



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월24일
(11) 등록번호 10-1289411
(24) 등록일자 2013년07월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F23B 80/00 (2006.01) F23B 80/02 (2006.01)

F23C 7/00 (2006.01) F23C 9/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0120316

(22) 출원일자 2012년10월29일

심사청구일자 2012년10월29일

(56) 선행기술조사문헌

JP2001241629 A

JP2010025538 A

KR100240134 B1

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

(72) 발명자

심성훈

대전광역시 유성구 전민동 삼성푸른아파트 105동 1001호

정상현

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 129동 140 7호

(74) 대리인

진용석

전체 청구항 수 : 총 8 항

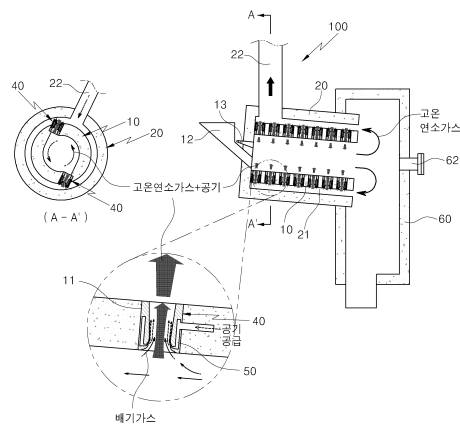
심사관 : 윤마루

(54) 발명의 명칭 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치

(57) 요약

본 발명은 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 연소실에서 발생된 연소가스를 순환시켜, 공기류와 혼합 후 혼합가스 형태로 연소실에 재유입되도록 함으로써, 연소대상물질 또는 공기류가 단시간 내에 소각 대상물의 착화온도까지 가열되도록 함과 동시에, 산소 농도를 희석시켜 NOx와 일산화탄소 및 이산화탄소의 배출량을 저감시킬 수 하는 것이되, 코안다 효과를 이용한 코안다 노즐 및 공기 공급부의 구조를 가지도록 함으로써, 공기류와 고온 연소가스의 혼합을 위한 충분한 고온 연소가스 흡입량을 가능토록 함과 동시에, 연소실의 구조가 기존 대비 소규모로 제작이 가능해지도록 하여, 제작비용을 비롯한 설치면적 등에서도 큰 비용절감이 효과를 가지는 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치에 관한 것이다.

대표도 - 도7



특허청구의 범위

청구항 1

외주연에 공기 주입홀(11)이 다수 천공형성되며, 내부에서 연소대상물질이 연소되는 연소실(10);

상기 연소실(10) 외주연에 이격설치되어, 상기 연소실(10)에서 연소된 고온 연소가스가 유동되도록, 연소실(10)과의 사이에 가스 유동통로(21)를 형성하는 하우징(20);

상기 공기 주입홀(11)에 내설되어, 내부에 분사되는 공기에 의해 고온 연소가스를 내부로 유인시켜, 고온 연소가스가 공기와 혼합되어 연소실(10)로 재유입되도록 하는 코안다 노즐(40);

상기 코안다 노즐(40) 내에 공기를 분사하는 공기 공급부(50);

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치.

청구항 2

외주연에 공기 주입홀(11)이 다수 천공형성되며, 내부에서 연소대상물질이 연소되는 연소실(10);

상기 연소실(10) 외주연에 이격설치되어, 연소실(10)과의 사이에 가스 유동통로(21)를 형성하는 하우징(20);

상기 가스 유동통로(21)와 연소실(10)의 배출부(60)를 연통시키는 우회관(30);

상기 우회관(30)에 내설되어, 내부로 분사되는 공기가 배출부(60)로 유동하는 고온 연소가스를 내부로 유인시켜, 고온 연소가스가 공기와 혼합되어 연소실(10)로 재유입되도록 하는 코안다 노즐(40);

상기 코안다 노즐(40) 내에 공기를 분사하는 공기 공급부(50);

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치.

청구항 3

내부에서 연소대상물질이 연소되는 연소실(10);

상기 연소실(10) 외주연에 이격설치되어, 상기 연소실(10)에서 연소된 고온 연소가스가 유동되도록, 연소실(10)과의 사이에 가스 유동통로(21)를 형성하는 하우징(20);

상기 가스 유동통로(21)에 내설되어, 내부로 분사되는 공기가 연소가스를 내부로 유인시켜, 상기 고온 연소가스와 공기의 혼합가스가 연소실(10)에 재유입되도록 하는 코안다 노즐(40);

상기 코안다 노즐(40) 내에 공기를 분사하는 공기 공급부(50);

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 코안다 노즐(40)은

내부에 길이방향을 향해 완만한 경사를 가지는 유동로(41)를 천공형성하되, 상기 유동로(41)에는 직경이 좁아지는 돌출부(42)가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 공기 공급부(50)는

상기 유동로(41) 내 돌출부(42)측에서 혼합가스의 배출방향을 향해 공기를 분사함으로써, 분사되는 공기가 유동로(41)의 벽면을 따라 유동되면서 고온 연소가스를 분사방향으로 유인흡입하는 것을 특징으로 하는 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치.

청구항 6

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 공기 주입홀(11)은

상기 연소실(10)의 내벽과 소정각도를 형성하는 것을 특징으로 하는 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치.

청구항 7

제 2항에 있어서,

상기 코안다 노즐(40)은

상기 우회관(30) 내에 다수개가 설치되며, 우회관(30) 내에서 공기와 고온 연소가스가 사전 혼합된 후, 연소실(10)에 혼합가스 형태로 공급되는 것을 특징으로 하는 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치.

청구항 8

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공기 공급부(50)는

각각의 공기 공급부(50)마다 제어밸브(51)가 설치되어, 주입 또는 분사되는 공기의 유속 및 개폐량이 개별제어 되도록 함으로써, 상기 공기에 의해 유도흡입되는 고온 연소가스의 흡입량이 조절되도록 하는 것을 특징으로 하는 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 코안다 효과를 가지는 공기 공급부 및 고온 FGR가 적용된 저공해 연소장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 공기를 산화제로 사용하는 기존의 버너의 경우, 도 1에 도시된 바와 같이 버너 중심축을 따라 온도를 측정하게 되면 도면에서 Heat spot으로 표시된 부분과 같이 거의 2000K에 달하는 고온영역이 존재하게 된다. 질소산화물(NOx)은 이 고온대에서 집중적으로 매우 빠르게 (milli second 범위) 생성되므로 이 고온영역을 낮추어 주는 것이 저 NOx연소를 구현하기 위한 매우 중요한 방안이다.

[0003] 또한, 근래에는 에너지 효율을 올리기 위하여 열교환기를 사용하여 연소가스의 열을 회수하여 공기를 예열하는 방법을 사용하는데 이 경우에는 화염의 최고온도(Peak temperature)가 더욱 올라가게 되어 NOx의 생성율이 더욱 높아지게 된다. 따라서, 공기를 예열할 경우에도 화염대의 최고온도가 높아지지 않도록 하는 기술이 필요하다.

- [0004] 도 2에서 보면 기존의 연소방식을 사용하는 버너에서 산소의 농도가 7%로 높은 경우에는 공기를 1200K로 예열할 경우와 공기를 1600K로 예열할 경우에 화염의 최고온도가 크게 올라가는 것을 알 수 있으며, 이로 인해 NOx의 생성이 크게 증가하는 것이다.
- [0005] 그러나 산소의 농도가 낮아지면 공기를 1600K로 예열하여도 화염의 최고온도는 크게 낮아지는 동시에 온도가 낮았던 하류부분의 온도는 상승하여 전반적으로 온도가 평균화되는 경향을 보인다. 바로 이 방법을 이용하여 초저 NOx연소를 구현할 수 있는 것이다.
- [0006] 이와 같이 산소의 농도를 낮추기 위해서 연료가 연소되고 난 연소가스를 되돌려 공기류에 혼합하는 방법을 사용한다. 그러나 도 3에서 보는 바와 같이 냉각된 후의 연소가스를 재순환하는 경우에는 화염이 안정화되는 영역이 크게 좁아지며 재순환되는 연소가스의 양을 증가시키면 화염이 불안정해지거나 꺼지게 된다. 따라서 고온상태를 유지하면서 연소가스를 재순환시키게 되면 도 3에서 MILD mode로 표시된 매우 안정된 화염의 영역이 나타나게 된다.
- [0007] 즉, 연소용 공기를 연료의 착화온도 이상으로 가열하면서 연소가스를 재순환시켜 혼합하여 희석함으로써 산소농도를 낮추고 동시에 고온을 유지함으로써 화염이 안정되게 유지되도록 하는 연소방법이 MILD 연소(Moderate and Intense Low oxygen Dilution) 인 것이다.
- [0008] 이러한 MILD 연소방식은 여러 가지의 명칭으로 불리우고 있는데, 개발이 앞선 일본에서는 도 4와 같이 연소가스를 재순환시킴과 동시에 공기의 온도를 높이기 위하여 열교환기를 사용한다. 그러나 공기의 온도를 연료의 착화온도 이상, 일반적으로 1000℃ 이상으로 올리기 위해서는 일반적인 열교환기로는 불가능하며 도 5에서 보는 바와 같은 축열 재생식의 열교환기를 사용하여야 한다. 축열 재생식의 열교환기는 고온의 연소가스가 세라믹류의 축열재를 지나가도록 하여 고온으로 가열시킨 후에 다시 축열재쪽으로 공기를 유동시켜 고온을 얻게하는 방법으로 축열재에 고온의 연소가스와 공기가 교대로 유동하게 하기 위하여 고온에 견딜 수 있는 사방변 (4-way switching valve)를 사용한다. (이와 같이 공기를 고온으로 가열하는 방법을 사용하기 때문에 일본에서는 이를 고온공기연소 (HiTAC, High Temperature Air Combustion)라 부른다.)이 때문에 장치가 복잡해지며 가격이 고가 되는 문제점이 있었다.
- [0009] 더불어, 일산화탄소(CO) 및 질소산화물(NOx)를 동시에 줄이기 위한 저공해 연소장치에서 고온의 연소가스를 공기의 분류에 유인시키는 방법을 살펴보면, 기존에는 공기 노즐과 조합된 벤츄리형의 혼합관을 사용하였다.
- [0010] 하지만, 상기 방법은 공기노즐부와 벤츄리혼합관의 중심이 일직선으로 조합되어야 하며, 벤츄리 혼합관의 길이가 일정 이상 확보되어야 고온 연소가스의 유인을 위한 부압을 발생시킬 수 있으므로, 연소실의 벽 두께가 두꺼워지는 문제점이 있었다. 연소실의 벽이 두꺼워지게 되면 고온의 연소가스가 유동하는 통로와 폭과 함께 전체 연소실의 폭이 더욱 커지게 되어 설치 면적도 증가되어야 하므로, 비용의 상승 요인이 되는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 기존에서처럼 공기를 높은 온도로 가열하기 위한 열교환기를 별도 구비하지 않고, 고온의 연소가스를 재순환시키는 구조를 가지도록 함으로써, 열 및 비활성의 연소가스가 동시에 재순환하여 공기류를 희석시키는 동시에 공기류에 고온으로 가열시키는 효과를 동시에 얻음으로써 MILD 연소를 구현할 수 있도록 한 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치를 제공하는데 있다.
- [0012] 또한, 본 발명은 곡면을 따라 흐르는 코안다 효과를 위해, 코안다 노즐 및 공기 공급부를 형성함으로써, 공기와 혼합하기 위한 충분한 양의 고온 연소가스를 흡입할 수 있으면서도, 연소실의 벽 두께 또한 줄일 수 있도록 하여, 설치면적이 감소되어 제조비용 또한 절감될 수 있도록 한 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 수단으로서, 외주연에 공기 주입홀(11)이 다수 천공형성되며, 내부에서 연소대상물질이 연소되는 연소실(10); 상기 연소실(10) 외주연에 이격설치되어, 상기 연소실(10)에서 연소된 고온 연소가스가 유동되도록, 연소실(10)과의 사이에 가스 유동통로(21)를 형성하는 하우징(20); 상기 공기 주입홀(11)에 내설되어, 내부에 분사되는 공기에 의해 고온 연소가스를 내부로 유인시켜, 고온 연소가스가

공기와 혼합되어 연소실(10)로 채유입되도록 하는 코안다 노즐(40); 상기 코안다 노즐(40) 내에 공기를 분사하는 공기 공급부(50); 로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0014] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명은 기존에 연소장치에서 사용되었던 공기노즐 및 벤츄리 혼합관의 길이를 확보하지 않아도 공기류에 충분한 양의 고온 연소가스를 유인할 수 있는 효과가 있다.
- [0015] 또한, 본 발명은 기존과 달리, 코안다 노즐 및 이와 연통된 공기 공급부 구조를 가짐으로써, 연소실의 벽을 기존 대비 30% 이상 줄일 수 있어, 제조비용 및 설치비용, 설치면적을 줄일 수 있는 효과가 있다.
- [0016] 또한, 본 발명은 기존의 연소장치에 사용된 벤츄리 혼합관에 비해, 상대적으로 많은 양의 연소가스를 유인할 수 있으므로, 산소의 희석을 통한 농도 저하 및 공기류의 고온유지가 용이해지는 효과가 있다.
- [0017] 또한, 본 발명은 유인되는 연소가스의 흡입량을 공급되는 공기유속을 통해 손쉽게 용이하게 조절할 수 있는 효과가 있다.
- [0018] 또한, 본 발명은 NOx의 저감효과는 물론, 화염의 안정화와 CO의 저감효과까지 증대시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 초저NOx MILD연소의 기본 개념을 나타낸 일실시예의 개념도.
- 도 2는 버너 중심선상 최고온도에서의 산소농도와 온도분포를 나타낸 그래프.
- 도 3은 초저 NOx MILD 연소의 출현 영역을 나타낸 일실시예의 그래프.
- 도 4는 기존에 사용되는 MILD 연소 구현을 위한 열 및 연소가스의 재순환 구조를 나타낸 일실시예의 개념도.
- 도 5는 기존에 사용되는 축열 재생식 고온열교환기를 이용한 고온공기방식 저 NOx 연소장치를 나타낸 구성도.
- 도 6은 본 발명에 따른 코안다 노즐 및 공기 공급부의 구조를 나타낸 일실시예의 정면 단면도.
- 도 7은 본 발명에 따른 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치가 적용된 첫번째 일실시예 단면도..
- 도 8은 본 발명에 따른 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치가 적용된 두번째 일실시예 단면도.
- 도 9 및 9a는 본 발명에 따른 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치가 적용된 세번째 일실시예 단면도.
- 도 10은 본 발명에 따른 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치가 적용된 네번째 일실시예 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명의 여러 실시 예들을 상세히 설명하기 전에, 다음의 상세한 설명에 기재되거나 도면에 도시된 구성요소들의 구성 및 배열들의 상세로 그 응용이 제한되는 것이 아니라는 것을 알 수 있을 것이다. 본 발명은 다른 실시예들로 구현되고 실시될 수 있고 다양한 방법으로 수행될 수 있다. 또, 장치 또는 요소 방향(예를 들어 "전(front)", "후(back)", "위(up)", "아래(down)", "상(top)", "하(bottom)", "좌(left)", "우(right)", "횡(lateral)") 등과 같은 용어들에 관하여 본원에 사용된 표현 및 술어는 단지 본 발명의 설명을 단순화하기 위해 사용되고, 관련된 장치 또는 요소가 단순히 특정 방향을 가져야 함을 나타내거나 의미하지 않는다는 것을 알 수 있을 것이다.
- [0021] 본 발명은 상기의 목적을 달성하기 위해 아래의 특징을 갖는다.
- [0022] 이하 첨부된 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하도록 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여

본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0023] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0024] 이를 위한 본 발명의 실시예를 살펴보면,

[0025] 첫번째 실시예로, 외주연에 공기 주입홀(11)이 다수 천공형성되며, 내부에서 연소대상물질이 연소되는 연소실(10); 상기 연소실(10) 외주연에 이격설치되어, 상기 연소실(10)에서 연소된 고온 연소가스가 유동되도록, 연소실(10)과의 사이에 가스 유동통로(21)를 형성하는 하우징(20); 상기 공기 주입홀(11)에 내설되어, 내부에 분사되는 공기에 의해 고온 연소가스를 내부로 유인시켜, 고온 연소가스가 공기와 혼합되어 연소실(10)로 재유입되도록 하는 코안다 노즐(40); 상기 코안다 노즐(40) 내에 공기를 분사하는 공기 공급부(50); 로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0026] 두번째 실시예로, 외주연에 공기 주입홀(11)이 다수 천공형성되며, 내부에서 연소대상물질이 연소되는 연소실(10); 상기 연소실(10) 외주연에 이격설치되어, 연소실(10)과의 사이에 가스 유동통로(21)를 형성하는 하우징(20); 상기 가스 유동통로(21)와 연소실(10)의 배출부(60)를 연통시키는 우회관(30); 상기 우회관(30)에 내설되어, 내부로 분사되는 공기가 배출부(60)로 유동하는 고온 연소가스를 내부로 유인시켜, 고온 연소가스가 공기와 혼합되어 연소실(10)로 재유입되도록 하는 코안다 노즐(40); 상기 코안다 노즐(40) 내에 공기를 분사하는 공기 공급부(50); 로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0027] 세번째 실시예로 내부에서 연소대상물질이 연소되는 연소실(10); 상기 연소실(10) 외주연에 이격설치되어, 상기 연소실(10)에서 연소된 고온 연소가스가 유동되도록, 연소실(10)과의 사이에 가스 유동통로(21)를 형성하는 하우징(20); 상기 가스 유동통로(21)에 내설되어, 내부로 분사되는 공기가 연소가스를 내부로 유인시켜, 상기 고온 연소가스와 공기의 혼합가스가 연소실(10)에 재유입되도록 하는 코안다 노즐(40); 상기 코안다 노즐(40) 내에 공기를 분사하는 공기 공급부(50); 로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0028] 또한, 상기 코안다 노즐(40)은 내부에 길이방향을 향해 완만한 경사를 가지는 유동로(41)를 천공형성하되, 상기 유동로(41)에는 직경이 좁아지는 돌출부(42)가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 한다.

[0029] 또한, 상기 공기 공급부(50)는 상기 유동로(41) 내 돌출부(42)측에서 혼합가스의 배출방향을 향해 공기를 분사함으로써, 분사되는 공기가 유동로(41)의 벽면을 따라 유동되면서 고온 연소가스를 분사방향으로 유인흡입하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 또한, 상기 공기 주입홀(11)은 상기 연소실(10)의 내벽과 소정각도를 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0031] 또한, 상기 코안다 노즐(40)은 상기 우회관(30) 내에 다수개가 설치되며, 우회관(30) 내에서 공기와 고온 연소가스가 사전 혼합된 후, 연소실(10)에 혼합가스 형태로 공급되는 것을 특징으로 한다.

[0032] 또한, 상기 공기 공급부(50)는 각각의 공기 공급부(50)마다 제어밸브(51)가 설치되어, 주입 또는 분사되는 공기의 유속 및 개폐량이 개별제어되도록 함으로써, 상기 공기에 의해 유도흡입되는 고온 연소가스의 흡입량이 조절되도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0033] 이하, 도 6 내지 도 10을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치를 상세히 설명하도록 한다.

[0034] 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 코안다 효과의 공기 공급부가 적용된 고온 FGR(Flue Gas Recirculation)을 이용한 저공해 연소장치는, 코안다 노즐(40) 및 공기 공급부(50)가 설치되어 공기공급 및 고온 연소가스 흡입에 코안다 효과를 가지는 4가지 실시예에 의한 연소장치(100, 200, 300, 400)를 가진다.

[0035] 우선, 4가지 실시예를 설명하기 전, 상기 코안다 노즐(40) 및 공기 공급부(50)에 대한 설명을 우선적으로 하기로 한다.

[0036] 상기 코안다 노즐(40)은 내부 길이방향으로 유동로(41)가 천공형성되어 있는 형태로, 내부가 비어있는 관체형상

을 가진다. 더불어, 이러한 상기 유동로(41)는 후술될 공기 공급부(50)를 통한 공기류 또는 연소실(10)에서 배출된 고온의 연소가스(배기가스)가 흡입되는 방향을 향해 코안다 효과를 가지는 형상을 가지도록 하는데, 다시 말해, 상기 코안다 노즐(40) 내 유동로(41)의 직경이 일측에서 타측(공기류가 이동하는 방향)을 향할수록 점차 증가되는 형상을 가지도록 하는 것이다.

[0037] 더욱 자세히 설명하면, 상기 유동로(41)는 유동로(41)의 일측에서 타측을 향해 급격하게 직경이 좁아졌다가, 길이방향을 향해 완만한 경사를 이루며 점진적으로 직경이 넓어지는 형태를 가진다. 이러한 유동로(41)에서 직경이 가장 좁아지는 부분을 돌출부(42)라 하겠다.

[0038] 상기 공기 공급부(50)는 전술된 코안다 노즐(40) 내부로 공기를 공급하여, 공급된 공기가 코안다 노즐(40)의 일방향을 향해 이동될 수 있도록 하는 것으로, 상기 공기 공급부(50)는 코안다 노즐(40)의 두께 부분에 내설된 후, 일단이 코안다 노즐(40)의 유동로(41)에 연통되는 형태가 되도록 함으로써 상기 유동로(41) 내에 공기를 공급한다.

[0039] 이때, 상기 공기 공급부(50)의 일단은 코안다 노즐(40) 내 유동로(41) 중 직경이 가장 작아지도록 내부로 돌출되어 있는 돌출부(42)측에서 연통되되, 상기 돌출부(42)측에서 공기류가 유동되어야 하는 방향(ex: 완만한 경사를 가지며 직경이 점차 커지는 방향, (유동로(41)의 일측에서 타측을 향하는 방향))을 향해 연통되도록 한다.

[0040] 즉, 상기 공기 공급부(50)가 공기를 분사하게 되면, 공기는 유동로(41)의 돌출부(42)측에서 유동로(41)의 타측 방향을 향해 공급이 되는 것으로, 이렇게 공급되는 공기류는 코안다 효과에 의해, 상기 완만한 경사를 가지는 유동로(41)에 밀착되어 일방향으로 유동되도록 하는 것이다.

[0041] 전술된 '코안다 효과'란 벽면에 근접하여 분출된 기류가 그 면에 부착하여 흐르는 경향을 갖는 것을 말하는 것으로, 도 6에 도시된 바와 같이 코안다 노즐(40)을 형성하게 되면, 공급되는 공기의 분류는 코안다 노즐(40)의 유동로(41) 곡면을 따라 흐르게 되므로 부압을 형성하게 되고, 이는 코안다 노즐(40)의 일측에서 코안다 노즐(40)의 공기 흐름과 상이한 방향으로 흐르는 고온의 연소가스를 코안다 노즐(40) 측으로 유인할 수 있게 된다. 다시 말해, 전술된 코안다 노즐(40) 및 공기 공급부(50)가 적용될 시, 유인되는 고온 연소가스의 양은 분사되는 공기의 양에 비해 5배 이상으로 많게 할 수 있으므로, 이를 연소에 사용하게 되면 효과적으로 공기의 온도를 짧은 시간에 가열하는 동시에 연소가스 중의 비활성 질소 및 이산화탄소 성분이 혼합으로 공기를 희석하여 산소의 농도를 줄일 수 있게 되어, 고온의 화염대를 얹애고 화염의 온도를 균일화할 수 있게 되어, NOx의 생성을 크게 줄일 수 있게 되는 동시에 연료의 착화온도 이상으로 가열된 공기류에 의하여 화염이 안정화되며, CO도 저감되는 것이다.

[0042] 더불어, 상기와 같은 공기 공급부(50)는 사용되는 코안다 노즐(40)의 개수에 비례함은 당연할 것이며, 공기 공급부(50)마다 개별적으로 제어밸브(51)를 각각 설치하여, 주입 또는 분사되는 공기의 유속 및 개폐량이 개별 제어되도록 할 수 있는데, 이러한 제어는 결국 분사되는 공기에 의해 유동흡입되는 고온 연소가스의 흡입량(공급량)을 조절하게 되는 효과를 가지는 것이다.

[0043] 만일, 상기 각각의 공기 공급부(50)마다 제어밸브(51)가 설치되지 않고, 공기가 유입량이 한곳에서 제어되도록 한 후, 이렇게 유입량이 제어된 공기류를 공기 공급부(50)마다 분할하여 공급하게 된다면, 상기 공기 공급부(50) 및 코안다 노즐(40)을 통한 공기의 유속의 일정수준으로 빠르지 않거나, 속도가 줄어드는 경우, 코안다 노즐(40)의 일측에서 공기의 유입방향과는 상이한 방향으로 흐르는 연소가스를 코안다 노즐(40)측으로 흡입하기는 어려우며, 연소가스가 흡입되더라도, 흡입했던 연돌(연소가스가 배출되는 관, 22)의 연소가스 배출 유속에 의해, 연돌(22)로 다시 빠져나가게 되는 문제가 발생하게 된다. 이에, 상기와 같은 문제가 발생되지 않도록 공기 공급부(50)마다 개별적으로 제어밸브(51)가 설치되도록 하는 것이다.

[0044] 이하에서는 상기와 같은 구조를 가지는 코안다 노즐(40) 및 공기 공급부(50)를 통해 코안다 효과가 적용된 4가지 실시예의 연소장치(100(도 7에 도시), 200(도 8에 도시), 300(도 9(및 도 9a)에 도시), 400(도 10에 도시))를 설명하도록 한다.

[0045] 첫번째 실시예는 도 7에 도시된 바와 같이,

[0046] 도 7은 기체, 액체 및 고체연료를 모두 연소시킬 수 있는 MILD연소로로, 고온의 연소가스가 연소실(10)의 외곽으로 유동하고, 상기 연소실(10)의 접선 방향으로 배치된 다수개의 코안다 노즐(40)을 통해, 공기와 공기류에 의해 유인된 고온의 연소가스 혼합물이 연소실(10) 내부로 선회되면서 공급되는 구조이다.

- [0047] 상기 연소실(10)은 연소대상물질이 투입되는 연료 공급부(12)가 일측에 형성되어 있으며, 내부로 투입되는 연소대상물질을 내부에서 버너(13) 등으로 가열하여 연소시키는 것이며, 연소실(10)의 외주연 둘레에는 길이방향을 향해 다수개의 공기 주입홀(11)이 천공형성되도록 한다. 이러한 상기 다수의 공기 주입홀(11)은 연소실(10) 내부와 후술될 가스 유동통로(21)를 연통시켜주는 역할을 하게 된다.
- [0048] 더불어, 상기 연소실(10)의 공기 주입홀(11)은 사용자의 다양한 실시예에 따라, 천공 직경크기가 상이해질 수 있음이며, 다수의 공기 주입홀(11)의 각 천공직경은 연소실(10)의 길이방향을 향해 점차 직경이 작아지거나 커지는 형태가 되도록 할 수도 있으며, 연소실(10)의 내벽과 사전설정각도(소정각도)로 형성될 수 있는데 이때, 상기 공기 주입홀(11)은 연소실(10) 내벽의 접선방향으로도 형성될 수 있다.
- [0049] (더불어, 연소실(10) 길이방향 전체에 걸쳐, 같은 양의 공기가 공급되면 연소가 연소실(10)의 일측에서부터 일시에 일어날 수 있으므로, 연료 공급부(12)에 가까운 곳에서부터 연소실(10)이 길이방향을 향해 공기 주입홀(11)의 크기를 순차적으로 크게 하거나, 각각의 공기 주입홀(11)을 통한 공기 공급량을 조절(전술된 다수의 제어밸브(51)를 통해)함으로써, 연소실(10)에서의 연소속도를 조절하도록 한다.)
- [0050] 상기 연소실(10)의 외부에는 내화재로 이루어진 하우징(20)이 설치되되, 상기 하우징(20)은 연소실(10)의 외주연에 소정간격 이격설치되어, 상기 연소실(10)과의 사이(연소실(10) 외주연과 하우징(20)의 내주연 사이)에 가스 유동통로(21)를 형성하도록 한다.
- [0051] 또한, 이러한 상기 하우징(20)의 타측에는 연소실(10) 내부를 외부에서 확인할 수 있도록 하는 관측창(62)과, 연소실(10) 내부에서 발생하는 연소잔재(Ash, C)를 배출하기 위한 배출라인(61)이 형성되어 있는 배출부(60)가 더 구비되어 있을 수 있으며, 이러한 상기 배출부(60) 내부는 연소실(10) 및 하우징(20)과도 연통되는 형태가 되도록 한다.
- [0052] 이로써, 상기 연소실(10)에서 발생하는 고온의 연소가스는 연소실(10)의 타측에서 배출부(60)를 거쳐 가스 유동통로(21)로 유동한 후, 상기 가스 유동통로(21)와 연통되도록 설치되어 있는 하우징(20)의 연돌(chimney, 煙突, 22)을 통해 외부로 배출되는 구조를 가진다.
- [0053] 이러한 첫번째 실시예에서는 전술된 코안다 노즐(40)과 공기 공급부(50)를, 상기 하우징(20)의 외주연에 형성된 다수의 공기 주입홀(11)에 각각 내설하는 것이다.
- [0054] 이로써, 상기 연소실(10)에서 연소된 후 배출되는 고온 배기가스는 가스 유동통로(21)로 유동하게 되고, 상기 가스 유동통로(21)로 유동된 고온 배기가스는 각 공기 주입홀(11)에 내설되어 있는 코안다 노즐(40) 내에서 연소실(10)을 향해 분사 및 공급되는 공기에 의해, 상기 각 공기 주입홀(11)에 있는 각각의 코안다 노즐(40) 내부로 유인흡입되어, 상기 공기와 혼합되면서 혼합가스 형태로 연소실(10)에 재유입되는 것이다.
- [0055] 따라서 이러한 본 발명의 연소장치에 의해, 연료의 착화온도 이상으로 예열된 연소실(10) 내에 연료를 공급하고 공기(산화제)의 분류에 고온의 연소가스를 재순환 혼합하여 연소함으로써, 공기를 고온으로 예열하기 위한 별도의 열교환기 없이도 화염대에 집중되는 고온부가 발생하지 않으면, 연소실(10) 전면에 걸쳐 고온 온도로 분산되게 하는 MILD연소를 달성함으로써, CO 및 NOx의 생성을 극소화하며, 동시에 열효율을 높여 CO2의 배출량도 저감할 수 있는 효과를 가짐과 동시에, 기존과 달리 코안다 노즐(40) 및 공기 공급부(50)의 구성을 통해, 혼합을 위한 충분한 고온 배기가스량을 연소실(10)로 흡입할 수 있으면서도, 연소실(10)의 벽 두께 및 연소장치 전체의 크기를 현격하게 줄일 수 있는 효과를 가지게 되는 것이다. 이는 후술될 두번째 내지 네번째 실시예에도 동일하게 적용된다.
- [0056] 두번째 실시예는 도 8에 도시되어 있듯이,
- [0057] 전술된 첫번째 실시예와 구성 및 형태가 동일하되, 상기 연돌(22)을 연소실(10)의 배출부(60) 상단에 형성하고, 우회관(30)을 통해 연돌(22)과 가스 유동통로(21)를 연통시키는 구조이다.
- [0058] 즉, 두번째 실시예에서는 배출부(60)를 연소실(10)과는 상호 연통시키되, 가스 유동통로(21)와는 연통되지 않도록 하면서, 하우징(20)과 연소실(10) 사이에 형성되는 가스 유동통로(21)를 연소실(10)의 배출부(60)(더욱 자세히는 배출부(60)의 연돌(22))와 연통시키는 우회관(30)을 더 구비한 것이다
- [0059] 또한, 상기 우회관(30) 내에는(더욱 자세히는 우회관(30)의 일측(우회관(30)과 연돌(22)이 연결되는 부분)) 전술된 코안다 노즐(40)이 내설되도록 한 것이다.

- [0060] 이로써, 상기 연소실(10)에서 연소되어 배출되는 고온 연소가스는 배출부(60) 및 연돌(22)을 통해 외부로 배출되도록 하되, 배출 도중, 상기 우회관(30)에 설치된 코안다 노즐(40)에서 공기가 우회관(30) 내부로 분사 또는 공급되게 되면, 상기 공급되는 공기에 의해, 연돌(22)로 배출되던 고온 배기가스가 우회관(30) 내부로 유입되는 것이다.
- [0061] 이에, 두번째 실시예에서는 첫번째 및 후술될 세번째 실시예에서처럼 공기가 연소실(10)로 공급되면서 그와 동시에 고온 연소가스가 혼합되는 것이 아니라, 상기 우회관(30) 내에서 공기와 고온 배기가스가 사전에 혼합되어 혼합가스 형태가 되도록 한 후, 혼합된 상태의 혼합가스가 가스 유동통로(21)를 거쳐, 연소실(10) 외주연의 공기 주입홀(11)을 통해 연소실(10) 내부로 공급되는 것이다.
- [0062] 또한, 이러한 두번째 실시예에서도 코안다 노즐(40)을 다수개 설치할 수 있는데, 상기 연돌(22)과 가스 유동통로(21)를 상호간 연통시키는 우회관(30)마다 코안다 노즐(40)이 설치되거나, 또는 우회관(30) 내에 폭방향으로 다수개의 코안다 노즐(40)이 설치될 수 있도록 있음은 당연하다.
- [0063] 세번째 실시예는 도 9 및 도 9a에 도시되어 있듯이,
- [0064] 첫번째 실시예를 폐기물 소각로 형태로 적용한 것으로, 첫번째 실시예와 마찬가지로, 연료 공급부(12)가 형성되어 있는 연소실(10), 연소실(10) 외주연에 이격배치되어 있는 하우징(20), 상기 연소실(10)과 하우징(20)에 연통설치되어 있는 배출부(60)가 구비되어 있다.
- [0065] 즉, 상기 연소실(10)의 측부에 연소가스의 유동통로가 형성되고 소각로의 측벽에 형성된 다수개의 코안다 노즐(40)에 의해, 공기류에 의해 유입된 고온의 배기가스가 연소실(ex: 소각로) 내로 분사되어 MILD연소를 형성하는 것이다.
- [0066] 이를 자세히 설명하면,
- [0067] 상기 하우징(20)의 일단에 형성된 연료 공급부(12)를 통해 연소대상(또는 소각대상)이 되는 물질이 제공되면, 제공된 연소대상물질은 램프셔(23)를 통해 연소실(10) 내부로 푸싱되어 공급되고, 연소실(10) 내부에 설치된 버너(13) 등에 의해 연소가 된다.
- [0068] 이후, 잔여물은 배출부(60)의 하단으로 배출되고, 연소실(10)에서 연소되면서 발생하는 고온 연소가스는 배출부(60)를 거쳐 연소실(10)과 하우징(20) 상호간이 형성하는 가스 유동통로(21)로 유동하게 된다.
- [0069] 이러한 상기 세번째 실시예에서도, 첫번째 실시예와 마찬가지로, 연소실(10) 외주연에 길이방향으로 다수 천공형성되어 있는 공기 주입홀(11) 각각에, 코안다 노즐(40)이 내설되어 있도록 함으로써, 상기 가스 유동통로(21)로 유동된 고온 연소가스는 코안다 노즐(40)내에서 연소실(10)로 분사되는 공기에 의해 코안다 노즐(40) 내부로 유입흡입되고, 상기 코안다 노즐(40) 내에서 공기와 고온의 연소가스가 혼합되어 혼합가스 형태로 연소실(10) 내부로 유입되는 형태가 되는 것이다.
- [0070] 더불어, 이러한 세번째 실시예의 경우에도 사용자의 실시예에 따라, 두번째 실시예처럼, 하우징(20)에 설치된 연돌(22)을 배출부(60)에 형성하고, 하우징(20)의 가스 유동통로(21)를 연돌(22)에 연통시키는 우회관(30)을 더 구비하는 구조로 변경한 후, 상기 우회관(30) 내에 단일개 또는 다수개의 코안다 노즐(40)을 내설함으로써, 미리 공기와 고온의 연소가스를 혼합하여 연소실(10) 내부로 공급할 수 있음이다.
- [0071] 네번째 실시예는 도 10에 도시되어 있듯이,
- [0072] 연소실(10)의 내부에서 생성된 고온의 연소가스가 코안다 노즐(40)에 의해, 연소실(10)로 재유입되어 공기와 혼합되면서 연료를 연소시키는 것으로, 버너의 형태로써, 코안다 노즐(40) 및 공기 공급부(50)를 가스 유동통로(21) 일측에 내설한 형태이다.
- [0073] 이를 자세히 설명하면,
- [0074] 양단이 개구되고 내부가 비어 있는 연소실(10)(ex: 버너실)과, 일측만이 개방되되, 상기 연소실(10)을 감싸는 형태로 외주연에 이격설치됨으로서, 상기 연소실(10)과의 사이에 가스 유동통로(21)를 형성하는 하우징(20)이 구비되어 있다.

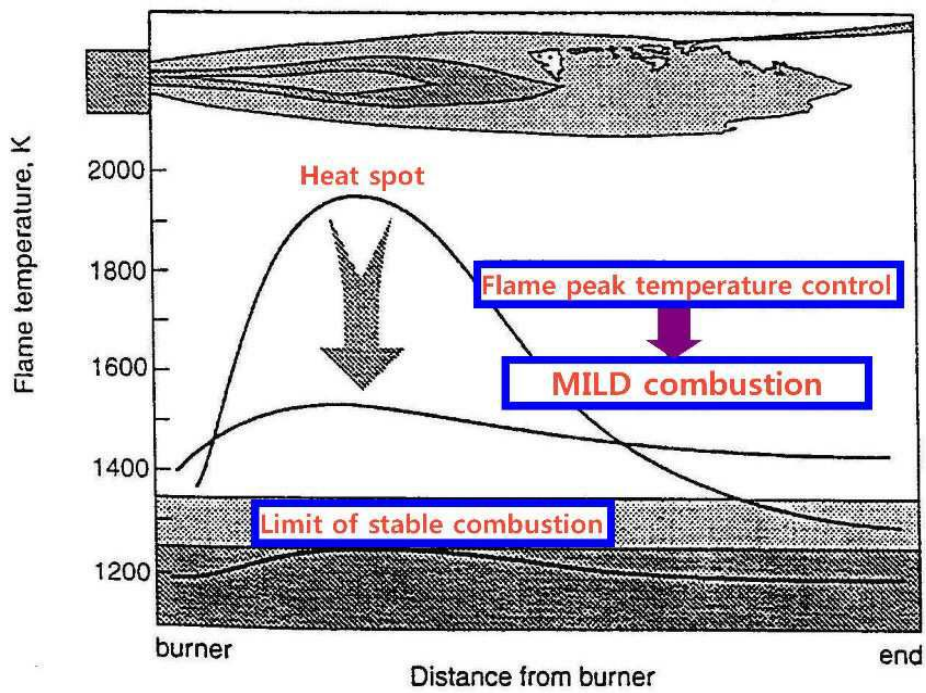
- [0075] 이러한 네번째 실시예에서는 연료공급관을 통해 연소실(10)과 하우징(20) 상호간의 이격부분 중 일측부분으로 연료가 공급되며, 이렇게 연료가 공급된 부분에는 버너(13)가 설치되도록 한다. 이로써, 상기 연소실(10) 내에서는 연료 공급부(12)를 통해 공급되는 연료와, 전술된 가스 유동통로(21)를 통해 공급되는 공기와, 버너(13)를 통한 연소화염과 고온의 연소가스를 배출하게 되는 것이다.
- [0076] 이에, 네번째 실시예에서는 연소실(10)과 하우징(20)이 외주연에 형성하는 가스 유동통로(21) 중, 연소화염이 발생하는 일측의 가스 유동통로(21)에 국부적으로 단일 또는 다수개의 코안다 노즐(40) 및 공기 공급부(50)를 설치하는 것이다.
- [0077] 이로써, 상기 연소부에서 연소화염과 함께 고온의 연소가스가 배출되는 경우, 코안다 노즐(40) 내부에서 연료공급관측을 향해 공기 공급부(50)가 공기를 공급하게 되면, 공급되는 공기에 의해 고온 배기가스가 가스 유동통로(21)로 유인되어, 상기 가스 유동통로(21)에서 공기와 고온 배기가스가 혼합되면서 혼합가스 형태로 연료 공급부(12) 측에 공급되는 것이다.
- [0078] 전술된 공기 공급부(50)의 경우, 공기를 공급하기 위한 별도의 공기공급장치(ex: 공기압축탱크, 공기펌프, 공기헤드(52) 등)이 설치되어 있어야 함은 당연할 것이다. 네번째 실시예의 경우, 점화를 위한 점화플러그 등이 더 구비될 수 있음이다.
- [0079] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 특허청구범위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변경이 가능함은 물론이다.

부호의 설명

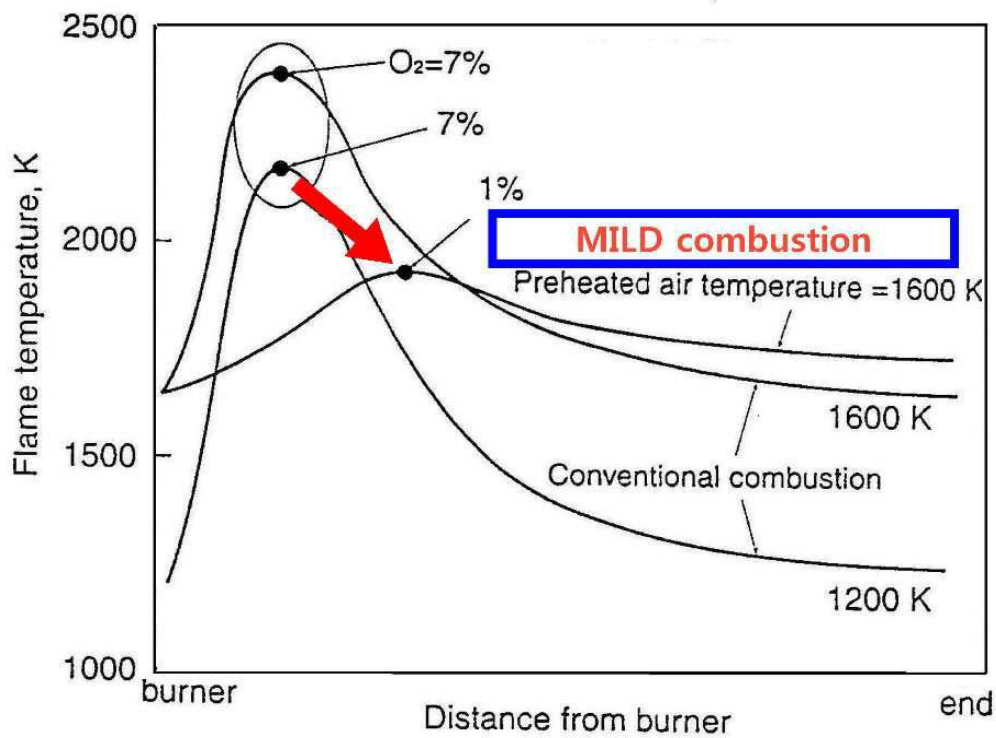
- | | |
|----------------|-------------|
| [0080] 10: 연소실 | 11: 공기 주입홀 |
| 12: 연료 공급부 | 13: 버너 |
| 20: 하우징 | 21: 가스 유동통로 |
| 22: 연돌 | 23: 램프셔 |
| 30: 우회관 | 40: 코안다 노즐 |
| 41: 유동로 | 42: 돌출부 |
| 50: 공기 공급부 | 51: 제어밸브 |
| 52: 공기헤드 | 60: 배출부 |
| 61: 배출라인 | 62: 관측창 |

도면

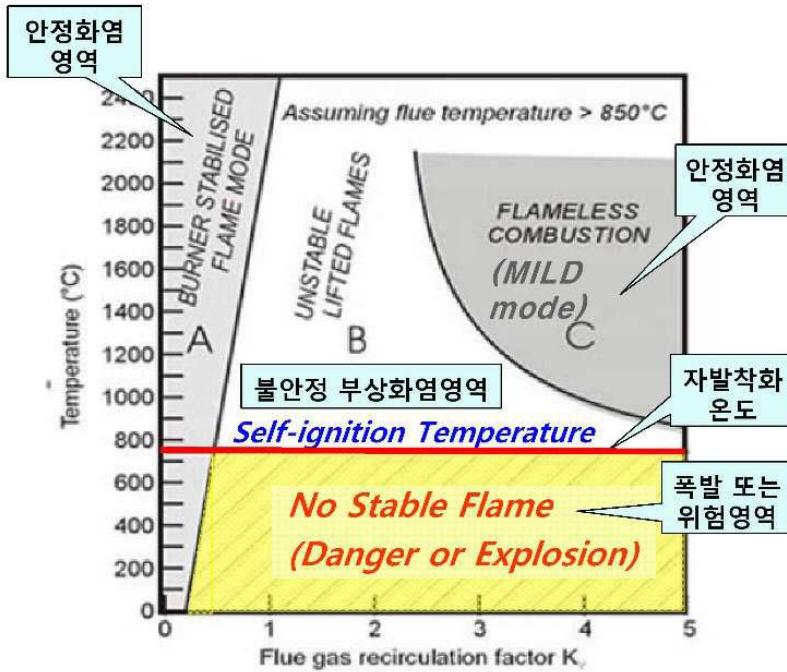
도면1



도면2

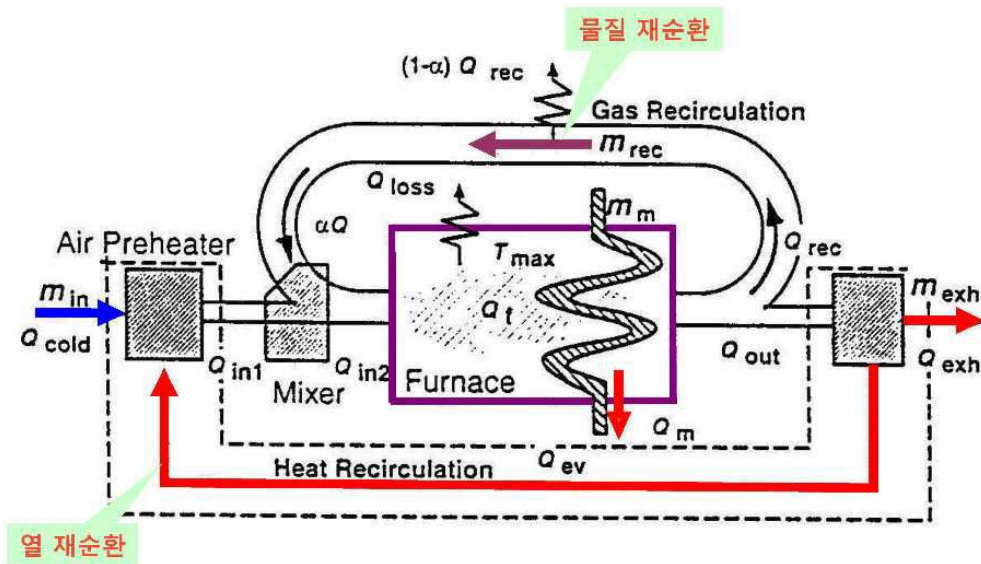


도면3



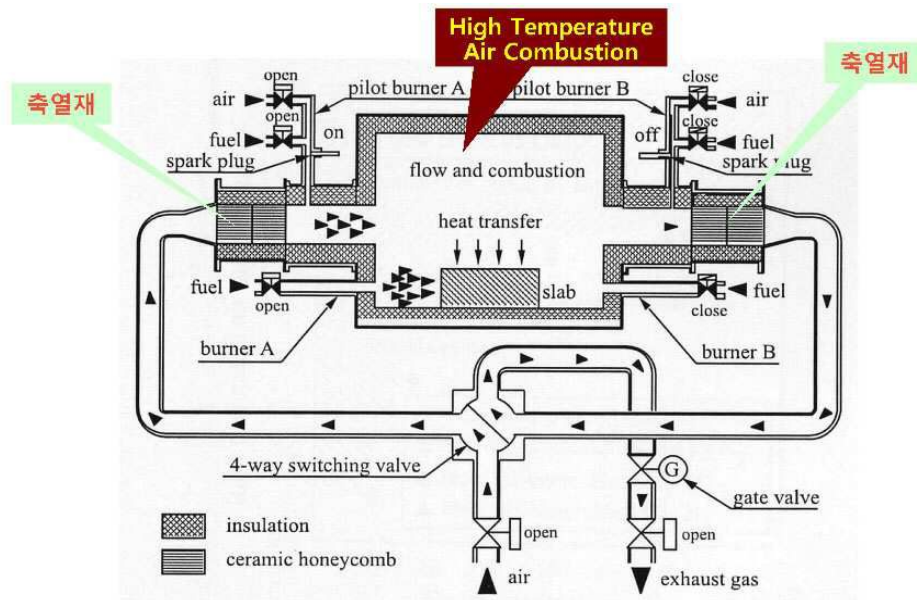
$$K_v = \frac{MFR_{\text{Recirculated}}}{MFR_{\text{Fuel}} + MFR_{\text{Air}}}$$

도면4



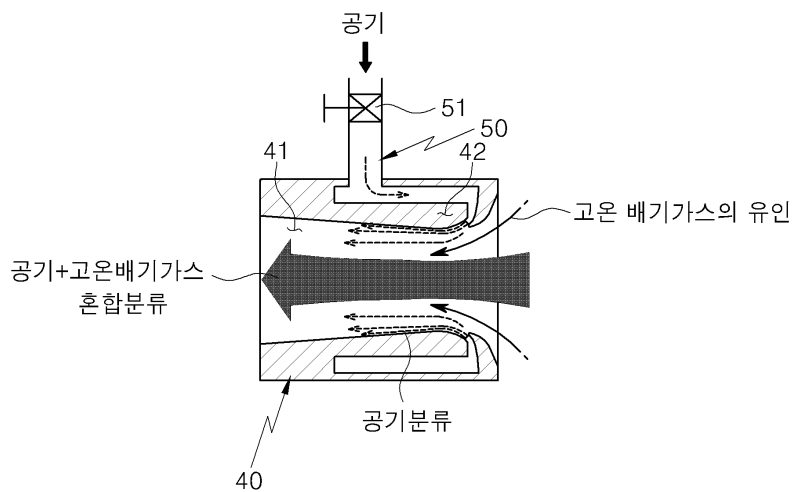
*H. Tsuji, et al. "High Temperature Air Combustion", CRC Press. 2003

도면5

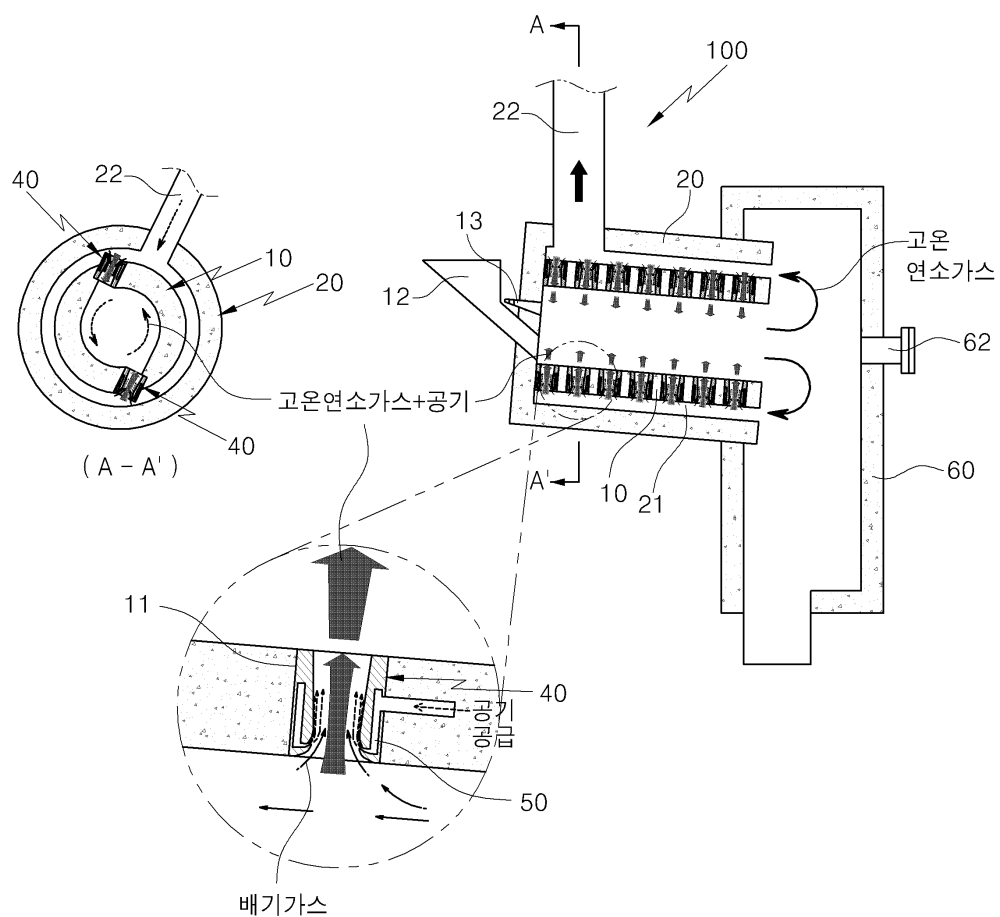


G.-M. Choi, M. Katsuki / *Energy Conversion and Management* 42 (2001) 639-652

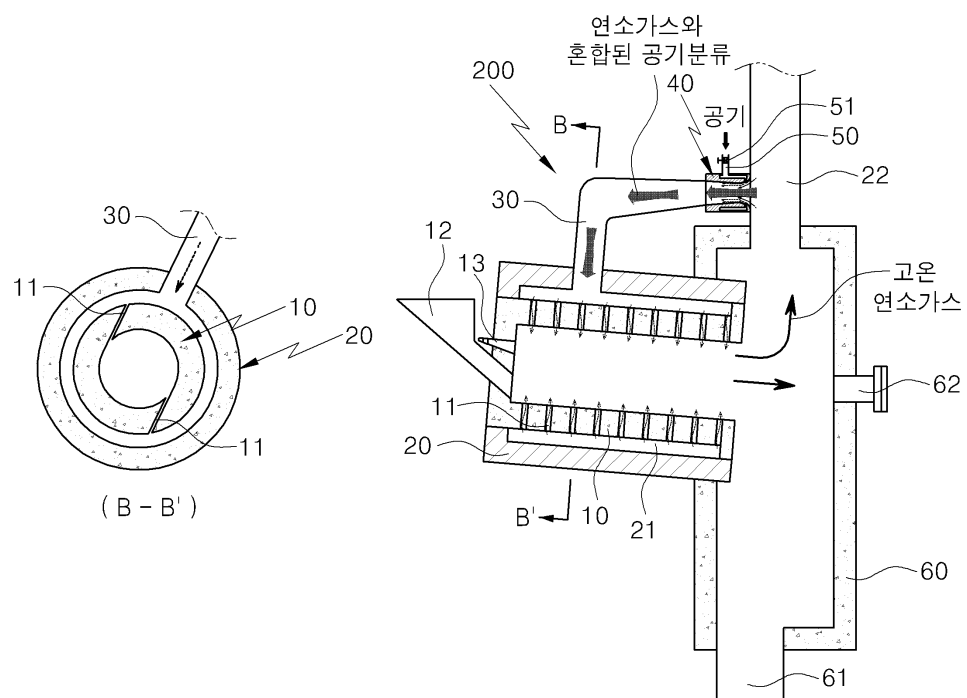
도면6



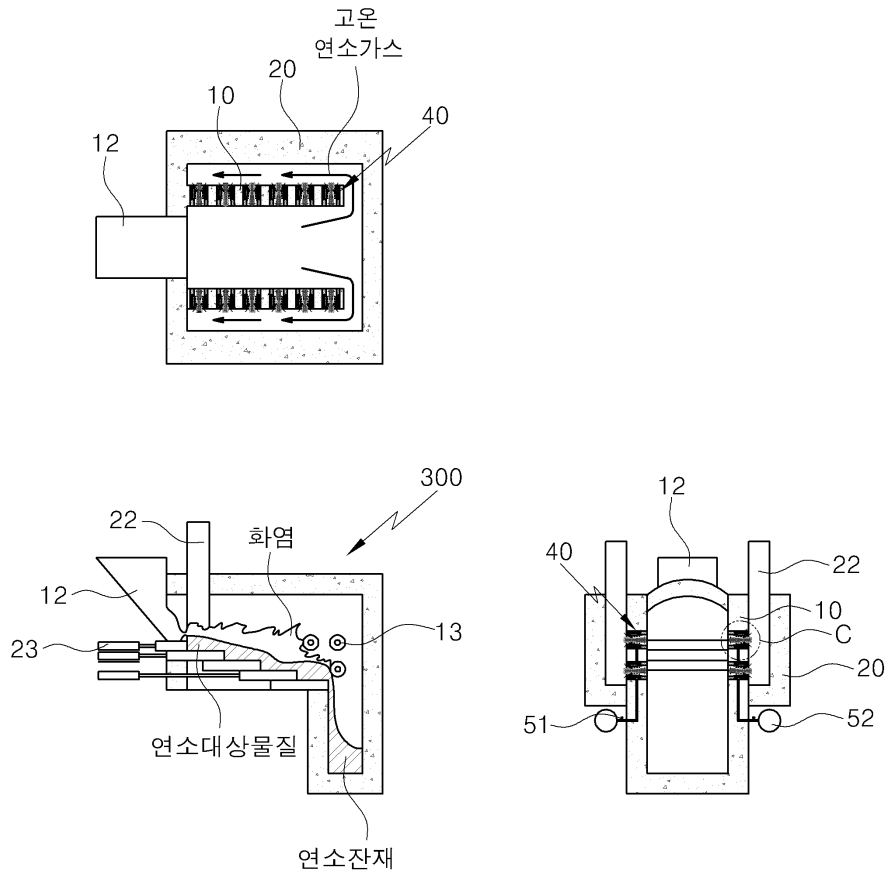
도면7



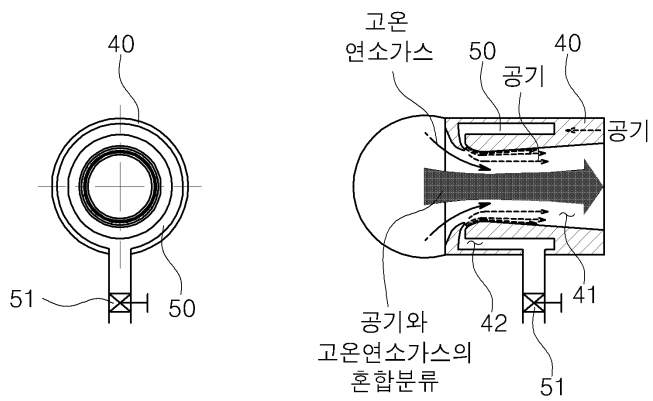
도면8



도면9



도면9a



도면10

