(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0088772
(43) 공개일자 2025년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02D 19/02 (2022.01) *F02D 19/06* (2006.01)
F02M 21/02 (2019.01) *F02M 31/16* (2006.01)
F02M 31/20 (2019.01) *F02M 33/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F02D 19/02 (2022.01)
F02D 19/0644 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7016554
(22) 출원일자(국제) 2023년07월27일
심사청구일자 2025년05월20일
(85) 번역문제출일자 2025년05월20일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/027579
(87) 국제공개번호 WO 2024/111168
국제공개일자 2024년05월30일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-185430 2022년11월21일 일본(JP)

(71) 출원인
카와사키 주코교 카부시키 카이샤
일본국 고베 추오-쿠 히가시카와사키-초 3초메 1-1
(72) 발명자
우치, 코시로
일본국 효고 650-8670 고베-시 추오-쿠 히가시카와사키-초 3-초메 1-1 카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내
쿠보, 다이치
일본국 효고 650-8670 고베-시 추오-쿠 히가시카와사키-초 3-초메 1-1 카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내
히가시다, 마사노리
일본국 효고 650-8670 고베-시 추오-쿠 히가시카와사키-초 3-초메 1-1 카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내
(74) 대리인
김영철, 김 순 영

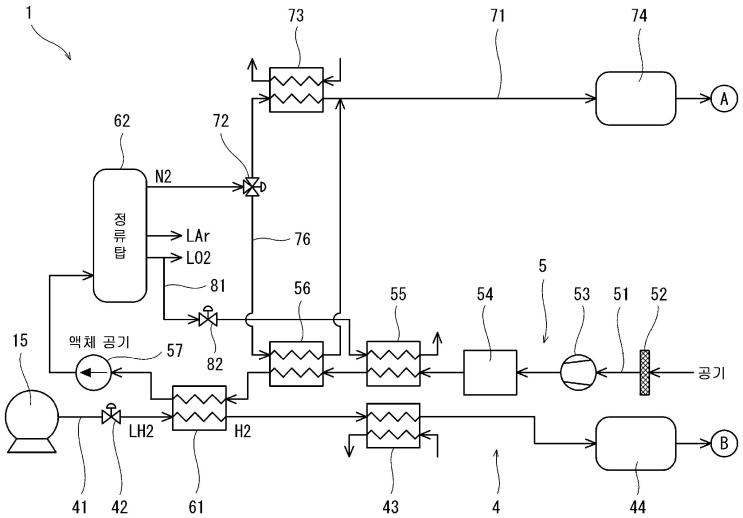
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **가스 엔진 시스템**

(57) 요 약

일 실시예에 따른 가스 엔진 시스템(1)은, 액화 가스가 기화한 가스를 연료로 하고, 급기로를 통해 공기가 공급되는 레시프로 엔진과, 상기 액화 가스가 기화할 때의 냉열을 이용하여 액체 공기를 제조하는 액체 공기 제조기(5)와, 상기 액체 공기 중의 액체 질소가 기화한 질소 가스를 상기 급기로에 공급하는 질소 가스 공급로(71)를 포함한다. 예를 들어, 상기 액화 가스는 액화 수소이다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
F02D 19/0678 (2013.01)
F02M 21/0239 (2013.01)
F02M 31/16 (2021.08)
F02M 31/20 (2019.02)
F02M 33/00 (2019.02)

명 세 서

청구범위

청구항 1

액화 가스가 기화한 가스를 연료로 하고, 급기로를 통해 공기가 공급되는 레시프로 엔진과,

상기 액화 가스가 기화할 때의 냉열을 이용하여 액체 공기를 제조하는 액체 공기 제조기와,

상기 액체 공기 중의 액체 질소가 기화한 질소 가스를 상기 급기로에 공급하는 질소 가스 공급로를 구비하는 것을 특징으로 하는 가스 엔진 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 액화 가스는 액화 수소인 것을 특징으로 하는 가스 엔진 시스템.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 액체 공기 제조기는, 수분 및 이산화탄소가 제거된 공기와 상기 액화 가스 사이에서 열교환을 수행하는 열교환기를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 엔진 시스템.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 질소 가스 공급로에 설치된 유량 조정 밸브와,

상기 급기로에서 상기 질소 가스 공급로의 합류점보다 하류 측의 산소 농도에 따라 상기 유량 조정 밸브를 제어하는 컨트롤러를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 가스 엔진.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 가스 엔진 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래부터, 천연 가스나 수소 가스 등을 연료로 하는 레시프로 엔진을 포함하는 가스 엔진 시스템이 알려져 있다. 예를 들어, 특허문헌 1에는, 수소 가스를 연료로 하는 레시프로 엔진을 포함하는 가스 엔진 시스템이 개시되어 있다. 또한, 특허문헌 1의 가스 엔진 시스템에서는, NOx의 배출을 억제하기 위해서, EGR(Exhaust Gas Recirculation)에 의해 배기의 일부가 공기와 혼합되어 레시프로 엔진에 공급된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허공개 특개2006-299890호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 상기의 EGR은, NOx의 배출의 억제뿐만 아니라, 과속 착화, 역화, 노킹 등의 이상 연소의 억제에도 유효하다. 그

러나, EGR에는 전용의 블로어나 스크러버 등을 사용하는 경우가 있어, 스페이스나 코스트가 문제되는 경우가 있다.

[0005] 따라서, 본 개시는 EGR을 사용하지 않고 이상 연소를 억제할 수 있는 가스 엔진 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 개시는, 액화 가스가 기화한 가스를 연료로 하고, 급기로를 통해 공기가 공급되는 레시프로 엔진과, 상기 액화 가스가 기화할 때의 냉열을 이용하여 액체 공기를 제조하는 액체 공기 제조기와, 상기 액체 공기 중의 액체 질소가 기화한 질소 가스를 상기 급기로에 공급하는 질소 가스 공급로를 구비하는 가스 엔진 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0007] 본 개시에 따르면, EGR을 사용하지 않고 이상 연소를 억제할 수 있는 가스 엔진 시스템이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0008] [도 1] 도 1은 일 실시예에 따른 가스 엔진 시스템에서 레시프로 엔진 주위의 개략 구성도이다.

[도 2] 도 2는 가스 엔진 시스템에서 연료 공급기 및 액체 공기 제조기 주위의 개략 구성도이다.

[도 3] 도 3은 변형예의 가스 엔진 시스템에서 연료 공급기 및 액체 공기 제조기 주위의 개략 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 도 1, 2에, 일 실시예에 따른 가스 엔진 시스템(1)을 도시한다. 이러한 가스 엔진 시스템(1)은, 액화 가스가 기화한 가스를 연료로 하는 레시프로 엔진(2)과, 레시프로 엔진(2)에 연료를 공급하는 연료 공급기(4)와, 액화 가스가 기화할 때의 냉열을 이용하여 액체 공기를 제조하는 액체 공기 제조기(5)를 포함한다.

[0010] 액화 가스는 탱크(15)에 저류된다. 본 실시예에서는 액화 가스가 액화 수소이고, 연료가 수소 가스이다. 즉, 탱크(15) 내의 액화 가스의 온도는 -253 ℃이다. 그러나, 연료원이 되는 액화 가스로서는, 액화 수소 이외의 각종 액화 가스를 채용 가능하다.

[0011] 레시프로 엔진(2)에는 급기로(11)를 통해 공기가 공급되고, 레시프로 엔진(2)으로부터는 배기로(12)를 통해 배기가 배출된다. 본 실시예에서는, 급기로(11) 및 배기로(12)에, 과급기(3)의 압축기(31) 및 터빈(32)이 각각 설치되어 있다. 또한, 급기로(11)에는, 압축기(31)의 하류 측에 에어 쿨러(13)가 설치되어 있다. 에어 쿨러(13)는 압축기(31)에서 압축되어 온도가 상승한 급기를 냉각한다. 예를 들어, 에어 쿨러(13)는 급기와 대기나 물 등의 열매체와의 사이에서 열교환을 수행하는 열교환기이다.

[0012] 본 실시예에서는, 레시프로 엔진(2)은 4 스트로크 엔진이지만, 레시프로 엔진(2)은 2 스트로크 엔진이라도 좋다.

[0013] 레시프로 엔진(2)은 크랭크 샤프트의 축 방향으로 늘어선 복수(도 1에서는 대표로서 1개만을 도시)의 실린더(21)와, 각각의 실린더(21)에 장착된 실린더 헤드(22)를 포함한다. 각각의 실린더(21) 내에는 피스톤(23)이 배치되어 있고, 피스톤(23)과 실린더 헤드(22) 사이에는 연소실(20)이 형성되어 있다.

[0014] 실린더 헤드(22)에는, 급기 포트(2a) 및 배기 포트(2b)가 형성되어 있다. 또한, 실린더 헤드(22)에는, 급기 포트(2a)의 연소실(20)에 대한 개구를 개폐하는 급기 밸브(24)와, 배기 포트(2b)의 연소실(20)에 대한 개구를 개폐하는 배기 밸브(25)가 설치되어 있다.

[0015] 나아가, 실린더 헤드(22)에는, 급기 포트(2a) 내 또는 연소실(20) 내에서 연료를 분사하는 연료 분사 밸브(26)와, 연소실(20) 내에서 급기와 연료의 혼합기에 점화하는 점화 장치(27)가 설치되어 있다. 여기서, 연료 분사 밸브(26)는 반드시 실린더 헤드(22)에 설치될 필요는 없고, 급기로(11)에 설치되어도 좋다.

[0016] 점화 장치(27)는 점화 플러그라도 좋고, 분사공을 통해 연소실(20)과 연통하는 부실(副室)을 포함하는 부실식인 것이라도 좋다. 또는, 점화 장치(27)는 연소실(20) 내에 파일럿유를 분사하여 파일럿유를 자착화(自着火)시키는 것이라도 좋다.

[0017] 연료 공급기(4)는 탱크(15)와 연료 분사 밸브(26)를 접속하는 연료 공급로(41)를 포함한다. 연료 공급로(41)에는, 상류 측으로부터 순서대로, 유량 조정 밸브(42), 주열교환기(61), 부열교환기(43), 버퍼 탱크(44) 및 유량 조정 밸브(45)가 설치되어 있다.

[0018] 유량 조정 밸브(42)는 탱크(15)로부터 주열교환기(61)로 유입되는 액화 가스(본 실시예에서는 액화 수소)의 유량을 조정한다. 주열교환기(61)는, 액화 가스와 공기 사이에서 열교환을 수행함으로써, 액화 가스를 기화시킨다. 부열교환기(43)는 주열교환기(61)로부터 유출하는 기화 가스(본 실시예에서는 수소 가스)를 레시프로 엔진(2)의 요구 온도까지 가열한다. 예를 들어, 부열교환기(43)는, 기화 가스와 대기나 물 등의 열매체와의 사이에서 열교환을 수행하는 열교환기이다. 부열교환기(43)에서 냉각된 열매체는 상술한 에어 쿨러(13)에서 냉열원으로서 사용되어도 좋고, 부열교환기(43) 자체가 에어 쿨러(13)로서 사용되어도 좋다. 버퍼 탱크(44)는 기화 가스를 일시적으로 저류한다. 유량 조정 밸브(45)는 버퍼 탱크(44)로부터 연료 분사 밸브(26)로 공급되는 기화 가스의 유량을 조정한다.

[0019] 액체 공기 제조기(5)는, 일단이 대기 중에서 개구하고, 타단이 정류탑(62)에 접속된 공기로(51)를 포함한다. 공기로(51)에는, 상류 측으로부터 순서대로, 필터(52), 블로어(53), 수분·이산화탄소 분리기(54), 제1 부열교환기(55), 제2 부열교환기(56), 주열교환기(61) 및 펌프(57)가 설치되어 있다. 즉, 주열교환기(61)는 연료 공급기(4)와 액체 공기 제조기(5)에 공유된다.

[0020] 블로어(53)는 공기로(51)의 일단으로부터 주열교환기(61)까지 공기를 송출하는 수단이고, 필터(52)는 대기 중으로부터 도입되는 공기 중의 이물질을 제거한다. 수분·이산화탄소 분리기(54)는 필터(52)를 통과한 공기로부터 수분 및 이산화탄소를 제거한다. 수분 및 이산화탄소가 제거된 공기는, 제1 부열교환기(55) 및 제2 부열교환기(56)에서 예비적으로 냉각된 후에, 주열교환기(61)에서 액화 가스(본 실시예에서는 액화 수소)와의 사이에서 열교환이 수행됨으로써 질소의 비점보다 낮은 온도가 되어 액화된다. 주열교환기(61)로부터 유출되는 액화 공기는 펌프(57)에 의해 정류탑(62)에 공급된다.

[0021] 정류탑(62)에서는, 탑 내를 상승하는 증기와, 탑 내를 유하하는 환류액이 접촉한다. 따라서, 정류탑(62)의 하부로부터는 액체 산소가 취출되고, 정류탑(62)의 상부로부터는 질소 가스가 취출되고, 정류탑(62)의 중간부로부터는 액체 아르곤이 취출된다. 여기서, 정류탑(62)의 중간부로부터는 액체 질소를 취출하는 것도 가능하다.

[0022] 정류탑(62)의 하부로부터 취출된 액체 산소는 산소 공급로(81)를 통해서 상술한 제1 부열교환기(55)로 인도되고, 주열교환기(61)의 상류 측에서 공기를 냉각하기 위한 냉열원으로서 이용된다. 제1 부열교환기(55)에 의해 기화된 산소 가스는 대기 중에 방출된다. 여기서, 산소 공급로(81)에는, 액체 산소의 취출량을 조정하는 유량 조정 밸브(82)가 설치되어 있다.

[0023] 정류탑(62)의 상부로부터 취출된 질소 가스, 다시 말해서 액체 공기 제조기(5)에 의해 제조된 액체 공기 중의 액체 질소가 기화한 질소 가스는, 질소 가스 공급로(71)를 통해 급기로(11)에 공급된다. 본 실시예에서는, 질소 가스 공급로(71)가 압축기(31)의 상류 측에서 급기로(11)에 합류하고 있지만, 질소 가스 공급로(71)는 압축기(31)의 하류 측에서 급기로(11)에 합류하여도 좋다.

[0024] 질소 가스 공급로(71)에는, 상류 측으로부터 순서대로, 유량 조정 밸브(72), 열교환기(73), 버퍼 탱크(74) 및 유량 조정 밸브(75)가 설치되어 있다. 유량 조정 밸브(72)는 정류탑(62)의 상부로부터 취출되는 질소 가스의 유량을 조정한다. 열교환기(73)는 질소 가스를 대기 온도 정도까지 가열한다. 예를 들어, 열교환기(73)는, 질소 가스와 대기나 물 등의 열매체와의 사이에서 열교환을 수행하는 열교환기이다. 열교환기(73)에서 냉각된 열매체는 상술한 에어 쿨러(13)에서 냉열원으로서 사용되어도 좋고, 열교환기(73) 자체가 에어 쿨러(13)로서 사용되어도 좋다. 버퍼 탱크(74)는 질소 가스를 일시적으로 저류한다. 유량 조정 밸브(75)는, 버퍼 탱크(74)로부터 급기로(11)에 공급되는 질소 가스의 유량을 조정한다.

[0025] 나아가, 본 실시예에서는, 질소 가스 공급로(71)에, 열교환기(73)를 바이패스하도록 바이패스로(76)가 접속되어 있다. 더 상세하게는, 본 실시예에서는 유량 조정 밸브(72)가 삼방 밸브이고, 이러한 유량 조정 밸브(72)에 바이패스로(76)의 상류단이 접속되어 있다. 바이패스로(76)의 하류단은 열교환기(73)의 하류 측에서 질소 가스 공급로(71)에 접속되어 있다.

[0026] 바이패스로(76)는 액체 공기 제조기(5)의 제2 부열교환기(56)를 경유하고 있고, 유량 조정 밸브(72)는 정류탑(62)으로부터 취출된 질소 가스를 열교환기(73)와 제2 부열교환기(56) 중 어느 쪽으로 인도하는지를 전환하는 역할도 가진다. 질소 가스가 제2 부열교환기(56)로 인도되면, 주열교환기(61)의 상류 측에서 공기를 냉각하기 위한 냉열원으로서 이용된다.

[0027] 상술한 유량 조정 밸브(42, 45, 72, 75, 82)는 컨트롤러(9)에 의해 제어된다. 여기서, 도 1 및 도 2에서는, 도면의 간략화를 위해 일부의 신호선의 작도를 생략한다.

[0028] 컨트롤러(9)에 관하여, 본 명세서에 개시된 요소의 기능은 개시된 기능을 실행하도록 구성 또는 프로그램된 범용 프로세서, 전용 프로세서, 집적 회로, ASIC(Application Specific Integrated Circuits), 종래의 회로 및/또는 이들의 조합을 포함하는 회로 또는 처리 회로를 사용하여 실행할 수 있다. 프로세서는, 트랜지스터 및 다른 회로를 포함하기 때문에, 처리 회로 또는 회로로 간주된다. 본 개시에서, 회로, 유닛 또는 수단은 열거된 기능을 실행하는 하드웨어이거나, 또는 열거된 기능을 실행하도록 프로그램된 하드웨어이다. 하드웨어는, 본 명세서에 개시된 하드웨어라도 좋고, 또는, 열거된 기능을 실행하도록 프로그램 또는 구성되어 있는 그 밖의 공지된 하드웨어라도 좋다. 하드웨어가 회로의 일종으로 간주되는 프로세서인 경우, 회로, 수단 또는 유닛은 하드웨어와 소프트웨어의 조합이고, 소프트웨어는 하드웨어 및/또는 프로세서의 구성에 사용된다.

[0029] 특히, 유량 조정 밸브(45)의 제어와 관하여, 컨트롤러(9)는, 크랭크 샤프트의 회전 각도 및 레시프로 엔진(2)에 대한 요구 출력에 기초하여, 유량 조정 밸브(45)를 제어한다.

[0030] 또한, 컨트롤러(9)는 산소 농도계(91) 및 압력 센서(92)와 전기적으로 접속되어 있다. 산소 농도계(91)는, 급기로(11)에서 질소 가스 공급로(71)의 합류점보다 하류 측의 산소 농도를 검출하고, 압력 센서(92)는, 연소실(20) 내의 압력을 검출한다. 컨트롤러(9)는 산소 농도계(91)에 의해 검출된 산소 농도 및 압력 센서(92)에 의해 검출된 압력에 따라 유량 조정 밸브(75)를 제어한다. 예를 들어, 컨트롤러(9)는 산소 농도계(91)에서 검출되는 산소 농도가 목표 산소 농도가 되도록 유량 조정 밸브(75)를 제어한다. 또한, 컨트롤러(9)는 압력 센서(92)에서 검출되는 압력에 기초하여 과속 착화, 역화, 노킹 등의 이상 연소의 발생 유무를 판정하고, 이상 연소가 발생하였을 때에 유량 조정 밸브(75)의 개도를 크게 한다.

[0031] 이상 설명한 구성의 가스 엔진 시스템(1)에서는, 급기와 연료의 혼합기 중의 질소 농도가 상승하기 때문에, 혼합기에 화염 전파를 발생시키기 위해서 필요한 최소 점화 에너지인 최소 착화 에너지가 커진다. 따라서, 과속 착화나 역화 등의 이상 연소가 억제된다. 나아가, 혼합기 중의 질소 농도의 상승에 의해서, 혼합기를 어느 온도로 유지하고 나서 착화할 때까지의 시간인 착화 지연이 길어지기 때문에, 노킹도 억제된다. 따라서, EGR을 이용하지 않고 이상 연소를 억제할 수 있다. 또한, 혼합기 중의 질소 농도가 상승함으로써 단열 화염 온도가 저하되기 때문에, NOx도 억제할 수 있다. 또한, 연료원이 되는 액화 가스가 기화할 때의 냉열을 이용하여 질소 가스가 생성되기 때문에, 질소 가스의 생성에 그다지 큰 에너지는 필요하지 않다.

[0032] 특히, 본 실시예와 같이 연료가 수소 가스인 경우, 수소는 메탄에 비해 착화 지연이 짧을 뿐만 아니라 최소 착화 에너지도 작기 때문에, 과속 착화를 억제한다는 관점에서 혼합기 중의 질소 농도를 상승시키는 중요성이 높다.

[0033] (변형예)

[0034] 본 개시는 상술한 실시예에 한정되지 않고, 본 개시의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 여러 가지 변형이 가능하다.

[0035] 예를 들어, 도 3에 도시된 변형예의 가스 엔진 시스템(1A)과 같이, 탱크(15)에 저류되는 액화 가스가 LNG이고, LNG가 기화한 천연 가스가 레시프로 엔진(2)의 연료라도 좋다. 이 경우, 탱크(15) 내의 액화 가스의 온도는 -162 ℃이다.

[0036] 이러한 가스 엔진 시스템(1A)에서는, 상기 실시예의 액체 공기 제조기(5)에 비하여, 주열교환기(61)의 위치가 수분·이산화탄소 분리기(54)와 제1 부열교환기(55) 사이로 변경되는 동시에, 블로어(53) 및 펌프(57) 대신에 압축기(58) 및 팽창 터빈(59)이 사용된 액체 공기 제조기(5A)가 채용되고 있다. 공기로(51)를 흐르는 공기는 팽창 터빈(59)까지는 기체이고, 팽창 터빈(59)으로 팽창됨으로써 액화된다. 즉, 팽창 터빈(59)으로부터 정류탑(62)에는, 액화 산소 및 액화 질소를 포함하는 액화 공기(예를 들어, -200 ℃)가 공급된다.

[0037] 도 3에 도시된 바와 같이 액화 가스가 LNG인 경우에는, 대기압에서의 LNG의 온도가 질소의 비점보다 높기 때문에, 액체 공기를 제조할 때에 공기에 대한 압축 동력이 필요하게 된다. 이에 반해서, 상기 실시예와 같이 액화 가스가 액화 수소이면, 대기압에서의 액화 수소의 온도가 질소의 비점보다도 낮기 때문에, 이러한 압축 동력이 불필요하다.

[0038] 여기서, 가스 엔진 시스템(1A)에서는 정류탑(62)과 유량 조정 밸브(72) 사이의 질소 가스 공급로(71)에, 질소 가스의 공급 수단으로서 블로어(77)가 설치되어 있다.

[0039] (정리)

[0040] 제1 양태로서, 본 개시는, 액화 가스가 기화한 가스를 연료로 하고, 급기로를 통해 공기가 공급되는 레시프로 엔진과, 상기 액화 가스가 기화할 때의 냉열을 이용하여 액체 공기를 제조하는 액체 공기 제조기와, 상기 액체 공기 중의 액체 질소가 기화한 질소 가스를 상기 급기로에 공급하는 질소 가스 공급로를 구비하는, 가스 엔진 시스템을 제공한다.

[0041] 상기의 구성에 의하면, 급기와 연료의 혼합기 중의 질소 농도가 상승하기 때문에, 혼합기에 화염 전파를 발생시키기 위해서 필요한 최소 점화 에너지인 최소 착화 에너지가 커진다. 따라서, 과속 착화나 역화 등의 이상 연소가 억제된다. 나아가, 혼합기 중의 질소 농도의 상승에 의해서, 혼합기를 어느 온도로 유지하고 나서 착화할 때까지의 시간인 착화 지연이 길어지기 때문에, 노킹도 억제된다. 따라서, EGR을 이용하지 않고 이상 연소를 억제할 수 있다. 또한, 혼합기 중의 질소 농도가 상승함으로써 단열 화염 온도가 저하되기 때문에, NOx도 억제할 수 있다. 나아가, 연료원이 되는 액화 가스가 기화할 때의 냉열을 이용하여 질소 가스가 생성되기 때문에, 질소 가스의 생성에 그다지 큰 에너지는 필요하지 않다.

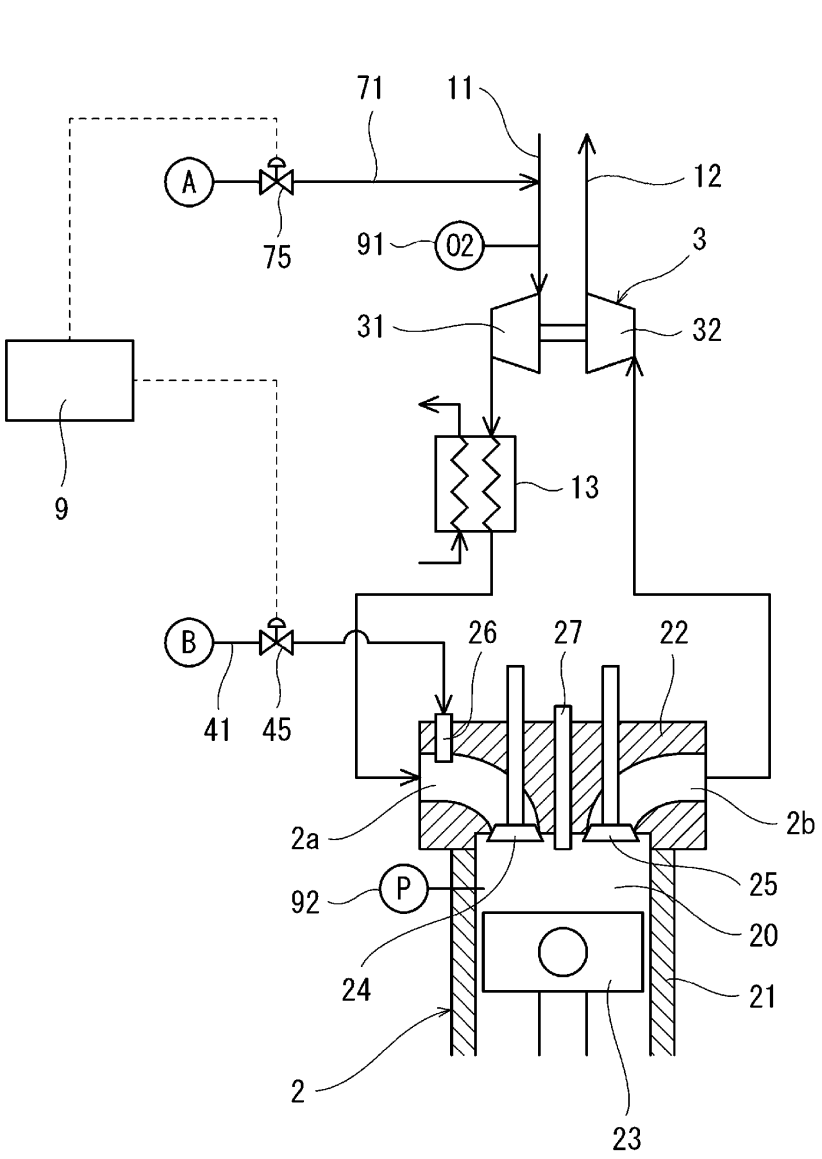
[0042] 제2 양태로서, 제1 양태에 있어서, 상기 액화 가스는 액화 수소라도 좋다. 액화 가스가 LNG인 경우에는, 대기압에서의 LNG의 온도가 질소의 비등점보다 높기 때문에, 액체 공기를 제조할 때에 공기에 대한 압축 동력이 필요하게 된다. 이에 반해서, 액화 가스가 액화 수소이면, 대기압에서의 액화 수소의 온도가 질소의 비등점보다 낮기 때문에, 이러한 압축 동력이 불필요하다.

[0043] 제3 양태로서, 제1 또는 제2 양태에 있어서, 예를 들어, 상기 액체 공기 제조기는, 수분 및 이산화탄소가 제거된 공기와 상기 액화 가스 사이에서 열교환을 수행하는 열교환기를 포함하여도 좋다.

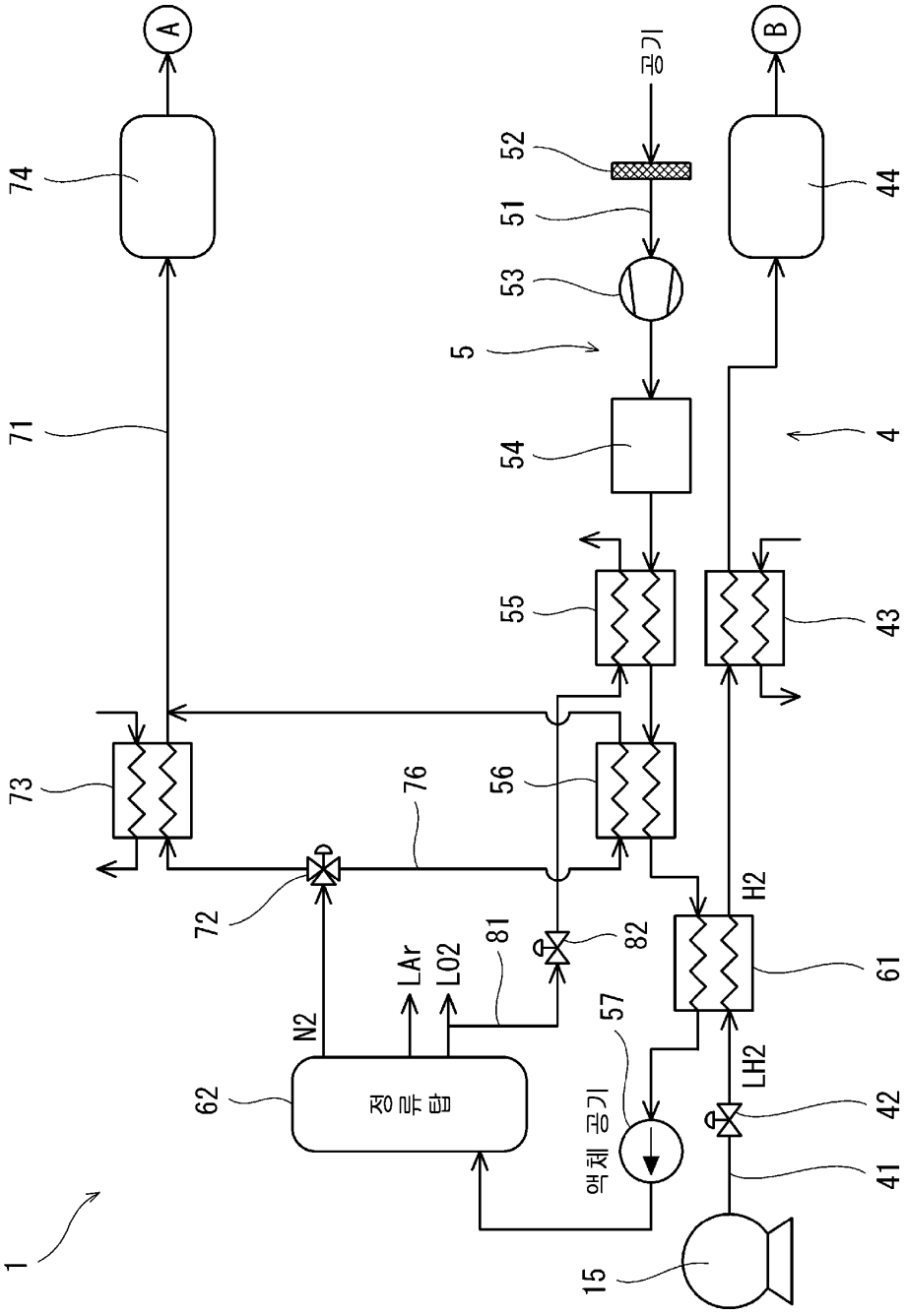
[0044] 제4 양태로서, 제1 내지 제3 양태 중 어느 하나에 있어서, 예를 들어, 상기 가스 엔진 시스템은, 상기 질소 가스 공급로에 설치된 유량 조정 밸브와, 상기 급기로에서 상기 질소 가스 공급로의 합류점보다 하류 측의 산소 농도에 따라 상기 유량 조정 밸브를 제어하는 컨트롤러를 더 구비하여도 좋다.

도면

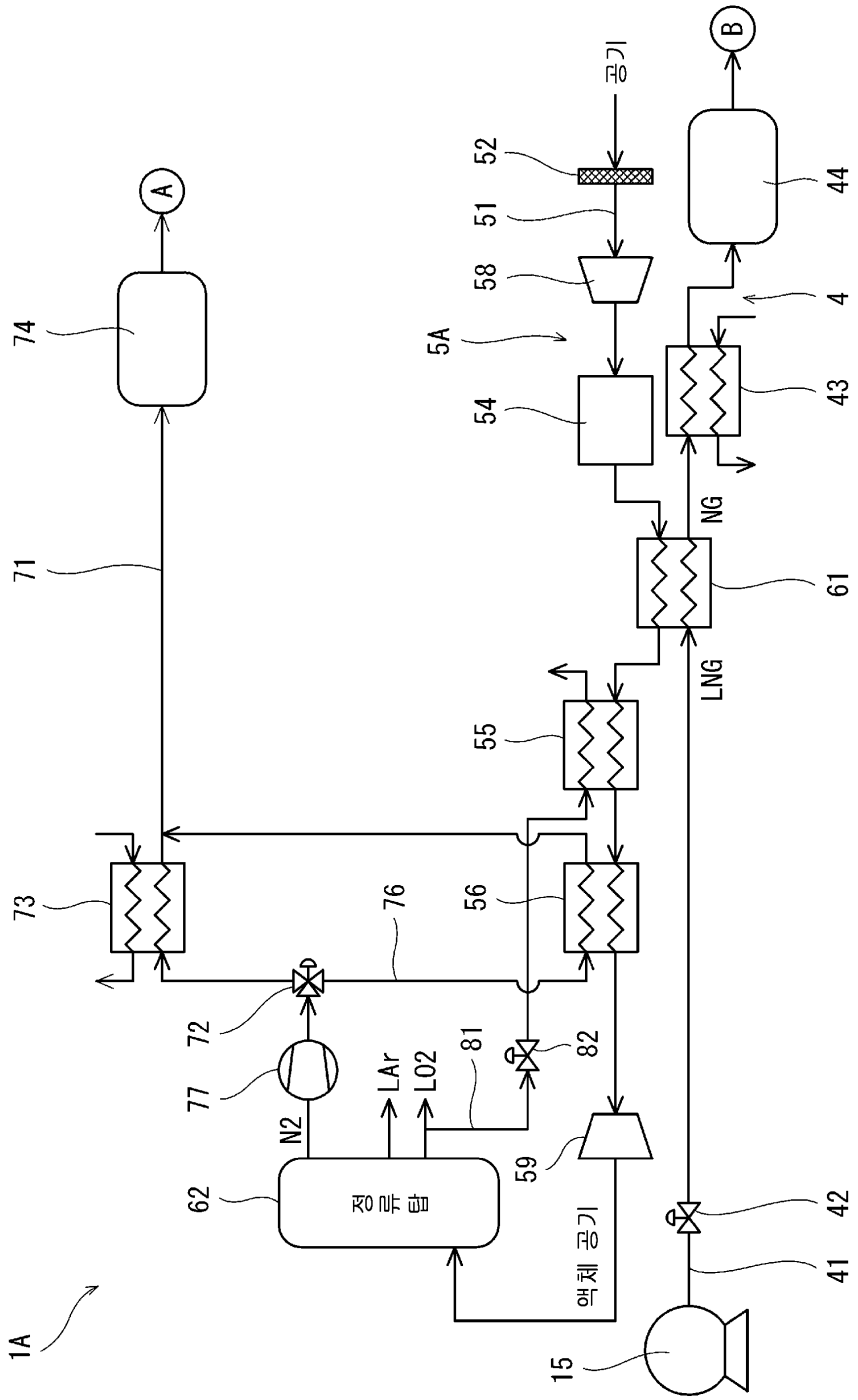
도면1


1
71
11
12
A
75
91
02
3
31
32
9
13
B
41
45
26
27
22
2a
2b
92
P
25
20
24
21
2
23

도면2


A
B
공기
74
71
52
51
53
5
54
4
44
55
43
73
76
56
72
81
82
H2
61
LAr
LO2
N2
57
LH2
62
정류탑
액체 공기
42
41
15
1

도면3


1A
15
41
42
43
44
4
51
52
공기
58
5A
54
61
NG
LNG
55
56
76
73
71
74
A
B
72
77
N2
LAr
LO2
81
82
59
62
정류탑
액체 공기