



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0117645
(43) 공개일자 2014년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F23R 3/32 (2006.01) F23R 3/14 (2006.01)
F02C 7/232 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7023989
(22) 출원일자(국제) 2012년11월30일
심사청구일자 2014년08월27일
(85) 번역문제출일자 2014년08월27일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/081106
(87) 국제공개번호 WO 2013/128739
국제공개일자 2013년09월06일
(30) 우선권주장
PCT/JP2012/054935 2012년02월28일 일본(JP)

(71) 출원인
미쯔비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키가이샤
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3초메 3-1
(72) 발명자
나카무라 소스케
일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16방
5고 미쯔비시 주교교 가부시키가이샤 내
마츠무라 요시카즈
일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16방
5고 미쯔비시 주교교 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장수길, 성재동

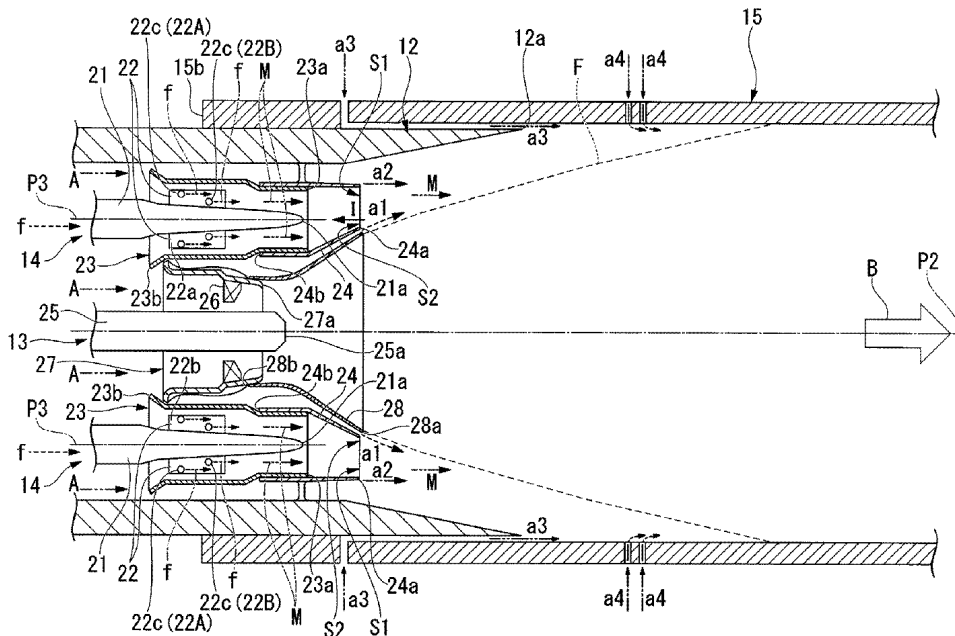
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 연소기 및 가스 터빈

(57) 요약

본 발명에 관한 연소기는, 외부로부터 공기(A)가 공급되는 내통(12)과, 내통(12)의 내주를 따라 환 형상으로 복수 설치되고, 각각 공기(A)와 연료(f)의 예혼합 기체(M)를 내통(12)의 내부에 공급하는 제1 노즐(14)과, 내통(12)이 기반부(15b)에 접속됨과 함께 제1 노즐(14)로부터 공급된 예혼합 기체(M)를 연소시켜 축 방향 선단측을 향함에 따라서 외주측으로 넓어지는 화염면(F)을 형성하는 미통(15)을 구비하고, 각 제1 노즐(14)은 축 방향에 있어서 화염면(F)이 균일한 온도로 되도록, 그 제1 노즐(14)의 중심축 주위로 연료 농도를 변화시켜 예혼합 기체(M)를 공급한다.

대표도



(72) 발명자

가타노 히카루

일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16방 5
고 미즈비시 슈교교 가부시키키가이샤 내

다니구치 겐타

일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16방 5
고 미즈비시 슈교교 가부시키키가이샤 내

야마사키 히로유키

일본 2318715 가나가와켄 요코하마시 나카쿠 니시
키초 12반지 엠에이치아이 플랜트 엔지니어링 가부
시키키가이샤 내

특허청구의 범위

청구항 1

외부로부터 공기가 공급되는 내통과,

상기 내통의 축 방향으로 연장됨과 함께 상기 내통의 내주를 따라 간격을 두고 복수 설치되고, 각각 상기 공기와 연료의 예혼합 기체를 상기 내통의 내부에 공급하는 제1 노즐과,

상기 내통이 기단부에 접속됨과 함께 상기 제1 노즐로부터 공급된 상기 예혼합 기체를 연소시켜 화염면을 형성하는 미통을 구비하고,

상기 각 제1 노즐은, 축 방향에 있어서 상기 화염면이 균일한 온도로 되도록, 그 제1 노즐의 중심축 주위로 연료 농도를 변화시켜 상기 예혼합 기체를 공급하는, 연소기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 노즐은, 상기 제1 노즐의 선단 출구에 있어서의 상기 예혼합 기체에 있어서, 상기 내통의 직경 방향 외측으로 되는 제1 범위와 비교하여, 상기 내통의 직경 방향 내측으로 되는 제2 범위의 연료 농도를 상대적으로 높게 하는, 연소기.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 노즐은, 상기 제1 노즐의 선단 출구에 있어서의 상기 예혼합 기체에 있어서, 상기 내통의 직경 방향 내측으로 되는 제2 범위와 비교하여, 상기 내통의 직경 방향 외측으로 되는 제1 범위의 연료 농도를 상대적으로 높게 하는, 연소기.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 노즐은, 상기 제1 노즐의 중심축 상에 설치된 노즐 본체와,

상기 노즐 본체의 외주에 복수 설치되고, 상기 연료를 토출하는 복수의 연료 토출부를 갖고,

상기 복수의 연료 토출부는, 상기 제1 노즐의 중심축 주위로 토출량을 변화시켜 상기 연료를 토출하는, 연소기.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 복수의 연료 토출부는, 각각 연료 토출 구멍을 구비하고, 상기 연료 토출 구멍의 개구 면적을 다르게 하여 상기 연료의 토출량을 변화시키고 있는, 연소기.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서, 상기 복수의 연료 토출부는, 각각 연료 토출 구멍을 구비하고, 상기 연료 토출 구멍의 수량을 다르게 하여 상기 연료의 토출량을 변화시키고 있는, 연소기.

청구항 7

제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 연료 토출부는, 각각 연료 토출 구멍을 구비하고, 상기 연료 토출 구멍은 복수의 군으로 나뉘어 있고, 각 군은 각각 독립된 연료 공급로에 접속되어, 상기 연료의 토출량을 변화시키고 있는, 연소기.

청구항 8

제4항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 노즐은, 상기 노즐 본체의 외주에 복수 설치되고, 상기 예혼합 기체의 선회류를 형성하는 스윌러 날개를 갖고, 상기 복수의 연료 토출부는, 상기 스윌러 날개에 형성되어 있는, 연소기.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 스윌러 날개는, 상기 노즐 본체의 직경 방향에 있어서의 복수의 위치에 상기 연료 토출부를 갖고,

이들 복수의 연료 토출부는, 상기 노즐 본체의 직경 방향으로 토출량을 변화시켜 상기 연료를 토출하는, 연소기.

청구항 10

압축기와,

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 기재된 연소기와,

터빈을 구비하는, 가스 터빈.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 연소기 및 가스 터빈에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래, 가스 터빈의 분야에 있어서는, 압축 공기에 연료를 취입하여 연소시키는 연소기로서 예혼합 연소 방식의 연소기를 사용한 것이 있다. 이 예혼합 연소 방식의 연소기로서는, 압축기로부터 압축 공기가 공급되는 내통과, 이 내통의 내주를 따라 환 형상으로 배치된 복수의 메인 노즐과, 내통의 중심축 상에 배치되고, 파일럿 화염을 보염(保炎)하는 파일럿 노즐을 구비하는 경우가 있다. 이러한 종류의 연소기는, 메인 노즐에 의해 연료와 압축 공기의 예혼합 기체를 내통의 내부에 공급하고, 이 예혼합 기체를 파일럿 불꽃으로 착화하여 예혼합 연소를 행한다.

[0003] 예를 들어, 하기 특허문헌 1에 있어서는, 연료 노즐과, 이 연료 노즐을 포위하여 연료 노즐과의 사이에 공기 통로를 형성하는 버너통과, 연료 노즐의 외주면의 주위 방향 복수 개소에 배치되어 유통하는 공기를 선회시키는 선회 날개로 예혼합 연소 버너를 구성하고 있다. 이 연소기에서는, 선회 날개의 내주측 후방 테두리부에 절결부를 형성함으로써, 선회 날개의 하류측에 소용돌이 공기류를 발생시켜, 공기 통로의 반경 방향에 있어서 예혼합 기체의 연료 농도를 균일화시킴으로써, NOx 증가의 억제와 화염의 역화(플래시백)의 방지를 도모하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2007-285572호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그런데, 상기한 바와 같은 연소기에 있어서는, 내통이나 미통의 내주면을 따라 냉각 공기를 흘리거나, 분사하거나 하여, 내통, 미통 및 그 주변 부재의 냉각을 도모하는 것이 통상적이다. 또한, 복수의 메인 노즐의 버너통과, 파일럿 노즐의 외측에 배치되는 파일럿 콘 사이에 형성되는 공간에 냉각 공기가 흐르는 구조로 되어 있다.

[0006] 그러나, 종래의 연소기에서는, 버너통의 출구 단부에 있어서의 예혼합 기체의 연료 농도를 반경 방향으로 균일화시켰다고 해도, 화염면에 도달할 때까지 상기한 냉각 공기가 혼입되므로, 화염면에서의 연료 농도는 균일해지지 않고, 국소적으로 연료 농도가 높아지는 부분이 발생할 가능성이 있다. 여기서, 연소에 있어서의 화염 온도에 의존하는 서멀 NOx는, 화염 온도의 상승에 대해 지수 함수적으로 증가한다. 이로 인해, 연료 농도가 국소적으로 높기 때문에 화염의 온도가 국소적으로 높아지는 개소가 발생하면, NOx가 증가해 버린다고 하는 문제가 있었다.

[0007] 본 발명은, 이러한 사정을 고려하여 이루어진 것으로, 연소기 및 가스 터빈의 NOx의 발생을 억제하는 것을 과제

로 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명에 관한 연소기는, 외부로부터 공기가 공급되는 내통과, 상기 내통의 축 방향으로 연장됨과 함께 상기 내통의 내주를 따라 간격을 두고 복수 설치되고, 각각 상기 공기와 연료의 예혼합 기체를 상기 내통의 내부에 공급하는 제1 노즐과, 상기 내통이 기단부에 접속됨과 함께 상기 제1 노즐로부터 공급된 상기 예혼합 기체를 연소시켜 화염면을 형성하는 미통을 구비하고, 상기 각 제1 노즐은, 축 방향에 있어서 상기 화염면이 균일한 온도로 되도록, 그 제1 노즐의 중심축 주위로 연료 농도를 변화시켜 상기 예혼합 기체를 공급한다.
- [0009] 이 구성에 의하면, 축 방향에 있어서 화염면이 균일한 온도로 되도록, 각 제1 노즐이 그 중심축 주위로 연료 농도를 변화시켜 예혼합 기체를 공급하므로, 예혼합 기체에 냉각 공기가 혼입되었다고 해도, 축 방향에 걸쳐 예혼합 기체의 연료 농도의 치우침을 완화하는 것이 가능하다. 이에 의해, 축 방향에 걸쳐 균일적인 연료 농도의 예혼합 기체에 의해 화염면이 형성되게 되어, 축 방향에 있어서 화염면이 불균일한 온도에서 연소하는 것을 억제함과 함께 NOx의 발생을 억제할 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 제1 노즐은, 상기 제1 노즐의 선단 출구에 있어서의 상기 예혼합 기체에 있어서, 상기 내통의 직경 방향 외측으로 되는 제1 범위와 비교하여, 상기 내통의 직경 방향 내측으로 되는 제2 범위의 연료 농도를 상대적으로 높게 해도 된다.
- [0011] 즉, 예를 들어 제1 노즐과 제1 노즐의 내측에 설치되는 제2 노즐 사이를 흐르는 냉각 공기에 의해, 제1 노즐로부터 공급되는 예혼합 기체의 연료 농도가 영향을 받는 경우, 제1 노즐로부터 공급되는 예혼합 기체의 연료 농도는, 제1 범위에 있어서 상대적으로 낮아지기 어렵고, 제2 범위에 있어서 상대적으로 낮아지기 쉬우므로, 제2 범위의 연료 농도를 제1 범위와 비교하여 상대적으로 높게 설정한다. 이에 의해, 비교적 간단한 구성으로, 화염면에 도달하는 예혼합 기체의 연료 농도를 축 방향에 있어서 균일적으로 할 수 있다.
- [0012] 이 명세서에 있어서, 예혼합 기체에 있어서, 내통의 직경 방향 외측으로 되는 제1 범위라 함은, 하나의 제1 노즐에 의해 생성되는 예혼합 기체 중, 내통의 직경 방향 외측의 모든 영역이 제1 범위라고는 할 수 없고, 직경 방향 외측의 영역의 전부 또는 일부에 의해 제1 범위가 구성되는 것을 의미한다. 마찬가지로, 예혼합 기체에 있어서, 내통의 직경 방향 내측으로 되는 제2 범위라 함은, 내통의 직경 방향 외측의 영역의 전부 또는 일부에 의해 제2 범위가 구성되는 것을 의미한다.
- [0013] 또한, 상기 제1 노즐은, 상기 제1 노즐의 선단 출구에 있어서의 상기 예혼합 기체에 있어서, 상기 내통의 직경 방향 내측으로 되는 제2 범위와 비교하여, 상기 내통의 직경 방향 외측으로 되는 제1 범위의 연료 농도를 상대적으로 높게 해도 된다.
- [0014] 즉, 예를 들어 내통이나 미통의 내주면을 흐르는 냉각 공기에 의해 제1 노즐로부터 공급되는 예혼합 기체의 연료 농도가 영향을 받는 경우, 제1 노즐로부터 공급되는 예혼합 기체의 연료 농도는, 제1 범위에 있어서 상대적으로 낮아지기 쉽고, 제2 범위에 있어서 상대적으로 낮아지기 어려우므로, 제1 범위의 연료 농도를 제2 범위와 비교하여 상대적으로 높게 설정한다. 이에 의해, 비교적 간단한 구성으로, 화염면에 도달하는 예혼합 기체의 연료 농도를 축 방향에 있어서 균일적으로 할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 제1 노즐은, 상기 제1 노즐의 중심축 상에 설치된 노즐 본체와, 상기 노즐 본체의 외주에 복수 설치되고, 상기 연료를 토출하는 복수의 연료 토출부를 갖고, 상기 복수의 연료 토출부는, 상기 제1 노즐의 중심축 주위로 토출량을 변화시켜 상기 연료를 토출해도 된다.
- [0016] 이 구성에 의하면, 상기 복수의 연료 토출부가 제1 노즐의 중심축 주위로 토출량을 변화시켜 연료를 토출하므로, 그 제1 노즐의 중심축 주위로 예혼합 기체의 연료 농도를 용이하게 변화시킬 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 복수의 연료 토출부는, 각각 연료 토출 구멍을 구비하고, 상기 연료 토출 구멍의 개구 면적을 다르게 하여 상기 연료의 토출량을 변화시켜도 된다.
- [0018] 이 구성에 의하면, 연료 토출 구멍의 수량이 다르므로, 비교적 간소한 구성으로 연료의 토출량을 변화시켜, 예혼합 기체의 연료 농도를 변화시킬 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 복수의 연료 토출부는, 각각 연료 토출 구멍을 구비하고, 상기 연료 토출 구멍의 수량을 다르게 하여 상기 연료의 토출량을 변화시켜도 된다.
- [0020] 이 구성에 의하면, 연료 토출 구멍의 개구 면적이 다르므로, 비교적 간소한 구성으로 연료의 토출량을

변화시켜, 예혼합 기체의 연료 농도를 변화시킬 수 있다.

- [0021] 또한, 상기 복수의 연료 토출부는, 각각 연료 토출 구멍을 구비하고, 상기 연료 토출 구멍은 복수의 군으로 나뉘어져 있고, 각 군은 각각 독립된 연료 공급로에 접속되어, 상기 연료의 토출량을 변화시켜도 된다.
- [0022] 이 구성에 의하면, 연료 토출 구멍이 복수의 군으로 나뉘어져, 각각 독립된 연료 공급로에 접속되어 있으므로, 예를 들어 각 연료 공급로의 연료 공급 압력을 제어함으로써, 각 군의 연료 토출량을 임의로 변화시키고, 나아가서는 예혼합 기체의 연료 농도나 각 군 사이의 연료 농도비를 변화시킬 수 있다. 또한, 운전시에 있어서도, 각 군의 연료 토출량이나 각 군 사이의 연료 농도비를 임의로 변화시킬 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 제1 노즐은, 상기 노즐 본체의 외주에 복수 설치되고, 상기 예혼합 기체의 선회류를 형성하는 스월러 날개를 갖고, 상기 복수의 연료 토출부는, 상기 스월러 날개에 형성되어도 된다.
- [0024] 이 구성에 의하면, 복수의 연료 토출부가 스월러 날개에 형성되어 있으므로, 예혼합 기체에 선회류가 형성되고, 그 결과, 예혼합 기체의 연료 농도를 직경 방향으로 효율적으로 조정할 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 스월러 날개는, 상기 노즐 본체의 직경 방향에 있어서의 복수의 위치에 상기 연료 토출부를 갖고, 이들 복수의 연료 토출부는, 상기 노즐 본체의 직경 방향으로 토출량을 변화시켜 상기 연료를 토출해도 된다.
- [0026] 이 구성에 의하면, 복수의 연료 토출부가, 노즐 본체의 직경 방향으로 토출량을 변화시켜 연료를 토출하므로, 예혼합 기체의 연료 농도를 직경 방향으로 조정할 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명에 관한 가스 터빈은, 압축기와 연소기와 터빈을 구비하는 가스 터빈이며, 상기 연소기는, 상기 중 어느 하나의 연소기를 구비해도 된다.
- [0028] 이 구성에 의하면, 상기 중 어느 하나의 연소기를 구비하므로, NOx의 발생이 억제된 가스 터빈을 구성할 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명에 관한 연소기에 의하면, NOx의 발생을 억제할 수 있다.
- [0030] 본 발명에 관한 가스 터빈에 의하면, NOx의 발생이 억제된 가스 터빈을 구성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 가스 터빈(1)의 전체 구성을 도시하는 개략 구성 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 연소기(10)의 확대 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 연소기(10)의 주요부 확대 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 주요부 확대도로, 도 3에 있어서의 I 화살표도이다.
- 도 5는 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 도 3의 단면에 있어서의 예혼합 기체(M)의 연료 농도를 온도로 환산한 것과, 도 3의 단면에 대응하는, 예혼합 기체(M)의 화염면(F)에서의 화염 온도를 나타낸 것이며, 노즐 중심축(P3)으로부터의 직경 방향 위치를 종축, 연료 농도로부터 환산한 온도(온도 환산 농도)를 횡축으로 하고 있다.
- 도 6은 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 연소기(10)의 비교예로, 연소기(10)에 대해 도시한 도 5에 상당한다.
- 도 7은 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 도 3의 단면에 있어서의 예혼합 기체(M)의 연료 농도를 온도로 환산한 것과, 도 3의 단면에 대응하는, 예혼합 기체(M)의 화염면(F)에서의 화염 온도를 나타낸 것이며, 노즐 중심축(P3)으로부터의 직경 방향 위치를 종축, 연료 농도로부터 환산한 온도(온도 환산 농도)를 횡축으로 하고 있다.
- 도 8은 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 연소기(10)의 비교예로, 연소기(10)에 대해 도시한 도 7에 상당한다.
- 도 9는 본 발명의 제2 실시 형태의 변형예에 관한 메인 노즐을 도시하는 도면으로, 중심축 방향으로부터 본 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 제2 실시 형태의 변형예에 관한 메인 노즐의 개략 구성을 도시하는 정면도이다.
- 도 11은 본 발명의 제2 실시 형태의 변형예에 관한 메인 노즐을 도시하는 도면으로, 도 10에 있어서의 X-X 단면도이다.

도 12는 본 발명의 제2 실시 형태의 변형예에 관한 메인 노즐을 도시하는 도면으로, 도 10에 있어서의 Y-Y 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] [제1 실시 형태]
- [0033] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 제1 실시 형태에 대해 설명한다.
- [0034] 도 1은, 본 발명의 실시 형태에 관한 가스 터빈(1)의 전체 구성을 도시하는 개략 구성 단면도이다.
- [0035] 도 1에 도시하는 바와 같이, 이 가스 터빈(1)은 압축기(2)와 복수의 연소기(10)와 터빈(3)으로 개략 구성되어 있다.
- [0036] 압축기(2)는, 공기를 작동 유체로서 도입하여 압축 공기[공기(A)]를 생성한다.
- [0037] 복수의 연소기(10)는, 도 1에 도시하는 바와 같이, 압축기(2)의 출구에 연통되어 있고, 압축기(2)로부터 공급된 압축 공기(A)에 연료를 혼합함과 함께 연소시켜 고온 또한 고압의 연소 가스(B)를 발생시킨다.
- [0038] 터빈(3)은, 연소기(10)로부터 송출된 연소 가스(B)의 열에너지를 로터(1a)의 회전 에너지로 변환한다. 그리고, 이 회전 에너지가 로터(1a)에 연결된 발전기(도시하지 않음)에 전달된다.
- [0039] 또한, 각 연소기(10)는, 각각의 연소기 중심축(P2)을, 가스 터빈(1)에 있어서의 로터(1a)의 회전 중심축(P1)에 대해 연소기(10)의 입구측이 출구측보다도 직경 방향으로 이격되는 축으로 기울인 상태에서 방사 형상으로 배치되어 있다.
- [0040] 도 2는, 연소기(10)의 확대 단면도이다.
- [0041] 도 2에 도시하는 바와 같이, 각 연소기(10)는 외통(11)과, 내통(12)과, 메인 노즐(제1 노즐)(14)과, 파일럿 노즐(제2 노즐)(13)과, 미통(15)을 구비하고 있다.
- [0042] 외통(11)은, 그 중심축을 연소기 중심축(P2)에 겹치고 있고, 축 방향 일단부측의 외주로부터 직경 방향 외측으로 연장되는 플랜지(11f)가 차실 케이싱(1b)에 고정되어 있다. 이 외통(11)의 축 방향 타단부측의 기단부(11a)측에는, 메인 노즐(14)에 연료를 공급하는 연료 공급부(10a)와, 메인 노즐(14)을 지지하는 노즐 터브(20)가 배치되어 있다.
- [0043] 내통(12)은 외통(11)보다도 소직경으로 형성되어 있고, 그 중심축을 연소기 중심축(P2)에 겹치고 있다. 이 내통(12)은, 기단부 개구부(12b)측으로부터 연장된 지지부(12f) 등을 통해 외통(11)에 고정되어 있다.
- [0044] 이러한 내통(12)은, 도 2에 도시하는 바와 같이, 외통(11)과의 간극이 압축 공기(A)의 유로로 되어 있어, 외통(11)의 기단부(11a)측의 기단부 개구부(12b)로부터 압축 공기(A)가 내부에 도입된다.
- [0045] 파일럿 노즐(13)은, 장척 형상으로 형성되어 있고, 연소기 중심축(P2) 상에 배치되어 있다. 이 파일럿 노즐(13)은, 기단부(13b)측이 노즐 스테브(20) 등에 지지되어 있고, 선단(13a)측이 내통(12)에 포위되어 있다. 이러한 파일럿 노즐(13)은 연료 공급부(10a)로부터 기단부(13b)측에 공급된 연료에 의해, 선단(13a)측에 파일럿 불꽃을 형성한다. 또한, 연료 공급부(10a)는 필요에 따라서, 메인 노즐 본체(21)의 기단부(21b)측의 주위에 형성된 연료 공급로(10b)와, 메인 노즐 본체(21)의 기단부(21b)측의 저부에 형성된 연료 공급로(10c)를 구비하는 구성으로 해도 된다.
- [0046] 메인 노즐(14)은, 내통(12)의 내주를 따라 등피치로 환 형상으로 복수(예를 들어, 8개) 배치되어 있다. 이들 복수의 메인 노즐(14)은, 각각의 노즐 중심축(P3)(도 3 참조)이 연소기(10)의 연소기 중심축(P2)과 평행하게 되도록 배치되어 있다.
- [0047] 도 3은, 연소기(10)의 주요부 확대 단면도이고, 도 4는 도 3에 있어서의 I 화살표도이다.
- [0048] 도 3에 도시하는 바와 같이, 각 메인 노즐(14)은 메인 노즐 본체(21)와, 복수의 메인 스윌러 날개(22)와, 메인 노즐 통(23)과, 연장관(24)을 구비하고 있다. 또한, 파일럿 노즐(13)은 파일럿 노즐 본체(25)와, 복수의 파일럿 스윌러 날개(26)와, 파일럿 노즐 통(27)과, 파일럿 콘(28)을 구비하고 있다.
- [0049] 메인 노즐 본체(21)는, 도 2에 도시하는 바와 같이, 장척 형상으로 형성되어 있고, 노즐 중심축(P3) 상에 위치하고 있다. 이 메인 노즐 본체(21)는, 도 2에 도시하는 바와 같이, 기단부(21b)측이 노즐 스테브(20)에 지지되

어 있고, 연료 공급부(10a)와 접속된 연료 유로를 내부에 갖고 있다.

- [0050] 메인 스윌러 날개(22)는, 도 3 및 도 4에 도시하는 바와 같이, 메인 노즐 본체(21)의 선단(21a)측의 외주에 방사 형상으로 복수(본 실시 형태에서는, 6개) 배치되어 있고, 이 예혼합 기체(M)의 선회류를 형성한다.
- [0051] 각 메인 스윌러 날개(22)에는, 도 4에 도시하는 바와 같이, 연료 토출부(22A, 22B)가 배치되어 있다.
- [0052] 연료 토출부(22A, 22B)는, 메인 스윌러 날개(22)의 압력면(22a) 및 부압면(22b)에 형성된 한 쌍의 연료 토출 구멍(22c)에 의해 구성되어 있고, 연료 토출부(22A)가 직경 방향 외측에, 연료 토출부(22B)가 직경 방향 내측에 형성되어 있다.
- [0053] 연료 토출 구멍(22c)은, 각각 메인 노즐 본체(21)의 연료 유로에 연통되어 있다. 이 연료 토출 구멍(22c)은, 연료 토출부(22A, 22B) 각각에 대해, 압력면(22a)에 형성된 연료 토출 구멍(22c)이 직경 방향 외측에, 부압면(22b)에 형성된 연료 토출 구멍(22c)이 직경 방향 내측에 위치하도록 형성되어 있다.
- [0054] 이러한 구성에 의해, 도 3에 도시하는 바와 같이, 연료 토출부(22A, 22B)는, 연료 토출 구멍(22c)으로부터 연료(f)를 토출하여 압축 공기(A)와 연료(f)의 예혼합 기체(M)를 생성한다.
- [0055] 메인 노즐 통(23)은, 그 중심축을 노즐 중심축(P3)과 겹쳐 배치되고, 통 선단 개구(23a) 및 통 기단부 개구(23b)가 각각 축 방향을 향하고 있다. 그리고, 이 메인 노즐 통(23)은, 각 메인 노즐 본체(21)의 선단(21a)과 복수의 메인 스윌러 날개(22)를 포위하고 있다.
- [0056] 연장관(24)은, 축 방향의 관 기단부 개구(24b)측이 메인 노즐 통(23)의 통 선단 개구(23a)측과 접속되어 있다. 이 연장관(24)은, 선단 개구부(선단 출구)(24a)측에 있어서, 관 기단부 개구(24b)측으로부터 관 선단 개구(24a)측으로 진행함에 따라서, 유로 단면이 점차 작아지고 있다.
- [0057] 이 연장관(24)은, 관 선단 개구(24a)의 직경 방향 외주벽측으로부터 냉각 필름을 위한 냉각 공기(a2)를 유출시킨다.
- [0058] 이러한 메인 노즐(14)은, 파일럿 노즐(13)과 마찬가지로, 메인 노즐 통(23)이나 연장관(24) 등이 위치하는 선단 측이 내통(12)에 포위되어 있다.
- [0059] 파일럿 노즐(13)은, 파일럿 노즐 본체(25)의 선단(25a)측에, 파일럿 노즐 통(27)을 구비하고, 이 파일럿 노즐 통(27)과 파일럿 노즐 본체(25) 사이에 환 형상의 공간이 형성된다. 그리고, 원통 형상의 파일럿 노즐 통(27)과 파일럿 노즐 본체(25) 사이에 파일럿 스윌러 날개(26)가 배치되어 있고, 이 파일럿 스윌러 날개(26)가 압축 공기(A)의 선회류를 형성한다.
- [0060] 파일럿 콘(28)은, 파일럿 노즐 통(27)의 통 선단 개구(27a)측에, 기단부 개구(28b)가 접속되어 있다. 이 파일럿 콘(28)은, 기단부 개구(28b)로부터 선단 개구(28a)로 진행함에 따라서, 유로 면적이 점차 커지고 있다.
- [0061] 또한, 연장관(24)과 파일럿 콘(28)의 간극에는 냉각 공기(a1)의 유로가 형성되어 있고, 이 유로로부터 유출된 냉각 공기(a1)에 의해, 연장관(24)이나 파일럿 콘(28)을 냉각한다.
- [0062] 도 2 및 도 3에 도시하는 바와 같이, 미통(15)은 기단부 개구(15b)가 내통(12)의 선단 개구부(12a)측에 접속됨과 함께, 선단 개구(축 방향 선단)(15a)가 터빈(3)에 연통되어 있다. 이 미통(15)은, 메인 노즐(14)로부터 공급된 예혼합 기체(M)를 연소시켜, 선단 개구(15a)측을 향함에 따라서 직경 방향 외측으로 넓어지는 화염면(F)을 형성한다.
- [0063] 도 3에 도시하는 바와 같이, 이 미통(15)과 내통(12)의 간극에는, 냉각 공기(a3)의 유로가 형성되어 있고, 이 유로로부터 유입된 냉각 공기(a3)가 미통(15)의 내주면을 따라 흘러 냉각 필름을 형성한다. 또한, 도 3에 도시하는 바와 같이, 내통(12)의 선단 개구부(12a)의 하류측으로부터도 냉각 공기(a4)가 유입된다.
- [0064] 또한, 본 실시 형태에서는, 이 냉각 공기(a1~a4) 중, 연장관(24)과 파일럿 콘(28)의 간극으로부터 유출되는 냉각 공기(a1)의 영향이 지배적으로 되는 경우에 대해 설명한다.
- [0065] 상술한 바와 같이, 메인 노즐(14)은, 압축 공기(A)와 연료(f)의 예혼합 기체(M)를 내통(12)의 내부에 공급한다. 그때, 메인 노즐(14)은 축 방향에 있어서 화염면(F)이 균일한 온도로 되도록, 그 메인 노즐(14)의 노즐 중심축(P3) 주위로 연료 농도를 변화시켜 예혼합 기체(M)를 공급한다.
- [0066] 메인 노즐(14)은, 관 선단 개구(24a)에 있어서, 내통(12)의 직경 방향 외측[연소기 중심축(P2)으로부터 이격되는 측]으로 되는 제1 범위(S1)와 비교하여, 내통(12)의 직경 방향 내측으로 되는 제2 범위(S2)의 연료 농도를

상대적으로 높게 한다.

- [0067] 이 구체적인 구성으로서, 도 4에 도시하는 바와 같이, 6개의 연료 토출부(22A) 중, 토출된 연료(f)가 제1 범위(S1)에 도달하는 그룹 G1의 연료 토출량을 적게 하고, 토출된 연료(f)가 제2 범위(S2)에 도달하는 그룹 G2의 연료 토출량을 많게 하고 있다.
- [0068] 보다 상세하게는, 도 4에 도시하는 바와 같이, 내통(12)의 직경 방향 내측에 위치하는 2개의 연료 토출부(22A) 및 이들 2개의 연료 토출부(22A)에 대해 선회 방향으로 인접하는 1개의 연료 토출부(22A)와(그룹 G1), 나머지 3개의 연료 토출부(22A)(그룹 G2)에서, 연료 토출 구멍(22c)의 개구 면적이 다르다.
- [0069] 또한, 6개의 연료 토출부(22B)에 있어서의 각 연료 토출 구멍(22c)의 크기는 동일하다.
- [0070] 연료 토출 구멍(22c)의 개구 면적은, 연료 토출부(22B)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)의 구멍 직경을 1로 하면, 그룹 G1에 속하는 연료 토출 구멍(22c)의 구멍 직경이 0.9로 설정되고, 그룹 G2에 속하는 연료 토출 구멍(22c)의 구멍 직경이 1.1로 설정되어 있다.
- [0071] 또한, 연료 토출 구멍(22c)의 위치나 수, 및 구멍 직경의 크기는, 관 선단 개구(24a)의 농도 분포에 따라서 정해져 있다.
- [0072] 이와 같이, 6개의 연료 토출부(22A)의 연료 토출량이, 메인 노즐(14)의 노즐 중심축(P3) 주위에서 2종류로 나뉘어져 있다. 또한, 동일한 메인 스윌러 날개(22)에 있어서, 메인 노즐 본체(21)의 직경 방향 외측의 연료 토출부(22A)와, 내측의 연료 토출부(22B)에서, 연료 토출량이 다르다.
- [0073] 이러한 구성에 의해, 메인 노즐 본체(21)의 연료 유로에 있어서의 연료(f)에 압력을 작용시키면, 각 연료 토출구멍(22c)으로부터 개구 면적에 따른 양의 연료(f)가 압축 공기(A)에 토출된다.
- [0074] 다음으로, 상술한 연소기(10)의 작용에 대해 설명한다.
- [0075] 가스 터빈(1)의 운전을 개시하면, 압축기(2)가 압축 공기(A)를 생성한다. 이 압축 공기(A)는, 도 2에 도시하는 바와 같이, 각 연소기(10)의 내통(12)의 기단부 개구부(12b)로부터 내통(12)의 내부로 유입된다.
- [0076] 내통(12)의 내부에 유입된 압축 공기(A)는, 일부가 파일럿 노즐(13)에 의한 파일럿 불꽃의 연소에 사용되고, 일부가 메인 노즐(14)의 메인 노즐 통(23)에 유입된다.
- [0077] 각 연료 토출 구멍(22c)은, 메인 스윌러 날개(22)에 유입된 압축 공기(A)에 대해 개구 면적에 따른 양의 연료(f)를 토출한다. 그리고, 토출된 연료(f)와 압축 공기(A)가 메인 스윌러 날개(22)에 의해 혼합되어 예혼합 기체(M)가 생성됨과 함께, 예혼합 기체(M)의 선회류가 형성된다.
- [0078] 이러한 예혼합 기체(M)는, 연장관(24)의 관 선단 개구(24a)에 도달하였을 때, 제1 범위(S1)의 농도가 상대적으로 낮고, 제2 범위(S2)의 농도가 상대적으로 높아진다.
- [0079] 관 선단 개구(24a)로부터 유출된 예혼합 기체(M)는, 도 3에 도시하는 바와 같이 화염면(F)을 형성한다.
- [0080] 보다 상세하게는, 예혼합 기체(M)는, 연소기(10)의 연소기 중심축(P2) 방향의 하류측으로 흘러가지만, 내통(12)의 내측[연소기 중심축(P2)측]의 예혼합 기체(M)일수록, 상류 영역에 있어서 직경 방향 내측에서 연소한다. 바꾸어 말하면, 내통(12)의 직경 방향 외측의 예혼합 기체(M)일수록, 보다 하류 영역에 도달함과 함께, 보다 직경 방향 외측에서 연소한다.
- [0081] 즉, 통 선단 개구(23a)로부터 유출된 예혼합 기체(M)는, 내통(12)의 내측이며, 제1 범위(S1)와 비교하여 연료 농도가 높아진 제2 범위(S2)로부터 먼저 연소한다.
- [0082] 한편, 예혼합 기체(M)가 하류측으로 흘러가면, 예혼합 기체(M)가 하류 영역으로 흐를 때까지의 동안에 제2 범위(S2)에 냉각 공기(a1)가 혼입되고, 관 선단 개구(24a)에서 상대적으로 높았던 연료 농도가 희박해져 제1 범위(S1)와 동일 정도의 연료 농도로 된다.
- [0083] 이와 같이 하여, 예혼합 기체(M)가 연소하는 범위가 내통(12)의 내측으로부터 직경 방향 외측으로 순차 옮겨가, 축 방향에 있어서 대략 동일한 연료 농도로 된 예혼합 기체(M)에 의해 화염면(F)이 형성된다. 이와 같이 하여 형성된 화염면(F)은, 축 방향에 있어서 화염 온도가 균일적으로 되어, NOx의 발생이 근소한 것으로 된다.
- [0084] 이상 설명한 바와 같이, 연소기(10)에 의하면, 축 방향에 있어서 화염면(F)이 균일한 온도로 되도록, 각 메인 노즐(14)이 그 노즐 중심축(P3) 주위로 연료 농도를 변화시켜 예혼합 기체(M)를 공급하므로, 축 방향에 걸쳐 예

혼합 기체(M)의 연료 농도의 치우침을 완화하는 것이 가능하다. 이에 의해, 예혼합 기체(M)에 냉각 공기(a1)가 혼입되었다고 해도, 축 방향에 걸쳐 균일적인 연료 농도의 예혼합 기체(M)에 의해 화염면(F)이 형성되게 되어, 축 방향에 있어서 화염면(F)이 불균일한 온도에서 연소되는 것을 억제함과 함께 NOx의 발생을 억제할 수 있다.

[0085] 도 5는, 메인 노즐(14)의 관 선단 개구(24a)에 있어서의 예혼합 기체(M)의 연료 농도를 온도로 환산한 것과, 도 3의 단면에 대응하는, 예혼합 기체(M)의 화염면(F)에서의 화염 온도를 나타낸 것이며, 노즐 중심축(P3)으로부터의 직경 방향 위치를 종축, 연료 농도로부터 환산한 온도(온도 환산 농도)를 횡축으로 하고 있다. 또한, 도 5에 있어서, 실선이 예혼합 기체(M)의 화염면(F)에서의 화염 온도, 파선이 관 선단 개구(24a)에 있어서의 예혼합 기체(M)의 연료 농도를 온도로 환산한 값이다.

[0086] 또한, 도 6은 연료 토출 구멍(22c)의 개구 면적을 노즐 중심축(P3)의 주위에 있어서 모두 동일[연료 토출부(22A)의 연료 토출 구멍(22c)이 연료 토출부(22B)의 연료 토출 구멍(22c)과 동일한 구멍 직경]하게 한 경우의 비교예이다.

[0087] 비교예와 같이 연료 토출 구멍(22c)의 개구 면적을 노즐 중심축(P3)의 주위에 있어서 모두 동일한 것으로 하고, 관 선단 개구(24a)에 있어서의 농도 분포를 대체로 균일적인 것으로 하면, 도 6에 실선으로 나타내는 바와 같이, 화염면(F)에서는 내통(12)의 직경 방향 외측에서 온도 피크 R(최고 화염 온도)가 발생하고, 이 부분에서 국소적으로 화염 온도가 높아진다. 한편, 온도 피크 R로부터 직경 방향 내측으로 됨에 따라서, 화염 온도가 급격하게 저하된다.

[0088] 이것은, 냉각 공기(a1)에 의해, 직경 방향 내측의 예혼합 기체(M)의 연료 농도가 저하되기 쉽기 때문이다.

[0089] 한편, 본 발명의 연소기(10)에서는, 비교예에 대해 도 5에 나타내는 바와 같이, 관 선단 개구(24a)에 있어서의 농도 분포는 균일하지 않고, 직경 방향 외측에 대해 직경 방향 내측의 농도가 상대적으로 높게 되어 있다. 또한, 본 발명의 연소기(10)에서는, 비교예에 대해 화염면(F)에 있어서의 예혼합 기체의 화염 온도는 대체로 균일하게 되어 있다. 또한, 본 발명의 연소기(10)에서는, 비교예와 비교하여, 도 5에 실선으로 나타내는 바와 같이, 온도 피크 R이 낮게 되어 있다. 이와 같이, 연소기(10)에서는, 전체적으로 보아 연소 온도가 균일적인 것으로 되어 있어, 국소적인 화염 온도의 상승을 저감시킬 수 있으므로, NOx의 발생이 충분히 억제된다.

[0090] 또한, 메인 노즐(14)의 관 선단 개구(24a)에 있어서, 내통(12)의 직경 방향 외측으로 되는 제1 범위(S1)와 비교하여, 내통(12)의 직경 방향 내측의 제2 범위(S2)에서의 연료 농도를 상대적으로 높게 한다. 즉, 상대적으로 연료 농도가 낮아지기 어렵고 하류측에서 연소하는 제1 범위(S1)의 연료 농도를 낮게 설정하고, 상대적으로 연료 농도가 낮아지기 쉽고 상류측에서 연소하는 제2 범위(S2)의 연료 농도를 높게 설정한다. 이에 의해, 비교적 간단한 구성으로, 화염면(F)에 도달하는 예혼합 기체(M)의 연료 농도를 축 방향에 있어서 균일적으로 할 수 있다.

[0091] 또한, 6개의 메인 스윌러 날개(22)에 각각 형성된 연료 토출부(22A)의 연료 토출량이 노즐 중심축(P3) 주위에서 2종류로 나뉘어져 있으므로, 관 선단 개구(24a)로부터 유출된 후에 빠른 단계에서 연소되기 쉬운 제2 범위(S2)와, 하류 영역까지 흘러 늦게 연소되는 제1 범위(S1)에 대응시켜, 노즐 중심축(P3) 주위로 예혼합 기체(M)의 연료 농도를 용이하게 변화시킬 수 있다.

[0092] 또한, 동일한 메인 스윌러 날개(22)에 있어서 메인 노즐(14)의 직경 방향의 외측의 연료 토출부(22A)와, 내측의 연료 토출부(22B)에서 연료 토출량을 변화시키고 있으므로, 예혼합 기체(M)의 연료 농도를 용이하고 또한 적절하게 직경 방향으로 조정할 수 있다.

[0093] 또한, 연료 토출 구멍(22c)의 개구 면적이 다르므로, 비교적 간소한 구성으로 연료 토출량을 변화시켜, 예혼합 기체(M)의 연료 농도를 변화시킬 수 있다.

[0094] 또한, 가스 터빈(1)에 의하면, 연소기(10)를 구비하므로, NOx의 발생이 억제된 구성으로 할 수 있다.

[0095] [제2 실시 형태]

[0096] 제1 실시 형태에서는, 연장관(24)과 파일럿 콘(28)의 간극으로부터 유출되는 냉각 공기(a1)의 영향이 지배적으로 되는 경우에 대해 설명하였지만, 제2 실시 형태에서는, 연장관(24)의 관 선단 개구(24a)의 직경 방향 외주벽측으로부터의 냉각 필름을 위한 냉각 공기(a2), 미통(15)과 내통(12)의 간극의 유로부터 유입된 냉각 공기(a3), 내통(12)의 선단 개구부(12a)의 하류측으로부터 유입된 냉각 공기(a4) 등의, 내통의 직경 방향 외측의 냉각 공기의 영향이 지배적으로 되는 경우에 대해 설명한다. 이로 인해, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 구성에 대

해서는 기체를 생략한다.

- [0097] 본 실시 형태에서는, 메인 노즐(14)은, 관 선단 개구(24a)에 있어서, 내통(12)의 직경 방향 내측[연소기 중심축(P2)에 접근하는 측]으로 되는 제2 범위(S2)와 비교하여, 내통(12)의 직경 방향 외측으로 되는 제1 범위(S1)의 연료 농도를 상대적으로 높게 한다.
- [0098] 이 구체적인 구성으로서, 도 4에 있어서, 6개의 연료 토출부(22A) 중, 토출된 연료(f)가 제1 범위(S1)에 도달하는 그룹 G1의 연료 토출량을 많게 하고, 토출된 연료(f)가 제2 범위(S2)에 도달하는 그룹 G2의 연료 토출량을 적게 하고 있다.
- [0099] 또한, 연료 토출 구멍(22c)의 위치나 수, 및 구멍 직경의 크기는, 관 선단 개구(24a)의 농도 분포에 따라서 정해져 있다.
- [0100] 다음으로, 상술한 연소기(10)의 작용에 대해 설명한다.
- [0101] 예혼합 기체(M)는, 연장관(24)의 관 선단 개구(24a)에 도달하였을 때, 제1 범위(S1)의 농도가 상대적으로 높고, 제2 범위(S2)의 농도가 상대적으로 낮아진다.
- [0102] 즉, 통 선단 개구(23a)로부터 유출된 예혼합 기체(M)는, 내통(12)의 내측이며, 제1 범위(S1)와 비교하여 연료 농도가 낮아진 제2 범위(S2)로부터 먼저 연소된다.
- [0103] 한편, 예혼합 기체(M)가 하류측으로 흘러가면, 예혼합 기체(M)가 하류 영역으로 흐를 때까지의 동안에 제1 범위(S1)에 냉각 공기(a2~a4)가 혼입되고, 관 선단 개구(24a)에서 상대적으로 높았던 연료 농도가 희박해져 제2 범위(S2)와 동일 정도의 연료 농도로 된다.
- [0104] 이와 같이 하여, 예혼합 기체(M)가 연소되는 범위가 내통(12)의 내측으로부터 직경 방향 외측으로 순차 옮겨가, 축 방향에 있어서 대략 동일한 연료 농도로 된 예혼합 기체(M)에 의해 화염면(F)이 형성된다.
- [0105] 이와 같이 하여 형성된 화염면(F)은, 축 방향에 있어서 화염 온도가 균일적으로 되어, NOx의 발생이 근소한 것으로 된다.
- [0106] 이상 설명한 바와 같이, 연소기(10)에 의하면, 축 방향에 있어서 화염면(F)이 균일한 온도로 되도록, 각 메인 노즐(14)이 그 노즐 중심축(P3) 주위로 연료 농도를 변화시켜 예혼합 기체(M)를 공급하므로, 축 방향에 걸쳐 예혼합 기체(M)의 연료 농도의 치우침을 완화하는 것이 가능하다.
- [0107] 이에 의해, 예혼합 기체(M)에 냉각 공기(a2~a4)가 혼입되었다고 해도, 축 방향에 걸쳐 균일적인 연료 농도의 예혼합 기체(M)에 의해 화염면(F)이 형성되게 되어, 축 방향에 있어서 화염면(F)이 불균일한 온도에서 연소되는 것을 억제함과 함께 NOx의 발생을 억제할 수 있다.
- [0108] 도 7은, 관 선단 개구(24a)에 있어서의 직경 방향의 예혼합 기체(M)의 연료 농도를 온도로 환산한 것과, 대응하는 예혼합 기체(M)의 화염면(F)에서의 화염 온도를 나타낸 것이며, 실선이 예혼합 기체(M)의 화염면(F)에서의 화염 온도, 파선이 관 선단 개구(24a)에 있어서의 예혼합 기체(M)의 연료 농도를 온도로 환산한 값이다.
- [0109] 또한, 도 8은 연료 토출 구멍(22c)의 개구 면적을 노즐 중심축(P3)의 주위에 있어서 모두 동일[연료 토출부(22A)의 연료 토출 구멍(22c)이 연료 토출부(22B)의 연료 토출 구멍(22c)과 동일한 구멍 직경]하게 한 경우의 비교예이다.
- [0110] 비교예와 같이 연료 토출 구멍(22c)의 개구 면적을 노즐 중심축(P3)의 주위에 있어서 모두 동일한 것으로 하고, 관 선단 개구(24a)에 있어서의 농도 분포를 대체로 균일적인 것으로 하면, 도 8에 실선으로 나타내는 바와 같이, 화염면(F)에서는 내통(12)의 직경 방향 외측에서 온도 피크 R(최고 화염 온도)이 발생하고, 이 부분에서 국소적으로 화염 온도가 높아진다. 한편, 온도 피크 R로부터 직경 방향 외측으로 됨에 따라서, 화염 온도가 급격하게 저하된다.
- [0111] 이것은, 냉각 공기(a2~a4)에 의해, 직경 방향 외측의 예혼합 기체(M)의 연료 농도가 저하되기 쉽기 때문이다.
- [0112] 한편, 본 발명의 연소기(10)에서는, 비교예에 대해, 도 7에 나타내는 바와 같이, 관 선단 개구(24a)에 있어서의 농도 분포는 균일하지 않고, 직경 방향 내측에 대해 직경 방향 외측의 농도가 상대적으로 높게 되어 있다. 또한, 본 발명의 연소기(10)에서는, 비교예에 대해, 화염면(F)에 있어서의 예혼합 기체의 화염 온도는 대체로 균일하게 되어 있다. 또한, 본 발명의 연소기(10)에서는, 비교예와 비교하여, 도 7에 실선으로 나타내는 바와 같이, 온도 피크 R이 낮게 되어 있다. 이와 같이, 연소기(10)에서는, 전체적으로 보아 연소 온도가 균일적인 것

으로 되어 있어, 국소적인 화염 온도의 상승을 저감시킬 수 있으므로, NOx의 발생이 충분히 억제된다.

- [0113] 또한, 메인 노즐(14)의 관 선단 개구(24a)에 있어서, 내통(12)의 직경 방향 내측으로 되는 제2 범위(S2)와 비교하여, 내통(12)의 직경 방향 외측의 제1 범위(S1)에서의 연료 농도를 상대적으로 높게 한다. 즉, 상대적으로 연료 농도가 낮아지기 쉽고 하류측에서 연소되는 제1 범위(S1)의 연료 농도를 높게 설정하고, 상대적으로 연료 농도가 낮아지기 어렵고 상류측에서 연소되는 제2 범위(S2)의 연료 농도를 낮게 설정한다.
- [0114] 이에 의해, 비교적 간단한 구성으로, 화염면(F)에 도달하는 예혼합 기체(M)의 연료 농도를 축 방향에 있어서 균일적으로 할 수 있다.
- [0115] 또한, 상술한 실시 형태에 있어서 나타낸 동작 순서, 혹은 각 구성 부재의 여러 형상이나 조합 등은 일례이며, 본 발명의 주지로부터 벗어나지 않는 범위에 있어서 설계 요구 등에 기초하여 다양하게 변경 가능하다.
- [0116] 예를 들면, 상술한 실시 형태에서는, 연료 토출 구멍(22c)의 개구 면적을 다르게 함으로써, 연료 토출량을 다르게 하여 연료 농도를 변화시켰다. 그러나, 이 대신에 예를 들어, 각 연료 토출 구멍(22c)의 수량이나 각 연료 토출 구멍(22c)에 대한 공급 압력을 변화시켜 연료 토출량을 다르게 함으로써, 연료 농도를 변화시켜도 된다. 혹은, 이들을 적절하게 조합하여 연료 농도를 변화시켜도 된다.
- [0117] 이하, 도 9 내지 도 12를 참조하여, 본 발명의 제1 실시 형태 또는 제2 실시 형태의 변형예에 대해 설명한다.
- [0118] 도 9는, 메인 노즐(14)을 중심축 방향 선단측으로부터 본 도면이다. 또한, 도 10은, 메인 노즐(14)의 개략 구성을 도시하는 정면도이고, 도 11, 도 12는, 각각 도 10에 있어서의 메인 노즐(14)의 X-X 단면, Y-Y 단면도를 도시하고 있다.
- [0119] 이 변형예는, 도 9에 도시하는 바와 같이, 메인 노즐(14)이, 서로 독립된 제1 연료 공급 계통과 제2 연료 공급 계통을 구비하고 있고, 메인 노즐 본체(22)가, 제1 연료 공급 계통에 연통되고 제1 압력 영역(30A)(그물형상부)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)과, 제2 연료 공급 계통에 연통되고 제2 압력 영역(30B)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)을 갖고 있다.
- [0120] 제1 연료 공급 계통 및 제2 연료 공급 계통에 있어서의 연료(f)의 공급 압력을 조정함으로써, 제1 압력 영역(30A)의 연료 토출 구멍(22c)으로부터 토출되는 연료(f)의 토출량과, 제2 압력 영역(30B)의 연료 토출 구멍(22c)으로부터 토출되는 연료(f)의 토출량을, 각각 조정 가능하게 되어 있다. 그 밖에는 상기 제1 실시 형태 또는 제2 실시 형태와 마찬가지로, 동일한 부호를 부여하여 설명을 생략한다.
- [0121] 구체적으로는, 메인 노즐 본체(21)는, 도 9 및 도 10에 도시하는 바와 같이, 메인 노즐 본체(21)의 선단(21a)측의 외주에 방사 형상으로 복수(본 실시 형태에서는, 6개) 배치된 각 메인 스윌러 날개(22) 중, 예를 들어 3개가 제1 압력 영역(30A)에 속하고, 나머지에 3개가 제2 압력 영역(30B)에 속해 있다.
- [0122] 또한, 제1 압력 영역(30A)은 제1 범위(S1)와 대응하는 그룹 G1을, 제2 압력 영역(30B)은 제2 범위(S2)와 대응하는 그룹 G2를 포함하여 구성되어 있다.
- [0123] 또한, 연료 토출 구멍(22c)의 위치나 수, 및 구멍 직경의 크기는, 관 선단 개구(24a)의 농도 분포에 따라서 설정할 수 있다.
- [0124] 각 메인 스윌러 날개(22)는, 도 9, 도 10에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 압력면(22a), 부압면(22b)에, 각각 2개씩 연료 토출 구멍(22c)이 형성되어 있고, 압력면(22a)에 형성된 연료 토출 구멍(22c)이 부압면(22b)에 형성된 연료 토출 구멍(22c)보다도 상대적으로 직경 방향 외측에 배치되어 있다.
- [0125] 여기서, 각 메인 스윌러 날개(22)의 압력면(22a) 및 부압면(22b)에 있어서, 각각 직경 방향 외측에 위치한 한 쌍의 연료 토출 구멍(22c)은 연료 토출부(22A)를 구성하고 있다.
- [0126] 또한, 각 메인 스윌러 날개(22)의 압력면(22a) 및 부압면(22b)에 있어서, 각각 직경 방향 내측에 위치한 한 쌍의 연료 토출 구멍(22c)은 연료 토출부(22B)를 구성하고 있다.
- [0127] 메인 노즐 본체(21)는, 도 10에 도시하는 바와 같이, 제1 연료 공급 계통을 구성하는 제1 연료 공급로(31)와, 제2 연료 공급 계통을 구성하는 제2 연료 공급로(32)를 내부에 갖고 있고, 제1 연료 공급 계통 및 제2 연료 공급 계통은 압력적으로 독립되어 있고, 연료 공급부(10a)와 접속되어 있다.
- [0128] 제1 연료 공급로(31)는, 예를 들어 제1 연료 공급구(31A)와, 제1 연료 유로(31B)와, 연료 저류부(31C)와, 제1 분기로(31D)를 구비하고, 제1 연료 공급구(31A)는 메인 노즐 본체(21)의 측부에 형성되고, 연료 저류부(31C)는

제1 분기로(31D)를 통해 각 연료 토출 구멍(22c)으로 분기되어 있다.

- [0129] 또한, 제2 연료 공급로(32)는, 예를 들어 제2 연료 공급구(32A)와, 제2 연료 유로(32B)와, 연료 저류부(32C)와, 제2 분기로(32D)를 구비하고, 제2 연료 공급구(32A)는 메인 노즐 본체(21)의 기단부(21b)측의 단부면에 형성되고, 연료 저류부(32C)는 제2 분기로(32D)를 통해 각 연료 토출 구멍(22c)으로 분기되어 있다.
- [0130] 연료 저류부(31C)와 연료 저류부(32C)는, 도 10, 도 12에 도시하는 바와 같이, 메인 노즐 본체(21) 내에 주위벽부(21F)에 둘러싸여 인접하여 배치되고, 연료 저류부(31C)와 연료 저류부(32C)는 구획벽부(21G)에 의해 구획되어 압력적으로 서로 독립되어 있다.
- [0131] 또한, 연료 저류부(31C) 및 연료 저류부(32C)를 설치함으로써, 제1 압력 영역(30A)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)에 공급하는 연료(f)의 유량 및 제2 압력 영역(30B)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)에 공급하는 연료(f)의 유량을 안정시킴과 함께, 제1 연료 유로(31B) 및 제2 연료 유로(32B)와 대응하는 각 연료 토출 구멍(22c)의 연통을 용이하게 행할 수 있다.
- [0132] 또한, 이 변형예에서는, 도 2에 도시하는 바와 같이, 제1 연료 공급구(31A)는, 연료 공급부(10a)로부터 연통되어 메인 노즐 본체(21)의 기단부(21b)측의 주위에 형성된 연료 공급로(10b)로부터 연료(f)가 공급되고, 제2 연료 공급구(32A)는, 연료 공급부(10a)로부터 연통되어 메인 노즐 본체(21)의 기단부(21b)측의 저부에 형성된 연료 공급로(10c)로부터 연료(f)가 공급되도록 되어 있다.
- [0133] 이 실시 형태에 있어서, 연료 공급부(10a)는, 예를 들어 제1 연료 공급 계통 및 제2 연료 공급 계통에 있어서의 연료(f)의 공급 압력 등의 파라미터의 설정을 조정하여, 제1 연료 공급로(31) 및 제2 연료 공급로(32)에 공급하는 연료(f)의 유량을 조정하도록 되어 있다.
- [0134] 즉, 이 변형예에서는, 제1 연료 공급 계통 및 제1 연료 공급 계통과 독립된 제2 연료 공급 계통에 의해 연료(f)를 공급하고, 제1 연료 공급 계통 및 제2 연료 공급 계통의 공급 압력을 개별로 제어함으로써, 제1 연료 공급 계통 및 제2 연료 공급 계통의 연료(f)의 유량, 나아가서는, 제1 압력 영역(30A) 및 제2 압력 영역(30B)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)으로부터의 연료(f)의 토출량을 조정하도록 되어 있다.
- [0135] 예를 들어, 제1 압력 영역(30A)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)의 공급 압력을, 제2 압력 영역(30B)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)보다도 높게 함으로써, 그룹 G1에 속하는 연료 토출 구멍(22c)은 그룹 G2에 속하는 연료 토출 구멍(22c)보다도 상대적으로 다량의 연료(f)가 토출되고, 이에 의해, 예혼합 기체의 연료 농도는, 내통(12)의 제1 범위(S1)가 제2 범위(S2)보다도 높아지도록 되어 있다.
- [0136] 또한, 상술한 실시 형태에 있어서 나타낸 동작 순서, 혹은 각 구성 부재의 여러 형상이나 조합 등은 일례이며, 본 발명의 주지로부터 벗어나지 않는 범위에 있어서 설계 요구 등에 기초하여 다양한 변경이 가능하다.
- [0137] 예를 들어, 상기 실시 형태에 있어서, 내통(12)의 직경 방향 내측이 제1 범위(S1)로 되고, 내통(12)의 직경 방향 외측이 제2 범위(S2)로 되는 경우에 대해 설명하였지만, 예를 들어 제1 범위(S1)가 내통(12)의 직경 방향 외측의 일부로 되거나, 또는 제2 범위(S2)가 내통(12)의 직경 방향 내측의 일부로 되어도 되고, 제1 범위(S1) 및 제2 범위(S2)가, 내통(12)의 직경 방향 외측 및 직경 방향 내측의 각각 일부를 이루는 구성으로 해도 된다.
- [0138] 또한, 예를 들어 상기 실시 형태에 있어서, 메인 노즐(14)이, 제1 범위(S1)와 대응하는 제1 압력 영역(30A)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)과, 제2 범위(S2)와 대응하는 제2 압력 영역(30B)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)의 2종류의 연료 토출 구멍(22c)을 구비하는 경우에 대해 설명하였지만, 이것에 한정되는 것은 아니다.
- [0139] 예를 들어, 각 메인 노즐(14)에서 생성된 예혼합 기체(M)의 내통(12)의 직경 방향 외측의 영역이 제1 범위(S1)를 포함하는 복수의 영역으로 구분되거나, 또는 제1 범위(S1)가 복수의 다른 연료 농도의 영역으로 구분됨으로써, 복수의 연료 농도로 이루어지는 예혼합 기체를 내통(12)의 직경 방향 외측에 공급하는 경우 등에 있어서, 내통(12)의 직경 방향 외측과 대응하고 있는 연료 토출 구멍(22c)을 제1 압력 영역(30A)에 더하여, 제1 압력 영역(30A)과 독립된 개별의 연료 공급 계통에 연통하는 구성으로 해도 된다.
- [0140] 또한, 예를 들어 각 메인 노즐(14)에서 생성된 예혼합 기체(M)의 내통(12)의 직경 방향 내측의 영역이 제2 범위(S2)를 포함하는 복수의 영역으로 구분되거나, 또는 제2 범위(S2)가 복수의 서로 다른 연료 농도의 영역으로 구분됨으로써, 복수의 연료 농도로 이루어지는 예혼합 기체를 내통(12)의 직경 방향 내측에 공급하는 경우 등에 있어서, 내통(12)의 직경 방향 내측과 대응하고 있는 연료 토출 구멍(22c)을 제2 압력 영역(30B)에 더하여, 제2 압력 영역(30B)과 독립된 개별의 연료 공급 계통에 연통하는 구성으로 해도 된다.

- [0141] 또한, 내통(12)의 직경 방향 외측 및 직경 방향 내측의 양쪽에, 각각 복수의 독립된 연료 공급이 설치되어 있어도 된다.
- [0142] 또한, 상기 실시 형태에 있어서는, 메인 노즐(14)이 그룹 G1에 속하는 3개의 메인 스왈러 날개(22)와 그룹 G2에 속하는 메인 스왈러 날개(22)를 구비하고, 제1 압력 영역(30A) 및 제2 압력 영역(30B)에 속하는 각 메인 스왈러 날개(22)에, 각각 4개의 제1 연료 토출 구멍(22c)이 형성되어 있는 경우에 대해 설명하였지만, 이것에 한정되는 것은 아니다.
- [0143] 예를 들어, 메인 노즐(14)이 구비하는 메인 스왈러 날개(22)의 수, 그룹 G1 및 그룹 G2와 대응하는 메인 스왈러 날개(22)의 수나, 제1 압력 영역(30A) 및 제2 압력 영역(30B)와 대응하는 메인 스왈러 날개(22)의 수는 임의로 설정할 수 있다.
- [0144] 또한, 각각의 메인 스왈러 날개(22)에 형성되는 연료 토출 구멍(22c) 수에 대해서도 임의로 설정할 수 있다.
- [0145] 또한, 상기 실시 형태에 있어서는, 메인 노즐(14)이 6개의 메인 스왈러 날개(22)를 구비하는 경우에 대해 설명하였지만, 예를 들어 메인 노즐(14)이 메인 스왈러 날개(22)를 구비하지 않는 구성으로 해도 된다.
- [0146] 또한, 상기 실시 형태에 있어서는, 제1 압력 영역(30A)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)과, 제2 압력 영역(30B)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)은, 동일수이며 배치가 서로 대응하고, 각각의 개구 면적이 동일하게 되는 경우에 대해 설명하였지만, 예를 들어 제1 압력 영역(30A)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)과, 제2 압력 영역(30B)에 속하는 연료 토출 구멍(22c)의 수, 배치, 수, 개구 면적 중 어느 하나 또는 모두 다른 설정으로 해도 된다.
- [0147] 또한, 상기 실시 형태에 있어서는, 제1 압력 영역(30A)이 제1 연료 계통에 접속되고, 제2 압력 영역(30B)이 제2 연료 계통에 접속되어, 제1 연료 계통, 제2 연료 계통의 압력 등의 파라미터를 제어함으로써, 제1 압력 영역(30A)과 제2 압력 영역(30B)에 속하는 각 연료 토출 구멍(22c)으로부터 토출되는 연료(f)의 토출량을 조정하는 경우에 대해 설명하였지만, 예를 들어 제1 연료 공급구(31A), 제2 연료 공급구(32A)나 제1 연료 유로(31B), 제2 연료 유로(32B) 등, 각 연료 공급 계통의 유로 면적이나 유로 저항 등의 설정에 의해, 각 연료 공급 계통이 공급하는 연료(f)의 유량을 조정하는 구성으로 해도 된다.
- [0148] 또한, 상기 실시 형태에 있어서는, 제1 연료 공급로(31)가, 제1 연료 공급구(31A)와, 제1 연료 유로(31B)와, 연료 저류부(31C)와, 제1 분기로(31D)를 구비하는 경우에 대해 설명하였지만, 상기 구성에 한정되지 않는 것은, 물론이다. 제2 연료 공급로(32)에 대해서도 마찬가지이다.
- [0149] 또한, 제1 압력 영역(30A) 및 제2 압력 영역(30B)에 속하는 각 연료 토출 구멍(22c)의 수, 개구 면적의 설정에 의해 연료(f)의 공급량을 조정해도 된다.
- [0150] 또한, 이들을 적절하게 조합하여 연료 농도를 변화시켜도 된다.
- [0151] 또한, 상술한 실시 형태에서는, 내통(12)의 내주면을 따라 간격을 두고 메인 노즐(14)이 배치되는 연소기(10)에 있어서, 연소기 중심축(P2) 상에 배치되는 파일럿 노즐(13)에 의해 파일럿 불꽃을 형성하고, 이에 의해 메인 노즐(14)로부터의 예혼합 기체에 착화하여 예혼합 연소를 행하는 구성에 대해 나타냈지만, 이 구성에 한정되지 않는다. 예를 들어, 내통의 내주면을 따라 간격을 두고 배치되는 복수의 제1 노즐과, 연소기 중심축 상에 배치되는 제2 노즐을 구비하고, 상기 제1과 제2 노즐이 각각 독립되어 예혼합 연소가 가능한 연소기에 있어서도 본 발명을 적용하는 것이 가능하다.

산업상 이용가능성

- [0152] 본 발명에 관한 연소기에 의하면, NOx의 발생을 억제할 수 있다.
- [0153] 본 발명에 관한 가스 터빈에 의하면, NOx의 발생이 억제된 가스 터빈을 구성할 수 있다.

부호의 설명

- [0154] 1 : 가스 터빈
- 10 : 연소기
- 12 : 내통
- 14 : 메인 노즐(제1 노즐)

15 : 미통

15a : 선단 개구(축 방향 선단)

15b : 기단부 개구(기단부)

22 : 메인 스윙러 날개(스윙러 날개)

22A, 22B : 연료 토출부

22c : 연료 토출 구멍

24a : 관 선단 개구(선단 출구)

P2 : 연소기 중심축

P3 : 노즐 중심축(메인 노즐의 중심축)

S1 : 제1 범위

S2 : 제2 범위

A : 압축 공기(공기)

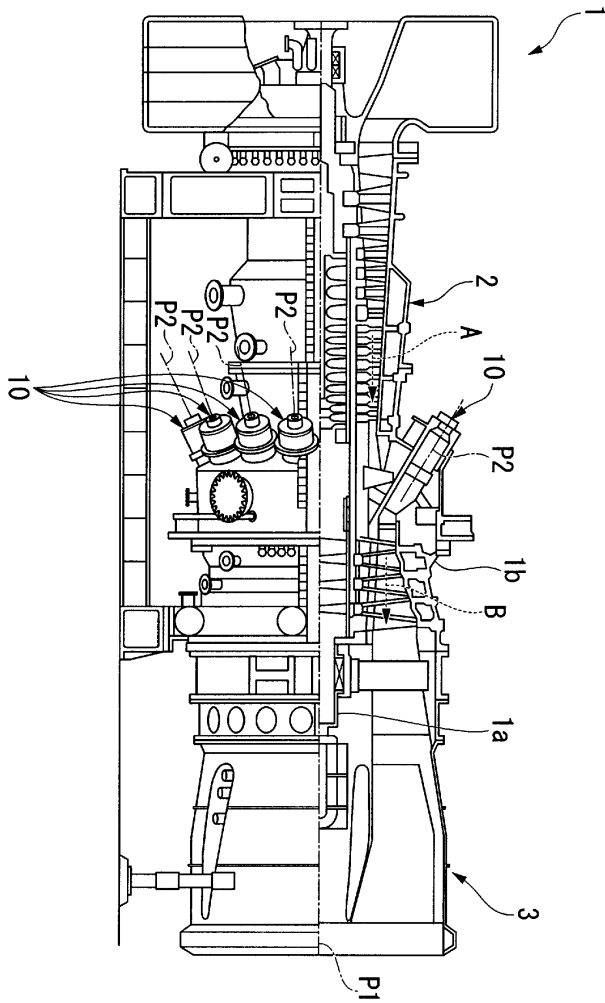
F : 화염면

M : 예혼합 기체

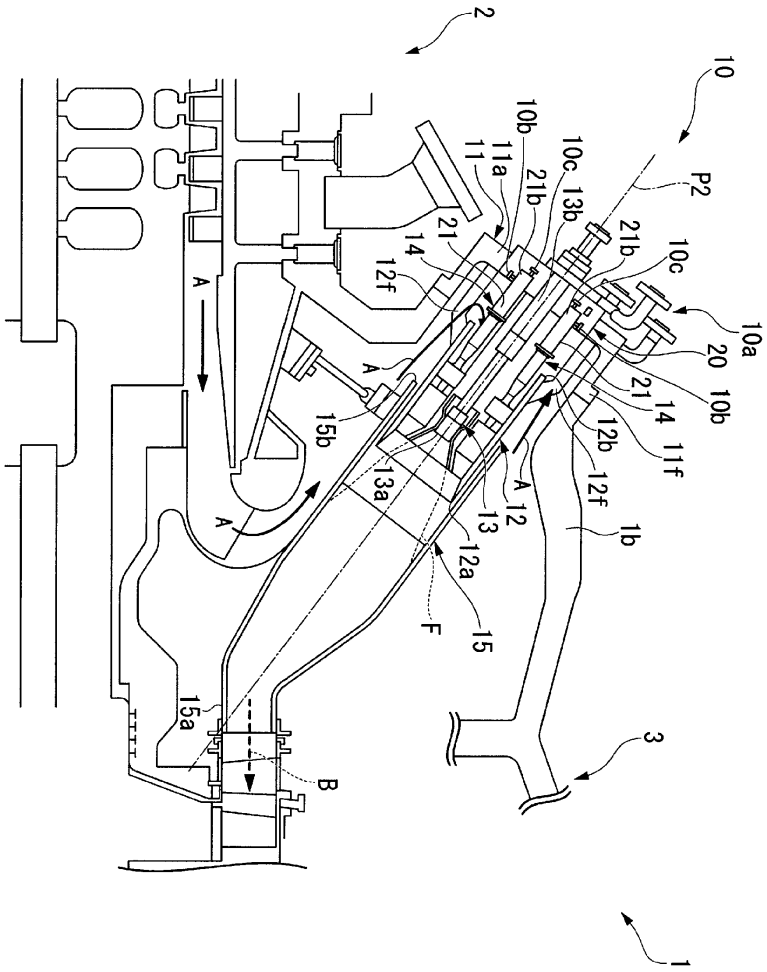
f : 연료

도면

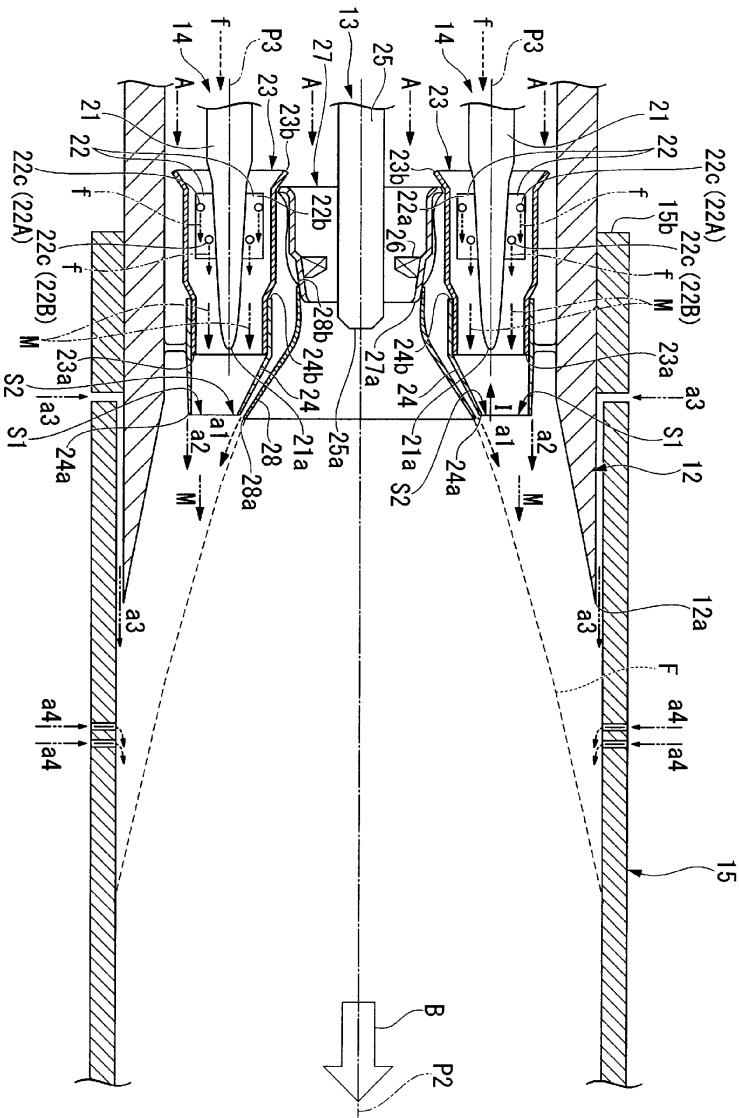
도면1



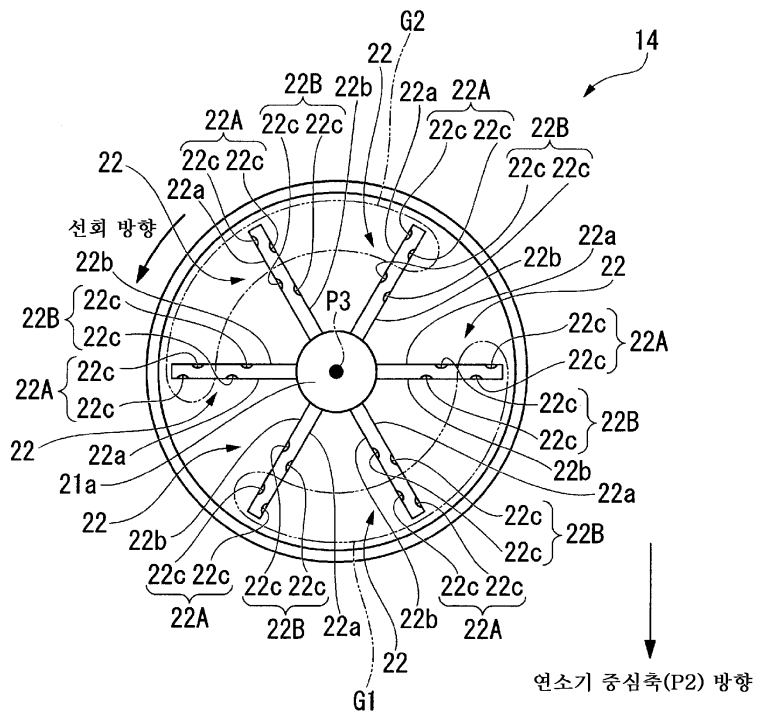
도면2



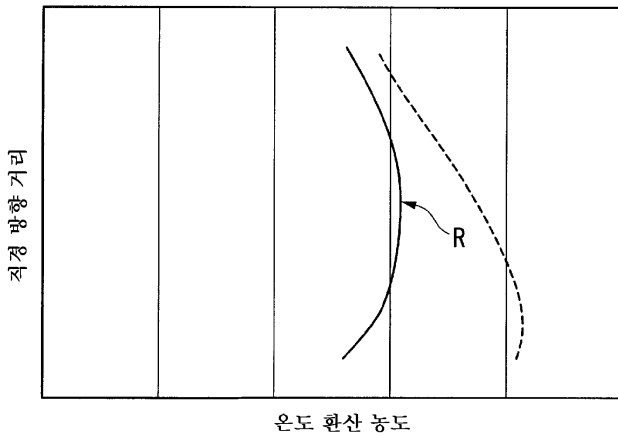
도면3



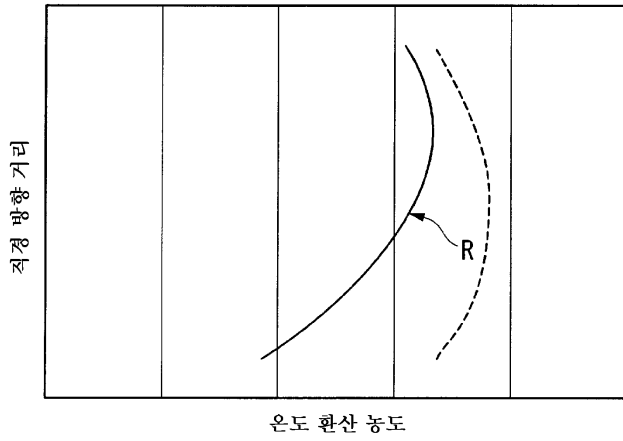
도면4



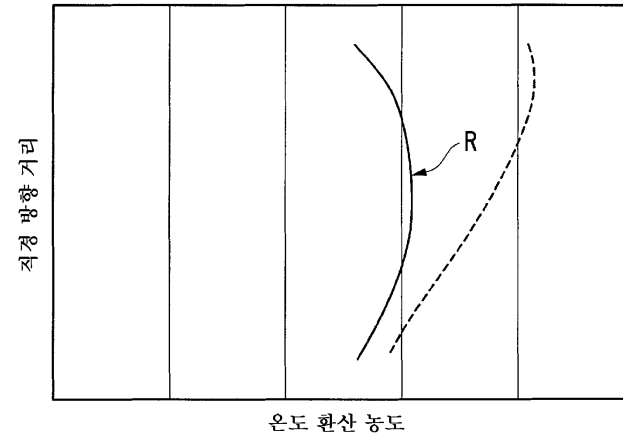
도면5



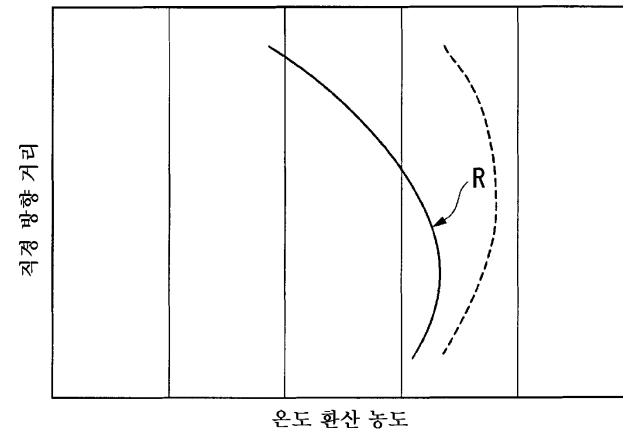
도면6



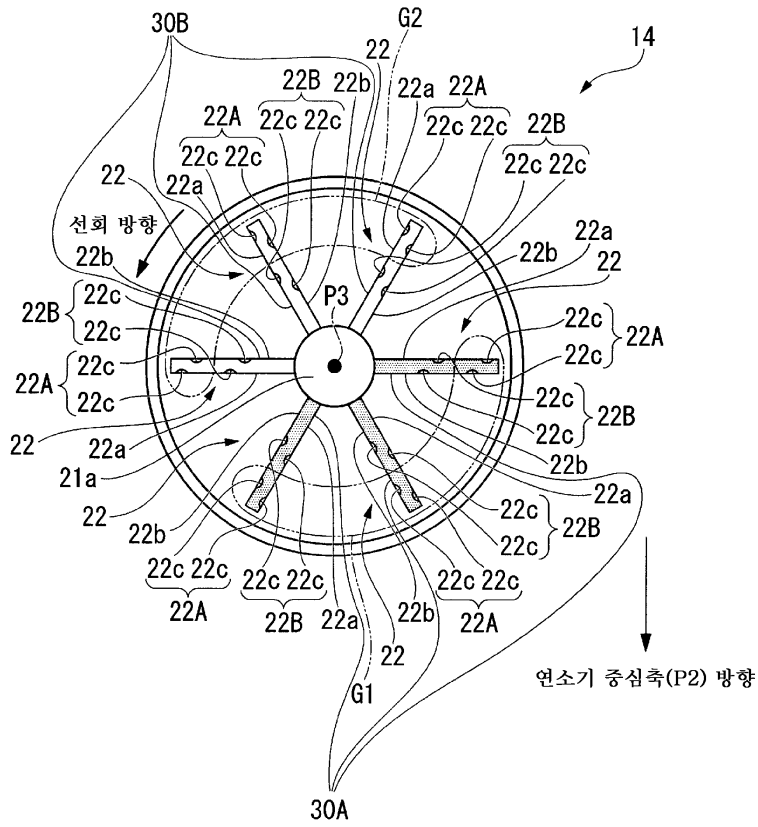
도면7



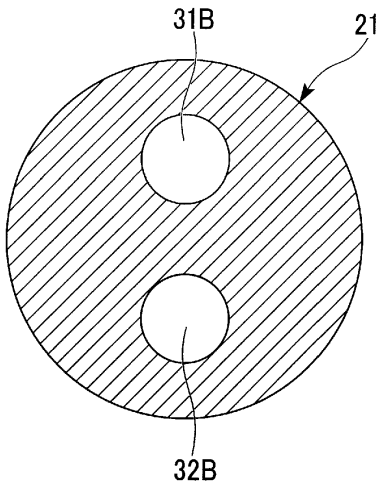
도면8



도면9



도면11



도면12

