



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098319
(43) 공개일자 2008년11월07일

(51) Int. Cl.

F01N 3/20 (2006.01) B01D 53/56 (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0040065

(22) 출원일자 2008년04월29일

심사청구일자 2008년04월29일

(30) 우선권주장

11/744,396 2007년05월04일 미국(US)

(71) 출원인

지엠 글로벌 테크놀로지 오퍼레이션, 인코포레이티드

미국, 미시간 48265-3000, 디트로이트, 르네상스 센터 300

(72) 발명자

슬로안 탐슨 엠.

미국, 미시간 48370, 옥스퍼드, 쇼슨 코트 3928

(74) 대리인

특허법인 씨엔에스·로고스

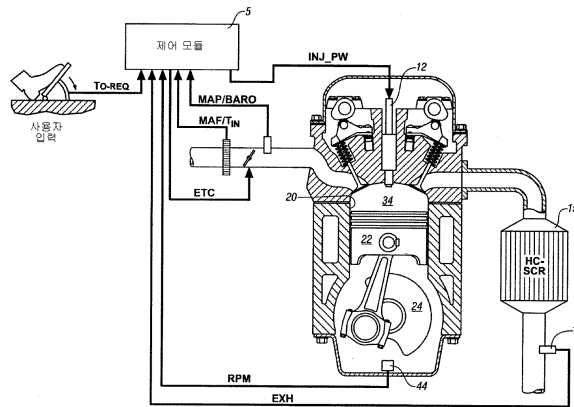
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법 및 장치

(57) 요약

탄화수소 선택적 촉매 환원 촉매의 압축-착화 내연기관의 상류에 있는 배기 가스 공급류 내에 환원제를 발생시키기 위한 방법 및 장치가 제공된다. 상기한 방법은 분사 개시시에 배기가스의 온도가 670K 내지 1100K의 범위에 있는 연소의 이후 배기 가스 내에 다량의 연료를 분사하는 단계를 포함한다. 발생되는 환원제는 산화된 연료종을 포함하는 활성종을 구비한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

선택적 촉매 환원 촉매를 통과하는 배기 가스 유동을 적용한 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법에 있어서,

분사 개시시에 실린더 내의 연소 가스의 온도가 1100K 이하인 연소에 이어서 일어나는 팽창 행정 동안 상기 내연기관의 연소 챔버 내에 다량의 엔진 연료를 분사하는 단계를 포함하는 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 분사 개시는 엔진 속도와 부하 및 상기 실린더 내 연소 가스 온도를 포함한 엔진 작동 조건의 기설정된 보정(calibration)에 근거하는 것을 특징으로 하는 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 연소에 이어서 일어나는 상기 팽창 행정 동안 상기 내연기관의 연소 챔버 내에서의 상기 다량의 엔진 연료는 엔진 속도와 부하(load)를 포함하는 엔진 작동 조건을 충족시키기 위한 각각의 엔진 사이클 동안 분사된 다량의 연료의 약 1%와 동일한 양으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 팽창 행정 동안 상기 엔진의 상기 연소 챔버 내에 상기 다량의 엔진 연료를 분사하는 단계는 매 X 사이클마다 다량의 연료를 분사하는 단계를 포함하고,

상기 양(quantity)은 엔진 속도와 부하를 포함하는 엔진 작동 조건을 충족하기 위한 각각의 엔진 사이클 동안 분사된 상기 연료의 약 X%로 이루어지는 것을 특징으로 하는 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

환원제를 발생시키는 단계는 산화된 탄화수소 중 중 하나와 직쇄형 올레핀(a straight-chain olefin)을 구비하는 활성종 NO_x 환원제를 발생시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 산화된 탄화수소 중은 아세트알데히드 및 포름알데히드 중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

환원제를 발생시키는 단계는 알켄 탄화수소 중을 발생시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 알켄 탄화수소 종은 1-옥텐(1-octene), 1-노넨(1-nonene), 1-디켄(1-decene), 및 1-도데켄(1-dodecene) 중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 분사 개시시에 상기 실린더 내의 연소 가스의 온도가 1100K 이하인 연소에 이어서 일어나는 상기 팽창 행정 동안 상기 내연기관의 연소 챔버 내에 상기 다량의 엔진 연료를 분사하는 단계는 상기 연소 챔버의 배기 밸브의 개방 전에 약 9 msec(milliseconds) 시기 동안 상기 연소 챔버 내에 있는 연료를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 분사 개시시에 상기 실린더 내의 연소 가스 온도가 670K 내지 1100K 사이의 범위 내에 있는 상기 연소에 이어서 일어나는 상기 팽창 행정 동안 상기 내연기관의 상기 연소 챔버 내에 상기 다량의 엔진 연료를 분사하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압축-착화 내연기관에서 환원제를 발생시키는 방법.

청구항 11

엔진으로부터 직접 배기 가스 유동을 수용하는 장치에 탄화수소 선택적 촉매 환원 촉매를 제공하는 단계;

연소에 이어서 일어나는 팽창 행정 동안 엔진 연료와 실린더 내 연소 가스는 활성중 환원제를 발생시키며, 분사 개시시에 실린더 내 배기 가스 온도가 1100K 이하인 상기 내연기관의 연소 챔버 내에 다량의 엔진 연료를 분사하는 단계; 및

활성중 환원제를 사용하여 상기 탄화수소 선택적 촉매 환원 촉매를 통과한 비활성가스로 NO_x 방출물(emission)을 환원시키는 단계;

를 포함하는 화학양론적으로 희박 작동 엔진의 NO_x 배출을 감소시키는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 엔진 연료가 상기 연소 챔버의 배기 밸브 개방 전에 약 9 msec의 시기 동안 상기 연소 챔버 내에 실질적으로 잔류하도록 상기 다량의 엔진 연료를 분사하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학양론적으로 희박 작동 엔진의 NO_x 배출을 감소시키는 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 연소에 이어서 일어나는 상기 팽창 행정 동안 상기 실린더 내 연소 가스 온도가 1100K 이하인 상기 연소 챔버 내에 상기 다량의 엔진 연료의 상기 분사 개시는 엔진 속도와 부하 및 상기 실린더 내 연소 가스 온도를 포함하는 엔진 작동 조건의 기설정된 보정에 근거하는 것을 특징으로 하는 화학양론적으로 희박 작동 엔진의 NO_x 배출을 감소시키는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 연소 챔버 내에 다량의 연료를 분사하는 단계는 매 X 사이클마다 다량의 연료를 분사하는 단계를 더 포함하되, 상기 연료량은 엔진 속도와 부하를 포함하는 상기 엔진 작동 조건을 충족시키기 위해 각각의 엔진 사이클

에 분사된 연료량의 약 X%와 동일한 양으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 화학양론적으로 희박 작동 엔진의 NO_x 배출을 감소시키는 방법.

청구항 15

제11항에 있어서,

배기 가스에서의 상기 활성종 환원제는 아세트알데히드와 포름알데히드 중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학양론적으로 희박 작동 엔진의 NO_x 배출을 감소시키는 방법.

청구항 16

다수개의 센서와 액추에이터를 가진 직접 연료 분사, 압축 착화 내연기관;

상기 내연기관의 배기 매니폴드에 직접적으로 유체식으로 연결되고 이를 통해서 배기 가스를 흐르게 하는 장치에 조립된 탄화수소 선택적 촉매 환원 촉매;

상기 센서로부터의 입력을 모니터하고 상기 액추에이터를 제어하기 위한 기계 코드로 단순화된 기설정된 프로그램을 수행하는 전기적 장치를 포함하는 제어 모듈을 포함하되,

상기 제어 모듈은 상기 분사 개시시에 상기 실린더 내 연소 가스의 온도가 1100K 이하인 연소에 이어서 일어나는 팽창 행정 동안 상기 내연기관의 연소 챔버 내에 다량의 연료를 분사하기 위한 엔진 연료 분사기를 제어하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 팽창 행정 동안 상기 연료가 상기 내연기관의 연소 챔버의 배기 밸브의 개방 전에 약 9 msec의 시기 동안 상기 연소 챔버 내에 있는 상기 내연기관의 상기 연소 챔버 내에 상기 다량의 연료를 분사하도록 상기 연료 분사기를 제어하는 상기 제어 모듈을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 탄화수소 선택적 촉매 환원 촉매는 알루미늄 촉매, 실버-알루미나 촉매(silver-alumina catalyst), 바륨 제올라이트 촉매(barium zeolite catalyst), 및 나트륨-이트리아 제올라이트 촉매(sodium-yttria zeolite catalyst) 중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 19

제16항에 있어서,

연소에 이어서 일어나는 팽창 행정 동안 상기 연소 챔버 내에서 활성종 환원제를 발생시키기 위해 상기 분사 개시시에 실린더 내 연소 가스의 온도가 1100K 이하인 상기 내연기관의 상기 연소 챔버 내에 상기 다량의 연료를 분사하는 엔진 연료 분사기를 제어하는 상기 제어 모듈을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 활성종 환원제는 아세틸알데히드와 포름알데히드 중 하나를 구비하는 산화된 종의 환원제를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 일반적으로 내연기관과 배기 후처리에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 이 부분에서의 서술은 단순히 본 명세서에 관련된 배경기술을 제공하고, 종래기술을 구성하지 않을 수 있다.

<3> 내연기관의 제조업자들은 수요자들의 요구와 다양한 규제를 충족시키기 위해 계속적으로 새로운 엔진 제어 방법을 개발하고 있다. 한가지 엔진 제어 방법으로는 연료 효율을 향상시키고 온실가스 배출을 감소시키기 위해 화학양론적으로 희박한 공연비에서 엔진을 작동하는 것이다. 이러한 엔진은 압축-착화엔진과 희박연소 불꽃-점화엔진 양자 모두를 포함한다. 화학양론적으로 희박한 영역에서 엔진이 작동하는 경우, 연소온도는 일반적으로 증가하고, 연소온도의 증가는 증가된 NO_x 배출을 초래한다. 한가지 제안된 NO_x 배출을 관리하고 감소시키기 위한 배기 후처리 시스템과 제어방법은, 다른 가스들 사이에서 HC-SCR(hydrocarbon-selective catalytic reduction) 장치를 거쳐 질소와 산소로 NO_x 배기 가스의 환원을 일으키기 위해 탄화수소 선택적 촉매 환원(HC-SCR) 촉매 장치의 상류에 있는 배기가스 공급류 내에 환원제를 분사하는 것을 포함한다.

<4> 현재, NO_x의 선택적 촉매 환원용 환원제 분사를 위한 제안된 시스템은 이와 같은 작동을 달성하기 위해 부가적인 하드웨어와 제어 방법을 요구한다. 이런 시스템의 한가지 예는 배기류 내에 디젤 연료의 분사를 포함한다. 이러한 방법의 유효성은 분사 지점에서 배기가스 온도가 약 350°C 이하인 경우 상당히 감소하고, 촉매 유효성을 만족시키는 이러한 최소 온도는 공간 속도를 증가시키고 동시에 증가한다. 또한 이러한 방법은 배기 시스템에 설치된 분리된 연료 분사기를 필요로 한다. 다른 예에서는 환원 촉매의 배기 공급류 상류 내에 암모니아의 분사를 포함한다. 암모니아의 저장, 수송, 취급과 관계된 하부구조와 관련된 문제가 있다. 더욱이, 미반응 암모니아는 SCR을 거쳐 통과될 수 있고, 대기에 배출될 수 있다. 다른 예에서는 선택적 촉매 환원용 환원제로서 요소(urea)의 사용을 포함한다. 이러한 시스템은 자동차 내에 장착된 요소의 계속적인 공급이 필요하고, 요소를 장착한 자동차는 요소를 분배하기 위하여 하부구조가 필요하다. 더욱이, 요소 용액의 어는 점이 -12°C이고, 이것은 추운 날씨에서 요소 용액의 사용에 대한 문제를 나타낸다. 다른 예에서 NO_x 저장 촉매의 사용을 포함한다. 이러한 촉매는 효과적일 수 있으나, 이러한 촉매는 전형적으로 큰 촉매 부피와, 초저유황연료와 결합하는 풍부한 양의 비싼 플래티늄계 금속(예를 들어, Pt, Pd, Rh)과, 촉매를 재생하기 위한 엔진의 주기적인 강제 작동을 필요로 하고, 따라서 자동차의 효율적인 연료 소비를 감소시킨다.

<5> 탄화수소 선택적 촉매 환원(HC-SCR)은, 예를 들어 디젤 배기와 같은 희박 배기에서 질소 산화물의 배출을 감소시키기 위한 기술이다. HC-SCR 보완의 중요한 도전 중의 하나는 전형적으로 매일 작동하는 동안 경험된 속도와 부하에서 디젤 엔진에서 발견된 배기 온도의 범위를 넘는 온도에서 NO_x배출의 충분한 감소를 허용하는 시스템을 발달시키는 것이다. 더욱이, 탄화수소 환원제가 자동차에 존재하는 것이 바람직하다. 환원제의 한가지 공급원은 배기 그 자체이나, 엔진 배기에 존재하는 전형적인 탄화수소는 일반적으로 디젤 연료에서보다 반응성이 낮다. 디젤 연료의 사용과 환원제로서 선택된 디젤 연료 성분인 탄화수소는 몇몇 조사자들에 의해 조사되어 왔다. 만약 적당한 활성 탄화수소종이 사용되면 HC-SCR 촉매의 NO_x환원 효율은 상당히 향상될 수 있다는 결과를 나타낸다. 가장 효율적인 활성종은 아세트 알데히드와 포름알데히드와 같은 과산화 탄화수소로 여겨진다. 이러한 과산화종은 디젤 연료에 존재하는 타입의 긴 직쇄형 알켄 탄화수소(long, straight-chain alkenes hydrocarbon)의 낮은 온도 산화에 의해 생산된다. 또한, 긴 직쇄형 알켄 탄화수소는 이러한 동일한 알칸의 낮은 온도 산화에 의해 생산되고, 몇몇 연구에서 긴 직쇄형 알켄 탄화수소보다 더욱 효과적인 환원제임이 발견되었다.

<6> 예를 들어 200°C-500°C에서의 매일 운전에 의해 경험된 속도와 부하에서 디젤 엔진에서 전형적으로 알려진 배기 온도의 범위 동안 NO_x 배출의 적당한 감소를 초래하는 시스템이 바람직하다. 다수의 탄화수소는 알콜과 알데히드 뿐만 아니라 긴 직쇄형 알칸 탄화수소, 알켄 탄화수소, 그리고 디젤 연료를 포함한 실버-알루미나(Ag/Al₂O₃)와 바륨-이트리아(barium-yttria, BaY) 제올라이트 촉매제보다 NO_x환원에 효율적인 것으로 보여진다.

<7> 메탄, 에탄, 프로필렌, 프로판과 같은 디젤과 가솔린 엔진 배기에 존재하는 탄화수소는 적당한 NO_x변환을 위해 높은 온도를 필요로 하고, 일반적으로 HC-SCR용으로 적당하지 않다. 디젤 연료에서 존재하는 n-옥탄과 n-데칸과 같은 긴 직쇄형 알켄 탄화수소는 더 가벼운 탄화수소와 비교하여 적당한 NO_x변환을 위해 다소 낮은 온도를 필요로 한다. 다수의 연구에서의 이러한 결과는 디젤 연료와 긴 직쇄형 알칸 탄화수소를 NO_x환원제로 사용하게 하였다. 그러나 이러한 연구는 긴 직쇄형 탄화수소 뿐만 아니라 디젤 연료가 단지 대략 300°C(573K)의 촉매 온도 이

상에서와 낮은 촉매 공간속도에서 적당하다는 것을 나타내고 있다. 계속적인 연구는 알콜과 알데히드가 200 내지 250℃(473K 내지 523K)와 같이 낮은 촉매 온도에서 NO_x를 환원시킬 수 있다는 것을 나타내고 있다. 긴 직쇄형 알켄 탄화수소는 250 내지 300℃(523K 내지 573K)와 같이 낮은 온도에서 효율적이라는 것이 발견되었다. 그러나, 이러한 종은 엔진 배기류에 쉽게 사용할 수 없다. 전체적으로 바람직한 배기 온도 범위에서 NO_x의 효율적인 선택적 환원을 이끌어 내는 자동차에 적재되는 이러한 종을 생산하기 위한 방법이 바람직하다.

<8> 디젤 연료를 사용한 NO_x변환을 위한 최고(peak) 온도는, 낮은 촉매 온도를 유지하는 동안 400℃(673K)로 예열된 촉매의 상류 영역에 디젤 연료를 분사함으로써 감소될 수 있다는 것이 알려져 있다. 이 방법에 의한 최고(peak) NO_x변환 효율은 촉매 온도 300℃(573K) 주위 온도에서 얻어진다. 디젤 연료는 스스로 디젤 연료보다 HC-SCR용으로 더욱 효과적인 종을 형성하기 위해 부분적으로 400℃(673K)에서 산화된다고 여겨진다. 그러나 배기의 보충적인 가열이 자동차의 실제적인 엔진 배기 시스템용으로 적당하지 않을 수 있다는 점이 이와 같은 방법의 결점이다. 그러나, 디젤 연료의 부분적 산화를 위한 충분히 높은 온도가 엔진 실린더에서 사용 가능하다. 배기 HC-SCR에서 사용하기 위한 부분적인 산화 생성물을 준비하기 위해 이러한 더 높은 온도를 이용하는 방법은 유용할 수 있다.

<9> 따라서, 배기 가스 공급류에 NO_x의 선택적 촉매 환원제로 사용하기 위해 산화된 탄화수소와 긴, 직쇄형 알켄을 포함하는 환원제를 생산하는 방법과 시스템이 필요하고, 이와 관련된 논점이 여기에서 설명된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<10> 본 발명의 일실시예에 따르면, 탄화수소 선택적 촉매 환원 촉매의 압축-착화 내연기관 상류의 배기가스 공급류 내에서 환원제를 생산하는 방법과 장치가 제공된다. 상기 방법은 분사 개시 시에 실린더 내의 연소가스의 온도가 1100K 이하인 연소 후의 연소 챔버 내에 다량의 연료를 분사하는 단계를 포함한다. 발생된 환원제는 예를 들어 알데히드 또는 긴, 직쇄형 알칸 탄화수소와 같은 산화된 연료 종을 포함한다.

<11> 본 발명의 기술적 사상은 실시예에 따른 아래의 상세한 설명을 읽고 이해하는 당해 기술분야의 당업자에게 명백하게 될 것이다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<12> 도면에서 도시된 사항은 단지 발명을 나타내기 위한 목적으로 사용되고 발명을 제한하기 위한 목적으로 사용되는 것이 아니다. 도면을 참조하면, 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 내연기관(10), 배기 후처리 시스템(15), 및 제어 모듈(5)을 도시한 개략도로 이루어진다.

<13> 예시적인 엔진(10)은 직접 분사, 압축 점화, 4행정 운전을 채용한 내연기관을 포함하고, 각각의 엔진 연소 사이클은 흡기-압축-팽창-배기의 180도의 4단계로 나누어지는 720도의 크랭크 축(24)의 회전 각도를 포함하며, 720도의 크랭크 축(24)의 회전 각도는 각각의 엔진 실린더(20)에서 피스톤(22)의 왕복 운동을 기술한다. 엔진은 바람직하게 근본적으로 화학양론적으로 희박한 작동 조건을 가진다. 당업자는 본 발명이 근본적으로 화학양론적으로 희박하게 작동하는 다른 엔진 구성, 예를 들어 균질예혼합압축착화(homogeneous-charge compression-ignition) 엔진, 희박연소 스파크 점화(lean-burn spark-ignition) 엔진, 및 2 행정 엔진 구성에 적용될 수 있음을 이해할 수 있다. 왕복 운동하는 피스톤은 크랭크 축(24)에 결합되고, 크랭크 축(24)은 자동차 트랜스미션과 자동차에 견인 토크를 전달하기 위해 동력전달장치에 결합된다. 압축 점화 엔진의 작동 진행 중에 연소는 연료가 연소 챔버(34) 내에 분사될 때인 각각의 엔진 사이클 중인 압축 스트로크(storke) 동안 일어나고 분사된 연료의 점화로 이어진다. 실린더에서 연료와 공기 혼합물의 불완전한 연소에 의해 연소 가스가 발생되고, 엔진의 배기 밸브의 개방시 연소 챔버의 외부로 배출되는 경우 배기 가스가 된다. 배기 가스는 바람직하게 후처리 시스템에 의해 비활성 가스로 변환되는 규제된 구성 요소로 이루어지고, 그 중에서도 특히 일반적으로 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO), 질소산화물(NO_x), 그리고 미립자 물질(PM)을 포함한다. 엔진은 엔진의 작동을 모니터링하는 센싱 장치와 엔진 작동을 제어하는 액츄에이터를 포함한다. 센싱 장치와 액츄에이터는 신호적으로, 작동적으로 제어 모듈(5)에 연결된다.

<14> 센싱 장치는 물리적인 특성을 모니터링하고 엔진과 주위 변수에 관계된 신호를 발생시키기 위해 엔진에 또는 엔진 가까이 설치된다. 센싱 장치는 바람직하게 크랭크 축 속도(RPM)를 모니터링하기 위한 크랭크 센서(44), 매니폴

드 압력(MAP)과 주위 압력(BARO)을 모니터하기 위한 매니폴드 압력 센서, 흡입 질량공기유동(MAF)과 흡입 공기 온도(T_{IN})를 모니터하기 위한 질량공기유동 센서, 및 하나 이상의 배기가스 변수, 예를 들어 온도, 공연비, 구성물(EXH)의 상태를 모니터하기 위한 배기가스 센서(16)를 포함한다. 당업자는 제어와 진단의 목적으로 배기 후처리 시스템의 전방, 중간, 후방에서 배기 가스를 모니터하기 위한 하나 이상의 센싱 장치와 센싱 방법이 있을 수 있음을 이해한다. 조작자의 입력은 조작자의 토크 요구(To_REQ)의 형태로 전형적으로 다른 장치들 중에서도 특히 스로틀 페달과 브레이크 페달을 통해 얻어진다. 바람직하게 엔진에는 작동을 모니터하고 시스템 제어를 목적으로 다른 센서들(미도시)이 설치된다. 센싱 장치 각각은 제어 모듈에 의해 각각 모니터된 변수를 나타내는 정보로 변환되는 신호 정보를 제공하기 위하여 신호적으로 제어 모듈(5)에 연결된다. 이러한 구성은 설명적인 것이고, 제한적이 아니며, 기능적으로 동일한 장치 및 알고리즘 내에서 대체될 수 있는 다양한 센싱 장치를 포함하며, 여전히 본 발명의 범위 내에 있음을 알 수 있다.

- <15> 액추에이터는 엔진에 설치되고, 조작자의 입력에 반응하여 다양한 성능 목적을 달성하기 위해 제어 모듈에 의해 제어된다. 액추에이터는 명령된 입력(ETC)으로 스로틀 개방을 제어하는 전기적으로 제어되는 스로틀 장치, 명령된 입력(INJ_PW)에 반응하여 연소 챔버의 각각에 연료를 직접 분사하기 적합한 연료 분사기(12)를 포함하고, 조작자 토크 요구(To_REQ)에 반응하여 제어되는 스로틀 장치와 연료분사기 모두를 포함한다. 다른 엔진 시스템 구성 요소(미도시)는 예를 들어 다양한 기하학적 터빈 장치와 공기 압축기, 다단 압축기, 배기가스 재순환 밸브(EGR)와 냉각기, 그리고 흡입/배출 밸브 제어 및 유지 시스템, 그 중에서도 특히 흡입 공기 압축 장치를 포함할 수 있다.
- <16> 배기 후처리 시스템(15)은 배기 가스의 구성요소를 비활성 가스로 변환하기 위한 통합된 시스템을 포함한다. 배기 후처리 시스템은 바람직하게 엔진의 배기 가스 구성요소를 처리하기 위한 다양한 능력을 가진 기술들, 예를 들어 선택적 촉매 환원, 산화, 미립자 필터링을 채용한 다수개의 장치로 구성된다. 상기 장치는 바람직하게 유체식으로 공지된 파이프와 연결구를 사용한 결합체에 연결된다. 배기 매니폴드는 배기가스 유동을 끌고 가서 배기 후처리 시스템으로 향하게 한다.
- <17> 후처리 시스템의 선택적 촉매 환원 장치(15)는 탄화수소 선택적 촉매 환원(HC-SCR) 장치를 포함하고, 탄화수소 선택적 촉매 환원 장치는 엔진의 배기 매니폴드에 직접적으로 유체식으로 연결되고, 엔진의 배기 매니폴드로부터 흘러 나오는 배기 가스를 수렴한다. 그리고, 탄화수소 선택적 촉매 환원 장치는 배기가스를 그것을 통해서 다른 후처리 장치(미도시) 하류로 흐르게 한다. 예시적인 HC-SCR 촉매는 알루미늄 촉매, 실버-알루미늄(Ag/Al₂O₃) 촉매, 바륨 및 나트륨-이트리아 제올라이트 촉매(barium- and sodium-yttria zeolite catalyst)를 포함한다. 선택된 HC-SCR 촉매는 예를 들어 벌집형 원자배열인 유동-관통 특성(flow-through characteristics)을 가진 세라믹 또는 금속 기질에 스며들기 위해 적합한 위시코트와 혼합된다. 침투 기질은 HC-SCR 장치를 형성하는 입구와 출구를 가진 스테인레스 강 금속결합체 내에서 모이게 된다. HC-SCR 장치는 특정 엔진과 자동차에 적용되기 적합한 크기, 부피, 공간 속도와 유동 제한을 포함하는 물리적인 특성을 가진다. 배기 후처리 시스템(15)의 다른 장치들은 자동차 발달에 맞추어 결정되고 HC-SCR 장치의 하류에 위치하는 예를 들어 산화 촉매 장치와 디젤 미립자 필터 장치(DPF)를 포함할 수 있다.
- <18> 제어 모듈(5)은 바람직하게 여기에서 설명된 전동 기구 시스템(power train system)을 포함한 다양한 자동차 시스템의 조화된 제어를 제공하기 적합한 복수개의 제어 모듈을 포함하는 분배된 제어 시스템의 요소이다. 제어 모듈은 센싱 장치로부터의 입력을 모니터할 수 있고, 적절한 정보를 종합할 수 있고, 연료 경제성, 배기가스 배출, 성능, 주행성능, 하드웨어의 보호와 같은 변수를 포함하는 제어 목표를 달성하기 위해 다양한 액추에이터를 제어하기 위한 알고리즘을 수행할 수 있다. 제어 모듈은 자동차 조작자가 일반적으로 다수개의 다른 장치를 제어하거나 자동차 그리고 전동기구의 작동을 조작함을 통해 직접 또는 제어 시스템을 통하여 다수개의 다른 장치에 작동적으로 연결된다. 자동차 조작자가 제어하고 전동기구의 작동을 지시하는 예시적인 장치는 스로틀과 브레이크 페달, 트랜스미션 기어, 그리고 자동차 속도 순항 제어를 포함한다.
- <19> 제어 모듈(5)은 데이터 버스(data bus)를 통해 휘발성 그리고 비휘발성 메모리 장치에 신호적으로 전기적으로 연결된 중앙 처리 유닛을 포함한다. 제어 모듈은 바람직하게 일반용 디지털 컴퓨터이고, 일반적으로 마이크로프로세서 또는 중앙 처리 유닛, 임의 추출 기억 장치(RAM)를 포함하는 저장 매체, 판독 전용 기억 장치(ROM)와 전기적으로 프로그램할 수 있는 판독 전용 기억 장치(EPROM)를 포함하는 비휘발성 메모리 장치, 고속 클럭(high speed clock), 아날로그/디지털(A/D) 및 디지털/아날로그(D/A) 회로소자, 그리고 입력/출력 회로소자 및 장치(I/O), 그리고 적당한 신호 조건화 및 완충 회로소자를 포함한다. 내재하는 프로그램 명령 및 측정장치를 구비하는 제어 알고리즘은 비휘발성 메모리 장치에 저장되고, 각각의 기능을 제공하기 위해 수행된다. 알고리즘은

일반적으로 기설정된 루프 사이클 동안 수행되고 각각의 알고리즘은 적어도 한번 각각의 루프 사이클에서 수행된다. 알고리즘은 센싱 장치로부터의 입력을 모니터하기 위해 중앙 처리 유닛 중 하나에 의해 수행되고, 각각의 장치의 작동을 제어하기 위해 제어 및 진단 루틴을 수행한다. 루프 사이클은 일반적으로 작동중인 엔진과 자동차의 운전 동안 규칙적인 간격, 예를 들어 각 3.125, 6.25, 12.5, 25, 및 100 msec(milliseconds)에서 수행된다. 선택적으로 알고리즘은 사건의 발생에 반응하여 수행될 수 있다.

- <20> 본 발명은 배기 후처리 시스템(15)의 엔진(10) 상류의 배기 가스 공급류 내, 특히 HC-SCR 장치 내에 산화된 탄화수소와 직쇄형 알켄 탄화수소 환원제를 포함하는 활성종으로 이루어진 환원제를 발생시키기 위하여 바람직한 제어 모듈에서 하나 또는 하나 이상의 알고리즘을 수행하는 방법을 포함한다. 상기 방법은 연료가 분사되는 위치에서의 연소 가스의 온도가 분사 개시시에 약 670K 내지 1100K 사이의 온도 범위 내에 있도록 적절한 시간에 연소 후의 실린더 내 연소 가스와 혼합시키기 위하여 다량의 탄화수소계 연료를 연소 챔버(34) 내에 분사하는 단계를 포함한다. 팽창 행정 동안 적당한 시점에서 부가적인 연료의 분사는 활성 탄화수소 종을 생산하기 위한 연료의 부분적인 산화 반응을 일으킨다. 그런 다음 이러한 종은 실린더로부터 배기되고, 넓은 온도 범위에서 HC-SCR 장치를 통과하여 높은 NO_x 환원을 이루기 위해 배기 가스 공급류에 있는 HC-SCR 장치로 흐른다.
- <21> 670K 내지 1100K의 온도 범위에서 연료를 분사하는 단계는, 배기가스 공급류 내에서 엔진으로부터 배출되는 NO_x 종의 탄화수소 선택적 촉매 환원을 위한 산화물과 다른 특별한 활성종을 발생시킨다. 활성종은, 이에 제한되지는 않지만, 에탄올, 포름알데히드, 아세트알데히드와 같은 산화물, 및 1-부텐(1-butene)과 1-옥텐(1-octene)과 같은 직쇄형 및 직쇄형 알켄 탄화수소를 포함한다. 소정의 연료는 가솔린 또는 디젤 연료로 제한되지 않고 가솔린 또는 디젤 연료를 포함하는 사용하기 좋은 탄화수소 연료일 수 있다.
- <22> 탄화수소 연료의 부분적인 산화를 위해 요구되는 온도는 전형적으로 팽창 행정의 후반부 동안 엔진에서 사용 가능하다. 670K 내지 1100K의 범위에 있는 실린더 내부 온도는 팽창 행정 동안 발견되고, 이 온도는 부분적인 산화가 발생되기 위한 이상적인 온도라는 것이 밝혀졌다. 팽창 행정 동안 연료가 너무 일찍 분사되는 경우, 온도는 바람직한 산화되는 종의 생산물이 거의 없거나 없는 상태에서 분사된 연료의 거의 완전한 산화가 일어나도록 하기 위한 충분한 온도이다. 연료가 너무 늦게 분사되는 경우, 비록 배기 매니폴드와 시스템에서의 체류가 시스템이 충분히 높은 온도에서 작동될 때 탄화수소 연료의 부분적인 산화를 위한 적당한 체류시간이 되더라도 실린더 내부에서 불충분한 잔류시간 및/또는 엔진의 실린더에서 바람직한 활성종의 형성을 위한 불충분한 온도일 수 있다. 따라서, 온도가 충분히 높지만, 실린더 내에서의 잔류 시간이 너무 짧은 작동 조건에서, 늦은 분사에 이어서 일어나는 배기류에서의 바람직한 활성종의 지속적인 형성은 불가능하다.
- <23> 도 2 및 도 3을 참조하면, 디젤 엔진 연소의 화학 운동 모델링에 의해 얻어지는 결과가 연소 단계의 상사점 직후(aTDC)에, 그러나 배기 밸브가 개방되기 전(EVO)에 엔진의 실린더에 n-헵탄을 분사하는 것으로부터의 결과를 설명하기 위하여 도시되었고, 분사는 상사점 이후에 170도 또는 약 170도(deg.aTDC)에서 일어난다. 물질 n-헵탄은 디젤 연료 대용물을 포함한다. 이러한 결과는 팽창 행정 동안 적절한 시기에 n-헵탄이 분사되는 경우 n-헵탄의 부분적인 산화가 발생된다는 것을 나타낸다. 이 부분적인 산화는 상당한 양의 산화된 탄화수소 뿐만 아니라 직쇄형 알켄 탄화수소를 발생시킨다. 비교할 만한 결과는 n-데칸(n-decane), n-도데칸(n-dodecane), 및 n-펜타데칸(n-pentadecane)과 같은 디젤 연료의 다른 성분 뿐만 아니라 디젤연료 그 자체로 예상될 수 있다. 이것은 이러한 원자의 부분적인 산화 화학작용이 n-헵탄 원자의 부분적인 산화 화학작용과 아주 유사하기 때문이다.
- <24> 도 2 및 도 3을 참조하여 얻어지는 결과값에 대한 엔진 작동 조건이 아래의 표 1에 제공된다.

<25>

표 1

<26>

매개변수	작동 조건
초기 압력, bar	1.0
초기 온도, K	323
잔여량, mole%	39.5
주연료 부가량, mg	1.7
등가율	0.5
엔진 속도	1500 rpm
IMEP, bar	4.73
최종 O ₂ 질량%	11.3
CA10, deg.aTDC	-11.9
CA50, deg.aTDC	4.4
NO 질량 분율 @ 40 deg.aTDC	6.0E-05
NO ₂ 질량 분율@ 40 deg.aTDC	2.5E-05

<27>

도 2를 다시 참조하면, 다양한 분사 시기에 대한 원래의 연료 부가량의 1%(0.17mg)와 동일한 상당한 양의 연료의 늦은 분사의 결과값이 y(CH₂O)로 도시된 포름알데히드와 y(CH₃CHO)로 도시된 아세트알데히드의 순 평균 질량 분율(net average mass fraction)의 향으로 배기 가스에서의 분사 개시시에 배기 가스 온도(온도@SOI,K)의 함수로 구획되어 제공된다. deg.aTDC의 단위로 분사 개시 시점(SOI,start of injection)이 다양한 작동 지점에 대하여 표시된다. 결과값은 분사 개시 시점(SOI)에서 실린더 내 온도의 함수로 종국적인 계산에 의해 포름알데히드와 아세트알데히드의 순 평균 질량 분율(실질적인 평균 질량 분율 - 연료 분사가 없는 평균 질량 분율)을 나타낸다. 아세트알데히드 수득률에서의 최고값은 SOI=101 deg.aTDC에 대응되는 분사 개시 시점에서 750K의 평균온도 근처에서 얻어진다. 포름알데히드의 수득률은 거의 전 온도범위에서 아세트알데히드의 수득률보다 작다. 그러나 포름알데히드 질량 분율의 증가는 SOI에서의 평균 온도가 증가될 때 아세트 알데히드 질량 분율의 감소와 결부되기 때문에, 1050K(SOI=48 deg.aTDC) 내지 1136K(SOI=40 deg.aTDC)에서 순수 포름알데히드 질량 분율은 아세트알데히드에 대한 순 질량 분율 보다 더 높아진다. 이러한 결과는 이러한 작동 조건에서 모든 엔진 실린더에서 모든 사이클의 팽창 행정 동안 분사되는 엔진 연료 공급의 1%, 예를 들어 연료의 0.17mg에 대하여 얻어진다. 최근에는 사용가능한 생산물 연료 주입기는 이러한 낮은 유동율에서 연료 분사를 정확하게 계량하기 위해 동적 제어 범위와 분사된 연료의 최소한의 제어가능한 유동율을 부족하게 할 수 있다.

<28>

도 3을 다시 참조하면, 상당한 양의 연료의 늦은 분사의 결과값은 도 2를 참조하여 설명된 것과 같이 같은 양의 늦게 분사된 연료를 제공하기 위하여 각각의 6번의 연소 중 한번의 연소에서의 팽창 동안 연료 1.0mg 분사하는 것을 나타낸다. 이러한 분사율은 전형적인 생산물 연료 분사기의 동적 제어 범위 내에서 더욱 유사하다. 결과는 배기 가스에서의 분사 개시시에 배기 가스 온도(온도@SOI,K)의 함수로 구획되어 포름알데히드, y(CH₂O)와, 아세트알데히드, y(CH₃CHO)의 순 평균 질량 분율을 포함한다. deg.aTDC의 단위로 분사 개시 시점(SOI)이 다양한 작동 지점에 대하여 표시된다. 도 3의 결과는 포름알데히드와 아세트알데히드의 순 질량 분율은 다양한 분사 시점에서 이러한 연료량의 분사에 의해 생산된다는 것을 나타낸다. 최고 아세트알데히드 질량 분율은 도 2에서 도시된 것보다 약 4배가 더 크고, 이때 연료량의 1/6이 각각의 연소 동안 분사된다. 탄소 원자를 갖는 아세트알데히드 및 포름알데히드 수득률은 SOI=86 deg.(T=801K,at SOI)에서 0.17mg이 분사되는 경우 13.4% 및 3.9%와 비교해서 1mg이 분사되는 경우 각각 8.8% 및 3.1%이다. 이러한 데이터는 이러한 종류의 결과를 생산하는 반응을 위한 잔류 시간이 실린더에서 존재하는 조건에 거의 대응되는 것으로 나타난다. 따라서, 이러한 조건에서 연소 챔버 내에서 연료의 효과적인 산화를 위해 배기 밸브가 개방되기 전(EVO)에 약 9 msec(milliseconds)의 잔류 시간이 요구된다. 다른 활성 환원제, 1-헵탄의 상당한 순 생산량은 도 2와 도 3에서 아세트알데히드 및 포름알데히드에 대해 도시된 것처럼 같은 온도범위에서 일어난다.

<29>

연소 챔버 내에 탄화수소의 질량을 분사하는 단계는 상기에서 설명된 바와 같이 제어 시간 및 분사 질량을 포함한다. 소정의 요구된 질량은 모든 엔진 사이클에서 요구된 활성종을 생산하기 위해 단일 연소 사이클에 대해 단일 실린더 내에 분사된 총 질량의 약 1%이다. 분사 시기는 분사 개시시에 670K 내지 1100K의 온도 범위에 도달되는 것을 기초로 한다. 바람직하게 분사 시기는 측정 가능한 엔진 변수적 상태, 예를 들어 종종 압축-착화 엔진에서 분사된 연료 질량에 대해 나타낸 속도 및 부하/토크 산출량에 근거한 기설정된 보정(calibration)을 포

함한다. 보정은 엔진의 발달에 따라 발생되고, 여기에서 엔진은 모니터되고 엔진 크랭크 샤프트 위치에 관련된 배기 온도를 가진 속도와 부하의 범위 내에서 작동된다. 결과는 제어 모듈에 저장되고 동작중인 엔진 작동 동안 제어 알고리즘에 의해 참조된 2차원 배열로 단순화된다. 다량의 연료가 분사되고, 예를 들어 실린더 연소의 매 X번째마다 연소 후 분사가 수행되는 반복율은 연료 분사기의 최소 제어가능한 유동율에 근거하여 결정될 수 있다. 분사된 연료량에 대한 상한은 모든 엔진 사이클, 연료 경제성, 엔진 연소 안정성 및 진동, 그리고 다른 인자에서 바람직한 활성종을 생산하는 능력에 관계된 조건에 근거하여 결정된다.

<30> 주어진 구성에 대한 특정 분사 시기는 상기에서 설명된 것과 같이 특정한 활성종을 형성하기 위한 분사된 연료의 부분적 산화를 초래하기 위해 실린더 내 또는 배기 가스 온도가 대략 670K 내지 1100K의 범위에 있을 때 시간에 관계되어 결정된다. 이러한 종은 200 내지 250℃와 같이 낮은 촉매 온도에서 HC-SCR 장치 내에서 분자화된 질소로 질소 산화물의 변환을 위한 환원제로서 작용한다. 이러한 촉매 온도에서, HC-SCR 촉매의 배기 상류 내에 분사될 때 디젤 연료 자체는 HC-SCR 내에서 환원제로서 덜 효과적이다. 본 발명은 배기 온도의 넓은 범위에서 일어나는 유효한 선택적 NO_x 환원을 쉽게 하고, 따라서 속도와 부하 조건의 더 넓은 범위에서도 유효한 선택적 NO_x 환원을 쉽게 한다. 이러한 작동의 잇점은 낮은 배기 온도에서 향상된 HC-SCR 성능(더 높은 NO_x 변환)과, 부피, 질량, 배기 후처리 장치의 비용을 감소시키는 가능성을 포함한다.

<31> 본 발명은 소정의 실시예를 참조하여 설명되었고 본 발명에 대한 변경에 대하여 설명되었다. 명세서를 읽고 이해하는 당업자는 변경과 교체를 할 수 있을 것이고, 본 발명은 발명의 범위 내에서 이루어질 수 있는 모든 변경과 교체를 포함한다.

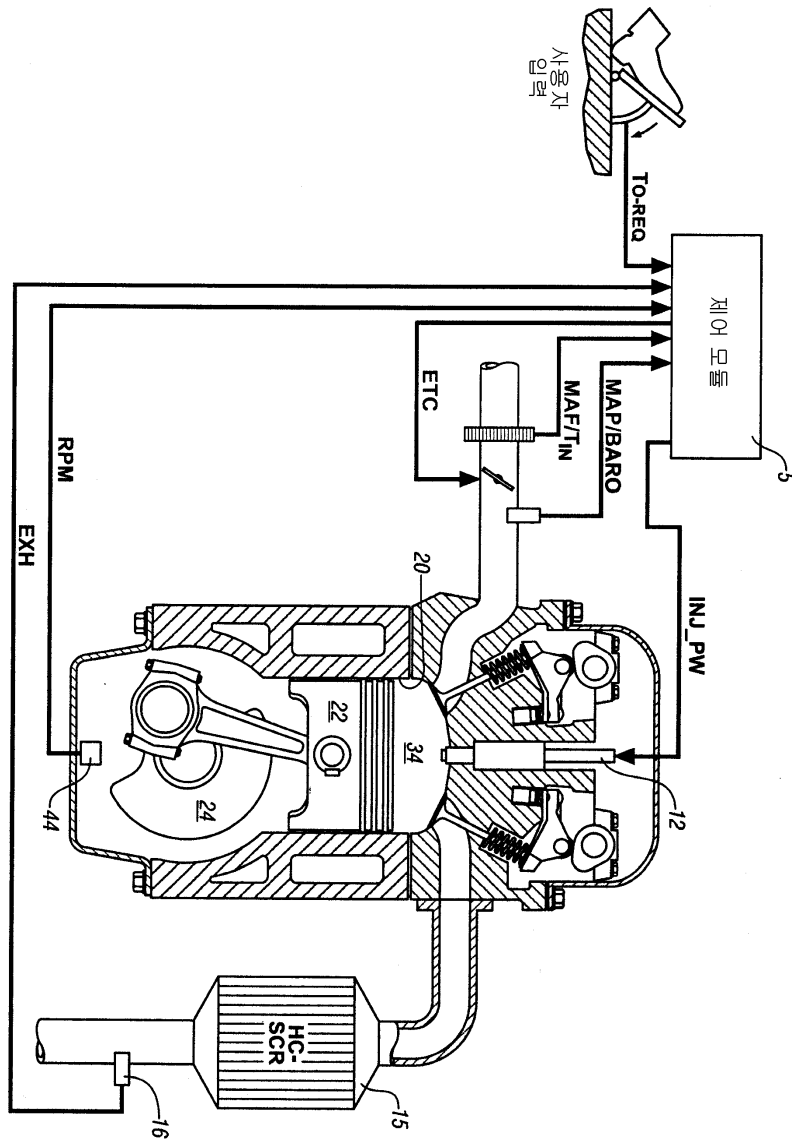
도면의 간단한 설명

<32> 도 1은 본 발명에 따른 전동기구 시스템을 나타내는 개략도이다.

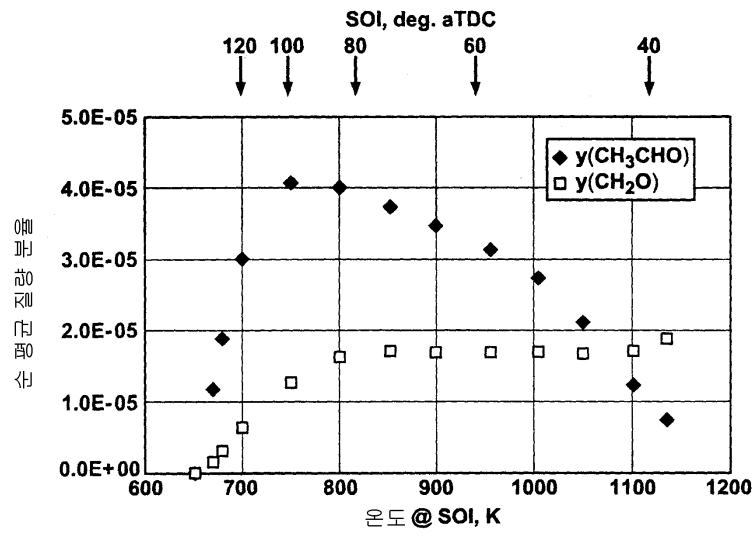
<33> 도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 데이터그래프이다.

도면

도면1



도면2



도면3

