



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0075845
(43) 공개일자 2019년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01N 3/025 (2006.01) F01N 13/00 (2010.01)
F01N 3/10 (2006.01) F01N 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F01N 3/025 (2013.01)
F01N 13/008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0166039
(22) 출원일자 2018년12월20일
심사청구일자 2018년12월20일
(30) 우선권주장
10 2017 130 886.5 2017년12월21일 독일(DE)

(71) 출원인
폭스바겐 악티엔 게젤샤프트
독일 38440 볼프스부르크 베를리네르 링 2
(72) 발명자
파우크너 슈테판
독일 38442 볼프스부르크 헤어만-뤼스-백 6
바론 폰 시어먼-린텐스테르나 팔크-크리스티안
독일 38124 브라운슈바이크 헬레네-앵엘브레히트-슈
트라쎄 21
(74) 대리인
양영준

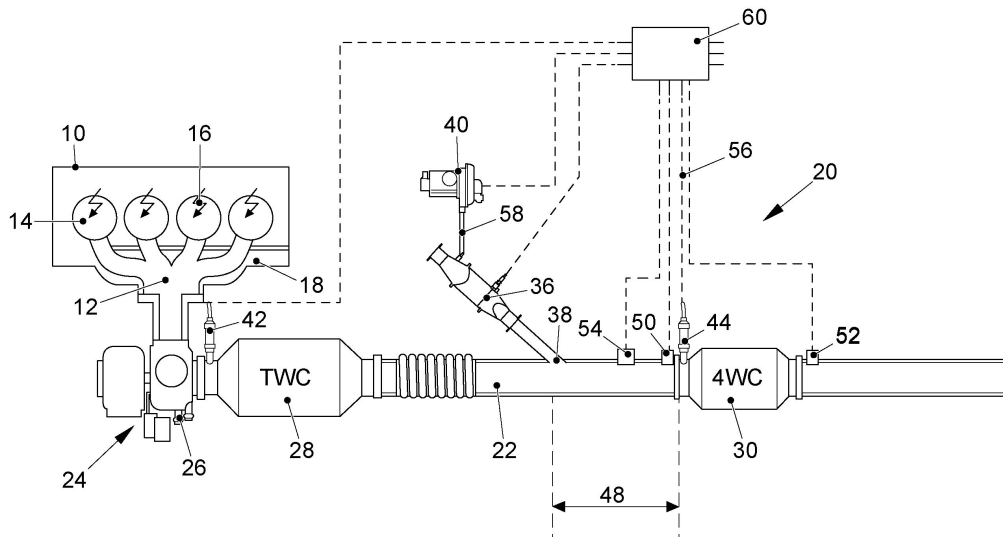
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 내연기관의 배기가스 후처리 시스템 및 배기가스 후처리 방법

(57) 요약

본 발명은 내연기관(10), 특히 점화 플러그들(16)에 의해 외부 점화되는 오토 엔진(10)을 위한 배기가스 후처리 시스템에 관한 것이다. 이 경우, 내연기관(10)의 배기구(12)와 연결된 배기 시스템(20) 내에 하나의 사원 촉매 컨버터(30, 32) 및 적어도 하나의 삼원 촉매 컨버터(28, 34)가 배치된다. 이 경우, 배기 시스템(20)의 배기가스 덕트(22)에 배기가스 버너(36)가 제공되며, 이 배기가스 버너에 의해 사원 촉매 컨버터(30)의 직상류에서 고온 배기가스가 배기 시스템(20) 내로 유입될 수 있다. 배기가스 버너(36)는 이차 공기 펌프(40)를 통해 신선 공기를 공급받는다. 또한, 본 발명은, 상기 배기가스 후처리 시스템을 이용한 내연기관(10)의 배기가스 후처리를 위한 방법에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

F01N 13/0093 (2015.01)

F01N 3/101 (2013.01)

F01N 9/002 (2013.01)

F01N 2240/14 (2013.01)

F01N 2560/025 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

내연기관(10)의 배기구(12)와 연결될 수 있는 배기 시스템(20)을 포함하는, 내연기관(10)용 배기가스 후처리 시스템으로서, 배기 시스템(20)은 배기가스 덕트(22)를 포함하며, 이 배기가스 덕트 내에는 적어도 하나의 삼원 촉매 컨버터(28, 34) 및 하나의 사원 촉매 컨버터(30, 32)가 배치되는, 내연기관용 배기가스 후처리 시스템에 있어서,

사원 촉매 컨버터(30, 32)의 직상류에 유입 지점(38)이 제공되며, 유입 지점에서는 상기 사원 촉매 컨버터(30, 32)의 가열을 위해 배기가스 후처리 시스템의 배기가스 버너(36)의 고온 배기가스가 상기 배기 시스템(20) 내로 유입될 수 있는 것을 특징으로 하는, 내연기관용 배기가스 후처리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 엔진 근처의 제1 삼원 촉매 컨버터(28)가 제공되고, 상기 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터(28)의 하류에는 사원 촉매 컨버터(30)가 제공되며, 유입 지점(38)은 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터(28)의 하류 및 사원 촉매 컨버터(30)의 상류에 형성되는 것을 특징으로 하는, 내연기관용 배기가스 후처리 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 배기 시스템(20) 내에서 사원 촉매 컨버터(30)의 하류에 추가 삼원 촉매 컨버터(34)가 배치되는 것을 특징으로 하는, 내연기관용 배기가스 후처리 시스템.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서, 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터(28)의 상류에 제1 람다 프로브(42)가 배치되고, 사원 촉매 컨버터(30)의 직상류에는 제2 람다 프로브(44)가 배치되는 것을 특징으로 하는, 내연기관용 배기가스 후처리 시스템.

청구항 5

제2항 또는 제3항에 있어서, 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터(28)의 상류에 제1 람다 프로브(42)가 배치되고, 사원 촉매 컨버터(30)의 하류에 제2 람다 프로브(44)가 배치되는 것을 특징으로 하는, 내연기관용 배기가스 후처리 시스템.

청구항 6

제2항 또는 제3항에 있어서, 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터(28)의 상류에 제1 람다 프로브(42)가 배치되고, 사원 촉매 컨버터(30)의 직상류에 제2 람다 프로브(44)가 배치되며, 사원 촉매 컨버터(30)의 하류에 제3 람다 프로브(46)가 배치되는 것을 특징으로 하는, 내연기관용 배기가스 후처리 시스템.

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 유입 지점(38)과 사원 촉매 컨버터(30, 32) 사이에 최소 30cm의 길이 갖는 혼합 구간이 형성되는 것을 특징으로 하는, 내연기관용 배기가스 후처리 시스템.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 배기가스 후처리 시스템을 이용한, 내연기관(10)의 배기가스 후처리를 위한 방법에 있어서,

- 배기가스 버너(36)의 고온 버너 가스를 유입시켜 사원 촉매 컨버터(30)를 재생 온도(T_R)로 가열하는 단계로서, 상기 사원 촉매 컨버터(30)의 하류 또는 제2 삼원 촉매 컨버터(34)의 하류에서 화학량론적 배기가스가 조정되게 하는 단계;

- 배기가스 버너(36)를 작동 중단하고 사원 촉매 컨버터(30)의 상류에 이차 공기를 취입하는 단계로서, 사원 촉매 컨버터(30) 내에 체류된 그을음이 과산화량론적 배기가스($\lambda > 1$)를 통해 산화되는 단계; 및
- 아산화량론적 연소 공기비($\lambda < 1$)로 내연기관(10)을 작동시키는 단계로서, 이차 공기의 취입 단계 동안 사원 촉매 컨버터(30)의 산소 저장부(OSC) 내에 저장된 산소가 적어도 실질적으로 완전 배출되는 단계;를 포함하는, 내연기관의 배기가스 후처리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 재생 단계에서 배기가스/공기비 및 이차 공기로 이루어진 혼합 람다(λ_{VT})는 $1.05 < \lambda_{VT} < 1.2$ 인 것을 특징으로 하는, 내연기관의 배기가스 후처리 방법.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 배기가스 버너(36)의 각각의 능동적 가열 단계 후에, 상기 사원 촉매 컨버터(30, 32)의 재생 단계가 개시되는 것을 특징으로 하는, 내연기관의 배기가스 후처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 특허 독립 청구항들의 전제부들에 따른 내연기관용 배기가스 후처리 시스템 및 내연기관의 배기가스 후처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 배출가스 규제법의 지속적인 강화는, 차량 제조업체들에 대해 엔진 미연 배출량의 감소를 위한 상응하는 조치들 및 상응하는 배기가스 후처리를 통해 해결될 까다로운 요구를 제기한다. 입법 단계 EU6의 도입과 함께, 오토 엔진의 경우 많은 사례에서 오토 미립자 필터의 사용을 필요로 하는 미립자 수 한계값이 요구되고 있다. 상기 그을음 입자들(soot particle)은, 특히 내연기관의 콜드 스타트(cold start) 이후, 콜드 스타트 동안 과산화량론적 연소 공기비와 불완전한 연소의 조합 및 저온 실린더 벽부들로 인해 발생한다. 따라서, 콜드 스타트 단계는 법적으로 요구되는 입자 한계값들의 준수를 위해 중요하다. 주행 작동 중에, 상기 오토 미립자 필터는 계속하여 그을음으로 포집된다. 배기가스 배압이 너무 강하게 상승하지 않도록 하기 위해, 상기 오토 미립자 필터는 지속적으로 또는 주기적으로 재생되어야 한다. 배기가스 배압의 상승은 내연기관의 초과 연료 소모량; 출력 손실; 그리고 점화 실화까지 이르는 정숙 주행성의 저하;를 야기할 수 있다. 산소를 이용하여 오토 미립자 필터 내에 체류(retain)된 그을음의 열적 산화를 수행하기 위해, 오토 엔진의 배기 시스템 내 산소의 존재와 동시에 충분히 높은 온도 레벨이 필요하다. 이를 위해, 최근의 오토 엔진들은 보통 산소 과잉 없이 화학량론적 연소 공기비($\lambda=1$)로 작동되기 때문에, 추가적인 조치들이 필요하다. 이를 위해, 조치들로서는 예컨대 점화 타이밍 조정(ignition timing adjustment)을 통한 온도 상승, 오토 엔진의 일시적인 희박 연소 조정(lean-burn adjustment), 배기 시스템 내로의 이차 공기의 취입, 또는 이들 조치들의 조합이 고려된다. 종래에는 바람직하게 오토 엔진의 희박연소 조정과 결합하여 지각 방향으로의 점화 타이밍 조정이 적용되었는데, 그 이유는 이런 방법이 추가 부품들 없이도 오토 엔진의 대부분의 작동점에서 충분한 산소량을 공급할 수 있기 때문이다.

[0003] 오토 엔진에서의 우수한 효율로 인해, 언더바디 위치에서 미립자 필터의 재생은 특정 작동 상황들에서 불가능함에 따라, 언더바디 위치에서 미립자 필터의 재생은 특수 주행 주기들을 필요로 한다. 미립자 필터의 엔진 근처 포지셔닝이 바람직한데, 그 이유는 그 결과로 미립자 필터에서 상대적으로 더 높은 배기가스 온도가 존재하고 재생 온도로의 가열이 용이해지기 때문이다. 삼원 촉매 작용 코팅층을 포함하는 삼원 촉매 컨버터들, 소위 사원 촉매 컨버터들의 경우 또 다른 문제는, 코팅층에 강력한 노후화 현상이 나타날 수 있음으로써, 기상 유해물질의 변환을 위해 엔진 근처 위치에서 추가적인 삼원 촉매 컨버터가 필요할 수 있다는 사실이다.

[0004] DE 10 2008 036 127 A1호로부터는, 자체의 배기가스 덕트 내에 미립자 필터 및 삼원 촉매 컨버터가 배치되어 있는 내연기관의 배기가스 후처리를 위한 방법이 공지되어 있다. 이 경우, 미립자 필터는 배기가스 후처리부의 제1 구성요소로서 내연기관의 배기구의 하류에 배치된다. 미립자 필터의 하류에는 삼원 촉매 컨버터가 배치된다. 이 경우, 배기가스 내의 산소 함유량은 미립자 필터의 재생을 위한 삼원 촉매 컨버터의 람다 페루프 제어를 통해 증가된다.

[0005] DE 10 2010 046 747 A1호는 오토 엔진을 위한 배기가스 후처리 시스템, 그리고 배기가스 후처리를 위한 방법을 개시하고 있다. 이 경우, 삼원 촉매 컨버터의 하류에 미립자 필터가 배치되며, 미립자 필터 내에 체류된 그을음 입자의 재생을 위해, 삼원 촉매 컨버터의 하류 및 미립자 필터의 상류에서 신선 공기를 배기 시스템 내로 불어넣는 이차 공기 시스템이 제공될 수 있다.

[0006] DE 10 2015 212 514 A1호로부터는, 배기가스 덕트를 관류하는 배기가스의 유동 방향으로 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터가 배치되고 이 삼원 촉매 컨버터의 하류에 미립자 필터가 배치되어 있는 내연기관의 배기가스 후처리를 위한 방법 및 장치가 공지되어 있으며, 이 경우 미립자 필터의 재생을 위해 신선 공기가 배기가스 터보차저의 압축기의 하류에서 흡기 시스템에서 인출되며, 그리고 삼원 촉매 컨버터의 하류에서, 그리고 미립자 필터의 상류에서 배기가스 덕트로 공급된다.

[0007] 그러나 공지된 해결책들에서 단점은, 내연기관의 저부하 주기들 중에는 종래 기술로부터 공지된 방법을 이용하여 자동차의 언더바디 위치에 있는 미립자 필터를 재생하는 것이 불가능하다는 점에 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 과제는, 주행 프로파일과 무관한 사원 촉매 컨버터의 부분 재생을 가능하게 하고 재생 동안 이차 배출(secondary emission)을 방지하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제는, 본 발명에 따라서, 내연기관의 배기구와 연결되어 있는 배기 시스템을 포함하는 내연기관용 배기가스 후처리 시스템을 통해 해결된다. 이 경우, 배기 시스템은 배기가스 덕트를 포함하며, 이 배기가스 덕트 내에는 적어도 하나의 삼원 촉매 컨버터와 하나의 사원 촉매 컨버터가 배치된다. 또한, 배기가스 후처리 시스템은 이차 공기 펌프 및 배기가스 버너를 추가로 포함하며, 이때 사원 촉매 컨버터의 직상류에 유입 지점이 제공되고, 이 유입 지점에서는 배기가스 후처리 시스템의 배기가스 버너의 고온 배기가스가 배기 시스템 내로 유입될 수 있다. 이와 관련하여, 사원 촉매 컨버터의 직상류에 유입 지점이 배치된다는 것은, 유입 지점과 사원 촉매 컨버터 사이에 배기가스 후처리를 위한 추가 촉매 작용 구성요소가 배치되지 않음을 의미한다. 그러나 유입 지점과 사원 촉매 컨버터 사이에, 배기가스 버너의 고온 배기가스가 사원 촉매 컨버터 내로의 유입 전에 내연기관의 배기가스와 혼합될 수 있는 혼합 구간이 형성될 수 있다. 배기가스 버너를 통해서는, 높은 에너지량이 배기 시스템 내로 유입될 수 있으며, 그럼으로써 사원 촉매 컨버터는 재생 요구 직후에 자신의 재생 온도로 가열될 수 있게 된다. 또한, 배기가스 버너는 콜드 스타트 시, 사원 촉매 컨버터가 콜드 스타트 직후에 자신의 활성 온도(Light-Off temperature)에 도달함에 따라 유해물질들의 효율적인 변환을 가능하게 하도록, 사원 촉매 컨버터들을 가열하기 위해 이용될 수 있다. 내연기관은 바람직하게는 오토 원리에 따라 점화 플러그들에 의해 외부 점화되는 내연기관으로서 구현된다.

[0010] 종속 청구항들에 제시되는 특징들을 통해, 내연기관을 위한 본 발명에 따른 배기가스 후처리 시스템의 바람직한 개선예들 및 개량예들이 가능하다.

[0011] 본 발명의 한 바람직한 실시예에서, 배기 시스템 내에 엔진 근처의 제1 삼원 촉매 컨버터가 배치되고, 이 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터의 하류에 사원 촉매 컨버터가 배치되며, 유입 지점은 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터의 하류 및 사원 촉매 컨버터의 상류에 형성된다. 이와 관련하여, 삼원 촉매 컨버터의 엔진 근처 배치는, 내연기관의 배기구에서부터 80cm 미만, 특히 50cm 미만, 특히 바람직하게는 35cm 미만의 배기가스 이동 거리를 갖는 배기가스 후처리 구성요소들의 배치를 의미한다. 그 결과, 특히 내연기관의 콜드 스타트 후에 삼원 촉매 컨버터의 가열 촉진이가 가능하다. 삼원 촉매 컨버터가 엔진 근처에 배치됨으로써, 배기가스 덕트의 벽부들을 통해 폐열이 덜 소실되며, 그럼으로써 삼원 촉매 컨버터는 내연기관의 콜드 스타트 후 비교적 일찍 자신의 활성 온도에 도달하게 된다. 특히 언더바디 위치에 있는 미립자 필터들 또는 사원 촉매 컨버터들의 경우 그을음의 산화를 위해 요구되는 재생 온도가 저부하 주행 주기들에서는 도달되지 않기 때문에, 상기 배치구조들의 경우, 내연기관의 배기가스와 무관하게 가열 가능성을 제공하기 위해 사원 촉매 컨버터 또는 미립자 필터의 상류에 배기가스 버너를 배치하는 것이 특히 바람직하다. 또한, 배기가스 버너를 통한 온도 조절을 통해 효과적인 부품 보호가 실현될 수 있는데, 그 이유는 언더바디 위치에서 일반적으로 더 낮은 온도로 인해 사원 촉매 컨버터 또는 미립자 필터에서 통제되지 않은 그을음 연소의 위험이 방지되기 때문이다. 그에 따라, 사원 촉매 컨버터 또는 미립자 필터의 열적 손상의 위험은 효과적으로 감소될 수 있다.

- [0012] 한 바람직한 실시예에서, 사원 촉매 컨버터의 하류에는 추가 삼원 촉매 컨버터가 배치된다. 삼원 촉매 컨버터를 통해, 사원 촉매 컨버터에서 그을음의 산화 시 이차 배출 또는 램다 페루프 제어에서 제어 편차로 인한 배출이 배제될 수 있으며, 그럼으로써 배출량의 추가 감소가 가능해진다.
- [0013] 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서, 배기가스 덕트 내에서 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터의 상류에 제1 램다 프로브가 배치되고, 사원 촉매 컨버터의 직상류에 제2 램다 프로브가 배치된다. 그 결과, 하나의 램다 프로브 쌍에 의해, 내연기관의 램다 페루프 제어뿐만 아니라 배기가스 버너의 페루프 제어도 수행될 수 있다. 이 경우, 배기가스 버너의 유출구에서부터 제2 램다 프로브까지 짧은 가스 이동 시간이 바람직하며, 그럼으로써 배기가스 버너의 연소 공기비의 매우 신속한 페루프 제어가 가능하다. 이 경우, 제1 램다 프로브는, 바람직하게는 배기가스 내의 산소 함유량에 대한 정량적 진술을 가능하게 하기 위해, 광대역 램다 프로브로서 구현된다. 제2 램다 프로브는, 비용을 감소시키고 그에 따라 배기가스 내의 산소 과량에 대한 정량적 진술을 제공하기 위해, 이산 레벨 램다 프로브로서 구현된다. 그 대안으로, 제2 램다 프로브도, 배기가스 버너의 연소 공기비의 정량적 페루프 제어를 가능하게 하기 위해, 광대역 프로브로서 구현될 수 있다.
- [0014] 그 대안으로, 바람직하게는, 엔진 근처의 제1 삼원 촉매 컨버터의 상류에 제1 램다 프로브가 배치되고, 사원 촉매 컨버터의 하류에는 제2 램다 프로브가 배치된다. 본 변형예는, 버너 가스 및 내연기관의 배기가스의 더 적합한 가스 혼합이 이루어지고 내연기관의 배기관 배출량의 평가가 가능하다는 장점을 갖는다.
- [0015] 매우 바람직한 한 실시 변형예에서는, 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터의 상류에 제1 램다 프로브가 배치되고, 사원 촉매 컨버터의 직상류에 제2 램다 프로브가 배치되며, 사원 촉매 컨버터의 하류에 제3 램다 프로브가 배치된다. 본 실시예는, 배기가스 후처리 시스템의 비용 및 복잡성이 극미하게 높아진 조건에서 전술한 두 실시예의 장점들을 통합한다.
- [0016] 한 바람직한 실시예에서, 바람직하게는, 유입 지점과 사원 촉매 컨버터 사이에 최소 30cm, 바람직하게는 최소 50cm의 길이를 갖는 혼합 구간이 형성된다. 그 결과, 사원 촉매 컨버터 내로의 유입 전에 배기가스 버너 및 내연기관의 배기가스의 더 나은 혼합이 가능해지며, 그럼으로써 배기가스 후처리를 위한 개선된 램다 페루프 제어가 가능해지게 된다. 그 결과, 배출량은 추가로 감소될 수 있다.
- [0017] 배기가스 후처리 시스템의 한 바람직한 구현예에서, 이차 공기 펌프는 공기 라인을 통해 배기가스 버너와 연결된다. 그에 따라, 배기가스 버너의 연소 공기비가 조정될 수 있고, 그에 상응하게 배기가스 버너에서 더 깨끗하고 배출이 적은 연소가 보장될 수 있다. 또한, 이차 공기 펌프는, 배기가스 버너로 향하는 연료 가스 공급이 비활성화되어 있는, 사원 촉매 컨버터 또는 미립자 필터의 재생 단계들에서, 사원 촉매 컨버터 내에 또는 미립자 필터 내에 체류된 그을음의 산화를 위해 필요한 산소를 유입 지점에서 배기가스 덕트 내로 유입시킬 수 있다. 이는, 배기가스 덕트 상에 단 하나의 유입 지점만 제공하면 된다는 장점을 갖는다. 그 대안으로, 이차 공기 펌프는 제2 공기 라인을 통해서도, 사원 촉매 컨버터의 상류에서 배기가스 덕트와 직접 연결될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 한 바람직한, 그리고 유리한 실시예에 따라, 배기가스 버너는 가변 연소 공기비로 작동될 수 있다. 그 결과, 배기가스 버너는, 내연기관의 콜드 스타트 단계에서 램다 변동, 특히 아화학량론적 램다 모드를 보상할 수 있고 그에 따라 배기가스 버너의 고온 버너 가스를 위한 유입 지점의 하류에서 화학량론적 배기가스를 제공할 수 있다.
- [0019] 이 경우, 특히 바람직하게는, 배기가스 버너의 유입 지점의 하류에서 화학량론적 배기가스가 조정된다. 화학량론적 배기가스를 통해, 유입 지점의 하류에 위치하는 삼원 촉매 컨버터 또는 사원 촉매 컨버터에서 매우 효율적인 배기가스 후처리가 가능하다.
- [0020] 본 발명에 따라, 본 발명에 따른 배기가스 후처리 시스템을 이용하여 내연기관, 특히 오토 원리에 따라 점화 플러그들에 의해 외부 점화되는 내연기관의 배기가스 후처리를 위한 방법이 제안되며, 상기 방법은 하기 단계들을 포함한다.
- [0021] - 배기가스 버너의 고온 버너 가스를 유입시켜 사원 촉매 컨버터를 재생 온도로 가열하는 단계로서, 상기 사원 촉매 컨버터의 하류 또는 제2 삼원 촉매 컨버터의 하류에서 화학량론적 배기가스가 조정되게 하는 단계;
- [0022] - 배기가스 버너를 작동 중단하고 사원 촉매 컨버터의 상류에 이차 공기를 취입하는 단계로서, 사원 촉매 컨버터 내에 체류된 그을음이 과화학량론적 배기가스를 통해 산화되는 단계; 및
- [0023] - 아화학량론적 연소 공기비로 내연기관을 작동시키는 단계로서, 이차 공기의 취입 단계 동안 사원 촉매 컨버터의 산소 저장부 내에 저장된 산소가 적어도 실질적으로 완전 배출되는 단계.

- [0024] 산소 저장부의 적어도 실질적인 소기는, 최대 산소량이 저장 용량의 최대 25%, 특히 최대 15%, 특히 바람직하게는 최대 10%일 경우를 의미한다.
- [0025] 본 발명에 따른 방법을 통해, 사원 촉매 컨버터의 재생은, 특히 자동차의 언더바디 위치에 배치되는 경우, 실질적으로 내연기관의 부하 상태와 무관하게, 그리고 사원 촉매 컨버터의 포집 상태와 무관하게 가능하다. 이 경우, 사원 촉매 컨버터가 배기가스 버너에 의해 가열되는 콜드 스타트 시마다, 상기 가열 단계에 이어서 사원 촉매 컨버터의 부분 재생이 수행된다. 그에 따라, 사원 촉매 컨버터는, 엔진 내부에서의 조치들로만으로 재생이 불가능할 경우, 예컨대 도심 교통 또는 근거리 운행에서처럼 전형적인 저부하 운송 동안에도 부분 재생될 수 있다. 또한, 내연기관의 배출량은 미립자 필터 또는 사원 촉매 컨버터의 재생 동안에도 효과적으로 감소될 수 있는데, 그 이유는 배기가스 정화가 삼원 촉매 컨버터를 통해 수행되고, 이차 공기 취입 동안 버너의 작동이 중단되어 있음으로써 사원 촉매 컨버터의 재생 시 이차 배출이 최소화되기 때문이다. 재생 단계에 이어지는 내연기관의 아화학량론적 작동을 통해, 사원 촉매 컨버터에 의한 회박 파괴(lean breakthrough)가 발생하지 않고, 그에 따라 환원될 배기가스 성분들, 특히 질소산화물이 더 이상 변환될 수 없게 되는 점이 보장된다. 이 경우, 바람직하게는, 한편으로 산소 저장부를 비우기 위해 충분히 많은 미연소 탄화수소를 공급하고, 다른 한편으로는 이차 배출의 증가를 방지하기 위해, 내연기관이 아화학량론적 작동의 단계에서 $0.9 < \lambda < 0.98$ 의 연소 공기비로 작동된다.
- [0026] 배기가스 후처리를 위한 방법의 한 바람직한 실시예에서, 재생 단계에서 내연기관의 배기가스/공기비와 취입된 이차 공기비로 이루어진 혼합 람다는 1.05와 1.2 사이이다. 그 결과, 한편으로 통제되지 않은 그을음 연소를 통한 사원 촉매 컨버터의 열적 손상이 방지되고, 다른 한편으로 이차 공기 취입이 사원 촉매 컨버터의 너무 강한 냉각을 야기하지 않음으로써, 재생이 너무 일찍 중단되지 않게 된다.
- [0027] 본원의 방법의 바람직한 실시예에서, 사원 촉매 컨버터가 배기가스 버너를 통해 가열되는, 사원 촉매 컨버터의 각각의 능동적 가열 단계 후에, 사원 촉매 컨버터의 재생 단계가 개시된다. 그 결과, 경우에 따라, 사원 촉매 컨버터에 걸친 차압 측정을 위한 압력 센서들이 생략될 수 있는데, 그 이유는 각각의 능동적 가열 단계에서 사원 촉매 컨버터의 부분 재생이 실행될 때, 포집 모델 또는 차압 측정에 따른 재생이 불필요하기 때문이다.
- [0028] 본 출원에서 언급되는 여러 실시예는, 개개의 경우에서 다르게 명시되지 않는 한, 바람직하게 서로 조합될 수 있다.
- [0029] 본 발명은 하기의 실시예들에서 관련 도면들에 기초하여 설명된다. 이 경우, 동일한 부품들 또는 동일한 기능을 갖는 부품들은 상이한 도면들에서 동일한 도면부호들로 표시되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명에 따른 배기가스 후처리 시스템을 포함하는 내연기관의 제1 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 배기가스 후처리 시스템을 포함하는 내연기관의 제2 실시예를 도시한 도면이며, 배기가스 후처리 시스템은 추가로 언더바디 위치에서 사원 촉매 컨버터의 하류에 추가 삼원 촉매 컨버터를 포함한다.
- 도 3은 엔진 근처 사원 촉매 컨버터 및 이 사원 촉매 컨버터의 하류에 연결된 삼원 촉매 컨버터를 구비한 본 발명에 따른 배기가스 후처리 시스템을 포함하는 내연기관의 제3 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 4는 배기가스 후처리를 위한 본 발명에 따른 방법의 수행 시, 배기 시스템 내의 온도 특성곡선 및 배기가스/공기비가 도시되어 있는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 도 1에는, 그 배기구(12)가 배기 시스템(20)과 연결되어 있는 내연기관(10)의 개략도가 도시되어 있다. 내연기관(10)은, 점화 플러그들(16)에 의해 외부 점화되는 오토 엔진으로서 구현되며, 복수의 연소실(14)을 포함한다. 내연기관(10)은 바람직하게는 배기가스 터보차저(24)에 의해 과급되는 내연기관(10)으로서 구현되며, 배기가스 터보차저(24)의 터빈(26)은 배기구(12)의 하류에, 그리고 제1 배출 감소 배기가스 후처리 구성요소의 상류에, 특히 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터(28)의 상류에 배치된다. 배기 시스템(20)은 배기가스 덕트(22)를 포함하며, 이 배기가스 덕트 내에서 배기가스 덕트(22)를 관류하는 배기가스의 유동 방향으로 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터(28)가 배치되고, 이 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터(28)의 하류에 사원 촉매 컨버터(30)가 배치된다. 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터(28)는 내연기관(10)의 배기구(12)에서부터 80cm 미만의 배기가스 이동 거리, 특히 50cm 미만의 배기가스 이동 거리만큼 이격되어 배치된다. 사원 촉매 컨버터(30)는 바람직하게 자동차의 언더바디

위치에, 그리고 그에 따라 엔진에서 멀리 떨어진 위치에, 다시 말하면 내연기관(10)의 배기구(12)에서부터 100 cm를 초과하는 배기가스 이동 거리만큼 이격되어 배치된다. 엔진 근처의 제1 삼원 촉매 컨버터(28)의 하류에, 그리고 사원 촉매 컨버터(30)의 상류에 배기가스 버너(36)의 고온 배기가스용 유입 지점(38)이 제공되며, 상기 고온 배기가스를 통해 유입 지점(38)의 하류에 배치된 사원 촉매 컨버터(30)가 내연기관(10)의 작동 상황과 무관하게 가열될 수 있다. 유입 지점(38)이 사원 촉매 컨버터(30)로부터 이격되어 있음으로써, 유입 지점(38)과 사원 촉매 컨버터(30)의 유입구 사이에, 고온 버너 가스가 내연기관(10)의 배기가스와 혼합되는 혼합 구간(48)이 형성된다.

[0032] 배기 시스템(20) 내에는 추가로 또 다른 촉매 컨버터들, 특히 추가 삼원 촉매 컨버터(34), NOx 트랩 촉매 컨버터 또는 질소산화물의 선택적 촉매 환원을 위한 촉매 컨버터가 배치될 수 있다. 제1 삼원 촉매 컨버터(28)의 상류에서 배기가스 덕트(22) 내에는 제1 람다 프로브(42)가 배치되며, 이 제1 람다 프로브에 의해 배기구(12)의 하류에서, 그리고 제1 배기가스 후처리 구성요소, 다시 말해 엔진 근처의 제1 삼원 촉매 컨버터(28)의 상류에서, 배기가스의 산소 함유량(λ_1)이 검출될 수 있다. 유입 지점(38)의 하류에서, 그리고 사원 촉매 컨버터(30)의 상류에서 배기가스 덕트(22) 내에 제2 람다 프로브(44)가 배치되며, 이 제2 람다 프로브에 의해서는 사원 촉매 컨버터(30)의 직상류에서 배기가스 덕트(28) 내의 산소 함유량(λ_2)이 검출될 수 있다. 제1 람다 프로브(42)는 바람직하게는 광대역 람다 프로브로서 구현되어 제1 신호 라인(56)을 통해 내연기관(10)의 제어 장치(60)와 연결된다. 제2 람다 프로브(44)는 바람직하게는 이산 레벨 프로브로서 구현되어 제2 신호 라인(56)을 통해 제어 장치(60)와 연결된다. 이 경우, 제1 람다 프로브(42)와 제2 람다 프로브(44)는 하나의 센서 어셈블리를 형성하며, 이 센서 어셈블리에 의해 내연기관(10) 및 배기가스 버너(36)의 연소 공기비(λ)가 페루프 모드로 제어될 수 있다. 추가로, 센서 어셈블리를 통해 제1 삼원 촉매 컨버터(28)의 온보드 진단이 수행될 수 있다.

[0033] 이차 공기 펌프(40)는 이차 공기 라인(58)을 통해 배기가스 버너(36)와 연결된다. 이차 공기 라인(58) 내에는, 배기가스 버너(36)로 향하는 공기 공급을 구현하고 저지할 수 있는 이차 공기 밸브가 배치될 수 있다. 또한, 사원 촉매 컨버터(30)의 상류 및 하류에 압력 센서들(50, 52)이 제공되며, 이 압력 센서들에 의해 사원 촉매 컨버터(30)의 담지 상태의 검출을 위해 사원 촉매 컨버터(30)에 걸친 차압 측정이 수행될 수 있다. 또한, 압력 센서들(50, 52)을 통해, 사원 촉매 컨버터(30)의 온보드 진단이 수행될 수 있다. 이차 공기 펌프(40)는 추가로 또 다른 이차 공기 라인을 통해 배기가스 덕트(22) 상의 추가 유입 지점과 연결될 수 있으며, 그럼으로써 이차 공기는 배기가스 버너(36)와 무관하게 배기가스 덕트(22) 내로 유입될 수 있다. 또한, 배기 시스템(20) 내에는, 내연기관(10) 및/또는 배기가스 버너(36)의 연소를 개루프 모드로 제어하기 위해, 또 다른 추가 센서들, 특히 온도 센서(54) 또는 NOx 센서가 배치될 수 있다.

[0034] 본원의 배기가스 후처리 시스템의 일 변형예에서, 제2 람다 프로브(44)는 사원 촉매 컨버터(30)의 하류에 배치되며, 그럼으로써 사원 촉매 컨버터(30) 하류의 배기가스/공기비가 검출될 수 있게 된다. 본 변형예의 장점은, 버너 가스와 내연기관(10)의 배기가스의 더 나은 가스 혼합이 수행되고 배기관 람다 값의 평가가 가능하다는 점에 있다. 그러나 본 변형예에서는, 신호가 사원 촉매 컨버터(30)의 산소 저장 능력에 의해 증가된 관성을 가지며, 람다 페루프 제어의 각각의 제어 편차는 직접적으로 배기관 배출량의 증가를 야기한다는 단점이 있다.

[0035] 본원의 배기가스 후처리 시스템의 또 다른 변형예에서, 제2 람다 프로브(44)는 사원 촉매 컨버터(30)의 직상류에 제공되고, 제3 람다 프로브(46)는 사원 촉매 컨버터(30)의 하류에 제공된다. 본 변형예는, 전술한 두 변형예의 장점들이 서로 조합될 수 있다는 장점을 갖는다. 그러나, 추가 람다 프로브를 통해 페루프 제어의 복잡성 및 비용이 증가한다는 단점이 있다.

[0036] 도 2에는, 본 발명에 따른 배기가스 후처리 시스템을 포함하는 내연기관(10)의 또 다른 실시예가 도시되어 있다. 구성이 도 1에 대해 상술된 것과 실질적으로 동일한 조건에서, 배기가스 덕트(22) 내에서 사원 촉매 컨버터(30)의 하류에 추가 삼원 촉매 컨버터(34)가 배치된다. 그 결과, 배기가스 버너(36)의 작동 동안 화학량론적 배기관 배기가스의 목표는 상대적으로 더 용이하게 달성될 수 있는데, 그 이유는 산소 저장부를 포함한 추가 부품이 제공되어 있기 때문이다. 그에 따라, 사원 촉매 컨버터(30)를 통한 람다 파과(lambda breakthrough)는 사원 촉매 컨버터(30)의 하류에 배치된 삼원 촉매 컨버터(34)의 산소 저장 능력에 의해 보상될 수 있다. 이는 배기관 배출량의 추가 개선을 달성한다.

[0037] 도 3에는, 본 발명에 따른 내연기관(10)의 또 다른 실시예가 도시되어 있다. 구성이 도 1 및 도 2에 대해 상술된 것과 실질적으로 동일한 조건에서, 언더바디 위치에 있는 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터(28) 및 사원 촉매 컨버터(30) 대신, 엔진 근처 사원 촉매 컨버터(32) 및 이 엔진 근처 사원 촉매 컨버터(32)의 하류에 연결된 삼원

촉매 컨버터(34)가 자동차의 언더바디 위치에 배치된다. 본 실시예는, 사원 촉매 컨버터(32)에서 신속한 활성화(Light-Off)가 달성된다는 장점을 갖는다. 그러나 그런 다음 이차 공기 취입을 통한 과화학량론적 배기가스를 이용한 린번 단계는, 삼원 촉매 컨버터(34) 상의 산소 저장부(OSC)가, 삼원 촉매 컨버터(34)를 통한 희박 과과를 방지하기 위해, 충분히 산소 과량을 수용하게 될 때까지만 진행되면 된다. 그에 따라, 환원 대상 배기가스 성분들, 특히 질소산화물 배출량의 증가는 방지될 수 있다. 그러나 상기 해결책에서는, 린번 단계의 지속이 삼원 촉매 컨버터(34)의 산소 저장 능력에 의해 제한된다는 단점이 있다. 또한, 엔진 근처 사원 촉매 컨버터(32)의 내구성도 제한된다.

[0038] 도 4에는, 배기가스 후처리를 위한 본 발명에 따른 방법 동안 사원 촉매 컨버터(30) 상류의 온도 특성곡선이 도시되어 있다. 또한, 도 4에는, 배기가스 후처리 시스템(λ_E)의 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터(28)(λ_{VT})의 상류 및 그 최종 촉매 작용 부품(30, 34)의 하류의 배기가스/공기비(λ)가 도시되어 있다. 이 경우, 내연기관(10)은 제1 방법 단계(<100>)에서 엔진 시동 시(S)부터 내연기관(10)의 폐열에 의해, 그리고 이에 병행하여 배기가스 버너(36)를 통해 가열된다. 내연기관(10)은 상기 방법 단계(<100>)에서 화학량론적 연소 공기비($\lambda = 1$)로 작동되며, 최종 촉매 작용 배기가스 후처리 구성요소(30, 34)의 하류에서의 화학량론적 배기가스 공기비(λ_E)로 조정된다. 이 가열 단계는, 사원 촉매 컨버터(30)가 사원 촉매 컨버터(30) 내에 체류된 그을음의 산화를 위한 재생 온도(T_R)를 초과하는 온도에 도달할 때까지 지속된다. 방법 단계(<110>)에서는, 배기가스 버너(36)가 작동 중단되며, 이차 공기가 사원 촉매 컨버터(30)의 상류에서 배기가스 덕트(22) 내로 취입된다. 이 경우, 이차 공기량은, 화학량론적 엔진 작동 모드에서 그리고 이차 공기 취입 조건에서 혼합 람다가 $1.05 < \lambda_{VT} < 1.2$ 의 범위 이내에 놓이도록 계량된다. 이로써, 미통제 그을음 연소 및 사원 촉매 컨버터(30)의 너무 강한 냉각으로 인한 사원 촉매 컨버터(30)의 열적 손상이 방지된다. 이차 공기 취입은, 사원 촉매 컨버터(30)의 온도가 재생 온도(T_R) 미만으로 내려가고 사원 촉매 컨버터(30)의 부분 재생이 수행될 때까지 지속된다. 방법 단계(<110>)의 종료 시(E1), 이차 공기 취입이 차단된다. 이 시점에 사원 촉매 컨버터의 산소 저장부(OSC)가 완전히 충전되기 때문에, 이차 공기 취입에 이어서 방법 단계(<120>)에서 내연기관(10)은, 산소 저장부(OSC)를 적어도 부분적으로 완전 소기하기 위해, 아화학량론적인 농후 연소 공기비($\lambda < 1$)로 작동된다. 본 방법 단계(<120>)는, 사원 촉매 컨버터(30)를 통한 농후 과과(rich breakthrough)가 발생하기 전에, 시점 E2에서 중단된다. 개루프 제어 가 바람직하게 모델 기반으로 수행됨에 따라, 산소 저장부(OSC)의 최소 5%의 낮은 잔여 포집량이 잔존하고 농후 과과는 방지된다. 이어서, 내연기관(10)은 방법 단계(<130>)에서 화학량론적 연소 공기비($\lambda = 1$)로 작동되며, 배기가스 내에 존재하는 유해물질의 변환은 촉매 컨버터들(28, 30, 32, 34)을 통해 수행된다. 본 발명에 따른 방법은, 바람직하게 사원 촉매 컨버터(30)의 그을음 포집량의 평가 없이, 배기가스 버너(36)의 각각의 가열 단계 후에 수행된다.

[0039] 요약하면, 본 발명에 따른 배기가스 후처리 시스템 및 전술한 본 발명에 따른 방법을 통해, 주행 주기들과 무관하게, 그리고 사원 촉매 컨버터(30)의 포집량과 무관하게, 사원 촉매 컨버터(30)의 부분 재생이 수행될 수 있다. 이 경우, 사원 촉매 컨버터(30)의 재생은 배출 중립적으로 수행되며 이차 배출의 증가를 야기하지 않는다.

부호의 설명

- [0040]
- 10: 내연기관
 - 12: 배기구
 - 14: 연소실
 - 16: 점화 플러그
 - 18: 실린더 헤드
 - 20: 배기 시스템
 - 22: 배기가스 덕트
 - 24: 배기가스 터보차저
 - 26: 터빈

28: 엔진 근처 삼원 촉매 컨버터

30: 사원 촉매 컨버터

32: 엔진 근처 사원 촉매 컨버터

34: 제2 삼원 촉매 컨버터

36: 배기가스 버너

38: 유입 지점

40: 이차 공기 펌프

42: 제1 람다 프로브

44: 제2 람다 프로브

46: 제3 람다 프로브

48: 혼합 구간

50: 제1 압력 센서

52: 제2 압력 센서

54: 온도 센서

56: 신호 라인

58: 공기 라인

60: 제어 장치

<100>: 배기가스 버너의 활성 상태에서 내연기관의 시동 단계

<110>: 사원 촉매 컨버터의 재생 단계

<120>: 사원 촉매 컨버터의 산소 저장부의 소기

<130>: 내연기관의 화학량론적 정상 작동 모드

E1: 이차 공기 취입의 종료

E2: 엔진 농후 조정의 종료

S: 내연기관의 시동

T_{vp}: 사원 촉매 컨버터 상류의 온도

T_R: 사원 촉매 컨버터의 재생 온도

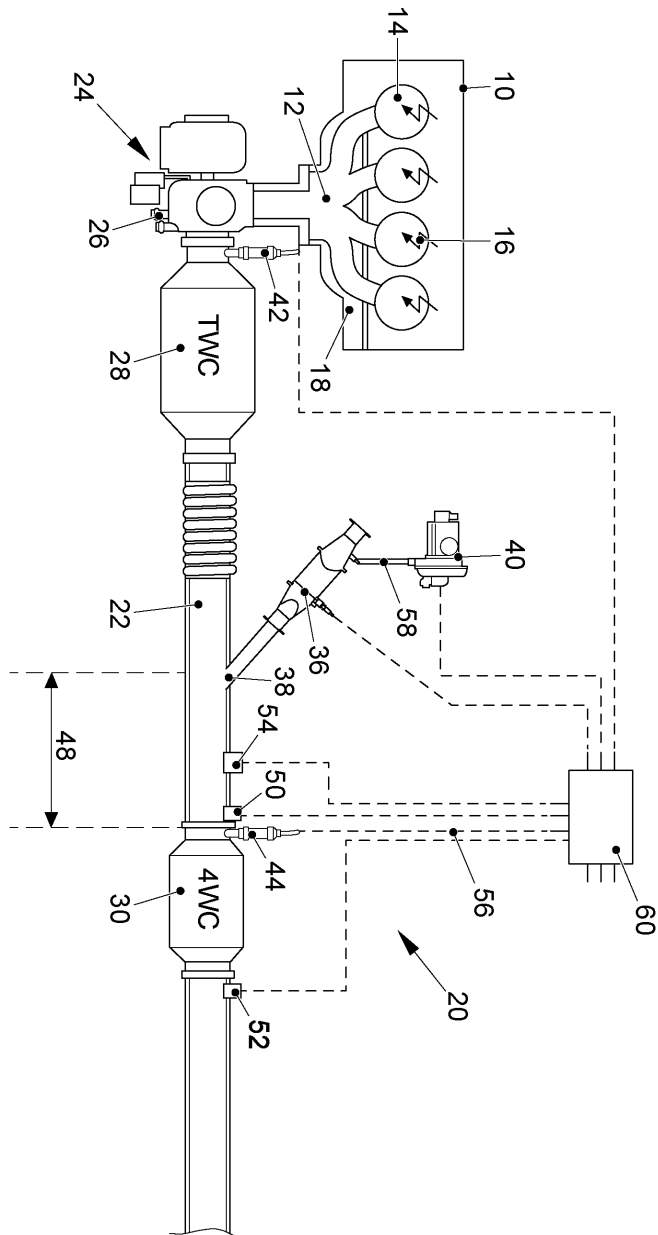
T_{Lo}: 사원 촉매 컨버터의 활성 온도

λ_{vT} : 엔진 근처 촉매 컨버터 상류의 배기가스/공기비

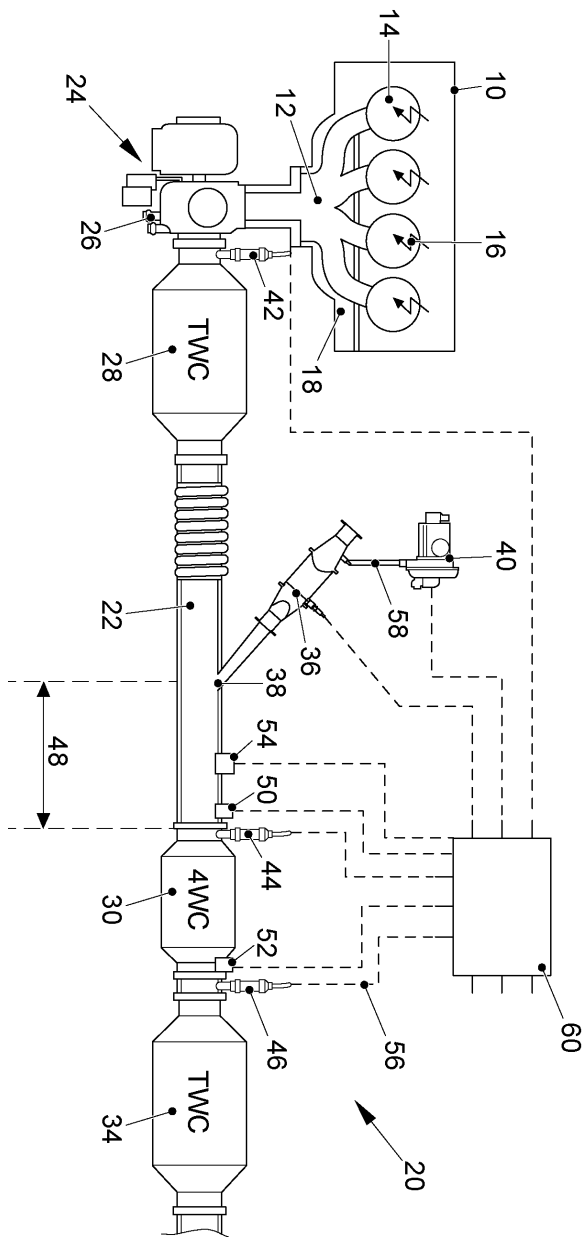
λ_E : 최종 촉매 작용 배기가스 후처리 구성요소 하류의 배기가스/공기비

도면

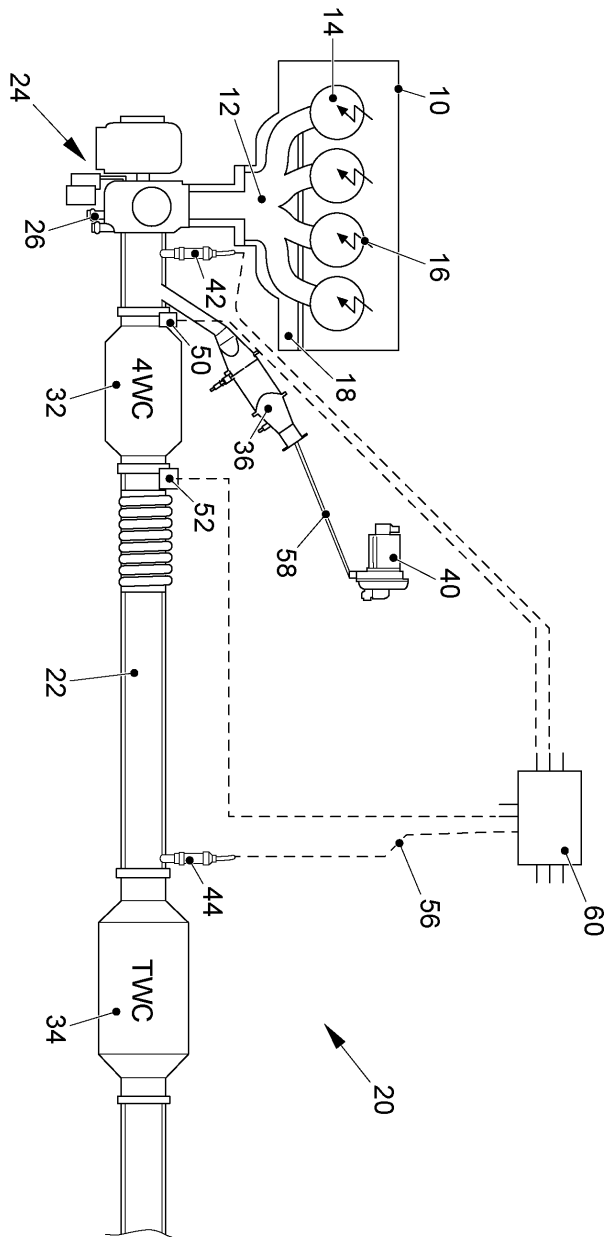
도면1



도면2



도면3



도면4

