(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월01일
(11) 등록번호 10-2308577
(24) 등록일자 2021년09월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02C 1/00 (2006.01) *B01J 23/36* (2006.01)
B01J 23/42 (2006.01) *F02C 3/04* (2006.01)
F02C 3/20 (2006.01) *F02C 6/12* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F02C 1/005 (2013.01)
B01J 23/36 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0078965
(22) 출원일자 2020년06월29일
심사청구일자 2020년06월29일
(56) 선행기술조사문헌
JP08261013 A*
KR1020060001534 A*
KR1020170113955 A*
US20160341157 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
박정수
광주광역시 남구 효사랑길 14
김종현
광주광역시 동구 백서로153번길 16-4
(74) 대리인
신용길, 전준

전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 이택상

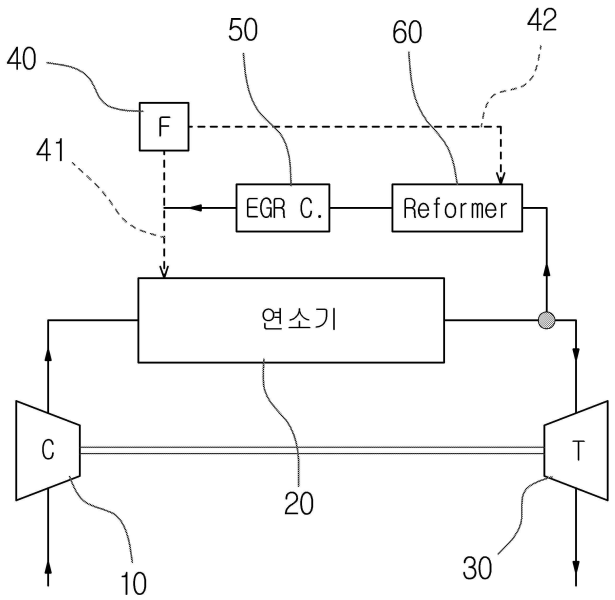
(54) 발명의 명칭 **개질기 및 배기가스 재순환 장치가 결합된 가스터빈 연소기 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 개질기 및 배기가스 재순환 장치가 구비된 가스터빈 연소기 시스템에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 연소기에서 배출되는 고온의 배기가스의 일부를 추출한 EGR 가스를 재순환시키되, EGR 가스의 개질을 통해 합성가스(H_2+CO)를 생성하고, 개질된 합성가스를 연소용 공기 또는 주연료에 첨가함으로써 연소 가능 영역을 확장시

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도3



키고 연소 효율을 증대시키는 동시에 자체적으로 수소를 생성할 수 있게 할 목적으로, 공기를 압축하는 압축기(10); 상기 압축기(10)로부터 공급된 압축공기를 제1 연료주입라인(41)에서 공급되는 연료와 혼합하여 연소시키는 연소기(20); 상기 연소기(20)의 연소 가스에 의해 구동하는 터빈(30); 상기 연소 가스 중 일부를 추출한 추출 가스를 상기 연소기(20) 내부로 재순환되게 하는 EGR 라인; 및 상기 EGR 라인에 구비되어 상기 추출 가스를 제2 연료주입라인(42)에서 공급된 연료와 혼합하여 합성 가스를 생성하는 개질기(60); 를 포함하는 가스터빈 연소기 시스템에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
B01J 23/42 (2013.01)
F02C 3/04 (2013.01)
F02C 3/20 (2013.01)
F02C 6/12 (2013.01)
F05D 2220/32 (2013.01)
F05D 2240/35 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

가스터빈 연소기 시스템에 있어서,

공기를 압축하는 압축기;

상기 압축기로부터 공급된 압축공기를 제1 연료주입라인에서 공급되는 연료와 혼합하여 연소시키는 연소기; 상기 연소기의 연소 가스에 의해 구동하는 터빈;

상기 연소 가스 중 일부를 추출한 추출 가스를 상기 연소기 내부로 재순환되게 하는 EGR 라인; 및

상기 EGR 라인에 구비되어 상기 추출 가스를 제2 연료주입라인에서 공급된 연료와 혼합하여 합성 가스를 생성하는 개질기; 를 포함하되,

상기 추출 가스는 상기 연소기의 후단과 상기 터빈의 전단 사이 또는 상기 터빈의 후단에서 추출되고,

상기 합성 가스는 상기 제1 연료주입라인에 공급되어 상기 제1 연료주입라인을 흐르는 연료에 첨가된 상태에서 상기 연소기로 주입되게 한 것을 특징으로 하는 가스터빈 연소기 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 개질기는, 내부에 공간이 형성된 제1관체를 포함하고, 상기 제1관체의 일측 및 타측에 각각 상기 추출 가스를 상기 공간으로 유입되게 하는 추출 가스 주입구 및 상기 제2 연료주입라인에서 공급된 연료를 상기 공간으로 유입되게 하는 연료 주입구가 연결된 것을 특징으로 하는 가스터빈 연소기 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 개질기는, 상기 제1관체와 평행하게 배치된 적어도 하나 또는 다수의 관체를 더 포함하고, 적어도 하나 또는 다수의 관체의 내부 공간은 상기 제1관체의 공간과 직렬로 연결되며, 적어도 하나 또는 다수의 관체의 최 후단에 합성가스 배출구가 형성된 것을 특징으로 하는 가스터빈 연소기 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 한국전력공사의 2019년 착수 사외공모 기초연구지원사업의 지원에 의해 연구된 것(과제번호: R19X001-35)으로, 압축기, 연소기 및 터빈을 포함하는 가스터빈 연소기 시스템의 배기가스 재순환 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 가스터빈은 도 1에 도시된 바와 같이 압축기(10), 연소기(20) 및 터빈(30)으로 이루어지고, 압축기에서 흡기된 공기를 소정의 압력으로 압축하여 연소기(20)로 보내면, 연소기에 공급된 연료(40)가 압축공기에 의해 연소되면서 고온고압의 가스가 터빈(30)을 회전시켜 동력을 얻게 되고, 고온고압의 가스는 대기 중으로 방출되도록 한 장치를 일컫는다.

[0003] 한편, 최근 산업 배기가스가 대기를 오염시키는 원인의 하나로 지목되고 있고, 대기 오염원을 감소시키기 위한 일환으로 가스터빈에서 방출되는 가스 중 질소산화물과 같은 대기 오염원을 감소시키기 위한 방안이 마련되고 있으며, 일 예로 대한민국 특허공개 제2009-0127083호(특허문헌 1)과 같이 연소기에서 배출된 불활성 배기가스의 일부를 추출하여 압축기 전단의 공기 흡입 계통으로 재순환시킴으로써 연소기의 최고 온도를 낮추어 질소산화물의 생성을 저감시킬 수 있게 하는 이른바 배기가스 재순환 장치(EGR; exhaust gas recirculation)가 가스터빈에 적용되고 있다.

[0004] 배기가스 재순환 장치(EGR)가 적용된 가스터빈은, 도 2의 (a)와 같이 연소기(20)의 후단과 터빈(30)의 전단 사이의 관로에서 배기가스의 일부를 추출하고, 이렇게 추출된 EGR 가스를 EGR 쿨러(50)에서 온도를 낮춘 후 압축기(10)의 전단으로 재순환되게 하는 방식일 수 있고, 또는 도 2의 (b)와 같이 터빈(30) 후단의 관로에서 배기가스의 일부를 추출하고, 이렇게 추출된 EGR 가스를 EGR 쿨러(50)에서 온도를 낮춘 후 압축기(10)의 전단으로 재순환되게 하는 방식일 수 있다.

[0005] 그러나 이러한 시스템은 배기가스 재순환 과정에서 응축수가 생성되고, 응축수가 배기가스 재순환 장치의 배관이나 압축기를 산화시켜 부식이 발생할 수 있으며, 동절기에 응축수 결빙으로 인해 가스터빈의 가동이 중단되는 등의 문제점을 야기하고 있다.

[0006] 대기 오염원의 저감을 위한 또 다른 방안으로 배기가스 재순환 장치 외에 수소 연료의 활용이 대두되고 있다. 이와 같이 연소기에 투입되는 연료를 수소(H)로 사용하면 가연 한계 확장의 장점으로 가스터빈의 성능을 증대시킬 수 있다.

[0007] 그러나 수소의 활용으로 인해 그 생산량을 대폭 증가시켜야 할 뿐 아니라 큰 저장 공간이 필요로 하는데, 이에 비해 수소는 단위 질량당 큰 부피를 가지는 특성이 있으므로 현재까지 생산 및 저장 효율성 문제로 인해 상용화가 적극적으로 이루어지고 있지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 1. 대한민국 특허공개 제2009-0127083호 공개특허공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 전술한 종래의 기술이 내포한 문제점을 해결하기 위한 본 발명은, 연소기에서 배출되는 고온의 배기가스 일부를 추출한 EGR 추출 가스를 재순환시키되, 추출 가스의 개질을 통해 합성 가스(H_2+CO)를 생성하고, 개질된 합성 가스를 연소기에 투입되는 주연료에 첨가함으로써 연소 가능 영역을 확장시키고 연소 효율을 증대시키는 동시에 자체적으로 수소를 생성할 수 있게 하는, 개질기 및 배기가스 재순환 장치가 구비된 가스터빈 연소기 시스템을 제공하고자 하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 가스터빈 연소기 시스템에 있어서, 공기를 압축하는 압축기; 상기 압축기로부터 공급된 압축공기를 제1 연료주입라인에서 공급되는 연료와 혼합하여 연소시키는 연소기; 상기 연소기의 연소 가스에 의해 구동하는 터빈; 상기 연소 가스 중 일부를 추출한 추출 가스를 상기 연소기 내부로 재순환되게 하는 EGR 라인; 및 상기 EGR 라인에 구비되어 상기 추출 가스를 제2 연료주입라인에서 공급된 연료와 혼합하여 합성 가스를 생성하는 개질기; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 개질기는, 내부에 공간이 형성된 제1관체를 포함하고, 상기 제1관체의 일측 및 타측에 각각 상기 추출 가스를 상기 공간으로 유입되게 하는 추출 가스 주입구 및 상기 제2 연료주입라인에서 공급된 연료를 상기 공간으로 유입되게 하는 연료 주입구가 연결될 수 있으며, 또한 상기 개질기는, 상기 제1관체와 평행하게 배치된 적어도 하나 또는 다수의 관체를 더 포함하고, 적어도 하나 또는 다수의 관체의 내부 공간은 상기 제1관체의 공간과 직렬로 연결되며, 적어도 하나 또는 다수의 관체의 최 후단에 합성가스 배출구가 형성될 수 있다.

[0012] 일 실시 예로서, 상기 추출 가스는 상기 연소기의 후단과 상기 터빈의 전단 사이에서 추출되고, 상기 합성 가스는 상기 제1 연료주입라인 또는 상기 압축기에 공급될 수 있다.

[0013] 다른 실시 예로서, 상기 압축기는 다수 개가 직렬로 연결된 다단 압축기로 이루어지고, 상기 추출 가스는 상기 연소기의 후단과 상기 터빈의 전단 사이에서 추출되며, 상기 합성 가스는 상기 다단 압축기 중 최 후단에 위치한 압축기로 공급될 수 있다.

[0014] 또 다른 실시 예로서, 상기 추출 가스는 상기 터빈의 후단에서 추출되고, 상기 합성가스는 상기 제1 연료주입라인에 공급될 수 있다.

[0015] 이때 상기 개질기에 촉매가 내입된 촉매 하우징이 구비되어, 상기 추출 가스가 상기 개질기 내에서 상기 촉매와 접촉되게 하여 촉매를 촉진시킬 수 있으며, 상기 촉매 하우징은 실리카(silica) 또는 실리카-알루미나(silica-alumina)로 이루어질 수 있고, 상기 촉매는 백금(platinum) 또는 레늄(rhenium)일 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따르면, 가스터빈 연소기 시스템에서 연소기 후단에 EGR 밸브를 통해 추출되는 재순환용 추출 가스가 연소에 참여하는 연료에 희석되어 연소기 내부에서 연소에 영향을 미치며, 이를 통해 연소기 내부의 국부적인 온도상승을 감소시키며, 연소 과정에서 질소산화물 배출이 감소하는 이점이 있다.

[0017] 또한, 추출 가스의 폐열을 이용하여 고온의 추출 가스가 개질기(Reformer)를 통과하고, 개질 과정에서 생성된 합성 가스(H_2+CO)는 희박운전 영역에서 수소를 통한 연소 불안전성 개선과 연소운전 영역을 확장시킬 수 있을 뿐 아니라, 연소기 운전영역이 희박운전영역으로 한계가 증가함에 따라 운전에 요구되는 연료의 질량 유량이 감소하고, 탄화수소 계열의 연료량 감소로 인한 탄소 산화물(CO, CO_2)의 배출을 저감시킬 수 있다.

[0018] 더욱이, EGR 밸브와 개질기를 통해 생성된 합성 가스는 연소기 성능을 효과적으로 증가시키며, 더 나아가 탑재형 개질기를 가스터빈에 장착함으로써 수소의 생산-저장-활용이 일원화되어 수소 경제에서 이슈가 되고 있는 생산 및 저장 한계 문제를 극복할 수 있고, 또한 수소 기반 연소기의 소형화를 통해 경제성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 일반적인 가스터빈의 구성도이다.

도 2는 종래 배기가스 재순환 장치가 적용된 가스터빈의 구성도이다.

도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 가스터빈 연소기 시스템의 구성도이다.

도 4는 본 발명의 가스터빈 연소기 시스템에 적용되는 개질기의 사시도이다.

도 5는 도 4의 개질기를 길이방향으로 절개한 종단면도이다.

도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 가스터빈 연소기 시스템의 구성도이다.

도 7은 본 발명의 제3실시예에 따른 가스터빈 연소기 시스템의 구성도이다.

도 8은 본 발명의 제4실시예에 따른 가스터빈 연소기 시스템의 구성도이다.

도 9는 본 발명에 따른 가스터빈 연소기 시스템에서 수소 첨가 증감에 따른 연소 변화를 나타낸 그래프이다.

도 10은 본 발명에 따른 가스터빈 연소기 시스템에서 수소 첨가 증감에 따른 배출가스 변화를 나타낸 그래프이다.

도 11은 본 발명에 따른 가스터빈 연소기 시스템에서 EGR 가스 증감에 따른 연소기 효율 변화를 나타낸 그래프이다.

도 12는 본 발명에 따른 가스터빈 연소기 시스템에서 EGR 가스 증감에 따른 연소기 출구의 온도 및 질소산화물 배출량 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

[0021] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0022] 또한, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'된다는 것은 '직접적으로 연결'되거나 어떠한 요소를 두고 '간접적으로 연결'된 경우를 포함하며, 어떤 구성요소를 '포함'한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아닌, 다른 구성요소가 추가될 수 있는 것을 의미한다.

[0023] 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 가스터빈 연소기 시스템의 구성도이고, 도 4는 본 발명의 가스터빈 연소기 시스템에 적용되는 개질기의 사시도이며, 도 5는 도 4의 개질기를 길이방향으로 절개한 종단면도이다.

[0024] 도 3을 참조하는 바와 같이 본 발명의 제1실시예에 따른 가스터빈은 압축기(10), 연소기(20), 터빈(30), EGR 라인, 개질기(60)를 포함한다.

[0025] 상기 압축기(10)는 외기를 공급받아 공기를 고압으로 압축하고, 상기 연소기(20)는 상기 압축기(10)로부터 공급된 압축 공기를 제1 연료주입라인(41)에서 공급되는 연료(50)와 혼합하여 연소시키며, 상기 터빈(30)은 상기 연소기(20)에 의해 생성된 연소 가스에 의해 구동하여 동력을 발생하기 위한 것이다.

[0026] 상기 EGR 라인은 상기 연소기(30)에서 방출되는 상기 연소 가스 중 일부를 추출한 추출 가스를 상기 연소기(20) 내부로 재순환되게 하는 것으로, 본 발명의 제1실시예에 따르면, 상기 EGR 라인에서 추출 가스를 추출하는 EGR 밸브는 상기 연소기(20)의 후단과 상기 터빈(30)의 전단 사이에 위치한다.

[0027] 상기 개질기(60)는 연료 또는 공기를 고열의 추출 가스로 부분 산화시키기 위한 것으로, 상기 EGR 라인에 구비되어 상기 추출 가스를 제2 연료주입라인(42)에서 공급된 연료(40)에 첨가함으로써 합성 가스(H_2+CO)를 생성하고, 상기 개질기(60)에서 생성된 합성 가스는 상기 제1 연료주입라인(41)에 공급되어 제1 연료주입라인(41)을 흐르는 연료(40)에 첨가된 상태에서 연소기(20)로 주입된다.

[0028] 이때 상기 EGR 라인에는 EGR 쿨러(50)가 구비될 수 있는데, 이는 배기가스 재순환 장치(EGR)에서 공지된 구성요소이므로 그에 관한 상세한 설명은 생략한다.

[0029] 도 4 및 도 5를 참조하는 바와 같이 상기 개질기(60)는, 내부에 공간이 형성된 제1관체(60a)를 포함하고, 상기 제1관체(60a)의 일측 및 타측에는 각각 추출 가스 주입구(61) 및 연료 주입구(62)가 연결된다.

[0030] 상기 추출 가스 주입구(61)는 전술한 EGR 밸브에서 추출된 추출 가스가 상기 제1관체(60a)의 공간으로 주입되게 하고, 상기 연료 주입부(62)는 상기 제2 연료주입라인(42)과 연결되어 EGR용 연료(40)가 제1관체(60a)의 공간으로 유입되게 한다.

[0031] 이때 개질기(60) 내부에서 상기 추출 가스와 연료(40)가 장시간 체류되도록 하는 동시에 개질기(60)의 체적을 최소화하기 위해 상기 개질기(60)는, 상기 제1관체(60a)와 평행하게 배치된 적어도 하나 또는 다수의 관체를 더 포함하고, 적어도 하나 또는 다수의 관체의 내부 공간은 상기 제1관체(60a)의 공간과 직렬로 연결되며, 적어도 하나 또는 다수의 관체의 최 후단에 합성가스 배출구(63)가 형성될 수 있다.

[0032] 예를 들어, 적어도 하나의 관체는 상기 제1관체(60a)와 평행하게 배치된 제2관체(60b)일 수 있고, 다수의 관체는 상기 제1관체(60a)와 평행하게 배치된 제2관체(60b) 및 제3관체(60c)일 수 있으며, 이때 상기 합성가스 배출

구(63)는 제3관체(60c)의 단부에 형성된다.

[0033] 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 가스터빈 연소기 시스템의 구성도로서, 도 3의 제1실시예와 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하며, 그에 관한 중복 설명은 생략한다.

[0034] 도 6을 참조하는 바와 같이 본 발명의 제2실시예에 따른 가스터빈은, 개질기(60)에서 생성된 합성 가스를 압축기(10)에 공급되게 한 것을 제외하고는 나머지 구성요소는 전술한 제1실시예와 동일하다.

[0035] 이와 같이 개질기(60)에서 생성된 합성 가스는 연소기(20)에 투입되는 연료 또는 압축기(10)에 투입되는 공기에 첨가될 수 있다.

[0036] 도 7은 본 발명의 제3실시예에 따른 가스터빈 연소기 시스템의 구성도로서, 도 3의 제1실시예와 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하며, 그에 관한 중복 설명은 생략한다.

[0037] 도 7을 참조하는 바와 같이 본 발명의 제3실시예에 따른 가스터빈은, 압축기(10) 다수 개가 직렬로 연결된 다단 압축기로 이루어지고, 이때 상기 추출 가스는 상기 연소기(20)의 후단과 상기 터빈(30)의 전단 사이에서 추출되며, 개질기(60)에서 생성된 합성 가스는 상기 다단 압축기 중 최 후단에 위치한 압축기(10)로 공급될 수 있으며, 기타의 구성요소는 전술한 제1실시예 및 제2실시예와 동일하다.

[0038] 도 8은 본 발명의 제4실시예에 따른 가스터빈 연소기 시스템의 구성도로서, 도 3의 제1실시예와 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하며, 그에 관한 중복 설명은 생략한다.

[0039] 도 8을 참조하는 바와 같이 본 발명의 제4실시예에 따른 가스터빈은, EGR 밸브가 터빈(30)의 후단에 배치되어 추출 가스가 상기 터빈(30)에서 발생한 배기가스에서 일부가 추출되고, 개질기(60)에서 생성된 합성 가스는 제1 연료주입라인(41)에 공급된다.

[0040] 여기서 추출 가스를 전술한 제1 내지 제3실시예와 같이 터빈(30) 전단이 아닌, 터빈(30) 후단에서 추추하는 경우 상대적으로 온도가 낮기 때문에 개질기(60)에서 개질 효율성이 감소할 수 있다.

[0041] 따라서, 개질 효율성을 향상시키기 위해 상기 개질기(60) 내에 촉매(catalytic)가 구비될 수 있다.

[0042] 이를 위해 상기 개질기(60) 내에 촉매가 내입된 촉매 하우징이 구비되고, 촉매 하우징은 다수의 통기공이 형성될 수 있으며, 이 경우 추출 가스가 상기 개질기(60) 내에서 촉매와 접촉되어 개질 수율을 증가시킬 수 있다.

[0043] 상기 촉매 하우징은 실리카(silica) 또는 실리카-알루미나(silica-alumina)로 이루어질 수 있고, 상기 촉매는 백금(platinum) 또는 레늄(rhenium)일 수 있다.

[0044] 도 9는 본 발명에 따른 가스터빈 연소기 시스템에서 수소 첨가 증감에 따른 연소 변화를 나타낸 그래프이고, 도 10은 본 발명에 따른 가스터빈 연소기 시스템에서 수소 첨가 증감에 따른 배출가스 변화를 나타낸 그래프이다.

[0045] 전술한 개질기(60)에서 생성된 합성 가스는 수소를 포함하고 있는데, 수소는 착화 친화성이 높고, 화염 전파가 좋기 때문에, 도 9와 같이 수소 첨가량이 증가하면 연소에 필요한 열입력(heat input) 값이 감소하는 동시에 연료 흐름률(fuel flow rate)이 감소하여 동일한 출력을 내는데 필요한 연료의 질량 유량을 감소시킬 수 있다.

[0046] 또한, 도 10과 같이 수소 첨가량이 증가하면 국부적인 연소온도 증가의 영향으로 질소산화물(NO_x) 배출이 증가하는데 비해, 연소기 내부의 산화 반응 촉진과 메인 연료인 탄화수소 계열 연료의 투입량을 감소시킬 수 있게 되어 탄소 산화물(CO)의 배출을 대폭 감소시킬 수 있다.

[0047] 도 11은 본 발명에 따른 가스터빈 연소기 시스템에서 EGR 가스 증감(재순환율)에 따른 연소기 효율 변화를 나타낸 그래프이고, 도 12는 본 발명에 따른 가스터빈 연소기 시스템에서 EGR 가스 증감에 따른 연소기 출구의 온도 및 질소산화물 배출량 변화를 나타낸 그래프이다.

[0048] 도 11과 같이 배기가스 재순환율이 증가할수록 연소기 효율이 감소하게 되는데, 이는 연소에 참여하는 공기가 배기가스로 인해 희석되기 때문에 상대적인 열입력(연료량)이 증가하는데서 기인한 것이며, 본 발명은 배기가스 재순환에 의해 감소하는 효율, 즉 상대적으로 증가하는 열입력을 수소를 통해 보상하는 것이 핵심이다.

[0049] 또한, 도 12와 같이 배기가스의 재순환율이 증가함에 따라 연소기 내부 연소온도가 감소하므로 질소산화물 배출량을 저감시킬 수 있다.

[0050] 상술한 설명은 본 발명의 기술 사상을 보인 한정된 실시 예에 따라 설명하였으나, 본 발명은 특정의 실시예나 형상 및 수치에 한정되지 아니하며, 실시 예들의 구성요소 일부를 변경, 혼합하는 등, 본 발명의 요지를 벗어남

이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 수정 및 변형 실시가 가능하고, 그러한 수정 및 변형 실시는 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

부호의 설명

[0051] 10... 압축기 20... 연소기 30... 터빈

40... 연료 41... 제1 연료주입라인

42... 제2 연료주입라인 50... EGR 쿨러

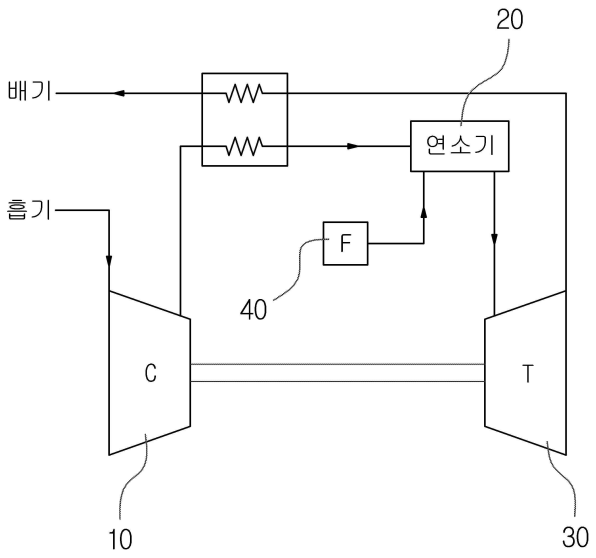
60... 개질기 60a... 제1관체 60b... 제2관체

60c... 제3관체 61... 추출 가스 주입구

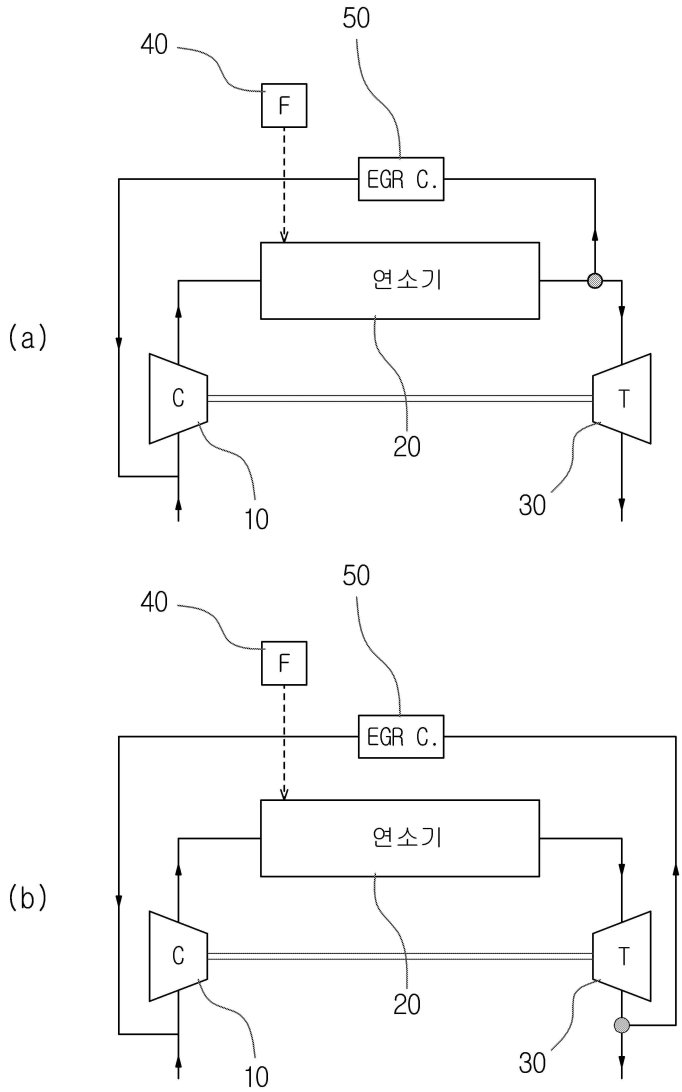
62... 연료 주입구 63... 합성가스 배출구

도면

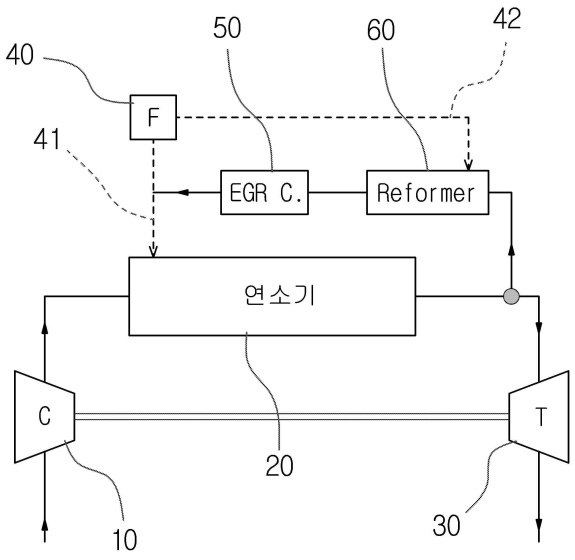
도면1



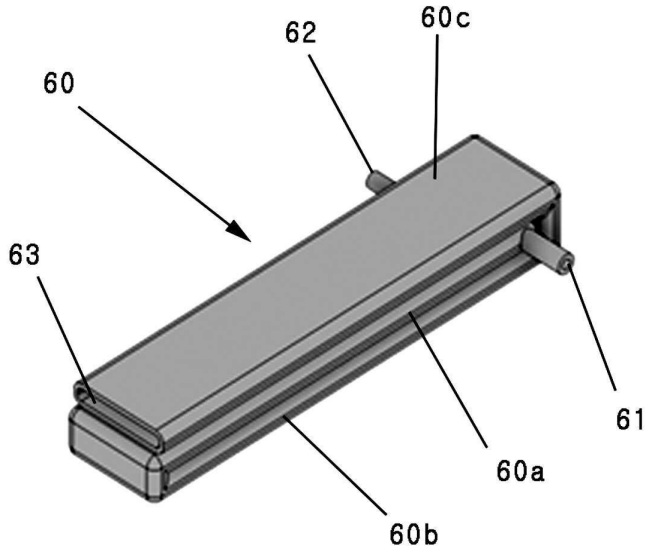
도면2


(a)
40
F
50
EGR C.
연소기
C
T
20
10
30
(b)
40
F
50
EGR C.
연소기
C
T
20
10
30

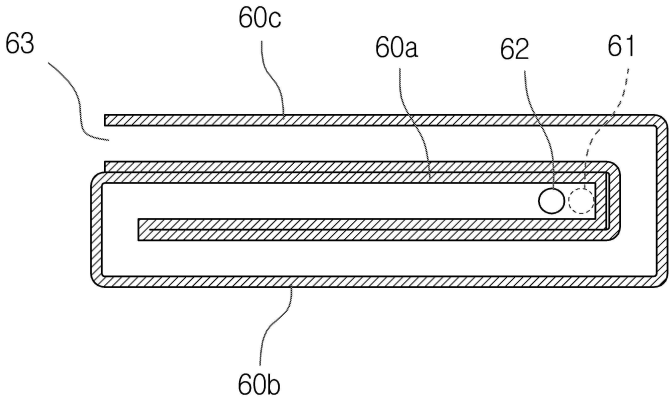
도면3


40
F
50
60
42
41
EGR C.
Reformer
연소기
C
T
20
10
30

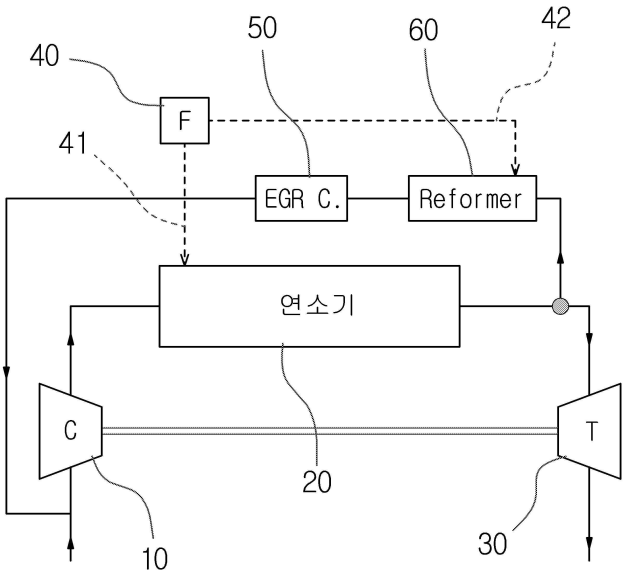
도면4


62
60c
60
63
61
60a
60b

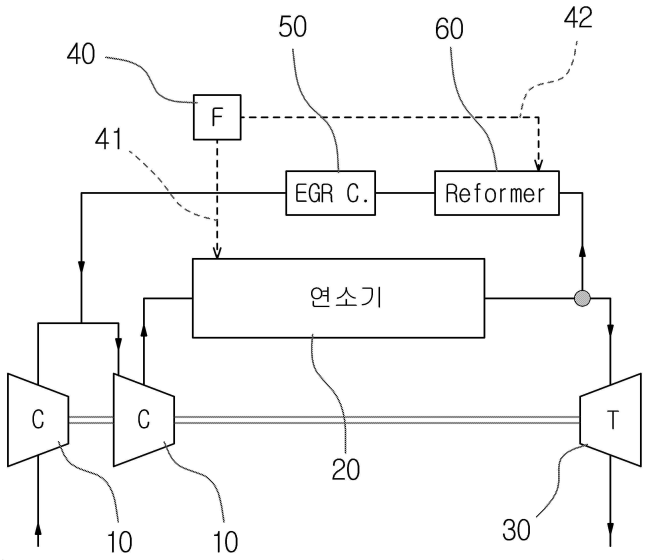
도면5


63
60c
60a
62
61
60b

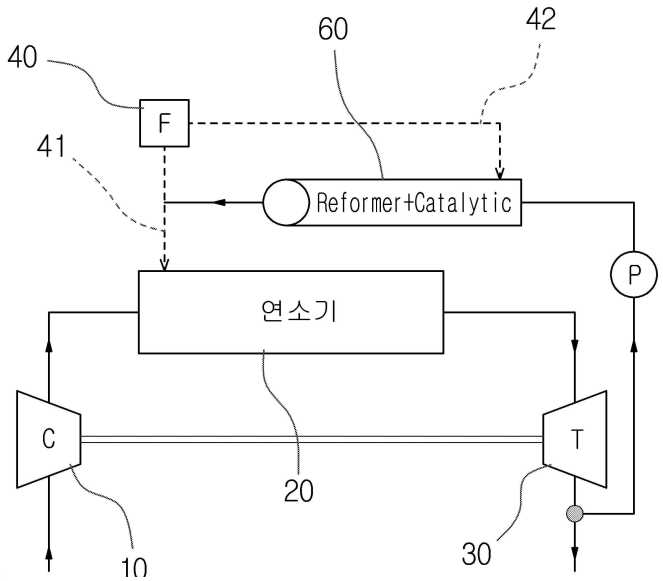
도면6


40
50
60
42
F
41
EGR C.
Reformer
연소기
C
T
20
10
30

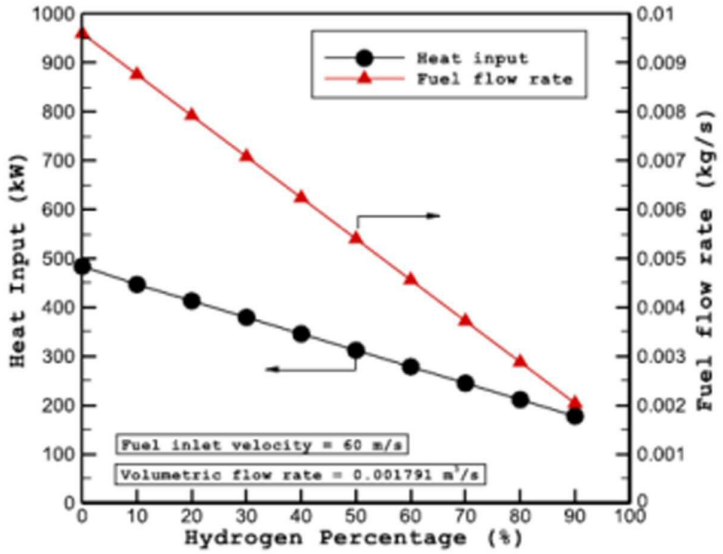
도면7


40
50
60
42
F
41
EGR C.
Reformer
연소기
C
C
T
20
10
10
30

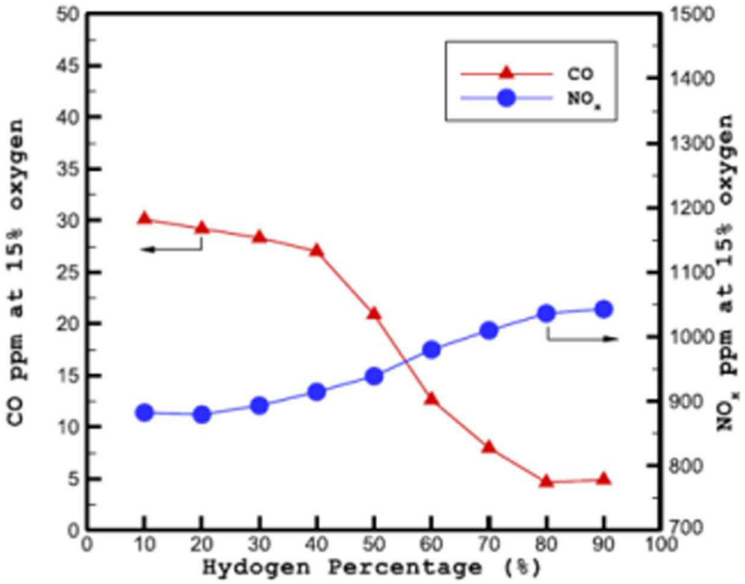
도면8


40
60
42
F
41
Reformer+Catalytic
P
연소기
C
T
20
10
30

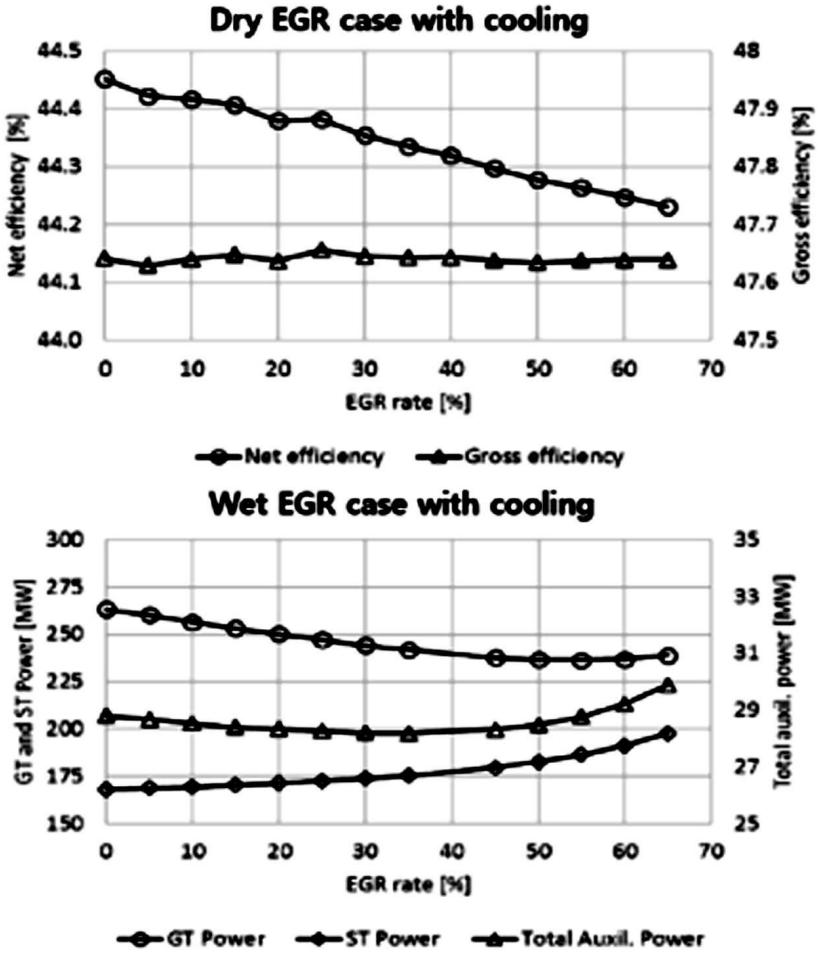
도면9


Heat input
Fuel flow rate
Heat Input (kW)
Fuel flow rate (kg/s)
Hydrogen Percentage (%)
Fuel inlet velocity = 60 m/s
Volumetric flow rate = 0.001791 m³/s

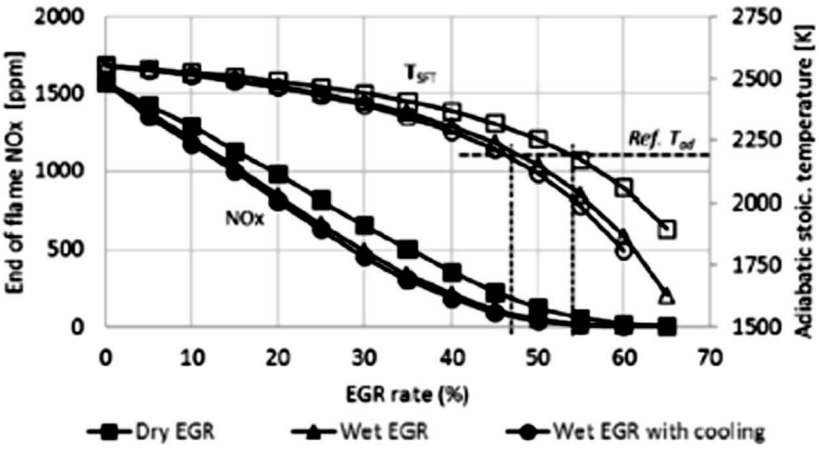
도면10


CO
NOx
CO ppm at 15% oxygen
NOx ppm at 15% oxygen
Hydrogen Percentage (%)

도면11


Dry EGR case with cooling
Net efficiency [%]
Gross efficiency [%]
EGR rate [%]
Net efficiency
Gross efficiency
Wet EGR case with cooling
GT and ST Power [MW]
Total auxil. power [MW]
EGR rate [%]
GT Power
ST Power
Total Auxil. Power

도면12


End of flame NOx [ppm]
Adiabatic stoic. temperature [K]
T_{SFT}
Ref. T_{ad}
NOx
EGR rate (%)
Dry EGR
Wet EGR
Wet EGR with cooling