



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월08일
(11) 등록번호 10-2334882
(24) 등록일자 2021년11월30일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F23R 3/28 (2006.01) F02C 3/04 (2006.01)
F02C 7/18 (2006.01) F02C 7/22 (2006.01)
F23R 3/00 (2006.01) F23R 3/06 (2006.01)
F23R 3/10 (2006.01) F23R 3/34 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F23R 3/283 (2018.08)
F02C 3/04 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7030782
- (22) 출원일자(국제) 2017년03월01일
심사청구일자 2020년01월16일
- (85) 번역문제출일자 2018년10월24일
- (65) 공개번호 10-2018-0126551
- (43) 공개일자 2018년11월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/020105
- (87) 국제공개번호 WO 2017/165092
국제공개일자 2017년09월28일
- (30) 우선권주장
62/313,232 2016년03월25일 미국(US)
15/442,255 2017년02월24일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US05836164 A
US20110314825 A1
US20140174089 A1

- (73) 특허권자
제네럴 일렉트릭 컴퍼니
미국, 뉴욕 12345, 쉐넬타디, 윈 리버 로드
- (72) 발명자
베리 조나단 드와이트
미국 29615 사우스캐롤라이나주 그린빌 갈링톤 로드 300
휴즈 마이클 존
미국 15237 펜실베이니아주 피츠버그 버킹엄 드라이브 127
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 황성만

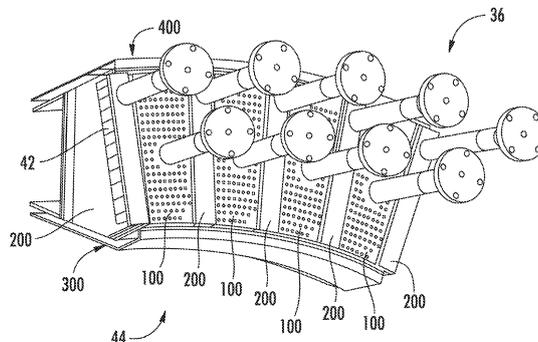
(54) 발명의 명칭 **패널 연료 분사기를 갖는 연소 시스템**

(57) 요약

본 개시내용은 환형 연소 시스템에 관한 것이다. 환형 연소 시스템은 연소 시스템의 중심선의 둘레를 에워싸는 고리를 그 사이에 형성하는 내부 라이너 및 외부 라이너를 포함한다. 고리는 그 상류측 단부에 형성된 복수의 1차 연소 구역을 포함하고, 1차 연소 구역의 하류측에 복수의 2차 연소 구역을 또한 형성한다. 환형 연소 시스템

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



은 복수의 연료 노즐을 더 포함하고, 여기서 적어도 하나의 연료 노즐은 복수의 1차 연소 구역의 각각의 1차 연소 구역 내로 연소성 혼합물을 토출한다. 복수의 패널 연료 분사기가 인접한 연료 노즐 사이에 배치된다. 복수의 패널 연료 분사기는 인접한 1차 연소 구역을 분리하기 위해 축방향 하류측 방향으로 연장된다. 각각의 패널 분사기는 연소성 혼합물을 적어도 하나의 2차 연소 구역 내로 토출한다.

(52) CPC특허분류

F02C 7/18 (2013.01)

F02C 7/222 (2013.01)

F23R 3/002 (2013.01)

F23R 3/005 (2013.01)

F23R 3/06 (2013.01)

F23R 3/10 (2013.01)

F23R 3/286 (2013.01)

F23R 3/346 (2013.01)

F05D 2220/32 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

환형 연소 시스템(36)으로서,

내부 라이너(300) 및 상기 내부 라이너(300)의 반경방향 외측에 배치된 외부 라이너(400)로서, 상기 내부 라이너(300) 및 상기 외부 라이너(400)는 그들 사이에 상기 환형 연소 시스템(36)의 중심선의 둘레를 에워싸는 고리를 형성하고, 상기 고리는 그 상류측 단부에 복수의 1차 연소 구역(48)을 포함하며 상기 1차 연소 구역(48)의 하류측에 복수의 2차 연소 구역(56)을 포함하는 것인 내부 라이너 및 외부 라이너;

복수의 연료 노즐(100)로서, 적어도 하나의 연료 노즐(100)은 상기 복수의 1차 연소 구역(48)의 각각의 1차 연소 구역(48)으로 연소성 혼합물을 토출하는 것인 복수의 연료 노즐;

복수의 패널 연료 분사기(200)로서, 각각의 패널 연료 분사기(200)는 인접한 연료 노즐(100)들 사이에 배치되고 축방향 하류측 방향으로 연장되어 인접한 1차 연소 구역(48)들을 분리시키고, 각각의 패널 연료 분사기(200)는 적어도 하나의 2차 연소 구역(56) 내로 연소성 혼합물을 토출하는 것인 복수의 패널 연료 분사기

를 포함하는 환형 연소 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 내부 라이너(300) 및 상기 외부 라이너(400)는 둘레방향으로 분할(segment)되는 것인 환형 연소 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 복수의 연료 노즐(100)의 각각의 연료 노즐(100)은 상기 복수의 패널 연료 분사기(200) 중 인접한 패널 연료 분사기(200)들 사이에서 둘레방향으로 연장되는 묶음 튜브 연료 노즐(bundled tube fuel nozzle)(100)이고, 각각의 묶음 튜브 연료 노즐(100)은

전방 플레이트(106);

후방 플레이트(108);

상기 전방 플레이트(106)와 상기 후방 플레이트(108) 사이에서 축방향으로 연장되는 외부 슈라우드(shroud)(110);

상기 외부 슈라우드(110) 내에 형성된 연료 플레넘(fuel plenum)(112);

상기 전방 플레이트(106), 상기 연료 플레넘(112), 및 상기 후방 플레이트(108)를 관통하여 연장되는 복수의 예 혼합 튜브(114)

를 포함하는 것인 환형 연소 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 각각의 연료 노즐(100)은 상기 내부 라이너(300)와 상기 외부 라이너(400) 사이에서 반경방향으로 연장되는 것인 환형 연소 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 각각의 패널 연료 분사기(200)는 상기 내부 라이너(300)와 상기 외부 라이너(400) 사이에서 반경방향으로 연장되는 것인 환형 연소 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 복수의 패널 연료 분사기(200)의 각각의 패널 연료 분사기(200)는

제1 측벽(204);

상기 제1 측벽(204)에 대향하는 제2 측벽(206);

상기 제1 측벽(204)과 상기 제2 측벽(206)을 연결하는 후방 단부(210)

를 포함하고,

상기 제1 측벽(204), 상기 제2 측벽(206), 및 상기 후방 단부(210)는 예혼합 공기 플레넘(224) 및 연료 분배 플레넘(226)을 그 사이에 형성하고,

복수의 예혼합 채널(230)(232)이 상기 제1 측벽(204)과 상기 제2 측벽(206) 사이에 배치되고, 상기 복수의 예혼합 채널(230)(232)의 각각의 예혼합 채널은 상기 예혼합 공기 플레넘(224) 및 상기 연료 분배 플레넘(226)과 유체 연통하고, 상기 제1 측벽(204) 및 상기 제2 측벽(206) 중 하나에 형성된 분사 개구(234)(236)를 갖는 것인 환형 연소 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 복수의 패널 연료 분사기(200)의 각각의 패널 연료 분사기(200)에서의 복수의 예혼합 채널(230)(232)은 제1 측벽 예혼합 채널(230)을 포함하고, 상기 제1 측벽 예혼합 채널(230)의 분사 개구(234)는 각각의 패널 연료 분사기(200)의 제1 측벽(204)을 관통하여 형성되는 것인 환형 연소 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 복수의 패널 연료 분사기(200)의 각각의 패널 연료 분사기(200)에서의 복수의 예혼합 채널(230)(232)은 제2 측벽 예혼합 채널(232)을 더 포함하고, 상기 제2 측벽 예혼합 채널(232)의 분사 개구(236)는 각각의 패널 연료 분사기(200)의 제2 측벽(206)을 관통하게 형성되는 것인 환형 연소 시스템.

청구항 9

제6항에 있어서, 각각의 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210)는 상기 환형 연소 시스템의 하류측에 위치한 대응하는 터빈 노즐(54)로부터 균일한 거리로 축방향으로 이격되어, 각각의 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210) 및 상기 대응하는 터빈 노즐(54) 사이에 균일한 축방향 간격을 형성하고, 상기 2차 연소 구역(56)은 상기 복수의 패널 연료 분사기(200)에 의해 방해받지 않는 것인 환형 연소 시스템.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 복수의 패널 연료 분사기(200)는 제1 세트(200a) 및 제2 세트(200b)를 포함하고, 상기 제1 세트(200a)의 각각의 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210)는 상기 환형 연소 시스템(36)의 하류측에 위치한 대응하는 터빈 노즐(54)로부터 제1 거리로 축방향으로 이격되어, 상기 제1 세트의 각각의 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210) 및 상기 대응하는 터빈 노즐(54) 사이에 제1 축방향 간격(50a)을 형성하고, 상기 제2 세트(200b)의 각각의 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210)는 상기 환형 연소 시스템의 하류측에 위치한 대응하는 터빈 노즐(54)로부터 제2 거리로 축방향으로 이격되어, 상기 제2 세트(200b)의 각각의 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210) 및 상기 대응하는 터빈 노즐(54) 사이에 제2 축방향 간격(50b)을 형성하고, 상기 제2 축방향 간격(50b)은 상기 제1 축방향 간격(50a)보다 작고, 상기 2차 연소 구역(56)은, 상기 2차 연소 구역(56)의 개수가 상기 1차 연소 구역(48)의 개수보다 작게 되도록 패널 연료 분사기(200)의 제2 세트(200b)에 의해 분리되어 있는 것인 환형 연소 시스템.

청구항 11

제6항에 있어서, 각각의 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210)는 상기 환형 연소 시스템(36)의 하류측에 위치한 대응하는 터빈 노즐(54)로부터 균일한 거리로 축방향으로 이격되어, 각각의 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210) 및 상기 대응하는 터빈 노즐(54) 사이에 축방향 간격(50)을 형성하고, 상기 패널 연료 분사기(200)는, 상기 2차 연소 구역(56)의 개수가 상기 1차 연소 구역(48)의 개수와 동일하게 되도록 상기 축방향 간격의 상류측의 인접한 2차 연소 구역(56)들을 분리하게 치수설정되는 것인 환형 연소 시스템.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 연방 후원 연구 또는 개발에 관한 진술

[0002] 본 발명은 미국 에너지부(United States Department of Energy)에 의해 수여된 계약 번호 DE-FE0023965 하에서 정부 지원으로 이루어졌다. 정부는 본 발명에 특정 권리를 갖는다.

[0003] 관련 출원의 상호 참조

[0004] 본 출원은 본 명세서에 그대로 참조로서 함체되어 있는 2016년 3월 25일의 출원일을 갖는 미국 가특허 출원 제 62/313,232호의 출원 이익을 청구한다.

[0005] 발명의 분야

[0006] 본 개시내용은 일반적으로 가스 터빈 내에서 사용하기 위한 분할형(segmented) 연소 시스템에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 개시내용은 다수의 패널 연료 분사기를 갖는 분할형 연소 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0007] 산업용 가스 터빈 연소 시스템은 일반적으로 탄화수소 연료를 연소시키고 질소 산화물(NOx) 및 일산화탄소(CO)와 같은 공기 오염 배출물을 생성한다. 가스 터빈 내의 분자 질소의 산화는 연소기 내에 위치한 가스의 온도뿐만 아니라 연소기 내의 최고온 영역에 위치한 반응물을 위한 체류 시간에 의존한다. 따라서, 가스 터빈에 의해 생성된 NOx의 양은 NOx가 생성되는 온도 미만으로 연소기 온도를 유지함으로써, 또는 연소기 내의 반응물의 체류 시간을 제한함으로써 감소되거나 제어될 수도 있다.

[0008] 연소기의 온도를 제어하기 위한 일 접근법은 연소에 앞서 연료-공기 혼합물을 생성하기 위한 연료와 공기의 예혼합을 수반한다. 이 접근법은 하나 이상의 분사기가 연소기의 상류측 단부에 위치되어 있고 하나 이상의 분사기가 축방향으로 하류측 위치에 위치되어 있는 연료 분사기의 축방향 다단화(staging)를 포함할 수도 있다. 상

류측 분사기는 제1 연료-공기 혼합물을 제1 또는 1차의 연소 구역 내로 분사하는데, 이 연소 구역에서 상기 혼합물이 점화되어 고에너지 연소 가스의 주 유동을 생성한다. 제2 연료-공기 혼합물은, 반경방향으로 배향되고 둘레방향으로 이격된 복수의 연료 분사기 또는 1차 연소 구역으로부터 하류측에 위치한 축방향으로 다단화된 연료 분사기 조립체를 거쳐 고에너지 연소 가스의 주 유동 내로 분사되어 혼합된다.

[0009] 축방향으로 다단화된 분사는 이용 가능한 연료의 완전 연소의 확률을 증가시키는데, 이는 결국 공기 오염 배출물을 감소시킨다. 그러나, 종래의 축방향으로 다단화된 연료 분사 연소 시스템에서, 가스 터빈의 최대 작동 범위에 걸쳐 배출 규정(emissions compliance)을 유지하면서, 다양한 연소기 구성요소로의 공기 유동, 제1 연료-공기 혼합물에 대한 연소기의 헤드 단부의 공기 유동 요구 및/또는 제2 연료-공기 혼합물에 대한 축방향으로 다단화된 연료 분사기로의 압축 공기 유동의 균형을 맞추는 것에 관한 다양한 과제가 존재한다. 따라서, 축방향으로 다단화된 연료 분사를 포함하는 개량된 가스 터빈 연소 시스템이 산업 분야에서 유용할 것이다.

발명의 내용

[0010] 양태 및 장점은 이하의 상세한 설명에서 후술되고, 또는 상세한 설명으로부터 명백해질 수도 있고 또는 실시를 통해 학습될 수도 있다.

[0011] 본 개시내용의 일 실시예는 환형 연소 시스템에 관한 것이다. 환형 연소 시스템은 내부 라이너 및 이 내부 라이너의 반경방향 외측에 배치된 외부 라이너를 포함한다. 내부 라이너 및 외부 라이너는 연소 시스템의 중심선의 둘레를 에워싸는 고리를 그 사이에 형성한다. 고리는 그 상류측 단부에 형성된 복수의 1차 연소 구역을 포함하고, 1차 연소 구역의 하류측에 복수의 2차 연소 구역을 또한 형성한다. 환형 연소 시스템은 복수의 연료 노즐을 더 포함하고, 여기서 적어도 하나의 연료 노즐은 복수의 1차 연소 구역의 각각의 1차 연소 구역 내로 연소성 혼합물을 토출한다. 복수의 패널 연료 분사기가 인접한 연료 노즐 사이에 배치된다. 복수의 패널 연료 분사기는 인접한 1차 연소 구역을 분리하기 위해 축방향 하류측 방향으로 연장된다. 각각의 패널 분사기는 연소성 혼합물을 적어도 하나의 2차 연소 구역 내로 토출한다.

[0012] 본 개시내용의 다른 실시예는 연소 시스템에 관한 것이다. 연소 시스템은 연소 시스템의 축방향 중심선 둘레로 환형 어레이로 배열된 복수의 패널 연료 분사기를 포함한다. 각각의 인접한 쌍의 패널 연료 분사기는 연료 노즐에 의해 둘레방향으로 분리된다. 각각의 인접한 쌍의 패널 연료 분사기는 제1 측벽, 복수의 제2 측 분사 출구를 형성하는 제2 측벽, 및 제1 측벽과 제2 측벽 사이에 형성된 복수의 제2 측 예혼합 채널을 포함하는 제1 패널 연료 분사기를 포함한다. 제1 패널 연료 분사기의 각각의 제2 측 예혼합 채널은 복수의 제2 측 분사 출구의 각각의 제2 측 분사 출구와 유체 연통한다. 제1 측벽 및 제2 측벽은 제1 패널 연료 분사기의 후방 단부에서 상호 연결되거나 종료된다. 제1 패널 연료 분사기의 후방 단부는 제1 고정 노즐의 선단 에지에 근접하여 배치된다. 복수의 패널 연료 분사기는 제1 측벽, 복수의 제1 측 분사 출구를 형성하는 제2 측벽, 및 제1 측벽과 제2 측벽 사이에 형성된 복수의 제1 측 예혼합 채널을 포함하는 제2 패널 연료 분사기를 더 포함한다. 제2 패널 연료 분사기의 각각의 제1 측 예혼합 채널은 각각의 제1 측 분사 출구와 유체 연통된다. 제1 측벽 및 제2 측벽은 제2 패널 연료 분사기의 후방 단부에서 상호 연결되거나 종료된다. 제2 패널 연료 분사기의 후방 단부는 제2 고정 노즐의 선단 에지에 근접하여 배치된다.

[0013] 당 기술 분야의 숙련자들은 명세서를 검토할 때 이러한 실시예 및 다른 실시예의 특징 및 양태를 더 양호하게 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0014] 당 기술 분야의 숙련자에 대해 그 최선의 모드를 포함하여, 다양한 실시예의 완전하고 가능한 개시내용은 첨부도면의 참조를 포함하여, 명세서의 나머지에서 더 구체적으로 설명된다.

- 도 1은 본 개시내용의 다양한 실시예를 구비할 수도 있는 예시적인 가스 터빈의 기능 블록도이고,
- 도 2는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 가스 터빈의 예시적인 연소 섹션의 상류측 도면이고,
- 도 3은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 분할형 환형 연소 시스템의 부분의 하류측 도면 또는 후방측 도면을 제공하고 있고,
- 도 4는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 도 3에 도시되어 있는 바와 같은 분할형 환형 연소 시스템의 부분의 상류측 도면 또는 전방측 도면을 제공하고 있고,
- 도 5는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 도 3의 예시적인 분할형 환형 연소 시스템의 부분의 사시

도를 제공하고 있고,

도 6은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 도 5에 도시되어 있는 바와 같은 단면 라인 A-A를 따라 취한 예시적인 묶음 튜브(bundled tube) 연료 노즐의 부분의 단면 사시도를 제공하고 있고,

도 7은 본 개시내용의 다양한 실시예에 따른, 연소기의 외부 케이싱 내에 장착된 환형 연소 시스템의 단면 측면도를 제공하고 있고,

도 8은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 패널 연료 분사기의 제1 측벽을 도시하고 있는 사시도를 제공하고 있고,

도 9는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 도 8에 도시되어 있는 바와 같은 예시적인 연료 분사 패널의 제2 측벽의 사시도를 제공하고 있고,

도 10은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 도 8에 도시되어 있는 바와 같은 단면 라인 B-B를 따라 취한 예시적인 패널 연료 분사기의 단면 평면도를 제공하고 있고,

도 11은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 도 9에 도시되어 있는 바와 같은 단면 라인 C-C를 따라 취한 예시적인 패널 연료 분사기의 단면 평면도를 제공하고 있고,

도 12는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 묶음 튜브 연료 노즐 및 한 쌍의 둘레방향으로 인접한 패널 연료 분사기의 단면 평면도를 제공하고 있고,

도 13은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 묶음 튜브 연료 노즐 및 한 쌍의 둘레방향으로 인접한 패널 연료 분사기의 단면 평면도를 제공하고 있고,

도 14는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 패널 연료 분사기 및 터빈 노즐의 예시적인 배열의 단순화된 사시도를 제공하고 있고,

도 15는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 예시적인 고정 노즐의 부분과 예시적인 패널 연료 분사기 사이의 배열의 확대된 단면 평면도이고,

도 16은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 패널 연료 분사기 및 터빈 노즐의 예시적인 배열의 간단화된 사시도를 제공하고 있고,

도 17은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 패널 연료 분사기의 부분의 평면 단면 사시도를 제공하고 있고,

도 18은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 패널 연료 분사기, 묶음 튜브 연료 노즐, 내부 라이너의 부분 및 외부 라이너의 부분의 사시도를 제공하고 있고,

도 19는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 도 18에 도시되어 있는 바와 같은 패널 연료 분사기의 부분의 확대 단면도를 제공하고 있고,

도 20은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 패널 연료 분사기의 부분의 사시도를 제공하고 있고,

도 21은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 연소기 세그먼트의 부분의 사시도를 제공하고 있고,

도 22는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 내부 라이너의 부분 또는 예시적인 외부 라이너의 부분을 표현하고 있는 도면을 제공하고 있고,

도 23은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 내부 라이너의 부분 또는 예시적인 외부 라이너의 부분을 표현하고 있는 도면을 제공하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이제, 그 하나 이상의 예가 첨부 도면에 예시되어 있는 본 개시내용의 실시예를 상세히 참조할 것이다. 상세한 설명은 도면 내의 특징부를 칭하기 위해 숫자 및 문자 부호를 사용한다. 도면 및 설명에서 동일한 부호 또는 유사한 부호는 본 개시내용의 동일한 부분 또는 유사한 부분을 칭하는 데 사용되고 있다.

[0016] 본 명세서에 사용될 때, 용어 "제1", "제2" 및 "제3"은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해

상호교환 가능하게 사용될 수도 있고, 개별 구성요소의 위치 또는 중요성을 나타내도록 의도된 것은 아니다. 용어 "상류측" 및 "하류측"은 유체 경로 내의 유체 유동에 관한 상대 방향을 칭한다. 예를 들어, "상류측"은 유동하는 유체가 유래하는 방향을 칭하고, "하류측"은 유동하는 유체가 지향하는 방향을 칭한다. 용어 "반경방향으로"는 특정 구성요소의 축방향 중심선에 실질적으로 수직인 상대 방향을 칭하고, 용어 "축방향으로"는 특정 구성요소의 축방향 중심선에 실질적으로 평행하고 그리고/또는 동축으로 정렬된 상대 방향을 칭하고, 용어 "둘레방향으로"는 특정 구성요소의 축방향 중심선 주위로 연장되는 상대 방향을 칭한다.

[0017] 본 명세서에 사용된 용어는 단지 특정 실시예를 설명하기 위한 것이고, 한정하려는 의도는 아니다. 본 명세서에 사용될 때, 단수 형태의 표현은 문맥상 명백하게 달리 지시되지 않으면, 복수의 형태를 마찬가지로 포함하도록 의도된다. 용어 "포함한다" 및/또는 "포함하는"은 본 명세서에서 사용될 때, 언급된 특징부, 완전체, 단계, 작동, 요소, 및/또는 구성요소의 존재를 상술하지만, 하나 이상의 다른 특징부, 완전체, 단계, 작동, 요소, 구성요소, 및/또는 이들의 그룹의 존재 또는 추가를 배제하는 것은 아니라는 것이 또한 이해될 수 있을 것이다.

[0018] 각각의 예는 한정으로서가 아니라 설명으로서 제공된 것이다. 실제로, 그 범주 또는 사상으로부터 벗어나지 않으면서 수정 및 변형이 이루어질 수 있다는 것이 당 기술 분야의 숙련자들에게 명백할 것이다. 예를 들어, 일 실시예의 부분으로서 예시되거나 설명된 특징부는 또 다른 실시예를 생성하기 위해 다른 실시예에서 사용될 수도 있다. 따라서, 본 개시내용은 첨부된 청구범위 및 이들의 등가물의 범주 내에 있는 이러한 수정 및 변형을 포괄하는 것으로 의도된다.

[0019] 본 개시내용의 예시적인 실시예는 예시의 목적으로 지상용 발전 가스 터빈을 위한 분할형 환형 연소 시스템의 맥락에서 일반적으로 설명될 것이지만, 당 기술 분야의 숙련자는 본 개시내용의 실시예가 임의의 유형의 터보기계에 적용될 수도 있고, 청구범위에서 구체적으로 언급되지 않으면, 지상용 발전 가스 터빈용 환형 연소 시스템에 한정되는 것은 아니라는 것을 용이하게 이해할 수 있을 것이다.

[0020] 이제 도면을 참조하면, 도 1은 예시적인 가스 터빈(10)의 개략도를 도시하고 있다. 가스 터빈(10)은 일반적으로 입구 섹션(12), 입구 섹션(12)의 하류측에 배치된 압축기(14), 압축기(14)의 하류측에 배치된 연소 섹션(16), 연소 섹션(16)의 하류측에 배치된 터빈(18) 및 터빈(18)의 하류측에 배치된 배기 섹션(20)을 포함한다. 부가적으로, 가스 터빈(10)은 압축기(14)를 터빈(18)에 결합하는 하나 이상의 샤프트(22)를 포함할 수도 있다.

[0021] 작동 중에, 공기(24)가 입구 섹션(12)을 통해 압축기(14) 내로 유동하여, 압축기에서 공기(24)가 점진적으로 압축되고, 따라서 압축 공기(26)를 연소 섹션(16)에 제공한다. 압축 공기(26)의 적어도 일부가 연소 섹션(16) 내에서 연료(28)와 혼합되고 연소되어 연소 가스(30)를 생성한다. 연소 가스(30)는 연소 섹션(16)으로부터 터빈(18) 내로 유동하고, 여기서 에너지(운동 및/또는 열)가 연소 가스(30)로부터 회전자 블레이드(도시 생략)로 전달되고, 따라서 샤프트(22)를 회전시키게 한다. 기계적 회전 에너지는 이어서 압축기(14)에 동력 공급하고 그리고/또는 전기를 발생하는 것과 같은 다양한 목적으로 사용될 수도 있다. 터빈(18)을 빠져나오는 연소 가스(30)는 이어서 가스 터빈(10)으로부터 배기 섹션(20)을 거쳐 배기될 수도 있다.

[0022] 도 2는 본 개시내용의 다양한 실시예에 따른, 연소 섹션(16)의 상류측 도면을 제공하고 있다. 도 2에 도시되어 있는 바와 같이, 연소 섹션(16)은 외부 또는 압축기 토출 케이싱(32)에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸일 수도 있다. 압축기 토출 케이싱(32)은 연소 섹션(16)의 다양한 구성요소를 적어도 부분적으로 둘러싸는 고압 플레넘(34)을 적어도 부분적으로 형성할 수도 있다. 고압 플레넘(34)은 압축기로부터 압축 공기(26)를 수용하기 위해 압축기(14)(도 1)와 유체 연통할 수도 있다.

[0023] 다양한 실시예에서, 도 2에 도시되어 있는 바와 같이, 연소 섹션(16)은 분할형 환형 연소 시스템(36)을 포함한다. 도 2에 도시되어 있는 바와 같이, 분할형 환형 연소 시스템(36)은 연소 섹션(16)의 축방향 중심선(38) 둘레로 환형 어레이로 교번 방식으로 배열된 일련의 연료 노즐(100) 및 대응하는 일련의 중공 패널 연료 분사기 또는 반중공 패널 연료 분사기(200)를 포함한다. 패널 연료 분사기(200)는 내부 라이너(300)와 외부 라이너(400) 사이에서 [중심선(38)에 대해] 반경방향으로 연장되고, 이들 라이너들은 연소 섹션(16) 내에 반경방향 내부 연소 가스 유동 경계 및 반경방향 외부 연소 가스 유동 경계를 형성한다. 연료 노즐(100)은 내부 라이너(300)와 외부 라이너(400) 사이에 배치되지만, 반드시 그 사이의 전체 반경으로 가로질러 연장될 필요는 없다.

[0024] 도 3은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 분할형 환형 연소 시스템(36)의 부분의 하류측 도면 또는 후방측 도면을 제공하고 있다. 도 4는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 분할형 환형 연소 시스템(36)의 부분의 상류측 도면 또는 전방측 도면을 제공하고 있다. 특정 실시예에서, 도 3 및 도 4에 집합적으로 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 패널 연료 분사기(200)는 둘레방향으로 인접한 2개의 연료 노즐(100)을 둘레

방향으로 분리시킨다. 본 명세서에 도시되어 있는 실시예에서, 연료 노즐(100)은 묽음 튜브 연료 노즐로서 도시되고 설명되어 있지만, 다른 유형의 연료 노즐이 대신에 사용될 수도 있다는 것이 명백할 것이다. 예를 들어, 하나 이상의 연료 노즐[예를 들어, 스위즐(swizzle)] 또는 연소기가 내부 라이너(300)와 외부 라이너(400) 사이에서 반경방향으로 연장되고 인접한 패널 연료 분사기(200) 사이에서 둘레방향으로 연장되는 캡면 세그먼트(별도로 도시되어 있지 않음) 내에 장착될 수도 있다. "묽음 튜브 연료 노즐(100)"의 임의의 참조는 문맥상 달리 지시되지 않으면, 임의의 유형의 연료 노즐을 포함하도록 의도된다.

[0025] 특정 실시예에서, 도 3에 도시되어 있는 바와 같이, 플로팅 칼라 시일(floating collar seal), 스프링 시일(spring seal), 또는 홀라 시일(hula seal)과 같은 밀봉부(40)가 하나 이상의 묽음 튜브 연료 노즐(100)의 측벽에 부착될 수도 있다. 특정 실시예에서, 도 4에 도시되어 있는 바와 같이, 플로팅 칼라 시일, 스프링 시일, 또는 홀라 시일과 같은 밀봉부(42)가 하나 이상의 패널 연료 분사기(200)의 측벽에 부착될 수도 있다. 밀봉부(40, 42)는 연소 섹션(16)의 작동 중에 인접한 묽음 튜브 연료 노즐(100)과 각각의 패널 연료 분사기(200) 사이의 공기 누설을 방지하고, 감소시키고 그리고/또는 제어하는 데 사용될 수도 있다.

[0026] 특정 실시예에서, 도 2, 도 3 및 도 4에 집합적으로 도시되어 있는 바와 같이, 분할형 환형 연소 시스템(36)은 개별 연소기 세그먼트(44)로 세분될 수도 있다. 각각의 연소기 세그먼트(44)는 2개 이상의 (묽음 튜브) 연료 노즐(100) 및 적어도 하나의 패널 연료 분사기(200)를 포함할 수도 있다. 특정 실시예에서, 도 2 및 도 4에 도시되어 있는 바와 같이, 내부 라이너(300) 및/또는 외부 라이너(400)는 연소 세그먼트(44)의 하나 이상에 대응하는 다수의 섹션으로 세분될 수도 있다.

[0027] 도 5는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 연소기 세그먼트(44)의 사시도를 제공하고 있다. 특정 실시예에서, 도 5에 도시되어 있는 바와 같이, 연소기 세그먼트(44) 중 하나 이상은 연소 섹션(16)의 압축기 토출 케이싱(32)(도 2)에 결합되고 그리고/또는 밀봉하도록 형성된 단부 커버(46)에 결합될 수도 있다. 특정 실시예에서, 묽음 튜브 연료 노즐(100)은 하나 이상의 유체 도관(102)을 거쳐 단부 커버(46) 및/또는 연료 공급부(도시 생략)에 유동적으로 결합될 수도 있다. 특정 실시예에서, 패널 연료 분사기(200) 중 하나 이상은 하나 이상의 유체 도관(202)을 거쳐 단부 커버(46) 및/또는 연료 공급부(도시 생략)에 유동적으로 결합될 수도 있다.

[0028] 도 6은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 도 5에 도시되어 있는 바와 같은 단면 라인 A-A를 따라 취한 예시적인 묽음 튜브 연료 노즐(100)의 부분의 단면 사시도를 제공하고 있다. 다양한 실시예에서, 도 6에 도시되어 있는 바와 같이, 묽음 튜브 연료 노즐(100)은 하우징 본체(104)를 포함한다. 하우징 본체(104)는 전방 또는 상류측의 플레이트 또는 면(106), 후방 또는 하류측의 플레이트 또는 면(108), 및 전방 플레이트(106)와 후방 플레이트(108)로부터 그리고/또는 이들 사이로 축방향으로 연장되고 묽음 튜브 연료 노즐(100)의 반경방향 외주부를 형성할 수도 있는 외부벽 또는 슈라우드(110)를 포함한다. 묽음 튜브 연료 플레넘(112)이 하우징 본체(104) 내에 형성된다. 특정 실시예에서, 묽음 튜브 연료 플레넘(112)은 전방 플레이트(106), 후방 플레이트(108), 및 외부 슈라우드(110)에 의해 그리고/또는 이들 사이에 적어도 부분적으로 형성될 수도 있다.

[0029] 도 6에 도시되어 있는 바와 같이, 복수의 튜브(114)가 전방 플레이트(106), 묽음 튜브 연료 플레넘(112), 및 후방 플레이트(108)를 통해 축방향으로 연장된다. 복수의 튜브(114)의 각각의 튜브(114)는 전방 플레이트(106)에 또는 그로부터 상류측에 형성된 입구(116) 및 후방 플레이트(108)에 또는 그로부터 하류측에 형성된 출구(118)를 포함한다. 각각의 튜브(114)는 각각의 입구(116)와 출구(118) 사이로 연장되는 각각의 예혼합 통로(120)를 형성한다. 튜브(114)의 적어도 일부는 묽음 튜브 연료 플레넘(112)과 유체 연통하는 적어도 하나의 연료 포트(122)를 포함하거나 형성한다. 연료 포트(들)(122)는 묽음 튜브 연료 플레넘(112)으로부터 각각의 튜브(114)의 각각의 예혼합 통로(120) 내로의 유체 연통을 제공한다.

[0030] 작동 시에, 기체 연료(또는 몇몇 실시예에서, 기체 혼합물로 개질된 액체 연료)는 연료 포트(122)를 거쳐, 묽음 튜브 연료 플레넘(112)으로부터 각각의 튜브(114)의 각각의 예혼합 통로(120) 내로 유동하고, 예혼합 통로에서 연료는 각각의 튜브(114)의 각각의 입구(116)에 진입하는 공기와 혼합된다. 연료 포트(122)는, 예를 들어 2개의 인접한 1차 연소 구역(48) 사이의 연소 동역학을 다루거나 조정하기 위해 또는 분할형 환형 연소 시스템(36)과 터빈(18) 사이의 가간섭성 축방향 모드를 완화하기 위해 멀티-타우(multi-tau) 장치가 요구되면, 묽음 튜브 연료 노즐(100)의 중심선에 대해 단일의 축방향 평면 내에서 또는 하나 초과된 축방향 평면 내에서 각각의 튜브(114)를 따라 위치될 수도 있다.

[0031] 특정 실시예에서, 묽음 튜브 연료 플레넘(112)은 벽 또는 다른 특징부(도시 생략)를 거쳐 하우징 본체(104) 내에 형성된 2개 이상의 묽음 튜브 연료 플레넘(112)으로 세분되거나 분할될 수도 있다. 본 실시예에서, 복수의

튜브(114) 중의 튜브의 제1 서브세트는 제1 묶음 튜브 연료 플레넘을 거쳐 연료 공급될 수도 있고, 복수의 튜브(114) 중의 튜브의 제2 서브세트는 제2 묶음 튜브 연료 플레넘을 거쳐 독립적으로 연료 공급될 수도 있다. 묶음 튜브 연료 노즐(100)은, 비용을 절감하고 조립을 간단화하기 위해, 주조 또는 적층 제조(additive manufacturing)를 거쳐, 일체형 구성요소로서 제조될 수도 있다.

[0032] 도 6에 도시되어 있는 바와 같이, 유체 도관(102)은 전방 플레이트(106)에 결합되고 그리고/또는 전방 플레이트를 통해 연장될 수도 있고 묶음 튜브 연료 플레넘(112) 내로의 유체 연통을 제공할 수도 있다. 특정 실시예에서, 도 6에 도시되어 있는 바와 같이, 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 하나 이상은 각각의 유체 도관(102) 내에서 그리고 각각의 후방 플레이트(108)를 통해 축방향으로 연장되는 내부 튜브(124)를 포함할 수도 있다. 내부 튜브(124)는 액체 연료 카트리리지, 센서, 점화기, 또는 몇몇 다른 구성요소를 유지하는 것이 가능한 묶음 튜브 연료 노즐(100)을 통한 카트리리지 또는 공기 통로(126)를 형성할 수도 있다. 특정 실시예에서, 카트리리지 통로(126)는 후방 플레이트(108)를 통해 연장될 수도 있다.

[0033] 도 7은 본 개시내용의 다양한 실시예에 따른, 연소 섹션(16)의 압축기 토출 케이싱(32) 내에 장착된 환형 연소 시스템(36)의 단면 측면도를 제공하고 있다. 도 7에 도시되어 있는 바와 같이, 내부 라이너(300), 외부 라이너(400), 및 각각의 패널 연료 분사기(200)는 복수의 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 각각의 묶음 튜브 연료 노즐(100)로부터 하류측에 형성된 1차 연소 챔버 또는 1차 연소 구역(48)을 적어도 부분적으로 형성한다. 도 2에 도시되어 있는 바와 같이, 내부 라이너(300), 외부 라이너(400) 및 복수의 패널 연료 분사기(200)는 서로에 대해 구조적으로 그리고/또는 유동적으로 격리되어 있는 복수의 환형으로 배열된 1차 연소 구역(48)이 형성된다. 각각의 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210)와 터빈(도 1)의 입구에 근접하여 배치된 고정 노즐(54)의 선단 에지(또는 전방부)(52) 사이에 축방향 간격(50)이 형성된다. 2차 연소 구역(56)은 패널 연료 분사기(200)에 의해 방해받지 않는다[즉, 2차 연소 구역(56)은 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210)의 하류측에서 내부 라이너(300)와 외부 라이너(400) 사이의 고리의 부분 내에 분포되어 있음].

[0034] 도 8은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 패널 연료 분사기(200)의 제1 측벽(204)을 도시하고 있는 사시도를 제공하고 있다. 도 9는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 도 8에 도시되어 있는 바와 같은 예시적인 연료 분사 패널(200)의 제2 측벽(206)의 사시도를 제공하고 있다. 도 8 및 도 9에 집합적으로 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 패널 연료 분사기(200)는 제1 측벽(204), 제2 측벽(206), 전방벽 또는 상류측 단부(208), 후방 단부 또는 하류측 단부(210), 하부벽(또는 반경방향 내부벽)(212) 및 상부벽(또는 반경방향 외부벽)(214)을 포함한다. 제1 측벽(204) 및 제2 측벽(206)은 후방 단부(210)에서 종료되고 그리고/또는 상호 연결된다.

[0035] 도 10은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 패널 연료 분사기(200)의, 도 8에 도시되어 있는 바와 같은 단면 라인 B-B를 따라 취한 단면 평면도를 제공하고 있다. 도 11은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 패널 연료 분사기(200)의, 도 9에 도시되어 있는 바와 같은 단면 라인 C-C를 따라 취한 단면 평면도를 제공하고 있다. 도 10 및 도 11에 집합적으로 도시되어 있는 바와 같이, 제1 측벽(204)은 외부측(또는 고온측) 표면(216) 및 내부측(또는 저온측) 표면(218)을 포함한다. 도 10 및 도 11에 집합적으로 도시되어 있는 바와 같이, 제2 측벽(206)은 외부측(또는 고온측) 표면(220) 및 내부측(또는 저온측) 표면(222)을 포함한다. 제1 측벽(204)의 외부측 표면(216) 및 제2 측벽(206)의 외부측 표면(220)은 연소 시스템(36)의 작동 중에 연소 가스에 노출된다.

[0036] 다양한 실시예에서, 도 8, 도 9, 도 10 및 도 11에 집합적으로 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 패널 연료 분사기(200)는 예혼합 공기 플레넘 또는 포켓(224)[도 8 및 도 9에 은선(hidden line)으로 도시되어 있음] 및 각각의 제1 측벽(204)과 제2 측벽(206) 사이에서 각각의 패널 연료 분사기(200) 내에 형성된 하나 이상의 연료 분배 플레넘(226)(도 8 및 도 9에 은선으로 도시되어 있음)을 포함한다. 도 8 및 도 9에 도시되어 있는 바와 같이, 연료 분배 플레넘(226) 및/또는 예혼합 공기 플레넘(224)은 각각의 반경방향 내부벽(212)과 반경방향 외부벽(214) 사이에서 반경방향으로 연장될 수도 있다. 특정 실시예에서, 연료 분배 플레넘(226)은 유체 도관(202)을 거쳐 연료 공급부(도시 생략)와 유체 연통될 수도 있다. 특정 실시예에서, 도 8에 도시되어 있는 바와 같이, 연료 분배 플레넘(226)은 상부벽(214) 및/또는 하부벽(212)으로부터 반경방향 외향으로 연장되는 유체 도관 또는 커플링(228)을 거쳐 연료 공급부(도시 생략)와 유체 연통될 수도 있다. 따라서, 패널 분사기 벽(200) 내로의 연료(28)의 전달은 연소기(16)의 중심선에 대해, 축방향으로 또는 반경방향으로 이루어질 수도 있다.

[0037] 다양한 실시예에서, 도 10 및 도 11에 집합적으로 도시되어 있는 바와 같이, 패널 연료 분사기(200)는, 반경방향으로 적층되고, 제1 측벽(204)과 제2 측벽(206) 사이에서 패널 연료 분사기(200) 내에서 연장되고, 예혼합 공

기 플레넘(224)과 연료 분배 플레넘(226)과 유체 연통되는 복수의 예혼합 채널을 포함한다. 특정 실시예에서, 복수의 예혼합 채널은 제1 측벽(204)과 제2 측벽(206) 사이에서 패널 연료 분사기(200) 내에 반경방향으로 적층된 복수의 제1 측 예혼합 채널(230) 및 복수의 제2 측 예혼합 채널(232)을 포함한다.

[0038] 특정 실시예에서, 도 10 및 도 11에 도시되어 있는 바와 같이, 제1 측 예혼합 채널(230)의 하나 이상은 제2 측벽(206)의 내부면(222)을 따라 그리고 제1 측벽(204)을 향해 연료 분배 플레넘(226) 주위로 부분적으로 만곡하기 전에 축방향으로 연장되고, 여기서 제1 측벽(204)을 따라 형성된 대응하는 제1 측 분사 개구(234)에서 종료된다. 특정 실시예에서, 도 10 및 도 11에 도시되어 있는 바와 같이, 제2 측 예혼합 채널(232)의 하나 이상은 제1 측벽(204)의 내부면(218)을 따라 축방향으로 연장되고 이어서 제2 측벽(206)을 향해 연료 분배 플레넘(226) 주위로 부분적으로 만곡되고, 여기서 제2 측벽(206)을 따라 형성된 대응하는 제2 측 분사 개구(236)에서 종료된다. 본 명세서에서는 설명을 위해, "제1 측" 예혼합 채널(230)은 그 출구[분사 개구(234)]가 위치되어 있는 측벽(204)에 기초하여 이와 같이 식별된다. 마찬가지로, "제2 측" 예혼합 채널(232)은 제2 측벽(206) 상에 출구[분사 개구(236)]를 갖는 것에 기초하여 이와 같이 식별된다.

[0039] 특정 실시예에서, 제1 측 예혼합 채널(230) 및/또는 제2 측 예혼합 채널(232)은 패널 연료 분사기(200)의 제1 측벽(204)과 제2 측벽(206) 사이에서 횡단하거나 또는 굽이질 수도 있다. 일 실시예에서, 제1 측 예혼합 채널(230) 및/또는 제2 측 예혼합 채널(232)은 패널 연료 분사기(200)의 직선형 면 또는 일정한 축방향 또는 종방향 평면을 따르기보다는 제1 측벽(204)과 제2 측벽(206) 사이에서 반경방향 내향으로 그리고/또는 외향으로 횡단할 수도 있다. 제1 측 예혼합 채널(230) 및/또는 제2 측 예혼합 채널(232)은 패널 연료 분사기(200) 내에서 상이한 각도로 배향될 수도 있다. 특정 실시예에서, 제1 측 예혼합 채널(230) 및/또는 제2 측 예혼합 채널(232)의 하나 이상은 다양한 크기 및/또는 기하학 형상을 갖도록 형성될 수도 있다. 특정 실시예에서, 예혼합 채널(230, 232)의 하나 이상은 굴곡부, 꼬임부, 비틀림부, 나선형부, 터블레이터(turbulator) 등과 같은 혼합 향상 특징부를 그 내부에 포함할 수도 있다.

[0040] 도 11에 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 제1 측 예혼합 채널(230)은 예혼합 공기 플레넘(224)과 유체 연통하는 공기 입구를 포함한다. 특정 실시예에서, 제1 측 예혼합 채널(230)의 하나 이상은 각각의 연료 포트(240)를 거쳐 연료 분배 플레넘(226)과 유체 연통한다. 다양한 실시예에서, 도 8에 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 제1 측 분사 개구(234)는 제1 측벽(204)을 따라 반경방향으로 이격되고 그리고/또는 적층된다.

[0041] 도 10에 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 제2 측 예혼합 채널(232)은 예혼합 공기 플레넘(224)과 유체 연통하는 공기 입구를 포함한다. 특정 실시예에서, 제2 측 예혼합 채널(230)의 하나 이상은 각각의 연료 포트(244)를 거쳐 연료 분배 플레넘(226)과 유체 연통한다. 다양한 실시예에서, 도 9에 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 제2 측 분사 개구(236)는 제2 측벽(206)을 따라 반경방향으로 이격되고 그리고/또는 적층된다.

[0042] 패널 연료 분사기(200)는 단일 측벽[제1 측벽(204) 또는 제2 측벽(206) 각각]을 따라 위치한 분사 개구 내에서 종료되는 예혼합 채널(230 또는 232)을 가질 수도 있는 것으로 고려된다. 따라서, 제1 측벽(204) 및 제2 측벽(206)의 모두에 분사 개구(234, 236)를 갖는 실시예를 본 명세서에서 참조하였지만, 청구범위에서 언급되지 않으면, 제1 측벽(204) 및 제2 측벽(206)의 모두가 연료-공기 혼합물을 전달하기 위한 분사 개구(234, 236)를 갖도록 하는 요건이 존재하지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 부가적으로, 분사 개구(234, 236)는 필요에 따라 요구되는 바와 같이, 균일하게 치수설정되고 이격될 수도 있고(도시되어 있는 바와 같음), 또는 불균일하게 치수설정되고 그리고/또는 이격될 수도 있다.

[0043] 특정 실시예에서, 패널 연료 분사기(200)는 주조, 적층 제조(3D 인쇄 기술과 같음), 또는 다른 유사한 제조 프로세스를 거쳐, 일체형 구성요소 또는 단일형 구성요소로서 제조될 수도 있다. 패널 연료 분사기(200)를 단일형 구성요소 또는 일체형 구성요소로서 형성함으로써, 패널 연료 분사기(200)의 다양한 특징부 사이의 밀봉부에 대한 요구가 완화되거나 제거될 수도 있고, 부품수 및 비용이 감소될 수도 있고, 조립 단계가 단순화되거나 제거될 수도 있다. 다른 실시예에서, 패널 연료 분사기(200)는 예로서 용접에 의해 제작될 수도 있고, 또는 상이한 제조 기술로부터 형성될 수도 있고, 여기서 하나의 기술에 의해 제조된 구성요소는 다른 기술에 의해 제조된 구성요소에 결합된다. 특정 실시예에서, 각각의 패널 연료 분사기(200)의 적어도 일부 또는 모두는 세라믹 기지상 복합체(ceramic matrix composite: CMC) 또는 다른 복합 재료로부터 형성될 수도 있다.

[0044] 도 12는 본 개시내용의 다양한 실시예에 따른, 복수의 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 하나의 묶음 튜브 연료 노즐(100) 및 복수의 패널 연료 분사기(200)의 한 쌍의 둘레방향으로 인접한 패널 연료 분사기(200)를 포함하는 환형 연소 시스템(36)의 부분의 단면 평면도를 제공하고 있다. 도 12에 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 1차 연소 구역(48)은 한 쌍의 둘레방향으로 인접한 패널 연료 분사기(200)의 대응하는 제1 측 분사 개구(234) 및 제2

측 분사 개구(236)로부터 상류측에 형성된다. 도 12에 도시되어 있는 바와 같이, 2차 연소 구역(56)은 한 쌍의 둘레방향으로 인접한 패널 연료 분사기(200)의 대응하는 제1 측 분사 개구(234) 및 제2 측 분사 개구(236)로부터 하류측에 형성된다.

[0045] 도 12에 도시되어 있는 바와 같이, 복수의 패널 연료 분사기(200)의 2개의 둘레방향으로 인접한 연료 분사 패널(200)의 제1 측 분사 개구(234) 및 제2 측 분사 개구(236)는 각각의 제1 측 분사 평면(58) 및 제2 측 분사 평면(60)을 각각 형성하고, 이들로부터 제2 연료 및 공기 혼합물이 각각의 1차 연소 구역(48)으로부터 발생하는 연소 가스의 유동 내로 분사된다. 제1 측 분사 평면(58)은 각각의 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 후방 플레이트(108)로부터 제1 측방향 거리(62)에 형성된다. 제2 측 분사 평면(60)은 각각의 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 후방 플레이트(108)로부터 제2 측방향 거리(64)에 형성된다.

[0046] 특정 실시예(도 12에 도시되어 있는 실시예와 같음)에서, 제1 측 분사 평면(58)의 제1 측방향 거리(62) 및 제2 측 분사 평면(60)의 제2 측방향 거리(64)는 일치할 수도 있다[즉, 각각의 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 후방 플레이트(108)로부터 동일한 측방향 거리에 있음]. 다른 실시예(도 13에 도시되어 있는 실시예와 같음)에서, 제1 측 분사 평면(58) 및 제2 측 분사 평면(60)은 각각의 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 후방 플레이트(108)로부터 상이한 측방향 거리에 형성되거나 측방향으로 다단화될 수도 있다[즉, 제1 측방향 거리(62)는 제2 측방향 거리(64)와는 상이함].

[0047] 복수의 제1 측 분사 개구(234)는 공통 반경방향 또는 분사 평면(58)에서 도 8에 도시되어 있지만, 몇몇 실시예에서, 제1 측 분사 개구(234)의 하나 이상은 반경방향으로 인접한 제1 측 분사 개구(234)에 대해 측방향으로 엇갈릴 수도 있어, 이에 의해 제1 측 분사 개구(234)의 하나 이상의 측방향 거리(62)를 오프셋시킨다. 유사하게, 복수의 제2 측 분사 개구는 공통 반경방향 또는 분사 평면(60)에서 도 9에 도시되어 있지만, 몇몇 실시예에서, 제2 측 분사 개구(236)의 하나 이상은 반경방향으로 인접한 제2 측 분사 개구(236)에 대해 측방향으로 엇갈릴 수도 있어, 이에 의해 제2 측 분사 개구(236)의 하나 이상의 측방향 거리(64)를 오프셋시킨다. 제1 측 분사 개구(234)의 오프셋량은 제2 측 분사 개구(236)의 오프셋량과는 상이할 수도 있다.

[0048] 도 13은 본 개시내용의 다양한 실시예에 따른, 복수의 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 하나의 묶음 튜브 연료 노즐(100) 및 복수의 패널 연료 분사기(200)의 한 쌍의 둘레방향으로 인접한 패널 연료 분사기(200)를 포함하는 환형 연소 시스템(36)의 부분의 단면 평면도를 제공하고 있다. 특정 실시예에서, 복수의 패널 연료 분사기(200)의 제1 패널 연료 분사기[200(a)]의 후방 단부[210(a)]는 각각의 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 후방 플레이트(108)에 대해, 복수의 패널 연료 분사기(200)의 제2 패널 연료 분사기[200(b)]의 후방 단부[210(b)]로부터 측방향으로 하류측에 위치될 수도 있다. 달리 말하면, 패널 연료 분사기[200(a)]의 후방 단부[210(a)]와 고정 노즐[54(a)]의 선단 예지[52(a)] 사이에 형성된 측방향 간격[50a(a)]은 패널 연료 분사기[200(b)]의 후방 단부[210(b)]와 제2 고정 노즐[54(b)]의 선단 예지[52(b)] 사이에 형성된 측방향 간격[50(b)]보다 작을 수도 있다.

[0049] 도 12를 재차 참조하면, 연소 시스템(36)의 측방향으로 다단화된 작동 중에, 압축기(14)로부터의 압축 공기(26)의 일부는 연료(28)가 각각의 연료 플레넘(112)에 공급되는 동안 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 튜브(114)의 입구(116)를 통해 유동한다. 연료(28)는 연료 포트(122)를 거쳐 튜브(114) 내의 압축 공기의 유동 내로 분사된다. 연료와 공기는 각각의 튜브(114) 내에서 혼합되어 1차 연료-공기 혼합물을 1차 연소 구역(48)에 제공한다. 1차 연료-공기 혼합물은 1차 연소 구역(48)에서 연소되어 연소 가스의 고온 유출물 스트림을 생성한다. 본 명세서에 예시되어 있는 예시적인 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 경우에, 비교적 짧은 화염이 각각의 대응하는 1차(또는 제1) 연소 구역(48)에서 각각의 튜브(114)의 출구(118)로부터 발생한다. 고온 유출물 스트림은 제1 측 분사 평면(58) 및 제2 측 분사 평면(60)을 향해 하류측으로 유동한다.

[0050] 압축 공기(26)의 일부는 패널 연료 분사기(200)의 예혼합 공기 플레넘(224) 내로 안내된다. 압축 공기(26)는 예혼합 공기 플레넘(224)으로부터 각각의 제1 측 예혼합 채널(230)의 각각의 입구(238) 내로 그리고 각각의 제2 측 예혼합 채널(232)의 각각의 입구(242) 내로 안내된다. 연료(28)는 유체 도관(202) 및/또는 유체 도관(228)을 거쳐 연료 분배 플레넘(226)에 공급된다. 압축 공기(26)가 각각의 패널 연료 분사기(200)의 제1 측 예혼합 채널(230) 및 제2 측 예혼합 채널(232)을 통해 유동함에 따라, 연료는 각각의 연료 포트(240)를 거쳐 제1 측 예혼합 채널(230) 내로 그리고/또는 연료 포트(244)를 거쳐 각각의 제2 측 예혼합 채널(232) 내로 분사될 수도 있다.

[0051] 연료와 공기는 제1 패널 연료 분사기(200)의 제1 측 예혼합 채널(230) 내에서 혼합되어 제1 측 분사 개구(234)를 거쳐 제1 측 분사 평면(58)에 연료와 공기의 제1 예혼합된 스트림을 제공한다. 연료와 공기는 둘레방향으로 인접한 패널 연료 분사기(200)의 제2 측 예혼합 채널(232) 내에서 혼합되어 제2 측 분사 개구(236)를 거쳐 제2

측 분사 평면(60)에 연료와 공기의 제2 예혼합된 스트림을 제공한다. 적어도 하나의 실시예에서, 2차 연료와 공기 도입이 패널 연료 분사기(200)의 단일 측[예를 들어, 제1 측벽(204) 또는 제2 측벽(206)]으로부터 이루어지게 하는 것이 바람직할 수도 있다. 제1 측 분사 개구(234) 및/또는 제2 측 분사 개구(236)는 하나 이상의 반경방향 평면 또는 축방향 평면에 배열될 수도 있다.

[0052] 고온 유출물 스트림 및 연료와 공기의 제1 예혼합 스트림 및 제2 예혼합 스트림은 2차 연소 구역(56)에서 반응한다. 총 연소 가스 유동의 대략 40% 내지 95%인 1차 연소 구역(48)으로부터의 고온 유출물 스트림은 분사 평면(58 및/또는 60)에 도달할 때까지 가속되고, 여기서 연료와 공기 유동의 잔량이 제1 예혼합 스트림 및 제2 예혼합 스트림을 거쳐, 2차 연소 구역(56) 내로 첨가된다. 일 실시예에서, 총 연소 가스 유동의 대략 50%는 1차 연소 구역(48)으로부터 발생하고, 나머지 대략 50%는 2차 연소 구역(56)으로부터 발생한다. 이 구성은 1차 연소 구역의 보다 낮은 온도에서 그리고 제1 측 분사 평면(58) 및 제2 측 분사 평면(60)과 고정 노즐(54) 사이에서 발생하는 상승된 가스 온도에 앞서 CO₂로의 CO 변환을 성취하고 NO_x 형성을 최소화하기 위한 충분한 시간을 가능하게 하여, 이에 의해 전체 NO_x 배출물을 최소화한다.

[0053] 둘레방향 동적 모드는 전통적인 환형 연소기 내에서 통상적이다. 그러나, 축방향으로 다단화된 2차 연료-공기 분사에 거의 기인하여, 본 명세서에 설명되고 예시된 분할형 환형 연소 시스템(36)은 이들 동적 모드가 존재하는 것을 허용하지 않는다. 또한, 각각의 연소기 세그먼트가 둘레방향으로 인접한 세그먼트로부터 격리되기 때문에, 멀티-캔(multi-can) 동역학이 완화되거나 존재하지 않는다.

[0054] 분할형 환형 연소 시스템(36)의 작동 중에, 개별 구성요소의 기계적 성능을 향상시키기 위해 제1 측벽(204), 제2 측벽(206), 고정 노즐(54), 내부 라이너(300) 및/또는 외부 라이너(400) 중 하나 이상을 냉각할 필요가 있을 수도 있다. 냉각 요구를 수용하기 위해, 제1 측벽(204), 제2 측벽(206), 고정 노즐(54), 내부 라이너(300) 및/또는 외부 라이너(400) 중 하나 이상은, 압축기 토출 케이싱(32) 내에 형성된 고압 플레넘(34) 그리고/또는 각각의 패널 연료 분사기(200) 내에 형성된 예혼합 공기 플레넘(224)과 유체 연통할 수도 있는 다양한 공기 통로 또는 캐비티를 포함할 수도 있다.

[0055] 특정 실시예에서, 도 12에 도시되어 있는 바와 같이, 연료 포트(244)의 하나 이상은 연료 분배 플레넘(226)으로부터 제1 측벽(204)의 내부면(218) 상에 연료(28)의 제트를 충돌시키거나 유도하도록 각을 이루거나, 성형되거나 형성될 수도 있다. 특정 실시예에서, 예혼합 공기 플레넘(224)으로부터 유동하는 압축 공기(26)는 제1 측벽(204)의 내부면(218)에 대류 냉각을 제공할 수도 있다.

[0056] 특정 실시예에서, 도 12에 도시되어 있는 바와 같이, 연료 포트(240)의 하나 이상은 연료 분배 플레넘(226)으로부터 제2 측벽(206)의 내부면(222) 상에 연료(28)의 제트를 충돌시키거나 유도하도록 각을 이루거나, 성형되거나 형성될 수도 있다.

[0057] 도 12에 도시되어 있는 바와 같이, 냉각 공기 캐비티 또는 포켓(246)이 제1 측벽(204)과 제2 측벽(206) 사이에서 패널 연료 분사기(200) 내에 형성될 수도 있다. 하나 이상의 포트(248)는 냉각 공기 캐비티(246)로부터 예혼합 채널(232)의 내부면(218) 상에 압축 공기(26)의 제트를 충돌시키거나 유도하도록 각을 이루거나, 성형되거나 형성될 수도 있다. 도시되어 있는 예시적인 실시예에서, 예혼합 채널(232)의 내부면(218)은 제1 측벽(204)과 일치하여, 이에 의해 제1 측벽에 충돌 냉각을 제공한다.

[0058] 특정 실시예에서, 예혼합 공기 플레넘(224)으로부터 유동하는 압축 공기(26)는 제2 측벽(206)의 내부면(222)에 대류 냉각을 제공할 수도 있다. 하나 이상의 포트(250)는 냉각 공기 캐비티(246)로부터 예혼합 채널(230)의 내부면(222) 상에 압축 공기(26)의 제트를 충돌시키거나 유도하도록 각을 이루거나, 성형되거나 형성될 수도 있다. 도시되어 있는 예시적인 실시예에서, 예혼합 채널(230)의 내부면(222)은 제2 측벽(206)과 일치하여, 이에 의해 제2 측벽에 충돌 냉각을 제공한다.

[0059] 도 12는 연료 분배 플레넘(226)이 상류측에서 냉각 공기 캐비티(246)에 측면을 접하고 하류측에서 냉각 공기 캐비티(246)의 연속부에 측면을 접하는 것을 또한 도시하고 있다. 연료 포트(240, 244)의 하류측에서, 예혼합 채널(230, 232)은 연료/공기 혼합물을 각각의 분사 개구(234, 236)에 유도하는 만곡된 단부 섹션을 포함한다. 만곡된 단부 섹션은 내경부 및 외경부를 포함한다. 포트(248)가 만곡부의 내경부에 제공될 수도 있는데, 포트(248)는 냉각 공기 캐비티(246)의 하류측 부분과 유체 연통하여, 예혼합 채널(230, 232)의 만곡부의 내부면을 따라 공기의 막을 유도하며, 이에 의해 유동이 예혼합 채널(232, 234)의 벽을 따라 정체되는 것을 방지한다.

[0060] 도 14는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 연소기 세그먼트(44)의 단순화된 사시도를 제공하고 있다. 도 15는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 예시적인 패널 연료 분사기(200)의 확대된 단

면 평면도이고 예시적인 고정 노즐(54)의 부분을 포함한다. 특정 실시예에서, 도 14 및 도 15에 집합적으로 도시되어 있는 바와 같이, 적어도 하나의 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210)는 각각의 고정 노즐(54)의 각각의 선단 에지(52)에 근접하게, 인접하게, 바로 인접하게 또는 바로 옆에 배치된다. 이와 같이, 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210)와 각각의 고정 노즐(54)의 선단 에지(52) 사이에 형성된 각각의 축방향 간격(50)이 최소화되어, 이에 의해 각각의 선단 에지(52)를 연소 가스(30)의 유동으로부터 적어도 부분적으로 차폐한다. 예를 들어, 후방 단부(210)와 각각의 고정 노즐(54)의 선단 에지 사이의 축방향 간격(50)은 6 인치 미만, 3 인치 미만, 2 인치 미만, 또는 1 인치 미만일 수도 있다. 또한, 이들 실시예에서, 2차 연소 구역(56)은 서로로부터 분리되고, 2차 연소 구역(56)의 개수는 1차 연소 구역(48)의 개수와 동일하다.

[0061] 특정 실시예에서, 도 14에 도시되어 있는 바와 같이, 제1 측벽(204) 및 제2 측벽(206) 중 적어도 하나의 후방 단부는 선단 에지(52)를 지나 후단 에지를 향해 그리고/또는 고정 노즐(54)의 압력측벽(66) 또는 흡입측벽(68)을 부분적으로 가로질러 축방향으로 연장될 수도 있어, 이에 의해 연소 가스(30)의 유동으로부터 압력측벽(66) 및/또는 흡입측벽(68)의 부분을 적어도 부분적으로 차폐한다.

[0062] 특정 실시예에서, 도 15에 도시되어 있는 바와 같이, 적어도 하나의 패널 연료 분사기(200)는 후방 단부(210)에 근접하여 제1 측벽(204)과 제2 측벽(206) 사이에 형성된 냉각 공기 플레넘(252)을 포함한다. 패널 연료 분사기(200)의 후방벽(254) 또는 후방 단부(210)는 아치형 또는 오목형 또는 그렇지 않으면 각각의 고정 노즐(54)의 후단 에지(52)에 대해 상보적인 형상일 수도 있다. 예를 들어, 패널 연료 분사기(200)의 후방 단부(210)는 포켓 또는 슬롯을 형성할 수도 있고, 고정 노즐(54)의 선단 에지(52)는 포켓 내로 연장될 수도 있다. 하나 이상의 냉각 구멍(256)은 후방벽(254)을 따라 형성될 수도 있다. 냉각 구멍(256)은 냉각 공기 플레넘(252)과 유체 연통한다. 작동 중에, 압축 공기(26)는 냉각 공기 플레넘(252)으로부터, 냉각 구멍(256)을 통해 축방향 간격(50) 내로 유동할 수도 있어, 이에 의해 대응 고정 노즐(54)에, 특히 대응 고정 노즐(54)의 선단 에지(52)에 충돌 및 막 냉각 중 적어도 하나를 제공한다.

[0063] 대안적으로, 도 16에 도시되어 있는 바와 같이, 연소기(36)는 각각의 후방 단부(210)와 대응 고정 노즐(54) 사이에 제1 축방향 간격(50a)을 형성하는 패널 연료 분사기(200a)의 제1 세트(도 7에서와 같이, "짧은" 패널 연료 분사기) 및 각각의 후방 단부(210)와 대응 고정 노즐(54) 사이에 제2 축방향 간격(50b)을 형성하는 패널 연료 분사기(200b)의 제2 세트(도 14에서와 같이, "기다란" 패널 연료 분사기)를 포함할 수도 있다. 제2 세트 내의 패널 연료 분사기(200b)의 개수는 제1 세트 내의 패널 연료 분사기(200a)의 개수보다 작을 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 제2 세트 내의 패널 연료 분사기(200b)는 서로로부터 둘레방향으로 이격된다(즉, 인접하지 않음). 동역학을 완화하기 위해 유용할 수도 있는 본 예시적인 구성에서, 2차 연소 구역(56)의 개수는 1차 연소 구역(48)의 개수보다 작다. 즉, 2차 연소 구역(56)은 제1 세트 내의 패널 연료 분사기(200a)의 후방 단부(210)의 축방향으로 하류측에 형성되고 패널 연료 분사기(200b)의 제2 세트 사이에 둘레방향으로 연장된다.

[0064] 도 17은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 패널 연료 분사기(200)의 부분의 평면 단면 사시도를 제공하고 있다. 특정 실시예에서, 도 17에 도시되어 있는 바와 같이, 제1 측벽(204)은, 제1 측벽(204)의 내부면(218)과 외부면(216) 사이로 연장되고 그리고/또는 이들 사이에 형성되는 복수의 제1 측 마이크로 냉각 채널(258)을 형성할 수도 있다. 각각의 제1 측 마이크로 냉각 채널(258)은 각각의 입구 및 각각의 출구(262)를 포함한다. 제1 측 마이크로 냉각 채널(258)의 하나 이상으로의 각각의 입구는 냉각 공기 플레넘(252), 냉각 공기 캐비티(246), 예혼합 공기 플레넘(223) 또는 다른 압축 공기 또는 냉각 유체 소스와 유체 연통할 수도 있다. 제1 측 마이크로 냉각 채널(258)의 하나 이상의 각각의 출구(262)는 패널 연료 분사기(200)의 후방벽(254)을 따라 형성될 수도 있다. 제1 측 마이크로 냉각 채널(258)은 제1 측벽(204)을 통해 실질적으로 축방향으로 또는 선형으로 연장되는 것으로서 도시되어 있지만, 제1 측 마이크로 냉각 채널(258)의 하나 이상은 내부면(218)과 외부면(216) 사이에서 사행형 또는 만곡 패턴으로 연장될 수도 있다는 것이 주목되어야 된다.

[0065] 특정 실시예에서, 도 17에 도시되어 있는 바와 같이, 제2 측벽(206)은 제2 측벽(206)의 내부면(222)과 외부면(220) 사이로 연장되는 복수의 제2 측 마이크로 냉각 채널(264)을 형성할 수도 있다. 각각의 제2 측 마이크로 냉각 채널(264)은 각각의 입구(264) 및 각각의 출구(268)를 포함한다. 제2 측 마이크로 냉각 채널(264)의 하나 이상으로의 각각의 입구(264)는 냉각 공기 플레넘(252), 냉각 공기 캐비티(246), 예혼합 공기 플레넘(224)(도 15) 또는 다른 압축 공기 또는 냉각 유체 소스와 유체 연통할 수도 있다. 제2 측 마이크로 냉각 채널(264)의 하나 이상의 각각의 출구(268)는 패널 연료 분사기(200)의 후방벽(254)을 따라 형성될 수도 있다. 제2 측 마이크로 냉각 채널(264)은 제2 측벽(206)을 통해 실질적으로 축방향으로 또는 선형으로 연장되는 것으로서 도시되어 있지만, 제2 측 마이크로 냉각 채널(264)의 하나 이상은 내부면(222)과 외부면(220) 사이에서 사행형 또는

만곡 패턴으로 연장될 수도 있다는 것이 주목되어야 된다.

- [0066] 특정 실시예에서, 도 17에 도시되어 있는 바와 같이, 패널 연료 분사기(200)의 제1 측벽(204)과 제2 측벽(206) 중 하나 또는 모두의 벽 두께(T)는 패널 연료 분사기(200)의 축방향 길이 또는 종방향 길이를 따라 그리고/또는 반경방향 폭을 따라 변동될 수도 있다. 예를 들어, 패널 연료 분사기(200)의 제1 측벽(204) 및 제2 측벽(206) 중 하나 또는 모두의 벽 두께는 상류측 단부(208)와 후방 단부(210) 사이에서 그리고/또는 반경방향 내부벽(212)과 반경방향 외부벽(214)(도 9) 사이에서 변동될 수도 있다.
- [0067] 특정 실시예에서, 도 17에 도시되어 있는 바와 같이, 전체 분사 채널 두께(PT)는 축방향 길이 또는 종방향 길이를 따라 그리고/또는 패널 연료 분사기(200)의 반경방향 폭을 따라 변동될 수도 있다. 예를 들어, 제1 측벽(204) 및/또는 제2 측벽(206)은 2개의 둘레방향으로 인접한 패널 연료 분사기(200) 사이에서 유동하는 연소 가스의 유동을 향해 그리고/또는 상기 유동 내로 외향으로 팽창할 수도 있다. 전체 분사 채널 두께(PT)의 팽창 또는 변동은 각각의 제1 측벽(204) 또는 제2 측벽(206)의 반경방향 폭 및/또는 축방향 길이를 따라 임의의 점에서 이루어질 수도 있다. 팽창된 영역의 패널 두께(PT) 또는 위치는 벽 두께(T)의 변화를 요구하지 않고, 특정 타겟 속도 및 체류 시간 프로파일을 성취하기 위해 국부 고온 통로 영역을 맞춤화하도록 통로의 제1 측벽(204) 또는 제2 측벽(206)의 축방향 길이 및/또는 반경방향 폭을 따라 변동될 수도 있다.
- [0068] 도 18은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 패널 연료 분사기(200), 묽음 튜브 연료 노즐(100), 내부 라이너(300)의 부분 및 외부 라이너(400)의 부분의 사시도를 제공하고 있다. 도 19는 적어도 하나의 실시예에 따른, 도 17에 도시되어 있는 바와 같은 패널 연료 분사기(200)의 부분의 확대 단면도를 제공하고 있다. 특정 실시예에서, 도 18 및 도 19에 집합적으로 도시되어 있는 바와 같이, 패널 연료 분사기(200)의 적어도 하나는 각각의 패널 연료 분사기(200)의 제1 측벽(204)과 제2 측벽(206)을 통해 연장되는 적어도 하나의 크로스 파이어(cross-fire) 개구(270)를 형성할 수도 있다. 크로스 파이어 개구(270)는 둘레방향으로 인접한 1차 연소 구역(48)의 크로스 파이어 및 점화를 가능하게 한다.
- [0069] 일 실시예에서, 크로스 파이어 개구(270)는 그 사이에 공기 체적을 갖는 이중벽 원통형 구조체에 의해 형성된다. 제1 연소 구역(48)에서 점화된 연소 가스(30)는 크로스 파이어 개구(270)의 내부벽을 통해 인접한 1차 연소 구역(48) 내로 유동하도록 허용되고, 여기서 인접한 1차 연소 구역(48) 내의 연료와 공기 혼합물의 점화가 이루어진다. 연소 가스(30)가 크로스 파이어 개구(270) 내에서 정체하는 것을 방지하기 위해, 퍼지 공기 구멍(272)이 내부벽에 제공된다. 퍼지 공기 구멍(272)에 추가하여, 크로스 파이어 개구(270)의 외부벽은 예혼합 공기 플레넘(224), 냉각 공기 캐비티(246), 또는 다른 압축 공기 소스 중 적어도 하나와 유체 연통할 수도 있는 공기 공급 구멍(273)을 구비할 수도 있다. 퍼지 공기 구멍(272)은 공기 체적과 유체 연통하고, 이는 공기 공급 구멍(273)을 거쳐 공기를 수용한다. 외부벽 내의 소형의 공기 공급 구멍(273)과 내부벽 내의 대형의 퍼지 공기 구멍(272)의 조합은 분할형 환형 연소 시스템(36) 내의 잠재적인 연소 동역학을 완화시키기 위해 크로스 파이어 개구(270)를 공진기로 변환시킨다.
- [0070] 도 20은 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 패널 연료 분사기(200)의 부분의 사시도를 제공하고 있다. 특정 실시예에서, 도 20에 도시되어 있는 바와 같이, 적어도 하나의 충돌 공기 인서트(274, 276)가 복수의 패널 연료 분사기(200)의 각각의 패널 연료 분사기(200) 내에 형성된 냉각 공기 캐비티(246) 및/또는 냉각 공기 플레넘(252)과 같은 각각의 공기 캐비티 내에 배치될 수도 있다. 충돌 공기 인서트(274, 276)는 냉각 공기 캐비티(246) 및 냉각 공기 플레넘(252) 각각에 상보적인 형상의 벽을 포함한다. 충돌 공기 인서트(274, 276)는 유동하는 공기가 통과할 수도 있는 적어도 하나의 개방 단부를 포함한다. 충돌 공기 인서트(들)(274, 276) 중 적어도 하나는 제트 또는 충돌 냉각을 제공하기 위해 이산 위치에서 각각의 패널 연료 분사기(200)의 하나 이상의 내부면(218, 222)(도 10 및 도 11) 상에 공기의 다수의 이산 제트를 유도하도록 배향되고 그리고/또는 형성된 복수의 냉각 또는 충돌 구멍(278, 280)을 포함하거나 형성할 수도 있다.
- [0071] 도 21은 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른, 예시적인 연소기 세그먼트(44)의 부분의 사시도를 제공하고 있다. 특정 실시예에서, 도 21에 도시되어 있는 바와 같이, 내부 라이너(300) 및 외부 라이너(400)는 내부 밴드와 외부 밴드 사이에 각각의 유동 고리를 각각 형성하는 이중 밴드형 구조체이다. 이들 실시예에서, 내부 라이너(300) 및 외부 라이너(400)는 충돌 및/또는 막 냉각에 의해 냉각된다.
- [0072] 특히, 이들 실시예에서, 내부 라이너(300)는 외부 밴드(304)로부터 반경방향으로 이격된 내부 밴드(302)를 포함한다. 적어도 하나의 실시예에서, 벽(306)이 내부 밴드(302)와 외부 밴드(304) 사이에서 반경방향으로 연장된다. 내부 밴드(302), 외부 밴드(304), 및 벽(306)(존재할 때)은 그 사이에 내부 유동 고리(308)를 형성한다.

- [0073] 특정 실시예에서, 내부 유동 고리(308)로의 입구(310)는 내부 라이너(300)의 하류측 단부에 형성된다. 특정 실시예에서, 내부 유동 고리(308)는 고압 플레넘(34) 및 입구(310)를 거쳐 압축기(16)와 유체 연통한다. 특정 실시예에서, 외부 밴드(304)는 복수의 개구(312)를 형성할 수도 있다. 작동 시에, 개구(312)는 고압 플레넘(34)과 내부 유동 고리(308) 사이의 유체 연통을 제공한다. 특정 실시예에서, 복수의 개구(312)의 하나 이상의 개구(312)는 내부 라이너(300)의 내부 밴드(302)의 냉각측 표면(313)에 대해 냉각 공기의 제트를 유도하도록 배향된다.
- [0074] 특정 실시예에서, 내부 밴드(302)는 1차 개구(314)를 형성한다. 작동 시에, 1차 개구(314)는 내부 유동 고리(308)와 각각의 패널 연료 분사기(200) 사이의 유체 연통을 제공한다. 예를 들어, 특정 실시예에서, 1차 개구(312)는 내부 유동 고리(308)와 예혼합 공기 플레넘(224), 냉각 공기 캐비티(246) 및 냉각 공기 플레넘(252) 중 하나 이상 사이에 압축 공기 유동을 제공할 수도 있다. 특정 실시예에서, 내부 밴드(302)는 복수의 2차 개구(316)를 형성할 수도 있다. 작동 중에, 내부 유동 고리(308)로부터의 압축 공기(26)는 2차 개구(316)를 통해 유동할 수도 있으며, 이에 의해 내부 밴드(302)의 외부 또는 고온측 표면(318)을 가로질러 압축 공기(26)의 냉각 막을 제공한다.
- [0075] 특정 실시예에서, 도 21에 도시되어 있는 바와 같이, 외부 라이너(400)는 외부 밴드(404)로부터 반경방향으로 이격된 내부 밴드(402)를 포함한다. 적어도 하나의 실시예에서, 벽(406)이 내부 밴드(402)와 외부 밴드(404) 사이에서 반경방향으로 연장된다. 내부 밴드(402), 외부 밴드(404), 및 벽(406)(존재할 때)은 그 사이에 외부 유동 고리(408)를 형성한다. 특정 실시예에서, 외부 유동 고리(408)로의 입구(410)는 외부 라이너(400)의 하류측 단부에 형성된다. 특정 실시예에서, 외부 유동 고리(408)는 고압 플레넘(34) 및 입구(410)를 거쳐 압축기(16)와 유체 연통한다. 특정 실시예에서, 외부 밴드(404)는 복수의 개구(412)를 형성할 수도 있다. 작동 시에, 개구(412)는 고압 플레넘(34)과 내부 유동 고리(408) 사이의 유체 연통을 제공한다. 특정 실시예에서, 복수의 개구(412)의 하나 이상의 개구(412)는 외부 라이너(400)의 내부 밴드(402)의 냉각측 표면에 대해 냉각 공기의 제트를 유도하도록 배향된다.
- [0076] 특정 실시예에서, 내부 밴드(402)는 1차 개구(414)를 형성한다. 작동 시에, 1차 개구(414)는 외부 유동 고리(408)와 각각의 패널 연료 분사기(200) 사이의 유체 연통을 제공한다. 예를 들어, 특정 실시예에서, 1차 개구(414)는 외부 유동 고리(408)와 예혼합 공기 플레넘(224), 냉각 공기 캐비티(246) 및 냉각 공기 플레넘(252) 중 하나 이상 사이에 압축 공기 유동을 제공할 수도 있다. 특정 실시예에서, 내부 밴드(402)는 복수의 2차 개구(416)를 형성할 수도 있다. 작동 중에, 외부 유동 고리(408)로부터의 압축 공기(26)는 2차 개구(416)를 통해 유동할 수도 있으며, 이에 의해 내부 밴드(402)의 내부 또는 고온측 표면(418)을 가로질러 압축 공기(26)의 냉각 막을 제공한다.
- [0077] 도 22 및 도 23은 본 개시내용의 특정 실시예에 따른, 내부 라이너(300)의 내부 밴드(302) 또는 외부 라이너(400)의 내부 밴드(402) 중 하나 또는 모두의 부분의 예시가 되도록 의도된다. 이들 실시예에서, 내부 라이너(300) 및 외부 라이너(400)는 후술되는 바와 같이, 마이크로 채널 냉각 통로가 그를 통해 배치되는 단일벽 구조체이다. 따라서, 내부 라이너(300) 및 외부 라이너(400)의 냉각은 도 21을 참조하여 설명되는 바와 같이 충돌 및/또는 막 냉각보다는, 대류 냉각을 통해 성취된다.
- [0078] 특정 실시예에서, 도 22 및 도 23에 도시되어 있는 바와 같이, 내부 라이너(300)의 외부 또는 냉각측 표면 및/또는 외부 라이너(400)의 외부 또는 냉각측 표면(413)은 고압 플레넘(34)(도 2)으로부터 압축 공기(26)를 수용하기 위한 복수의 입구 구멍(320, 420)을 형성하거나 포함할 수도 있다. 각각의 입구 구멍(320, 420)은 대응 출구 구멍 또는 배기 포트(324, 424)에서 종료되는 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)와 일체화될 수도 있다. 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)의 길이는 라이너(300, 400)의 상이한 영역에서 변할 수도 있다.
- [0079] 특정 실시예에서, 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)의 일부 또는 전체의 길이는 약 10 인치 미만일 수도 있다. 특정 실시예에서, 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)의 일부 또는 전체의 길이는 약 5 인치 미만일 수도 있다. 특정 실시예에서, 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)의 일부 또는 전체의 길이는 약 2 인치 미만일 수도 있다. 특정 실시예에서, 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)의 일부 또는 전체의 길이는 약 1 인치 미만일 수도 있다. 다양한 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)의 길이는 그를 통해 유동하는 공기의 열 픽업(heat pick-up) 능력, 마이크로 채널 통로의 직경, 및 냉각될 영역에서 라이너(300, 400)의 온도에 의해 결정될 수도 있다.
- [0080] 특정 실시예에서, 출구 구멍(324, 424)의 하나 이상은 각각의 외부면(318, 418)을 따라 위치될 수도 있고, 각각

의 입구 구멍(320, 420)으로부터 각각의 유동 통로 또는 수집 채널(326, 426) 내로 압축 공기(26)를 퇴적시킬 수도 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 도 22에 도시되어 있는 바와 같이, 수집 채널(326, 426)은 각각의 외부면(318, 418)을 따라 연장되는 덕트(328, 428)에 의해 형성될 수도 있다. 각각의 수집 채널(326, 426)은 압축 공기(26)의 적어도 일부를 패널 연료 분사기(200)의 예혼합 공기 플레넘(224)(도 12)에 반송하고, 이 예혼합 공기 플레넘에서 다양한 제1 측 예혼합 채널(230) 및/또는 제2 측 예혼합 채널(232)에 분배될 수도 있다. 이 접근법을 사용하는 마이크로 채널 냉각에 대한 부가의 상세는 2015년 11월 18일 출원된 공동 양수된 미국 특허 출원 제14/944,341호에 설명되어 있다.

[0081] 특정 실시예에서, 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)의 하나 이상은 예혼합 공기 플레넘(224), 냉각 공기 캐비티(246) 및 냉각 공기 플레넘(252)의 하나 이상 사이의 압축 공기 유동을 제공하도록 배향될 수도 있다. 따라서, 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)의 하나 이상으로부터 압축 공기(26)는 패널 연료 분사기(200)의 내부를 냉각하는 데 사용되는 압축 공기(26)와 혼합될 수도 있다.

[0082] 특정 실시예에서, 마이크로 채널 냉각 및 충돌 냉각을 사용하는 것이 가능하다. 예를 들어, 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)의 하나 이상의 출구 구멍(324, 424)은 내부 밴드(302) 또는 내부 밴드(402)의 측벽(325, 425)(도 21)을 따라 위치될 수도 있어, 압축 공기(26)가 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)를 통해 이어서 2개의 인접한 내부 라이너(300) 또는 외부 라이너(400) 사이에 형성된 분할 라인을 따라 2개의 둘레방향으로 인접한 내부 라이너(300) 또는 인접한 외부 라이너(400) 사이에서 유동하게 되며, 이에 의해 그 사이에 유체 밀봉부를 생성한다. 일 실시예에서, 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)의 하나 이상의 출구 구멍(324, 424)은 내부 밴드(302)의 각각의 고온측 표면(318) 또는 외부 밴드(404)의 고온측 표면(418)을 따라 위치될 수도 있어, 압축 공기(26)가 마이크로 채널 냉각 통로(322, 422)를 통해 유동하고 이어서 1차 또는 2차의 연소 챔버 또는 연소 구역(48, 56)에 냉각 막 공기로서 진입하게 된다.

[0083] 분할형 환형 연소 시스템(36), 특히 본 명세서에 설명되고 예시된 패널 연료 분사기(200), 내부 라이너(300), 및 외부 라이너(400)와 조합하여 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 다양한 실시예는 종래의 환형 연소 시스템에 비해 작동 및 부하조절(turndown) 능력에 다양한 향상 또는 개량을 제공한다. 예를 들어, 분할형 환형 연소 시스템(36)의 시동 중에, 점화기가 복수의 튜브(114)의 튜브(114)의 출구(118)로부터 유동하는 연료와 공기 혼합물을 점화시킬 수도 있다. 동력을 증가시킬 필요가 있을 때, 패널 연료 분사기(200)로의 연료는 각각의 패널 연료 분사기(200)가 작동할 때까지 동시에 또는 순차적으로 턴온(turn-on)될 수도 있다.

[0084] 동력 출력을 감소시키기 위해, 묶음 튜브 연료 노즐(100)의 튜브(114)로 그리고/또는 패널 연료 분사기(200)로 유동하는 연료는 원하는 바에 따라 동시에 또는 순차적으로 스로틀 다운(throttled down)될 수도 있다. 패널 연료 분사기(200)를 턴오프(turn-off)하는 것이 바람직하거나 필요하게 될 때, 각각의 패널 연료 분사기(200)로 또는 개별 패널 연료 분사기(200) 또는 패널 연료 분사기(200)의 그룹으로의 연료가 차단될 수도 있어, 이에 의해 터빈 작동에 대한 임의의 교란을 최소화한다.

[0085] 이상 기술된 설명은 최선의 모드를 포함하여 본 발명을 개시하기 위해 그리고 임의의 디바이스 또는 시스템을 제조하고 사용하는 것 그리고 임의의 구체화된 방법을 수행하는 것을 포함하여 당 기술 분야의 숙련자가 본 발명을 실시하는 것을 가능하게 하기 위해 예를 사용한다. 본 발명의 특허 가능한 범주는 청구범위에 의해 정의되고, 당 기술 분야의 숙련자들에게 발생하는 다른 예를 포함할 수도 있다. 이러한 다른 예는 이들 예가 청구범위의 문자 언어와 상이하지 않은 구조적 요소를 포함하면, 또는 이들 예가 청구범위의 문자 언어와 비실질적인 차이를 갖는 등가의 구조 요소를 포함하면, 청구범위의 범주 내에 있는 것으로 의도된다.

부호의 설명

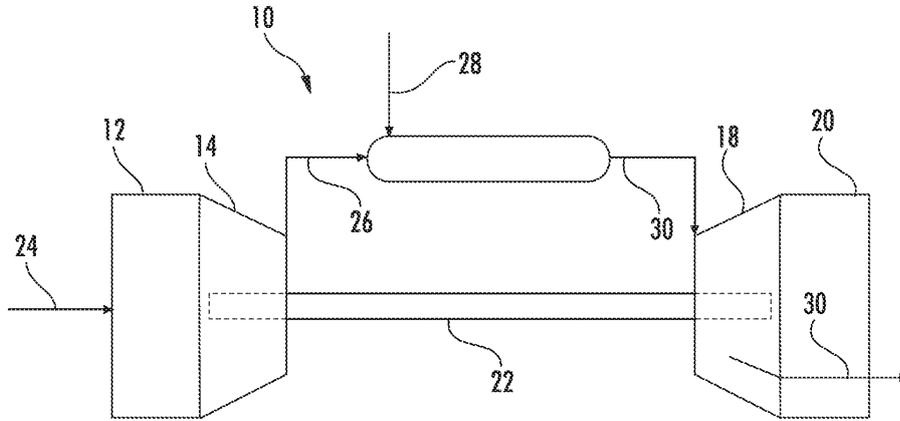
- [0086]
- | | |
|------------|----------------|
| 10: 가스 터빈 | 12: 입구 섹션 |
| 14: 압축기 | 16: 연소 섹션 |
| 18: 터빈 | 20: 배기 섹션 |
| 22: 샤프트 | 24: 공기 |
| 26: 압축 공기 | 28: 연료 |
| 30: 연소 가스 | 36: 환형 연소 시스템 |
| 100: 연료 노즐 | 200: 패널 연료 분사기 |

300: 내부 라이너

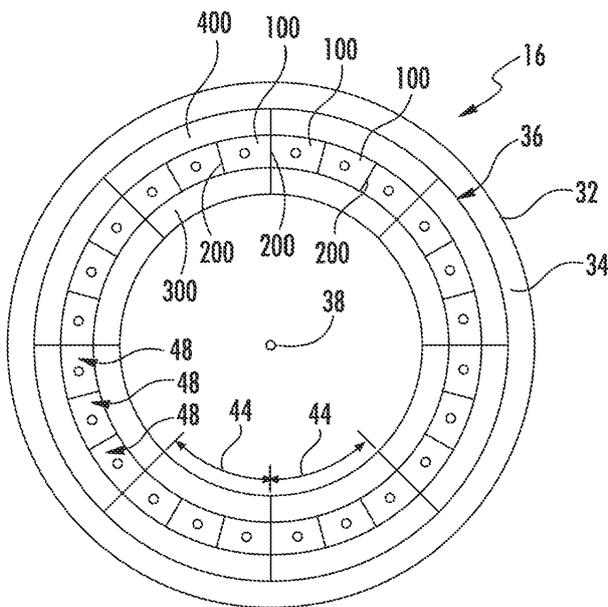
400: 외부 라이너

도면

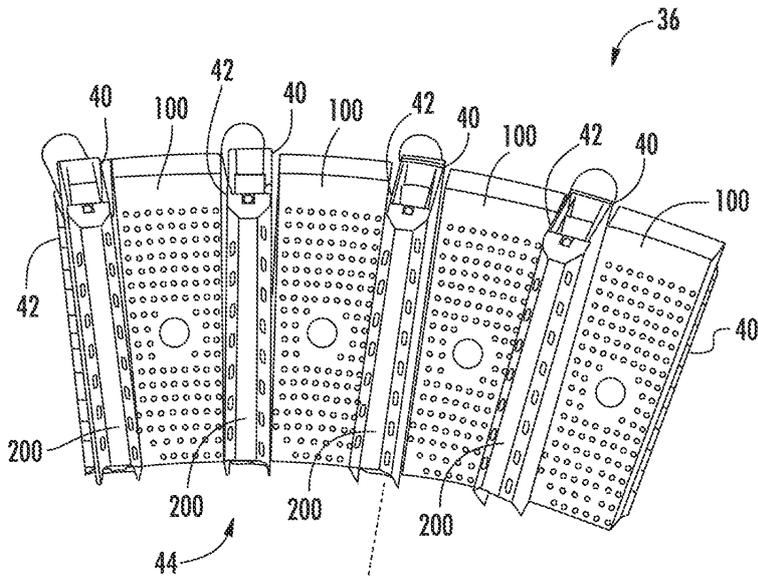
도면1



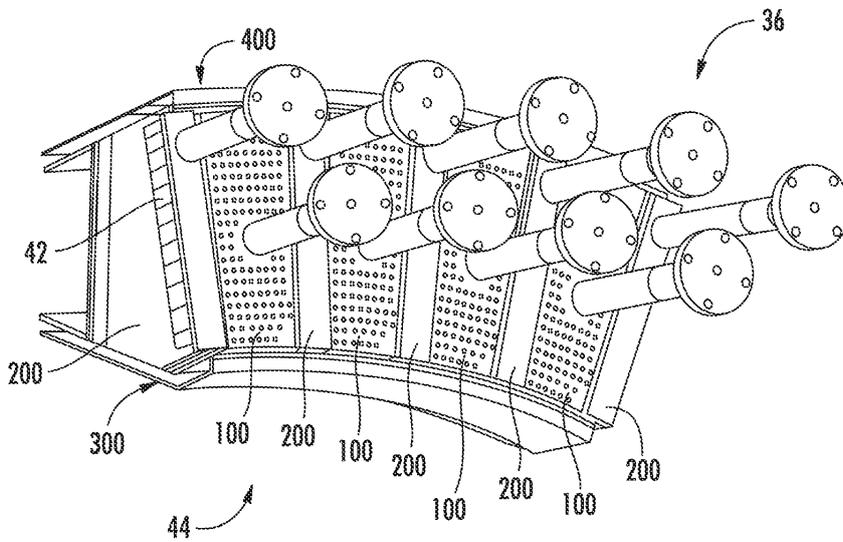
도면2



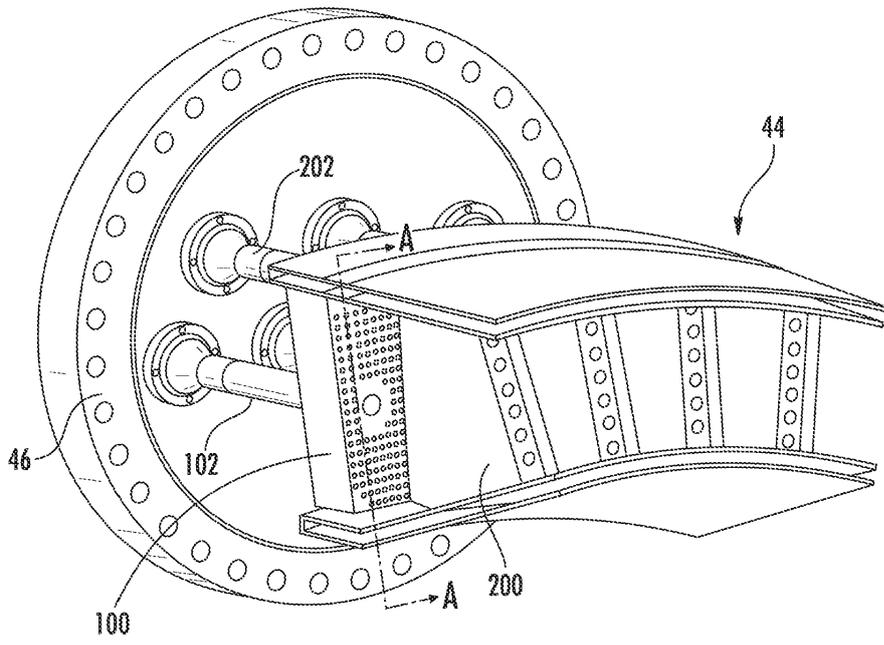
도면3



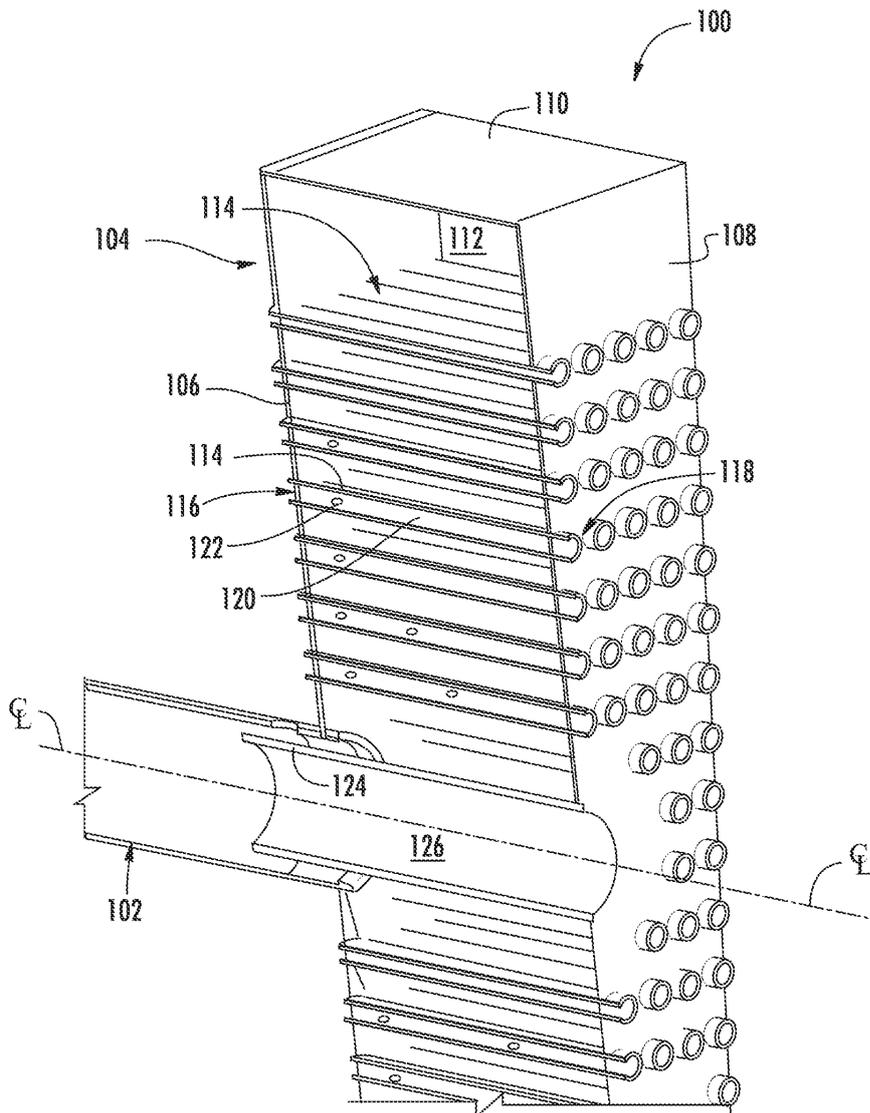
도면4



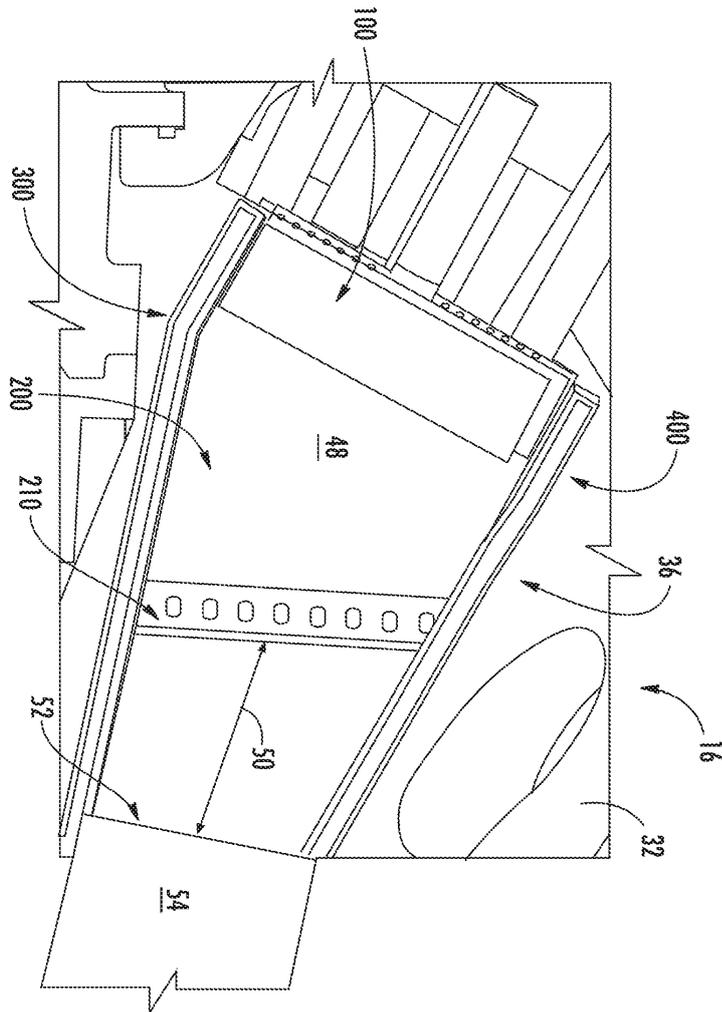
도면5



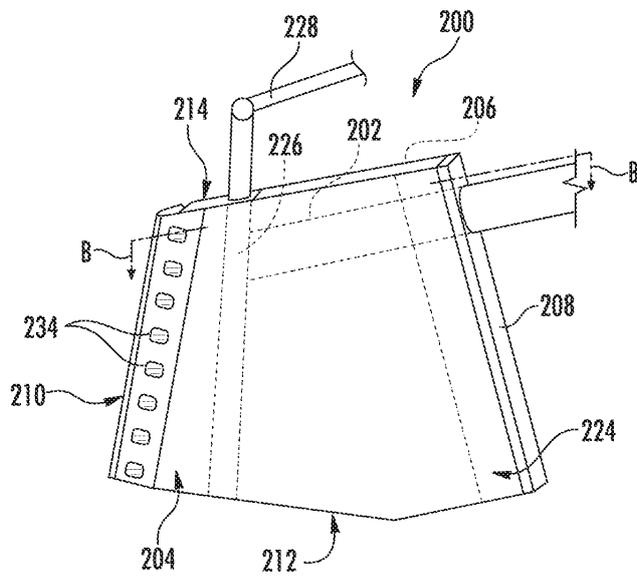
도면6



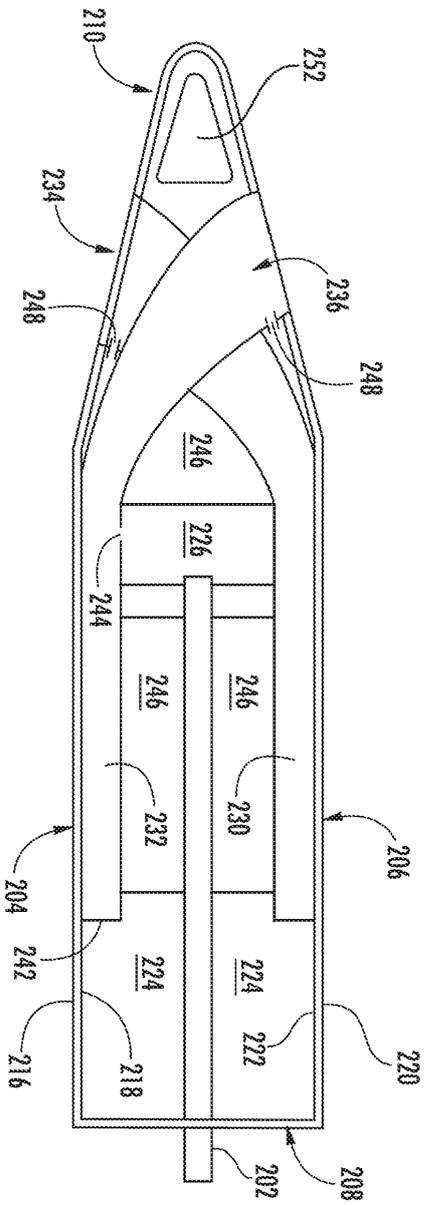
도면7



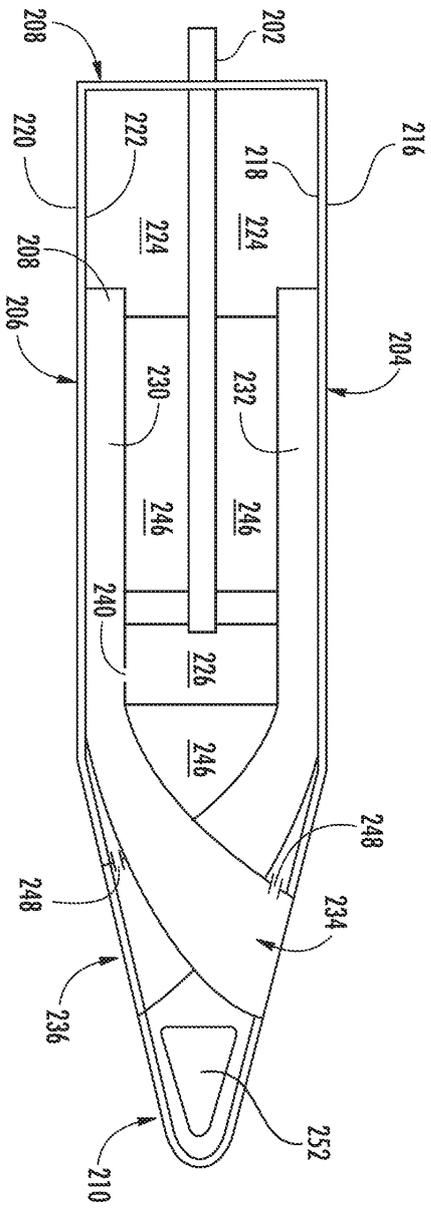
도면8



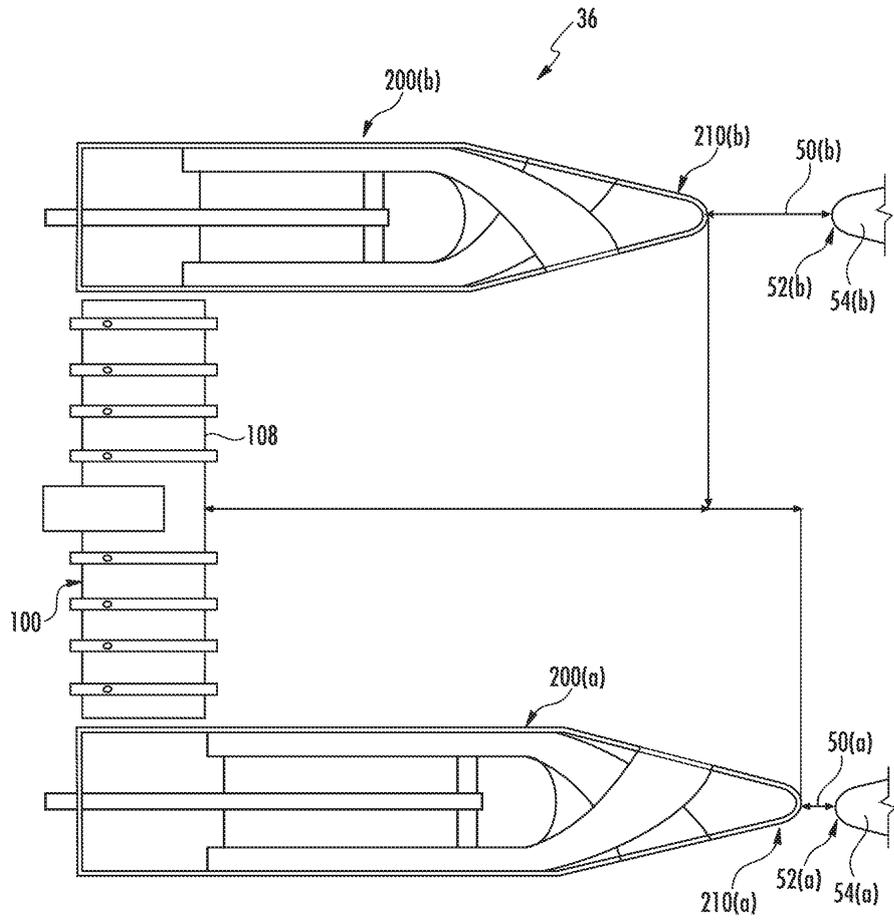
도면10



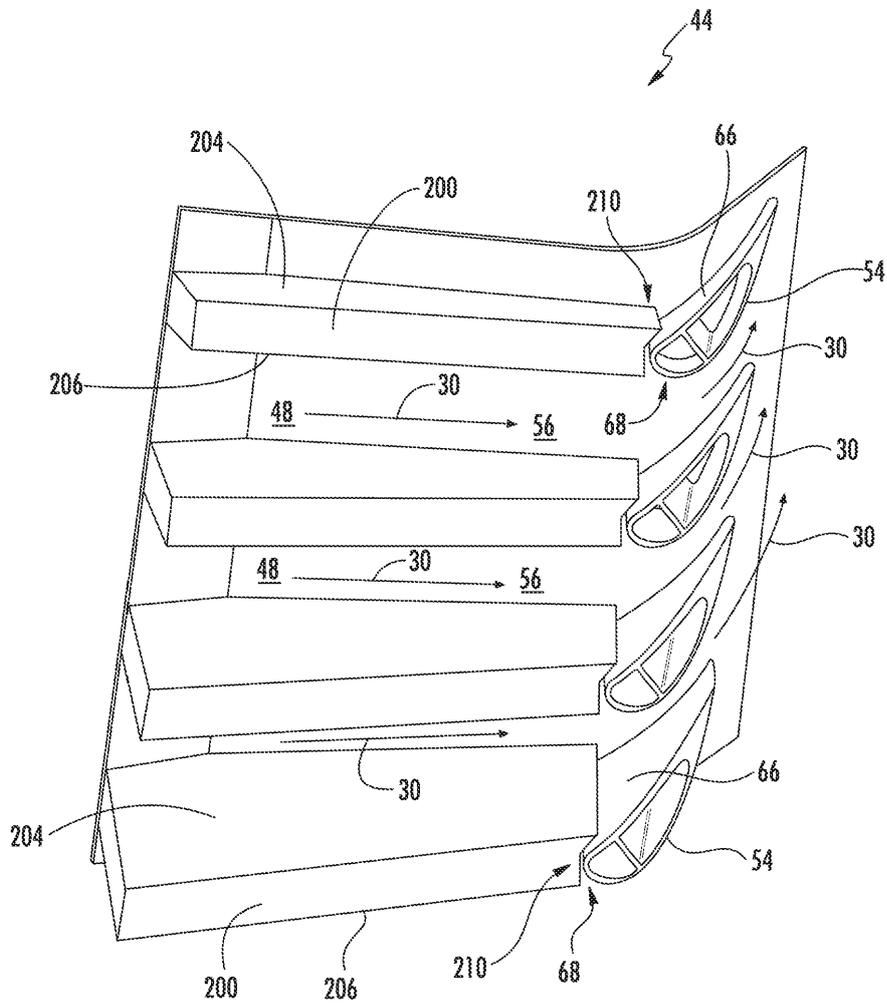
도면11



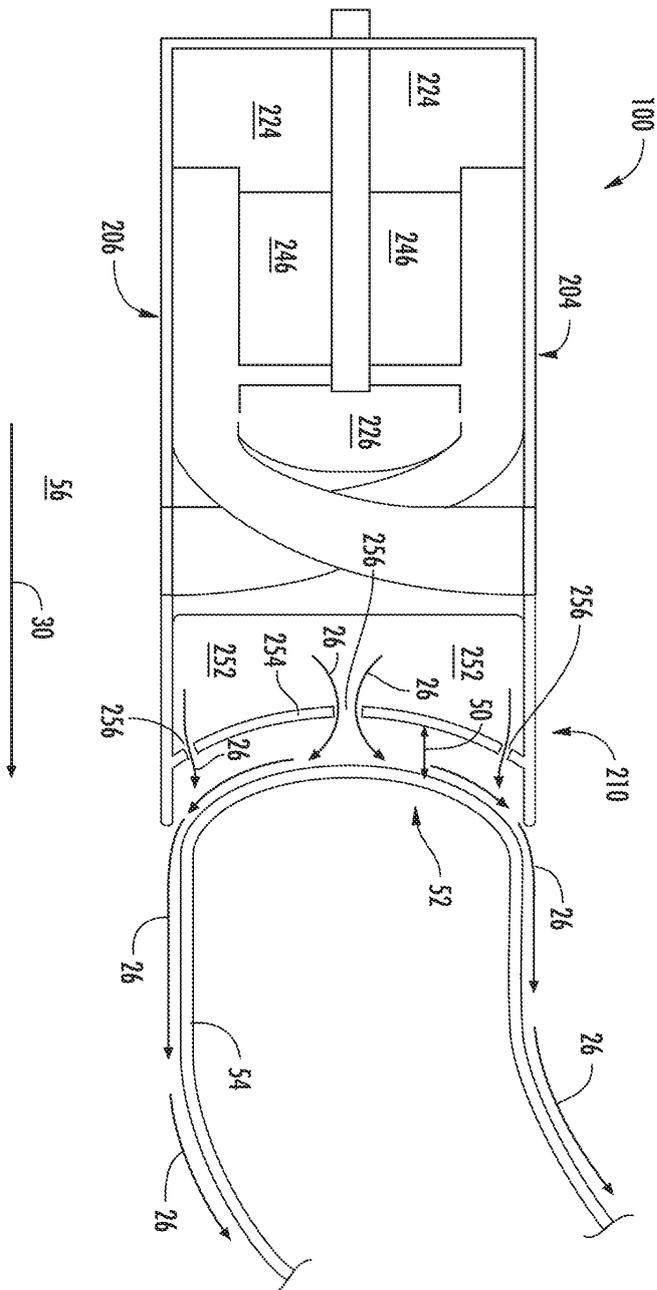
도면13



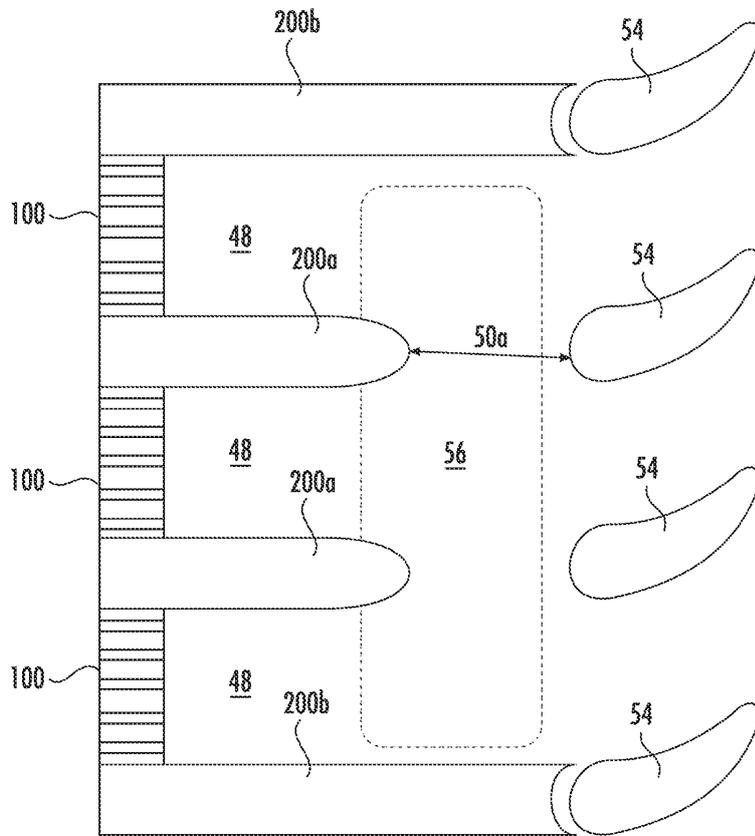
도면14



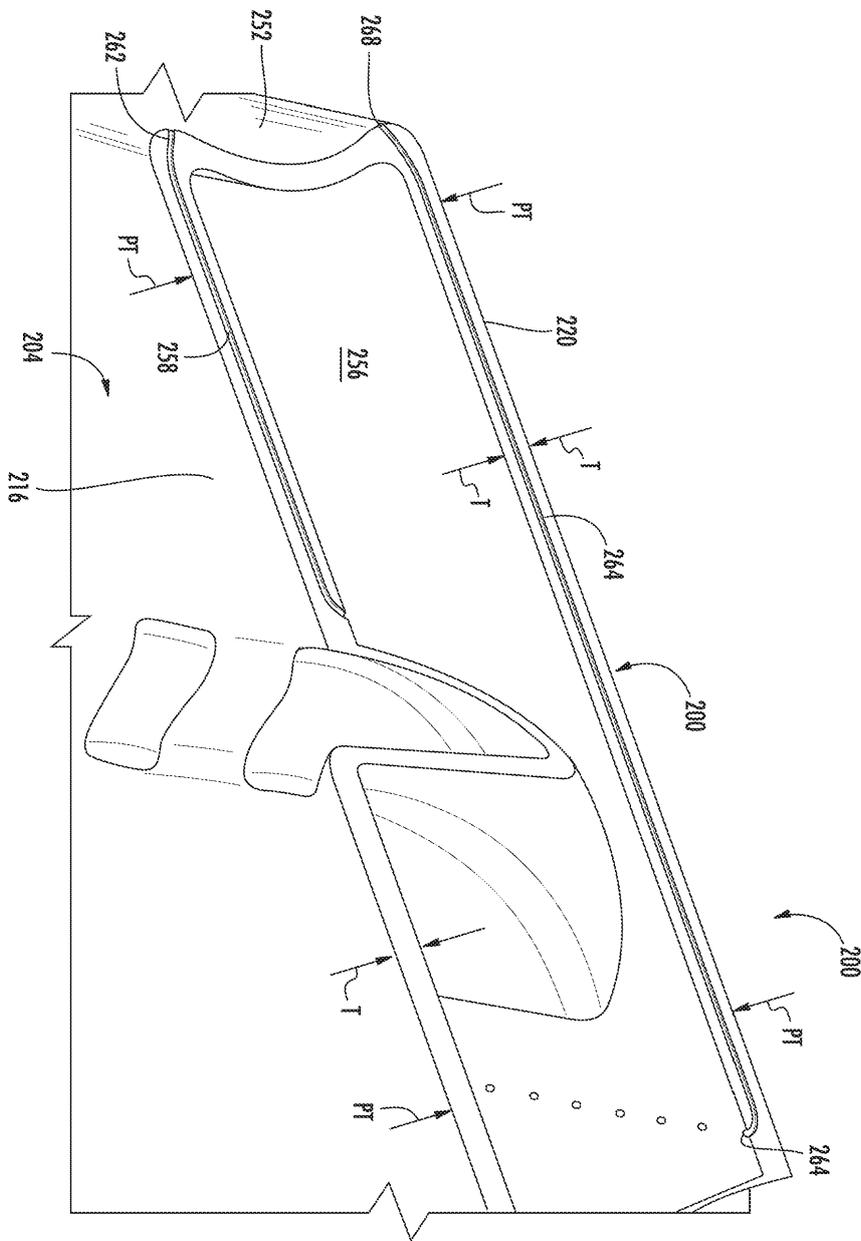
도면15



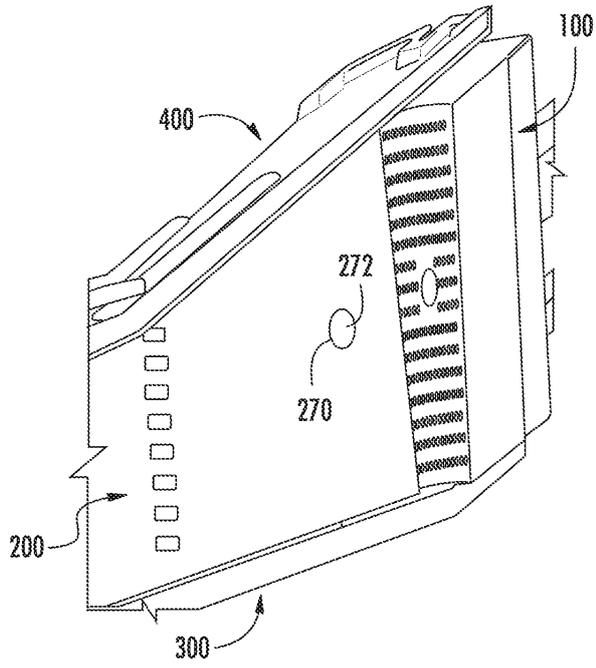
도면16



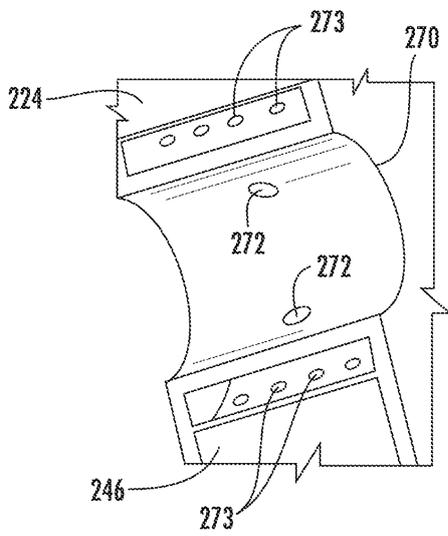
도면17



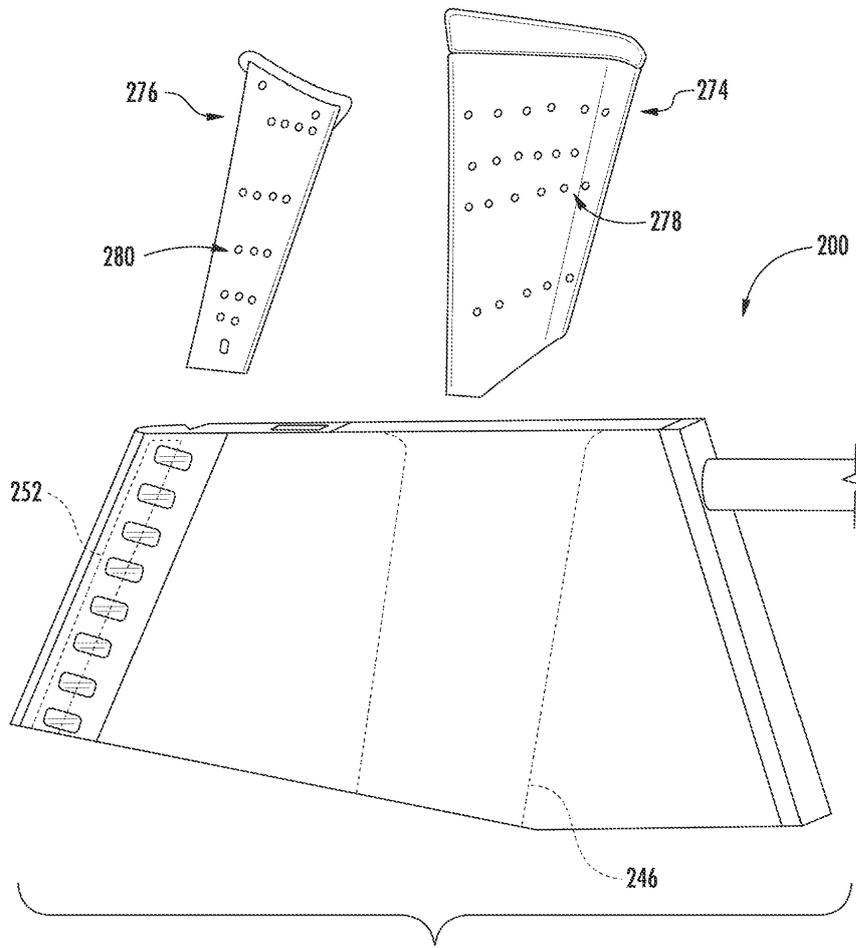
도면18



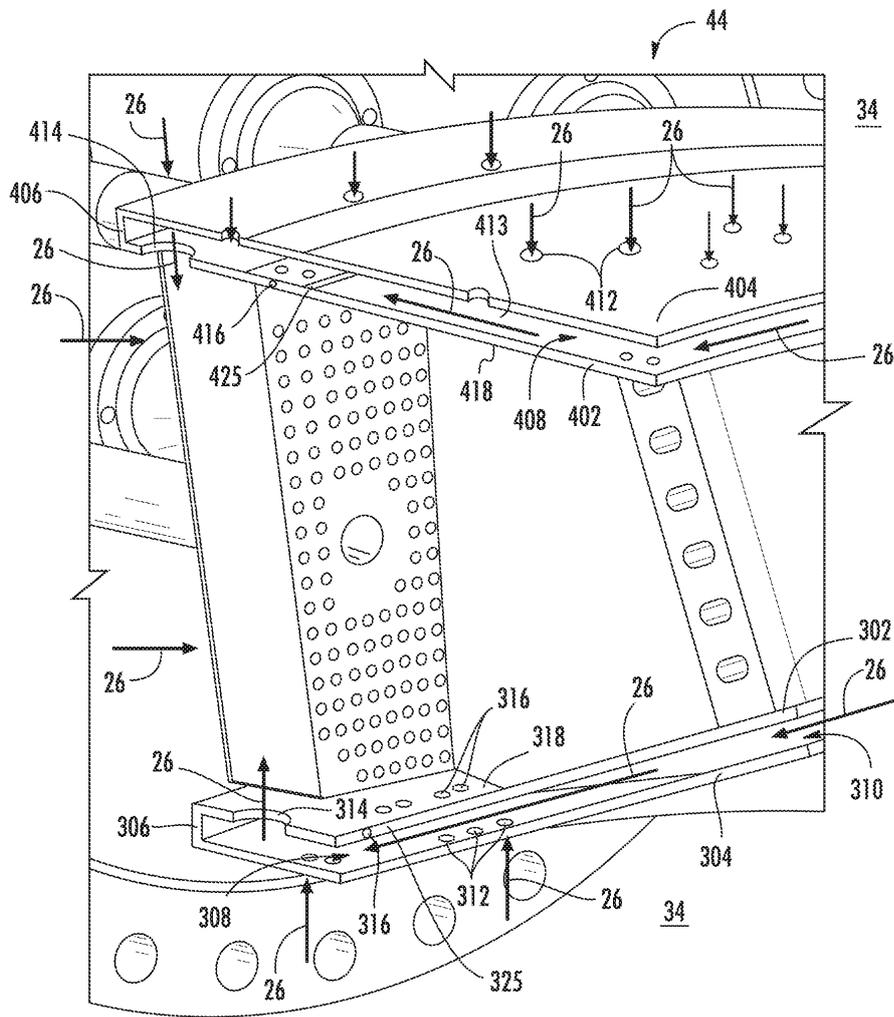
도면19



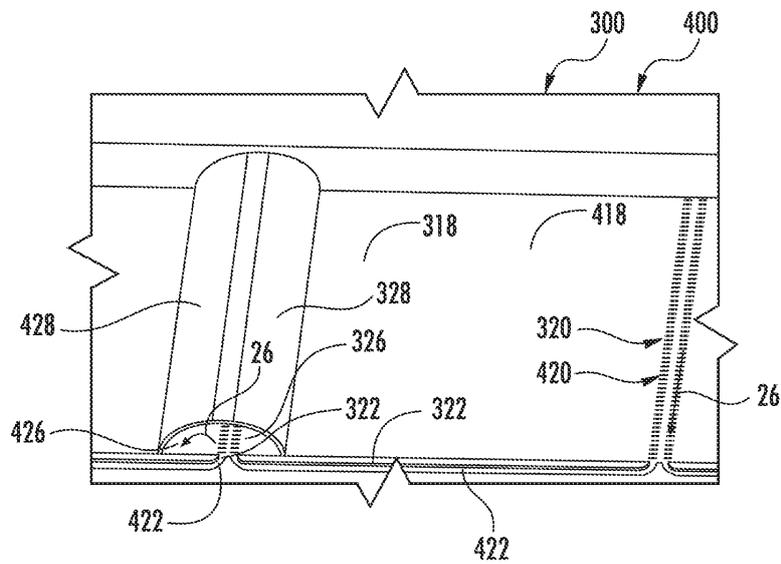
도면20



도면21



도면22



도면23

