



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년01월03일  
 (11) 등록번호 10-1692662  
 (24) 등록일자 2016년12월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 F23R 3/06 (2006.01) F23C 9/00 (2006.01)  
 F23R 3/14 (2006.01) F23R 3/18 (2006.01)  
 F23R 3/28 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
 F23R 3/06 (2013.01)  
 F23C 9/006 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7024498
- (22) 출원일자(국제) 2014년03월19일  
 심사청구일자 2015년09월15일
- (85) 번역문제출일자 2015년09월08일
- (65) 공개번호 10-2015-0119893
- (43) 공개일자 2015년10월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/057580
- (87) 국제공개번호 WO 2014/148567  
 국제공개일자 2014년09월25일
- (30) 우선권주장  
 JP-P-2013-058671 2013년03월21일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP2007147125 A\*  
 JP2010164299 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
 미츠비시 주교교 가부시킴가이샤  
 일본 도쿄도 미나토구 고난 2초메 16방 5고
- (72) 발명자  
 다키구치 사토시  
 일본 도쿄도 미나토구 고난 2초메 16-5 미츠비시 주교교 가부시킴가이샤 내  
 이소노 미츠노리  
 일본 도쿄도 미나토구 고난 2초메 16-5 미츠비시 주교교 가부시킴가이샤 내  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

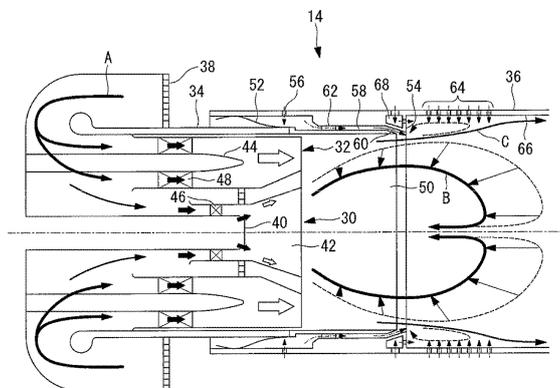
심사관 : 김창섭

(54) 발명의 명칭 연소기 및 가스 터빈

**(57) 요약**

NOx의 생성량을 보다 저감할 수 있는 연소 화염을 실현하는 것을 목적으로 한다. 연소기(14)는, 파일럿 노즐(40)과, 파일럿 노즐(40)의 외주측에서 둘레 방향으로 간격을 두고서 복수 배치되어 예혼합 연소를 실행하는 메인 노즐(44)과, 파일럿 노즐(40)과 각 메인 노즐(44)을 둘러싸는 내통(34)과, 내통(34)의 선단에 마련되는 출구 외측 링(50)과, 내면이 내통(34)의 외주에 감합되는 동시에, 출구 외측 링(50)을 둘러싸는 연소통(36)을 구비한다. 그리고, 출구 외측 링(50)은, 연소통(36)의 내벽면(66)에 대해서 평행이 되도록 형성된다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*F23R 3/14* (2013.01)  
*F23R 3/18* (2013.01)  
*F23R 3/286* (2013.01)  
*F23R 2900/00014* (2013.01)  
*F23R 2900/00015* (2013.01)  
*F23R 2900/03042* (2013.01)

(72) 발명자

**유아사 아츠시**

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 16-5 미츠비시  
주요교 가부시키키가이샤 내

**이토 에이사쿠**

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 16-5 미츠비시  
주요교 가부시키키가이샤 내

---

**만다이 시게미**

일본 효고켄 다카사고시 아라이쵸 히가시혼마치  
19-20 산요 테크노-서비스 가부시키키가이샤 내

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

파일럿 노즐과,

상기 파일럿 노즐의 외주측에서 둘레 방향으로 간격을 두고서 복수 배치되어 예혼합 연소를 실행하는 메인 노즐과,

상기 파일럿 노즐과 각 상기 메인 노즐을 둘러싸는 내통과,

상기 내통의 선단에 마련되는 링부와,

내면이 상기 내통의 외주에 감합되는 동시에, 상기 링부를 둘러싸는 연소통을 구비한 연소기에 있어서,

상기 링부는, 상기 연소통의 내벽면에 대해서 평행, 또는 예혼합기의 흐름의 하류측일수록 내경이 작게 형성되고,

상기 링부의 외경 및 상기 연소통의 내경은 상기 링부의 단부를 향해서 축소되는

연소기.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 연소통의 내경은, 상기 링부의 단부보다 하류측에서 단차를 갖고서 넓어지고,

상기 링부와 상기 연소통의 간극에 마련된 공기유로로부터, 상기 단차 부근에 공기가 배출되는

연소기.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

연소통의 내벽면으로부터 공기를 배출하는 배출 구멍이 상기 연소통의 상기 단차보다 하류측에 마련되는

연소기.

#### 청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 연소통의 둘레 방향으로 복수의 구멍이 천공된 공명 공간이 형성된 음향상자가 상기 연소통의 상기 단차 내에 마련되는

연소기.

#### 청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 공기유로는 유통하는 공기에 선회 성분을 주는

연소기.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,  
상기 연소통은 상기 링부의 단부보다 하류측에서 내경이 서서히 확대되는 연소기.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,  
상기 연소통의 상기 내경이 확대되는 영역에, 상기 연소통의 내벽면으로 공기를 배출하는 배출 구멍이 마련되는 연소기.

**청구항 9**

제 7 항에 있어서,  
상기 연소통의 상기 내경이 확대되는 영역의 내부에, 상기 연소통의 둘레 방향으로 복수의 구멍이 천공된 공명 공간이 형성된 음향상자가 마련되는 연소기.

**청구항 10**

제 1 항 및 제 3 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 파일럿 노즐의 선단 주위를 덮는 파일럿 콘이 마련되고,  
상기 파일럿 노즐의 선단은 상기 파일럿 콘의 단부 부근에 위치하는 연소기.

**청구항 11**

공기를 압축해서 압축 공기를 생성하는 압축기와,  
상기 압축기로부터 도입된 압축 공기에 연료를 분사해서 연소 가스를 발생시키는 제 1 항 및 제 3 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 기재된 연소기와,  
상기 연소기에서 발생한 연소 가스에 의해서 회전 구동하는 터빈을 구비하는 가스 터빈.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 연소기 및 가스 터빈에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 가스 터빈 등으로 이용되는 연소기는 생성되는 NOx(질소산화물)를 저감하는 것이 요구되고 있다.

[0003] 특허문헌 1에 기재되어 있는 바와 같이, 연소기는 예혼합 메인 노즐에서 생성한 예혼합기를 연소기에 공급한다.

[0004] 도 10은 종래의 연소기(100)의 구성도의 일례이다. 연소기(100)는, 진동 연소를 방지하기 위해서 외향 원추형(테이퍼 형상 또는 확대 콘 형상이라고도 함)의 링부(이하, 「출구 외측 링」이라고 함)(102)가 내통(103)의 선단에 마련되어 있다. 그리고, 연소기(100)는, 파일럿 버너(104) 및 메인 버너(106)로부터 분출되는 예혼합기를 출구 외측 링(102)에 의해서 연소통(108)의 내벽면(110)을 따르도록 이끌고 있다.

[0005] 또한, 종래의 연소기(100)는, 출구 외측 링(102)의 외주 및 연소통(108)의 내벽면(110)에 마련된 필름 공기 배출 구멍(112)으로부터 압축 공기의 일부를 필름 공기로서 공급하고 있다. 연소기(100)는 필름 공기에 의해서 내벽면(110)의 부근에 있어서의 예혼합기 농도가 희박화된다. 이것에 의해, 연소통(108)의 내벽면(110)에 도달

한 예혼합기는 연소통(108)의 내벽면(110)의 부근에서 연소하는 것이 억제된다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0006] (특허문헌 0001) 일본 공개 특허 제 2005-171894호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 연소통의 내벽면의 부근에 있어서의 예혼합기의 연소를 방지하기 위해서는, 예혼합기 농도를 가연(可燃) 한계 이하로 할 필요가 있다. 그렇지만, NOx의 저감을 위해서는, 압축 공기를 연료와의 혼합에 이용하는 것이 필름 공기로서 이용하는 것보다도 바람직하다. 이 때문에, 연소기에서는, 필름 공기의 공급량이 충분히 증가하지 못하고, 필름 공기로서 사용 가능한 압축 공기의 공기량이 한정되어 있다. 따라서, 예혼합기는, 출구 외측 링의 하류단 부근에서 연소하고, 연소통의 내벽면의 부근에서도 연소하고 있는 경우가 있다.

[0008] 예혼합기는, 출구 외측 링의 하류단 부근과 같이 연소기의 상류 영역에서 연소하면, 고온 연소 가스가 연소기의 출구에 이르기까지 체류하는 체류 시간이 길어진다. 연소 가스의 체류 시간에 비례하여, NOx의 생성량이 증가하므로, NOx의 저감을 위해서는 연소 가스의 체류 시간은 짧은 것이 바람직하다.

[0009] NOx의 생성량은 연소 가스의 화염 온도의 상승에 수반해 증가한다. 예혼합기는, 메인 버너에서 1차의 혼합이 실행되지만, 메인 버너를 나온 후에도 연소할 때까지 계속해서 혼합이 촉진된다. 이 때문에, 연소기의 하류측 일수록 연료의 농도가 보다 균일화되므로, 연소 가스의 최고 화염 온도가 저하한다. 즉, NOx의 저감을 위해서는, 혼합이 완료되고 나서 연소시키는 것이 바람직하다. 혼합이 완료되고 나서의 연소는, 연소 가스의 체류 시간도 단축되게 되어, NOx의 생성량이 보다 저감된다. 한편, 연소기의 상류측(연소기 머리 부분)의 예혼합기일수록, 혼합이 충분하지 않고, 연료의 농도가 균일화되어 있지 않다. 이 때문에, 연소기의 상류측에 있어서의 연소일수록, 최고 화염 온도가 높아지고, 또한 고온 연소 가스의 체류 시간도 길어지므로, NOx의 생성량이 증가한다.

[0010] 게다가, 연소기의 상류측인 연소기 머리 부분에서 예혼합기가 연소할수록, 연소통의 내벽면에 있어 온도가 높아지는 영역이 넓어진다. 이 때문에, 연소통의 내벽면에 대한 냉각 열량을 증가시키기 위해서 이용하는 필름 공기량을 증가시킬 필요가 생겨 연소용의 공기량이 감소된다. 또는, 냉각 매체와의 열교환량이 증가하기 때문에, 온도가 내려가므로, 연소기의 출구 가스 온도를 높게 할 필요가 생긴다. 이러한 결과, NOx의 생성량도 증가하는 경향이 된다.

[0011] 본 발명은 이러한 사정에 비추어 이루어진 것이며, NOx의 생성량을 보다 저감할 수 있는 연소 화염을 실현하는 연소기 및 가스 터빈을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0012] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 연소기 및 가스 터빈은 이하의 수단을 채용한다.

[0013] 본 발명의 제 1 모양에 따른 연소기는, 파일럿 노즐과, 상기 파일럿 노즐의 외주측에서 둘레 방향으로 간격을 두고서 복수 배치되어 예혼합 연소를 실시하는 메인 노즐과, 상기 파일럿 노즐과 각 상기 메인 노즐을 둘러싸는 내통과, 상기 내통의 선단에 마련되는 링부와, 내면이 상기 내통의 외주에 감합되는 동시에, 상기 링부를 둘러싸는 연소통을 구비한 연소기이며, 상기 링부는, 상기 연소통의 내벽면에 대해서 평행, 또는 예혼합기의 흐름의 하류측일수록 내경이 작게 형성된다.

[0014] 본 구성에 따른 연소기는, 파일럿 노즐과, 파일럿 노즐의 외주측에서 둘레 방향으로 간격을 두고서 복수 배치되어 예혼합 연소를 실시하는 메인 노즐을 구비한다. 또한, 본 구성은 파일럿 노즐과 각 메인 노즐을 둘러싸는 내통과, 내통의 선단에 마련되는 링부와, 내면이 내통의 외주에 감합되는 동시에, 링부를 둘러싸는 연소통을 구비한다.

[0015] 메인 노즐로부터의 연료와 공기와의 예혼합기는, 혼합 및 보임을 위해서 선회류로 하고 있어 연소통의 내벽면측

으로 흘러 연소하는 경향이 있다. 그래서, 본 구성에서는, 링부는 종래의 원추형이 아니고, 연소통의 내벽면에 대해서 평행, 또는 예혼합기의 흐름의 하류측일수록 내경이 작게 형성된다. 이것에 의해, 본 구성은 예혼합기를 연소통의 내주 방향으로 공급할 수 있다.

- [0016] 즉, 본 구성은 종래에서는 연소통의 내벽면 부근의 저유속 영역에서도 발생하고 있던 연소를, 내벽면으로부터 떨어진 고 유속장(流速場)으로 이동시킬 수 있다. 이것에 의해, 예혼합기는, 보다 하류측으로 이동하기 쉬워져, 연소 영역이 종래의 위치보다 하류측으로 이동하게 된다. 그 결과, 연소에 의한 발열 및 고온 영역이 종래에 비해 전체적으로 하류측으로 이동하여, 연소 가스의 고온 체류 시간이 단축된다. 또한, 연소까지의 혼합 거리가 길어져, 연료의 농도가 균일해지므로 최고 화염 온도가 저하한다. 이러한 것들로 인해, NOx의 생성량이 감소한다.
- [0017] 또한, 예혼합기는 링부에 의해서 연소통의 내주 방향으로 공급되므로, 연소통의 중심축 부근에 형성되는 고온의 재순환류의 사이즈가 작아진다. 그 결과, 재순환 영역에서 생성되는 NOx가 저감한다.
- [0018] 또한, 재순환류는, 링부에 의해서 연소통의 것보다 내측으로 구속된다(좁혀진다). 이 때문에, 재순환류의 외주측의 흐름이 가속되고, 재순환류 영역과 그 외주측의 반경 방향으로의 속도 구배가 커진다. 그 결과, 연소에 이르기까지 외주측의 예혼합기의 균일화가 보다 촉진되므로, 연소 가스의 최고 화염 온도가 저하하고, NOx의 생성량이 저감한다.
- [0019] 게다가, 연소 영역의 하류측으로의 이동에 수반해, 연소통의 내벽면에서의 발열 및 고온 영역이 종래에 비해 하류측으로 이동하므로, 온도가 높아지는 내벽면이 감소한다. 이 때문에, 내벽면을 냉각시키기 위한 공기량을 감소할 수 있고 연소에 이용하는 공기량을 증가할 수 있다. 그 결과, 화염 온도가 저하해, NOx의 생성량이 감소한다.
- [0020] 이상과 같이, 본 구성은 연소통의 내벽면 부근의 상류측에서 예혼합기가 연소하는 것을 억제하는 동시에, 연소통의 중심축 부근에 형성되는 고온의 재순환류의 사이즈를 작게 하므로, NOx의 생성량을 보다 저감할 수 있는 연소 화염을 실현할 수 있다.
- [0021] 상기 제 1 모양에서는, 상기 링부의 외경이, 상기 링부의 단부를 향해서 축소하는 구성이 바람직하다.
- [0022] 본 구성에 의하면, 링부의 단부에 보염이 생겨 링부가 손상되는 것을 방지할 수 있다.
- [0023] 상기 제 1 모양에서는, 상기 연소통의 내경이, 상기 링부의 단부보다 하류측에서 단차를 갖고 넓어져, 상기 링부와 상기 연소통의 간극에 마련된 공기유로로부터, 상기 단차 부근에 공기가 배출되는 구성이 바람직하다.
- [0024] 본 구성에 의하면, 연소통의 내경은 링부의 단부보다 하류측에서 단차를 갖고 넓어진다. 이 때문에, 연소 화염이 이 단차 부근으로 역화(逆火)할 가능성이 있다. 그래서, 본 구성은 링부와 연소통의 간극에 마련된 공기유로로부터, 단차 부근에 공기를 배출해, 역화를 억제한다. 또한, 공기유로를 흐르는 공기에 의해서, 링부가 대류 냉각되는 것에 의해, 링부의 온도가 보다 저하해, 이것에 의해 링부 부근에서의 역화가 억제된다.
- [0025] 상기 제 1 모양에서는, 연소통의 내벽면으로부터 공기를 배출하는 배출 구멍이 상기 연소통의 상기 단차보다 하류측에 마련되는 구성이 바람직하다.
- [0026] 본 구성에 의하면, 연소통의 단차보다 하류측에 대해 냉각을 실시해, 이 단차보다 하류측에서 보염되는 것을 방지한다.
- [0027] 상기 제 1 모양에서는, 상기 연소통의 둘레 방향으로 복수의 구멍이 천공된 공명 공간이 형성된 음향상자가, 상기 연소통의 상기 단차 내에 마련되는 구성이 바람직하다.
- [0028] 본 구성에 의하면, 연소통의 단차 부분에 대해서 냉각을 실시하는 동시에, 음향적인 감쇠 효과를 줌으로써, 연소 영역에 있어서의 압력 변동을 억제한다. 또한, 본 구성은, 음향상자가 단차 내에 마련됨으로써, 빈 영역을 유효하게 이용할 수 있어 연소통의 외주에 음향상자를 마련할 필요가 없어진다.
- [0029] 상기 제 1 모양에서는, 상기 공기유로가 유통하는 공기에 선회 성분을 주는 구성이 바람직하다.
- [0030] 본 구성에 의하면, 예혼합기의 선회 방향과 순서 방향의 선회 성분을, 공기유로를 유통하는 공기에게 줌으로써, 연소통의 내벽면을 냉각하게 된다. 한편, 예혼합기의 선회 방향과 역방향의 선회 성분을, 공기유로를 유통하는 공기에게 줌으로써, 연소 화염의 연소통의 내벽면으로의 도달을 억제한다.
- [0031] 상기 제 1 모양에서는, 상기 연소통이 상기 링부의 단부보다 하류측에서 내경이 서서히 확대되는 구성이 바람직

하다.

- [0032] 본 구성에 의하면, 연소통의 내벽면 부근의 저유속 영역을 배제할 수 있다. 이것에 의해, 연소를 연소통의 내벽면으로부터 떨어진 고 유속장으로 이동시킬 수 있어 연소 영역이 종래의 위치에서 하류측으로 이동한다. 그 결과, 연소에 의한 발열 및 고온 영역이 하류측으로 이동함으로써, 연소 가스의 고온 체류 시간의 단축, 연소까지의 혼합 거리가 길어지는 것에 의한 최고 화염 온도의 저하가 생겨 NOx의 생성량이 감소한다.
- [0033] 상기 제 1 모양에서는, 상기 연소통의 상기 내경이 확대되는 영역에, 상기 연소통의 내벽면으로 공기를 배출하는 배출 구멍이 마련되는 구성이 바람직하다.
- [0034] 본 구성에 의하면, 연소통의 내경이 확대되는 영역에 있어서의 연소를 억제할 수 있다.
- [0035] 상기 제 1 모양에서는, 상기 연소통의 상기 내경이 확대되는 영역의 내부에, 상기 연소통의 둘레 방향으로 복수의 구멍이 천공된 공명 공간이 형성된 음향상자가 마련되는 구성이 바람직하다.
- [0036] 본 구성에 의하면, 빈 영역을 유효하게 이용할 수 있어 연소통의 외주에 음향상자를 마련할 필요가 없어진다.
- [0037] 상기 제 1 모양에서는, 상기 파일럿 노즐의 선단 주위를 덮는 파일럿 콘이 마련되어 상기 파일럿 노즐의 선단이, 상기 파일럿 콘의 단부 부근에 위치하는 구성이 바람직하다.
- [0038] 본 구성에 의하면, 종래에 비해, 파일럿 노즐이 보다 하류측에 배치되므로, 파일럿 연료와 공기와의 예혼합기의 재순환에 기인한 저유속 영역이 축소되어 재순환류에 의한 NOx의 생성이 억제된다. 또한, 파일럿 보염의 기부가 보다 하류측으로 이동하기 때문에, 연소 화염이 보다 하류측으로 이동해, NOx의 생성량이 적게 된다.
- [0039] 본 발명의 제 2 모양에 따른 가스 터빈은, 공기를 압축해 압축 공기를 생성하는 압축기와, 상기 압축기로부터 도입된 압축 공기에 연료를 분사해 연소 가스를 발생시키는 상기 기재된 연소기와, 상기 연소기에서 발생한 연소 가스에 의해서 회전 구동하는 터빈을 구비한다.

**발명의 효과**

- [0040] 본 발명에 의하면 NOx의 생성량을 보다 저감할 수 있는 연소 화염을 실현한다고 하는 뛰어난 효과를 갖는다.

**도면의 간단한 설명**

- [0041] 도 1은 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 가스 터빈의 구성도,
- 도 2는 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 연소기의 종단면도,
- 도 3a는 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 출구 외측 링의 단부의 부분 확대도,
- 도 3b는 출구 외측 링의 외경이 축소하지 않는 형상을 도시하는 출구 외측 링의 단부의 부분 확대도,
- 도 4는 본 발명의 제 1 실시형태의 변형예에 따른 연소기의 종단면도,
- 도 5는 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 연소기의 종단면도,
- 도 6은 본 발명의 제 2 실시형태의 변형예에 따른 연소기의 종단면도,
- 도 7은 본 발명의 제 2 실시형태의 다른 변형예에 따른 연소기의 종단면도,
- 도 8은 본 발명의 제 3 실시형태에 따른 연소기의 종단면도,
- 도 9는 본 발명의 제 4 실시형태에 따른 연소기의 종단면도,
- 도 10은 종래의 연소기의 종단면도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0042] 이하에, 본 발명에 따른 연소기 및 가스 터빈의 일 실시형태에 대해서, 도면을 참조하여 설명한다.
- [0043] (제 1 실시형태)
- [0044] 이하, 본 발명의 제 1 실시형태에 대해 설명한다.
- [0045] 도 1은, 본 제 1 실시형태에 따른 연소기를 구비하는 가스 터빈(10)의 구성도이다. 가스 터빈(10)은 압축기

(12), 연소기(14), 및 터빈(16)을 구비한다.

- [0046] 압축기(12)는, 회전축(18)에 의해 구동됨으로써, 집어넣은 공기를 압축해 압축 공기를 생성한다.
- [0047] 연소기(14)는, 예혼합 연소기이며, 압축기(12)로부터 도입된 압축 공기에 연료를 분사해 연소시킴으로써, 고온·고압의 연소 가스를 발생시킨다.
- [0048] 터빈(16)은 연소기(14)로 발생한 연소 가스에 의해서 회전 구동한다.
- [0049] 터빈(16), 압축기(12), 및 발전기(20)는, 회전축(18)에 의해서 연결되고, 터빈(16)에 생기는 회전 구동력은 회전축(18)에 의해서 압축기(12) 및 발전기(20)에 전달된다. 그리고, 발전기(20)는 터빈(16)의 회전 구동력에 의해서 발전한다.
- [0050] 도 2는, 본 실시형태에 따른 연소기(14)의 종단면도이다. 연소기(14)는 파일럿 버너(30), 메인 버너(32), 내통(34), 및 연소통(미통이라고도 함)(36)을 구비한다. 또한, 압축기(12)에서 압축된 압축 공기는, 연소기(14)의 외주측으로 이끌린다. 그리고, 연소기(14) 내의 파일럿 버너(30) 및 메인 버너(32)에 이끌리는 압축 공기는, 연소기(14)의 외주측으로부터 공기 유입구(38)에 이끌림으로써, 연소기(14) 내로 공급되고, 도 1의 화살표 A와 같이 우 단부에서 반환된 후에 좌측에서 우측으로 흐른다.
- [0051] 파일럿 버너(30)는, 파일럿 노즐(40)이 연소기(14)의 축심을 따라서 배치되어 연료를 분사하고, 연소 영역에 있어서 연소를 실행한다.
- [0052] 파일럿 노즐(40)의 선단에는, 그 주위를 덮도록 파일럿 콘(42)이 마련되어 있다. 파일럿 콘(42)은, 흐름의 하류측을 향하고 지름이 확대된 대략 깔때기(funnel) 형상으로 있다. 파일럿 콘(42)에 의해, 파일럿 노즐(40)로부터 분사된 연료 혼합기 및 그 연소 화염이 원심 방향으로 확산하는 것이 방지되어 메인 노즐(44)로부터의 연료 혼합기에 간섭하는 것이 방지된다.
- [0053] 게다가 파일럿 노즐(40)의 외주에는, 복수의 날개 모양의 파일럿 스윙러(pilot swirler)(46)가 배치되어 있다. 파일럿 스윙러(46)에는, 동일한 방향으로 경사하는 피치각이 부여되어 있다. 이것에 의해, 압축 공기의 흐름은, 선회류(스윙류)가 되어, 압축 공기와 분사되는 파일럿 연료와의 혼합이 촉진된다.
- [0054] 메인 버너(32)는, 파일럿 노즐(40)의 외주측의 둘레 방향으로 등간격이 되도록 복수 배치되어 메인 연료를 분사한다. 그리고, 메인 연료와 압축 공기가 혼합되어 예혼합 연소를 한다.
- [0055] 또한, 각 메인 버너(32)에는, 메인 노즐(44)이 마련되어 있다. 메인 노즐(44)에는, 메인 버너(32)로 향하도록 돌출하는 복수의 날개 형상의 메인 스윙러(48)가 배치되어 있다. 각 메인 스윙러(48)에는, 메인 연료를 분출하는 복수의 분출 구멍이 마련되어 있다. 이러한 메인 스윙러(48)에는, 동일한 방향으로 경사하는 피치각이 부여되어 있기 때문에, 메인 연료와 압축 공기와의 혼합기의 흐름에 동일 회전 방향의 선회류(스윙류)가 발생해, 혼합이 촉진된다.
- [0056] 내통(34)은, 파일럿 노즐(40)과 대략 동축이며, 파일럿 노즐(40) 및 메인 노즐(44)을 전체적으로 덮도록 형성된다. 그리고, 내통(34)의 선단에는, 연소 가스 하류측으로 개구하고, 예혼합기를 하류측으로 이끄는 출구 외측 링(링부)(50)이 마련되어 있다.
- [0057] 연소통(36)은, 내면이 내통(34)의 외주에 스프링 클립(52)을 이용해 감합되는 동시에, 출구 외측 링(50)을 둘러싼다. 그리고, 연소통(36)은 파일럿 노즐(40) 및 메인 노즐(44)에 의해서 발생한 연소 가스를 터빈(16)에 유도한다.
- [0058] 또한, 본 제 1 실시형태에 따른 출구 외측 링(50)은, 연소통(36)의 벽면에 대해서 평행으로 연재하고, 축선 방향에 걸쳐서 일정한 지름을 갖는 원통 형상이 되어 있다. 이 때문에, 연소통(36)의 내경은, 출구 외측 링(50)의 단부보다 하류측에서 단차(54)를 갖고 넓어지게 된다.
- [0059] 연소통(36)에는, 압축 공기의 일부를 집어 넣는 공기 취입구(56)가 마련되어 있다. 공기 취입구(56)로부터 받아들여진 압축 공기의 일부는, 출구 외측 링(50)과 연소통(36)의 간극에 마련된 공기유로(58)를 유통하고, 단차(54) 부근에 마련된 공기 배출구(60)로부터 배출된다. 또한, 공기유로(58)에는, 그 유로 단면적을 유지하기 위한 스페이서(62)가 마련되어 있다.
- [0060] 또한, 도 3a에 도시되는 바와 같이, 공기 배출구(60)는, 연소통(36)의 중심축을 향해 경사하고 있다. 이것에 수반해, 출구 외측 링(50)의 외경은, 출구 외측 링(50)의 단부를 향해서 축소한다.

- [0061] 또한, 연소통(36)에는, 단차(54)보다 하류측에 필름 공기 배출 구멍(64)이 마련된다. 필름 공기 배출 구멍(64)은, 연소기(14)의 외측으로 이끌린 압축 공기의 일부를 내벽면(66)으로부터 필름 공기로서 배출해, 내벽면(66)에 대해서 필름 냉각을 실시한다.
- [0062] 게다가 연소통(36)에는, 연소통(36)의 둘레 방향으로 복수의 구멍이 천공된 공명 공간이 형성된 음향상자(음향 라이너라고도 함)(68)가 단차(54) 내에 마련된다.
- [0063] 다음에, 상기와 같이 구성된 연소기(14)에 있어서의 연소의 과정을 설명한다.
- [0064] 우선, 압축기(12)에 대해 압축된 압축 공기가 연소통(36) 내에 유입해, 파일럿 버너(30) 및 메인 버너(32)의 상류단측으로부터 하류단측에 화살표 A의 방향으로 흐른다.
- [0065] 파일럿 버너(30)에서는, 파일럿 스왈러(46)에 의해서 선회류가 주어진 압축 공기와 파일럿 노즐(40)로부터 분사되는 파일럿 연료가 혼합되어 예혼합기가 된다. 예혼합기는, 파일럿 콘(42)으로부터 연소 영역으로 향해 분출해져, 도시하지 않는 불씨에 의해서 발화되어 파일럿 콘(42)의 내부 및 하류에서 연소를 한다.
- [0066] 한편, 메인 버너(32)에서는, 메인 노즐(44)을 따라서 흐를 때에 메인 스왈러(48)에 의해서 선회류가 주어진 압축 공기와 메인 스왈러(48)로부터 분사되는 메인 연료가 혼합되어 예혼합기가 된다. 예혼합기는, 메인 버너(32)로부터 연소 영역으로 향해 분출해져 파일럿 콘(42)으로부터 분출해 연소하는 예혼합기의 연소 가스(화염)에 접함으로써 발화되어 연소한다.
- [0067] 이와 같이 연소하는 예혼합기의 연소 가스의 팽창 압력에 의해서 가스 터빈(10)의 터빈(16)이 구동되고 출력으로서 취출된다. 그것과 함께, 터빈(16)의 주축(16)과 동축적으로 마련된 압축기(12)가 구동되어 압축 공기가 연소기(14)에 공급된다.
- [0068] 또한 연소 가스는, 도 1에 도시되는 바와 같이 연소 영역에 있어서, 화살표 B와 같이 하류측으로부터 상류측을 향하여 순환(재순환류)한다. 재순환류는, 연소 가스의 안정 연소에는 바람직하지만, 연소 가스의 체류 시간도 길어지게 하기 위해서, NOx의 생성량을 감소시키기 위해서는 작은 것이 바람직하다.
- [0069] 또한, 메인 연료와 공기와의 예혼합기는, 혼합 및 보임을 위해서 선회류로 되어 있다. 이 때문에, 이 예혼합기는, 도 2의 화살표 C와 같이 연소통(36)의 내벽면측을 흘러 연소하는 경향에 있어, 연소통(36)의 내벽면(66)의 온도가 상승하게 되기 위해, 바람직하지는 않다.
- [0070] 그래서, 본 제 1 실시형태에 따른 연소기(14)는, 출구 외측 링(50)을 종래의 원추형(테이퍼상)이 아니고, 연소통(36)의 내벽면(66)에 대해서 평행이 되도록 형성되어 있다. 이것에 의해, 연소기(14)는, 예혼합기를 연소통(36)의 내주 방향으로 공급할 수 있다.
- [0071] 즉, 본 제 1 실시형태에 따른 연소기(14)는, 종래에서는 연소통(36)의 내벽면(66) 부근의 저유속 영역에서도 발생하고 있던 연소를, 내벽면(66)으로부터 떨어진 고 유속장으로 이동시킬 수 있다. 이것에 의해, 예혼합기는, 보다 하류측으로 이동하기 쉬워져, 연소 영역이 종래의 위치보다 하류측으로 이동하게 된다. 그 결과, 연소에 의한 발열 및 고온 영역이 종래에 비해 전체적으로 하류측으로 이동해, 연소 가스의 고온 체류 시간이 단축한다. 또한, 연소까지의 혼합 거리가 길어져, 연료의 농도가 균일해지므로 최고 화염 온도가 저하한다. 이러한 것들로 인해, NOx의 생성량이 감소한다.
- [0072] 또한, 예혼합기는, 출구 외측 링(50)에 의해서 연소통(36)의 내주 방향으로 공급되므로, 연소통(36)의 중심측 부근에 형성되는 고온의 재순환류(화살표 B)의 사이즈가 작아진다. 그 결과, 재순환 영역에서 생성되는 NOx가 저감한다.
- [0073] 또한, 재순환류는, 출구 외측 링(50)에 의해서 연소통(36)의 것보다 내측에 구속된다(좁혀진다). 이 때문에, 재순환류의 외주측의 흐름이 가속되고, 재순환 영역과 그 외주측의 반경 방향에의 속도 구배가 커진다. 그 결과, 연소에 이르기까지 외주측의 예혼합기의 균일화가 보다 촉진되므로, 연소 가스의 최고 화염 온도가 저하하고, NOx의 생성량이 저감한다.
- [0074] 게다가 연소 영역의 하류측에의 이동에 수반해, 연소통(36)의 내벽면(66)으로의 발열 및 고온 영역이 종래에 비해보다 하류측으로 이동하므로, 온도가 높아지는 내벽면(66)이 감소한다. 이 때문에, 내벽면(66)을 냉각시키기 위한 공기량을 감소할 수 있고 연소에 이용하는 공기량을 증가할 수 있다. 그 결과, 화염 온도가 저하해, NOx의 생성량이 감소한다.

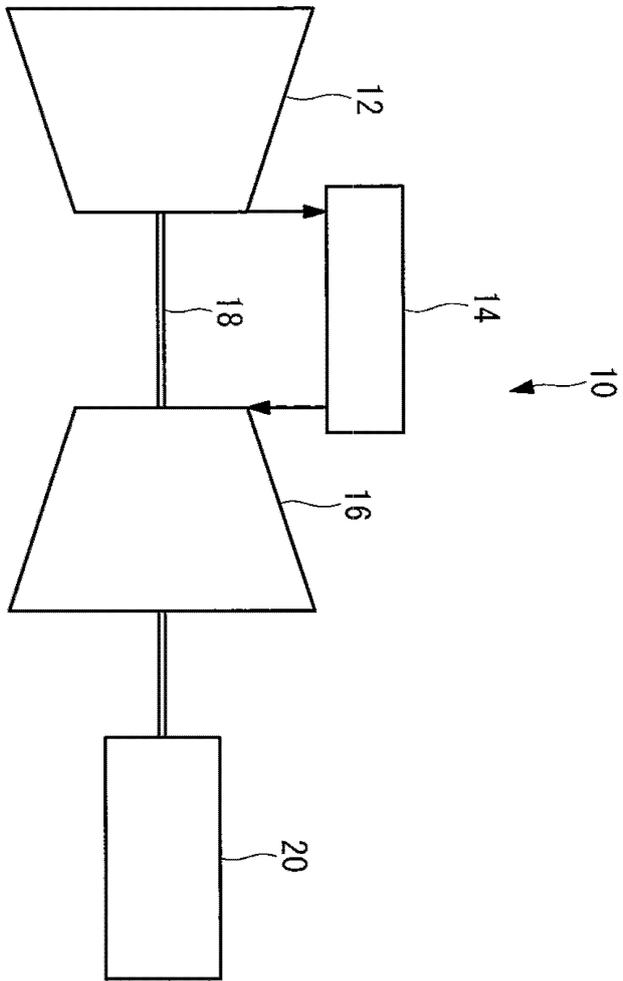
- [0075] 또한, 상술한 것처럼 출구 외측 링(50)의 외경은, 출구 외측 링(50)의 단부를 향해서 축소하고 있다.
- [0076] 도 3b는, 출구 외측 링(50)의 외경이 축소하지 않는 형상을 도시하고 있다. 도 3b에 도시되는 바와 같이, 외경이 축소하지 않는 형상에서는, 출구 외측 링(50)의 단부 부근(도 3b의 파선 영역)에 보임이 생겨 출구 외측 링(50)이 손상될 가능성이 있다.
- [0077] 한편, 출구 외측 링(50)의 외경을 축소시킴으로써, 단부에 보임이 생기고, 출구 외측 링(50)이 손상되는 것을 방지할 수 있다.
- [0078] 또한, 본 제 1 실시형태에 따른 연소기(14)는, 상술한 바와 같이 단차(54)를 갖고 있다. 이 때문에, 연소 화염이 이 단차(54) 부근으로 역화할 가능성이 있다. 그래서, 본 제 1 실시형태에 따른 연소기(14)는, 출구 외측 링(50)과 연소통(36)의 간극에 마련된 공기유로(58)로부터, 단차(54) 부근으로 공기를 배출함으로써, 단차(54) 부근에 강제적인 흐름을 형성해 역화를 억제한다.
- [0079] 게다가 출구 외측 링(50)은, 종래에 비해 두께가 얇아지고 있다[종래는 도 10의 출구 외측 링(102)을 참조]. 이 때문에, 공기유로(58)를 흐르는 공기에 의해서, 대류 냉각되기 쉽다. 이와 같이, 출구 외측 링(50)이 대류 냉각됨으로써, 출구 외측 링(50)의 온도가 보다 저하해, 출구 외측 링(50) 부근에서의 역화가 억제된다.
- [0080] 필름 공기 배출 구멍(64)으로부터 배출된 공기는, 연소통(36)의 내주 벽면을 따라서 얇은 공기층을 형성함으로써, 연소통(36)을 냉각해, 벽면의 소실을 방지한다.
- [0081] 음향상자(68)는 압축 공기의 일부를 집어넣고, 단차(54) 부분에 배출함으로써, 연소통(36)의 단차(54) 부분에 대해서 냉각을 실시하는 동시에, 음향적인 감쇠 효과를 줌으로써, 연소 영역에 있어서의 압력 변동을 억제한다. 또한, 연소기(14)는, 음향상자(68)가 단차(54) 내에 마련됨으로써, 빈 영역을 유효하게 이용할 수 있어 연소통(36)의 외주에 음향상자(68)를 마련할 필요가 없어진다.
- [0082] 게다가 공기 배출구(60), 음향상자(68), 및 필름 공기 배출 구멍(64)은, 연소통(36)의 내벽면(66) 부근에 공기를 공급하므로, 예혼합기의 외주의 연료 농도 그 자체를 낮게 해, 연소통(36)의 내벽면(66)에 있어서의 연소 온도를 저하시킨다.
- [0083] 도 4는 본 제 1 실시형태에 따른 연소기(14)의 변형예이다.
- [0084] 도 4에 도시되는 연소기(14)가 구비하는 출구 외측 링(50)은, 예혼합기의 흐름의 하류측일수록 내경이 작게 형성된다. 도 4에 도시되는 출구 외측 링(50)은, 메인 버너(32) 및 파일럿 버너(30)를 갖출 수 있는 위치보다 하류측에서 단차를 갖는 것에 의해, 그 내경이 작아지고 있다. 또한 이에 한정하지 않고, 출구 외측 링(50)의 내경이 역 테이퍼 형상으로 되어 내경이 서서히 작아져도 좋다.
- [0085] 또한, 공기유로(58)는, 유통하는 공기에 선회 성분을 주어도 좋다.
- [0086] 보다 구체적으로는, 공기유로(58)에 마련되는 스페이서(62)의 형상이, 예를 들면 가이드 베인(안내 날개) 형상으로 여겨짐으로써, 유통하는 공기에 선회 성분이 주어진다. 예를 들면, 메인 연료의 예혼합기의 선회 방향과 순서 방향의 선회 성분을, 공기유로(58)를 유통하는 공기에게 준다. 이것에 의해, 공기유로(58)를 유통하는 공기에 의한 필름 냉각의 효과가 높아져, 연소통(36)의 내벽면(66)을 보다 냉각하게 된다. 한편, 메인 연소의 예혼합기의 선회 방향과 역방향의 선회 성분을, 공기유로(58)를 유통하는 공기에게 주는 것에 의해, 선회 성분을 완화시키고, 연소 화염의 연소통(36)의 내벽면(66)에 도달을 억제한다.
- [0087] 이상 설명한 것처럼, 본 제 1 실시형태에 따른 연소기(14)는, 파일럿 노즐(40)과, 파일럿 노즐(40)의 외주측에서 둘레 방향으로 간격을 두고서 복수 배치되어 예혼합 연소를 실시하는 메인 노즐(44)과, 파일럿 노즐(40)과 각 메인 노즐(44)을 둘러싸는 내통(34)과, 내통(34)의 선단에 마련되는 출구 외측 링(50)과, 내면이 내통(34)의 외주에 감합되는 동시에, 출구 외측 링(50)을 둘러싸는 연소통(36)을 구비한다. 그리고, 출구 외측 링(50)은, 연소통(36)의 내벽면(66)에 대해서 평행이 되도록 형성된다.
- [0088] 따라서, 본 제 1 실시형태에 따른 연소기(14)는, 연소통(36)의 내벽면(66) 부근의 상류측에서 예혼합기가 연소하는 것을 억제하는 동시에, 연소통(36)의 중심측 부근에 형성되는 고온의 재순환류의 사이즈를 작게 하므로, NOx의 생성량을 보다 저감할 수 있는 연소 화염을 실현할 수 있다.
- [0089] (제 2 실시형태)
- [0090] 이하, 본 발명의 제 2 실시형태에 대해 설명한다.

- [0091] 도 5는, 본 제 2 실시형태에 따른 연소기(14)의 구성을 도시한다. 또한 도 5에 있어서의 도 2와 동일한 구성 부분에 대해서는 도 2와 동일한 부호를 부여하고, 그 설명을 생략한다.
- [0092] 본 제 2 실시형태에 따른 연소기(14)가 구비하는 연소통(36)은, 내통(34)의 외주에 감합되는 영역으로부터 연소 영역에 이르기까지, 내경이 일정하게 되어 있다. 본 제 2 실시형태에 따른 연소기(14)는, 연소통(36)의 구성이 간략화되므로, 연소기(14)의 가공성이 향상하는 동시에 코스트 저감이 된다.
- [0093] 도 6은, 본 제 2 실시형태의 변형예에 따른 연소기(14)의 구성을 도시한다. 도 6에 도시하는 연소기(14)는, 공기유로(58)의 하류 단부에, 공기유로(58)로 흐르는 공기량을 제한하는 제한 부재인 수직 링(70)이 마련된다. 수직 링(70)은, 공기유로(58)의 출구를 막도록 배치된 원환 형상으로 되어 있다. 수직 링(70)에는, 연소통(36)의 내벽면(66)을 냉각하기 위한 공기를 배출하는 공기 배출구(60A)가 마련된다.
- [0094] 도 6에 도시되는 연소기(14)는, 수직 링(70)이 마련되는 것에 의해, 공기유로(58)에 흐르는 공기량을 제어할 수 있고, 또한 공기유로(58)의 상류측으로 연소 화염이 역화하는 것을 방지할 수 있다.
- [0095] 또한, 출구 외측 링(50)의 단부 부근에, 공기유로(58)로부터 공기를 배출하는 공기 배출구(60B)가 마련되어도 좋다. 공기 배출구(60B)로부터 배출되는 공기에 의해서, 출구 외측 링(50)의 단부가 냉각되게 된다.
- [0096] 도 7은, 본 제 2 실시형태의 다른 변형예에 따른 연소기(14)의 구성을 도시한다. 도 7에 도시되는 연소기(14)는, 수직 링(70)에 공기 배출구(60A)를 겸한 음향상자(68)가 마련된다. 이것에 의해 또한, 연소기(14)는 빈 영역을 유효하게 이용할 수 있어 연소통(36)의 외주에 음향상자(68)를 마련할 필요가 없어진다.
- [0097] (제 3 실시형태)
- [0098] 이하, 본 발명의 제 3 실시형태에 대해 설명한다.
- [0099] 도 8은, 본 제 3 실시형태에 따른 연소기(14)의 구성을 도시한다. 또한, 도 8에 있어서의 도 2와 동일한 구성 부분에 대해서는 도 2와 동일한 부호를 부여하고, 그 설명을 생략한다.
- [0100] 본 제 3 실시형태에 따른 연소기(14)가 구비하는 연소통(36)은, 출구 외측 링(50)의 단부보다 하류측에서 내경이 서서히 확대한다. 즉, 연소통(36)은, 출구 외측 링(50)의 단부보다 하류측에서 큰 형상(원추형)이 되어 있다.
- [0101] 연소통(36)의 내경이 확대되는 영역에는, 필름 공기 배출 구멍(64) 및 음향상자(68)가 마련된다. 또한, 본 제 3 실시형태에서는, 음향상자(68)가 압축 공기를 집어넣어, 압축 공기를 배출하는 복수의 배출 구멍을 구비함으로써, 필름 공기 배출 구멍(64)을 겸한 구성이 여겨진다. 또한, 도 8에 도시되는 음향상자(68)의 형상은 일례이며, 이에 한정되지 않는다.
- [0102] 본 제 3 실시형태에 따른 연소기(14)는, 연소통(36)의 내벽면(66) 부근의 저유속 영역을 배제할 수 있다. 이것에 의해, 연소를 연소통(36)의 내벽면(66)으로부터 떨어진 고 유속장으로 이동시킬 수 있어 연소 영역이 종래의 위치보다 하류측으로 이동한다. 그 결과, 연소에 의한 발열 및 고온 영역이 하류측으로 이동하는 것에 의해, 연소 가스의 고온 체류 시간의 단축, 연소까지의 혼합 거리가 길어지는 것에 의한 최고 화염 온도의 저하가 생겨 NOx의 생성량이 감소한다.
- [0103] 또한, 연소통(36)이 확대한 내경의 축심에 대한 경사각은, 공기가 연소통(36)의 내벽면(66)으로부터 박리하지 않는 각도, 예를 들면, 7도 내지 45도의 범위가 바람직하다. 즉, 도 8에 도시되는 바와 같이, 축방향 길이(L)와 돌출 길이(H)의 관계는,  $L=1H$  내지  $8H$ 이다.
- [0104] 예를 들면,  $L=8H$ 와 같이, 축방향 길이(L)가 보다 긴 경우, 보다 역화가 억제되게 되므로, 필름 공기 등의 냉각용의 공기를 감소할 수 있다.
- [0105] (제 4 실시형태)
- [0106] 이하, 본 발명의 제 4 실시형태에 대해 설명한다.
- [0107] 도 9는, 본 제 4 실시형태에 따른 연소기(14)의 구성을 도시한다. 또한, 도 9에 있어서의 도 8과 동일한 구성 부분에 대해서는 도 8과 동일한 부호를 부여하고, 그 설명을 생략한다.
- [0108] 본 제 4 실시형태에 따른 연소기(14)가 구비하는 파일럿 노즐(40)의 선단은, 파일럿 콘(42)의 단부 부근에 위치한다.

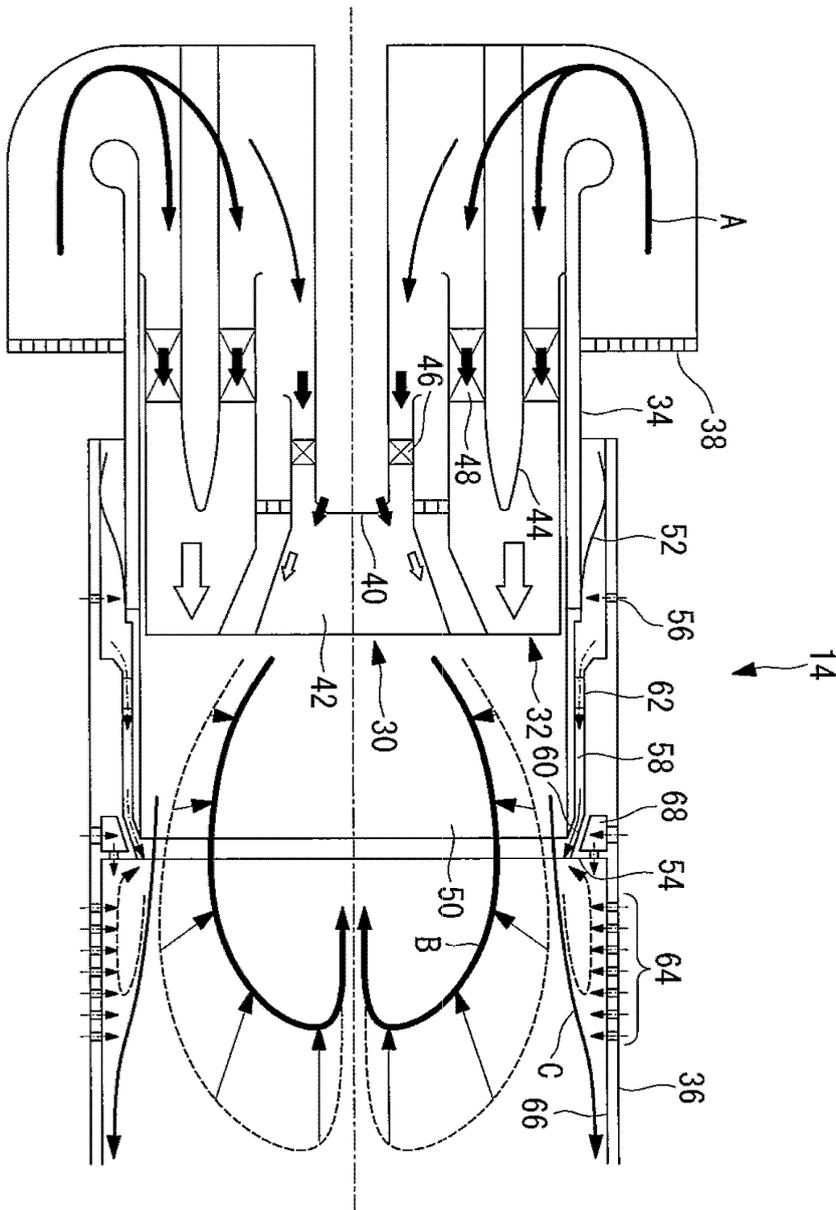


도면

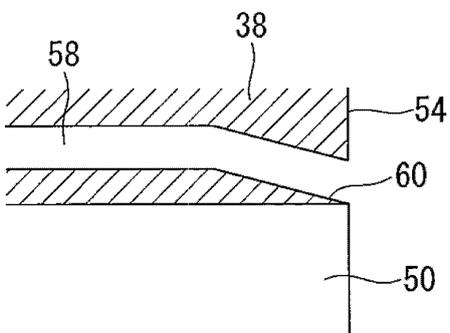
도면1



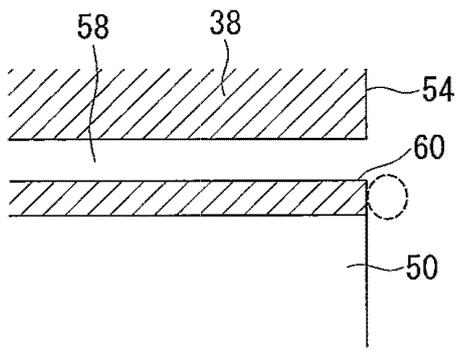
도면2



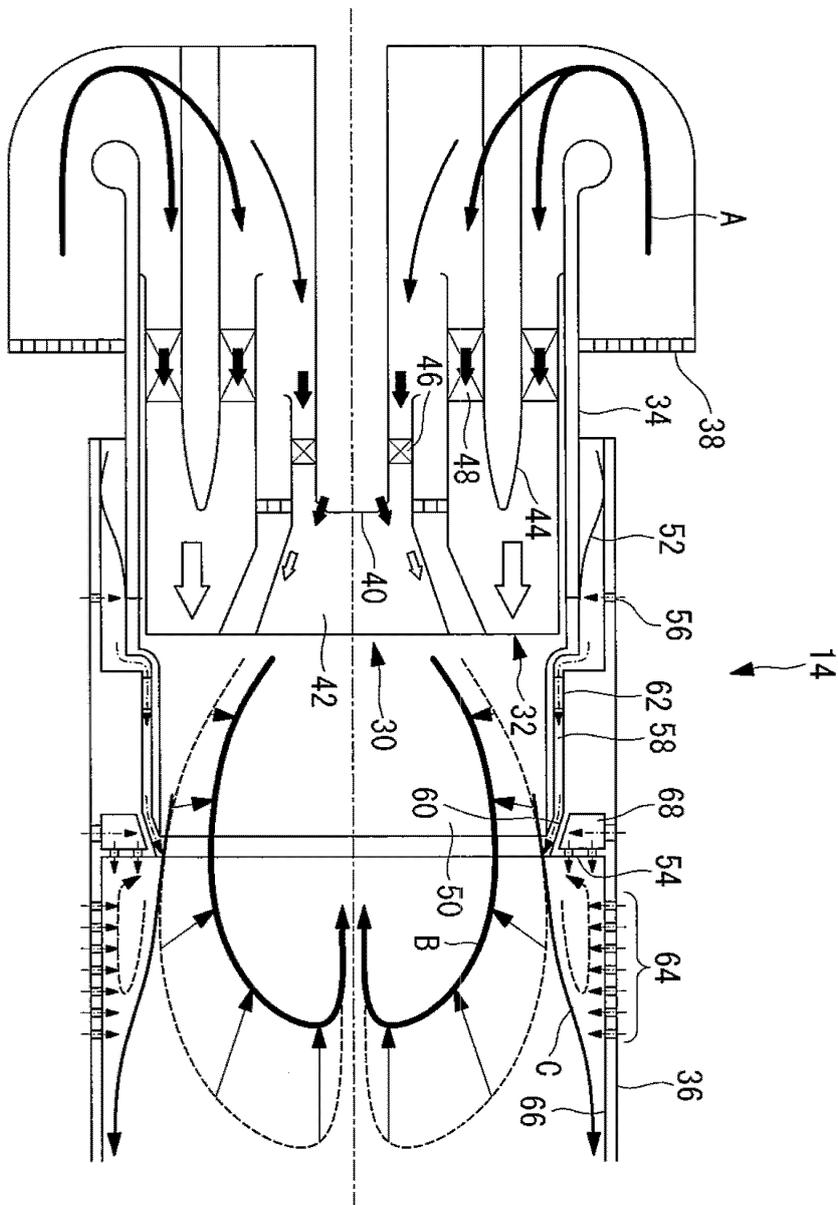
도면3a



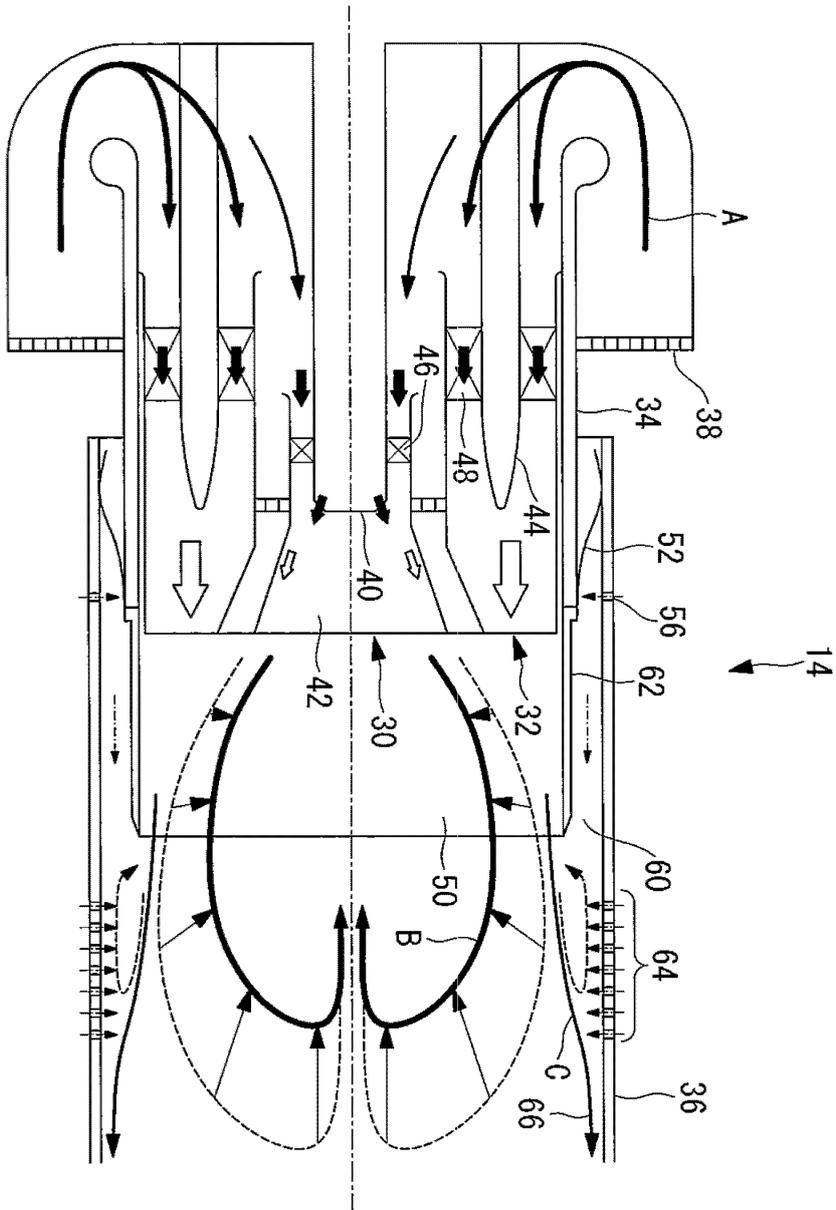
도면3b



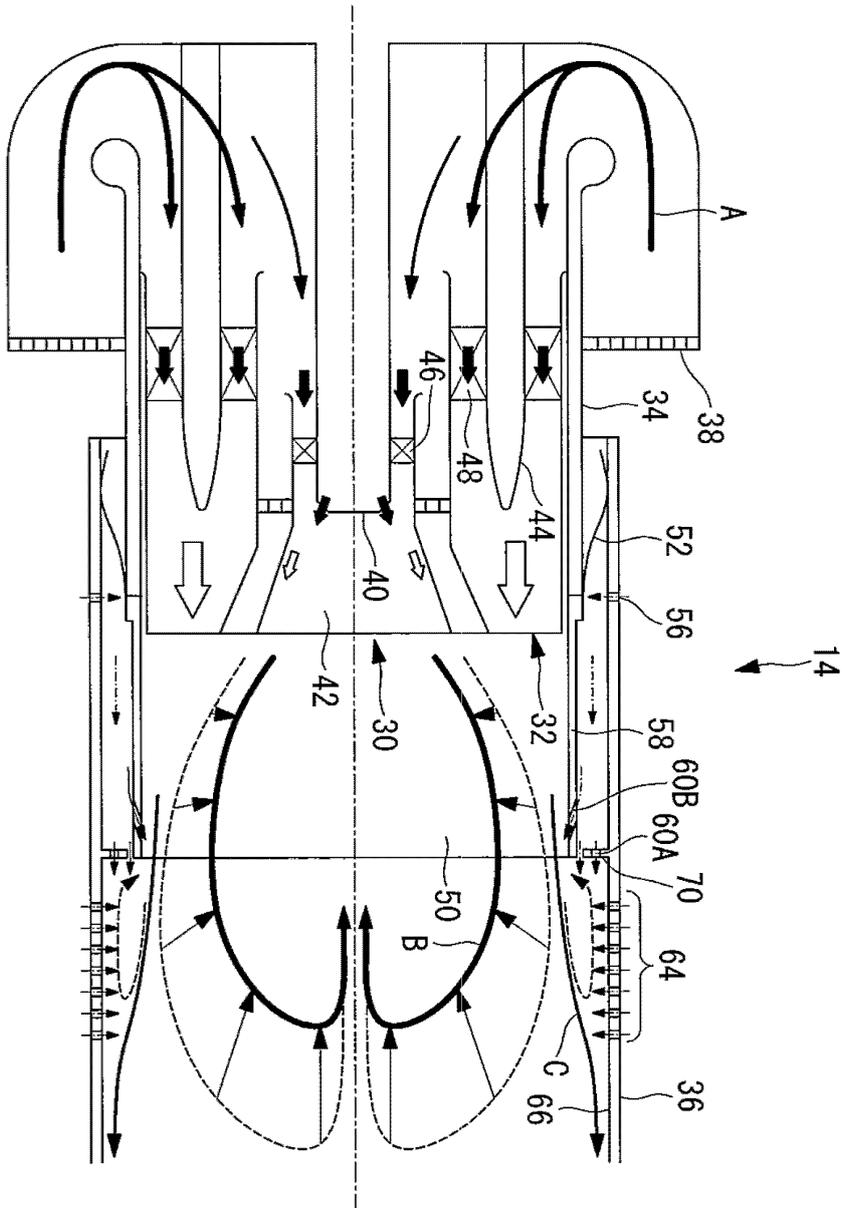
도면4



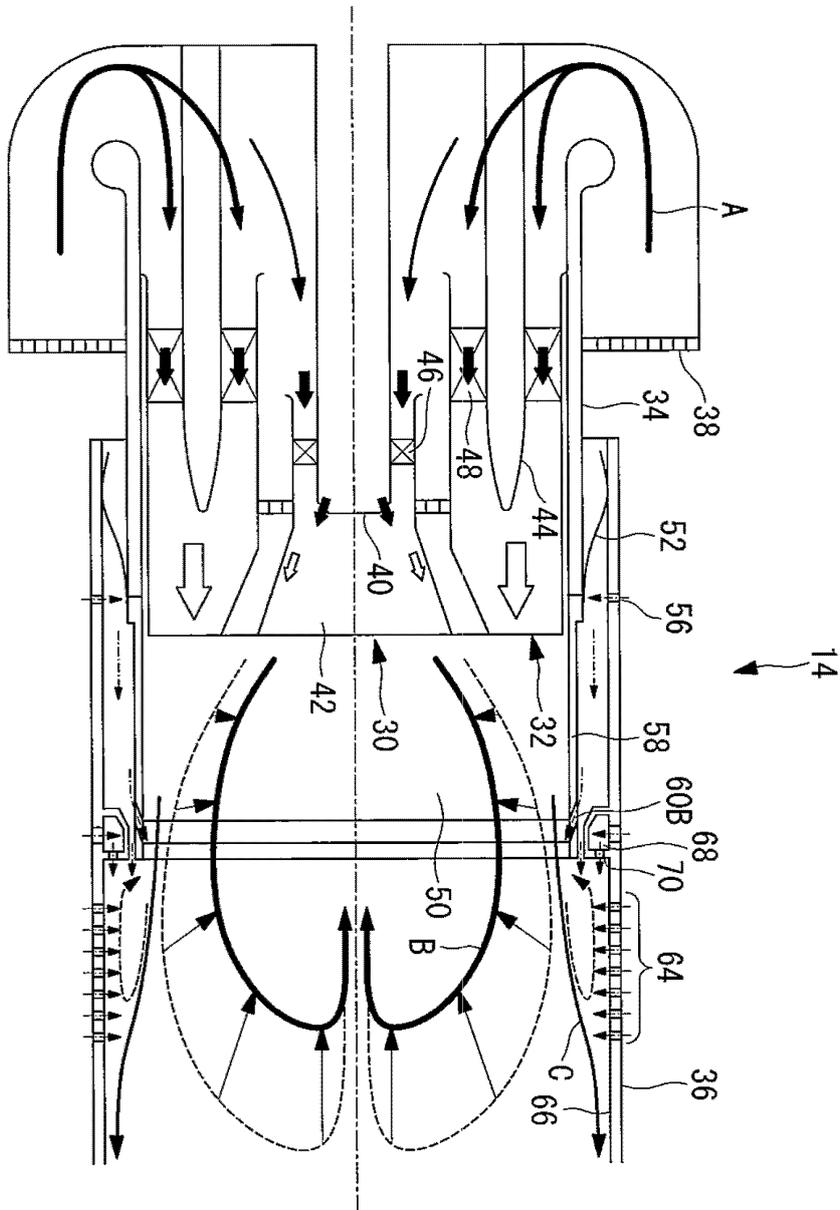
도면5



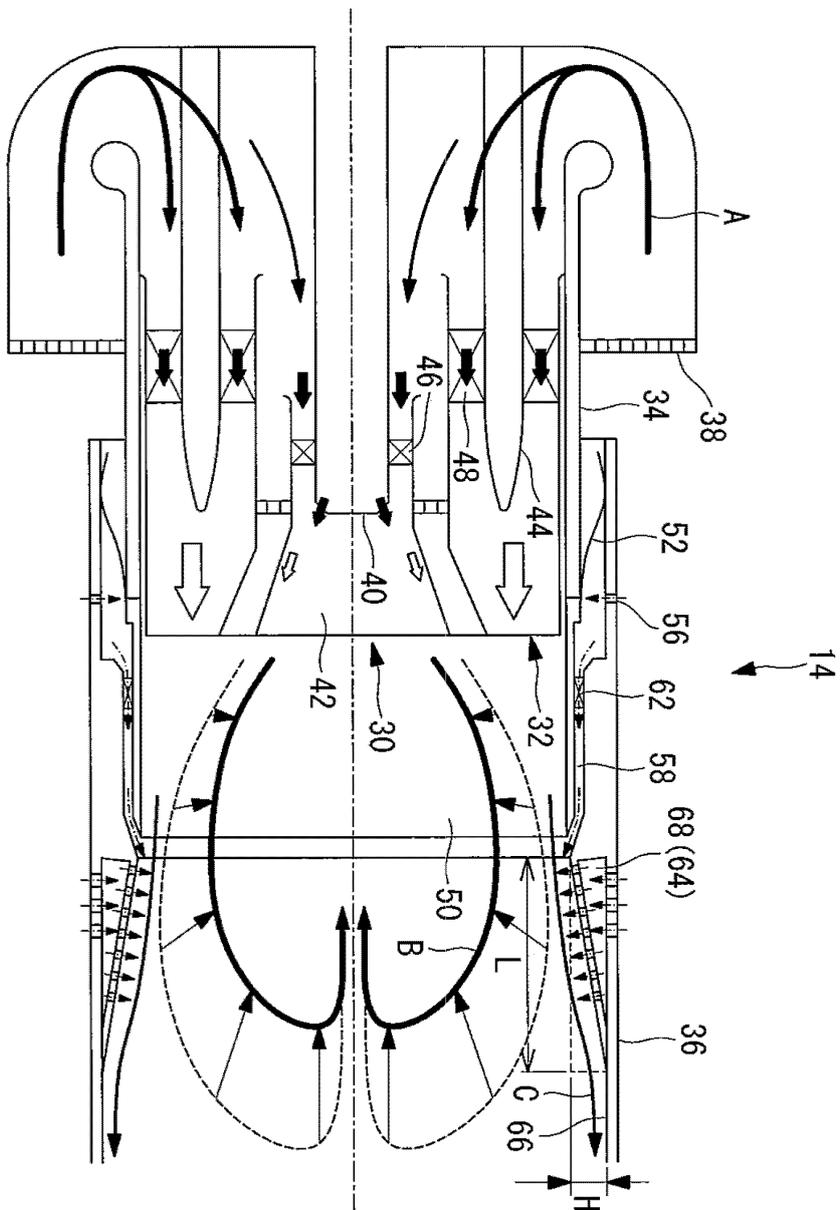
도면6



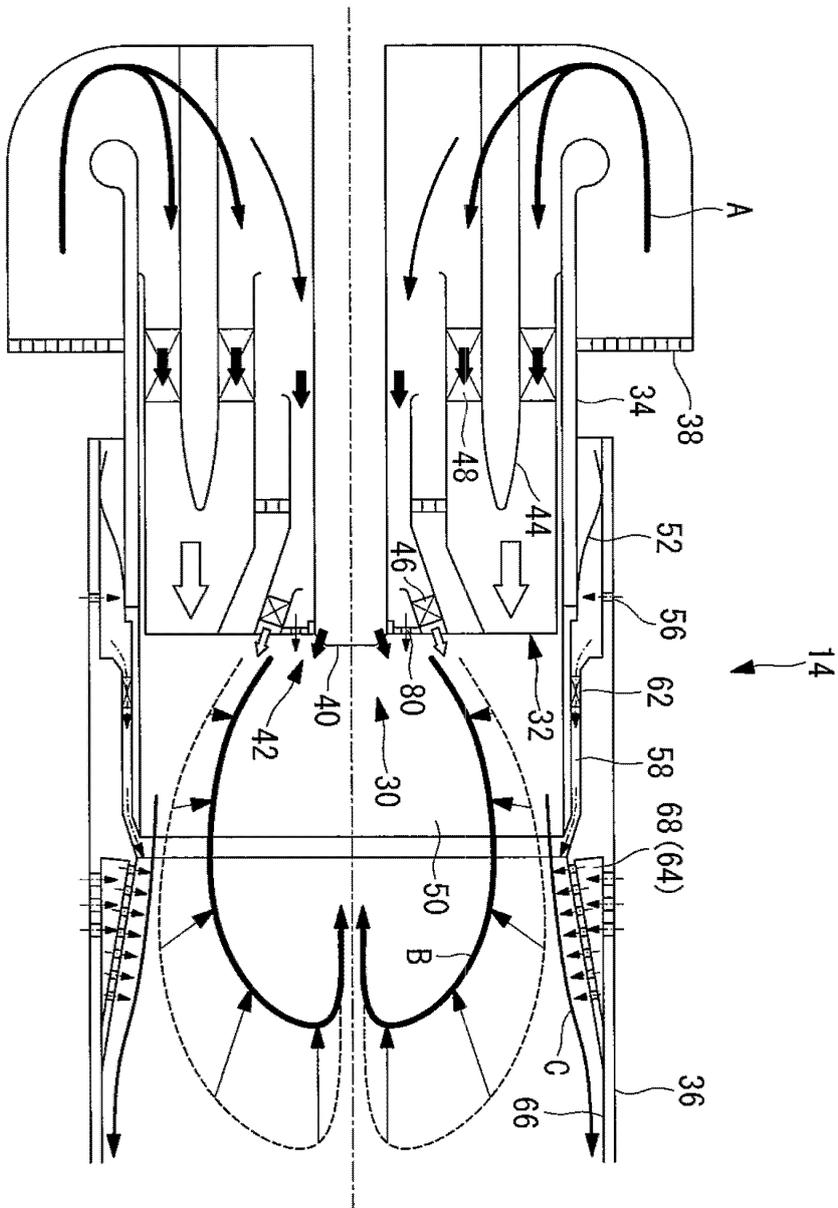
도면7



도면8



도면9



도면10

