



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월20일
(11) 등록번호 10-2784927
(24) 등록일자 2025년03월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F02B 25/04 (2006.01) F01N 3/02 (2006.01)
F02B 39/10 (2006.01) F02B 75/02 (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01) F02M 26/04 (2016.01)
F02M 26/34 (2016.01)

(52) CPC특허분류

F02B 25/04 (2013.01)
F01N 3/0205 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0020659

(22) 출원일자 2023년02월16일

심사청구일자 2024년05월08일

(65) 공개번호 10-2023-0127898

(43) 공개일자 2023년09월01일

(30) 우선권주장

PA 2022 70068 2022년02월25일 덴마크(DK)

(56) 선행기술조사문헌

JP10238418 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 25 항

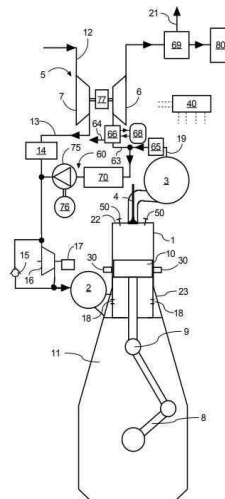
심사관 : 장기정

(54) 발명의 명칭 이산화탄소 포집을 위한 방법 및 대형 2행정 단류 소기식 내연기관

(57) 요약

대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관 및 연소실에 탄소 기반 연료를 공급하고 연소실에서 탄소 기반 연료를 연소하여 이산화탄소를 포함하는 연소 가스를 생성하고 연소 가스의 일부를 재순환하고 연소 가스의 다른 일부를 배기가스로 배출하며 가압된 소기 가스를 연소실에 공급하여 엔진을 작동하는 방법이 제공된다. 가압된 소기 가스는 적어도 40질량%, 바람직하게는 40 내지 55%의 재순환된 연소 가스를 포함하고 이산화탄소 분리 공정에서 배기가스의 이산화탄소를 분리하고 분리된 이산화탄소를 저장 유닛(80)에 저장한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

F02B 39/10 (2013.01)

F02D 13/0242 (2013.01)

F02M 26/04 (2016.02)

F02M 26/34 (2016.02)

F01N 2570/10 (2013.01)

F01N 2590/02 (2013.01)

F02B 2075/025 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020030020201 A*

KR1020180072552 A*

KR1020210156931 A*

KR102231476 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

크로스헤드(9)가 포함된 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관에 있어서,

실린더 라이너(1), 상기 실린더 라이너(1) 내에서 왕복 운동하도록 구성된 피스톤(10) 및 실린더 커버(22)로 각각 구분되는 복수의 연소실;

상기 연소실 내로 소기 가스를 유입하기 위해 상기 실린더 라이너(1) 내에 배치되는 소기 포트(18);

상기 실린더 커버(22) 내에 배치되고 배기 밸브(4)에 의해 제어되는 배기가스 출구;

상기 연소실에 탄소 기반 연료를 공급하도록 구성된 연료 시스템;

상기 연소실에서 발생하는 연소 가스의 일부를 소기 수용부(2)로 재순환하도록 구성된 배기가스 재순환 시스템(60)으로서, 상기 소기 수용부(2)로 연소 가스의 유동을 보조하는 송풍기(75)를 포함하는 배기가스 재순환 시스템(60);

배기 가스의 이산화탄소 농도를 증가시키기 위하여 상기 소기 가스 내 재순환된 연소 가스의 질량 백분율을 45% 이상으로 조절하도록 구성된 컨트롤러(40);

상기 연소실에서 발생하는 연소 가스의 다른 일부를 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스로 배기하도록 구성되고, 상기 배기 가스에 의하여 구동되는 터보차저 시스템(5)의 터빈(6)을 포함하는 배기가스 시스템; 그리고

상기 터보차저 시스템(5)의 압축기(7)를 포함하고 상기 압축기(7)는 가압된 소기를 상기 소기 수용부(2)에 공급하도록 구성되는 공기 유입 시스템;을 포함하며,

상기 연소실은 상기 탄소 기반 연료를 연소하여 이산화탄소를 포함하는 연소 가스를 생성하도록 구성되고,

상기 연소실은 상기 소기 포트(18)를 통해 상기 소기 수용부(2)에 연결되고 상기 배기가스 출구를 통해 연소 가스 수용부(3)에 연결되고,

상기 배기가스 시스템은 이산화탄소 분리 시스템 및 상기 이산화탄소 분리 시스템의 출구에 연결된 이산화탄소 저장 유닛(80)을 포함하고,

상기 이산화탄소 분리 시스템은 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스를 수용하고 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스로부터 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스 내 상기 이산화탄소의 적어도 일부를 분리하고 상기 분리된 이산화탄소를 상기 이산화탄소 저장 유닛(80)으로 전달하도록 구성되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이산화탄소 분리 시스템은 이산화탄소를 액화 또는 고형화 중 어느 하나 이상을 함으로써 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스로부터 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스 내 상기 이산화탄소의 적어도 일부를 분리하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러(40)는 상기 소기 가스 내 재순환된 연소 가스의 백분율을 조절하기 위해 상기 송풍기(75)의 속도를 제어하도록 구성되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 4

제1항에 있어서,

연소 가스-물 냉각기(65)를 더 포함하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 연소 가스-물 냉각기(65)는 엔진의 연소 가스 스트림이 재순환되는 부분과 배출되는 다른 부분으로 분할되는 위치의 상류에 배치되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 6

제1항에 있어서,

연소 가스-냉각 매체 열교환기(66)와 냉각 플랜트(68)를 포함하며, 상기 냉각 플랜트(68)는 상기 연소 가스-냉각 매체 열교환기(66)를 통해 냉각 매체를 순환하도록 구성되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 연소 가스-냉각 매체 열교환기(66)는 엔진의 연소 가스 스트림이 재순환되는 부분과 배기되는 다른 부분으로 분할되는 위치의 하류에 배치되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 8

제1항에 있어서,

증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스 내 이산화탄소를 액화 및/또는 고형화하기 위해 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스를 냉각하기 위한 터빈(6) 하류에 냉각기(69)를 포함하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러(40)는 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스가 상기 터빈(6)의 하류에서 대기압에 도달할 때 상기 배기가스의 온도가 섭씨 -82도 이하가 되도록 엔진의 작동을 제어하도록 구성되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 터빈(6)은 바람직하게는 전기 구동 모터(77)에 의해 보조되는 상기 압축기(7)를 구동하도록 기계적으로 결합되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 압축기(7)는 전기 구동 모터(78)에 의해 구동되고, 상기 터빈(6)은 발전기 또는 교류 발전기(79)를 구동하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러(40)는 연소 가스 재순환 없이 작동할 때와 비교하여 상기 연소 가스 내 이산화탄소 농도가 적어도 2배가 되도록 재순환 연소 가스 비율을 조정하도록 구성되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

청구항 13

연소실이 복수인 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법에 있어서,
 상기 연소실에 탄소 기반 연료를 공급하는 단계,
 상기 연소실의 상기 탄소 기반 연료를 연소하여 이산화탄소를 포함하는 연소 가스를 발생하는 단계,
 상기 연소 가스의 일부를 재순환하고, 상기 연소 가스의 다른 일부를 배기가스로 배기하는 단계,
 상기 연소실에 가압된 소기 가스를 공급하는 단계,
 상기 배기 가스 중 이산화탄소 농도를 증가시키기 위해 상기 가압된 소기 가스가 재순환 연소 가스를 질량 기준으로 45% 이상 포함하도록 재순환 배기 가스의 양을 제어하는 단계,
 이산화탄소 분리 공정에서 이산화탄소 농도가 증가된 상기 배기가스로부터 이산화탄소를 분리하는 단계, 그리고
 상기 분리된 이산화탄소를 저장 유닛(80)에 저장하는 단계를 포함하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,
 터빈(6)의 하류에서 상기 이산화탄소를 액화 및/또는 고형화하기 위해 이산화탄소 농도가 증가된 상기 배기 가스를 하나 이상의 냉각 및 팽창 공정에 적용하는 단계를 포함하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,
 상기 저장 유닛(80)에 상기 이산화탄소를 액체 또는 고체 형태로 저장하는 단계를 포함하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 16

제13항에 있어서,
 상기 가압된 소기 가스 내 재순환된 연소 가스의 백분율을 조절하기 위하여 배기가스 재순환 시스템 내 송풍기(75)의 속도를 제어하는 단계를 포함하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 17

제13항에 있어서,
 팽창 공정의 적어도 일부는 터빈(6)에 참여하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 18

제13항에 있어서,
 엔진은 연소 가스-물 냉각기(65)를 포함하고,
 상기 방법은 상기 연소 가스를 상기 연소 가스-물 냉각기(65)로 냉각하는 단계를 포함하는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,
 상기 연소 가스는 상기 연소 가스-물 냉각기(65)로 섭씨 40도 이하로 냉각하는 단계를 포함하는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 20

제 18항에 있어서,

상기 연소 가스-물 냉각기(65)는 상기 엔진의 연소 가스 스트림이 재순환되는 부분과 배출되는 부분으로 분할되는 위치의 상류에 배치되는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 21

제13항에 있어서,

엔진은 배기 가스-냉각 매체 열 교환기(66) 및 냉각 플랜트(68)를 포함하며, 상기 냉각 플랜트(68)는 증가된 이산화탄소 농도를 갖는 상기 배기 가스를 냉각하기 위하여 냉각 매체를 상기 배기 가스 대 냉각 매체 열 교환기(66)에 순환시키도록 구성되는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

증가된 이산화탄소 농도를 갖는 상기 배기 가스를 -10°C 이하의 온도로 냉각시키는 단계를 포함하는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 배기 가스-냉각 매체 열 교환기(66)는 상기 엔진의 연소 가스 스트림이 재순환되는 부분과 배기되는 부분으로 분할되는 위치의 하류에 배치되는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 24

제13항에 있어서,

엔진은 증가된 이산화탄소 농도를 갖는 상기 배기가스를 더 냉각시켜 증가된 이산화탄소 농도를 갖는 상기 배기가스 내 이산화탄소를 액화 및/또는 고형화하기 위해 터빈(6)의 하류에 냉각기(69)를 포함하는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 냉각기(69)는 증가된 이산화탄소 농도를 갖는 상기 배기가스를 대기압에서 섭씨 -80° 미만의 온도에서 냉각하는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 대형 2행정 내연기관, 특히 탄소 기반 연료(기체 또는 액체 연료)로 작동하는 크로스헤드가 있는 대형 2행정 단류 소기식 내연기관 및 이러한 유형의 엔진을 작동하여 이산화탄소 배출을 줄이는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 크로스헤드를 갖는 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관은 대형 해양 선박의 추진 시스템이나 발전소의 원동기로 사용되고 있다. 이들 2행정 디젤 엔진은 크기가 엄청나게 크기 때문에 다른 내연기관과는 다르게 구성된다. 위 내연기관 배기 밸브의 무게는 최고 400kg이고 피스톤의 지름은 최장 100cm이며 연소실의 최대 작동 압력은 일반적으로 수백 bar이다. 이러한 높은 압력 레벨과 피스톤 크기와 관련된 힘은 엄청나다.

[0005] 대형 2행정 터보차징 내연기관은 액체 연료(예: 연료유, 선박용 디젤, 중유, 에탄올, 디메틸에테르(DME)) 또는 기체 연료(예: 천연가스(LNG), 석유가스(LPG)), 메탄올 또는 에탄)으로 작동된다.

- [0007] 기체 연료로 작동하는 엔진은 기체 연료가 실린더 라이너의 길이를 따라 중간에 배치된 연료 밸브 또는 실린더 커버에 의해 허용되는 오토 사이클(Otto cycle)에 따라 작동할 수 있다. 즉, 이 엔진은 배기 밸브가 닫히기 훨씬 전에 시작하는 피스톤의 상승 행정 중에(BDC에서 TDC로) 기체 연료를 허용하고, 연소실에서 기체 연료와 소기의 혼합물을 압축하고 시간 지정 점화 수단, 예컨대 액체 연료 분사에 의해 TDC에서 또는 그 근처에서 압축된 혼합물을 점화한다.
- [0009] 액체 연료로 작동되는 엔진과 고압 분사가 있는 기체 연료로 작동되는 엔진 또한 피스톤이 TDC에 가깝거나 TDC에 있을 때, 즉 연소실의 압축 압력이 최대값에 있거나 최대값에 근접할 때 기체 또는 액체 연료를 분사하고, 그에 따라 디젤 사이클에 따라, 즉 압축 점화 방식으로 작동된다.
- [0011] 공지된 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관에 사용되는 액체 및 기체 연료는 일반적으로 탄소를 포함한다. 즉, 이들은 탄소 기반 연료이며, 이들의 연소 결과 대기 중으로 배출되는 이산화탄소가 생성된다. 이산화탄소 배출은 일반적으로 환경에 해로운 것으로 간주되며 최소화하거나 피해야 한다.
- [0013] KR20180072552는 복수의 실린더를 구비한 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관을 개시하고, 각 실린더에는 소기 포트, 소기 밸브, 개별 배기 밸브를 통해 실린더와 연결된 배기가스 수용부, 터보차저, 배기가스 수용부의 출구와 터보차저의 터빈을 연결하는 배기가스 도관, 터빈에 의해 구동되는 터보차저의 터보차저 압축기, 터보차저 압축기의 출구와 소기 수용부의 입구를 연결하는 소기 도관, 소기 냉각기를 포함하는 소기 도관(11), 개별 소기 포트를 통해 실린더와 연결되는 소기 수용부, 배기가스의 일부를 실린더로 다시 재순환하는 배기가스 재순환 도관, 재순환된 배기가스를 다시 실린더로 강제하기 위한 송풍기 또는 압축기를 포함하는 배기가스 재순환 도관, 고온 소기의 일부를 소기 냉각기 상류의 소기 도관으로부터 터보차저의 터빈으로 이동시켜 실린더를 우회하는 실린더 바이패스 도관 및 보일러가 제공된다. 엔진은 배기가스의 적어도 제1 부분을 실린더로부터 보일러를 통해 이동하도록 구성된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명의 목적은 전술한 문제를 극복하거나 적어도 감소하는 엔진과 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 전술한 목적과 다른 목적은 독립항의 특징에 의해 달성된다. 추가 실시예는 종속항, 상세한 설명과 도면을 보면 명백하다.
- [0017] 제1 양태에 따르면, 크로스헤드가 포함된 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관이 제공되며, 내연기관은 실린더 라이너, 실린더 라이너 내에서 왕복 운동하도록 구성된 피스톤 및 실린더 커버로 각각 구분되는 복수의 연소실, 소기 가스를 연소실 내로 유입하기 위해 실린더 라이너에 배치된 소기 포트, 실린더 커버에 배치되고 배기 밸브에 의해 제어되는 배기가스 출구, 탄소 기반 연료를 연소실에 공급하도록 구성된 연료 시스템을 포함하며, 연소실은 탄소 기반 연료를 연소하여 이산화탄소를 포함한 연소 가스를 생성하도록 구성되고, 연소실은 소기 포트를 통해 소기 수용부에 연결되고 배기가스 출구를 통해 연소 가스 수용부에 연결되며, 배기가스 재순환 시스템은 연소실에서 발생하는 연소 가스의 일부를 소기 가스 수용부로 재순환하도록 구성되고, 배기가스 재순환 시스템은 연소 가스의 소기 수용부로의 유동을 보조하는 송풍기를 포함하고, 배기가스 시스템은 연소실로부터 발생한 연소 가스의 다른 부분을 배기가스로 배기하도록 구성되고, 배기가스 시스템은 배기가스에 의해 구동되는 터보차저 시스템의 터빈을 포함하며, 공기 유입 시스템은 터보차저 시스템의 압축기를 포함하고, 압축기는 가압 소기를 소기 가스 수용부에 공급하도록 구성되며, 배기가스 시스템은 이산화탄소 분리 시스템과 이산화탄소 분리 시스템의 출구에 연결되는 이산화탄소 저장 유닛을 포함하며, 이산화탄소 분리 시스템은 배기가스를 수용하고, 바람직하게는 이산화탄소를 고형화 및/또는 액화함으로써 배기가스로부터 배기가스 내 이산화탄소의 적어도 일부를 분리하고, 분리된 이산화탄소를 이산화탄소 저장 장치로 운반하도록 구성된다.
- [0019] 연소 가스 재순환으로 엔진을 작동함으로써 배기가스 내 이산화탄소 농도를 높여 배기가스에서 이산화탄소를 더 효과적으로 분리하고, 배기가스에서 이산화탄소를 분리해 이산화탄소를 저장함으로써 엔진에 의한 이산화탄소 배출이 감소된다.
- [0021] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 엔진은 소기 가스에서 재순환된 연소 가스의 질량 백분율을 적어도 40%, 바람직하게는 40% 내지 55%로 조절하도록 구성된 컨트롤러를 포함한다.

- [0023] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 컨트롤러는 소기 가스에서 재순환된 연소 가스의 백분율을 조절하기 위해 송풍기의 속도를 제어하도록 구성된다.
- [0025] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 엔진은 연소 가스-물 냉각기, 바람직하게는 연소 가스-해수 냉각기를 포함하고, 연소 가스-물 냉각기는 바람직하게는 엔진의 연소 가스 스트림이 재순환되는 부분과 배출되는 다른 부분으로 분할되는 위치의 상류에 배치된다.
- [0027] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 엔진은 연소 가스-냉각 매체 열교환기 및 냉각 플랜트를 포함하며, 냉각 플랜트는 연소 가스를 통해 냉각 매체를 냉각 매체 열교환기로 순환하도록 구성되며, 연소 가스-냉각 매체 열교환기는 바람직하게는 엔진의 연소 가스 스트림이 재순환되는 부분과 배기되는 다른 부분으로 분할되는 위치의 하류에 배치된다.
- [0029] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 연소 가스-냉각 매체 열교환기는 냉각 플랜트에 연결된다.
- [0031] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 엔진은 배기가스 내 이산화탄소를 고형화하기 위해 배기가스를 냉각하는 터빈 하류에 냉각기를 포함한다.
- [0033] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 냉각기는 냉각 플랜트에 연결된다.
- [0035] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 컨트롤러는 배기가스가 터빈 하류에서 대기압에 도달할 때 배기가스의 온도가 -82°C 이하가 되도록 엔진의 작동을 제어하여 배기가스 내의 이산화탄소를 고형화하도록 구성된다..
- [0038] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 터빈은 바람직하게는 전기 구동 모터에 의해 보조되는 압축기를 구동하도록 기계적으로 결합된다. 터빈이 충분한 팽창을 제공하여 배기가스를 충분히 냉각하려면, 터빈이 압축기서 작동에 필요한 충분한 에너지를 전달하지 못하는 작동 조건이 있으며, 이러한 작동 조건에서, 추가 에너지를 전기 구동 모터에 의해 터보차징 시스템에 추가해야 한다.
- [0040] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 압축기는 전기 구동 모터에 의해 구동되고, 터빈은 발전기 또는 교류 발전기(79)를 구동한다. 터보차징 시스템의 이러한 설정에서, 터보차징 시스템에 필요할 수 있는 추가 에너지는 발전기 또는 엔진이나 엔진과 관련된 발전기 세트에 의해 구동되는 교류 발전기의 형태일 수 있는 외부 전력원으로부터 압축기를 구동하는 전기 구동 모터에 의해 전달될 수 있다.
- [0042] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 엔진은 오토 사이클에 따라 작동되고, 기체 연료는 하사점(BDC)에서 상사점(TDC)까지 피스톤의 행정 중에 연료 밸브로부터 연소실로 유입된다.
- [0044] 제1 양태의 가능한 실시예에서, 디젤 사이클에 따라 엔진이 작동되고, 피스톤이 상사점(TDC)에 가까워지면 기체 또는 액체 연료가 연료 밸브로부터 연소실 내로 분사된다.
- [0046] 제2 양태에 따르면, 연소실이 복수인 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관을 작동하는 방법이 제공되며, 이 방법은 연소실에 탄소 기반 연료를 공급하는 단계, 연소실에서 탄소 기반 연료를 연소하여 이산화탄소를 포함하는 연소 가스를 생성하고, 연소 가스의 일부를 재순환하고, 연소 가스의 다른 일부를 배기가스로 배출하는 단계, 가압된 소기 가스를 연소실에 공급하는 단계를 포함하며, 가압된 소기 가스는 적어도 40질량%, 바람직하게는 40 내지 55%의 재순환된 연소 가스를 포함하고, 이산화탄소 분리 공정에서 배기가스로부터 이산화탄소를 분리하고, 분리된 이산화탄소를 저장 유닛에 저장한다.
- [0047]
- [0048] 높은 연소 가스 재순환율로 엔진을 작동함으로써 배기가스 내 이산화탄소 농도를 높여 배기가스에서 이산화탄소의 분리를 촉진하고, 배기가스에서 이산화탄소를 분리해 이산화탄소를 저장함으로써 엔진에 의한 이산화탄소 배출을 피하거나 적어도 줄인다.
- [0050] 제2 양태의 가능한 실시예에서, 방법은 배기가스에서 이산화탄소의 적어도 일부를 고형화(동결)하는 단계를 포함한다. 이산화탄소를 동결하면 배기가스의 다른 성분에서 이산화탄소를 분리하는 것이 상대적으로 간단해진다. 또한, 고체 형태의 이산화탄소 저장은 공간이 거의 필요하지 않으며 가압할 필요가 없는 용기에서 수행할 수 있다.
- [0052] 제2 양태의 가능한 실시예에서, 방법은 배기가스를 하나 이상의 냉각 및 팽창 공정에 적용하여 터빈의 하류에서 이산화탄소를 고형화 및/또는 액화하는 단계를 포함한다.
- [0054] 제2 양태의 가능한 실시예에서, 방법은 저장 유닛에 액체 또는 고체 형태의 이산화탄소를 저장하는 단계를 포함

한다.

- [0056] 제2 양태의 가능한 실시예에서, 방법은 가압된 소기 가스에서 재순환된 연소 가스의 비율을 조절하는 배기가스 재순환 시스템 내 송풍기의 속도를 제어하는 단계를 포함한다.
- [0058] 제2 양태의 가능한 실시예에서, 팽창 공정의 적어도 일부는 터빈에 참여한다.
- [0060] 제2 양태의 가능한 실시예에서, 엔진은 연소 가스-물 냉각기, 바람직하게는 배기가스-해수 냉각기를 포함하고, 바람직하게는 엔진의 연소 가스 스트림이 재순환되는 부분과 배출되는 부분으로 분할되는 위치의 상류에 배치되며, 방법은 연소 가스를 연소 가스-물 냉각기로 냉각하는 단계, 바람직하게는 섭씨 40도 이하, 더 바람직하게는 섭씨 31도 이하까지 냉각하는 단계를 포함한다.
- [0062] 제2 양태의 가능한 실시예에서, 엔진은 연소 가스-냉각 매체 열교환기 및 냉각 플랜트를 포함하고, 냉각 플랜트는 연소 가스-냉각 매체 열교환기를 통해 냉각 매체를 바람직하게는 섭씨 -10도 이하, 더 바람직하게는 섭씨 -15도 이하의 온도로 순환하도록 구성된다.
- [0064] 제2 양태의 가능한 실시예에서, 배기가스 내에서 고형화된 수분 함량(얼음)은 예컨대 중력 또는 원심 분리 공정을 통해 배기가스로부터 분리되어 저장되거나 폐기된다.
- [0066] 제2 양태의 가능한 실시예에서, 엔진은 배기가스 내 이산화탄소를 고형화하기 위해 바람직하게는 섭씨 -80도 이하의 온도에서, 바람직하게는 대기압에서 배기가스를 더 냉각하기 위해 터빈 하류에 냉각기를 포함한다.
- [0068] 제2 양태의 가능한 실시예에서, 방법은 압축기로 공기를 압축하고 소기 가스를 얻기 위해 연소 가스를 압축 공기와 혼합하는 단계를 포함한다.
- [0070] 제2 양태의 가능한 실시예에서, 방법은 연소 가스를 압축 공기와 혼합하기 전에 송풍기 압축기로 재순환된 연소 가스를 가압하는 단계를 포함한다.
- [0072] 본 발명의 이들 및 다른 양태는 하기 실시예로부터 명백해질 것이다.

발명의 효과

- [0073] 제1 양태에 따르면, 연소 가스 재순환으로 엔진을 작동함으로써 배기가스 내 이산화탄소 농도를 높여 배기가스에서 이산화탄소를 더 효과적으로 분리하고, 배기가스에서 이산화탄소를 분리해 이산화탄소를 저장함으로써 엔진에 의한 이산화탄소 배출이 감소된다.
- [0075] 제2 양태에 따르면, 높은 연소 가스 재순환율로 엔진을 작동함으로써 배기가스 내 이산화탄소 농도를 높여 배기가스에서 이산화탄소의 분리를 촉진하고, 배기가스에서 이산화탄소를 분리해 이산화탄소를 저장함으로써 엔진에 의한 이산화탄소 배출을 피하거나 적어도 줄인다.

도면의 간단한 설명

- [0077] 하기 본 발명의 개시, 양태, 실시예 및 구현 형태의 상세한 부분에서, 도면에 도시된 예시적인 실시예를 참조하여 더 상세하게 설명한다.

도 1은 예시적인 실시예에 따른 대형 2행정 디젤 엔진의 정면도이다.

도 2는 도 1 대형 2행정 엔진의 측면도이다.

도 3은 실시예의 도 1에 따른 대형 2행정 엔진의 도식적인 표현이다.

도 4는 다른 실시예의 도 1에 따른 대형 2행정 엔진의 도식적인 표현이다.

도 5는 또 다른 실시예의 도 1에 따른 대형 2행정 엔진의 도식적인 표현이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0078] 하기 상세한 설명에서, 예시적인 실시예의 대형 2행정 저속 터보차징 내연 크로스 헤드 엔진을 참조하여 내연기관을 설명할 것이다. 도 1, 2 및 3은 크랭크샤프트(8)와 크로스헤드(9)를 갖춘 대형 저속 터보차징 2행정 디젤 엔진의 실시예를 도시한다. 도 1 및 도 2는 각각 정면도와 측면도이다. 도 3은 흡배기 시스템을 갖춘 도 1과 도 2의 대형 저속 터보차징 2행정 디젤 엔진의 실시예에 대한 도식적인 표현이다. 이 실시예에서, 엔진은 열을 지는 네 개의 실린더를 구비한다. 그러나 대형 저속 터보차징 2행정 내연기관은 엔진 프레임(11)에 의해 지지가

되는 실린더 라이너를 갖는, 열을 지은 4개 내지 14개의 실린더를 갖는다. 이 엔진은 예컨대, 선박의 주 엔진이나 발전소의 발전기를 작동하는 고정식 엔진으로 사용될 수 있다. 이 엔진의 총 출력은 예컨대, 1,000 내지 110,000kW 범위일 수 있다.

[0080] 이 엔진은, 이 예시적인 실시예에서, 실린더 라이너(1) 하부 영역에 소기 포트(18)가, 실린더 라이너(1) 상단의 실린더 커버(22)에 중앙 배기밸브(4)가 구비된 2행정 단류 소기 유형의 엔진이다. 소기 가스는 피스톤(10)이 소기 포트(18) 아래에 있을 때 개별 실린더 라이너(1)의 소기 포트(18)를 통해 소기 수용부(2)로부터 통과된다. 기체 연료(예: 메탄올, 석유가스 또는 LPG, 천연가스 LNG 또는 에탄)는 피스톤이 상향 이동(BDC에서 TDC로)하고 피스톤이 연료 밸브(30)(가스 유입 밸브)를 통과하기 전에 전자 제어기(60)의 제어 하에 기체 연료 밸브(30)로부터 유입되고/유입되거나 피스톤(10)이 TDC에 있거나 그 근처에 있을 때 액체 연료 밸브(50)를 통해 고압(바람직하게는 300bar 이상)으로 분사된다. 연료 가스는 30bar 미만, 바람직하게는 25bar 미만, 더 바람직하게는 20bar 미만의 상대적으로 낮은 압력에서 유입된다. 연료 밸브(30)는 바람직하게는 실린더 라이너의 원주 주위에 고르게 분포되고 실린더 라이너(1) 길이의 중앙 영역에 배치된다. 기체 연료의 유입은 압축 압력이 상대적으로 낮을 때, 즉 피스톤이 TDC에 도달하여 압축 압력보다 훨씬 낮을 때 발생하므로 상대적으로 낮은 압력에서 유입이 가능하다.

[0082] 실린더 라이너(1)의 피스톤(10)은 기체 연료와 소기 가스의 충전물을 압축하고(또는 작동이 TDC에서만 액체 연료 분사로 이루어지는 경우 소기 가스를 압축) TDC 또는 그 근처에서 점화는 바람직하게는 실린더 커버(22)에 배치된 액체 연료 밸브(50)의 고압에서 액체 연료의 분사에 의해 또는 TDC에서 또는 그 근처에서만 액체 연료 분사의 경우 압축을 통해 트리거 된다. 연소가 뒤따르고 이산화탄소를 포함하는 연소 가스가 발생한다.

[0083] 배기 밸브(4)가 열리면, 연소 가스는 실린더(1)와 연결된 연소 가스 덕트를 통해 연소 가스 수용부(3)로 유동하고, 계속해서 연소 가스를 포함하는 연소 가스 도관(19)을 통해 물 냉각기(65)로 유동한다. 연소 가스-물 냉각기(65)는 해양 선박에 엔진이 설치된 경우 해수로 작동된다. 연소 가스-물 냉각기(65)의 활동은 컨트롤러(40)에 의해 제어되고, 연소 가스-물 냉각기(65) 입구에서 섭씨 425 내지 475도의 온도로부터, 연소 가스-물 냉각기(65) 출구에서 섭씨 40도 미만, 바람직하게는 섭씨 35도 미만, 가장 바람직하게는 섭씨 31도 미만으로 연소 가스를 냉각하도록 작동한다. 바람직하게는 연소 가스-물 냉각기(65)의 하류 위치에서, 연소 가스의 유동은 연소 가스 재순환 시스템(60)으로 유동하는 부분과 배기 시스템 내로 유동하는 다른 부분으로 분할된다. 연소 가스 재순환 시스템(60)은 하기에서 더 설명되는 바와 같이 소기 시스템에 연결된다. 연소 가스 재순환 시스템(60)은 소기 시스템에 연결되는 도관을 포함하고 연소 가스를 정화하기 위한 스크리버(70)(바람직하게는 물 작동)를 포함할 수 있다. 연소 가스 재순환 시스템(60)은 또한 연소 가스를 연소 가스 시스템(60)을 통해 소기 시스템으로 보내기 위한 송풍기(75)(바람직하게는 전기 구동 모터(76)에 의해 구동)를 포함한다. 송풍기(75)의 작동은 컨트롤러(40)에 의해 제어된다. 실시예에서, 컨트롤러(40)는 송풍기(75)의 작동을 조정함으로써 소기 가스 내 연소 가스 비율(질량 기준)을 조절한다. 컨트롤러(40)는 실시예에서 소기 가스 내 연소 가스 비율(질량 기준)을 40% 이상, 바람직하게는 45% 이상, 가장 바람직하게는 40 내지 55%로 조절하도록 구성된다. 연소 가스 비율은 엔진 내로 유도된 총 가스 질량의 연소 가스 질량의 백분율로 정의된다.

[0085] 배기 시스템은 냉각 매체 열교환기(66)로의 배기가스를 포함하고 터보차저(5)의 터빈(6)으로 이어지는 배기 도관(63)을 포함한다. 배기가스-냉각 매체 열 교환기(66)는 냉각 플랜트(68)에 작동 가능하게 연결된다. 냉각 플랜트(60)는 연소 가스-냉각 매체 열교환기(66)를 통해 냉각 매체를 순환시켜 냉각 매체 열교환기(66)의 출구에서 배기가스를 섭씨 -10도 이하, 더 바람직하게는 섭씨 -15도 이하의 온도로 냉각하도록 구성된다. 그에 따라 배기가스의 물은 응고(얼음 또는 눈 형성)되고 중력 또는 원심분리 공정에서 분리되며 드레인(64)을 통해 제거된다. 냉각 매체(냉매)는 냉각 매체 열교환기(66)의 냉각 매체 입구에서 -20 내지 -30℃ 범위의 온도를 가질 수 있다. 적합한 냉각 매체(냉매)는 예컨대 암모니아, 프로판, 이소부탄, 이산화탄소 및 산업용 냉각 설비용으로 알려진 다른 냉각 매체이다. 냉각 매체 열교환기(66)의 작동은 컨트롤러(40)에 의해 제어되어 원하는 온도에서 냉각 매체 열교환기(66)의 출구에서 배기가스의 온도를 얻는다.

[0087] 냉각 매체 열교환기(66)의 출구에서 배기가스는 터빈(6)의 입구로 유동한다. 터빈(6)의 출구에서, 배기가스는 터빈(6) 내 팽창을 통해 섭씨 -80도 미만, 바람직하게는 섭씨 -82도 미만의 온도와 주변(대기) 압력에 도달한다. 이러한 조건에서 배기가스 내 이산화탄소는 고형화(동결)되고 예컨대 중력 또는 원심분리 공정을 통해 분리된다. 분리된 고체 이산화탄소는 저장 유닛(80)에 저장된다. 나머지 배기가스는 이산화탄소를 포함하지 않거나 소량의 이산화탄소만을 포함하고 출구(21)를 통해 대기 중으로 유동하도록 허용된다.

[0089] 이 실시예에서, 엔진은 배기가스 내 이산화탄소를 고형화하기 위해 바람직하게는 섭씨 -80도 이하의 온도에서,

바람직하게는 대기압에서 배기가스를 더 냉각하기 위해 터빈 하류에 냉각기를 포함한다. 이 실시예에서, 고체 이산화탄소는 냉각기(69)에서, 냉각기(69)의 출구에서, 또는 냉각기(69) 바로 하류에서, 예컨대 중력 또는 원심 분리 공정을 통해 분리된다. 분리된 고체 이산화탄소는 이산화탄소 저장 유닛(80)에 저장된다. 이산화탄소 저장 유닛(80)에 저장된 이산화탄소는 이어서 포집된 이산화탄소를 저장하기 위한 더 영구적인 저장 유닛에 저장될 수 있다.

- [0091] 터빈(6)은 샤프트를 통해 공기 유입구(12)를 경유하여 신선한 공기가 공급되는 압축기(7)를 구동한다. 터보차저(5)는 터빈(6)이 압축기(7)를 구동하기에 충분한 전력을 제공하지 않을 때 터보차저(5)를 보조하는 전기 구동 모터(77)에 의해 보조된다.
- [0093] 이 압축기(7)는 소기 수용부(2)에 이르는 소기 도관(13)에 가압된 소기를 전달한다. 이 도관(13) 내 소기는 소기의 냉각을 위해 인터쿨러(14)를 통과한다.
- [0094] 인터쿨러(14)의 상류(도시) 또는 하류(미도시) 중 어느 하나에서 연소 가스 재순환 시스템(60)은 소기 도관(13)에 연결된다. 이 위치에서 재순환된 연소 가스는 소기와 혼합되어 소기 가스를 형성한다. 컨트롤러(40)는 소기 가스가 연소 가스 질량의 40 내지 55%를 포함하도록 구성된다.
- [0096] 터보차저(5)의 압축기(7)가 소기 수용부(2)에 충분한 압력을 전달하지 않으면, 즉 엔진의 낮은 부하 조건 또는 부분 부하 조건에서는, 냉각된 소기 또는 소기 가스는 소기 유동을 가압하는 전기 모터(17)에 의해 구동되는 보조 송풍기(16)를 경유하여 통과한다. 더 높은 엔진 부하에서, 터보차저 압축기(7)가 충분히 가압된 소기를 전달한 다음, 보조 송풍기(16)가 역류방지밸브(15)를 경유하여 바이패스 된다.
- [0098] 컨트롤러의 기능을 수행하기 위한 프로세서 및 기타 하드웨어를 포함하는 여러 개의 상호 연결된 전자 장치로 구성될 수 있는 컨트롤러(40)(전자제어장치)는 일반적으로 엔진의 작동을 제어하고, 예컨대 기체 연료 유입(양 및 시기), 액체 연료 분사(양 및 시기), 배기 밸브(4)의 개폐(시기 및 양력 범위), 재순환된 연소 가스 비율 및 다양한 냉각기의 작동에 대한 제어력을 행사한다. 여기서, 컨트롤러(40)는 엔진의 작동 상태(엔진 부하, 엔진 속도, 송풍기 속도, 소기 가스 온도, 다양한 위치에서의 연소 가스 온도, 다양한 위치에서의 배기가스 온도, 소기 시스템, 연소실, 배기가스 시스템 및 연소 가스 재순환 시스템의 압력.)를 컨트롤러에 알려주는 센서로부터 다양한 신호를 수신한다. 바람직하게는, 엔진은 각각의 연소실에 대한 배기 밸브 타이밍의 개별 제어를 허용하는 가변 타이밍 배기 밸브 작동 시스템을 포함한다. 컨트롤러(40)는 연료 밸브(30), 액체 연료 밸브(50), 배기 밸브 액추에이터, 크랭크샤프트의 각도를 감지하고 크랭크샤프트의 위치를 나타내는 신호를 생성하는 각도 위치 센서에 대한 신호 라인 또는 무선 연결을 통해 연결되고, 바람직하게는 실린더 커버(22) 또는 대안으로 실린더 라이너(1)에 있는 압력 센서는 연소실 내의 압력을 나타내는 신호를 생성한다.
- [0100] 엔진 크기에 따라, 실린더 라이너(1)는 전형적으로 250mm 내지 1000mm 범위의 실린더 보어 및 1000mm 내지 4500mm 범위의 대응하는 전형적인 길이의 상이한 크기로 제조될 수 있다.
- [0102] 실린더 라이너(1)는 실린더 커버(22)가 기밀 인터페이스를 사이에 두고 각 실린더 라이너(1)의 상부에 배치된 실린더 프레임(23)에 장착된다. 피스톤(10)은 하사점(BDC)과 상사점(TDC) 사이를 왕복하도록 배치된다. 이 두 위치는 크랭크축(8)의 180도 회전에 의해 분리된다. 실린더 라이너(1)에는 피스톤(10)이 실린더 윤활 구멍(25)을 통과할 때 실린더 윤활유를 공급하는 실린더 윤활 라인에 연결되는 원주 방향으로 분포된 복수의 실린더 윤활 구멍이 제공되고, 그 후 피스톤(10)의 피스톤 링(미도시)은 실린더 라이너(1)의 작동 표면(내부 표면)에 실린더 윤활유를 분배한다.
- [0104] 액체 연료 밸브(50)(일반적으로 실린더당 하나 이상, 바람직하게는 3개 또는 4개) 실린더 커버(22)에 장착되고 액체 연료 공급원(미도시)에 연결된다. 액체 연료 밸브(50)는 배기 밸브(4) 주위, 특히 배기 밸브(4)에 의해 제어되는 실린더 커버(22)의 중앙 출구(개구부) 주위에 배치되는 것이 바람직하다. 액체 연료의 분사 시기 및 양은 컨트롤러(40)에 의해 제어된다. 액체 연료 밸브(50)는 엔진이 기체 연료 모드에서 작동하는 경우 소량의 점화액(파일릿)을 분사하는 데에만 사용된다. 엔진이 액체 연료 모드로 작동하는 경우, 실제 엔진 부하로 엔진을 작동하는 데 필요한 양의 액체 연료는 액체 연료 밸브(50)를 통해 분사된다. 실린더(22) 커버에는 프리챔버(미도시)와 액체 연료 밸브(50)의 틈이 제공될 수 있으며, 일반적으로 노즐 구멍이 하나 이상인 노즐이 제공되는 틈은 파일릿 오일(점화액)이 점화를 트리거하기 위해 프리챔버에 분사되고 분무된다. 프리챔버는 안정적인 점화를 보장하는 데 도움이 된다. 일 실시예에서, 프리챔버는 이중 프리챔버, 즉 직렬로 연결된 2개의 프리챔버이다.
- [0106] 연료 밸브(30)는 노즐이 실린더 라이너(1)의 내면 및 실린더 라이너(1)의 외벽으로부터 돌출된 연료 밸브(30)의

후단과 실질적으로 같은 높이인 실린더 라이너(1)(또는 실린더 커버(22))에 설치된다. 일반적으로, 실린더 라이너(1) 주위에 원주 방향으로 분포된(바람직하게는 원주 방향으로 고르게 분포된) 각각의 실린더 라이너(1)에는 하나 또는 두 개, 또는 아마도 세 개 또는 네 개까지 연료 밸브(30)가 제공된다. 연료 밸브(30)는 일 실시예에서 실린더 라이너(1)의 길이를 따라 실질적으로 중간에 배치된다. 연료 밸브(30)는 기체 연료(40)(예: 메탄올, LPG, LNG, 에탄 또는 암모니아)의 가압 공급원에 연결된다. 즉, 연료가 연료 밸브(30)로 전달될 때 연료는 기체 상태이다. BDC에서 TDC까지 피스톤(10)의 행정 중에 기체 연료가 유입되기 때문에, 기체 연료 공급원의 압력은 단지 실린더 라이너(1)에 존재하는 압력보다 높을 필요가 있으며, 일반적으로 연료 밸브(30)로 전달되는 기체 연료에 20bar 미만의 압력이면 충분하다. 연료 밸브(30)는 연료 밸브의 개폐 타이밍 및 연료 밸브(30)의 개방 시간을 결정하는 컨트롤러(40)에 연결된다.

[0108] 점화용 액체 연료는 일 실시예에서 연료유, 선박용 디젤, 중유, 에탄올 또는 디메틸 에테르(DME)이다.

[0110] 기체 작동 모드는 엔진의 여러 작동 모드 중 하나일 수 있다. 다른 모드에는 엔진 작동에 필요한 모든 연료가 액체 연료 밸브(50)를 통해 액체 형태로 제공되는 액체 연료 작동 모드가 포함될 수 있다. 기체 연료 작동 모드에서, 엔진은 상대적으로 낮은 압력의 BDC에서 TDC까지 피스톤의 행정 중에 유입되는 기체 연료를 주 연료로 사용하여 작동된다. 즉, 엔진에 공급되는 에너지의 대부분을 제공한다. 이에 비해 액체 연료는 엔진에 공급되는 에너지의 양에 상대적으로 적은 양의 기여를 하는 상대적으로 소량의 연료를 구성하며, 액체 연료의 목적은 타 임링 점화이다. 즉, 액체 연료는 점화액 역할을 한다.

[0112] 따라서, 본 실시예의 엔진은 이중 연료 엔진일 수 있다. 즉, 엔진은 액체 연료로만 작동하는 모드와 거의 기체 연료로만 작동하는 모드를 갖는다.

[0114] 엔진은 연소실에서 탄소 기반 연료(액체 및/또는 기체 연료)를 공급하고, 연소실에서 탄소 기반 연료를 연소하여 이산화탄소를 포함하는 연소 가스를 생성하고, 연소 가스의 일부를 재순환하고, 연소 가스의 다른 일부를 배기 가스로 배기하고, 가압된 소기 가스를 연소실에 공급하고, 가압된 소기 가스가 적어도 40질량%, 바람직하게는 40 내지 55질량%의 재순환된 연소 가스를 포함하고, 이산화탄소 분리 공정에서 배기가스로부터 이산화탄소를 분리하고, 분리된 이산화탄소를 저장 유닛(80)에 저장함으로써 작동된다.

[0116] 이 과정에서 배기가스는 냉각기(69)에서 터빈(6)의 출구 또는 터빈(6) 하류에서 배기가스 내의 이산화탄소를 고형화(동결)하는 냉각 및 팽창 과정을 거친다. 동결된 이산화탄소는 예컨대 중력 또는 원심 분리 공정에서 분리된 후 저장 유닛(80)에 고체 형태로 저장된다. 저장 유닛(80)은 일 실시예에서 단열된 비가압 용기 또는 탱크이다.

[0118] 컨트롤러(40)는 배기가스 재순환 시스템(60)에서 송풍기(75)의 속도를 제어하여 가압된 소기 가스에서 재순환된 연소 가스의 백분율을 바람직하게는 적어도 40%의 질량 백분율로 조절하여 연소 가스 내 이산화탄소 농도를 증가시킨다. 일 실시예에서, 컨트롤러(40)는 재순환된 연소 가스 비율을 조정하여 연소 가스 재순환 없이 작동하는 것과 비교할 때 적어도 두 배인 연소 가스 내의 이산화탄소 농도를 초래하도록 구성된다.

[0120] 배기가스의 팽창 과정의 적어도 일부는 터빈(6)에 참여함으로써 배기가스의 온도와 압력, 바람직하게는 대기압 및 -82도 이하의 온도에서 큰 강하를 생성하여 배기가스 내 이산화탄소를 고형화한다.

[0122] 도 4는 또 다른 엔진의 실시예를 도시한다. 이 실시예에서, 본 명세서에서 앞서 설명하거나 도시한, 대응하는 구조 및 특징과 같거나 유사한 구조 및 특징은 단순화를 위해 종전에 사용한 것과 같은 참조 번호로 표시한다. 이 실시예에서 엔진 및 그 작동은 이전 실시예와 대부분 동일하므로 이전 실시예와의 차이점에 대해서만 상세히 설명한다.

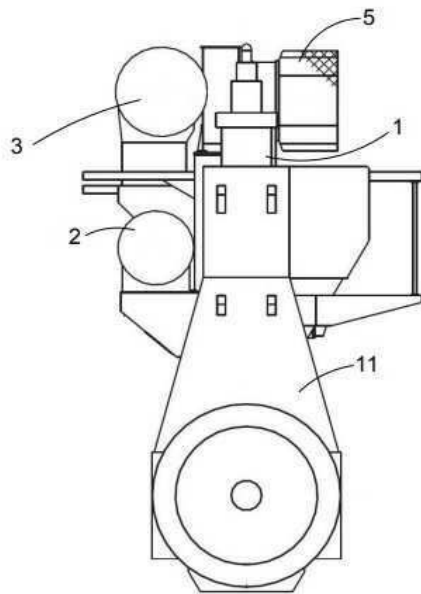
[0124] 이 실시예에서, 압축기(7)는 전기 구동 모터(78)에 의해 구동되고, 터빈(6)은 발전기 또는 교류 발전기(79)를 구동한다. 터보차징 시스템의 이러한 설정에서, 터보차징 시스템에 의해 요구될 수 있는 추가 에너지는 압축기(7)를 구동하는 전기 구동 모터(78)에 의해 전달된다. 여기에서, 전기 구동 모터(78)는 발전기 또는 엔진에 의해 구동되는 교류 발전기의 형태일 수 있는 전력 공급원에 의해, 또는 엔진과 관련된 발전기 세트에 의해 구동된다.

[0126] 이 실시예에서, 엔진은 압축 점화 엔진(디젤 원리에 따라 작동)으로 도시되며, 탄소 기반 연료(기체 또는 액체)는 피스톤(10)이 TDC에 또는 그 근처에 있을 때 고압으로 분사된다. 도시된 엔진은 프리컴버나 실린더 라이너(10)에 연료 유입 밸브(30)를 필요로 하지 않는다. 그러나 이 실시예에 따른 엔진은 BDC에서 TDC로 피스톤(10)의 행정 중에 기체 연료가 유입되는 오토(Otto) 원리에 따라 작동될 수도 있다.

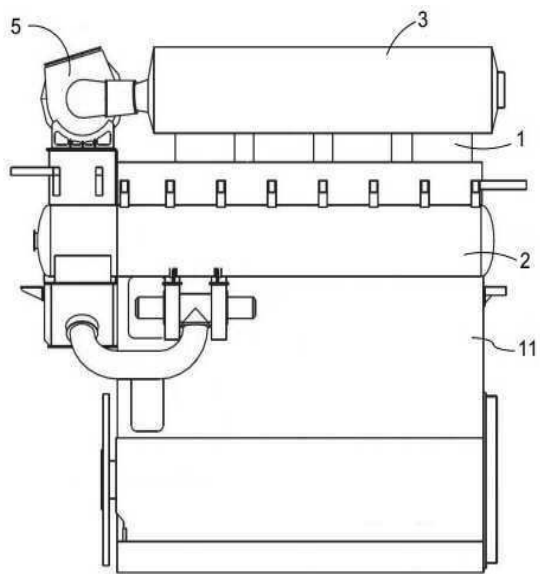
- [0128] 이 실시예에서, 컨트롤러(40)는 터빈(6) 출구에서 조건(즉, 압력과 온도)이 배기가스 내의 이산화탄소가 고형화 되고, 고형화된 이산화탄소가 중력 또는 원심 분리 공정을 통해 터빈(6)의 출구에서 분리되어 이산화탄소 저장 유닛(80)에 저장된다.
- [0130] 도 5는 또 다른 엔진의 실시예를 도시한다. 이 실시예에서, 본 명세서에서 앞서 설명하거나 도시한, 대응하는 구조 및 특징과 같거나 유사한 구조 및 특징은 단순화를 위해 종전에 사용한 것과 같은 참조 번호로 표시한다. 이 실시예에서 엔진 및 그 작동은 이전 실시예와 대부분 동일하므로 이전 실시예와의 차이점에 대해서만 상세히 설명한다.
- [0132] 이 실시예에서 도시된 엔진은 오토 원리에 따라 작동하는 가스 유입 엔진이지만, 이 실시예는 디젤 원리에 따라 작동하는 고압 연료 분사 엔진과 마찬가지로 작동할 수 있음을 이해해야 한다.
- [0134] 이 실시예에서, 터빈(6)의 출구에서 배기가스의 정상(통상적인) 온도보다 더 낮은 온도를 달성하기 위한 어떠한 조치도 하지 않는다. 따라서 연소 가스가 물 냉각기로 연결되거나 배기가스가 냉각 설비에 연결된 냉각 매체 냉각기가 필요하지 않다. 따라서, 배기가스의 온도는 통상적인 온도 범위인 섭씨 180 내지 250도가 될 것이다.
- [0136] 터빈(6)의 하류에서는 이산화탄소 분리 유닛(88)이 배기가스의 이산화탄소를 분리하고 분리된 이산화탄소를 이산화탄소 용기(80)에 저장한다.
- [0138] 일 실시예에서, 이산화탄소 분리 유닛(88)은 배기가스를 건조하고, 배기가스를 압축한 다음, 배기가스를 하나 이상의 냉동 루프로 보낸 다음 배기가스 내의 이산화탄소를 액화 또는 고형화하는 팽창 공정을 거치고, 그 후 액체 또는 고체 배기 이산화탄소를 분리하고 액체 또는 고체 이산화탄소 저장 유닛(80)에 저장한다.
- [0140] 다른 실시예(도면에 도시되지 않음)에서, 이산화탄소 분리 유닛(88)은 배기가스의 이산화탄소를 분리하기 위해 재생기, 예컨대 아민 재생기에 작동 가능하게 연결된 이산화탄소 흡수제(예: 흡수제 용매 사용)를 사용한다. 재생기는 증기를 사용하여 흡수제 용매로부터 CO₂를 제거할 수 있다.
- [0142] 다양한 양태와 실시예가 본원의 다양한 실시예와 관련하여 설명되었다. 실시예들은 다양한 방식으로 조합될 수 있다. 그러나 개시된 실시예에 대한 다른 변형은 도면, 개시 및 첨부한 청구 범위의 연구로 청구된 주제를 실시할 때 당업자가 이해하고 수행할 수 있다. 청구 범위에서, "포함하는"이라는 단어는 다른 요소 또는 단계를 배제하지 않으며, 부정 관사 "하나" 또는 "한"은 복수를 배제하지 않는다. 단일 프로세서, 컨트롤러 또는 다른 유닛은 청구 범위에 인용된 여러 항목의 기능을 수행할 수 있다. 특정 조치가 단순히 서로 다른 종속항에 인용되어 있다는 사실로 측정된 이들 조합이 유리하게 사용될 수 없다는 것을 나타내지 않는다. 청구 범위에 사용된 참조 부호는 범위를 제한하는 것으로 해석하지 않아야 한다.

도면

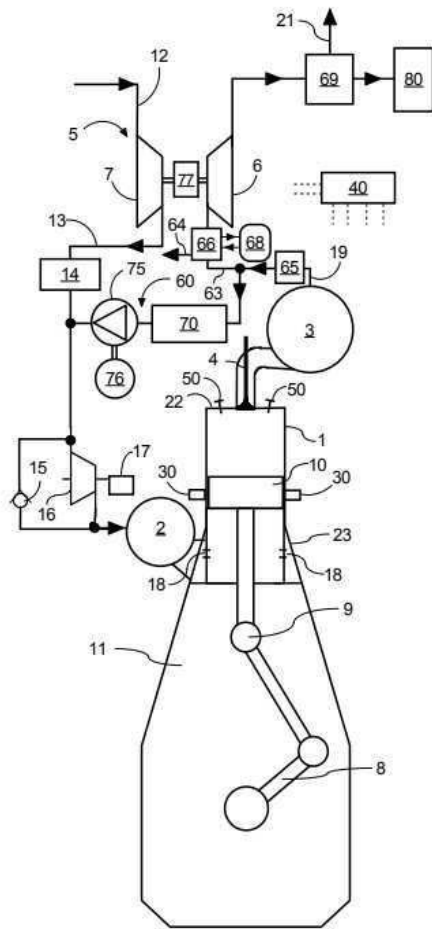
도면1



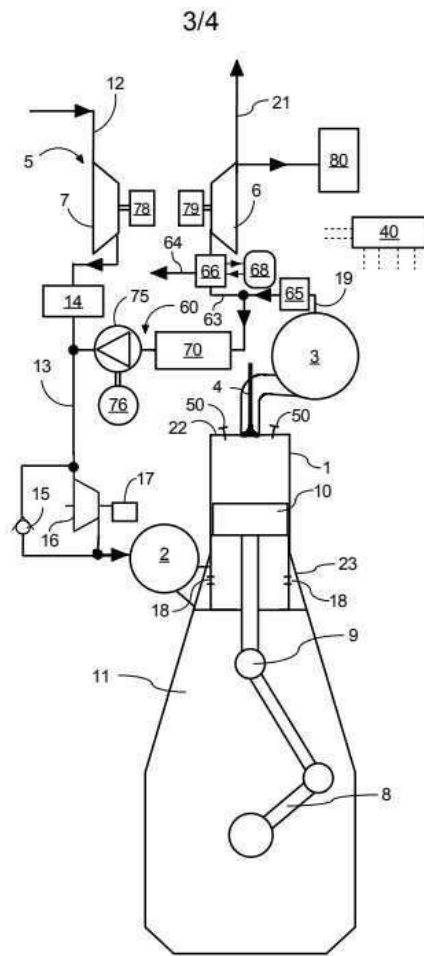
도면2



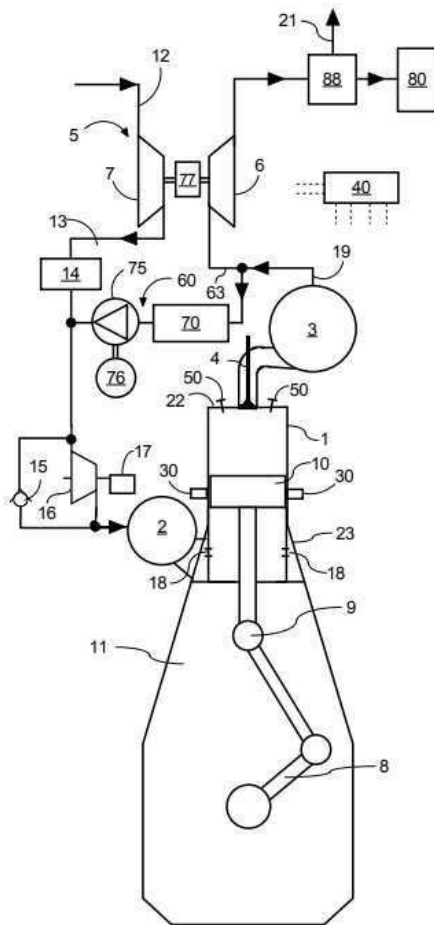
도면3



도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5

【변경전】

제4항에 있어서,

상기 연소 가스-물 냉각기(65)는 상기 엔진의 연소 가스 스트림이 재순환되는 부분과 배출되는 다른 부분으로 분할되는 위치의 상류에 배치되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【변경후】

제4항에 있어서,

상기 연소 가스-물 냉각기(65)는 엔진의 연소 가스 스트림이 재순환되는 부분과 배출되는 다른 부분으로 분할되는 위치의 상류에 배치되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6

【변경전】

제1항에 있어서,

연소 가스-냉각 매체 열교환기(66)와 냉각 플랜트(68)를 포함하며, 상기 냉각 플랜트(68)는 상기 연소 가스-냉각 매체 열교환기(66)를 통해 상기 냉각 매체를 순환하도록 구성되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【변경후】

제1항에 있어서,

연소 가스-냉각 매체 열교환기(66)와 냉각 플랜트(68)를 포함하며, 상기 냉각 플랜트(68)는 상기 연소 가스-냉각 매체 열교환기(66)를 통해 냉각 매체를 순환하도록 구성되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 7

【변경전】

제6항에 있어서,

상기 연소 가스-냉각 매체 열교환기(66)는 상기 엔진의 연소 가스 스트림이 재순환되는 부분과 배기되는 다른 부분으로 분할되는 위치의 하류에 배치되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【변경후】

제6항에 있어서,

상기 연소 가스-냉각 매체 열교환기(66)는 엔진의 연소 가스 스트림이 재순환되는 부분과 배기되는 다른 부분으로 분할되는 위치의 하류에 배치되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경전】

제1항에 있어서,

증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스 내 이산화탄소를 액화 및/또는 고형화하기 위해 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스를 냉각하기 위한 상기 터빈(6) 하류에 냉각기(69)를 포함하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【변경후】

제1항에 있어서,

증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스 내 이산화탄소를 액화 및/또는 고형화하기 위해 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스를 냉각하기 위한 터빈(6) 하류에 냉각기(69)를 포함하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【직권보정 5】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러(40)는 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스가 상기 터빈(6)의 하류에서 대기압에 도달할 때 상기 배기가스의 온도가 섭씨 -82도 이하가 되도록 상기 엔진의 작동을 제어하도록 구성되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【변경후】

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러(40)는 증가된 이산화탄소 농도를 가지는 상기 배기가스가 상기 터빈(6)의 하류에서 대기압에 도달할 때 상기 배기가스의 온도가 섭씨 -82도 이하가 되도록 엔진의 작동을 제어하도록 구성되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【직권보정 6】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 12

【변경전】

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러(40)는 연소 가스 재순환 없이 작동할 때와 비교하여 상기 연소 가스 내 이산화탄소 농도가 적어도 2배가 되도록 상기 재순환 연소 가스 비율을 조정하도록 구성되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【변경후】

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러(40)는 연소 가스 재순환 없이 작동할 때와 비교하여 상기 연소 가스 내 이산화탄소 농도가 적어도 2배가 되도록 재순환 연소 가스 비율을 조정하도록 구성되는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관.

【직권보정 7】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 17

【변경전】

제13항에 있어서,

상기 팽창 공정의 적어도 일부는 터빈(6)에 참여하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

【변경후】

제13항에 있어서,

팽창 공정의 적어도 일부는 터빈(6)에 참여하는, 대형 2행정 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

【직권보정 8】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 18

【변경전】

제13항에 있어서,

상기 엔진은 연소 가스-물 냉각기(65)를 포함하고,

상기 방법은 상기 연소 가스를 상기 연소 가스-물 냉각기(65)로 냉각하는 단계를 포함하는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

【변경후】

제13항에 있어서,

엔진은 연소 가스-물 냉각기(65)를 포함하고,

상기 방법은 상기 연소 가스를 상기 연소 가스-물 냉각기(65)로 냉각하는 단계를 포함하는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

【직권보정 9】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 21

【변경전】

제13항에 있어서,

상기 엔진은 배기 가스-냉각 매체 열 교환기(66) 및 냉각 플랜트(68)를 포함하며, 상기 냉각 플랜트(68)는 증가된 이산화탄소 농도를 갖는 상기 배기 가스를 냉각하기 위하여 상기 냉각 매체를 상기 배기 가스 대 냉각 매체 열 교환기(66)에 순환시키도록 구성되는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

【변경후】

제13항에 있어서,

엔진은 배기 가스-냉각 매체 열 교환기(66) 및 냉각 플랜트(68)를 포함하며, 상기 냉각 플랜트(68)는 증가된 이산화탄소 농도를 갖는 상기 배기 가스를 냉각하기 위하여 냉각 매체를 상기 배기 가스 대 냉각 매체 열 교환기(66)에 순환시키도록 구성되는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

【직권보정 10】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 24

【변경전】

제13항에 있어서,

상기 엔진은 증가된 이산화탄소 농도를 갖는 상기 배기가스를 더 냉각시켜 증가된 이산화탄소 농도를 갖는 상기 배기가스 내 이산화탄소를 액화 및/또는 고형화하기 위해 상기 터빈(6)의 하류에 냉각기(69)를 포함하는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.

【변경후】

제13항에 있어서,

엔진은 증가된 이산화탄소 농도를 갖는 상기 배기가스를 더 냉각시켜 증가된 이산화탄소 농도를 갖는 상기 배기가스 내 이산화탄소를 액화 및/또는 고형화하기 위해 터빈(6)의 하류에 냉각기(69)를 포함하는, 터보차징 단류 소기식 내연기관의 작동 방법.