



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0080428
(43) 공개일자 2010년07월08일

(51) Int. Cl.

F02C 7/22 (2006.01) F23D 14/48 (2006.01)
F23D 14/62 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0132573

(22) 출원일자 2009년12월29일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

12/345,802 2008년12월30일 미국(US)

(71) 출원인

제너럴 일렉트릭 캄파니

미합중국 뉴욕, 쉐넥테디, 윈 리버 로우드

(72) 발명자

주요 바이팜

미국 사우스 캐롤라이나주 29681 심슨빌 스톤위크
드라이브 804

지민스키 윌리 에스

미국 사우스 캐롤라이나주 29681 심슨빌 자키 코
트 300

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김창세, 장성구

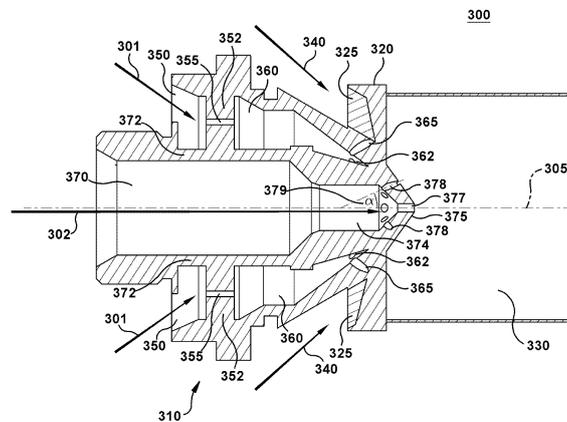
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 이중 연료 1차 노즐

(57) 요약

건식 저질소산화물(Dry Low No_x : DLN)의 1차 노즐(300)은 제 1 가스 연료 또는 제 2 연료 가스를 선택적으로 연소시키도록 구성되며, 2개의 가스 연료는 광범위하게 다른 에너지 함유량을 갖고 있다. 천연 가스는 제 1 가스 연료일 수 있고, 합성가스는 제 2 가스 연료일 수 있다. 외부 연료 회로(301) 및 내부 연료 회로(302)는 2개의 연료 회로 사이의 연료 분열을 변경시킴으로써 연료/공기 혼합 프로파일, 원동력, 1차 사전점화 및 배기 제어의 효율적인 제어를 가능하게 한다. 내부 연료 회로(302)는 많은 가스 연료에서 확산 연소 모드로 연소될 수 있다.

대표도



(72) 발명자

크라머 길버트 오토

미국 사우스 캐롤라이나주 29650 그리어 노쓰 스테
이그현 레인 8

칸 압둘 라페이

미국 사우스 캐롤라이나주 29607 그린빌 썸머그린
웨이 410

스티븐슨 크리스찬 엑스

미국 사우스 캐롤라이나주 29349 인만 브루스 로드
157

우 춘양

미국 사우스 캐롤라이나주 29650 그리어 홉트리 드
라이브 8

특허청구의 범위

청구항 1

2차 노즐과, 상기 2차 노즐 둘레에 동심으로 배치된 복수의 1차 노즐로 작동되는 가스 터빈의 연소기용 이중 연료 1차 노즐(300)로서, 제 1 가스 연료 및 제 2 가스 연료중 하나와, 상기 가스 터빈 연소기로부터의 압축된 공기 및 퍼지 공기를 포함하는 가스 연료가 상기 이중 연료 1차 노즐에 공급되는, 이중 연료 1차 노즐에 있어서, 혼합 챔버(330)와,

소용돌이기(320)(swirler)와,

상기 혼합 챔버(330)와 유체 연통되고, 상기 소용돌이기(320)내의 공기(340)와 혼합되도록 제 1 가스 연료 및 제 2 가스 연료중 하나를 방출하도록 구성된 외부 연료 회로(301)와,

상기 혼합 챔버(330)와 유체 연통되고, 상기 외부 연료 회로(301)가 제 1 가스 연료를 방출한다면 퍼지 공기중 하나를 방출하도록 구성되고 그리고 상기 외부 연료 회로(301)가 제 2 가스 연료를 방출한다면 제 2 가스 연료를 방출하도록 구성된 내부 연료 회로(302)를 포함하는

이중 연료 1차 노즐.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 가스 연료는 상기 제 2 가스 연료용의 웨버지수(Wobbe Index) 값과 상이한 웨버지수 값을 포함하는

이중 연료 1차 노즐.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 가스 연료는 천연 가스를 포함하고, 상기 제 2 가스 연료는 합성가스를 포함하는

이중 연료 1차 노즐.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 1차 노즐(300)은 천연 가스로 작동되며, 상기 천연 가스는 다른 연료 회로(301)에 공급되고 그리고 퍼지 공기는 내부 연료 회로(302)에 공급되며,

상기 1차 노즐(300)이 합성가스로 작동될 경우 외부 연료 회로(301)에 대한 연료 압력 비율이 소정 한계에 도달할 때까지 단지 합성가스만이 외부 연료 회로(301)에 공급되며, 외부 연료 회로(302)에 대한 연료 압력 비율이 소정 한계에 도달된 후에, 다음에 상기 외부 연료 회로(301) 및 상기 내부 연료 회로(302)에 대한 소정 한계에서 그리고 소정 한계 이하 중 적어도 하나에서 연료 압력 비율을 유지하면서 합성가스가 내부 연료 회로에 더 공급되는

이중 연료 1차 노즐.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 내부 연료 회로(302)는 모든 가스 연료에서 내구성 확산 연소 모드로 작동 가능한

이중 연료 1차 노즐.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 외부 연료 회로(301) 및 상기 내부 연료 회로(302)는 별개의 연료 제어에 의해 공동발화하는 2개의 상이한 형태의 가스 연료를 포함하는

이중 연료 1차 노즐.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

메인 본체(310)와,

상기 메인 본체(310)내에 있고, 상기 내부 연료 회로(302)를 흐르기에 적합하며, 혼합 챔버(330)와 유체 연통되는 수단을 포함하는 중앙 챔버(370)와,

상기 메인 본체(310)내에 있고, 상기 외부 연료 회로(301)를 흐르기에 적합하며, 혼합 챔버(330)와 유체 연통되는 수단을 포함하는 외부 챔버(345)를 더 포함하며,

상기 메인 본체(310)상의 소용돌이기(320)는 1차 노즐(300)의 외부 체적(340)으로부터의 압축된 공기의 횡흐름을 소용돌이화시켜서 외부 연료 회로(301)로부터 분사된 제 1 가스 연료 및 제 2 가스 연료중 하나와 혼합되도록 구성된 복수의 소용돌이기 베인(325)을 포함하는

이중 연료 1차 노즐.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 중앙 챔버(310)로부터 상기 혼합 챔버(330)까지 유체 연통시키는 수단이 혼합 챔버(330)내로 연장되는 중앙 챔버(370)의 전방 섹션(374)을 포함하며, 상기 전방 섹션(374)은 전방 섹션(374)과 혼합 챔버(330) 사이에 복수의 분사 구멍(376)을 포함하는

이중 연료 1차 노즐.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 복수의 분사 구멍(376)이,

1차 노즐의 중심 축상의 중앙 분사 구멍(377)과,

상기 중앙 구멍(377)을 중심으로 배치된 복수의 주변 분사 구멍(378)을 포함하는

이중 연료 1차 노즐.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 외부 챔버(345)를 혼합 챔버(330)와 유체 연통시키는 수단이,

상기 외부 챔버(345)의 전방 벽(362)을 관통하며, 상기 메인 본체(310)의 중심 축(305)에 대칭으로 배치된 복수의 분사 구멍(365)과,

상기 혼합 챔버(330)내로 개구되는 소용돌이기(325)의 복수의 소용돌이 베인(325) 사이의 경로를 포함하는

이중 연료 1차 노즐.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 외부 챔버(345)가,

1차 챔버(350)와,
 상기 외부 챔버(345)의 분사 구멍을 포함하는 2차 챔버(360)와,
 상기 1차 챔버(350)와 상기 2차 챔버(360)를 분리시키는 벽(352)과,
 상기 1차 챔버(350)와 상기 2차 챔버(360)를 분리시키는 벽(352)을 관통하는 복수의 사전-오리피스(355)를 포함
 하며,
 복수의 사전-오리피스(355)의 사이즈 및 개수는 외부 챔버(345)의 복수의 분사 구멍(365)의 사이즈 및 개수와
 조화되어, 혼합 챔버(330) 내에서, 연소 동력학과 관련된 연료/공기 등가 비율을 실질적으로 최소화시키는
 이중 연료 1차 노즐.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 건식 저질소산화물(Dry Low No_x : DLN) 가스 터빈용 연소기의 1차 노즐(primary nozzle)에 관한 것이며, 특히 천연 가스로 그리고 합성가스로 작동되는 1차 노즐용 이중 가스 연료 성능에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가스 터빈 파워 플랜트에 대한 규제 요구조건은 과거보다 계속해서 엄중하게 되고 있다. 세계적인 환경 기관은 새로운 그리고 기존의 가스 터빈 양자로부터의 NO_x와 다른 오염물질의 배기의 비율을 보다 낮출 필요가 있다. 연소 터빈(물 및 증기 분사)으로부터의 NO_x 배기를 감소시키는 종래의 방법은 많은 현장에서 요구되는 극히 낮은 수준에 도달하도록 그들의 능력이 제한된다.

[0003] 제너럴 일렉트릭 캄파니의 건식 저질소산화물(Dry Low No_x : DLN) 시스템은 단계적 사전혼합 연소 프로세스를 결합시키고, 가스 터빈의 SPEEDTRONIC(등록상표)은 연료 및 관련 시스템을 제어한다. 이러한 시스템은 2개의 주요 실행 수단을 포함할 수 있다. 하나의 수단은 가스 및 오일 연료 양자에서 기초부하에 요구되는 배기 레벨을 맞추는 동시에 가스 터빈의 부하 범위에 걸쳐서 이들 레벨의 변화를 제어하는 것이다. 제 2 수단은 시스템 작동성이다. 또한, DLN 연소 시스템의 설계는, 화염 존(배기 제어에 민감한 연소 파라미터)에서 등가 비율 및 잔류 시간이 저 NO_x를 달성하기에 충분히 낮게 되지만, 연소 노이즈(동역학), 부분 부하 작동의 안정성 및 CO 완전연소에 충분한 시간의 수용가능한 레벨을 갖는 하드웨어 특징부 및 작동 방법을 필요로 한다.

[0004] 제너럴 일렉트릭 캄파니의 DLN-1 연소기는 천연 가스 연료를 사용하도록 설계되고 액체 연료로 작동될 수 있는 2-스테이지 사전혼합 연소기이다. 연소기는 2차 연료 노즐 둘레에 대칭으로 배치된 복수의 1차 연료 노즐에 의해 둘러싸인 연소기의 중심 축에 위치한 2차 연료 노즐을 포함하는 연료 분사 시스템을 제공한다. DLN-1 연소기는 매우 낮은 배출 배기 레벨을 유지하는 동시에 희박 사전혼합 개념을 이용한 높은 효율 레벨을 유지한다. 희박 사전혼합 연소 프로세스에서, 연료 및 공기는 사전혼합 존에 대한 상이한 동적 특성을 갖는 공급원으로부터 별개로 공급된다. 이러한 희박 사전혼합 연소 프로세스는 확대될 수도 있는 약한 제한 진동 사이클이 가해져서, 연소 동역학으로 공지된 가스 압력 및 온도의 큰 변동을 유도할 수 있다. 초과 연소 동적 압력은 연소기의 손상을 유발할 수 있다. 희박 사전혼합 연소 시스템에 대한 연소 동적 압력 레벨은 연료 및 공기 공급 시스템을 사전혼합기에 조화시킴으로써 감소된다. DLN-1 연소기 1차 노즐은 공기 및 연료 입구에 교차하는 압력 강하를 사전혼합기 존과 실질적으로 동등화시킴으로써 연소기 사전혼합기 존내의 동적 압력 변동을 감소시킨다. 동등화는 연료 챔버로부터 사전혼합기까지 배출 오리피스의 상류의 1차 노즐의 연료 챔버내에 오리피스를 포함 시킴으로써 부분적으로 실행된다. 상류 오리피스는 공기 입구의 압력에 비교할만한 연료 챔버내에 연료 압력을 제공하며, 배출 오리피스는 공기 공급 압력 강하에 동등한 연료 압력 강하를 제공한다. 연료/공기 집중 진동으로부터 야기되는 사전혼합기 존내의 결과적인 압력 변동은 미국 특허 제 5,211,004 호에 개시된 바와 같이 실질적으로 최소화 또는 제거된다.

[0005] DLN-1 연소기는 광범위하게 사용된다. 그러나, 이들 연소기는 천연 가스 연소용으로 주로 설계되었다. 새로운

소비자 요구는 연소기가 선택적인 가스 연료의 유효성과 천연 가스 연료에 대한 증가된 비용과 관련하여 광범위한 연료 융통성을 갖게 할 것을 원하고 있다. 보다 상세하게, 소비자는 혼련된 합성가스로 작동될 수 있고, 또한 천연 가스 단독으로 작동될 수 있는(이중 연료 가요성) 연소기를 선호한다. 합성가스(합성 가스)는 수소 및 일산화탄소 그리고 때때로 이산화탄소의 혼합에 부여된 이름이다. 혼련된 합성가스는 천연 가스/수소/일산화탄소의 혼합물일 수 있다. 합성가스는 연소가 가능하며, 때때로 연료원으로서 사용되지만 천연 가스의 체적 에너지의 절반 이하일 수 있다. 합성가스에 대한 용적 유동 속도는 동일한 연소 화염 온도에 있어서 천연 가스 값의 용적 유동 속도의 2배보다 커야 하기 때문에, 합성가스 연료 압력 비율은, 천연 가스 연료로 현재 사용되는 동일한 1차 노즐이 합성가스로 작동되도록 사용된다면 극히 높을 수 있다(1.7 이상). 이러한 높은 연료 압력 비율은 연료 공급을 위한 추가적인 압축기를 필요로 할 수 있다.

[0006] 종래의 이중 연료 노즐 설계는 광범위하게 다양한 웨버(Wobbe) 수를 갖는 이중 가스 연료보다는 가스 및 액체 이중 연료 적용에 초점을 맞춰왔다. 여기에서, 연료의 웨버(Wobbe) 수는 표준 세제곱피트당 Btu에서 가스의 높은 가열 값을 공기에 대한 그 특정 중력의 제곱루트로 나뉘어서 규정된다. 가스의 웨버(Wobbe) 수가 높으면 높을수록, 가스의 양의 가열 값이 높게 된다. 마트링의 미국 특허 제 6,837,052 호를 포함한 다른 이중 연료의 특허들은 연소기의 기하학적 특성을 제한할 필요가 있는 추가적인 노즐의 추가를 채용하고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 따라서, 이중 연료가 광범위하게 상이한 웨버(Wobbe) 수를 갖는 이중 가스 연료를 포함하는 이중 연료로 작동될 수 있는 능력을 가진 DLN-1 연소기를 제공할 필요가 있다. 또한, 전체적인 연소기 구조에 대해서 주요한 변경이 없이 이러한 이중 연료 능력을 제공할 필요가 있다. 또한, 노즐 설계는 천연 가스 작동성에 나쁜 영향을 주지 않아야 하며, 유동, 혼합, 동역학 및 배기 패턴과 관련된 천연 가스 연소에 비교할만한 성능을 합성가스 연소에 제공하는 것이 보장되어야 한다.

과제 해결수단

[0008] 간략하게, 일 실시형태에 따르면, 2차 노즐 및 복수의 1차 노즐로 작동되는 가스 터빈의 연소기용의 이중 연료 1차 노즐이 제공된다. 1차 노즐은 2차 노즐 둘레에 동심으로 배치되며, 제 1 가스 연료 및 제 2 가스 연료, 가스 터빈 연소기로부터의 압축된 공기 및 퍼지 공기를 포함하는 가스 연료가 이중 연료 1차 노즐에 공급된다. 이중 연료 1차 노즐 혼합 챔버를 포함한다. 외부 연료 회로는 혼합 챔버와 유체 연통되고, 공기의 소용돌이된 혼합물 그리고 제 1 가스 연료 및 제 2 가스 연료를 방출하도록 구성된다. 내부 연료 회로는 혼합 챔버와 유체 연통되고, 외부 연료 회로가 제 1 가스 연료를 방출한다면 퍼지 공기를 방출하도록 구성되고 그리고 외부 연료 회로가 제 2 가스 연료를 방출한다면 제 2 가스 연료를 방출하도록 구성된다.

[0009] 본 발명의 제 2 실시형태에 따르면, 연소기의 중심 축상에 위치한 2차 노즐로 작동되는 DLN-1 가스 터빈의 연소기용의 이중 연료 1차 노즐을 제공하는 것이며, 복수의 1차 노즐은 2차 노즐 둘레에 동심으로 배치되어 있는, 방법이 제공된다. 이러한 구성에서, 제 1 가스 연료, 제 2 가스 연료, 가스 터빈 압축기로부터의 압축된 공기 및 퍼지 공기는 이중 연료 1차 노즐에 공급될 수 있다.

[0010] 이 방법은 메인 본체와, 메인 본체로부터 하류의 혼합 챔버와, 메인 챔버의 전방 단부 그리고 혼합 챔버로부터의 상류에 위치한 소용돌이기를 제조하는 단계를 포함한다. 소용돌이기는 메인 본체로부터 반경방향으로 연장되는 다중 소용돌이 베인을 포함한다. 또한, 소용돌이기는, 제 1 가스 연료 또는 제 2 가스 연료가 들어가게 허용하도록 메인 본체의 외부 챔버와, 그리고 압축된 공기와, 외부 챔버로부터 혼합 챔버내로 주입된 제 1 가스 연료 또는 제 2 가스 연료중 어느 하나의 소용돌이된 혼합물을 방출하기 위해 연료 챔버와 유체 연통시키기 위한 수단을 포함한다. 또한, 이 방법은 메인 본체내에 중앙 챔버를 형성하는 단계를 포함하며, 중앙 챔버는 내부 연료 회로로부터 제 2 가스 연료 또는 퍼지 공기중 어느 하나를 수용하도록 구성되며, 혼합 챔버로부터 배출하기 위한 연료 연통 수단을 포함한다. 또한, 이 방법은 메인 본체내에 외부 챔버를 형성하는 단계를 포함하며, 외부 챔버는 외부 연료 회로로부터 제 1 가스 연료 또는 제 2 가스 연료중 어느 하나를 수용하도록 구성되며, 제 1 가스 연료 또는 제 2 가스 연료를 소용돌이기의 다중 소용돌이 베인내로 배출하기 위해 유체 연통되는 수단을 포함한다.

[0011] 또한, 이 방법은 메인 챔버의 외부 챔버의 외부 벽에 의해 반경방향 내측에 경계를 형성하고 그리고 소용돌이기의 소용돌이 베인에 의해 하류측으로 경계를 형성하는 외부 체적(헤드엔드 챔버)으로부터의 압축된 공기를 수용

하며, 외부 체적은 외부 챔버로부터의 제 1 가스 연료 또는 제 2 가스 연료중 어느 하나와 소용돌이 베인에 의해 혼합시키기 위해 가스 터빈 압축기로부터의 압축된 공기를 수용하도록 구성된다.

[0012] 제 1 가스 연료 또는 제 2 가스 연료중 어느 하나는 외부 연료 회로로부터의 외부 챔버내에 수용되어 있다. 공기 퍼지는 제 1 가스 연료가 외부 챔버에 공급될 때 중앙 챔버내의 내부 연료 회로에 의해 수용된다. 또한, 이 방법은 제 2 가스 연료가 외부 챔버에 공급될 때 그리고 일단 외부 연료 회로에 대한 압력 비율이 소정 값에 도달했다면 내부 연료 회로로부터 중앙 챔버까지 제 2 가스 연료를 수용한다.

[0013] 내부 연료 회로 및 외부 연료 회로에 대한 연료 압력 비율은 내부 연료 회로 및 외부 연료 회로 양자에서 제 2 가스 연료로 작동될 때 소정 값 이하로 유지된다.

[0014] 본 발명의 다른 실시형태에 따르면, 중심 노즐 둘레에 동심으로 배치된 다중 1차 노즐을 갖는 연소기의 중심 축에 위치한 2차 노즐로 작동되는 DLN-1 가스 터빈용의 이중 연료 1차 노즐로 작동되는 방법이 제공되며, 제 1 가스 연료, 제 2 가스 연료, 가스 터빈 압축기로부터의 압축된 공기 및 퍼지 공기는 이중 연료 1차 노즐에 공급된다. 이 방법은 외부 연료 회로를 형성하는 단계와, 내부 연료 회로를 형성하는 단계와, 메인 본체의 외부 챔버의 외부 벽에 의해 반경방향 내측에 경계를 형성하고 그리고 소용돌이기의 소용돌이 베인에 의해 하류측으로 경계를 형성하는 외부 체적으로부터의 압축된 공기를 수용하는 단계를 포함하며, 외부 체적은 외부 챔버로부터의 제 1 가스 연료 또는 제 2 가스 연료중 어느 하나와 소용돌이 베인에 의해 혼합시키기 위해 가스 터빈 압축기로부터의 압축된 공기를 수용하도록 구성된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 이들 및 다른 특징, 실시형태 및 장점은 도면을 통해 유사한 구성요소는 유사한 특징부를 가리키는 첨부 도면을 참조하여 하기의 상세한 설명을 읽으면 명료해진다.

[0016] 본 발명의 하기의 실시예는 DLN-1 연소기의 1차 노즐이 제 1 가스 연료 또는 제 2 가스 연료를 선택적으로 연소시키게 하는 많은 장점을 갖고 있으며, 이들 2개의 가스 연료는 광범위하게 다른 에너지 함유량을 갖고 있을 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 천연 가스는 제 1 가스 연료일 수 있으며, 합성가스는 제 2 가스 연료일 수 있다. 또한, 합성 연료는 천연 가스/수소/일산화탄소(NG/H₂/CO)의 20%/36%/44% 조합일 수 있다. 본 발명은 전체 성능을 유지하면서 이중 연료 작동(천연 가스 및 H₂/CO 혼련 합성가스)용의 DLN 연소기의 1차 노즐의 설계를 제공하는 것에 관한 것이다.

[0017] 연소기용의 전체 설계 방법은 1차 노즐에 대한 이중 연료 성능을 갖고서 2차 노즐에서 천연 가스를 연소시키는 것이다. 따라서, 연소기는 2차 노즐에 보급하는 100% 천연 가스로 그리고 1차 노즐에 보급하는 합성가스로 새롭게 작동될 수 있거나, 이전과 같이 제 2 노즐에 대해 100% 천연 가스 그리고 1차 노즐에 대해 100% 천연 가스로 계속 작동되게 할 수 있다.

[0018] 도 1은 예시적인 가스 터빈 엔진(100)의 개략도이다. 엔진(100)은 압축기(102)와, 원주방향으로 이격된 복수의 연소기(104)를 포함한다. 또한, 엔진(100)은 터빈(108) 및 공동 압축기/터빈 샤프트(110)(때때로 로터(110)라고도 함)를 포함한다.

[0019] 작동시, 공기는 압축기(102)를 통해서 흐르며, 그 결과 압축된 공기는 연소기(104)로 공급된다. 연료는 연소기(104)내에서 연소기 영역으로 흐르며, 상기 연소기(104)에서 연료는 공기와 혼합되고 점화된다. 연소 가스가 생성되어 터빈(108)으로 흐르며, 터빈(108)에서 가스 스트림 열 에너지는 기계적인 회전 에너지로 변환된다. 터빈(108)은 샤프트(110)에 회전가능하게 결합되어 샤프트를 구동한다. 여기에서 사용된 용어 "유체(fluid)"는 가스 및 공기를 포함해 흐르는 모든 매체 또는 물질을 포함하지만, 이들 가스 및 공기로 제한되지 않는다.

[0020] 도 2는 DLN 연소기(205)의 개략적인 도면이다. 연소기용의 연료 분사 시스템은 2차 노즐(210)과, 이 2차 노즐 둘레에 반경방향으로 배치된 다중 1차 노즐(220)을 포함한다. 압축기(도시하지 않음)로부터의 가압된 공기(233)는 연소기(도시하지 않음) 사이의 전이 피스내의 흐름 채널을 통해 그리고 다음에 흐름 슬리브(235)와 연소 라이너(240) 사이의 연소 챔버 냉각 통로(228)를 통해 흐른다. 가압된 공기(233)는 1차 노즐(220) 및 2차 노즐(210)을 둘러싸는 캐비티(236)내로 계속 흐른다. 1차 및 2차 노즐은 엔드커버(245)에 의해 지지되어 있다.

[0021] 예혼합 모드에서, 연료는 1차 및 2차 양 노즐에 공급된다. 1차 노즐에 있어서, 연료 및 공기는 혼합 챔버(225)에서 혼합된다. 혼합 챔버는 연소기 주 벽(241), 캡/중심체(242) 및 벤츄리(244)의 전방 벽(243)에 의해 형성될 수 있다. 연료 및 공기는 연소 챔버(250)에서 점화된다. 케이싱(230)은 둘러싸는 터빈 부품과 같은 외측 환경으로부터 연소 챔버(250)를 분리시킨다. 연소 가스는 생성되어, 전이 피스(도시하지 않음)를 통해 연소 챔

버(250)로부터 터빈 노즐(도시하지 않음)을 향해 흐른다.

- [0022] 천연 가스 및 합성가스는 공통 연료 노즐에서의 작동에 나쁜 영향을 주는 몇몇 현저하게 상이한 특징을 갖고 있다. 합성가스에 대한 용적 흐름 속도가 동일한 연소 화염 온도를 제공하기 위해 요구되는 NG 값의 두배보다 클 때, NG 연료용의 동일한 1차 노즐이 사용된다면 합성가스 연료 압력 비율은 극히 높을 수 있다(1.7 초과). 보다 크게 필요한 합성가스의 용적 흐름을 구동시키기 위해 필요한 극히 높은 압력 비율은, 이러한 높은 압력으로 가스 연료를 압축시키기 위해 요구되는 추가적인 압축기를 필요로 하기 때문에 수용할 수 없다. 따라서, 천연 가스로 1차 노즐의 작동성을 유지하고, 동시에 그 합성가스 작동 압력 비율을 감소시키기 위해서, 1차 노즐은 외부 연료 회로 및 내부 연료 회로를 포함한다. 천연 가스(NG) 작동에 있어서, 천연 가스 연료는 단지 외부 연료 회로를 통해서만 통과하며, 내부 연료 회로는 공기 퍼지된다. 합성가스 작동에 있어서, 처음에 합성가스 연료는 외부 연료 회로를 통해 진행된다. 일단 외부 연료 회로 연료 분사 압력 비율이 소정 값(노즐 작동을 위해 수용 가능한 것으로 고려되는 약 1.4)에 도달하면, 내부 연료 회로는 내부 및 외부 연료 회로 양자에서 소정 값 이하로 각 노즐에 대한 연료 압력 비율을 유지하도록 개방된다. 동시에, 이중 연료 1차 노즐은 희박 혼합 및 배기 제어에 대해서 본래의 DLN-1 1차 노즐의 바람직한 특성을 유지한다. 또한, 이중 연료 1차 노즐은 공기 및 연료 입구를 횡단하는 압력 강하를 예혼합기 존과 실질적으로 동등화시킴으로써 연소기 예혼합기 존내의 동적 압력 변동의 감소를 개선한다.
- [0023] 따라서, 이중 연료 성능은 노즐의 개수를 변경시키거나 연소기의 구조를 주로 변경시킬 필요없이 2차 연료 회로를 추가시킴으로써 성취된다. 이중 연료 회로는 많은 장점을 가지며, 연소 챔버로 분사된 연료 형태, 공기 및 희석물의 많은 조합이 가능하게 한다. 또한, 2개의 연료 회로는 별개의 제어로 2개의 상이한 형태의 연료의 공동발화를 가능하게 한다. 2개의 연료 회로는 내부 연료 회로와 외부 연료 회로 사이의 연료 분열을 변경시킴으로써 연료/공기 혼합 프로파일, 원동력, 1차 사전점화 및 배기의 효율적인 제어를 가능하게 한다. 또한, 2개의 연료 회로는 회로중 하나를 통해 1차 챔버내로의 희석액 분사를 가능하게 한다. 연료 회로중 어느 하나는 공기 또는 희석액 퍼지일 수 있다.
- [0024] 특히, 내부 연료 회로는 모든 가스상 연료의 내구성의 확산 연소 모드로 작동될 수 있다. 내부 연료 회로는 노즐의 하류의 신속한 연료/공기 혼합을 제공한다. 또한, 내부 연료 회로를 통한 공기 퍼지 또는 희석액 퍼지는 외부 연료 회로를 통해 제공되는 천연 가스 작동에 무시할만한 영향을 준다.
- [0025] 1차 노즐의 NG 작동성을 유지하고, 동시에 그 합성가스 작동 압력 비율을 감소시키기 위해서, 이중 연료 1차 노즐은 도 3a, 도 3b 및 도 4에 도시된 바와 같이 제공된다. 도 3a는 이중 연료 1차 노즐의 일 실시예의 측면향 단면도를 도시한 것이다. 도 3b는 1차 노즐을 통한 연료 및 공기의 흐름을 도시한 것이다. 도 4는 하류 혼합 챔버로부터의 이중 연료 1차 노즐의 도면이다. 이중 연료 1차 노즐(300)은 메인 본체(310)와, 메인 본체의 전방 단부에서의 소용돌이기(320) 및 메인 본체 및 소용돌이기로부터 하류의 혼합 챔버(330)를 포함한다. 메인 본체는 외부 연료 회로(301) 및 내부 연료 회로(302)를 제공한다. 압축된 공기 입구(340)는 가스 터빈용 압축기로부터의 압축된 공기가 소용돌이기(320)의 소용돌이 베인(325)에 들어가도록 노즐(300) 외부에 제공된다.
- [0026] 외부 연료 회로(301)는 연소기(도시하지 않음)의 배면판을 통해 외부 가스 공급부로부터의 가스 연료를 수용하는 1차 챔버(350)와, 1차 챔버(350)로부터의 가스 연료를 수용하는 2차 챔버(360)를 포함한다. 1차 챔버(350) 및 2차 챔버(360)는 노즐(300)의 중심 축(305)을 중심으로 환형으로 중심설정될 수 있다. 1차 챔버(350) 및 2차 챔버(360)는 챔버 분리기 벽(352)에 의해 분리될 수 있으며, 상기 챔버 분리기 벽은 챔버 사이에서의 가스 연료의 흐름을 제어하는 복수의 사전-오리피스(355)를 포함할 수 있다. 2차 챔버(360)의 전방 단부(362)는 가스 터빈(도 1)의 압축기로부터의 압축된 공기(340)와 혼합시키기 위해서 가스 연료를 소용돌이기(320)내로 배출하기 위한 복수의 분사 구멍(365)을 포함할 수 있다.
- [0027] 내부 연료 회로(302)는 노즐(300)의 중심 축(350) 둘레에 중심설정된 중심 챔버(370)를 포함하며, 이 중심 챔버는 연소기(도시하지 않음)의 배면판을 통해 외부 가스 공급부로부터의 가스 연료를 수용한다. 중심 챔버(370)는 환형 벽(372)에 의해 제 1 연료 회로(301)의 1차 챔버(350) 및 2차 챔버(360)로부터 반경방향으로 분리될 수 있으며, 전방 단부(374)에서 테이퍼될 수 있다. 중심 챔버(370)의 전방 단부(374)의 원뿔형 노즈(375)는 혼합 챔버(330)내로 소용돌이기(320)의 중심을 통해 연장되며, 이에 의해 내부 연료 회로(302)로부터 혼합 챔버(330)내로 직접 배출이 가능하게 한다. 원뿔형 노즈(375)는 복수의 분사 구멍을 포함할 수 있다. 바람직한 실시예에 있어서, 중앙 분사 구멍(377)은 노즐(300)의 중심 축(305)을 따라 제공될 수 있으며, 8개의 주변 분사 구멍(378)은 중심 축에 대한 분사 각도(379)를 포함해서 중앙 분사 구멍(377) 둘레에 반경방향 및 원주방향으로 대칭으로 배치될 수 있다. 분사 구멍 사이즈, 분사 각도 및 위치는 본래의 DLN 1차 노즐에 대한 이중 연료 1차

노즐의 성능에 따른 나쁜 영향을 최적화하고 그리고 노즐 배출에 대해서 차이가 단지 국부적으로 제한되도록 배치될 수 있다.

- [0028] 이중 연료 1차 노즐의 바람직한 실시예에 있어서, 복수의 사전-오리피스(355)는 노즐(300)의 중심 축(305)을 중심으로 반경방향 및 원주방향으로 대칭으로 배치된 8축 배향 오리피스를 포함할 수 있다. 바람직한 실시예는 소용돌이기(320)로의 입구와 연통하는 제 2 챔버(360)의 전방 단부(362)를 관통하는 16개의 분사 구멍(365)을 포함할 수 있으며, 외부 연료 회로(301)로부터의 배출은 공기 입구 경로로부터 소용돌이기 베인(325)내로의 압축된 공기(340)의 횡유동으로 소용돌이화된다. 분사 구멍 사이즈, 분사 각도(329) 및 위치는 본래 연료 1차 노즐과의 비교가능한 성능을 유지하고 차이를 단지 국부적으로 한정하도록 최적화된다. 사전-오리피스(355)는 챔버 분리기 벽(352)을 통해 연장되어 복수의 분사 구멍(365)에 대한 제 2 챔버(360)내의 연료 압력을 소정의 압력에 가깝게 감소시키며, 이에 의해 공기 공급 입구 개구 및 분사 구멍은 실질적으로 동일한 압력 강하가 이뤄지며, 따라서 혼합 챔버(330)내의 연료-공기 농도 변동을 실질적으로 최소화 또는 감소시킨다. 이러한 방법에서, 외부 연료 회로(302)는 예혼합기내의 연료-공기 농도 변동을 완화시키는 DLN-1 1차 노즐의 기능을 반복하며, 이에 의해 연소 동력 성능의 유지를 용이하게 한다.
- [0029] 도 3b는 1차 노즐을 통한 연료 및 공기 경로를 도시하는 도면이다. 천연 가스(NG)의 작동에 있어서, NG(380)는 외부 연료 회로로 공급되고, 피지 공기(390)는 내부 연료 회로로 공급된다. 합성가스의 작동에 있어서, 합성가스(385)는 외부 연료 회로 및 내부 연료 회로 양자에 공급된다. 혼합된 연료 및 가스(외측흐름)(395)는 혼합 챔버(330)에서 유동 및 혼합된다.
- [0030] 도 4는 1차 노즐(300)의 일 실시예의 하류 면의 도면이다. 메인 본체(310)내에 있어서, 내부 연료 회로의 원뿔형 노즐(375)는 중앙 분사 구멍(377) 및 주변 분사 구멍(378)을 포함한다. 소용돌이기(320)는 복수의 소용돌이 베인(325)을 포함하며, 외부 연료 회로로부터의 분사 구멍(365)은 외부 연료 회로의 가스 연료를 소용돌이 베인(325) 사이의 공기 흐름으로 분사한다. 천연 가스 작동에 있어서, NG는 분사 구멍(365)을 통해서만 제공되는 반면에, 공기 피지는 중앙 분사 구멍(377) 및 주변 분사 구멍(378)을 통해 제공된다. 합성가스 작동에 있어서, 합성가스는 외부 연료 회로의 양 분사 구멍(365)과, 내부 연료 회로의 중앙 분사 구멍(377) 및 주변 분사 구멍(378)을 통해 제공된다.
- [0031] 컴퓨터 유체 동역학(computational fluid dynamics : CFD) 시뮬레이션 기구는 영향을 국부적으로 제한하고 전체적인 성능이 변경되지 않게 유지하도록 설계 최적화를 위해 사용된다. 새로운 설계는 1차 연료 챔버, 8개 사전-오리피스, 2차 연료 챔버 및 16개 연료 분사 구멍을 포함하는 외부 연료 회로를 갖고 있다. 외부 연료는 소용돌이기 공기 통로를 향해 분사되고, 횡흐름 공기와 혼합된다. 내부 연료 회로는 1차 챔버 및 9개 분사 구멍을 포함한다. 연료 구멍 사이즈, 분사 각도 및 구멍 위치는 전체 성능에의 영향을 최소화기 위해서 CFD를 이용하여 최적화된다.
- [0032] 연료 압력 비율, 연료 구멍 사이즈, 인젝터 소용돌이 각도, 인젝터 반경방향 각도 및 인젝터 위치를 포함하는 설계 파라미터의 조합은 합성가스 작동에 대한 설계 최적화를 위해 선택되었다. 이 결과는, 파라미터 조합의 적절한 선택에 의해, 노즐의 제 1 절반내에서 연료 효력의 영향을 제한할 수 있다는 것을 증명한다. 노즐 하류 및 근방은 합성가스 연료가 NG의 것으로 점차 수렴함에 따라 흐름 및 혼합 패턴을 빠져나간다.
- [0033] CFD는 전체 연소기 성능을 높게 유지하도록 내부 연료 회로, 연료 구멍 사이즈, 분사 각도 및 구멍 위치를 최적화하는데 사용되었다. 새롭게 설계된 노즐은 천연 가스와, H₂/CO 혼련 합성가스 양자에 대해 테스트되었다. 테스트 결과는, 새로운 노즐은 천연 가스 및 H₂/CO 혼련 합성가스 양자 뿐만 아니라 천연 가스로 작동하는 단일 연료 1차 노즐에 대해서 동등하게 실행되는 것을 증명했다.
- [0034] 천연 가스 작동 동안에, 내부 연료 회로는, 하류 연소기 화염이 내부 연료 회로로 역류해서 손상시키지 않게 유지하도록 공기 피지되어야 한다. NG 작동에 있어서, 기류 피지된 내부 연료 회로가 노즐 작동성에 영향을 미치는지가 상당한 성능의 관점이다. NG 작동성을 평가하기 위해서, 2개 노즐 성능 경우가 시뮬레이트되었다. 양 성능 케이스는 외부 연료 회로를 통해 작동되지만, 단지 하나는 공기 피지된 내부 회로를 갖고 있다. 이들 시뮬레이션 결과는, 내부 연료 회로를 통한 공기 피지가 노즐 분사 위치에 근접한 흐름 및 혼합만을 변경시키는 것을 명료하게 증명하였다. 노즐의 하류에서, 흐름 및 혼합 패턴은 서로 완전히 유사하다.
- [0035] 도 5a 및 도 5b는 공기 피지를 갖고 그리고 공기 피지를 갖지 않는 천연 가스 작동 사이에서의 흐름 및 혼합의 이중 연료 1차 노즐의 일 실시예에 대한 비교를 도시한 것이다. 도 5a는 내부 연료 회로(510)상의 공기 피지를 갖는 천연 가스 작동에 대한 노즐 축을 따르는 단면 평균 연료/공기 순수도와, 내부 연료 회로(520)상의 공기

퍼지를 갖지 않는 천연 가스 작동에 대한 노즐 축을 따르는 단면 평균 연료/공기 순수도를 도시한 것이다. 도 5b는 내부 연료 회로(530)상의 공기 퍼지를 갖는 천연 가스 작동에 대한 노즐 축을 따르는 속도 불균일도와, 내부 연료 회로(540)상의 공기 퍼지를 갖지 않는 천연 가스 작동에 대한 노즐 축을 따르는 불균일도를 도시한 것이다. 이들 시뮬레이션은, 내부 회로 공기 퍼지는 단지 노즐 분사 위치에 근접한 흐름 및 혼합을 변경시키지만, 순수도 및 속도 불균일도는 혼합 챔버내의 하류로 일반적으로 수렴되는 것을 증명한다. 또한, 분석은 노즐 분사로부터의 하류의 비교가능한 축방향 속도, 연료/공기 등가 비율 및 흐름 벡터를 나타낸다. 따라서, 재설계된 이중 연료 1차 노즐은 그 본래의 설계와 비교할 때 그 NG 작동성을 변경시키지 않는다. NG 작동성이 이중 연료 노즐 재설계에 의해 변경되지 않는다는 것의 실험 데이터는 컴퓨터 시뮬레이션으로 확인했다.

[0036] 합성가스 작동에 있어서, NG와 비교할 때 고효율 합성가스 흐름 속도는 본래의 흐름 및 혼합 패턴을 불가피하게 변경시킬 것이다. 다시 CFD는 전체 성능에의 최소 영향을 달성하기 위해 이중 연료 1차 노즐 설계를 최적화하기 위한 도구로서 사용되었다. 연료 압력 비율, 연료 구멍 사이즈, 분사기 소용돌이 각도, 분사기 반경방향 각도 및 분사기 위치를 포함한 설계 파라미터의 조합은 설계 최적화를 위해 이용되었다. 도 6a 치 도 6b는 천연 가스 작동과 합성가스 작동 사이에서 혼합 챔버내의 연료/공기 순수도 및 속도 불균일도의 이중 연료 1차 노즐의 일 실시예에 대한 비교를 도시한 것이다. 도 6a는 천연 가스 작동(610)에 대한 노즐 축을 따르는 단면 평균 연료/공기 순수도와 합성가스 작동(620)에 대한 노즐 축을 따르는 단면 평균 연료/공기 순수도를 도시한 것이다. 도 6b는 천연 가스 작동에 대한 노즐 축(630)을 따르는 속도 불균일도와, 합성가스 작동에 대한 노즐 축(640)에 따르는 속도 불균일도를 도시한 것이다. 또한, 분석은 축방향 속도, 연료/공기 등가 비율 및 흐름 벡터 사이의 차이가 하류 혼합 챔버의 제 1 절반으로 제한될 수 있음을 나타낸다. 이들 시뮬레이션은, 적절한 파라미터 조합 선택에 의해서, 순수도 및 속도 불균일도 값이 천연 가스 및 합성가스 작동 양자에 대해서 혼합 챔버내의 하로 대체로 수렴하는 것을 명확하게 증명한다. 따라서, 이중 연료 1차 노즐은 그 본래 설계에서의 천연 가스로의 작동성과 비교할 때 합성가스에 대한 작동성이 차이가 없다.

[0037] 본 발명은 천연 가스로부터 합성가스(혼련된 연료)와 같이 광범위한 웨버(Wobbe) 수 범위로 DLN-1 연소기 가스 연료의 연료 유연성을 확장한다. CFD는 전체 연소기 성능을 높게 유지하기 위해서 연료 구멍 사이즈, 분사 각도 및 구멍 위치를 최적화하는데 사용되었다. 1차 노즐을 제외하고 전체 연소기에 대한 변경은 필요없다. 내부 연료 회로는 연료 용적 흐름 범위를 팽창시키기 위해 각 1차 노즐에 추가되었다. 노즐은 천연 가스 및 혼련된 합성가스 양자에 대해 테스트되었다. 테스트 결과는, 새로운 노즐이 천연 가스 및 혼련된 합성가스 양자에 대한 단일 연료 노즐로서 실시될 수 있음을 증명했다.

[0038] 다양한 실시예를 설명하였지만, 요소의 다양한 조합, 변경 또는 개선이 본 발명의 영역내에서 이뤄질 수 있다는 것을 명세서로부터 이해할 수 있을 것이다.

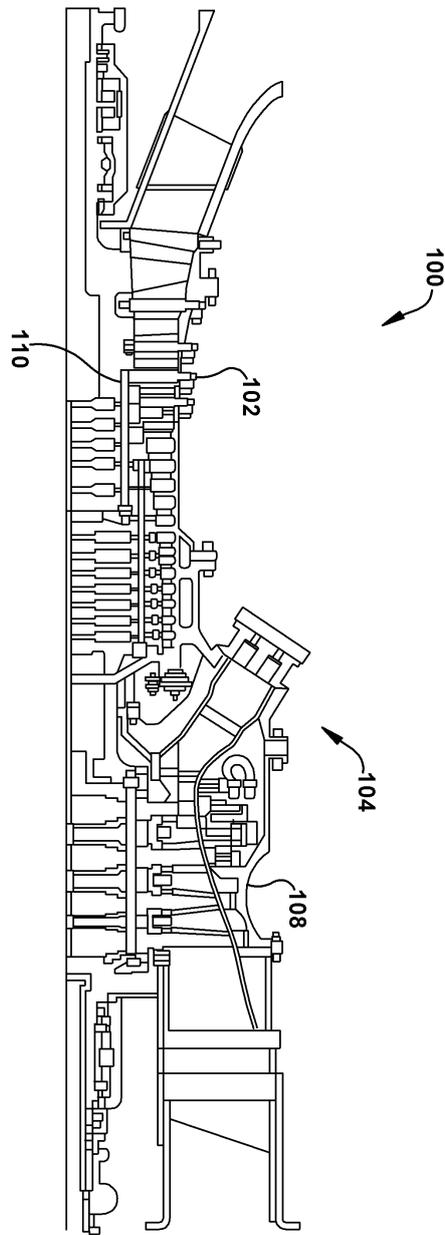
도면의 간단한 설명

- [0039] 도 1은 예시적인 가스 터빈 엔진의 개략도,
- [0040] 도 2는 DLN 연소기의 개략도,
- [0041] 도 3a는 이중 연료 1차 노즐의 일 예의 축방향 단면도,
- [0042] 도 3b는 1차 노즐을 통한 연료 및 공기의 흐름을 도시하는 도면,
- [0043] 도 4는 하류 혼합 챔버로부터 본 이중 연료 1차 노즐의 일 예를 도시하는 도면,
- [0044] 도 5a 및 도 5b는 공기 퍼지를 구비하고 그리고 공기 퍼지를 갖지 않은 천연 가스 작동 사이에서의 혼합 챔버내의 흐름 및 혼합의 이중 연료 1차 노즐의 일 실시예에 대한 비교를 도시하는 도면,
- [0045] 도 6a 및 도 6b는 천연 가스와 합성가스 작동 사이의 혼합 챔버내의 흐름 및 혼합의 이중 연료 1차 노즐의 일 실시예에 대한 비교를 도시하는 도면.
- [0046] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- [0047] 100 : 가스 터빈 엔진 102 : 압축기
- [0048] 104 : 연소기 108 : 터빈
- [0049] 110 : 로터 205 : DLN 연소기

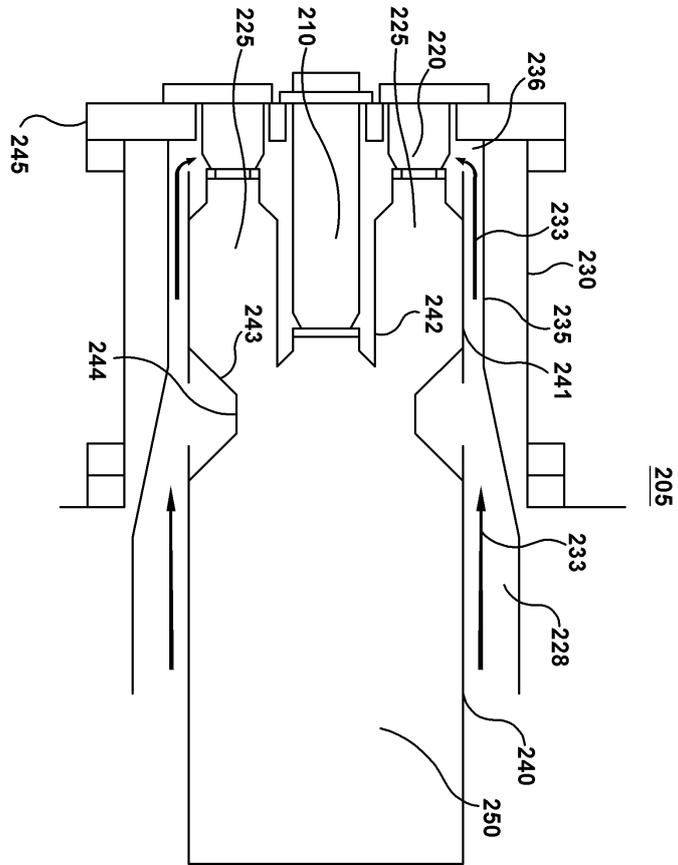
[0050]	210 : 2차 노즐	220 : 1차 노즐
[0051]	228 : 냉각 통로	233 : 압축된 공기
[0052]	235 : 유동 슬리브	236 : 캐비티
[0053]	241 : 주 벽	242 : 캡/중심체
[0054]	243 : 전방 벽	244 : 벤츄리
[0055]	240 : 연소 라이너	245 : 단부 커버
[0056]	300 : 이중 연료 1차 노즐	301 : 외부 연료 회로
[0057]	302 : 내부 연료 회로	305 : 중심 축
[0058]	310 : 메인 본체	320 : 소용돌이기
[0059]	325 : 소용돌이 베인	330 : 혼합 챔버
[0060]	340 : 압축된 공기 입구 경로	345 : 외부 챔버
[0061]	350 : 1차 챔버	352 : 챔버 분리기 벽
[0062]	355 : 사전-오리피스	360 : 2차 챔버
[0063]	362 : 전방 단부	365 : 분사 구멍
[0064]	370 : 환형 벽	372 : 환형 벽
[0065]	374 : 전방 벽	385 : 원뿔형 노즐
[0066]	376 : 분사 구멍	377 : 중앙 분사 구멍
[0067]	378 : 주변 분사 구멍	379 : 분사 각도
[0068]	380 : 천연 가스	385 : 합성가스
[0069]	390 : 퍼지 공기	

도면

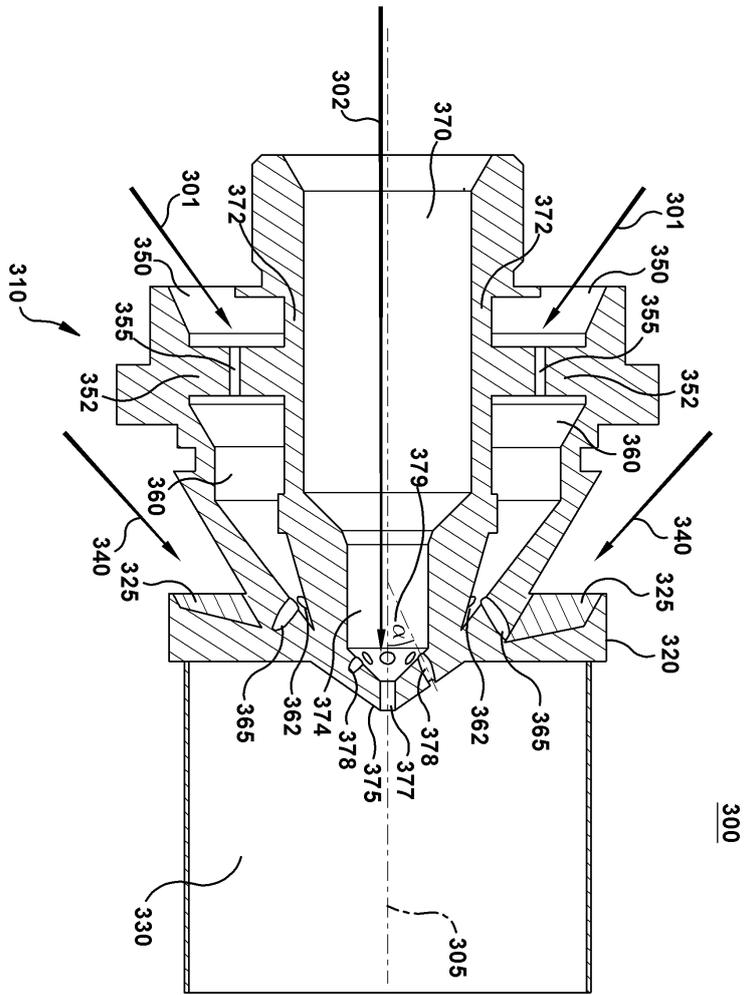
도면1



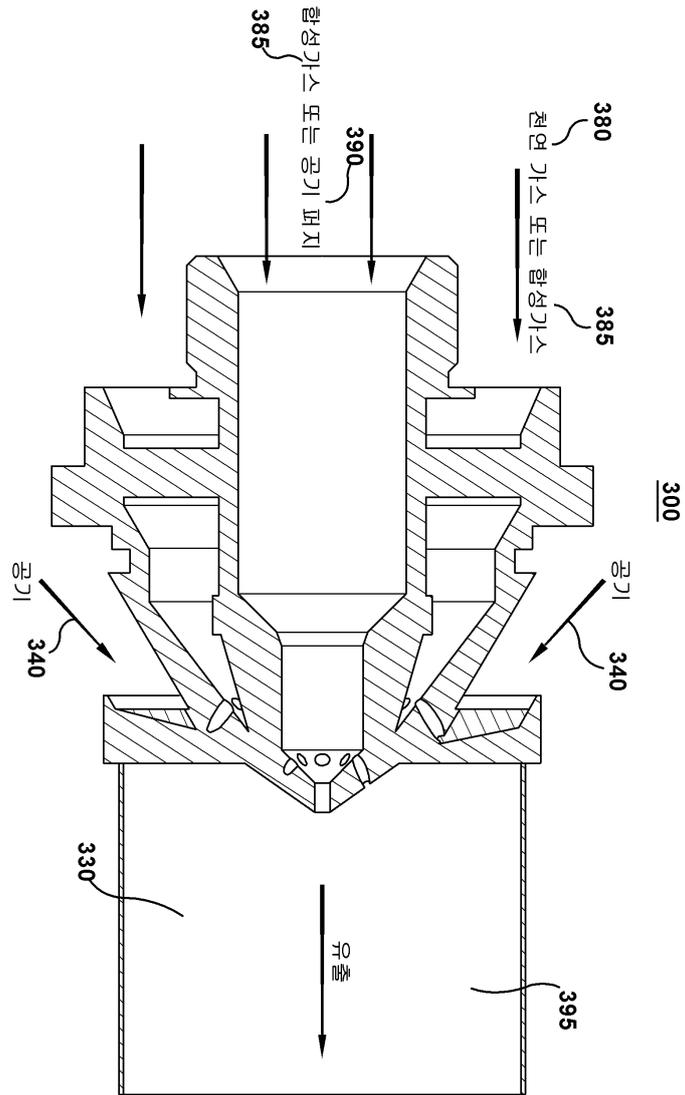
도면2



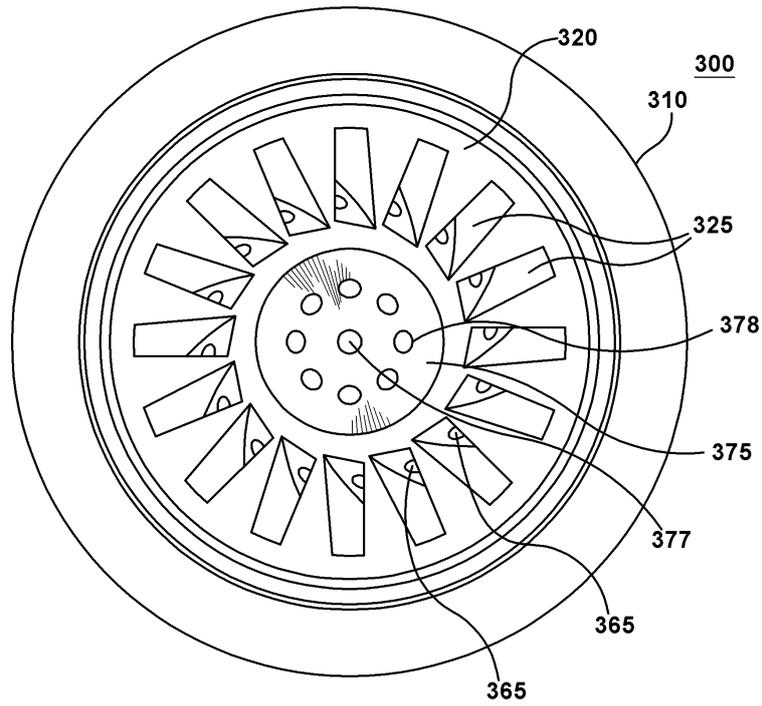
도면3a



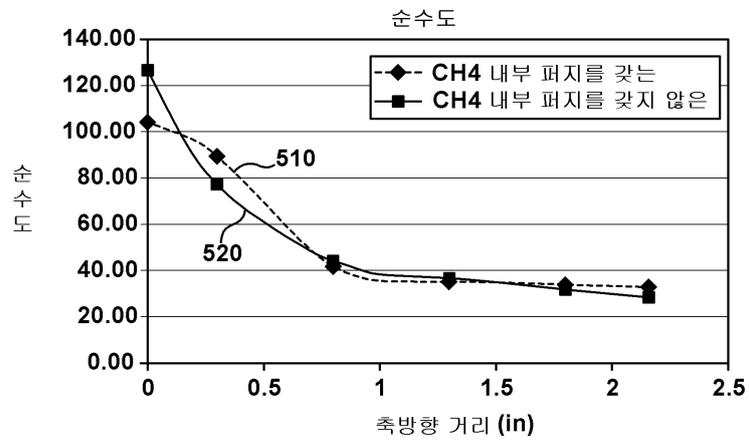
도면3b



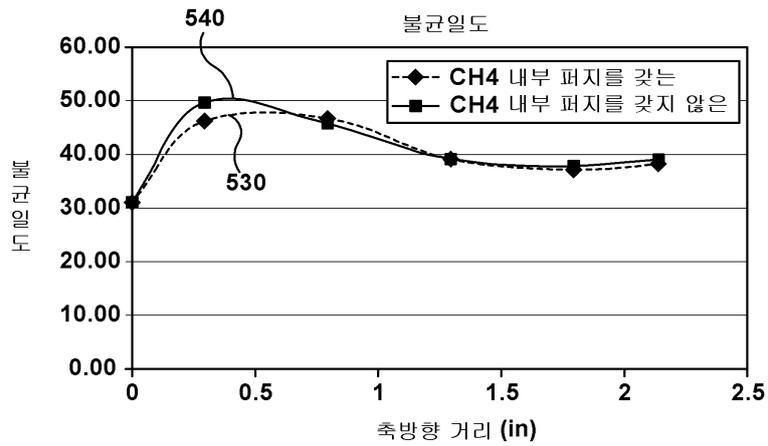
도면4



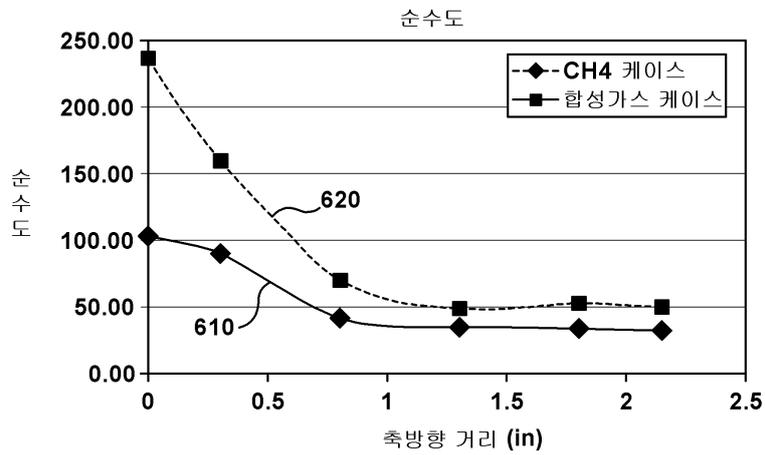
도면5a



도면5b



도면6a



도면6b

