

(72) 발명자

김한석

대전광역시 유성구 엑스포로339번길 320, 싸이언스 빌 10동 304호 (원촌동)

이영덕

대전광역시 유성구 배울2로 42, 504동 502호 (관평동, 대덕테크노밸리5단지아파트)

조주형

대전광역시 유성구 가정북로 156, 한국기계연구원 연구3동 (장동)

강상규

충청북도 청주시 흥덕구 사직대로30번길 20 (북대동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NK163C

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 산업기술연구회

연구사업명 주요사업-기관고유

연구과제명 CO2 회수형 순산소연소기/터빈 및 합성가스 정제 기술 개발 (3/3)

기여율 1/1

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2011.01.01 ~ 2011.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

일측에는 연료유입구가 형성되고, 타측에는 복수 개의 연료분사구가 형성된 연료공급관;

일측에 형성된 공기유입구를 통해 유입된 공기가 상기 연료분사구를 통해 분사된 연료와 혼합되도록 상기 연료공급관의 외측을 감싸는 공기공급관;

공기가 상기 연료분사구를 통해 분사된 연료와 혼합되기 전에 공기를 선회시키는 선회기;

상기 연료와 공기가 혼합된 혼합기를 연소실로 안내하는 예혼합실;

을 포함하고,

각각의 상기 연료분사구는 상기 연료공급관의 둘레를 따라 형성되되, 상기 연료유입구로부터의 거리가 상호 상이하도록 배열되며,

상기 공기공급관에는 혼합기를 선회시키는 보조 선회기가 더 포함되되, 상기 선회기와 상기 보조 선회기는 상호 반대되는 방향으로 회전하는 것을 특징으로 하는 예혼합형 가스터빈 연소기.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 연료공급관에는 상기 보조 선회기에 의해 선회된 혼합기에 추가로 연료 분사가 가능하도록 복수 개의 보조 연료분사구가 형성되는 것을 특징으로 하는 예혼합형 가스터빈 연소기.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 예혼합실은 혼합기의 진행방향을 따라 반경이 감소하는 구조로 형성되며, 상기 예혼합실의 선단에는 혼합기가 상기 연소실로 분사되도록 혼합기분사구가 형성되는 것을 특징으로 하는 예혼합형 가스터빈 연소기.

청구항 6

제5항에 있어서,

혼합기가 상기 보조 선회기에 도달하기 전에 상기 혼합기에 난류 유동을 발생시키는 보조 혼합실이 구비되며,

상기 보조 혼합실은 혼합기의 진행방향을 따라 반경이 감소하는 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 예혼합형 가스터빈 연소기.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 연소실에서 배출되는 배기가스의 일부가 상기 공기공급관으로 재순환되도록 재순환배관이 구비되며,

상기 재순환배관에는 재순환되는 배기가스의 양을 조절할 수 있도록 재순환밸브가 구비되는 것을 특징으로 하는 예혼합형 가스터빈 연소기.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 연료분사구에서 분사되는 연료의 분사각도는 상기 공기의 유동방향과 직각인 것을 특징으로 하는 예혼합형 가스터빈 연소기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 예혼합형 가스터빈 연소기에 관한 것으로, 더 상세하게는 연료와 공기의 혼합 특성을 개선한 녹스 저감을 위한 이중 혼합구조를 갖는 예혼합형 가스터빈 연소기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래 전력 생산을 위한 발전 분야에서는 발전기를 구동하기 위한 설비로서 가스터빈 시스템을 사용하고 있으며, 가스터빈 시스템은 압축기와 연소기를 거쳐 발생한 고온 고압의 연소가스를 이용하여 터빈을 구동시키는 시스템이며, 증기터빈시스템에 비해 가동 시간 및 정지 시간이 짧고, 소형 경량이어서 설치가 용이하다는 장점이 있다.

[0003] 이러한 가스터빈에 사용되는 연소기는 연소반응을 이용하여 불꽃을 발생시키는 장치로서 공기가 공급되는 조건에서 연료에 착화하여 화염을 발생시키는 장치이다. 연소기에 구비된 연료공급관과 공기공급관을 통해 연료와 공기가 연소실에 공급되며, 공기공급관의 출구에는 선회기가 구비되어 연료와 공기를 혼합시킨다.

[0004] 그러나 종래기술에 따른 연소기는 연료와 공기가 연소실에서 혼합되기 때문에 균일한 혼합이 이루어지지 않아서 연소 시 온도가 급격하게 상승하는 영역(hot spot)이 형성되는데, 이러한 영역에서 NOx가 다량 생성되는 문제점이 있었다.

[0005] 또한, 선회기가 공기공급관의 말단에 구비되어 연소실에 근접하여 노출되기 때문에 연소실의 높은 온도에 의해 열손상을 입는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 연료와 공기가 균일하게 혼합된 상태로 연소실에 공급 가능한 예혼합형 가스터빈 연소기를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 선회기의 열손상을 방지할 수 있는 예혼합형 가스터빈 연소기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 일측에는 연료가 유입되는 연료유입구가 형성되고, 타측에는 연료가 분사되는 복수 개의 연료분사구가 형성된 연료공급관과, 일측에 형성된 공기유입구를 통해 유입된 공기가 상기 연료분사구를 통해 분사된 연료와 혼합되도록 상기 연료공급관의 외측을 감싸는 공기공급관과, 공기가 상기 연료분사구를 통해 분사된 연료와 혼합되기 전에 공기를 선회시키는 선회기와, 상기 연료와 공기가 혼합된 혼합기를 연소실로 안내하는 예혼합실을 포함하고, 각각의 상기 연료분사구는 상기 연료공급관의 둘레를 따라 형성되며, 상기 연료유입구로부터의 거리가 상호 상이하도록 배열되는 것을 특징으로 하는 예혼합형 순공기 연소기를 제공한다.

[0009] 상기 공기공급관에는 혼합기를 선회시키는 보조 선회기가 더 포함될 수 있다.

[0010] 상기 선회기와 상기 보조 선회기는 상호 반대되는 방향으로 회전하는 것이 바람직하다.

[0011] 상기 연료공급관에는 상기 보조 선회기에 의해 선회된 혼합기에 추가로 연료 분사가 가능하도록 복수 개의 보조

연료분사구가 형성되는 것이 바람직하다.

- [0012] 상기 예혼합실은 혼합기의 진행방향을 따라 반경이 감소하는 구조로 형성되며, 상기 예혼합실의 선단에는 혼합기가 상기 연소실로 분사되도록 혼합기분사구가 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 혼합기가 상기 보조 선회기에 도달하기 전에 상기 혼합기에 난류 유동을 발생시키는 보조 혼합실이 구비되며, 상기 보조 혼합실은 혼합기의 진행방향을 따라 반경이 감소하는 구조로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 연소실에서 배출되는 배기가스의 일부가 상기 공기공급관으로 재순환되도록 재순환배관이 구비되며, 상기 재순환배관에는 재순환되는 배기가스의 양을 조절할 수 있도록 재순환밸브가 구비되는 것이 바람직하다.
- [0015] 상기 연료분사구에서 분사되는 연료의 분사각도는 상기 공기의 유동방향과 직각인 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따른 예혼합형 순산소 연소기에 의하면 다음과 같은 효과가 있다.
- [0017] 첫째, 본 발명에 의하면 상류측과 하류측에 선회기가 각각 구비되어 혼합 특성이 향상되고, 이를 통해 NOx 발생을 최소화할 수 있다는 이점이 있다.
- [0018] 둘째, 본 발명에 의하면 상류측 연료분사구를 나선형으로 형성하여 연료가 순차적으로 분사되도록 구성함으로써 혼합 특성이 향상된다는 이점이 있다.
- [0019] 셋째, 본 발명에 의하면 혼합기가 상류측에서 하류측으로 이동하는 경로에 경사를 형성해서 혼합기의 속도가 증가되도록 구성함으로써 혼합 특성이 향상된다는 이점이 있다.
- [0020] 넷째, 본 발명에 의하면 상류측과 하류측에 각각 구비된 선회기가 상호 반대되는 방향으로 회전 가능하도록 구성함으로써 혼합 특성이 향상된다는 이점이 있다.
- [0021] 다섯째, 본 발명에 의하면 선회기와 연소실 사이에 예혼합실이 구비되어 선회기의 열손상을 방지함으로써 유지, 보수에 소요되는 시간과 비용을 절감할 수 있다는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명에 따른 예혼합형 가스터빈 연소기의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 예혼합형 가스터빈 연소기의 다른 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 예혼합형 가스터빈 연소기의 또 다른 실시예를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 의한 예혼합형 가스터빈 연소기의 실시예를 상세히 설명한다.
- [0024] 도 1은 본 발명에 따른 예혼합형 가스터빈 연소기의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- [0025] 본 실시예에서 사용되는 상류측과 하류측은 공기의 흐름 방향을 기준으로 정해진다.
- [0026] 본 발명은 일측에는 연료가 유입되는 연료유입구(110)가 형성되고, 타측에는 연료가 분사되는 복수 개의 연료분사구(120)가 형성된 연료공급관(100)과, 일측에 형성된 공기유입구(210)를 통해 유입된 공기가 상기 연료분사구(120)를 통해 분사된 연료와 혼합되도록 상기 연료공급관(100)의 외측을 감싸는 공기공급관(200)과, 공기가 상기 연료분사구(120)를 통해 분사된 연료와 혼합되기 전에 공기를 선회시키는 선회기(300a)와, 상기 연료와 공기가 혼합된 혼합기를 연소실(500)로 안내하는 예혼합실(400a)을 포함하고, 각각의 상기 연료분사구(120)는 상기 연료공급관(100)의 둘레를 따라 형성되며, 상기 연료유입구(110)로부터의 거리가 상호 상이하도록 배열되는 것을 특징으로 하는 예혼합형 가스터빈 연소기를 제공한다.
- [0027] 연료공급관(100)은 연료탱크(미도시)와 연결되며, 연료유입구(110)를 통해 연료를 공급받도록 형성된다. 또한, 공기공급관(200)은 공기탱크(미도시)와 연결되어 공기유입구(210)를 통해 공기를 공급받도록 형성된다.
- [0028] 연료공급관(100)과 공기공급관(200)은 관형으로 구비되며, 연료공급관(100)에 형성된 복수 개의 연료분사구

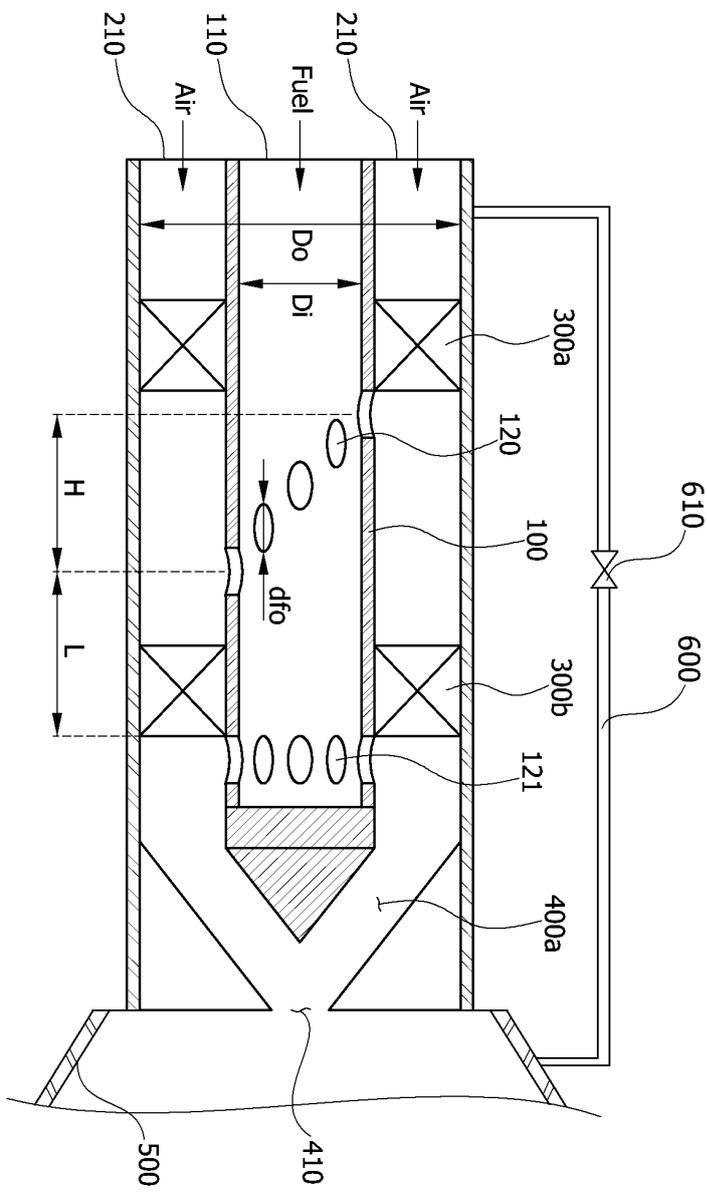
(120)를 통해 분사되는 연료와 공기유입구(210)를 통해 공급되는 공기가 혼합되도록 도 1에 도시된 바와 같이, 공기공급관(200)은 연료공급관(100)을 감싸도록 형성된다.

- [0029] 선회기(300a)는 공기공급관(100) 내에 설치되며, 공급되는 공기가 연료분사구(120)를 통해 분사된 연료와 혼합되기 전에 공기를 선회시켜서 공급되는 공기에 난류를 발생시킨다. 이와 같이 난류가 발생하면 연료와 공기가 균일하게 혼합될 수 있다는 이점이 있다.
- [0030] 연료와 공기가 혼합된 혼합기는 예혼합실(400a)을 통해 연소실(500)로 공급된다. 즉, 예혼합실(400a)이 구비됨으로써 연소실(500)에서 발생하는 고열로 인해 선회기(300a)가 열손상되는 것을 방지할 수 있다는 이점이 있다.
- [0031] 또한, 연료와 공기가 혼합된 후 연소실(500)에 도달할 때까지의 경로가 길어짐으로써 균일하게 혼합될 수 있다는 이점도 있다.
- [0032] 본 실시예에 따른 복수 개의 연료분사구(120)는 도 1에 도시된 바와 같이, 연료공급관(100)의 둘레를 따라 형성되며, 연료유입구(110)로부터의 거리가 상호 상이하도록 배열함으로써 연료와 공기의 혼합특성을 개선하고 있다. 즉, 연료분사구(120)가 연료공급관(100)의 둘레를 따라 나선형으로 형성되는 것이다.
- [0033] 연료와 공기의 혼합기가 점화되었을 때 형성되는 화염을 예혼합 화염이라 한다. 화염의 두께는 화염 전체의 공간과 비교하면 대부분의 경우 매우 얇아서 면으로 취급하는데, 이것을 화염면이라 하며, 화염면이 연소되지 않은 혼합기 중을 전파하는 것을 화염전파라 한다. 혼합기에 있어서 화염전파가 가능한 것은 혼합기 중의 연료와 공기의 혼합비율이 일정 범위 이내에 있는 경우에만 가능하기 때문에 연료와 공기의 비율을 유지하며 균일하게 혼합하는 것이 매우 중요하다.
- [0034] 본 실시예에서는 공급되는 공기에 연료를 분사할 때 모든 연료를 동시에 분사하지 않고, 순차적으로 분사되도록 구성함으로써 연료와 공기가 순차적으로 혼합되어 균일한 혼합이 가능하게 한다.
- [0035] 예혼합 연소는 미리 연료와 공기를 혼합하여 쓰기 때문에 효율이 매우 좋다. 하지만, 예혼합 연소에서는 화염전파가 구형으로 일어나게 되는데 이러한 화염 전파면의 속도가 연료가 공급되는 속도에 비해 빠르면 붕 뜨는 듯한 비화(blow off) 현상이 일어나고, 느리면 거꾸로 타게 되는 역화현상이 일어나는 위험이 있으므로 혼합기의 공급 속도가 매우 중요하다.
- [0036] 본 실시예에서는 연료유입구(110)로 유입되는 연료의 속도(V_f)는 50 ~ 80 m/s 이고, 공기유입구(210)로 유입되는 공기의 속도(V_a)는 30 ~ 50 m/s 으로 설정한다.
- [0037] 공기공급관(200)의 외경(D_o)에 대한 연료공급관의 내경(D_i)의 비(D_i/D_o)는 0.5 ~ 0.7 인 것이 바람직하고, 연료분사구(120)의 직경(d_{fo})은 연료공급관의 내경(D_i)의 1/20 ~ 1/30 사이인 것이 바람직하다.
- [0038] 또한, 연료분사구(120)는 10 ~ 20 개 구비되고, 연료분사구(120)의 직경(d_{fo})은 0.5 ~ 2 mm 사이인 것이 바람직하다.
- [0039] 이는 연료분사구(120)의 직경(d_{fo})이 너무 크게 되면 분사되는 연료의 양이 지나치게 많아지고, 이로 인해 분사되는 연료가 갖는 운동량이 증가하게 되어 공기공급관(200)의 내주면 부근에 분포하게 되고, 이와 반대로 연료분사구(120)의 직경(d_{fo})이 너무 작게 되면 분사되는 연료의 양이 지나치게 적어져서 분사되는 연료가 갖는 운동량이 감소하게 되고, 결국 연료공급관(100)의 외주면 부근에 분포하게 되기 때문이다.
- [0040] 복수 개의 연료분사구(120) 중 연료유입구(110)로부터 가장 인접한 연료분사구(120)와 연료유입구(110)로부터 가장 멀리 이격된 연료분사구(120) 사이의 거리(x)는 적절하게 조절되는 것이 바람직하다.
- [0041] 상기 공기공급관(200)에는 혼합기를 선회시키는 보조 선회기(300b)가 더 포함될 수 있다.
- [0042] 이와 같이 상류측에 보조 선회기(300b)가 구비되면 연료분사구(120)를 통해 분사된 연료와 공기가 하류측에 구비된 보조 선회기(300b)에 의해 선회되면서 추가적으로 혼합될 수 있으며, 1차로 혼합된 혼합기에 선회류를 형성시켜서 후술할 보조 연료분사구(121)에서 분사되는 연료와 용이하게 혼합될 수 있다는 이점이 있다.
- [0043] 상류측에 구비된 상기 선회기(300a)와 하류측에 구비된 상기 보조 선회기(300b)는 상호 반대되는 방향으로 회전하는 것이 바람직하다. 이와 같이 구성하면 연료와 공기의 흐름에 발생하는 난류의 강도가 더욱 증가되어 혼합특성이 개선된다는 이점이 있다.

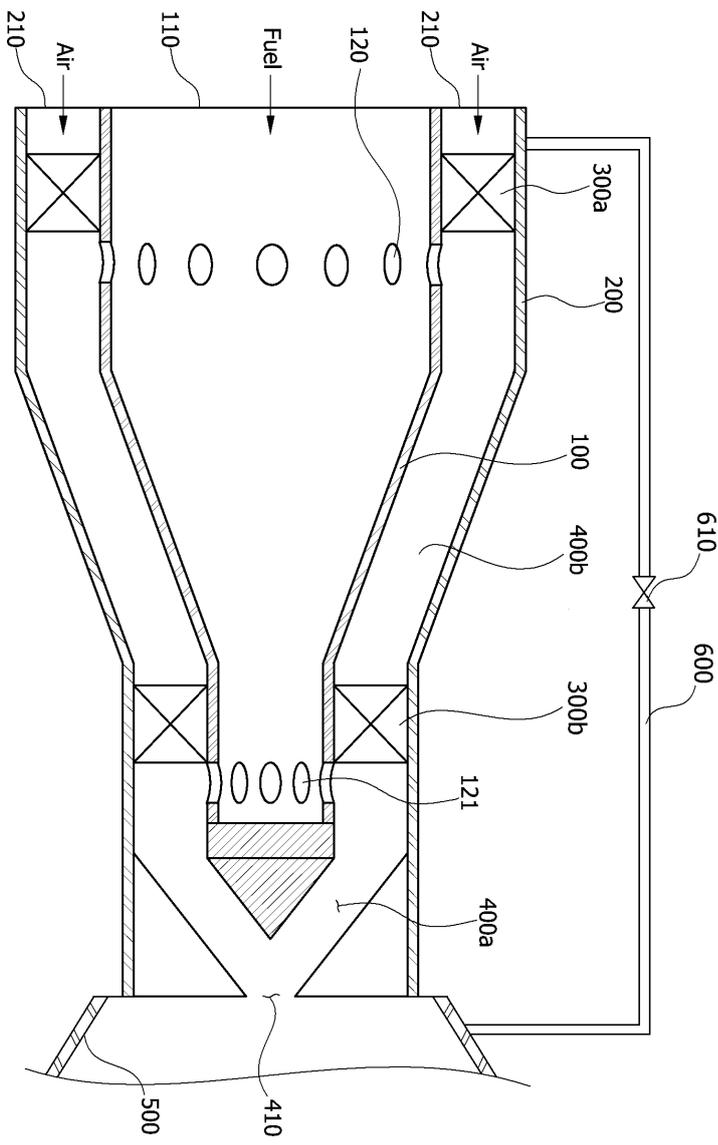
- [0044] 상기 연료공급관(100)에는 상기 보조 선회기(300b)에 의해 선회된 혼합기에 추가로 연료 분사가 가능하도록 복수 개의 보조 연료분사구(121)가 형성되는 것이 바람직하다.
- [0045] 연료분사구(120)에서 다량의 연료가 분사되면 연료와 공기가 균일하게 혼합되기 어렵다. 따라서 본 실시예에서는 연소에 필요한 연료량을 연료분사구(120)와 보조 연료분사구(121)에서 분배하여 분사되도록 구성한다.
- [0046] 연료분사구(120)에서 분사되는 연료와 보조 연료분사구(121)에서 분사되는 연료의 공급량의 비는 6:4 ~ 9:1 사이인 것이 바람직하다. 연료분사구(120)에서 분사된 연료는 연소실(500)에 유입되기 전까지 충분히 혼합될 수 있는 시간과 거리가 있기 때문에 보조 연료분사구(121)보다 연료분사구(120)에서 더 많은 연료가 분사되도록 구성하는 것이 바람직하다.
- [0047] 연료분사구(120)에서 연료 분사가 끝난 지점부터 보조 연료분사구(121)로부터 추가 연료 분사가 이루어지는 지점까지의 거리(L)는 연료분사구(120) 직경(dfo)의 50 배 이상인 것이 바람직하다. 이와 같이 구성하면 연료분사구(120)에서 분사된 연료와 공기가 추가 연료 분사 전까지 균일하게 혼합될 수 있다는 이점이 있다.
- [0048] 상기 예혼합실(400a)은 혼합기의 진행방향을 따라 반경이 감소하는 구조로 형성되며, 상기 예혼합실(400a)의 선단에는 혼합기가 상기 연소실(500)로 분사되도록 혼합기분사구(410)가 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0049] 즉, 예혼합실(400a)을 원추형의 환상공간으로 형성하는 것이다.
- [0050] 이와 같이 구성하면 연료와 공기가 혼합된 혼합기가 예혼합실(400a)의 내주면을 따라 유동하면서 용이하게 혼합될 수 있다는 이점이 있다.
- [0051] 예혼합실(400a)을 따라 유동되는 혼합기는 혼합기분사구(410)를 통해 연소실(500)로 공급되는데, 혼합기분사구(410)를 예혼합실(400a)의 선단에 형성하면 연소실(500)로 공급되는 혼합기가 교차되면서 연소실(500)에 공급되기 때문에 혼합이 촉진되는 이점이 있다.
- [0052] 또한, 후술할 보조 선회기(300b)와 연소실(500) 사이에 예혼합실(400a)이 구비되기 때문에 연소실(500)의 열에 의해 보조 선회기(300b)가 손상되는 것을 방지할 수 있다는 이점도 있다.
- [0053] 예혼합실(400a)은 혼합기를 혼합기분사구(410)로 모아주는 노즐 기능도 수행한다.
- [0054] 도 2는 본 발명에 따른 예혼합형 가스터빈 연소기의 다른 실시예를 도시한 도면이고, 도 3은 본 발명에 따른 예혼합형 가스터빈 연소기의 또 다른 실시예를 도시한 도면이다.
- [0055] 도 2에 도시된 바와 같이, 혼합기가 상기 보조 선회기(300b)에 도달하기 전에 상기 혼합기에 난류 유동을 발생시키는 보조 혼합실(400b)이 구비되며, 상기 보조 혼합실(400b)은 혼합기의 진행방향을 따라 반경이 감소하는 구조로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0056] 연료분사구(120)를 통해 분사된 연료와 공기가 균일하게 혼합되지 않은 상태에서 보조 연료분사구(121)로부터 추가적으로 연료가 분사되면 연료와 공기의 불균일 정도가 더욱 심화되는 문제가 발생할 수 있다.
- [0057] 따라서 연료분사구(120)를 통해 분사된 연료와 공기가 보조 선회기(300b)에 도달하기 전에 균일하게 혼합되도록 보조 혼합실(400b)이 구비된다.
- [0058] 이와 같이 구성하면 연료와 공기가 혼합된 혼합기가 보조 혼합실(400b)의 내주면을 따라 유동하면서 속도가 상승하게 되어 용이하게 혼합될 수 있다는 이점이 있다.
- [0059] 보조 혼합실(400b)을 따라 유동되는 혼합기는 보조 선회기(300b)에 도달하기 전에 교차되면서 혼합이 촉진된다.
- [0060] 도 2에 도시된 바와 같이, 연료분사구(120)를 연료공급관(100)의 둘레를 따라 일렬로 배열하는 것도 가능하고, 도 3에 도시된 바와 같이, 연료유입구(120)로부터의 거리가 각각 상이하도록 배열하는 것도 가능하다.
- [0061] 상기 연소실(500)에서 배출되는 배기가스의 일부가 상기 공기공급관(200)으로 재순환되도록 재순환배관(600)이 구비되며, 상기 재순환배관(600)에는 재순환되는 배기가스의 양을 조절할 수 있도록 재순환밸브(610)가 구비되

도면

도면1



도면2



도면3

