



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월17일  
(11) 등록번호 10-1962583  
(24) 등록일자 2019년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F23D 1/02 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
F23D 1/02 (2013.01)  
F23D 2201/10 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7002743  
(22) 출원일자(국제) 2016년06월22일  
심사청구일자 2018년01월29일  
(85) 번역문제출일자 2018년01월29일  
(65) 공개번호 10-2018-0022909  
(43) 공개일자 2018년03월06일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2016/068469  
(87) 국제공개번호 WO 2017/002675  
국제공개일자 2017년01월05일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2015-131146 2015년06월30일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
EP00690264 A2  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
미쓰비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키키가이샤  
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이  
3쵸메 3-1  
(72) 발명자  
다니구치 마사유키  
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이  
3쵸메 3-1 미쓰비시 히타치 파워 시스템즈 가부시  
키키가이샤 내  
바바 아키라  
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이  
3쵸메 3-1 미쓰비시 히타치 파워 시스템즈 가부시  
키키가이샤 내  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 9 항

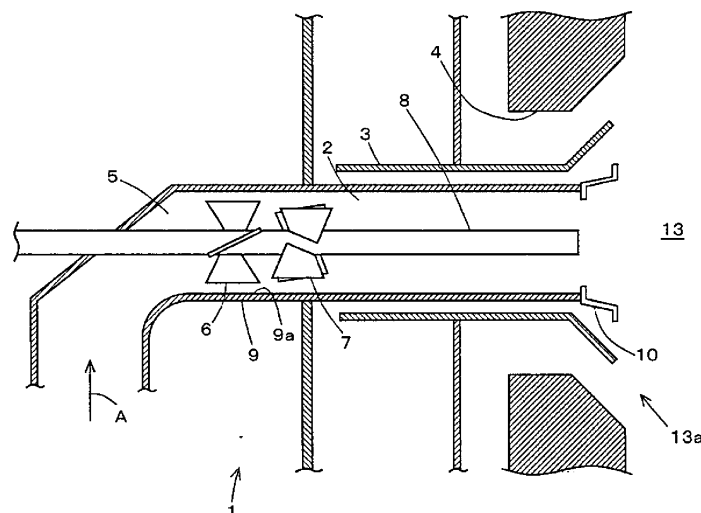
심사관 : 이새봄

(54) 발명의 명칭 고체 연료 버너

(57) 요약

버너 중심축 주위에 마련되며, 화로(13)에 면하는 개구를 갖는 직관부(2)와, 직관부(2)에 연속하는 곡관부(5)를 구비하고, 곡관부(5)를 흐르는 고체 연료와 그 반송 기체의 혼합 유체를 개구로부터 화로(13)에 분출하는 노즐(9)과, 직관부(2)의 버너 중심축측에서 혼합 유체에 선회를 부여하는 제 1 선회기(6)와, 제 1 선회기(6)의 하류의 버너 중심축측에서 혼합 유체에 제 1 선회기(6)와는 반대의 선회를 부여하는 제 2 선회기(7)를 마련한 고체 연료 버너(1)이다. 곡관부(5)로부터 흐르는 혼합 유체를 제 1 선회기(6)에 의해 중심축으로부터 직경 방향으로 이동시키고, 제 2 선회기(7)에 의해 역 선회를 가하는 것에 의해 선회 강도가 저감된다.

대표도 - 도1



- |  |  |
|--|--|
| <p>(52) CPC특허분류<br/>F23D 2201/20 (2013.01)</p> <p>(72) 발명자<br/><b>구라마시 고지</b><br/>일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이<br/>3쵸메 3-1 미즈비시 히타치 파워 시스템즈 가부시<br/>키가이샤 내</p> <p><b>이시이 쇼타</b><br/>일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이<br/>3쵸메 3-1 미즈비시 히타치 파워 시스템즈 가부시<br/>키가이샤 내</p> | <p>(56) 선행기술조사문헌<br/>EP02799770 A1<br/>EP02829800 A1<br/>JP08152105 A<br/>JP2012513012 A<br/>JP2013194993 A<br/>JP2756098 B2<br/>JP63271007 A<br/>KR1020010047467 A<br/>US20150010671 A1</p> |
|--|--|
-

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

화로의 벽면의 스로트에 마련된 고체 연료 버너에 있어서,

버너 중심축 주위에 마련되며, 화로를 향하여 개구를 갖는 직관부와, 상기 직관부에 연속하는 곡관부를 구비하고, 곡관부에 공급되는 고체 연료와 그 반송 기체의 혼합 유체를 직관부의 개구로부터 화로에 분출하는 연료 노즐과,

상기 직관부 내의 버너 중심축측에 마련되는 동시에, 상기 연료 노즐의 내벽으로부터 이격되어 마련되며, 혼합 유체에 선회를 부여하는 제 1 선회 수단과,

상기 제 1 선회 수단의 혼합 유체의 흐름 방향 하류의 버너 중심축측에 마련되는 동시에, 상기 연료 노즐의 내벽으로부터 이격되어 마련되며, 혼합 유체에 제 1 선회 수단과는 역 방향의 선회를 부여하는 제 2 선회 수단으로서, 상기 제 2 선회 수단에 의한 선회 성분이 잔류하지 않도록 상기 직관부의 개구로부터 상기 혼합 유체의 반송 방향의 상류측에 미리 설정된 간극을 두고 배치된 상기 제 2 선회 수단을 마련한 것을 특징으로 하는

고체 연료 버너.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 직관부의 개구 외주에 보焰기를 마련한 것을 특징으로 하는

고체 연료 버너.

#### 청구항 3

화로의 벽면의 스로트에 마련된 고체 연료 버너에 있어서,

버너 중심축 주위에 마련되며, 화로를 향하여 개구를 갖는 직관부와, 상기 직관부에 연속하는 곡관부를 구비하고, 곡관부에 공급되는 고체 연료와 그 반송 기체의 혼합 유체를 직관부의 개구로부터 화로에 분출하는 연료 노즐과,

상기 직관부 내에 마련되고, 둘레 방향으로 설치된 복수의 블레이드로 구성되는 동시에, 상기 연료 노즐의 내벽으로부터 이격되어 마련되며, 혼합 유체에 선회를 부여하는 제 1 선회기와,

상기 직관부 내의 제 1 선회기의 혼합 유체의 흐름 방향 하류에 마련되며, 둘레 방향으로 설치된 복수의 블레이드로 구성되는 동시에, 상기 연료 노즐의 내벽으로부터 이격되어 마련되며, 상기 제 1 선회기의 블레이드의 설치 방향과는 역 방향으로 설치된 제 2 선회기로서, 상기 제 2 선회기에 의한 선회 성분이 잔류하지 않도록 상기 직관부의 개구로부터 상기 혼합 유체의 반송 방향의 상류측에 미리 설정된 간극을 두고 마련된 상기 제 2 선회기를 마련한 것을 특징으로 하는

고체 연료 버너.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 직관부의 개구 외주에 보焰기를 마련한 것을 특징으로 하는

고체 연료 버너.

#### 청구항 5

삭제

## 청구항 6

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 제 2 선회기의 각 블레이드의 버너 중심축 방향에 대한 설치 각도가 제 1 선회기의 각 블레이드의 버너 중심축 방향에 대한 설치 각도와 동일 또는 그것보다 작아지도록, 상기 제 2 선회기의 각 블레이드가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는

고체 연료 버너.

## 청구항 7

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 제 2 선회기의 각 블레이드의 직경 방향의 길이가 제 1 선회기의 각 블레이드의 직경 방향의 길이와 동일 또는 그것보다 짧은 것을 특징으로 하는

고체 연료 버너.

## 청구항 8

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 제 2 선회기의 각 블레이드의 횡폭이 제 1 선회기의 각 블레이드의 횡폭과 동일 또는 그것보다 작은 것을 특징으로 하는

고체 연료 버너.

## 청구항 9

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 곡관부 내에 고체 연료 입자의 분산기를 마련한 것을 특징으로 하는

고체 연료 버너.

## 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 분산기는, 버너 중심축에 마련한 오일 버너의, 혼합 유체의 흐름에 대향하는 측인, 측면에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는

고체 연료 버너.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 석탄이나 바이오매스 등을 연료로 하는 고체 연료 버너에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 고체 연료를 이용한 연소 장치에 있어서, 안정된 작화나 보업을 달성하기 위해서는, 버너 출구의 보업부에 충분한 농도의 연료를 포함하는 혼합 유체(연료 및 그 반송 기체와의 혼합 유체)를 공급하는 것이 요구된다. 버너 내부에서 고체 연료의 농축을 도모하는 종래 기술로서는, 하기 특허문헌 1 및 특허문헌 2가 있다.

[0003] 특허문헌 1에는, 고체 연료와 그 반송 기체의 혼합 유체를 분출하는, 곡관부와 직관부를 갖는 미분탄관에 있어서, 곡관부의 직후에, 유로를 중심축 부근에 좁아지는 스로틀부를 마련하고, 직관부의 출구 바로 앞의 선회기(스윙러)에 의해 유체의 흐름에 선회를 가하여 화로에 분출, 연소하는 미분탄 버너가 개시되어 있다.

[0004] 특허문헌 2에는, 도 21에 도시하는 미분탄 버너(21)가 개시되어 있다. 고체 연료와 그 반송 기체의 혼합 유체를 분출하는, 곡관부(25)와 직관부(22)를 갖는 미분탄 공급관(29)에 있어서, 직관부(22)의 중심축에는 액체 연

료 분사관(28)이 마련되고, 미분탄 공급관(29)의 주위에는 2차 공기 공급관(23)과 3차 공기 공급관(24)이 배치되고, 화로(13)를 향하여 2차 공기류와 3차 공기류가 공급된다. 또한, 곡관부(25)의 혼합 유체의 흐름의 하류에 선회 블레이드(26)를 마련하는 것에 의해 둘레 방향의 미분탄 농도를 균일하게 하고, 버너 출구 근방에 선회도 조정 블레이드(27)를 설치하여 흐름의 선회 강도를 저감하고, 직진류에 가까워지는 것에 의해 미분탄의 화염의 착화성을 향상시키는 구성이 개시되어 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 제 평2-50008 호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 제 2756098 호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 상기 특허문헌 1에 기재된 구성에 의하면, 출구부 바로 앞의 선회기에 의해 혼합 유체에 선회를 가함으로써, 화로 내에 분산시켜, 착화성이나 보염성을 확보하고 있다. 그러나, 혼합 유체가 노 내에 과도하게 퍼지면, 2차 공기나 3차 공기 등의 연소용 공기와 조기 혼합되어 질소산화물( $\text{NO}_x$ )의 저감화에는 불리하게 된다.

[0007] 상기 특허문헌 2에 기재된 구성에 의하면, 미분탄 공급관의 굽힘부 부근의 선회 블레이드와 출구 부근의 조정 블레이드에 의해, 노 내에 투입하는 혼합 유체를 최적의 선회도로 조정할 수 있다.

[0008] 한편, 미분탄은, 혼합 유체의 흐름장 중에서 미분탄의 국소 농도가 짙은 부분으로부터 착화되고, 주위에 화염이 번진다. 즉, 미분탄의 착화성을 향상시키기 위해서는, 흐름장 중에 국소적으로 미분탄 농도가 짙은 부분을 만들 필요가 있다. 이것은, 특히 미분탄의 평균 농도가 낮은 저부하시의 연소 안정성을 향상시키기 위해서 중요하다.

[0009] 따라서, 혼합 유체 중의 미분탄 농도는 어느 정도 불균일한 것이 좋으며, 버너의 개구 연부(연료 노즐의 단연부), 또는 그곳에 마련한 보염기에 미분탄 농도가 짙은 부분이 형성되도록 하는 것에 의해 착화성이 높아져, 보다 낮은 부하에서도 안정 연소시킬 수 있다.

[0010] 그렇지만, 상기 특허문헌 2에서는 둘레 방향의 미분탄 농도를 균일하게 하는 것에 주안점을 두고 있으며, 특별히 낮은 부하의 경우에는 둘레 방향으로 균등하게 착화 하한 농도를 하회하게 되는 경우도 있다. 그 결과, 화염의 착화가 곤란해져, 안정 연소를 유지할 수 없게 된다.

[0011] 또한, 특허문헌 2의 조정 블레이드는 미분탄 공급관의 축심과 거의 평행을 이루도록 복수의 블레이드가 관의 내벽에 장착된 정류판이다. 따라서, 관의 축심 방향의 길이가 어느 정도 되지 않으면, 선회도를 저감하기 위한 작용은 얻지 못하고, 블레이드의 대형화, 나아가서는 버너의 대형화를 초래한다. 또한, 선회 블레이드와 조정 블레이드의 설치나 장착에도 수고와 시간이 들기 때문에, 유지 보수성이나 설치 비용의 면에서도 바람직하지 않다.

[0012] 본 발명의 과제는, 연료 농도가 낮은 저부하시라도 착화성, 화염의 안정성이 뛰어나고, 저비용으로 유지 보수성이 뛰어난 고체 연료 버너를 제공하는 것에 있다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 상기 본 발명의 과제는 하기의 구성을 채용하는 것에 의해 달성할 수 있다.

[0014] 청구항 1에 기재된 발명은, 화로(13)의 벽면의 스포트(13a)에 마련된 고체 연료 버너(1)로서, 버너 중심축 주위에 마련되며, 화로(13)를 향하여 개구를 갖는 직관부(2)와, 상기 직관부(2)에 연속하는 곡관부(5)를 구비하며, 곡관부(5)에 공급되는 고체 연료와 그 반송 기체의 혼합 유체를 직관부(2)의 개구로부터 화로(13)에 분출하는 연료 노즐(9)과, 상기 직관부(2) 내의 버너 중심축측에 마련되는 동시에, 상기 연료 노즐(9)의 내벽(9a)으로부터 이격되어 마련되며, 혼합 유체에 선회를 부여하는 제 1 선회 수단(6)과, 상기 제 1 선회 수단(6)의 혼합 유체의 흐름 방향 하류의 버너 중심축측에 마련되는 동시에, 상기 연료 노즐(9)의 내벽(9a)으로부터 이격되어 마

런되며, 혼합 유체에 제 1 선회 수단(6)과는 역 방향의 선회를 부여하는 제 2 선회 수단(7)으로서, 상기 제 2 선회 수단(7)에 의한 선회 성분이 잔류하지 않도록 상기 직관부(2)의 개구로부터 상기 혼합 유체의 반송 방향의 상류측에 미리 설정된 간극을 두고 배치된 상기 제 2 선회 수단(7)을 마련한 것을 특징으로 하는 고체 연료 버너이다.

[0015] 청구항 2에 기재된 발명은, 상기 직관부(2)의 개구 외주에 보염기(10)를 마련한 것을 특징으로 하는 청구항 1에 기재된 고체 연료 버너이다.

[0016] 청구항 3에 기재된 발명은, 화로(13)의 벽면의 스로트(13a)에 마련된 고체 연료 버너(1)로서, 버너 중심축 주위에 마련되며, 화로(13)를 향하여 개구를 갖는 직관부(2)와, 상기 직관부(2)에 연속하는 곡관부(5)를 구비하고, 곡관부(5)에 공급되는 고체 연료와 그 반송 기체의 혼합 유체를 직관부(2)의 개구로부터 화로(13)에 분출하는 연료 노즐(9)과, 상기 직관부(2) 내에 마련되며, 둘레 방향으로 설치된 복수의 블레이드(6a)로 구성되는 동시에, 상기 연료 노즐(9)의 내벽(9a)으로부터 이격되어 마련되고, 혼합 유체에 선회를 부여하는 제 1 선회기(6)와, 상기 직관부(2) 내의 제 1 선회기(6)의 혼합 유체의 흐름 방향 하류에 마련되며, 둘레 방향으로 설치된 복수의 블레이드(7a)로 구성되는 동시에, 상기 연료 노즐(9)의 내벽(9a)으로부터 이격되어 마련되며, 상기 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)의 설치 방향과는 역 방향으로 설치된 제 2 선회기(7)로서, 상기 제 2 선회기(7)에 의한 선회 성분이 잔류하지 않도록 상기 직관부(2)의 개구로부터 상기 혼합 유체의 반송 방향의 상류측에 미리 설정된 간극을 두고 배치된 상기 제 2 선회기(7)를 마련한 것을 특징으로 하는 고체 연료 버너이다.

[0017] 청구항 4에 기재된 발명은, 상기 직관부(2)의 개구 외주에 보염기(10)를 마련한 것을 특징으로 하는 청구항 3에 기재된 고체 연료 버너이다.

[0018] 삭제

[0019] 청구항 6에 기재된 발명은, 상기 제 2 선회기(7)의 각 블레이드(7a)의 버너 중심축 방향에 대한 설치 각도가 제 1 선회기(6)의 각 블레이드(6a)의 버너 중심축 방향에 대한 설치 각도와 동일 또는 그것보다 작아지도록, 상기 제 2 선회기(7)의 각 블레이드(7a)가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 청구항 3 또는 청구항 4에 기재된 고체 연료 버너이다.

[0020] 청구항 7에 기재된 발명은, 상기 제 2 선회기(7)의 각 블레이드(7a)의 직경 방향의 길이가 제 1 선회기(6)의 각 블레이드(6a)의 직경 방향의 길이와 동일 또는 그것보다 짧은 것을 특징으로 하는 청구항 3 또는 청구항 4에 기재된 고체 연료 버너이다.

[0021] 청구항 8에 기재된 발명은, 상기 제 2 선회기(7)의 각 블레이드(7a)의 휨폭이 제 1 선회기(6)의 각 블레이드(6a)의 휨폭과 동일 또는 그것보다 작은 것을 특징으로 하는 청구항 3 또는 청구항 4에 기재된 고체 연료 버너이다.

[0022] 청구항 9에 기재된 발명은, 상기 곡관부(5) 내에 고체 연료 입자의 분산기(14)를 마련한 것을 특징으로 하는 청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 기재된 고체 연료 버너이다.

[0023] 청구항 10에 기재된 발명은, 상기 분산기(14)는, 버너 중심축에 마련한 오일 버너(8)의, 혼합 유체의 흐름에 대향하는 측의 측면에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 청구항 9에 기재된 고체 연료 버너이다.

[0024] (작용)

[0025] 미분탄 등의 고체 연료의 착화성을 향상시키려면, 버너 출구 연부, 또는 그곳에 마련한 보염기 근방에서의 연료 농도를 증가시키는 것이 필요하다. 보염기에 의해 와류(vortex flow)가 형성되는 것에 의해, 보염기 근방에서 상시 연소의 불씨가 되는 화염이 형성되기 때문에, 연료의 연소가 촉진된다. 와류는 고체 연료와 반송 기체의 혼합을 촉진하는 동시에, 역 방향의 흐름이기도 하므로 화염을 보지하기 쉽게 하는 작용이 있다. 그리고, 연료를 착화시키려면 연료 농도를 어느 일정값 이상으로 할 필요가 있으므로, 연료의 평균 농도가 낮은 저부하시에, 버너 출구 연부나 보염기 근방에서의 연료 농도를 증가시키는 것이 특히 중요하다.

[0026] 발명자들은, 혼합 유체의 선회류에 의한 원심 효과를 이용하여, 연료 노즐의 출구 외주에 있는 보염기 근방에서의 연료 농도를 증가시키는 것을 고려했다. 보염기 근방에서의 연료 농도를 증가시키기 위해서는, 연료 노즐의 중심부를 흐르는 연료를 외주측으로 이동시키는 것이 중요하다. 한편, 연료 노즐의 외주측(노즐의 내벽 근방)을 흐르는 연료는 이동시킬 필요는 없다.

- [0027] 고체 연료가 통과하는 유로의 버너 입구의 곡관부에 있어서는, 원심력에 의한 편류에 의해 고체 연료 농도가 높은 영역으로부터 낮은 영역까지의 농도 분포가 생기기 쉽다. 이 때문에, 곡관부의 하류의 버너 중심축측에, 제 1 선회 수단을 마련하고, 버너 중심부를 흐르는 연료를 직경 방향(외주측)으로 이동시킨다.
- [0028] 한편, 연료 노즐의 출구에서 혼합 유체에 강한 선회가 가해져 있으면, 고체 연료가 화로 내의 버너 외주측으로 비산한다. 이 현상이 발생하면, 화염의 안정성이 저하되고, NOx의 배출량이 증가한다. 따라서, 혼합 유체가 화로 내에 분출되기 전에 선회 강도를 약하게 할 필요가 있다. 그래서, 제 1 선회 수단의 혼합 유체의 흐름 방향의 하류에 제 1 선회 수단과는 역 방향으로 선회를 가하는 제 2 선회 수단을 마련하는 것에 의해, 선회 강도를 단번에 저감할 수 있다.
- [0029] 즉, 청구항 1에 기재된 발명에 의하면, 곡관부에 의해 농도 분포가 생긴 혼합 유체를 제 1 선회 수단에 의해 중심축측으로부터 직경 방향으로 이동시켜, 내벽 근방의 연료 농도를 증가시키고, 또한 제 2 선회 수단에 의해 역 선회를 가하는 것에 의해 선회 강도를 단번에 저감할 수 있다. 따라서, 혼합 유체의 유로 길이를 확보할 필요도 없어, 연료 노즐이나 버너의 대형화를 초래하는 일은 없다. 그리고, 혼합 유체의 선회력이 약해지는 것에 의해, 연료 노즐 출구에 있어서의 착화성이 양호해져, 화염의 안정성이 향상된다.
- [0030] 또한, 청구항 3에 기재된 발명에 의해서도, 곡관부에 의해 농도 분포가 생긴 혼합 유체에 제 1 선회기에 의해 선회를 가하는 것에 의해, 내벽 근방의 연료 농도를 증가시키고, 또한 제 2 선회기에 의해 역 선회를 가하는 것에 의해 선회 강도를 단번에 저감할 수 있다. 또한, 제 1 선회기와 제 2 선회기를 각각 둘레 방향으로 설치한 복수의 블레이드로 구성하는 것에 의해, 간소한 구성이 되어, 이들 선회기를 용이하게 형성할 수 있다.
- 또한, 청구항 1이나 청구항 3에 기재된 발명에 의하면, 제 1 선회 수단이나 제 2 선회 수단(제 1 선회기나 제 2 선회기)은 연료 노즐의 내벽측으로부터 이격되어 마련되어 있다. 따라서, 버너 중심부를 흐르는 연료는 직경 방향으로 이동하지만, 블레이드의 단부와 연료 노즐의 내벽면을 흐르는, 연료 노즐의 내벽 근방의 혼합 유체는 선회에 의한 작용을 대부분 받지 않고, 그대로 직진하여, 출구로 향하는 흐름이 된다. 따라서, 선회 강도를 약하게 하는 작용도 커서, 내벽 근방의 고체 연료가 버너 외주로 비산하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 각 선회기의 블레이드의 설치나 장착이 용이해진다.
- 또한, 청구항 1이나 청구항 3에 기재된 발명에 의하면, 제 2 선회 수단(제 2 선회기)은, 제 2 선회기에 의한 선회 성분이 잔류하지 않도록 직관부의 개구로부터 혼합 유체의 반송 방향의 상류측에 미리 설정된 간극을 두고 배치되어 있다. 따라서, 석탄 입자가 화로 내에 넓게 흩어지는 것을 억제할 수 있고, NOx 농도가 높게 되는 것을 억제할 수 있다.
- [0031] 또한, 청구항 2나 청구항 4에 기재된 발명에 의하면, 상기 청구항 1이나 청구항 3에 기재된 발명의 작용에 부가하여, 연료 노즐 출구에 마련한 보염기에 의해 화염의 착화성이나 보염성이 한층 양호해져, 화염의 안정성의 향상 효과가 높다.
- [0032] 삭제
- [0033] 또한, 제 1 선회기에 의해 선회가 가해진 혼합 유체에 제 2 선회기에 의해 역 선회를 가할 때에, 제 2 선회기의 각 블레이드의 버너 중심축 방향에 대한 설치 각도나 각 블레이드의 직경 방향의 길이, 각 블레이드의 횡폭 등을 제 1 선회기의 각 블레이드의 그들과는 상이하도록 하는 것에 의해, 선회의 강도를 변경할 수 있다.
- [0034] 제 2 선회기의 각 블레이드의 설치 각도를 제 1 선회기의 각 블레이드의 설치 각도보다 크게 한 경우나, 제 2 선회기의 각 블레이드의 직경 방향의 길이를 제 1 선회기의 각 블레이드의 직경 방향의 길이보다 길게 한 경우나, 제 2 선회기의 각 블레이드의 횡폭을 제 1 선회기의 각 블레이드의 횡폭보다 크게 한 경우는, 중심축 부근뿐만 아니라, 외주측의 혼합 유체에도 강한 역 선회를 가하게 된다.
- [0035] 그래서, 청구항 6에 기재된 발명에 의하면, 상기 청구항 3 또는 청구항 4에 기재된 발명의 작용에 부가하여, 제 2 선회기의 각 블레이드의 설치 각도가 제 1 선회기의 각 블레이드의 설치 각도와 동일 또는 그것보다 작은 것에 의해, 혼합 유체에 강한 역 선회가 가해지지 않고, 연료 노즐 출구에 있어서의 선회 강도를 적정하게 유지할 수 있다.
- [0036] 또한, 청구항 7에 기재된 발명에 의해서도, 상기 청구항 3 또는 청구항 4에 기재된 발명의 작용에 부가하여, 제 2 선회기의 각 블레이드의 직경 방향의 길이가 제 1 선회기의 각 블레이드의 직경 방향의 길이와 동일 또는 그것보다 짧은 것에 의해, 혼합 유체에 강한 역 선회가 가해지지 않고, 연료 노즐 출구에 있어서의 선회 강도를



적정하게 유지할 수 있다.

- [0037] 또한, 청구항 8에 기재된 발명에 의해서도, 상기 청구항 3 또는 청구항 4에 기재된 발명의 작용에 부가하여, 제 2 선회기의 각 블레이드의 횡폭이 제 1 선회기의 각 블레이드의 횡폭과 동일 또는 그것보다 작은 것에 의해, 혼합 유체에 강한 역 선회가 가해지지 않고, 연료 노즐 출구에 있어서의 선회 강도를 적정하게 유지할 수 있다.
- [0038] 또한, 혼합 유체는 곡관부를 경유하는 것에 의해, 원심력이 작용하기 때문에, 곡관부를 통과한 후의 고체 연료는 원심력의 작용 방향으로 편향된 상태가 된다. 그래서, 청구항 9에 기재된 발명에 의하면, 상기 청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 기재된 발명의 작용에 부가하여, 곡관부에 고체 연료 입자의 분산기를 마련하는 것에 의해, 혼합 유체 중의 고체 연료 입자의 편향이 저감된다.
- [0039] 또한, 청구항 10에 기재된 발명에 의하면, 상기 청구항 9에 기재된 발명의 작용에 부가하여, 분산기를, 버너 중심축의 오일 버너의, 혼합 유체의 흐름에 대항하는 측의 측면에 설치하는 것에 의해, 혼합 유체는 분산기에 부딪힌 후, 버너 중심축으로부터 직경 방향으로 우회하기 때문에, 고체 연료 입자를 연료 노즐의 외주측으로 분산시킬 수 있다.

### 발명의 효과

- [0040] 본 발명의 고체 연료 버너는, 연료 농도가 낮은 저부하시에 있어서의 화염의 안정성을 향상시킬 수 있다. 구체적으로는, 이하의 효과를 발휘한다.
- [0041] 청구항 1에 기재된 발명에 의하면, 연료 노즐의 내벽 근방의 연료 농도를 증가시키는 동시에, 연료 노즐 출구에서의 혼합 유체의 선회력을 약하게 하는 것에 의해, 착화성이나 화염의 안정성이 향상된다. 또한, 연료 노즐이나 버너의 대형화를 초래하는 일도 없다.
- [0042] 또한, 청구항 3에 기재된 발명에 의해서도, 내벽 근방의 연료 농도를 증가시키는 동시에, 연료 노즐 출구에서의 혼합 유체의 선회력을 약하게 하는 것에 의해, 착화성이나 화염의 안정성이 향상된다. 또한, 제 1 선회기와 제 2 선회기가 간소한 구성이므로, 버너의 대형화를 초래하는 일 없이, 이들 선회기를 용이하게 저비용으로 설치할 수 있다.
- 또한, 청구항 1이나 청구항 3 기재의 발명에 의하면, 고체 연료가 버너 외주로 비산하는 것을 방지할 수 있으므로, 또한 화염의 안정성이 향상되고, NOx 배출량이 저감된다. 또한, 각 선회기의 블레이드의 설치나 분리가 용이해져, 유지 보수성이 향상된다.
- 또한, 청구항 1이나 청구항 3에 기재의 발명에 의하면, 제 2 선회 수단(제 2 선회기)은, 제 2 선회기에 의한 선회 성분이 잔류하지 않도록 직관부의 개구로부터 혼합 유체의 반송 방향의 상류측에 미리 설정된 간극을 두고 배치되어 있다. 따라서, 석탄 입자가 화로 내에 넓게 흩어지는 것을 억제할 수 있고, NOx 농도가 높게 되는 것을 억제할 수 있다.
- [0043] 또한, 청구항 2나 청구항 4에 기재된 발명에 의하면, 상기 청구항 1이나 청구항 3에 기재된 발명의 효과에 부가하여, 보염기에 의해 연료 노즐 출구에 있어서의 화염의 착화성이나 보염성이 한층 양호해져, 화염의 안정성의 향상 효과가 한층 더 높아진다.
- [0044] 삭제
- [0045] 청구항 6 내지 청구항 8에 기재된 발명에 의하면, 상기 청구항 3 또는 청구항 4에 기재된 발명의 효과에 부가하여, 연료 노즐 출구에 있어서의 선회 강도를 적정하게 유지할 수 있어서, 착화성 및 화염의 안정성이 향상된다.
- [0046] 청구항 9에 기재된 발명에 의하면, 상기 청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 기재된 발명의 효과에 부가하여, 분산기에 의해 고체 연료 입자의 편향이 저감됨으로써, 그보다 하류측에서의 선회 효과를 한층 더 높일 수 있다.
- [0047] 청구항 10에 기재된 발명에 의하면, 상기 청구항 9에 기재된 발명의 작용에 부가하여, 혼합 유체는 분산기에 의해, 버너 중심축으로부터 직경 방향, 또한 둘레 방향으로 흐르고, 고체 연료 입자가 연료 노즐의 외주측으로 분산되는 것에 의해, 고체 연료 버너를 안정 연소시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명



[0048]

도 1은 본 발명의 일 실시예인 고체 연료 버너의 일부 단면을 도시하는 측면도(실시예 1)이다.

도 2의 (A)는 도 1의 제 1 선회기의 정면도(화로측에서 본 도면)이며, 도 2의 (B)는 도 2의 (A)의 S1에서 본 도면이며, 도 2의 (C)는 도 1의 제 2 선회기의 정면도이며, 도 2의 (D)는 도 2의 (C)의 S2에서 본 도면이다.

도 3의 (A)는 실시예 1의 버너의 반경 방향의 입자 농도 분포를 나타낸 도면이며, 도 3의 (B)는 비교로서 이용한 버너의 반경 방향의 입자 농도 분포를 나타낸 도면이다.

도 4는 실시예 1의 버너와 비교예의 버너의 버너 출구 근방의 선회 강도 분포를 나타낸 도면이다.

도 5는 고부하시에 있어서의, 실시예 1의 버너와 비교예의 버너의 출구 외주측 농도의 둘레 방향 분포를 비교한 도면이다.

도 6은 저부하시에 있어서의, 실시예 1의 버너와 비교예의 버너의 출구 외주측 농도의 둘레 방향 분포를 비교한 도면이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예인 고체 연료 버너의 일부 단면을 도시하는 측면도(실시예 2)이다.

도 8의 (A)는 도 7의 제 1 선회기의 정면도이며, 도 8의 (B)는 도 8의 (A)의 S1에서 본 도면이며, 도 8의 (C)는 도 7의 제 2 선회기의 정면도이며, 도 8의 (D)는 도 8의 (C)의 S2에서 본 도면이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예인 고체 연료 버너의 일부 단면을 도시하는 측면도(실시예 3)이다.

도 10의 (A)는 도 9의 제 1 선회기의 정면도이며, 도 10의 (B)는 도 10의 (A)의 S1에서 본 도면이며, 도 10의 (C)는 도 9의 제 2 선회기의 정면도이며, 도 10의 (D)는 도 10의 (C)의 S2에서 본 도면이다.

도 11은 본 발명의 다른 실시예인 고체 연료 버너의 일부 단면을 도시하는 측면도(실시예 4)이다.

도 12의 (A)는 도 11의 제 1 선회기의 정면도이며, 도 12의 (B)는 도 12의 (A)의 S1에서 본 도면이며, 도 12의 (C)는 도 11의 제 2 선회기의 정면도이며, 도 12의 (D)는 도 12의 (C)의 S2에서 본 도면이다.

도 13은 선회기를 교체한 경우의, 버너 출구 근방의 선회 강도 분포를 나타낸 도면이다.

도 14는 본 발명의 다른 실시예인 고체 연료 버너의 일부 단면을 도시하는 측면도(실시예 4)이다.

도 15는 본 발명의 다른 실시예인 고체 연료 버너의 일부 단면을 도시하는 측면도(실시예 5)이다.

도 16의 (A)는 도 15의 요부의 사시도이며, 도 16의 (B)는 도 15의 요부의 확대도이며, 도 16의 (C)는 도 16의 (B)의 A-A선 화살표에서 본 단면도이며, 도 16의 (D)는 도 16의 (B)의 B-B선 화살표에서 본 단면도이다.

도 17은 입자 분산기가 없는 경우의 혼합 유체의 흐름장을 도시한 도면으로서, 도 17의 (A)는 측면도이며, 도 17의 (B)는 정면도이다.

도 18은 입자 분산기가 있는 경우의 혼합 유체의 흐름장을 도시한 도면으로서, 도 18의 (A)는 측면도이며, 도 18의 (B)는 정면도이다.

도 19는 저부하시에 있어서의, 실시예 5의 버너와 비교예의 버너의 출구 외주측 농도의 둘레 방향 분포를 비교한 도면이다.

도 20은 본 발명의 다른 실시예인 고체 연료 버너의 일부 단면을 도시하는 측면도(실시예 5)이다.

도 21은 종래의 고체 연료 버너의 일부 단면을 도시하는 측면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049]

이하에, 본 발명의 실시형태를 나타낸다.

[0050]

#### 실시예 1

[0051]

도 1에는 본 발명의 하나의 실시예에 의한 고체 연료 버너의 일부 단면을 도시한 측면도(개략도)를 도시한다.

[0052]

화로(13)의 벽면 스로트(13a)에 마련된 고체 연료 버너(1)는 약 90°의 굽힘부를 갖는 곡관부(5)와, 곡관부(5)에 연속하는 직관부(2)를 갖고, 미분의 연료와 반송 기체의 혼합 유체(고체-기체 이상류(solid-gas two-phase flow))가 흐르는 단면 원형의 연료 공급용의 노즐(9)을 구비하고, 직관부(2)의 중심축 상에는 오일 버너(8)가

마련되어 있다.

- [0053] 또한, 고체 연료로서는, 석탄이나 바이오매스, 또는 이들 혼합물이어도 좋다. 또한, 고체 연료의 반송 기체로서는, 통상 공기가 사용되지만, 연소 배기 가스와 공기의 혼합 기체 등도 적용할 수 있으며, 연료 종류 및 반송 기체의 종류는 문제 삼지 않는다. 본 실시형태에서는, 고체 연료로서 미분탄을, 반송 기체로서 공기를 이용한 예를 나타내고 있으며, 연료 공급용의 노즐(9)은 1차 공기 노즐(9)이라고도 말한다.
- [0054] 직관부(2)의 선단은 화로(13)를 향하여 개구되어 있으며, 1차 공기 노즐(9)에 화살표(A) 방향(하방)으로부터 공급되는 미분탄과 1차 공기의 혼합 유체는 곡관부(5)를 통과하고 거의 90° 로 방향을 변경하여, 직관부(2)로부터 화로(13)를 향하여 흐르고, 상기 개구(1차 공기 노즐(9)의 출구)로부터 분출된다. 곡관부(5)는 종단면 형상이 L자형이어도 U자형이어도 좋으며, 도시에와 같이 코너부가 복수 개소 있는 것이어도 좋다. 또한, 곡관부(5)의 굽힘부의 각도는 90° 로 한정되지 않으며, 그것보다 커도 작아도 상관없다. 곡관부(5)로서는, 엘보우관, 벤드관 등이 이용된다.
- [0055] 또한, 1차 공기 노즐(9)의 주위에는 2차 공기 노즐(3)과 3차 공기 노즐(4)이 동심원 형상으로 배치되고, 화로(13)를 향하여 2차 공기와 3차 공기가 공급된다. 이들 공기류는 외주 방향으로 넓어지도록 분출된다. 또한, 화로(13)측을 향하여 끝으로 갈수록 넓어지는 형상(원추형상)의 보염기(보염 링)(10)가, 1차 공기 노즐(9)의 출구 주위이며 또한 1차 공기 노즐(9)과 2차 공기 노즐(3)의 사이에 마련되어 있다. 또한, 보염기(10)를 설치하지 않는 버너도 본 실시형태에 포함된다.
- [0056] 보염기(10)의 하류측(화로(13)측)에는 순환류가 형성되고, 순환류에는 1차 공기 노즐(9)로부터 분출된 연료와 공기의 혼합기, 2차 공기, 고온의 연소 가스 등이 유입되고, 체류된다. 또한, 화로(13)로부터의 복사열을 받아 연료 입자의 온도가 상승한다. 이들의 효과로, 고체 연료는 보염기(10)의 하류측에서 착화되고, 화염이 유지된다. 1차 공기 노즐(9)의 중심축 상에 설치된 오일 버너(8)의 선단으로부터는 오일 연료가 공급된다. 오일 연료는 고체 연료 버너(1)를 기동시킬 때 이용한다.
- [0057] 또한, 2차 공기 노즐(3)과 3차 공기 노즐(4)에 공급되는 공기는, 도시하지 않은 유량 조정 부재(댐퍼나 에어 레지스터 등)에 의해, 공기의 유량 및 유속을 조정, 제어 가능하다.
- [0058] 미분탄의 착화성을 향상시키려면, 버너 출구의 보염기(10) 근방에서의 연료 농도를 증가시키는 것이 필요하다. 미분탄의 착화에는 미분탄 농도를 어느 일정값 이상으로 할 필요가 있으므로, 미분탄의 평균 농도가 낮은 저부 하시에는, 보염기(10) 근방에서의 연료 농도를 증가시키는 것이 특히 중요하다.
- [0059] 그래서, 혼합 유체에 선회를 부여하는 것에 의해, 그 원심 효과에 의해 보염기(10) 근방에서의 연료 농도를 증가시키는 것이 가능해진다. 이를 위해서는, 1차 공기 노즐(9)의 중심부(원통형의 노즐 단면의 중심축)의 오일 버너(8) 주변을 흐르는 미분탄을 외주측(직경 방향 외측, 내벽(9a) 근방)으로 이동시키는 것이 중요하다. 한편, 1차 공기 노즐(9)의 내벽(9a) 근방을 흐르는 미분탄은 이동시킬 필요는 없다.
- [0060] 그래서, 곡관부(5) 직후의 직관부(2)의 입구부이며, 1차 공기 노즐(9)의 중심부에, 제 1 선회기(6)를 마련하고, 1차 공기 노즐(9)의 중심부를 흐르는 미분탄을 외주측으로 이동시킨다. 제 1 선회기(6)는 오일 버너(8)의 외주에 장착한 복수의 판형상의 블레이드(6a)로 구성된다. 또한, 곡관부(5)를 통과 직후의 영역에서는, 1차 공기 노즐(9)의 내벽(9a) 근방을 흐르는 혼합 유체에는 선회를 부여할 필요가 없으므로, 블레이드(6a)의 단부는 내벽(9a)으로부터 이격시켜 설치했다.
- [0061] 1차 공기 노즐(9)의 출구에서 혼합 유체에 강한 선회가 가해져 있으면, 화로(13) 내에서 미분탄 입자가 고체 연료 버너(1)의 외주측으로 비산하는 것에 의해, 화염의 안정성이 저하되고, NOx 배출량이 증가하는 것은 상술한 바와 같다. 따라서, 혼합 유체가 화로(13) 내로 분출되기 전에 선회 강도를 약하게 할 필요가 있다. 본 실시형태에서는, 제 1 선회기(6)의 하류측에 제 2 선회기(7)로서, 제 1 선회기(6)와 마찬가지로, 복수의 판형상의 블레이드(7a)를 오일 버너(8)의 외주에 장착했다. 이들 선회기(6, 7)는 각 블레이드가 움직이지 않는 고정식의 것으로 했다.
- [0062] 도 2에는, 도 1의 제 1 선회기 및 제 2 선회기의 도면을 도시하고 있다. 도 2의 (A) 및 (C)는 각각 정면도를 도시하고, 도 2의 (B)에는 도 2의 (A)의 S1에서 본 도면을, 도 2의 (D)에는 도 2의 (C)의 S2에서 본 도면을 도시하고 있다. 또한, 선회기(6, 7)는 부딪치지 않고 빠져나가는 입자를 줄이기 위해, 각 선회기(6, 7)는 화로(13)에서 보아, 도 2의 (A) 및 (C)에 도시하는 바와 같이, 각 블레이드(6a, 7a)가 중복되지 않도록 설치하고 있지만, 특별히 이 배치에 한정되지 않는다.

- [0063] 도 2에 도시하는 바와 같이, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 방향을 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)의 방향과 역으로 함으로써 1차 공기 노즐(9)의 출구에서의 혼합 유체의 선회 강도를 약하게 했다.
- [0064] 도 1의 예에서는, 블레이드(6a)와 블레이드(7a)의 블레이드의 방향(중심축 주위의 선회의 방향)은 서로 역이지만, 각 블레이드(6a, 7a)의 형상이나 크기 등은 모두 동일하게 하고, 각 블레이드(6a, 7a)의 버너 중심축 방향에 대한 설치 각도도 동일하게 했다. 또한, 도시에에서는, 각 블레이드(6a, 7a)의 수를 4개씩으로 하고 있지만, 이것보다 많아도 적어도 좋으며, 버너(1)의 크기에 의해 적절히 변경하면 좋다. 또한, 반드시 각 블레이드(6a, 7a)를 둘레 방향으로 균등하게 마련할 필요는 없지만, 균등하게 하는 것에 의해, 일부에만 강한 선회가 가해지는 일이 없어진다.
- [0065] 또한, 블레이드(6a)와 블레이드(7a)의 방향이 역이면, 블레이드(6a)와 블레이드(7a)의 형상, 크기나 설치 각도 등은 상이하여도 좋다. 또한, 블레이드(6a)와 블레이드(7a)는 모두 버너 중심축 상에 마련할 필요는 없으며, 내벽(9a)에 접하여도 좋지만, 하기의 이유로, 버너 중심축 상에 마련하거나 내벽(9a)으로부터 이격시켜 설치한 편이 바람직하다.
- [0066] 혼합 유체는, 곡관부(5)를 통과하는 것에 의해, 원통형상의 노즐 단면의 둘레 방향 및 반경 방향에 농도 분포가 생긴다. 그리고, 농도 분포가 생긴 혼합 유체 중, 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)와 내벽(9a)의 공극을 통과하는 흐름은 둘레 방향으로 생긴 농도 분포가 노즐 출구를 향하여 지속하는 흐름이 된다.
- [0067] 한편, 중심축측을 흐르는 혼합 유체는, 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)에 의해, 그 하류측에서는, 원통형상의 노즐 단면의 반경 방향 외측을 향하여 넓어지고, 내벽(9a)측으로 미분탄이 농축되는 흐름이 된다.
- [0068] 이 때문에, 내벽(9a) 근방을 흐르는 혼합 유체는, 상기 2개의 흐름이 중첩되는 결과, 선회에 의한 다소의 교반 효과를 받지만, 둘레 방향으로 생긴 농도 분포가 노즐 출구를 향하여 지속되면서, 더욱 미분탄 농도가 높아져 가는 경향을 나타낸다.
- [0069] 여기서, 제 2 선회기(7)의 하류측에서는 블레이드(7a)의 작용에 의해, 원통형상의 노즐 단면 전체로 해서 보면, 선회류가 약해지지만(또는 소실됨), 노즐 내벽(9a) 근방을 흐르는 혼합 유체의 미분탄 농도는 미분탄 입자의 흐름 방향에 작용하는 관성력에 의해, 노즐 출구부(단연부)까지 지속되는 경향을 나타낸다.
- [0070] 도 2에 도시하는 바와 같이, 블레이드(6a)와 블레이드(7a)를 내벽(9a)으로부터 이격시켜 설치하는 것에 의해, 각 블레이드(6a, 7a)의 단부와 내벽(9a) 사이를 흐르는 혼합 유체는 그대로 노즐 출구를 향하여 지속하는 흐름이 되기 때문에, 내벽(9a) 근방의 연료 농도를 높게 보지할 수 있다.
- [0071] 각 블레이드(6a, 7a)의 직경 방향의 길이에 특별히 한정은 없지만, 블레이드의 직경을 1차 공기 노즐(9) 내경의 50% 내지 75%로 하는 것이 바람직하다. 각 블레이드(6a, 7a)의 직경이 75%보다 크면, 1차 공기 노즐(9)의 외주측을 흐르는 유체에 선회 성분이 남기 쉬워진다. 또한, 각 블레이드(6a, 7a)의 직경이 너무 크면 이들 설치나 분리가 어려워져, 유지 보수성이 저하된다. 한편, 각 블레이드(6a, 7a)의 직경이 50%보다 작으면 1차 공기 노즐(9)의 외주측으로의 입자의 농축이 불충분하게 된다.
- [0072] 도 3의 (A)에는 도 1의 버너(1)의 반경 방향의 입자 농도 분포를 도시하고, 도 3의 (B)에는 비교로서 이용한 버너의 반경 방향의 입자 농도 분포를 도시한다. 도 1의 화살표(A) 방향으로부터, 버너의 정격 부하 조건량에서의 공기와 미분탄을 흘린 조건에서, k-ε 모델에 의한 유체 해석을 실시하고, 1차 공기 노즐(9)의 출구의 미분탄 입자의 농도 분포를 계산했다.
- [0073] 또한, 비교로서 이용한 버너는 선회기를 전혀 설치하고 있지 않으며, 도 1의 구조의 버너로부터 선회기(6, 7)를 없앤 구조이다. 각 도면의 횡축 원점은, 1차 공기 노즐(9)의 중심축, 즉 오일 버너(8)의 설치부이며, 반경 방향 거리가 커질수록 노즐 내벽(9a)에 가까워지는 것을 도시하고 있다. 즉, 횡축의 화살표 방향(우측향)일수록, 중심축으로부터의 직경 방향의 거리가 큰 것을 나타내고 있다. 또한, 도 3의 (A)와 도 3의 (B)의 각 축의 스케일은 동일하다. 미분탄 농도는, 반경 방향 거리가 동일한 위치에서 측정한 농도의 둘레 방향의 평균값이다. 종축의 화살표 방향(상부 방향)일수록, 농도가 높은 것을 도시하고 있다. 도 3의 (A)로부터도, 제 1 선회기(6) 및 제 2 선회기(7)에 의한 선회 작용에 의해, 내벽(9a) 근방의 미분탄 농도가 높아지는 것을 알 수 있다.
- [0074] 도 21의 버너(21)와 비교하기 위해, 본 실시예의 효과를 또한 검증했다.
- [0075] 도 21의 버너(21)는, 미분탄 공급관(29) 내에 선회 블레이드(26)가 마련되어 있는 점은 도 1의 버너(1)와 공통된다. 또한, 선회력을 약하게 하기 위해서 버너 출구에는 정류판(27)이 설치되어 있다. 그러나, 도 21의 버너(21)에서는 선회 블레이드(26)가 미분탄 공급관(29)의 내벽(29a)에 접하여 장착되어 있으며, 선회 블레이드(2

6)와 내벽(29a)의 사이에는 공극이 없다. 정류판(27)도 마찬가지로, 내벽(29a)에 장착되어 있으며, 중심축으로부터는 이격되어 설치되어 있다.

- [0076] 도 4에는, 도 1의 버너(1)와 비교예의 버너의 버너 출구 근방의 선회 강도 분포를 도시한다. 도 1의 버너와, 도 1의 버너와 구조는 동일하지만 선회기의 형태와 설치 방법을 변경한 버너의, 정격 부하 조건량에서의 공기와 미분탄을 도 1의 A 방향에서 흘린 조건에서, 도 3의 경우와 마찬가지로  $k-\varepsilon$  모델에 의한 유체 해석을 실시했다. 그리고, 1차 공기 노즐(9) 내의 버너 출구 단면에서의 공기의 선회 강도 분포를 계산했다. 이 유체 해석에서는, 미분탄의 농도 분포와 선회 강도 분포의 양쪽의 수치가 산출된다.
- [0077] 도 4의 원점은 1차 공기 노즐(9)의 중심축(오일 버너(8)의 설치부)이다. 황축은 중심축으로부터의 반경 방향 거리를 나타내며, 반경 방향 거리가 커질수록 내벽(9a)에 가까워지는 것을 나타내고 있다. 본 명세서 중, 선회 강도란, 반경 방향 거리가 동일한 위치에서 측정된 선회 강도(선회 방향(둘레 방향) 유속 성분/주류 방향(축 방향) 유속 성분)의 둘레 방향 평균값을 말한다.
- [0078] 선회 방향에는 화로(13)에서 보아 시계 방향과 반시계 방향이 있으므로, 도 4에는 선회의 방향을 알 수 있도록 2개의 축(중축)을 도시했다.
- [0079] 실선(B)은 도 1의 버너(1)(제 1 선회기(6)와 제 2 선회기(7)를 내벽(9a)으로부터 이격시켜 설치)의 선회 강도 분포를 나타내며, 일점쇄선(C)은 도 1의 버너(1)의 제 2 선회기(7)가 없는 경우(제 1 선회기(6)는 있으며, 내벽(9a)으로부터 이격시켜 설치)의 선회 강도 분포를 나타내고(비교예 1), 파선(D)은, 도 1의 버너(1)의 제 2 선회기(7)가 없고, 제 1 선회기(6)를 내벽(9a)에 접하도록 설치한 경우(비교예 2)의 선회 강도 분포를 나타내고 있다.
- [0080] 비교예 1(일점쇄선(C))에서는, 1차 공기 노즐(9)의 중심부(원점측)의 선회 강도가 강하지만, 1차 공기 노즐(9)의 외주측의 선회 강도는 약해졌다. 이것은 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)가 1차 공기 노즐(9)의 중심부에만 설치되어 있기 때문이다. 그러나, 그래도 외주측의 선회 강도는 비교적 강하다고 말할 수 있다.
- [0081] 한편, 실시예(실선(B))의 2개의 선회기(6, 7)를 서로 블레이드(6a, 7a)의 방향이 역이 되도록 장착한 경우에는, 중심부에는 선회가 가해져 있지만, 외주측에는 선회가 가해져 있지 않았다. 1차 공기 노즐(9)의 중심부를 흐르는 혼합 유체는, 중심부에는 선회가 가해져 있기 때문에, 외주측으로 이동한다.
- [0082] 이에 의해, 1차 공기 노즐(9)의 보염기(10) 근방의 입자 농도가 높아진다. 또한, 1차 공기 노즐(9)의 외주측에는 선회가 가해지지 않기 때문에, 외주측으로 이동한 미분탄 입자가 화로(13) 내에서, 버너(1)의 외주로 비산하는 일은 없다.
- [0083] 이에 반하여, 비교예 2(파선(D))에서는, 1차 공기 노즐(9)의 외주측에 강한 선회가 가해져 있다. 1차 공기 노즐(9)의 중심부에도 선회가 가해져 있기 때문에, 1차 공기 노즐(9)의 보염기(10) 근방의 입자 농도를 높이는 효과가 있다. 그러나, 1차 공기 노즐(9)의 외주측의 선회 강도가 강하므로, 버너 출구의 선회 강도를 조정하는 것이 어려워진다. 따라서, 도 21에 도시한 버너(21)에 있어서도, 선회 블레이드(26)나 정류판(27)은 미분탄 공급관(29)의 내벽(29a)에 접하고 있기 때문에, 동일한 문제가 생긴다고 말할 수 있다.
- [0084] 다음에, 미분탄의 농도 분포를 계산하여, 더욱 본 실시예의 효과를 검증한 결과를 도 5와 도 6에 도시한다. 도 5는 미분탄의 평균 농도가 높은 고부하시의 농도 분포이며, 도 6은 미분탄의 평균 농도가 낮은 저부하시의 농도 분포이다. 도 5의 (A) 및 도 6의 (A)에 도시하는 바와 같이, 1차 공기 노즐(9)의 최외주측의 농도 분포를 둘레 방향을 따라서 도시했다. 좌횡의 위치를  $0^\circ$  로 하고, 화로(13)에서 보아 시계 방향으로 농도를 측정하고, 위치를 각도로 나타냈다. 도 5의 (B) 및 도 6의 (B)에는, 도 1의 버너(1)에 있어서의 미분탄의 농도 분포를 도시하고, 도 5의 (C) 및 도 6의 (C)에는, 비교예 2의 버너에 있어서의 미분탄의 농도 분포를 도시한다. 중축의 미분탄 농도는, 화살표 방향(상부 방향) 일수록, 농도가 높은 것을 나타내고 있다.
- [0085] 도 1의 버너와 비교예 2의 버너의 정격 부하 조건량에서의 미분탄의 농도 분포를, 도 3의 경우와 마찬가지로  $k-\varepsilon$  모델에 의한 유체 해석으로 계산했다.
- [0086] 이들 버너에서는, 곡관부(5)에서의 원심 효과에 의해 미분탄이 농축되기 때문에, 상측(굽힘부의 외측)의 미분탄 농도가 높아지기 쉬운 경향이 있다.
- [0087] 비교예 2의 경우는, 전체 둘레에 걸쳐 거의 입자 농도가 균등하게 된다. 즉, 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)가 내벽(9a)에 접하고 있기 때문에, 1차 공기 노즐(9)의 외주측의 선회 강도가 강하고, 외주측의 미분탄이 교반되어 균일한 농도가 된다. 따라서, 도 5의 (C)나 도 6의 (C)에 도시하는 바와 같이, 둘레 방향의 농도 변화가 없



다. 한편, 도 1의 버너(1)에서는, 1차 공기 노즐(9)의 중심부의 선회력은 강하지만 외주부에는 그만큼 선회가 가해져 있지 않으므로, 외주측의 미분탄은 그다지 교반되지 않는다. 이 때문에, 돌레 방향의 농도 분포에서 보면, 미분탄 농도가 높은 부분과 낮은 부분이 생긴다.

[0088] 도 5 및 도 6에는, 착화 하한 농도(E)를 맞추어 나타냈다. 버너로 안정 연소시키기 위해서는, 적어도 일부의 미분탄 농도가 착화 하한 농도(E)를 초과할 필요가 있다. 미분탄 농도가 착화 하한 농도(E)를 초과하는 개소가 있으면 그곳에서 화염이 형성되고, 주위에 화염이 전파된다. 부하가 높은, 평균 미분탄 농도의 높은 조건에서는, 도 5의 (B) 및 (C)에 도시하는 바와 같이, 모두 미분탄 농도는 착화 하한 농도(E)를 초과하고 있으며, 양자에 차이는 없다.

[0089] 부하가 낮은, 평균 미분탄 농도가 낮은 조건의 경우, 비교예 2에서는, 도 6의 (C)에 나타내는 바와 같이, 국소적으로 미분탄 농도가 높은 개소가 없으며, 전체 영역에서 미분탄 농도가 착화 하한 농도(E)를 하회하기 때문에, 안정 연소는 되지 않는다. 또한, 전체 위치에서 미분탄 농도가 착화 하한 농도(E)를 초과할 필요는 없으며, 도 6의 (B)에 도시하는 바와 같이, 국소적으로 미분탄 농도가 높은 영역이 있으며, 그 농도가 착화 하한 농도(E)를 초과하고 있으면, 부하가 낮은 조건에서도 안정 연소가 가능해진다.

[0090] 이상으로부터, 본 실시예에 의해, 곡관부(5)에 의해 농도 분포가 생긴 혼합 유체를 제 1 선회기(6)에 의해 중심부로부터 직경 방향 외측으로 이동시켜, 내벽(9a) 근방의 연료 농도를 증가시키고, 또한 제 2 선회기(7)에 의해 역 선회를 가하는 것에 의해 선회 강도를 단번에 저감할 수 있다. 따라서, 보염기(10)가 없는 버너(1)에서도, 내벽(9a) 근방의 연료 농도가 높고, 선회 강도가 저감된 상태이면, 1차 공기 노즐(9) 출구의 착화성이 양호해진다. 또한, 혼합 유체의 유로 길이를 확보할 필요도 없어, 1차 공기 노즐(9)이나 버너(1)의 대형화를 초래하는 일은 없다.

[0091] 또한, 1차 공기 노즐(9) 출구에 보염기(10)를 마련하는 것에 의해, 착화성 및 보염성이 보다 양호해져, 화염의 안정성 향상 및 NOx 배출량의 억제 효과가 한층 더 높아진다. 또한, 각 블레이드(6a, 7a)를 오일 버너(8)의 외주에 장착한다는 간소한 구성으로, 이들 제 1 선회기(6)와 제 2 선회기(7)를 용이하게 형성할 수 있다. 또한, 블레이드(6a, 7a)를 내벽(9a)으로부터 이격시켜 장착하는 것에 의해, 화염의 안정성의 향상 효과도 높아져, 안정 연소가 가능해진다. 또한, 블레이드(6a, 7a)의 설치나 분리가 용이해져, 유지 보수성이 향상된다.

[0092] 실시예 2

[0093] 도 7에는, 본 발명의 다른 실시예인 고체 연료 버너(1)의 일부 단면을 도시한 측면도(개략도)를 도시한다. 도 8에는, 도 7의 제 1 선회기 및 제 2 선회기의 도면을 도시하고 있으며, 도 8의 (A) 및 (C)는 각각 정면도를 도시하고, 도 8의 (B)에는 도 8의 (A)의 S1에서 본 도면을, 도 8의 (D)에는 도 8의 (C)의 S2에서 본 도면을 도시하고 있다.

[0094] 본 실시예에서는, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 버너 중심축 방향에 대한 설치 각도를 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)의 설치 각도보다 작게 하고 있으며, 그 이외의 구성은 실시예 1의 고체 연료 버너(1)와 동일하다. 이와 같이, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 설치 각도와 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)의 설치 각도를 변경하여도, 실시예 1과 동일한 효과를 발휘한다.

[0095] 또한, 제 1 선회기(6)와 제 2 선회기(7)의 축 방향의 위치에는 특별히 제한이 없기 때문에, 여러 가지 예를 나타내고 있다. 특별히 작용 효과에 차이는 없다. 다른 실시예에 있어서는도 마찬가지이다.

[0096] 실시예 3

[0097] 도 9에는, 본 발명의 다른 실시예인 고체 연료 버너(1)의 일부 단면을 도시한 측면도(개략도)를 도시한다. 도 10에는, 도 9의 제 1 선회기 및 제 2 선회기의 도면을 도시하고 있으며, 도 10의 (A) 및 (C)는 각각 정면도를 도시하고, 도 10의 (B)에는 도 10의 (A)의 S1에서 본 도면을, 도 10의 (D)에는 도 10의 (C)의 S2에서 본 도면을 도시하고 있다.

[0098] 본 실시예에서는, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 직경 방향의 길이를 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)의 직경 방향의 길이보다 짧게 하여, 전체적으로 작게 하고 있다. 그 이외의 구성은 실시예 1의 고체 연료 버너(1)와 동일하다. 따라서, 블레이드(6a)와 블레이드(7a)의 설치 각도 및 형상은 동일하다. 이와 같이, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 직경 방향의 길이와 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)의 직경 방향의 길이를 변경하여도, 실시예 1과 동일한 효과를 발휘한다.

[0099] 실시예 4

- [0100] 도 11에는, 본 발명의 다른 실시예인 고체 연료 버너(1)의 일부 단면을 도시한 측면도(개략도)를 도시한다. 도 12에는, 도 11의 제 1 선회기 및 제 2 선회기의 도면을 도시하고 있으며, 도 12의 (A) 및 (C)는 각각 정면도를 도시하고, 도 12의 (B)에는 도 12의 (A)의 S1에서 본 도면을, 도 12의 (D)에는 도 12의 (C)의 S2에서 본 도면을 도시하고 있다.
- [0101] 본 실시예에서는, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 횡폭을 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)의 횡폭보다 작게 하여, 가는 형상으로 하고 있다. 그 이외의 구성은 실시예 1의 고체 연료 버너(1)와 동일하다. 따라서, 블레이드(6a)와 블레이드(7a)의 설치 각도 및 반경 방향의 길이는 동일하다. 이와 같이, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 횡폭과 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)의 횡폭을 변경하여도, 실시예 1과 동일한 효과를 발휘한다.
- [0102] 이하에, 제 1 선회기(6)와 제 2 선회기(7)의 각 블레이드(6a, 7a)의 설치 각도, 직경 방향의 길이, 횡폭의 3개의 조건을 변경하여, 또한 검증을 거듭한 결과를 나타낸다. 도 13에는, 선회기를 교체한 경우의, 버너 출구 근방의 선회 강도 분포를 도시한다. 도 1의 화살표(A) 방향으로부터, 버너의 정격 부하 조건량으로의 공기와 미분탄을 흘린 조건에서, 도 4의 경우와 마찬가지로  $k-\varepsilon$  모델에 의한 유체 해석을 실시했다.
- [0103] 파선(F)은, 배기 가스 흐름 방향의 상류측, 하류측 모두 각 블레이드(6a, 7a)의 직경을 1차 공기 노즐(9) 내경의 75%, 설치 각도를  $30^\circ$  로 한 경우를 나타낸다. 일점쇄선(G)은, 상류측 블레이드(6a)의 직경을 1차 공기 노즐(9) 내경의 75%, 설치 각도를  $45^\circ$  로 하고, 하류측 블레이드(7a)의 직경을 1차 공기 노즐(9) 내경의 75%, 설치 각도를  $25^\circ$  로 한 경우를 나타낸다. 실선(H)은, 상류측 블레이드(6a)의 직경을 1차 공기 노즐(9) 내경의 75%, 설치 각도를  $30^\circ$  로 하고, 하류측 블레이드(7a)의 직경을 1차 공기 노즐(9) 내경의 50%, 설치 각도를  $45^\circ$  로 한 경우를 나타낸다. 또한, 파선(J)은, 상류측 블레이드(6a)의 직경을 1차 공기 노즐(9) 내경의 75%, 설치 각도를  $30^\circ$  로, 하류측 블레이드(7a)의 직경을 1차 공기 노즐(9) 내경의 75%, 설치 각도를  $45^\circ$  로 한 경우를 나타낸다. 또한, 각 블레이드(6a, 7a)의 횡폭은 동일하게 했다.
- [0104] 도 4의 경우와 마찬가지로, 1차 공기 노즐(9) 내의 버너 출구 단면에서의 공기의 선회 강도 분포를 계산했다.
- [0105] 화염의 안정성 향상과 NOx 배출량의 억제에 필요한 조건은 1차 공기 노즐(9)의 최외주측의 선회 강도를 가능한 작게 하는 것이다. 1차 공기 노즐(9)의 최외주측의 미분탄 농도는 높기 때문에, 이 영역의 선회 강도가 강하면, 최외주측의 미분탄이 버너(1)의 주위로 비산하기 때문에, 화염의 안정성이 저하되고, NOx 농도가 높아진다. 한편, 1차 공기 노즐(9)의 중심부 부근에는 미분탄이 그다지 없으므로, 중심부의 선회 강도가 강하여도 연소 성능에 미치는 영향은 작다.
- [0106] 파선(F)(실시예 1)에서는, 1차 공기 노즐(9)의 중심부의 선회 강도는 비교적 크지만, 1차 공기 노즐(9)의 외주측에서는 선회 강도가 거의 제로가 된다. 또한, 일점쇄선(G)(실시예 2)에서는, 1차 공기 노즐(9)의 중심부의 선회 강도가 작아진다. 외주측의 선회 강도는 파선(F)보다는 약간 크지만, 작은 값이다. 한편, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 설치 각도가 큰 경우를 파선(J)으로 나타내지만, 이 경우는 1차 공기 노즐(9)의 외주측에서도 선회 강도가 약간 커진다.
- [0107] 그러나, 실선(H)으로 나타내는 바와 같이, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 설치 각도가 커도, 블레이드(7a)의 직경이 작은 경우는, 일점쇄선(G)과 유사한 선회 강도 분포가 된다. 또한, 중심부로부터 외주부의 전역에서 선회 강도의 평균값을 내면 거의 제로가 된다.
- [0108] 또한, 도시하지 않지만, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 횡폭을 작게 하고, 그 이외의 조건은 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)와 동일하게 한 경우(실시예 4)의 선회 강도 분포도 실시예 2(일점쇄선(G))와 유사한 선회 강도 분포가 된다. 따라서, 이것으로부터, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 횡폭이 작을 때와 클 때의 차이로서, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 설치 각도나 직경의 대소와 동일한 작용의 차이가 있는 것을 알 수 있다.
- [0109] 이상으로부터, 제 1 선회기(6)의 하류측의 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)는 이하의 조건을 만족하는 것이 바람직하다.
- [0110] (1) 블레이드(7a)의 직경 방향의 길이는 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)의 직경 방향의 길이와 동등하거나, 그것보다 작다.
- [0111] (2) 블레이드(7a)의 설치 각도는 블레이드(6a)의 설치 각도와 동등하거나, 그것보다 작다.
- [0112] (3) 블레이드(7a)의 횡폭은 블레이드(6a)의 횡폭과 동등하거나, 그것보다 작다.



- [0113] 또한, 제 1 선회기(6)와 제 2 선회기(7)의 설치 위치와 간격에는 특별히 제약은 없다. 이것은 모두 실시예에 공통된다. 예를 들면 도 14에 도시하는 바와 같이, 제 1 선회기(6)와 제 2 선회기(7)를 다른 도시예와 비교하여 이격시켜 설치하여도 좋다. 또한, 버너 출구 근방에 제 2 선회기(7)를 마련하면, 버너 출구에 강한 선회 성분이 남아 석탄 입자가 화로(13) 내에 넓게 흩어져, NOx 농도가 높아지는 것을 고려할 수 있기 때문에, 출구로부터 약간 이격시키는 편이 바람직하다.
- [0114] 실시예 5
- [0115] 도 15에는, 본 발명의 다른 실시예인 고체 연료 버너의 일부 단면을 도시한 측면도를 도시한다. 도 16의 (A)는 도 15의 요부(노즐(9)의 내부)의 사시도를 도시하고, 도 16의 (B)에는, 도 15의 요부의 도면을 도시하고, 도 16의 (C)에는, 도 16의 (B)의 A-A선 화살표에서 본 단면도를 도시하고, 도 16의 (D)에는, 도 16의 (B)의 B-B선에서 본 단면도를 도시한다.
- [0116] 본 실시예의 고체 연료 버너(1)는, 상기 각 실시예의 고체 연료 버너와는, 제 1 선회기(6)의 상류측에 있어서, 오일 버너(8)의 근원측에 위치하는 곡관부(5)의 공간 내에 미분탄 입자의 분산기(14)를 배치하고 있는 점 및 보염기(10)를 설치하지 않은 점에서 상이하다. 구체적으로는, 도 16에 도시하는 바와 같이, 분산기(14)는 평면부를 갖는 판형상 부재이며, 평면부가 곡관부(5)의 굽힘부의 상류측을 향하도록 하여 오일 버너(8)의 측면에 장착되어 있다.
- [0117] 즉, 평면부는 곡관부(5)에 도입되는 고체 연료와 그 반송 기체의 혼합 유체의 흐름에 대항하는 방향이 된다. 또한, 제 1 선회기(6)와 제 2 선회기(7)는 화로(13)에서 보아, 각 블레이드(6a, 7a)가 중복되도록 설치하고 있지만, 실시예 1 등에 나타내는 바와 같이, 중복되지 않도록 하는 배치라도 좋다.
- [0118] 도 17에는, 분산기(14)가 없는, 도 1에 준하는 버너(1)의 혼합 유체의 흐름장을 도시한 모식도를 도시하고, 도 17의 (A)는 측면도, 도 17의 (B)는 정면도이다. 또한, 도 18에는, 분산기(14)가 있는, 도 15의 버너(1)의 혼합 유체의 흐름장을 도시한 모식도를 도시하고, 도 18의 (A)는 측면도, 도 18의 (B)는 정면도이다.
- [0119] 도 17 및 도 18에서는, 분산기(14)의 유무에 의한 혼합 유체의 흐름장의 차이를 도시하고 있다. 우선, 도 17의 분산기(14)가 없는 경우의 흐름장에 대하여 설명한다. 곡관부(5)의 하방으로부터 공급되는 혼합 유체는, 곡관부(5)를 경유하는 것에 의해 직관부(2)의 출구 방향(1차 공기 노즐(9)의 중심축 방향)으로 흐름의 방향이 거의 90°로 굽혀진다. 그 때, 혼합 유체에는 원심력이 작용하기 때문에, 곡관부(5)를 통과 후의 1차 공기 노즐(9)을 단면으로 하여 보았을 때에, 유선(L1)과 같이 원심력의 작용 방향으로 미분탄이 편향된 상태가 된다. 도시예에서는, 1차 공기 노즐(9)의 상반분의 내벽(9a) 근방의 미분탄 농도가 높은 부분이다. 이 경우에서도, 전술한 제 1 선회기(6)와 제 2 선회기(7)의 적용에 의해, 저부하시 등의 평균 미분탄 농도가 낮을 때에도 미분탄 농도가 착화 하한 농도(E)를 초과하는 상태(도 6의 (B))를 형성할 수 있지만, 버너의 안정 연소라는 관점에서는, 미분탄 농도가 착화 하한 농도(E)를 초과하는 영역을 보다 넓히는 것이 바람직하다.
- [0120] 다음에, 도 18의 분산기(14)가 있는 경우의 흐름장에 대하여 설명한다. 본 실시예에서는, 곡관부(5)에 분산기(14)를 배치한 것에 의해, 곡관부(5)에 공급되는 혼합 유체에서 보면, 분산기(14)가 장애물이 된다. 이에 의해, 혼합 유체는 분산기(14)를 우회하는 방향(둘레 방향)으로 흐름의 방향이 변경된다. 또한, 일부의 미분탄은 분산기(14)의 평면부에 충돌하고, 곡관부(5)에서의 원심 효과에 의한 1차 공기 노즐(9)의 상측(굽힘부의 외측)에 미분탄이 집중되는 것이 완화된다. 그 결과, 유선(L2)과 같이, 제 1 선회기(6)와 제 2 선회기(7)에 의한 노즐 외주측의 둘레 방향으로의 미분탄의 고농도 영역을 넓히는 효과가 있다.
- [0121] 도 19에는, 저부하시의, 평균 미분탄 농도가 낮을 때의 농도 분포를 나타낸다. 도 3의 경우와 마찬가지로, k-ε 모델에 의한 유체 해석을 실시했다. 도 19의 (B)는, 도 6의 (B)에 본 실시예의 버너(1)에 의한 농도 분포(일점쇄선(M)으로 나타냄)를 추가한 도면이며, 도 19의 (C)는 도 6의 (C)와 동일한 도면이다.
- [0122] 본 실시예에 의하면, 분산기(14)에 의해 미분탄 농도가 1차 공기 노즐(9)의 상측에 집중되는 상태가 완화되어, 미분탄의 고농도 영역이 둘레 방향으로 넓어지도록 작용한다. 따라서, 평균 미분탄 농도가 낮을 때에 있어서도, 혼합 유체가 1차 공기 노즐(9)의 외주측으로 분산되는 것에 의해, 미분탄 농도가 착화 하한 농도(E)를 초과하는 영역이 광범위하게 되어, 버너의 안정 연소가 가능해진다.
- [0123] 또한, 도 15 등에는, 제 2 선회기(7)의 블레이드(7a)의 직경 방향의 길이를 제 1 선회기(6)의 블레이드(6a)의 직경 방향의 길이보다 짧게 한 경우를 도시하고 있지만, 제 1 선회기(6)와 제 2 선회기(7)의 각 블레이드(6a, 7a)의 설치 각도, 직경 방향의 길이, 횡폭은 각각 동일하여도, 상이하여도 좋으며, 본 실시예의 범위에 속하는

것은 말할 필요도 없다. 또한, 도 20에 도시하는 바와 같이, 도 15의 버너(1)에 보염기(10)를 설치하여도 좋으며, 그 경우는 화염의 안정성의 향상 및 NOx 배출량의 억제 효과가 더욱 높아진다.

[0124] 산업상의 이용 가능성

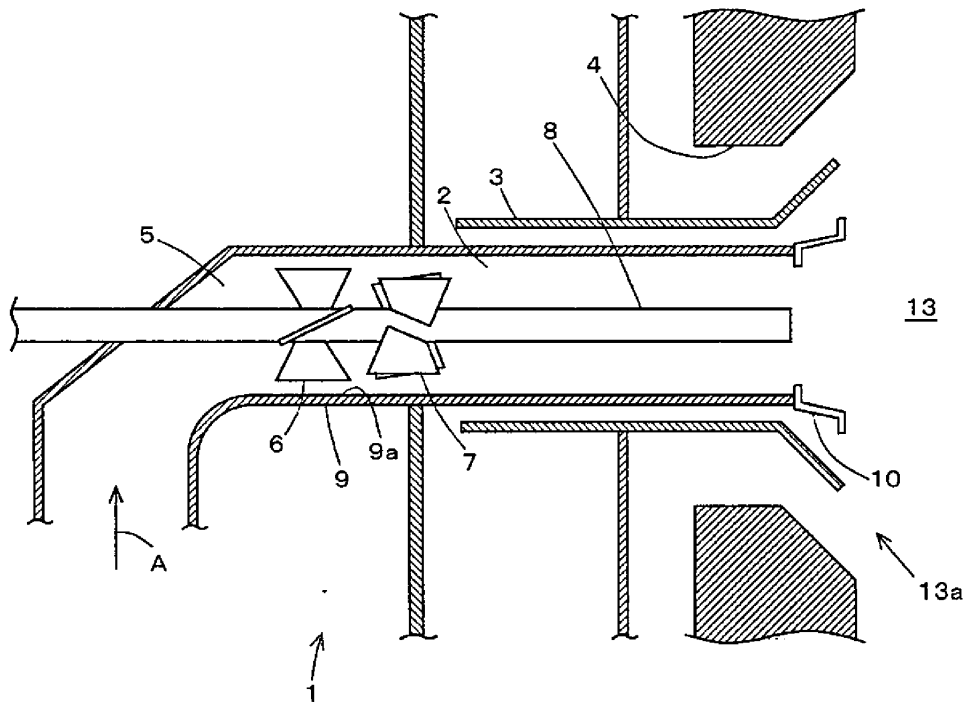
[0125] 고체 연료를 이용한 버너 장치로서 이용 가능성이 있다.

## 부호의 설명

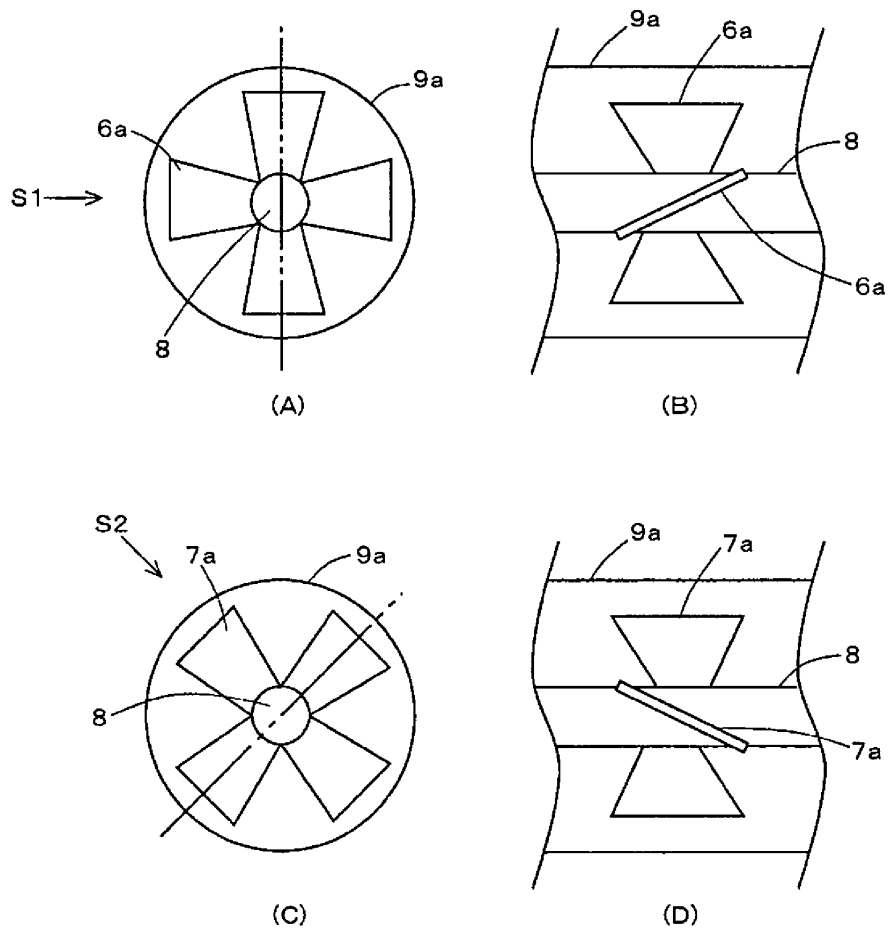
[0126]	1, 21: 고체 연료 버너	2, 22: 직관부
	3: 2차 공기 노즐	4: 3차 공기 노즐
	5, 25: 곡관부	6: 제 1 선회기
	7: 제 2 선회기	8: 오일 버너
	9: 1차 공기 노즐	10: 보염기
	13: 화로	14: 입자 분산기
	23: 2차 공기 공급관	24: 3차 공기 공급관
	26: 선회 블레이드	27: 조정 블레이드(정류판)
	28: 액체 연료 분사관	29: 미분탄 공급관

도면

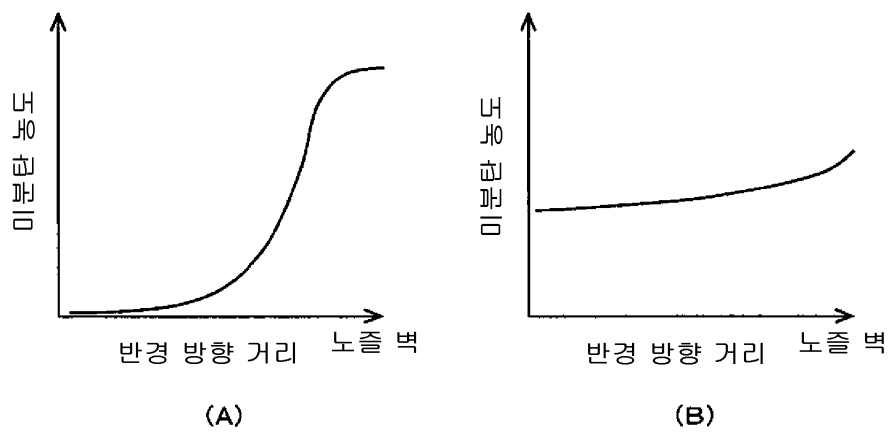
도면1



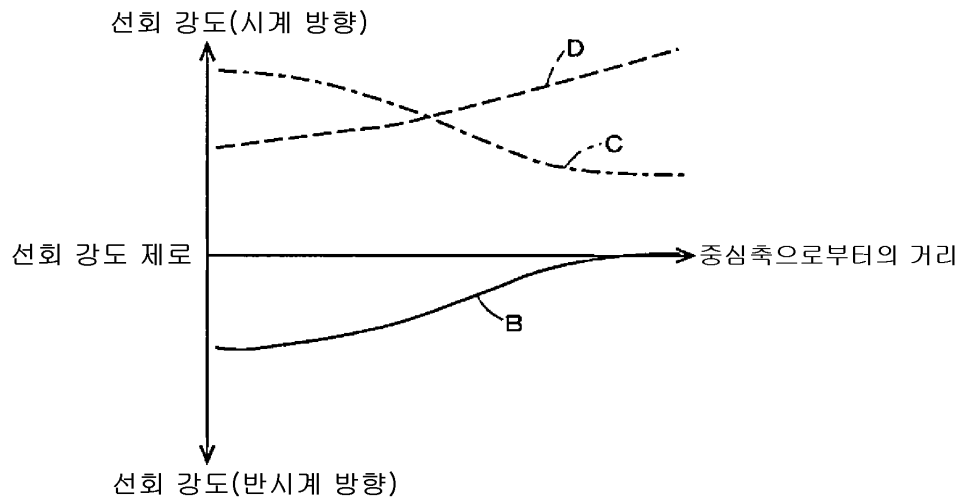
도면2



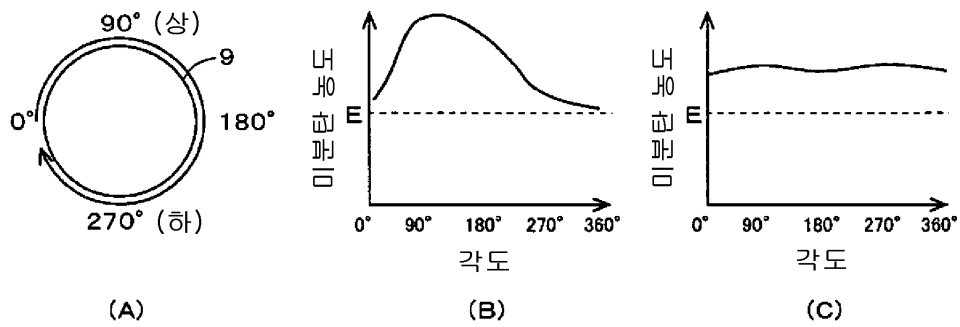
도면3



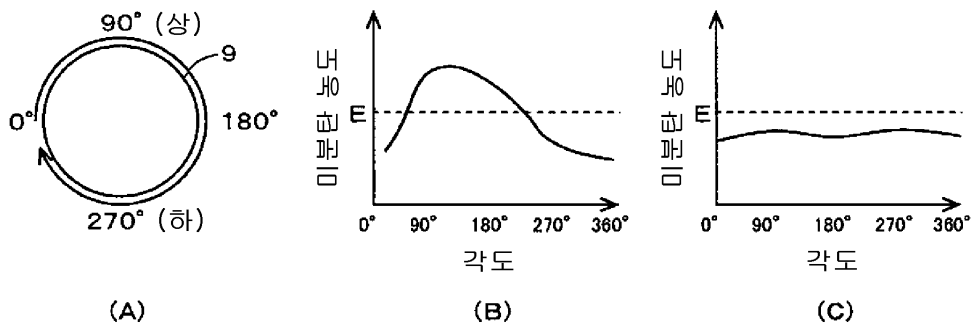
도면4



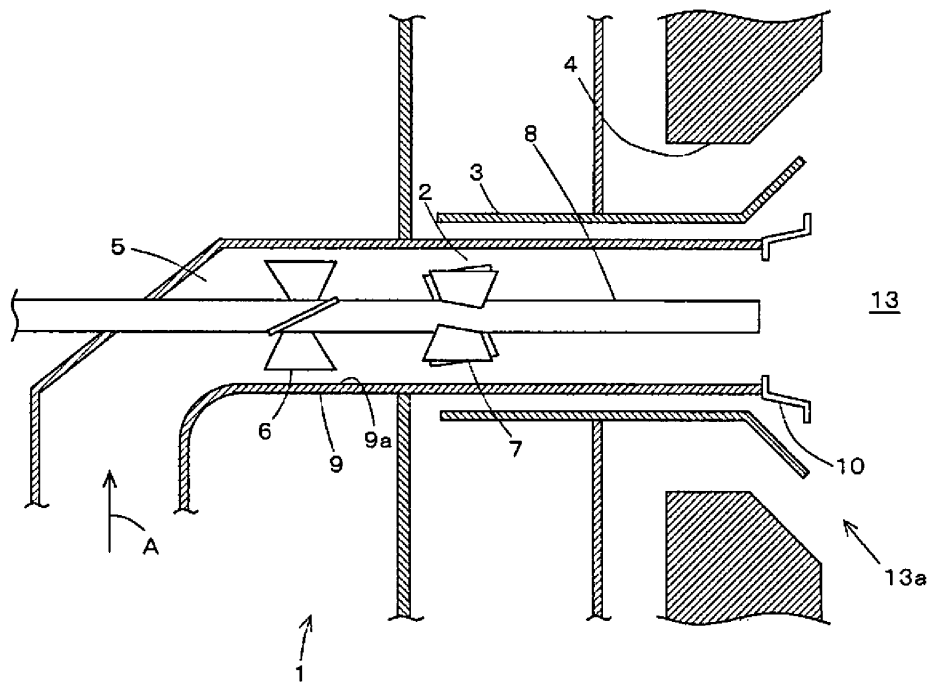
도면5



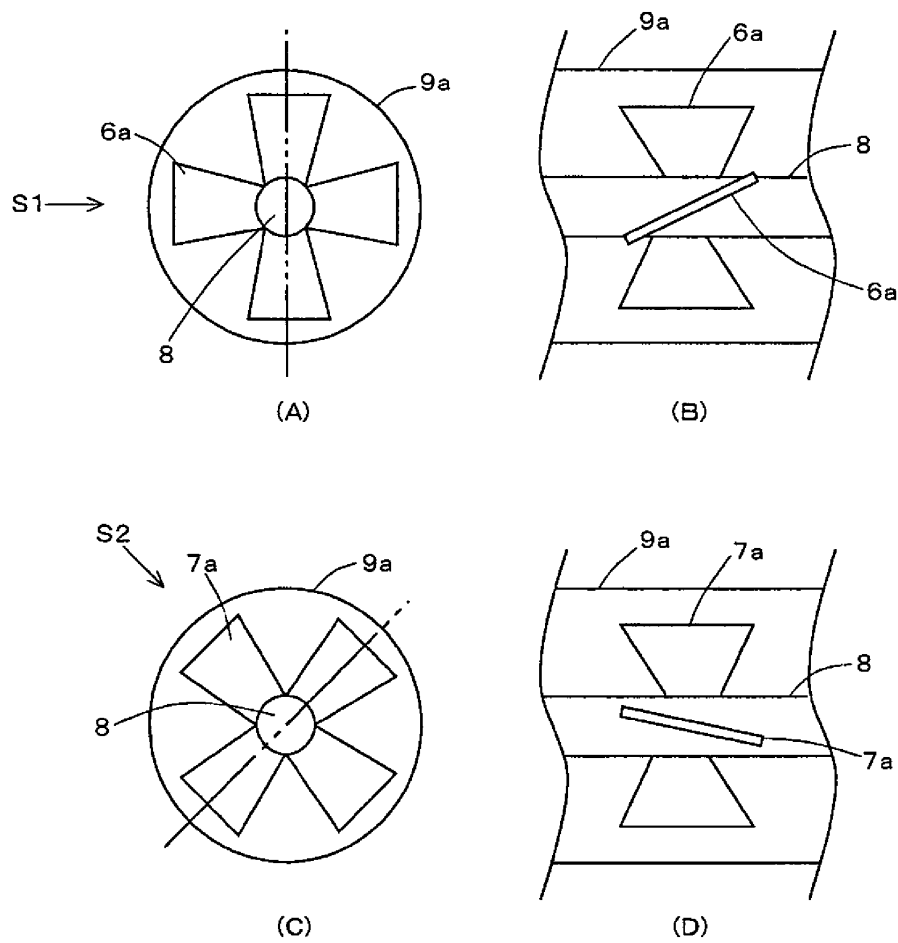
도면6



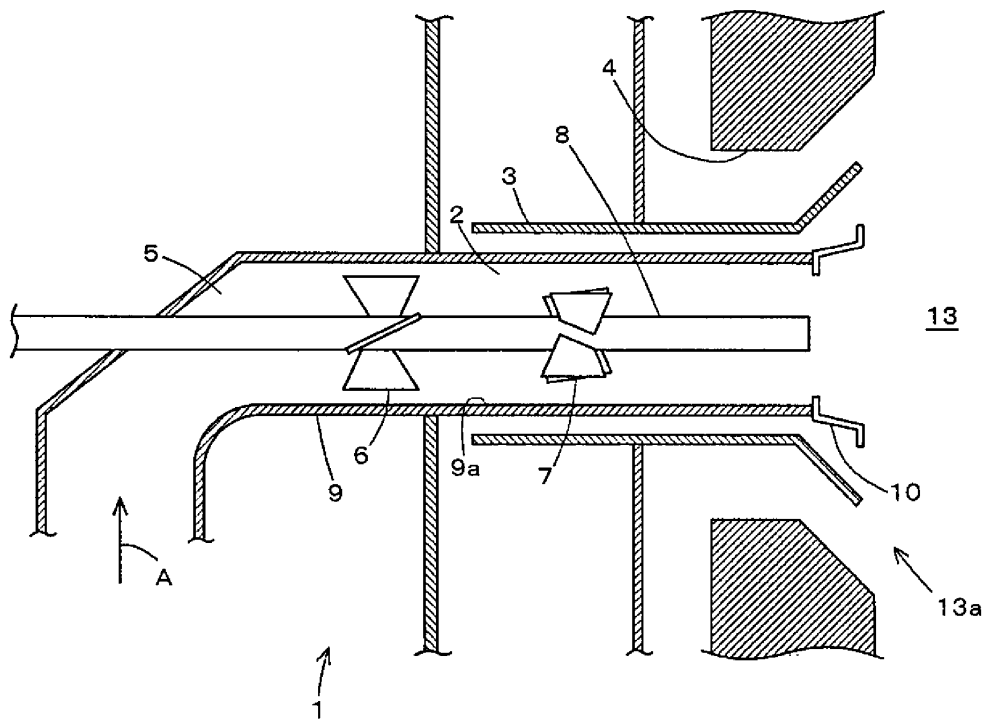
도면7



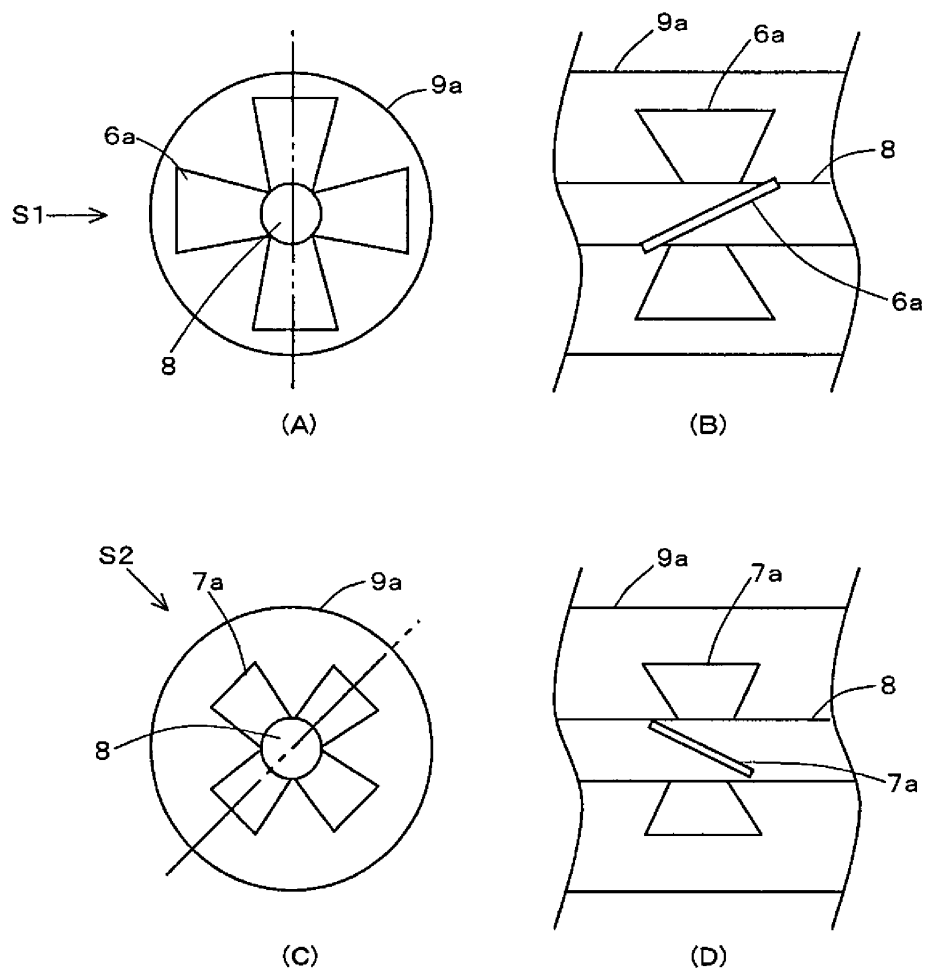
도면8



도면9

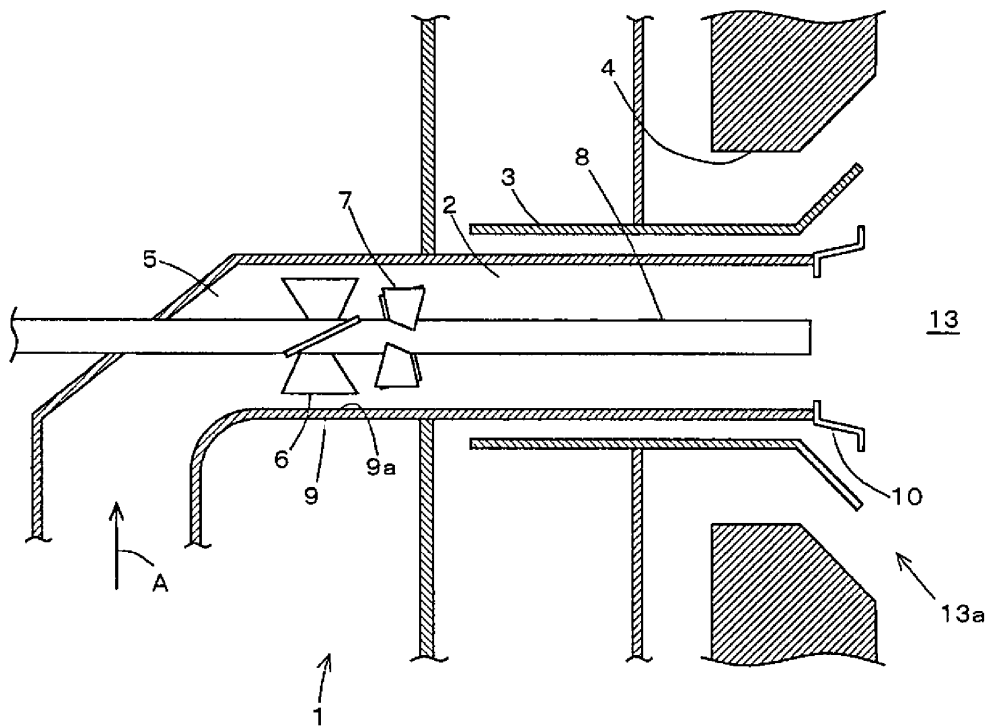


도면10

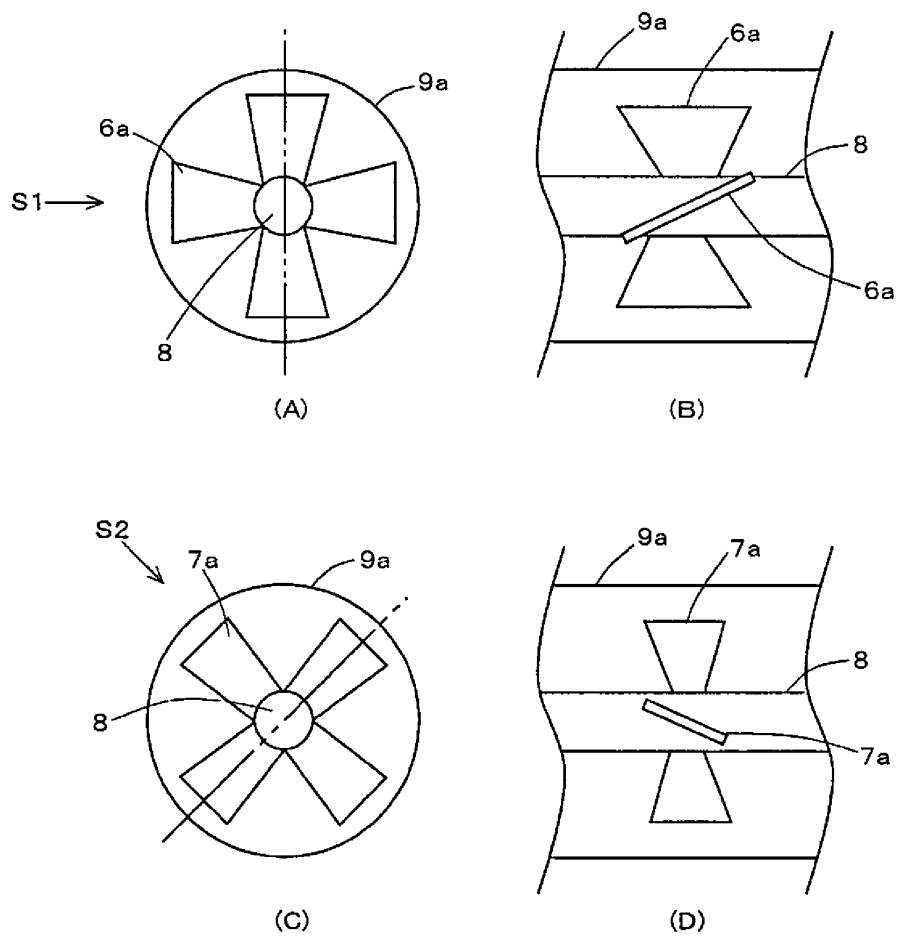




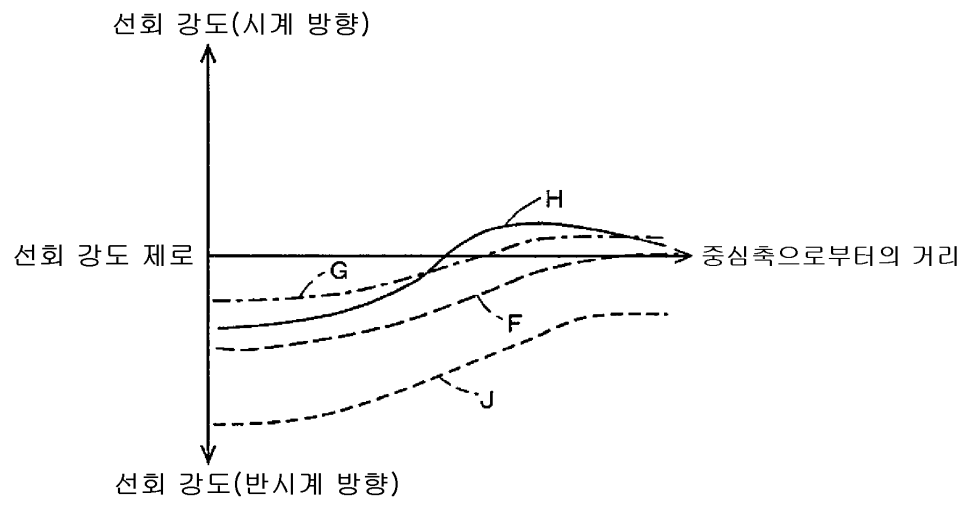
도면11



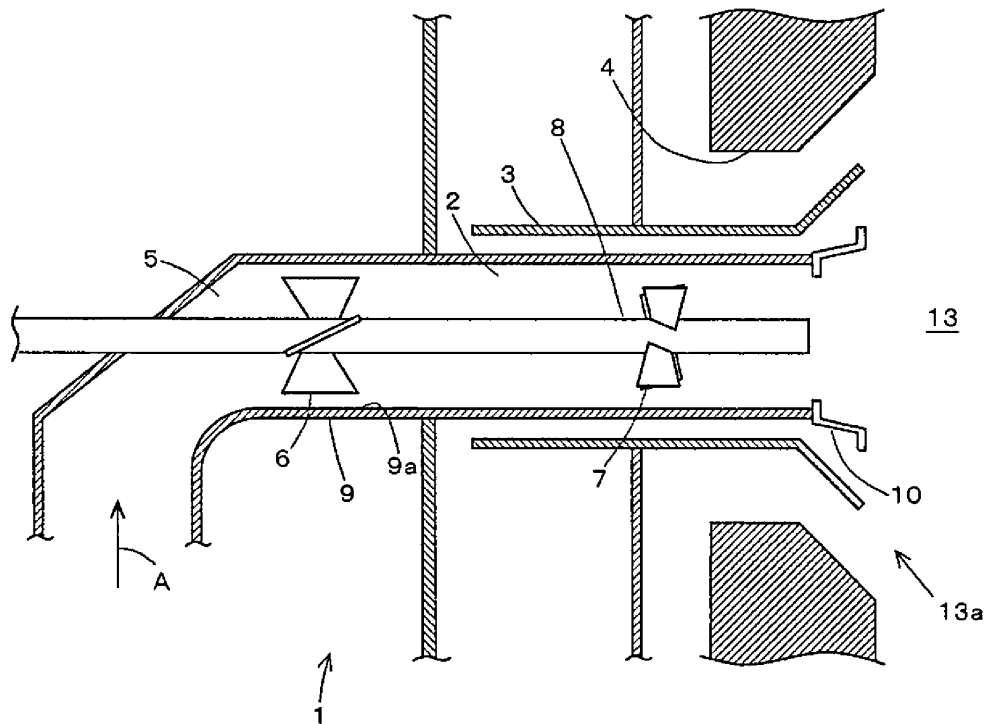
도면12



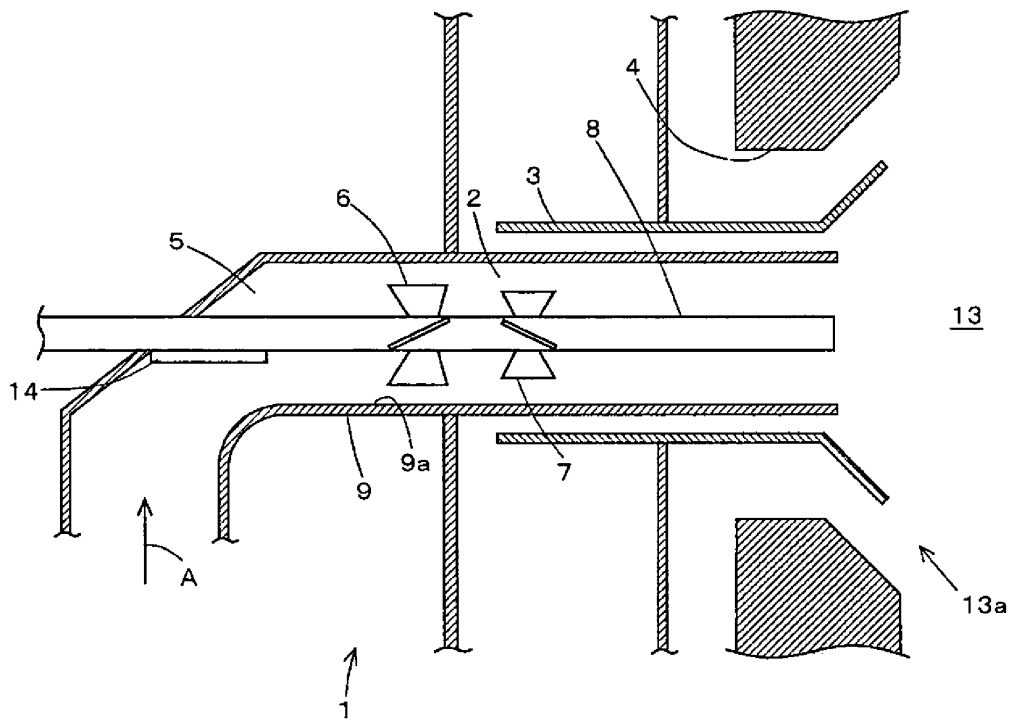
도면13



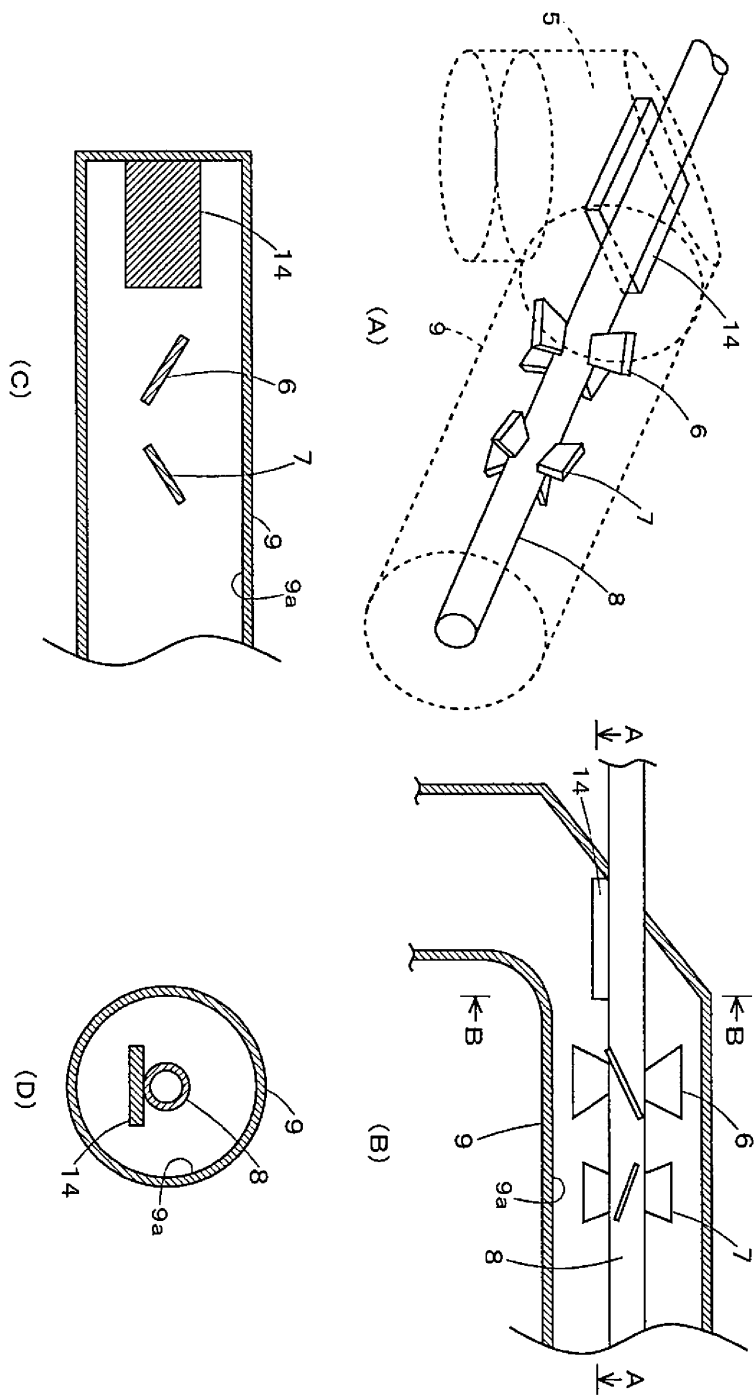
도면14



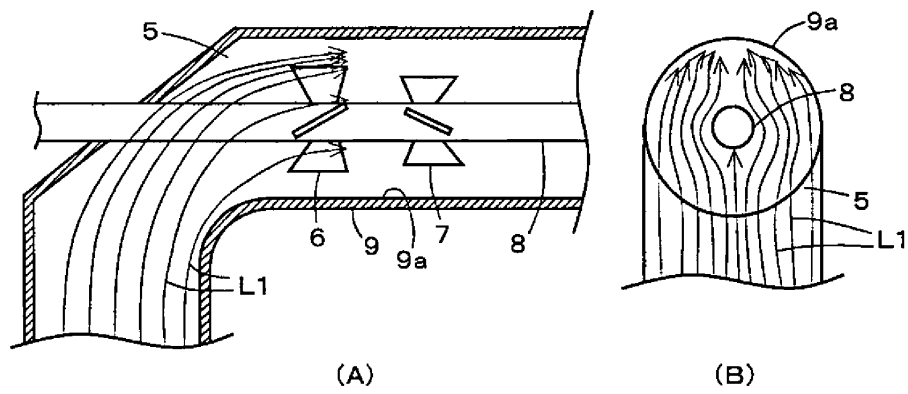
도면15



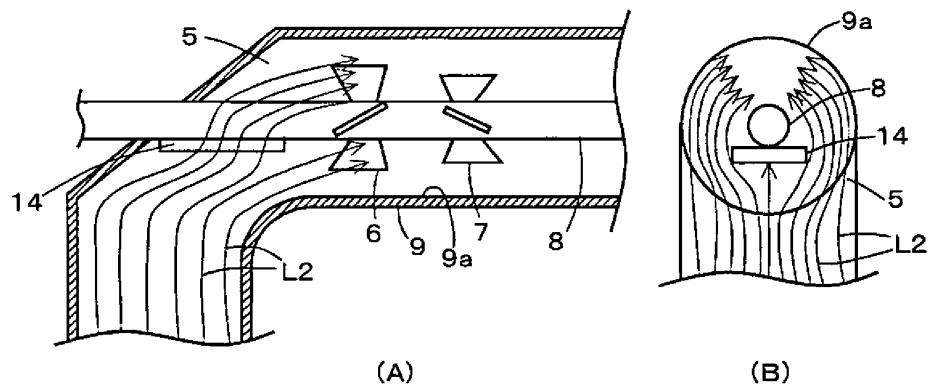
도면16



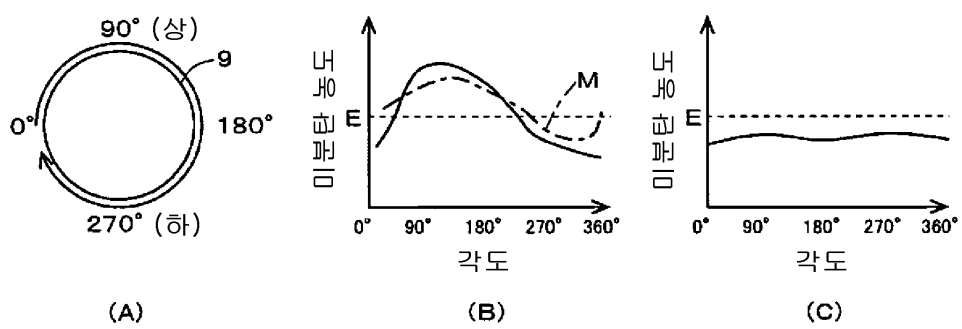
도면17



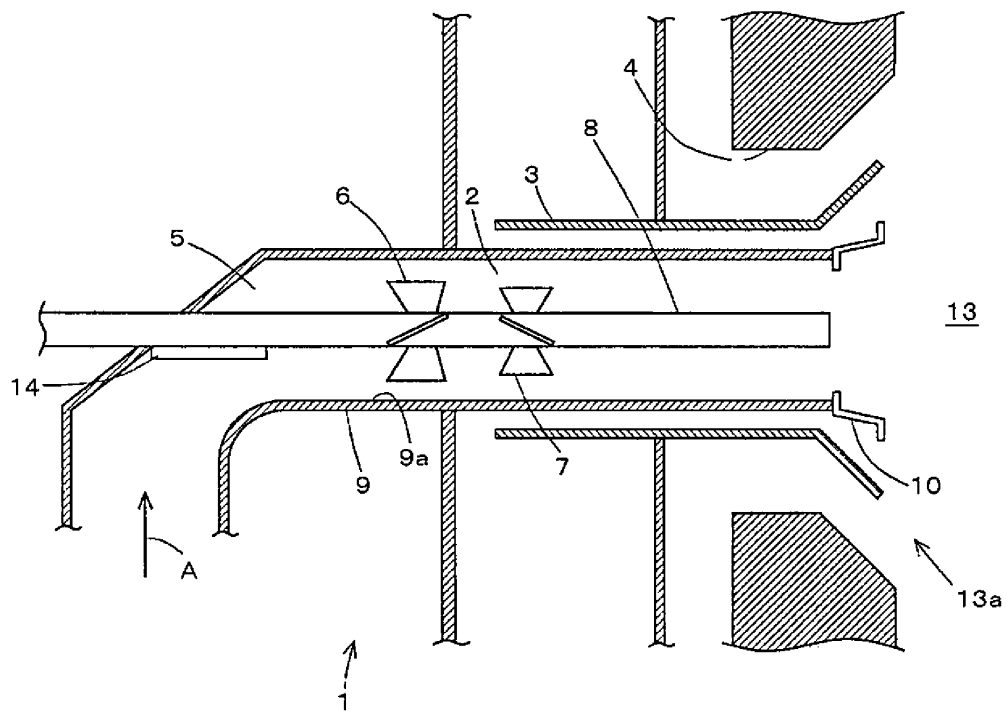
도면18



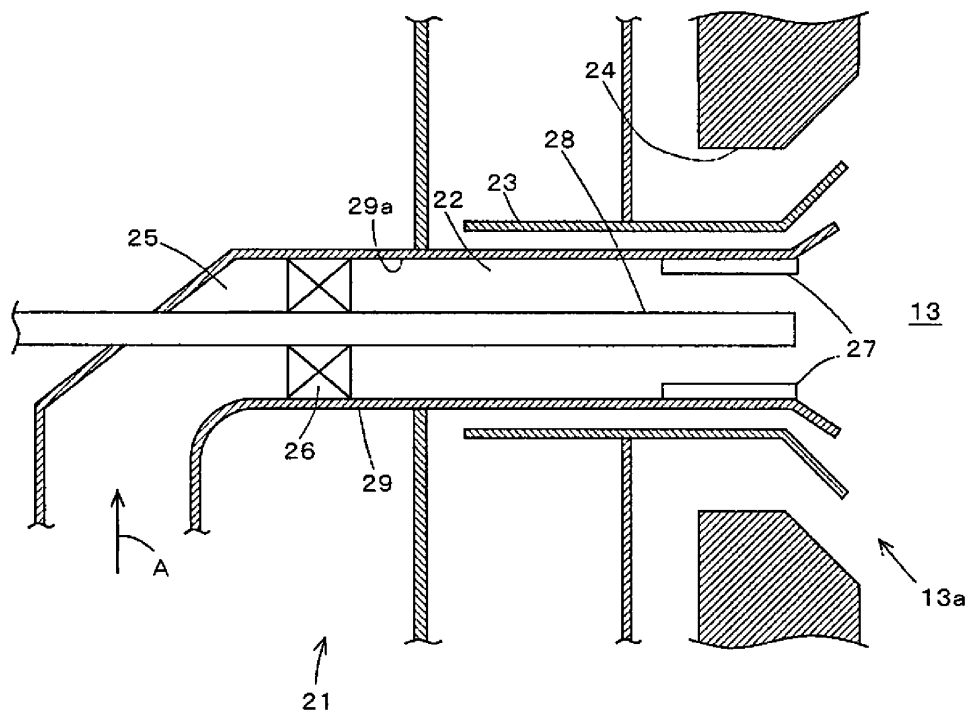
도면19



도면20



도면21



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 [청구항 10], 2~3째줄

【변경전】

오일 버너의, 혼합 유체의 흐름에 대항하는 축의 측면에



【변경후】

오일 버너의, 혼합 유체의 흐름에 대향하는 측인, 측면에