(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0077433
(43) 공개일자 2021년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01N 9/00 (2006.01) *F01N 3/10* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F01N 9/00 (2018.08)
F01N 3/101 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0169088
(22) 출원일자 2019년12월17일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 헌릉로 12 (양재동)
기아 주식회사
서울특별시 서초구 헌릉로 12 (양재동)
(72) 발명자
이동훈
경기도 군포시 수리산로 244, 992동 1401호
한평현
서울특별시 영등포구 국회대로 552, 2동 805호
이기준
인천광역시 연수구 원인재로 56, 106동 401호
(74) 대리인
한양특허법인

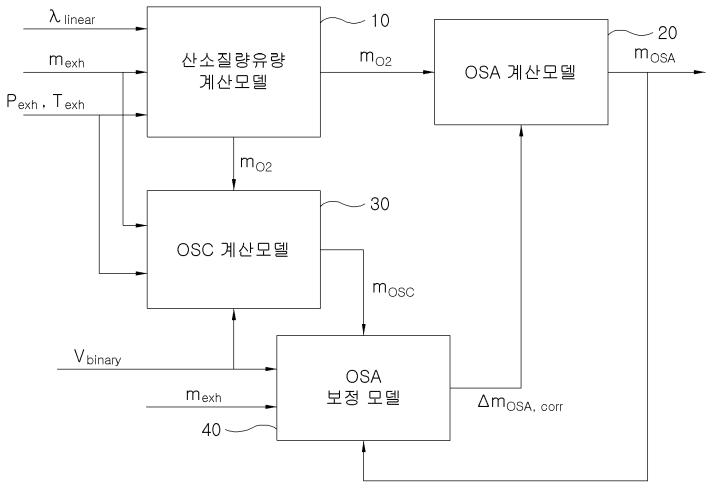
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **삼원 촉매를 이용한 배기 가스 정화 장치 및 그 제어 방법**

(57) 요 약

본 발명은 엔진에서 배출하는 배기 가스를 삼원 촉매를 이용하여 정화하는 장치 및 방법에 관한 발명으로서, 삼원 촉매의 전단의 산소 센서에서 측정된 공연비 및 배기가스 유량으로부터, 삼원 촉매에 유입되는 산소 질량 유량을 산출하고, 산출된 산소 질량 유량을 적분하여 삼원 촉매의 산소 저장 용량(OSC) 및 산소 저장량(OSA)를 계산한다. 이 때에, 본 발명에서는, 산출된 산소 저장량(OSA)의 오류가 해소되도록, 산출된 산소 저장량 및 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 측정값을 이용하여 산소 저장량을 보정한다. 이를 통해, 본 발명에서는 삼원 촉매의 산소 저장량을 정확히 산출하고, 산출된 산소 저장량 및 산소 저장 용량에 기초하여, 삼원 촉매의 성능과 관련된 제어 변수를 제어한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
F01N 2430/06 (2013.01)
F01N 2560/025 (2013.01)
F01N 2560/07 (2013.01)
F01N 2900/1624 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

엔진에서 배출하는 배기 가스를 삼원 촉매를 이용하여 정화하는 방법으로서,

상기 삼원 촉매의 전단의 산소 센서에서 측정된 공연비 및 배기가스 유량으로부터, 상기 삼원 촉매에 유입되는 산소 질량 유량을 산출하는 단계;

상기 산소 질량 유량을 적분하여 상기 삼원 촉매의 산소 저장 용량(OSC) 및 산소 저장량(OSA)를 계산하는 단계;

상기 산출된 산소 저장량 및 상기 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 측정값을 이용하여 상기 산소 저장량을 보정하는 단계; 및

상기 보정된 산소 저장량 및 산소 저장 용량을 이용하여, 상기 삼원 촉매의 성능과 관련된 제어 변수를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 삼원 촉매를 이용한 배기 가스 정화 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 산소 저장량을 보정하는 단계에서는,

상기 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 출력값이 미리 정해진 제1 기준값(O_2 Empty) 이상인 경우에 산소 저장량의 값을 0으로 설정하는, 삼원 촉매를 이용한 배기 가스 정화 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 산소 저장량을 보정하는 단계에서는,

상기 산출된 산소 저장량의 값이 소정값 이상이고,

상기 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 출력값이 미리 정해진 제2 기준값(O_2 Small) 이상인 경우에,

산소 저장량의 보정값을 결정하고, 상기 산출된 산소 저장량의 값으로부터, 상기 결정된 산소 저장량의 보정값을 감산함으로써, 산소 저장량을 보정하는, 삼원 촉매를 이용한 배기 가스 정화 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 산소 저장량을 보정하는 단계에서는,

상기 산출된 산소 저장량의 값이 소정값 미만이고,

상기 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 출력값이 미리 정해진 제3 기준값(O_2 Large) 이하인 경우에,

산소 저장량의 보정값을 결정하고, 상기 산출된 산소 저장량의 값으로부터, 상기 결정된 산소 저장량의 보정값을 가산함으로써, 산소 저장량을 보정하는, 삼원 촉매를 이용한 배기 가스 정화 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 산소 저장량을 보정하는 단계에서는,

상기 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 출력값이 미리 정해진 제4 기준값(O_2 Full) 이하인 경우에 산소 저장량의 값을 상기 산출된 산소 저장 용량으로 설정하는, 삼원 촉매를 이용한 배기 가스 정화 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 산소 저장 용량은,

연료 컷 상태에서, 상기 삼원 촉매의 산소가 완전히 제거된 상태로부터 상기 삼원 촉매 내 산소가 가득찬 상태에 이르기까지의 상기 산소 질량 유량을 적분함으로써 산출되는 삼원 촉매를 이용한 배기 가스 정화 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 산출된 산소 저장 용량을, 상기 삼원 촉매의 온도에 따라 보정하는 단계를 더 포함하는, 삼원 촉매를 이용한 배기 가스 정화 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 산출된 산소 저장 용량을, 상기 배기가스의 유량에 따라 보정하는 단계를 더 포함하는, 삼원 촉매를 이용한 배기 가스 정화 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제어 변수는,

상기 삼원 촉매의 촉매 히팅 시간, 연료 차단 이후 산소 퍼지 시간, 감속 시 람다 리치 제어 기간, 엔진의 고 RPM 유지 기간 또는 점화시기 유지 기간 중 적어도 하나를 포함하는, 삼원 촉매를 이용한 배기 가스 정화 방법.

청구항 10

엔진의 배기 가스를 정화하기 위한 배기가스 정화 장치에 있어서,

엔진의 배기가스가 통과하는 배기 라인 상에 배치되어, 배기가스에 포함된 유해 물질을 제거하기 위한 삼원 촉매,

상기 삼원 촉매의 전단 및 후단 측에 각각 구비된 산소 센서,

상기 삼원 촉매의 전단의 산소 센서에서 측정된 공연비 및 배기가스 유량으로부터, 상기 삼원 촉매에 유입되는 산소 질량 유량을 산출하고, 상기 산출된 산소 저장량 및 상기 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 측정값을 이용하여 상기 산소 저장량을 보정하고, 상기 보정된 산소 저장량 및 산소 저장 용량을 이용하여, 상기 삼원 촉매의 성능과 관련된 제어 변수를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 배기가스 정화 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 제어 변수는,

상기 삼원 촉매의 촉매 히팅 시간, 연료 차단 이후 산소 퍼지 시간, 감속 시 람다 리치 제어 기간, 엔진의 고 RPM 유지 기간 또는 점화시기 유지 기간 중 적어도 하나를 포함하는, 배기가스 정화 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 삼원 촉매를 이용한 배기 가스 정화 장치 및 그 제어 방법에 관한 발명이다. 보다 상세하게는, 본 발명은, 삼원 촉매 후단의 산소 센서의 측정값을 이용하여 보다 정확한 산소 저장량을 산출하고, 산출된 산소 저장량에 근거하여 삼원 촉매의 성능과 관련된 제어 변수를 다르게 설정함으로써 삼원 촉매의 성능을 최적화할 수

있는 배기 가스 정화 장치 및 그 제어 방법에 관한 발명이다.

배 경 기 술

[0002] 지속적으로 강화되는 배출 가스 규제를 만족하기 위해 차량의 배기가스 저감 관련 기술들이 활발히 개발되고 있다. 이와 관련하여, 후처리 전 배출가스를 저감하기 위해, 배기 가스 순환 장치 (EGR, Exhaust Gas Circulation) 시스템, 실린더 밸브의 열림과 닫힘 시간을 연속적으로 변경할 수 있는 CVVD (Continuosly Variable Valve Duration) 시스템 등의 장치들이 개발되고 있다. 또한, 촉매를 이용한 배기가스 정화 기술과 관련해서는, 촉매의 정화 능력을 향상 시키기 위해 촉매에 들어가는 귀금속을 증량하는 등의 노력을 지속하고 있다.

[0003] 한편, 귀금속 증량에 따른 촉매의 원가 상승을 억제하기 위해 촉매가 가진 정화 능력을 최대한 활용할 수 있도록, 촉매의 상태를 정확하게 예측하고 제어하는 방법에 대한 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 특히 특허문헌 1에서 개시된, 가솔린 엔진에 장착되는 삼원 촉매 (TWC) 장치의 경우, 이론 공연비 조건에서 배출 가스에 포함된 3가지 주요 배출가스 성분인 CO/HC/NOx 를 효과적으로 정화시키는 특성을 가지는 것으로 알려져 있다. 도 5에서 도시된 바와 같이, 주행 거리가 증가될 수록 촉매가 열화하여 산소 저장 용량(Oxygen Storage Capacity, OSC)이 감소하게 된다. 이 때문에, 삼원 촉매를 최적인 상태로 제어하기 위해서는, 산소 저장 용량(OSC) 및 산소 저장량(Oxygen Storage Amount) 등의 촉매 상태를 정확히 모델링하고, 촉매 상태에 따라 촉매 히팅 시간, 산소 퍼지 시간 등의 제어 변수를 적절히 제어하는 것이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 대한민국 등록특허공보 제10-0444445호 (2004.08.16.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 삼원 촉매 내의 산소 저장량(OSA) 계산을 위하여, 촉매 전단에 구비된 산소 센서와 배기 가스 유량을 이용할 수 있다. 그런데, 도 5에 도시된 바와 같은 촉매의 열화나, 촉매 온도와 배기 유량에 따른 산소 저장 용량(OSC)에 변화가 생기는 경우 촉매의 산소 저장량(OSA) 계산 모델에 오차가 발생할 수 있다.

[0006] 한편, 촉매 전단의 리니어 산소 센서의 경우, 상기와 같이, 촉매에 유입되는 산소의 질량 유량을 계산하는 데 중요한 역할을 하지만, 산소 센서의 피독이나 열화에 의해 배출 가스에 따른 공연비 감지 특성이 바뀌게 될 우려가 있다. 따라서, 촉매 전단의 리니어 산소 센서의 측정값을 이용하여, 산소 저장량을 계산하거나, 이를 보정하는 경우, 산소 저장량 모델의 오차를 지속적으로 유발할 가능성이 있다.

[0007] 따라서, 촉매 내 산소 저장량 모델의 오차를 줄이고, 이를 활용한 다양한 제어 로직을 사용하기 위해서는 정확한 산소 저장량 계산 방법이 필요하다.

[0008] 본 발명은 상기한 과제를 해결하기 위한 안출된 것으로서, 삼원 촉매의 산소 저장량을 정확히 계산하고, 그에 기초하여 삼원 촉매의 성능과 관련된 제어 변수를 최적으로 설정할 수 있는 배기가스 정화 장치 및 그 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명은, 엔진에서 배출하는 배기 가스를 삼원 촉매를 이용하여 정화하는 방법으로서, 삼원 촉매의 전단의 산소 센서에서 측정된 공연비 및 배기가스 유량으로부터, 상기 삼원 촉매에 유입되는 산소 질량 유량을 산출하는 단계; 산소 질량 유량을 적분하여 상기 삼원 촉매의 산소 저장 용량(OSC) 및 산소 저장량(OSA)를 계산하는 단계; 산출된 산소 저장량 및 상기 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 측정값을 이용하여 상기 산소 저장량을 보정하는 단계; 보정된 산소 저장량 및 산소 저장 용량을 이용하여, 상기 삼원 촉매의 성능과 관련된 제어 변수를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기한 본 발명에 의하면, 삼원 촉매 전단의 산소 센서에 기초하여 산출된 산소 저장량 계산 결과에 오류가 있

는 경우에도, 삼원 촉매 후단의 산소 센서의 측정 결과에 기초하여 오류를 보정함으로써, 삼원 촉매의 산소 저장량을 정확히 산출할 수 있게 된다. 따라서, 삼원 촉매의 성능과 관련된 제어 변수를 최적으로 설정할 수 있게 된다.

[0011] 바람직하게는, 산소 저장량을 보정하는 단계에서는, 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 출력값이 미리 정해진 제1 기준값(O_2 Empty) 이상인 경우에, 산소 저장량의 산출 결과와는 무관하게, 산소 저장량의 값을 0으로 설정한다.

[0012] 바람직하게는, 산소 저장량을 보정하는 단계에서는, 산출된 산소 저장량의 값이 소정값 이상이고, 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 출력값이 미리 정해진 제2 기준값(O_2 Small) 이상인 경우에, 산소 저장량의 산출 결과에 오류가 있는 것으로 보고, 산소 저장량의 보정값을 결정한 후, 산출된 산소 저장량의 값으로부터, 결정된 산소 저장량의 보정값을 감산함으로써, 산소 저장량을 보정한다.

[0013] 또한, 산출된 산소 저장량의 값이 소정값 미만이고, 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 출력값이 미리 정해진 제3 기준값(O_2 Large) 이하인 경우에도, 산소 저장량의 산출 결과에 오류가 있는 것으로 보고, 산소 저장량의 보정값을 결정한 후, 산출된 산소 저장량의 값으로부터, 결정된 산소 저장량의 보정값을 가산함으로써, 산소 저장량을 보정한다.

[0014] 바람직하게는, 산소 저장량을 보정하는 단계에서는, 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 출력값이 미리 정해진 제4 기준값(O_2 Full) 이하인 경우에, 산출된 산소 저장량의 계산 결과와는 무관하게, 산소 저장량의 값을 산출된 산소 저장 용량으로 설정한다. ,

[0015] 바람직하게는, 산소 저장 용량은, 연료 컷 상태에서, 삼원 촉매의 산소가 완전히 제거된 상태로부터 상기 삼원 촉매 내 산소가 가득찬 상태에 이르기까지의 산소 질량 유량을 적분함으로써 산출된다.

[0016] 바람직하게는, 산출된 산소 저장 용량을, 삼원 촉매의 온도에 따라 보정하는 단계를 더 포함하여, 삼원 촉매의 온도가 산소 저장 용량에 미치는 영향을 반영한다.

[0017] 바람직하게는, 산출된 산소 저장 용량을, 배기가스의 유량에 따라 보정하는 단계를 더 포함하여, 배기 가스의 유량이 산소 저장 용량에 미치는 영향을 반영한다.

[0018] 바람직하게는, 삼원 촉매의 성능에 영향을 미치는 제어 변수는, 삼원 촉매의 촉매 히팅 시간, 연료 차단 이후 산소 퍼지 시간, 감속 시 람다 리치 제어 기간, 엔진의 고 RPM 유지 기간 또는 점화시기 유지 기간 중 적어도 하나를 포함한다.

[0019] 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 엔진의 배기 가스를 정화하기 위한 배기가스 정화 장치는, 엔진의 배기가스가 통과하는 배기 라인 상에 배치되어, 배기가스에 포함된 유해 물질을 제거하기 위한 삼원 촉매, 삼원 촉매의 전단 및 후단 측에 각각 구비된 산소 센서, 삼원 촉매의 전단의 산소 센서에서 측정된 공연비 및 배기가스 유량으로부터, 상기 삼원 촉매에 유입되는 산소 질량 유량을 산출하고, 상기 산출된 산소 저장량 및 상기 삼원 촉매의 후단의 산소 센서의 실제 전압 측정값을 이용하여 상기 산소 저장량을 보정하고, 상기 보정된 산소 저장량 및 산소 저장 용량을 이용하여, 상기 삼원 촉매의 성능과 관련된 제어 변수를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 여기서, 제어 변수는, 삼원 촉매의 촉매 히팅 시간, 연료 차단 이후 산소 퍼지 시간, 감속 시 람다 리치 제어 기간, 엔진의 고 RPM 유지 기간 또는 점화시기 유지 기간 중 적어도 하나를 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 의하면, 촉매의 열화나 촉매 전단 산소 센서의 피독 등에 의하여 촉매 내의 산소 저장량의 계산 결과에 오류가 발생한 경우에도, 이를 촉매 후단의 산소 센서의 측정 결과에 기초하여 보정함으로써, 삼원 촉매의 산소 저장량을 정확히 계산할 수 있다.

[0022] 또한, 계산된 산소 저장량을 이용하여 삼원 촉매의 성능과 관련된 제어 변수를 최적 제어함으로써, 촉매의 정화 효율을 최적 상태로 유지할 수 있으며, 강화되는 배출 가스 규제를 만족시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 배기 가스 정화 장치의 구조를 간략히 도시한 구성도이다.

도 2는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제어 방법과 관련된 신호 처리 계통도이다.

도 3은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 배기 가스 정화 방법을 나타내는 순서도이다.

도 4는, 공연비와, 촉매 후단의 산소 센서의 출력 전압값의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 5는, 주행거리에 따른 삼원 촉매의 산소 저장 용량의 변화를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면에 의거하여 상세히 설명한다.

[0025] 도 1은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 배기 가스 정화 장치의 구조를 간략히 도시한 구성도이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 정화장치는, 엔진(100), 연소실(101), 인젝터(102), 배기라인(110), 삼원 촉매(120), 촉매 전단의 리니어 산소 센서(130), 배기가스 온도 센서(140), 배기가스 압력 센서(150), 촉매 후단의 바이너리 산소 센서(160), 배기가스 유량 감지부(170) 및 제어부(180)를 포함한다.

[0027] 도 1에서 예시된 엔진(100)에서는, 차량의 흡기계로부터 공급되는 신기(fresh air)가, 도시되지 않은 흡기 밸브를 통해 실린더 내의 연소실(101)로 공급된다. 또한 연료 탱크로부터 압송되는 연료는 인젝터(102)를 통해 실린더 내의 연소실(101)로 공급된다. 도 1에서 예시된 엔진(100)에서 인젝터(102)는 직접 연소실 내로 연료를 분사하고 있지만, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 방법은 상기한 방식에 엔진에 국한되지 않고, 연료와 공기의 혼합기가 흡기 밸브를 통해 연소실 내로 공급되는 엔진에서도 당연히 적용될 수 있다.

[0028] 연소실 내에 분사된 연료는 연소실(101) 내에서 점화되어 연소가 이루어진다. 연소 후에 생성된 배기가스는 배기 밸브를 통해 배기계의 배기라인(110)으로 배출된다.

[0029] 배기 라인(110)로 배출되는 배기가스는 촉매 컨버터 내의 삼원 촉매(120)에 의해 유해 성분이 제거되어 차량 외부로 배출되게 된다. 삼원 촉매(120)는 배기 가스에 포함된 일산화탄소, 탄화수소, 질소 산화물을 포함하는 유해 물질을 산화-환원 반응에 의해 무해한 성분으로 변화시킨다.

[0030] 한편 배기 라인(110) 상의 삼원 촉매(120)의 상류 측과 하류 측에는 배기 가스 중의 산소 농도를 검출하기 위한 산소 센서(130, 160)가 각각 설치된다.

[0031] 삼원 촉매(120)의 상류 측에 설치되는 산소 센서(130)는, 바람직하게는 리니어 산소 센서로서, 배기 라인(110)을 통과하는 배기가스의 공연비(람다값)을 감지하고, 이 신호를 제어부(180)로 송신한다.

[0032] 삼원 촉매(120)의 하류 측에 설치되는 산소 센서(160)는, 바람직하게는 바이너리 산소 센서로서, 삼원 촉매(120)를 통과한 배기 가스 중의 산소 농도를 측정하여 그 신호를 제어부(180)로 송신한다.

[0033] 배기 가스 온도 센서(140)는 삼원 촉매(120)의 상류 또는 하류에 설치되며, 배기 가스의 온도, 삼원 촉매의 온도 등을 측정하고, 그 신호를 제어부(180)로 송신한다.

[0034] 배기가스 압력 센서(150)는 삼원 촉매(120)의 상류 또는 하류에 설치되며, 배기 가스의 압력을 측정하고 그 신호를 제어부(180)로 송신한다.

[0035] 배기가스 유량 감지부(170)는 흡기 유량, 연료 분사량, 배기가스 온도를 통해, 배기 가스의 유량을 산출하거나 또는, 배기가스 유량 센서를 이용하여 배기 유량을 직접 측정하거나 또는, 운전 조건에 따라 설정된 맵 데이터로부터 유량 수치를 선택함으로써, 배기가스 유량을 감지하고 그 신호를 제어부(180)로 송신한다.

[0036] 제어부(Electronic Control Unit, ECU)(180)는, 배기가스 유량 감지부(170)로부터 전달받은 배기 가스의 유량 정보, 배기가스 압력 센서(150) 및 배기가스 온도 센서(140)로부터 전달받은 배기 가스의 온도 및 압력 정보 및 촉매 전단의 리니어 산소 센서(130)로부터 전달받은 공연비 정보로부터 삼원 촉매(120)로 유입되는 산소의 질량 유량($\dot{m}_{O2}$)를 산출하고, 산출된 산소의 질량 유량($\dot{m}_{O2}$)으로부터 삼원 촉매(120)의 산소 저장량(OSA) 및 산소 저장 용량(OSC)을 계산한다.

[0037] 그리고, 제어부(180)에서는, 삼원 촉매(120) 후단의 바이너리 산소 센서(160)의 실제 측정 전압값이, 상기 산출된 삼원 촉매(120)의 산소 저장량(OSA)와 산소 저장 용량(OSC)로부터 예측되는 산소 센서의 예측 전압값과 차이나는 경우, 바이너리 산소 센서(160)의 실제 측정 전압값과 산출된 산소 저장량(OSA)을 이용하여, 산출된 산소

저장량(OSA)을 보정한다.

[0038] 그리고, 제어부(180)에서는, 최종 산출된 산소 저장량(OSA) 및 산소 저장 용량(OSC)에 근거하여, 삼원 촉매(120)의 성능과 관련된 제어 변수들을 제어함으로써, 삼원 촉매(120)의 정화 능력이 최적화되도록 한다. 여기서 삼원 촉매(120)의 성능과 관련된 제어 변수는, 바람직하게는, 삼원 촉매(120)의 촉매 히팅 시간, 연료 차단 이후 산소 퍼지 시간, 감속 시 람다 리치 제어 기간, 엔진의 고 RPM 유지 기간 또는 점화시기 유지 기간 중 적어도 하나를 포함한다. 제어부(180)는, 상기 제어 변수등에 기초하여 인젝터 흡기 밸브, 배기 밸브 및 점화기 등을 제어하여, 연료의 분사량, 연료 점화 시기 등을 조절함으로써, 촉매 활성화 제어 또는 촉매 퍼지 제어등을 실시되도록 한다. 제어부(180)에 행해지는 구체적인 제어 방법에 대해서는 다음에서 보다 상세히 설명한다.

[0039] 도 2는, 도 1의 제어부(180)에서 행해지는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제어 방법과 관련된 신호 처리 계통도이다.

[0040] 제어부(180)는, 산소 질량유량 계산모델(10), 산소 저장량(OSA) 계산모델(20), 산소 저장 용량(OSC) 계산모델(30), 산소 저장량(OSA) 보정모델(40)로 구성된다.

[0041] 산소 질량유량 계산모델(10)에서는, 삼원 촉매(120) 전단의 리니어 산소 센서(130)로부터 전달되는 공연비(λ_{linear}), 배기가스 유량 감지부(170)로부터 전달되는 배기가스 유량($\dot{m}_{exh}$) 및 배기가스 온도 센서(140) 및 배기가스 압력 센서(150)로부터 전달되는 배기 가스 온도(T_{exh}) 및 배기 가스 압력(Pexh)으로부터 삼원 촉매(120)로 유입되는 배기 가스 중의 산소의 질량 유량($\dot{m}_{O2}$)를 산출한다.

[0042] 바람직하게는 배기 가스 중의 산소의 질량 유량($\dot{m}_{O2}$)은 다음의 식1에 의해 산출된다.

$$m_{O2} = 0.23 \times \left(1 - \frac{1}{\lambda_{linear}}\right) \times m_{exh}(P_{exh}, T_{exh})$$

[0043] ...(식1)

[0044] 배기 가스 온도(T_{exh}) 및 배기 가스 압력(P_{exh})에 따라, 동일 배기 가스 유량($\dot{m}_{exh}$)에 있어서, 기체 특성이 달라지게 된다. 따라서, 식1에 개시되어 있는 바와 같이, 배기 가스 중의 산소의 질량 유량($\dot{m}_{O2}$)을 계산할 때에는, 정확한 산소의 질량 유량이 계산되도록, 배기 가스 온도(Texh) 및 배기 가스 압력(Pexh) 값을 이용하여, 배기가스 유량($\dot{m}_{exh}$)을 보정한 값($\dot{m}_{exh}(P_{exh},T_{exh})$을 대입하는 것이 바람직하다.

[0045] 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서는, 산소 질량유량 계산모델(10)에서 산출된 산소 질량유량($\dot{m}_{O2}$)을 적분하여, 삼원 촉매(120)의 산소 저장량을 산출한다.

[0046] 여기서 바람직하게는, 산소 저장량(OSA)은 연료 컷 시점으로부터 삼원 촉매(120) 후단의 바이너리 산소 센서(160)의 전압이 공연비의 린(lean) 상태를 나타내는 시점까지 산소 질량유량($\dot{m}_{O2}$)을 적분하여 계산한다.

[0047] 산소 저장 용량(OSC) 계산모델(30)에서는, 산소 질량유량 계산모델(10)에서 산출된 산소 질량유량($\dot{m}_{O2}$)을 적분하여, 삼원 촉매(120)의 산소 저장 용량(OSC)을 산출한다.

[0048] 연료 컷이 실시되면 연소실(101) 내부로 연료 공급이 중단되어, 연료를 완전히 함유하지 않는 공기가 배기 라인(110)내로 유통하게 된다. 따라서, 배기 가스 내에 산소 농도가 증가하게 되고, 증가된 과잉의 산소는 삼원 촉매(120)에 의해 흡장되게 된다. 그리고, 연료 컷 상태가 지속되어, 촉매의 산소 저장 능력을 넘어서 린 상태의 혼합기가 계속 공급되면(도 4의 O_2 Full 상태), 도 4에서 도시된 바와 같이, 삼원 촉매(120)의 후단에 설치되는 바이너리 산소 센서(160)에 의해 출력되는 전압값(촉매 후단의 산소 농도)은, 상류의 리니어 산소 센서(130)의 공연비와 동일하게, 즉 린 상태를 나타내게 된다.

[0049] 따라서, 연료 컷을 실시한 시점으로부터, 삼원 촉매(120)의 후단의 바이너리 산소 센서(160)로부터 출력되는 전압이 나타내는 공연비 상태가 린 상태로 전환되는 시점까지 촉매를 통과한 배기 가스 중의 과잉 산소량이 촉매의 산소 저장 용량에 해당하게 된다.

[0050] 따라서, 연료 컷이 실시된 시점으로부터, 삼원 촉매(120)의 후단에 위치하는 바이너리 산소 센서(160)로부터의 출력 전압이 일정 기준 이하(공연비 린 상태)로 저하되는 시점까지, 산소 유량을 적분함으로써, 촉매의 산소 저장 용량(OSC)이 계산된다.

[0051] 산소 저장량(OSA) 보정모델(40)에서는, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량에 오차가 존재할 경우, 삼원 촉매(120) 후단의 바이너리 산소 센서(160)의 출력 전압값과, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)을 이용하여, 산소 저장량(OSA)을 보정한다.

[0052] 도 4에서 도시된 바와 같이, 삼원 촉매(120) 후단의 바이너리 산소 센서(160)에서 측정된 산소 농도를 나타내는 출력 전압값(V)은 삼원 촉매(120) 후단의 공연비가 리치에서 린으로 변화할 때와, 린에서 리치에서 변화할 때에 급격하게 변화한다. 이러한 변화를 이용하여 산소 저장량(OSA)을 적절히 보정할 수 있도록, 산소 저장량(OSA) 보정모델(40)에서는, 삼원 촉매(120) 후단의 바이너리 산소 센서(160)의 출력 전압값을, 그 크기에 따라 복수의 단계(본 발명예에서는 4단계)로 정의한다.

[0053] 여기서 제1 기준값(O_2 Empty)은, 삼원 촉매(120) 내에 산소가 명백히 존재하지 않는다는 것을 나타내기 위한, 미리 정해진 경계값이다. 따라서, 바이너리 산소 센서(160)의 실제 전압 출력값(V)이 제1 기준값(O_2 Empty) 이상인 경우에는, 산출된 산소 저장량(OSA)의 크기와 상관없이, 삼원 촉매(120)의 산소 저장량(OSA)의 값을 0으로 설정한다.

[0054] 또한, 제4 기준값(O_2 Full)은 삼원 촉매(120) 내에 산소가 가득 찼다는 것(즉, 산소 저장 용량이 100%라는 것)을 나타내기 위한 미리 정해진 경계값이다. 따라서, 삼원 촉매(120)의 후단의 바이너리 산소 센서(160)의 실제 전압 출력값(V)이 제4 기준값(O_2 Full) 이하인 경우에 산소 저장량의 값을, 산출된 산소 저장량(OSA)의 크기와 상관없이, 산소 저장 용량(OSC) 계산모델(30)에서 산출된 산소 저장 용량(OSC)으로 설정한다.

[0055] 한편, 바이너리 산소 센서(160)의 실제 전압 출력값(V)이 제1 기준값과 제4 기준값 사이인 경우에는, 삼원 촉매(120) 내에 산소가 포화되지 않은 상태라고 할 수 있다. 이러한 경우에도, 도 4에서 도시된 바와 같이, 리치에서 린 상태로 전환되거나, 또는 린에서 리치 상태로 전환되는 것을 확인할 수 있는 전압값을 정의할 수 있다. 즉, 산소 센서 신호에 히스테리시스가 존재하는 경우에도, 적어도 제2 전압값(Os Small) 보다 낮아진 경우에는, 삼원 촉매(120)를 통과한 배기 가스가 린에서 리치로 전환된 것으로 가정할 수 있으며, 제3 전압값(Os Large) 보다 낮아진 경우에는, 삼원 촉매(120)를 통과한 배기 가스가 리치에서 린으로 전환된 것으로 가정할 수 있다.

[0056] 그런데, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)이 일정 크기 이상임에도 불구하고(즉, 삼원 촉매(120)가 상당 부분 산소를 흡장하였음에도 불구하고), 여전히 바이너리 산소 센서(160)의 실제 전압 출력값(V)이 제1 기준값과 제2 기준값 사이에 있는 경우, 즉, 제2 전압값(O_2 Small) 보다 높은 경우에는, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)에 오류가 있다고 유추할 수 있다.

[0057] 또한, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)이 일정 크기 미만임에도 불구하고(즉, 삼원 촉매(120) 내에 흡장된 산소량이 많지 않음에도 불구하고), 여전히 바이너리 산소 센서(160)의 실제 전압 출력값(V)이 제3 기준값과 제4 기준값 사이에 있는 경우, 즉, 제3 전압값(O_2 Large) 보다 낮은 경우에는, 역시, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)에 오류가 있다고 유추할 수 있다.

[0058] 이 때에, 산소 저장량(OSA)의 오류를 보완하기 위하여, 실제 출력 전압값(V)이 제2 전압값(Os Small) 보다 높은 경우, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)으로부터, 소정 크기의 보정값을 감산함으로써, 산소 저장량을 보정하고, 실제 출력 전압값(V)이 제3 전압값(Os Small) 보다 낮은 경우, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)으로부터, 소정 크기의 보정값을 가산함으로써, 산소 저장량을 보정한다.

[0059] 여기서, 보정값은 미리 정해진 모델로부터 결정될 수 있다. 예컨대, 현재의 산소 저장량(OSA)과 산소 저장 용량(OSC)으로부터 예측되는 바이너리 산소 센서(120)의 예측 출력 전압값과, 실제 출력 전압값(V)의 차와, 이 때에 이 차이를 해소하기 위해 필요한 추가의 산소 질량 유량($\Delta m_{OSA,corr}$)을 세트로 하는 테이블을 제어부(180) 등에 기억시켜 놓고, 산출된 산소 저장량(OSA), 산소 저장 용량(OSC) 및 바이너리 센서의 실제 출력값(V)과 기억된 세트에 의거하여, 보정에 필요한 산소 질량 유량($\Delta m_{OSA,corr}$)을 설정할 수 있다. 보정에 필요한 산소 질량 유량($\Delta m_{OSA,corr}$)이 구해지면, 이를 산소 저장량(OSA) 계산과 마찬가지로 배기 가스의 유량에 비례하도록 적분하여 보정값을 산출하고, 산출된 보정값을 감산 또는 가산함으로써, 산소 저장량(OSA)을 보정할 수 있다.

[0060] 한편, 삼원 촉매(120)의 산소 저장 용량(OSC)은 촉매의 온도(T_{CAT})와 배기가스의 유량(m_{exh})에 따라 영향을 받는다, 예를 들어, 촉매의 온도가 높을 수록 촉매의 정화 효율이 증가하여 이 때 측정되는 촉매의 산소 저장 용량

(OSC)도 증가하는 경향을 보인다. 또한, 다른 조건이 동일하다고 가정할 때에, 배기 가스의 유량이 클수록 배기 가스와 삼원 촉매(120)가 반응하는 시간이 줄어들어 상대적으로 산소 저장 용량(OSC)이 실제보다 작게 산출될 수 있다. 따라서, 현재의 삼원 촉매(120)의 상태를 정확히 판정하기 위해, 산소 저장 용량 계산모델(30)에서는, 촉매의 온도(T_{CAT})와 배기가스의 유량(m_{exh})에 근거하여 산소 저장 용량(OSC)을 산출한다. 이를 위해서는, 산소 저장 용량(OSC)과 촉매 온도(T_{CAT})의 관계를 세트로 규정한 테이블 형태의 맵 및 산소 저장 용량(OSC)과 배기가스의 유량(m_{exh})의 관계를 세트로 규정한 테이블 형태의 맵을 제어부(180) 등에 저장하고, 이 테이블들 및 산출된 산소 저장 용량(OSC)에 근거하여, 촉매 온도 및 배기 가스 유량의 영향이 반영된 산소 저장 용량(OSC)을 새롭게 설정할 수 있다.

[0061] 상기한 제어부(180)는 차량에 구비된 컴퓨터의 형태로 실현하도록 해도 된다. 그 경우, 이 제어 기능을 실현하기 위한 프로그램을 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록하고, 이 기록 매체에 기록된 프로그램을 컴퓨터 시스템에 읽어 들여, 실행함으로써 실현해도 된다. 또한, 여기에서 말하는 「컴퓨터 시스템」이란, 차량에 내장된 컴퓨터 시스템이며, OS나 주변 기기 등의 하드웨어를 포함하는 것으로 한다. 또한, 「컴퓨터 판독 가능한 기록 매체」란, 플렉서블 디스크, 광학 자기 디스크, ROM, CD-ROM 등의 휴대용 매체, 컴퓨터 시스템에 내장되는 하드 디스크 등의 기억 장치를 말한다. 또한 「컴퓨터 판독 가능한 기록 매체」란, 인터넷 등의 네트워크나 전화 회선 등의 통신 회선을 통하여 프로그램을 송신하는 경우의 통신선과 같이, 단시간, 동적으로 프로그램을 유지하는 것, 그 경우의 서버나 클라이언트가 되는 컴퓨터 시스템 내부의 휘발성 메모리와 같이, 일정 시간 프로그램을 유지하고 있는 것도 포함해도 된다. 또한 상기 프로그램은, 상술한 기능의 일부를 실현하기 위한 것이어도 되고, 또한 상술한 기능을 컴퓨터 시스템에 이미 기록되어 있는 프로그램과의 조합으로 실현할 수 있는 것이어도 된다.

[0062] 또한, 상술한 실시 형태에 있어서의 제어부(180)의 일부 모델 또는 전부를, LSI(Large Scale Integration) 등의 집적 회로로 하여 실현해도 된다. 제어부(180)의 각 모델은 개별적으로 프로세서화해도 되고, 일부, 또는 전부를 집적하여 프로세서화해도 된다. 또한, 집적 회로화의 수법은 LSI에 한정되지 않고 전용 회로, 또는 범용 프로세서로 실현해도 된다. 또한, 반도체 기술의 진보에 의하여 LSI를 대체하는 집적 회로화의 기술이 출현한 경우, 당해 기술에 의한 집적 회로를 이용해도 된다.

[0063] 도 3은, 도 2에서 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 배기 가스 정화 방법을 나타내는 순서도이다.

[0064] 도 3을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제어 방법에서는 먼저, 제어부(180)의 산소 질량유량 계산모델(10)이, 삼원 촉매(120)의 전단의 리니어 산소 센서(130)에서 측정된 공연비 및 배기가스 유량 감지부(170)로부터 감지된 배기가스 유량(m_{exh})으로부터, 삼원 촉매(120)에 유입되는 산소 질량 유량(m_{O2})을 산출한다(S10).

[0065] 산소 질량유량 계산모델(10)이 산소 질량 유량(m_{O2})을 산출하면, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20) 및 산소 저장 용량(OSC) 계산 모델(30)에서는 각각, 산출된 산소 질량 유량(m_{O2})을 적분하여 삼원 촉매의 산소 저장 용량(OSC) 및 산소 저장량(OSA)를 계산한다(S20).

[0066] 그리고, 산소 저장량(OSA) 보정 모델(40)에서는, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량에 오차가 존재할 경우, 삼원 촉매(120) 후단의 바이너리 산소 센서(160)의 출력 전압값과, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)을 이용하여, 산소 저장량(OSA)을 보정한다(S30).

[0067] 구체적으로는 전술한 바와 같이, 바이너리 산소 센서(160)의 실제 전압 출력값(V)이 제1 기준값(O_2 Empty) 이상인 경우에는, 산출된 산소 저장량(OSA)의 크기와 상관없이, 삼원 촉매(120)의 산소 저장량(OSA)의 값을 0으로 설정한다. 그리고, 삼원 촉매(120)의 후단의 바이너리 산소 센서(160)의 실제 전압 출력값(V)이 제4 기준값(O_2 Full) 이하인 경우에 산소 저장량(OSA)의 값을, 산출된 산소 저장량(OSA)의 크기와 상관없이, 산소 저장 용량(OSC) 계산모델(30)에서 산출된 산소 저장 용량(OSC)으로 설정한다.

[0068] 그리고, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)이 일정 크기 이상인 경우에, 바이너리 산소 센서(160)의 실제 전압 출력값(V)이 제2 전압값(O_2 Small) 보다 높은 경우에는, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)으로부터, 소정 크기의 보정값을 감산함으로써, 산소 저장량(OSA)을 보정한다.

[0069] 또한, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)이 일정 크기 미만인 경우에, 바이너리 산소

센서(160)의 실제 전압 출력값(V)이 제3 전압값(O_2 Large) 보다 낮은 경우에는, 산소 저장량(OSA) 계산모델(20)에서 계산된 산소 저장량(OSA)으로부터, 소정 크기의 보정값을 가산함으로써, 산소 저장량을 보정한다. 이 때의 보정값은 전술한 바와 같은 방법에 의해 결정될 수 있다.

[0070] 또한, 전술한 바와 같이, 삼원 촉매(120)의 산소 저장 용량(OSC)은 촉매의 온도(T_{CAT})와 배기가스의 유량(m_{exh})에 따라 영향을 받는다, 따라서, 현재의 삼원 촉매(120)의 상태를 정확히 판정하기 위해, 산소 저장 용량 계산모델(30)에서는, 촉매의 온도(T_{CAT})와 배기가스의 유량(m_{exh})에 근거하여 산소 저장 용량(OSC)을 보정한다(S40).

[0071] 예컨대, 산소 저장 용량(OSC)과 촉매 온도(T_{CAT})의 관계를 세트로 규정한 테이블 형태의 맵 및 산소 저장 용량(OSC)과 배기가스의 유량(m_{exh})의 관계를 세트로 규정한 테이블 형태의 맵을 제어부(180) 등에 저장하고, 이 테이블들 및 산출된 산소 저장 용량(OSC)에 근거하여, 촉매 온도 및 배기 가스 유량의 영향이 반영된 산소 저장 용량(OSC)을 보정할 수 있다.

[0072] 이와 같이, 산소 저장량(OSA) 및 산소 저장 용량(OSC)이 확정되면 제어부(18)에서는, 최종 산출된 산소 저장량(OSA) 및 산소 저장 용량(OSC)에 근거하여, 삼원 촉매(120)의 성능과 관련된 제어 변수들을 제어함으로써, 삼원 촉매(120)의 정화 능력이 최적화되도록 한다(S50). 전술한 바와 같이, 여기서 삼원 촉매(120)의 성능과 관련된 제어 변수는, 바람직하게는, 삼원 촉매(120)의 촉매 히팅 시간, 연료 차단 이후 산소 퍼지 시간, 감속 시 람다 리치 제어 기간, 엔진의 고 RPM 유지 기간 또는 점화시기 유지 기간 중 적어도 하나를 포함한다. 제어부(180)는, 상기 제어 변수등에 기초하여 인젝터 흡기 밸브, 배기 밸브 및 점화기 등을 제어하여, 연료의 분사량, 연료 점화 시기 등을 조절함으로써 삼원 촉매(120)의 성능이 최적 조건을 유지하도록 한다. 예컨대, 삼원 촉매(120)의 산소 저장량(OSA)이 일정 수준 이상이고 산소 저장 용량(OSC)이 열화된 상태인 경우에는 연료 차단 이후 산소 퍼지 시간을 앞당겨 조속히 촉매가 재생될 수 있도록 제어한다.

부호의 설명

[0073] 100: 엔진 101: 연소실

102: 인젝터 110: 배기 라인

120: 삼원 촉매 130: 리니어 산소 센서

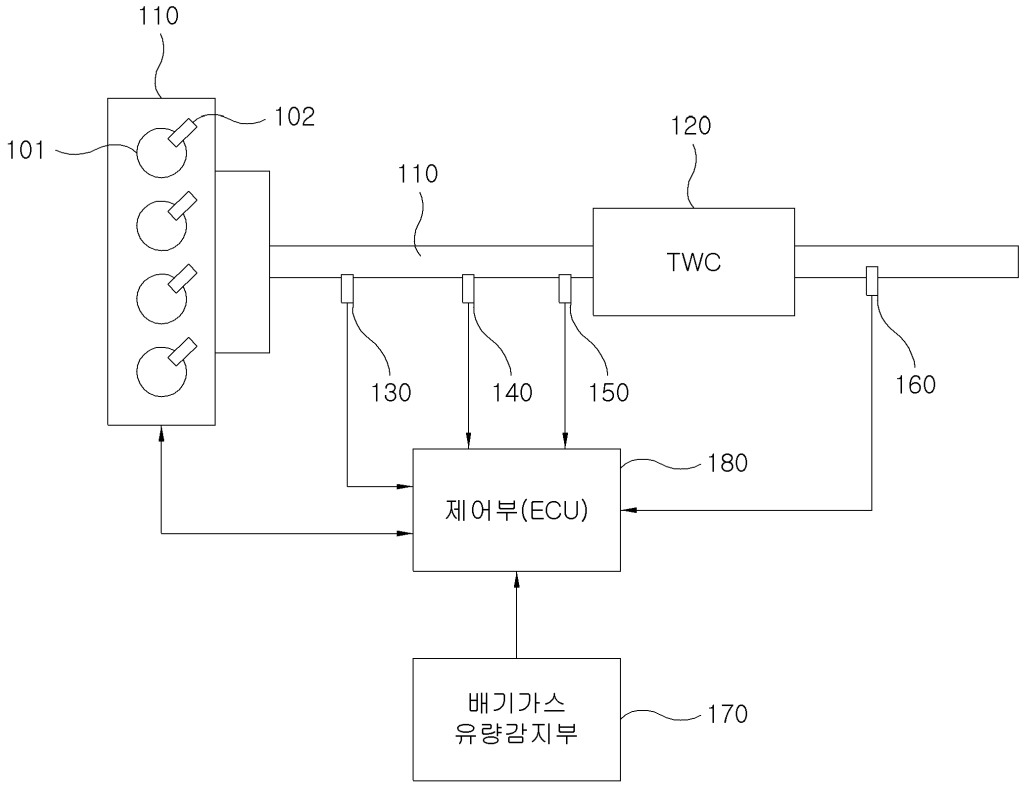
140: 배기 가스 온도센서 150: 배기 가스 압력센서

160: 바이너리 산소 센서 170: 배기가스 유량감지부

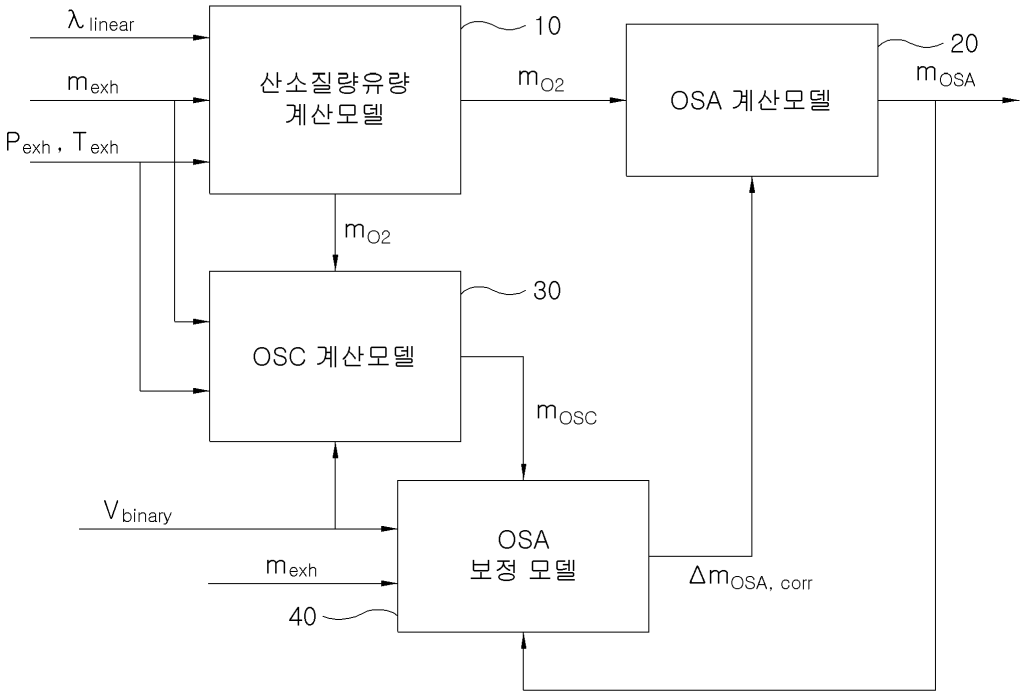
170: 제어부(ECU)

도면

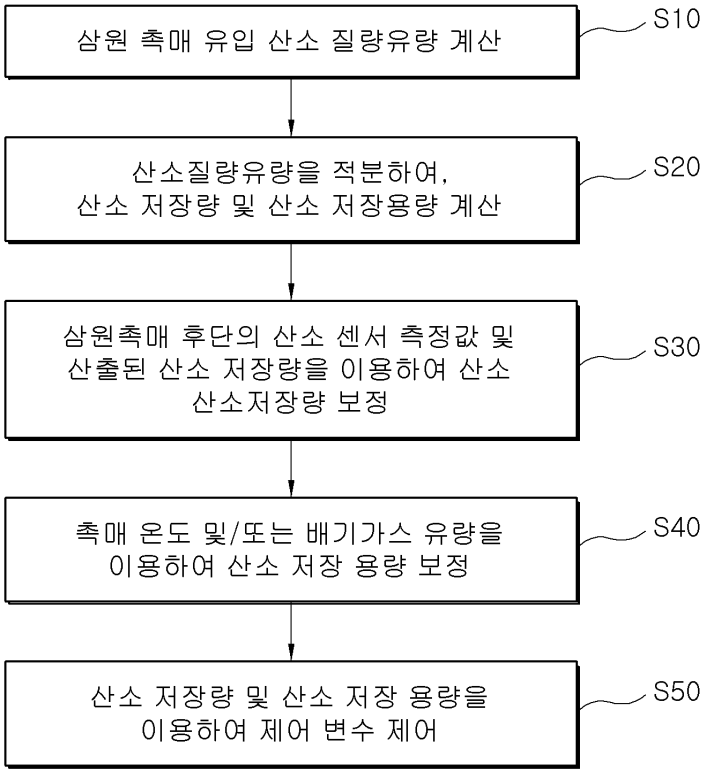
도면1


110
102
101
110
120
TWC
130
140
150
160
180
제어부(ECU)
배기가스
유량감지부
170

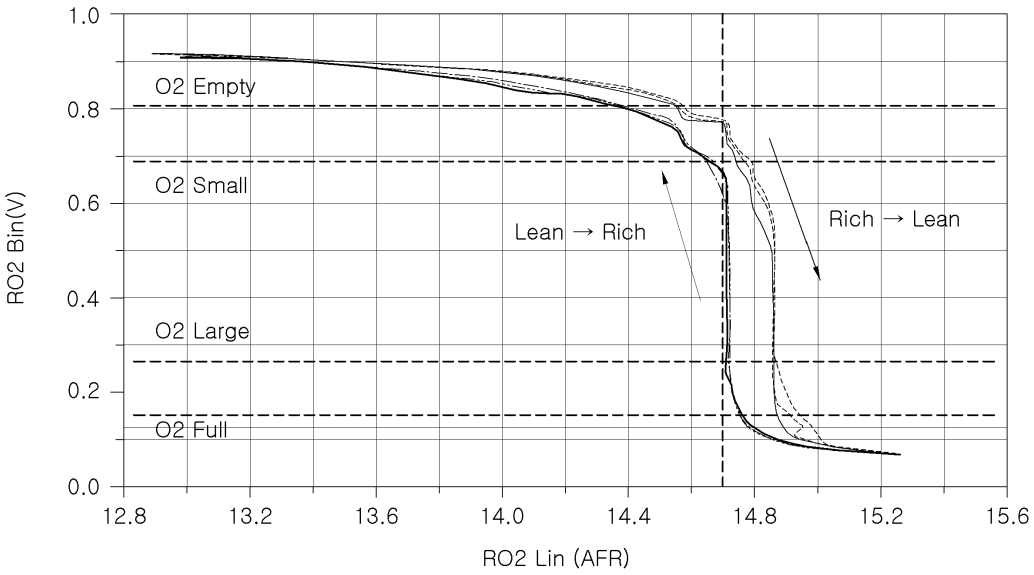
도면2


λ linear
m exh
P exh , T exh
산소질량유량
계산모델
10
m O2
OSA 계산모델
20
m OSA
m O2
OSC 계산모델
30
m OSC
V binary
m exh
40
OSA
보정 모델
Δm OSA, corr

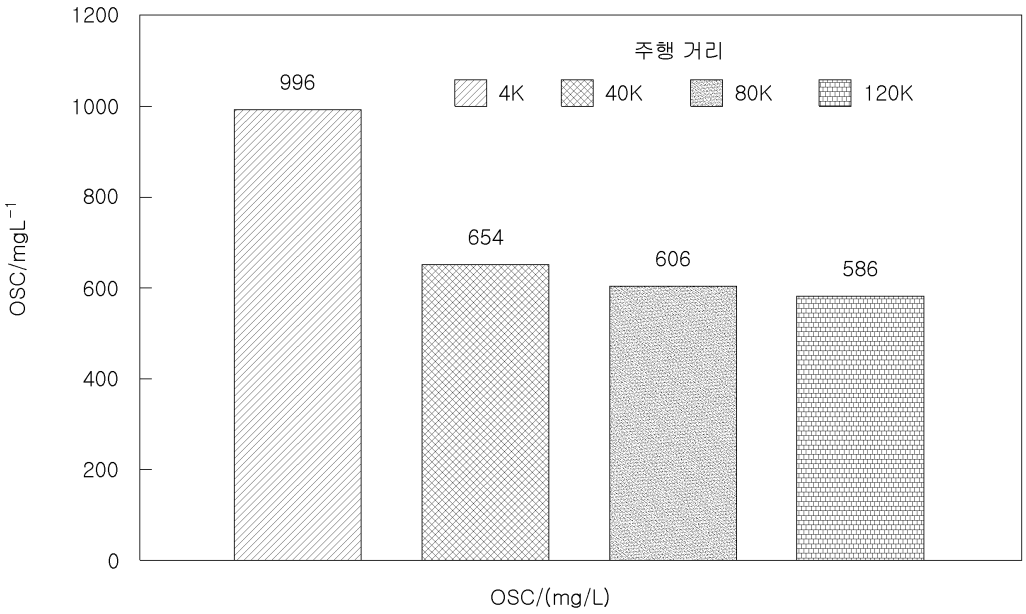
도면3


삼원 촉매 유입 산소 질량유량 계산
S10
산소질량유량을 적분하여,
산소 저장량 및 산소 저장용량 계산
S20
삼원촉매 후단의 산소 센서 측정값 및
산출된 산소 저장량을 이용하여 산소
산소저장량 보정
S30
촉매 온도 및/또는 배기가스 유량을
이용하여 산소 저장 용량 보정
S40
산소 저장량 및 산소 저장 용량을
이용하여 제어 변수 제어
S50

도면4


1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
RO2 Bin(V)
O2 Empty
O2 Small
O2 Large
O2 Full
Lean → Rich
Rich → Lean
12.8
13.2
13.6
14.0
14.4
14.8
15.2
15.6
RO2 Lin (AFR)

도면5


1200
1000
800
600
400
200
0
OSC/mgL⁻¹
주행 거리
4K
40K
80K
120K
996
654
606
586
OSC/(mg/L)