



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0064707
 (43) 공개일자 2013년06월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01N 3/28 (2006.01) *F02B 37/00* (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0141676
 (22) 출원일자 2012년12월07일
 심사청구일자 2012년12월07일
 (30) 우선권주장
 PA 2011 00954 2011년12월08일 덴마크(DK)

(71) 출원인
 맨 디젤 앤드 터보 필리얼 아프 맨 디젤 앤드 터보 에스이 디스크랜트
 덴마크, 디케이 - 2450 코펜하겐 에스브이, 41 테글홀름스게이드
 (72) 발명자
 메이어, 스테판
 덴마크, 프레데릭스베르그 디케이-2000, 4. 티브이, 말테 브룬스 베지 3
 (74) 대리인
 김순용

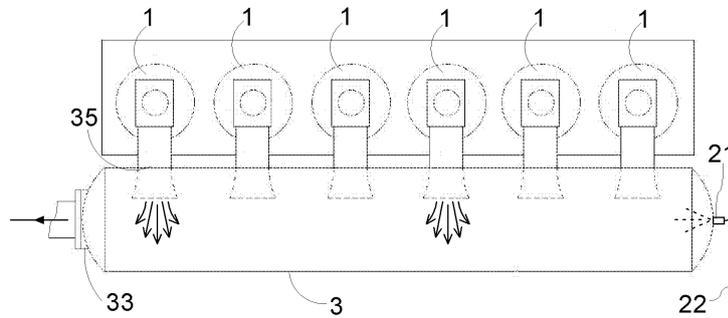
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 배기가스 정화기능을 갖는 대형 터보차지 2-행정 디젤 엔진

(57) 요약

직렬의 다수의 실린더(1), 터보차지(5), 및 터보차지의 상류 및 배기가스 수용부(3)의 하류의 SCR 반응기(19)를 포함하는, 크로스헤드를 구비한 대형 터보차지 2-행정 디젤 엔진. 상기 배기가스 수용부(3)는 각각의 배기 덕트(35)를 통해 각각의 실린더(1)와 연결되고 상기 배기가스 수용부(3)는 배출구(33)를 구비한다. 환원제는 배기가스 수용부(3)의 배출구(33)의 실질적으로 상류의 위치에서 배기가스 수용부(3)로 유입된다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

크로스헤드(43)를 구비한 단류식(uniflow type) 대형 터보차지 2-행정 디젤 엔진에 있어서,
 직렬의 다수의 실린더(1),
 배기가스 구동 터빈(6) 및 엔진 실린더(1)에 과급 공기를 공급하는 터빈(6)에 의해 구동되는 컴프레서(9)를 구비한 터보차저(5),
 상기 실린더(1)를 따라 연장되고 배기 덕트(35)를 통해 상기 실린더(1)에 연결된 길다란 배기가스 수용부(3),
 상기 배기 덕트(35)는 고속 배기 가스 체크를 상기 배기가스 수용부(3)의 중공 내부로 보내도록 구성되며,
 상기 배기가스 수용부(3)는 배출구(33)를 구비하고,
 상기 배기가스 수용부(3)의 배출구(33)와 연결된 선택적 촉매 환원 반응기(19)의 유입구와 상기 터보차저(5)의 터빈(6)의 유입구와 연결된 선택적 촉매 환원 반응기(19)의 배출구를 구비한, 상기 배기가스 수용부(3) 외부의 선택적 촉매 환원 반응기(19),
 환원제 유입 지점에서 배기가스에 첨가되는 환원제의 소스(26)를 포함하고,
 상기 환원제 유입 지점은, 각각의 배기 덕트로부터 나오는 고속 배기가스 체크가 환원제와 배기가스와의 효과적인 혼합을 가능하게 하도록 배출구(33)의 상류에서 배기가스 수용부(3) 내에 배치되는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 환원제 유입 지점은 환원제 유입 지점과 배출구(33) 사이의 경로를 따라 배치되는 적어도 세 개의 배기 덕트(35)가 있는 배기가스 수용부(3) 내의 위치에 배치되는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 배출구(33)는 배기가스 수용부(3)의 하나의 종방향 단부에 위치하고 상기 환원제 유입 지점은 배기가스 수용부(3)의 반대편 종방향 단부에 또는 그 근처에 배치되는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 배출구(33)는 배기가스 수용부(3)의 길이의 대략 중간에 위치하고, 두 개의 환원제 유입 지점이 있으며, 이들 각각의 환원제 유입 지점은 배기가스 수용부(3)의 각각의 종방향 단부에 또는 그 근처에 배치되는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 5

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,
 상기 배기가스 수용부는 환원제를 분사하고 분무하기 위한 조용한 영역을 제공하기 위해 마지막 또는 제 1 배기 덕트(35)를 지나는 연장부(37)를 구비하는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 6

크로스헤드(43)를 구비한 단류식 대형 터보차지 2-행정 다기통(multi-cylinder) 디젤 엔진 내의 배기가스 스트림에 환원제를 유입시키는 방법에 있어서, 실린더들(1)은 각각 배기 덕트(35)에 의해 길다란 대직경의 배기가스 수용부(3)에 연결되고, 배기가스 수용부(3)는 배출구(33)를 구비하고, 상기 엔진은 상기 배기가스 수용부(3) 외

부에 그리고 터보차저(5)의 터빈(6)의 상류 및 배기가스 수용부(3)의 하류의 배기가스 스트림 내에 배치되는 SCR 반응기(19)를 포함하며,

상기 방법은 상기 배출구(33)의 상류 위치에서 배기가스 수용부(3) 내로 환원제를 분무로서 분사하여 분사된 환원제가 배기가스 수용부의 배출구(33)를 향하는 도중에 만나는 여러 개의 배기가스 제트에 의해 혼합되도록 하여 환원제와 배기가스의 효과적인 혼합을 위해 배기가스 제트의 고속 흐름을 이용하는 단계 및 배기가스와 혼합된 환원제가 상기 배기가스 수용부(3)의 배출구(33)로부터 상기 배기가스 수용부(3) 외부의 SCR 반응기(19)의 유입구로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 환원제는 배기가스 수용부(3) 내의 단일 지점에서 유입되거나, 또는 상기 환원제는 배기가스 수용부(3) 내의 종방향으로 마주 보고 배치된 두 개의 환원제 유입 지점에서 유입되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

크로스헤드를 구비한 단류식 대형 터보차지 2-행정 디젤 엔진에 있어서,

길다란 대직경의 배기가스 수용부(3),

상기 배기가스 수용부(3)의 하류의 배기가스 스트림 내의 그리고 배기가스 수용부(3) 외부의 SCR 반응기(19),

상기 SCR 반응기(19)의 하류의 배기가스 스트림에 환원제를 유입시키기 위한 환원제 유입 지점,

가압 환원제의 소스(24,25,26)를 포함하는 환원제 전달 시스템,

전자 제어 장치(50),

상기 환원제 유입 지점에서의 환원제의 흐름을 제어하기 위한 온/오프 타입의 전자 제어 밸브(23)를 포함하며, 상기 전자 제어 밸브(23)는 상기 전자 제어 장치(50)로부터의 신호에 의해 제어되며,

상기 전자 제어 장치(50)는 상기 전자 제어 밸브(23)의 개방 시간을 제어함으로써 배기가스 스트림에 유입되는 환원제의 양을 제어하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 전자 제어 장치(5)는 엔진의 실제 작동 조건에서 필요한 환원제의 양에 근거해서 그리고 엔진의 크랭크축(42)의 실제 위치를 고려하지 않고 환원제 유입 지점으로 전달되는 환원제의 양에 대해 상기 전자 제어 밸브(23)의 개방 타이밍을 결정하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 전자 제어 장치(50)는 배기가스의 NOx 및/또는 O2 함유량에 대한 정보를 근거로 환원제 유입 지점으로 전달되는 환원제의 양을 결정하도록 더 구성되는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 환원제 유입 지점은 환원제가 배기가스 스트림으로 분사될 때 환원제를 분무하기 위한 노즐을 구비한 분사 밸브(21)에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 환원제 유입 지점은 배기가스 수용부(3)의 배출구(33)의 상류에 있는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 13

제 8 항에 있어서,
오직 하나 또는 두 개의 환원제 유입 지점이 있는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 14

제 8 항에 있어서,
오직 하나의 전자 제어 밸브(23)가 있는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 15

크로스헤드(43)를 구비한 단류식 대형 터보차지 2-행정 대기통 디젤 엔진 내의 배기가스 스트림에 환원제를 유입시키는 방법에 있어서, 상기 엔진은 길다란 대직경의 배기가스 수용부(3), 상기 배기가스 수용부(3)의 하류의 배기가스 스트림 내의 그리고 상기 배기가스 수용부(3) 외부의 SCR 반응기(19), 가압 환원제의 소스(24,25,26)를 포함하는 환원제 전달 시스템, 전자 제어 장치(50), 상기 SCR 반응기(19)의 상류에서 환원제 유입 지점으로서의 환원제의 흐름을 제어하기 위한 온/오프 타입의 전자 제어 밸브(23)를 포함하며, 상기 전자 제어 밸브(23)는 상기 전자 제어 장치(50)로부터의 신호에 의해 제어되며,

상기 방법은 상기 분사 위치에서 배기가스 수용부(3) 내로 환원제를 분무로서 분사하는 단계 및 상기 전자 제어 밸브(23)의 개방 시간을 제어함으로써 배기가스 스트림에 유입되는 환원제의 양을 제어하여 환원제 유입 지점으로서의 환원제의 간헐적인 전달을 유발하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 크로스헤드 타입의 대형 터보차지 2-행정 내부 연소 피스톤 엔진, 바람직하게는 배기가스 정화 시스템을 구비한 디젤 엔진에 관한 것으로서, 특히 질소 산화물(NO_x)에서 배기가스를 정화하기 위한 선택적 촉매 환원(Selective Catalytic Reduction, SCR) 반응기를 구비한 크로스헤드 타입의 대형 2-행정 디젤 엔진에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 크로스헤드 타입의 대형 2-행정 엔진들은 통상적으로 대형 선박의 추진 시스템에서 이용되거나, 또는 발전소에서 주 원동기로 이용된다. 배출 요건들은 충족되기 어려웠었고 갈수록 더욱 충족시키기 어려운데, 특히 질소 산화물(NO_x)과 관련하여 그러하다.

[0003] 환경 문제의 일반적인 인식이 급속도로 증가하고 있다. 국제해사기구(International Maritime Organisation, IMO)내에서, 현재 바다에서의 대기 오염의 형태의 배출 제한에 대한 토론이 있다. 세계의 여러 지역에서 당국은 유사한 단계를 진행하고 있다. 하나의 예는 현재 토의 중인 미국 환경 보호국(Environmental Protection Agency, EPA)이 제안한 규칙이다.

[0004] 배기가스에서의 NO_x는 일차 및/또는 이차 감소 방법에 의해 감소될 수 있다. 일차 방법은 엔진 연소 과정에 직접 영향을 미치는 방법이다. 감소의 실제 정도는 엔진 유형과 감소 방법에 따라 달라지지만, 10% 내지 80% 이상 변한다. 이차 방법은 엔진 그 자체의 일부를 형성하지 않는 장비를 사용하여, 연료의 최적화된 설정으로부터 엔진의 성능을 변경하지 않고 배출 수준을 감소하는 수단이다. 현재까지 가장 성공적인 이차 방법은 NO_x를 제거하는 선택적 촉매 환원(Selective Catalytic Reduction, SCR)이다. 이 방법은 배기가스가 촉매 변환 장치로 진입하기 전에 배기가스에 암모니아 또는 요소를 첨가함으로써 95% 이상 NO_x 레벨을 감소시킬 수 있다.

[0005] 상기 SCR 반응기는 여러 층의 촉매를 포함한다. 촉매 부피 및, 그 결과, 반응기의 크기는 촉매의 활성 및 필요한 NO_x 감소의 원하는 정도에 따라 달라진다. 촉매는 일반적으로 단일 구조체(monolithic structure)이며, 이는 촉매가 촉매 반응으로 활성화된 벽인, 많은 수의 병렬 채널을 갖는 촉매의 블록으로 구성된다는 것을 의미한다.

- [0006] 배기가스는 연료 황 함유량에 따라서 적어도 280 내지 350℃의 온도를 가지는데, NO_x를 N₂ 및 H₂O로 효과적으로 변환시키기 위한 SCR 반응기의 유입구에서, 높은 황 함유량은 높은 온도를 필요로 하고 낮은 황 함유량은 낮은 온도를 필요로 한다.
- [0007] 터보차저(turbocharger)의 터빈의 고압 측의 배기가스는 대략 350 내지 450℃의 온도를 갖는 반면, 터보차저의 터빈의 저압측 배기가스는 일반적으로 대략 250 내지 300℃의 온도를 갖는다.
- [0008] 그 결과, 터보차저의 터빈의 고압 측에 SCR 반응기를 설치하는 것이 유리하다. 그러나, 이러한 반응기는 대략 4바의 압력에 견뎌야 하고 대략 20 내지 400℃의 온도 변화에 노출된 매우 큰 파이프와 컨테이너를 포함한다는 사실로 인해 터빈의 고압 측의 SCR 반응기의 구성과 관련된 많은 문제가 있다. 열 팽창과 고착은 많은 설계상의 문제를 유발한다.
- [0009] 암모니아 또는 요소와 같은 환원제의 정확한 첨가가 매우 중요한데 그 이유는 과다 투여가 암모니아 슬립(ammonia slip)을 야기하는 반면 부적절한 투여는 질소 산화물을 감소시키지 않고, 따라서 너무 많은 질소 산화물이 엔진으로부터 배출된다. 또한, 배기가스에 존재하는 질소 산화물에 대한 요소의 정확한 첨가는 평균적인 수준에서 중요할 뿐만 아니라 국부적인 수준에도 적용되며, 이는 요소의 국부적인 변동을 반드시 방지해야 하는 것을 의미하고, 이는 국부적인 과다 투여/부적절한 투여가 상기한 바람직하지 않은 효과를 야기하기 때문이며, 즉 환원제와 배기가스가 적절하게 혼합되어야 하기 때문이다. 또한, 엔진은 최대 연속 정격의 10% 내지 100%의 부하 범위에서 작동되며, 전달될 필요가 있는 환원제의 양의 범위는 따라서 넓은 범위에 있다.
- [0010] 이러한 배경에서, 현재의 SCR 시스템은 일반적으로 배기가스 스트림에 걸쳐 암모니아 또는 요소의 균일한 분포를 위해 복잡하고 따라서 비싼 스프레이 시스템을 사용하며, 충분한 혼합 하류를 보장하기 위해, 일반적으로 오히려 부피가 큰 전용의 소위 혼합 장치를 사용한다. 또한, 상기 혼합 장치는 배기 시스템의 전체 수두 손실(압력 손실)에 기여하며, 이는 터보차저 효율성의 감소에 상응한다. 특히, 터보차저 효율성의 이러한 손실은 연료 효율성 관점에서 용납할 수 없다. 또한, 이러한 압력 손실은 배기가스 우회 스트림에 의해 구동되는 파워 터빈의 적용 가능성을 제한한다(폐열 이용, Waste heat recovery, WHR).

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 이러한 배경에서, 본 출원서의 목적은 상기한 문제점을 극복하거나 최소한 줄이는 SCR 반응기를 구비한 엔진을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적은 크로스헤드를 구비한 단류식(uniflow type) 대형 터보차저 2-행정 디젤 엔진을 제공함으로써 달성되며, 상기 엔진은 직렬의 다수의 실린더, 배기가스 구동 터빈 및 상기 엔진 실린더에 과급 공기(charging air)를 공급하는 터빈에 의해 구동되는 컴프레서를 구비한 터보차저, 상기 실린더를 따라 연장되고 배기 덕트를 통해 상기 실린더에 연결된 길다란 배기가스 수용부, 상기 배기 덕트는 고속 배기 가스 제트를 상기 배기가스 수용부의 중공 내부로 보내도록 구성되며, 상기 배기가스 수용부는 배출구를 구비하고, 상기 배기가스 수용부의 배출구와 연결된 선택적 촉매 환원 반응기의 유입구와 상기 터보차저의 터빈의 유입구와 연결된 선택적 촉매 환원 반응기의 배출구를 구비한, 상기 배기가스 수용부 외부의 선택적 촉매 환원 반응기, 환원제 유입 지점에서 배기가스에 첨가되는 환원제의 소스를 포함하고, 상기 환원제 유입 지점은, 각각의 배기 덕트로부터 나오는 고속 배기가스 제트가 환원제와 배기가스와의 효과적인 혼합을 가능하게 하도록 배출구의 상류에서 배기가스 수용부 내에 배치된다.
- [0013] 환원제 유입 지점을 배출구의 상류의 배기가스 수용부 내의 위치에서 배기가스 수용부 내에 배치시킴으로써, 환원제와 배기가스를 혼합하는데 필요한 에너지가, 배기 덕트와 관련된 실린더의 배기 밸브가 개방될 때 배기 덕트를 떠난 배기가스 제트로부터 나온다. 배기 제트 내의 에너지는 배기가스 수용부 내에서 어떻게든 소멸되어 환원제와 배기가스의 혼합이 에너지 주 배기가스 스트림을 사용하지 않고 이루어질 수 있다. SCR 상류의 혼합 장치가 회피될 수 있거나 적어도 배기가스 수용부 내에 더욱 작게 구성되어 장착될 수 있다. 따라서, SCR 시스템의 공간 요구 사항이 줄어든다. 혼합 장치로부터의 흐름 압력 손실인 흐름 저항이 제거되거나 또는 적어도 줄어든다. 요소의 매우 원활하고 지속적인 주입을 제공할 필요가 없을 것이다. 대신에 간헐적인 분사가 사용될 수 있고, 다양한 전달 속도에 걸쳐 타이밍 제어가 정확한 과정이기 때문에, 매우 정확하게 용이하게 구성될 수 있

는 밸브의 개방/폐쇄에 의해 제어될 수 있다. 따라서, 환원제 유입 지점을 배출구의 상류의 배기가스 수용부 내의 위치에서 배기가스 수용부 내에 배치하는 것은 간단한 분사 및 주입 시스템을 가능하게 한다.

- [0014] 일 실시형태에서, 상기 환원제 유입 지점은 환원제 유입 지점과 배출구 사이의 경로를 따라 배치되는 적어도 세 개의 배기 덕트가 있는 배기가스 수용부 내의 위치에 배치된다.
- [0015] 상기 환원제 유입 지점으로부터 상기 배기가스 수용부의 배출구까지 적어도 세 개의 배기 덕트를 구비함으로써, 환원제가 배출구에 도달하기 전에 적어도 하나의 배기가스 제트를 만나는 것이 보장된다.
- [0016] 다른 실시형태에서, 상기 배출구는 배기가스 수용부의 하나의 종방향 단부에 위치하고 상기 환원제 유입 지점은 배기가스 수용부의 반대편 종방향 단부에 또는 그 근처에 배치된다.
- [0017] 따라서, 상기 배기가스 수용부의 전체 길이는 환원제와 배기가스의 혼합을 위해 사용된다.
- [0018] 또 다른 실시형태에서, 상기 배출구는 배기가스 수용부의 길이의 대략 중간에 위치하고, 두 개의 환원제 유입 지점이 있으며, 이들 각각의 환원제 유입 지점은 배기가스 수용부의 각각의 종방향 단부에 또는 그 근처에 배치된다.
- [0019] 본 실시형태는 배출구가 배기가스 수용부의 종방향 정도의 중간 어딘가에 있는 경우 배기가스 수용부에 있어서 유리하다
- [0020] 또 다른 실시형태에서, 상기 배기가스 수용부는 환원제를 분사하고 분무하기 위한 조용한 영역을 제공하기 위해 마지막 또는 제 1 배기 덕트를 지나는 연장부를 구비한다.
- [0021] 이러한 조용한 지역은 환원제를 분무하기 위한 그리고 환원제가 배기가스 수용부의 내벽에 접촉하는 것을 방지하는 양호한 환경을 제공한다.
- [0022] 상기 목적은 또한 크로스헤드를 구비한 단류식 대형 터보차지 2-행정 다기통(multi-cylinder) 디젤 엔진 내의 배기가스 스트림에 환원제를 유입시키는 방법을 제공함으로써 달성되며, 실린더들은 각각 배기 덕트에 의해 길다란 대직경의 배기가스 수용부에 연결되고, 배기가스 수용부는 배출구를 구비하고, 상기 엔진은 상기 배기가스 수용부 외부에 그리고 터보차지의 터빈의 상류 및 배기가스 수용부의 하류의 배기가스 스트림 내에 배치되는 SCR 반응기를 포함하며, 상기 방법은 상기 배출구의 상류 위치에서 배기가스 수용부 내로 환원제를 분무로서 분사하여 분사된 환원제가 배기가스 수용부의 배출구를 향하는 도중에 만나는 여러 개의 배기가스 제트에 의해 혼합되도록 하여 환원제와 배기가스의 효과적인 혼합을 위해 배기가스 제트의 고속 흐름을 이용하는 단계 및 배기가스와 혼합된 환원제가 상기 배기가스 수용부의 배출구로부터 상기 배기가스 수용부 외부의 SCR 반응기의 유입구로 흐르도록 하는 단계를 포함한다.
- [0023] 상기 배출구의 상류 위치에서 배기가스 수용부 내로 환원제를 분무로서 분사함으로써, 환원제와 배기가스를 혼합하는데 필요한 에너지가, 배기 덕트와 관련된 실린더의 배기 밸브가 개방될 때 배기 덕트를 떠난 배기가스 제트로부터 나온다. 배기 제트 내의 에너지는 배기가스 수용부 내에서 어떻게든 소멸되어 환원제와 배기가스의 혼합이 상기 엔진으로부터의 에너지를 사용하지 않고 이루어질 수 있다. 또한, 상기 배출구의 상류 위치에서 배기가스 수용부 내로 환원제를 분무로서 분사하는 것은 간단한 분사 및 주입 시스템을 가능하게 한다.
- [0024] 일 실시형태에서, 상기 방법은 배기가스 수용부 내로 환원제를 분무로서 유입시켜 환원제가 배기가스 수용부의 배출구를 향하는 도중에 만나는 여러 개의 배기가스 제트에 의해 혼합되도록 하는 단계를 포함한다.
- [0025] 또 다른 실시형태에서, 상기 방법은 배기가스 수용부 내의 단일 지점에서 환원제를 유입시키는 단계를 포함한다.
- [0026] 또 다른 실시형태에서, 상기 방법은 배기가스 수용부 내의 종방향으로 마주 보고 배치된 두 개의 환원제 유입 지점에서 환원제를 유입시키는 단계를 포함한다.
- [0027] 상기 목적은 또한 크로스헤드를 구비한 단류식 대형 터보차지 2-행정 다기통 디젤 엔진을 제공함으로써 달성되며, 상기 엔진은 길다란 대직경의 배기가스 수용부, 상기 배기가스 수용부의 하류의 배기가스 스트림 내의 그리고 상기 배기가스 수용부 외부의 SCR 반응기, 상기 SCR 반응기의 상류 위치에서 배기가스 스트림 내로 환원제를 유입시키기 위한 환원제 유입 지점, 가압 환원제의 소스를 포함하는 환원제 전달 시스템, 전자 제어 장치, 상기 환원제 유입 지점에서의 환원제의 흐름을 제어하기 위한 온/오프 타입의 전자 제어 밸브를 포함하며, 상기 전자 제어 밸브는 상기 전자 제어 장치로부터의 신호에 의해 제어되고, 상기 전자 제어 장치는 전자 제어 밸브의 개방 시간을 제어함으로써 배기가스 스트림에 유입되는 환원제의 양을 제어하도록 구성되어, 환원제 유입 지점으

로의 환원제의 간헐적인 전달을 유발한다.

- [0028] 일 실시형태에서, 상기 전자 제어 장치는 엔진의 실제 작동 조건에서 필요한 환원제의 양에 근거해서 그리고 엔진의 크랭크축의 실제 위치를 고려하지 않고 환원제 유입 지점으로 전달되는 환원제의 양에 대해 상기 전자 제어 밸브의 개방 타이밍을 결정하도록 구성된다.
- [0029] 또 다른 실시형태에서, 상기 전자 제어 장치는 배기가스의 NOx 및/또는 O2 함유량에 대한 정보를 근거로 환원제 유입 지점으로 전달되는 환원제의 양을 결정하도록 더 구성된다.
- [0030] 또 다른 실시형태에서, 상기 환원제 유입 지점은 환원제가 배기가스 스트림으로 분사될 때 환원제를 분무하기 위한 노즐을 구비한 분사 밸브에 의해 형성된다.
- [0031] 또 다른 실시형태에서, 상기 환원제 유입 지점은 배기가스 수용부의 배출구의 상류에 있다.
- [0032] 또 다른 실시형태에서, 오직 하나 또는 두 개의 환원제 유입 지점이 있다.
- [0033] 또 다른 실시형태에서, 오직 하나의 전자 제어 밸브가 있다.
- [0034] 상기 목적은 또한 크로스헤드를 구비한 단류식 대형 터보차지 2-행정 다기통 디젤 엔진 내의 배기가스 스트림에 환원제를 유입시키는 방법을 제공함으로써 달성되며, 상기 엔진은 길다란 대직경의 배기가스 수용부, 상기 배기가스 수용부의 하류의 배기가스 스트림 내의 그리고 상기 배기가스 수용부 외부의 SCR 반응기, 가압 환원제의 소스를 포함하는 환원제 전달 시스템, 전자 제어 장치, 상기 SCR 반응기의 상류에서 환원제 유입 지점으로서의 환원제의 흐름을 제어하기 위한 온/오프 타입의 전자 제어 밸브를 포함하며, 상기 전자 제어 밸브는 상기 전자 제어 장치로부터의 신호에 의해 제어되며, 상기 방법은 상기 분사 위치에서 배기가스 수용부 내로 환원제를 분무로서 분사하는 단계 및 상기 전자 제어 밸브의 개방 시간을 제어함으로써 배기가스 스트림에 유입되는 환원제의 양을 주입하여 환원제 유입 지점으로서의 환원제의 간헐적인 전달을 유발하는 단계를 포함한다.
- [0035] 본 개시에 따른 엔진 및 방법의 추가의 목적, 특징, 장점 및 특성은 상세한 설명으로부터 명백할 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 본 설명의 다음의 상세한 부분에서, 본 발명은 도면에 도시된 예시적인 실시형태를 참조로 더욱 상세하게 설명될 것이다, 여기에서:
 - 도 1은 일 실시형태에 따른 대형 2-행정 디젤 엔진의 정면도이고,
 - 도 2는 도 1의 대형 2-행정 디젤 엔진의 측면도이고,
 - 도 3은 도 1에 따른 대형 2-행정 엔진의 개략도이고,
 - 도 4는 도 1의 대형 2-행정 엔진의 실린더 및 배기가스 수용부의 상세도이고, 그리고
 - 도 5 내지 도 7은 그 밖의 실시형태에 따른 대형 2-행정 엔진의 실린더 및 배기가스 수용부의 상세도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 다음의 상세한 설명에서, 대형 2-행정 엔진은 실시형태에 의해 설명될 것이다. 도 1 내지 도 3은 크랭크축(42)과 크로스헤드(43)를 구비한 대형 저속 터보차지 2-행정 디젤 엔진을 도시한다. 도 3은 흡입 및 배기 시스템을 구비한 대형 저속 터보차지 2-행정 디젤 엔진의 개략도를 도시한다. 본 실시형태에서, 상기 엔진은 직렬의 여섯 개의 실린더(1)를 구비한다. 대형 터보차지 2-행정 디젤 엔진은 일반적으로 엔진 프레임(45)에 의해 수용되는 직렬의 다섯 개 내지 열여섯 개의 실린더를 구비한다. 상기 엔진은 예를 들어 해양용 선박에서 주 엔진으로 사용될 수 있거나, 또는 발전소에서 발전기를 작동하기 위한 정지 엔진(stationary engine)으로 사용될 수 있다. 엔진의 총 출력은 예를 들어 5,000 내지 110,000 kW 범위일 수 있다.
- [0038] 상기 엔진은 실린더(1)의 하부 영역에서의 소기(scavenge air) 포트와 실린더(1)의 상부에서의 배기 밸브(4)를 구비한 2-행정 단류식이다. 과급 공기는 과급 공기 수용부(2)로부터 각각의 실린더(1)의 소기 포트(미도시)로 통과된다. 실린더(1) 내의 피스톤(41)은 과급 공기를 압축하고, 연료가 분사되고 연소되어 배기가스가 생성된다. 배기 밸브(4)가 개방될 때, 배기가스는 실린더(1)와 관련된 배기 덕트(35)를 통해 배기가스 수용부(3)로 흐르고 SCR 반응기(19)를 포함하는 제 1 배기 도관(18)을 통해 터보차저(5)의 터빈(6)으로 향하며, 이로부터 배기가스는 제 2 배기 도관(7)을 통해 흘러 나간다. 샤프트(8)를 통해 터빈(6)은 공기 유입구(10)를 통해

공급된 에어를 압축하는 컴프레서(9)를 구동시킨다. 상기 컴프레서(9)는 가압된 과급 공기를 과급 공기 도관(11)로 전달하여 과급 공기 수용부(2)로 이어진다.

- [0039] 상기 도관(11) 내의 흡기는 컴프레서를 떠난 과급 공기를 대략 200℃에서 36 내지 90℃의 온도로 냉각시키는 인터쿨러(12)를 통과한다.
- [0040] 냉각된 과급 공기는 과급 공기 흐름을 낮은 또는 부분적인 부하 조건으로 압축시키는 전기 모터(17)에 의해 구동되는 보조 송풍기(16)를 통과하여 과급 공기 수용부(2)로 흐른다. 높은 부하에서, 터보차저 컴프레서(9)는 충분한 압축된 소기를 전달하고 이후 보조 송풍기(16)는 체크 밸브(15)를 통해 우회된다.
- [0041] 도 3은 SCR 시스템의 레이아웃을 도시한다. 상기 시스템은 배기가스 수용부(3) 외부 그리고 배기가스 수용부(3)의 하류에 있는 선택적 촉매 환원(Selective Catalytic Reduction, SCR) 반응기(19)를 포함한다. 암모니아 또는 요소와 같은 환원제는 상기 SCR 반응기(19)로 진입하기 전에 배기가스에 첨가된다. 배기가스는 상기 SCR 반응기(19)를 통과하기 전에 암모니아 같은 환원제와 혼합되어야 하며, 상기 SCR 반응기(19) 내에서의 화학 반응을 촉진시키기 위해, 온도 수준은 배기가스의 황 함유량에 따라 200 내지 400℃ 사이이어야 한다. 본 실시형태에서, 암모니아의 소스는 수성 요소 용액이다.
- [0042] 도 3에 도시된 실시형태에서, 탱크(26)는 수성 요소 용액을 수용한다. 도관(25)은 상기 탱크(26)를 펌프(24)의 유입구와 연결한다. 상기 펌프(24)는 실질적으로 일정한 압력을 제공하도록 구성된다. 상기 펌프(24)의 배출구는 가압된 수성 요소 용액을 전자 제어 밸브(23)를 통해 분사 밸브(21)로 전달하는 공급 도관(22)에 연결된다. 본 실시형태에서 상기 전자 제어 밸브(23)는 온/오프 타입이지만, 비례 밸브가 또한 사용될 수 있다. 상기 전자 제어 밸브(23)는 전자 제어 장치(프로세스 컴퓨터, 50)으로부터의 신호에 의해 제어된다. 상기 전자 제어 밸브(23)는 유압식 또는 공압식으로 구동되는 밸브, 또는 순수하게 전자식으로 구동되는 밸브일 수 있다. 상기 분사 밸브(21)는 배기가스 수용부(3) 상에 장착되고, 상기 분사 밸브(21)는 수성 요소 용액이 배기가스 수용부(3) 내로 분사될 때 그것을 분무시키기 위한 노즐 홀을 갖는 노즐을 구비한다. 상기 분사 밸브(21)는 수성 요소 용액을 분무시키기 위한 충분한 압력이 있을 때 분사가 이루어지는 것을 보장하기 위해 압력 임계치가 초과할 때 분사를 개시하도록 구성된다. NOx 및 O2 분석기(32)는 제 2 배기 도관(7)에 연결되고, 분석 결과는 전자 제어 장치(50)로 신호로서 전달된다. 상기 센서(32)는 또한 SCR 반응기(19)의 상류 또는 하류뿐만 아니라 터보차저 터빈(6)의 하류의 도관(18) 내의 배기가스의 NOx 함유량을 측정할 수 있다.
- [0043] 배기가스에 분사되는 환원제의 양은 상기 전자 제어 장치(50)에 의해 제어되며, 엔진의 시험대 구동시 측정되는 상이한 구동 조건(부하)에서의 NOx 생성에서 도출된 실제 구동 조건(부하)를 위한 NOx 생성에 근거한다. 배기가스에 분사되는 환원제의 양은 또한 NOx 및 O2 분석기(32)로부터의 신호 또는 경험표(experience table)와 상기 센서(32)로부터의 신호 모두에 근거할 수 있다. 환원제의 분사 타이밍은 엔진의 크랭크축(42)의 실제 위치를 고려하지 않고 이루어질 수 있는데, 이는 분사 지점으로부터 배출구(33)로의 환원제의 경로 상에서 환원제와 배기가스의 혼합을 위해 배기 덕트(35)로부터의 배기가스 제트가 항상 있으므로 필요하지 않기 때문이다.
- [0044] 이제 도 4를 참조하면, 배기가스 수용부(3)와 환원제 유입 지점의 위치가 실시형태를 통해 더욱 상세하게 설명된다. 배기가스 수용부(3)는 큰 단면적을 갖는 커다랗고 길다란 원통형 수용부이다.
- [0045] 상기 배기가스 수용부(3)는 상대적으로 근접한 실린더(1)를 따라 배기 밸브(4)와 배기 덕트(35)가 배치된 실린더(1)의 상부 근처에서 연장된다. 배기 덕트(35)는 배기가스 수용부(3)로 이어진다. 많은 엔진에서, 배기가스 수용부(3)는 직렬 엔진의 모든 실린더(1)를 따라 연장된다. 그러나, 상기 배기가스 수용부(3)를 둘 이상의 부분으로 세로로 분리하는 것이 또한 일반적인데, 예를 들어 매우 많은 수의 실린더를 구비한 대형 엔진에 있어서, 배기가스 수용부(3)의 크기가 제조 설비에서 처리할 수 있는 크기를 초과하지 않도록 하기 위한 것이다. 상기 배기가스 수용부(3)를 여러 부분으로 세로로 분리하는 또 다른 이유는 단일 터보차저(5)와 관련된 분할된 배기가스 수용부(3)의 부분을 각각 갖는 다수의 터보차저(5)의 존재일 수 있다.
- [0046] 일반적으로, 상기 배기가스 수용부(3)의 단면적은 엔진의 피스톤(41)의 단면적과 동일하거나 크다. 상기 배기가스 수용부(3)의 그에 따른 큰 부피는 실린더(1)와 관련된 배기 밸브(4)가 개방될 때 각각의 실린더(1) 배기 덕트(35)로부터 나오는 배기가스 제트에 의해 형성되는 압력 펄스의 감쇄를 보장한다.
- [0047] 상기 배기가스 수용부(3)는 도관(18)과 SCR 반응기(19)를 연결하는 배출구(33)를 구비하고 배기가스 수용부(3)에 포집된 배기가스가 SCR 반응기(19)를 통해 터보차저(5)의 터빈(6)으로 흐르게 한다. 본 실시형태에서, 상기 배출구(33)는 배기가스 수용부(3)의 어느 하나의 종방향 단부에 배치되어 배기가스 수용부(3) 내부의 흐름의 주 방향이 배출구(33)를 향해 일 방향으로 있게 된다.

- [0048] 엔진의 실린더(1)는 소정의 점화 순서로 각각 점화한다. 따라서, 배기 밸브(4)는 또한 동일한 순서로 개방되고, 배기 덕트(35)에서 나오는 고속 배기가스 제트(초기에는 100 m/s 이상 나중에 배기 밸브 개방 단계에서는 감소됨)가 동일한 순서로 배기가스 수용부(3)로 진입한다. 6-실린더 2-행정 단류식 디젤 엔진에 있어서, 이는 언제나 배기가스 수용부(3)로 진입하는 대략 평균 두 개의 배기 제트가 있다는 것을 의미하며, 이는 도 4, 도 6 및 도 7에 도시되어 있다.
- [0049] 본 실시형태에서 상기 환원제 유입 지점은 분사 밸브(21)이며, 이는 상기 배출구(33) 반대편의 배기가스 수용부의 종방향 단부에 배치된다. 수성 요소 용액은 분무 또는 제트의 형태로 분사 밸브(21)의 노즐 내의 홀로부터 배기가스 수용부(3) 내로 분사된다. 기화된 수성 요소 용액은 배기가스 수용부(3)의 종방향 단부에서 배기가스 수용부(3)로 진입하며, 여기에서 가스 흐름은 비교적 잔잔하고 상기 환원제 유입 지점 근처에서 높은 환원제 농도를 형성한다. 이 잔잔한 영역으로부터 기화된 수성 요소 용액이 배기가스 수용부(3) 내의 흐름의 주 방향으로 배출구(33)로 이송되고 그 과정에서 배기가스로 희석된다. 상기 배기가스 수용부(3) 내의 배기가스의 높은 온도는 요소가 암모니아 가스로 가수분해(열 분해)되게 하며, 분사된 수성 요소 용액의 물 부분은 증발할 것이다. 상기 배출구(33)로의 경로에서, 기화된 수성 요소 용액 및/또는 암모니아와 수증기는 배기 덕트(35)로부터 나오는 하나 이상의 배기가스 제트와 만날 것이다. 고속 배기가스 제트는 배기 가스와 기화된 요소 용액 및/또는 암모니아의 집중적인 혼합을 유발한다. 따라서, 배기가스와 환원제가 배출구(33)에 도달하는 시간까지, 이들은 철저히 혼합된다. 따라서, 환원제와 배기가스를 혼합하는데 필요한 에너지는 배기가스 제트로부터 나온다. 배기가스 제트 내의 에너지는 어떻게든 주로 큰 부피의 배기가스 수용부(3) 내에서 소실되어, 환원제와 배기가스의 혼합은 터보차지(5)의 터빈(6)으로 향하는 배기가스 스트림 내의 에너지를 손실하지 않고 이루어질 수 있다.
- [0050] 본 실시형태에서, 상기 분사 밸브(21)는 배출구(33) 맞은편의 배기가스 수용부의 가장 먼 단부에 배치된 것으로 도시되어 있다. 그러나, 기타 실시형태와 관련해서 또한 도시되는 바와 같이, 배기가스 수용부(3)의 가장 먼 단부에서의 환원제 분사 지점에 배치할 필요는 없다. 환원제 분사 지점은 환원제가 배출구(33)로 가는 도중에 적어도 하나의 배기가스 제트를 만나는 것이 보장되는 한 배출구(33)에 근접해서 배치될 수 있다.
- [0051] 환원제(수성 요소 용액)는 간헐적으로 분사될 수 있는데, 그 이유는 분사된 환원제가 배기가스 수용부(3)에서 배기가스와 혼합되고 균등하게 분포될 수 있는 충분한 시간과 기회가 있기 때문이다. 따라서, 환원제 분사의 타이밍은 중요하지 않다. 이는 전자 제어 밸브(23)의 작동 시간을 제어하는 전자 제어 장치(50)에 의해 본 실시형태에서 타이밍에 근거하는 투여량 주입 시스템의 사용을 가능하게 한다. 따라서, 다양한 전달 속도에 걸쳐 타이밍 제어가 정확한 과정이기 때문에, 비교적 간단하고, 정확하며 신뢰할 수 있는 주입 시스템이 제공된다. 단일 환원제 유입 지점이 충분하다는 사실은 또한 시스템을 단순화한다. 환원제 주입이 이러한 타이밍에 의해 제어된다는 사실은 분사를 위해 실질적으로 일정한 압력을 유지시킬 수 있고 따라서 환원제가 각각의 분사에서 적절하게 분무화되는 것을 보장할 수 있는 시스템을 용이하게 제공한다. 환원제 분사의 타이밍은 엔진 사이클과는 독립적이며, 즉 분사된 환원제가 배출구(33)로 가는 도중에 항상 배기가스 제트와 만날 것이기 때문에 제트가 존재하는지 존재하지 않는지를 기다릴 필요가 없다. 그런, 환원제 분사의 타이밍은 엔진 사이클과 동조해서 이루어질 수 있으며, 이는 배기가스 수용부(3) 내부에서 분사를 일시적인 유동장(flow field)과 맞출 수 있는 장점이 있다. 따라서, 분사는 국부적인 가스 흐름 속도가 비교적 낮을 때 수행될 수 있다.
- [0052] 그 대신에, 환원제 주입 시스템은 분사 압력을 조절함으로써 및/또는 다수의 노즐 중 일정 수의 노즐을 선택적으로 작동시킴으로써 수행되는 제어에 의해 계속되는 스트림을 갖고 작동될 수 있다.
- [0053] 환원제와 적절하게 혼합된 배기가스는 배출구(33)로부터 SCR 반응기(19)의 유입구로 흐른다. 이 과정에서, NOx는 N₂와 물로 환원된다. SCR 반응기(19)의 유입구로부터, 감소된 양의 NOx를 갖는 배기가스는 터보차지(5)의 터빈(6)으로 흐르며, 이후 제 2 배기 도관(7)로 흐른다. 상기 제 2 도관(7)은 배기가스를 터빈(6)의 배출구로부터 소음기(silencer, 28)로 안내한다. 제 3 배기 도관(29)은 배기가스를 상기 소음기(28)로부터 대기로 안내한다.
- [0054] 도 5는 또 다른 실시형태를 도시한다. 본 실시형태는 도 4의 실시형태와 본질적으로 동일하다. 그러나, 본 실시형태에서, 상기 배출구(33)는 배기가스 수용부(3)의 길이의 대략 중간에 배치된다. 따라서, 배기가스 수용부(3) 내부에 배기가스 수용부(3)의 각각의 종방향 단부에서 배기가스 수용부(3)의 중간의 배출구(33)를 향하는, 흐름의 두 개의 반대하는 주 방향이 있다. 두 개의 환원제 유입 지점이 있으며, 각각은 배기가스 수용부(3)의 마주하는 종방향 단부 각각에 있다. 이들 두 개의 환원제 유입 지점은 두 개의 분사 밸브(21)에 의해 형성된다. 상기 두 개의 분사 밸브(21)는 단일 전자 제어 밸브(23)에 연결되어, 상기 두 개의 분사 밸브(21)는 동시에 분사한다.
- [0055] 배기가스 수용부(3)의 각각의 종방향 단부의 분사 밸브(21)에 의해 분사된 환원제는 배출구(33)를 향하는 어느

하나의 주 흐름 방향을 따라 이송된다. 배출구(3)로 가는 도중, 환원제는 어느 하나의 배기 덕트(35)로 나오는 적어도 하나의 배기가스 제트와 만날 것이며 따라서 환원제는 배출구(33)를 통해 배기가스 수용부(3)를 떠나기 전에 배기가스와 적절하게 혼합될 것이다.

[0056] 도 6은 도 4의 실시형태와 본질적으로 동일한 또 다른 실시형태를 도시한다. 그러나, 엔진의 본 실시형태는 5-기통 직렬 엔진이며 배기가스 수용부(3)는 배출구(33)이 배치된 종방향 단부의 맞은편의 종방향 단부에서 확장된다. 마지막 또는 제 1 배기 덕트(35)를 지나는 확장부 또는 연장부(37)는 환원제의 유입, 분사 및 분무를 위해 배기가스 수용부(3) 내에 잔잔한 또는 조용한 영역을 제공한다. 상기 조용한 영역(37)은 환원제가 적절하게 분무되고 배기가스 수용부(3)의 내벽과 충돌하지 않도록 하고 고농도의 환원제를 갖는 큰 공간이 분사 지점 근처에 형성되는 것을 보장한다. 그 외에는, 상기 분사 밸브(21)와 환원제 분사 방법은 도 4의 실시형태와 동일하다. 도 4에서, 상기 분사 밸브(21)는 배기가스 수용부(3)의 마지막 단부에 배치되지만, 상기 분사 밸브(21)는 환원제가 조용한 영역(37)으로 분무될 수 있게 하는 어떠한 곳이라도 배치될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0057] 도 7은 또 다른 실시형태를 도시한다. 도 7의 실시형태는 도 4의 실시형태와 본질적으로 동일하지만, 환원제 유입 지점은 배기가스 수용부(3)의 마지막 단부에 배치되지 않는다. 그 대신, 상기 환원제 유입 지점은 제 2 및 제 3 실린더(배출구(33)가 배치된 단부 맞은편의 배기가스 수용부의 단부에서 제 1로 시작할 때) 사이에 있다. 분사 밸브(21)/환원제 유입 지점의 이러한 위치로 인해, 분사된 환원제가 배기가스 수용부(3)의 배출구(33)에 도달하기 전에 통과할 네 개의 실린더의 배기 덕트(35)가 여전히 있으며, 이는 환원제가 배출구(33)에 도달하기 전에 적어도 하나의 배기가스 제트와 "부딪치게" 되는 것을 보장한다. 따라서, 환원제와 배기가스의 적절한 혼합이 보장된다.

[0058] 기본적으로, 유입된 환원제가 배출구(33)에 도달하기 전에 배기가스와 적절하게 혼합되는 것을 보장하기 위해 유입 지점과 배출구(33) 사이에 적어도 3 개의 배기 덕트(35)가 있을 필요가 있다.

[0059] 청구범위에서 사용되는 바와 같은 용어 "포함하는"는 다른 구성 요소 또는 단계를 배제하지 않는다. 청구범위에서 사용되는 바와 같은 용어 "하나의"는 복수를 배제하지 않는다. 단일 프로세서 또는 기타 장치는 청구범위에 인용된 몇 가지 수단들의 기능을 수행할 것이다.

[0060] 청구 범위에서 사용된 참조 번호는 범위를 제한하는 것을 해석되어서는 안 된다.

[0061] 본 발명이 설명의 목적으로 상세하게 설명되었지만, 이러한 세부 사항은 그러한 오로지 그러한 목적을 위해서이며, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 본 기술 분야의 숙련자에 의해 변경될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 예를 들어, 배기가스 재순환을 이용하는 대형 2-행정 엔진에서도 또한 실시될 수 있다.

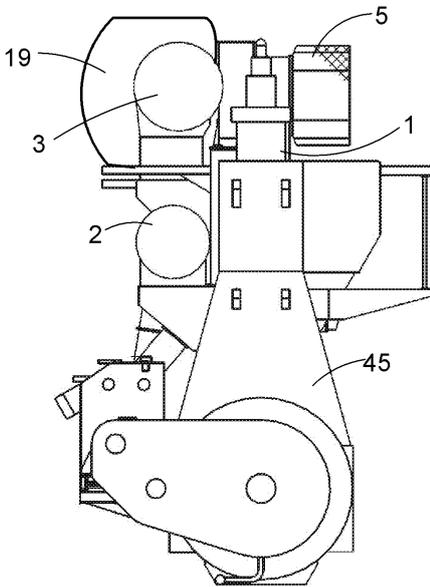
부호의 설명

- | | |
|---------------|-----------------------|
| [0062] 1: 실린더 | 2: 과급 공기 수용부 |
| 3: 배기가스 수용부 | 4: 배기 밸브 |
| 5: 터보차저 | 6: 터빈 |
| 7: 제 2 배기 도관 | 8: 샤프트 |
| 9: 컴프레서 | 10: 공기 유입구 |
| 11: 과급 공기 도관 | 12: 인터쿨러 |
| 15: 체크 밸브 | 16: 송풍기 |
| 17: 전기 모터 | 18: 제 1 배기 도관 |
| 19: SCR 반응기 | 21: 분사 밸브 |
| 22: 공급 도관 | 23: 전자 제어 밸브 |
| 24: 펌프 | 25: 도관 |
| 26: 탱크 | 28: 소음기 |
| 29: 제 3 배기 도관 | 32: NOx 및 O2 분석기 (센서) |

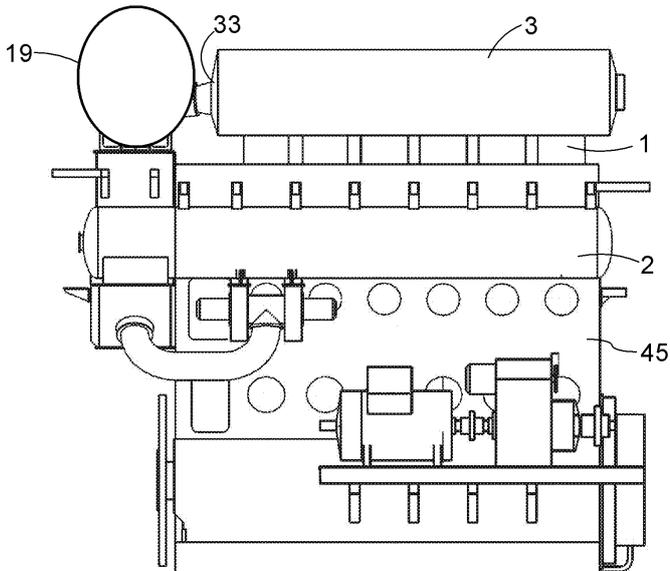
- | | |
|------------|--------------|
| 33: 배출구 | 35: 배기 덕트 |
| 37: 연장부 | 41: 피스톤 |
| 42: 크랭크축 | 43: 크로스헤드 |
| 45: 엔진 프레임 | 50: 전자 제어 장치 |

도면

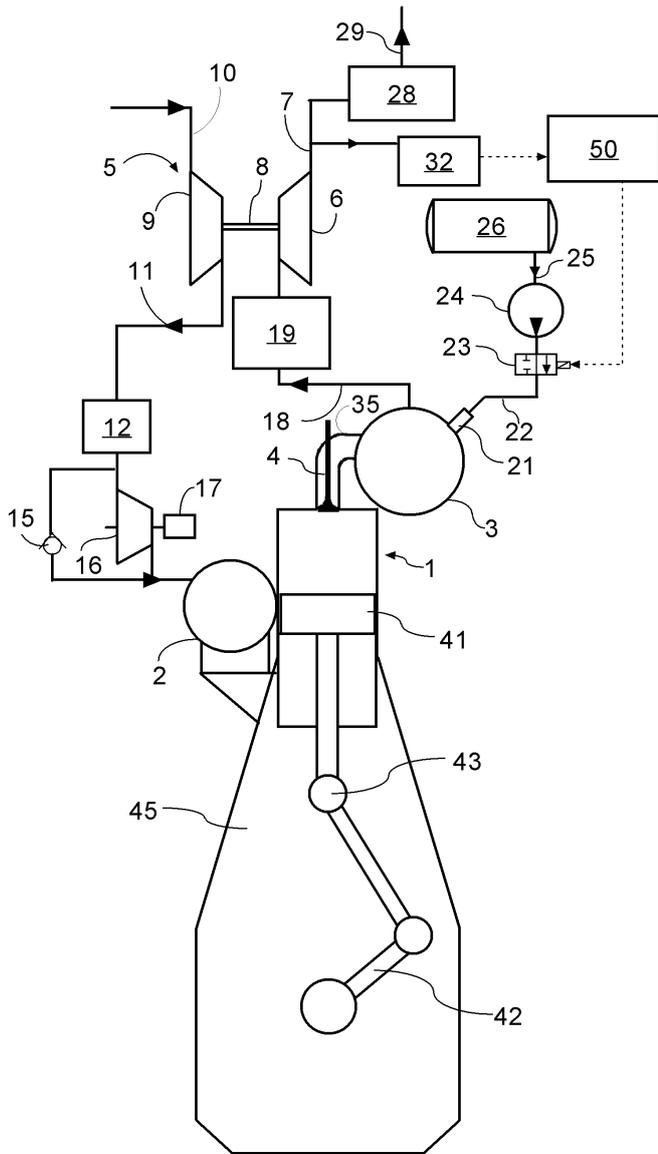
도면1



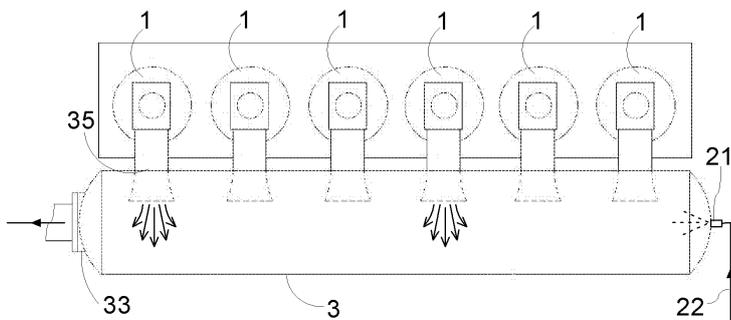
도면2



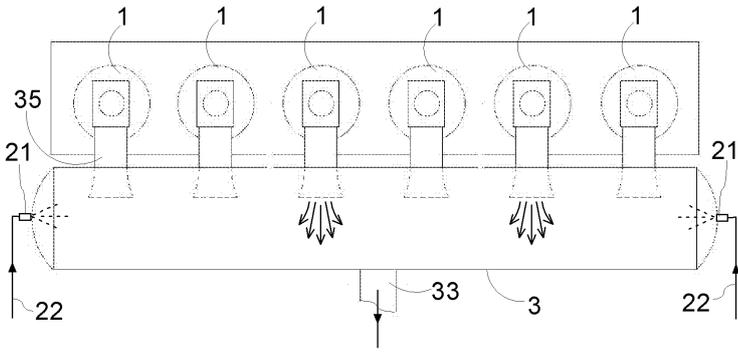
도면3



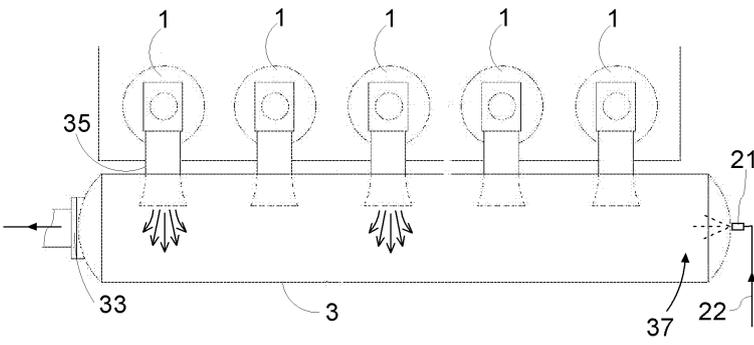
도면4



도면5



도면6



도면7

