

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
F23D 17/00

(11) 공개번호 특2001-0052937  
(43) 공개일자 2001년06월25일

(21) 출원번호	10-2000-7014307	(87) 국제공개번호	WO 1999/66261
(22) 출원일자	2000년12월16일	(87) 국제공개일자	1999년12월23일
번역문제출일자	2000년12월16일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1999/13767		
(86) 국제출원출원일자	1999년06월17일		
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 사이프러스 독일 덴마크 스 페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모 나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴		
국내특허 : 오스트레일리아 캐나다 일본 대한민국			
(30) 우선권주장	60/089,570 1998년06월17일 미국(US)		
(71) 출원인	존 징크 컴파니 엘엘씨    로버트 엠. 캐롤		
(72) 발명자	미국 오글라호마 74116 톨사 이스트 어패치 11920 트시룰니코프레프 미국11224뉴욕주브룩클린서프애비뉴601아파트먼트22디 싌들러에드먼드 미국06432코네티컷주페어필드타모어드라이브159 구알코존 미국06716코네티컷주월코트타이헬드라이브15 무어존 미국06518코네티컷주함덴듀엘드라이브76 캠버그마이클 미국94121캘리포니아주샌프란시스코애비뉴750-17		
(74) 대리인	주성민, 안국찬		

**심사청구 : 없음**

**(54) 저 질소산화물 및 저 일산화탄소 버너 및 그 작동 방법**

**요약**

CO 및 NO<sub>x</sub> 방출량이 감소되도록 작동되는 원형 버너는 공기의 유동을 버너를 통하도록 그리고 벽(20) 내의 입구를 통하여 연소 챔버(16) 내에서 연소 영역(14) 내로 향하도록 그렇게 배치된 벤츄리 튜브(22)를 포함한다. 이 벤츄리 튜브는 입구단(25) 및 출구단(26), 및 목부(24)을 가진다. 버너는, 연소 영역과 유동적으로 통하도록 배치된 최소한 하나의 입구(52), 및 상기 벤츄리 튜브의 목부와 유동적으로 통하도록 배치된 최소한 하나의 출구(50)를 포함하는 덕트 장치(48)를 가진다. 선택적으로 또는 추가하여, 버너는, 연소 영역의 근처 위치에서의 벽을 통하여 연장되는 최소한 하나의 분사기 노즐(60)을 포함하는 연료 가스 분사기 정렬부(58)를 가진다. 또한, CO 및 NO<sub>x</sub> 방출량을 감소시키는 버너를 작동시키기 위한 방법이 기술된다.

**대표도**

**도1**

**색인어**

질소산화물, 일산화탄소, 버너, 공기 기류, 벤츄리 튜브

**명세서**

발명의 분야

본 발명은 대규모 산업용 버너에 관한 것이다. 특히 그러한 버너는 천연가스를 포함하는 가스 상태의 연료의 연소용으로 사용된다. 그러한 버너는 연료 오일의 연소용으로 사용된다. 흔히 버너는 가스 상태의 연료 및 연료 오일의 연소용으로 교대로 또는 동시에 사용된다. 특히 본 발명은 연료 가스 및/또는 오일

을 연소하는 산업용 버너에 관한 것이며 특히 낮은 정도의 질소산화물( $\text{NO}_x$ ) 및 일산화탄소(CO) 공기 오염 물질을 방출하도록 구성 및 설계된다. 본 발명은 또한 그러한 버너를 작동시키기 위한 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 기존의 버너에 비하여 CO 및  $\text{NO}_x$  방출이 사실상 축소될 수 있도록 한 버너 및 그 작동 방법에 관한 것이다.

#### 종래 기술의 배경

노(爐) 연소 챔버 또는 화실(firebox)에 연료 및 공기를 공급하기 위한 많은 설계가 존재한다. 사실상 모든 현대의 기존 설계들은 연소효율을 향상시키고자 하는 것이다. 또한, 튜브 금속 온도 및 다른 노 성분 한정요소들이 노 버너 설계시 고려된다. 최근에는 국가 법규 및 사회 압력에 의하여 CO 및  $\text{NO}_x$  방출의 감소에 관하여 신중히 고려할 필요가 있게 되었다.

더욱 최근에 개발된 가장 우수한 산업용 버너 중 하나로서 토드 가변화염식 무 내부 FGR 및 무 외부 가스 분사 버너(Todd Variflame No Internal FGR and No External Gas Injection Burner)가 있으며, 연료 및 공기를 노 화실에 공급하기 위한 내부 포커 튜브(pocker tube)의 어레이를 사용한다. 이 장치는 1999년 1월 19일에 발행된 슐들러 등(Schindler et al.)의 미합중국 특허 제5,860,803호의 주제이다. '803 특허의 명세서의 전체가 본 명세서에 합체된다.

많은 당업자들의 노력에도 불구하고, CO 및  $\text{NO}_x$  방출에 대한 완전한 해결책이 제시되지 못하고 있다. 혹자는 연관 가스를 화실 내로 재순환시킴으로써  $\text{NO}_x$  방출량을 감소시킬려고 시도해 보았다. 그러나, 상기 연관 가스가 하류 위치로부터 재순환될 때, 그러한 재순환을 제공 및 유도하는 데 관련한 비용이 상당하다.

#### 발명의 요약

본 발명은 열효율 및/또는 반응 파라미터에 사실상 영향을 끼침 없이 연소 챔버로부터 CO 및  $\text{NO}_x$  방출량을 효과적으로 및 경제적으로 감소시키는 장치 및 방법을 제공한다. 특히, 본 발명은 벤츄리 튜브 버너 시스템(venturi tube burner system) 내에 내부 연관 가스 재순환 및/또는 외부 연료 주입을 이용하는 신규의 버너 설계 및 신규의 작동 방법을 제공한다. 특히, 본 발명은, 벤츄리 튜브 내에 와류형의 제1 연소 공기 및 직선형의 제2 연소 공기를 구비하고, 상기 벤츄리 튜브 외부에 직선형의 3차 연소 공기를 구비하여, 상기의 조건하에서 형성된 버너 화염에서 신규의 효과를 제공하는 그러한 벤츄리 튜브 버너 시스템을 제공한다.

본원의 발명자들에 의하여 수행된 광범위한 연구 및 개발의 결과로서, 버너 효율의 실질적인 손실없이 CO 및  $\text{NO}_x$  방출량이 상당히 감소할 수 있도록 한 개선된 버너 설계가 개발되었다. 이리하여 본 발명의 한 측면에 따르면, 공기의 유동을 버너를 통과하도록 그리고 벽 내의 입구를 통하여 연소 챔버 내에서 연소 영역 내로 향하도록 그렇게 배치된 벤츄리 튜브를 포함하는 신규의 원형 버너가 제공된다. 벤츄리 튜브는 입구 단 및 출구단, 및 상기 입구단 및 출구단 사이에 배치된 목부(throat)를 가진다. 출구단은 입구단 또는 목부 중의 어느 하나보다 더 큰 내부 직경을 가진다. 벤츄리 튜브의 출구단은 연소 챔버에 대해 입구 근처에 배치되고, 벤츄리 튜브의 입구단은 상기 출구단보다 입구로부터 더 멀리 배치된다.

본 발명에 따른 신규한 버너는 또한 상기 연소 영역과 유동적으로 통과하도록 배치된 최소한 하나의 입구, 및 상기 벤츄리 튜브의 목부와 유동적으로 통과하도록 배치된 최소한 하나의 출구를 포함하는 덕트 장치를 제공한다. 상기 덕트 장치는 상기 연소영역 근처에 있는 상기 연소 챔버 내부의 위치로부터 그리고 상기 벤츄리 튜브 내의 상기 목부 근처의 위치로 연관 가스가 재순환할 수 있도록 정렬 및 적용되고, 그럼으로써 상기 재순환된 연관 가스가 상기 벤츄리 튜브의 목부 내로 유도되고 상기 벤츄리 튜브의 목부에서의 공기 유동에 의하여 혼합된다. 이리하여,  $\text{NO}_x$  방출 감소가 외부 연관 가스 재순환 장치에 대한 비용 부담 없이 달성되게 된다.

본 발명의 또 다른 태양에서, 본 발명은 공기 유동을 버너를 통과하도록 그리고 연소 챔버의 벽 내의 입구를 통하여 연소 챔버 내에서 연소 영역 내로 향하도록 그렇게 배치된 벤츄리 튜브를 포함하는 신규의 원형 버너가 제공된다. 본 발명의 이 태양에 따른 신규의 버너는 상기의 연소 영역 근처 위치에 있는 연소 챔버의 벽을 통하여 연장되는 최소한 하나의 분사 노즐을 포함하는 연료 가스 분사 정렬장치를 포함한다. 그러한 분사 노즐은 연소 챔버와 유동적으로 통하는 상태에 있다. 분사 노즐은 상기 연료 가스가 상기 입구의 내부 모서리의 상부에 그리고 상기 입구의 외부에 반경반향으로 벽 내의 위치에서 상기 연소 챔버 내로 향하도록 배치된다.

본 발명의 또 다른 태양에서, 신규의 버너는 재순환된 연관 가스용의 덕트 장치 및 상술된 연료 가스 분사 정렬장치를 포함한다.

본 발명의 더욱 특별한 태양에서, 본 발명의 버너는 벤츄리 튜브 내에 배치되고 벤츄리 튜브를 통하여 흐르는 공기 내로 연료 가스를 공급하도록 위치 지정되는 제1 연료 가스 노즐을 포함한다. 상기 버너는 또한 공기의 유동이 그를 통하여 관통되도록 배치된 와류 부재를 포함한다. 이상적으로는, 상기 벤츄리 튜브 및 와류 부재의 출구 단부가 공기의 유동의 2차 부분이 상기 와류 부재를 관통하지 않도록 그렇게 정렬된다. 더욱 이상적으로는, 환형의 간극이 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 외주연과 상기 입구의 내부 모서리에 위치 지정된다. 그러한 상기의 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 연소 챔버 내로 입구로 통과하도록 위치 지정된다.

바람직하게는, 최소한 하나의 제1 연료 가스 노즐이 상기 공기 유동의 1차 부분 내로 연료 가스를 도입하는 위치에 그리고 벤츄리 튜브의 중심축 근처에 상기 벤츄리 튜브의 중심으로 위치 지정된다. 최소한 하나의 연료 가스 포커 노즐이 또한 공기의 유동의 상기 2차 부분 내로 연료 가스를 도입하는 위치에 설치된다.

본 발명의 버너는 연료 가스 또는 오일 중 어느 하나를 연소하기 위하여 설치된다.

본 발명은 또한 상술된 종류의 벤츄리 튜브 장착 원형 버너를 작동시키기 위한 방법을 제공한다. 본 발명

의 한 측면에 따르면, 본 방법은, 공기의 유동을 상기 벤츨리 튜브를 통과하도록 하고 그리고 상기 입구를 통하여 상기 연소 챔버 내의 연소 영역 내로 향하도록 하고; 연관 가스를 상기 연소영역 근처에 있는 상기 연소 챔버 내부의 위치로부터 상기 벤츨리 튜브의 목부 근처의 위치에 있는 상기 벤츨리 튜브 내로 재순환하고, 이에 의하여 상기 재순환된 연관 가스는 상기 벤츨리 튜브의 저압 목부 내로 유도되고 상기 벤츨리 튜브의 저압 목부에서 연소 공기 유동과 혼합되는 단계를 포함한다.

본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 본 방법은, 공기의 유동을 상기 벤츨리 튜브를 통과하도록 하고 그리고 연소 챔버의 벽 내의 입구를 통하여 상기 연소 챔버 내의 연소 영역 내로 향하도록 하고; 연관 가스의 유동을 상기 입구의 내부 모서리의 상부 그리고 상기 입구의 외부에 반경반향으로의 위치에서 그리고 상기 연소 영역 근처에서 상기 연소 챔버 내로 향하도록 분사하는 단계를 포함한다. 또한, 본 신규의 방법은 상술된 바와 같이 연관 가스의 재순환 및 외부 연료 가스 분사 둘다를 포함한다.

더욱 특별한 의미로서, 본 방법은, 상기 공기 유동 내로 연관 가스의 제1 공급을 도입하는 단계를 포함한다. 본 방법은 또한 와류 부재를 통하여 상기 공기 유동의 최소한 1차 부분을 통과하는 단계를 포함한다. 더욱 명확히, 본 방법은 상기 공기 유동의 2차 부분이 상기 와류 부재를 통과하지 않게 된다.

본 발명의 또 다른 중요한 바람직한 태양에서, 본 방법은, 3차 공기 기류를 벤츨리 튜브의 주변 둘레로, 벤츨리 튜브의 큰 단부 및 입구의 내부 모서리 사이에 제공된 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 영역 내로 흐르도록 하는 단계를 포함한다.

본 발명의 또 다른 중요한 바람직한 태양에서, 벤츨리 장착 원형 버너를 작동시키기 위한 본 방법은, 상기 공기 유동의 1차 부분 내로 연관 가스의 제1 공급을 도입하는 단계, 및 상기 공기 유동의 2차 부분 내로 연관 가스의 제2 개별 공급을 도입하는 단계를 포함한다.

#### 도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 연소 챔버 버너의 정단면도로서, 상기 연소 챔버 윈드박스(windbox)의 수직 중심선을 따라 취해진 관련 구성요소들이 도시된다.

도2는 도1의 버너의 정면 단부의 정면도이다.

도3은 와류형 공기 유동 대 직선형 공기 유동의 비가 변화하는 경우 본 발명의 연소 챔버 버너에서 획득된 스캐너 신호의 총수 및 공기 압력 강하 데이터를 도시한 그래프이다.

도4는 1차 및 3차 공기 유동 비가 변화할 때 측정된 상대적 가용 내부 연관 가스 재순환 유동의 양을 도시한 그래프이다.

도5는 2차 및 3차 공기 유동에서 과잉 공기 인자들 사이의 비가 변화할 때 CO 및 NO<sub>x</sub> 방출 감소와 관련하여 본 발명의 버너의 개선된 실행을 도시한 그래프이다.

도6은 분사 연료 가스 유량이 총 연료 가스 유량에 대하여 변화할 때 CO 및 NO<sub>x</sub> 방출 감소와 관련하여 본 발명의 버너의 개선된 실행을 도시한 그래프이다.

도7은 내부 연관 가스가 재순환될 때 NO<sub>x</sub> 방출 감소와 관련하여 본 발명의 버너의 개선된 실행을 도시한 그래프이다.

#### 바람직한 실시예의 상세한 설명

본 발명의 구성, 개념, 및 원리를 구현하는 버너 조립체가 도1에서 참조부호 10으로 나타내어진다. 당업자에게 널리 공지되어 있는 바와 같이, 버너(10)는 윈드박스(windbox, 12)에 의하여 포위되어 있고, 그 윈드박스(12)는, 연료 가스가 연소 챔버(16)의 벽 내의 입구(18)를 통하여 연소 챔버 또는 화실(16) 내의 연소 영역(14) 내로 흐르도록 하기에 충분한 압력으로 연료 가스를 버너에 공급한다. 또한 당업자에게 널리 공지되어 있는 바와 같이, 입구(18) 등과 같은 입구는 바람직하게는 연소 챔버(16)의 벽(20)을 통하여 연장되며 대략 원형의 개구 형태이다.

버너(10)는 연장 형성된 벤츨리 튜브(22)를 구비하며, 그것은 입구(18)로부터 간격이 있도록 형성된 입구 단(25) 및 입구(18)에 정렬되고 입구(18) 근처에 위치 지정된 출구단(26)을 가진다. 상기 벤츨리 튜브(22)는 또한 입구단(25) 및 출구단(26) 사이에 배치된 목부(24)를 가진다. 버너 기술 분야에서 당업자들에게 널리 공지되어 있는 바와 같이, 벤츨리 튜브(22)는 일반적으로 다면이 원형이고, 그 출구단(26)은 바람직하게는 입구단(25) 또는 목부(24) 중 어느 하나 보다 직경이 더 크다.

도1에 도시된 바와 같이, 벤츨리 튜브(22)의 출구단(26)은 바람직하게는 입구(18) 내에 위치 지정되고 입구(18)에 의하여 포위된다. 또한, 출구단(26)의 외주연부(28)는 입구(18)의 환형의 내부 모서리 표면 보다 직경이 더 작다. 이리하여, 환형 간극(32)은 벤츨리 튜브(22)의 출구단(26)의 외주연부(28) 및 내부 모서리 표면(30) 사이에 존재한다. 환형 측판(33)이 입구(18) 내에 위치 지정되고 간극(32)에 대하여 입구부(35)를 제공하도록 모서리 표면(30)에 장착된다.

상기 버너 조립체(10)에는 또한 와류 부재(34)가 설치되며, 이것은 벤츨리 튜브(22)의 출구단(28) 내에 중심으로 배치된다. 도1에 명백히 도시된 바와 같이, 와류 부재(34)의 외부 직경이 벤츨리 튜브(22)의 출구단(28)에서 벤츨리 튜브(22)의 내부 직경보다 더 작다. 이것은 벤츨리 튜브(22) 내에 와류부재(34)를 포위하는 환형 스페이스(26)를 제공한다.

본 발명의 버너 조립체(10)에는 또한 바람직하게는 통상의 점화장치(38) 및 10이상의 중앙 연료 가스 노즐(40)이 설치된다. 그러나, 도1에는 단일의 노즐만이 도시되고, 상기 버너 기술 분야에서의 기술로서 벤츨리 튜브(22)의 길이축 둘레에 균등하게 간격이 형성된 복수의 중앙 연료 가스 노즐을 포함한다. 사용되는 중앙 연료 가스 노즐의 총수를 선택할 때 결정적인 인자는 중앙의 또는 1차 가스 유동이 연소 공기 내에서 균등하게 분포되는 것을 단순히 확인하는 것이다. 노즐 또는 노즐들(40)은, 경우에 따라 벤츨리 튜브(22)의 중심을 통하여 흐르는 공기에 연료 가스를 공급한다. 상기 버너 조립체(10)에는, 바람직하게는 버

너(10)가 천연가스를 포함하는 가스형태의 연료 뿐만 아니라 연료 오일 연소용으로 사용되도록 통상의 증기 작동 연료 오일 분무기 유닛(42)이 구비된다.

본 발명의 개념 및 원리에 따르면, 버너 조립체(10)는 연소영역(14)으로 가는 중에 벤츨리 튜브(22)를 통하여 연료가스를 공기 이동에 공급하기 위하여 최소한 하나의 연료 가스 포커(44)를 포함한다. 도1에는 단 하나의 포커(44)가 도시되지만, 버너 조립체(10)는 바람직하게는 벤츨리 튜브(22)의 내측 둘레에 균등한 간격으로 형성된 30이상의 연료 가스 포커(44)를 포함할 수 있다. 통상적으로 버너는 도2에 도시된 바와 같이 6 내지 8개의 포커(44)를 포함하지만; '803특허의 발명이 적용되는 경우 버너(10)는 단지 3개의 포커(44)를 필요로 한다. 포커(44)는 각각 연장 튜브(45) 및 노즐(47)을 포함하고, 도2에 도시된 바와 같이 통상적으로 연료 가스 분기관(46)에 의하여 함께 연결된다. 임의의 주어진 설치를 위하여 정확한 수의 포커를 선택함에 있어서 설계상 중요한 점은 연료 가스가 벤츨리 튜브(22)의 전체 주변환경 둘레에 균등하게 분포되도록 하는 것이다.

본 발명의 바람직한 버너 조립체(10)는 연소 영역(14) 근처에 있는 연소 챔버(16) 내의 한 지점으로부터 벤츨리 튜브(22)를 통하여 목부(24) 내의 저압 영역(72)에서의 공기 유동까지 연료 가스(49)를 내부 재순환시키기 위한 10이상의 덕트(48)를 포함한다. 도1에는 설명의 목적으로 단일의 덕트(48)가 도시된다. 그러나 버너 조립체(10)는 바람직하게는 도2에 가장 잘 도시된 바와 같이 벤츨리 튜브(22)의 주변 둘레에 90도 간격으로 떨어져 형성된 4개의 덕트(48)를 포함한다. 다시, 이 적용시 덕트(48)의 정확한 수를 선택함에 있어서 설계시 중요한 점은 단순히 상기 재순환된 연료 가스가 상기 벤츨리 튜브의 전체 주변환경 둘레에 균등하게 분포되도록 하는 것이다. 덕트(48)에는, 벤츨리 튜브(22)의 목부(24)에서 저압영역(72) 근처의 한 지점에서 벤츨리 튜브에 연결되는 출구(50)가 설치되고, 그리하여 재순환된 연료 가스(49)는 벤츨리 튜브(22) 내로 유도된다. 각 덕트(48)는 또한 벽(20) 내의 개구(54)를 통하여 연소 챔버의 내부와 유동적으로 통하는 입구(52)를 가진다. 이리하여, 챔버(16) 내의 연소영역(14) 근처로부터의 연료 가스는 벤츨리 튜브(22)를 통과하는 공기 유동으로 유도되고, 목부(24)에서 그와 혼합된다.

도1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 버너(10)에는 최소한 하나의 외부 연료 가스 분사기(injector, 56)가 설치된다. 상기 분사기(56)에는 바람직하게는 연장 튜브(58) 및 노즐(60)을 포함한다. 노즐(60)은 벽(20)을 통하여 연장되는 개구(62)를 통하여 돌출되고, 그리하여 노즐(60)은 입구(18)에 대하여 외향으로 간격이 형성된 관계로 위치 지정된다. 다시 말하면, 개구(62)는 입구(18)의 내부 모서리 표면(30) 상부 외측으로 위치 지정되고, 그렇기 때문에 노즐(60)은 연료가스의 유동이 연소영역(14)의 연소 공기 유동 근처 그리고 외측의 위치에서 연소 챔버(16) 내로 향하도록 위치 지정된다.

도1에는 설명의 목적으로 단일의 연료 가스 분사기(56)가 도시된다. 그러나, 도2에 도시된 바와 같이 버너 조립체(10)는 바람직하게는 벤츨리 튜브(22)의 주변 둘레에 45도 간격으로 떨어져 형성된 4 내지 8개의 연료 가스 분사기(56)를 포함한다. 다시, 이 적용시 연료 가스 분사기(56)의 정확한 수를 선택함에 있어서 설계시 중요한 점은 상기 연료 가스가 상기 연소 영역(14)의 전체 주변부 둘레에 균등하게 분포되도록 하는 것이다. 상기 분사기(56)에는 연료가스를 분배하는 분기관(64)이 설치된다.

작동시, 연소 공기는 윈드박스(12)로부터 버너(10) 내로 들어가서, 세 개의 서로 다른 부분으로 분리된다. 1차 공기의 유동 경로는 화살표(66)로 표시되고, 2차 공기의 유동 경로는 화살표(68)로 표시되고, 3차 공기의 유동 경로는 화살표(70)로 표시된다. 벤츨리 튜브(22)의 형태 및 크기, 와류 부재(34)의 형상 및 구성 및 입구(18)의 형상 및 크기에 의해 규정된 바와 같이, 1차 공기(66)는 벤츨리 튜브(22)의 중심으로 이동하고, 여기서 그 1차 공기는 중심으로 배치된 연료 노즐(40)로부터 연료가스와 혼합되고, 버너 기술분야에서 당업자에게 널리 공지된 방법으로 회전하는 와류 부재(34)를 통하여 흐르게 된다. 이리하여, 1차 공기(66) 및 노즐(40)로부터의 중앙 연료 가스가 연소영역의 중심부로 향하게 되어 완전히 혼합되고 활발히 이동하게 된다.

2차 공기(68)는 벤츨리 튜브(22)를 통하여 대략 직선으로 이동하여 연소영역 내로 통과한다. 상기 2차 공기(68)가 와류 부재(34) 둘레를 통과할 때, 그것은 와류 부재(34) 및 와류형 1차 공기를 포위하는 환형 외피형상을 하고 있다.

도1에 도시된 바와 같이, 연료 가스 포커(44)가 와류 부재(34)에 대하여 외측 반경방향으로 위치 지정되고, 그리하여 상기 포커 노즐(47)로부터의 연료 가스는 2차 공기(68)와 혼합된다. 그리하여, 직선의 2차 공기(68) 및 포커 노즐(47)로부터의 연료 가스는 연소영역(14)의 중심의 외측 반경방향의 위치에서 직선으로 연소 영역(14) 내로 향하게 된다.

3차 공기(70)는 벤츨리 튜브(22)의 주변 둘레에서 직선으로 이동하고, 상기 3차 공기(70)는 입구부(35)에 의해 안내되어 벤츨리 튜브(22)의 출구단(26) 및 입구(18)의 내부 모서리 표면(30) 사이의 간극(32)을 통과한다. 상기 3차 공기(70)는 연소 영역(14) 내로 도입될 때 벤츨리 튜브(22) 및 2차 공기(68)를 포위하는 환형 형상이다.

분사기(56)로부터의 연료가스는 연소영역(14)의 중심 및 1차, 2차, 및 3차 공기 유동(66, 68 및 70)에 대하여 외측 반경방향의 위치에서 연소 영역(14) 내로 도입된다.

일반적으로 말하면, 벤츨리 튜브(22)의 출구단은 바람직하게는 직경이 약 6 내지 40인치이다. 벤츨리 튜브(22)의 형상은 버너(10)의 작동에 대해 반드시 필요한 사항은 아니다. 즉, 벤츨리 튜브의 형상은 소정의 공기 유동 속도의 특성에 의하여 어느 정도 규정된다. 그러나 벤츨리 튜브(22)의 형상은 바람직하게는 목부(24)의 직경 대 출구단(26)의 직경의 비가 바람직하게는 약 1:1.2 내지 약 1:1.6의 범위 내로 형성되도록 실험적으로 결정되었다. 환형 간극(32)의 총 단면적 대 벤츨리 튜브(22)의 출구단(26)의 총 단면적의 비가 바람직하게는 약 1:6 내지 약 1:8의 범위 내로 형성되도록 실험적으로 결정되었으며, 반드시 이 범위 내에서 형성될 필요는 없다. 와류 부재(34)는 출구단(26)으로부터 상기 출구단(26)의 내부 직경의 약 0.4 내지 약 0.6배 범위 내의 거리만큼 떨어져지도록 위치 지정되는 것이 또한 바람직하며, 반드시 이 범위 내에서 형성될 필요는 없다.

와류 1차 공기 기류(66)의 정방향 속도 및 직선의 2차 공기 기류의 정방향 속도 간의 차이가 버너의 물리적 설계와 관련있다. 개념적으로, 모든 1차 공기 기류(66)는 와류 부재(34)를 통과한다. 다른 한편, 2차

공기 기류(68)는 와류 부재(34) 둘레를 통과하며, 이론적으로 이 2차 공기 기류는 와류 부재(34)를 전혀 통과하지 않는다. 상기 3차 공기 유동(70)도 와류 부재(34)를 전혀 통과하지 않는다. 상기 와류 부재(34)는 그 내부를 관통하는 1차 공기 기류(66)에 대하여 어느 정도의 공기역학 저항을 부과한다. 이리하여, 직선 기류(68 및 70)의 속도는 1차 기류(66)의 속도보다 더 크다. 도3에 도시된 바와 같이, 와류의 1차 공기 유동 대 직선의 공기 유동(2차 + 3차)의 비가 약 0.2보다 더 클 때, 공기 저항이 급속히 증가한다. 다른 한편, 와류의 1차 공기 유동 대 직선의 공기 유동의 비가 약 0.08보다 작을 때, 화염 안정성 문제가 발생된다. 이 파라미터들로부터, 바람직한 상대적 공기 유동 속도가 결정된다. 이리하여, 실제 작동시, 와류의 1차 공기 기류(66)의 정방향 속도 대 직선의 공기 기류의 정방향 속도의 비는 약 1:1.1 내지 약 1:1.5 까지의 범위 내에 있도록 하는 것이 바람직하다.

상술된 바와 같이, 3차 공기 유동 속도의 바람직한 하한은 1차 공기 속도의 약 1.1배이다. 도4에 따르면, 3차 공기 속도에서 속도가 증가하게 되면 순환된 연관 가스(49)량이 감소하게 된다. 1차 및 3차 공기 기류의 속도들의 비가 1.5 이하의 경우에는 유도에 의하여 재순환되는 연관가스의 양에 끼치는 영향이 비교적 작다. 그러나, 이 비가 1.5 이상인 경우, 상기 재순환된 연관가스 속도는 급속히 하강한다. 이 현상은 또한 1차 공기 속도 대 3차 공기 속도의 비가 1.5 이하인 경우가 바람직함을 지지한다. 본 발명에 따르면, 상기 재순환된 내부 연관 가스 속도는 바람직하게는 버너에 공급된 연소 공기의 총량을 기초로 하여 약 4% 내지 약 8% 범위 내에 있어야만 한다. 그러한 재순환의 유효성은 도7로부터 명백히 알 수 있다.

버너 화염의 중심은 연소영역(14)의 중앙부에 위치된다. 화염의 이 부분은, 중앙 연료 노즐(40)로부터의 연료 및 1차 공기 유동에 의하여 1차 공급되고, 전체 화염의 안정성 및 진동에 대한 원인이 된다. 또한, 화염의 중심은 열부하가 최소로 될 때면 언제나 화염 안내 역할을 한다. 대부분의 안정된 화염이 버너에서의 조건이 화학량론인 경우에 발생한다는 것은, 버너 분야에서 당업자에게 널리 공지되어 있는 사실이다. 그러나, 실제적 관점에서, 화염은 공기량이 이론적으로 연료 전체를 태우기에 충분한 양의 최소한 70%이고 그 양의 110% 이하일 때면 충분히 안정하다. 이리하여 1차 공기 기류에서 연료/공기 비는, 상기 1차 공기 기류가 연소 영역으로 들어올 때 유효 산소는 이론적으로 70% 내지 110% 범위가 되도록 그렇게 유지되어야 한다.

그러나 도5에 도시된 바와 같이, 2차 공기 기류(68)에서의 과다 공기 인자 대 3차 공기 기류(68)에서의 과다 공기 인자의 비가 약 1.3:1 내지 약 2.7:1 까지의 범위 내에 있을 때 CO 방출량이 증가하지 않으면서도 NO<sub>x</sub> 방출량이 효과적으로 감소된다. 이 비가 약 1.3:1보다 작으면, NO<sub>x</sub> 감소는 무시할 정도가 된다. 이 비가 약 2.7 이상이면, CO 방출은 허용될 수 없게 된다. 상기의 정보와 함께, 국부 과다 공기 인자가 바람직하게는 화염의 국부 냉각을 방지하기 위하여 2.0 이상이어서는 안되고, 연관 가스 내에서 불완전 연소된 산물의 허용불가한 농도를 피하기 위하여 바람직하게는 약 0.7 이하이어서는 안된다는 것이 고려되어야 한다. 이를 기초로 하여, 그리고 본 발명의 개념 및 원리에 따르면, 1차 공기 기류(66)에 의하여 제공된 과다 공기 인자는 바람직하게는 약 0.7 내지 1.1까지의 범위 내에 있어야 하고, 2차 공기 기류(68)에 의하여 제공된 과다 공기 인자는 바람직하게는 약 0.7 내지 2까지의 범위 내에 있어야 하고, 그리고 3차 공기 기류(70)에 의하여 제공된 과다 공기 인자는 바람직하게는 약 0.5 내지 0.7까지의 범위 내에 있어야 하는 것으로 결정되었다.

전술한 사항을 참조하여 바람직한 상대적 1차 연료가스 유동이 결정될 수 있다. 이리하여, 상기 1차 가스 유동은 상대적 1차 공기 유동 및 1차 과다 공기 인자의 곱이며, 그것은  $(0.08-0.20) \times (0.7-1.1) = (0.056-0.22)$ 이다. 상기 열부하가 축소될 때 안정성 및 진동의 문제를 피하기 위하여 그 축소와 더불어 상기 화염의 중심에 공급되는 연료 가스에 비례하여 증가가 수반되어야 한다. 보통, 최대 부하 상태에서 하에서 상기 화염의 중심에 공급된 연료가스의 양은 총 연료 유동 속도의 약 6%이어야 한다. 테스트는, 상기 화염의 중심에 공급되는 연료가스의 양이 버너 하강치의 약 네제곱근의 속도로 증가되어야 한다는 것을 도시하였다. 이리하여,  $12.5:1$ 의 표준 하강에 순응하기 위하여, 상기 화염의 중심에 공급되는 연료는 그 양이 전체 연료 속도의  $6^{-4} \times 12.5 = 19.6\%$ 이어야 한다. 그래서 1차 공기 기류(66)에서 전체 연료의 양은 바람직하게는 약 6% 내지 약 19%의 범위에 있어야 한다. 이 수들은 상기 계산된 수에 비교적 가깝다.

도6을 참조하면, 분사기 노즐(60)로부터의 연료 가스 속도비가 총 연료 가스 유동의 약 65% 내지 85%까지의 범위에 있을 때, 원하는 정도의 NO<sub>x</sub> 감소가 CO 방출량의 허용불가한 증가 없이 달성된다는 것을 알 수 있다. 이리하여, 최대 부하 하에서 포커 노즐(47)로부터의 2차 연료 가스 유동은 바람직하게는 총 연료 가스 유동의 약 9% 내지 29%까지의 범위에 있어야 한다. 일부의 부하 하에서, 포커 노즐(47)로부터의 2차 연료 가스 유동은 바람직하게는 총 연료 가스 유동의 약 5% 이하의 작은 값이어야 한다. 그래서 포커 노즐(47)로부터의 전체 2차 연료 가스 유동 속도는 바람직하게는 총 연료 가스 유동의 약 5% 내지 29%까지의 범위에 있어야 한다.

요컨대, 본 발명의 개념 및 원리에 따르면, 노즐(40)로부터의 1차 연료 가스 유동 속도는 바람직하게는 버너에 공급된 총 연료의 약 6% 내지 19%까지의 범위에 있어야 하고, 포커 노즐(47)로부터 공급된 2차 연료의 유동 속도는 바람직하게는 버너에 공급된 총 연료의 약 5% 내지 29%까지의 범위에 있어야 하며, 그리고 노즐(60)로부터 공급된 3차 연료의 유동 속도는 바람직하게는 버너에 공급된 총 연료의 약 52% 내지 89%까지의 범위에 있어야 하는 것으로 결정된다.

발명의 개념 및 원리에 따르면, 재순환된 내부 연관 가스(49) 대 총 연소 공기 유동(66, 68 및 70)의 비가 바람직하게는 약 0.04:1 내지 약 0.08:1의 범위 내에 있어야 하는 것으로 결정된다. 이 인자는 화염 안정성 및 방출량 감소 사이의 조화에 의하여 결정되고, 상술된 바와 같이 연소 공기의 다양한 유동 속도에 의하여 제어된다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

공기의 유동을 버너를 통하도록 그리고 벽 내의 입구를 통하여 연소 챔버 내에서 연소 영역 내로 향하도록

록 위치 지정된 벤츄리 튜브로서, 상기 벤츄리 튜브는 입구단 및 출구단, 및 상기 입구단 및 출구단 사이에 배치된 목을 가지며, 상기 출구단은 상기 입구단 또는 상기 목부 중의 어느 하나보다 더 큰 내부 직경을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 상기 출구단은 상기 연소 챔버에 대해 상기 입구 근처에 위치 지정되고, 상기 벤츄리 튜브의 입구단은 상기 출구단보다 입구로부터 더 멀리 위치 지정된 그러한 벤츄리 튜브; 및

상기 연소 영역과 유동적으로 통하도록 배치된 최소한 하나의 입구, 및 상기 벤츄리 튜브의 목부와 유동적으로 통하도록 배치된 최소한 하나의 출구를 포함하는 덕트 장치로서, 상기 덕트 장치는 상기 연소영역 근처에 있는 상기 연소 챔버 내부의 위치로부터 그리고 상기 벤츄리 튜브 내의 상기 목부 근처의 위치로 연관 가스가 재순환할 수 있도록 되어 배열됨으로써 상기 재순환된 연관 가스 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 목부에서의 공기 유동과 혼합되는 덕트 장치;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 CO 및 NO<sub>x</sub> 방출량이 감소될 수 있는 원형 버너.

## 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 버너는, 상기 벤츄리 튜브에 배치되고 상기 공기 유동 내로 연료가스의 공급을 도입하기 위하여 위치 지정된 최소한 하나의 제1 연료 가스 노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

## 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 버너는, 상기 공기 유동의 최소한 하나의 1차 부분을 관통하도록 위치 지정된 와류 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

## 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브의 출구단 및 상기 와류 부재는 상기 공기 유동의 2차 부분이 상기 와류 부재를 관통하지 않도록 정렬되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

## 청구항 5

제2항에 있어서, 상기 버너는, 상기 공기 유동의 최소한 하나의 1차 부분을 관통하도록 위치 지정된 와류 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

## 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브의 출구단 및 상기 와류 부재는 상기 공기 유동의 2차 부분이 상기 와류 부재를 관통하지 않도록 정렬되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

## 청구항 7

제3항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 입구는 내부 환형 모서리를 가지며, 상기 외주연 및 상기 내부 모서리는 그들 사이에 환형의 간극을 형성하고, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 연소 챔버 내로 입구로 통하도록 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

## 청구항 8

제4항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 입구는 내부 환형 모서리를 가지며, 상기 외주연 및 상기 내부 모서리는 그들 사이에 환형의 간극을 형성하고, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 연소 챔버 내로 입구로 통하도록 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

## 청구항 9

제5항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 입구는 내부 환형 모서리를 가지며, 상기 외주연 및 상기 내부 모서리는 그들 사이에 환형의 간극을 형성하고, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 연소 챔버 내로 입구로 통하도록 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

## 청구항 10

제6항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 입구는 내부 환형 모서리를 가지며, 상기 외주연 및 상기 내부 모서리는 그들 사이에 환형의 간극을 형성하고, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 연소 챔버 내로 입구로 통하도록 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

## 청구항 11

제6항에 있어서, 상기 최소한 하나의 제1 연료 가스 노즐이 벤츄리 튜브의 중심으로 그 길이방향 축 근처에 그리고 상기 공기 유동의 상기 1차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위한 위치에 위치 지정되고, 그리고 상기 버너는 상기 공기 유동의 상기 2차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위하여 위치 지정된 최소한 하나의 연료 가스 포커 노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

## 청구항 12

제10항에 있어서, 상기 최소한 하나의 제1 연료 가스 노즐이 벤츄리 튜브의 중심으로 그 길이방향 축 근처에 그리고 상기 공기 유동의 상기 1차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위한 위치에 위치 지정되고, 그리고 상기 버너는 상기 공기 유동의 상기 2차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위하여 위치 지정된 최소

한 하나의 연료 가스 포커 노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 13

제1항에 있어서, 상기 버너는 상기 벤츄리 튜브내로 도입된 연료 오일을 연소시키도록 된 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 14

제1항에 있어서, 상기 버너는 천연가스를 연소시키도록 된 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 15

제13항에 있어서, 상기 버너는 천연가스를 연소시키도록 된 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 16

공기의 유동을 버너를 통과하도록 그리고 연소 챔버의 벽 내의 입구를 통하여 연소 챔버 내에서 연소 영역 내로 향하도록 위치 지정된 벤츄리 튜브로서, 상기 벤츄리 튜브는 입구단 및 출구단, 및 상기 입구단 및 출구단 사이에 배치된 목부를 가지며, 상기 출구단은 상기 입구단 또는 상기 목부 중의 어느 하나보다 더 큰 내부 직경을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 상기 출구단은 상기 연소 챔버에 대해 상기 입구 근처에 위치 지정되고, 상기 벤츄리 튜브의 입구단은 상기 벤츄리 튜브의 출구단보다 상기 입구로부터 더 멀리 위치 지정되고, 상기 입구는 내부 모서리를 가지는 벤츄리 튜브; 및

상기 연소 영역의 근처 위치에서의 벽을 통하여 연장되는 최소한 하나의 분사기 노즐을 포함하는 연료 가스 분사기 정렬부로서, 상기 노즐은 상기 연소 영역과 유동적으로 통하는 상태에 있고 그리고 상기 노즐은 연소 가스 유동이 상기 입구의 내부 모서리 상부의 벽의 한 위치에서 상기 연소 챔버 내로 향하도록 위치 지정된 연료 가스 분사기 정렬부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 CO 및 NO<sub>x</sub> 방출량이 감소될 수 있는 원형 버너.

#### 청구항 17

제16항에 있어서, 상기 버너는, 상기 벤츄리 튜브에 배치되고 상기 공기 유동 내로 연료가스의 공급을 도입하기 위하여 위치 지정된 최소한 하나의 제1 연료 가스 노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 18

제16항에 있어서, 상기 버너는, 상기 공기 유동의 최소한 하나의 1차 부분을 관통하도록 위치 지정된 와류 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 19

제18항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브의 출구단 및 상기 와류 부재는 상기 공기 유동의 2차 부분이 상기 와류 부재를 관통하지 않도록 정렬되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 20

제17항에 있어서, 상기 버너는, 상기 공기 유동의 최소한 하나의 1차 부분을 관통하도록 위치 지정된 와류 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 21

제20항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브의 출구단 및 상기 와류 부재는 상기 공기 유동의 2차 부분이 상기 와류 부재를 관통하지 않도록 정렬되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 22

제18항에 있어서, 상기 환형 간극은 상기 벤츄리 튜브의 상기 출구단에서의 상기 외주연 및 상기 내부 모서리 사이에 제공되며, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 입구를 통하여 연소 챔버 내로 향하도록 위치 지정되고, 상기 분사기 노즐은 상기 간극 외부에 반경 방향으로 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 23

제19항에 있어서, 상기 환형 간극은 상기 벤츄리 튜브의 상기 출구단에서의 상기 외주연 및 상기 내부 모서리 사이에 제공되며, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 입구를 통하여 연소 챔버 내로 향하도록 위치 지정되고, 상기 분사기 노즐은 상기 간극 외부에 반경 방향으로 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 24

제20항에 있어서, 상기 환형 간극은 상기 벤츄리 튜브의 상기 출구단에서의 상기 외주연 및 상기 내부 모서리 사이에 제공되며, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 입구를 통하여 연소 챔버 내로 향하도록 위치 지정되고, 상기 분사기 노즐은 상기 간극 외부에 반경 방향으로 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 25

제21항에 있어서, 상기 환형 간극은 상기 벤츄리 튜브의 상기 출구단에서의 상기 외주연 및 상기 내부 모서리 사이에 제공되며, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 입구를 통하여 연소 챔버 내로 향하도록 위치 지정되고, 상기 분사기 노즐은 상기 간극 외부에 반경 방향으로 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 26

제21항에 있어서, 상기 최소한 하나의 제1 연료 가스 노즐이 벤츄리 튜브의 중심으로 그 길이방향 축 근처에 그리고 상기 공기 유동의 상기 1차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위한 위치에 위치 지정되고, 그리고 상기 버너는 상기 공기 유동의 상기 2차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위하여 위치 지정된 최소한 하나의 연료 가스 포커 노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 27

제25항에 있어서, 상기 최소한 하나의 제1 연료 가스 노즐이 벤츄리 튜브의 중심으로 그 길이방향 축 근처에 그리고 상기 공기 유동의 상기 1차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위한 위치에 위치 지정되고, 그리고 상기 버너는 상기 공기 유동의 상기 2차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위하여 위치 지정된 최소한 하나의 연료 가스 포커 노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 28

제16항에 있어서, 상기 버너는 상기 공기 유동 내로 도입된 연료 오일을 연소시키도록 된 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 29

제1항에 있어서, 상기 튜브는 외주연을 가지며, 상기 입구는 내부 모서리를 가지며, 상기 버너는 상기 연소 영역의 근처 위치에서의 벽을 통하여 연장되는 최소한 하나의 분사기 노즐을 포함하는 연료 가스 분사기 정렬부를 포함하며, 상기 노즐은 상기 연소 영역과 유동적으로 통하는 상태에 있고 그리고 상기 노즐은 연소 가스 유동이 상기 입구의 내부 모서리 상부의 벽의 한 위치에서 상기 연소 챔버 내로 향하도록 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 30

제29항에 있어서, 상기 버너는 상기 벤츄리 튜브에 배치되고 상기 공기 유동 내로 연료가스의 공급을 도입하기 위하여 위치 지정된 최소한 하나의 제1 연료 가스 노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 31

제29항에 있어서, 상기 버너는, 상기 공기 유동의 최소한 하나의 1차 부분을 관통하도록 위치 지정된 와류 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 32

제31항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브의 출구단 및 상기 와류 부재는 상기 공기 유동의 2차 부분이 상기 와류 부재를 관통하지 않도록 정렬되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 33

제30항에 있어서, 상기 버너는, 상기 공기 유동의 최소한 하나의 1차 부분을 관통하도록 그렇게 위치 지정된 와류 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 34

제33항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브의 출구단 및 상기 와류 부재는 상기 공기 유동의 2차 부분이 상기 와류 부재를 관통하지 않도록 정렬되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 35

제31항에 있어서, 상기 환형 간극은 상기 벤츄리 튜브의 상기 출구단에서의 상기 외주연 및 상기 내부 모서리 사이에 제공되며, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 입구를 통하여 연소 챔버 내로 향하도록 위치 지정되고, 상기 분사기 노즐은 상기 간극 외부에 반경 방향으로 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 36

제32항에 있어서, 상기 환형 간극은 상기 벤츄리 튜브의 상기 출구단에서의 상기 외주연 및 상기 내부 모서리 사이에 제공되며, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 입구를 통하여 연소 챔버 내로 향하도록 위치 지정되고, 상기 분사기 노즐은 상기 간극 외부에 반경 방향으로 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

#### 청구항 37

제33항에 있어서, 상기 환형 간극은 상기 벤츄리 튜브의 상기 출구단에서의 상기 외주연 및 상기 내부 모서리 사이에 제공되며, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 입구를 통하여 연소 챔버 내로 향하도록 위치 지정되고, 상기 분사기 노즐은 상기 간극 외부에 반경 방향으로 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.



**청구항 38**

제34항에 있어서, 상기 환형 간극은 상기 벤츄리 튜브의 상기 출구단에서의 상기 외주연 및 상기 내부 모서리 사이에 제공되며, 상기 간극은 3차 공기 유동이 상기 벤츄리 튜브의 주변 둘레로 향하도록 그리고 상기 입구를 통하여 연소 챔버 내로 향하도록 위치 지정되고, 상기 분사기 노즐은 상기 간극 외부에 반경 방향으로 위치 지정되는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

**청구항 39**

제34항에 있어서, 상기 최소한 하나의 제1 연료 가스 노즐이 벤츄리 튜브의 중심으로 그 길이방향 축 근처에 그리고 상기 공기 유동의 상기 1차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위한 위치에 위치 지정되고, 그리고 상기 버너는 상기 공기 유동의 상기 2차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위하여 위치 지정된 최소한 하나의 연료 가스 포커 노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

**청구항 40**

제38항에 있어서, 상기 최소한 하나의 제1 연료 가스 노즐이 벤츄리 튜브의 중심으로 그 길이방향 축 근처에 그리고 상기 공기 유동의 상기 1차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위한 위치에 위치 지정되고, 그리고 상기 버너는 상기 공기 유동의 상기 2차 부분 내로 연료 가스를 도입하기 위하여 위치 지정된 최소한 하나의 연료 가스 포커 노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 원형 버너.

**청구항 41**

제29항에 있어서, 상기 버너는 상기 공기 유동 내로 도입된 연료 오일을 연소시키도록 된 것을 특징으로 하는 원형 버너.

**청구항 42**

제30항에 있어서, 상기 버너는 상기 공기 유동 내로 도입된 연료 오일을 연소시키도록 된 것을 특징으로 하는 원형 버너.

**청구항 43**

CO 및 NO<sub>x</sub> 방출량을 감소시키는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너에서, 상기 벤츄리 튜브는 입구단 및 출구단, 및 상기 입구단 및 출구단 사이에 배치된 목부를 가지며, 상기 출구단은 상기 입구단 또는 상기 목부 중의 어느 하나보다 더 큰 내부 직경을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 상기 출구단은 상기 연소 챔버에 대해 상기 입구 근처에 위치 지정되고, 상기 벤츄리 튜브의 입구단은 상기 출구단보다 입구로부터 더 멀리 위치 지정된 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법에 있어서,

상기 공기의 유동을 상기 벤츄리 튜브를 통과하도록 하고 그리고 상기 입구를 통하여 상기 연소 챔버 내의 연소 영역 내로 향하도록 하는 단계, 및

연관 가스를 상기 연소영역 근처의 상기 연소 챔버 내부의 위치로부터 상기 벤츄리 튜브 내의 상기 목부 근처의 위치로 재순환하도록 함으로써, 이에 의하여 상기 재순환된 연관 가스는 상기 벤츄리 튜브의 저압 목부에서 연소 공기 유동과 혼합되도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 44**

제43항에 있어서, 상기 공기 유동 내로 연관 가스의 제1 공급을 도입하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 45**

제43항에 있어서, 와류 부재를 통하여 상기 공기 유동의 최소한 1차 부분을 통과하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 46**

제45항에 있어서, 상기 공기 유동의 2차 부분은 와류 부재에 의하여 통과되지 않는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 47**

제44항에 있어서, 와류 부재를 통하여 상기 공기 유동의 최소한 1차 부분을 통과하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 48**

제47항에 있어서, 상기 공기 유동의 2차 부분은 와류 부재에 의하여 통과되지 않는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 49**

제45항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 외주연 둘레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 50**

제46항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 외주연 둘레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 51**

제47항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 외주연 둘레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 52**

제48항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 외주연 둘레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 53**

제48항에 있어서, 상기 공기 유동의 1차 부분 내로 연관 가스의 제1 공급이 도입되고, 그리고 상기 공기 유동의 2차 부분 내로 연관 가스의 제2 개별 공급이 도입되는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 54**

제52항에 있어서, 상기 공기 유동의 1차 부분 내로 연관 가스의 제1 공급이 도입되고, 그리고 상기 공기 유동의 2차 부분 내로 연관 가스의 제2 개별 공급이 도입되는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 55**

제43항에 있어서, 상기 공기 유동 내로 연료 오일이 도입되는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 56**

공기의 유동을 벤츄리 튜브를 통과도록 하고 그리고 연소 챔버의 벽 내의 입구를 통하여 상기 연소 챔버 내의 연소 영역 내로 향하도록 하는 단계; 및

연관 가스의 유동을 상기 입구의 내부 모서리의 상부 그리고 상기 입구의 외부에 반경반향으로의 위치에서 그리고 상기 연소 영역 근처에서 상기 연소 챔버 내로 향하도록 분사하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 57**

제56항에 있어서, 상기 공기 유동 내로 연관 가스의 제1 공급을 도입하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 58**

제56항에 있어서, 와류 부재를 통하여 상기 공기 유동의 최소한 1차 부분을 통과하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 59**

제56항에 있어서, 상기 공기 유동의 2차 부분은 와류 부재에 의하여 통과되지 않는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 60**

제57항에 있어서, 와류 부재를 통하여 상기 공기 유동의 최소한 1차 부분을 통과하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 61**

제60항에 있어서, 상기 공기 유동의 2차 부분은 와류 부재에 의하여 통과되지 않는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 62**

제58항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 외주연 둘레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 63**

제59항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 외주연 둘레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 64**

제60항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 외주연 둘레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 65**

제61항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 외주연 둘레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 66**

제61항에 있어서, 상기 공기 유동의 1차 부분 내로 연관 가스의 제1 공급이 도입되고, 그리고 상기 공기 유동의 2차 부분 내로 연관 가스의 제2 개별 공급이 도입되는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 67**

제65항에 있어서, 상기 공기 유동의 1차 부분 내로 연관 가스의 제1 공급이 도입되고, 그리고 상기 공기 유동의 2차 부분 내로 연관 가스의 제2 개별 공급이 도입되는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 68**

제56항에 있어서, 상기 공기 유동 내로 연료 오일이 도입되는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 69**

제43항에 있어서, 상기 입구는 내부 모서리를 가지며, 상기 방법은, 상기 입구의 내부 모서리 상부에 반경방향으로 그리고 연소 영역 근처의 위치에서 상기 연소 챔버 내로 상기 가스 유동이 분사되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 70**

제69항에 있어서, 상기 공기 유동 내로 연관 가스의 제1 공급을 도입하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 71**

제69항에 있어서, 와류 부재를 통하여 상기 공기 유동의 최소한 1차 부분을 통과하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 72**

제71항에 있어서, 상기 공기 유동의 2차 부분은 와류 부재에 의하여 통과되지 않는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 73**

제70항에 있어서, 와류 부재를 통하여 상기 공기 유동의 최소한 1차 부분을 통과하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 74**

제73항에 있어서, 상기 공기 유동의 2차 부분은 와류와류의하여 통과되지 않는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 75**

제71항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 외주연 둘레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**청구항 76**

제72항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브

의 상기 외주연 돌레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

#### 청구항 77

제73항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 외주연 돌레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 유동하도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

#### 청구항 78

제74항에 있어서, 상기 벤츄리 튜브는 외주연을 가지며, 상기 벤츄리 튜브의 출구단의 상기 외주연 및 상기 입구의 내부 모서리 사이에 환형의 간극이 형성되고, 상기 방법은, 3차 공기 기류가 상기 벤츄리 튜브의 상기 외주연 돌레로, 상기 간극을 통하여, 그리고 상기 연소 챔버 내로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

#### 청구항 79

제74항에 있어서, 상기 공기 유동의 1차 부분 내로 연관 가스의 제1 공급이 도입되고, 그리고 상기 공기 유동의 2차 부분 내로 연관 가스의 제2 개별 공급이 도입되는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

#### 청구항 80

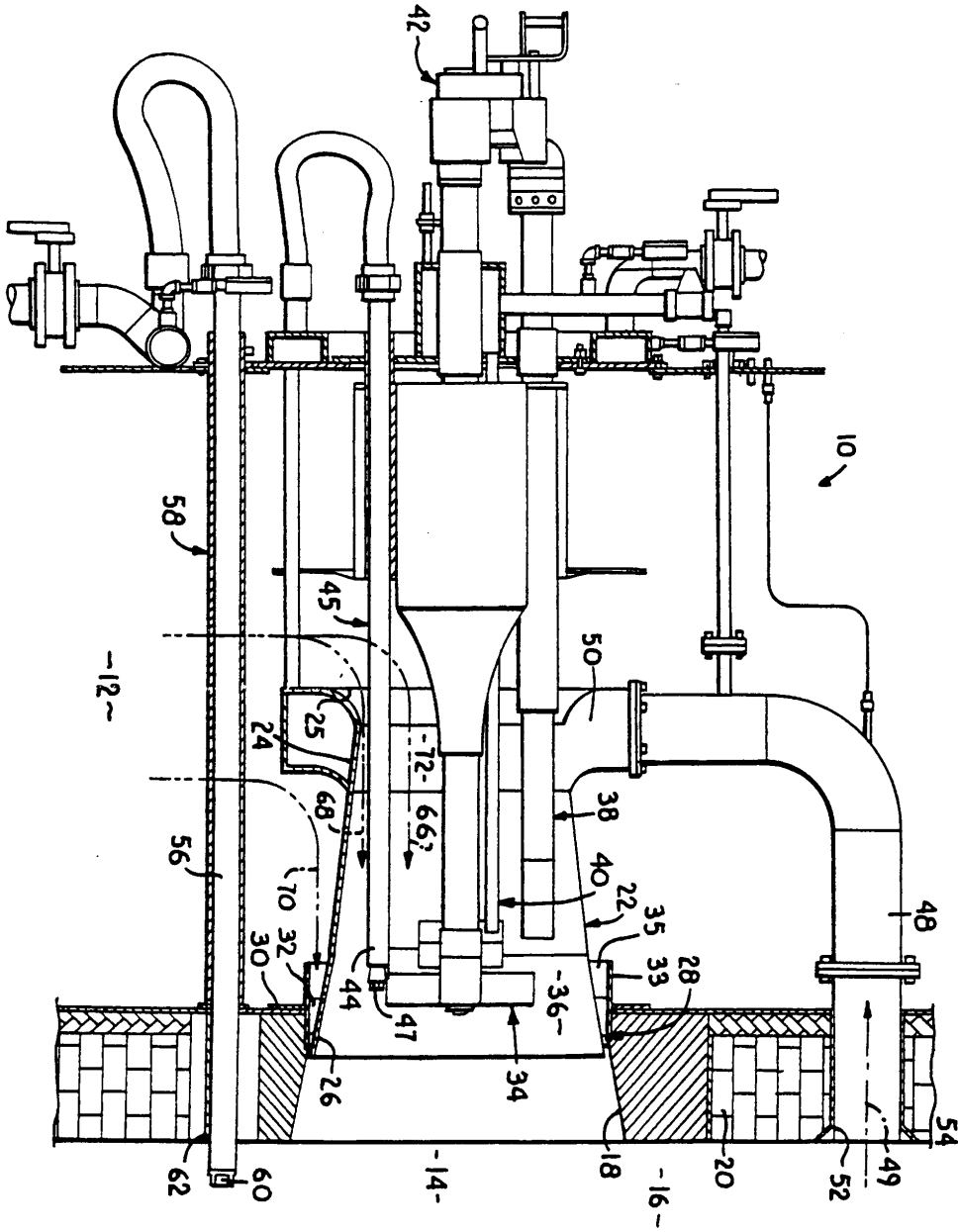
제78항에 있어서, 상기 공기 유동의 1차 부분 내로 연관 가스의 제1 공급이 도입되고, 그리고 상기 공기 유동의 2차 부분 내로 연관 가스의 제2 개별 공급이 도입되는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

#### 청구항 81

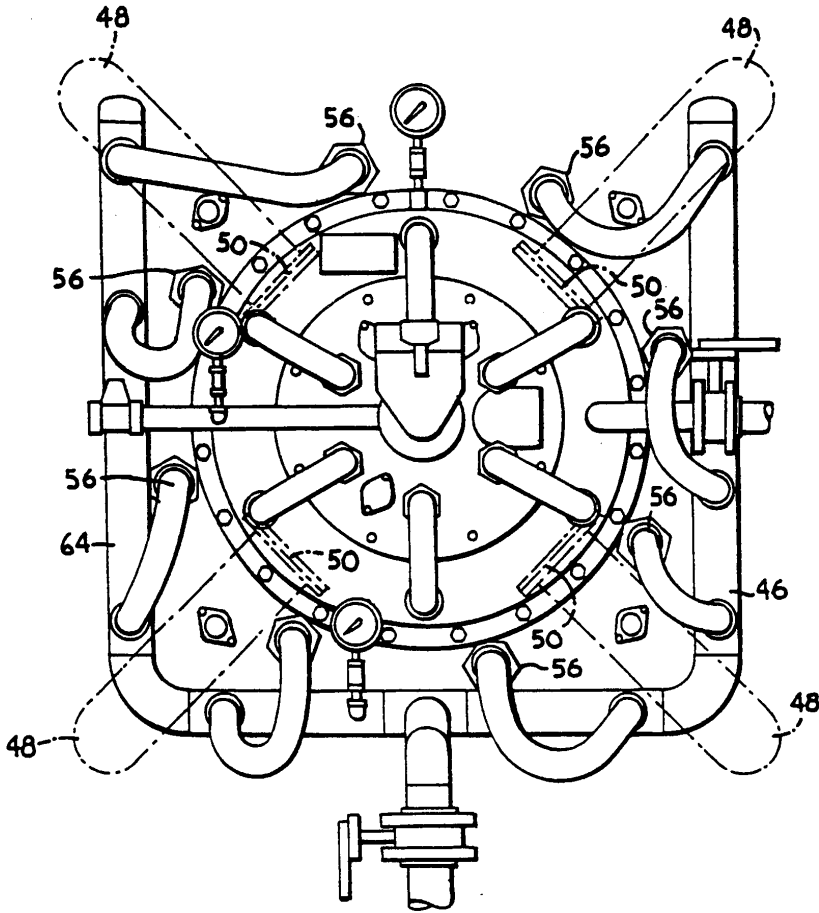
제69항에 있어서, 상기 공기 유동 내로 연료 오일이 도입되는 것을 특징으로 하는 벤츄리 튜브 장착 원형 버너의 작동 방법.

**도면**

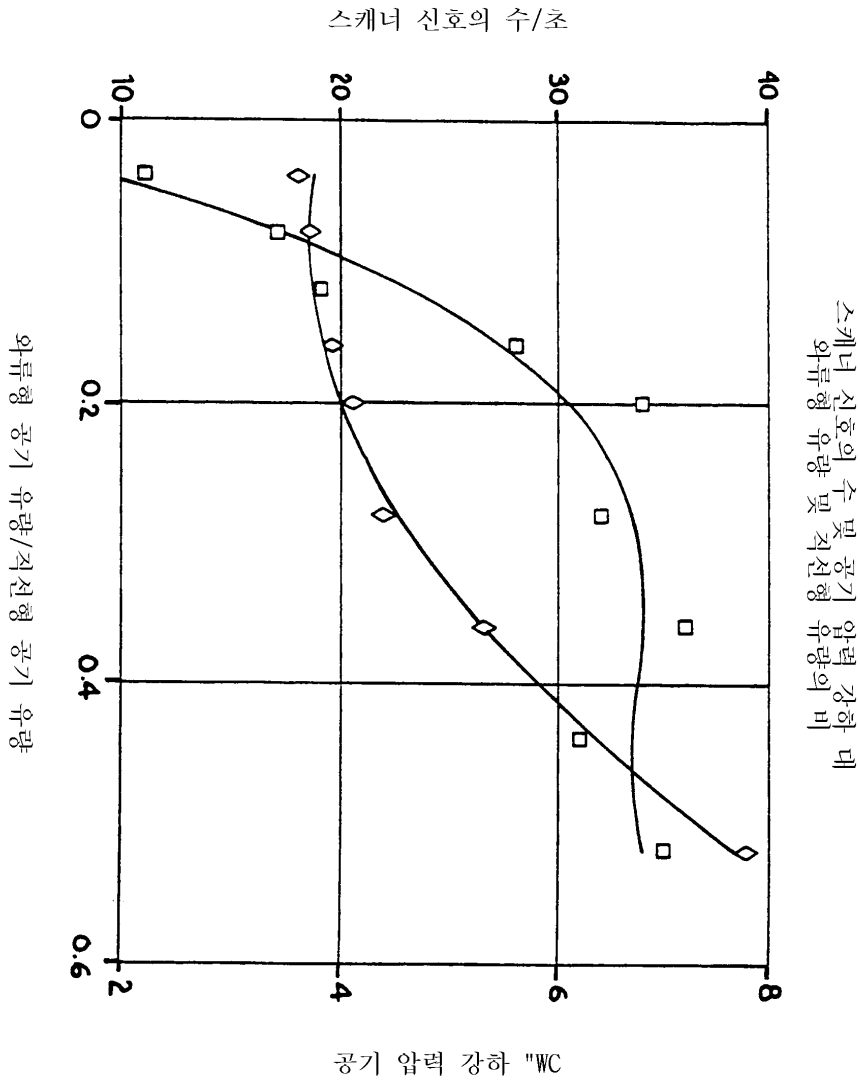
도면1



도면2



도면3



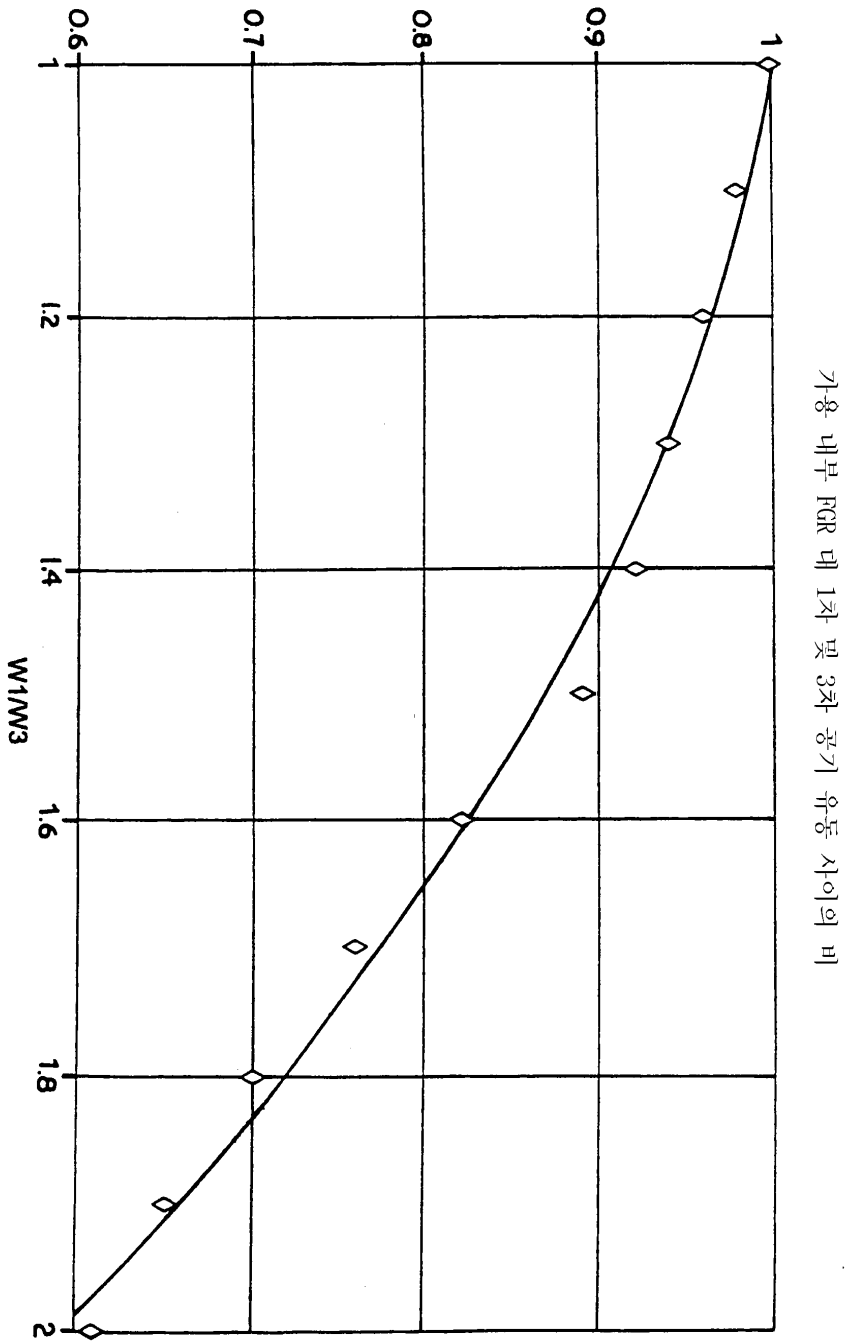
스캐너 신호의 수 및 공기 압력 강하에  
외류형 유량 및 직선형 공기 유량

외류형 공기 유량/직선형 공기 유량

- 스캐너 신호의 수
- ◇ 공기 압력 강하
- 다항식 (공기 압력 강하)
- 다항식 (스캐너 신호의 수)

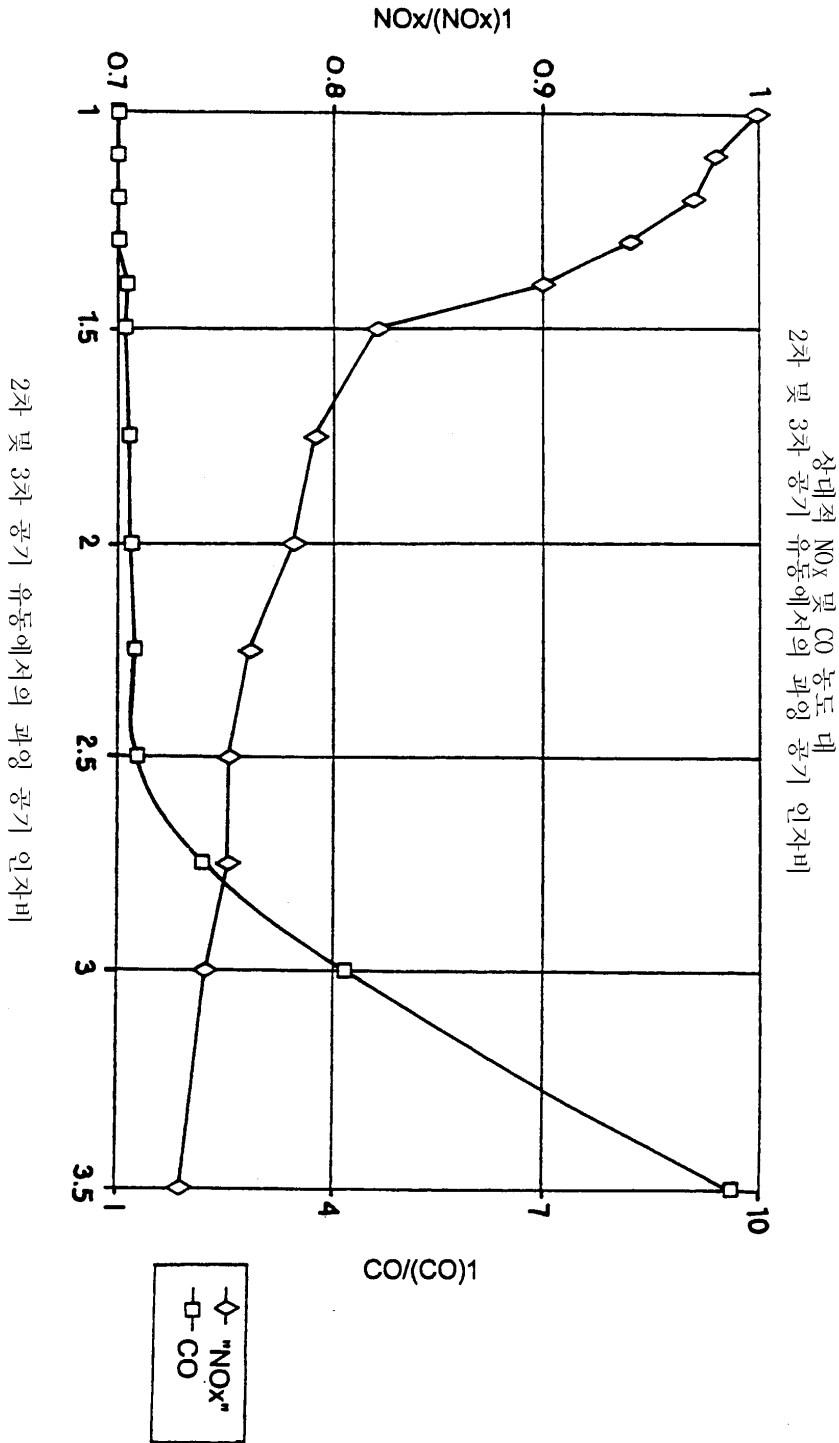
도면4

상대 가용 내부 FGR

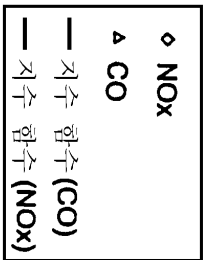
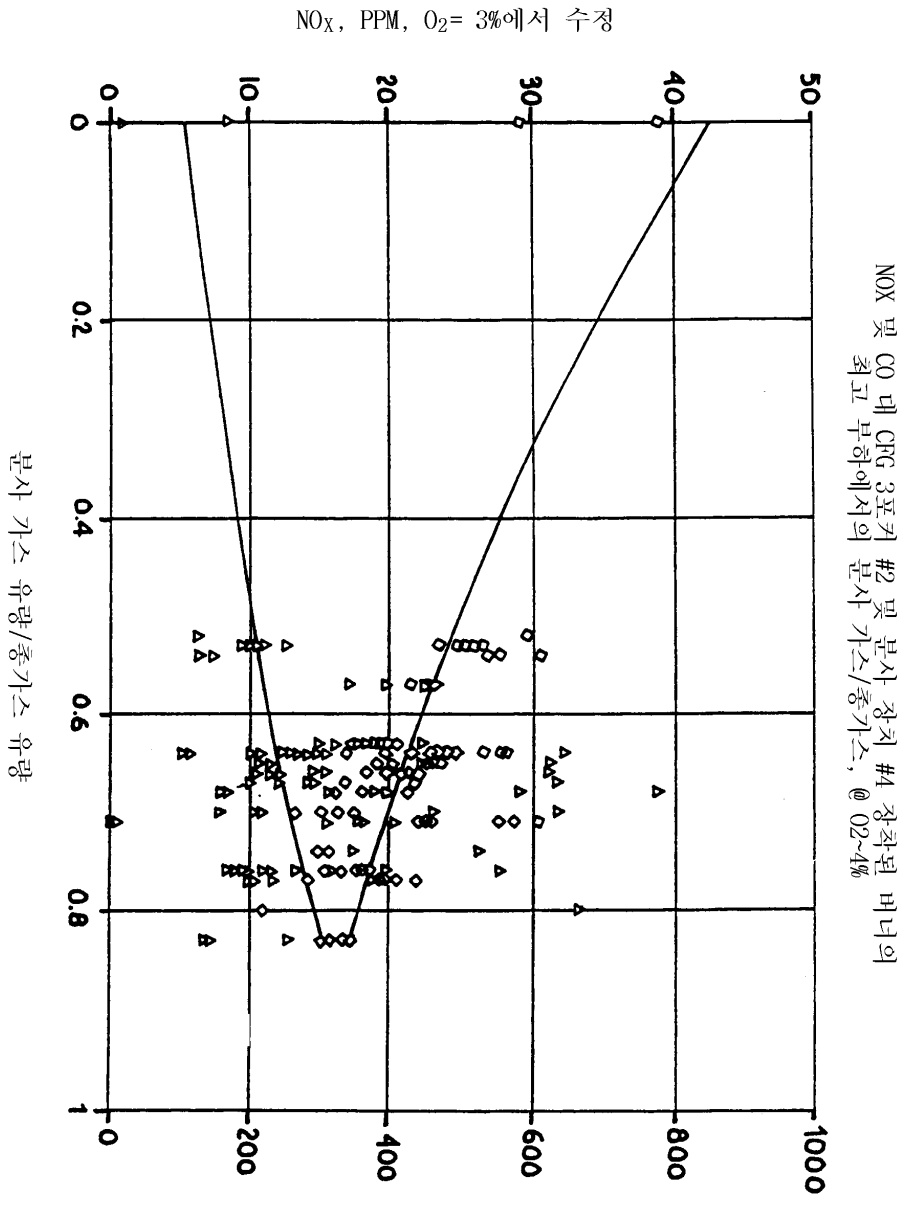




도면5



도면6



도면7

NO<sub>x</sub> 대 분사 가스 유량/총가스 유량의 비