(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0143575
(43) 공개일자 2023년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02M 26/19 (2016.01) *F02B 25/04* (2006.01)
F02B 29/04 (2006.01) *F02M 26/06* (2016.01)
F02M 26/16 (2016.01) *F02M 26/21* (2016.01)
F02M 26/22 (2016.01) *F02M 26/34* (2016.01)
F02M 26/35 (2016.01) *F02M 26/39* (2016.01)
(52) CPC특허분류
F02M 26/19 (2016.02)
F02B 25/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0043522
(22) 출원일자 2023년04월03일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
22166697.7 2022년04월05일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
빈터투르 가스 앤 디젤 아게
스위스 8401 빈터투르 슈트젠슈트라세 1-3
(72) 발명자
바우스트라 앨런
스위스 8045 취리히 바흐토벨슈트라쎄 20
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

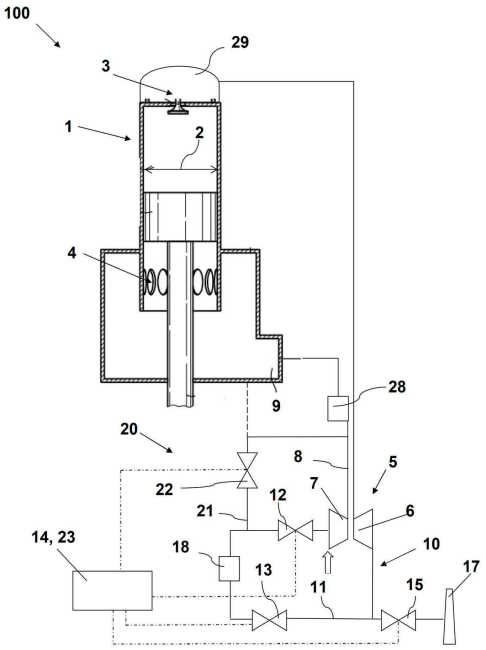
(54) 발명의 명칭 **내연 엔진**

(57) 요 약

본 발명은 배기 가스 재순환 시스템을 포함하는 내연 엔진 및 이러한 내연 엔진을 운전하기 위한 방법에 관한 것이다. 내연 엔진(100), 즉 대형 선박 엔진 또는 정치식(stationary) 엔진은 적어도 200㎜의 내경(2)을 갖는 적어도 하나의 실린더(1)를 포함한다. 본 내연 엔진(100)은 실린더(1)의 배기 출구(3)와 공기 입구(4) 사이에 배치

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



되는 EGR 경로(11)를 갖는 배기 가스 재순환 시스템(10)을 포함한다. 내연 엔진(100)은 터빈(6) 및 압축기(7)를 갖는 터보 과급기(5)를 포함한다. 배기 가스 재순환 시스템(10)은 저압 시스템이고, 배기 가스는 터보 과급기(5)의 터빈(6)을 통해 안내될 수 있고, 배기 가스의 적어도 일부는 터보 과급기(5)의 압축기(7)를 통해 실린더(1)의 공기 입구(4)에 안내될 수 있다. EGR 경로(11)는 압축기(7)의 상류에 배치되는 유동 조절 밸브(12) 및 터빈(6)의 하류에서 유동 조절 밸브(12)의 상류에 배치되는 차단 밸브(13)를 포함한다. 내연 엔진(100)은, 요구시에 소기(scavenge) 공기 라인(8) 및/또는 소기 공기 수용부(9)로부터 소기 공기를 EGR 경로(11) 안으로 안내하기 위한 공기 공급 시스템(20)을 포함한다.

(52) CPC특허분류
F02B 29/04 (2013.01)
F02M 26/06 (2016.02)
F02M 26/16 (2016.02)
F02M 26/21 (2016.02)
F02M 26/22 (2016.02)
F02M 26/34 (2016.02)
F02M 26/35 (2016.02)
F02M 26/39 (2016.02)

명 세 서

청구범위

청구항 1

내연 엔진(100), 즉 대형 선박 엔진 또는 정치식(stationary) 엔진으로서, 적어도 200㎜의 내경(2)을 갖는 적어도 하나의 실린더(1)를 포함하고,

상기 내연 엔진(100)은 실린더(1)의 배기 출구(3)와 공기 입구(4) 사이에 배치되는 EGR 경로(11)를 갖는 배기 가스 재순환 시스템(10)을 포함하고, 상기 내연 엔진(100)은 터빈(6) 및 압축기(7)를 갖는 터보 과급기(5)를 포함하며,

배기 가스 재순환 시스템(10)은 저압 시스템이고, 배기 가스는 터보 과급기(5)의 터빈(6)을 통해 안내될 수 있고, 상기 배기 가스의 적어도 일부는 터보 과급기(5)의 압축기(7)를 통해 실린더(1)의 공기 입구(4)에 안내될 수 있으며,

상기 EGR 경로(11)는 압축기(7)의 상류에 배치되는 유동 조절 밸브(12) 및 터빈(6)의 하류에서 상기 유동 조절 밸브(12)의 상류에 배치되는 차단 밸브(13)를 포함하며,

상기 내연 엔진(100)은, 요구시에 소기(scavenge) 공기 라인(8) 및/또는 소기 공기 수용부(9)로부터 소기 공기를 EGR 경로(11) 안으로 안내하기 위한 공기 공급 시스템(20)을 포함하는, 내연 엔진.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 공기 공급 시스템(20)은 소기 공기를 안내하기 위한 공기 공급 라인(21)을 포함하고,

상기 공기 공급 라인(21)은 상기 유동 조절 밸브(12)의 상류에서 상기 EGR 경로(11)에 유체 연결되며,

공기 공급 라인(21)은 상기 소기 공기 라인(8) 및/또는 소기 공기 수용부(9)에 유체 연결되며, 그리고

바람직하게는 적어도 하나의 밸브(22)를 포함하는 유동 제한 장치(22)가 공기 공급 라인(21)에 배치되는, 내연 엔진.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

유동 제한 장치(22)는 상기 유동 제한 장치(22)를 통과하는 제1 유량이 허용되는 적어도 하나의 상태를 취하도록 구성되며,

바람직하게는 상기 유동 제한 장치(22)는 다음과 같은 적어도 3가지 상태, 즉

유동 제한 장치(22)를 통과하는 제1 유량이 허용되는 제1 상태,

유동 제한 장치(22)를 통과하는 제1 유량보다 작은 제2 유량이 허용되는 제2 상태, 및

상기 유동 제한 장치(22)를 통과하는 유량이 허용되지 않는 제3 상태

를 취하도록 구성되는, 내연 엔진.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 적어도 한 항에 있어서,

상기 공기 공급 시스템(20)은, 상기 EGR 경로(11) 안으로 유입되는 소기 공기의 양을 제어하도록 구성된 공기 공급 제어 유닛(23)을 포함하고, 이 공기 공급 제어 유닛(23)은, 특히, 공기 공급 라인(21)에 배치되는 적어도 하나의 밸브(22)를 설정하도록, 더 특히, 제 2 항에 따른 내연 엔진의 유동 제한 장치(22)를 설정하도록 구성되어 있는, 내연 엔진.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 적어도 한 항에 있어서,

상기 소기 공기 라인(8)은 소기 공기 냉각 장치(28)를 포함하는, 내연 엔진.

청구항 6

제 2 항 및 제 5 항에 있어서,

상기 공기 공급 라인(21)은 상기 소기 공기 냉각 장치(28)의 상류에서 상기 소기 공기 라인(8)에서 분기되는, 내연 엔진.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 적어도 한 항에 있어서,

상기 EGR 경로(11)는 배기 가스 냉각 장치(18)를 포함하고,

특히, 제 2 항에 따른 내연 엔진의 공기 공급 라인(21)은 상기 배기 가스 냉각 장치(18)와 유동 조절 밸브(12) 사이에서 상기 EGR 경로(11)에 연결되거나, 또는

제 2 항에 따른 내연 엔진의 공기 공급 라인(21)은 상기 차단 밸브(13)와 배기 가스 냉각 장치(18) 사이에서 상기 EGR 경로(11)에 연결되는, 내연 엔진.

청구항 8

내연 엔진(100), 즉 대형 선박 엔진 또는 정치식 엔진으로서, 적어도 200㎜의 내경(2)을 갖는 적어도 하나의 실린더(1)를 포함하고,

상기 내연 엔진(100)은 실린더(1)의 배기 출구(3)와 공기 입구(4) 사이에 배치되는 EGR 경로(41)를 갖는 배기 가스 재순환 시스템(40)을 포함하고,

상기 내연 엔진(100)은 터빈(6) 및 압축기(7)를 갖는 터보 과급기(5)를 포함하며,

상기 배기 가스 재순환 시스템(40)은 고압 시스템이고, 배기 가스는 터보 과급기(5)의 터빈(6)의 상류에서 분기되며, 배기 가스의 적어도 일부는 상기 실린더(1)의 공기 입구(4)에 안내될 수 있고 터보 과급기(5)의 압축기(7)의 하류에서 소기 공기와 혼합될 수 있으며,

상기 EGR 경로(41)는 EGR 블로어(blower)(49), 이 EGR 블로어(49)의 상류에 배치되는 제 1 고압 EGR 밸브(43), 및/또는 EGR 블로어(49)의 하류에 배치되는 제 2 고압 EGR 밸브(42)를 포함하고,

상기 내연 엔진(100)은, 요구시에 소기 공기 라인(8) 및/또는 소기 공기 수용부(9)로부터 소기 공기를 EGR 경로(41) 안으로 안내할 수 있게 하도록 구성된 퍼지 제어 유닛(44)을 포함하고, 특히, 이 퍼지 제어 유닛(44)은, 상기 EGR 블로어(49)를 전환하고 상기 제 1 고압 EGR 밸브(43)를 설정하며 그리고/또는 상기 제 2 고압 EGR 밸브(42)를 설정하도록 구성되어 있는, 내연 엔진.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 내연 엔진(100)을 운전하기 위한 방법으로서,

배기 가스 재순환을 실행하는 단계;

배기 출구(3)로부터 배기 가스의 적어도 일부를 공기 입구(4)로 재순환시키는 단계;

배기 가스 재순환을 중단하는 단계; 및

소기 공기 라인(8) 및/또는 소기 공기 수용부(9)로부터 소기 공기를 EGR 경로(11, 41) 안으로 안내하는 단계를 포함하는, 내연 엔진을 운전하기 위한 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

제 2 항에 따른 내연 엔진의 공기 공급 라인에 배치된 유동 제한 장치(22)를 개방하는 단계;

상기 공기 공급 라인(21)을 통해 소기 공기를 안내하는 단계; 및

유동 제한 장치(22)를 폐쇄하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 11

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 배기 가스 재순환을 실행하기 위해, 제 1 항에 따른 내연 엔진의 차단 밸브(13) 및 유동 조절 밸브(12)가 개방되는, 방법.

청구항 12

제 9 항, 제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

배기 가스 재순환을 중단하기 위해, 제 1 항에 따른 내연 엔진의 유동 조절 밸브(12)가 폐쇄되는, 방법.

청구항 13

제 9 항, 제 10 항, 제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

소기 공기를 EGR 경로(11) 안으로 안내한 후, 바람직하게는, 제 2 항에 따른 내연 엔진의 유동 제한 장치(21)가 폐쇄되기 전에, 제 1 항에 따른 내연 엔진의 차단 밸브(13)가 폐쇄되는, 방법.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

제 8 항에 따른 내연 엔진의 EGR 블로어(49)를 정지시키는 단계,

바람직하게는 제 8 항에 따른 내연 엔진의 제 1 고압 EGR 밸브(43) 및/또는 제 2 고압 EGR 밸브(42)를 개방하는 단계;

EGR 경로(41)를 통해 소기 공기를 안내하는 단계; 및

바람직하게는 제 1 고압 EGR 밸브(43) 및/또는 제 2 고압 EGR 밸브(42)를 폐쇄하는 단계를 포함하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 배기 가스 재순환 시스템을 포함하는 내연 엔진 및 내연 엔진의 작동 방법에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 바람직하게는 실린더의 내경이 적어도 200㎜인 대형 해양용 또는 선박 엔진 또는 정치식(stationary) 엔진과 같은 내연 엔진에 관한 것이다. 엔진은 바람직하게는 2-행정 엔진 또는 2-행정 크로스 헤드 엔진이다. 엔진은 디젤 또는 가스 엔진, 이중 연료 또는 다중 연료 엔진일 수 있다. 이러한 엔진에서 액체 및/또는 기체 연료의 연소는 또한 자기 점화 또는 강제 점화로 가능하다.

배 경 기 술

[0003] 엔진은 내부에 피스톤을 갖는 적어도 하나의 실린더를 갖는다. 피스톤은 크랭크축에 연결된다. 피스톤은 엔진의 작동 동안에 상사점(TDC)과 하사점(BDC) 사이에서 왕복한다. 실린더는 전형적으로 흡기를 위한 적어도 하나의 공기 통로 개구, 특히 실린더의 라이너에 배치되는 공기 입구, 및 배기를 위한 적어도 하나의 공기 통로 개구를 가지며, 배기 출구는 특히 실린더의 커버에 배치된다.

[0004] 내연 엔진은 종방향으로 플러싱되는 2-행정 엔진일 수 있다.

[0005] 내연 엔진이라는 용어는 또한 연료의 자기 점화를 특징으로 하는 디젤 모드뿐만 아니라, 연료의 포지티브 점화를 특징으로 하는 오토(Otto) 모드 또는 이들 두 모드의 혼합으로도 작동될 수 있다. 더욱이, 내연 엔진이라는 용어는 특히 이중 연료 엔진 및 연료의 자기 점화가 다른 연료의 포지티브 점화에 사용되는 대형 엔진을 포함한다.

[0006] 엔진 속도는 바람직하게는 800RPM(4-행정) 미만이고, 더 바람직하게는, 저속 엔진의 지정을 나타내는 200RPM(2-행정) 미만이다.

[0007] 연료는 디젤 또는 선박용 디젤유 또는 중유 또는 에멀젼 또는 슬러리 또는 메탄올 또는 에탄올뿐만 아니라 액화 천연 가스(LNG), 액화 석유 가스(LPG) 등과 같은 가스일 수 있다.

[0008] 요청시 추가할 수 있는 다른 가능한 연료는 LBG(액화 바이오가스), 생물학적 연료(예컨대, 조류(Algae) 연료 또는 해초유), 수소, CO2 합성 연료(예컨대, Power-To-Gas 또는 Power-To-Liquid로 만들어짐).

[0009] 가스/공기 혼합물 및 메탄 슬립의 반응성을 감소시키기 위해, 예를 들어 EP 3 722 572 A1에 나타나 있는 바와 같이, 배기 가스 재순환(EGR), 특히 저압 배기 가스 재순환(EGR)을 제공하는 것이 알려져 있다. 배기 가스의 일부는 실린더 안으로 재순환되는 반면, 배기 가스의 다른 부분은 깔때기로 안내되어 주변 환경으로 방출된다.

[0010] 배기 가스 재순환을 중단한 후에, 배기 가스가 EGR 경로의 파이프에 남아 있을 수 있다. 파이프가 냉각됨에 따라, 파이프의 내벽에 응축이 발생할 수 있다. 이로 인해, 배기 가스 재순환이 다시 시작될 때, EGR 경로 및 압축기의 구성 요소가 부식되거나 손상될 수 있다.

[0011] 또한, 엔진이 정지되면, 일부 유지 보수를 수행해야 하는 경우 승무원이 배기 가스에 노출되지 않도록 시스템에 배기 가스가 남아 있지 않아야 한다.

[0012] 따라서, 나머지 배기 가스를 제거해야 한다.

[0013] DE10260220A1에는, 고압 EGR 시스템을 통해 공기를 안내하는 것이 알려져 있다. 엔진 제어 모듈은 공기를 EGR 시스템을 통해 선택적으로 안내하기 위해 배기 측에 대한 흡기 측의 압력을 제어한다. DE 10 2013 225133 B4는 연료 공급 중단 동안에 EGR 경로를 플러싱하는 것을 가르친다.

[0014] 그러나, 연료 공급의 중단없이 공기 공급이 필요할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명의 목적은, 종래 기술의 단점을 피하고, 특히 EGR 경로에서 EGR 가스의 축적 또는 응축을 피하거나 최소화하기 위해 EGR 경로에 공기를 공급하기 위해, 배기 가스 재순환을 위한 시스템을 포함하는 내연 엔진 및 내연 엔진을 운전시키기 위한 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명에 따르면, 내연 엔진, 즉 대형 선박 엔진 또는 정치식 엔진은 적어도 200mm의 내경을 갖는 적어도 하나의 실린더를 포함한다.

[0017] 내연 엔진은 터빈과 압축기를 갖는 터보 과급기를 포함한다. 작동 중에, 터빈은 배기 가스로 구동되고, 압축기는 실린더 안으로 안내될 가압 가스를 제공한다.

[0018] 내연 엔진은 실린더의 배기 출구와 공기 입구 사이에 유체 배치되는 EGR 경로를 갖는 배기 가스 재순환 시스템을 포함한다.

[0019] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 배기 가스 재순환 시스템은 저압 시스템이고, 배기 가스는 터보 과급기의 터빈을 통해 안내될 수 있고, 배기 가스의 적어도 일부는 터빈의 하류에서 분기될 수 있고 터보 과급기의 압축기를 통해 실린더의 공기 입구에 안내될 수 있다.

[0020] 예컨대, 배기 가스의 10% - 70%, 바람직하게는 30% - 60%가 재순환된다.

[0021] 저압 EGR 경로는 바람직하게는 압축기의 상류에 배치되는 유동 조절 밸브 및 바람직하게는 터빈의 하류에서 유동 조절 밸브의 상류에 배치되는 차단 밸브를 포함한다.

[0022] 이와 관련하여, 상류 및 하류라는 용어는 재순환 배기 가스의 유동 방향에 대한 것이다.

[0023] EGR 경로는 유동 조절 밸브와 차단 밸브 사이에 배치되는 배기 가스 냉각 장치를 더 포함한다.

[0024] 내연 엔진은, 요구시에 소기 공기 라인 및/또는 소기 공기 수용부로부터 소기 공기를 EGR 경로 안으로 안내하기

위한 공기 공급 시스템을 포함한다.

[0025] 소기 공기는 실린더 안으로 도입되거나 흡입되기 전에 소기 공기 수용부에 모일 수 있다.

[0026] 소기 공기 라인은 신기를 가압하는 터보 과급기의 압축기를 실린더의 공기 입구 또는 소기 공기 수용부에 유체 연결한다.

[0027] 공기 공급 시스템은, EGR 경로에서 배기 가스 잔류물 및/또는 응축 물질을 제거하기 위해, 특히, 배기 가스 재순환이 끝난 후에 또는 배기 가스 재순환이 시작되기 전에, EGR 경로를 퍼징하기 위한 소기 공기를 제공할 수 있다.

[0028] 대안적으로, 폐쇄된 하지만 밀봉되지 않은 차단 밸브를 통해 배기 가스가 누출되는 것을 피하도록 EGR 경로 내에 압력을 형성하기 위해 소량의 소기 공기가 또한 제공될 수 있다.

[0029] 전형적으로, 유동 조절 밸브와 차단 밸브는 그의 전체 용량의 0.5%의 누출이 있다. 따라서, 차단 밸브가 폐쇄되어 있더라도 일부 배기 가스가 EGR 경로 안으로 들어갈 수 있다. 그 EGR 경로 내의 밀봉 압력은 이러한 원치 않는 재순환을 방지할 수 있다.

[0030] 퍼징을 위해 공기 공급 시스템은 밀봉 압력을 형성하기 위해 많은 양의 소기 공기를 제한된 시간 동안 제공할 수 있지만, 내연 엔진이 배기 가스 재순환 없이 작동될 때, 공기 공급 시스템은 그 시간 동안 소량의 소기 공기를 제공할 수도 있다.

[0031] 공기 공급 시스템은 소기 공기를 안내하기 위한 공기 공급 라인을 포함할 수 있다. 공기 공급 라인은 유동 조절 밸브의 상류에서 EGR 경로에 유체 연결될 수 있다.

[0032] 공기 공급 라인은 소기 공기 라인 및/또는 소기 공기 수용부에 유체 연결될 수 있다.

[0033] 소기 공기는 신기(fresh air)를 포함한다. 배기 가스가 재순환되거나 재순환된 경우에, 소기 공기는 또한 어느 정도 배기 가스를 포함할 수 있다.

[0034] 바람직하게는 적어도 하나의 밸브를 포함하는 유동 제한 장치가 공기 공급 라인에 배치될 수 있다.

[0035] 유동 제한 장치는 EGR 경로 안으로 안내되는 소기 공기의 양을 규정한다.

[0036] 유동 제한 장치는 유동 제한 장치를 통과하는 제 1 유량이 허용되는 적어도 하나의 상태를 취하도록 구성될 수 있으며, 그 유량은 바람직하게는 EGR 경로를 퍼징하기에 충분하다. 유동 제한 장치는 또한 유동 제한 장치를 통과하는 유량이 허용되지 않는 추가 상태를 취하도록 구성될 수 있다.

[0037] 바람직하게는, 유동 제한 장치는 이 유동 제한 장치를 통과하는 다양한 유량을 허용할 수 있다.

[0038] 유동 제한 장치는 적어도 3가지 상태를 취하도록 구성될 수 있다. 제 1 상태에서, 유동 제한 장치를 통과하는 제 1 유량, 바람직하게는, EGR 경로를 퍼징하기에 충분한 유량이 허용된다. 제 2 상태에서, 유동 제한 장치를 통과하는 제 1 유량 보다 작은 제 2 유량, 바람직하게는, EGR 경로에서 밀봉 압력을 형성하기에 적절한 유량이 허용된다. 제 3 상태에서는, 유동 제한 장치를 통과하는 유량이 허용되지 않고, 공기 공급 라인이 폐쇄된다.

[0039] 유동 제한 장치의 상태는 적어도 하나의 밸브의 각각의 위치 또는 개도에 대응할 수 있다.

[0040] 대안적으로, 유동 제한 장치는 공기 공급 시스템의 각 상태에 필요한 유량을 주도록 작동될 수 있다. 유동 제한 장치는 예를 들어 소기 공기 라인, 소기 공기 수용부, 공기 공급 라인 및/또는 EGR 경로에서 측정되는 농도, 유량, 온도 또는 압력 신호에 근거하여 능동적으로 제어될 수 있다.

[0041] 공기 공급 시스템은, EGR 경로 안으로 유입되는 소기 공기의 양을 제어하도록 구성된 공기 공급 제어 유닛을 포함할 수 있다.

[0042] 공기 공급 제어 유닛은 특히 공기 공급 라인에 배치된 적어도 하나의 밸브를 설정하도록 구성된다. 공기 공급 제어 유닛은 전술한 바와 같은 유동 제한 장치를 설정하도록 구성될 수 있다.

[0043] 퍼징을 위해서는 EGR 경로의 부피의 1 - 3배의 소기 공기량이 필요하다. 이로써, 소기 공기 라인에서 약 0.2 bar의 강하가 일어날 수 있는데, 이는 중요하지 않다.

[0044] 소기 공기 라인에서 약 0.2 bar의 강하는 대략 엔진 공기 소비의 4%의 유동에 대응한다.

[0045] 위의 파라미터로 퍼징하려면, 엔진이 최대 부하에서 작동할 때 유동 제한 장치는 대략 1 - 5분 동안 개방되어

있어야 한다.

[0046] 밀봉을 위해, 유동 제한 장치는 엔진 공기 소비량의 0.3% - 0.8%, 바람직하게는 0.55% - 0.65%의 연속적인 유동을 허용해야 한다.

[0047] 배기 가스 재순환 시스템은 공기 입구로 재순환되는 배기 가스의 양을 제어하도록 구성된 EGR 제어 유닛을 포함할 수 있다. 특히 EGR 제어 유닛은 밸브를 설정하도록 구성된다. EGR 제어 유닛은 유동 조절 밸브, 차단 밸브, EGR 경로와 깔대기 사이의 배압 밸브 및/또는 EGR 경로에 배치되는 블로어를 설정하도록 구성될 수 있다.

[0048] 공기 공급 제어 유닛은 EGR 제어 유닛 또는 공기 공급 제어 유닛의 일부분일 수 있고, EGR 제어 유닛은 엔진 제어 유닛의 일부분일 수 있다.

[0049] 바람직하게는, 소기 공기 라인은 소기 공기 냉각 장치를 포함한다. 소기 공기 냉각 장치는 소기 공기 냉각기와 물 연무(mist) 수집기를 포함할 수 있다.

[0050] 공기 공급 라인은 소기 공기 냉각 장치의 상류에서 소기 공기 라인에서 분기될 수 있다. 이 경우, 뜨거운 공기가 EGR 경로 안으로 공급될 수 있다. 같은 질량의 가스에 대해, 뜨거운 가스의 부피가 더 크다. 소기 공기가 소기 공기 냉각 장치의 상류에서 분기되면, 소기 공기의 손실이 최소화될 수 있다.

[0051] 대안적으로, 공기 공급 라인은 예를 들어 소기 공기 수용부로부터 소기 공기 냉각 장치의 하류에서 소기 공기 라인에서 분기될 수 있고, 냉각된 소기 가스가 EGR 경로 안으로 안내될 수 있다.

[0052] 전술한 바와 같은 내연 엔진의 공기 공급 라인은 배기 가스 냉각 장치와 유량 조절 밸브 사이에서 EGR 경로에 연결될 수 있다. 대안적으로, 공기 공급 라인은 차단 밸브와 배기 가스 냉각 장치 사이에서 EGR 경로에 연결될 수 있다.

[0053] 공기 공급 라인이 배기 가스 냉각 장치와 유동 조절 밸브 사이에서 EGR 경로에 연결되는 경우, EGR 경로를 퍼징하기 위해, 유동 조절 밸브가 폐쇄될 수 있고 소기 공기가 개방된 차단 밸브를 통과해 깔대기 쪽으로 안내될 수 있다. 이 경우에, 소기 공기는 재순환 배기 가스의 방향의 반대로, 즉 역방향으로 향한다.

[0054] 공기 공급 라인이 차단 밸브와 배기 가스 냉각 장치 사이에서 EGR 경로에 연결되는 경우, EGR 경로를 퍼징하기 위해, 차단 밸브가 폐쇄될 수 있고 소기 공기가 개방된 유동 조절 밸브를 통과해 압축기 및 공기 입구 쪽으로 안내될 수 있다. 이 경우, 소기 공기는 재순환 배기 가스의 방향, 즉 정방향으로 향한다.

[0055] 이 경우 EGR 경로에서 배출되는 배기 가스 잔류물이 실린더를 통해 안내됨에 따라, 그 실린더가 배기 가스를 받는 것을 중단하기 전에 더 긴 시간이 걸린다.

[0056] 두 밸브, 즉 차단 밸브와 유동 조절 밸브가 폐쇄되면, EGR 경로에 압력이 형성되며, 이 압력은 배기 가스가 밀봉되지 않은 차단 밸브를 통해 EGR 경로에 들어가는 것을 방지한다.

[0057] 내연 엔진은 EGR 경로와 깔대기 사이에 배치되는 배기 가스 배압 밸브 및/또는 EGR 경로에 있는 블로어를 포함할 수 있다. EGR 율은 배압 밸브의 개방 또는 폐쇄에 의해 그리고/또는 블로어의 속도 제어에 의해, 바람직하게는 전술한 바와 같은 EGR 제어 유닛에 의해 영향을 받을 수 있다.

[0058] 대안적으로, 내연 엔진은 배기 가스 재순환을 위한 저압 시스템을 포함할 수 있고, 내연 엔진은 요구시에 주변 공기를 EGR 경로 안으로 안내하기 위한 주변 공기 공급 시스템을 포함할 수 있다. 공기 공급 시스템은 주변 공기를 안내하기 위한 주변 공기 공급 라인을 포함할 수 있으며, 주변 공기 공급 라인은 유동 조절 밸브의 상류에서 EGR 경로에 유체 연결되고 공기 공급 라인은 주변 환경에 유체 연결된다.

[0059] 바람직하게는 적어도 하나의 밸브를 포함하는 유동 제한 장치가 주변 공기 공급 라인에 배치될 수 있다.

[0060] 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 내연 기관의 배기 가스 재순환 시스템은 고압 시스템이다.

[0061] 고압 시스템의 경우, 배기 가스는 터보 과급기의 터빈의 상류에서 분기된다. 배기 가스의 적어도 일부는 실린더의 공기 입구에 안내될 수 있고 터보 과급기의 압축기의 하류에서 소기 공기와 혼합될 수 있다.

[0062] 고압 EGR 경로는 EGR 블로어, 이 EGR 블로어의 상류에 배치되는 제 1 고압 EGR 밸브, 및/또는 EGR 블로어의 하류에 배치되는 제 2 고압 EGR 밸브를 포함한다.

[0063] 고압 EGR 경로는 제 1 고압 EGR 밸브만 또는 제 2 고압 EGR 밸브만 포함할 수 있다. 배기 가스 재순환을 가능하게 하기 위해, 고압 EGR 밸브가 개방되고 또한 EGR 블로어가 작동된다.

[0064] 바람직하게는, 고압 EGR 경로는 제 1 및 제 2 고압 EGR 밸브를 포함한다. 배기 가스 재순환을 가능하게 하기 위해, 제 1 및 제 2 고압 EGR 밸브가 개방되고 또한 EGR 블로어가 작동된다.

[0065] 내연 엔진은, 요구시에 소기 공기 라인 및/또는 소기 공기 수용부로부터 소기 공기를 EGR 경로 안으로 안내할 수 있게 하도록 구성된 퍼지 제어 유닛을 포함한다. 이 퍼지 제어 유닛은, EGR 블로어를 전환하고 제 1 고압 EGR 밸브를 설정하며 그리고/또는 제 2 고압 EGR 밸브를 설정하도록 구성되어 있다.

[0066] 대형 2행정 엔진의 통상적인 작동 조건에서, 소기 공기의 압력은 배기 매니폴드의 압력보다 높다. 따라서, EGR 작동을 위해서는 EGR 블로어가 작동되어야 한다.

[0067] 고압 EGR 시스템의 경우, 비(non)-EGR 작동으로 전환하고 또한 EGR 블로어를 작동 중단시킨 후에 제 1 및/또는 제 2 고압 EGR 밸브를 일시적으로 개방된 상태로 두면, 소기 공기 유동이 역방향으로 EGR 경로를 퍼징한다. 역방향은 재순환 배기 가스의 유동 방향의 반대 방향을 의미한다.

[0068] 2개의 고압 EGR 밸브의 경우에, 제 1 및 제 2 고압 EGR 밸브 중의 하나는 유동 제한 장치(예컨대, 위치 제어 밸브)로 사용될 수 있고, 다른 밸브는 개폐 기능만 필요로 한다.

[0069] 고압 EGR 작동을 ON에서 OFF로 전환하면, EGR 블로어가 비활성화된다. 제 1 및 제 2 고압 EGR 밸브는 개방된 상태로 있을 수 있으며, 둘 중의 하나는 그의 유동 제한 위치로 있게 된다.

[0070] 소기 공기 압력이 배기 압력보다 높기 때문에, 작은 유동의 소기 공기가 역방향으로 EGR 경로를 통해 흐르면서 시스템으로부터 배기 가스를 제거한다.

[0071] 적절한 시간이 지난 후, 제 1 및/또는 제 2 고압 EGR 밸브가 완전히 폐쇄될 수 있고 퍼징 과정이 완료된다. 두 밸브의 누출을 통해 소기 공기의 작은 자연적인 밀봉 흐름이 발생할 것이기 때문에, 밀봉 기능이 필요하지 않다.

[0072] 고압 EGR 시스템은 제 1 고압 EGR 밸브, 제 2 고압 EGR 밸브 및/또는 EGR 블로어를 작동시키기 위한 EGR 제어 유닛을 포함할 수 있다.

[0073] 퍼지 제어 유닛은 EGR 제어 유닛의 일부일 수 있다. 퍼지 제어 유닛 및/또는 EGR 제어 유닛은 엔진 제어 유닛의 일부일 수 있다.

[0074] 본 발명의 추가 양태에 따르면, 전술한 바와 같은 내연 엔진을 운전하기 위한 방법은 다음과 같은 단계를 포함한다. 배기 가스 재순환이 실행되고, 배기 출구로부터 배기 가스의 적어도 일부가 공기 입구로 재순환되며, 그리고 배기 가스 재순환이 중단된다. 이어서, 소기 공기 라인 및/또는 소기 공기 수용부로부터 소기 공기가 EGR 경로 안으로 안내된다.

[0075] 전술한 바와 같은 저압 EGR 시스템을 갖는 내연 엔진의 경우, 유동 제한 장치가 개방될 수 있고, 공기 공급 라인에 배치되는 유동 제한 장치를 통해 소기 공기가 안내될 수 있다. 이어서, 유동 제한 장치가 폐쇄될 수 있다.

[0076] 저압 EGR 시스템의 배기 가스 재순환을 실행하기 위해, 전술한 바와 같은 저압 EGR 시스템을 갖는 내연 엔진의 차단 밸브와 유동 조절 밸브가 개방될 수 있다.

[0077] 추가로, EGR 경로와 깔대기 사이에 배치되는 배기 가스 배압 밸브가 적어도 부분적으로 폐쇄될 수 있고 그리고/또는 블로어가 작동될 수 있다.

[0078] 저압 EGR 시스템의 배기 가스 재순환을 중단하기 위해, 유동 조절 밸브가 폐쇄될 수 있다.

[0079] 추가로, 유동 조절 밸브가 폐쇄될 때 또는 그 후에 배기 가스 배압 밸브가 완전히 개방될 수 있고 그리고/또는 블로어가 작동 중단될 수 있다.

[0080] 소기 공기를 EGR 경로 안으로 안내한 후, 바람직하게는 유동 제한 장치가 폐쇄되기 전에, 차단 밸브가 폐쇄될 수 있다.

[0081] 소기 공기는 EGR 경로를 통해 역방향 도는 정방향으로 안내될 수 있다.

[0082] 전술한 바와 같은 고압 EGR 시스템을 갖는 내연 엔진의 경우, EGR 블로어가 정지될 수 있다.

[0083] 제 1 고압 EGR 밸브 및/또는 제 2 고압 EGR 밸브가 개방될 수 있거나 개방된 상태로 유지될 수 있으며, 소기 공기가 EGR 경로를 통해 안내되어 EGR 경로를 퍼징할 수 있다.

[0084] 제 1 고압 EGR 밸브와 제 2 고압 EGR 밸브 중의 적어도 하나는 완전 개방 위치로 설정될 수 있고, 다른 밸브는 부분 개방 위치로 설정될 수 있으며, 그래서 퍼징 유량이 제한된다.

[0085] 이어서, 제 1 고압 EGR 밸브 및 제 2 고압 EGR 밸브가 폐쇄될 수 있다.

[0086] 제 1 고압 EGR 밸브 및 제 2 고압 EGR 밸브를 폐쇄한 후에도, 소량의 소기 공기가 EGR 경로에 들어갈 수 있고 그 EGR 경로 내에 압력을 형성할 수 있으며, 그래서, EGR 재순환이 중단될 때 배기 가스가 EGR 경로에 들어가는 것이 방지된다.

[0087] 이하, 본 발명은 도면으로 실시 형태에서 더 설명된다. 동일한 참조 번호는 기능적으로 대응하는 특징을 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0088] 도 1은 내연 엔진의 개략도를 나타낸다.

도 2는 저압 EGR 시스템의 제 1 예를 개략적으로 나타낸다.

도 3은 저압 EGR 시스템의 제 2 예를 개략적으로 나타낸다.

도 4는 고압 EGR 시스템의 일 예를 개략적으로 나타낸다.

도 5는 유동 제한 장치에 대한 제 1 예를 개략적으로 나타낸다.

도 6은 유동 제한 장치에 대한 제 2 예를 개략적으로 나타낸다.

도 7은 저압 EGR 시스템의 제 3 예를 개략적으로 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0089] 도 1은 적어도 200㎜의 내경(2)을 갖는 적어도 하나의 실린더(1)를 포함하는 내연 엔진(100), 즉 대형 선박 엔진을 나타낸다.

[0090] 내연 엔진(100)은, 배기 가스로 구동되는 터빈(6) 및 가압된 소기(scavenging) 공기를 제공하기 위한 압축기(7)를 포함하는 터보 과급기(5)를 포함한다.

[0091] 내연 엔진(100)은, 실린더(1)의 배기 출구(3)와 공기 입구(4) 사이에 배치되는 EGR 경로(11)를 갖는, 배기 가스 재순환을 위한 저압 시스템 (10)을 포함한다.

[0092] 도 2는 도 1에 나타나 있는 배기 가스 재순환을 위한 저압 시스템(10)에 대응하는 저압 EGR 시스템의 제 1 예를 개략적으로 나타낸다.

[0093] 배기 가스는 터보 과급기(5)의 터빈(6)을 통해 안내된다. 배기 가스의 적어도 일부는 압축기(7)를 통해 실린더(1)의 공기 입구(4) 쪽으로 안내되고, 다른 부분은 깔때기(17)에 의해 주변 환경으로 방출된다.

[0094] 저압 EGR 경로(11)는 압축기(7)의 상류에 배치되는 유동 조절 밸브(12), 및 터빈(6)의 하류에서 유동 조절 밸브(12)의 상류에 배치되는 차단 밸브(13)를 포함한다. 배기 가스가 재순환되도록, 차단 밸브(13)가 개방된다. 재순환되는 배기 가스의 양은 EGR 경로(11)와 깔때기(17) 사이에 배치되는 유동 조절 밸브(12)와 배압 밸브(15)의 개도를 설정하여 영향을 받을 수 있다.

[0095] 저압 EGR 경로(11)는 차단 밸브(13)와 유동 조절 밸브(12) 사이에 배치되는 배기 가스 냉각 장치 (18)를 포함한다.

[0096] 내연 엔진(100)은, 요구시에 소기 공기 라인(8)으로부터 소기 공기를 EGR 경로(11) 안으로 안내하기 위한 공기 공급 시스템(20)을 포함한다. 이 공기 공급 시스템(20)은 공기 공급 라인(21)을 포함하고, 이 공기 공급 라인은, 한편으로, 유동 조절 밸브(12)의 상류에서 EGR 경로(11)에 유체 연결되며, 다른 한편으로는, 소기 공기 라인(8)에 유체 연결된다.

[0097] 대안적으로, 공기 공급 라인(21)은 소기 공기 수용부(9)(점선으로 나타나 있음)에 유체 연결될 수 있다.

[0098] 유동 제한 장치(22)는 공기 공급 라인(21)에 배치된다.

[0099] 소기 공기 라인(8)은 소기 공기 냉각 장치(28)를 포함한다.

[0100] 이 예에서, 공기 공급 라인(21)은 소기 공기 냉각 장치(28)의 상류에서 소기 공기 라인(8)에서 분기된다. 공기 공급 라인(21)은 배기 가스 냉각 장치(18)와 유동 조절 밸브(12) 사이에서 EGR 경로(11)에 연결된다.

[0101] 내부 연소 엔진(100)은 공기 공급 제어 유닛(23)을 포함하고, 이 제어 유닛은 유동 제한 장치(22)를 설정하여 EGR 경로(11) 안으로 흐르는 소기 공기의 양을 제어하도록 구성된다. 공기 공급 제어 유닛(23)은 EGR 제어 유닛(14)의 일부이며, 이는 유동 조절 밸브(12), 차단 밸브 (13) 및 배압 밸브(15)를 설정하도록 구성된다.

[0102] 배기 가스 재순환이 종료되었을 때, 일반적으로 차단 밸브(13)와 유동 조절 밸브(12)가 폐쇄된다. 유동 조절 밸브(12)가 폐쇄된 상태로 있을 때 차단 밸브(13)는 개방될 수 있고, 많은 양의 소기 공기가 EGR 경로(11) 안으로 안내될 수 있고, 이로 인해, 개방된 차단 밸브(13)를 통해 배기 가스 잔류물이 EGR 경로로부터 깔때기(17) 쪽으로 제거된다.

[0103] 대안적으로 또는 연속적으로, 차단 밸브(13)와 유동 조절 밸브(12)는 폐쇄되고 유동 제한 장치(22)가 개방될 수 있으며, 그래서 소량의 소기 공기가 EGR 경로(11) 안으로 안내될 수 있다. 압력이 EGR 경로(11)에 형성될 수 있으며, 이 압력은 배기 가스가 폐쇄된 하지만 밀봉되지 않은 차단 밸브(13)를 극복하는 것을 방지한다.

[0104] 퍼징 방향은 재순환 동안에 유동 방향에 반대이다. 따라서, 이 예는 소위 "역방향 퍼징"에 대한 것이다.

[0105] 반대로, 도 3은 "정방향 퍼징"에 대한 저압 EGR 시스템의 제 2 예를 개략적으로 나타낸다.

[0106] 이 예에서, 공기 공급 라인(21)은 소기 공기 냉각 장치(28)의 상류에서 소기 공기 라인(8)에서 분기된다. 물 연무(mist) 포집기(31)가 소기 공기 냉각 장치(28)의 하류에 배치된다.

[0107] 이 예에서, 공기 공급 라인(21)은 차단 밸브(13)와 배기 가스 냉각 장치 (18) 사이에서, 즉 차단 밸브(13)와 이코노마이저(19) 사이에서 EGR 경로(11)에 연결되며, 이코노마이저는 재순환 배기 가스의 유동 방향에 대해 상류에서 배기 가스 냉각 장치(18)에 인접하여 배치된다.

[0108] 배기 가스 냉각 장치(18)는 냉각 회로(32)에 의해 공급을 받는다.

[0109] 배기 가스 재순환이 끝나면, 차단 밸브(13)와 유동 조절 밸브(12)가 폐쇄된다. 차단 밸브 밸브(13)가 폐쇄된 상태로 있을 때 유동 조절 밸브(12)는 개방될 수 있고, 많은 양의 소기 공기가 EGR 경로(11) 안으로 안내될 수 있고, 이로 인해, 개방된 유동 조절 밸브(12)를 통해 배기 가스 잔류물이 EGR 경로로부터 터보 과급기(5) 및 소기 공기 수용부(9) 쪽으로 제거된다.

[0110] 대안적으로 또는 연속적으로, 차단 밸브(13)뿐만 아니라 유동 조절 밸브(12)는 폐쇄된 상태로 유지되고 유동 제한 장치(22)가 개방될 수 있으며, 그래서 소량의 소기 공기가 EGR 경로(11) 안으로 안내될 수 있다. 압력이 EGR 경로(11)에 형성될 수 있고, 이 압력은 배기 가스가 폐쇄된 하지만 밀봉되지 않은 차단 밸브(13)를 극복하는 것을 방지한다.

[0111] 퍼징 방향은 재순환 동안에 유동 방향에 대응한다. 따라서, 이 예는 소위 "정방향 퍼징"에 대한 것이다.

[0112] 도 4는 고압 EGR 시스템(40)의 일 예를 개략적으로 나타낸다.

[0113] EGR 경로(41)는 또한 배기 가스 수용부(29)와 소기 공기 수용부(9) 사이에 배치된다.

[0114] 배기 가스 재순환을 위한 시스템(40)은 고압 시스템이며, 배기 가스는 터보 과급기(5)의 터빈(6)의 상류에서 분기되고, 배기 가스의 적어도 일부는 소기 공기 라인(8)으로 안내되어, 터보 과급기(5)의 압축기(7)의 하류에서 신기(fresh air)와 혼합된다.

[0115] 고압 EGR 경로(41)는 EGR 블로어(blower)(49), 이 EGR 블로어(49)의 상류에 배치되는 제 1 고압 EGR 밸브(43), EGR 블로어(49)의 하류에 배치되는 제 2 고압 EGR 밸브(42), 및 EGR 블로어(49)와 제 2 고압 EGR 밸브(42) 사이에 배치되는 배기 가스 냉각 장치 (18)를 포함한다.

[0116] 퍼지 제어 유닛(44)은, 요구시에 소기 공기 라인(8)으로부터 소기 공기를 EGR 경로(41) 안으로 안내할 수 있게 하도록 구성된다.

[0117] 퍼지 제어 유닛(44)은, EGR 블로어(49)를 전환하고 제 1 고압 EGR 밸브(43)를 설정하고 또한 제 2 고압 EGR 밸브(42)를 설정하도록 구성된다.

[0118] 퍼지 제어 유닛(44)은 EGR 제어 유닛(14)의 일부분이고, 이 제어 유닛도 배기 가스 재순환을 허용하거나 방지하기 위해 EGR 블로어(49)를 전환하고 제 1 고압 EGR 밸브(43)를 설정하고 또한 제 2 고압 EGR 밸브(42)를 설정하

도록 구성된다.

[0119] 배기 가스 재순환을 위해, 제 1 고압 EGR 밸브(43) 및 제 2 고압 EGR 밸브 (42)가 개방되고 블로어가 작동된다.

[0120] 배기 가스 재순환을 중지하기 위해, 제 1 고압 EGR 밸브(43) 및 제 2 고압 EGR 밸브(42)는 폐쇄되고 블로어(49)가 작동 중단된다.

[0121] 배기 가스 재순환이 끝난 후, 제 1 고압 EGR 밸브(43) 및 제 2 고압 EGR 밸브(42)가 개방되어, 소기 공기 라인(8) 내의 압력이 터빈(6) 상류에서 배기 가스 라인(36) 보다 높음에 따라, 소기 공기가 역방향으로 EGR 경로(41)를 통해 터빈(6)과 깔대기(17) 쪽으로 안내될 수 있다.

[0122] 도 5는 제어 가능한 위치를 갖는 버터플라이 밸브(33)를 포함하는 유동 제한 장치(22)에 대한 제 1 예를 개략적으로 나타낸다. 유동 면적 및 그에 따라 허용되는 유동은 버터플라이 밸브(33)의 각도에 따라 변한다.

[0123] 버터플라이 밸브(33)의 각도를 설정함으로써, 각각의 유량, 예컨대, EGR 경로를 퍼징하기에 충분한 유량, 또는 밀봉을 위한 유량이 선택될 수 있거나 또는 유량이 전혀 없을 수 있다.

[0124] 도 6은 유동 제한 장치(22)에 대한 제 2 예를 개략적으로 나타낸다. 2개의 온/오프 버터플라이 밸브(34, 35)가 병렬적으로 배치된다. 작은 단면 또는 큰 단면이 개방될 수 있다.

[0125] 버터플라이 밸브(34, 35) 중의 어느 것을 개방할 것인지 또한 버터플라이 밸브(34, 35) 중의 어느 것을 폐쇄할 것인지를 선택함으로써, 더 큰 유동 또는 더 작은 유동이 선택될 수 있고 또는 유동이 전혀 설정되지 않을 수 있다.

[0126] 도 7은 저압 EGR 시스템(10)의 제 3 예를 개략적으로 나타낸다.

[0127] 이 예에서, 주변 공기 공급 라인(51)은 주변 환경에 유체 연결된다. 주변 공기 공급 라인(51)은 차단 밸브(13)와 유동 조절 밸브(12) 사이에서, 즉 차단 밸브(13)와 이코노마이저(19) 사이에서 EGR 경로(11)에 연결되며, 그 이코노마이저는 재순환 배기 가스의 유동 방향에 대해 상류에서 배기 가스 냉각 장치(18)에 인접하여 배치된다.

[0128] 주변 공기 공급 라인(51)은 밸브(52)를 포함한다.

[0129] 배기 가스 재순환을 중단하라는 명령 후, 밸브(52)는 제어 유닛(도에는 명시적으로 나타나 있지 않음)으로부터 개방 명령을 받게 되며, 차단 밸브(13)는 폐쇄된다.

[0130] 배압 밸브(15)가 또한 개방되어 배기 가스의 전체 스트림의 통과를 허용한다. 유동 조절 밸브(12)는 개방된 상태로 유지된다.

[0131] 압축기(7)는 주변 환경으로부터 가스 및 주변 공기를 계속 흡입한다. 그래서, EGR 경로(11)가 퍼징된다. 추가적으로, EGR 경로(11)는, EGR 경로(11)에서 충분한 압력을 형성하고 또한 EGR 경로(11)를 통해 가스를 구동하기 위해 EGR 블로어(49)를 포함할 수 있다.

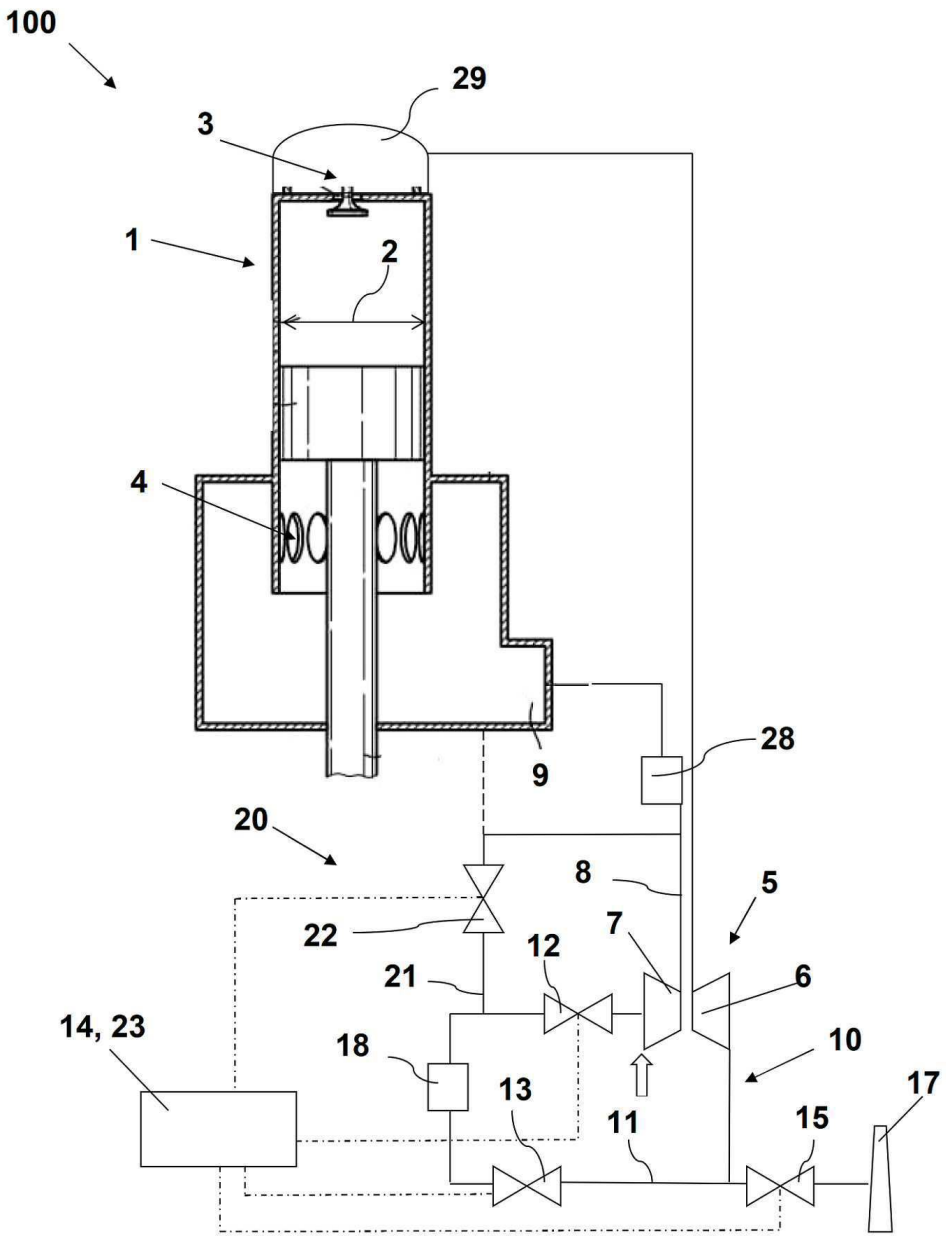
[0132] 밸브(13 및 52)는, 배기 가스 유출물이 주변 공기 경로(51)를 통해 주변 환경으로 나가는 것을 방지하는 방식으로 개방 및 폐쇄되도록 계획된다. 보통의 작동 동안에, 배압 밸브(15) 상류의 압력은 주변 압력을 초과한다. 따라서, 주변 공기 밸브(52)가 개방되기 전에 차단 밸브(13)가 폐쇄되어야 한다.

[0133] 미리 정해진 퍼지 시간 후에, 밸브(52) 및 유동 조절 밸브(12)가 폐쇄된다. 그 시간은 또한 EGR 경로(11) 내부의 가스 조성을 측정하여 결정될 수 있다.

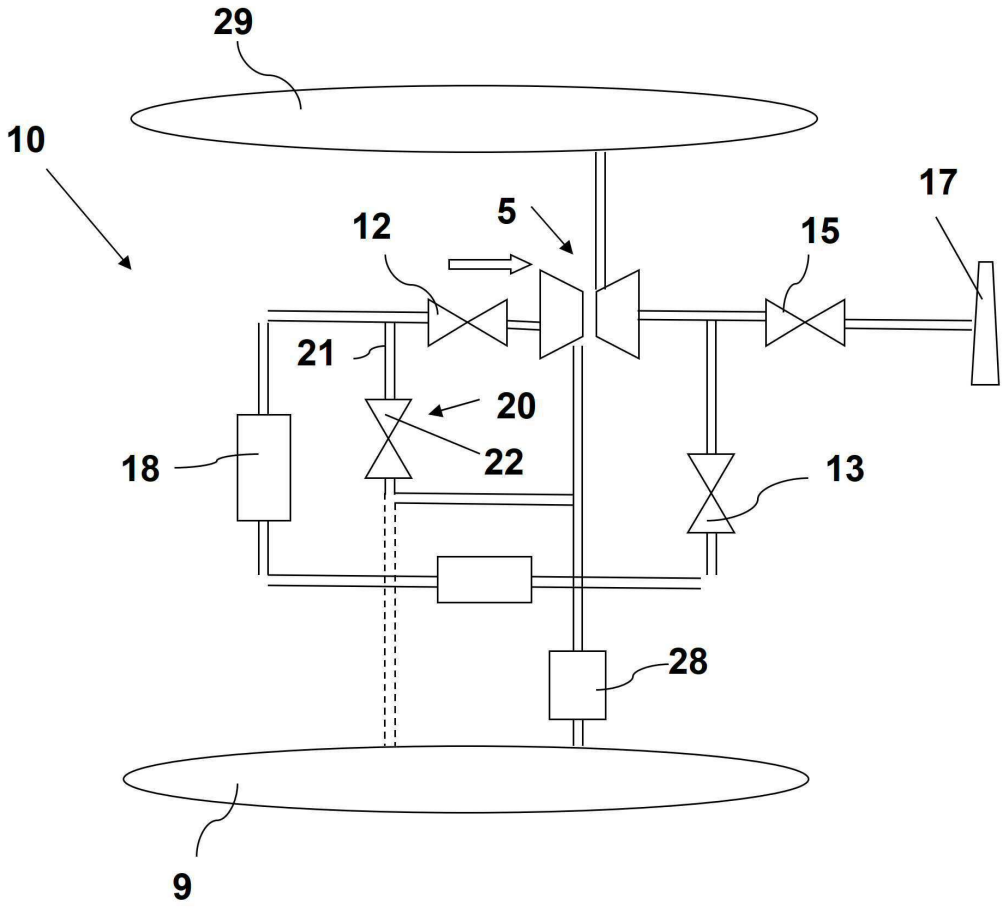
[0134] 도 1 - 3 중의 하나에 나타나 있는 바와 같이, 공기 공급 시스템(20)을 사용하여 주변 공기 또는 배기 가스의 유입으로부터 EGR 경로(11)를 보호하기 위해, 밸브(13)와 유동 조절 밸브(12)의 차단 사이에서 EGR 경로는 필요한 레벨로 가압될 수 있다.

도면

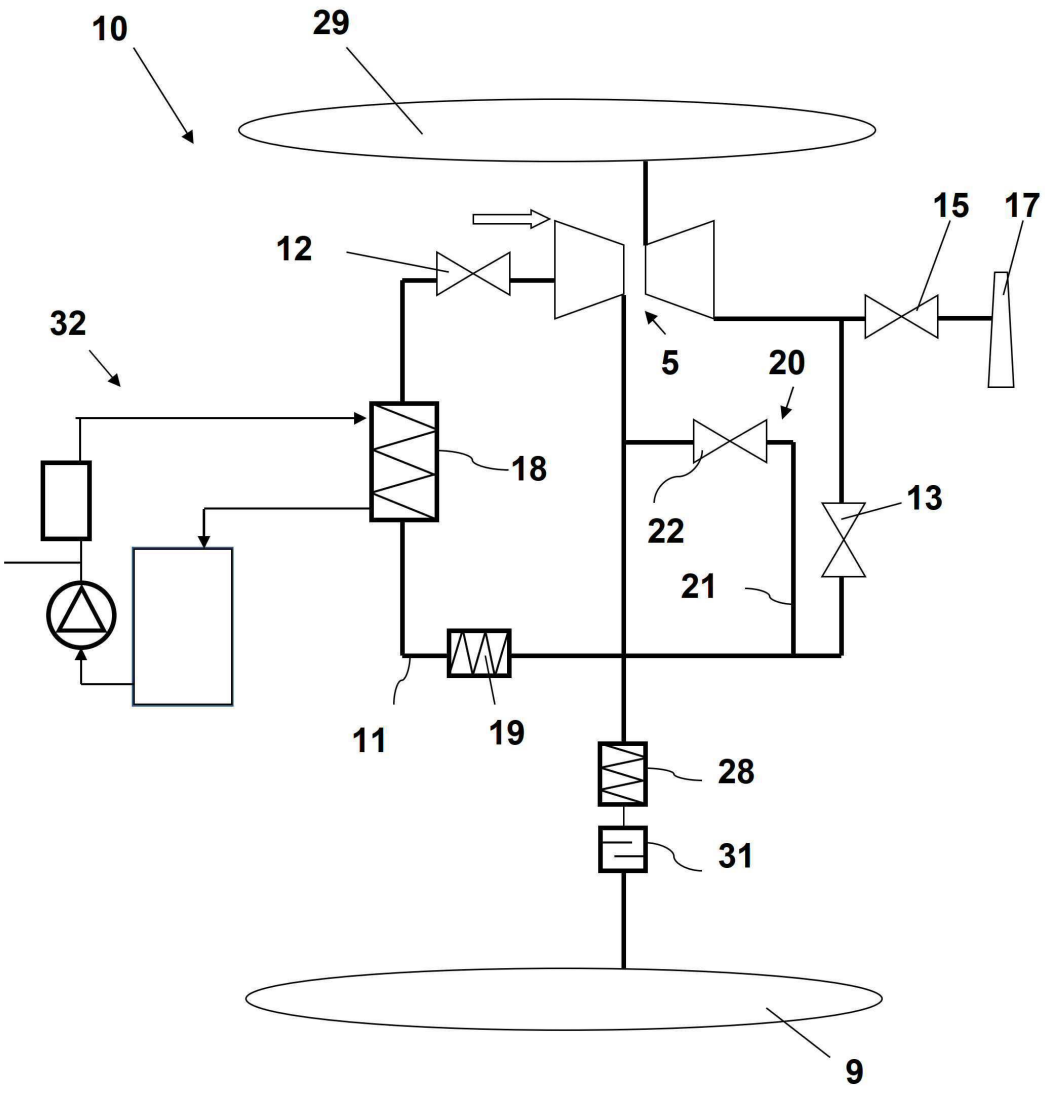
도면1



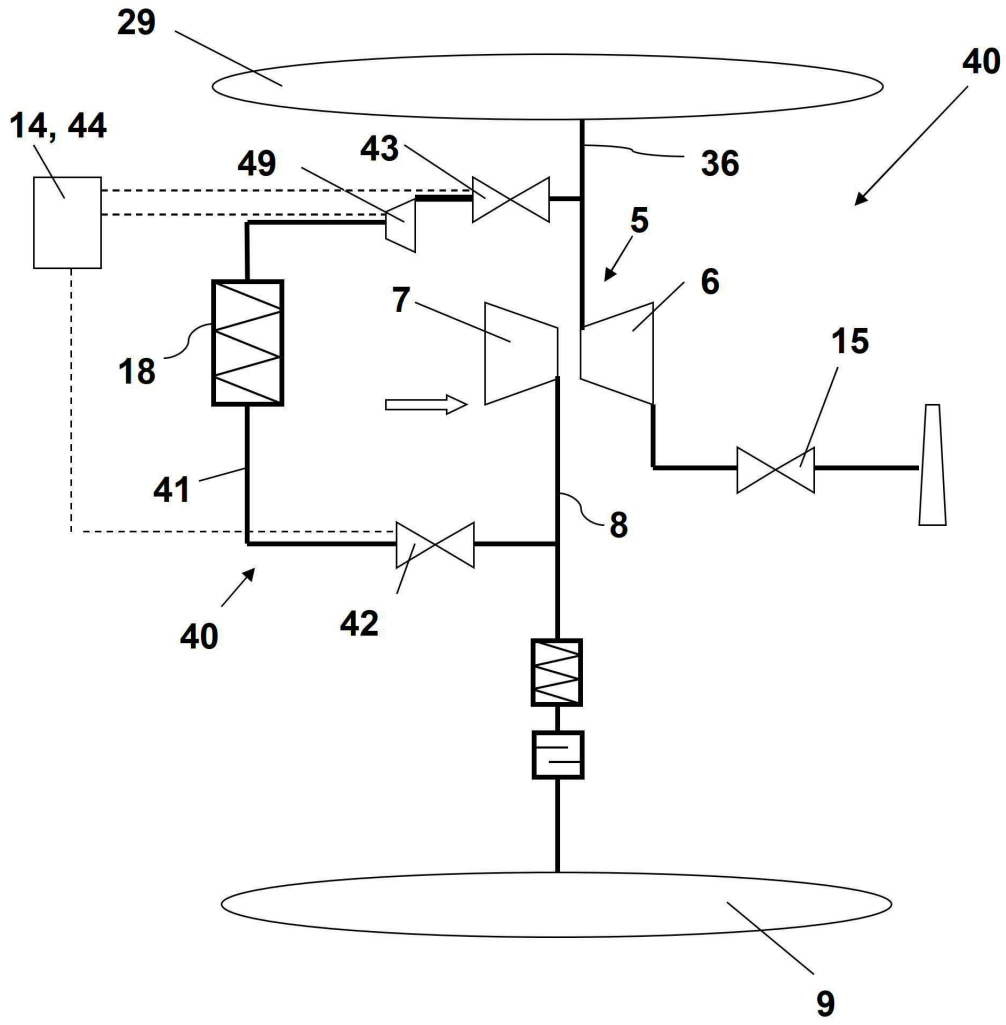
도면2



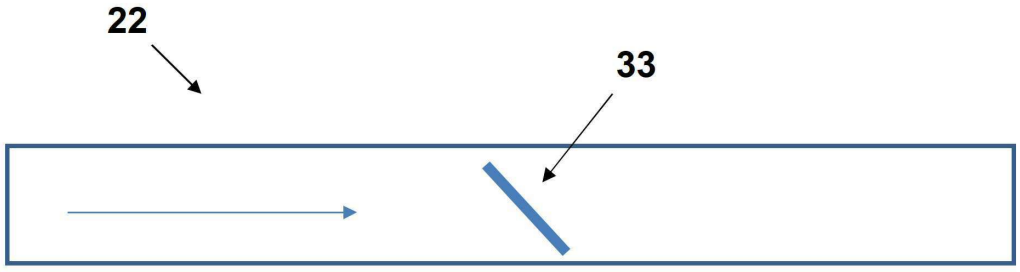
도면3



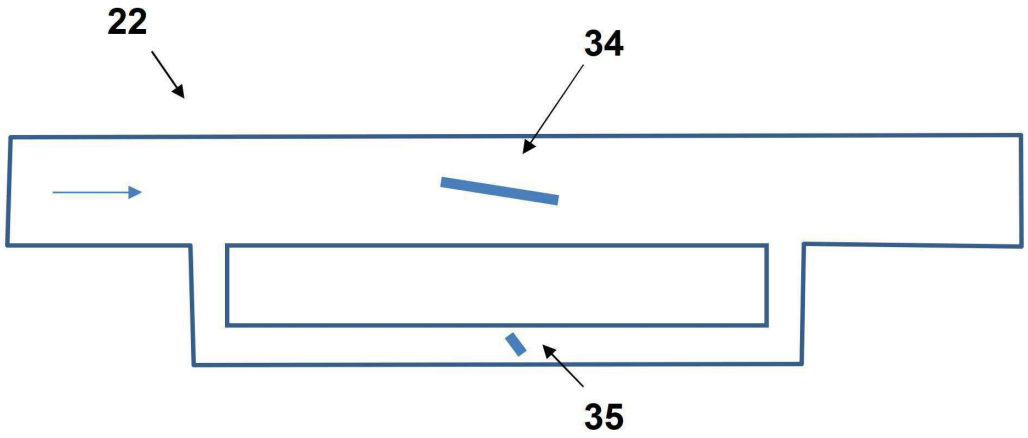
도면4



도면5



도면6



도면7

