



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년06월10일  
(11) 등록번호 10-0962187  
(24) 등록일자 2010년06월01일

(51) Int. Cl.  
F23J 15/00 (2006.01) F23L 9/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2004-7012206  
(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년02월07일  
심사청구일자 2008년02월05일  
(85) 번역문제출일자 2004년08월06일  
(65) 공개번호 10-2004-0088063  
(43) 공개일자 2004년10월15일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2003/003900  
(87) 국제공개번호 WO 2003/067167  
국제공개일자 2003년08월14일  
(30) 우선권주장  
60/355,674 2002년02월07일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US6318277 B1  
US5727480 A  
US6490985 B2  
US4722287 A

(73) 특허권자  
베트스카이, 조엘  
미국 뉴저지주 07979 포터스빌 린다버리 레인 501  
(72) 발명자  
베트스카이, 조엘  
미국 뉴저지주 07979 포터스빌 린다버리 레인 501  
(74) 대리인  
김선민, 김성기

전체 청구항 수 : 총 21 항

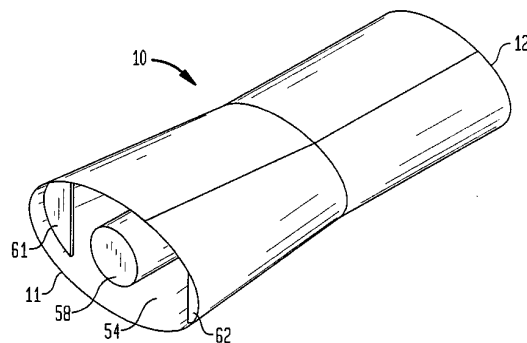
심사관 : 황준석

(54) 과연소 공기용 포트 및 노 장치

(57) 요약

과연소 공기용(OverFire Air; OFA) 포트 설계 및 노 장치에서 사용하기 위한 방법이 개시된다. 상기 OFA 포트 설계는 관련된 노로부터 대기로 배출되는 해로운 오염물의 양을 효율적으로 감소시킨다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

삭제

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

노에 사용하기 위한 과연소 공기용(OFA) 포트로서, 상기 OFA 포트는 내측 배럴과 외측 배럴과 적어도 하나의 배플을 포함하고,

상기 내측 배럴은 유입 단부와 유출 단부를 구비하고, 상기 내측 배럴은 상기 유입 단부와 유출 단부 사이에 뻗어있는 내측 통로를 형성하고, 상기 내측 통로를 통하여 공기의 흐름이 허용되고,

상기 외측 배럴은 유입 단부와 유출 단부를 구비하고, 상기 외측 배럴은 상기 내측 배럴의 적어도 일부를 둘러싸고, 상기 외측 배럴은 상기 외측 배럴의 상기 유입 단부와 유출 단부 사이에 뻗어있는 외측 통로를 형성하고, 상기 외측 통로를 통하여 공기의 흐름이 허용되고,

상기 적어도 하나의 배플은, 상기 외측 배럴에 부착되고, 상기 외측 배럴의 상기 유출 단부에 인접하여 상기 내측 배럴과 외측 배럴 사이에 배치되어, 공기가 상기 외측 배럴의 유출 단부를 빠져나갈 때 공기의 흐름을 간섭하는 OFA 포트.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 배플은 상기 외측 배럴의 유입 단부보다 유출 단부에 더 가까이 배치된 것인 OFA 포트.

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

제6항에 있어서, 상기 적어도 하나의 배플은 복수 개의 배플로 구성되는 것인 OFA 포트.

### 청구항 10

제6항에 있어서, 상기 외측 배럴의 유입 단부는 유출 단부와 상이한 기하 형상으로 구성되는 것인 OFA 포트.

### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 외측 배럴의 유출 단부는 타원형으로 구성되는 것인 OFA 포트.

### 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 외측 배럴의 유입 단부의 기하 형상은 원형인 것인 OFA 포트.

### 청구항 13

제6항에 있어서, 상기 내측 배럴의 유입 단부는 유출 단부와 상이한 기하 형상으로 구성되는 것인 OFA 포트.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 내측 배럴의 유출 단부의 기하 형상은 타원형인 것인 OFA 포트.

#### 청구항 15

제13항에 있어서, 상기 내측 배럴의 유입 단부의 기하 형상은 원형인 것인 OFA 포트.

#### 청구항 16

제6항에 있어서, 상기 내측 배럴의 유입 단부는 유출 단부와 상이한 기하 형상으로 구성되고, 상기 외측 배럴의 유입 단부는 유출 단부와 상이한 기하 형상으로 구성되는 것인 OFA 포트.

#### 청구항 17

제16항에 있어서, 상기 내측 및 외측 배럴의 유출 단부는 타원형으로 구성되는 것인 OFA 포트.

#### 청구항 18

노에 사용하기 위한 과연소 공기용(OFA) 포트로서, 상기 OFA 포트는 내측 배럴과 외측 배럴과 적어도 하나의 배플을 포함하고,

상기 내측 배럴은 유입 단부와 유출 단부를 구비하고, 상기 내측 배럴은 상기 유입 단부와 유출 단부 사이에 뻗어있는 내측 통로를 형성하고, 상기 내측 통로를 통하여 공기의 흐름이 허용되고, 상기 내측 배럴은 내측 유입 섹션, 내측 변환 섹션 및 기하 섹션(geometric section)을 추가적으로 구비하고,

상기 외측 배럴은 유입 단부와 유출 단부를 구비하고, 상기 외측 배럴은 상기 내측 배럴의 적어도 일부를 둘러싸고, 상기 외측 배럴은 상기 외측 배럴의 상기 유입 단부와 유출 단부 사이에 뻗어있는 외측 통로를 형성하고, 상기 외측 통로를 통하여 공기의 흐름이 허용되고, 상기 외측 배럴은 외측 유입 섹션 및 외측 변환 섹션을 구비하고,

상기 적어도 하나의 배플은, 상기 내측 배럴에 부착되고, 상기 내측 배럴의 상기 유출 단부에 인접하여 상기 내측 배럴과 외측 배럴 사이에 배치되어, 공기가 상기 외측 배럴의 유출 단부를 빠져나갈 때 공기의 흐름을 간섭하는 OFA 포트.

#### 청구항 19

제18항에 있어서, 상기 외측 배럴의 외측 변환 섹션은 변환 유입부와 변환 유출부를 더 포함하고, 상기 변환 유입부와 변환 유출부는 각각 크기를 가지되, 상기 변환 유입부의 크기는 상기 변환 유출부의 크기보다 작은 것인 OFA 포트.

#### 청구항 20

제18항에 있어서, 상기 외측 유입 섹션과 상기 외측 변환 섹션의 길이는 동일한 것인 OFA 포트.

#### 청구항 21

제18항에 있어서, 상기 내측 배럴과 외측 배럴 사이에 적어도 두 개의 배플이 배치되어, 공기가 상기 외측 배럴의 유출 단부를 빠져나갈 때 공기의 흐름을 간섭하는 OFA 포트.

#### 청구항 22

제18항에 있어서, 상기 외측 배럴의 유입 단부는 유출 단부와 상이한 기하 형상으로 구성되는 것인 OFA 포트.

#### 청구항 23

제18항에 있어서, 상기 외측 배럴의 유출 단부는 타원형으로 구성되는 것인 OFA 포트.

#### 청구항 24

제18항에 있어서, 상기 내측 배럴의 유입 단부는 원형인 것인 OFA 포트.

#### 청구항 25

연소 구역을 형성하는 적어도 하나의 버너와;

적어도 하나의 과연소 공기용(OFA) 포트를 포함하며,

상기 적어도 하나의 OFA 포트는, 내측 배럴과 외측 배럴과 적어도 하나의 배플을 포함하고,

상기 내측 배럴은 유입 단부와 유출 단부를 구비하고, 상기 내측 배럴은 상기 유입 단부와 유출 단부 사이에 뻗어있는 내측 통로를 형성하고, 상기 내측 통로를 통하여 공기의 흐름이 허용되고,

상기 외측 배럴은 유입 단부와 유출 단부를 구비하고, 상기 외측 배럴은 상기 내측 배럴의 적어도 일부를 둘러싸고, 상기 외측 배럴은 상기 외측 배럴의 상기 유입 단부와 유출 단부 사이에 뻗어있는 외측 통로를 형성하고, 상기 외측 통로를 통하여 공기의 흐름이 허용되고,

상기 적어도 하나의 배플은, 상기 외측 배럴에 부착되고, 상기 외측 배럴의 상기 유출 단부에 인접하여 상기 내측 배럴과 외측 배럴 사이에 배치되어, 공기가 상기 외측 배럴의 유출 단부를 빠져나갈 때 공기의 흐름을 간섭하는 것인 노.

#### 청구항 26

제25항에 있어서, 상기 적어도 하나의 OFA 포트는 유입되는 OFA의 양을 조절하기 위해서 상기 외측 배럴의 유입 단부에 위치하는 슬리브 댐퍼(sleeve damper)를 더 포함하는 노.

#### 청구항 27

노에 사용하기 위한 과연소 공기용(OFA) 포트로서, 상기 OFA 포트는 내측 배럴과 외측 배럴과 적어도 하나의 배플을 포함하고,

상기 내측 배럴은 유입 단부와 유출 단부를 구비하고, 상기 내측 배럴은 상기 유입 단부와 유출 단부 사이에 뻗어있는 내측 통로를 형성하고, 상기 내측 통로를 통하여 공기의 흐름이 허용되고,

상기 외측 배럴은 유입 단부와 유출 단부를 구비하고, 상기 외측 배럴은 상기 내측 배럴의 적어도 일부를 둘러싸고, 상기 외측 배럴은 상기 외측 배럴의 상기 유입 단부와 유출 단부 사이에 뻗어있는 외측 통로를 형성하고, 상기 외측 통로를 통하여 공기의 흐름이 허용되고, 상기 내측 배럴의 유입 단부는 상기 내측 배럴의 유출 단부와 상이한 기하 형상을 가지고, 상기 외측 배럴의 유입 단부는 상기 외측 배럴의 유출 단부와 상이한 기하 형상을 가지고, 상기 내측 및 외측 배럴의 유출 단부는 타원형으로 구성되고,

상기 적어도 하나의 배플은, 상기 내측 배럴과 외측 배럴 사이에 배치되어, 공기가 상기 외측 배럴의 유출 단부를 빠져나갈 때 공기의 흐름을 간섭하는 OFA 포트.

#### 청구항 28

삭제

#### 청구항 29

삭제

### 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 노 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로 말하자면 CO, NO<sub>x</sub> 및 불연소 탄화물과 같은 해로운 부산물을 감소시키기 위해서 과연소 공기(OverFire Air; OFA) 공정을 채용하는 노 장치에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 노 내에서의 화석 연료 또는 다른 유형의 유기 및 화학 연료의 완전 연소는 공지된 일정량의 연소 공기를 필요

로 한다. 공기와 연료 사이의 관계는 화학양론적 연소 조건으로서 알려져 있다. 연소로의 화학양론적 공기의 공급과 후속하는 연료의 소비는 이론적이기 때문에, 완전 연소를 달성하기 위해서는 무한 크기의 노가 요구될 것이다. 현재의 노에서는 이론적으로 요구되는 양보다 더 많은 공기가 공급된다. 이 추가적인 양은 과잉 공기라고 불린다.

[0003] 이러한 과잉 공기의 부재시에는, 불완전 연소로 인한 많은 양의 부산물이 생성된다. 이러한 부산물은 탄화수소(HC)와 일산화탄소(CO)를 포함한다. 과잉 공기가 소망하지 않는 HC와 CO 부산물을 제거하는 것을 돕는다 하더라도, 버너에서의 연소중에 과량의  $O_2$ 가 연료 입자로부터 배출된 질소(N)와 결합하여 노로부터 빠져나가자마자 대기로 확산하는 해로운 오염물인 산화질소( $NO_x$ )를 형성한다.

[0004] 과연소 공기(OFA) 공정은  $NO_x$  산출물을 감소시키기 위해서 1950년대에 개발되었다. OFA 공정은 연소 공정을 완성하기 위해서 필요한 공기의 공급을 조절하는 공기 분류 공정이다. 통상적으로, OFA 공정은 두 단계로 일어난다.

[0005] 제1 단계는 연소 구역으로부터의 연소 공기 제거를 필요로 한다. 연소 공기를 제거하면, 풍부한 연료 환경하에서 연소 과정이 개시된다. 이러한 환경으로 인하여,  $NO_x$ 의 형성이 현저히 감소되고 방지되지만, 이와 동시에 많은 양의 일산화탄소(CO)와 비연소 탄소 생성물(UBC)의 형성을 유발한다.

[0006] OFA 공정의 제2 단계는 이러한 결점을 해결한다. 이 단계에서는 상기 제거된 연소 공기가 연소 구역 위 또는 CO 연소 종료 구역 내에 위치한 OFA 포트를 통해 주입된다. 제거된 연소 공기를 CO 연소 종료 구역 내로 주입하여 완전 연소를 일으키는 데 필요한 화학양론적 양의 공기를 제공한다. 궁극적으로, CO가 산화하여  $CO_2$ 를 형성한다.

[0007] 따라서, OFA 공정의 사용하여 해로운  $NO_x$ 와 CO의 형성을 감소시키기 위해 필요한 균형을 제공한다.

[0008] 연소 효율은 연료원이 화염에 노출되는 시간과, 온도와, 난류(즉, 공기와 연료 입자간의 혼합)와 같은 다양한 인자에 의해 영향을 받는다. 다양한 종래 기술의 노 장치가 존재하며, 이들은 OFA 포트와, 시간의 양, 온도 및 효율적인 연소에 필요한 혼합에 영향을 주는 다른 특징을 포함한다. 이들 변수는 OFA 포트의 개수와, 연소 구역에 대한 이러한 포트의 위치와, OFA 포트의 설계(즉, 단일 단계와 이중 단계 포트 설계)와, 다양한 혼합 방법을 포함한다.

[0009] 불충분한 혼합의 문제를 해결하기 위해서, "2단계" 또는 "이중 스로트(dual throat)" OFA 포트 설계가 구현되었다. 이러한 설계는 OFA 유동과 주입벽에 근접한 노의 가스 사이의 급속한 혼합을 유발하는 "인접 구역" 유동장을 형성하도록 한다. 이것은, 일반적으로 외측 입구 또는 외측 단(段)에서의 공기가 소용돌이치게 함으로써 달성된다. 또한, 내측 단 또는 내측 입구로부터의 고속의 축방향 기류는 OFA가 노 내로 충분히 멀리 확산되게 하여, 노 내부에서 보다 많은 혼합이 달성된다.

[0010] 종래 기술의 2단계 OFA 포트는 다양한 문제점을 지니고 있다. 소용돌이치는 외측 유동의 한 가지 결점은 회전류가 포트의 일측면을 따른 상방류(up-flow)와, 포트의 타측면을 따른 하방류(down-flow)를 초래한다는 것이다. 포트의 수직 중심선에 대하여 대칭으로 혼합되지 않기 때문에, 혼합되지 않은 노의 가스가 포트를 통과하여 소망하지 않는 CO와 다른 불완전 연소의 부산물을 생성하고, 이것들이 노로부터 흘러나간다.

### 발명의 상세한 설명

[0011] 본 발명은 OFA 포트의 구성과 설계에 관련한 신규의 장치 및 방법을 제공함으로써, OFA 포트를 포함한 종래 기술의 노 장치의 다양한 결점을 해결한다.

[0012] 본 발명에 따르면, OFA 포트의 특별한 구성을 활용하는 노가 개시된다. 노는 측벽을 갖춘 하우징을 포함한다. 연소 구역을 형성하는 하나 이상의 버너가 하우징 내의 측벽 사이에 배치된다. 바람직한 실시예에서는, 또한 복수 개의 버너를 사용할 수도 있다. 공간에 의해 형성되는 복수 개의 수직 통로가 측벽과 연소 구역의 양측부 사이에 존재한다. 복수 개의 OFA 포트가 연소 구역 위에 위치하는 하우징 내에 배치된다. OFA 포트는 복수 열로 배열된다. 연소 구역으로부터 가장 멀리 위치하는 열("상부 열")은 연소 구역에 가장 가까운 열("하부 열")에 있는 OFA 포트보다 더 많은 개수의 OFA 포트를 포함한다. 하부 열은 노의 측벽 사이에 있는 통로에 위치하는 하나 이상의 OFA를 포함하며, 상기 측벽에 가장 가까운 버너의 연소 구역의 최외측 단부 중 하나는 복수 개의 수직 통로를 형성한다. 일실시예에서, 하부 열은 두 개의 OFA 포트만을 포함할 수 있는데, 하나의 OFA 포

트는 제1 통로에 위치하고, 다른 OFA 포트는 제2 통로에 위치한다. 다른 실시예에서, 하부 열은 두 개 이상의 OFA 포트를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 노의 설계는 실질적으로  $\text{NO}_x$  산출물을 감소시킬 뿐만 아니라, 또한 노로부터 방출되는 CO의 양도 줄이도록 개발되어 왔다. 연소 구역으로부터 연소 공기를 제거하고, 연소 구역 위에 위치한, 연소 구역의 최외측 단부와 노의 벽 사이에 있는 통로에 배치된 OFA 포트를 통해 이러한 공기를 주입함으로써, OFA 내의 산소가 노 내로 주입되어, 통로를 이동하는 CO를 산화시키고, 이에 따라 이러한 CO가  $\text{CO}_2$ 로 전환될 것이다. 또한, 연소 구역의 엿지에 있는 버너와 노의 벽 사이에 있는 통로 내에서의 OFA 포트의 위치는 OFA가 CO와 더 많이 혼합되도록 하며, OFA는 CO의 상당 부분이 노를 빠져나가기 전에 CO의  $\text{CO}_2$ 로의 전환을 최대화하도록 상방으로 흐른다. 따라서, OFA 구성은 노 내에 존재하는 CO의 양을 감소시키고, 이어서 CO를 대기로 배출시킨다.

[0014] 본 발명의 다른 양태에 있어서, 대기로의 해로운 산화질소의 배출을 감소시키도록 노를 효율적으로 작동시키는 방법이 개시된다. OFA 장치의 사용하여 연소 구역으로부터 연소 공기의 일부를 제거하는데, 이 OFA 장치는 상기 연소 공기의 일부를 연소 구역 위에 위치하는 OFA 포트에 재주입하는 것을 필요로 한다. 본 발명의 방법에 따르면, OFA는 연소 구역 위에 위치하는 2열 이상의 OFA 포트를 통해 재주입된다. 또한, OFA는 연소 구역에 가장 가까운 열에 위치하는 하나 이상의 OFA 포트를 통해 재주입되는데, 이 OFA 포트는 연소 구역과 노의 측벽 사이의 공간에 의해 형성되는 통로 내에 위치한다.

[0015] 본 발명의 다른 양태에 있어서, 노 내에 사용하기 위한 노의 디자인이 제공된다. OFA 포트는 내측 배럴과 외측 배럴을 포함하며, 이들 모두는 유입 단부와 유출 단부를 구비한다. 배럴은 원형 직경에만 한정되지 않으며, 원형, 타원형, 정사각형, 삼각형 등의 다양한 기하학적 포트 형상을 지닐 수 있다는 것을 이해해야 한다. 내측 배럴은 유입 단부와 유출 단부 사이에서 뻗은 내측 통로를 형성한다. 내측 배럴의 목적은 기류를 수용하는 것이다.

[0016] 외측 배럴은, 외측 통로가 내측 배럴과 외측 배럴 사이에 형성되도록 내측 배럴과 동축으로 연장하고, 내측 배럴의 내측 단부와 외측 단부 사이에서 내측 배럴을 적어도 부분적으로 둘러싼다. 외측 통로도 또한 기류를 수용하는 역할을 한다.

[0017] 본 발명의 다른 신규의 양태는 종래 기술에 의해 개시된 방법에 비해 공기 역학적으로 UBC와 CO를 더 많이 감소시키는 외측 통로 내의 배플의 위치이다. 배플을 통한 공기 유동은 각 배플의 하류측에 저압 구역을 형성한다. 기류가 배플을 통과할 때, 저압 구역은 기류가 통로를 빠져나와서, 외측 통로로부터의 이 기류가 측류로 배기되게 한다. 이것은 내측 배럴을 빠져나가는 측방향 OFA 유동 주변에 보다 큰 재순환 영역을 형성한다. 그 결과, 혼합이 더 많이 일어난다. 사실상, 배플은 공기의 혼합을 보조하기 위한 선회 베인(swirl vane) 또는 혼합 장치에 대한 필요성을 제거한다.

[0018] 소망하는 결과를 달성하기 위해서, 하나 이상의 배플을 외측 통로 내에 배치해야 한다는 것을 이해해야 한다. 바람직한 실시예에서는, 외측 통로의 양측부에 배치된 두 개의 배플이 최대 결과를 달성한다. 그러므로, 배플은 또한 외측 배럴의 유출 단부에 가장 가깝게 배치되는 것이 바람직하다.

[0019] 본 발명의 다른 신규의 양태는 내측 배럴과 외측 배럴 중 하나 또는 이들 모두의 유입 단부와 유출 단부 사이의 형상에 있어서의 변형이다. 개별 단부는 제한 없이, 원형, 타원형, 정사각형 및 삼각형과 같은 임의의 기하 형상으로 구성될 수 있지만, 유입 단부와 유출 단부의 형상은 서로 다른 것이 바람직하다. 바람직한 실시예에서는, 배럴의 유입 단부의 형상은 원형이고, 유출 단부의 형상은 타원형이다. 외측 배럴의 타원형의 유출 단부는 주축(主軸)과 부축(副軸)을 포함하며, 주축은 타원의 최장부(最長部)로, 수평축 상에 위치할 수 있다. 따라서, 부축은 타원의 최단부(最短部)로, 수직축 상에 위치할 수 있다.

[0020] 본 발명의 또 다른 양태에서는, 내측 배럴의 타원형의 유출 단부도 또한 주축과 부축을 포함하며, 타원의 최단부가 부축을 이루고, 타원의 최장부가 주축을 이룬다. 본 발명의 신규의 양태에서는, 내측 배럴의 주축이 외측 배럴의 부축 내에 위치하는 것이 바람직하다. 따라서, 내측 배럴의 타원형의 최장부는 외측 배럴의 최단부의 수직축을 따라 동축으로 위치한다.

[0021] 다른 실시예에 있어서, 내측 배럴은 세 개의 섹션, 즉 유입 섹션, 변환 섹션, 기하 섹션으로 구성된다. 유입 섹션의 형상은 원형인 것이 바람직하며, 유입 섹션은 OFA 기류를 받는다. 변환 섹션에서는 포트의 기하 형상이 원형에서, 바람직하게는 타원형으로 변형된다. 변환 섹션은 유입 단부와 유출 단부 사이에서 뻗을 때, 내측 배럴의 직경이 감소하도록 테이퍼지는 것이 바람직하고, 이에 따라 OFA의 이동 속도가 변환 섹션 내에서



증가한다. 최종적으로, 내측 배럴의 기하 섹션은 변환 섹션의 형상을 유지하고, 또한 OFA 공기용의 출구를 제공한다. 타원형의 내측 배럴은 OFA 전장에 걸쳐 뻗어서, 노 안에서 OFA가 축방향으로 보다 많이 침투하게 한다.

- [0022] 동일한 바람직한 실시예에 있어서, 외측 배럴은 두 개의 섹션, 즉 유입 섹션과 변환 섹션으로 구성된다. 유입 섹션은, 바람직하게는 원형의 포트 형상을 지니고, OFA 유동을 받아들인다. 또한, 변환부는 변환 유입 단부와 변환 유출 단부를 포함한다. 바람직한 실시예에서, 변환 섹션의 직경은 변환 유입 단부로부터 변환 유출 단부까지 그 크기가 증가한다. 변환 섹션은, 또한 OFA가 포트를 빠져나갈 영역을 제공한다.
- [0023] 다른 바람직한 실시예에 있어서, 변환 섹션의 포트의 기하 형상은 원형으로부터, 바람직하게는 타원형으로 변환된다.
- [0024] 내측 통로로부터의 유동은 노의 챔버 내에 깊이 침투하는 것을 증진하도록 축방향인 것이 바람직하며, 이와는 달리 외측 통로의 유동은 내측 유동에 대해 횡방향으로 혼합되도록 설계된다.
- [0025] 본 발명의 다른 양태는 연소실과, UBC 및 CO를 줄이기 위해 제공되는 전체적인 OFA 장치의 일부인 OFA 포트에 구성된 노 전체에 관한 것이다. 본 발명의 이 양태에 따른 OFA 포트는 전술한 특성의 모두 또는 몇 가지를 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 유입 단부와 유출 단부 사이에서 외측 배럴을 적어도 부분적으로 둘러싸는 슬리브 댐퍼(sleeve damper)가 제공될 수도 있다. 보다 바람직한 실시예에서, 슬리브 댐퍼는 외측 배럴의 유입 단부에 위치한다. 슬리브 댐퍼는 OFA 포트의 OFA 유동량을 조절하는 데 있어서 보다 효율적이다.
- [0027] 본 발명의 다른 실시예에 있어서, OFA 포트는 내측 배럴에 위치하는 원추대 또는 중심 본체를 포함할 것이다. 원추대는 반경 반향 유동을 비난류 간섭성 축방향 유동으로 효율적으로 전환시킨다. 또한, 원추대는 소정의 압력 증가를 최소화한다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 실시예에 있어서, 외측 배럴의 유입 단부와 유출 단부 사이에서 외측 배럴을 적어도 부분적으로 둘러싸는 분배판이 제공될 수 있다. 분배판은 레지스터(register) 주변 둘레에 공기를 균일하게 분포시킨다.
- [0029] 또한, 본 발명의 다른 실시예는 OFA 포트 내의 난류의 정도를 공기 역학적으로 감소시키고, 압력 강하의 양을 감소시키는 형상의 사용을 고려한다. 특히, 모따기된 코너가 분배판과 외측 배럴이 만나는 부분에 형성된다.
- [0030] 본 발명의 다른 양태에 있어서, 하우징과, 연소 구역과, 본 발명에 따른 OFA 포트 구성과, 본 발명에 따른 OFA 포트 디자인으로 구성되는 노 장치를 고려한다.
- [0031] 따라서, 본 발명의 목적은 연소의 결과인 UBC와 CO의 양을 감소시키는 OFA 포트 구성을 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 저렴하게 제조될 수 있는 OFA 포트 디자인을 제공하는 것이다.
- [0032] 본 발명의 다른 목적은 내측 배럴과 외측 배럴 모두의 유입 단부 및 유출 단부의 형상을 변화시켜서, 조절 가능한 선회 베인 또는 혼합 장치에 대한 필요성을 제거하여, UBC와 CO의 양을 공기 역학적으로 감소시키는 것이다.
- [0033] 본 발명의 또 다른 목적은 노의 가스가 OFA 포트의 수직 중심선에 대하여 비대칭으로 혼합되어 결과적으로 노의 가스가 혼합되지 않고, CO와 불완전 연소의 다른 생성물의 양을 최소화하지 않는 문제를 해결하는 OFA 포트를 제공하는 것이다.
- [0034] 본 발명의 전술한 목적, 특징 및 장점은 후술하는 바람직한 실시예의 상세한 설명과 첨부 도면을 고려하여 보다 충분히 이해될 것이다.

## 실시예

- [0044] 도 1과 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 과연소 공기용(OFA) 포트(10)는 유출 단부(11)와 유입 단부(12)를 포함한다. 도 1의 바람직한 실시예에 있어서, OFA 포트(10)는 통상적으로, 유출 단부(11)의 비교적 큰 타원형 직경으로부터 유입 단부(12)의 상대적으로 원형인 직경까지 테이퍼진다. OFA 포트를 제조할 수 있는 재료는 종래의 것으로, 극심한 열을 견딜 수 있는 철, 강, 세라믹 등과 같은 다양한 재료를 포함할 수 있다.
- [0045] 도 2에 도시된 바와 같이, OFA 포트(10)는 내측 통로(58)를 형성하는 세장형의 내측 배럴(50)과, 내측 배럴(50)을 둘러싸고 이 내측 배럴과 거의 동축으로 뻗는 세장형의 외측 배럴(52)을 포함한다.

- [0046] 외측 통로(54)가 내측 배럴(50)과 외측 배럴(52) 사이에 형성된다. 내측 통로(58)와 외측 통로(54) 모두는 일반적으로 환형이며, 관련된 노로 OFA를 재주입하기 위한 흐름 경로로 사용된다.
- [0047] 도 2와 도 3에 도시된 바와 같이, 외측 배럴(52)의 변환 섹션(60)이 OFA 포트(10)의 유입 단부(12)와 유출 단부(11) 사이에 배치된다. 변환 섹션(60)은 기류의 방향을 따라 직경이 증가하도록 테이퍼진다. 도 1, 도 2 및 도 3의 실시예에서, 변환 섹션(60)은 외측 원형 도관(63)의 원형으로부터 내측 타원형 도관(54)의 타원형으로 변환된다.
- [0048] 배플(61, 62)이 OFA의 균일한 혼합을 용이하게 하도록 외측 통로(54)의 유입 단부(12)와 유출 단부(11) 사이에 배치된다. 단지 하나의 배플 또는 두 개 이상의 배플을 사용할 수 있다는 것을 명심해야 한다. 또한, 본 발명에 따른 다양한 형상과 크기의 배플을 사용할 수 있다. 배플의 사용이 노에서의 효율적인 혼합을 달성하기 때문에, 배플의 사용은 종래 기술의 설계에 대한 개선점이다.
- [0049] 내측 배럴(50)도 또한, 원형 도관(65)으로부터 타원형 도관(66)으로 변환하는 변환 섹션(51)을 포함한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 타원형 도관(66)은 외측의 수평 타원형 도관(64) 내에 수직으로 배치된다.
- [0050] 도 1, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 외측 배럴(52)의 직경은 유입 단부(12)의 상대적으로 작은 직경으로부터 유출 단부(11)의 상대적으로 큰 직경으로 증가한다. 바람직한 실시예에서의 테이퍼의 각도는 1도 내지 15도 사이이다. 그러나, 본 발명의 변형예는 테이퍼를 전혀 포함하지 않을 수 있거나, 또는 15도보다 큰 테이퍼를 포함할 수 있다.
- [0051] 본 발명의 변형예에서는, OFA 포트(10)의 유입 단부(12)에 있는 외측 원형 도관(63)의 특정 크기 및 구조와, 외측 원형 도관(63)의 반경이 변할 수 있다. 하나의 바람직한 실시예에서, 내측 배럴(50)의 내측 원형 도관(65)의 직경은 약 17 인치일 수 있으며, 외측 배럴(52)의 외측 원형 도관(63)의 직경은 약 26 인치일 수 있다.
- [0052] 본 발명의 변형예에서는, 외측 배럴(52)의 수평 타원형 도관(64)의 특정 크기 및 구조와, 내측 배럴(50)의 내측 타원형 도관(66)의 특정 크기 및 구조도 또한 변할 수 있다. 일 실시예에서, 수평 타원형 도관(64)은 주축의 길이가 약 33.5 인치이고, 부축의 길이는  $22\frac{1}{3}$  인치일 수 있다. 내측 배럴(50)에 있는 내측 타원형 도관(66)의 주축의 길이는 21 인치이고, 부축의 길이는 14 인치일 수 있다.
- [0053] 본 발명의 변형예에서는, 배플(61, 62)의 특정 크기, 형상 및 위치도 또한 변할 것이다. 바람직한 실시예에서, 배플(61, 62)은 외측 배럴(52)의 내벽(53)에 부착될 것이다. 배플은 외측 배럴(51)의 유출 단부(11)로부터 몇 인치 떨어져서 위치할 수 있다. 외측 배럴(52)의 내벽(53)과 가장 가까운 배플(61, 62)의 최외측 엣지는 외측 배럴(52)의 형상을 취할 수 있다. 따라서, 바람직한 실시예에서는 외측 배럴(52)이 타원형이면 배플(61, 62)의 최외측 엣지도 타원형일 것이다. 배플은 다양한 방식으로 OFA 포트에 부착될 수 있고, 외측 배럴에 부착되는 것으로만 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 변형예에서는 배플이 내측 배럴에 부착될 수 있다.
- [0054] 도 3, 도 4, 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이, OFA 포트는 전체적인 OFA 장치의 단일 구성 요소이다.
- [0055] 도 4에 도시된 바와 같이, 슬리브 댐퍼(70)가 외측 배럴(52)의 유입 단부(12)와 유출 단부(11) 사이에 위치한다. 슬리브 댐퍼(70)는 외측 통로(54)에 대한 개구의 크기를 변화시키도록 이동한다. 이러한 점에서, 슬리브 댐퍼는 OFA 포트를 통한 전체적인 기류를 제어하는 데 있어서 효과적이다. 슬리브 댐퍼를 원격 조정하기 위해서 액추에이터를 사용할 수 있다. 원추대(73)가, 기류를 반경 방향(원추대 구역으로 진입할 때의 기류 방향)으로부터 축방향으로 전환시키도록, 레지스터의 중심부에 배치된다. 원추대(73)는 또한, OFA 포트 내의 기압 강하를 최소화하는 기능을 한다.
- [0056] 분배판(71)이 슬리브 댐퍼(70)에 근접하여, 외측 배럴(52)를 적어도 부분적으로 감싸고, 외측 배럴(52)에 연결된다. 바람직한 실시예에서는, 분배판(71)은 외측 배럴(52) 전체를 둘러싼다. 분배판(71)은 용접 또는 다양한 부착 수단(예컨대, 클램프, 리벳, 스크류, 접착제 등)에 의해 외측 배럴(54)에 연결될 수 있다. 분배판(71)은 레지스터의 주변 둘레에 공기를 균일하게 분포시킨다. 바람직한 실시예에서 분배판(71)은 천공된 스테인리스강으로 구성된다.
- [0057] 분배판(71)에 인접한 모따기된 코너(74)가 난류와 회전에 의한 압력 강화를 감소시킨다.
- [0058] OFA 포트를 사용하여 상이한 기류 속도로 컴퓨터 모의 실험한 결과는 OFA 포트의 조립체 사용의 장점을 예증한다. 도 6은 내측 통로의 기류가 전체 기류의 60%인 경우, 컴퓨터 모의 실험한 모델의 기류 결과를 보여준다.



도 7은 확대된 도 6의 인접 협부(峽部)의 상세도이다. 내측 배럴(50)의 통로(58)로부터의 기류는 축방향으로 노 내로 진출한다. 이와 달리, 외측 배럴(52)의 통로(54)로부터의 기류는 배플(61, 62)에서 중단된다. 이것은 공기가 측부에서 노 내로 분산되게 하며, 보다 큰 혼합 영역을 형성하게 한다.

[0059] 내측 통로(58)에서 기류가 증가할 때, 축방향 침투가 증대되고, 인접 구역의 재순환도 또한 증대되는 것을 볼 수 있다. 내측 통로의 기류를 감소시키면, 침투 깊이는 감소하지만, 벽으로부터 떨어져서 보다 광범위한 혼합이 일어난다.

[0060] 따라서, 본 발명에 따르면, 내측 기류 대 외측 기류의 비율을 변화시킴으로써, CO와, OFA 공정을 사용하는 NO<sub>x</sub> 감소 공정의 통상적인 결과물인 연소의 다른 일부 생성물의 연소를 최대화하도록 과연소 공기 유동의 진출과 도달 범위를 최적화할 수 있다. 또한, 본 발명의 OFA 포트의 디자인은, 혼합이 일어나지 않는 노의 출구로의 비혼합 통로가 없도록, OFA 포트의 수직축에 대한 대칭 혼합을 증진시킨다.

[0061] 도 8은 본 발명에 따른 노 내의 OFA 포트의 바람직한 구성의 정면도이다. 노는 복수 개의 버너(100~131)에 의해 형성되는 연소 구역을 포함한다. 버너(100~131)는 네 개의 수평열에 배치된다. 특히, 참조 번호 100~107로 지시되는 버너는 참조 번호 200로 지시되는 열로 배치되고, 참조 번호 108~115로 지시되는 버너는 참조 번호 201로 지시되는 열로 배치되며, 참조 번호 116~123로 지시되는 버너는 참조 번호 202로 지시되는 열로 배치되고, 참조 번호 124~131로 지시되는 버너는 참조 번호 203으로 지시되는 열로 배치된다.

[0062] OFA 포트의 두 개의 열(204, 205)은 연소 실린더 위에 수직으로 배치된다. 하부 열(204)은 노 내의 양 통로(206, 207)내에 배치되는 한 쌍의 OFA 포트(210, 211)를 포함한다. 특히, 노는 이격된 벽(208, 209)를 지닌 보일러를 포함한다. 수직 통로(206)는 보일러의 벽(208)과 수직으로 배치된 버너(100, 108, 116, 124) 사이의 공간으로 형성된다. 이와 유사하게, 수직 통로(207)는 보일러의 벽(209)과 수직으로 배치된 버너(107, 115, 1123, 131) 사이의 공간으로 형성된다. 수직 통로(207, 208)는 보일러의 측벽을 따라 뻗으며, 연소 구역 위로 연속된다.

[0063] OFA 포트(210, 211)는 수직 통로(206, 207) 내에서의 배치로 인하여, "윙 포트(wing port)" 라고 불린다. 이들 OFA 포트는 상부 열(205)에 있는 최외측 OFA 포트의 바깥쪽에 배치된다. 상부 열(205)은 하부 열(204)의 윙 포트에 비해 연소 구역으로부터 더 먼 수직 거리에 위치하는 8개의 OFA 포트(149~156)를 포함한다.

[0064] 윙 포트(210, 211)만을 포함하는 하부 열(204)의 OFA 포트가 도 8에 도시되어 있지만, 변형예에서는 이 열에 추가적인 OFA 포트를 배치할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 또한, 추가적인 OFA 포트의 열은 본 발명의 범위 내에서 고려되는 노에 배치할 수 있다. 그러나, 이러한 구성은 장비의 비용을 증가시킬 수 있다.

[0065] 열(204)에는 소정 개수의 OFA 포트가 있을 수 있지만, 열(204) 내의 OFA 포트의 개수는 열(205) 내의 OFA 포트의 개수보다 작은 것이 바람직하다.

[0066] 도 9는 본 발명에 따른 OFA 포트의 구성과, OFA 포트의 디자인을 병합한 노 장치의 측면도이다. 연소 구역은 열(200~203)의 버너로 구성된다. OFA 포트는 두 개의 열(204, 205)에 위치하지만, 더 많은 열을 포함할 수 있다. 수직 통로(도시하지 않음)에 위치한 OFA 포트(210, 211)(즉, 윙 포트)는 연소 구역에 가장 가까운 하부 열(204)에 나타난다.

[0067] 여기에서는 특정 실시예를 참조하여 본 발명을 설명하였지만, 이들 실시예는 단지 본 발명의 원리와 용도의 예시라는 것을 이해할 것이다. 따라서, 예시된 실시예에 대한 많은 변형이 가능하며, 첨부된 청구 범위에 의해 한정되는 본 발명의 범위와 사상을 벗어나지 않으면서, 다른 구성을 발명할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명의 과연소 공기용(OverFire Air:OFA) 포트의 사시도이다.

[0036] 도 2는 본 발명의 OFA 포트의 개략적인 측부 단면도이다.

[0037] 도 3은 본 발명의 OFA 포트의 개략적인 정면도이다.

[0038] 도 4는 본 발명의 OFA 포트의 개략적인 측면도이다.

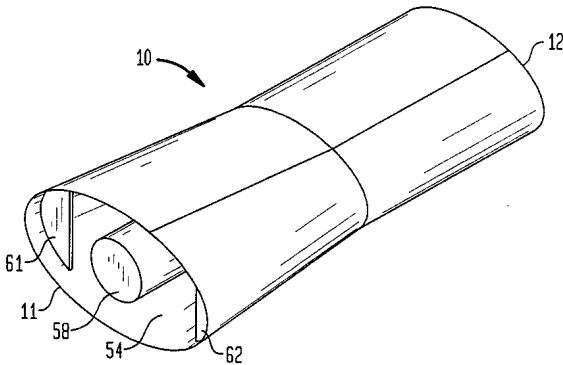
[0039] 도 5는 본 발명의 OFA 포트의 단순화된 개략적인 정면도이다.

[0040] 도 6은 본 발명의 OFA 포트의 사용을 예시하는 컴퓨터 모의 실험된 기류이다.

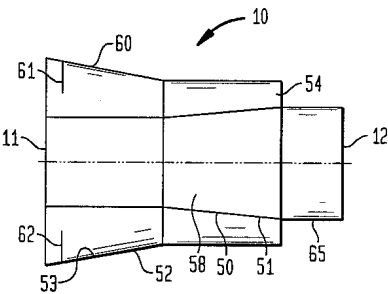
- [0041] 도 7은 본 발명의 OFA 포트의 사용을 예시하는 다른 컴퓨터 모의 실험된 기류이다.
- [0042] 도 8은 본 발명의 노 장치 내의 OFA 포트 구성의 개략적인 도해(圖解)이다.
- [0043] 도 9는 본 발명의 노 장치 내의 OFA 포트 구성의 개략적인 정면도이다.

도면

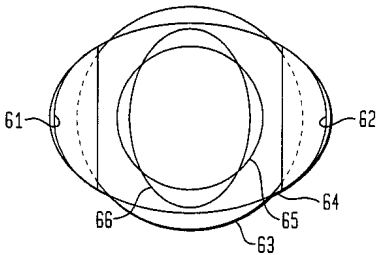
도면1



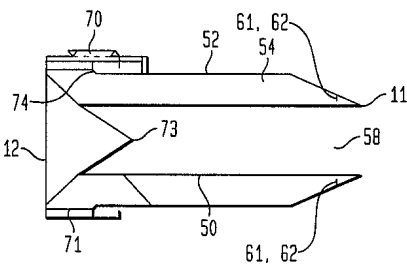
도면2



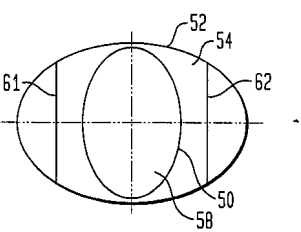
도면3



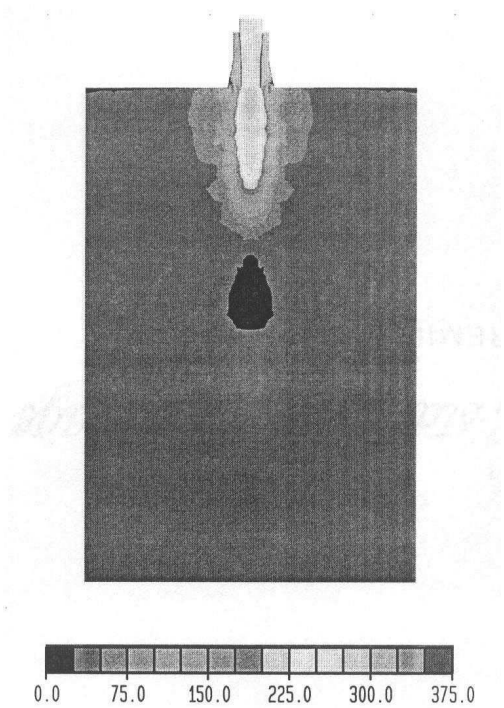
도면4



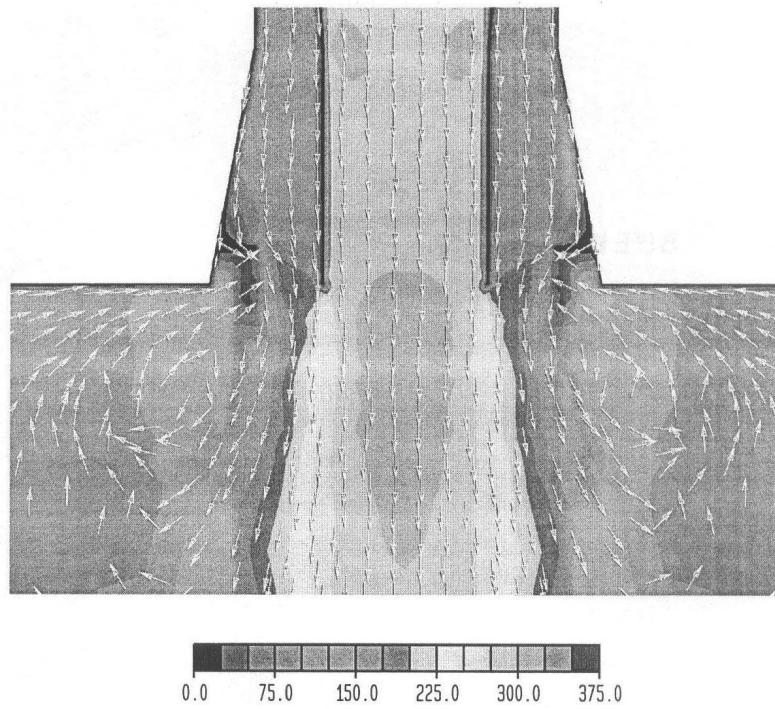
도면5



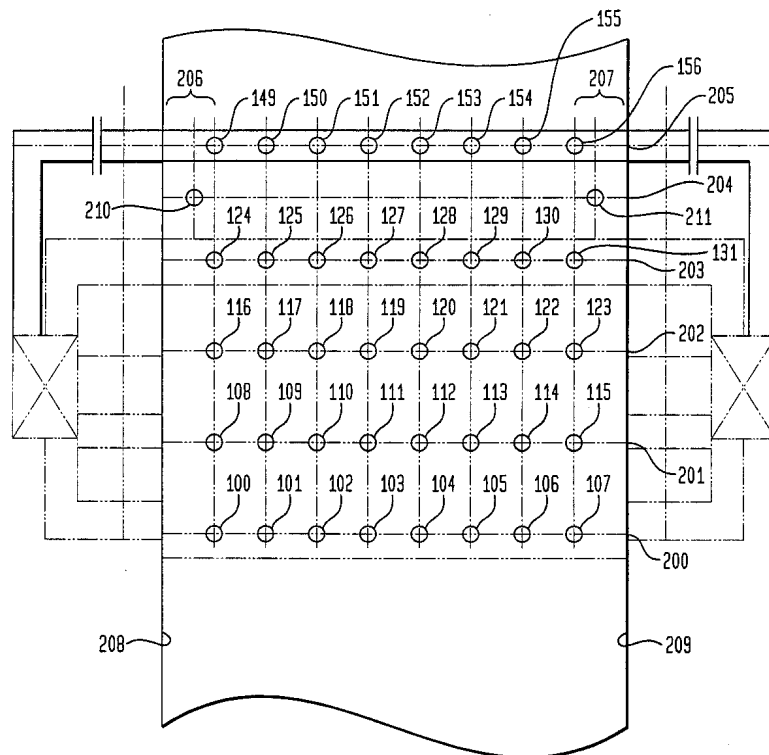
도면6



도면7



도면8



도면9

