

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0083377
(43) 공개일자 2024년06월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F23R 3/42 (2006.01) F23M 5/08 (2006.01)
F23R 3/14 (2006.01) F23R 3/20 (2006.01)
F23R 3/28 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F23R 3/42 (2013.01)
F23M 5/085 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0167442

(22) 출원일자 2022년12월05일

심사청구일자 2022년12월05일

(71) 출원인

한국항공우주연구원

대전광역시 유성구 과학로 169-84 (어은동)

(72) 발명자

김형모

대전시 유성구 과학로 169-84

김재호

대전시 유성구 과학로 169-84

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 플러스

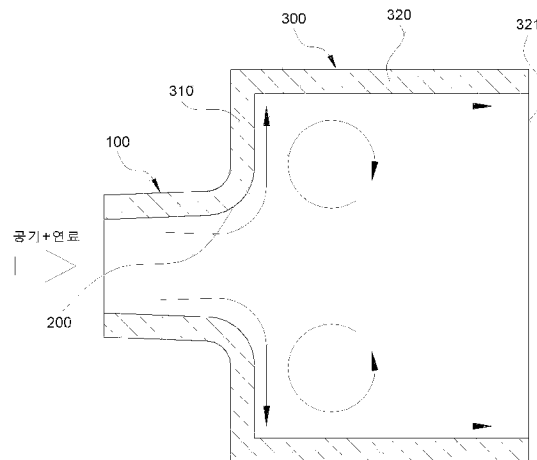
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 코안다 효과를 이용한 연소기

(57) 요약

본 발명의 코안다 효과를 이용한 연소기는 연료 및 공기가 유입되는 유입부; 상기 유입부 보다 내경이 크게 형성되고, 일측이 상기 유입부에 연결되며 타측에 연소된 가스가 배출되는 출구가 형성되며, 유입된 연료 및 공기가 연소되는 연소 챔버; 및 상기 유입부와 연소 챔버 사이에 배치되어 상기 유입부와 연소 챔버를 연결하며, 상기 유입부에서 연소 챔버 쪽으로 가면서 유동 단면적이 점차 넓어지는 형태로 만곡되게 형성된 만곡부;를 포함하여 이루어져, 화염이 안정화 및 저공해 연소를 구현할 수 있는 코안다 효과를 이용한 연소기에 관한 것이다.

배치도 - 도1



(52) CPC특허분류

F23R 3/14 (2013.01)

F23R 3/20 (2013.01)

F23R 3/28 (2013.01)

(72) 발명자

이상윤

대전시 유성구 과학로 169-84

이동호

대전시 유성구 과학로 169-84

허재성

대전시 유성구 과학로 169-84

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711170902

과제번호 FR22D01

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국항공우주연구원

연구사업명 한국항공우주연구원연구운영비지원(주요사업비)

연구과제명 유인 미래모빌리티 하이브리드 추진시스템 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한국항공우주연구원

연구기간 2021.01.01 ~ 2026.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

연료 및 공기가 유입되는 유입부;

상기 유입부 보다 내경이 크게 형성되고, 일측이 상기 유입부에 연결되며 타측에 연소된 가스가 배출되는 출구가 형성되며, 유입된 연료 및 공기가 연소되는 연소 챔버; 및

상기 유입부와 연소 챔버 사이에 배치되어 상기 유입부와 연소 챔버를 연결하며, 상기 유입부에서 연소 챔버 쪽으로 가면서 유동 단면적이 점차 넓어지는 형태로 만곡되게 형성된 만곡부;

를 포함하는 코안다 효과를 이용한 연소기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 연소 챔버는,

상기 유입부 보다 내경이 크게 형성되고 일측이 상기 유입부에 연결된 와류실 및

상기 와류실 보다 내경이 작게 형성되고 상기 와류실의 타측에 연결되어 연소 가스가 배출되는 배출부를 포함하는 코안다 효과를 이용한 연소기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 연소 챔버는,

상기 유입부와 연통되는 입구가 형성되고 상기 유입부에 수직으로 연결된 측벽 및

상기 측벽의 외곽에 일측이 연결되어 타측으로 연장 형성되고 타측이 개방된 관 형태의 라이너를 포함하는 코안다 효과를 이용한 연소기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 유입부는 내부가 중공된 관 형태로 형성된 것을 특징으로 하는 코안다 효과를 이용한 연소기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유입부는 연료를 분사하는 인젝터 및 유입되는 공기의 와류를 형성하는 스월러 중 어느 하나 이상을 포함하는 코안다 효과를 이용한 연소기.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 만곡부에 인접한 유입부의 끝단은 상기 유입부에서 연소 챔버 쪽으로 가면서 유동 단면적이 점차 넓어지는 형태로 경사지게 경사부가 형성된 것을 특징으로 하는 코안다 효과를 이용한 연소기.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 유입부의 중심축을 기준으로 한 상기 경사부의 경사각(θ)은 35도 내지 55도 범위로 형성된 것을 특징으로 하는 코안다 효과를 이용한 연소기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 만곡부의 곡률 반경(R)은 3mm 내지 7mm 범위로 형성된 것을 특징으로 하는 코안다 효과를 이용한 연소기.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 유입부를 통해 연소 챔버로 유입되는 연료 및 공기의 속도를 대변하는 전압력 손실이 4% 내지 5% 범위가 되도록 형성된 것을 특징으로 하는 코안다 효과를 이용한 연소기.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 연소 챔버에는 방열을 위한 냉각 채널이 형성된 것을 특징으로 하는 코안다 효과를 이용한 연소기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가스터빈 등에 사용되는 연소기에서 화염의 안정화 및 저공해 연소를 구현할 수 있는 연소기의 구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 환경오염과 지구온난화 문제를 해결하기 위하여 다양한 저공해 연소기와 고성능 연소기에 대한 연구가 이루어지고 있다.

[0003] 일례로 가스터빈에서는 화염 안정화와 저공해 연소를 위해 다양한 연소기술이 사용되고 있다. 가스터빈은 고온, 고압의 연소가스로 터빈을 가동시키는 회전형 열기관으로서, 압축기로 공기를 압축하고 압축된 공기를 연소기로 유입시키고 연소기의 내부로 연료를 분사해 연소시키며, 이때 발생한 고온 고압의 가스를 터빈으로 내뿜으면서 팽창시켜 터빈을 회전시킨다.

[0004] 그런데 일반적인 가스터빈의 연소기는 덤프면에서의 주유동에 의해 유도된 와류를 이용해 연소 효율을 향상시키는 방식이므로, 화염의 안정성이 높다고 보기 어렵다. 그리고 일반적인 가스터빈의 연소기는 화염이 생성 및 통과되는 연소기 라이너의 반경이 상대적으로 크기 때문에, 저공해 연소를 위해 공기와는 별도로 연료를 분사하므로 운전상의 한계가 매우 크다. 또한, 연소기의 내부로 공기와 연료를 혼합하여 분사하더라도 운전 영역이 매우 좁거나 실제로 활용이 불가능한 구조 등의 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) KR 10-2322596 B1 (2021.11.01.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 연소기에서 발생되는 화염이 안정적이면서 아울러 공기와 연료가 미리 혼합된 예혼합기를 이용해 저공해 연소를 구현할 수 있는 코안다 효과를 이용한 연소기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 코안다 효과를 이용한 연소기는, 연료 및 공기가 유입되는 유입부; 상기 유입부 보다 내경이 크게 형성되고, 일측이 상기 유입부에 연결되며 타측에 연소된 가스가 배출되는 출구가 형성되며, 유입된 연료 및 공기가 연소되는 연소 챔버; 및 상기 유입부와 연소 챔버 사이에 배치되어 상기 유입부와 연소 챔버를 연결하며, 상기 유입부에서 연소 챔버 쪽으로 가면서 유동 단면적이 점차 넓어지는 형태로 만곡되게 형성된 만곡부;를 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 연소 챔버는, 상기 유입부 보다 내경이 크게 형성되고 일측이 상기 유입부에 연결된 와류실 및 상기 와류실 보다 내경이 작게 형성되고 상기 와류실의 타측에 연결되어 연소 가스가 배출되는 배출부를 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 연소 챔버는, 상기 유입부와 연통되는 입구가 형성되고 상기 유입부에 수직으로 연결된 측벽 및 상기 측벽의 외곽에 일측이 연결되어 타측으로 연장 형성되고 타측이 개방된 관 형태의 라이너를 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 유입부는 내부가 중공된 관 형태로 형성될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 유입부는 연료를 분사하는 인젝터 및 유입되는 공기의 와류를 형성하는 스윌러 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 만곡부에 인접한 유입부의 끝단은 상기 유입부에서 연소 챔버 쪽으로 가면서 유동 단면적이 점차 넓어지는 형태로 경사지게 경사부가 형성될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 유입부의 중심축을 기준으로 한 상기 경사부의 경사각(θ)은 35도 내지 55도 범위로 형성될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 만곡부의 곡률 반경(R)은 3mm 내지 7mm 범위로 형성될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 유입부를 통해 연소 챔버로 유입되는 연료 및 공기의 속도를 대변하는 전압력 손실이 4% 내지 5% 범위가 되도록 형성될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 연소 챔버에는 방열을 위한 냉각 채널이 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 코안다 효과를 이용한 연소기는 화염 안정화 및 저공해 연소를 용이하게 달성할 수 있으며, 상대적으로 길이가 짧고 가볍게 형성될 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기를 나타낸 단면 개략도이다.

도 2 및 도 3은 종래의 일반적인 연료 분무 상태를 나타낸 사진 및 코안다 효과에 의해 벽면을 따라 흐르는 분무 상태를 나타낸 사진이다.

도 4 및 도 5는 종래의 일반적인 가스터빈 연소기에서 일반적인 스프레이 방식을 적용한 화염을 나타낸 사진 및 본 발명에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기에서 벽면에 부착된 형태의 화염을 나타낸 사진이다.

도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기에서 연소 챔버의 다른 형태를 나타낸 단면 개략도이다.

도 7 및 도 8은 본 발명의 제2실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기를 나타낸 단면 개략도이다.

도 9 및 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기를 나타낸 단면 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명의 코안다 효과를 이용한 연소기를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기를 나타낸 단면 개략도이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기는 크게 유입부(100), 연소 챔버(300) 및 만곡부(200)를 포함할 수 있다.
- [0022] 유입부(100)는 연료 및 공기가 유입되는 부분이며, 일례로 유입부(100)는 내부가 중공되고 양단이 개방된 관 형태로 형성될 수 있다. 연료 및 공기는 유입부(100)로 유입되기 전에 미리 혼합된 예혼합기 상태에서 유입부(100)로 유입될 수 있으며, 유입부(100)의 일측으로 유입된 연료 및 공기가 혼합된 혼합기가 유입부(100)를 통과하여 유입부(100)의 타측으로 배출될 수 있다.
- [0023] 연소 챔버(300)는 유입된 연료 및 공기가 유동되며 연소되는 부분이다. 연소 챔버(300)는 유입부(100)의 타측에 결합되며, 연소 챔버(300)의 내부 공간이 유입부(100)와 연통될 수 있다. 연소 챔버(300)의 내경은 유입부(100)의 내경보다 크게 형성될 수 있으며, 연소 챔버(300)의 내경은 유입부(100)의 내경보다 크게 형성될 수 있다. 일례로 연소 챔버(300)는 원통형의 라이너(320) 및 측벽(310)을 포함할 수 있고, 라이너(320)의 일단이 측벽(310)으로 막혀있으며, 측벽(310)에는 입구가 형성되어 입구가 유입부(100)와 연통될 수 있다. 그리고 라이너(320)의 타단은 개방된 형태로 형성될 수 있다.
- [0024] 만곡부(200)는 유체가 코안다 효과에 의해 연소 챔버(300)의 내측 벽면을 따라 유동되도록 하는 역할을 할 수 있다. 여기에서 코안다 효과는(Coanda Effect)은 유체가 곡면과 접촉하면서 흐를 때, 유체가 직선으로 흐르는 대신 곡면의 곡률을 따라서 유체가 흐르는 현상을 말한다. 만곡부(200)는 유입부(100)와 연소 챔버(300)의 사이에 배치될 수 있고, 만곡부(200)는 유입부(100)와 연소 챔버(300)가 인접하여 연결되는 부분을 곡면 형태로 연결할 수 있다. 여기에서 만곡부(200)는 유입부(100)에서 연소 챔버(300) 쪽으로 가면서 유동 단면적이 점차 넓어지는 형태로 만곡되게 형성될 수 있다. 일례로 만곡부(200)의 도시된 바와 같이 나팔과 유사한 곡면 형태로 형성될 수 있고, 또는 만곡부(200)는 특정한 곡률을 갖는 곡면 형태일 수 있으며 이외에도 다양한 곡면 형태로 형성될 수 있다. 그리고 만곡부(200)는 연소 챔버(300)의 측벽(310)에 형성된 입구에 인접하게 형성될 수 있고, 만곡부(200)는 측벽(310)에 일체로 형성될 수 있다. 또는 만곡부(200)는 별도로 형성되어 측벽(310) 또는 유입부(100)에 결합될 수도 있다.
- [0025] 그리하여 유입부(100)의 내부를 따라 유동되는 연료 및 공기의 혼합기가 만곡부(200)가 형성된 부분을 거쳐 연소 챔버(300)의 내부로 유동될 수 있다. 이때, 만곡부(200)에 인접한 부분을 지나는 혼합기는 코안다 효과에 의해 만곡부(200)의 곡면을 따라 유동되고 연소 챔버(300)의 측벽(310)을 따라 유동된 후 라이너(320)를 따라 유동될 수 있다. 여기에서 점화된 상태일 때 연소 챔버(300)의 내부에서는 혼합기가 연소되어 화염 상태로 유동된 후 고온의 가스 상태가 되어 연소 챔버(300)의 출구(321)를 통해 외부로 배출될 수 있다. 따라서, 연소 챔버(300) 내부에서 벽면을 따라 벽면에 부착된 형태로 흐르는 화염의 유동에 의해 측벽(310)에 인접한 연소 챔버(300) 내의 일측에는 화염이 회전되면서 순환되는 영역이 발생하고, 그 결과 화염이 안정적으로 유지될 수 있으며 연소 효율이 향상되어 저공해 연소가 가능하게 된다. 또한, 화염의 형태 및 유동 특성으로 인해 상대적으로 연소 챔버의 길이를 짧게 형성할 수 있어, 기존의 연소기에 비해 매우 길이가 짧고 가벼운 형태로 연소기를 형성할 수 있다.
- [0026] 도 2 및 도 3은 종래의 일반적인 연료 분무 상태를 나타낸 사진 및 코안다 효과에 의해 벽면을 따라 흐르는 분무 상태를 나타낸 사진이며, 도 4 및 도 5는 종래의 일반적인 가스터빈 연소기에서 일반적인 스프레이 방식을 적용한 화염을 나타낸 사진 및 본 발명에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기에서 벽면에 부착된 형태의 화염을

나타낸 사진이다.

- [0027] 즉, 도 2와 같이 종래의 연소기에서 사용되는 일반적인 연료 분무 상태를 보면 특정한 각도범위 내에서 전방쪽으로 퍼져나가는 형태로 분사가 되는데, 도 3과 같이 코안다 효과를 이용하면 분무된 연료가 벽면을 따라 유동되도록 할 수 있다. 그리고 도 4와 같이 종래의 연소기에서는 일반적인 스프레이 방식으로 연료를 분무하기 때문에 도시된 바와 같은 화염의 형태가 되는데, 반면 도 5와 같이 본 발명의 코안다 효과를 이용한 연소기에서는 코안다 효과에 의해 화염이 연소 챔버의 내벽을 따라 내벽에 부착된 형태로 유동되는 것을 확인할 수 있다.
- [0028] 도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기에서 연소 챔버의 다른 형태를 나타낸 단면 개략도이다.
- [0029] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기의 연소 챔버(300)는 와류실(301) 및 배출부(302)를 포함할 수 있다.
- [0030] 와류실(301)은 유입부(100)에 연결되며 유입부(100)의 내경보다 와류실(301)의 내경이 크게 형성될 수 있다. 그리고 배출부(302)는 관 형태로 형성되어 와류실(301)에 연결될 수 있으며, 와류실(301)의 내경보다 배출부(302)의 내경이 작게 형성될 수 있다. 즉, 와류실(301)의 일측에 유입부(100)가 연결되고 와류실(301)의 타측에 배출부(302)가 연결되어, 유입부(100)와 배출부(302)의 사이에서 반경방향 바깥쪽으로 와류실(301)이 단차지게 돌출된 형태로 형성될 수 있다.
- [0031] 그리하여 유입부(100)에서 만곡부(200)를 따라 유동되는 혼합기가 와류실(301)의 내벽을 따라 유동되면서 화염을 형성한 후 배출부(302)를 통해 고온의 연소 가스가 되어 외부로 배출될 수 있다. 이때, 와류실(301)에서는 내측 벽면을 따라 흐르는 유동과 와류실(301)의 형상 특성에 의해 화염이 회전되면서 순환되기 더욱 용이하여, 연소 효율이 향상됨에 따라 저공해 연소가 가능하게 된다.
- [0032] 도 7 및 도 8은 본 발명의 제2실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기를 나타낸 단면 개략도이다.
- [0033] 도시된 바와 같이 본 발명의 제2실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기는 크게 유입부(100), 연소 챔버(300) 및 만곡부(200)를 포함할 수 있다.
- [0034] 유입부(100)는 상기한 제1실시예와 같은 관 형태의 하우징에 추가로 인젝터(400) 및 스왈러(500) 중 어느 하나 이상을 더 포함할 수 있다. 일례로, 도시된 바와 같이 유입부(100)는 관 형태의 하우징의 내부로 연료를 분사하여 연소 챔버(300) 측으로 연료가 분부될 수 있도록 유입부(100)의 하우징에 인젝터(400)가 설치될 수 있으며, 인젝터(400)의 반경방향 바깥쪽을 둘러싸는 형태로 스왈러(500)가 하우징의 내부에 설치되어 스왈러(500)를 통과하는 공기가 와류를 일으키도록 할 수 있다. 그리하여 만곡부(200)의 직전에서 인젝터(400)를 통해 분사된 연료가 스왈러(500)를 통과하면서 회전되는 공기와 혼합될 수 있다.
- [0035] 그리고 연소 챔버(300) 및 만곡부(200)는 상기한 제1실시예와 동일하게 형성될 수 있다.
- [0036] 도 9 및 도 10은 본 발명의 제3실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기를 나타낸 단면 개략도이다.
- [0037] 도시된 바와 같이 본 발명의 제2실시예에 따른 코안다 효과를 이용한 연소기는 크게 유입부(100), 연소 챔버(300) 및 만곡부(200)를 포함할 수 있다.
- [0038] 일례로 유입부(100)는 인젝터(400) 및 스왈러(500)를 포함할 수 있으며, 연소 챔버(300) 및 만곡부(200)는 상기한 제1실시예와 동일하게 형성될 수 있다.
- [0039] 유입부(100)는 스왈러(500)의 내측에 인젝터(400)가 일체로 결합되어 있는 형태일 수 있다. 인젝터(400) 및 스왈러(500)는 연소 챔버(300)의 측벽(310)에 형성된 구멍인 입구(311)에 끝단이 일부 삽입되어 직접 결합될 수 있으며, 만곡부(200)에 인접한 유입부(100)의 끝단인 스왈러(500)의 내측 엣지에 경사부(510)가 형성될 수 있다. 그리고 경사부(510)는 유입부(100)에서 연소 챔버(300) 쪽으로 가면서 유동 단면적이 점차 넓어지는 형태로 경사지게 형성될 수 있다. 그리하여 경사부(510)에 의해 만곡부(200) 부근에서 코안다 효과가 향상될 수 있다. 여기에서 유입부(100)의 중심축을 기준으로 한 경사부(510)의 경사각(θ)은 35도 내지 55도 범위이고 바람직하게는 45도일 수 있다. 그리고 만곡부(200)의 곡률 반경(R)은 3mm 내지 7mm 범위로 형성되고 바람직하게는 5mm일 수 있다. 또한, 유동방향으로 만곡부의 전후에서 유동되는 흐름의 속도를 대변하는 전압력 손실이 4% 내지 5% 범위가 되도록 연소기가 형성될 수 있다. 그리하여 상기한 조건일 때 코안다 효과가 두드러지게 나타날 수 있다.
- [0040] 또한, 연소 챔버(300)에는 방열을 위한 냉각 채널이 형성될 수 있으며, 일례로 라이너(320)에 냉각 채널(322)이

형성되어 연소 온도를 낮출 수 있으며, 이에 따라 더욱 용이하게 저공해 연소를 구현할 수 있다. 여기에서 냉각 채널(322)은 상기한 바와 이외에도 다양한 위치 및 형태로 형성될 수 있다.

[0041] 그리고 도 10을 참조하면, 연소 챔버(300)가 상기한 바와 같이 와류실(301) 및 배출부(302)를 포함한 형태일 때, 코안다 효과에 의해 연소 챔버(300)의 내측 벽면을 따라 흐르는 1차 화염(610)이 생성되며, 와류에 의한 유동에 의해 흐름이 전단되어 2차 화염(620)이 생성될 수 있다. 또한, 2차 화염(620)은 분사되는 연료의 농도가 상대적으로 높아지는 경우에 발생할 수 있다. 이에 따라 연소 효율이 향상되어 보다 용이하게 저공해 연소를 달성할 수 있다.

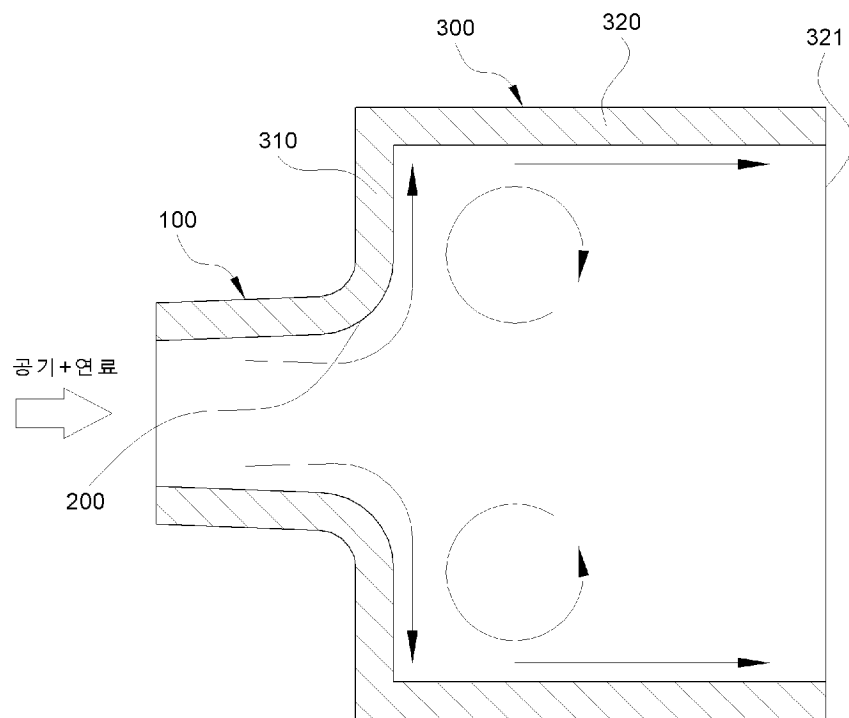
[0042] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

부호의 설명

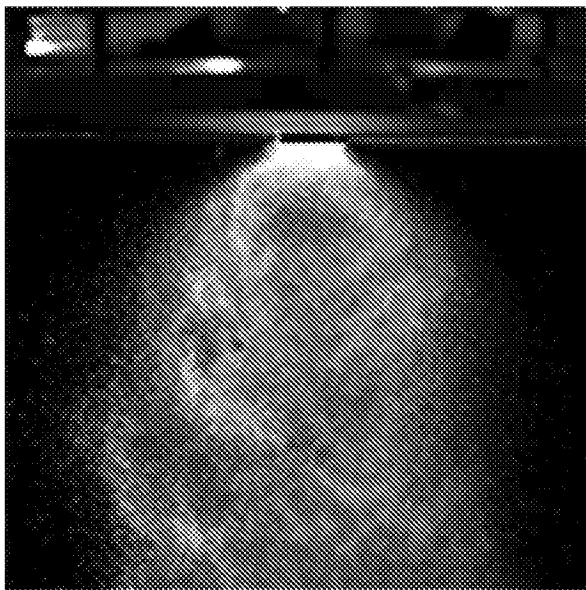
[0043] 100 : 유입부
200 : 만곡부
300 : 연소 챔버
301 : 와류실 302 : 배출부
310 : 측벽 311 : 입구
320 : 라이너 321 : 출구
322 : 냉각 채널
400 : 인젝터
500 : 스왈러 510 : 경사부
610 : 1차 화염 620 : 2차 화염

도면

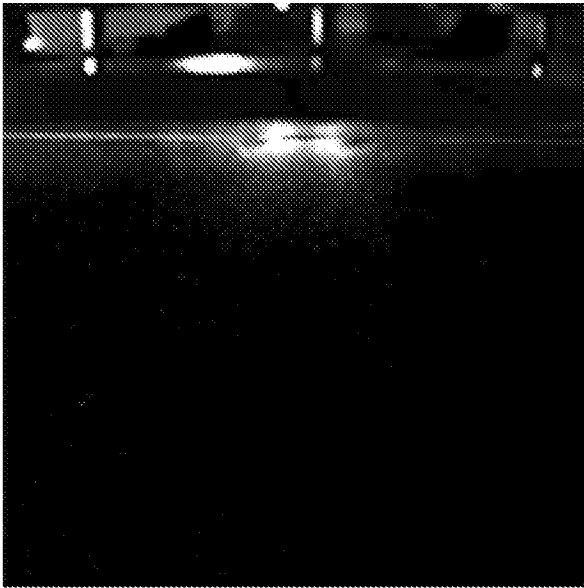
도면1



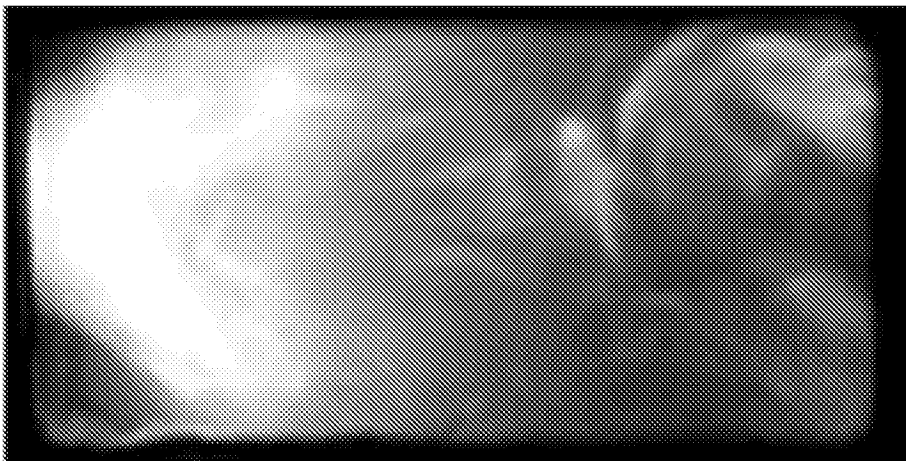
도면2



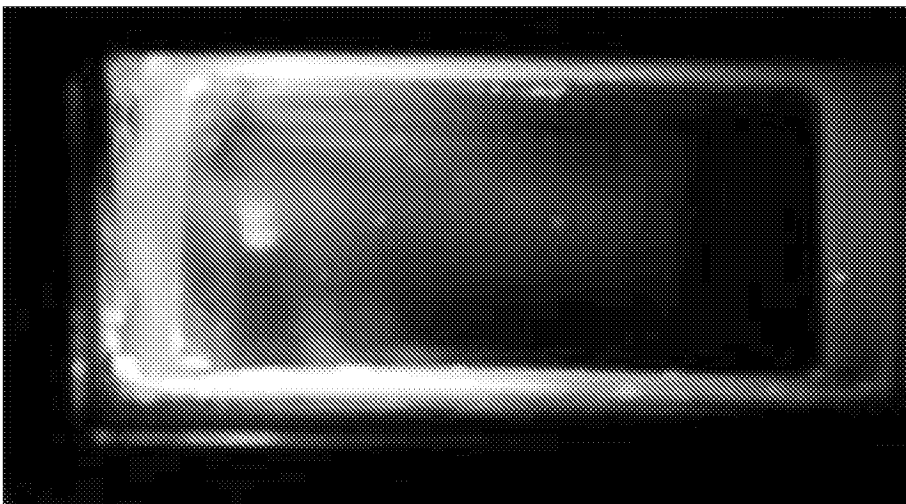
도면3



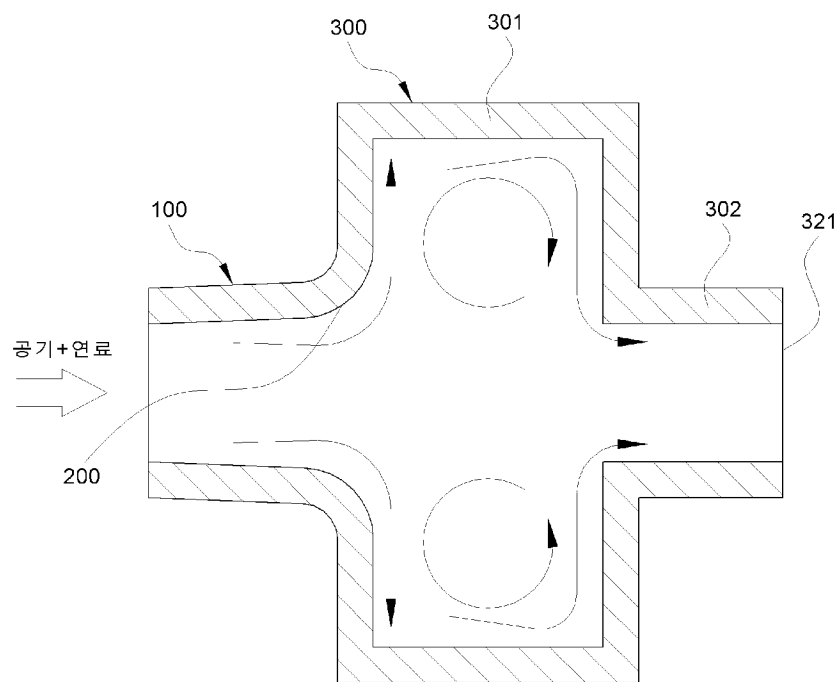
도면4



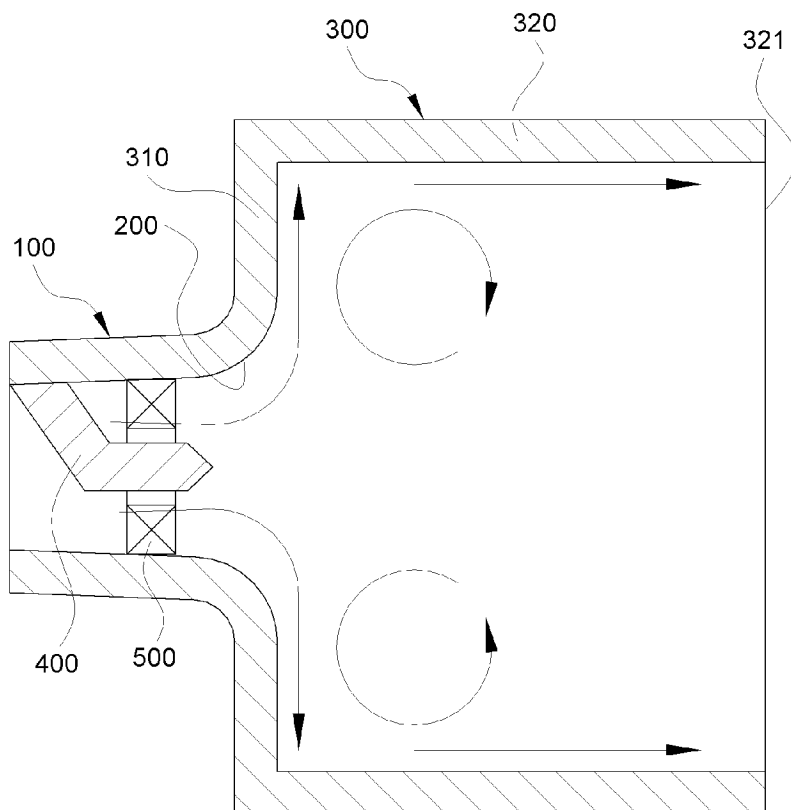
도면5



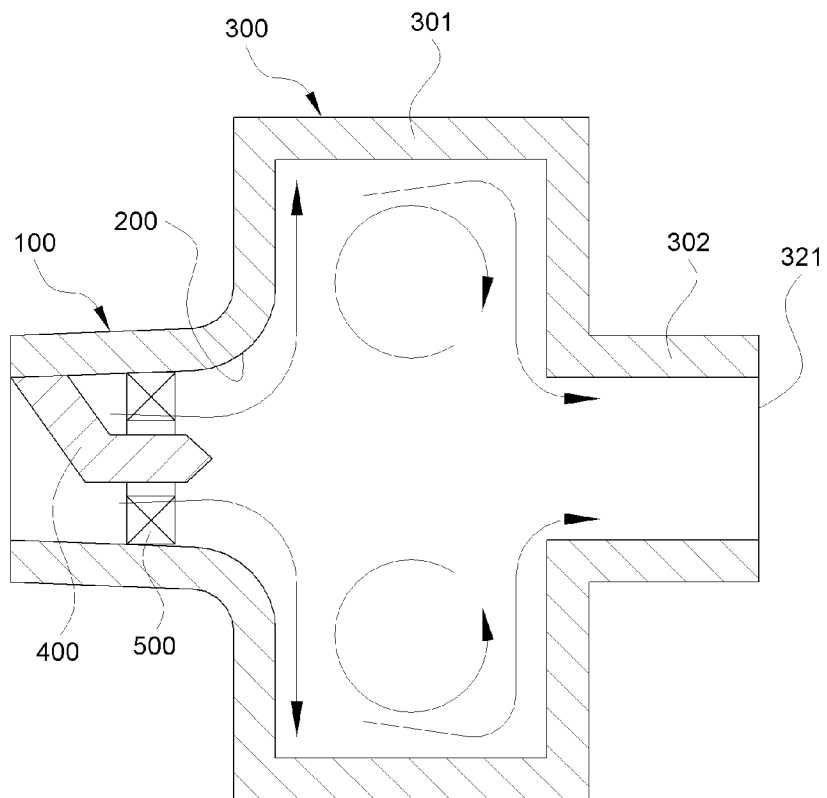
도면6



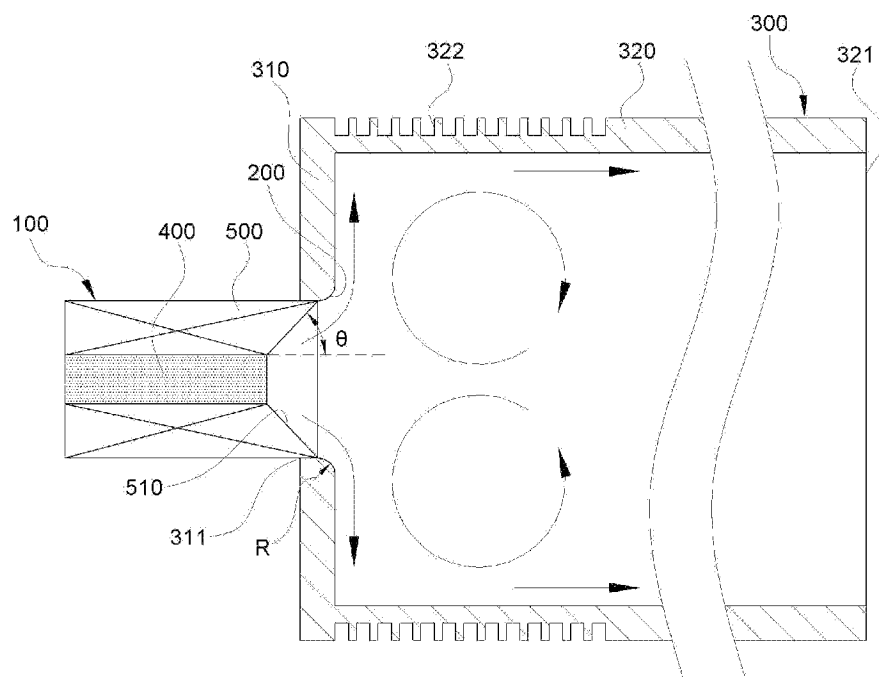
도면7



도면6



도면7



도면10

