(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0024384
(43) 공개일자 2015년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01N 11/00 (2006.01) *F01N 3/00* (2006.01)
F01N 3/10 (2006.01) *F01N 3/20* (2006.01)
F01N 3/021 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2015-7000039
(22) 출원일자(국제) 2012년06월13일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년01월02일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/042115
(87) 국제공개번호 WO 2013/187888
국제공개일자 2013년12월19일

(71) 출원인
맥 트럭스 인코포레이팃드
미국 노스 캐롤라이나 27409 그린스보로 내셔널 서비스 로드 7900
(72) 발명자
동, 쿤롱
미국 메릴랜드 21703 프레더릭 엘리슨 코트 503
타이, 춘
미국 메릴랜드 21742 헤이거스타운 에머슨 드라이브 13846
(74) 대리인
윤의섭, 김수진

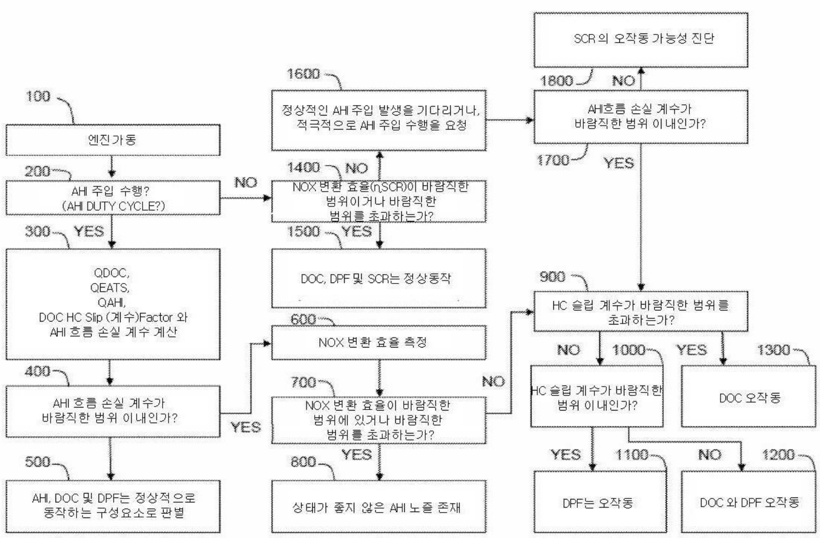
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 **배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법, 배기 처리 시스템 및 배기 처리 시스템 컨트롤러**

(57) 요 약

디젤 엔진의 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법이 개시된다. 디젤 산화 촉매(DOC, Diesel Oxidation Catalyst) 를 통해 방출열(QDOC)을 측정하고, AHI 주입 동안, DOC 및 디젤 미립자 필터(DPF, Diesel Particulate Filter)를 통해, 방출열(QEATS)을 측정하고, AHI노즐이 완전히 동작하는 동안의 AHI 연료 입력열(QAHI)을 계산하고, 선택적 촉매 환원 시스템(SCR, selective catalytic reduction system)에서 AHI가 이용되지 않는 동안, SCR 이 가스 구성 요소에 민감한 조건에서, NOX 에서 N2로 변환 비율인 NOX변환효율(NOX conversion efficiency)(ηSCR)을 계산하고, 상기 계산 결과를 통해 오작동 구성요소를 식별한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

AHI 노즐, 디젤 산화 촉매 (DOC, Diesel Oxidation Catalyst), 디젤 미립자 필터 (DPF, Diesel Particulate Filter) 및 선택적 촉매 환원 촉매 시스템 (SCR Selective Catalytic Reduction) 을 순서대로 포함하는 디젤 엔진의 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법으로서,

AHI 주입 동안 DOC를 통해 방출열(QDOC)을 측정하는 단계;

상기 AHI 주입 동안, 상기DOC와 DPF를 통해, AHI 연료 (QEATS)의 열입력을 측정하는 단계;

상기 AHI가 사용되지 않는 동안, SCR 을 통해, NOX에서 N2로 변환되는 NOX 변환 효율(ηSCR)을 측정하는 단계;

상기 AHI 노즐의 완전 동작에 의한 상기 AHI 주입 동안, AHI 연료로부터의 열입력(QAHI)을 계산하는 단계에서는;

DOC HC 슬립 계수 (DOC HC Slip Factor)는 1 - (QDOC / QEATS) 로 계산하고;

AHI 흐름 손실 계수(AHI Flow Loss Factor) 는 1 - (QEATS / QAHI); 로 계산하고,

상기 측정된 NOX변환 효율, 상기 계산된 DOC HC 슬립 계수 및 상기 AHI 흐름 손실 계수를 각각을 바람직한 값(desired value)과 비교함으로써,

상기 AHI 노즐, DOC, DPF또는 SCR의 고장을 식별하는 배기 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 QDOC를 측정하는 단계는

상기 DOC 일단의 제 1 온도를 측정하는 단계; 및

상기 DOC 타단의 제 2온도와 상기 DPF 일단의 온도를 측정하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 QEATS를 측정하는 단계는

상기 DOC 일단의 제 1 온도를 측정하는 단계; 상기 DOC 타단의 제 2 온도와 상기 DPF 일단의 온도를 측정하는 단계; 및

상기 DPF 타단의 제 3온도를 측정하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 QDOC 와 QEATS 를 측정하는 단계는,

상기 DOC와 DPF에서 주위 환경으로의 열 손실을 제외하기 위해, 상기 측정된 제 2온도와 상기 측정된 제 3온도를 조정하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 QAHI 를 계산하는 단계는

상기 AHI 노즐의 정상적으로 동작하는 경우에, 상기 AHI 주입 동안 전달되는 연료 에너지의 양을 결정하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 AHI 흐름 손실 계수 가 기 설정 범위를 초과하고, 상기 NOX 변환 효율이 기 설정 범위 미만으로 결정되면, 상기 AHI 노즐의 고장으로 식별하는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 DOC 의 고장은

상기 DOC HC 슬립 계수가 기 설정된 범위를 초과 하고, 상기 AHI 흐름 손실 계수가 기 설정된 범위를 초과하고, 상기 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 미만인 것으로 판단되면, 상기 DOC 의 고장으로 식별하는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 DPF의 오작동은

상기 DOC HC 슬립 계수가 바람직한 범위 미만이고, 상기 AHI 흐름 손실 계수가 기 설정된 범위를 초과하고, 상기 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 미만인 것으로 판단되면, 상기 DPF 의 고장으로 식별하는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 DOC HC 슬립 계수가 바람직한 범위 이내이고, 상기 AHI 흐름 손실 계수가 기 설정된 범위를 초과하고, 상기 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 미만인 것으로 판단되면, 상기 DOC 와 DPF(의 조합) 고장인 것으로 식별하는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 AHI 흐름 손실 계수가 바람직한 범위 이내이고, 상기 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 미만으로 판단되면, 상기 SCR 의 고장으로 식별하는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 NOX 변환 효율이 기 설정 범위 미만인지 판단 이후, 자동적으로 상기 AHI 주입을 시작하는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 SCR의 온도 및 디젤 엔진 배기 가스의 유량이 소정의 범위 내에 있는 경우 NOX 변환 효율을 측정 하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법.

청구항 13

디젤 엔진의 배기 후 처리 시스템에 있어서, 상기 배기 후 처리 시스템에 있어서,

AHI 노즐;

상기 AHI 노즐 타단의 디젤 산화 촉매 (DOC, Diesel Oxidation Catalyst);

상기 디젤 산화 촉매 (DOC) 일단의 제 1온도 센서;

상기 디젤 산화 촉매(DOC) 타단의 디젤 미립자 필터(DPF, Diesel Particulate Filter);

상기 디젤 미립자 필터(DPF) 일단과 상기 디젤 산화 촉매(DOC) 타단의 제 2온도 센서;

상기 디젤 미립자 필터(DPF) 타단의 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR, Selective Catalytic Reduction Catalyst System);

상기 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR) 일단과 상기 디젤 미립자 필터(DPF) 타단의 제 3 온도 센서;

상기 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR) 일단의 제 1 NOX 센서;

상기 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR) 타단의 제 2 NOX 센서; 및

상기 제 1 온도 센서와 상기 제 2 온도 센서로부터 각각 획득한, 제 1 온도 측정 신호와 제 2온도 측정 신호를 기초로, 상기 AHI 주입 동안 상기 디젤 산화 촉매 DOC를 통한, 방출열(QDOC)을 결정하고

상기 제 1온도 센서와 상기 제3온도 센서로부터 각각 획득한 상기 제 1온도 측정 신호와 상기 제3 온도 측정 신호를 기반으로, 상기 AHI 주입 동안 상기 디젤 산화 촉매 DOC와 상기 디젤 미립자 필터 DPF를 통한 열 방출(QEATS)을 결정하고,

상기 제 1 NOX 센서 및 상기 제 2 NOX 센서로부터 획득한 NOX 측정 신호를 기초로, 상기 AHI가 사용되지 않는 동안, 상기SCR 을 통해 NOX 가 N2로 변환되는 NOX 변환 효율(ηSCR)을 결정하고,

상기 AHI 노즐이 완전히 동작에서 상기 AHI 주입 동안, AHI 연료 (QAHI)로부터의 열 입력을 계산하고,

DOC HC 슬립 계수(Slip Factor)는 1 - (QDOC / QEATS) 로 계산하고,

AHI 흐름 손실 계수(Flow Loss Factor)는 1 - (QEATS/QAHI)로 계산하고,

상기 측정된 NOX변환 효율, 상기 계산된 DOC HC 슬립 계수 및 상기 AHI 흐름 손실 계수를 바람직한 값(desired value)과 각각 비교함으로써, 상기 AHI 노즐, DOC, DPF또는 SCR의 고장을 식별하도록 구성되는 컨트롤러(Controller);

를 포함하는 배기 후 처리 시스템.

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 컨트롤러는

상기 QDOC와 상기 QEATS를 결정할 때, 센서 변동성(variability)을 배제 하기 위해, 상기 측정된 제 2온도 신호 및 상기 측정된 제 3 온도 신호를 조정하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템.

청구항 15

제 13항에 있어서, 상기 컨트롤러는

상기 AHI 노즐이 정상적으로 동작하는 경우, 상기 AHI 주입 동안 전달되는 연료 에너지의 양을 결정함으로써 상기 QAHI를 계산하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템.

청구항 16

제 13항에 있어서, 상기 컨트롤러는

상기 DOC HC 슬립 계수가 바람직한 범위 내이고, 상기 AHI 흐름 손실 계수가 바람직한 범위를 초과하고, 상기 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 이내인지 결정하여, 상기 AHI 노즐의 고장을 식별하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템.

청구항 17

제 13항에 있어서, 상기 컨트롤러는

상기 DOC HC 슬립 계수가 바람직한 범위를 초과하고, 상기 AHI 흐름 손실 계수가 바람직한 범위를 초과하고, 상기 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 미만인지 판단하여, 상기 DOC의 고장을 식별하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템.

청구항 18

제 13항에 있어서, 상기 컨트롤러는

상기 DOC HC슬립 계수는 바람직한 범위 미만이고, 상기 AHI 흐름 손실 계수는 바람직한 범위를 초과하고, 상기 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 미만인지 판단하여, DPF의 고장을 식별하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템.

청구항 19

제 13항에 있어서, 상기 컨트롤러는

상기 AHI 흐름 손실 계수가 바람직한 범위 내에 있고, 상기 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 미만인지 판단하여, 상기 SCR고장을 식별하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템.

청구항 20

제 19항에 있어서, 상기 컨트롤러는

상기 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 미만인지 판단 이후, 자동으로 AHI 주입을 시작하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 배기 후 처리 시스템.

청구항 21

디젤 엔진의 배기 후 처리 시스템(EATS, Exhaust After Treatment System) 컨트롤러에 있어서,

상기 배기 후 처리 시스템(EATS)은 AHI 노즐,

상기 AHI 노즐 타단의 디젤 산화 촉매(DOC, Diesel Oxidation Catalyst),

상기 DOC 일단의 제 1온도 센서,

상기 DOC 타단의 디젤 미립자 필터(DPF, Diesel Particulate Filter),

상기 DPF 일단 및 상기 DOC 타단의 제 2 온도 센서,

상기 DPF 타단의 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR, Selective Catalytic Reduction Catalyst System),

상기 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR)일단 및 상기 DPF 타단의 제 3 온도 센서,

상기 SCR 일단의 제 1NOX 센서와, 상기 SCR 타단의 제 2 NOX 센서를 포함하고,

상기 컨트롤러는

상기 제 1 온도 센서와 상기 제 2 온도 센서로부터 각각 획득한, 제 1 온도 측정 신호와 제 2온도 측정 신호를 기초로, 상기 AHI 주입 동안 상기 디젤 산화 촉매 DOC를 통한, 열 방출(QDOC)을 결정하고,

상기 제 1온도 센서와 상기 제3온도 센서로부터 각각으로부터 획득한 상기 제 1온도 측정 신호와 상기 제3 온도 측정 신호를 기반으로,

상기 AHI 주입 동안 상기 디젤 산화 촉매 DOC와 상기 디젤 미립자 필터 (DPF)를 통한 방출열(QEATS)을 결정하고,

상기 제 1 NOX 센서 및 상기 제 2 NOX 센서로부터 획득한 NOX 측정 신호를 기초로, 상기 AHI가 사용되지 않는 동안, 상기SCR 을 통해 NOX 가 N2로 변환되는 NOX 변환 효율(ηSCR)을 결정하고,

상기 AHI 노즐의 완전한 동작상태에서 상기 AHI 주입 작업 동안, AHI 연료 (QAHI)로부터의 열 입력을 계산하고,

DOC HC 슬립 계수(Slip Factor)는 1 - (QDOC/QEATS)로 계산하고,

AHI 흐름 손실 계수(Flow Loss Factor)는 1 - (QEATS/QAHI)로 계산하고,

상기 측정된 NOX변환 효율, 상기 계산된 DOC HC 슬립 계수 및 상기 AHI 흐름 손실 계수(Flow Loss Factor) 각각을 바람직한 값(desired value)과 비교함으로써, 상기 AHI 노즐, DOC, DPF또는 SCR의 고장을 식별하는 배기 후 처리 시스템 컨트롤러.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 배기 후 처리 시스템(EATS, Exhaust After Treatment Systems) 에 관한 것으로서 구체적으로, 배기 후 처리 시스템의 구성 요소를 모니터링 하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 정부는 규정을 통해 미립자 및 NOX(mono-nitrogen oxides NO and NO2, nitric oxide and nitrogen dioxide) 등과 같은 디젤 엔진 배기 물질을 엄격히 규제한다. 이러한 정부 규정을 준수하기 위해, 다수의 구성요소를 포함한 배기 후 처리 시스템(A Multi-Component EATS, Exhaust After Treatment System)이 필요하다.

[0003] 전형적인 종래의 배기 후 처리 시스템(EATS, Exhaust After Treatment System)은 디젤 산화 촉매 (DOC, Diesel Oxidation Catalyst), 디젤 미립자 필터 (DPF, A Diesel Particulate Filter), 선택적 촉매 환원 촉매 시스템 (SCR, Selective Catalytic Reduction Catalyst System) 을 포함한다. 뿐만 아니라, 디젤 산화 촉매(DOC)의 일단에 연료를 주입하여 배기 후 처리 시스템의 가열과, 디젤 미립자 필터(DPF)의 재생을 용이하게 하는 AHI 노즐(일곱 번째 인젝터)을 포함한다.

[0004] 디젤 산화 촉매(DOC)의 정상적인 동작을 보장하기 위해, 상기 디젤 산화 촉매(DOC) 타단과 디젤 미립자 필터(DPF) 일단의 온도를 모니터링 하여 디젤 산화 촉매(DOC)의 고장을 진단하는 방법이 알려져 있다.

[0005] 고장 진단 방법에서, 모니터링 온도가 예상보다 낮을 경우는 디젤 산화 촉매(DOC) 고장을 나타낸다. 그러나, 배기 후 처리 시스템(EATS)의 다른 문제들도 디젤 산화 촉매(DOC) 타단의 온도가 예상보다 낮아 발생 되는 것일 수 있다. 예컨대, 디젤 산화 촉매(DOC) 타단과 디젤 미립자 필터(DPF) 일단의 온도가 예상보다 낮은 경우에도, AHI 노즐의 막힘(clogged) 현상이 나타날 수 있다.

[0006] 또한, 전술한 고장 진단 방법으로는 촉매화된 디젤 미립자 필터(DPF)촉매 활성을 모니터링 할 수 없다. 디젤 미립자 필터(DPF)촉매 활성은 NMHC(Non-Methane Hydro-Carbon 비-메탄 HC) 배출량 제어 및, 적절한 질소 산화물에 대한 질소 비율 (NO2/NOx)을 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR)의 타단에 제공하는데 중요한 요소이다. NMHC 배출량 제어 및 질소 산화물에 대한 질소 비율 (NO2/NOx) 제공은 최적의 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR) NOx 변환 효율(NOx conversion efficiency)을 위한 것이다.

[0007] 유량계(Flow Meter)의 사용에 의해 AHI 노즐이 AHI 라인에서 폐색(Clogged)된 상태인지 결정하는 것이 가능하지만, 이러한 방법은 배기 후 처리 시스템(EATS) 및 그 제어 시스템에 상당한 비용과 복잡성을 부가한다.

[0008] 또한, 전술한 고장 진단 방법에서 디젤 미립자 필터(DPF)일단에 공급하는 가스 조성에 대한 정보를 제공하기 위해 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR) NOx 변환 효율을 사용하는 것도 가능하다. 하지만, 이 방법에는 정상 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR) NOx 전환 비율보다 낮은 전환 비율을 초래 할 수 있는 몇 가지 요인들이 있다. 예컨대, 상기 요인에는 디젤 배출 유체 희석(Diesel Emission Fluid (DEF) Dilution), 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR) 촉매 자체의 저하 및 시스템의 막히거나(Clogged) 새는 DEF 루프 등 이 있다.

[0009] 또한 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR)은, 배기 체류시간이 긴 경우, 또는 그 내부 온도가 높은 경우, 공급되는 가스의 조성에 민감하지 않다.

[0010] 배기 후 처리 시스템(EATS) 또는 그 제어 시스템에 상당한 비용이나 복잡성을 부가하지 않고, 배기 후 처리 시스템(EATS) 의 몇 가지 구성요소를 한번에 모니터링 하는 방법을 제공하는 것이 바람직하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 목적은 특정한 조건에서 디젤 엔진의 배기 후 처리 시스템의 구성요소의 오작동을 판단하게 하는 여러 가지 파라 미터 또는 계수(Factor)를 계산하거나 측정하여, 상기 계산 결과 및 측정 결과를 통해 구성요소의 오작동을 식별하게 하게 하는 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법, 배기 처리 시스템 및 배기 처리 시스템 컨트롤러를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일면에 따른 디젤 엔진의 배기 후 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법에서, 배기 후 처리 시스템은AHI 노즐, 디젤 산화 촉매 (DOC, Diesel Oxidation Catalyst), 디젤 미립자 필터 (DPF, Diesel Particulate Filter) 및 선택적 촉매 환원 촉매 시스템 (SCR, Selective Catalytic Reduction) 을 순서대로 포함하고, 디젤 엔진의 배기 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법은 AHI 주입 동안 DOC를 통해 방출열(QDOC)을 측정하는 단계, AHI 주입 동안, 디젤 산화 촉매 (DOC)와 디젤 미립자 필터(DPF)를 통해, AHI 연료의 열 입력(QEATS)을 측정하는 단계, AHI가 사용되지 않는 동안, 선택적 촉매 환원 촉매 시스템 (SCR) 을 통해, NOX에서 N2로 변환되는 NOX 변환 효율(ηSCR)을 측정하는 단계, AHI 노즐의 완전 동작에 의한, AHI 주입 동안, AHI 연료로부터의 열 입력(QAHI)을 계산하는 단계에서는

[0013] DOC HC 슬립 계수는(DOC HC Slip Factor) = 1 - (QDOC / QEATS)로 계산하고,

[0014] AHI 흐름 손실 계수(calculating an AHI Flow Loss Factor)는= 1 - (QEATS / QAHI); 로 계산하고,

[0015] 측정된 NOX변환 효율, 계산된 DOC HC 슬립 계수 및 AHI 흐름 손실 계수를 각각을 바람직한 값(desired value)과 비교함으로써, AHI 노즐, 디젤 산화 촉매(DOC), 디젤 미립자 필터 (DPF) 또는 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR)의 고장을 식별한다.

[0016] 본 발명의 다른 일면에 따른 디젤 엔진의 배기 후 처리 시스템에 있어서, 배기 후 처리 시스템은 AHI 노즐, AHI 노즐 타단의 디젤 산화 촉매(DOC), 디젤 산화 촉매(DOC) 일단의 제 1온도 센서, 디젤 산화 촉매(DOC) 타단의 디젤 미립자 필터(DPF), 디젤 미립자 필터(DPF) 일단과 디젤 산화 촉매(DOC) 타단의 제 2온도 센서, 디젤 미립자 필터(DPF) 타단의 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR), 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR) 일단과 상기 디젤 미립자 필터(DPF) 타단의 제 3 온도 센서, 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR) 일단의 제 1 NOX 센서, 선택적

촉매 환원 촉매 시스템(SCR) 타단의 제 2 NOX 센서 및

[0017] 제 1 온도 센서와 상기 제 2 온도 센서로부터 각각 획득한, 제 1 온도 측정 신호와 제 2온도 측정 신호를 기초로, AHI 주입 동안 디젤 산화 촉매(DOC)를 통한, 방출열(QDOC)을 결정하고, 제 1온도 센서와 제3온도 센서로부터 각각 획득한 제 1온도 측정 신호와 제3 온도 측정 신호를 기반으로 AHI 주입 동안 디젤 산화 촉매 (DOC)와 디젤 미립자 필터(DPF)를 통한 방출열(QEATS)을 결정하고, 제 1 NOX 센서 및 제 2 NOX 센서로부터 획득한 NOX 측정 신호를 기초로, AHI가 사용되지 않는 동안, 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR)을 통해 NOX 가 N2로 변환되는 NOX 변환 효율(ηSCR)을 결정하고, AHI 노즐이 완전히 동작에서 상기 AHI 주입 동안, AHI 연료로부터의 열입력(QAHI)을 계산하고,

[0018] DOC HC 슬립 계수(Slip Factor)는 1 - (QDOC / QEATS) 로 계산하고,

[0019] (DOC HC Slip Factor) = 1 - (QDOC / QEATS)

[0020] AHI 흐름 손실 계수는 1-(QEATS/QAHI)로 계산하고,

[0021] (AHI Flow Loss Factor = 1 - (QEATS/QAHI))

[0022] 측정된 NOX변환 효율, 계산된 DOC HC 슬립 계수 및 AHI 흐름 손실 계수를 바람직한 값(desired value)과 각각 비교함으로써, AHI 노즐, 디젤 산화 촉매(DOC), 디젤 미립자 필터(DPF) 또는 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR)의 고장을 식별하도록 구성된다.

[0023] 본 발명의 다른 일면에 따른 디젤 엔진의 배기 후 처리 시스템(EATS)을 위한 컨트롤러에 있어서, 배기 후 처리 시스템(EATS)은 AHI 노즐, AHI 노즐 타단의 디젤 산화 촉매(DOC), DOC 일단의 제 1온도 센서, DOC 타단의 디젤 미립자 필터(DPF), DPF 일단 및 DOC 타단의 제 2 온도 센서, DPF 타단의 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR), 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR)일단 및 DPF 타단의 제 3 온도 센서, SCR 일단의 제 1NOX 센서와, SCR 타단의 제 2 NOX 센서를 포함하고, 컨트롤러는, 제 1 온도 센서와 상기 제 2 온도 센서로부터 각각 획득한, 제 1 온도 측정 신호와 제 2온도 측정 신호를 기초로, AHI 주입 동안 상기 디젤 산화 촉매 DOC를 통한, 방출열(QDOC)을 결정하고, 제 1온도 센서와 제3온도 센서로부터 각각으로부터 획득한 제 1온도 측정 신호와 제3 온도 측정 신호를 기반으로, AHI 주입 동안 디젤 산화 촉매(DOC)와 디젤 미립자 필터(DPF)를 통한 방출열(QEATS)을 결정하고, 제 1 NOX 센서 및 상기 제 2 NOX 센서로부터 획득한 NOX 측정 신호를 기초로, 상기 AHI가 사용되지 않는 동안, 상기SCR 을 통해 NOX 가 N2로 변환되는 NOX 변환 효율(ηSCR)을 결정하고, AHI 노즐의 완전한 동작상태에서 AHI 주입 작업 동안, AHI (QAHI)로부터의 열 입력(QAHI)을 계산하고,

[0024] DOC HC 슬립 계수는 1 - (QDOC/QEATS)로 계산하고,

[0025] (DOC HC Slip Factor = 1 - (QDOC/QEATS))

[0026] DOC HC 슬립 계수는 1 - (QDOC/QEATS)로 계산하고,

[0027] AHI 흐름 손실 계수는 1 - (QEATS/QAHI)로 계산하고,

[0028] (AHI Flow Loss Factor = 1 - (QEATS/QAHI))

[0029] 측정된 NOX변환 효율, 계산된 DOC HC 슬립 계수 및 AHI 흐름 손실 계수 각각을 바람직한 값(desired value)과 비교함으로써, AHI 노즐, DOC, DPF또는 SCR의 고장을 식별하도록 구성되는 컨트롤러(controller)를 포함한다.

발명의 효과

[0030] 본 발명을 통해, 특정한 조건에서 디젤 엔진의 배기 후 처리 시스템의 구성요소의 오작동을 판단할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 디젤 엔진 및 배기 후 처리 시스템(EATS)를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른, EATS 에서, 손실 및 다른 에러 요인에 의한 온도 편차를 나타낸 그래프이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 각 양상에 대한 EATS 오작동 성분 식별 방법을 보여주는 표이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 EATS 구성요소의 오작동의 진단 방법 과정을 나타내는 흐름도 이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 발명의 특징 및 이점들은 도면과 함께 상세한 설명을 통해 쉽게 이해 될 수 있다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.

[0033] 우선, 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다.

[0034] 도 1은 디젤 엔진(23)의 배기 후 처리 시스템(EATS, Exhaust After Treatment System)(21)을 보여준다.

[0035] 도1을 참조하면, 배기 후 처리 시스템(EATS)(21)은 AHI 노즐(25), AHI 노즐(25) 타단의 디젤 산화 촉매((DOC, Diesel Oxidation Catalyst)(27), 디젤 산화 촉매(DOC)(27) 일단의 제 1 온도 센서(29), 디젤 산화 촉매(DOC)(27) 타단의 디젤 미립자 필터(DPF)(31), 디젤 미립자 필터(DPF)(31) 일단과, 디젤 산화 촉매(DOC)(27) 타단의 제 2 온도 센서(33), 디젤 미립자 필터(DPF)(31) 타단의 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR)(35), 선택적 촉매 환원 촉매 시스템(SCR)(35) 일단과 디젤 미립자 필터(DPF) 타단의 제 3 온도 센서(37) SCR(35) 일단의 제 1 NOX 센서(39)와 SCR(35) 타단의 제 2 NOX 센서(41)을 포함한다.

[0036] DOC(27)일면의 도관(43)과 EATS의 연결 부분은 전형적으로, 터빈(TURB.)(45)의 터보 차저(turbocharger) 및 어레인지먼트(47)를 포함한다. 예컨대, 연결 부분은 측정 및 로직 제어를 위한 오리피스(orifice)와 유량계(flow meter)를 포함한다. 이때, 로직 제어는 배기 가스 유량 산출(계산)을 위한 것이다.

[0037] DEF 의 소스(Source)(도면 미도시)에 연결되는 노즐(49)는 전형적으로 DPF(31)의 타단 및 SCR(35)의 일단에 제공된다.

[0038] 실시예에 따라, EATS 는 컨트롤러(CONTROLLER)(51)를 더 포함한다. 여기서, 컨트롤러(51)는 차량 엔진 컨트롤 유닛(ECU, Engine Control Unit) 또는 다른 적합한 컴퓨터 장치의 일부를 형성 할 수 있다.

[0039] 제 1온도 센서(29)와 제 2 온도 센서(33)으로부터 각각 획득한 제 1온도 측정 신호 T1과 제 2온도 측정 신호 T2를 기반으로, AHI 주입 동안 DOC(27)을 통한 방출열(QDOC)을 결정하도록 구성된다.

[0040] 또한, 컨트롤러(51)는 제 1온도 센서(29), 제 2온도 센서(33) 및 제 3온도 센서(37)로부터 각각 획득하는 제 1 온도 측정 신호 T1 과 반드시 필요한 것은 아니지만 일반적으로 제 2 온도 측정 신호 T2 및 제 3 온도 측정 신호 T3을 기반으로 AHI 주입 동안, DOC(27) 과 DPF(31)을 통한 방출열(QEATS)을 결정하도록 구성된다.

[0041] 또한, 컨트롤러(51)는 일반적으로 높은 배출 유량 조건과 낮은 SCR 온도조건에서 동작하는 NOX 변환 효율(ηSCR)을 측정하도록 구성된다. 여기서, NOX 변환 효율(ηSCR)은 NOX에서 N2로 변환되는 효율이고, 컨트롤러(51)는 NOX 변환 효율(ηSCR)을 AHI 가 사용되지 않을 동안 NOX 센서(39,41)을 통해 획득한 NOX 측정 신호들을 기반으로 SCR 35를 통해 측정한다.

[0042] 컨트롤러(51)는 AHI 주입 동안 완전히 동작하는AHI 노즐 (25)에 의한 이론적인 입력열(QAHI)을 계산하도록 구성된다.

[0043] 컨트롤러(51)는 DOC HC 슬립 계수(DOC HC Slip Factor)를 수학식 (1)을 통해 계산하도록 구성되고, AHI 흐름 손실 계수(AHI Flow Loss Factor)를 수학식 (2)를 통해 계산하도록 구성된다.

[0044] 수학식 (1)　　DOC HC Slip Factor = 1 - (QDOC/QEATS),

[0045] 수학식 (2)　　AHI Flow Loss Factor = 1 - (QEATS/QAHI)

[0046] 컨트롤러(51)는 바람직한 값들(desired Values)과 계산된 DOC HC 슬립 계수(DOC HC Slip Factor), AHI흐름 손실 계수(AHI Flow Loss Factor)와 측정된 NOX 변환 효율(NOX conversion efficiency)을 각각 비교함으로써, AHI 노즐(25), DOC(27) 또는 SCR(35) 의 오작동(고장)을 식별하도록 구성된다. 상기 바람직한 값들(desired Values)은 특정 EATS 의 테스트 및/ 또는 모델링에 의해 설정되고, 이 값들은 시스템에 따라 다를 수 있다.

[0047] 주어진 차량의 경우, 후 처리 구성요소들의 주변으로의 열손실(HL, heat losses)은 여러 요인(factors)의 영향을 받는다. 상기 요인(factors)에는 차량 속도(Vveh), 주변 온도(Tamb), 주변 압력(Pamb), 배기온도(Texh), 배

기 질량 유량 (exhaust mass flow rate) (m_{exh}) 이 포함된다. 따라서, 열손실(HL)은 상기 요인들을 변수로 하는 함수로 표현 할 수 있다.

[0048] HL = f (v_{veh}, T_{amb}, P_{amb}, T_{exh}, m_{exh})

[0049] 컨트롤러(51)은 전형적으로 아래의 수학식(3)에 따라, AHI 주입을 통해 QDOC를 결정한다.

[0050] 수학식(3)

[0051] $$Q_{DOC}=\int_{t_1}^{t_2}\dot{m}_{exh}c_{p,exh}(T_2-T_1)dt+m_{DOC}c_{cor}\left[\left(\frac{T_1+T_2}{2}\right)_{t_2}-\left(\frac{T_1+T_2}{2}\right)_{t_1}\right]+\int_{t_1}^{t_2}\dot{HL}_{DOC}dt$$

[0052] T1 = 제 1온도 센서에 의해 측정된 온도

[0053] T2 = 제 2온도 센서에 의해 측정된 온도

[0054] t1 = AHI 주입 시작 시점

[0055] t2 = AHI 주입 종료 시점

[0056] m_{exh} = 배기 가스의 질량 유량(mass flow of exhaust)

[0057] cp,exh = 배기 가스의 비열(specific heat of exhaust gas)

[0058] mDOC = DOC 질량(mass of DOC)

[0059] ccor = 코디어라이트(cordierite) 의 비열, 여기서, DOC에 사용 (specific heat of cordierite material, here, as used in DOC)

[0060] 컨트롤러(51)은 전형적으로 QETS를 AHI 주입을 통해 아래의 수학식(4)에

[0061] 따라 결정한다.

[0062] 수학식(4)

$$Q_{EATS}=\int_{t_1}^{t_2}\dot{m}_{exh}c_{p,exh}(T_3-T_1)dt+m_{DOC}c_{cor}\left[\left(\frac{T_1+T_2}{2}\right)_{t_2}-\left(\frac{T_1+T_2}{2}\right)_{t_1}\right]+m_{DPF}c_{cor}\left[\left(\frac{T_2+T_3}{2}\right)_{t_2}-\left(\frac{T_2+T_3}{2}\right)_{t_1}\right]+\int_{t_1}^{t_2}\dot{HL}_{DOC}dt+\int_{t_1}^{t_2}\dot{HL}_{DPF}dt$$

[0063] 수학식(4)에서

[0064] QEATS = DOC와 DPF를 통한 방출열

[0065] T3 = 제 3 온도 센서에 의해 측정된 온도

[0066] mDPF = DPF 질량

[0067] ccor = 코디어라이트(cordierite) 비열(코디어라이트는 DPF 및 DOC로 쓰임)

[0068] 컨트롤러(51)는 전형적으로 아래의 수학식 (5)에 따라, AHI 주입 동안 전달되는 연료의 에너지 양을 결정함으로써, AHI 노즐은 정상적으로 동작하는 경우의 QAHI를 결정한다.

$$Q_{AHI}=\int_{t_1}^{t_2}\dot{m}_{AHI}\Delta h_{diesel}dt$$

[0069] 수학식 (5)

[0070] 수학식 (5)에서

[0071] mAHI = AHI 연료 압력 및 AHI 주입에 기반한 AHI 노즐을 통한 정격 질량 유량

[0072] hdiesel = 디젤의 낮은 열 값(lower heat value of diesel)

[0073] 컨트롤러(51)은 전형적으로 SCR(35)의 NOX 변환 효율(ηSCR)을 결정한다. 이때, 컨트롤러(51)는 엔진(23)이 타단의 NOx 센서(41)가 동작 온도에 도달하기까지 충분한 시간 동안 작동한 후에만, SCR(35)의 NOX 변환 효율(ηSCR)을 결정한다.

[0074] 본 발명의 목적을 위해, SCR의 낮은 동작 온도 범위(주로, 200° C ~350° C for an Fe-Zeolite SCR)와 하이 엔

드 배기 유량 (?exh, high end exhaust mass flow) 동작 범위 (주로0.35 -0.45 kg/s 부근)는 정의 되어야 한다. 상기 정의된 범위 내에서의 NOx 변환 효율은 공급되는 가스 조성에 더욱 영향을 받는다.

[0075] NOX 변환 효율(ηSCR)은 전형적으로 아래의 수학식(6)에 따라 결정된다.

[0076] 수학식(6) ηSCR = [1 - (NOX1 - NOX2)/NOX1] x 100

[0077] 수학식(6)에서

[0078] ηSCR = NOX 변환 효율

[0079] NOX1 = 제 1 NOX센서에서 측정된 NOX

[0080] NOX2 = 제 2 NOX센서에서 측정된 NOX

[0081] 실시예에 따른 온도 센서의 변동성(variability) 및 EATS에서 외부로의 열손실 때문에, 제1온도 센서(29), 제2 온도센서(33), 제2 온도센서(37)의 원(raw)온도인 T1raw, T2raw, 및 T3raw는 일반적으로 에너지 보존 법칙을 만족시키지 않는다. 예컨대, 고정된 배기 유량 및 고정된 엔진 출력온도의 엄격한 정상 상태(steady state) 조건에서 도 2 및 아래 수학식(7), 수학식(8)에서와 같이, T2raw 와T3raw는 일반적으로 T1을 이탈한다.

[0082] 수학식 (7) T1 = T2raw + ε21

[0083] 수학식 (8) T2raw = T3raw + ε32

[0084] 수학식(7)과 수학식(8)에서

[0085] ε21= 제1온도와 제2온도간 편차 계수(deviation factor)

[0086] ε32=제 2온도와 제3온도간 편차 계수(deviation factor)

[0087] 편차계수 ε21 과 ε32는 전형적인 디젤 엔진의 온도 범위인 200 ° C ~400 ° C에서 상수로 근사 될 수 있다. 편차계수 ε21 과 ε32는 제 1온도 센서의 수치에 대해, 제 2온도 센서 및 제 3 온도 센서의 원(raw) 수치들을 보상한다. 이로써, 에너지 보존식이 EATS 구성요소 모니터링 수행 시 더 잘 유지 될 수 있다. 상기 두 편차 계수는 제3온도 측정 센서의 측정 수치를 센서의 실제 온도 측정 수치 각각에 대해 보상하지는 않는다. 상기 두 편차 계수는 AHI 주입이 수행되지 않을 때, 에너지 보존에 기반하여 예상될 수 있다.

[0088] 온도 센서들은 매우 빠르게 성능이 저하되지 않으므로, 부적절(부정확)한 센서들에 대한 보정은 한 달에 한번 정도 수행하게 될 것이다.

[0089] 수학식 (9)의 에너지 보존 원리에 따라 편차계수ε21과ε32를 결정하기 위해,

[0090] 수학식 (9) 0 = Heat out + Heat storage - Heat in DOC 에서 아래의 수학식이 적용된다.

[0091] 수학식(10)

$$0 = \int_{t_3}^{t_4} \dot{m}_{exh} c_{p,exh} \left[(T_{2\_raw} + \varepsilon_{21}) - T_1 \right] dt + m_{DOC} c_{cor} \left[\left(\frac{T_1 + (T_{2\_raw} + \varepsilon_{21})}{2} \right)_{t_4} - \left(\frac{T_1 + (T_{2\_raw} + \varepsilon_{21})}{2} \right)_{t_3} \right] + \int_{t_3}^{t_4} HL_{DOC} dt$$

[0092]

[0093] DPF 에서 아래의 수학식이 적용된다.

$$0 = \int_{t_3}^{t_4} \dot{m}_{exh} c_{p,exh} \left[(T_{3\_raw} + \varepsilon_{32}) - T_{2\_raw} \right] dt + m_{DPF} c_{cor} \left[\left(\frac{T_{2\_raw} + (T_{3raw} + \varepsilon_{32})}{2} \right)_{t_4} - \left(\frac{T_{2\_raw} + (T_{3raw} + \varepsilon_{32})}{2} \right)_{t_3} \right] + \int_{t_3}^{t_4} HL_{DPF} dt$$

[0094] 수학식(11)

[0095] ε21로 수학식 (10)을 풀면, 수학식(12) 이다.

[0096] 수학식(12)

$$\varepsilon_{21} = \frac{\int_{t_3}^{t_4} \dot{m}_{exh} (T_1 - T_{2\_raw}) dt}{\int_{t_3}^{t_4} \dot{m}_{exh} dt} - \frac{c_{cor} m_{DOC}}{c_{p,exh} \int_{t_3}^{t_4} \dot{m}_{exh} dt} \left[\left(\frac{T_1 + T_{2raw}}{2} \right)_{t_4} - \left(\frac{T_1 + T_{2raw}}{2} \right)_{t_3} \right] - \frac{\int_{t_3}^{t_4} HL_{DOC} dt}{c_{p,exh} \int_{t_3}^{t_4} \dot{m}_{exh} dt}$$

[0097]

[0098] ε32로 수학식 (11)을 풀면 수학식 (13)이다.

[0099] 수학식(13)

$$\varepsilon_{32} = \frac{\int_{t_3}^{t_4} \dot{m}_{exh}(T_{2\_raw} - T_{3\_raw})dt}{\int_{t_3}^{t_4} \dot{m}_{exh} dt} - \frac{c_{cor} m_{DPF}}{c_{p,exh} \int_{t_3}^{t_4} \dot{m}_{exh} dt}\left[\left(\frac{T_{2raw}+T_{3raw}}{2}\right)_{t_4} - \left(\frac{T_{2raw}+T_{3raw}}{2}\right)_{t_3}\right] - \frac{\int_{t_3}^{t_4} HL_{DPF} dt}{c_{p,exh} \int_{t_3}^{t_4} \dot{m}_{exh} dt}$$

[0100]

[0101] T2 와 T3는 본 명세서에서 온도 센서 변동성(variability) 및 EATS (21)에서 외부로의 열손실 등의 요인에 의해 보상하기 위해 수정된 실제 측정 온도로서 참조 할 수 있다.

[0102] 실시예에 따라, 컨트롤러(51)는 아래에 기재된 바에 의해, AHI 노즐(25)의 오작동(고장)을 식별하도록 구성된다.

[0103] 컨트롤러(51)는

[0104] - AHI흐름 손실 계수가 바람직한 범위(desired range) R2를 초과하고

[0105] - NOX 변환 효율이 바람직한 범위 R3 이내이면

[0106] AHI 노즐(25)의 오작동(고장)으로 결정한다.

[0107] 컨트롤러(51)는 아래에 기재된 바에 의해 DOC(27)의 오작동을 식별하도록 구성된다.

[0108] - DOC HC 슬립 계수가 바람직한 범위 R1을 초과하고,

[0109] - AHI 흐름 손실 계수가 바람직한 범위 R2를 초과하고,

[0110] - NOX 변환 효율이 바람직한 범위 R3 미만이면,

[0111] 컨트롤러(51)는 DOC(27)의 오작동으로 결정한다.

[0112] 컨트롤러(51)는 DPF(31)의 오작동을 식별하도록 아래와 같이 구성된다

[0113] - DOC HC 슬립 계수(the DOC HC Slip Factor)가 바람직한 범위 R1 미만이고,

[0114] - AHI 흐름 손실 계수 (Flow Loss Factor)바람직한 범위(R2)를 초과하고,

[0115] - NOX 변환 효율이 바람직한 범위 R3 미만이면,

[0116] 컨트롤러(51)는 DPF(31)의 오작동으로 결정한다.

[0117] 컨트롤러(51)은 DOC 및 DPF (모두)의 오작동을 아래 기재된 바에 의해 식별하도록 구성된다.

[0118] - DOC HC Slip계수가 바람직한 범위 R1이내에 있고,

[0119] - AHI 흐름 손실 계수가 바람직한 범위 R2를 초과하고,

[0120] - NOX 변환 효율이 바람직한 범위 R3 미만이면 컨트롤러(51)는 DOC 및 DPF 의 오작동으로 식별한다.

[0121] 컨트롤러(51)는 아래 기재된 바를 판단함으로써, SCR (35)의 잠재적인 오작동을 식별하도록 구성된다.

[0122] - AHI 흐름 손실 계수가 바람직한 범위 R2 이내에 있고,

[0123] - NOX 변환 효율이 바람직한 범위 R3 미만이면,

[0124] 컨트롤러(51)는 SCR(35)의 잠재적 오작동으로 식별한다.

[0125] 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 전술한 증상이 전술한 진단에 어떻게 대응하는지 도시한 표이다.

[0126] 도 3을 참조하면, 도3에는 괄호 안에 앞서 설명한 네 가지 시나리오에서, DOC HC 슬립 계수(the DOC HC Slip Factor),AHI 흐름 손실 계수(AHI Flow Loss Factor), NOX 변환 효율(NOX conversion efficiency)에 대한 예시값이 도시된다. 도 3에 도시된 “end-of-life” 및 “limit” 의 용어는 통상적으로 업계에서 사용되는 용어로서, 발명의 목적을 위해, 각각 “정상적으로 동작, 기대 수명에 도달하여 저하됨”과 “ 오작동이 법적 제한을 초과하는 것으로 모니터링 됨”으로 이해 될 수 있다.

[0127] SCR(35)의 잠재적 고장 증상은 SCR(35)이외의 문제를 반영한 것 일 수 있지만, SCR(35)의 잠재적 고장 증상은

문제에 대한 하나의 원인을 암시할 수 있다. NOX 변환 효율은 일반적으로 SCR(35)가 기 설정된 온도 범위와 기 설정된 배기 질량 유량에서 동작할 때, 결정된다. AHI 노즐의 성능은 통상적으로SCR(35)의 동작에 직접(적인) 영향을 끼치지 않는다. 그러나, AHI 흐름 손실 계수는 SCR(35)의 잠정적 고장 진단에 관련이 있기 때문에 컨트롤러(51)는 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 미만인 것으로 결정된 이후, 자동으로 AHI 주입을 시작하도록 구성된다.

[0128] 또한, AHI 주입은 운영자의 능동적인AHI 주입 시작 요청에 의해서만 개시 될 수 있다. 이것은, 예컨대, 현재 NOX 변환 효율에 대한 운영 권고(advising) 경고 신호에 대한 반응으로 수행 될 수 있음은 물론이다.

[0129] 디젤엔진의 EATS(Exhaust After Treatment System)구성요소 모니터링 방법은, 도 1에 도시된 엔진(23)및 EATS(21)와 관련하여 설명된다.

[0130] EATS(21)는 일단에서부터 타단으로, 순서대로 AHI 노즐(25), DOC(27), DPF(31) 및 SCR(35)을 포함한다. 본 발명의 실시예에 따른 배기 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법 에서는 AHI 주입 동안 DOC(27)을 통해 방출열(QDOC)이 측정된다.

[0131] 방출열(QDOC)를 측정하는 단계는 DOC(27)일단의 제 1온도 T1을 측정하는 단계 및 DOC(27)의 타단 및 DPF 일단의 제 2온도 T2를 측정하는 단계를 포함할 수 있다. 방출열(QDOC)은 전형적으로, 전술한 수학식(3)에 따라 결정된다.

[0132] 실시예에 따른 배기 처리 시스템의 구성요소 모니터링 방법에서는AHI 주입 동안 DOC (27) 과 DPF (31)을 통해 방출열(QEATS)가 측정된다.

[0133] 방출열(QEATS) 측정 단계는 DOC(27) 일단의 제 1온도 T1을 측정하는 단계, DOC (27)타단 및 DPF (31) 일단의 제 2온도를 측정하는 단계 및 DPF (31) 타단의 제 3온도를 측정하는 단계를 포함한다. 방출열(QEATS)는 전형적으로, 전술한 수학식 (4)에 따라 결정된다.

[0134] 실시예에 따른 모니터링 방법에서는 SCR(35)를 통해, NOX 에서 N2로 변환되는 NOX 변환 효율(ηSCR)이 측정된다. NOX 변환 효율(ηSCR)측정은 AHI가 사용되지 않는 동안, SCR일단 및 타단의 센서 39 및 센서41에 의해, NOX 레벨이 측정되는 것 이다. 이후, 앞서 기재한 수학식(6)에 따라 NOX 변환 효율을 계산한다.

[0135] 실시예에 따른 모니터링 방법 에서는, AHI 노즐의 완전히 동작하는 상태 동안의 열입력(QAHI)이 계산된다.

[0136] 열입력(QAHI) 계산과정은 AHI노즐(25)의 정상적인 동작 하는 경우 AHI 주입 동안 연료 전달 에너지 양을 결정하는 단계를 포함한다. 열입력(QAHI) 은 앞서 기재한 수학식(5)에 따라 계산된다.

[0137] 모니터링 방법 에서는 DOC HC Slip 계수는

[0138] DOC HC Slip Factor = 1 - (QDOC/QEATS)로 계산되고,

[0139] AHI 흐름 손실 계수는

[0140] AHI Flow Loss Factor = 1 - (QEATS/QAHI)로 계산된다.

[0141] AHI 노즐, DOC, DPF 또는 SCR의 오작동(고장)은 계산된 DOC HC Slip계수와 계산된AHI 흐름 손실 계수와 측정된 NOX 변환 효율을 바람직한 값들과 비교 함으로써 식별된다.

[0142] 도 3의 표에는 도시된 현상들의 조합이 오작동 및 잠재적인 오작동 가능성을 가지는 구성요소를 식별하는데 어떻게 이용 되는지 보여준다.

[0143] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른, 정상적으로 동작하는 구성요소 또는 비정상적으로 동작하는 구성요소를 진단하는 일련의 방법이 도시된 흐름도이다.

[0144] 100 Step에서 엔진을 가동한 후, step 200에서 AHI 주입이 수행된다. 그 후, Step 300에서 QDOC, QEATS, 및 QAHI와 함께, DOC HC Slip 계수와 AHI 흐름 손실 계수가 계산된다.

[0145] Step 400에서 AHI 흐름 손실 계수가 바람직한 범위 이내인 것으로 결정되는 경우, Step 500에서 AHI, DOC 및 DPF는 정상적으로 동작하는 구성요소로 판별한다.

[0146] Step 400에서 엔진(23)이 NOX 변환 효율 측정을 위해 바람직한 조건에서 동작한 후, AHI 흐름 손실 계수가 높은 것으로 결정되는 경우, Step 600에서 NOX 변환 효율이 측정된다.

[0147] 이때, 상기 바람직한 조건은 높은 배출 유량 및 낮은 SCR 온도 조건으로서, 예컨대, 온도는 200 ° C ~ 350 ° C 정도, 배출 유량은 around 0.35 -0.45 kg/s정도 이다.

[0148] Step 700에서 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 이거나 초과하는 경우, Step 800에서는 상태가 좋지 않은 AHI 노즐(25)이 존재하는 것으로 진단한다.

[0149] Step 700에서 NOX 변환 효율이 바람직한 범위 미만인 것으로 판단되고, Step 900에서 HC 슬립 계수가 바람직한 범위를 초과하지 않는 것으로 판단되고, Step 1000 에서 HC 슬립 계수가 바람직한 범위 이내인 것으로 판단되는 경우, Step 1100에서 DPF(31)는 오작동으로 판단된다.

[0150] Step 1000에서 HC 슬립 계수가 바람직한 범위 이내 즉, HC 슬립 계수가 바람직한 범위를 초과하거나 바람직한 범위 미만이 아닌 경우, Step 1200에서는 DOC(27) 과 DPF(31)의 조합이 오작동인 것으로 판단한다.

[0151] Step 900에서 HC 슬립 계수가 바람직한 범위를 초과하는 경우, Step 1300에서 DOC(27)이 오작동인 것으로 진단한다.

[0152] 만약, Step 100에서의 엔진 가동 이후 Step 200에서 AHI 주입이 수행되지 않으면(예컨대, 엔진 예열 시작), NOX 변환 효율 측정을 위한 바람직한 조건들이 달성된 후, Step 1400에서 NOX 변환 효율이 바람직한 범위이거나 바람직한 범위를 초과하는 것으로 결정되는 경우, Step 1500에서 구성요소DOC, DPF 및 SCR는 정상적으로 동작하는 것으로 진단된다.

[0153] AHI 노즐은 엔진 가동 이후로 사용되지 않았기 때문에, AHI 노즐 진단에는 적용 할 수 없다.

[0154] Step 1400에서, NOX 변환 효율이 특정 범위 미만으로 판단되는 경우, Step 1600에서 정상적인 AHI 주입 발생을 기다리거나, 자동적으로 또는 운영자에 의한 수동 개시에 의해 적극적으로 AHI 주입 수행을 요청한다.

[0155] 만약, 이하와 같은 AHI 주입 성능이 나타나면, Step 1200에서 DOC와 DPF의 조합이 오작동인 것으로 진단한다.

[0156] 먼저 Step 1800 단계에서 AHI 흐름 손실계수가 높은 것으로 결정된다.

[0157] 결정단계는 HC 슬립 요인이 바람직한 범위 미만인 지 판단하는 step 900 과 step 1000 로 이루어지고, Step 1100에서 DPF(31)이 오작동을 진단한다.

[0158] Step 900 과 Step1000에서 HC 슬립 계수가 바람직한 범위 이내로 결정되는 경우, Step 1200에서 DOC와 DPF의 조합이 오작동인 것으로 진단한다.

[0159] Step 900에서 HC 슬립 계수가 바람직한 범위를 초과하는 것으로 판단되면

[0160] Step 1300에서 DOC(27)을 오작동으로 진단한다.

[0161] 만약, 아래와 같은 AHI 주입 성능이 나타나면 (수행되면,) AHI 노즐(25), DOC (27) 및 DPF (31)는 정상적으로 동작하는 것으로 추정된다.

[0162] Step 1700 에서 AHI흐름 손실 계수가 바람직한 범위 이내인 것으로 결정되면, AHI 노즐(25), DOC (27) 및 DPF (31)는 정상적으로 동작하는 것으로 추정된다.

[0163] 이는 Step 1800에서 낮은 NOX 변환 효율에 대한 원인은 SCR 의 오작동에 있다고 진단하는 것을 제안한다. SCR의 오작동은 전용SCR 모니터를 통해 더욱 확실하게 식별 할 수 있다.

[0164] 본 발명에 따른 실시예에서 온도 센서들 또는 NOX 센서들은 이미 일반적으로 EATS 에 존재하거나, 최소 비용으로 구성요소의 오작동 진단에 사용하기 위해 개조 되거나, 추가 구성될 수 있다.

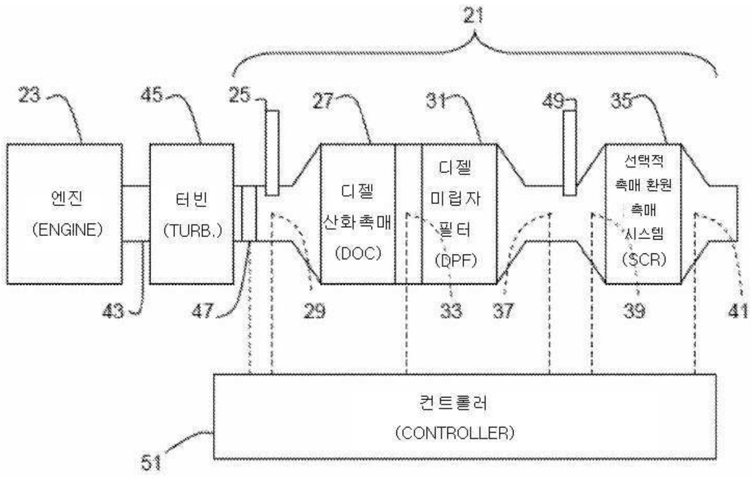
[0165] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 개시된 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 용이하게 이해할 수 있도록 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 기재에 의해 정의된다.

[0166] 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자 이외의 하나 이상의

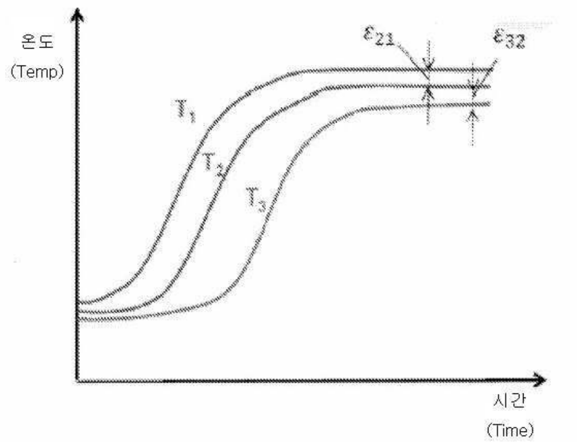
다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

도면

도면1



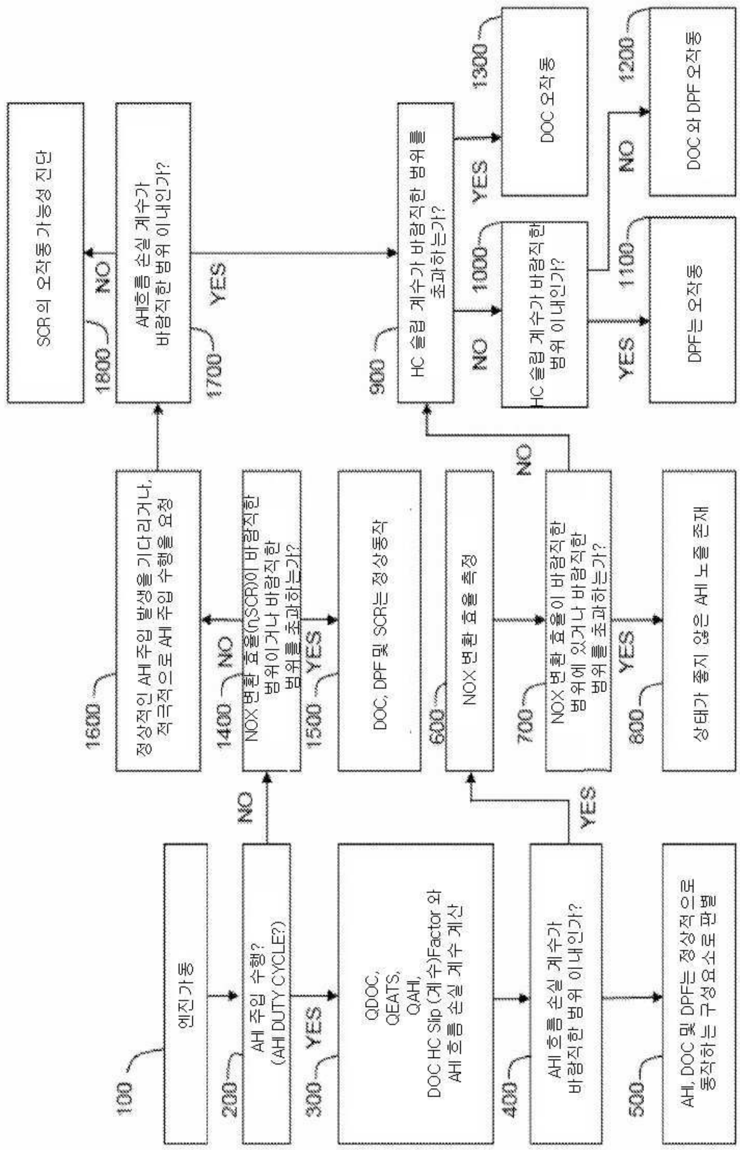
도면2



도면3

오작동 구성요소 (FAILURE COMPONENT)	DOC HC 슬립 계수 (DOC HC SLIP FACTOR) 1 – (QDOC/QEATS)	AHI 흐름 손실 계수 (AHI FLOW LOSS FACTOR) 1 – (QEATS/QAHI)	ηSCR (높은 배출 유량 및 낮은 온도 조건)
End-of-life DOC + End-of-life DPF + normal AHI Nozzle	R1 N/A	R2 (<25%)	R3 (≥90%)
Limit DOC + End-of-life DPF + normal AHI Nozzle	>R1 (>50%)	>R2 (>25%)	<R3 (<50%)
End-of-life DOC + **Limit DPF** + normal AHI Nozzle	<R1 (<10%)	>R2 (>25%)	<R3 (<50%)
End-of-life DOC + End-of-life DPF + **AHI Nozzle losing flow**	R1 N/A	>R2 (>25%)	R3 (≥90%)
Limit DOC + **Limit DPF** + normal AHI Nozzle	R1 (10% - 50%)	>R2 (>25%)	<R3 (<50%)

도면4


100
엔진가동
200
AH 주입 수행?
(AHI DUTY CYCLE?)
YES
NO
300
QDOC,
QEATS,
QAHI,
DOC HC Slip (계수)Factor 와
AHI 흐름 손실 계수 계산
400
AHI 흐름 손실 계수가
바람직한 범위 이내인가?
YES
500
AHI, DOC 및 DPF는 정상적으로
동작하는 구성요소로 판별
1400
NOX 변환 효율(ηSCR)이 바람직한
범위이거나 바람직한
범위를 초과하는가?
NO
YES
1500
DOC, DPF 및 SCR는 정상동작
1600
정상적인 AHI 주입 발생을 기다리거나,
적극적으로 AHI 주입 수행을 요청
600
NOX 변환 효율 측정
700
NOX 변환 효율이 바람직한
범위에 있거나 바람직한
범위를 초과하는가?
NO
YES
800
상태가 중지 않은 AHI 노즐 존재
1700
AHI흐름 손실 계수가
바람직한 범위 이내인가?
NO
YES
1800
SCR의 오작동 가능성 진단
900
HC 슬립 계수가 바람직한 범위를
초과하는가?
NO
YES
1000
HC 슬립 계수가 바람직한
범위 이내인가?
YES
NO
1100
DPF는 오작동
1200
DOC와 DPF 오작동
1300
DOC 오작동