



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.

F23D 21/00 (2006.01)

F23D 14/46 (2006.01)

F23D 14/72 (2006.01)

(45) 공고일자

2007년05월04일

(11) 등록번호

10-0713708

(24) 등록일자

2007년04월25일

(21) 출원번호

10-2005-0068640

(65) 공개번호

10-2007-0013944

(22) 출원일자

2005년07월27일

(43) 공개일자

2007년01월31일

심사청구일자

2005년07월27일

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전 유성구 장동 171번지

(72) 발명자

차민석

대전광역시 유성구 전민동 청구나래아파트 104동 606호

이상민

대전 유성구 반석동 612 양지마을 1단지 101동 1004호

송영훈

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 303동 1501호

박철수

충남 논산시 화지동 87-11

원상희

서울 동작구 상도동 431번지 래미안상도3차아파트 311동 203호

정석호

서울 용산구 이촌동 우성아파트 102-30

(74) 대리인

진용석

(56) 선행기술조사문헌

JP02126003 A *

JP20010286546 A

JP62272017 A

JP63238310 A

KR100312855 B1

KR1020050030336 A

KR1020050049171 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 정경훈

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 화염 안정화 영역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소시스템

(57) 요약

본 발명은 연소시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고전압 인가장치가 연료노즐의 배출구 부분에 고전압을 형성시킬 수 있도록 고전압 인가장치의 고전압단자가 연결되고, 접지 단자는 연소기와 연결됨 없이 접지 처리되도록 하여 전기적인 방전현상의 발생 없이 화염을 고전압 전기장 하에 노출되도록 함으로서, 화염 내의 풍부한 각종 이온들과 전기장과의 상호작용을 통하여 궁극적으로 전력 소모가 거의 없이 화염의 안정화 영역을 증대시키는 것이 가능한 화염 안정화 영역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소시스템에 관한 것이다.

이를 위하여, 본 발명은 연소기에 있어서, 연료가 공급되는 중앙연료노즐과; 상기 중앙연료노즐을 중심으로 하여, 이를 둘러싸도록 전기적 절연물질로 배치되되, 하단의 마주보는 양측면에 공기주입구가 구비되고, 내부는 공간을 갖도록 형성되며, 유입된 공기가 선회하는 선회실과 중앙연료노즐에서 분사된 연료와 선회실로부터 유입된 공기가 연소되는 연소실로 구분되도록 형성되어 확산화염에 적용 가능하도록 이루어진 하우징과; 상기 중앙연료노즐의 배출구 부분에 고전압 전기장을 형성시키기 위해서 고전압을 인가하는 고전압 단자와 접지 단자로 이루어지며 연소기로부터 원거리 설치되는 고전압인가장치를 포함하여 구성된다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

연소기에 있어서,

연료 또는 산화제가 혼합된 연료가 공급되는 중앙연료노즐(10)과;

상기 중앙연료노즐(10)을 중심으로 하여, 이를 둘러싸도록 전기적 절연물질로 배치되되, 하단의 마주보는 양측면에 공기주입구(20)가 구비되고, 내부는 공간을 갖도록 형성되며, 유입된 공기가 선회하는 선회실(25)과 중앙연료노즐(10)에서 분사된 연료와 선회실(25)로부터 유입된 공기가 연소되는 연소실(30)로 구분되도록 형성되어 확산화염에 적용 가능하도록 이루어진 하우징(5a)과;

상기 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 고전압 전기장을 형성시키기 위해서 고전압을 인가하는 고전압 단자와 접지 단자로 이루어지며 연소기로부터 원거리 설치되는 고전압인가장치(15)를; 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 화염 안정화 영역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소시스템.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 중앙연료노즐(10)은 전도성 재질로 형성되며, 상기 고전압인가장치(15)의 고전압 단자가 상기 중앙연료노즐(10)에 연결되어 배출구 부분에 고전압 전기장을 형성시키는 것을 특징으로 하는 화염 안정화 영역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소시스템.

청구항 3.

제 2항에 있어서,

상기 중앙연료노즐(10)은 일정부분만 금속성 물질로 대체되고, 상기 고전압인가장치(15)의 고전압 단자가 상기 대체된 금속성 부분에 연결되어 배출구 부분에 고전압 전기장을 형성시키는 것을 특징으로 하는 화염 안정화 연역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소시스템.

청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 금속성 물질로 형성된 고전압인가관(50)을 두고, 상기 고전압인가장치(15)의 고전압단자를 고전압인가관(50)에 연결하여 고전압 전기장을 형성시키는 것을 특징으로 하는 화염 안정화 영역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소시스템.

청구항 5.

제 1항에 있어서,

상기 하우징(5a)은 절연물질의 배치없이 중앙연료노즐(10)의 하단을 고정하는 고정부재(35)로 대체되며, 상기 고전압인가장치(15)의 고전압 단자가 상기 고정부재(35)에 연결되도록 하여 확산화염에 적용 가능하도록 구성된 것을 특징으로 하는 화염 안정화 영역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소시스템.

청구항 6.

제 1항에 있어서,

상기 고전압인가장치(15)는 전체적인 양방향 반응영역을 얻기 위해 교류 전원을 인가하는 것을 특징으로 하는 화염 안정화 영역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소 시스템.

청구항 7.

삭제

청구항 8.

삭제

청구항 9.

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 연소시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 연료 노즐의 배출구 부분에 교류 고전압을 인가하여 전기적인 방전 현상의 발생 없이 화염을 고전압 전기장 하에 노출되도록 함으로서, 궁극적으로 전력 소모가 거의 없이 안정화 영역을 증대시키는 것이 가능한 화염 안정화 영역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소시스템에 관한 것이다.

일반적으로 확산화염에 있어서, 연료를 분사할 때 노즐에 부착된 화염은 연료와 산화제가 초기에 분리된 상태에서부터 확산과 대류에 의하여 화염지역으로 전달됨으로써 분자적 혼합으로 인한 화학반응에 의해 발생하고, 생성된 열과 물질은 전달현상에 의하여 화염 바깥쪽으로 이동된다.

이러한 화염은 유속의 증가에 따라 화염이 노즐로부터 떨어져 존재하는 부상 화염으로 변환되거나 화염 꺼짐이 발생할 수 있는데, 상기 화염이 부상한 후 유량을 어느 한계 이상 증가시키면 화염 날림(blow out)이나 화염 꺼짐(blow off) 현상이 발생하며, 상기 부상 화염에 있어서 화염 밑면에서부터 노즐까지의 거리를 부상높이라고 한다.

통상의 이론적인 연소를 위해서는 이론 혼합비에 맞는 공기와 연료가 요구되지만, 완전 연소를 위해서는 이론 공기량보다 더 많은 공기가 필요하게 되며, 때론 지나친 공기 과다로 화염 꺼짐 현상을 초래할 수 있다.

더욱 상세하게는 노즐 림에 부착된 제트 확산 화염은 공기 유속의 증가에 따라 부상하게 되며, 유속이 더욱 증가하면 결국 화염이 꺼지고, 연료 유속이 증가할수록 가연 한계는 증가하지만, 더 낮은 공기 유속에서 부상이 시작된다.

화염의 길이는 연료 유속이 빨라질수록 길어지지만, 공기 유속이 빨라짐에 따라 연소 반응이 촉진되어 줄어들며, 부상 화염 종류의 온도는 화염의 밑면과 하류에서 불안정한 분포를 나타낸다.

또한, 연소기 내에서의 화염은 버너의 출구 부위에 생성되는데, 이때 버너의 출구와 연소기의 벽면 사이에는 그 상류와 하류간의 압력차에 의한 재순환 영역(recirculation zone)이 형성된다.

이에 따라 연소기 내에서 재순환 영역을 통해 하류의 고온 가스가 상류로 이동하면서 화염을 안정화시킨다고 알려져 있다.

더욱이, 연료와 공기(산화제)가 고속으로 분사되어 화염이 버너에서 탈착되는 부상 화염에서는 버너에서 화염까지의 거리가 증가하기 때문에 저온 부위가 두드러지게 증가하는 경향이 있다.

따라서 화염의 연소에 있어서 가장 중요한 요소는 연소 안정성이며, 이는 오랫동안 연구자들의 관심의 대상이 되어 왔고, 이러한 연구들은 화염 안정화에 영향을 미치는 물리적 메커니즘을 밝혀내고, 이러한 현상에 대한 예측 가능한 기술을 개발하는 방향으로 이루어져 왔다.

최근까지의 전기장 혹은 플라스마를 이용한 연소기술에 있어서는 내연기관의 점화와 관련된 것들이 주를 이루고 있으며, 마이크로웨이브 플라스마 토치(torch)를 이용하여 램젯(ram jet) 엔진 내의 화염안정화 특성을 증대시키는 기술들이 개발되고 있다.

다른 한편으로는 각종 고온, 저온 플라스마를 연소 이전 혹은 연소과정 이후에 적용하여 연소 효율을 증대시키거나 NOx 등과 같은 유해한 연소생성물을 저감시키기 위한 연구가 진행되고 있는 실정이다.

상기 서술된 기술들 중 연소현상을 직접적으로 제어할 수 있는 기술은 매우 제한적이며, 상기 기술들은 마이크로웨이브, 아아크(arc) 플라스마 등을 이용하여 소모전력이 상대적으로 높을 수 있다.

또한, 연소기의 일부가 플라스마에 의한 고전압 혹은 고열에 노출되어 플라스마 반응기의 내구성 확보를 위하여 특별한 재질이나 유동패턴 등이 추가로 고려되어야 하는 등 기술적 접근성에 있어서 제약을 갖게 되는 문제점이 발생 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 기존에 사용중인 각종 연소기의 설계를 변화시키지 않고 전기적인 방전현상의 발생 없이 화염을 고전압 전기장 하에 노출되도록 함으로서, 화염의 안정화 영역을 증대시킬 수 있는 화염 안정화 영역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소시스템을 제공하는데 있다.

또한, 본 발명의 다른 목적은 교류 전압의 인가 및 인가 전압과 주파수의 조절을 통해 연소현상을 직접적으로 제어할 수 있는 화염 안정화 영역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소시스템을 제공하는데 있다.

발명의 구성

상기와 같은 과제를 해결하기 위해 본 발명은 아래와 같은 특징을 갖는다.

본 발명은 연소기에 있어서, 연료 또는 산화제가 혼합된 연료가 공급되는 중앙연료노즐과; 상기 중앙연료노즐을 중심으로 하여, 이를 둘러싸도록 전기적 절연물질로 배치되며, 하단의 마주보는 양측면에 공기주입구가 구비되고, 내부는 공간을 갖도록 형성되며, 유입된 공기가 선회하는 선회실과 중앙연료노즐에서 분사된 연료와 선회실로부터 유입된 공기가 연소되는 연소실로 구분되도록 형성되어 확산화염에 적용 가능하도록 이루어진 하우징과; 상기 중앙연료노즐의 배출구 부분에 고전압 전기장을 형성시키기 위해서 고전압을 인가하는 고전압 단자와 접지 단자로 이루어지며 연소기로부터 원거리 설치되는 것이 가능한 고전압인가장치를; 포함하여 구성된다.

또한, 상기 중앙연료노즐은 전도성 재질로 형성되며, 상기 고전압인가장치의 고전압 단자가 상기 중앙연료노즐에 연결되어 배출구 부분에 고전압 전기장을 형성시키도록 구성된다.

또한, 상기 중앙연료노즐의 배출구 부분에 금속성 물질로 형성된 고전압인가관을 두거나, 연소기 부분의 일정부분을 금속성 물질로 대체하고, 상기 고전압인가장치의 고전압단자를 고전압인가관에 연결하거나 대체된 금속성 물질에 연결되도록 하여 고전압 전기장을 형성시키도록 구성된다.

삭제

이와 같은 특징을 갖는 본 발명은 그에 따른 바람직한 실시예를 통해 보다 명확하게 설명될 수 있다.

이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면과 더불어 상세히 설명한다.

도 1 내지 2는 본 발명의 고전압 인가 연소시스템의 개념도이다.

본 발명은 가스터빈(gas turbine), 산업용 로(furnace) 등 각종 비예혼합화염(non-premixed flame)과 예혼합화염(premixed flame)을 이용하는 연소기에서 화염의 안정적인 운전 영역을 확대시키기 위한 고전압(high voltage) 인가 연소시스템에 관한 것이다.

도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 교류 고전압 인가 연소시스템은 크게 중앙연료노즐(10)과 하우징(5a)과 고전압인가장치(15)로 구성된다.

상기 중앙연료노즐(10)은 연소기에 연료 또는 산화제가 혼합된 연료를 공급하기 위한 것이고, 사용 목적에 따라 원형노즐이나 슬롯(slot) 모양의 노즐을 사용할 수 있으며, 상기 중앙연료노즐(10)의 출구 근처에는 사용목적에 맞게 내화절연 물질로 된 켈(quarl) 등이 설치될 수 있다.

상기 하우징(5a)은 전기적 절연을 위하여 세라믹 등의 내열성을 지닌 절연물질로 제작되며, 상기 중앙연료노즐(10)을 중심으로 하여, 노즐을 고정하는 동시에 전체를 둘러싸도록 배치된다.

상기 고전압인가장치(15)는 연소기에서 발생하는 화염이 고전압 전기장 하에 노출되도록 하기 위한 것으로, 상기 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 위치되어 고전압을 인가하는 고전압 단자와, 접지 단자로 이루어지며 연소기로부터 원거리에 설치되는 것이 가능하다.

더욱 상세하게는, 상기 고전압인가장치(15)는 중앙연료노즐(10)을 전도성 재질로 형성하여, 상기 중앙연료노즐(10)의 일측에 고전압단자가 연결되도록 하거나, 상기 중앙연료노즐(10)의 일정부분만 금속성 물질로 대체하여, 상기 대체된 부분에 고전압 단자가 연결되도록 함으로써, 고전압 전기장을 형성시킨다.

또한, 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 금속성 물질로 형성된 고전압인가관(50)을 위치시켜 상기 고전압인가관(50)에 고전압단자가 연결되도록 하여 노즐의 배출구 부분에 고전압 전기장을 형성시키는 것이 가능하다.

상기 고전압인가장치(15)는 상기와 같이 주변과 전기적으로 절연된 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 고전압 단자를 위치시켜, 주변에 강한 고전압 전기장을 형성시키기 위한 장치로서, 수에서 수십만 Hz의 주파수로 작동되고, 수십에서 수십만 볼트의 교류 고전압을 인가할 수 있다.

본 발명의 연소기가 주변의 연소실 등과 조립되어 하나의 연소시스템을 이루게 되는데, 상기 고전압인가장치(15)의 운전 에 있어서, 교류 고전압이 인가된 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분과 주변 전기적 도체 부분과의 거리는 인가전압에 따라 가스층의 전기적인 절연파괴(electrical breakdown)가 일어나 스파크 및 아아크(arc) 등으로 발달되지 않도록 충분히 유지시키는 것이 바람직하다.

한편, 고전압인가장치(15)의 접지단자는 연소기의 다른 특정부분과 연결됨 없이 접지 처리하도록 구성된다.

상기와 같이 구성된 고전압 인가 연소시스템은 주변에 강한 전기장을 형성시키게 되고, 화염에 의하여 중앙연료노즐(10)의 출구 부분에 생성된 각종 이온 및 전자들과 상호작용하여 연소상태를 안정적으로 유지하게 된다.

이에 따라 기존의 연소기를 본 구성에 맞도록 개조할 경우, 설계의 큰 변경 없이도 훨씬 더 많은 양의 연료를 연소시킬 수 있게 되므로 고성능, 고 안정성 연소기에 적합한 연소기술을 구현할 수 있으며, 전기적인 측면에서는 방전이 일어남 없이 일어나는 현상으로서, 전력소모가 거의 없다.

도 3은 본 발명의 중앙연료노즐과 화염밀면 사이의 코로나 방전 개념도이다.

도 3에 도시된 바와 같이, 중앙연료노즐(10)로부터 화염이 떨어져 유동중에 안정되는 부상 화염의 경우, 화염의 밀면이 전하를 띄고 있어, 가상의 전극(virtual electrode)으로 취급될 수 있다.

이와 같은 경우, 인가전압에 의한 중앙연료노즐(10)의 출구와 부상 화염의 밀면 사이의 전기장의 세기가 이들 사이에 존재하는 가스층을 절연파괴(break down)시키고 방전현상(electrical discharge)을 야기할 만큼 충분히 크다면, 중앙연료노즐(10)과 화염의 밀면 사이에 코로나 방전현상이 일어나게 된다.

상기 중앙연료노즐(10)과 화염밀면 사이에 발생하는 스트리머 코로나(45)는 지속적인 화염의 점화원이 되는 동시에 화염을 보임(holding or anchoring)하는 특성을 가지므로, 이 경우에는 수 mW 이하의 전력소모가 따르는 반면, 오히려 전반적인 화염의 안정화 특성은 더욱 좋아지게 되며, 이는 구름과 지면에서 일어나는 번개의 원리로 이해될 수 있다.

이하에서는 상기와 같은 구조를 갖는 본 발명에 따른 교류 고전압 인가 연소시스템의 이용방법에 관해 설명한다.

도 4는 본 발명의 고전압 인가 연소시스템의 이용방법을 나타내는 예시도이다.

도 4에서 도시된 바와 같이, 본 발명은 하우징 배치단계(S100)와; 고전압인가장치 연결단계(S200)와; 상기 고전압인가장치의 인가전압 및 주파수 설정단계(S300); 및 코로나방전 유도단계(S300a);를 포함하여 구성된다.

상기 하우징 배치단계(S100)는 금속성 재질의 중앙연료노즐(10)을 중심으로 하여, 세라믹 등의 전기적 절연물질로 형성되는 하우징(5a)이 상기 중앙연료노즐(10)을 둘러싸도록 배치하는 것이다.

또한, 상기 하우징 배치단계(S100)는 절연물질에 의하여 이격되는 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 인가되는 전압에 의하여 주변 가스층이 절연파괴되어 스파크나 아아크로 진행되지 않도록 상기 중앙연료노즐(10)과 연소실 주변 금속부분과의 최단거리를 설정하는 단계를 포함하여 구성된다.

상기 고전압인가장치 연결단계(S200)는 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 고전압인가장치(15)의 고전압 단자를 위치시키고, 상기 고전압인가장치(15)의 접지단자를 연소기의 다른 특정부분과 연결됨 없이 접지되도록 처리하는 것이다.

또한, 상기 고전압인가장치의 연결단계(S200)는 중앙연료노즐(10)을 전도성 재질로 형성하여 상기 중앙연료노즐(10)의 일측에 고전압단자를 연결시키거나, 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 금속성 물질의 고전압인가관(50)을 두거나, 또는 연소기 부분의 일정부분을 금속성 물질로 대체하여 상기 금속성 물질에 고전압단자를 연결하여 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 고전압 전기장을 형성시키도록 구성되는 것이 가능하다.

상기 고전압인가장치의 인가전압 및 주파수 설정단계(S300)는 상기의 단계들과 같이 연결된 교류 고전압 인가 연소시스템을 운전함에 있어서, 상기 고전압인가장치(15)의 인가 전압을 수십에서 수십만 볼트 사이로 설정하고, 주파수를 수에서 수십만Hz 사이로 설정하는 것이다.

덧붙여, 본 발명은 상기 고전압 인가 연소시스템을 운전하는 데 있어서, 화염이 중앙연료노즐(10)로부터 떨어져 부상 화염의 형태로 존재할 경우, 인가 전압 및 주파수를 적절히 조절하여 중앙연료노즐(10)과 화염 밀면 사이에 코로나 방전을 유도하는 코로나방전 유도단계(S300a);를 더 포함하여 구성된다.

본 발명의 교류 고전압 인가 연소시스템이 층류 확산화염에 적용될 경우, 상기 하우징 배치단계(S100)의 하우징(5a)은 하단의 마주보는 양측면에 공기주입구(20)가 구비되고, 내부는 공간을 갖도록 형성되며, 유입된 공기가 선화하는 선화실(25)과 중앙연료노즐(10)에서 분사된 연료와 선화실(25)로부터 유입된 공기가 연소되는 연소실(30)로 구분되도록 형성되어 중앙연료노즐(10)을 고정시키는 동시에 둘러싸도록 배치된다.

반면, 본 발명의 교류 고전압 인가 연소시스템이 난류 확산화염에 적용될 경우, 상기 하우징 배치단계(S100)는 절연물질의 배치 없이 중앙연료노즐(10)의 하단을 고정시키도록 고정부재(35)가 배치되는 것으로 대체될 수 있으며, 상기 고전압인가장치(15)의 연결단계(S200)에 있어서, 고전압 단자는 상기 고정부재(35)에 연결되도록 한다.

본 발명은 도 1에 도시된 고전압 인가 연소시스템의 기본 구성에 있어서, 일부를 달리하여 층류 및 난류 확산화염을 이용한 연소기에 적용 가능한 화염 안정화 영역 증대를 위한 교류 고전압 인가 연소시스템의 다른 실시예를 갖는다.

<실시예 1>

도 5는 본 발명을 따른 실시예 1을 나타내는 층류 확산화염의 고전압 인가 연소 시스템의 개략도이고, 도 6은 실시예 1에 따른 화염의 안정화 영역 증대 그래프이다.

도 5에 도시된 바와 같이, 실시예 1은 본 발명의 기본적인 구성을 동일하게 구성하되, 하우징(5a)의 형상을 달리한다.

상기 하우징(5a)은 2차 공기의 공급내지는 동축류와 같은 작용을 하도록 하기 위해 하단의 마주보는 양측면에 공기주입구(20)가 구비되고, 내부는 공간을 갖도록 형성되며, 유입된 공기가 선화하는 선화실(25)과 중앙연료노즐(10)에서 분사된 연료와 선화실(25)로부터 유입된 공기가 연소되는 연소실(30)로 구분되도록 형성됨으로써 층류 확산화염에 적용 가능하도록 구성된다.

본 발명과 같이, 고전압인가장치(15)의 고전압단자를 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 위치시키고, 접지단자를 접지시켜서 층류확산 화염을 이용한 연소기를 구성한다.

바람직하게는 상기 고전압인가장치(15)의 고전압단자가 상기에 기술된 바와 같이, 전도성 재질로 형성된 중앙연료노즐(10)의 일측에 연결되거나, 상기 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 고전압인가관(50)을 두어 상기 고전압인가관(50)에 고전압단자를 연결시키는 것이 가능하다.

기존의 연소기와 교류 고전압 인가 연소시스템의 화염 안정화 특성을 비교하기 위해서 상기 고전압인가장치(15)를 연소기에 연결한 후, 고전압인가장치(15)의 주파수를 60Hz로 고정시키고 인가전압을 0V에서 800V까지 증가시켜가며 그 결과를 검토하였다.

실험에 대한 결과인 도 6에 도시된 바와 같이, 화염은 노즐에 붙어 있는 안정 화염의 영역과 부상 화염의 영역, 그리고 화염 꺼짐 현상이 발생하여 화염이 존재하지 않는 영역으로 나뉜다.

더욱 상세하게는 인가전압을 가하지 않았을 경우, 연료 유속이 11.3m/s가 되었을 때 화염은 노즐에서부터 떨어지기 시작하여 유동중에 안정화되는 부상화염의 형태를 가지게 되며, 연료 유속이 증가함에 따라 상기 연료 유속이 약 13.3m/s가 되었을 경우, 화염이 더 이상 존재하지 않는 화염 날림이 일어나는 것을 관찰할 수 있다.

반면, 중앙연료노즐(10)의 배출구 부분에 위치한 고전압인가장치(15)의 인가전압을 증가시켜 감에 따라, 노즐에 부착된 상태의 안정된 화염 영역이 선형적으로 늘어나며, 인가전압이 800V인 경우, 약 16m/s의 연료 유속까지도 화염이 안정된 상태로 유지된다는 것을 관찰할 수 있다.

따라서, 일정한 공기 유속에서 연료 유속의 증가는 곧 연료 유량의 증가를 의미하므로, 단위 시간당 연소하는 연료량이 증가하게 되는 것이며, 이는 기존보다 약 20% 증가 된 연료 투입하에서도 안정적인 연소상태를 유지할 수 있음을 의미하고, 인가전압의 증가 혹은 교류 전원의 주파수 증가에 따라 안정화 영역이 더욱 확대되는 것을 보여준다.

<실시예 2>

도 7은 본 발명을 따른 실시예 2를 나타내는 난류 확산화염의 고전압 인가 연소 시스템 개략도이고, 도 8은 실시예 2에 따른 화염의 안정화 속도 증가 그래프이다.

도 7에 도시된 바와 같이, 실시예 2는 본 발명의 기본적인 구성을 동일하게 구성하되, 상기 하우징(5a)을 고정부재(35)로 대체한다.

상기 하우징(5a)은 절연물질의 배치없이 중앙연료노즐(10)의 하단을 고정하는 고정부재(35)로 대체함으로써 난류 확산화염에 적용 가능하도록 구성된다.

본 발명과 같이, 상기 고전압인가장치(15)의 고전압 단자가 상기 고정부재(35)에 연결되도록 하고, 접지단자는 접지시켜서 대기중으로 분사되는 난류확산 화염을 이용한 난류 연료제트 연소기를 구성한다.

도 8은 상기와 같이 구성된 본 발명에 있어서, 인가전압과 주파수의 변화에 따라 화염이 중앙연료노즐(10)로부터 떨어져 불안정해지기 시작하는 화염 부상의 시작 유속을 나타낸 것이다.

도시된 바와 같이, 화염부상의 시작 유속이 기존의 연소기에 비해 거의 100% 가량 증가하였으며, 본 발명에 의한 고전압 교류 전기장이 화염의 안정성 증가에 크게 기여하고 있음을 확인할 수 있다.

이와 같은 특징은 화염영역에 풍부한 각종 이온들과 교류 전기장의 상호작용에 기인하는 것으로, 전기적 전하를 갖는 이온들은 전기장하에서 쿨롱(Coulomb)의 힘을 받게 되며, 이에 따라 유동장의 방향과는 별개로 전기장의 방향을 따라 움직이게 되는 성분이 유발되는 것이다.

상기와 같은 현상은 농도차이에 의하여 생기는 확산과 그 근본 개념이 비슷하며, 이에 따라 생기는 이온들의 움직임은 이온풍(ionic wind)으로 정의되어 있다.

이러한 이온풍의 속도는 각각의 이온에 따른 모빌리티(mobility)와 전기장의 세기의 곱으로 표현되며, 모빌리티는 볼츠만 상수, 온도, 분자의 확산계수 등으로 표현되는 물성치이다.

이온풍의 영향으로 인하여 확산화염에서는 확산 및 혼합영역이 증대되어 확산화염의 반응도를 증가시키게 되며, 예혼합화염에서는 연소반응영역을 확대시키게 되어 화염 전파속도의 증가로 그 결과가 나타나게 된다.

교류 전기장은 빠르게 이온의 이동 방향을 바꾸어주어 전체적으로 이온들의 운동이 연소반응에 기여하게 되며, 지속적인 주변 분자들과의 충돌이 증가되어 연소 증대에 커다란 긍정적인 영향을 미치게 되는 것이다.

반면, 인가된 전기장이 직류인 경우에는 상기와 같은 이온의 움직임이 한쪽 방향으로만 한정되어 전체적으로 반응영역 등을 이동시키지만 할 뿐 교류와 비교하여 상대적으로 연소반응에 적은 영향을 미치게 된다.

발명의 효과

이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명은 고전압 교류전기장의 인가를 통하여 전력 소모가 거의 없이 화염의 안정화 영역을 크게 증대시킴으로써 연소현상을 직접적으로 제어하는 것이 가능하며, 동시에 항공기 엔진 등의 극한 연소상태의 안정성 확보에 중요한 기술로 적용될 수 있는 이점이 있다.

또한, 본 발명은 고전압을 이용한 연소기의 구성에 관한 것으로서, 이를 이용하여 기존에 사용 중인 각종 연소기의 설계를 크게 변화시키지 않고도 쉽게 구성하여 사용할 수 있으므로 큰 추가 비용 없이 안정화 영역 확대에 따라 고성능, 고 열량 연소기로의 전환이 용이하다.

도면의 간단한 설명

도 1 내지 2는 본 발명의 고전압 인가 연소시스템의 개념도,

도 3은 본 발명의 중앙연료노즐과 화염밀면 사이의 코로나 방전 개념도,

도 4는 본 발명의 고전압 인가 연소시스템의 이용방법을 나타내는 예시도,

도 5는 본 발명을 따른 실시예 1을 나타내는 층류 확산화염의 고전압 인가 연소시스템의 개략도,

도 6은 실시예 1에 따른 화염의 안정화 영역 증대 그래프,

도 7은 본 발명을 따른 실시예 2를 나타내는 난류 확산화염의 고전압 인가 연소시스템 개략도,

도 8은 실시예 2에 따른 화염의 안정화 속도 증가 그래프,

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

5a : 하우징 10 : 중앙연료노즐

15 : 고전압인가장치 20 : 공기주입구

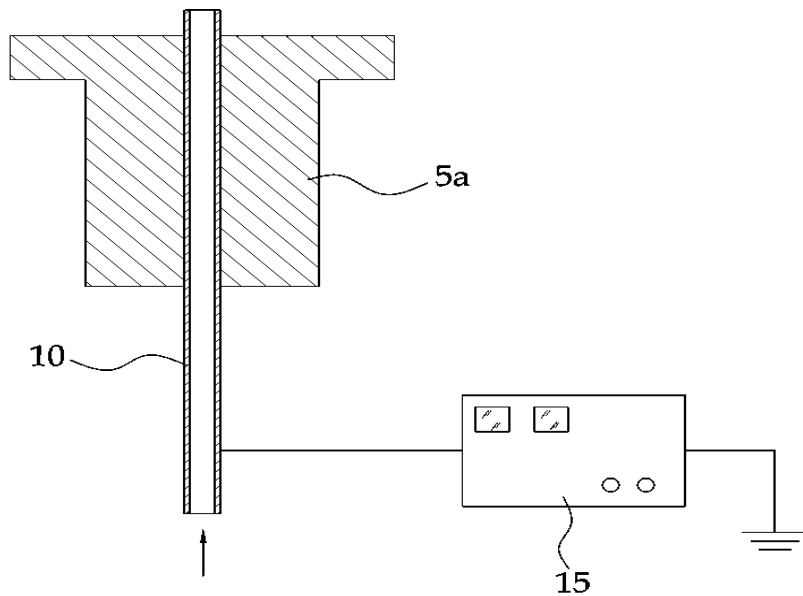
25 : 선화실 30 : 연소실

35 : 고정부재 45 : 스트리머 코로나

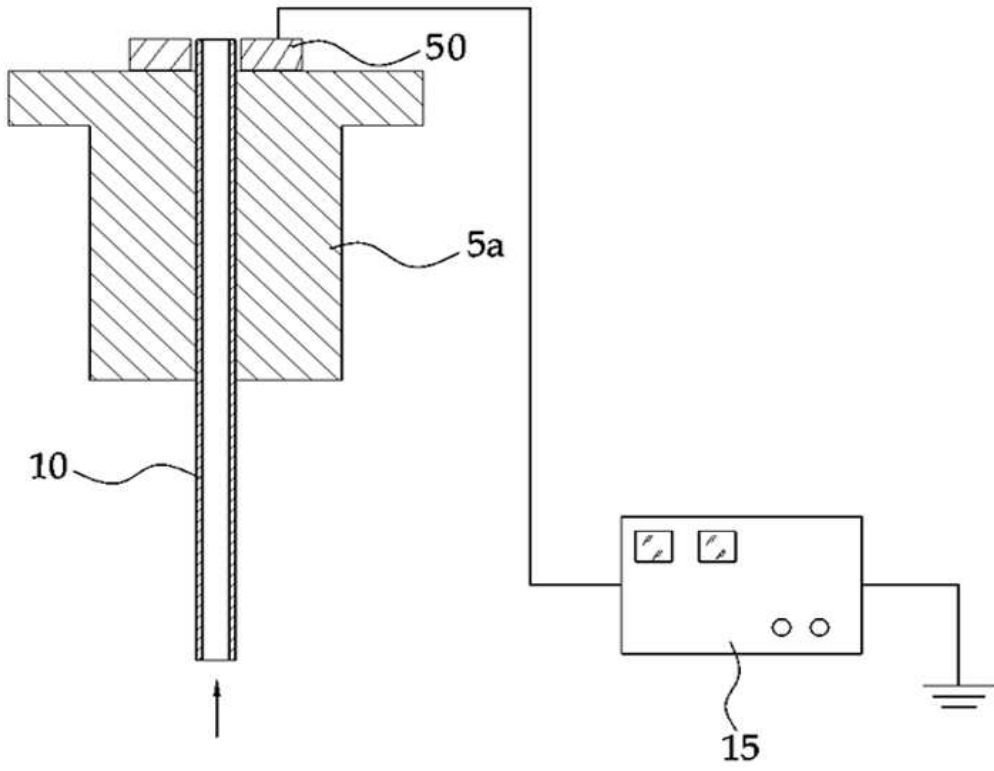
50 : 고전압인가관

도면

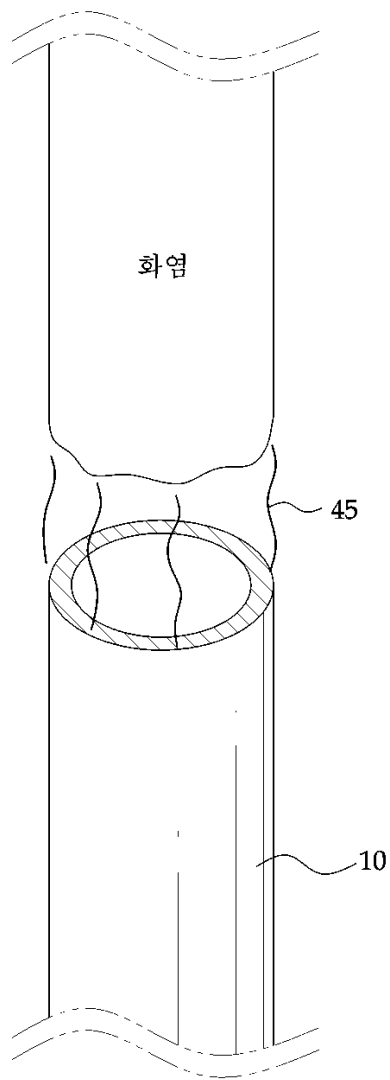
도면1



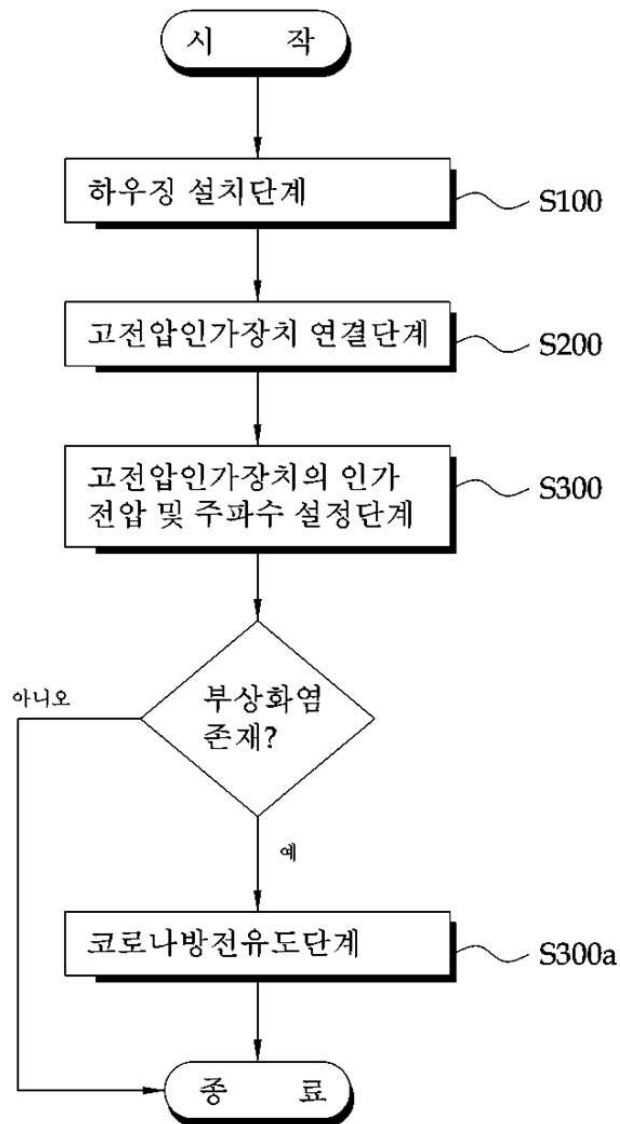
도면2



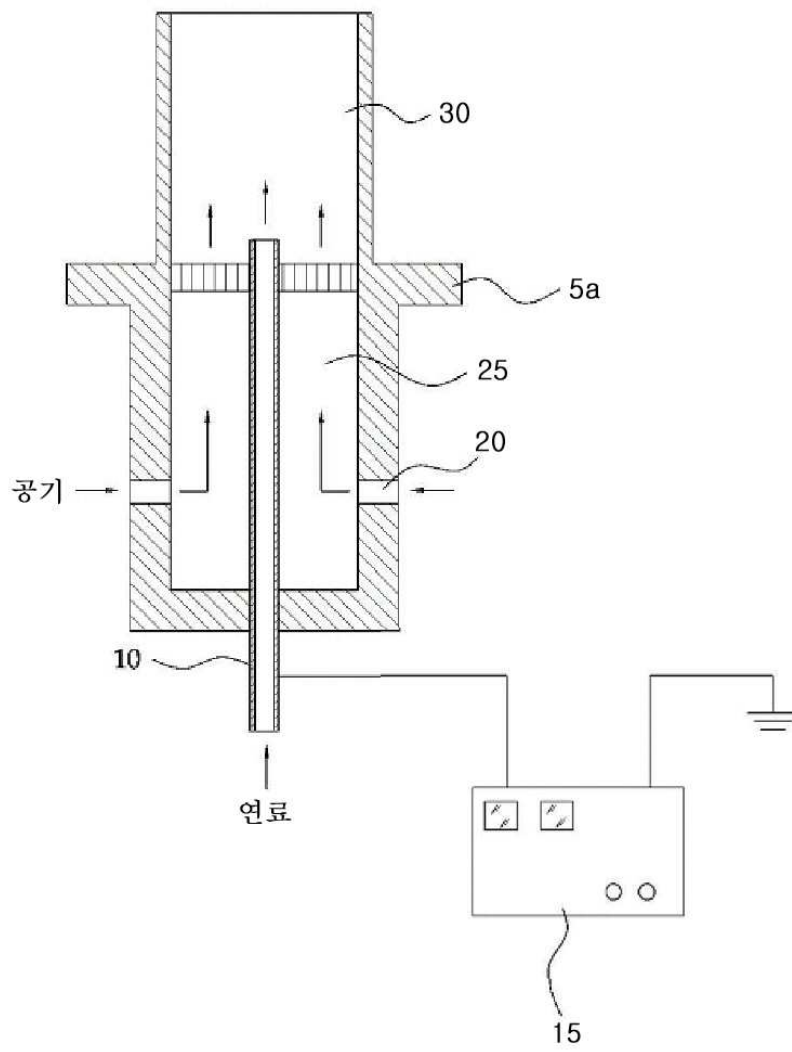
도면3



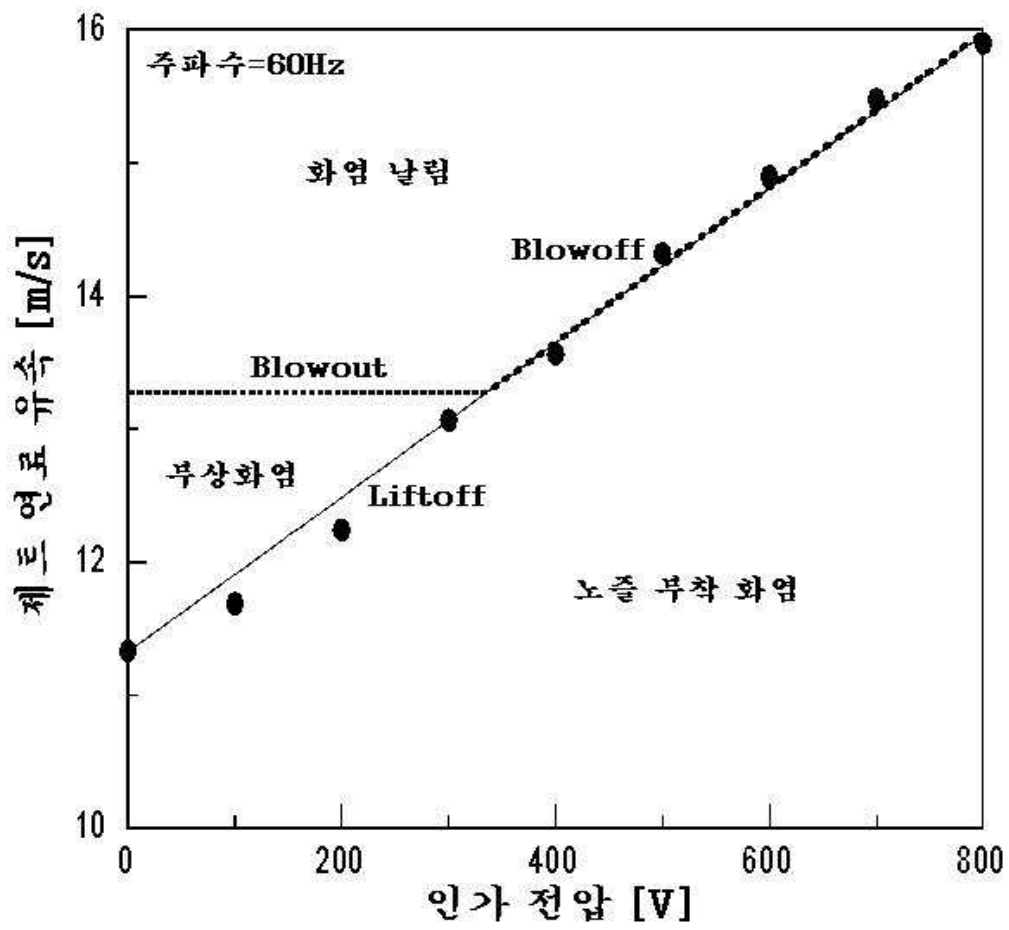
도면4



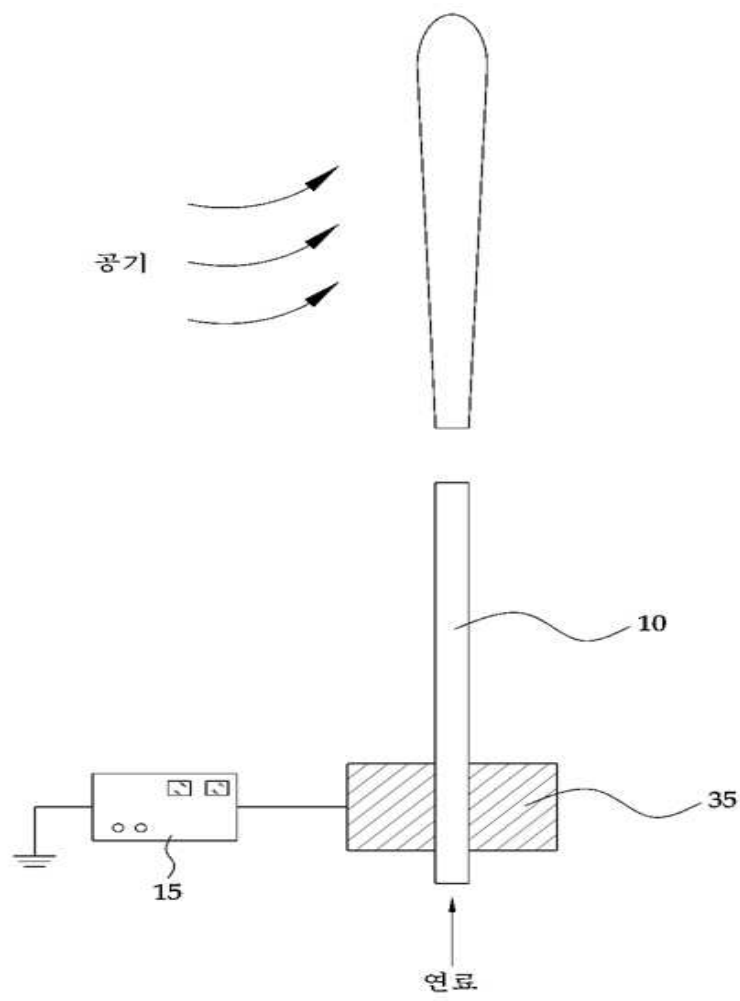
도면5



도면6



도면7



도면8

