



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0026580
(43) 공개일자 2025년02월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F23R 3/28 (2006.01) F02C 3/22 (2006.01)

F02C 7/22 (2006.01) F23R 3/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F23R 3/286 (2013.01)

F02C 3/22 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0107683

(22) 출원일자 2023년08월17일

심사청구일자 2023년08월17일

(71) 출원인

국립창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)

(72) 발명자

박희성

경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 53호관
302호(퇴촌동)

따망사전

경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 51호관
211-1호

손정우

경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 51호관
211-1호

(74) 대리인

김연권

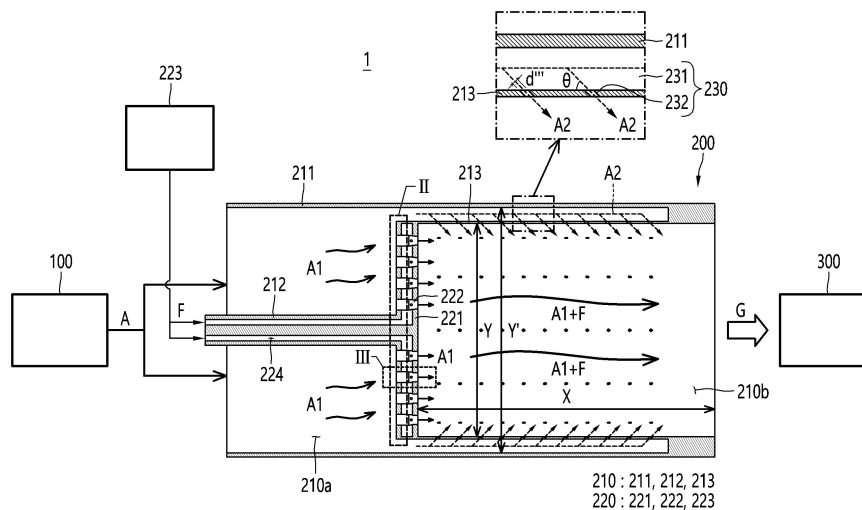
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 연소기 및 이를 포함하는 가스 터빈장치

(57) 요약

개시된 본 발명에 의한 연소기는, 내부에 압축된 공기가 유입되는 유입실 및 압축된 공기에 연료를 혼합하여 연소 가스를 발생시키는 연소실이 마련되는 몸체부, 몸체부 내부의 유입실 및 연소실 사이에 마련되어, 압축된 공기의 일부를 연료와 혼합시키는 연소부 및, 연소부로 유입되지 않은 압축된 공기 중 나머지를 연소실로 경사지게 분사하여 연소실을 냉각시키는 냉각부를 포함하며, 압축된 공기 중 연소부로 유입되는 압축된 공기의 일부는 전체 압축된 공기의 85% 이상이고, 압축된 공기의 나머지는 15% 이하이다. 이러한 구성에 의하면, 연소실 온도를 냉각시켜, 고온의 연소 가스가 연소실 내부에서 재순환에 의해 체류시간 증가에 따른 효율 감소를 방지할 수 있다. 즉, 연료의 완전 연소를 통해, 연소 효율을 향상시킬 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

F02C 7/22 (2013.01)
F23R 3/04 (2013.01)
F05D 2240/35 (2013.01)
F23C 2900/9901 (2013.01)
F23R 2900/03043 (2024.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180725
과제번호	20214000000480
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	지역에너지 클러스터 인재양성
연구과제명	청정가스복합화력발전 핵심요소기술 및 국산화 전문인재양성
기 여 율	1/2
과제수행기관명	재단법인경남테크노파크
연구기간	2021.06.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711168022
과제번호	2019R1A2C1002212
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구(유형1-1)
연구과제명	신개념 나노유체전극 기술개발 및 이를 응용한 에너지저장시스템연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2025.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 압축된 공기가 유입되는 유입실 및 상기 압축된 공기에 연료를 혼합하여 연소 가스를 발생시키는 연소실이 마련되는 몸체부;

상기 몸체부 내부의 상기 유입실 및 연소실 사이에 마련되어, 상기 압축된 공기의 일부를 상기 연료와 혼합시키는 연소부; 및

상기 연소부로 유입되지 않은 상기 압축된 공기 중 나머지를 상기 연소실로 경사지게 분사하여, 상기 연소실을 냉각시키는 냉각부;

를 포함하며,

상기 압축된 공기 중 상기 연소부로 유입되는 상기 압축된 공기의 일부는 전체 상기 압축된 공기의 85% 이상이고, 상기 압축된 공기의 나머지는 15% 이하인 연소기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 몸체부는 상기 압축된 공기를 제공하는 압축기 및 상기 연소부로부터 배출되는 연소 가스를 제공받는 가스 터빈 사이에 마련되는 중공의 챔버를 포함하는 연소기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 몸체부는,

상기 유입실과 연소실이 내부에 마련되며, 상기 압축된 공기가 유입 및 배출되도록 양단이 개방된 케이스; 및

상기 압축된 공기의 흐름 방향을 기준으로 상기 케이스의 하류에 상기 연소실과 마주하도록 마련되며, 상기 케이스의 내면과 소정 간격 이격되어 상기 유입실로 유입된 상기 압축된 공기의 나머지가 유입되는 공간을 제공하는 라이너;

를 포함하는 연소기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 연소부는,

상기 유입실로 유입된 상기 압축된 공기의 흐름에 대해 수직한 방향으로 마련되어, 상기 유입실 및 연소실 사이를 상호 격리시키도록 마련되는 구획부재;

상기 압축된 공기의 흐름에 나란한 방향으로 상기 구획부재에 복수개 관통 형성된 복수의 연소 노즐; 및

상기 복수의 연소 노즐과 연통하도록 상기 구획부재에 연결되어, 상기 복수의 연소 노즐로 상기 연료를 공급하는 연료 공급부;

를 포함하며,

상기 복수의 연소 노즐의 내부에서 상기 압축된 공기의 일부에 대해 상기 연료가 수직한 방향 공급되어 상호 혼합되는 연소기.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 구획부재는 상기 몸체부의 중심에 마련된 연소축과 축 결합되고,

상기 연료 공급부는 상기 연소축의 내부에 축 방향을 따라 연장되어 상기 구획부재의 내부로 연장되는 연료 유로를 통해, 상기 몸체부의 외부로부터 상기 구획부재에 마련된 상기 복수의 연소 노즐로 상기 연료를 공급하는 연소기.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 복수의 연소 노즐의 출구 직경(d)을 기준으로, 상기 복수의 연소 노즐의 입구 직경은 1.1~1.3d이고, 상기 복수의 연소 노즐의 길이는 2.5~3.2d이고, 상기 복수의 연소 노즐에 관통 형성되어 상기 연료를 공급하는 연료 공급구의 직경은 0.2~0.3d이고, 상기 연소실의 축 방향 길이는 30~40d이고, 상기 연소실의 내부 및 외부 직경은 각각 22~28d 및 25~30d로 마련되는 연소기.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 복수의 연소 노즐을 경유하는 상기 압축된 공기 중 일부의 흐름에 대해 수직한 방향으로 상기 연료를 공급하도록, 상기 복수의 연소 노즐에는 상기 연료 유로와 연통하는 연료 공급구가 관통 형성되는 연소기.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 몸체부는 내부에 상기 유입실 및 연소실이 마련되는 중공의 케이스 및 상기 연소실과 마주하는 위치에 상기 케이스의 내면과 소정 간격 이격되어 마련되는 라이너를 포함하며,

상기 구획부재의 테두리는 상기 라이너와 연결되어, 상기 유입실로 유입된 상기 압축된 공기의 나머지가 상기 케이스와 라이너 사이의 공간으로 유입된 후에, 상기 냉각부에 의해 상기 연소실로 분사되는 연소기.

청구항 9

제3항에 있어서,

상기 냉각부는 상기 케이스와 라이너 사이의 이격된 공간으로 유입된 상기 압축된 공기의 나머지를 경사지게 배출시키는 복수의 경사홀을 포함하며,

상기 복수의 경사홀은 상기 압축된 공기의 나머지의 배출 방향을 기준으로 상기 라이너에 대해 30° 내지 45°의 각도로 경사지도록, 상기 라이너에 관통 형성되는 연소기.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 연소실로 상기 압축된 공기의 일부와 상기 연료를 혼합하여 분사하는 복수의 연소 노즐의 출구 직경(d)을 기준으로, 상기 복수의 경사홀의 직경은 0.2 내지 0.3d인 연소기.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 연소실의 상기 연소 가스의 당량비는 0.3 내지 0.9를 포함하는 연소기.

청구항 12

공기를 압축하는 압축기;

상기 압축기로부터 압축된 상기 공기를 제공받아 연소시키는, 제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 기재된 연소기; 및

상기 연소기로부터 발생된 연소 가스를 제공받아 구동력을 발생시키는 터빈;
을 포함하는 가스 터빈장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 터빈으로부터 발생된 구동력 중 적어도 일부는 상기 압축기를 구동시키는 가스 터빈장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 연소기 및 이를 포함하는 가스 터빈장치에 관한 것으로서, 보다 바람직하게는 연료의 완전 연소로 인한 연소 효율을 향상시킬 수 있는 연소기 및 이를 포함하는 가스 터빈장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 공기 흡입구(Air intake)를 통해 압축기의 내부로 흡입된 공기는 고온 및 고압으로 압축되며, 이렇게 고온 및 고압으로 압축된 공기는 연료와 연소실에서 혼합되어 연소된다. 혼합 연소된 뜨거운 가스(Hot gas)는 터빈 입구로 유입되어 터빈 블레이드를 회전시킨다. 이러한 터빈의 블레이드 회전에 의해 발생된 구동력은 발전기를 구동시키고, 일부는 압축기를 작동시키는데 사용될 수 있다.

[0003] 한편, 가스 터빈에 있어서 가스 터빈의 입구 온도(TIT, Turbine Inlet Temperature)를 증가시켜 열효율을 개선함과 아울러, 수소 연소에 의한 독스(NOx)의 배출을 감소시킴으로써, 연소 효율을 향상시킬 수 있다. 이에 따라, 근래에는 가스 터빈의 연소 효율을 향상시키기 위한 다양한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-2433673호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-2460001호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 연료의 완전 연소로 인한 연소 효율을 향상시킬 수 있는 연소기를 제공하기 위한 것이다.

[0006] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 목적이 달성된 연소기를 포함하는 가스 터빈장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 연소기는, 내부에 압축된 공기가 유입되는 유입실 및 상기 압축된 공기에 연료를 혼합하여 연소 가스를 발생시키는 연소실이 마련되는 몸체부, 상기 몸체부 내부의 상기 유입실 및 연소실 사이에 마련되어, 상기 압축된 공기의 일부를 상기 연료와 혼합시키는 연소부 및, 상기 연소부로 유입되지 않은 상기 압축된 공기 중 나머지를 상기 연소실로 경사지게 분사하여, 상기 연소실을 냉각시키는 냉각부를 포함하며, 상기 압축된 공기 중 상기 연소부로 유입되는 상기 압축된 공기의 일부는 전체 상기 압축된 공기의 85% 이상이고, 상기 압축된 공기의 나머지는 15% 이하이다.

[0008] 또한, 상기 몸체부는 상기 압축된 공기를 제공하는 압축기 및 상기 연소부로부터 배출되는 연소 가스를 제공받는 가스 터빈 사이에 마련되는 중공의 챔버를 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 몸체부는, 상기 유입실과 연소실이 내부에 마련되며, 상기 압축된 공기가 유입 및 배출되도록 양단이 개방된 케이스 및, 상기 압축된 공기의 흐름 방향을 기준으로 상기 케이스의 하류에 상기 연소실과 마주하도록 마련되며, 상기 케이스의 내면과 소정 간격 이격되어 상기 유입실로 유입된 상기 압축된 공기의 나머지가 유

입되는 공간을 제공하는 라이너를 포함할 수 있다.

- [0010] 또한, 상기 연소부는, 상기 유입실로 유입된 상기 압축된 공기의 흐름에 대해 수직한 방향으로 마련되어, 상기 유입실 및 연소실 사이를 상호 격리시키도록 마련되는 구획부재, 상기 압축된 공기의 흐름에 나란한 방향으로 상기 구획부재에 복수개 관통 형성된 복수의 연소 노즐 및, 상기 복수의 연소 노즐과 연통하도록 상기 구획부재에 연결되어, 상기 복수의 연소 노즐로 상기 연료를 공급하는 연료 공급부를 포함하며, 상기 복수의 연소 노즐의 내부에서 상기 압축된 공기의 일부에 대해 상기 연료가 수직한 방향 공급되어 상호 혼합될 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 구획부재는 상기 몸체부의 중심에 마련된 연소축과 축 결합되고, 상기 연료 공급부는 상기 연소축의 내부에 축 방향을 따라 연장되어 상기 구획부재의 내부로 연장되는 연료 유로를 통해, 상기 몸체부의 외부로부터 상기 구획부재에 마련된 상기 복수의 연소 노즐로 상기 연료를 공급할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 복수의 연소 노즐의 출구 직경(d)을 기준으로, 상기 복수의 연소 노즐의 입구 직경은 1.1~1.3d이고, 상기 복수의 연소 노즐의 길이는 2.5~3.2d이고, 상기 복수의 연소 노즐에 관통 형성되어 상기 연료를 공급하는 연료 공급구의 직경은 0.2~0.3d이고, 상기 연소실의 축 방향 길이는 30~40d이고, 상기 연소실의 내부 및 외부 직경은 각각 22~28d 및 25~30d로 마련될 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 복수의 연소 노즐을 경유하는 상기 압축된 공기 중 일부의 흐름에 대해 수직한 방향으로 상기 연료를 공급하도록, 상기 복수의 연소 노즐에는 상기 연료 유로와 연통하는 연료 공급구가 관통 형성될 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 몸체부는 내부에 상기 유입실 및 연소실이 마련되는 중공의 케이스 및 상기 연소실과 마주하는 위치에 상기 케이스의 내면과 소정 간격 이격되어 마련되는 라이너를 포함하며, 상기 구획부재의 테두리는 상기 라이너와 연결되어, 상기 유입실로 유입된 상기 압축된 공기의 나머지가 상기 케이스와 라이너 사이의 공간으로 유입된 후에, 상기 냉각부에 의해 상기 연소실로 분사될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 냉각부는 상기 케이스와 라이너 사이의 이격된 공간으로 유입된 상기 압축된 공기의 나머지를 경사지게 배출시키는 복수의 경사홀을 포함하며, 상기 복수의 경사홀은 상기 압축된 공기의 나머지의 배출 방향을 기준으로 상기 라이너에 대해 30° 내지 45°의 각도로 경사지도록, 상기 라이너에 관통 형성될 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 연소실로 상기 압축된 공기의 일부와 상기 연료를 혼합하여 분사하는 복수의 연소 노즐의 출구 직경(d)을 기준으로, 상기 복수의 경사홀의 직경은 0.2 내지 0.3d일 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 연소실의 상기 연소 가스의 당량비는 0.3 내지 0.9를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 가스 터빈장치는, 공기를 압축하는 압축기, 상기 압축기로부터 압축된 상기 공기를 제공받아 연소시키는 연소기 및, 상기 연소기로부터 발생된 연소 가스를 제공받아 구동력을 발생시키는 터빈을 포함하며, 상기 연소기는, 내부에 압축된 공기가 유입되는 유입실 및 상기 압축된 공기에 연료를 혼합하여 연소 가스를 발생시키는 연소실이 마련되는 몸체부, 상기 몸체부 내부의 상기 유입실 및 연소실 사이에 마련되어, 상기 압축된 공기의 일부를 상기 연료와 혼합시키는 연소부 및, 상기 연소부로 유입되지 않은 상기 압축된 공기 중 나머지를 상기 연소실로 경사지게 분사하여, 상기 연소실을 냉각시키는 냉각부를 포함하며, 상기 압축된 공기 중 상기 연소부로 유입되는 상기 압축된 공기의 일부는 전체 상기 압축된 공기의 85% 이상이고, 상기 압축된 공기의 나머지는 15% 이하이다.
- [0019] 또한, 상기 터빈으로부터 발생된 구동력 중 적어도 일부는 상기 압축기를 구동시킬 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 연소기로 유입되는 압축된 공기 중 대다수는 연료와 혼합되어 연소되어 연소실로 분사되고, 압축된 공기 중 나머지는 연소실로 직접 배출됨으로써, 연소실 온도를 냉각시킬 수 있다. 그로 인해, 연소실 내부의 고온의 화염 발생으로 인한 연소 가스의 순환을 차단하여 수소를 포함한 연료의 100%를 완전 연소시킬 수 있게 된다.
- [0021] 또한, 연소 가스의 순환으로 인한 연소실 체류 시간 연장을 방지할 수 있어, 연소 가스의 체류 시간 단축에 따른 독스(NOx)와 같은 배기 가스의 배출량도 감소할 수 있다.
- [0022] 또한, 연료의 완전 연소로 인해 연소기로부터 고온의 연소 가스를 제공받는 터빈의 입구 온도(TIT)를 높일 수 있어, 가스 터빈장치의 연소 효율 향상에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 연소기를 포함하는 가스 터빈장치를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 II영역을 개략적으로 확대 도시한 도면이다.
- 도 3은 도 1에 도시된 III영역을 개략적으로 확대 도시한 도면이다.
- 도 4는 도 1에 도시된 가스 터빈장치의 연소기 중심에서의 당량비(ϕ)에 따른 속도 효율화 분포 등고선을 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 5는 도 1에 도시된 가스 터빈장치의 연소기 중심에서의 당량비(ϕ)에 따른 온도 분포 등고선을 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 6은 도 1에 도시된 가스 터빈장치의 연소기에서 당량비(ϕ)에 따른 하류 방향 및 횡방향에 따른 온도 분포를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 7은 도 1에 도시된 가스 터빈장치의 연소기에서 당량비(ϕ)에 따른 중심에서의 녹스(NO_x) 분포 등고선을 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 8은 도 1에 도시된 가스 터빈장치의 연소기에서 당량비(ϕ)에 따른 하류 방향 및 횡방향에 따른 녹스(NO_x) 배출 분포를 개략적으로 도시한 도면이다. 그리고,
- 도 9는 도 1에 도시된 가스 터빈장치의 연소기 출구의 온도 균일성 및 녹스(NO_x) 분포를 개략적으로 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 본 발명의 바람직한 일 실시예를 첨부된 도면을 참고하여 설명한다. 다만, 본 발명의 사상이 그와 같은 실시예에 제한되지 않고, 본 발명의 사상은 실시예를 이루는 구성요소의 부가, 변경 및 삭제 등에 의해서 다르게 제안될 수 있을 것이나, 이 또한 발명의 사상에 포함되는 것이다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 가스 터빈장치(1)를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 2 및 도 3은 도 1에 도시된 II 및 III영역을 각각 확대 도시한 도면이다.
- [0027] 도 1을 참고하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 연소기(200)를 포함하는 가스 터빈장치(1)가 개략적으로 도시된다.
- [0028] 본 발명에서 설명하는 일 실시예에 의한 가스 터빈장치(1)는 압축기(100), 연소기(200) 및 터빈(300)을 포함한다.
- [0029] 압축기(100)는 제1유체를 흡입하여, 제1유체를 단열압축 과정을 통해 고온 및 고압으로 압축한다. 여기서, 제1유체는 후술할 제2유체인 연료(F)를 산화시키기 위한 일종의 산화제로써, 본 실시예에서는 압축기(100)에서 고온 및 고압으로 압축되는 공기(A)를 포함하는 것으로 예시한다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 산화제를 포함하는 제1유체를 공기(A)로 지칭하여 설명한다. 한편, 압축기(100)는 연소기(200)에서 압축되는 공기(A)는 연소기(200)에서 대부분이 연소되며, 일부는 연소기(200)의 내부를 냉각시킨다.
- [0030] 참고로, 본 발명에서 설명하는 압축기(100)는 원심 압축기(Centrifugal compressors) 또는 축류 압축기(Axial compressor)로 마련될 수 있으며, 본 실시예에서는 축류 압축기를 포함하는 것으로 예시한다. 이 경우, 압축기(100)의 회전축(미도시)이 후술할 터빈(300)과 연결되어, 터빈(300)으로부터 발생된 구동력의 일부를 전달받아 구동될 수도 있다.
- [0031] 연소기(200)는 압축기(100)로부터 공급되는 압축된 공기(A)를 포함하는 제1유체 및 제2유체를 혼합하여, 연소시킨다. 여기서, 제2유체는 공기(A)와의 혼합에 의해 산화되어 연소될 수 있는 수소를 포함하는 연료(F)인 것으로 예시하며, 이하에서는 설명의 편의를 위해 연료(F)로 지칭하여 설명한다. 연소기(200)는 공기(A)와 연료(F)의 혼합을 위해, 몸체부(210), 연소부(220) 및 냉각부(230)를 포함한다.
- [0032] 몸체부(210)는 내부에 압축된 공기(A)가 유입되는 유입실(210a) 및 압축된 공기(A)를 연료(F)와 혼합하여 연소시키는 연소실(210b)을 포함한다. 여기서, 유입실(210a)은 압축기(100)로부터 압축된 고온 및 고압의 공기(A)

가 유입되는 공간이며, 연소실(210b)에는 스파크 플러그(Spark plug)와 같은 점화수단에 의해 상호 혼합된 공기(A)와 연료(F)가 연소되는 공간이다.

[0033] 몸체부(210)는 내부를 외부와 격리시키며, 유입실(210a)과 연소실(210b)이 상호 연통하는 일종의 챔버로 마련될 수 있다. 보다 구체적으로, 몸체부(210)의 일단은 압축된 공기(A)를 제공하는 압축기(100)와 연통하고, 타단은 터빈(300)과 연결되어 연소실(210b)의 연소 가스(G)를 터빈(300)으로 공급하되, 내부를 외부로 격리시킨다.

[0034] 이러한 몸체부(210)는 도 1의 도시와 같이, 외관을 형성하며 내부가 비워진 케이스(211), 케이스(211)의 중심축 상에 마련되는 연소축(212), 케이스(211)의 내면과 소정 간격 이격되도록 결합된 라이너(213)를 포함한다. 여기서, 케이스(211)는 유입실(210a)과 연소실(210b)이 내부에 마련되며, 압축된 공기(A)가 유입 및 배출되도록 양단이 개방된 형상을 가진다. 또한, 라이너(213)는 공기(A)의 흐름 방향을 기준으로 케이스(211)의 하류의 연소실(210b)과 마주하도록 마련되며, 케이스(211)에 대해 일종의 이너 라이너로 마련된다. 참고로, 케이스(211)의 내면과 라이너(213) 사이는 유입실(210a)로 유입된 압축된 공기(A) 중 연소부(220)를 통과하지 않는 나머지 공기(A)가 유입되는 공간을 제공한다. 이러한 케이스(211)와 라이너(213) 사이의 공간으로 유입된 나머지 공기(A)의 구성은 냉각부(230)의 구성과 함께, 보다 자세히 후술한다.

[0035] 연소부(220)는 몸체부(210) 내부의 유입실(210a) 및 연소실(210b)의 사이에 마련되어, 압축된 공기(A)의 일부를 연료(F)와 혼합시켜 연소실(210b)로 분사한다. 이러한 연소부(220)는 구획부재(221), 연소 노즐(222) 및 연료 공급부(223)를 포함한다.

[0036] 구획부재(221)는 몸체부(210)의 유입실(210a)로 유입된 압축된 공기(A)의 흐름에 대해 수직한 방향으로 마련되어, 유입실(210a) 및 연소실(210b) 사이를 상호 격리시킨다. 여기서, 구획부재(221)의 중심은 몸체부(210)의 연소축(212)과 축 결합되며, 테두리는 몸체부(210)의 하류에 마련되는 라이너(213)와 연결될 수 있다. 이때, 구획부재(221)의 테두리가 라이너(213)와 연결됨으로써, 몸체부(210)의 유입실(210a)로 유입된 공기(A) 중 대다수는 구획부재(221)측으로 유입되고, 나머지는 몸체부(210)와 라이너(213) 사이의 공간으로 유입될 수 있게 된다.

[0037] 한편, 본 실시예에서는 몸체부(210)가 원통 형상의 중공의 케이스(211)로 마련되며, 구획부재(221)는 도 2의 도시와 같이, 케이스(211)의 형상에 대응하여 원반 형상인 것으로 예시한다. 그러나, 몸체부(210)의 케이스(211) 형상 및 이에 대응하는 구획부재(221)의 형상은 도시된 예로만 한정하지 않는다.

[0038] 연소 노즐(222)은 압축된 공기(A)의 흐름에 나란한 방향으로 구획부재(221)에 복수개 관통 형성된다. 여기서, 복수의 연소 노즐(222)은 도 2의 도시와 같이, 구획부재(221)의 중심으로부터 점차 멀어지는 방향으로 방사형으로 다열 마련될 수 있다. 본 실시예에서는 복수의 연소 노즐(222)을 구획부재(221)의 중심을 기준으로 반경 방향으로 4열 마련되며, 각 열에는 복수의 연소 노즐(222)들이 원주 방향으로 상호 이격되는 것으로 예시한다.

[0039] 한편, 도 2의 도시 기준으로, 4열 마련된 복수의 연소 노즐(222)들을 구획부재(221)의 중심으로부터 반경 방향으로 점차 멀어지는 방향으로 제1 내지 제4노즐 그룹(222a)(222b)(222c)(222d)으로 구분하여 지칭할 수 있다. 제1노즐 그룹(222a)은 구획부재(221)의 중심에 가장 인접하도록 4개가 구획부재(221)에 원주 방향으로 관통 형성되며, 연료(F)와의 혼합에 의해 연소 가스를 발생시키는 첫번째 버너 그룹(1st row burner group)이다. 제2노즐 그룹(222b)은 구획부재(221)의 중심으로부터 2번째 인접하도록 8개가 구획부재(221)에 원주 방향으로 관통 형성되며, 연료(F)와의 혼합에 의해 연소 가스(G)를 발생시키는 두번째 버너 그룹(2nd row burner group)이다. 제3 및 제4노즐 그룹(222c)(222d)은 구획부재(221)의 중심으로부터 각각 3번째 및 4번째 인접하도록 각각 12개 및 16개가 구획부재(221)에 원주 방향으로 관통 형성된다. 이러한 제3 및 제4노즐 그룹(222c)(222d)은 각각 연료(F)와의 혼합에 의해 연소 가스(G)를 발생시키는 세번째 및 네번째 버너 그룹(3rd and 4th row burner group)이다.

[0040] 이러한 제1 내지 제4노즐 그룹(222a)(222b)(222c)(222d)들은 배출되는 연소 가스(G)의 속도 차이를 유발한다. 보다 구체적으로 도 4를 참고하면, 복수의 연소 노즐(222)들 중에서 제1노즐 그룹(222a)의 연소 가스(G)의 속도는 연소실(210b) 하류의 연소 가스(G)의 속도보다 높다. 이러한 복수의 연소 노즐(222)들로 마련된 제1 내지 제4노즐 그룹(222a)(222b)(222c)(222d)에서의 연소 가스(G)의 속도 차이는 흐름 유입을 유발하고, 재순환(Recirculation) 영역을 생성할 수 있다. 연소 가스(G)의 재순환은 연소실(210b)에 체류하는 연소 가스(G)의 시간을 증가시키는 원인임에 따라, 후술할 냉각부(230)에 의해 연소실(210b) 내부의 온도를 냉각시켜 불필요한 연소 가스(G)의 재순환을 방지한다. 이러한 연소 가스(G)의 재순환 방지 구성은 냉각부(230)의 구성과 함께, 보다 자세히 후술한다.

- [0041] 참고로, 구획부재(221)의 중심으로부터 제1노즐 그룹(222a)까지의 거리(0)는 대략 12mm일 수 있으며, 제1 내지 제4노즐 그룹(222a)(222b)(222c)(222d) 사이의 거리(0')는 대략 10mm일 수 있으나, 이는 한정사항은 아니다. 또한, 제1 내지 제4노즐 그룹(222a)(222b)(222c)(222d)에 포함되는 복수의 연소 노즐(222)들 각각의 직경은 대략 4mm일 수 있으나, 이 또한 한정사항은 아니다. 아울러, 본 실시예에서는 복수의 연소 노즐(222)들이 4열로 복수개 마련되는 것으로 도시 및 예시하나, 열 개수 및 각 열마다 구획부재(221)에 관통 형성되는 연소 노즐(222)의 개수는 변형 가능하다.
- [0042] 연료 공급부(223)는 복수의 연소 노즐(222)들과 연통하도록 구획부재(221)에 연결되어, 복수의 연소 노즐(222)들로 연료(F)를 공급한다. 이러한 연료 공급부(223)는 몸체부(210)의 외부에 마련되어, 몸체부(210)의 케이스(211) 중심에 마련된 연소축(212)을 통해 구획부재(221)로 연료(F)를 공급할 수 있다. 보다 구체적으로, 연료 공급부(223)로부터 공급되는 연료(F)는 연소축(212)을 따라 축 방향으로 마련된 연료 유로(224)를 통해 연소축(212)과 축 결합된 구획부재(221)로 전달되며, 구획부재(221)로 전달된 연료(F)는 구획부재(221)에 관통 형성된 복수의 연소 노즐(222)들로 분배되어 공급된다.
- [0043] 여기서, 연소축(212)을 따라 축 방향으로 연장되도록 마련된 연료 유로(224)는 구획부재(221)의 내부로 원주 방향으로 유입된다. 그로 인해, 연료(F)는 연소 노즐(222)을 향해 수직하게 분사됨으로써, 연소 노즐(222)을 통과하는 압축된 공기(A)에 대해 수직하게 혼합된다. 이때, 도 3의 도시와 같이, 연소 노즐(222)에는 연료 유로(224)와 연통하는 연료 공급구(225)가 공기(A)의 흐름 방향에 대해 수직한 위치에 관통 형성된다. 그로 인해, 연소 노즐(222)은 압축된 공기(A) 중 일부가 관통하여 통과하며, 연소 노즐(222)을 통과하는 공기(A)의 흐름에 수직한 방향으로 연료(F)가 공급되어 혼합된다.
- [0044] 이하, 연소 노즐(222)을 통과하는 압축된 공기 중 일부를 설명의 편의를 위해 제1공기(A1)로 지칭하여 설명하며, 제1공기(A1)를 제외한 압축된 공기(A)의 나머지를 제2공기(A2)로 지칭하여 설명한다. 연소 노즐(222)의 내부에서 제1공기(A)에 대해 연료(F)가 수직하게 분사되어 상호 혼합됨으로써, 연소 가스(G)로 연소된다.
- [0045] 여기서, 연소 가스(G)의 출구 직경(d)은 대략 4mm일 수 있으며, 입구 직경(d')은 출구 직경(d)과 비교하여 대략 1.25d일 수 있다. 즉, 연소 가스(G)의 출구는 입구보다 직경이 더 작도록 마련되어, 연소 가스(G)의 분사율을 확보함이 보다 유리하다. 또한, 연소 노즐(222)의 길이(L)은 대략 2.85d이고, 연소 노즐(222)을 관통하여 연료(F)를 공급하는 연료 공급구(225)의 직경은 대략 0.25d일 수 있으나, 한정 사항은 아니다. 참고로, 연소 노즐(222)의 계수(N)은 대략 40일 수 있으며, 연료 유로(224)와 연통하는 연료 공급구(225)의 계수(n)은 4일 수 있다. 아울러, 연소 가스(G)의 출구 직경(d)을 기준으로 도 1의 도시와 같이, 몸체부(210)의 연소실(210b) 축 방향 길이(X)는 대략 35d이고, 연소실(210b) 내부의 직경(Y)은 대략 25d일 수 있다. 또한, 연소실(210b)의 외부 직경(Y')은 대략 28.75d일 수 있다. 이러한 연소 노즐(222), 연료 유로(224)와 연통하도록 연소 노즐(222)에 마련된 연료 공급구(225) 및 연소실(210b)의 사이즈는 일 예이며, 한정 사항은 아니다.
- [0046] 냉각부(230)는 연소부(220)로 유입되지 않은 압축된 공기 중 나머지를 연소실(210b)로 경사지게 분사하여, 연소실(210b)을 냉각시킨다. 이러한 냉각부(230)는 도 1에 확대 도시된 바와 같이, 케이스(211)와 라이너(213) 사이의 이격된 공간인 냉각 유로(231)로 유입된 압축된 공기(A)의 나머진 제2공기(A2)를 경사지게 배출시키는 복수의 경사홀(232)을 포함한다.
- [0047] 여기서, 복수의 경사홀(232)은 제2공기(A)를 배출 분사하는 방향을 기준으로, 라이너(213)에 대해 30° 내지 45°의 각도(θ)로 경사지도록 라이너(213)에 관통 형성된다. 본 실시예에서는 경사홀(232)의 경사진 각도(θ)가 35°인 것으로 예시하나, 한정 사항은 아니다. 또한, 복수의 경사홀(232)은 라이너(213)에 대해 대략 11개가 관통 형성되는 것으로 예시하나, 경사홀(232)의 개수 및 상호 이격된 간격은 도시된 예로만 한정되지 않는다.
- [0048] 한편, 연소기(200) 내부로 유입된 압축된 공기(A) 중 제1공기(A)는 전체 압축된 공기(A)의 85% 이상이고 제2공기(A)는 전체 압축된 공기(A)의 15% 이하이다. 본 실시예에서는 제1공기(A)가 압축된 공기(A)의 90%이고, 제2공기(A)가 압축된 공기(A)의 10%인 것으로 예시한다. 이와 같이, 전체 압축된 공기(A) 중 대다수의 제1공기(A)는 복수의 연소 노즐(222)을 경유하여 연료(F)와 혼합하여 연소실(210b)로 배출하고, 10%가량의 제2공기(A)는 우회하여 연소실(210b)로 직접 분사하여 연소실(210b) 내부를 냉각시킨다.
- [0049] 터빈(300)은 연소기(200)에서 발생한 연소 가스(G)를 공급받아, 회전력을 발생시킨다. 즉, 터빈(300)은 일종의 구동력 발생수단으로써, 터빈(300)으로부터 발생된 회전력 중 일부는 압축기(100)로 전달되어, 압축기(100) 구동에 사용될 수 있다. 이러한 터빈(300)의 구성은 본 발명의 요지가 아니므로, 자세한 설명은 생략한다.

- [0051] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 가스 터빈장치(1)의 동작을 도 1을 참고하여 설명한다.
- [0052] 도 1과 같이, 압축기(100)를 통해 고온 및 고압으로 압축된 공기(A)는 연소기(200)의 유입실(210a)로 유입된다. 유입실(210a)로 유입된 공기(A) 중 대략 90%인 제1공기(A)는 연소기(200)의 몸체부(210) 내부에 마련된 구획부재(221)에 관통 형성된 복수의 연소 노즐(222)을 통해 연소실(210b)로 배출된다. 이때, 복수의 연소 노즐(222)들은 연소축(212)과 구획부재(221)의 내부에 마련된 연료 유로(224)와 연통하여 연료(F)를 공급받음으로써, 도 3의 도시와 같이 연소 노즐(222)의 내부에서 제1공기(A)와 연료(F)는 상호 혼합되어 연소실(210b)로 배출되게 된다. 이때, 연소 노즐(222)의 내부에서 제1공기(A)에 대해 연료(F)가 수직하게 분사됨으로써, 혼합 성능이 우수하다.
- [0053] 연소실(210b)로 배출된 제1공기(A)와 연료(F)는 상호 혼합되어 연소됨으로써, 고온의 연소 가스(G)가 발생된다. 여기서, 연소실(210b)은 수소를 포함한 연료(F)가 산화제인 제1공기(A)와의 혼합시의 폭발 위험을 방지하기 위해, 연료(F)와 제1공기(A)가 충분히 혼합되어 연소될 수 있는 충분한 길이(L)(도 1 참조)를 가짐이 좋다. 이때, 연소실(210b)의 길이(L)는 유입실(210a)에 비해 대략 1~2배 사이의 길이를 가짐이 좋다.
- [0054] 유입실(210a)로 유입된 압축된 공기(A) 중 나머지인 제2공기(A)는 전체 압축된 공기(A) 대비 대략 10%로써, 케이싱(211)와 라이너(213) 사이의 냉각 유로(231)로 유입되어 복수의 경사홀(232)을 통해 경사지게 연소실(210b)로 배출된다. 그로 인해, 제2공기(A)는 연소 동작에서 사용되지 않고 연소실(210b)로 직접 배출되어, 연소실(210b)의 내부를 냉각시킬 수 있게 된다.
- [0055] 한편, 연소실(210b)에서의 연소 조건은 당량비(Equivalence ratio) 0.03 내지 0.09일 수 있다. 도 5를 참고하면, 연소실(210b) 내부의 연소 가스(G) 발생에 의한 화염 온도는 당량비(ϕ) 증가에 연동하여 상승하며, 이러한 당량비(ϕ)의 0.03 내지 0.04 그리고, 0.07 내지 0.09에는 불안정한 연소 때문에 낮은 온도 분포를 보인다. 즉, 도 5의 (c)~(e)와 같이, 당량비(ϕ) 0.5~0.7에서 높은 온도 분포 및 안전 연소를 확인할 수 있다.
- [0056] 도 6을 참고하면, 연소실(210b) 내부의 화염 온도는 당량비(ϕ) 증가에 따라 상승함을 확인할 수 있다. 참고로, 도 6은 연소실(210b)의 X축 및 Y축 방향에 대한 당량비(ϕ)에 따른 화염 온도를 비교한 그래프이다.
- [0057] 도 7을 참고하면, 당량비 변화에 따른 연소실(210b)의 중심에서의 인체에 유해한 배기 가스인 고온의 질소(NO_x)의 배출 분포 등고선이 개략적으로 비교되어 도시된다. 도 7과 같이, 고온의 질소(NO_x) 배출은 연소 가스(G)의 순환 및 온도에 따라 결정되며, 당량비(ϕ) 증가에 따라 연소 화염에 위치 변화로 인해 질소(NO_x) 배출량 및 분포도 변화함을 확인할 수 있다.
- [0058] 도 8을 참고하면, 연소실(210b)의 하류 방향 및 횡방향에 따른 질소(NO_x)의 배출 분포가 개략적으로 비교 도시된다. 도 8과 같이, 높은 온도 분포 영역에서 많은 질소(NO_x) 배출이 계산되며, 당량비 0.05에서 질소(NO_x)의 배출량이 가장 높고, 그 이상 및 이하의 당량비에서는 질소(NO_x) 배출량이 비교적 하락함을 확인할 수 있다.
- [0059] 도 9를 참고하면, 연소실(210b) 출구의 온도 균일성 및 질소(NO_x) 분포를 비교한 그래프가 개략적으로 도시된다. 도 9의 (a)와 같이, 당량비(ϕ) 증가에 따라 연소실(210b) 출구 온도가 지속적으로 상승하며, 0.07의 당량비(ϕ) 조건에서 높은 출구 온도 분포도 및 높은 온도 균일도를 확인할 수 있다. 또한, 도 9의 (b)와 같이, 질소(NO_x)의 배출량은 당량비(ϕ) 0.05까지는 상승하다가 지속적으로 하락함을 확인할 수 있다.
- [0060] 이상과 같이, 당량비(ϕ) 증가에 따라 연소실(210b) 내부의 연소 가스(G)의 유동이 점차 증가하며, 당량비(ϕ) 증가에 연동하여 공급 산화제 즉, 공기(A)가 비교적 적기 때문에 혼합 분율(mixture fraction) 분포도도 증가한다. 혼합 분율이 0 내지 0.1 사이에 분포되는 영역에서만 높은 연소 온도를 보이며, 당량비(ϕ)가 0.07일 경우에 최적으로 높은 연소기(200)의 출구 온도 또는 터빈(300)의 입구 온도를 확인할 수 있어, 균일도 계수(uniformity factor)도 향상됨을 알 수 있다. 즉, 모든 당량비(ϕ) 범위에서는 질소(NO_x)의 배출량이 75보다 낮은 범위에서 분석된다.
- [0061] 정리하면, 본 발명에서 설명하는 연소기(200)에서 압축된 공기의 90%인 제1공기(A)는 연료(F)와의 혼합에 의해 연소실(210b)로 연소 가스(G)를 배출시키고, 나머지 10% 가량의 제2공기(A)는 연소실(210b) 내부를 냉각함에 사용된다. 그로 인해, 연소실(210b) 내부의 고온의 화염으로 인해 연료(F)의 연소 저하를 제2공기(A) 분사를 통해 방지할 수 있다. 즉, 연소실(210b)에서 제2공기(A) 분사를 통해 고온의 연소 가스(G)의 재순환을 차단하여, 수소가 포함된 연료(F)를 100% 연소시킬 수 있게 된다. 뿐만 아니라, 연소 가스(G)의 순환으로 인한 연소 가스(G)의 체류 시간 연장을 방지할 수 있어, 연소 가스(G)의 체류 시간 단축에 따른 질소(NO_x)를 포함하는 인체에

유해한 배기 가스의 배출량도 감소시킬 수 있다.

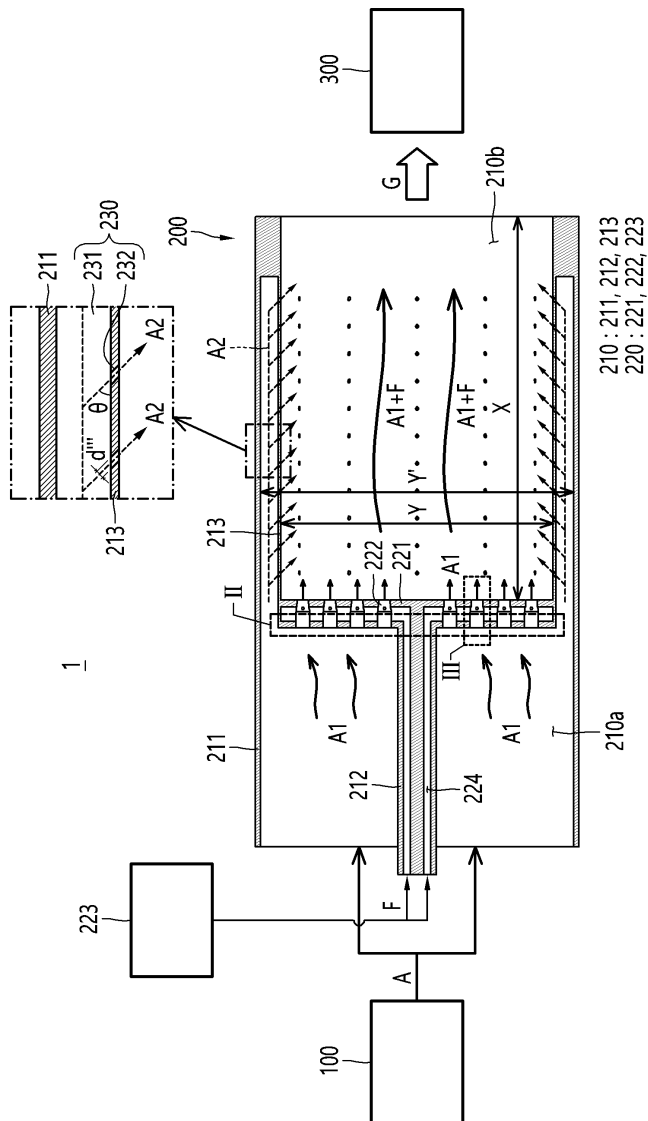
[0063] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

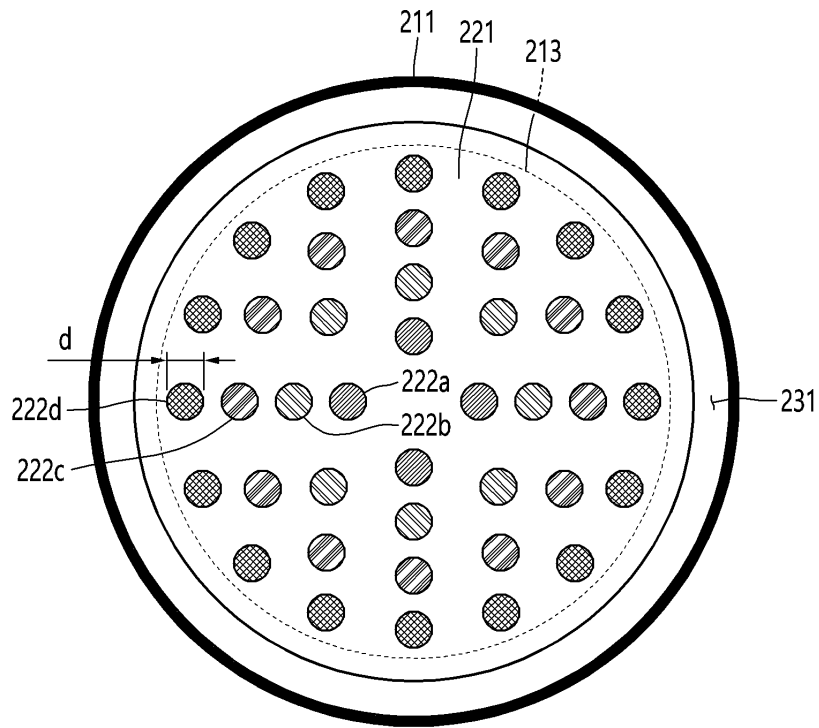
[0064] 1: 가스 터빈장치
 100: 압축기
 200: 연소기
 210: 몸체부
 211: 케이스
 212: 연소축
 213: 라이너
 220: 연소부
 221: 구획부재
 222: 연소 노즐
 223: 연료 공급부
 224: 연료 유로
 230: 냉각부
 231: 냉각 유로
 232: 경사홀
 300: 터빈

도면

도면1

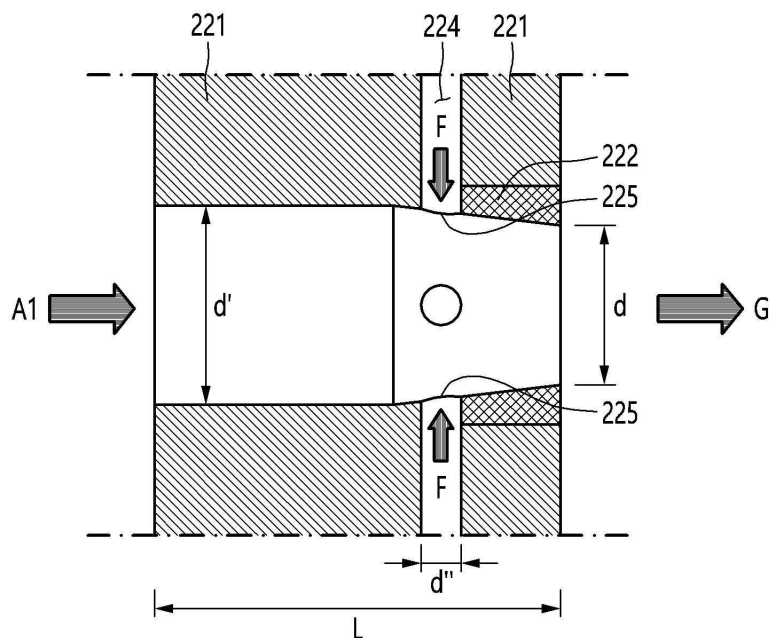


도면2

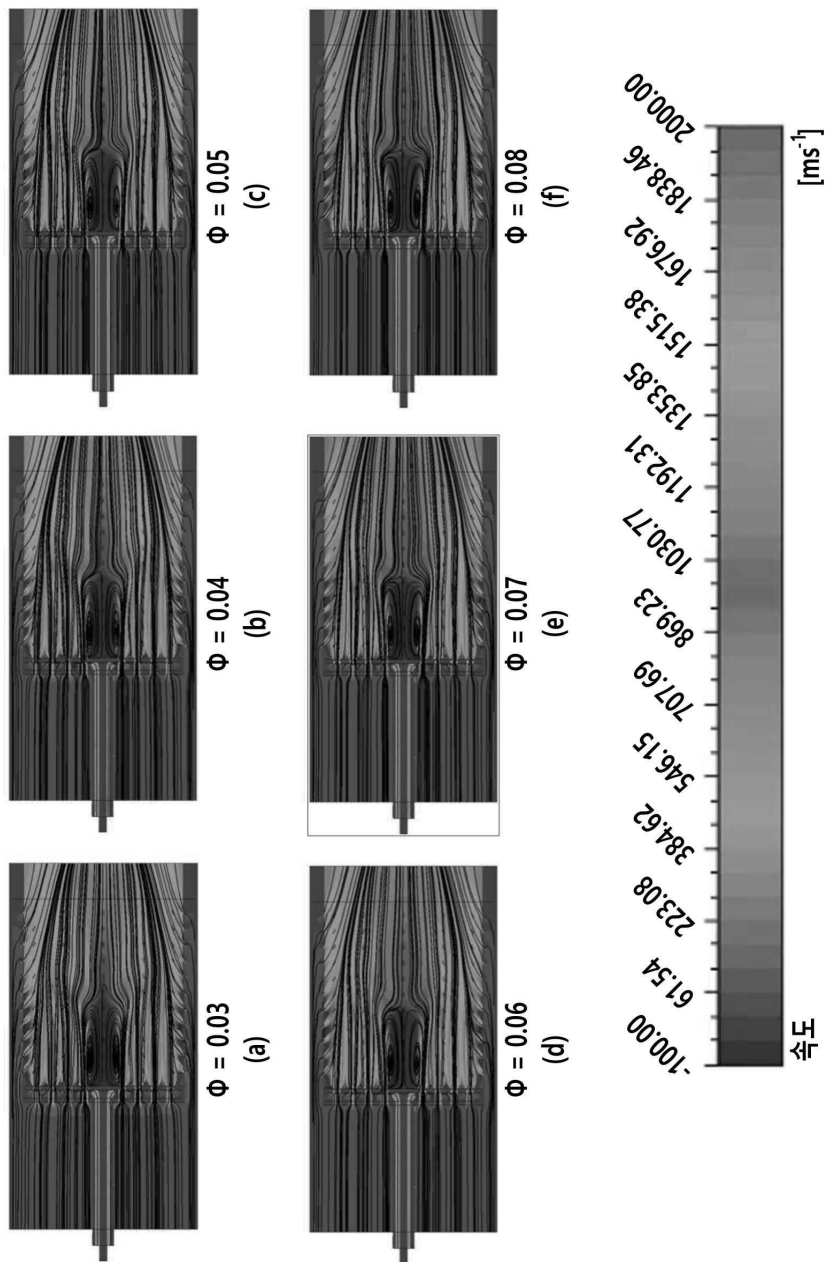


222 : 222a, 222b, 222c, 222d

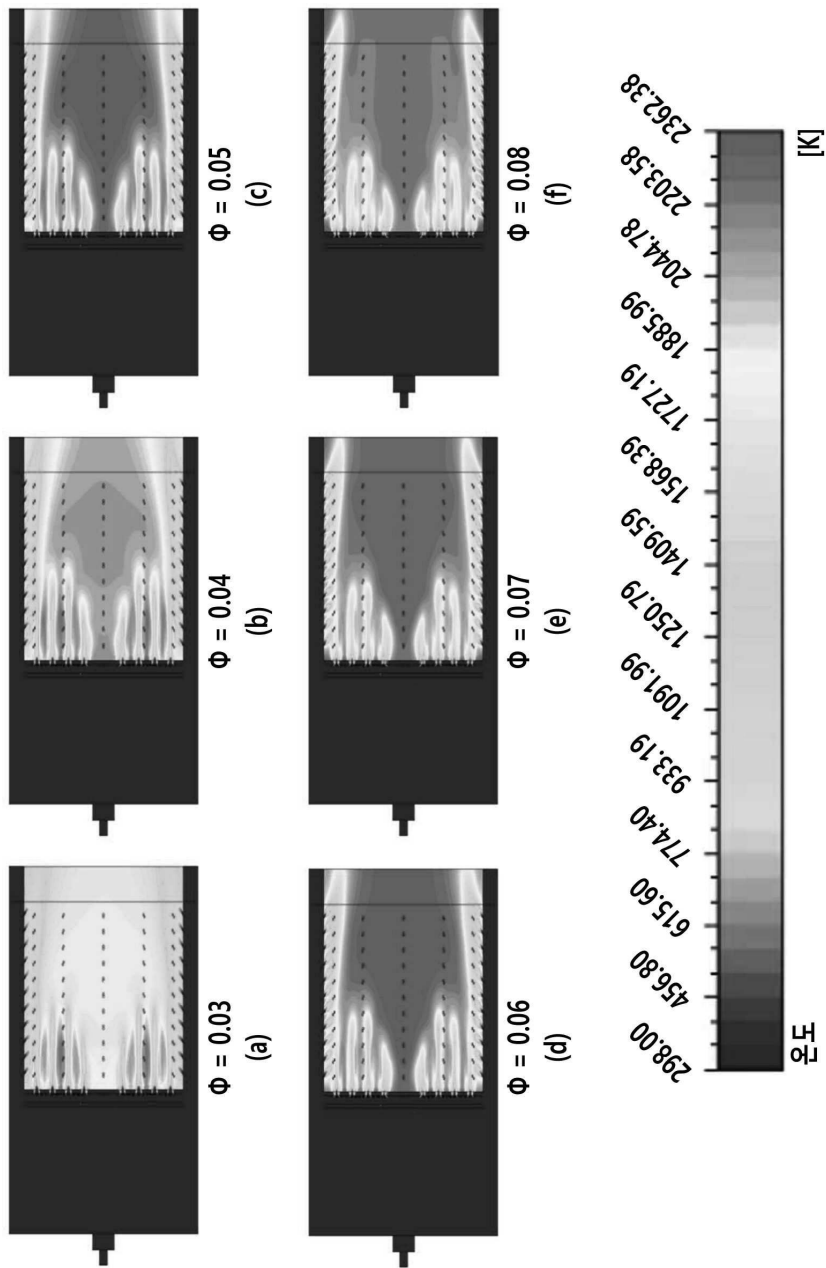
도면3



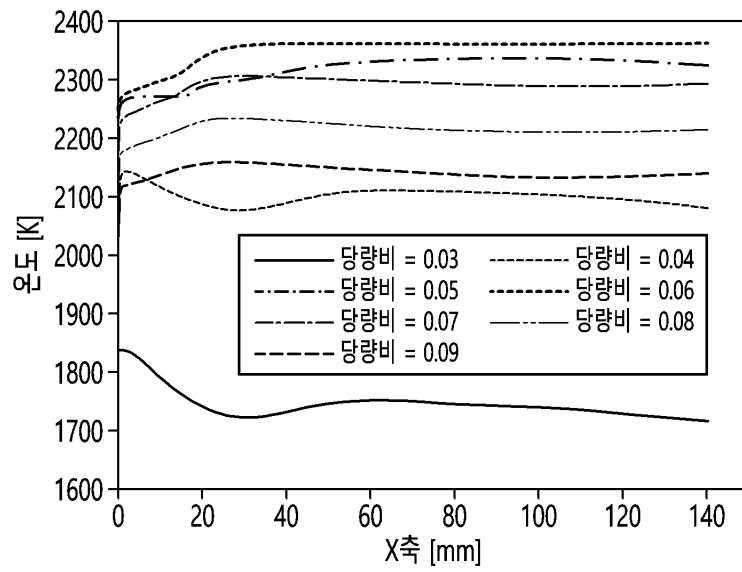
도면4



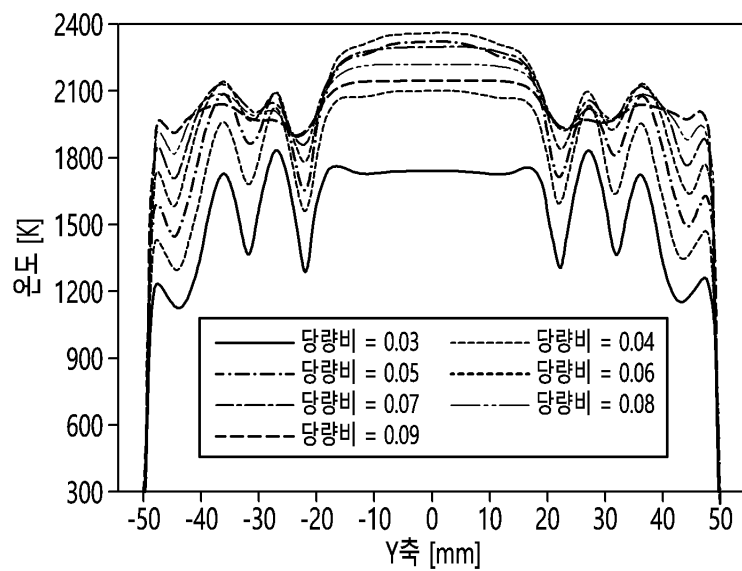
도면5



도면6

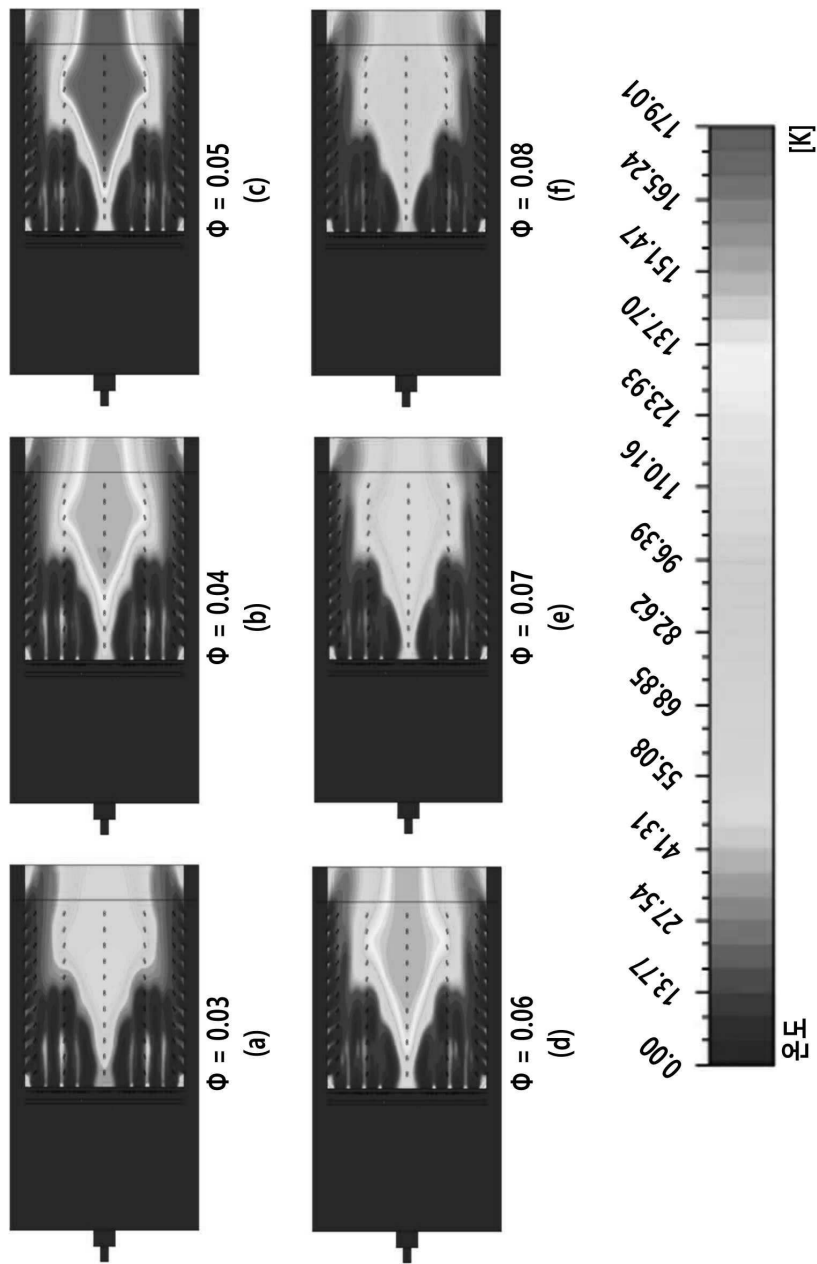


(a)

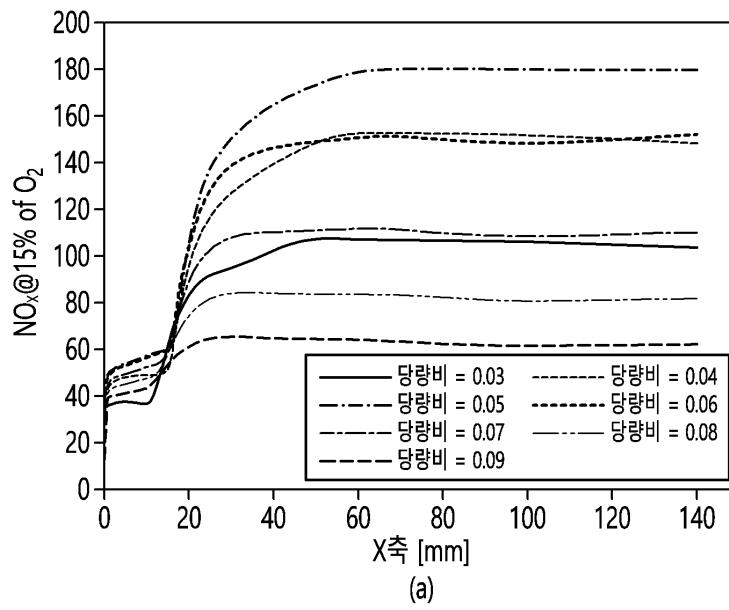
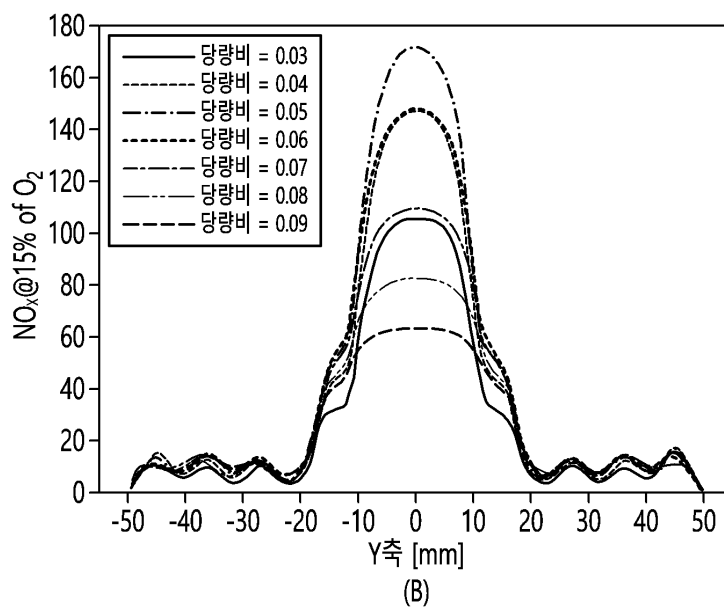


(b)

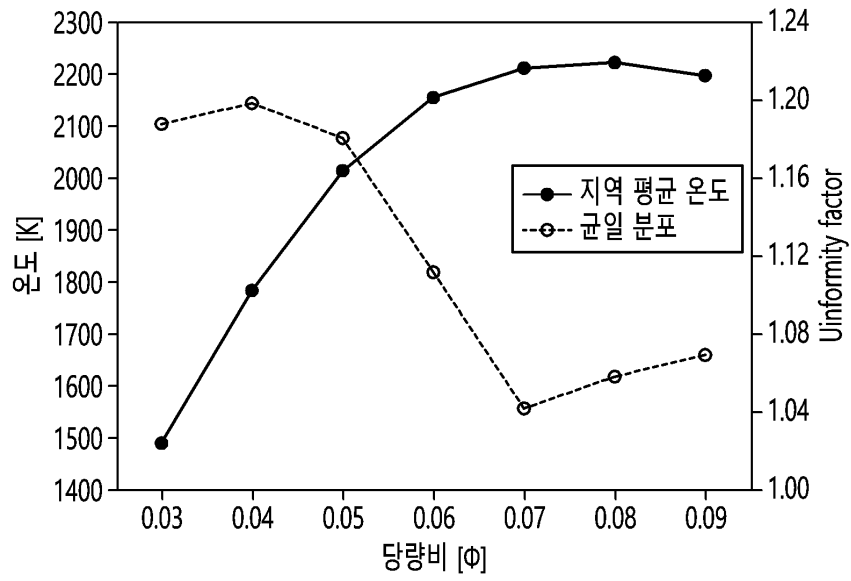
도면7



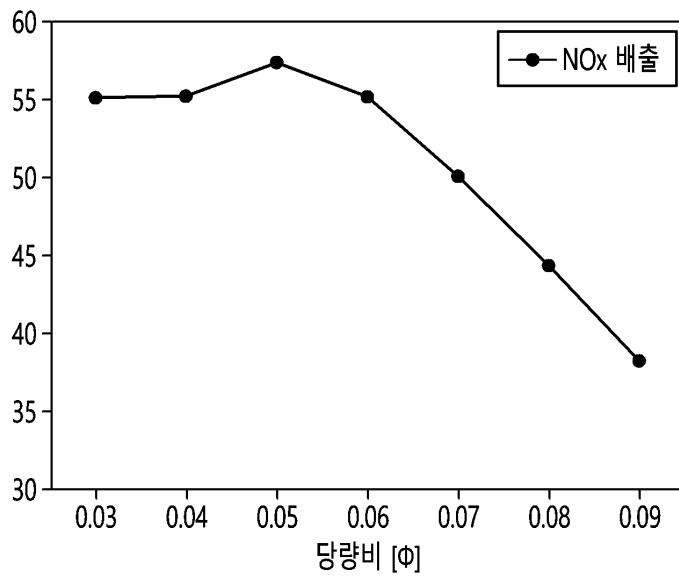
도면8



도면9



(a)



(b)