



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0046320
(43) 공개일자 2016년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F23D 11/16 (2006.01) F23C 1/08 (2006.01)
F23D 11/36 (2006.01) F23D 17/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F23D 11/16 (2013.01)
F23C 1/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0036588(분할)
(22) 출원일자 2016년03월28일
심사청구일자 2016년04월11일
(62) 원출원 특허 10-2014-0009580
원출원일자 2014년01월27일
심사청구일자 2014년01월27일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
장동순
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 306동 1302호
(전민동, 엑스포아파트)
신미수
대전광역시 동구 현암로 45 (삼성2동 351-1)
방건웅
대전광역시 서구 신갈마로 51 더리치빌@101동302호
(74) 대리인
길준연

전체 청구항 수 : 총 2 항

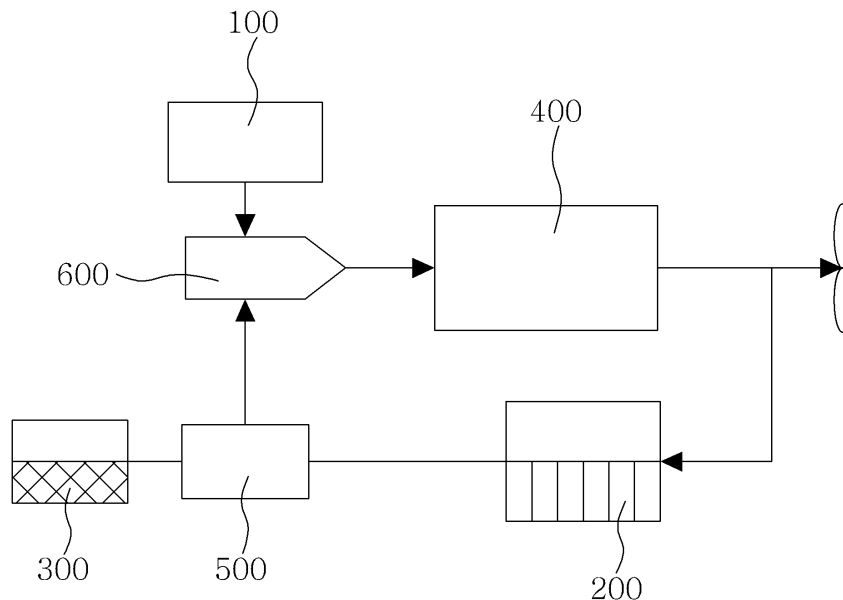
(54) 발명의 명칭 물 전기분해가스와 수증기 혼합연료 및 이 혼합연료와 화석연료의 혼소를 이용한 연소시스템

(57) 요약

본 발명은 물 전기분해가스와 수증기 및 화석연료를 혼합한 혼합연료를 연소하는 시스템으로, 더욱 구체적으로는 물 전기분해가스와 수증기를 혼합한 혼합연료 및 이를 연소하는 시스템 및 물 전기분해가스, 수증기 및 화석연료를 혼합한 혼합조성연료 및 이를 연소하는 시스템에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



본 발명은 물 전기분해가스 발생장치(200), 수증기 발생장치(300), 가스혼합장치(500), 연소장치(400)를 포함하여 이루어진 연소 시스템을 제공한다.

또한 본 발명은 물 전기분해가스 100중량부에 수증기 1~1,000중량부를 혼합한 혼합연료를 사용하는 것을 특징으로 하는 연소 시스템을 제공한다.

또한 본 발명은 물 전기분해가스 발생장치(200), 수증기 발생장치(300), 가스혼합장치(500), 화석연료 공급장치(100), 연료혼합장치(600), 연소장치(400)를 포함하여 이루어진 연소 시스템을 제공한다.

또한 본 발명은 물 전기분해가스 100중량부에 수증기 1~1,000중량부를 혼합한 혼합연료 100중량부에 화석연료 1~1,000중량부를 혼합한 혼합조성연료를 사용하는 것을 특징으로 하는 연소 시스템을 제공한다.

(52) CPC특허분류

F23D 11/36 (2013.01)

F23D 17/00 (2013.01)

F23D 2204/10 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

물 전기분해가스 발생장치(200), 수증기 발생장치(300), 가스혼합장치(500), 연소장치(400)를 포함하여 이루어진 연소 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

물 전기분해가스 100중량부에 수증기 1~1,000중량부를 혼합한 혼합연료를 사용하는 것을 특징으로 하는 연소 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 물전기분해가스(일명 oxyhydrogen 가스 또는 브라운 가스나 HH0 라고 불리기도 함)와 수증기의 혼합연료 그리고 이 혼합연료와 및 기존의 화석연료를 혼합한 연료를 연소하는 시스템으로, 구체적으로는 물전기분해가스와 수증기를 혼합한 혼합연료 및 이를 연소하는 시스템 및 물전기분해가스와 수증기와 기존의 화석연료를 혼합한 연료 및 이를 연소하는 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 지구촌의 에너지 문제는 정책적인 면에서나 기술 개발차원에서나 매우 중대한 조정 국면을 맞이하고 있는 듯이 보인다. 그 이유는 지난 50년 동안 가파르게 상승한 화석연료에 의한 지구 온난화 문제의 심각성과 함께 체르노빌과 후쿠시마 원전사고 발생으로 인한 에너지 문제 해결 부재에 따른 불안감의 증폭 등에 기인한다.

[0003] 이에 대한 대책의 일환으로 화석연료의 효율적인 활용과 함께 보다 강력한 신재생에너지에 대한 발굴이 에너지 분야의 중심 주제의 하나로 부각되어 관심이

[0004] 높아지고 있다.

[0005] 최근 이러한 추세에의 일환으로 시도되고 있는 것이 소위 물을 전기분해하여 발생하는 물분해 가스이다. 즉 소위 브라운 가스 또는 HH0 가스라고도 불리는 이 혼합기체에 대하여 연료로서의 타당성과 이를 자동차 엔진이나 기타 다른 연소장치나 소각장치에서 직접 연소하거나 또는 혼소하는 기술에 대한 연구가 다양한 분야에서 국내외에서 시도되어 그 결과가 발표되고 있다

[0006] 주지하다시피 물을 전기 분해하였을 때 물 1 liter에서 부피비로 1860배의 H2와 O2 기체가 잘 혼합된 형태로 발생한다.

[0007] 이를 이용한 에너지 분야에 대한 본격적인 활용연구는 1977년 Yull Brown에 의하여 시작되었기에 물 전기분해 가스는 브라운가스(Brown gas) 또는 HH0 가스라고 불린다.

[0008] 그러나 물 전기분해가스를 연구하는 많은 사람들은 이러한 물 전기분해가스에 대해 과학적으로 완전하게 입증되지 않은 초효율이나 열핵반응 등 특이사항을 지나치게 강조함으로써 물 전기분해가스의 에너지로서의 정상적인 활용 대신에 부정적인 관점을 증폭시키는 결과를 초래하였다.

[0009] 물 전기분해가스는 주지하다시피 물의 전기분해 방식에 의해 생산되는 수소와 산소가 2:1의 완전한 당량비율로 혼합된 가스를 말하며, 연소후 수증기 상태로 환원되는 완전 무공해 연료이다. 즉 온난화 가스인 이산화탄소나 산성가스인 질소산화물이 생성되지 않는다.

- [0010] 또한 물 전기분해가스는 수소와 산소가 2:1의 완전연소의 조건을 갖추고 있으므로 기존 화석연료처럼 산화제 역할을 하는 공기 공급을 하지 않아도 자체 산소에 의해 매우 짧은 시간에 완전 연소 되는 특성을 가지고 있다. 또한 공기와 같은 산화제에 필수적으로 존재하면서 반응에 도움을 주지 못하는 질소가 전혀 존재하지 않기 때문에 연소시 발생하는 생성물에 대한 가열능력은 물분해가스의 경우가 공기에 의한 가솔린 연소에 비해 3배정도 크다. 그러므로 전기분해가스는 단열화염온도가 최고 섭씨 3000 C 정도의 고온이 발생하기에 특히 고온이 요구되는 용접분야에 유용한 도구로 활용되고 있다.
- [0011] 이러한 물 전기분해가스의 장점은 물을 전기분해하여 얻어지는 수소 에너지가 전기분해에서 사용된 에너지보다 작다는(60~80%의 효율) 단점은 있으나 연소시에 산화제로서 질소가 포함되지 않고 산화제 혼합에 따른 시간이 최소로 작용하기에 짧은 시간에 많은 에너지를 방출한다는 점에서 동력발생(power=work/time)이나 청정연료로서의 가능성이 높다고 할 수 있다.
- [0012] 또한 물 전기분해가스는 연소시 수소 1분자와 산소 1/2 분자가 반응하여 1분자의 물을 생성함으로 생성물의 몰수가 반응물의 몰수에 비하여 감소하기 때문에
- [0013] 온도가 높아 보일샤를의 법칙에 의한 팽창 효과가 두드러지지 않는 특수한 상황에서는 오히려 부피가 줄어 응폭(Impllosion) 하는 특성을 나타낼 수도 있다.
- [0014] 또한 물 전기분해가스는 수소와 산소가 당량비로 완전 예혼합되어 있기 때문에 연료와 산소가 난류혼합을 하는 과정이 필요하지 않을 뿐만 아니라 수소분자는 빠른 확산 능력(molecular diffusivity)을 가지고 있기 때문에 연소반응이 매우 빠르다.
- [0015] 그러므로 불꽃이 연료가 공급하는 방향으로 타들어가는 역화(back-fire)하는 특성을 가진다.
- [0016] 이러한 역화 현상을 방지하기 위하여서는 노즐에서 분출되는 연료의 속도를 높여야 하므로 화염은 불가피하게 매우 가늘고 긴 화염이 직진하는 매우 불안정한 핀 포인트 화염을 형성하거나 화염이격(lift-off) 현상에 의하여 쉽게 소멸한다. 이러한 특징은 물전기분해가스를 보다 간편하고 실용적으로 이용하는데 장애요인으로 작용한다.
- [0017] 이와 같이 수소와 산소가 전기분해 방법에 의하여 잘 혼합된 형태로 존재할수 있는 전기분해가스는 역화나 화염의 불안정한 특성 때문에 종전의 버너나 연소방법과 달리 새로운 연소방법을 필요로 한다.
- [0018] 다시 정리하면 물을 전기분해하여 발생한 수소와 산소가 당량비로 예혼합 되어 있는 물 전기분해가스는 폭발적인 반응성 때문에 역화(逆火,back-fire)나 화염이 lift-off 등이 발생하기에 폭발영역(flammability)을 벗어나게 연료와 산화제의 공연비 조정이나 점화를 방지하는 온도조절 등 특별한 형태의 버너나 화염안정장치 등이 요구된다.
- [0019] 상기와 같은 문제점과 요구를 해결하기 위한 물전기분해가스 연소장치 등이 많은 기술자나 연구자들에 의하여 연구되고 있다.
- [0020] 등록특허 10-0367223호(물 전기분해가스 보일러, 이하 선행기술)는 "가스보일러의 연료를 LPG나 LNG가 아닌 물 전기분해가스를 연료로 사용하기 위한 물 전기분해가스 보일러에 관한 것으로 물 전기분해가스를 연소시키고 발열 시키기 위해 물 전기분해가스만의 4대 특성을 적용한 발열부와 순환연소실을 갖추고 있는 물 전기분해가스 보일러"를 제공한 바 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0021] 본 발명의 내용과 해결하고자 하는 과제는 수증기를 사용한 물전기분해가스의 효율적인 이용이다.
- [0022] 즉 상기한 종래의 물 분해가스와 연소장치 및 선행기술은 여전히 역화(逆火,back-fire)나 화염이 lift-off 등이 발생하는 화염의 불안정한 문제점이 있는바 이를 해결하는 독창적인 신개념의 혼합연료 및 이를 이용한 연소 시스템을 제시하고자 한다.
- [0023] 또한, 종래의 석탄, 석유, 가솔린, 디젤, 케로신, LNG, LPG 등과 같은 화석연료는 CO₂, SO_x, NO_x 등과 같은 공해물질을 배출하고 있는바 이를 현저히 감소시킬 수 있는 신개념의 혼합연료 및 이에 대한 연소 시스템을 제시하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0024] 상기한 문제점 및 요구를 해결하기 위하여,
- [0025] 본 발명은 물 전기분해가스 발생장치(200), 수증기 발생장치(300), 가스혼합장치(500), 연소장치(400)를 포함하여 이루어진 연소 시스템을 제공한다.
- [0026] 또한 본 발명은 물 전기분해가스 100중량부에 수증기 1~1,000중량부를 혼합한 혼합연료를 사용하는 것을 특징으로 하는 연소 시스템을 제공한다.
- [0027] 또한 본 발명은 물 전기분해가스 발생장치(200), 수증기 발생장치(300), 가스혼합장치(500), 화석연료 공급장치(100), 연료혼합장치(600), 연소장치(400)를 포함하여 이루어진 연소 시스템을 제공한다.
- [0028] 또한 본 발명은 물 전기분해가스 100중량부에 수증기 1~1,000중량부를 혼합한 혼합연료 100중량부에 화석연료 1~1,000중량부를 혼합한 혼합조성연료를 사용하는 것을 특징으로 하는 연소 시스템을 제공한다.

발명의 효과

- [0029] 종래의 기술들은 단순히 물전기분해가스를 직접 또는 화석연료와 혼소하여 연소하여 연소효율 향상과 공해물질 저감을 기도하고자 하였다.
- [0030] 그러나 수증기를 혼합하지 않을 경우 물전기분해가스의 빠른 반응과 과도한 가열능력에 의한 화염의 온도 상승이 동반하기에 혼소할 수 있는 무공해 전기분해가스의 양이 절대적으로 제한을 받아 실용화에 문제점이 발생한다.
- [0031] 이 경우 전기분해가스의 양을 증가하면 온도상승이 가속화 되어 질소산화물의 발생이나 연소로 내구성의 문제가 보다 심화된다.
- [0032] 따라서 본 발명에 따른 물전기분해가스와 수증기의 혼합연료, 그리고 이 혼합 가스와 화석연료의 혼합조성연료 및 이에 대한 연소시스템은 매우 독창적인 것으로 공해물질이 전혀 없는 수증기를 혼합함으로써 온도상승에 따른 문제를 완벽하게 해결하는 방법을 제시하고 있다.
- [0033] 본 발명의 효과를 전통적인 화석연료의 연소의 관점에서 조명한다면 종래의 화석연료는 화석연료에 공기($O_2 + 3.76N_2$)를 혼합하여 연소시키는 방법인데 반하여 본 발명의 연소방법은 화석연료에 물분해가스($H_2 + 1/2 O_2$)에 수증기(H_2O vapor)를 혼합하여 연소시키는 방법으로서 물전기분해가스와 수증기의 혼합연료의 양에 비례하여 질소산화물(NO_x)에 의한 산성가스의 발생과 CO_2 에 의한 온난화가스의 발생이 원천 제어되는 장점이 있다.
- [0034] 더불어 비교차원에서 종래의 화석연료에 액적상태의 물(liquid phase)을 혼합하는 coal-water slurry 연소 기술 등이 있었다. 물을 액적상태로 혼합하여 연소시키는 목적은 운송과 공급에 편리성과 함께 액상의 물이 기화할 경우 강력한 체적 팽창에 의한 혼합 효과의 증대와 물의 기화열에 의한 화염 온도하강에 따른 질소산화물 저감을 기도하였다.
- [0035] 그러나 이러한 방법은 물의 강력한 기화열 냉각에 따른 온도하강이 화염의 안정적인 형성에 영향을 미칠 뿐만 아니라 기화에 따른 체적 팽창효과는 선화력 감소등 부정적인 인자가 많기에 지속적으로 활용되지 못한 기술로 특수한 경우에만 활용되는 기술로 평가받고 있다.
- [0036] 그렇기 때문에 본 발명의 경우와 같이 물전기분해가스와 수증기를 가지고 화석연료와 혼소하는 기술과는 질적으로 다른 경우로 판단된다.
- [0037] 요약하면 본 발명에 따른 혼합연료, 혼합조성연료 및 연소시스템은 청정연료인 물전기분해가스를 수증기와 혼합함으로써 불안정하고 폭발성이 있는 전기분해가스를 매우 안정된 혼합연료로 제공하는 효과가 나타나며, 더불어 화석연료를 혼합하여 연소함으로써 화석연료의 양의 감소에 비례하여 화석연료의 문제점인 CO_2 , NO_x , SO_x 등과 같은 공해물질을 현저히 감소시킬 수 있는 효과가 발생한다.
- [0038] 또한 본 발명에 따른 혼합조성연료 및 연소 시스템으로 Freon과 같은 냉매를 잉여공기를 가지고 완전 소각처리할 경우, 본 발명에서 투입되는 많은 양의 수증기는 아래와 같은 디아콘(Deacon) 반응에 의하여 발생하는 매우 유독한 불소나 염소 기체를 덜 유독한 불산이나 염산으로 변화시키는 역할을 한다.
- [0039] [Deacon Reaction]
- [0040] $H_2O + Cl_2 = 2 HCl + 1/2 O_2$

[0041] 염소기체 염산

[0042] $H_2O + F_2 = 2 HF + 1/2 O_2$

[0043] 맹독불소기체 불산

도면의 간단한 설명

[0044] 도 1는 본 발명에 따른 물 전기분해가스와 수증기를 혼합한 혼합연료에 대한 연소 시스템.

도 2는 본 발명에 따른 물 전기분해가스, 수증기 및 화석연료를 혼합한 혼합조성연료에 대한 연소 시스템

도 3은 본 발명에 따른 수증기 발생장치의 개념도.

도 4는 본 발명에 따른 가스혼합장치의 개념도.

도 5는 본 발명에 따른 연료혼합장치의 개념도.

도 6a는 본 발명에 따른 전산 해석 실험을 위한 시멘트 건조용 킬른의 연소로 버너의 외형도.

도 6b는 본 발명에 따른 전산 해석 실험을 위한 시멘트 건조용 킬른의 연소로 버너의 그리드(376,000 메쉬) 생성도.

도 6c는 본 발명에 따른 전산 해석 실험을 위한 시멘트 건조용 킬른의 연소로 버너의 사양도.

도 7a는 본 발명에 따른 전산 해석 실험에서 100% LNG 연료의 화염도.

도 7b는 본 발명에 따른 전산 해석 실험에서 100% LNG 연료의 전면, 중간, 출구 위치의 단면 화염분포도(평균 배출가스 온도 1,122도씨의 연소로)를 보여주는 도면.

도 7c는 본 발명에 따른 전산 해석 실험에서 100% LNG 연료에 대한 계산된 3차원(3-D) 속도 벡터 플롯.

도 8a는 100% LNG 연료, 물 전기분해가스와 수증기의 혼합연료(1:1), 물 전기분해가스와 수증기의 혼합연료(1:1.5), 물 전기분해가스와 수증기의 혼합연료(1:2)의 경우의 계산된 온도 분포 비교도.

도 8b는 100% LNG 연료, 물 전기분해가스와 수증기의 혼합연료(1:1), 물 전기분해가스와 수증기의 혼합연료(1:1.5), 물 전기분해가스와 수증기의 혼합연료(1:2)의 경우의 계산된 속도 분포 비교도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0045] 이하 본 발명을 도면을 참고하여 상세히 설명한다.

[0046] 본 발명은 물 전기분해가스 발생장치(200), 수증기 발생장치(300), 가스혼합장치(500), 연소장치(400)를 포함하여 이루어진 연소 시스템을 제공한다.

[0047] 또한 본 발명은 물 전기분해가스 발생장치(200), 수증기 발생장치(300), 가스혼합장치(500), 화석연료 공급장치(100), 연료혼합장치(600), 연소장치(400)를 포함하여 이루어진 연소 시스템을 제공한다.

[0048] 본 발명의 물 전기분해가스 발생장치(200)는 물을 분해하여 수소와 산소가스를 발생시키는 통상의 물 전기분해가스 발생장치 또는 수단을 의미한다.

[0049] 따라서 상기한 물 전기분해가스 발생장치는 물을 분해하여 물 전기분해가스를 생성하게 된다.

[0050] 본 발명의 수증기 발생장치는 통상의 열에너지 또는 초음파에너지를 이용하여 수증기를 발생하는 장치를 의미한다.

[0051] 도 3에서 보는 것처럼 수증기 발생장치(300)는 물해리 수단(310), 물의 저장공간(320), 물유입구(330), 수증기 유출구(340)를 포함하여 구성되어 있다.

[0052] 상기한 물해리 수단(310)은 히터 등을 의미하지만 초음파 등과 같은 물분자를 활성화시켜 증기화하는 장치 또는 수단을 포함하는 개념이다.

[0053] 상기한 수증기 발생장치는 수증기압과량을 조절하는 제어수단(350) 및 밸브 등이 구비될 수 있음은 물론이다.

[0054] 본 발명은 상기한 수증기 발생장치에서 발생시킨 수증기를 상기한 물 전기분해가스 발생장치에서 발생시킨 물

전기분해가스와 혼합시키는 가스혼합장치(500)로 이송하게 된다.

- [0055] 본 발명의 가스혼합장치는 물 전기분해가스와 수증기를 혼합하여 연소장치로 제공해 주는 장치 또는 수단을 의미한다.
- [0056] 도 4에서 보는 것처럼 본 발명의 가스혼합장치(500)는 혼합공간부(520), 물 전기분해가스 유입조절부(210), 수증기 유입조절부(220), 혼합연료 주입조절부(510)를 포함하여 구성되어 있다.
- [0057] 상기한 혼합공간부(520)는 물 전기분해가스와 수증기가 혼합되는 공간으로 완전한 혼합을 하게 하는 통상의 구조 또는 장치가 구비될 수 있다.
- [0058] 또한 상기한 물 전기분해가스 유입조절부(210)는 유입되는 물 전기분해가스의 양과 속도를 조절할 수 있는 장치 또는 수단으로서 가스조절밸브(211)가 구비될 수 있다.
- [0059] 또한 상기한 수증기 유입조절부(220)는 유입되는 수증기의 양과 속도를 조절할 수 있는 장치 또는 수단으로서 수증기조절밸브(311)가 구비될 수 있다.
- [0060] 또한 상기한 혼합연료 주입조절부(510)는 연소장치(400)에 제공되는 혼합연료의 양과 속도를 조절할 수 있는 장치 또는 수단으로서 주입조절밸브(511)가 구비될 수 있다.
- [0061] 상기한 물 전기분해가스와 수증기의 혼합연료는 상기한 연소장치에 제공된다.
- [0062] 상기한 연소장치(400)는 물 전기분해가스 연소장치 또는 통상의 고체, 액체, 기체 연료를 연소시키는 보일러, 소각장치 또는 가솔린, 디젤 등을 사용하는 내연기관 등을 포함하는 개념이다.
- [0063] 따라서 본 발명의 연소장치 중 보일러는 일관되게 통상의 보일러에 구비된 연소로, 공기조절부, 배기가스 배출부 등이 구비되어 있다.
- [0064] 또한 본 발명의 연소장치 중 내연기관은 일관되게 통상의 내연기관에 구비된 점화장치, 실린더 등이 구비되어 있다.
- [0065] 본 발명의 상기한 물 전기분해가스와 수증기의 혼합연료를 사용하는 연소장치는 물 전기분해가스 연소장치에 적합하다.
- [0066] 본 발명은 상기한 연소 시스템에 주입되는 혼합 연료에 구성에 기술적 특징이 있다.
- [0067] 상기한 물 전기분해가스와 수증기의 혼합비율은 물 전기분해가스 100중량부에 수증기 1~1,000중량부를 혼합한 혼합연료를 주입한다.
- [0068] 바람직하게는 물 전기분해가스 100중량부에 수증기 50~200중량부를 혼합한 것이 좋으며, 더욱 바람직하게는 물 전기분해가스 100중량부에 수증기 80~120중량부를 혼합한 것이 매우 효율적이다.
- [0069] 본 발명은 상기한 구조를 포함하여 이루어진 물 전기분해가스와 수증기를 혼합한 혼합 연료의 연소 시스템을 제공한다.
- [0070] 본 발명은 상기한 물 전기분해가스와 수증기를 혼합한 혼합 연료에 화석연료를 혼합한 혼합조성연료를 연소하는 연소 시스템을 제공한다.
- [0071] 도 2b에서 보는 것처럼 물 전기분해가스 발생장치(200), 수증기 발생장치(300), 가스혼합장치(500), 화석연료 공급장치(100), 연료혼합장치(600), 연소장치(400)를 포함하여 이루어진 연소 시스템을 제공한다.
- [0072] 상기한 물 전기분해가스 발생장치(200), 수증기 발생장치(300), 가스혼합장치(500), 연소장치(400)는 앞에서 설명한 바와 같다.
- [0073] 상기한 화석연료 공급장치(100)는 통상의 화석연료인 석탄, 석유, LNG, LPG, 가솔린, 디젤, 등유, 기타 바이오 디젤이나 폐기물 가스화 가스 등을 제공하는 장치 또는 수단을 의미한다.
- [0074] 본 발명의 화석연료는 석탄, 석유, LNG, LPG, 가솔린, 디젤, 등유, 기타 바이오 디젤이나 폐기물 가스화 가스 등을 포함하는 개념이다.
- [0075] 본 발명의 상기한 연료혼합장치(600)는 앞서 설명한 화석연료인 석탄, 석유, LNG, LPG, 가솔린, 디젤, 등유 등과 물 전기분해가스와 수증기를 혼합한 혼합연료를 혼합하여 조성한 혼합조성연료를 연소장치(400)공급해주는 장치 또는 수단을 의미한다.

- [0076] 따라서 도 5에서 보는 것처럼 연료혼합장치(600)는 혼합조성공간부(620), 화석연료 유입조절부(110), 혼합연료 유입조절부(530), 혼합조성연료 주입조절부(610)를 포함하여 구성되어 있다.
- [0077] 상기한 혼합조성공간부(520)는 물 전기분해가스와 수증기가 혼합된 혼합연료와 화석연료가 혼합되는 공간을 의미하는 것으로 서로 완전한 혼합을 하게 하는 통상의 구조 또는 장치가 구비될 수 있다.
- [0078] 또한 상기한 화석연료 유입조절부(110)는 유입되는 화석연료의 양과 속도를 조절할 수 있는 장치 또는 수단으로서 화석연료조절밸브(111)가 구비될 수 있다.
- [0079] 또한 상기한 혼합연료 유입조절부(530)는 유입되는 혼합연료의 양과 속도를 조절할 수 있는 장치 또는 수단으로서 혼합연료유입조절밸브(531)가 구비될 수 있다.
- [0080] 또한 상기한 혼합조성연료 주입조절부(610)는 연소장치(400)에 제공되는 혼합조성연료의 양과 속도를 조절할 수 있는 장치 또는 수단으로서 주입조절밸브(611)가 구비될 수 있다.
- [0081] 본 발명은 상기한 연료혼합장치의 작용으로 연소장치에 공급되는 혼합조성연료의 양과 속도를 제어할 수 있게 된다.
- [0082] 본 발명은 상기한 구성으로 이루어진 물 전기분해가스, 수증기, 화석연료를 혼합한 혼합조성연료를 연소하는 연소 시스템을 제공한다.
- [0083] 본 발명의 연소 시스템에 공급되는 연료는 상기한 물 전기분해가스, 수증기, 화석연료를 혼합한 혼합조성연료는 앞서 설명한 물 전기분해가스와 수증기를 혼합한 혼합연료 100중량부에 화석연료 1~1,000중량부 혼합한 혼합조성연료인 점이 기술적 특징이다.
- [0084] 바람직하게는 혼합연료 100중량부에 화석연료 50~200중량부를 혼합한 것이 좋으며, 더욱 바람직하게는 혼합연료에 100중량부에 화석연료 80~120중량부를 혼합한 것이 매우 효율적이다.
- [0085] 본 발명은 상기한 구조와 기능으로 이루어진 물 전기분해가스, 수증기, 화석연료를 혼합한 혼합조성연료 및 이를 연소하는 연소 시스템을 제공한다.
- [0086] 본 발명은 상기한 발명에 따른 혼합연료 및 이 혼합연료의 연소방법에 대한 전산 해석적 실험 방법을 통하여 고찰하였으며, 그 결과 종래의 물 전기분해가스의 연소방법에 비하여 더욱 안정적으로 연소되고 또한 그 효율면에서도 현저한 효과가 있음을 알 수가 있었다.
- [0087] 1. 실험방법
- [0088] 본 발명에서는 통상의 LNG 연료의 연소 특성과 물 전기분해가스와 수증기를 혼합한 혼합연료의 연소 특성을 킬른 형태의 연소로를 대상으로 정량적으로 고찰하였으며 특히 물 전기분해가스와 수증기의 비율을 조절하여가며 화염의 안정성과 유동특성 등을 실험하였다.
- [0089] 2. 연소 특성 실험장치
- [0090] 연소 특성 실험장치로 시멘트 건조용 킬른을 위한 연소로의 버너와 연소로의 제원을 도 6a 내지 도 6c에 제시하였다.
- [0091] 3. 실험 결과 등
- [0092] (1) 상기한 연소특성 실험장치에서 LNG 연료의 연소 특성과 물 전기분해가스와 수증기를 혼합한 혼합연료의 연소 특성을 킬른 형태의 연소로를 대상으로 정량적으로 고찰하였다.
- [0093] (2) LNG연료의 계산조건은 아래의 [표 1]과 같으며 LNG연료의 화염 특성 결과는 아래에서 설명하는 바와 같다.

표 1

Table 1. LNG combustion input data

	Classification	Inflow rate	T (°C)	Inlet geometry	Inlet velocity
LNG Combustion Input Data	Fuel (LNG) (100%)	500 Nm ³ /hr	25°C	■1" fuel inlet : ϕ 180 mm (center) – swirl 30° ■2" fuel inlet : ϕ 42 mm $\times$ 6 ea	u = 4.49 m/s w = 2.59 m/s
					u = 4.49 m/s
	Combustion air	5,750 Nm ³ /hr	25°C	■1" air inlet : ϕ 363mm (swirl 60°) ■2" air inlet : ϕ 460 mm (except 2" fuel inlet and support fixture area)	u = 15.88 m/s w = 27.5 m/s
					u = 15.88 m/s
	Cement drying air	10,000 m ³ /hr	220°C	120 mm $\times$ 16 ea	u = 15.35 m/s

[0094]

[0095]

도 7a 및 도 7b는 연료로 LNG만 주입한 경우 연소로 내부 열유동 수치해석 결과이다. 주어진 조건처럼 1차 연료 주입구와 1차 공기주입구에 선회를 주어 연료와 공기를 주입하였고 2차 연료주입구와 2차 공기주입구는 선회없이 연료와 공기를 주입하였다.

[0096]

그리고 소성용 공기는 220 °C 온도로 10,000 m³/hr의 양을 연소로 가장자리에 서 16개의 노즐을 통해 주입하였다. 선회유동은 보통 강렬한 연소과정에서 화염의 안정성을 이루기 위해 사용되는데 그 주된 효과는 연소로 중앙에 재순환 영역을 형성과 함께 빠른 혼합에 의한 화염길이의 단축에 있다. 본 계산의 결과 이러한 화염패턴을 성공적으로 나타내고 있다. 연소로 온도분포는 최고 온도가 1,642°C 정도로 나타났으며 출구에서의 평균 온도는 1,122°C로 나타났다.

[0097]

도 7c에 나타난 유동 분포를 살펴보면 버너 부근에 swirl 효과에 의해 연소로 중앙에 재순환 영역을 형성(CTRZ, Central Toroidal Recirculation Zone)하는 것을 볼 수 있다. 출구에서의 평균 유속은 15.94 m/s 정도로 나타났다.

[0098]

(3) 앞의 LNG연료 계산 결과에 기초하여 다음은 물 전기분해가스와 수증기를 혼소함으로써 안정된 화염을 얻을 수 있는지 여부와 수증기의 혼소 양을 조절함으로써 변화하는 화염의 특성을 고찰하였다. 그리고 이러한 물 전기분해가스와 수증기 혼소화염의 특성을 LNG 화염과 비교 검토하였다.

[0099]

아래 [표 2]에서는 변수 연구에 사용된 조건을 제시하였다. 변수연구에서는 기준이 되는 화염을 LNG화염(Case 1)으로 설정하였다. 이러한 LNG 화염과 비교를 위하여 다양한 방법이 사용될 수 있다. 구체적으로 예를 들면 발열량을 같게 하는 방법이 있고 노즐에 서의 유량이나 운동량을 조절하는 방법 등이 사용될 수 있다. 그러나 발열량을 같게 하는 경우 생성물의 종류와 물수가 상이하면 화염의 온도가 실질적으로 차이를 나타낼 수 있다.

표 2

Table 2. Calculation data for the comparison between LNG and Brown gas with water vapor flames

Cases	Classification	Inflow rate (at 25°C)	Inlet geometry	Inlet velocity (m/s)	note
Case 1	■1" inlet - fuel (LNG 100%)	82.26 m ³ /hr	■1" inlet : ϕ 180 mm - swirl 30°	u = 0.898 w = 0.518	- fuel(1" inlet) :LNG inflow
	■2" inlet - combustion air	940.17 m ³ /hr (m = 1.2)	■2" inlet : ϕ 363 mm - swirl 60°	u = 3.348 w = 5.799	- air (2" inlet) : air fuel ratio (m) = 1.2
Case 2	■1" inlet HHO gas (50%) - composition : H ₂ 5.55% O ₂ 44.45% H ₂ O 50%	(HHO:H ₂ O = 1 : 1) 82.26 m ³ /hr	■1" inlet : ϕ 180 mm - swirl 30°	u = 0.898 w = 0.518	- 1" inlet : HHO : H ₂ O = 1 : 1
	■2" inlet HHO gas (50%) - composition : H ₂ 5.55% O ₂ 44.45% H ₂ O 50%	(HHO : H ₂ O = 1 : 1) 82.26 m ³ /hr	■2" inlet : ϕ 363 mm - swirl 60°	u = 0.293 w = 0.507	- 2" inlet : HHO : H ₂ O = 1 : 1 - total inlet HHO : H ₂ O = 1 : 1
Case 3	■1" inlet HHO gas (50%) - composition : H ₂ 5.55% O ₂ 44.45% H ₂ O 50%	(HHO : H ₂ O = 1 : 1) 82.26 m ³ /hr	■1" inlet : ϕ 180 mm - swirl 30°	u = 0.898 w = 0.518	- 1" inlet : HHO : H ₂ O = 1 : 1
	■2" inlet HHO gas (33%) - composition : H ₂ 3.7% O ₂ 29.6% H ₂ O 66.7%	(HHO : H ₂ O = 1 : 2) 123.39 m ³ /hr	■2" inlet : ϕ 363 mm - swirl 60°	u = 0.439 w = 0.761	- 2" inlet : HHO : H ₂ O = 1 : 2 - total inlet HHO : H ₂ O = 1 : 1.5
Case 4	■1" inlet HHO gas (50%) - composition : H ₂ 5.55% O ₂ 44.45% H ₂ O 50%	(HHO : H ₂ O = 1 : 1) 82.26 m ³ /hr	■1" inlet : ϕ 180 mm - swirl 30°	u = 0.898 w = 0.518	- 1" inlet : HHO : H ₂ O = 1 : 1
	■2" inlet HHO gas (25%) - composition : H ₂ 2.78% O ₂ 22.22% H ₂ O 75%	(HHO : H ₂ O = 1 : 3) 170.52 m ³ /hr	■2" inlet : ϕ 363 mm - swirl 60°	u = 0.586 w = 1.015	- 2" inlet : HHO : H ₂ O = 1 : 3 - total inlet HHO : H ₂ O = 1 : 2

[0100]

[0101] 따라서 본 실험에서는 일차적으로 LNG 화염의 온도(Case1)와 물 전기분해가스와 수증기 양을 1 : 1로 혼합한 경우(Case2)의 발열량과 생성물의 몰수와 비열을 고려

[0102] 하여 화염의 온도를 비슷하게 설정하였다. 그리고 Case 3와 4의 경우 혼합하는 수증기 양을 조절하여 화염의 특성의 변화를 관찰하였다. 그러나 모든 경우에서

[0103] 일차 주입구에 해당하는 중심버너에서는 모두 물 전기분해가스와 수증기 양을 1 : 1로 고정시켰으며 1차 주입구 주변에 위치한 2차 버너에서만 물 전기분해가스에 대한 수증기의 양을 Case2에 비하여 2배와 3배로 증가시키면서 화염의 특성과 온도의 변화를 고찰하였다. 앞의 검증 차원에서 행한 LNG 화염의 경우에는 소성용 공기를 사용하였으나 이번의 경우에는 소성용 공기가 화염에 미치는 영향을 배제한 상태에서 화염특성을 관찰하기 위하여 소성용 공기를 주입하지 않았다. 또한 벽에서는 현열 손실 모델(sensible heat loss model)을 사용하였다.

[0104] (4) 실험 결과

[0105] 1) 도 8a에는 LNG 화염의 경우(Case1)를 비롯하여 Case 1과 연소 온도를 비슷하게 설정한 Case 2(물 전기분해가

스와 수증기의 비를 1 : 1)를 일차적으로 비교하였다.

- [0106] 이 경우 출구의 온도가 Case1의 경우에는 1594℃이고 Case2의 경우에는 1588℃로서 매우 유사하게 나타남을 볼 수 있다.
- [0107] 그러나 화염내부에서의 온도의 분포는 LNG 화염의 경우가 비교적 넓고 완만하게 화염이 형성되는데 반하여 수증기와 물 전기분해가스를 혼합한 연료의 경우에는 화염온도의 구배가 실질적으로 크게 형성됨을 알 수 있었다.
- [0108] 이것은 비록 물 전기분해가스를 수증기와 혼합하였다고는 하나 물 전기분해가스 자체가 화학 양론적으로 수소와 산소가 완전 예혼합이 되어 있는 상태이기 때문에 산화제와 연료간의 혼합속도에 의하여 반응이 결정되는 난류 유동장에서 반응이기는 하나 비교적 빠르게 반응이 진행된 것에 기인한다고 판단된다.
- [0109] 2) 도 8b에서는 앞의 4가지 경우에 대한 속도장을 제시하였다. 여기서 특이한 것은 LNG화염의 경우에는 선회 유동에 의해 강력한 중앙 재순환 영역이 형성되는것이 가시적으로 나타나고 있으나 물 전기분해가스와 수증기 혼합 연료의 경우에는 같은 선회 강도에도 불구하고 중앙선회유동이 나타나고 있지 않는다는 점이다. 이는 아마도 물 전기분해가스의 빠른 화학반응에 따른 초기 화염팽창 등의 효과로 판단된다.
- [0110] 3) 상기한 결과는 물 전기분해가스와 수증기를 예혼합 함으로써 청정연료의 기능을 유지하면서도 화염의 역화나 가는 장화염 또는 화염 lift-off와 같은 불안정한 연소특성의 제어가 가능하다는 것을 보여준다.
- [0111] 또한 물 전기분해가스와 수증기 혼합형태의 연료의 연소특성은 안정적이었으며 물리적으로 일관성이 있는 결과를 나타내는 것으로 나타났다. 따라서 물 전기분해가스와 수증기의 혼합연료는 질소산화물이나 기타 다른 공해물질의 배출이 없는 청정연료로서의 가능성을 시사한다.
- [0112] 본 발명에 따른 혼합조성연료 및 연소 시스템으로 Freon과 같은 냉매를 잉여공기를 가지고 완전 소각처리 할 경우, 본 발명에서 투입되는 많은 양의 수증기는 디아콘(Deacon) 반응에 의하여 발생하는 매우 유독한 불소나 염소 기체를 덜 유독한 불산이나 염산으로 변화시키는 효과가 나타난다.
- [0113] 본 발명은 상기한 구조, 기능, 작용 및 효과가 나타나는 혼합연료, 혼합조성연료 및 이를 이용하는 연소 시스템을 제공한다.

산업상 이용가능성

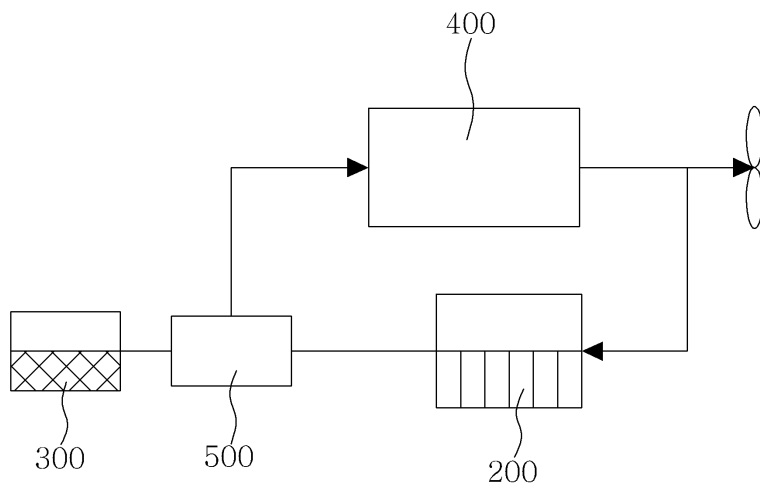
- [0114] 본 발명은 보일러, 내연기관 등의 연소장치의 생산, 제조, 판매, 연구, 유통하는 산업에 매우 유용하다.
- [0115] 특히 본 발명은 보일러, 내연기관 등의 연소장치에 제공되는 연료의 생산, 제조, 판매, 연구, 유통하는 산업에 매우 유용하다.

부호의 설명

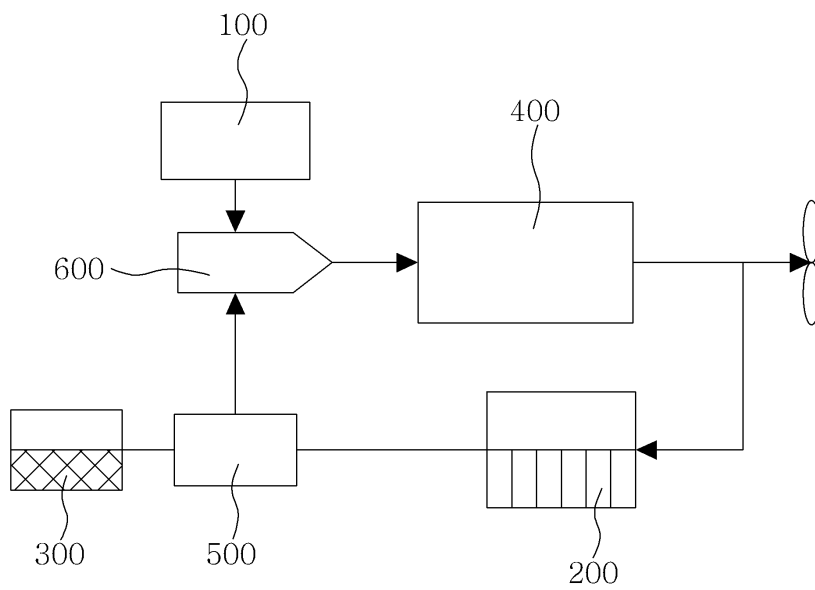
- [0116]
- | | |
|------------------|---------------------|
| 100 : 화석연료 공급장치 | 200 : 물 전기분해가스 발생장치 |
| 300 : 수증기 발생장치 | 400 : 연소장치 |
| 500 : 가스혼합장치 | 600 : 연료혼합장치 |
| 620 : 혼합조성공간부 | 110 : 화석연료 유입조절부 |
| 530 : 혼합연료 유입조절부 | 610 : 혼합조성연료 주입조절부 |

도면

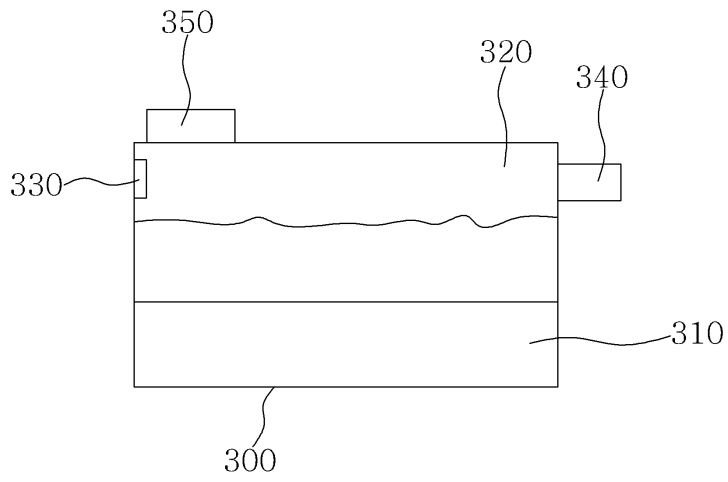
도면1



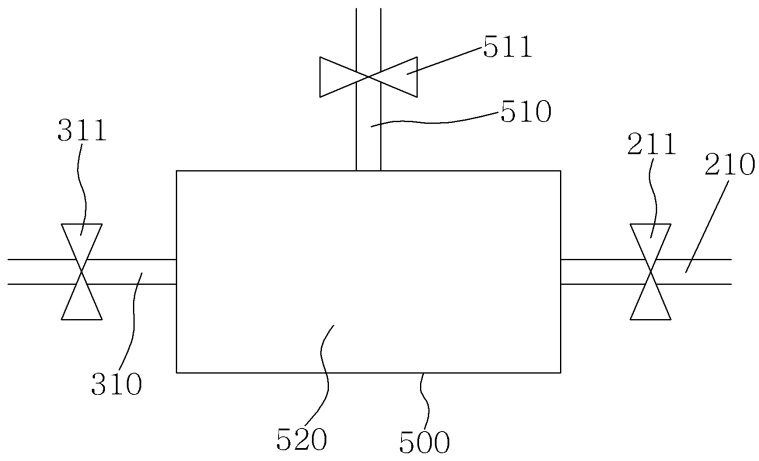
도면2



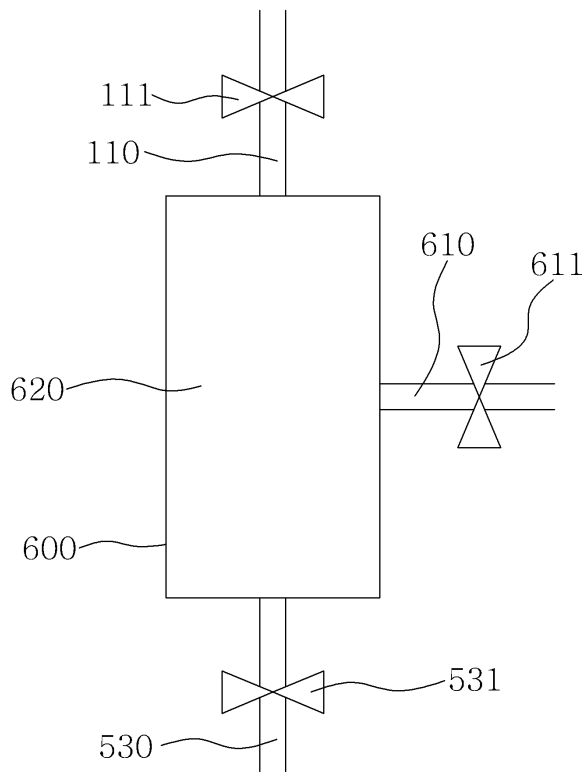
도면3



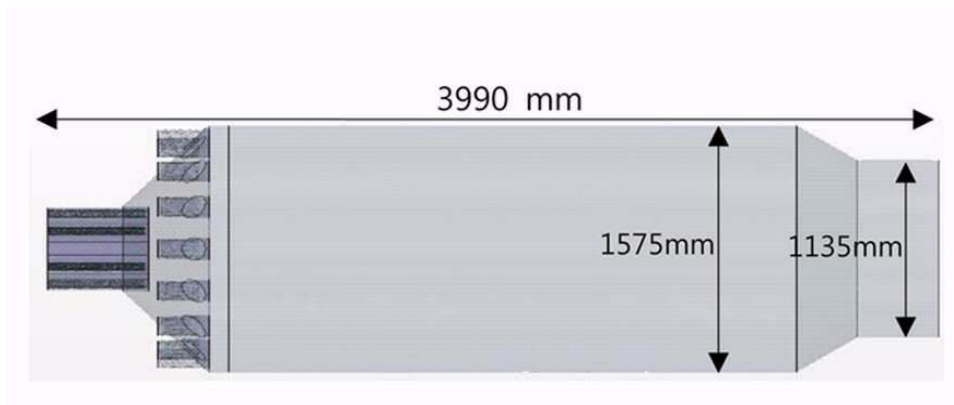
도면4



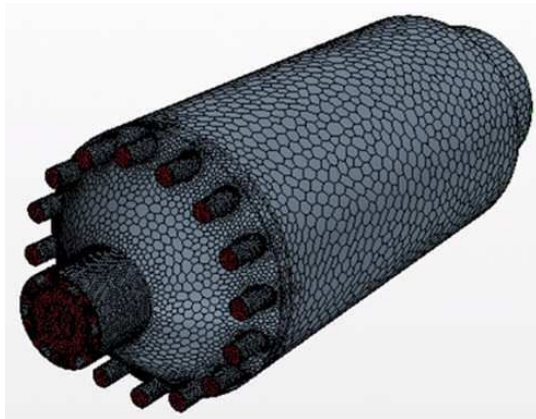
도면5



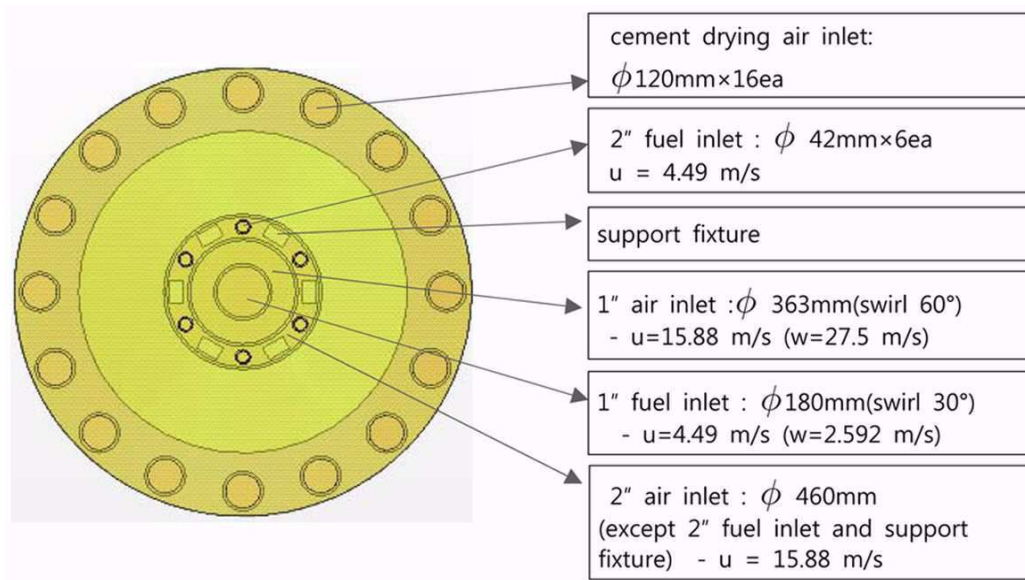
도면6a



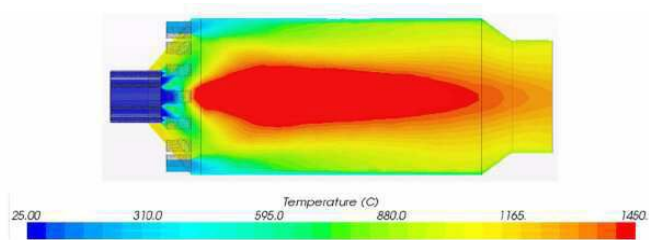
도면6b



도면6c

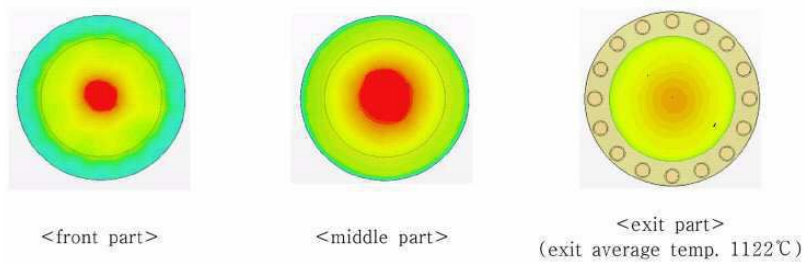


도면7a



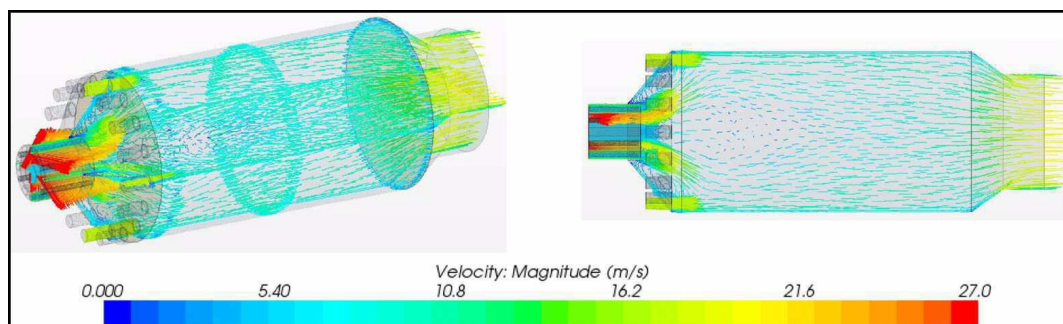
(a) Flame with the case of 100 % LNG fuel

도면7b

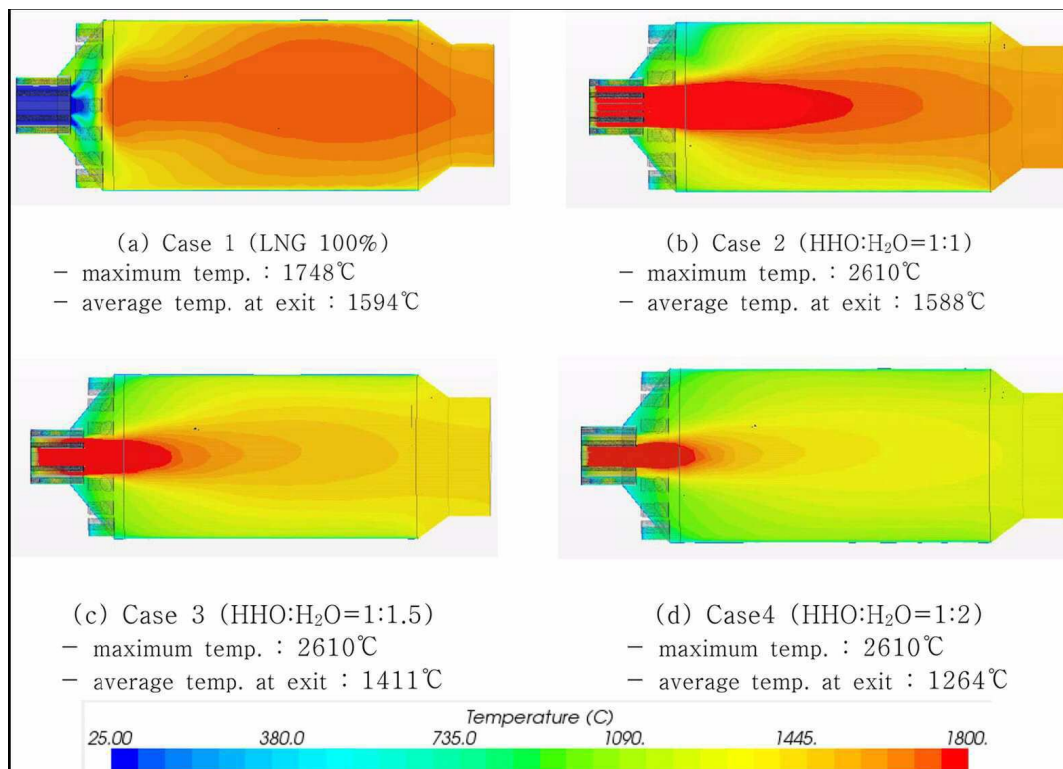


(b) Cross sectional flame distribution at the front, middle and exit locations of the combustor with average flue gas temperature 1,122 ℃

도면7c



도면8a



도면8b

