



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0064703  
(43) 공개일자 2013년06월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F02D 41/14 (2006.01) F02D 41/04 (2006.01)  
F02D 45/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0141332  
(22) 출원일자 2012년12월06일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
13/314,427 2011년12월08일 미국(US)

(71) 출원인  
제너럴 일렉트릭 캄파니  
미합중국 뉴욕, 웨넥테디, 원 리버 로우드  
(72) 발명자  
만 스콧 케이  
미국 위스콘신주 53188 제퍼슨 더블유 세인트 폴  
애비뉴 1101  
웬츠 제러드 제이  
미국 위스콘신주 53222 와우와토사 더블유 센터  
스트리트 11609  
(74) 대리인  
제일특허법인

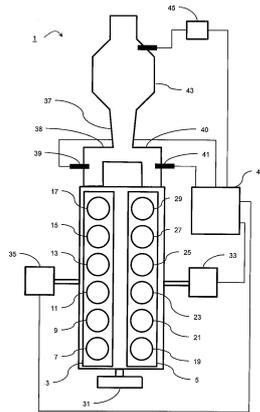
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 내연 기관의 배출 제어 장치 및 방법

(57) 요약

소정 범위의 작동 조건에 걸쳐서 내연 기관을 작동하는 방법 및 시스템의 특정 실시예들이 개시된다. 방법의 일 실시예는 초기 O<sub>2</sub> 전압 설정점에서 상기 내연 기관을 작동하는 단계 및 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점으로 자동으로 조절하여 배출을 저감하는 단계를 포함한다. 어떤 실시예에서는, 내연 기관에서의 배출을 제어하는 제어 시스템이 제공된다. 상기 제어 시스템은, O<sub>2</sub> 전압 설정점을 제어하는 적어도 하나의 서브시스템, 상기 내연 기관 배기에서의 NO<sub>x</sub> 배출을 측정하는 적어도 하나의 서브시스템, 및 램다 스위프를 개시하여 최적의 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 결정하는 적어도 하나의 서브시스템을 포함한다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

적어도 하나의 O<sub>2</sub> 센서를 갖는 내연 기관을 소정 범위의 작동 조건에 걸쳐서 작동하는 방법에 있어서,  
 상기 내연 기관을 초기 O<sub>2</sub> 전압 설정점에서 작동하는 단계와,  
 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점으로 자동으로 조절하여 배출을 저감하는 단계를 포함하는  
 내연 기관 작동 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 자동으로 조절하여 배출을 저감하는 단계는, NO<sub>x</sub>의 측정값이 불안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 높은 설정점으로부터 낮은 설정점으로 증분적으로 감소시키는 단계, 및 NO<sub>x</sub>의 측정값이 안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 증가시키는 단계를 포함하는  
 내연 기관 작동 방법.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,  
 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 감소시키는 단계는 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 소정의 스위프율(sweep rate)로 감소시키는 단계를 포함하는  
 내연 기관 작동 방법.

### 청구항 4

제 2 항에 있어서,  
 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 증가시키는 단계는 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 소정의 스위프율 및 소정의 O<sub>2</sub> 전압 설정점 양 중 하나로 증가시키는 단계를 포함하는  
 내연 기관 작동 방법.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,  
 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 작동 조건의 변화 및 타이머 중 하나에 반응하여 조절하는 단계를 더 포함하는  
 내연 기관 작동 방법.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,  
 상기 작동 조건의 변화는, 상기 내연 기관에 대한 새로운 부하, 새로운 내연 기관 속도, 새로운 주위 조건, 촉매의 열화 및 작동 시간 간격을 포함하는 그룹으로부터 선택된 작동 조건의 변화를 포함하는  
 내연 기관 작동 방법.

### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

배기의 O<sub>2</sub> 함량을 감지하는 단계와,  
 상기 배기의 NO<sub>x</sub> 함량을 감지하는 단계를 더 포함하며,  
 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 자동으로 조절하여 배출을 저감하는 단계는,  
 상기 NO<sub>x</sub> 함량이 불안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 충분히 감소시키는 단계, 및  
 상기 NO<sub>x</sub> 함량이 안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 충분히 증가시키는 단계를 포함하는  
 내연 기관 작동 방법.

**청구항 8**

소정 범위의 작동 조건에 걸쳐서 내연 기관의 배출 성능을 개선하는 시스템에 있어서,  
 상기 내연 기관으로부터의 배기를 처리하는 촉매 서브시스템과,  
 상기 촉매 서브시스템보다 상류에 배치된 O<sub>2</sub> 센서와,  
 상기 배기에 배치된 NO<sub>x</sub> 센서와,  
 상기 O<sub>2</sub> 센서 및 상기 NO<sub>x</sub> 센서로부터 데이터를 수신하고, O<sub>2</sub> 전압 설정점을 새로운 설정점으로 자동으로 조절하  
 여 배출을 저감하는 제어 서브시스템을 포함하는  
 내연 기관의 배출 성능 개선 시스템.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,  
 상기 제어 서브시스템은, NO<sub>x</sub> 안정도 레벨을 위반할 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 높은 설정점에서 낮은 설정점  
 으로 충분히 조절하고, 또한 NO<sub>x</sub> 측정값이 안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 충분히 증가시키는  
 제어 서브시스템을 더 포함하는  
 내연 기관의 배출 성능 개선 시스템.

**청구항 10**

제 8 항에 있어서,  
 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 충분히 조절하는 제어 서브시스템은 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 소정의 스위프율 및 소정  
 의 O<sub>2</sub> 설정점 양 중 하나로 조절하는 제어 서브시스템을 포함하는  
 내연 기관의 배출 성능 개선 시스템.

**청구항 11**

제 8 항에 있어서,  
 상기 제어 서브시스템은 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 작동 조건의 변화에 반응하여 자동으로 조절하고, 상기 작동 조  
 건의 변화는 상기 내연 기관에 대한 새로운 부하, 새로운 내연 기관 속도, 새로운 주위 조건, 새로운 연료 품질  
 및 작동 시간 간격 중 적어도 하나를 포함하는  
 내연 기관의 배출 성능 개선 시스템.

**청구항 12**

내연 기관 배기에서의 배출을 제어하는 제어 시스템에 있어서,  
 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 제어하는 적어도 하나의 서브시스템과,

상기 내연 기관 배기에서의 NOx 배출을 측정하는 적어도 하나의 서브시스템과,  
 최적의 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 결정하기 위해 람다 스위프(lambda sweep)를 개시하는 적어도 하나의 서브시스템을 포함하는

내연 기관 배기에서의 배출 제어 시스템.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,  
 상기 람다 스위프를 개시하는 서브시스템은,  
 NOx 안정도 임계값을 위반할 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 감소시키는 서브시스템, 및  
 상기 내연 기관 배기에서의 NOx 배출이 안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증가시키는 서브시스템을 포함하는

내연 기관 배기에서의 배출 제어 시스템.

**청구항 14**

제 12 항에 있어서,  
 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 최적의 설정점으로 설정하는 적어도 하나의 서브시스템을 더 포함하는

내연 기관 배기에서의 배출 제어 시스템.

**청구항 15**

제 12 항에 있어서,  
 상기 람다 스위프를 개시하는 서브시스템은, 린 람다 스위프(lean lambda sweep)를 개시하는 적어도 하나의 서브시스템 및 리치 람다 스위프(rich lambda sweep)를 개시하는 적어도 하나의 서브시스템을 포함하는

내연 기관 배기에서의 배출 제어 시스템.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서,  
 상기 린 람다 스위프를 개시하는 서브시스템은,  
 상기 NOx 배출이 불안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 감소시키는 적어도 하나의 서브시스템, 및  
 상기 NOx 배출이 안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 증가시키는 적어도 하나의 서브시스템을 포함하는

내연 기관 배기에서의 배출 제어 시스템.

**청구항 17**

제 15 항에 있어서,  
 상기 리치 람다 스위프를 개시하는 서브시스템은,  
 상기 NOx 배출이 불안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 증가시키는 적어도 하나의 서브시스템, 및  
 상기 NOx 배출이 안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 감소시키는 적어도 하나의 서브시스템을 포함하는

내연 기관 배기에서의 배출 제어 시스템.

**청구항 18**

제 12 항에 있어서,

상기 램다 스위프를 개시하는 서브시스템은,

린 램다 스위프를 개시하여 린 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 결정하는 적어도 하나의 서브시스템,

리치 램다 스위프를 개시하여 리치 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 결정하는 적어도 하나의 서브시스템, 및

O<sub>2</sub> 전압 설정점을 상기 린 O<sub>2</sub> 전압 설정점과 상기 리치 O<sub>2</sub> 전압 설정점 사이에서 결정하는 적어도 하나의 서브시스템을 포함하는

내연 기관 배기에서의 배출 제어 시스템.

**청구항 19**

내연 기관 배기에서의 배출을 제어하는 방법에 있어서,

NO<sub>x</sub> 배출을 측정하는 단계와,

새로운 작동 조건에서의 NO<sub>x</sub> 배출이 NO<sub>x</sub> 배출 기준을 준수하는 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 결정하기 위해 램다 스위프를 개시하는 단계와,

상기 내연 기관을 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점에서 작동하는 단계를 포함하는

내연 기관 배기에서의 배출 제어 방법.

**청구항 20**

제 19 항에 있어서,

상기 새로운 작동 조건에서의 CO 배출이 CO 배출 기준을 준수하는 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 결정하기 위해 램다 스위프를 개시하는 단계를 더 포함하는

내연 기관 배기에서의 배출 제어 방법.

**청구항 21**

제 19 항에 있어서,

상기 램다 스위프를 개시하는 단계는,

상기 NO<sub>x</sub> 배출이 불안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 감소시키는 단계, 및

상기 NO<sub>x</sub> 배출이 안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 증가시키는 단계를 포함하는

내연 기관 배기에서의 배출 제어 방법.

**청구항 22**

제 20 항에 있어서,

상기 램다 스위프를 개시하는 단계는, 상기 NO<sub>x</sub> 배출이 불안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 증가시키는 단계, 및 상기 NO<sub>x</sub> 배출이 안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 감소시키는 단계를 포함하는

내연 기관 배기에서의 배출 제어 방법.

**청구항 23**

컴퓨터 판독가능 명령(computer-readable instructions)을 기록한 하나 이상의 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 내연 기관 배기에서의 배출을 제어하는 제어 모듈에 의해 실행될 때, NOx 배출을 측정하는 단계와, 새로운 작동 조건에서의 NOx 배출이 NOx 배출 기준을 준수하는 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 결정하기 위해 램다 스위프를 개시하는 단계와, 상기 내연 기관을 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점에서 작동시키는 단계를 상기 제어 모듈이 실행하게 하는 컴퓨터 판독가능 매체.

**청구항 24**

제 23 항에 있어서, 새로운 작동 조건에서의 CO 배출이 CO 배출 기준을 준수하는 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 결정하기 위해 램다 스위프를 개시하는 단계를 상기 제어 모듈이 더 실행하게 하는 컴퓨터 판독가능 매체.

**청구항 25**

제 24 항에 있어서, 상기 램다 스위프를 개시하는 단계를 상기 제어 모듈이 실행하게 하는 명령은, 상기 NOx 배출이 불안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 감소시키는 단계, 및 상기 NOx 배출이 안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 증가시키는 단계를 상기 제어 모듈이 실행하게 하는 명령을 포함하는 컴퓨터 판독가능 매체.

**청구항 26**

제 24 항에 있어서, 상기 램다 스위프를 개시하는 단계를 상기 제어 모듈이 실행하게 하는 명령은, 상기 NOx 배출이 불안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 증가시키는 단계, 및 상기 NOx 배출이 안정해질 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증분적으로 감소시키는 단계를 상기 제어 모듈이 실행하게 하는 명령을 포함하는 컴퓨터 판독가능 매체.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본원에 개시된 요지는 내연 기관의 배출 제어에 관한 것으로, 특히 내연 기관의 CO 및 NOx 배출의 제어에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 내연 기관은 연소 혼합물이 화학양론적 연소 반응(stoichiometric combustion reaction)에 필요한 정확한 상대 비율로 공기 및 연료를 함유하는 방식으로 작동되는 것이 이상적이다. 리치번(rich burn; 농후 또는 과잉 연소) 엔진은 화학양론적인 연료량으로 또는 약간 과잉의 연료로 작동할 수 있는 반면, 린번(lean-burn; 희박 연소) 엔진은 화학양론적 연소에 필요한 양에 비해 과잉의 산소(O<sub>2</sub>)로 작동한다. 내연 기관을 린(lean) 모드에서 작동하면, 스로틀링 손실(throttling losses)을 저감할 수 있는 한편, 보다 높은 압축비의 이점을 취할 수

있고, 그에 따라 성능 및 효율이 개선된다. 한편, 리치번(rich burn) 엔진은 상대적으로 단순하며, 신뢰도가 높고 안정적이며, 부하 변화에 잘 적응한다.

[0003] 배출 기준을 준수하기 위해, 다수의 리치번 내연 기관은 3원 촉매(3-way catalyst)로서도 공지되어 있는 비선택적 촉매 환원(NSCR; non-selective catalytic reduction) 서브시스템을 이용한다. 이러한 서브시스템은 질소산화물(NO 및 NO<sub>2</sub>(통칭해서 NO<sub>x</sub>)), 일산화탄소(CO) 및 휘발성 유기 화합물(VOC)의 배출을, 다른 조절된 배출과 함께 저감한다. 3원 촉매는 저감 효율이 높고 경제적이지만, 배출 기준을 충족하기 위해 엔진의 공연비(air fuel ratio)의 엄격한 제어를 필요로 한다. 이러한 기준은 때때로 제동 마력 시간당 배출물의 그램(g/bhp-hr; grams of emissions per brake horsepower hour)에 관하여 규정된다.

[0004] 기존에, 촉매에 의한 리치번 배출 제어는 촉매 서브시스템의 입력 위치 및 출력 위치에서 O<sub>2</sub> 감지(sensing)를 이용해서만 가능했었다. 그러한 시스템에서는, 제어 서브시스템이 배기 내에 일정한 O<sub>2</sub> 함량을 유지하기 위해 공연비를 지속적으로 조절했다. 상기 일정한 O<sub>2</sub> 함량의 목표값(O<sub>2</sub> 전압 설정점(O<sub>2</sub> voltage setpoint))은 고정적이었다. 이따금, 이들 제어 시스템은 촉매 활성창(catalyst operating window)에서의 시프트(shift)뿐만 아니라 가변적인 작동 조건 및 환경 조건에 걸쳐서 최적인 것보다 큰 배출의 변동을 허용했다. 그 이유는 낮은 NO<sub>x</sub> 및 CO 배출 레벨에 이르도록 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 단일값으로 간단히 설정할 수 없기 때문이다. 배출 규정 준수를 위한 최적의 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 다른 조건들 중에서도 부하, 속도, 주위 조건에 따라 변한다.

### 발명의 내용

[0005] 본 발명의 일 양태에 따르면, 적어도 하나의 O<sub>2</sub> 센서를 갖는 내연 기관을 소정 범위의 작동 조건에 걸쳐서 작동하는 방법이 제공된다. 이 양태의 방법은 초기 O<sub>2</sub> 전압 설정점(initial O<sub>2</sub> voltage setpoint)에서 엔진을 작동하는 단계와, 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점(new O<sub>2</sub> voltage setpoint)으로 자동으로 조절해서 배출을 저감하는 단계를 포함한다.

[0006] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 소정 범위의 작동 조건에 걸쳐서 내연 기관의 배출 성능을 개선하는 시스템이 제공된다. 이 양태의 시스템은 상기 내연 기관으로부터의 배기를 처리하는 촉매 서브시스템과, 상기 촉매 서브시스템보다 상류에 배치된 O<sub>2</sub> 센서와, 배기에 배치된 NO<sub>x</sub> 센서를 포함한다. 이 양태의 시스템은 상기 O<sub>2</sub> 센서 및 상기 NO<sub>x</sub> 센서로부터 데이터를 수신하고, O<sub>2</sub> 전압 설정점을 새로운 전압 설정점으로 자동으로 조절해서 배출을 저감하는 제어 서브시스템을 또한 포함한다.

[0007] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 내연 기관 배기의 배출을 제어하는 제어 시스템이 제공된다. 이 양태의 제어 시스템은 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 제어하는 적어도 하나의 서브시스템과, 엔진 배기에서의 NO<sub>x</sub> 배출을 측정하는 적어도 하나의 서브시스템과, 램다 스위프(lambda sweep)를 개시하여 최적의 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 결정하는 적어도 하나의 서브시스템을 포함한다.

[0008] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 내연 기관 배기에서의 배출을 제어하는 방법이 제공된다. 이 양태의 방법은 NO<sub>x</sub> 배출을 측정하는 단계와, 새로운 작동 조건에서의 NO<sub>x</sub> 배출이 NO<sub>x</sub> 배출 기준을 준수하는 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 결정하기 위해 램다 스위프를 개시하는 단계와, 내연 기관을 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점에서 작동하는 단계를 포함한다.

[0009] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 컴퓨터 판독가능 매체가 제공된다. 이 양태의 컴퓨터 판독가능 매체는, 내연 기관 배기에서의 배출을 제어하는 제어 모듈이 실행될 때, NO<sub>x</sub> 배출을 측정하는 단계와, 램다 스위프를 개시하여, 새로운 작동 조건에서의 NO<sub>x</sub> 배출이 NO<sub>x</sub> 배출 기준을 준수하는 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 결정하는 단계와, 내연 기관을 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점에서 작동하는 단계를 상기 제어 모듈이 실행하게 하는 명령을 제공한다.

[0010] 도면에 대한 하기의 설명은 제한하려는 의도는 없으며, 제한하는 것으로 해석되어서도 안 된다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 일 실시예에 따른 내연 기관 시스템의 일례의 다이어그램,

- 도 2는 NOx 규정 준수 창의 작동 조건의 영향을 도시하는 차트,
- 도 3은 일 실시예의 프로세스를 도시하는 플로우차트,
- 도 4는 일 실시예의 작동 원리를 도시하는 차트,
- 도 5는 일 실시예의 프로세스를 도시하는 플로우차트,
- 도 6은 일 실시예의 작동 원리를 도시하는 차트.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0012] 도 1에 도시된 것은 본 발명의 일 실시예에 따른 향상된 배출 제어 능력을 가진 내연 기관 시스템(1)이다. 내연 기관 시스템(1)은 좌측 실린더 뱅크(3) 및 우측 실린더 뱅크(5)를 포함한다. 좌측 실린더 뱅크(3)는 복수의 실린더(7, 9, 11, 13, 15, 및 17)를 포함한다. 우측 실린더 뱅크(5)는 복수의 실린더(19, 21, 23, 25, 27, 및 29)를 포함한다. 이 실시예의 내연 기관 시스템(1)이 12개의 실린더로 도시되어 있지만, 임의의 개수의 실린더(1, 2, 4, 8, 14, 16개 등)가 사용될 수 있다. 내연 기관 시스템(1)은 플라이 휠(31)을 또한 포함한다.
- [0013] 내연 기관 시스템(1)은 우측 실린더 뱅크(5)와 연관된 우측 레귤레이터(33) 및 좌측 실린더 뱅크(3)와 연관된 좌측 레귤레이터(35)를 또한 포함한다. 우측 레귤레이터(33)는 우측 실린더 뱅크(5)에 대한 공기 및 연료의 유동을 제어하고, 좌측 레귤레이터(35)는 좌측 실린더 뱅크(3)에 대한 공기 및 연료의 유동을 제어한다. 레귤레이터는 시스템의 작동 파라미터를, 통상 특정한 규정된 또는 사전 설정된 한도 내에서 결정하여 유지하는 장치이다. 우측 레귤레이터(33) 및 좌측 레귤레이터(35)는 각각 우측 실린더 뱅크(5) 및 좌측 실린더 뱅크(3)의 공연비를 조절한다. 도 1에 도시된 실시예는 레귤레이터에 대하여 언급하고 있지만, 공연비를 제어하는데 사용될 수 있는, 예컨대 전자제어식 연료 분사 장치, 카뷰레터(carburetors) 등과 같은 임의의 장치 또는 장치들의 조합이 포함될 수 있다.
- [0014] 내연 기관 시스템(1)으로부터의 배기 가스를 운반하는 매니폴드(37)가 우측 실린더 뱅크(5) 및 좌측 실린더 뱅크(3)에 연관된다. 매니폴드(37)는 적어도 하나의 좌측 O<sub>2</sub> 센서(39)가 내부에 위치되는 좌측 매니폴드 튜브(38) 및 적어도 하나의 우측 O<sub>2</sub> 센서(41)가 내부에 위치되는 우측 매니폴드 튜브(40)를 포함한다. 좌측 O<sub>2</sub> 센서(39) 및 우측 O<sub>2</sub> 센서(41)(람다 센서(lambda sensors)로도 공지되어 있음)는 매니폴드(38, 40) 내측 배기의 O<sub>2</sub> 비율을 측정해서, 내연 기관의 공연비가 리치(rich)인지 또는 린(lean)인지를 실시간으로 결정하는 전자 장치이다. 좌측 O<sub>2</sub> 센서(39) 및 우측 O<sub>2</sub> 센서(41)로부터의 정보는 공연비를 간접적으로 결정하는데 사용될 수 있다. 일부 실시예에 있어서는, 단 하나의 O<sub>2</sub> 센서가 사용될 수 있다. 이용 가능한 유형의 O<sub>2</sub> 센서로서는, 농도 셀(지르코니아 센서), 산화물 반도체(TiO<sub>2</sub> 센서) 및 전기화학 O<sub>2</sub> 센서(한계 전류 센서)가 있다. 상기 센서들은 O<sub>2</sub> 농도를 직접적으로 측정하는 것이 아니라, 오히려 배기 가스 내의 O<sub>2</sub>의 양과 기준 샘플 내의 O<sub>2</sub>의 양 사이의 차이를 측정하는 것이 일반적이다. 리치 혼합물은 O<sub>2</sub> 요구를 야기한다. 이러한 요구는 센서층을 통한 O<sub>2</sub> 이온의 수송에 기인하는 전압의 증대를 야기한다. 린 혼합물은 O<sub>2</sub>가 과잉으로 존재하기 때문에 저전압을 야기한다.
- [0015] 내연 기관 시스템(1)으로부터의 배기 가스는 NOx 및 CO 배출의 저감을 위한 촉매를 내포하는 촉매 챔버(43) 내로 우측 매니폴드 튜브(40) 및 좌측 매니폴드 튜브(38)를 통해 운반된다. 바람직한 실시예에 있어서, 상기 촉매는 내연 기관 분야에서 흔히 사용되는 3원 촉매일 수 있다. 상기 촉매는 환원 및 산화를 통해 CO, NOx 및 VOC 배출을 변환하여 이산화탄소, 질소, 및 물을 생성한다. 3원 촉매는 화학양론 근처의 좁은 공연비 범위 내에서 엔진이 작동할 때 효과적이다. 상기 촉매의 변환 효율은 상기 공연비 범위 외에서 엔진이 작동할 때 현저하게 감소한다. 린 엔진 작동하에서는, 과잉의 O<sub>2</sub>가 존재하고, NOx의 환원이 촉진되지 않는다. 리치 조건하에서는, 과잉의 연료가 촉매에 앞서 배기 내의 이용가능한 모든 O<sub>2</sub>를 소비하여, 산화 반응이 덜 생기게 한다.
- [0016] 촉매 챔버(43)의 하류에는 NOx 센서(45)가 배치된다. 선택적인 실시예에 있어서, 상기 NOx 센서는 촉매 챔버(43)의 상류에 위치될 수 있거나(촉매가 사용되는 경우), 또는 다수의 NOx 센서가 사용될 수 있다. NOx 센서는 내연 기관 시스템(1)과 같은 연소 환경에서 질소 산화물을 검출하는 장치이다. 내연 기관 시스템(1)에서의 사용을 위해 다양한 상이한 센서들이 적합하게 이용 가능하다. 예컨대, 고체 전해질(전위차 및 전류측정) 및 반도체성 유형을 포함하는 다양한 고상 전기화학 센서가 있다.

- [0017] NOx 센서(45), 우측 O<sub>2</sub> 센서(41) 및 좌측 O<sub>2</sub> 센서(39), 우측 레귤레이터(33) 및 좌측 레귤레이터(35)는 모두 배출 제어 모듈(47)에 결합된다. 배출 제어 모듈(47)은 마이크로프로세서 및 메모리로서 제공될 수 있거나, 또는 그 외의 다른 프로세서 또는 내연 기관 시스템(1)과 연관된 전자 시스템 내에 제공된 또는 매립된 소프트웨어로서, 또는 임의의 공지된 다른 형태로 제공될 수 있다. 다양한 실시예의 배출 제어 모듈(47)은 하나 이상의 연산 장치에 의해 실행 가능한 명령을 포함할 수 있다. 상기 명령은 Java™, C, C++, Visual Basic, Java Script, Perl, 등을 제한 없이, 단독으로 또는 조합하여 포함하는 다양한 기지의 프로그래밍 언어 및/또는 기술을 이용하여 생성된 컴퓨터 프로그램으로부터 컴파일되거나 해석될 수 있다. 일반적으로, 프로세서(예를 들어, 마이크로프로세서)는, 예를 들어, 메모리, 컴퓨터 판독가능 매체 등으로부터 명령을 수신하고, 이 명령을 실행함으로써, 본원에 개시된 하나 이상의 프로세스를 포함하는 하나 이상의 프로세스를 수행한다. 상기 명령과 그 밖의 데이터는 다양한 기지의 컴퓨터 판독가능 매체를 이용하여 저장 및 전송될 수 있다.
- [0018] 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 판독될 수 있는 데이터(예를 들어, 명령)를 제공하는데 관여하는 임의의 매체를 포함한다. 상기 매체는 비휘발성 매체, 휘발성 매체, 및 전송 매체를 포함하지만 그것들에 제한되지 않는 다수의 형태를 취할 수 있다. 비휘발성 매체는, 예컨대 광 또는 자기 디스크 및 그 밖의 영구 메모리를 포함한다. 휘발성 매체는 통상 메인 메모리를 구성하는 동적 랜덤 액세스 메모리(DRAM)를 포함한다. 전송 매체는 프로세서에 결합된 시스템 버스를 구비하는 와이어를 포함하는, 동축 케이블, 구리선 및 광섬유를 포함한다. 전송 매체는 무선 주파수(RF) 및 적외선(IR) 데이터 통신 중에 발생하는, 음파, 광파 및 전자기파를 포함하거나 또는 반송할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체의 통상적인 형태는, 예컨대 플로피 디스크, 플렉서블 디스크, 하드 디스크, 자기 테이프, 임의의 다른 자기 매체, CD-ROM, DVD, 임의의 다른 광학 매체, 펀치 카드, 종이 테이프, 천공 패턴을 가진 임의의 다른 물리적 매체, RAM, PROM, EPROM, FLASH-EEPROM, 임의의 다른 메모리 칩 또는 카트리지를, 후술되는 바와 같은 반송파, 또는 컴퓨터가 판독할 수 있는 임의의 다른 매체를 포함한다.
- [0019] 향상된 배출 제어 능력을 가진 내연 기관 시스템(1)은 좌측 O<sub>2</sub> 센서(39), 우측 O<sub>2</sub> 센서(41), 또는 두 센서 모두와 같은 하나 이상의 O<sub>2</sub> 센서의 설정점을 자동으로 조절함으로써 소정 범위의 작동 조건에 걸쳐서 작동될 수 있다. O<sub>2</sub> 전압 설정점은 엔진에 유입하는 연료의 양을 공기의 양에 관하여 제어함으로써 배출 제어 모듈(47)이 도달하고자 하는 O<sub>2</sub> 목표값이다. 공기에 관하여 엔진에 유입하는 연료의 양은 공연비(AFR; air fuel ratio)라고 불리며, 때때로 화학양론 AFR에 관한 엔진의 AFR인 람다( $\lambda$ ; Lambda)로서 표현되기도 한다. 내연 기관 시스템(1)은, NOx 측정이 불안정해지거나 또는 급등할 때까지(즉, 안정도 레벨 임계값을 위반함), 보정된 높은 설정점으로부터 낮은 O<sub>2</sub> 전압 설정점까지 하향으로 보정된 스위프율(calibrated sweep rate)로 사전-촉매 O<sub>2</sub> 전압 설정점(pre-catalyst O<sub>2</sub> voltage setpoints)을 조절함으로써, 향상된 배출 성능을 달성한다. 일 실시예에 있어서, 주어진 기간에 걸쳐 NOx 농도를 측정함으로써 안정도가 결정될 수 있다. 상기 스위프율은 초당 밀리볼트(milli-volts per second) 단위일 수 있으며, 엔진마다 특정하게 보정될 수 있다. 안정도 임계값을 위반하면, 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 안정도 레벨이 달성될 때까지(NOx를 판독하는 NOx 센서(45)가 다시 안정됨) 보정된 스위프율로 상향으로 조절된다.
- [0020] 상기 설정점을 자동으로 조절하는 프로세스를 뒷받침하는 원리는 도 2를 참조로 가장 잘 이해된다. 도 2는 리치번 엔진에서의 NOx 및 CO 배출에 대한 전형적인 촉매 창 특성을 도시한다. 차트에서는, g/bhp-hr.volts 단위로 측정된 배출이  $\lambda$ 에 대하여 나타내진다. 화학양론 혼합물에서는  $\lambda=1$ , 리치 혼합물에서는  $\lambda < 1$ , 그리고 린 혼합물에서는  $\lambda > 1$ 이다.
- [0021] 도 2의 차트의 우측에서, 특정한 조건 세트 C1에 대한 NOx 배출의 값들은 연속하는 이중선에 삼각형을 겹쳐서 도시된다. 상기 차트의 좌측에서, 조건 C1에 대한 CO 배출의 값들은 실선에 사각형을 겹친 것으로서 도시된다. 규정 준수 창(compliance window)은 음영처리된 직사각형 영역에 의해 표시된다. A로서 지시된 원으로 강조된 부분은 람다가 감소함에 따라 CO 배출이 급속하게 증가하기 시작하는 영역이다. 이는 람다 커브의 리치 변곡부(rich knee)로서 지칭된다. B로서 지시된 원으로 강조된 부분은 람다값이 증가함에 따라 NOx 배출이 급속하게 증가하기 시작하는 영역이다. 이는 람다 커브의 린 변곡부(lean knee)로서 지칭된다. 바람직한 활성창은 람다 커브의 리치 변곡부와 린 변곡부 사이에 위치하는 것이 보통이다.
- [0022] 예컨대, 엔진 부하, 연료 품질 또는 엔진 주위 조건이 변하면, 조건 C1은 C2, C3에 도시된 바와 같이 시프트하거나, 또는 다른 방식으로 시프트할 수 있다. 조건이 조건 C1에서 조건 C2로 변하면, NOx 커브(상기 차트의 우측에 있는 점선 이중선으로 도시됨)와 CO 커브(상기 차트의 좌측에 있는 실선 이중선으로 도시됨) 사이의 영역

이 좁아진다. 조건이 조건 C1에서 조건 C3으로 변하면, NOx 커브와 CO 커브 사이의 영역이 넓어진다. 추가적으로, 조건이 변함에 따라 NOx 및 CO 커브는 좌측 또는 우측으로 시프트될 수 있다. 이러한 현상은 고정적인 O<sub>2</sub> 전압 설정점으로 배출을 제어하는 것을 매우 어렵게 만든다.

[0023] 도 3은 NOx 규정 준수(50)를 위한 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 설정하는 방법의 실시예를 도시한다. 내연 기관 시스템(1)은 개시 O<sub>2</sub> 전압 설정점(starting O<sub>2</sub> voltage setpoint)으로 작동 중에 있다(방법 요소 51). 예컨대 부하의 변화, 작동 속도의 변화, 주위 조건의 변화, 지정된 시간 증분의 경과, 등과 같은 조건의 변화가 검출된다(방법 요소 53). 그 지점에서, 상기 배출 제어 모듈(47)은 소정의 증분만큼 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점의 감소를 명령한다. 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점의 증분 감소는 내연 기관 시스템(1)마다 결정된 보정된 스위프율로부터 결정될 수 있다. 상기 보정된 스위프율은 상기 O<sub>2</sub> 센서(들)(좌측 O<sub>2</sub> 센서(39), 우측 O<sub>2</sub> 센서(41), 또는 두 센서 모두) 및 NOx 센서(45)가 안정화하는데 필요한 기간에 의거하여 내연 기관에 대하여 결정될 수 있다. 이후, NOx 배출 및 O<sub>2</sub> 농도가 측정될 수 있다(방법 요소 57 및 59). 이후, NOx 안정도 임계값을 위반했는지의 여부의 결정이 방법 요소 57로부터의 값에 의거하여 이루어진다(방법 요소 61). 이후, 상기 NOx 안정도 임계값을 위반하지 않았으면, 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 소정의 양만큼 다시 감소될 수 있다(방법 요소 55). 상기 NOx 안정도 임계값을 위반했으면, 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 소정의 증분만큼 증가될 수 있다(방법 요소 63). 이후, NOx 배출의 변화의 결정이 이루어질 수 있으며(방법 요소 65), 상기 O<sub>2</sub> 농도가 측정될 수 있다(방법 요소 67). 이후, 상기 NOx 레벨이 안정(즉, NOx 레벨의 변화율이 0에 가까워짐)되었는지의 여부에 대한 결정이 이루어질 수 있다(방법 요소 69). 상기 NOx 레벨이 안정되지 않았으면, 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 상기 NOx 레벨이 안정될 때까지 소정의 양만큼 다시 증가될 수 있다(방법 요소 63). 알고리즘의 안정도 부분을 수행하기 위해, NOx 변곡부(NOx knee) 또는 CO 변곡부(CO knee)가 가까워지는 시기를 지시하도록 필터링 및 디바운스(debounce) 타이머를 이용하는 스킴(scheme)을 가동해야 할 수도 있다. 이후, 상기 NOx 레벨이 안정되는 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점이 저장될 수 있다(방법 요소 71) 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점은, 설정점을 단지 상기 램다 커브 내에서 NOx 변곡부의 리치로 유지하도록, 보정된 값이 상향 또는 하향으로 경사질 수 있다(방법 요소 73). 상기 보정된 값은 엔진마다 결정될 수 있다. 그 지점에서, 상기 프로세스는 종료할 수 있으며(방법 요소 75), 조건의 변화의 검출시에 또는 소정의 기간이 경과한 후에 재개될 수 있다. 방법 요소 55 내지 69는 린 램다 스위프(lean lambda sweep)(77)를 포함한다.

[0024] NOx 규정 준수(50)를 위한 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 설정하는 방법을 뒷받침하는 원리는 도 4를 참조로 가장 잘 설명된다. 도 4는 가변 O<sub>2</sub> 전압 설정점(실선)에 대한 NOx 농도(이중선)를 시간에 걸쳐 측정된 것을 도시하는 차트이다. 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 개시 O<sub>2</sub> 전압 설정점으로부터 상기 방법의 하향 스위프(downward sweep)로 소정의 비율로 감소된다. 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점이 감소됨에 따라, 안정도 임계값은 상기 NOx 농도가 상향으로 급등할 때 위반된다. 그 지점에서, 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 상기 NOx 레벨이 감소하여 안정될 때까지 상향 스위프를 소정의 비율로 증가된다. 상기 NOx 배출이 안정해지는 레벨에서 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점이 설정된다.

[0025] 내연 기관 시스템(1)은 엔진을 NOx 및 CO 규정 준수를 위한 최적의 O<sub>2</sub> 전압 설정점에서 작동하는데 사용될 수 있다. NOx 센서(45)는 램다 커브의 리치 변곡부가 가까워짐에 따라 NOx ppm 출력의 증가로서 나타나는 CO 농도의 지표를 제공하는데 사용될 수 있다. 리치 측에 있어서의 CO 농도는 NOx 판독을 야기하는 NOx 센서(45)에서의 안정적인 간섭을 생성하는 것으로 보인다. 이러한 모순은 NOx 센서(45)에 의해 NOx 농도로서 보고되는 극한의 리치 레벨에서의 암모니아 생성에 기인한다.

[0026] 이러한 모순과 함께 린 및 리치 안정도 검출 알고리즘을 사용하면, NOx 및 CO 규정 준수를 위한 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 설정하는 방법을 개선할 수 있다. 이는 램다 스위프(즉, O<sub>2</sub> 전압 설정점의 스위핑)를 수행하여 램다 커브상의 린 및 리치 변곡부의 위치를 모두 검증함으로써 달성된다. 이후, 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 린 변곡부와 리치 변곡부 사이의 지점에 있는 값으로 재조정되어, 배출 커브의 최적 부위에서 매우 낮은 NOx 및 CO 측매에 의한 배출을 달성할 수 있다.

[0027] 도 5는 배출 제어 모듈(47)에 의해 수행될 수 있는 NOx 및 CO 규정 준수(80)를 위한 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점을

설정하는 방법의 실시예를 도시한다. 이 방법에서는, 내연 기관 시스템(1)이 개시 O<sub>2</sub> 전압 설정점에서 작동하는 것으로 상정한다(방법 요소 81). 조건 변화의 검출시에(방법 요소 83), 배출 제어 모듈(47)은 램다 스위프를 린으로 개시할 수 있다(방법 요소 85)(예를 들어, 엔진의 작동을 도 2의 린 변곡부의 방향으로 린 O<sub>2</sub> 전압 설정점까지 스위핑하여, 린 엔진 램다를 야기함). 상기 린 램다 스위프는 도 3의 참조번호(77)로서 보다 상세히 기술된다. 상기 린 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 방법 요소 87에서 저장되고, 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 소정의 증분만큼 증가하여 리치 램다 스위프가 개시된다(예를 들어, 엔진의 작동을 도 2의 리치 변곡부의 방향으로 리치 O<sub>2</sub> 전압 설정점까지 스위핑하여, 리치 엔진 램다를 야기함)(방법 요소 89). 방법 요소 91 및 93에서 각각 NO<sub>x</sub> 배출 및 O<sub>2</sub> 농도가 측정된다. 이후, 상기 램다 커브의 리치 측의 NO<sub>x</sub> 안정도 임계값을 위반했는지의 여부에 대한 결정이 이루어진다(방법 요소 95). 앞서 기술한 바와 같이, 상기 안정도 임계값은 NO<sub>x</sub> 레벨이 급등할 때 위반된다. 상기 NO<sub>x</sub> 안정도 레벨을 위반하지 않았으면, 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 소정의 증분만큼 다시 증가된다(방법 요소 89). 상기 NO<sub>x</sub> 안정도 레벨을 위반했으면, 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 소정의 증분 감소시킴으로써 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점의 하향 스위프가 개시된다(방법 요소 97). 방법 요소 99 및 101에서 각각 NO<sub>x</sub> 배출 및 O<sub>2</sub> 농도가 측정된다. 이후, 배출 제어 모듈(47)은 상기 NO<sub>x</sub> 레벨이 안정되었는지의 여부를 결정한다(방법 요소 103). 상기 NO<sub>x</sub> 레벨이 안정되지 않으면, 배출 제어 모듈(47)은 소정의 증분 만큼 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점의 감소를 다시 명령한다(방법 요소 97). 상기 NO<sub>x</sub> 레벨이 안정되면, 상기 리치 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 저장하고(방법 요소 105), 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 상기 저장된 린 및 리치 O<sub>2</sub> 전압 설정점들 사이의 레벨로 설정된다(방법 요소 107). 이후, 상기 방법의 반복이 완료된다(방법 요소 109). 상기 방법 요소 89 내지 105는 리치 램다 스위프(rich lambda sweep)(111)로서 지정될 수 있다. 본원에 기술된 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점의 증분 및 감분은 상기 NO<sub>x</sub> 센서가 소정의 임계값 농도를 관측할 때까지, 또는 몇몇 다른 방법에 의해, 소정의 양만큼 또는 소정의 스위프율로 변화될 수 있다.

[0028] NO<sub>x</sub> 및 CO 규정 준수(80)를 위한 새로운 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 설정하는 방법의 원리는 도 6을 참조로 가장 잘 설명된다. 도 6은 NO<sub>x</sub> 농도(하부 커브) 및 O<sub>2</sub> 전압 설정점(상부 실선 커브)의 측정을 도시하는 차트이다. 도 6의 차트에는 엔진 RPM과, 스테퍼(stepper) RB 및 스테퍼 LB로서 지시된 우측 레귤레이터(33) 및 좌측 레귤레이터(35)에 대한 신호도 도시되어 있다. 상기 안정도 임계값을 위반할 때까지(린 서치(lean search)에 대한 NO<sub>x</sub>의 급등) 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 감소시키고 나서, 상기 NO<sub>x</sub> 관독이 다시 안정될 때까지 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점을 증가시킴으로써, 새로운 서치(new search)가 개시된다. 상기 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 상기 안정도 임계값을 위반할 때까지 증가되고 나서, 상기 NO<sub>x</sub> 레벨이 다시 안정될 때까지 감소된다. 그 지점에서, 상기 배출 제어 모듈은 린 서치에 의해 결정된 O<sub>2</sub> 전압 설정점 값 및 리치 서치(rich search)에 의해 결정된 O<sub>2</sub> 전압 설정점 값을 갖는다. 이들 값은 상기 램다 커브의 리치 변곡부 및 린 변곡부에 대응한다. 내연 기관 시스템(1)의 작동에 적합한 O<sub>2</sub> 전압 설정점은 상기 두 O<sub>2</sub> 전압 설정점 사이에 있는 것이 보통이며, 선택적으로 이들 O<sub>2</sub> 전압 설정점 사이의 중간 지점에 설정되어 상기 배출 커브의 최적 부위에서 최저의 NO<sub>x</sub> 및 CO 측매에 의한 배출을 달성할 수 있다.

[0029] 언제든지 상기 램다 스위프 루틴이 상기 커브(들)상에서 상기 변곡부(들)를 검출할 수 없게 되면, 새로운 스위프가 수행되어 설정점 최적화를 재시도할 수 있다. 최적 설정점을 검출하지 않는 이유로는, 연료 조성의 변화, 습도의 큰 변화, 다른 환경 조건, 또는 측매 성능의 열화를 들 수 있다. 선택적으로, 배출 제어 모듈(47)은 최적 설정점을 상기 변곡부의 좌측으로 주기적으로 복구하도록 프로그래밍될 수 있다. 이는 작동 및/또는 환경 조건의 변화로 인해 이들 최적 지점들이 시프트하게 됨에 따라 행해진다.

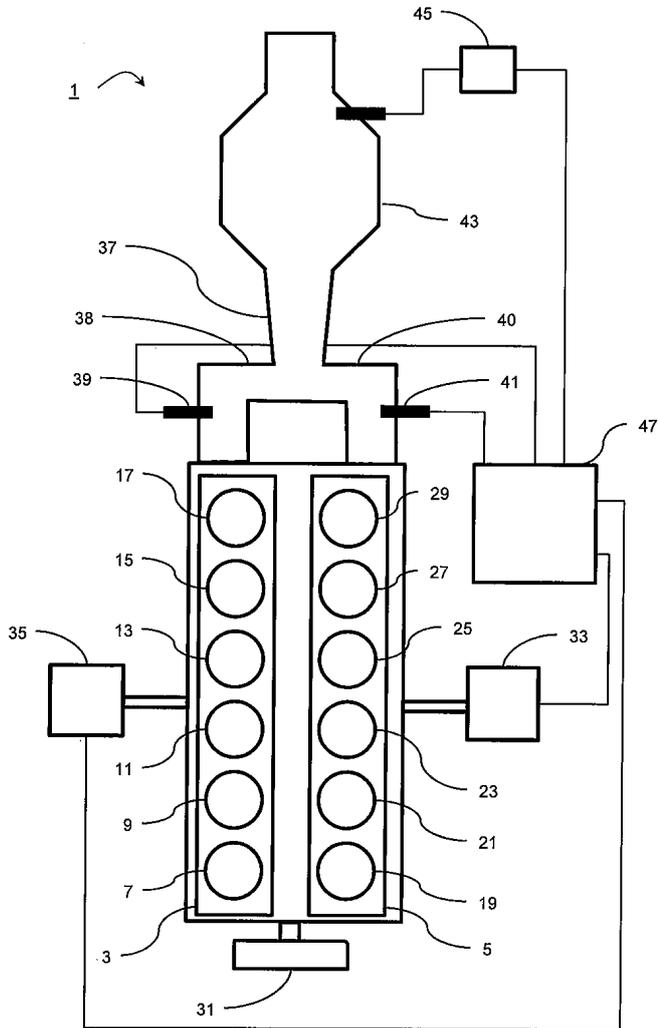
[0030] 내연 기관 시스템(1)은 상기 O<sub>2</sub> 설정점들의 주기적인 자동 재설정을 제공함으로써 환경적인 조건 및 측매 창시프트 조건을 포함하는 보다 넓은 범위의 작동 조건에 걸쳐서 NO<sub>x</sub> 및 CO 규정 준수를 제공한다. 추가적으로, 시간에 걸쳐 연속적인 측정이 취해지기 때문에, 배출 제어 모듈(47)은 배출 성능 및 배출 규정 준수 상태를 기록할 수 있다. 배출 제어 모듈(47)에 추가될 수 있는 다른 옵션은, 내연 기관 시스템(1)이 배출 규제(emission regulations)에 따르지 않는 경우에 정지(shut down) 명령의 추가를 포함하기도 한다.

[0031] 상술한 및/또는 본원에 청구된 방법 및 장치는 예시적인 실시예를 참조로 상기에 기술되어 있지만, 당업자라면, 상술한 및/또는 본원에 청구된 방법 및 장치의 범위로부터 이탈함이 없이 다양한 변경이 이루어질 수 있으며 등가물이 그 요소들을 대신할 수 있다는 점을 이해할 것이다. 또한, 상기 사상에 대하여 그 범위로부터 이탈함이

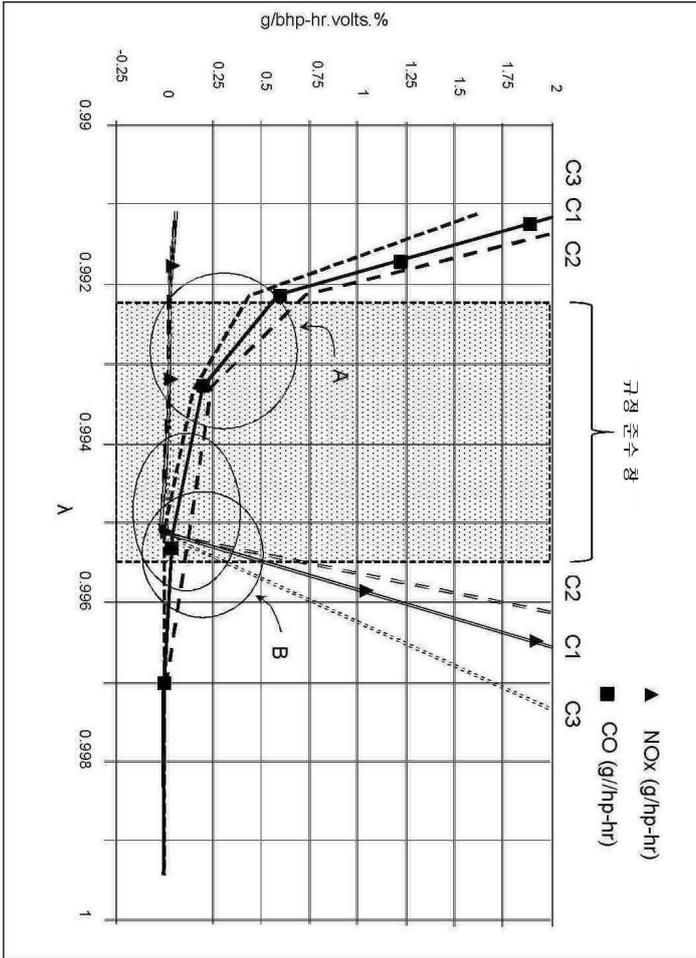
없이 특정한 상황에 맞게 다수의 변형이 이루어질 수 있다. 따라서, 상술한 및/또는 본원에 청구된 방법 및 장치는 이 발명을 수행하기 위해 개시된 실시예에 제한되는 것은 아니며, 본 발명은 청구범위에 속하는 모든 실시예를 포함하는 것이다. 또한, 제 1, 제 2, 등의 용어의 사용은 중요도의 순서를 나타내는 것이 아니며, 제 1, 제 2, 등의 용어는 하나의 요소를 다른 요소와 구별하는데 사용된다. 또한, 다양한 컴퓨터 플랫폼 및 제어 모듈과 작동 시스템이 고려된다는 점이 강조되어야 한다.

도면

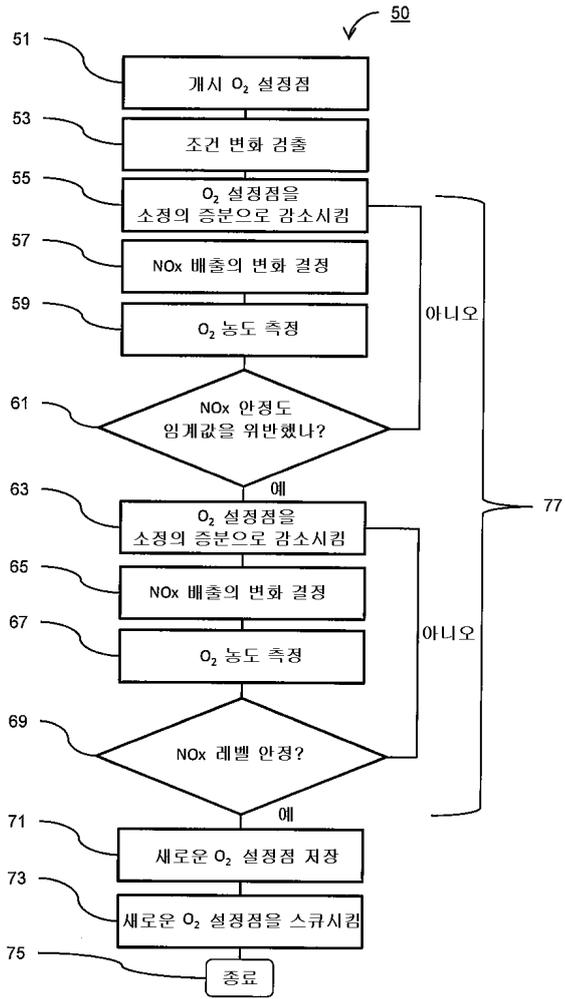
도면1



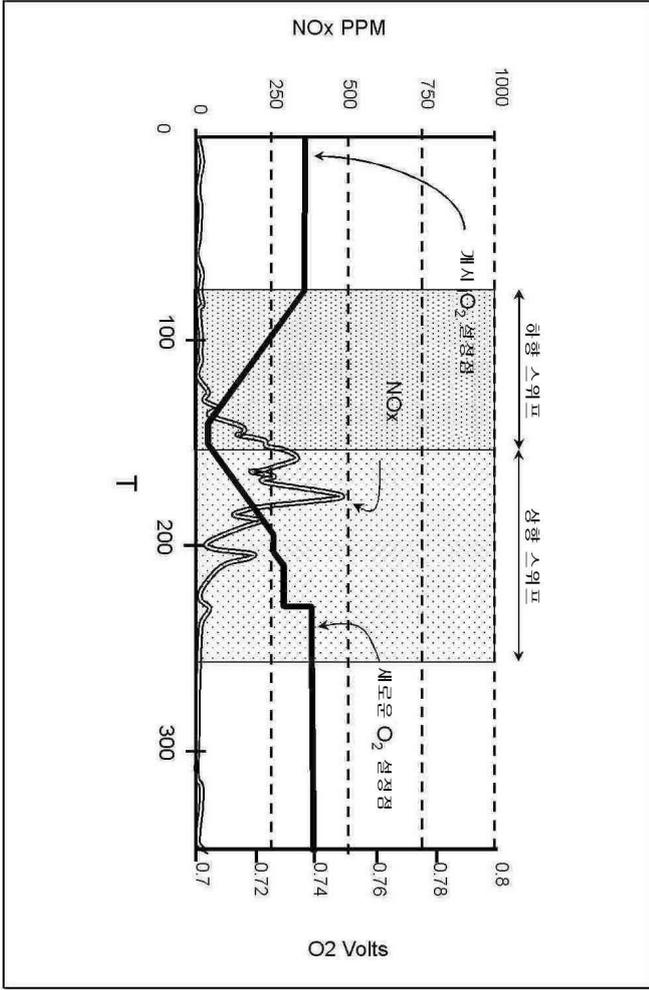
도면2



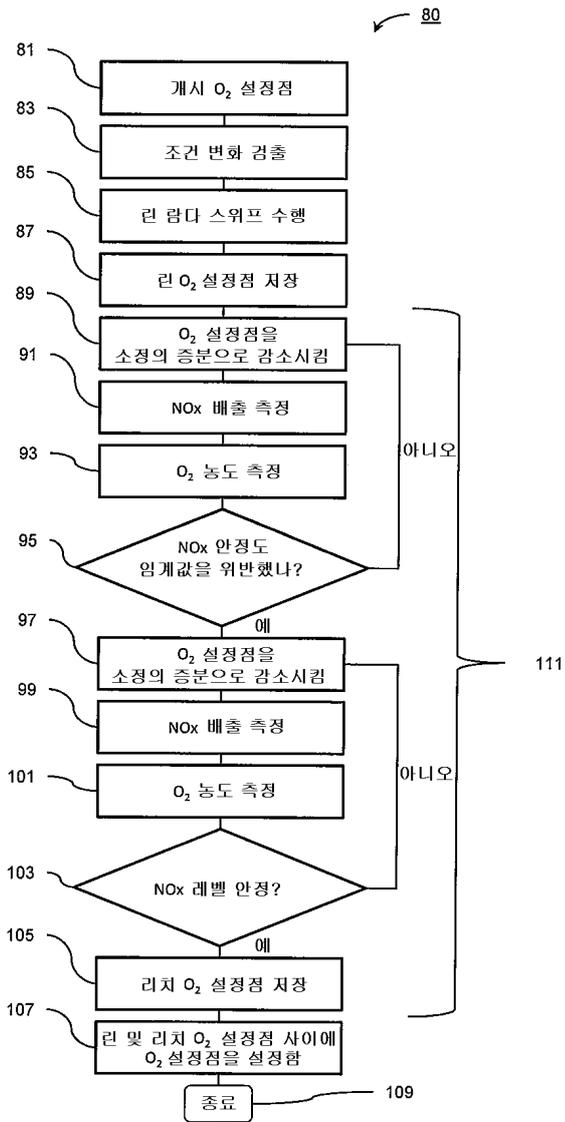
도면3



도면4



도면5



도면6

