



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0092939
(43) 공개일자 2016년08월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F23R 3/02 (2006.01) F23R 3/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F23R 3/02 (2013.01)
F23R 3/26 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0009896
(22) 출원일자 2016년01월27일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
15152897.3 2015년01월28일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
제네럴 일렉트릭 테크놀로지 게엠베하
스위스 5400 바덴 브라운 보베리 슈트라세 7
(72) 발명자
보티엥 미르코 루벤
스위스 8037 취리히 노드슈트라세 163
토논 데이비스
스위스 5300 탈기 랭드슈트라세 22
슈어망스 브루노
스위스 1814 라 푸르 펠리즈 애비뉴 드 쉘리 41
(74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 15 항

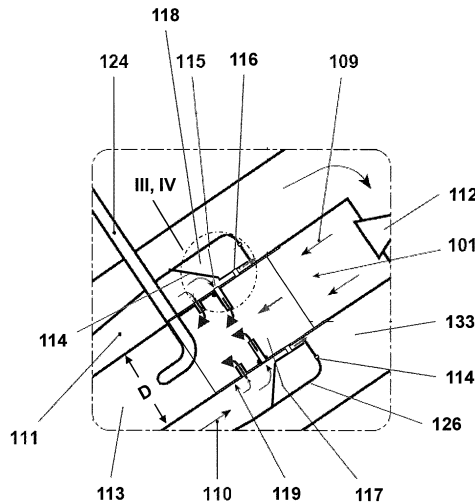
(54) 발명의 명칭 **믹서를 구비한 순차식 연소기 설비**

(57) 요약

본 발명은 유체 유동 연격에서 순차적으로 배열되는, 제1 버너(112), 제1 연소실(101), 작동 동안 제1 연소실(101)을 떠나는 고온 가스에 희석 가스를 혼합하기 위한 믹서(117), 제2 버너(113), 및 제2 연소실(102)을 포함하는 순차식 연소기 설비(104)에 관한 것이다. 믹서(117)는 제1 연소실(101)을 떠나는 고온 연도 가스를 냉각하도록 희석 가스(110)를 혼합하기 위하여 믹서(117)에 있는 적어도 하나의 주입 개구(115, 115a)를 포함한다. 또한, 믹서(117)는 믹서(117) 내부에서 압력 맥동을 감소시키기 위하여, 댐퍼 체적부(118)를 구비한 댐퍼, 및 믹서(117)에 댐퍼 체적부(118)를 연결하는 목부(116)를 포함한다.

본 발명은 또한 가스 터빈(100) 및 이러한 순차식 연소기 설비(104)를 구비한 가스 터빈(100)을 작동시키기 위한 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

F05D 2240/35 (2013.01)

F23R 2900/03043 (2013.01)

F23R 2900/03045 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

유체 유동 연결에서 순차적으로 배열되는, 제1 버너(112), 제1 연소실(101), 작동 동안 상기 제1 연소실(101)을 떠나는 고온 가스에 회석 가스를 혼합하기 위한 믹서(117), 제2 버너(113), 및 제2 연소실(102)을 포함하며, 상기 믹서(117)는 상기 제1 연소실(101)과 상기 제2 버너(113) 사이에서 연장하는 고온 가스 유동 경로에서 연소 가스를 가이드하는데 적합한 순차식 연소기 설비(104)에 있어서,

상기 믹서(117)는, 상기 제1 연소실(101)을 떠나는 고온 연도 가스를 냉각하도록 회석 가스(110)를 혼합하기 위한 적어도 하나의 주입 개구(115, 115a), 및 탬퍼 체적부(118)를 둘러싸는 탬퍼 벽(126)과 상기 믹서(117)에 상기 탬퍼 체적부(118)를 연결하는 목부(116)를 포함하며, 상기 믹서(117) 내부의 압력 맥동을 감소시키는 탬퍼를 포함하는 것을 특징으로 하는 순차식 연소기 설비.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 믹서 벽(119)에 있는 상기 고온 가스 유동 경로까지 상기 주입 개구(115, 115a)와 상기 목부(116)의 개구 사이에서 상기 고온 가스 유동의 유동 방향에서의 거리는 상기 목부(116)의 개구에서 상기 믹서의 유압 지름(D)의 3배 미만이며, 및/또는 상기 믹서 벽(119)에 있는 상기 고온 가스 유동 경로까지의 상기 주입 개구(115, 115a)와 상기 목부(116)의 개구 사이의 거리는 상기 목부(116)의 개구에서 상기 믹서의 유압 지름(D)보다 작고, 및/또는

상기 믹서 벽(119)에 있는 상기 고온 가스 유동 경로까지의 상기 주입 개구(115, 115a)와 상기 목부(116)의 개구 사이에서 상기 고온 가스 유동의 유동 방향에서의 거리는 상기 믹서(117)에서 현저한 맥동의 파장의 1/6 미만인 것을 특징으로 하는 순차식 연소기 설비.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 믹서(117)의 믹서 벽(119)은 상기 탬퍼 벽(126)에 의해 둘러싸이고, 그에 따라 상기 회석 가스(110)를 혼합하기 위하여 상기 믹서(117)의 상류 단부와 제1 주입 개구(115, 115a)들 사이에서 상기 믹서(117)의 유입 섹션을 냉각하기 위한 냉각 덕트(125)를 형성하는 것을 특징으로 하는 순차식 연소기 설비.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 목부(116)는 상기 탬퍼 벽(122)으로부터 상기 냉각 덕트(125)를 통해 상기 믹서 벽(119)으로 연장하는 것을 특징으로 하는 순차식 연소기 설비.

청구항 5

제4항에 있어서, 덕트 벽(121)은 상기 믹서 벽(119)을 적어도 부분적으로 둘러싸고, 그에 따라 상기 주입 개구(115, 115a)들에 회석 가스(110)를 공급하기 위한 연결 덕트(111)의 경계를 정하는 것을 특징으로 하는 순차식 연소기 설비.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 퍼지 가스 공급부(114)가 상기 탬퍼 체적부(118)로 냉각 공기를 공급하도록 제공되는 것을 특징으로 하는 순차식 연소기 설비.

청구항 7

제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 목부(116)는 상기 주입 개구(115, 115a)들 사이 또는 상기 고온 가스 유동 방향으로 상기 주입 개구(115, 115a)들의 상류에서 상기 고온 가스 유동에 대해 개방되는 것을 특징으로 하는 순차식 연소기 설비.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 목부는 목부 벽(127) 내부에 목부 체적부를 한정하는 상기 목부 벽(127)을 가지며, 상기 목부는 상기 댐퍼 체적부(118)와 상기 믹서(117)에 있는 상기 고온 가스 유동(109) 사이의 유체 소통을 위하여 상기 댐퍼 체적부(118)와 결합되고, 상기 댐퍼는 상기 목부 벽(127)과 상기 댐퍼 벽(126) 사이의 갭(129)을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 순차식 연소기 설비.

청구항 9

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 목부는 목부 벽(127) 내부에 목부 체적부를 한정하는 상기 목부 벽(127)을 가지며, 상기 목부는 상기 댐퍼 체적부(118)와 상기 믹서(117)에 있는 상기 고온 가스 유동(109) 사이의 유체 소통을 위하여 상기 댐퍼 체적부(118)와 결합되고, 상기 연소기 설비는 상기 목부 벽(127)과 상기 댐퍼 벽(126) 사이의 갭(129)을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 순차식 연소기 설비.

청구항 10

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 회석 가스 주입 개구(115, 115a)의 압력 손실계수에 대한 회석 가스 공급부(134)의 압력 손실계수의 비는 상기 목부(116)의 압력 손실계수에 대한 퍼지 가스 공급부(114)의 압력 손실계수의 비보다 작은 것을 특징으로 하는 순차식 연소기 설비.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 압축기 플레넘으로부터 상기 믹서(117)에 있는 상기 고온 가스 유동 경로까지의 회석 가스 유동 경로의 유동 용량은 상기 압축기 플레넘으로부터 상기 믹서(117)에 있는 상기 고온 가스 유동 경로까지의 퍼지 공기 유동 경로의 유동 용량보다 적어도 2배 큰 것을 특징으로 하는 순차식 연소기 설비.

청구항 12

적어도 하나의 압축기(103), 연소기, 및 적어도 하나의 터빈(105)을 구비한 가스 터빈 엔진(100)에 있어서, 상기 가스 터빈 엔진은 제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 따른 순차식 연소기 설비(104)를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 터빈 엔진.

청구항 13

적어도 하나의 압축기(103); 및 유체 유동 연결에서 순차적으로 배열된, 제1 버너(112), 제1 연소실(101), 작동 동안 상기 제1 연소실(101)을 떠나는 고온 가스에 회석 가스를 혼합하기 위한 믹서(117), 제2 버너(113), 및 제2 연소실(102)을 포함하는 순차식 연소기 설비(104)를 포함하며, 상기 믹서(117)는 상기 제1 연소실(101)과 상기 제2 버너(113) 사이에서 연장하는 고온 가스 유동 경로에서 연소 가스를 가이드하는데 적합하고, 상기 믹서(117)는 상기 제1 연소실(101)을 떠나는 고온 연도 가스를 냉각하도록 회석 가스(110)를 혼합하기 위하여 상기 믹서 벽(119)들에 있는 적어도 하나의 주입 개구(115, 115a), 및 상기 믹서(117) 내부의 압력 맥동을 감소시키는 댐퍼를 포함하며, 상기 댐퍼는 댐퍼 체적부(118), 및 상기 믹서(117)에 상기 댐퍼 체적부(118)를 연결하는 목부(116)를 포함하는, 가스 터빈(100)을 작동시키기 위한 방법에 있어서,

상기 믹서(117)의 내부의 맥동과(132)의 노드는 상기 댐퍼에 의해 상기 주입 개구(115, 115a)들을 향해 시프팅 되는 것을 특징으로 하는 가스 터빈 작동 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 주입 개구(115, 115a)에서 회석 가스(110)의 평균 속도는 상기 목부(116)에서의 평균화된 평균 유속보다 적어도 2배 높은 것을 특징으로 하는 가스 터빈 작동 방법.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서, 퍼지 가스 공급부(114)에 대한 압력 강하는 상기 목부(116)에 대한 압력 강하보다 적어도 2배 큰 것을 특징으로 하는 가스 터빈 작동 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 연소기 설비 내로 희석 가스를 혼합하고 맥동을 감소시키기 위한 가스 터빈을 위한 순차식 연소기 설비에 관한 것이다. 본 발명은 추가적으로 연소기 설비 내로 희석 가스를 혼합하는 것에 의해 가스 터빈을 작동시키기 위한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 풍력 또는 태양광같은 불안정한 재생 가능한 자원에 의한 증가된 전기 발전으로 인하여, 기존의 가스 터빈 기반 발전 플랜트들은 전력 수요의 균형을 유지하고 그리드를 안정화하도록 점점 더 사용된다. 그러므로, 개선된 작업 유연성이 요구된다. 이러한 것은 가스 터빈들이 때때로 기본 부하 디자인 지점보다 낮은 부하, 즉 보다 낮은 연소기 유입 및 연소 온도에서 작동되는 것을 암시한다.

[0003] 동시에, 배기 가스 제한값 및 전체적인 배기 가스 허용치는 더욱 엄격하게 되어서, 낮은 배기 가스값에서 작동하고, 또한 누적 배기 가스 제한들에 대해 의지하는 것으로서, 부분 부하 작동 및 과도기 동안 배기 가스를 낮게 유지하는 것이 요구된다.

[0004] 종래의 연소 시스템들의 상태는 예를 들어 상이한 버너, 연료 스테이지 또는 연소기들 중에서 압축기 유입 질량 유동을 조절하는 것에 의해 또는 연료 분할을 제어하는 것에 의해 작업 조건에서 특정의 가변 능력에 대처하도록 디자인된다. 그러나, 이러한 것은 새로운 요구조건에 부합하는데 충분하지 않다.

[0005] 배기 가스 및 작업 유연성을 더욱 감소시키도록, 순차식 연소가 DE 103 12 971 A1에 제안되었다. 작업 조건에 의존하여, 특히 제1 연소실의 고온 가스 온도에 의존하여, 고온 가스가 제2 버너(소위 순차식 버너)에 들어가기 전에 고온 가스를 냉각하는 것이 필요하다. 이러한 냉각은 연료 주입 및 제2 버너에 있는 제1 연소기의 고온 연도 가스와 주입된 연료의 예혼합을 허용하는 것이 유익할 수 있다.

[0006] 종래의 냉각 방법은 주 고온 가스 유동에서의 높은 압력 강하로 이어지는 열교환기 구조를 요구하거나 또는 측벽들로부터 냉각 매체의 주입을 제안한다. 측벽들로부터의 냉각 매체의 주입을 위하여, 이러한 연소기 설비로 작동되는 가스 터빈의 효율에 유해하고 연소 안정성에서 부정적인 영향 및 맥동을 가질 수 있는 높은 압력 강하가 요구된다. 연소기 맥동은 가스 터빈 연소기들의 성능 및 수명에 유해한 영향을 가지는 것으로 알려졌다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 순차식 연소기 설비를 위한 댐퍼와 함께 혼합 섹션과 관련하여 냉각 및 혼합 증대를 제안하는 것이다. 연소 맥동과 관련된 공지된 문제들에 더하여, 맥동은 연소실을 떠나는 고온 가스에 냉각 가스를 혼합하는 믹서의 작동에 영향을 미칠 수 있다. 특히, 높은 압력 진폭(pressure amplitude)을 갖는 저진동수 맥동은 믹서로 들어가는 희석 가스의 질량 유동에 영향을 미칠 수 있다. 특히, 정상파(standing wave)는 혼합된 희석 가스의 유동 변화, 그러므로 믹서를 떠나는 고온 가스의 온도 레벨 및 온도 프로파일에서의 급격한 변화로 이어질 수 있으며, 이는 차례로 순차적인 연소 설비에서의 맥동을 촉발시킬 수 있다. 본 발명의 목적은 믹서 성능에서 그 유해한 영향이 감소되거나 또는 제거되도록 맥동이 조절되고, 각각 감소되는 연소 설비를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명에 따른 순차식 연소기 설비는, 유체 유동 연결에서 순차적으로 배열된, 제1 버너, 제1 연소실, 작동 동안 상기 제1 연소실을 떠나는 고온 가스에 희석 가스를 혼합하기 위한 믹서, 제2 버너, 및 제2 연소실을 포함한다. 제1 믹서는 제1 연소실과 제2 버너 사이에서 연장하는 고온 가스 유동 경로에서 연소 가스를 가이드하는데 적합하다. 연소기 설비는 제1 연소실을 떠나는 고온 연도 가스를 냉각하도록 희석 가스를 혼합하기 위한 적어도 주입 개구를 추가로 포함한다. 주입 개구들을 향하여 저진동수 맥동의 맥동 노드(pulsation node)를 시프팅하기 위하여, 믹서는 믹서 내부의 압력 맥동을 감소시키기 위한 댐퍼를 둘러싸는 댐퍼 벽을 가진다. 댐퍼는 댐퍼 체적부와, 믹서 내부에서 고온 가스 유동에 댐퍼 체적부를 연결하는 목부를 포함한다.

[0009] 주입 개구들은 믹서의 측벽들에 있는 단순 구멍들 또는 노즐들일 수 있다. 주입 개구들은, 예를 들어 제2 버너에 적절한 유입 조건을 제공하도록 제1 연소실을 떠나는 고온 연도 가스를 냉각하도록 희석 가스를 혼합하기 위

하여 믹서의 측벽들로부터 안쪽으로 향하는 다수의 주입 튜브들(또는 주입 파이프들로 지칭된다)을 또한 포함할 수 있다. 주입 개구들은 믹서의 측벽을 따라서 원주 방향으로 분포 배열된다. 덕트 벽은 믹서의 측벽을 적어도 부분적으로 둘러싸고, 이에 의해 믹서 측벽을 냉각하고 주입 개구들에 희석 가스를 공급하기 위한 연결 덕트의 경계를 정한다.

- [0010] 본 발명의 특징들과 관련하여 믹서 개념은 제1 연소기로부터의 고온 가스 유동과 희석 및 냉각 공기를 혼합하는 것에 의해 적절한 순차식 버너 유입 프로파일을 생성하도록 사용된다. 대체로, 믹서 벽은 대류 냉각 기술 및/또는 유출 냉각 기술 및/또는 충돌 냉각 기술로 냉각된다.
- [0011] 보조적으로, 유출 냉각 기술은 믹서 벽의 양호한 냉각뿐만 아니라 재열 연소를 위한 적절한 유입 고온 가스 프로파일을 전달하도록 주 고온 가스 유동과 냉각 공기의 혼합을 제공하기 때문에 믹서에 적용된다.
- [0012] 따라서, 본 발명의 중점을 둔 목적은 제1 연소실과 제2 버너 사이에서 희석 가스 혼합을 위한 혼합 섹션을 구비한 맥동 방지(pulsation resistant) 순차식 연소기 설비를 제안하는 것이다. 희석 가스는 제2 버너를 위한 적절한 유입 유동 조건을 제공하도록 혼합 섹션에서 혼합되고, 댐퍼는 주입 개구들에서 정배압(static back pressure)에서의 변화가 감소되거나 또는 줄어들도록 고온 가스 유동 내로 희석 가스를 혼합하기 위하여 주입 개구들을 향해 맥동파(pulsation wave)의 노드를 시프팅하도록 배열된다. 그 결과, 희석 가스 유동은 고온 가스가 사전 결정된 온도 프로파일로 냉각될 수 있도록 시간 경과에 걸쳐서 거의 일정하게 유지된다.
- [0013] 본 발명과 관련된 추가의 발견은 다음과 같다:
- [0014] 높은 국부적인 유입 온도는 제2 버너에서 높은 배출물(특히 NO_x, CO, 및 미연소 탄화수소) 및/또는 역화(flashback)를 유발할 수 있다. 역화 및 NO_x는 높은 유입 가스 온도 또는 높은 산소 농도로 인하여 주입된 연료에 대한 감소된 자기 점화 시간에 의해 유도되며, 이는 조기 점화(역화로 이어지는) 또는 연소 동안 국부적인 열점(hot spot)을 유발하는 연료 공기 혼합에 대해 감소된 시간을 유발하고, 결과적으로 NO_x 배출을 증가시킨다. 저온 영역들은 증가된 자기 점화 시간으로 인하여 CO 배출을 유발할 수 있다. 이러한 것은 CO₂로의 CO 연료 소진(burnout)에 대한 시간, 및 감소된 국부적인 화염 온도를 감소시킬 수 있으며, 이는 CO₂로의 CO 연료 소진을 더욱 느리게 할 수 있다. 최종적으로, 국부적인 열점은 믹서 하류의 특정 부분들의 과열로 이어질 수 있다.
- [0015] 공기역학의 관점으로부터 더욱 중요한 필요조건은 고온 가스 경로 및 희석 가스 공급에서의 최소화된 압력 손실이다. 양자는 이러한 순차식 연소기 설비로 작동하는 가스 터빈의 성능에 영향을 줄 수 있다. 희석 가스 압력 손실은 고온 가스 유동 경로의 배압이 거의 일정하면 감소될 수 있다.
- [0016] 전형적으로, 그러나 어떠한 제한없이, 혼합 전에 희석 가스 압력의 전체 압력의 0.2% 내지 1%의 압력 강하를 갖는 희석 가스의 혼합은 맥동이 주입 개구들에서 유동을 방해하지 않으면 가능하다.
- [0017] 한 실시예에서, 댐퍼가 주입 개구 근처에서 맥동에서의 즉각적인 긍정적인 효과를 가질 수 있는 것을 보장하도록, 믹서 벽에 있는 고온 가스 유동 경로로까지 주입 개구와 목부의 개구 사이의 고온 가스 유동의 유동 방향으로의 거리는 목부의 개구에서 믹서의 고온 가스 유동 경로의 유압 지름의 3배 미만이다(유압 지름은 적어진 주변에 의해 분할된 단면적의 4배로서 정의될 수 있다). 바람직하게, 믹서 벽에 있는 고온 가스 유동 경로로까지 주입 개구와 목부의 개구 사이의 거리는 목부의 개구에서 믹서의 유압 지름보다 작다. 대안적으로 또는 조합하여, 믹서 벽에 있는 고온 가스 유동 경로로까지 주입 개구와 목부의 개구 사이의 고온 가스 유동의 유동 방향으로의 거리는 믹서에서 현저한 맥동의 파장에 관련하여 결정될 수 있다. 주입 개구와 목부의 개구 사이의 고온 가스 유동의 유동 방향으로의 거리는 예를 들어 믹서에서 이러한 현저한 맥동의 파장의 1/6배 미만일 수 있다. 주입 개구와 목부의 개구 사이의 고온 가스 유동의 유동 방향으로의 거리는 댐퍼가 댐퍼의 목부를 향해 맥동파를 움직이기 때문에 맥동의 파장에 대해 작아야만 한다. 그러므로, 주입 개구는 목부에서 저압 진폭으로부터 유익하도록 댐퍼 목부에 근접할 것이다.
- [0018] 맥동의 노드를 시프팅하는 것에 더하여, 댐퍼는 이러한 것이 댐퍼의 전형적인 기능임에 따라서 맥동 레벨을 감소시킬 수 있다.
- [0019] 추가의 실시예에 따라서, 믹서는 댐퍼에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸인다. 예를 들어, 믹서의 벽은 믹서의 상류 단부(고온 가스의 유동 방향으로)와 희석 가스를 혼합하기 위한 제1 주입 개구들 사이에서 믹서의 유입 섹션을 냉각하기 위한 냉각 덕트를 형성하는 댐퍼 벽에 의해 둘러싸일 수 있다.

- [0020] 추가의 실시예에서, 댐퍼의 목부는 댐퍼 벽으로부터 냉각 덕트를 통해 믹서 벽으로 연장한다.
- [0021] 또 다른 실시예에 따라서, 덕트 벽은 주입 개구들로 회석 가스를 공급하기 위한 연결 덕트의 경계를 정하는 믹서 벽을 적어도 부분적으로 둘러싼다. 회석 가스를 공급하기 위한 덕트는 예를 들어 믹서의 하류 단부(고온 가스 유동 방향으로)를 향해 댐퍼에 이웃하여 배열될 수 있다.
- [0022] 추가의 실시예에 따라서, 퍼지 가스 공급부는 댐퍼 체적부로 냉각 공기를 공급하도록 제공된다. 퍼지 가스 공급부는 예를 들어 가스 터빈의 압축기 플레넘(compressor plenum)으로부터 댐퍼 체적부를 분리하는 댐퍼 벽에 있는 구멍 또는 노즐일 수 있다. 퍼지 공기는 댐퍼 체적부 내로 목부를 통한 고온 가스 진입을 방지한다.
- [0023] 여전히 추가의 실시예에 따라서, 댐퍼의 목부는 고온 가스 유동 방향으로 주입 개구들 사이에서 또는 주입 개구들의 상류에서 고온 가스 유동으로 개방된다. 목부는 또한 주입 개구들의 하류에서 고온 가스 유동으로 개방된다.
- [0024] 댐퍼는 댐퍼 벽 내부에 댐퍼 체적부를 한정하는 댐퍼 벽, 및 목부를 포함한다. 목부는 목부 벽 내부에 목부 체적부를 한정하는 목부 벽을 포함하며, 목부는 믹서에서 댐퍼 체적부와 고온 가스 유동 사이의 유체 소통을 위하여 댐퍼 체적부와 결합된다. 믹서 벽은 고온 가스 및 연소 맥동으로 인한 진동에 노출되고, 이는 믹서 벽의 열 팽창 및 기계적인 움직임을 유발한다. 이러한 기계적인 움직임은 댐퍼 벽이 노출되는 움직임, 열 및 기계적인 부하와 다를 수 있다. 이러한 차이는 연소기 설비의 응력으로 이어지고 그 수명을 감소시킬 수 있다.
- [0025] 순차식 연소 설비의 한 실시예에 따라서, 댐퍼는 믹서 벽과 목부 사이의 인터페이스에서 응력을 피하도록 목부 벽과 댐퍼 벽 사이의 갭을 추가로 포함한다. 이러한 갭은 댐퍼 구조와 관계없이 연소실 벽과 함께 댐퍼 목부의 독립적인 열팽창 및 움직임을 허용한다.
- [0026] 갭과 목부는 예를 들어 동축일 수 있다. 추가의 실시예에서, 목부의 전체 원주는 갭에 의해 둘러싸인다.
- [0027] 또 다른 실시예에서, 연소기 설비는 목부 벽과 댐퍼 벽 사이의 갭을 포함한다. 이러한 것은 믹서 벽과 관계없이 댐퍼 구조와 함께 댐퍼 목부의 독립적인 열팽창 및 움직임을 허용한다 .
- [0028] 갭은 냉각 공기에 의해 퍼지될 수 있다. 예를 들어, 갭은 믹서 벽과 댐퍼 벽 사이에서 연장하는 냉각 덕트를 통해 유동하는 냉각 공기에 의해 퍼지될 수 있다.
- [0029] 추가의 실시예에 따라서, 회석 가스 주입 개구의 압력 손실에 대한 회석 가스 공급부의 압력 손실 계수의 비는 목부의 압력 손실 계수에 대한 퍼지 가스 공급부의 압력 손실 계수의 비보다 작다. 회석 가스 공급부와 회석 가스 주입 개구 또는 퍼지 가스 공급부 및 목부처럼 직렬로 배열된 2개의 요소들에 대하여, 압력 손실은 압력 손실 계수에 비례한다. 그러므로, 주입 개구에 대한 압력 손실은 목부에 대한 압력 손실보다 크다. 압력 손실 계수의 비는 예를 들어 5보다, 또는 10보다, 심지어 100 이상까지 클 수 있다. 큰 비는 목부에 대해 회석 가스 주입의 경화로 이어진다. 목부에서 작은 압력 손실은 감쇠 성능을 감소시키지 않는 한편, 주입 개구에서 큰 압력 강하는 회석 가스 유동의 고온 가스 유동에서의 압력 맥동의 영향을 충격을 감소시킬 것이다.
- [0030] 또 다른 실시예에 따라서, 압축기 플레넘으로부터 믹서에 있는 고온 가스 유동 경로로 회석 가스 유동 경로의 유동 용량은 압축기 플레넘으로부터 믹서에 있는 고온 가스 유동 경로로의 퍼지 공기 유동 경로의 유동 용량보다 적어도 2배 크다. 전형적으로, 회석 가스 유동 경로의 유동 용량은 믹서를 떠나는 고온 가스의 온도 분포에서 댐퍼의 영향을 감소시키도록 퍼지 공기 유동 경로의 유동 용량보다 적어도 10 배 크다. 이에 의해, 댐퍼와 주입 개구들의 기능성은 분리될 수 있다.
- [0031] 순차식 연소기 설비의 믹서 벽은 적어도 부분적으로 유출 냉각될 수 있다. 또한, 믹서의 측벽의 내부면의 적어도 일부는 벽의 냉각 요구를 감소시키도록, 및 믹서를 떠나는 고온 가스 유동에서 차가운 주변 영역들을 피하도록 TBC로 코팅될 수 있다.
- [0032] 순차식 연소기 설비 외에, 이러한 순차식 연소기 설비를 포함하는 가스 터빈은 본 발명의 요지이다. 이러한 가스 터빈은 압축기, 적어도 유체 유동 연결에서 순차적으로 배열되는, 제1 버너, 제1 연소실, 작동 동안 제1 연소실을 떠나는 고온 가스에 회석 가스를 혼합하기 위한 혼합 디바이스, 제2 버너, 및 제2 연소실을 구비한 순차식 연소기 설비를 포함하며, 믹서는 제1 연소실과 제2 버너 사이에서 연장하는 고온 가스 유동 경로, 및 적어도 하나의 터빈에서 연소 가스를 가이드하는데 적합하다. 믹서는 제1 연소실을 떠나는 고온 연도 가스를 냉각하도록 회석 가스를 혼합하기 위한 적어도 하나의 주입 개구, 및 믹서 내부에서 압력 맥동을 감쇠시키기 위한 댐퍼를 포함한다. 댐퍼는 댐퍼 체적부를 둘러싸는 댐퍼 벽, 및 믹서에 댐퍼 체적부를 연결하는 목부를 포함한다. 댐퍼는 연소기 맥동을 감쇠시키도록 시프팅하고, 이에 의해 회석 가스 주입 개구를 향한 압력 맥동의 노드를 시프

팅하도록 디자인된다.

- [0033] 가스 터빈은 상기된 순차식 연소기 설비의 임의의 것을 포함할 수 있다.
- [0034] 가스 터빈 외에, 이러한 가스 터빈을 작동시키기 위한 방법은 본 발명의 요지이다. 희석 가스는 고온 가스가 냉각되도록 믹서에서 고온 가스에 혼합될 수 있다. 연소 맥동의 영향을 완화시키도록, 믹서 내부의 맥동파의 노드는 댐퍼에 의해 주입 개구들을 향해 시프팅된다. 노드는 맥동의 진동수로 조절된 댐퍼에 의해 가장 잘 시프팅될 수 있다.
- [0035] 가스 터빈을 작동시키는 방법의 실시예에 따라서, 주입 개구에서 희석 가스의 평균 속도는 목부에서 시간 평균된 평균 유속보다 적어도 2배 높다. 주입 개구에서 희석 가스의 평균 속도는 목부에서 시간 평균된 평균 유속보다 10배 또는 10의 몇 승배 높을 수 있다. 시간 평균은 적어도 대략 현저한 맥동 진동수의 1 맥동 주기 동안인 시간의 길이에 걸쳐서 취해진다. 비가 높으면 높을수록, 희석 가스 주입에서의 맥동의 영향은 작게 된다.
- [0036] 방법의 추가의 실시예에 따라서, 퍼지 가스 공급부에 대한 압력 강하는 목부에 대한 압력 강하보다 적어도 2배이다. 퍼지 가스 공급부에 대한 압력 강하에 대해 목부에 대한 압력 강하의 비는 1 내지 3보다 훨씬 작거나, 또는 심지어 1 내지 5보다 작을 수 있다. 작동 동안, 퍼지 가스 공급에 대한 압력 강하는 목부에 대한 압력 강하보다 10배 또는 더욱 클 수 있다.
- [0037] 제1 연소실 및 제2 연소실은 캔(can)-캔-연소기 아키텍처로 배열될 수 있으며, 즉 제1 연소실 및 제2 연소실은 캔-연소실들이다.
- [0038] 제1 연소실 및 제2 연소실은 캔-환상-연소기 아키텍처로 배열될 수 있으며, 즉 제1 연소실은 환상 연소실로서 배열되고, 제2 연소실은 캔-연소실로서 배열된다.
- [0039] 제1 연소실 및 제2 연소실은 환상-캔-연소기 아키텍처로 배열될 수 있으며, 즉 제1 연소실은 캔 연소실로서 배열되고, 제2 연소실은 환상 연소실로서 배열된다.
- [0040] 제1 연소실 및 제2 연소실은 환상-환상 연소기 아키텍처로 배열될 수 있으며, 즉 제1 연소실 및 제2 연소실은 환상 연소실들이다.
- [0041] 믹서 자체는 연소실 아키텍처와 관계없이 캔 또는 환상 구조를 가질 수 있다. 믹서는 예를 들어 제1 캔 연소실의 하류에 배열되면 캔 아키텍처를 가질 수 있거나, 또는 제1 환상 연소실의 하류에 배열되면 환상 아키텍처를 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 본 발명, 그 특성 뿐만 아니라 그 이점이 첨부 도면의 도움으로 다음에 더욱 상세히 설명될 것이다. 도면을 참조하여:
 - 도 1은 희석 가스를 혼합하기 위한 댐퍼 믹서를 구비한 순차식 연소 설비를 구비한 일반적인 가스 터빈을 도시한 도면;
 - 도 2는 주입 개구들과 댐퍼를 구비한 믹서를 갖는 순차식 연소기 설비를 도시한 도면;
 - 도 3은 댐퍼 목부의 하류에서 고온 가스 유동 내로 주입 튜브를 통하여 희석 가스를 공급하기 위한 연결 덕트를 갖는 믹서의 예를 보다 상세하게 도시한 도면;
 - 도 4는 댐퍼 목부의 하류에서 주입 노즐을 통하여 희석 가스를 공급하기 위한 연결 덕트를 갖는 믹서의 또 다른 예를 보다 상세하게 도시한 도면;
 - 도 5는 믹서 벽에 대한 댐퍼 연결을 위한 예의 단면을 클로즈업한 도면;
 - 도 6은 믹서 벽에 대한 댐퍼 연결을 위한 또 다른 예의 단면을 클로즈업한 도면;
 - 도 7은 감쇠가 없는 맥동파 및 시프팅 및 감쇠 후에 맥동파의 위치를 나타내는 믹서를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 도 1은 본 발명에 따른 순차식 연소기 설비(104)를 갖는 가스 터빈(100)을 도시한다. 가스 터빈은 압축기(103), 순차식 연소기 설비(104), 및 터빈(105)을 포함한다. 순차식 연소기 설비(104)는 제1 버너(112), 제1 연소실(101), 및 작동 동안 제1 연소실(101)을 떠나는 고온 가스에 희석 가스를 혼합하기 위한 믹서(117)를 포함한다

(도 2 참조). 믹서(117)의 하류에서, 순차식 연소기 설비(104)는 제2 버너(113), 및 제2 연소실(102)을 추가로 포함한다. 제1 버너(112), 제1 연소실(101), 믹서(117), 제2 버너(113) 및 제2 연소실(102)은 유체 유동 연결에서 순차적으로 배열된다. 연료는 제1 연료 주입기(123)를 통해 제1 버너(112) 내로 도입되어, 압축기(103)에서 압축된 압축 공기(108)와 혼합되고, 제1 연소실(101)에서 연소될 수 있다. 압축기 플레넘(133)으로부터 희석 가스 공급부(122)를 통해 공급되는 희석 가스는 후속의 믹서(117)에서 혼합된다. 추가의 연료는 제2 연료 주입기(124)를 통해 제2 버너로 도입되어, 믹서(117)를 떠나는 고온 가스와 혼합되고, 제2 연소실(102)에서 연소될 수 있다. 제2 연소실(102)을 떠나는 고온 가스는 후속의 터빈(105)에서 팽창되고, 작업을 수행한다. 터빈(105)과 압축기(103)는 샤프트(106) 상에 배열된다.

[0044] 터빈(105)을 떠나는 배기 가스(107)의 나머지 열은 증기 발생을 위하여 열회수 증기 발생기 또는 보일러(도시되지 않음)에서 추가로 사용될 수 있다.

[0045] 여기에 도시된 예에서, 압축기 배출 가스는 희석 가스와 혼합된다. 전형적으로, 압축기 배출 가스는 압축된 주위 공기이다. 연도 가스 순환(도시되지 않음)을 갖는 가스 터빈에 대하여, 압축기 배출 가스는 주위 공기와 재순환된 연도 가스의 혼합물이다. 공기는 산소를 포함하는 임의의 가스를 나타내는 것으로서 사용된다.

[0046] 전형적으로, 가스 터빈 시스템은 가스 터빈(100)의 샤프트(106)에 결합된 발전기(도시되지 않음)를 포함한다.

[0047] 도 2는 도 1의 확대된 섹션으로서 믹서(117)의 예시적인 실시예를 도시한다. 이 실시예에서, 압축기 플레넘(133)으로부터의 압축 공기(도 1 참조, 압축기(103)의 하류측의 압축 가스)는 희석 가스 공급부(122)(오직 도 1에만 도시됨)를 통해 공급되고, 희석 가스(110)로서 연결 덕트(111)에서 연소기 라이너를 따라서 가이드된다. 연결 덕트(111)로부터, 희석 가스(110)는 주입 튜브(115)를 통해 믹서(117) 내로 주입된다. 희석 가스(111)로 믹서 벽(119)을 냉각하고 주입 튜브(115)들을 이송하기 위하여, 덕트 벽(121)은 믹서 벽(119)에 평행하게 배열된다.

[0048] 댐퍼는 이 예에서 주입 튜브(115)들로서 도시된 희석 가스 주입 개구(115, 115a)들 가까이 배열된다. 댐퍼는 댐퍼 체적부(118)를 한정하는 댐퍼 벽(126)과, 댐퍼 목부(116)를 포함한다. 목부(116)는 댐퍼 체적부(118)와 고온 가스 유동(109) 사이의 유체 소통을 위하여 댐퍼 체적부(118)와 결합된다.

[0049] 믹서는 환상 단면, 직사각형 또는 사다리꼴 단면 또는 원형을 가질 수 있다. 원형 단면을 갖는 원통형 믹서(117)의 예에 대하여, 지름은 유압 지름(D)과 동일하다.

[0050] 도 3은 도 2로부터 희석 가스 주입 및 댐퍼 영역(III, IV)을 보다 상세하게 도시한다. 상류(고온 가스 유동 방향으로)에서, 믹서(117)의 측벽(119)은 댐퍼 벽(126)에 의해 둘러싸이고, 믹서(117)의 유입 섹션을 냉각하기 위한 환상 냉각 덕트(125)를 형성한다. 그러므로, 댐퍼 체적부(118)는 고온 가스 유동(109)으로부터 분리된다. 퍼지 공기는 댐퍼 체적부(118) 내로 퍼지 가스 공급부(114)를 통해 댐퍼로 공급되고 목부(116)를 퍼지한다. 목부(116)는 희석 주입까지 일정 거리(x)만큼 편심된다. 희석 주입까지의 거리(x)는 튜브(115)의 배출 개구를 향하여 댐퍼가 맥동의 노드를 시프팅하는 것을 가능하게 하도록 믹서의 거리에 대해 작게 유지될 것이다.

[0051] 도 4는 도 3에 기초한다. 주입 튜브(115) 대신에, 주입 노즐(115)이 도 4에 도시된다.

[0052] 도 5는 댐퍼 체적부(118)를 고온 가스 유동(109)에 연결하는 목부(116)의 예를 도시한다. 목부 벽(127)은 목부 체적부를 한정한다. 이 예에서, 목부(116)는 믹서 벽(119)에 부착되고, 냉각 덕트(125)를 통해 댐퍼 체적부(118)를 향하여 연장한다. 추가하여, 댐퍼는 목부 벽(127)과 댐퍼 벽(126) 사이의 갭(129)을 포함한다. 선택적으로, 플랜지(130)는 갭(129)의 경계를 정하도록 댐퍼 벽(126)의 개구에 제공된다. 원통형 목부(116)는 목부 축(128)에 의해 지시된다. 이 경우에, 환상 갭(129)은 목부 벽(127)을 둘러싼다. 갭은 냉각 공기(125)에 의해 퍼지될 수 있다.

[0053] 도 6은 도 5에 기초한다. 이 예에서, 목부 벽(127)은 댐퍼 벽(126)에 부착되고, 갭(129)은 목부 벽(127)과 믹서 벽(119) 사이에 제공된다. 플랜지(130)는 갭(129)의 경계를 정하도록 믹서 벽(119)의 개구에 제공된다. 갭은 냉각 공기(125)에 의해 퍼지될 수 있다.

[0054] 도 7에서, 믹서(117)에 있는 고온 가스 유동(109)에서 맥동파(131)의 위치는 주입 개구(115)와 목부(116)의 위치에 대해 지시된다. 점선은 댐퍼 체적부(118)가 없는 초기 맥동파(131)를 지시한다. 실선은 시프팅된 맥동파(132)를 지시한다. 시프팅된 맥동파(132)는 댐퍼의 효과로 인하여 맥동파 노드(s)의 시프팅에 의해 변위된다. 감쇠 효과로 인하여, 시프팅된 맥동파(132)의 진폭은 초기 맥동파(131)의 진폭에 대하여 감소된다. 주입 개구(115)에서 결과적인 맥동은 예를 들어 댐퍼가 없는 것보다 10배 작다.

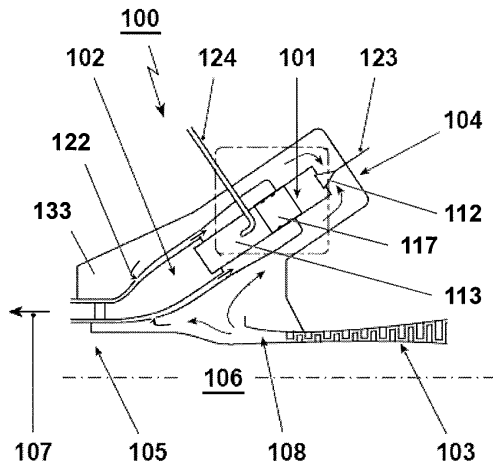
[0055] 설명된 모든 이점들은 단지 명시된 조합으로 한정되지 않고 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 조합에서 또는 단독으로 사용될 수 있다. 다른 가능성들은 예를 들어 연소기 설비의 맥동 거동을 변경하도록 개별 버너 또는 버너의 다른 그룹들을 비활성화하기 위하여 고려할 수 있다. 또한, 회석 가스는 믹서에서 혼합 전에 공기 냉각기에서 다시 냉각될 수 있다. 또한, 2개 이상의 댐퍼들이 주입 개구(115, 115a)들 가까이에 배열될 수 있다. 댐퍼들은 하나의 맥동 진동수를 감쇠시키고 시프팅하도록 디자인될 수 있거나, 또는 다수의 댐퍼들 중 다른 댐퍼들은 다른 맥동 진동수들을 감쇠시키고 시프팅하도록 디자인될 수 있다.

부호의 설명

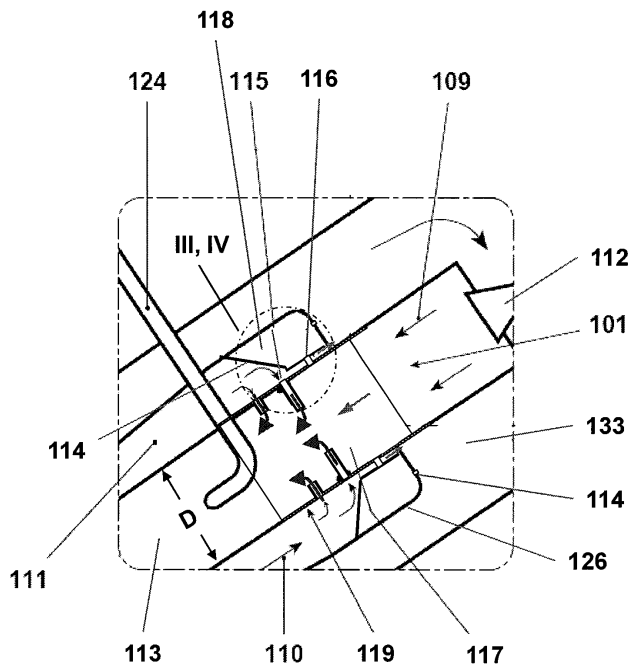
[0056] 100 가스 터빈 101 제1 연소기
 102 제2 연소기 103 압축기
 104 순차식 연소기 설비 105 터빈
 106 샤프트 107 배기 가스
 108 압축 공기 109 고온 가스 유동
 110 회석 가스 111 연결 덕트
 112 제1 버너 113 제2 버너
 114 퍼지 가스 공급부 115 주입 튜브
 115a 주입 노즐 116 목부
 117 믹서 118 댐퍼 체적부
 119 믹서 벽 120 냉각 가스
 121 덕트 벽 122 회석 가스 공급부
 123 제1 연료 주입기 124 제2 연료 주입기
 125 냉각 덕트 126 댐퍼 벽
 127 목부 벽 128 목부 축
 129 겹 130 플랜지
 131 맥동파 132 시프팅된 맥동파
 133 압축기 플레넘 s 맥동파 노드의 시프팅
 x 회석 주입까지의 거리 D 믹서의 유압 지름

도면

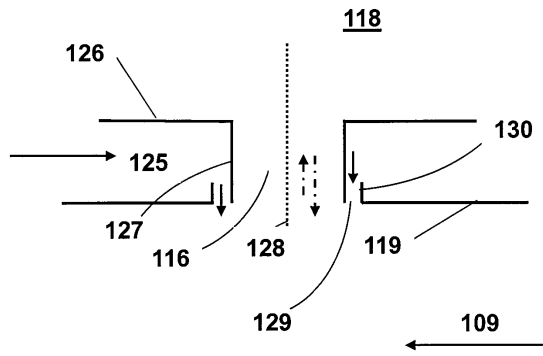
도면1



도면2



도면6



도면7

