 형성될 수 있다.
- [0012] 상기 외부 냉각 공기 공급관은, 상기 플래넴 챔버의 출구 배관의 외주위를 감싸도록 환형으로 설치될 수 있다.
- [0013] 상기 외부 냉각 공기 공급관은 냉각 공기 공급이 특정 방향으로 편중되지 않도록 레듀서에 의해 그 내면이 상기 플래넴 챔버의 출구 배관의 외면과 결합될 수 있다.
- [0014] 상기 외부 냉각 공기 공급관의 출구부의 단부는 상기 플래넴 챔버의 출구 배관의 출구부의 단부보다 덜 돌출되고, 그 돌출 길이의 차이(Lc)는 최소화되도록 형성될 수 있다.
- [0015] 상기 외부 냉각 공기 공급관의 출구부 직경은, 공기 공급 유속 기준 15m/s 내지 30m/s가 되도록 형성될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NO_x 예혼합 수소 버너는, 상기 플래넴 챔버 내부를 관통하여 상기 플래넴 챔버의 출구 배관까지 연장되도록 설치되고, 외부 냉각 공기가 흘러 상기 플래넴 챔버 내의 예혼합 가스를 냉각시키도록 구비되는 내부 냉각 공기 공급관을 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 내부 냉각 공기 공급관의 출구부의 단부는, 상기 플래넴 챔버의 출구 배관의 출구부의 단부와 동일 수직선 상에 있거나 더 돌출되도록 형성될 수 있다.
- [0018] 상기 내부 냉각 공기 공급관의 출구부의 단부는 디퓨저 형상으로 형성될 수 있다.
- [0019] 상기 내부 냉각 공기 공급관의 출구부의 단부는, 상기 플래넴 챔버의 출구 배관의 출구부의 단부보다, 상기 내부 냉각 공기 공급관의 출구부의 단부로부터 형성되는 화염 길이의 1/3 이내로 돌출되도록 형성될 수 있다.
- [0020] 상기 내부 냉각 공기 공급관 내에서의 내부 냉각 공기의 유속과 압력은 최대 부하에서의 수소 버너 예혼합 가스의 유속과 압력보다 높도록 형성될 수 있다.
- [0021] 상기 내부 냉각 공기 공급관은 하나의 입구부와 복수의 출구부로 구비될 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수소와 연소 공기를 혼합한 예혼합 가스를 생성하는 플래넴 챔버 내에서 내부 유동을 안정화하고 강제 와류 형성으로, 예혼합 가스의 혼합 성능을 향상시킬 수 있고, 안정적인 연소 범위를 증가시켜 안정적인 연소가 가능하다.
- [0023] 또한, 플래넴 챔버의 주위에 설치되는 관을 통해 외부 냉각 공기 및 내부 냉각 공기를 공급하여 예혼합 화염을 냉각하여 화염 고온부 및 화염 길이를 축소할 수 있다.
- [0024] 또한, 고온 영역의 노출 시간을 감소시킬 수 있으므로, NO_x 발생량을 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NO_x 예혼합 수소 버너를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NO_x 예혼합 수소 버너를 포함하는 수소 버너 시스템을 개략적으로 나타

낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 플래넘 챔버 내부에서 예혼합 가스의 유동을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 플래넘 챔버 추가에 따른 효과를 나타내 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 출구부의 모습을 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 외부 냉각 공기 공급관과 플래넘 챔버의 출구 배관 사이의 배관 레류싱 상태를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 외부 냉각 공기 공급관의 출구부와 플래넘 챔버의 출구 배관의 출구부의 단부의 돌출 길이 차이(Lc)에 따른 예혼합 화염의 모습을 나타낸 도면이다.

도 8은 도 7에 도시된 돌출 길이 차이(Lc)에 따른 NOx 생성 효과를 나타낸 그래프이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 내/외부 냉각 공기 공급에 따른 예혼합 화염의 상태를 나타낸 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 내부 냉각 공급관이 플래넘 챔버의 출구 배관의 출구부의 단부보다 돌출된 상태를 나타낸 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 외부 냉각 공기만 이용하거나, 외부 냉각 공기와 내부 냉각 공기를 모두 이용하여 예혼합 가스를 냉각시킨 경우의 공급된 수소 대비 예혼합 수소 버너의 후류 온도와 NOx 농도를 나타낸 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 외부 냉각 공기와 내부 냉각 공기를 모두 이용하거나 외부 냉각 공기만 이용하여 예혼합 가스를 냉각시킨 경우의 공급된 냉각 공기 대비 예혼합 수소 버너의 후류 온도와 NOx 농도를 나타낸 도면이다.

도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 플래넘 챔버를 나타낸 도면이다.

도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 내부 냉각 공기 공급관을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예들에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0027] 또한, 여러 실시예들에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 일 실시예에서 설명하고, 그 외의 실시예들에서는 일 실시예와 다른 구성에 대해서만 설명하기로 한다.
- [0028] 도면들은 개략적이고 축적에 맞게 도시되지 않았다는 것을 일러둔다. 도면에 있는 부분들의 상대적인 치수 및 비율은 도면에서의 명확성 및 편의를 위해 그 크기에 있어 과장되거나 감소되어 도시되었으며, 임의의 치수는 단지 예시적인 것이지 한정적인 것은 아니다. 그리고, 둘 이상의 도면에 나타나는 동일한 구조물, 요소 또는 부품에는 동일한 참조 부호가 유사한 특징을 나타내기 위해 사용된다. 어느 부분이 다른 부분의 "위에" 또는 "상에" 있다고 언급하는 경우, 이는 바로 다른 부분의 위에 있을 수 있거나 그 사이에 다른 부분이 수반될 수도 있다.
- [0029] 본 발명의 실시예는 본 발명의 한 실시예를 구체적으로 나타낸다. 그 결과, 도해의 다양한 변형이 예상된다. 따라서 실시예는 도시한 영역의 특정 형태에 국한되지 않으며, 예를 들면 제조에 의한 형태의 변형도 포함한다.
- [0030] 이하, 첨부된 도면을 참조로, 본 발명의 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너를 상세히 설명하기로 한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너를 개략적으로 나타낸 도면이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 플래넘 챔버 내부에서 예혼합 가스의 유동을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너는 플래넘 챔버(10)를 포함할 수 있다.

- [0033] 플레넘 챔버(10)는 수소 및 연소 공기가 유입되는 입구 배관(12)과 수소 및 연소 공기가 혼합된 예혼합 가스가 유출되는 출구 배관(14)을 구비한다. 플레넘 챔버(10)의 길이는 플레넘 챔버(10)의 직경보다 크게 설정될 수 있다.
- [0034] 또한, 플레넘 챔버(10)는 원통 형상으로 형성될 수 있다. 입구 배관(12)과 출구 배관(14) 사이의 원통형 공간에서 수소 및 연소 공기가 혼합된 예혼합 가스가 생성될 수 있다. 이 때, 플레넘 챔버(10)의 직경은 입구 배관(12)과 출구 배관(14)의 직경보다 더 크게 형성될 수 있으며, 기존 배관 대비 2배 이상의 크기로 형성될 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너는 플레넘 챔버(10)의 입구 배관에 연결된 수소 공급관(20)과, 플레넘 챔버(10)의 입구 배관에, 수소 공급관(20)과 별도로 연결된 연소 공기 공급관(30), 및 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)에 연결된 외부 냉각 공기 공급관(40)을 더 포함할 수 있다.
- [0036] 도 3에 도시된 바와 같이, 플레넘 챔버(10) 내부에는 수소와 연소 공기가 유입되고 혼합되어 예혼합 가스를 형성한다. 플레넘 챔버(10) 내에서 수소와 연소 공기는 균일하게 혼합되고, 강제 와류가 발생되어 일정한 유속과 압력을 가진 안정화된 예혼합 가스가 형성된다.
- [0037] 플레넘 챔버(10) 내부로의 수소 공급은 압력에 의해 이루어지고, 연소 공기는 외부 블로워(32)를 통해 공급되므로 예혼합 가스의 혼합과 유동이 안정적으로 이루어지기 위해서 강제 와류가 발생될 수 있다. 또한, 안정적인 유속과 압력을 가진 예혼합 가스 발생을 위해 플레넘 챔버(10)의 길이 대 반경비는 약 6.7 내지 약 6.9로 설정될 수 있다.
- [0038] 수소 공급관(20)은 플레넘 챔버(10)의 입구 배관(12)에 연결되고, 외부 수소 탱크(2)로부터 수소를 공급받아 플레넘 챔버(10) 내부로 공급한다. 수소 공급관(20)은 플레넘 챔버(10)의 입구 배관(12)과 평행한 방향으로 배치되고, 연소 공기 공급관(30)의 내부를 관통하도록 배치된다. 수소 공급관(20)의 출구는 연소 공기 공급관(30)의 출구와 동일한 출구를 이룰 수 있다.
- [0039] 또한, 연소 공기 공급관(30)은 플레넘 챔버(10)의 입구 배관(12)에 연결되고, 외부 블로워(32)를 통해 연소에 사용되는 연소 공기를 공급받아 플레넘 챔버(10) 내부로 공급한다. 연소 공기 공급관(30)은 플레넘 챔버(10)의 입구 배관(12)과 수직한 방향으로 배치되고, 수소 공급관(20)의 출구와 대략 동일한 출구를 이룰 수 있다. 따라서, 수소 공급관(20)으로부터 공급되는 수소와 연소 공기 공급관(30)으로부터 공급되는 연소 공기는 함께 플레넘 챔버(10)의 입구 배관(12)을 통해 플레넘 챔버(10) 내부로 유입된다.
- [0040] 외부 냉각 공기 공급관(40)은 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)에 연결되고, 플레넘 챔버(10) 내부에서 형성된 예혼합 가스를 냉각시킬 수 있다. 이를 위해, 외부 냉각 공기 공급관(40)에는 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 외주위를 따라 외부 냉각 공기가 흐를 수 있다. 외부 냉각 공기는 외부 블로워(42)를 통해 외부 냉각 공기 공급관(40)으로 공급될 수 있다.
- [0041] 외부 냉각 공기 공급관(40)은, 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 외주위를 감싸도록 환형으로 설치될 수 있다. 외부 냉각 공기 공급관(40)은, 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)과 수직한 방향으로 배치되고, 외부 냉각 공기 공급관(40)의 출구부는 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 출구부와 대략 유사한 위치에 형성될 수 있다.
- [0042] 한편, 플레넘 챔버(10) 내부를 관통하여 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)까지 연장되도록 설치되는 내부 냉각 공기 공급관(50)이 더 구비될 수 있다. 내부 냉각 공기 공급관(50)은 플레넘 챔버(10)의 일 외측으로부터 내부로, 플레넘 챔버(10)의 길이 방향에 수직한 방향으로 삽입될 수 있고, 플레넘 챔버(10) 내부에서 절곡되어 플레넘 챔버(10)의 길이 방향으로 연장되도록 설치될 수 있다. 내부 냉각 공기 공급관(50)의 출구부는 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 출구부와 외부 냉각 공기 공급관(40)의 출구부와 대략 유사한 위치에 형성될 수 있다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너를 포함하는 수소 버너 시스템을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0044] 도 2를 참조하면, 수소 공급관(20)은 수소 탱크(2)로부터 수소를 공급받아 플레넘 챔버(10)로 전달한다. 수소 탱크(2)에는 수소 공급용 레귤레이터(3)가 연결 설치되어 수소 버너에 맞는 수소 공급 압력을 제어할 수 있고, 수소 미터링 밸브(5)가 연결 설치되어 점화용 수소의 유량을 조절할 수 있다. 레귤레이터(3)와 미터링 밸브(5) 후단에는 플레넘 챔버(10)로 공급되는 수소 유량을 제어하기 위해 수소 유량 제어 밸브(4)가 설치될 수 있다.
- [0045] 연소 공기 공급관(30)에는 블로워(32)가 설치되어 외부로부터 연소를 위한 공기를 도입하여 플레넘 챔버(10)로 전달한다. 또한, 외부 냉각 공기 공급관(40)에는 블로워(42)가 설치되어 플레넘 챔버(10)로부터 나오는 예혼합

가스를 냉각시키기 위한 외부 냉각 공기를 도입한다. 또한, 내부 냉각 공기 공급관에는 블로워(52)가 설치되어 플래넘 챔버(10) 내에서 생성되는 예혼합 가스를 냉각시키기 위한 외부 냉각 공기를 도입한다.

- [0046] 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 출구부, 외부 냉각 공기 공급관(40)의 출구부, 및 내부 냉각 공기 공급관(50)의 출구부는 대략 유사한 위치에 형성되며, 이 출구부에는 점화기(7)가 설치되어 점화 코일(6)의 작동과 미터링 밸브(5)를 통해 나오는 수소에 의해 스파크가 발생된다. 이 스파크는 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14)으로부터 나오는 예혼합 가스와 반응하여 수소 버너 화염을 형성한다. 그리고, 화염은 연소 챔버(100)를 거쳐 외부로 방출된다.
- [0047] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 플래넘 챔버 추가에 따른 효과를 나타낸 도면이다.
- [0048] 도 4를 참조하면, 화염 끝단 이후 약 10mm 위치에서의 온도를 측정하고, 화염이 꺼지거나(blow out), 역화(flash back) 발생 여부를 측정한 결과로서, 플래넘 챔버(10)를 구비하지 않은 일반 연소관의 경우, 화염이 꺼지지 않고 역화가 발생하지 않는 안전 운용 영역은 약 320℃ 내지 약 650℃인 것으로 측정된다.
- [0049] 또한, 플래넘 챔버(10)를 구비하고, 플래넘 챔버(10)의 길이 대 반경비(AR)가 6.8인 경우, 안전 운용 영역은 약 180℃ 내지 약 540℃ 인 것으로 측정되어 가장 넓은 범위의 안전 운용 영역이 확보될 수 있어 유동 안정성이 우수함을 알 수 있다. 한편, 플래넘 챔버(10)의 길이 대 반경비(AR)가 12.9인 경우, 안전 운용 영역은 넓은 범위로 측정되나, 저부하시 역화 발생의 위험이 있고, 버너의 크기가 비대해져 설치상 제약이 있는 문제점이 있다.
- [0050] 한편, 플래넘 챔버(10) 내부에 스윙(swirl) 형상의 유로를 형성한 경우, 가스의 혼합 성능은 우수하나, 안전 운용 영역이 협소하여 유동 안정성이 확보되기 어렵고, 플래넘 챔버(10) 내부 형상 제작이 쉽지 않다.
- [0051] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 플래넘 챔버(10)는 길이 대 반경비(AR)를 약 6.7 내지 약 6.9로 설정할 수 있다.
- [0052] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 출구부의 모습을 나타낸 도면이다.
- [0053] 도 5를 참조하면, 외부 냉각 공기 공급관(40)은, 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 외주위를 감싸도록 환형으로 설치된 관로(44)로 구성될 수 있고, 외부에서 공급된 냉각 공기가 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 외주위를 따라 길이 방향으로 이동하면서 플래넘 챔버(10) 내부로부터 출구 배관(14)을 따라 흐르는 예혼합 가스를 냉각시킬 수 있다.
- [0054] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 외부 냉각 공기 공급관과 플래넘 챔버의 출구 배관 사이의 배관 레듀싱 상태를 나타낸 도면이다.
- [0055] 도 6을 참조하면, 외부 냉각 공기 공급관(40)의 출구부는 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14)과의 간격을 유지하도록 관로(44)를 형성하고, 일정한 간격을 유지하면서 그 외부 냉각 공기의 유량 및 유속이 편중되지 않도록 레듀서(46)에 의해 그 내면이 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 외면과 결합될 수 있다.
- [0056] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 외부 냉각 공기 공급관의 출구부와 플래넘 챔버의 출구 배관의 출구부의 단부의 돌출 길이 차이(Lc)에 따른 예혼합 화염의 모습을 나타낸 도면이고, 도 8은 도 7에 도시된 돌출 길이 차이(Lc)에 따른 NOx 생성 효과를 나타낸 그래프이다.
- [0057] 도 7을 참조하면, 외부 냉각 공기 공급관(40)의 출구부의 단부는 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 출구부의 단부보다 덜 돌출되도록 형성되고, 그 돌출 길이의 차이(Lc)는 최소화되도록 할 수 있다. 또한, 외부 냉각 공기 공급관(40)의 출구부 직경은, 공기 공급 유속 기준 약 15m/s 내지 약 30m/s가 되도록 형성될 수 있다.
- [0058] 도 8을 참조하면, 돌출 길이의 차이(Lc) 대비 출구 배관(14)의 직경(D)의 비율이 a, b, c, d인 경우의 NOx 발생량을 나타낸 것으로, a는 b보다 크고, b는 c보다 크며, d는 외부 냉각 공기 공급관(40)의 출구부의 단부가 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 출구부의 단부보다 더 돌출된 경우의 그래프이다.
- [0059] 도 8에 도시된 바와 같이, 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 직경(D)이 동일한 조건에서, 돌출 길이의 차이(Lc) 대비 출구 배관(14)의 직경(D)의 비율이 c인 경우, NOx 발생량이 가장 작음을 알 수 있다. 즉, 외부 냉각 공기 공급관(40)의 출구부의 단부가 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 출구부의 단부보다 돌출되지 않으면서 돌출 길이의 차이(Lc)가 최소화된 경우 예혼합 화염의 고온 부위 형성 억제 효과가 향상됨을 알 수 있다.
- [0060] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 내/외부 냉각 공기 공급에 따른 예혼합 화염의

상태를 나타낸 도면이고, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 내부 냉각 공급관이 플레넘 챔버의 출구 배관의 출구부의 단부보다 돌출된 상태를 나타낸 도면이다.

- [0061] 도 9에 도시된 바와 같이, 내부 냉각 공기 공급관(50)의 출구부의 단부는 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 출구부의 단부와 대략 동일 수직선 상에 있을 수 있다. 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 출구부로부터 나오는 예혼합 가스에 의해 내부 중심부를 기준으로 삼각형 형태의 화염면을 형성한다. 예혼합 가스가 화염면을 통과하면 연소되어 고온의 연소 가스를 형성한다. 이 때, 예혼합 가스의 유속과 화염 속도는 균형을 이룬다.
- [0062] 내부 냉각 공기 공급관(50)의 출구부로부터 나오는 내부 냉각 공기는 화염 영역의 고온부에서 직접적으로 연소 가스의 냉각이 가능하다. 내부 냉각 공기는 외부 냉각 공기 공급관(40)의 출구부로부터 나오는 외부 냉각 공기에 의한 냉각에 비해, 작은 유량으로 효율적으로 냉각이 가능하다. 내부 냉각 공기의 유량을 너무 크게 할 경우, 예혼합 화염이 불안정해질 수 있어 외부 냉각 공기의 유량과 적절한 공급 유량 배분이 필요하다.
- [0063] 한편, 내부 냉각 공기 공급관(50) 내에서의 내부 냉각 공기의 유속과 압력은 수소 버너의 최대 부하에서의 예혼합 가스의 유속과 압력보다 높도록 형성될 수 있다. 그렇지 않은 경우, 내부 냉각 공기가 예혼합 가스와 혼합이 발생하게 되어 냉각 성능이 저하될 수 있다.
- [0064] 도 10을 참조하면, 내부 냉각 공기 공급관(50)의 출구부의 단부는, 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 출구부의 단부보다 더 돌출되어 화염 형성 후 화염을 냉각시킬 수 있도록 한다. 내부 냉각 공기와 예혼합 가스의 혼합이 발생되면 예혼합 가스의 당량비가 변경되며, 이는 불안정한 화염 형성 가능성이 증대된다. 내부 냉각 공기 공급관(50)의 출구부의 단부는, 플레넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 출구부의 단부보다, 화염 길이의 약 1/3 이내로 돌출되도록 형성될 수 있다. 내부 냉각 공기 공급관(50)의 출구부의 단부가 화염면과 가까울수록 내구성이 저하되고 열피로가 발생될 수 있으므로, 화염 길이의 약 1/3보다 작은 길이로 돌출되도록 형성할 수 있다.
- [0065] 또한, 내부 냉각 공기 공급관(50)의 출구부의 단부는 디퓨저 형상으로 형성될 수도 있다.
- [0066] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 외부 냉각 공기만 이용하거나, 외부 냉각 공기와 내부 냉각 공기를 모두 이용하여 예혼합 가스를 냉각시킨 경우의 공급된 수소 대비 예혼합 수소 버너의 후류 온도와 NOx 농도를 나타낸 도면이다.
- [0067] 도 11(a)를 참조하면, 동일한 외부 냉각 공기 유량을 갖는 조건에서 외부 냉각 공기만 공급한 경우와 외부 냉각 공기와 내부 냉각 공기를 모두 공급한 경우를 비교하였을 때, 화염 후류 온도는 유지되거나 후자의 경우에서 약간 상승한다.
- [0068] 도 11(b)를 참조하면, 동일한 외부 냉각 공기 유량을 갖는 조건에서 외부 냉각 공기만 공급한 경우와 외부 냉각 공기와 내부 냉각 공기를 모두 공급한 경우를 비교하였을 때, 후자의 경우에서 고온 영역에 대해 더 효율적인 냉각을 수행하여 더 낮은 농도의 NOx를 배출하는 것을 확인할 수 있다.
- [0069] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 외부 냉각 공기와 내부 냉각 공기를 모두 이용하거나 외부 냉각 공기만 이용하여 예혼합 가스를 냉각시킨 경우의 공급된 냉각 공기 대비 예혼합 수소 버너의 후류 온도와 NOx 농도를 나타낸 도면이다.
- [0070] 도 12(a)를 참조하면, 동일한 내부 냉각 공기 유량을 갖는 조건에서, 외부 냉각 공기와 내부 냉각 공기를 모두 공급한 경우와 외부 냉각 공기만 공급한 경우 화염 후류 온도는 유지된다.
- [0071] 도 12(b)를 참조하면, 동일한 내부 냉각 공기 유량을 갖는 조건에서, 외부 냉각 공기만 공급한 경우 더 높은 농도의 NOx를 배출하는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 외부 냉각 공기와 내부 냉각 공기를 모두 공급하여 예혼합 가스의 냉각을 수행하는 것이 유리함을 알 수 있다.
- [0072] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 플레넘 챔버를 나타낸 도면이다.
- [0073] 도 13을 참조하면, 플레넘 챔버(18)는 입구부의 직경과 출구부의 직경이 상이한 디퓨저형 또는 노즐형으로 형성될 수 있다. 플레넘 챔버(18)의 입구부의 직경이 출구부의 직경보다 더 작은 디퓨저형일 수 있고, 그 반대인 노즐형일 수 있다. 플레넘 챔버(18)의 형상은 이 외에도 화염 안정성을 위해 다양하게 변경될 수 있다.
- [0074] 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 저 NOx 예혼합 수소 버너의 내부 냉각 공기 공급관을 나타낸 도면이다.
- [0075] 도 14에 도시된 바와 같이, 내부 냉각 공기 공급관(50)은 하나의 입구부와 복수의 출구부로 구비될 수 있다. 즉, 내부 냉각 공기 공급관(50)은 하나의 입구부로부터 플레넘 챔버(10)의 내부로 연장되고, 플레넘 챔버(10)의

출구 배관(14)에서 다수의 분기 배관(52, 54, 56)으로 분기되어 복수의 출구부를 형성한다. 복수의 출구부의 단부는 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14)의 출구부의 단부와 대략 동일 수직선 상에 있거나 더 돌출되도록 형성될 수 있다.

[0076] 내부 냉각 공기 공급관(50)이 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14) 내에서 복수의 분기 배관(52, 54, 56)으로 형성됨으로써, 플래넘 챔버(10)의 출구 배관(14) 내에서 예혼합 가스의 더욱 효과적인 냉각이 가능하다.

[0077] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수소와 연소 공기를 혼합한 예혼합 가스를 생성하는 플래넘 챔버 내에서 내부 유동을 안정화하고 강제 와류 형성으로, 예혼합 가스의 혼합 성능을 향상시킬 수 있고, 안정적인 연소 범위를 증가시켜 안정적인 연소가 가능하다.

[0078] 또한, 플래넘 챔버의 주위에 설치되는 관을 통해 외부 냉각 공기 및 내부 냉각 공기를 공급하여 예혼합 화염을 냉각하여 화염 고온부 및 화염 길이를 축소할 수 있다.

[0079] 또한, 고온 영역의 노출 시간을 감소시킬 수 있으므로, NOx 발생량을 감소시킬 수 있다.

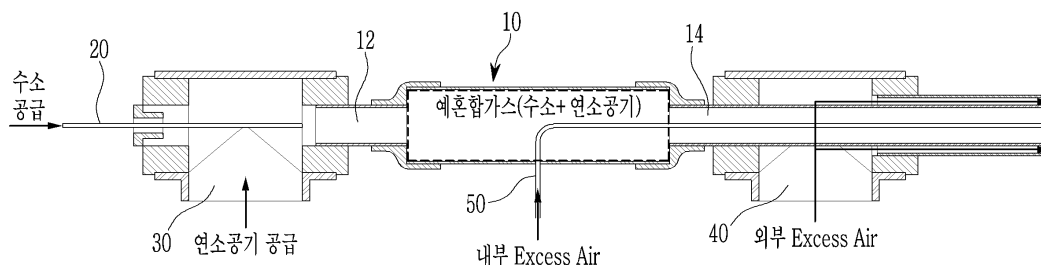
[0080] 이상으로 본 발명에 관한 바람직한 실시예를 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 아니하며, 본 발명의 실시예로부터 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의한 용이하게 변경되어 균등하다고 인정되는 범위의 모든 변경을 포함한다.

부호의 설명

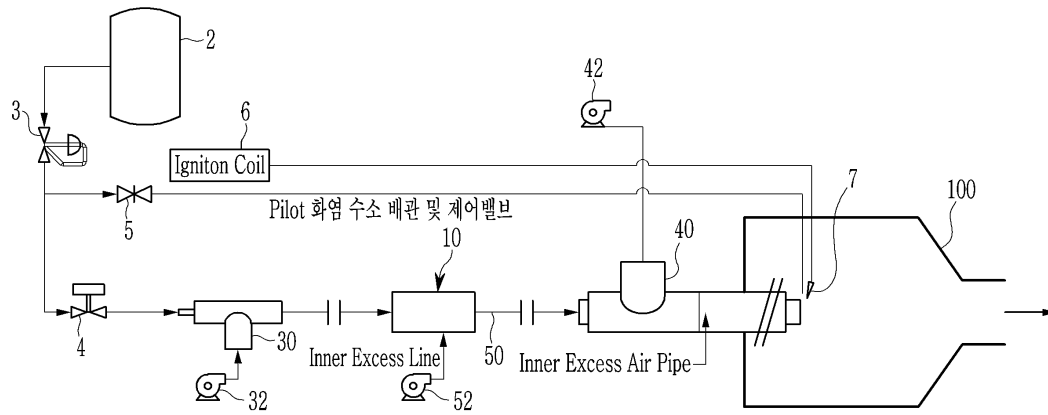
- [0081] 2: 수소 탱크 3: 레귤레이터
4: 수소 유량 제어 밸브 5: 미터링 밸브
6: 점화 코일 7: 점화기
10, 18: 플래넘 챔버 12: 입구 배관
14: 출구 배관 20: 수소 공급관
30: 연소 공기 공급관 32, 42, 52: 블로워
40: 외부 냉각 공기 공급관 44: 관로
46: 레듀서 50: 내부 냉각 공기 공급관
52, 54, 56: 분기 배관 100: 연소 챔버

도면

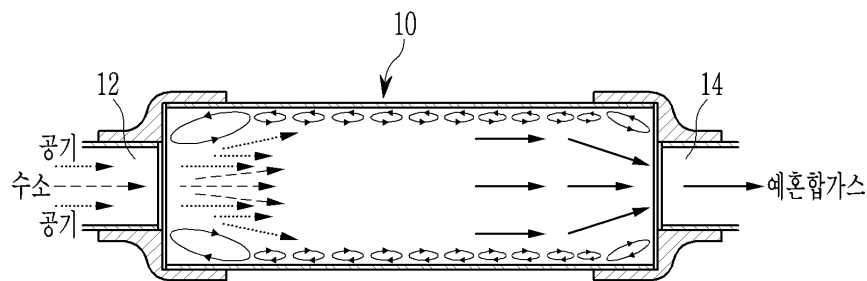
도면1



도면2

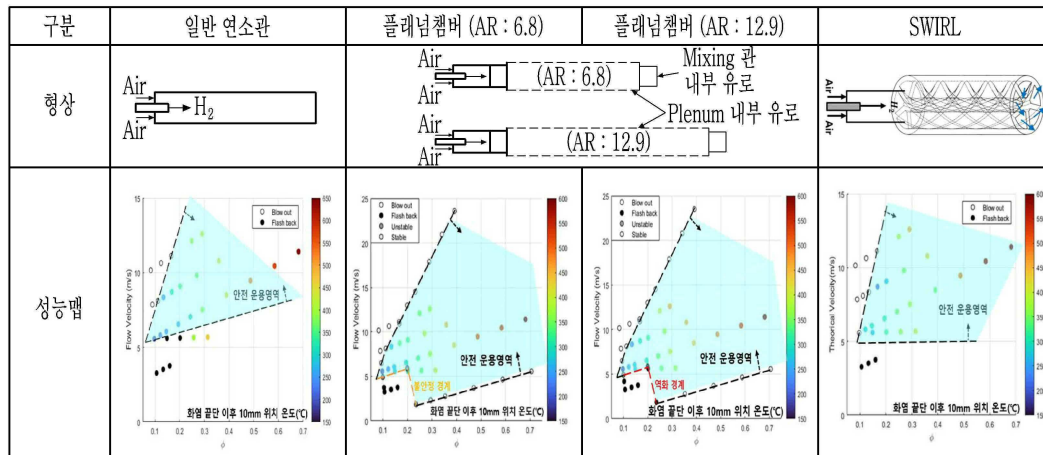


도면3

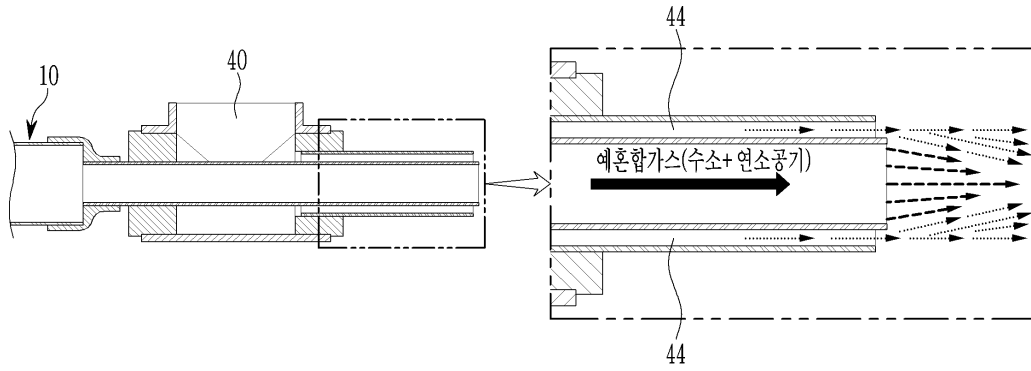


도면4

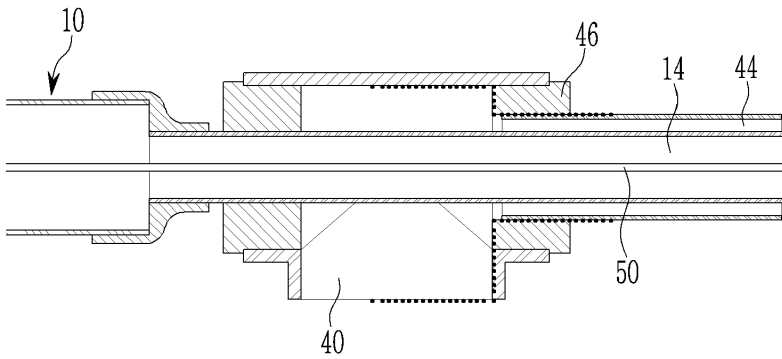
AR (Aspect Ratio, 가로세로비) = (높이)/(반경)



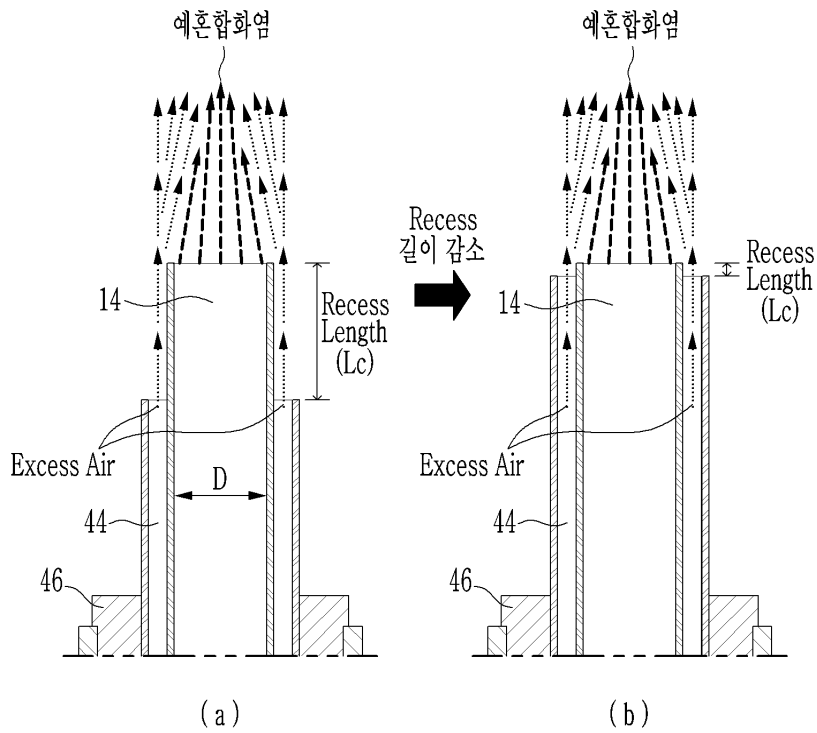
도면5



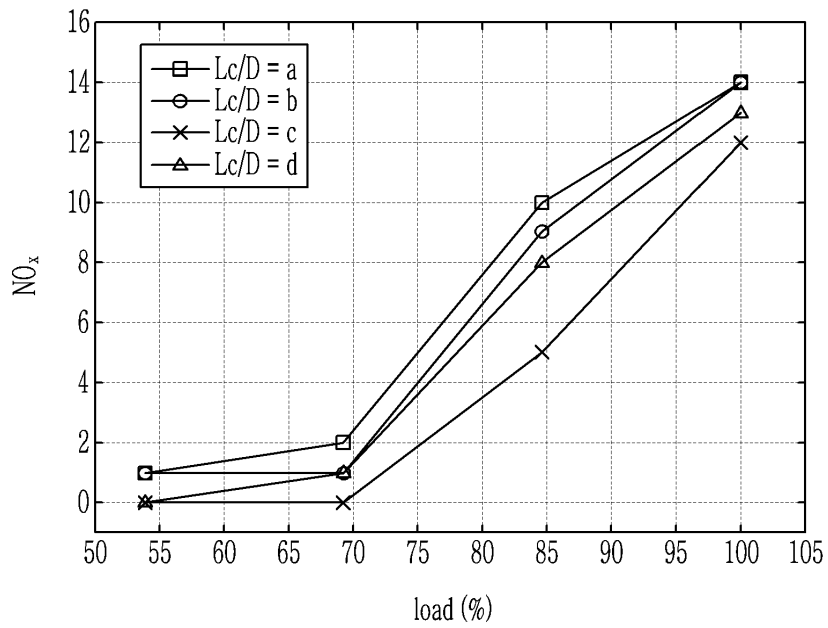
도면6



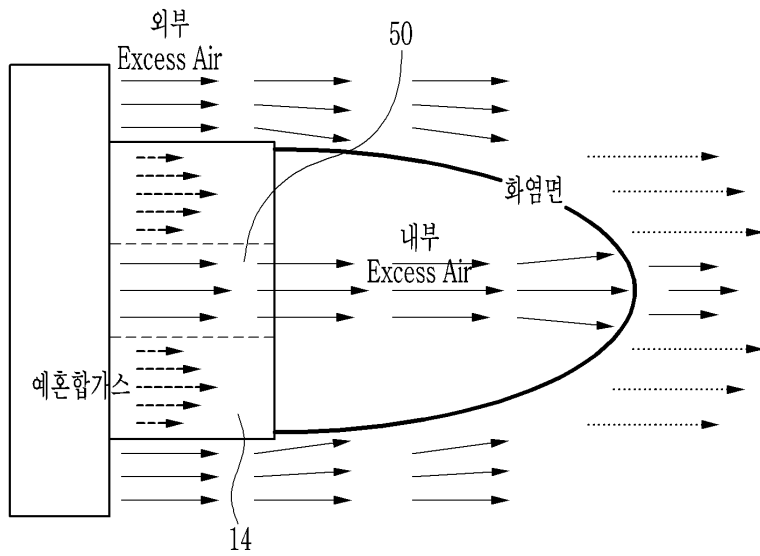
도면7



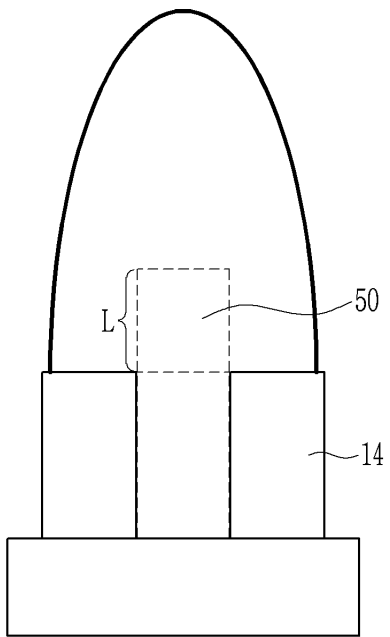
도면8



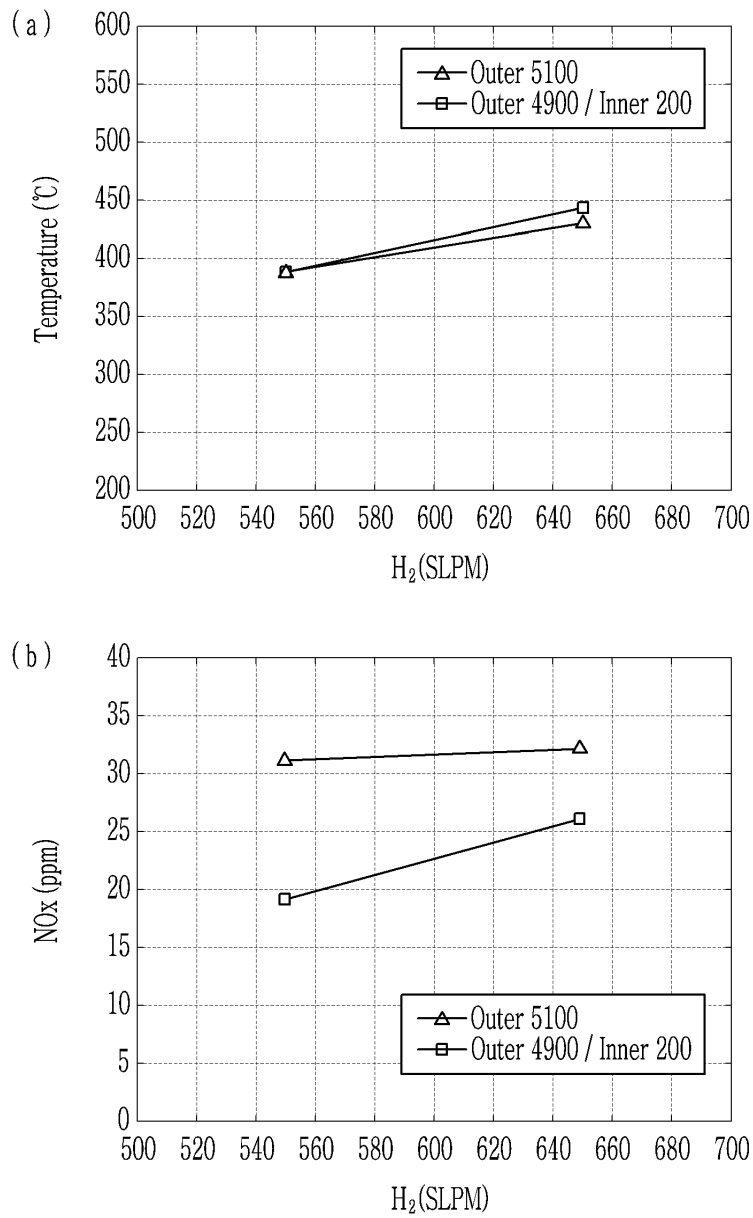
도면9



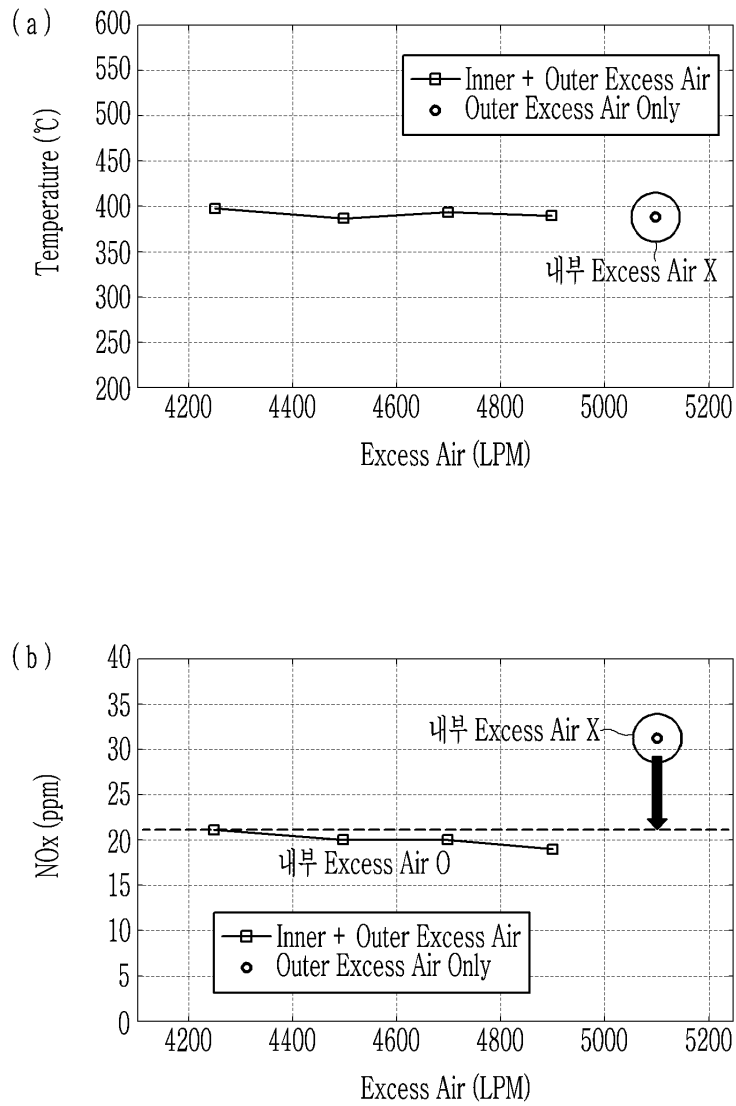
도면10



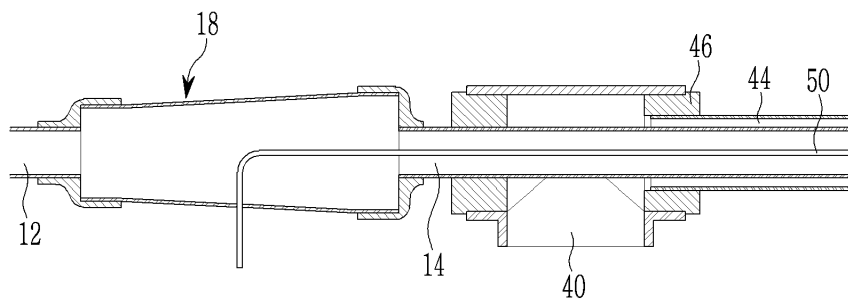
도면11



도면12



도면13



도면14

