



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0095295
(43) 공개일자 2020년08월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 FO1N 3/20 (2006.01) FO1N 3/08 (2006.01)
 FO1N 3/10 (2006.01) FO1N 9/00 (2006.01)
 FO2D 41/14 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 FO1N 3/2066 (2013.01)
 FO1N 3/0842 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0027554
- (22) 출원일자 2019년03월11일
 심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
 16/263,593 2019년01월31일 미국(US)

- (71) 출원인
 현대자동차주식회사
 서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
 기아자동차주식회사
 서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
- (72) 발명자
 주남로
 경기도 용인시 수지구 신봉2로 26, 112동 1302호
 (신봉동, LG신봉자이1차아파트)
 김창환
 경기도 성남시 분당구 동판교로 156, 907동 1103호
 (삼평동, 붓들마을9단지금호어울림아파트)
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 유미특허법인

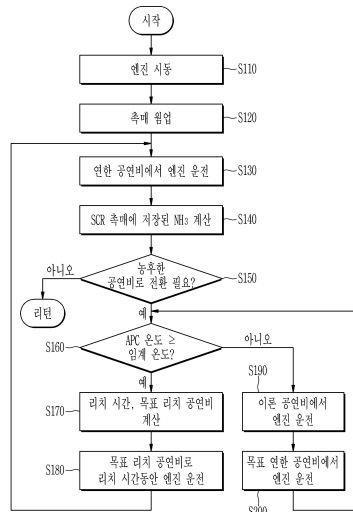
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **린변 엔진용 후처리 장치 및 후처리 방법**

(57) 요약

린변 엔진용 후처리 방법이 개시된다. 후처리 방법은 린변 엔진에 연결되어 배출가스가 흘러가는 배기 파이프에 암모니아 생성 촉매 모듈, 선택적 환원 촉매, 그리고 일산화탄소 제거 촉매가 순차적으로 배치된 후처리 장치를 제어한다. 상기 후처리 방법에서는 농후한 공연비로 진입하기 전에 엔진이 이론 공연비와 연한 공연비에서 순차적으로 작동한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

F01N 3/101 (2013.01)

F01N 9/00 (2018.08)

F02D 41/1454 (2013.01)

F01N 2430/06 (2013.01)

F01N 2610/02 (2013.01)

(72) 발명자

정창호

경기도 화성시 동탄대로12길 17 (오산동, 반도유보
라 아이비파크 3) 1805동 1805호

유철호

서울특별시 동작구 사당로16길 96, 102동 704호(사
당동, 사당휴먼시아아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

린번 엔진에 연결되어 린번 엔진에서 발생한 배출가스가 흘러가는 배기 파이프;

상기 배기 파이프에 장착되며 배출가스에 포함된 탄화수소, 일산화탄소, 질소산화물을 정화하는 삼원 촉매;

상기 삼원 촉매 하류의 배기 파이프에 장착되며, 공연비가 연하면 질소산화물을 저장하고, 공연비가 농후하면 수소를 생성하여 저장된 질소산화물을 탈착하고 탈착된 질소산화물과 생성된 수소를 이용하여 암모니아를 생성하는 암모니아 생성 촉매;

상기 암모니아 생성 촉매 하류의 배기 파이프에 장착되고, 암모니아 생성 촉매에서 생성된 암모니아를 저장하며, 저장된 암모니아를 이용하여 배출가스에 포함된 질소산화물을 환원하는 선택적 환원 촉매;

선택적 환원 촉매 하류의 배기 파이프에 장착되며, 배출가스에 포함된 일산화탄소를 정화하는 일산화탄소 제거 촉매; 그리고

상기 배출가스의 공연비 및 온도에 대한 정보를 검출하고, 배출가스의 공연비 및 온도에 대한 정보를 기초로 배출가스의 공연비를 제어하도록 된 제어기;

를 포함하며,

상기 제어기는 농후한 공연비로 전환이 필요하다는 것을 검출하는 것에 반응하여 암모니아 생성 촉매의 온도와 임계온도를 비교하고, 암모니아 생성 촉매의 온도가 임계온도보다 낮으면 농후한 공연비로 전환하기 전에 이룬 공연비에서 엔진을 운전하는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어기는 제1설정 시간 동안 이룬 공연비에서 엔진을 운전하는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1설정 시간은 농후한 공연비로 전환이 필요하다고 판단한 시점에서 암모니아 생성 촉매의 온도에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제어기는 이룬 공연비에서 엔진을 운전한 후 농후한 공연비로 전환하기 전에 제2설정 시간 동안 목표 연한 공연비에서 엔진을 운전하는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2설정 시간은 제1설정 시간, 목표 연한 공연비, 그리고 일산화탄소 제거 촉매의 온도에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제어기는 제2설정 시간 동안 목표 연한 공연비에서 엔진을 운전한 후 리치 시간 동안 목표 리치 공연비로 엔진을 운전하는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 리치 시간은 목표 리치 공연비 및 일산화탄소 제거 촉매의 온도에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

목표 리치 공연비로 상기 리치 시간 동안 엔진을 운전하는 경우, 상기 리치 시간 동안 상기 일산화탄소 제거 촉매 후단의 일산화탄소 누적 슬립량은 설정량 이하가 되도록 상기 리치 시간이 결정되는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 삼원 촉매와 암모니아 생성 촉매 사이 또는 상기 암모니아 생성 촉매와 상기 선택적 환원 촉매 사이에는 배출가스에 포함된 입자상물질을 포집하는 입자상 필터를 더 포함하는 린번 엔진용 후처리 장치.

청구항 10

린번 엔진에 연결되어 배출가스가 흘러가는 배기 파이프에 삼원 촉매, 암모니아 생성 촉매, 선택적 환원 촉매, 그리고 일산화탄소 제거 촉매가 순차적으로 배치된 후처리 장치를 제어하는 후처리 방법에 있어서,

연한 공연비에서 엔진을 운전하는 단계;

선택적 환원 촉매에 저장된 암모니아의 양을 계산하는 단계;

농후한 공연비로 전환이 필요한지 판단하는 단계;

농후한 공연비로 전환이 필요하다면, 암모니아 생성 촉매의 온도가 임계 온도 이상인지를 판단하는 단계;

암모니아 생성 촉매의 온도가 임계 온도 미만이면, 제1설정 시간 동안 이룬 공연비에서 엔진을 운전하는 단계; 그리고

리치 시간 동안 목표 리치 공연비로 엔진을 운전하는 단계;

를 포함하는 린번 엔진용 후처리 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1설정 시간은 농후한 공연비로 전환이 필요하다고 판단한 시점에서 암모니아 생성 촉매의 온도에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 리치 시간은 목표 리치 공연비 및 일산화탄소 제거 촉매의 온도에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

목표 리치 공연비로 상기 리치 시간 동안 엔진을 운전하는 경우, 상기 리치 시간 동안 상기 일산화탄소 제거 촉

매 후단의 일산화탄소 누적 슬립량은 설정량 이하가 되도록 상기 리치 시간이 결정되는 것을 특징으로 하는 후처리 방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

제1설정 시간 동안 이론 공연비에서 엔진을 운전한 후 리치 시간 동안 목표 리치 공연비로 엔진을 운전하기 전에 제2설정 시간 동안 목표 연한 공연비에서 엔진을 운전하는 단계를 더 포함하는 린번 엔진용 후처리 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

제2설정 시간은 제1설정 시간, 목표 연한 공연비, 그리고 일산화탄소 제거 촉매의 온도에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 방법.

청구항 16

제10항 내지 제15항 중 어느 하나의 항에 있어서,

농후한 공연비로 전환이 필요한지 판단하는 단계는 선택적 환원 촉매에 유입될 질소산화물의 양을 계산하는 단계를 포함하며,

선택적 환원 촉매에 저장된 암모니아의 양이 선택적 환원 촉매에 유입되는 질소산화물을 정화하는데 필요한 암모니아의 양보다 작으면 농후한 공연비로 전환이 필요한 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 방법.

청구항 17

제10항 내지 제15항 중 어느 하나의 항에 있어서,

농후한 공연비로 전환이 필요한지 판단하는 단계는 선택적 환원 촉매에 저장된 암모니아의 양과 미리 설정된 암모니아 하한값과 비교하는 단계를 포함하며,

선택적 환원 촉매에 저장된 암모니아의 양이 미리 설정된 암모니아 하한값보다 작으면 농후한 공연비로 전환이 필요한 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 린번 엔진용 후처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 린번 엔진용 후처리 장치 및 후처리 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 농후한 공연비가 요구될 때 이론 공연비와 연한 공연비에서 엔진을 순차적으로 운전한 후 농후한 공연비로 전환하는 린번 엔진용 후처리 장치 및 후처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 차량에는 배출가스에 포함된 배출물을 줄이기 위하여 촉매 컨버터가 장착된다. 엔진에서 배기 매니폴드를 통해 배출되는 배출가스는 배기 파이프에 설치된 촉매 컨버터(Catalytic Converter)로 유도되어 정화되고, 머플러를 통과하면서 소음이 감소된 후 테일 파이프를 통해 대기 중으로 배출된다. 상기한 촉매 컨버터는 배출가스에 포함되어 있는 배출물을 정화한다. 그리고 배기 파이프 상에는 배출가스에 포함된 입자상 물질(Particulate Matters: PM)을 포집하기 위한 매연 필터가 장착될 수 있다.

[0003] 삼원 촉매는 상기 촉매 컨버터의 일종이며, 배출가스의 유해성분인 탄화수소계 화합물, 일산화탄소 및 질소산화물(NOx)과 동시에 반응하여 이들 화합물을 제거시킨다. 삼원 촉매는 주로 가솔린 차량에 장착되며, Pt/Rh, Pd/Rh 또는 Pt/Pd/Rh계가 이용된다.

[0004] 가솔린 엔진 중 린번 엔진은 연한 혼합기를 연소하여 연비를 향상시킨다. 린번 엔진은 연한 혼합기를 연소시키므로 배출가스의 공연비도 연하다. 그런데, 공연비가 연할 때 삼원 촉매는 배출가스에 포함된 질소산화물을 충분히 환원시키지 못하고 슬립시킨다. 따라서, 린번 엔진을 구비한 차량은 삼원 촉매에서 슬립되는 질소산화물을

정화하기 위한 선택적 환원(Selective Catalytic Reduction; SCR) 촉매를 추가로 구비하고 있다. 린번 엔진을 구비한 차량에 사용되는 SCR 촉매는 패시브 타입의 SCR 촉매일 수 있다.

- [0005] 공연비가 농후할 때, 삼원 촉매는 질소산화물을 환원하여 암모니아를 생성하고 삼원 촉매에서 생성된 암모니아는 패시브 타입의 SCR 촉매에 저장된다. 공연비가 연할 때, 패시브 타입의 SCR 촉매는 상기 저장된 암모니아를 이용하여 배출가스에 포함된 질소산화물을 정화한다.
- [0006] 삼원 촉매와 패시브 타입의 SCR 촉매를 포함하는 린번 엔진은 패시브 타입의 SCR 촉매에 충분한 암모니아를 저장하기 위하여 설정된 기간 동안 연료량을 증가시켜 공연비를 농후하게 조절하여야 한다. 만일 린번 엔진에서 배출되는 질소산화물의 양이 증가하면, 린번 엔진이 농후한 공연비에서 작동하는 기간 및 횟수가 증가하게 된다. 따라서, 연비가 악화될 수 있다.
- [0007] 연비 악화를 방지하기 위하여는 농후한 공연비에서 생성되는 암모니아의 양을 증가시켜야 한다. 이 경우, 농후한 공연비가 유지되는 기간을 줄일 수 있으므로 연비 악화가 억제되게 된다. 농후한 공연비에서 생성되는 암모니아의 양을 증가시키기 위하여 삼원 촉매의 후단에 암모니아 생성 촉매를 추가할 수 있다. 상기 암모니아 생성 촉매는 연한 공연비에서 배출가스 내의 질소산화물을 저장하고, 농후한 공연비에서 상기 저장된 질소산화물과 배출가스 내의 질소산화물을 이용하여 암모니아를 생성할 수 있다. 따라서, 농후한 공연비에서 암모니아 생성 촉매는 삼원 촉매보다 더 많은 암모니아를 생성할 수 있다.
- [0008] 그러나, 암모니아 생성 촉매는 질소산화물을 저장할 수 있는 성분을 포함하고 있으므로, 암모니아 생성 촉매의 온도가 낮은 상태에서 엔진이 농후한 공연비로 운전되면 암모니아 생성 촉매에서 아산화질소가 발생할 수 있다. 따라서, 농후한 공연비로 전환이 요구될 때 암모니아 생성 촉매의 온도가 낮으면, 암모니아 생성 촉매를 설정 온도까지 가열하여야 한다.
- [0009] 또한, 공연비가 농후할 때 삼원 촉매는 일산화탄소와 탄화수소를 슬립시킬 수 있다. 삼원 촉매에서 슬립된 일산화탄소와 탄화수소는 정화되지 못하고 차량 외부로 배출될 수 있다. 따라서, 암모니아를 생성하기 위하여 공연비를 농후하게 조절할 때 슬립되는 일산화탄소와 탄화수소를 줄이기 위한 추가적인 촉매 컨버터 또는 제어가 필요하다.
- [0010] 이 배경기술 부분에 기재된 사항은 발명의 배경에 대한 이해를 증진하기 위하여 작성된 것으로서, 이 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 이미 알려진 종래기술이 아닌 사항을 포함할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명의 실시예는 농후한 공연비에서 암모니아 생성량을 증가시키는 반면 외부로 배출되는 일산화탄소를 저감할 수 있는 린번 엔진용 후처리 장치를 제공하고자 한다.
- [0012] 본 발명의 다른 실시예는 농후한 공연비의 전환이 요구될 때 암모니아 생성 촉매를 효율적으로 가열하여 외부로 배출될 수 있는 아산화질소와 일산화탄소를 저감할 수 있는 린번 엔진용 후처리 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 장치는 린번 엔진에 연결되어 린번 엔진에서 발생한 배출가스가 흘러가는 배기 파이프; 상기 배기 파이프에 장착되며 배출가스에 포함된 탄화수소, 일산화탄소, 질소산화물을 정화하는 삼원 촉매; 상기 삼원 촉매 하류의 배기 파이프에 장착되며, 공연비가 연하면 질소산화물을 저장하고, 공연비가 농후하면 수소를 생성하여 저장된 질소산화물을 탈착하고 탈착된 질소산화물과 생성된 수소를 이용하여 암모니아를 생성하는 암모니아 생성 촉매; 상기 암모니아 생성 촉매 하류의 배기 파이프에 장착되고, 암모니아 생성 촉매에서 생성된 암모니아를 저장하며, 저장된 암모니아를 이용하여 배출가스에 포함된 질소산화물을 환원하는 선택적 환원 촉매; 선택적 환원 촉매 하류의 배기 파이프에 장착되며, 배출가스에 포함된 일산화탄소를 정화하는 일산화탄소 제거 촉매; 그리고 상기 배출가스의 공연비 및 온도에 대한 정보를 검출하고, 배출가스의 공연비 및 온도에 대한 정보를 기초로 배출가스의 공연비를 제어하도록 된 제어기;를 포함하며, 상기 제어기는 농후한 공연비로 전환이 필요하다는 것을 검출하는 것에 반응하여 암모니아 생성 촉매의 온도와 임계온도를 비교하고, 암모니아 생성 촉매의 온도가 임계온도보다 낮으면 농후한 공연비로 전환하기 전에 이룬 공연비에서 엔진을 운전할 수 있다.

- [0014] 상기 제어기는 제1설정 시간 동안 이론 공연비에서 엔진을 운전할 수 있다.
- [0015] 상기 제1설정 시간은 농후한 공연비로 전환이 필요하다고 판단한 시점에서 암모니아 생성 촉매의 온도에 따라 결정될 수 있다.
- [0016] 상기 제어기는 이론 공연비에서 엔진을 운전한 후 농후한 공연비로 전환하기 전에 제2설정 시간 동안 목표 연한 공연비에서 엔진을 운전할 수 있다.
- [0017] 상기 제2설정 시간은 제1설정 시간, 목표 연한 공연비, 그리고 일산화탄소 제거 촉매의 온도에 따라 결정될 수 있다.
- [0018] 상기 제어기는 제2설정 시간 동안 목표 연한 공연비에서 엔진을 운전한 후 리치 시간 동안 목표 리치 공연비로 엔진을 운전할 수 있다.
- [0019] 상기 리치 시간은 목표 리치 공연비 및 일산화탄소 제거 촉매의 온도에 따라 결정될 수 있다.
- [0020] 목표 리치 공연비로 상기 리치 시간 동안 엔진을 운전하는 경우, 상기 리치 시간 동안 상기 일산화탄소 제거 촉매 후단의 일산화탄소 누적 슬립량은 설정량 이하가 되도록 상기 리치 시간이 결정될 수 있다.
- [0021] 상기 후처리 장치는 상기 삼원 촉매와 암모니아 생성 촉매 사이 또는 상기 암모니아 생성 촉매와 상기 선택적 환원 촉매 사이에는 배출가스에 포함된 입자상물질을 포집하는 입자상 필터를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 다른 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 방법은 린번 엔진에 연결되어 배출가스가 흘러가는 배기 파이프에 삼원 촉매, 암모니아 생성 촉매, 선택적 환원 촉매, 그리고 일산화탄소 제거 촉매가 순차적으로 배치된 후처리 장치를 제어한다.
- [0023] 상기 후처리 방법은 연한 공연비에서 엔진을 운전하는 단계; 선택적 환원 촉매에 저장된 암모니아의 양을 계산하는 단계; 농후한 공연비로 전환이 필요한지 판단하는 단계; 농후한 공연비로 전환이 필요하면, 암모니아 생성 촉매의 온도가 임계 온도 이상인지를 판단하는 단계; 암모니아 생성 촉매의 온도가 임계 온도 미만이면, 제1설정 시간 동안 이론 공연비에서 엔진을 운전하는 단계; 그리고 리치 시간 동안 목표 리치 공연비로 엔진을 운전하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 제1설정 시간은 농후한 공연비로 전환이 필요하다고 판단한 시점에서 암모니아 생성 촉매의 온도에 따라 결정될 수 있다.
- [0025] 상기 리치 시간은 목표 리치 공연비 및 일산화탄소 제거 촉매의 온도에 따라 결정될 수 있다.
- [0026] 목표 리치 공연비로 상기 리치 시간 동안 엔진을 운전하는 경우, 상기 리치 시간 동안 상기 일산화탄소 제거 촉매 후단의 일산화탄소 누적 슬립량은 설정량 이하가 되도록 상기 리치 시간이 결정될 수 있다.
- [0027] 상기 후처리 방법은 제1설정 시간 동안 이론 공연비에서 엔진을 운전한 후 리치 시간 동안 목표 리치 공연비로 엔진을 운전하기 전에 제2설정 시간 동안 목표 연한 공연비에서 엔진을 운전하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0028] 제2설정 시간은 제1설정 시간, 목표 연한 공연비, 그리고 일산화탄소 제거 촉매의 온도에 따라 결정될 수 있다.
- [0029] 하나의 양상에서, 농후한 공연비로 전환이 필요한지 판단하는 단계는 선택적 환원 촉매에 유입될 질소산화물의 양을 계산하는 단계를 포함하며, 선택적 환원 촉매에 저장된 암모니아의 양이 선택적 환원 촉매에 유입되는 질소산화물을 정화하는데 필요한 암모니아의 양보다 작으면 농후한 공연비로 전환이 필요한 것으로 판단할 수 있다.
- [0030] 다른 하나의 양상에서, 농후한 공연비로 전환이 필요한지 판단하는 단계는 선택적 환원 촉매에 저장된 암모니아의 양과 미리 설정된 암모니아 하한값과 비교하는 단계를 포함하며, 선택적 환원 촉매에 저장된 암모니아의 양이 미리 설정된 암모니아 하한값보다 작으면 농후한 공연비로 전환이 필요한 것으로 판단할 수 있다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명의 실시예들에 따르면, 암모니아 생성 촉매를 삼원 촉매와 선택적 환원 촉매 사이에 배치하여 공연비가 농후할 때 선택적 환원 촉매에 공급되는 암모니아의 양을 증가시킬 수 있다. 따라서, 엔진이 농후한 공연비에서 작동하는 기간 및 횟수를 줄일 수 있고, 이에 따라 연비가 향상될 수 있다.
- [0032] 또한, 선택적 환원 촉매 후단에 일산화탄소 제거 촉매를 배치하여 삼원 촉매와 암모니아 생성 촉매에서 슬립되

는 일산화탄소를 정화할 수 있다.

[0033] 또한, 농후한 공연비로 전환하기 전에 엔진을 이룬 공연비에서 작동시킴으로써 암모니아 생성 촉매를 가열할 수 있다. 따라서, 농후한 공연비에서 아산화질소의 발생을 줄일 수 있다.

[0034] 또한, 엔진을 이룬 공연비에서 작동시키는 경우, 엔진을 연한 공연비에서 다시 작동시켜 일산화탄소 제거 촉매의 산소 저장 용량(Oxygen Storage Capacity; OSC)을 확보한 후 농후한 공연비로 전환하므로 일산화탄소 정화 성능이 떨어지는 것을 방지할 수 있다.

[0035] 그 외에 본 발명의 실시 예로 인해 얻을 수 있거나 예측되는 효과에 대해서는 본 발명의 실시 예에 대한 상세한 설명에서 직접적 또는 암시적으로 개시하도록 한다. 즉 본 발명의 실시 예에 따라 예측되는 다양한 효과에 대해서는 후술될 상세한 설명 내에서 개시될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0036] 본 명세서의 실시예들은 유사한 참조 부호들이 동일하거나 또는 기능적으로 유사한 요소를 지칭하는 첨부한 도면들과 연계한 이하의 설명을 참조하여 더 잘 이해될 수 있을 것이다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 장치의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 장치의 개략도이다.

도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 장치의 개략도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 장치의 블록도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 방법의 흐름도이다.

도 6은 엔진을 연한 공연비, 이룬 공연비 및 연한 공연비에서 순차적으로 작동시키는 경우, 삼원 촉매의 온도, 암모니아 생성 촉매의 온도 및 암모니아 생성 촉매에서 슬립되는 흡장된 질소산화물의 농도를 도시한 그래프이다.

도 7은 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매의 온도에 따른 암모니아 생성 촉매에서 슬립되는 흡장된 질소산화물의 농도와 최대 아산화질소 발생 농도를 도시한 그래프이다.

도 8은 암모니아 생성 촉매의 승온 없이 농후한 공연비에 진입한 경우, 엔진을 이룬 공연비에서만 작동시킴으로써 암모니아 생성 촉매를 승온시킨 경우, 엔진을 이룬 공연비 및 연한 공연비에서 순차적으로 작동시킴으로써 암모니아 생성 촉매를 승온시킨 경우, 승온에 사용된 연료의 양 및 최대 아산화질소 발생 농도를 도시한 그래프이다.

도 9는 암모니아 생성 촉매의 승온 없이 농후한 공연비에 진입한 경우, 엔진을 이룬 공연비에서만 작동시킴으로써 암모니아 생성 촉매를 승온시킨 경우, 엔진을 이룬 공연비 및 연한 공연비에서 순차적으로 작동시킴으로써 암모니아 생성 촉매를 승온시킨 경우, 농후한 공연비에서 설정된 시간 동안 일산화탄소 제거 촉매로부터 슬립된 일산화탄소의 누적양 및 최대 아산화질소 발생 농도를 도시한 그래프이다.

위에서 참조된 도면들은 반드시 축적에 맞추어 도시된 것은 아니고, 본 발명의 기본 원리를 예시하는 다양한 상호되는 특징들의 다소 간략한 표현을 제시하는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 특정 치수, 방향, 위치, 및 형상을 포함하는 본 발명의 특정 설계 특징들이 특정 의도된 응용과 사용 환경에 의해 일부 결정될 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예들을 기술하기 위한 목적뿐이고 본 발명을 한정하는 것을 의도하는 것은 아니다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 단수 형태는 문맥상 분명하게 달리 나타내지 않는 한, 또한 복수 형태들을 포함하는 것으로 의도된다. 본 명세서에서 사용되는 "포함한다" 및/또는 "포함하는"이라는 용어는 명시된 특징들, 정수, 단계들, 작동, 엘리먼트들 및/또는 컴포넌트들의 존재를 나타내지만, 하나 이상의 다른 특징, 정수, 단계들, 작동, 컴포넌트들, 및/또는 이들의 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것은 아니라는 것이 또한 이해되어야 할 것이다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "및/또는"이라는 용어는 연관되어 나열된 하나 이상의 항목들 중 임의의 하나 또는 모든 조합들을 포함한다. "결합된"이라는 용어는 컴포넌트들이 상호 간에 직접 연결되거나 또는 하나 이상의 매개 컴포넌트들을 통해 간접적으로 연결되는 두 개의 컴포넌트들 간의 물리적 관계를 표시한다.

- [0038] "차량", "차량의", "자동차" 또는 본 명세서에서 사용되는 다른 유사 용어는 일반적으로, 스포츠 유틸리티 차량(SUV), 버스, 트럭, 다양한 상용 차량을 포함하는 자동차(passenger automobiles), 다양한 보트 및 배를 포함하는 선박, 항공기 등과 같은 모터 차량을 포함하고, 하이브리드 자동차, 전기 자동차, 하이브리드 전기 자동차, 수소 동력 차량 및 다른 대체 연료 차량(예를 들어, 석유가 아닌 다른 리소스로부터 유도된 연료)을 포함한다.
- [0039] 또한, 아래의 방법 또는 이들의 양상들 중 하나 이상은 적어도 하나 이상의 제어기에 의해 실행될 수 있다. "제어기"라는 용어는 메모리 및 프로세서를 포함하는 하드웨어 장치를 지칭할 수 있다. 메모리는 프로그램 명령들을 저장하도록 구성되고, 프로세서는 아래에서 더 상세하게 설명될 하나 이상의 프로세스들을 수행하는 프로그램 명령들을 실행하도록 특별히 프로그래밍된다. 더욱이, 아래의 방법들은 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 제어기를 포함하는 시스템에 의해 실행될 수 있다.
- [0040] 또한, 본 명세서의 제어기는 프로세서 등에 의해 실행되는 실행가능 프로그램 명령들을 포함하는 일시적이지 않은 컴퓨터 판독가능 매체로서 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체의 예시들은 롬(ROM), 램(RAM), 씨디 롬(CD ROMs), 자기 테이프, 플로피 디스크, 플래시 드라이브, 스마트 카드, 및 광학 데이터 기억 장치를 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 컴퓨터 판독가능 매체는 프로그램 명령들이 예를 들어, 텔레매틱스 서버 또는 컨트롤러 영역 네트워크(CAN)에 의하여 분산 형태로 저장되거나 또는 실행되도록 컴퓨터 네트워크를 통해 또한 분산될 수 있다.
- [0041] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명한다.
- [0042] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 장치의 개략도이다.
- [0043] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 후처리 장치는 엔진(10), 배기 파이프(20), 암모니아 생성 촉매 모듈(35), 선택적 환원(Selective Catalytic Reduction; SCR) 촉매(50), 그리고 일산화탄소 제거 촉매(CO Clean-Up Catalyst; CUC)(60)를 포함한다.
- [0044] 엔진(10)은 연료와 공기가 혼합된 혼합기를 연소시켜 화학적 에너지를 기계적 에너지로 변환한다. 엔진(10)은 흡기 매니폴드(16)에 연결되어 연소실(12) 내부로 공기를 유입받으며, 연소 과정에서 발생된 배출가스는 배기 매니폴드(18)에 모인 후 엔진(10) 밖으로 배출되게 된다. 상기 연소실(12)에는 점화플러그(14)가 장착되어 연소실(12) 내부의 혼합기를 점화할 수 있다. 상기 엔진(10)은 가솔린 엔진일 수 있다. 가솔린 엔진의 타입에 따라, 연료를 연소실(12) 내부로 직접 분사하거나 흡기 매니폴드(16)를 통해 혼합기가 연소실(12)에 공급될 수 있다. 또한, 상기 엔진(10)은 린번 엔진(lean-burn engine)일 수 있다. 따라서, 상기 엔진(10)은 특별한 운전 조건을 제외하고는 연한 공연비에서 작동된다.
- [0045] 배기 파이프(20)는 상기 배기 매니폴드(18)에 연결되어 배출가스를 차량의 외부로 배출시킨다. 상기 배기 파이프(20)에는 암모니아 생성 촉매 모듈(35), 선택적 환원 촉매(50), 일산화탄소 제거 촉매(60)가 장착되어 배출가스 내에 포함된 배출물을 정화하거나 제거한다.
- [0046] 암모니아 생성 촉매 모듈(35)은 삼원 촉매(Three-Way Catalyst; TWC)(30)와 암모니아 생성 촉매(Ammonia Production Catalyst; APC)(40)를 포함한다. 상기 삼원 촉매(30)와 암모니아 생성 촉매(40)는, 이에 한정되지 않으나, 하나의 하우징 안에 배치될 수 있다. 암모니아 생성 촉매 모듈(35)은 농후한 공연비에서 배출가스에 포함된 질소산화물 또는 암모니아 생성 촉매 모듈(35) 안에 저장된 질소산화물을 이용하여 암모니아를 생성할 수 있다. 상기 암모니아 생성 촉매 모듈(35)은 산소 저장 용량(Oxygen Storage Capacity; OSC)을 갖는 산소 저장 물질을 포함하고 있다.
- [0047] 삼원 촉매(30)는 엔진(10)에서 배출되는 배출가스가 통과하는 배기 파이프(20)에 배치되며, 상기 배출가스에 포함된 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물을 포함하는 유해물질을 산화-환원 반응에 의해 무해한 성분으로 변화시킨다. 특히, 삼원 촉매(30)는 공연비(air-fuel ratio; AFR)가 농후하면 배출가스에 포함된 질소산화물을 암모니아로 환원시킬 수 있다. 이 때, 삼원 촉매(30)는 배출가스의 일산화탄소와 탄화수소를 충분히 정화하지 못하고 슬립할 수 있다. 또한, 삼원 촉매(30)는 공연비가 연하면 배출가스에 포함된 일산화탄소와 탄화수소를 산화한다. 삼원 촉매(30)에 대하여는 당업자에게 잘 알려져 있으므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0048] 암모니아 생성 촉매(40)는 상기 삼원 촉매(30) 하류의 배기 파이프(20)에 배치된다. 상기 암모니아 생성 촉매(40)는 공연비가 연하면 배출가스에 포함된 질소산화물을 저장하고, 공연비가 농후하면 수소를 생성하여 저장된 질소산화물을 탈착하며 탈착된 질소산화물과 생성된 수소를 이용하여 암모니아를 생성한다.

- [0049] 하나의 양상에서, 상기 암모니아 생성 촉매(40)는 그 전체 중량에 대하여, 0.4 ~ 0.9 중량%의 백금(Pt), 0.057 ~ 0.3 중량%의 팔라듐(Pd), 0.03 ~ 0.1 중량%의 로듐(Rh), 5.0 ~ 15.0 중량%의 바륨(Ba), 10 ~ 30 중량%의 세리아(CeO₂), 48.7 ~ 84.513 중량%의 산화마그네슘(MgO)과 알루미늄(Al₂O₃)의 복합체, 0 ~ 5 중량%의 첨가물을 포함할 수 있다.
- [0050] 다른 하나의 양상에서, 상기 암모니아 생성 촉매(40)는 그 전체 중량에 대하여, 촉매 전체 중량에 대하여, 0.4 ~ 0.9 중량%의 백금(Pt), 0.057 ~ 0.3 중량%의 팔라듐(Pd), 0.03 ~ 0.1 중량%의 로듐(Rh), 5.0 ~ 15.0 중량%의 바륨(Ba), 10 ~ 25 중량%의 세리아(CeO₂), 48.7 ~ 79.513 중량%의 산화마그네슘(MgO)과 알루미늄(Al₂O₃)의 복합체, 0 ~ 10 중량%의 첨가물을 포함할 수 있다.
- [0051] 상기 첨가물은 세리아 및 알루미늄의 성능 향상을 위해 첨가되는 것으로, 란타넘(La), 지르코늄(Zr), 마그네슘(Mg), 프라세오디뮴(Pr) 중 하나 이상을 포함한다.
- [0052] 암모니아 생성 촉매(40)에 포함된 백금은 질소산화물을 산화하여 암모니아 생성 촉매(40)가 질소산화물을 저장할 수 있도록 하는 것이다. 또한, 백금은 암모니아 생성 촉매(40)가 생성하는 수소(H₂)의 양을 증가시킨다.
- [0053] 암모니아 생성 촉매(40)에 포함된 팔라듐은 암모니아 생성 촉매(40)의 내열성을 향상시킨다. 암모니아 생성 촉매(40)는 엔진(10)에 가깝게 배치되므로 그 온도가 950°C까지 상승할 수 있다. 따라서, 팔라듐을 암모니아 생성 촉매(40)에 포함시켜 그 내열성을 향상시킨다.
- [0054] 암모니아와 수소의 생성량을 증대시키기 위하여, 암모니아 생성 촉매(40)에 포함된 백금과 팔라듐의 중량비는 3:1 ~ 7:1일 수 있다. 바람직하게는, 암모니아 생성 촉매(40)에 포함된 백금과 팔라듐의 중량비는 3:1 ~ 5:1일 수 있다.
- [0055] 암모니아 생성 촉매(40)에 포함된 로듐은 공연비가 이론 공연비(stoichiometric AFR)일 때 배출가스에 포함된 질소산화물을 정화한다.
- [0056] 암모니아 생성 촉매(40)에 포함된 바륨과 세리아는 질소산화물을 질산염 형태로 저장하는 기능을 가진다. 상기 세리아는 산소 저장 물질을 포함하고 있다.
- [0057] 또한, 상기 세리아는 수소의 생성을 증가시킨다. 그러나 암모니아 생성 촉매(40)가 많은 양의 세리아를 포함하고 있으면, 생성된 암모니아를 다시 산화시킬 수 있다. 따라서, 암모니아 생성 촉매(40)는 그 전체 중량에 대하여 10 ~ 30 중량%의 세리아를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0058] 암모니아 생성 촉매(40)에 포함된 산화마그네슘과 알루미늄의 복합체는 담체로서 기능한다. 상기 산화마그네슘과 알루미늄 복합체는 산화마그네슘과 알루미늄 복합체의 총 중량 대비 15~25%의 산화마그네슘을 포함할 수 있다. 상기 산화마그네슘은 바륨의 열적 안정성을 증가시킨다.
- [0059] 상기 선택적 환원 촉매(50)는 상기 암모니아 생성 촉매(40)의 하류 배기 파이프(20)에 장착된다. 상기 SCR 촉매(50)는 공연비가 농후할 때 암모니아 생성 촉매 모듈(35)(즉, 삼원 촉매(30)와 암모니아 생성 촉매(40))에서 생성된 암모니아를 저장하고, 공연비가 연할 때 상기 저장된 암모니아를 이용하여 배출가스에 포함된 질소산화물을 환원한다. 이러한 타입의 SCR 촉매(50)를 패시브(passive) 타입 SCR 촉매(50)라고 부르기도 한다.
- [0060] 상기 SCR 촉매(50)는 제올라이트 촉매와 다공성 알루미늄에 담지된 금속 촉매 중 하나 또는 이들의 조합으로 구성되어 있을 수 있다. 상기 제올라이트 촉매는 구리(Cu), 백금(Pt), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 아연(Zn), 세슘(Cs), 갈륨(Ga) 중 하나 이상의 원소가 이온 교환된 것일 수 있다. 상기 다공성 알루미늄에 담지된 금속 촉매는 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 로듐(Rh), 이리듐(Ir), 루테튬(Ru), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 아연(Zn), 은(Ag) 중 하나 이상의 금속이 다공성 알루미늄에 담지된 것일 수 있다.
- [0061] 일산화탄소 제거 촉매(60)는 상기 SCR 촉매(50)의 하류 배기 파이프(20)에 장착된다. 상기 CUC(60)는 배출가스에 포함된 일산화탄소를 정화한다. 특히, 공연비가 농후할 때 상기 암모니아 생성 촉매 모듈(35)(즉, 삼원 촉매(30)와 암모니아 생성 촉매(40))로부터 일산화탄소가 슬립될 수 있다. 따라서, 일산화탄소 제거 촉매(60)를 후처리 장치의 가장 하류에 장착하여 차량 외부로 일산화탄소의 배출을 방지한다. 일산화탄소 제거 촉매(60)는 세리아(CeO₂)와 알루미늄(Al₂O₃)에 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 로듐(Rh), 바륨(Ba) 등이 담지된 것일 수 있다.
- [0062] 하나의 양상에서, 상기 일산화탄소 제거 촉매(60)는 그 전체 중량에 대하여, 0.2 ~ 1.5 중량%의 백금(Pt), 0 ~

0.4 중량%의 팔라듐(Pd), 0 ~ 0.4 중량%의 로듐(Rh), 0 ~ 5.0 중량%의 바륨(Ba), 40 ~ 90 중량%의 세리아(CeO₂), 9.8 ~ 59.8 중량%의 알루미늄(Al₂O₃), 0 ~ 10 중량%의 첨가물을 포함할 수 있다.

- [0063] 다른 하나의 양상에서, 상기 일산화탄소 제거 촉매(60)는 그 전체 중량에 대하여, 0.2 ~ 1.5 중량%의 백금(Pt), 0 ~ 0.4 중량%의 팔라듐(Pd), 0 ~ 0.4 중량%의 로듐(Rh), 0 ~ 5.0 중량%의 바륨(Ba), 40 ~ 90 중량%의 세리아(CeO₂), 9.8 ~ 59.8 중량%의 알루미늄(Al₂O₃), 0 ~ 20 중량%의 첨가물을 포함할 수 있다.
- [0064] 상기 첨가물은 세리아 및 알루미늄의 성능 향상을 위해 첨가되는 것으로, 란타넘(La), 지르코늄(Zr), 마그네슘(Mg), 프라세오디뮴(Pr) 중 하나 이상을 포함한다.
- [0065] 일산화탄소 제거 촉매(60)는 백금/세리아를 그 주성분으로 한다. 여기서, 백금은 일산화탄소를 산화시키는 역할을 하고, 세리아는 산소 저장 용량(OSC)를 갖는 산소 저장 물질을 포함하고 있어 공연비가 농후한 저온에서 일산화탄소의 산화를 돕는다. 팔라듐/알루미늄도 백금/세리아와 유사한 역할을 하나, 저온 산화 능력의 향상을 위하여 백금/세리아의 양이 팔라듐/알루미늄의 양보다 많은 것이 바람직하다.
- [0066] 일산화탄소 제거 촉매(60)에 포함된 바륨은 공연비가 연할 때 SCR 촉매(50)에서 제거되지 못한 미량의 질소산화물을 제거하는 역할을 한다.
- [0067] 일산화탄소 제거 촉매(60)에 포함된 로듐은 공연비가 농후할 때 질소산화물의 환원을 촉진하기 위한 것이다.
- [0068] 상기 배기 파이프(20)에는 배출가스의 공연비 및 촉매(30, 40, 50, 60)의 작동을 검출하기 위한 다수의 센서들(32, 34, 36, 62, 64)이 장착될 수 있다.
- [0069] 제1산소 센서(32)는 삼원 촉매(30)의 전단의 배기 파이프(20)에 장착되며, 삼원 촉매(30) 전단의 배출가스에 포함된 산소의 농도를 검출하여 이에 대한 신호를 제어기(90)에 전달한다. 여기에서 기재된 배출가스의 공연비(이하 'λ'라고 합니다.)는 제1산소 센서(32)의 측정값을 의미할 수 있다. 또한, 여기에서 기재된 공연비 제어는 배출가스의 공연비를 목표 공연비가 되도록 제어하는 것을 의미할 수 있다.
- [0070] 제2산소 센서(34)는 삼원 촉매(30)의 후단 배기 파이프(20)에 장착되며, 삼원 촉매(30) 후단의 배출가스에 포함된 산소의 농도를 검출하여 이에 대한 신호를 제어기(90)에 전달한다.
- [0071] 제3산소 센서(36)는 암모니아 생성 촉매(40)의 후단 배기파이프(20)에 장착되며, 암모니아 생성 촉매(40)(즉, 암모니아 생성 촉매 모듈(35)) 후단의 배출가스에 포함된 산소의 농도를 검출하여 이에 대한 신호를 제어기(90)에 전달한다. 상기 제3산소 센서(36)의 측정값은 암모니아 생성 촉매 모듈(35)의 OSC가 소진되었는지를 판단하는데 사용될 수 있다.
- [0072] 제1온도 센서(62)는 SCR 촉매(50)의 전단의 배기 파이프(20)에 장착되며, SCR 촉매(50) 전단의 배출가스의 온도를 검출하여 이에 대한 신호를 제어기(90)에 전달한다.
- [0073] 제2온도 센서(64)는 SCR 촉매(50)의 후단의 배기 파이프(20)에 장착되며, SCR 촉매(50) 후단의 배출가스의 온도를 검출하여 이에 대한 신호를 제어기(90)에 전달한다.
- [0074] 여기에서 기재된 센서들(32, 34, 36, 62, 64) 외에 후처리 장치는 다양한 센서들을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 삼원 촉매(30)의 전단과 후단의 배기 파이프(20)에 추가 온도 센서를 장착하여, 삼원 촉매(30)의 전단과 후단에서 배출가스의 온도를 검출할 수도 있다. 또한, 도 4에 도시된 바와 같이, 후처리 장치는 공기량 센서(66)를 더 포함할 수 있다. 더 나아가, 후처리 장치는 배기 파이프(20)에 장착된 질소산화물 센서, 탄화수소 센서 또는 일산화탄소 센서 등을 더 포함하며, 이들 센서를 통하여 배출가스에 포함된 배출물의 농도를 검출할 수도 있다.
- [0075] 제어기(90)는 상기 센서들(32, 34, 36, 62, 64, 66)에 전기적으로 연결되어 센서들(32, 34, 36, 62, 64, 66)에서 검출된 값들에 해당하는 신호들을 수신하고, 상기 신호들을 기초로 차량의 운전 조건, 공연비, 촉매들(30, 40, 50, 60)의 온도 등을 판단할 수 있다. 상기 제어기(90)는 상기 판단을 근거로 엔진(10)을 제어하여 점화 시기, 연료의 분사 시기, 연료량 등을 제어할 수 있다. 제어기(90)는 설정된 프로그램에 의해 동작하는 하나 이상의 프로세서로 구현될 수 있으며, 상기 설정된 프로그램은 본 발명의 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 방법의 각 단계를 수행하도록 프로그래밍된 것일 수 있다.
- [0076] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 장치의 개략도이다. 도 2에 도시된 후처리 장치는 도 1에 도시된 후처리 장치를 변형한 것이다.

- [0077] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 후처리 장치는 배기 파이프(20)에 삼원 촉매(30), 입자상 필터(Gasoline Particulate Filter; GPF)(70), 암모니아 생성 촉매(40), 선택적 환원 촉매(50), 그리고 일산화탄소 제거 촉매(60)가 순차적으로 배치된다. 삼원 촉매(30), 암모니아 생성 촉매(40), 선택적 환원 촉매(50), 그리고 일산화탄소 제거 촉매(60)는 앞에서 설명하였으므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0078] 상기 입자상 필터(70)는 삼원 촉매(30) 후단의 배기 파이프(20)에 장착되며, 배출가스에 포함된 입자상물질을 포집하고 포집된 입자상물질을 태운다. 상기 입자상 필터(70)는 하우스징 내에 유입셀과 유출셀이 교대로 배치되며, 유입셀과 유출셀 사이에는 월이 배치되어 있다. 유입셀은 그 일단이 개구되고 그 타단이 막혀 있으며, 유출셀은 그 일단이 막혀 있고 그 타단이 개구되어 있다. 배출가스는 유입셀의 개구된 일단을 통해 입자상 필터(70) 내로 유입되고 월을 통해 유출셀로 이동하며 유출셀의 개구된 타단을 통해 입자상 필터(70)의 외부로 배출된다. 배출가스가 월을 통과할 때, 배출가스에 포함된 입자상물질은 월을 통과하지 못하고 유입셀에 남게 된다.
- [0079] 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 장치의 개략도이다. 도 3에 도시된 후처리 장치는 도 1에 도시된 후처리 장치를 변형한 것이다.
- [0080] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 장치는 배기 파이프(20)에 삼원 촉매(30), 암모니아 생성 촉매(40), 입자상 필터(70), 선택적 환원 촉매(50), 그리고 일산화탄소 제거 촉매(60)가 순차적으로 배치된다. 삼원 촉매(30), 암모니아 생성 촉매(40), 입자상 필터(70), 선택적 환원 촉매(50), 그리고 일산화탄소 제거 촉매(60)는 앞에서 설명하였으므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0081] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 장치의 블록도이다.
- [0082] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 후처리 장치를 구현하기 위한 제어기(90)의 입력과 출력을 간단하게 도시한 것으로, 본 발명의 실시예에 따른 제어기(90)의 입력과 출력은 도 4에 도시된 실시예에 한정되지 않음을 이해하여야 할 것이다.
- [0083] 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 제어기(90)는 제1, 2, 3산소 센서(32, 34, 36), 제1, 2온도 센서(62, 64), 그리고 공기량 센서(66)에 전기적으로 연결되어 있으며, 상기 센서들(32, 34, 36, 62, 64, 66)에서 검출된 값들에 해당하는 신호들을 수신한다.
- [0084] 제1산소 센서(32)는 삼원 촉매(30) 전단의 배출가스에 포함된 산소의 농도를 검출하여 이에 대한 신호를 제어기(90)에 전달하고, 제2산소 센서(34)는 삼원 촉매(30) 후단의 배출가스에 포함된 산소의 농도를 검출하여 이에 대한 신호를 제어기(90)에 전달한다. 상기 제어기(90)는 상기 제1, 2산소 센서(32, 34)의 신호를 기초로 삼원 촉매(30)가 정상적으로 작동하고 있는지 여부를 판단하고, 엔진(10)의 공연비 제어를 수행할 수 있다.
- [0085] 또한, 제3산소 센서(36)는 암모니아 생성 촉매 모듈(35) 후단의 배출가스에 포함된 산소의 농도를 검출하여 이에 대한 신호를 제어기(90)에 전달한다. 제어기(90)는 상기 제3산소 센서(36)의 신호를 기초로 암모니아 생성 촉매 모듈(35)의 OSC가 모두 소진되었는지를 판단할 수 있다. 예를 들어, 제3산소 센서(36)의 신호가 암모니아 생성 촉매 모듈(35)의 후단 공연비가 농후한 것을 가리키면, 제어기(90)는 암모니아 생성 촉매 모듈(35)의 OSC가 모두 소진된 것으로 판단한다.
- [0086] 제1온도 센서(62)는 SCR 촉매(50) 전단의 배출가스의 온도를 검출하여 이에 대한 신호를 제어기(90)에 전달하고, 제2온도 센서(64)는 SCR 촉매(50) 후단의 배출가스의 온도를 검출하여 이에 대한 신호를 제어기(90)에 전달한다. 상기 제어기(90)는 상기 제1, 2온도 센서(62, 64)의 신호를 기초로 삼원 촉매(30), 암모니아 생성 촉매(40), SCR 촉매(50), 그리고 CUC(60)의 온도를 계산할 수 있다.
- [0087] 공기량 센서(66)는 흡기 파이프 또는 흡기 덕트에 장착되어 흡기 계통에 유입되는 공기량을 검출하고, 이에 대한 신호를 제어기(90)에 전달한다.
- [0088] 제어기(90)는 상기 센서들(32, 34, 62, 64, 66)에서 검출된 값들에 기초하여 엔진(10)의 작동을 제어한다. 즉, 제어기(90)는 목표 공연비를 맞추기 위하여 연료 분사량을 조절할 수 있고, 촉매(30, 40, 50, 60)의 워업을 위하여 점화시기를 지연시킬 수 있다.
- [0089] 이하, 도 5를 참고로, 본 발명의 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 방법을 상세히 설명한다.
- [0090] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 린번 엔진용 후처리 방법의 흐름도이다.
- [0091] 도 5에 도시된 바와 같이, 엔진(10)이 시동되면(S110), 제어기(90)는 촉매(30, 40, 50, 60)의 온도를 계산한다. 본 발명의 실시예에 따른 후처리 방법을 실시하기 위해서는 촉매(30, 40, 50, 60)들이 활성화되어야 한다. 따라

서, 제어기(90)는 촉매(30, 40, 50, 60)가 활성화되지 않았으면, 촉매(30, 40, 50, 60)의 워업을 실시한다(S120). 즉, 점화시기를 지연시키거나 연료 분사량을 늘려 배출가스의 온도를 높인다.

- [0092] 촉매(30, 40, 50, 60)의 워업이 완료되었으면, 제어기(90)는 연한 공연비에서 엔진(10)을 운전한다(S130). 따라서, 삼원 촉매(30)는 배출가스에 포함된 일산화탄소와 탄화수소를 정화하고 입자상 필터(70)는 배출가스에 포함된 입자상물질을 포집한다. 또한, 암모니아 생성 촉매(40)는 배출가스에 포함된 질소산화물의 적어도 일부를 저장한다.
- [0093] 제어기(90)는 SCR 촉매(50)에 저장된 암모니아의 양을 계산한다(S140). 즉, 엔진(10) 가동 히스토리, SCR 촉매(50)의 온도 히스토리 등을 기초로 SCR 촉매(50)에 저장된 암모니아의 양을 계산한다.
- [0094] 그 후, 제어기(90)는 SCR 촉매(50)에 저장된 암모니아의 양을 기초로 농후한 공연비가 요구되는지, 즉 농후한 공연비로 전환이 필요한지를 판단한다(S150).
- [0095] 하나의 양상에서, 농후한 공연비로 전환이 필요한지 판단하기 위하여, 제어기(90)는 SCR 촉매(50)에 유입될 질소산화물의 양을 계산할 수 있다. 엔진(10)의 연소 상태(예를 들어, 연소 온도, 연소 압력, 공기량, 연료량 등)를 기초로 엔진(10)에서 발생하는 질소산화물의 양을 계산하고, 배출가스의 공연비, 삼원 촉매(30)의 온도, 암모니아 생성 촉매(40)의 온도 등을 기초로 암모니아 생성 촉매 모듈(35)로부터 슬립되는 질소산화물의 양을 계산한다.
- [0096] 그 후, 제어기(90)는 SCR 촉매(50)가 질소산화물을 정화할 수 있는지 판단한다. 즉, SCR 촉매(50)에 저장된 암모니아의 양이 SCR 촉매(50)에 유입되는 질소산화물을 정화하기에 충분한지를 판단한다. 예를 들어, SCR 촉매(50)에 저장된 암모니아의 양이 SCR 촉매(50)에 유입되는 질소산화물을 정화하는데 필요한 암모니아의 양 이상이면, 제어기(90)는 SCR 촉매(50)가 질소산화물을 정화할 수 있다고 판단한다. 이와는 달리, SCR 촉매(50)에 저장된 암모니아의 양이 SCR 촉매(50)에 유입되는 질소산화물을 정화하는데 필요한 암모니아의 양 미만이면, 제어기(90)는 농후한 공연비로 전환이 필요하다고 판단한다.
- [0097] 다른 하나의 양상에서, 농후한 공연비로 전환이 필요한지 판단하기 위하여, 제어기(90)는 SCR 촉매(50)에 저장된 암모니아의 양이 암모니아 하한값 이상인지를 판단할 수 있다. 예를 들어, SCR 촉매(50)에 저장된 암모니아의 양이 암모니아 하한값 이상이면, 제어기(90)는 농후한 공연비로 전환이 필요하지 않다고 판단한다. 이와는 달리, SCR 촉매(50)에 저장된 암모니아의 양이 암모니아 하한값 미만이면, 제어기(90)는 농후한 공연비로 전환이 필요하다고 판단한다.
- [0098] S150 단계에서 농후한 공연비로 전환이 필요하다고 판단하면, 제어기(90)는 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 임계 온도 이상인지를 판단한다(S160). 예를 들어, 제어기(90)는 제1, 2온도 센서(62, 64)의 측정값 및/또는 배기 파이프(20)에 장착된 추가 온도 센서의 측정값을 기초로 암모니아 생성 촉매(40)의 온도를 검출/계산하고, 상기 검출/계산된 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 미리 설정된 임계 온도 이상인지를 판단할 수 있다. 하나의 양상에서, 상기 임계 온도는 410℃ 이상 430℃ 이하일 수 있다. 다른 하나의 양상에서, 상기 임계 온도는 420℃ 일 수 있다.
- [0099] S160 단계에서 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 임계 온도 이상이면, 제어기(90)는 암모니아를 생성하기 위한 리치 시간과 목표 리치 공연비를 계산한다(S170). 공연비를 농후하게 한 후 지연 시간이 경과하면 CUC(60)로부터 일산화탄소가 슬립되기 시작한다. 즉, CUC(60)는 상기 지연 시간 동안 삼원 촉매(30)에서 슬립된 일산화탄소를 정화할 수 있는 능력을 가지고 있으며, 지연 시간 이후에 삼원 촉매(30)에서 슬립된 일산화탄소는 충분히 정화시키지 못한다.
- [0100] 따라서, 만일 공연비가 농후하게 유지되는 리치 시간을 줄이되 농후한 공연비로 진입하는 횟수를 증가시키면 일산화탄소의 배출을 줄이면서도 배출가스에 포함된 질소산화물을 충분히 정화시킬 수 있는 것을 알 수 있다. 예를 들어, 공연비가 농후하게 유지되는 리치 시간을 9초로 설정하고 농후한 공연비로 진입하는 횟수를 11회로 설정하면, 삼원 촉매(30)는 99초(9초 * 11회) 동안 약 0.78g의 암모니아를 생성하고, 0.78g의 암모니아는 약 2.1g의 질소산화물을 정화할 수 있다. 이 경우, CUC(60)에서 슬립되는 일산화탄소의 양은 약 0.1g이 된다. 따라서, 삼원 촉매(30)에서 암모니아를 충분히 생성하면서도 CUC(60) 후단으로 슬립되는 일산화탄소의 양을 줄이려면 리치 시간을 줄이되 농후한 공연비로 진입하는 횟수를 증가시키는 것이 바람직하다. 따라서, 상기 리치 시간은 목표 리치 공연비로 상기 리치 시간 동안 엔진을 운전하는 경우, 상기 CUC(60) 후단의 일산화탄소 누적 슬립량이 설정량 이하가 되도록 계산될 수 있다. 이와는 달리, 상기 리치 시간은 목표 리치 공연비로 엔진(10)을 운전하는 경우, 상기 CUC(60)로부터 일산화탄소가 슬립되기 시작할 때까지의 기간일 수 있다. 또한, 상기 목표 리치

공연비는 후처리 장치의 성능을 향상시키면서도 연료 소비량을 줄일 수 있도록 당업자가 설정할 수 있다. 예를 들어, 목표 공연비는 약간 농후한 공연비로 0.97일 수 있으나, 이에 한정되지 아니한다. 또한, CUC(60)의 일산화탄소 정화 용량은 CUC(60)의 온도에 따라 변화한다. 따라서, 상기 리치 시간은 목표 리치 공연비 및 CUC(60)의 온도에 따라 계산될 수 있다.

- [0101] S170 단계에서 리치 시간 및 목표 리치 공연비가 계산되면, 제어기(90)는 목표 리치 공연비로 리치 시간 동안 엔진(10)을 운전한다(S180). 즉, 리치 시간 동안 목표 리치 공연비로 엔진(10)을 운전하여 삼원 촉매(30)와 암모니아 생성 촉매(40)가 암모니아를 생성하도록 하는 반면, CUC(60)에서 슬립되는 일산화탄소의 양을 줄인다.
- [0102] S180 단계를 수행한 후, 제어기(90)는 S130 단계로 돌아가 연한 공연비에서 엔진(10)을 운전한다. 목표 리치 공연비로 리치 시간 동안 엔진(10)을 운전하여도 SCR 촉매(50)에 유입되는 질소산화물을 정화하기에 충분한 암모니아가 생성되지 않을 수 있다(예를 들어, SCR 촉매(50)에 유입되는 질소산화물의 양이 리치 시간 동안 생성되는 암모니아로 정화 가능한 질소산화물의 양보다 많은 경우). 따라서, 제어기(90)는 설정된 시간 동안 연한 공연비에서 엔진을 운전한 후, 다시 S140 단계 내지 S180 단계를 수행한다. 만일 SCR 촉매(50)에 유입되는 질소산화물을 정화하기에 충분한 암모니아가 생성되었다면, S150 단계에서 후처리 방법이 종료될 것이다.
- [0103] 한편, S160 단계에서 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 임계 온도 미만이면, 제어기(90)는 농후한 공연비로 진입하기 전에 암모니아 생성 촉매(40)를 가열한다. 즉, 상기 제어기(90)는 이론 공연비(즉, $\lambda=1$)에서 제1설정 시간 동안 엔진(10)을 운전한다(S190).
- [0104] 그 후, 제어기(90)는 목표 연한 공연비에서 제2설정 시간 동안 엔진(10)을 운전하고(S200), S160 단계로 돌아가 암모니아 생성 촉매(40)의 온도와 임계 온도를 비교한다. 여기서 목표 연한 공연비는 당업자가 설계 의도에 부합하도록 임의로 설정할 수 있다. 하나의 양상에서, 상기 목표 연한 공연비는 제1산소 센서(32)의 측정값을 기준으로 1.4에서 2.0 사이의 값일 수 있다.
- [0105] S160 단계에서 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 임계 온도 이상이면, 제어기(90)는 S170 단계와 S180 단계를 순차적으로 수행할 것이다.
- [0106] (시험 방법)
- [0107] 배기 파이프(20)에 TWC(30), GPF(70), APC(40), SCR 촉매(50), CUC(60)를 순차적으로 배치하였다. 그 후, 2.0L, 4기통, 린번 가솔린 엔진을 배기 파이프(20)에 연결하여 에이징(aging) 처리를 하였다. 에이징 처리는 TWC(30) 기준 1000℃에서 50시간 동안 수행되었다.
- [0108] 엔진 회전수가 2,000rpm에서 공연비를 연하게($\lambda=1.8$) 5분간 유지하여 후처리 장치 전체를 연한 분위기로 만들고, 암모니아 생성 촉매(40)의 온도는 365℃로 유지하였다. 그 후, 엔진(10)을 이론 공연비에서 12초간 운전하고 다시 연한 공연비($\lambda=1.8$)에서 운전하며 삼원 촉매(30)의 온도, 암모니아 생성 촉매(40)의 온도 및 암모니아 생성 촉매(40)에서 슬립되는 흡장된 질소산화물의 농도를 측정하였다.
- [0109] 도 6은 엔진을 연한 공연비, 이론 공연비 및 연한 공연비에서 순차적으로 작동시키는 경우, 삼원 촉매의 온도, 암모니아 생성 촉매의 온도 및 암모니아 생성 촉매에서 슬립되는 흡장된 질소산화물의 농도를 도시한 그래프이다.
- [0110] 도 6에서 굵은 실선은 삼원 촉매(30)의 온도를 나타내고, 가는 실선은 암모니아 생성 촉매(40)의 온도를 나타내며, 점선은 암모니아 생성 촉매(40)에서 슬립되는 흡장된 질소산화물의 농도를 나타낸다.
- [0111] 엔진(10)을 이론 공연비에서 12초 동안 운전하면, 삼원 촉매(30)의 온도는 급격히 상승하고 암모니아 생성 촉매(40)의 온도는 서서히 상승한다. 따라서, 삼원 촉매(30)가 가열된 후 암모니아 생성 촉매(40)가 가열될 때까지 시간차가 존재한다. 다시 엔진(10)을 연한 공연비에서 운전하면, 삼원 촉매(30)의 온도는 700℃까지 상승한 후 급격히 하강하고 암모니아 생성 촉매(40)의 온도는 약 20초에서 약 30초 동안 서서히 상승한 후 서서히 하강한다. 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 420℃에 도달한 시점에서 삼원 촉매(30)의 온도는 약 600℃이다. 결론적으로, 암모니아 생성 촉매(40)를 목표 온도까지 가열하기 위하여 이론 공연비에서만 엔진(10)을 작동하면 삼원 촉매(30)의 온도가 과도하게 상승할 수 있다. 이에 따라, SCR 촉매(50)의 온도도 함께 상승하여 질소산화물의 정화 성능이 떨어질 수 있다. 또한, 엔진(10)을 이론 공연비에서 제1설정 시간 동안 운전한 후 연한 공연비에서 운전하여도 암모니아 생성 촉매(40)를 목표 온도(예를 들어, 임계 온도)까지 가열할 수 있음을 알 수 있다.
- [0112] 암모니아 생성 촉매(40)는 연한 공연비에서 배출가스에 포함된 질소산화물을 저장하기 때문에, 이론 공연비에서 엔진(10)이 운전되기 시작하면 암모니아 생성 촉매(40)에서 탈착되는 저장된 질소산화물의 양이 증가한다. 이

후, 암모니아 생성 촉매(40)에 저장된 질소산화물의 양이 줄어들기 때문에, 암모니아 생성 촉매(40)에서 탈착되는 저장된 질소산화물의 양도 역시 줄어든다. 엔진(10)이 다시 연한 공연비에서 작동하면, 암모니아 생성 촉매(40)는 다시 배출가스에 포함된 질소산화물을 저장하게 되고, 이에 따라 암모니아 생성 촉매(40)에서 탈착되는 저장된 질소산화물의 양이 증가한다. 또한, 암모니아 생성 촉매(40)가 저장하는 질소산화물의 양은 암모니아 생성 촉매(40)의 온도에도 관련되기 때문에, 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 높아짐에 따라 암모니아 생성 촉매(40)에서 탈착되는 저장된 질소산화물의 양도 증가한다.

- [0113] 한편, 이론 공연비에서 엔진(10)을 운전하면 일산화탄소 제거 촉매(60)의 산소 저장 능력(OSC)이 소진되게 된다. 만일 일산화탄소 제거 촉매(60)의 OSC의 회복 없이 엔진(10)을 농후한 공연비에서 운전하면, 일산화탄소 제거 촉매(60)의 일산화탄소 정화 능력이 급격히 저하되게 된다. 또한, 일산화탄소 제거 촉매(60)의 OSC는 일산화탄소 제거 촉매(60)의 온도와도 관계된다.
- [0114] 결론적으로, 삼원 촉매(30)의 온도, 암모니아 생성 촉매(40)의 온도, 암모니아 생성 촉매(40)에 저장되는 질소산화물의 양, 그리고 일산화탄소 제거 촉매(60)의 OSC를 고려할 때 암모니아 생성 촉매(40)를 가열하기 위해서 제1설정 시간 동안 이론 공연비에서 엔진(10)을 운전한 후 연한 공연비에서 제2설정 시간 동안 엔진(10)을 운전할 수 있다.
- [0115] 하나의 양상에서, 제1설정 시간은 5초에서 15초 사이의 값으로 미리 설정될 수 있다. 다른 하나의 양상에서, 제1설정 시간은 10초로 미리 설정될 수 있다. 또 다른 하나의 양상에서, 제1설정 시간은 농후한 공연비로 전환이 필요하다고 판단한 시점에서 암모니아 생성 촉매(40)의 온도에 따라 결정될 수 있다.
- [0116] 하나의 양상에서, 제2설정 시간은 10초에서 30초 사이의 값으로 미리 설정될 수 있다. 다른 하나의 양상에서, 제2설정 시간은 10초에서 20초 사이의 값으로 미리 설정될 수 있다. 또 다른 하나의 양상에서, 제2설정 시간은 제1설정 시간, 목표 연한 공연비, 그리고 일산화탄소 제거 촉매(60)의 온도에 따라 결정될 수 있다.
- [0117] 도 7은 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매의 온도에 따른 암모니아 생성 촉매에서 슬립되는 흡장된 질소산화물의 농도와 최대 아산화질소 발생 농도를 도시한 그래프이다. 도 7의 그래프들은 엔진(10)을 1,500rpm에서 연한 공연비로 운전하는 시간을 조절하여 암모니아 생성 촉매(40)의 온도를 제어한 후, 엔진(10)을 농후한 공연비에서 운전하며 얻어진 것이다.
- [0118] 도 7에서 굵은 실선은 암모니아 생성 촉매(40)에서 슬립되는 흡장된 질소산화물의 농도를 나타내며, 가는 실선은 암모니아 생성 촉매(40) 후단의 최대 아산화질소 발생 농도를 나타낸다.
- [0119] 도 7에 도시된 바와 같이, 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 400℃ 이하이면, 암모니아 생성 촉매(40)에 흡장된 질소산화물은 슬립되지 아니한다. 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 400℃보다 높으면, 암모니아 생성 촉매(40)에 흡장된 질소산화물은 슬립되기 시작한다. 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 430℃보다 높으면, 암모니아 생성 촉매(40)로부터 슬립되는 흡장된 질소산화물의 농도가 급격히 높아진다.
- [0120] 한편, 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 낮으면 암모니아 생성 촉매(40)에서 발생하는 최대 아산화질소의 농도는 매우 높다. 그러나, 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 높아짐에 따라 암모니아 생성 촉매(40)에서 발생하는 최대 아산화질소의 농도는 급격하게 낮아진다. 만일 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 400℃보다 높으면, 암모니아 생성 촉매(40)에서 발생하는 최대 아산화질소의 농도는 40ppm 미만이 된다.
- [0121] 결론적으로, 암모니아 생성 촉매(40)에서 슬립되는 흡장된 질소산화물의 농도를 줄이고 암모니아 생성 촉매(40)에서 발생하는 최대 아산화질소의 농도를 줄이기 위해서는, 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매(40)의 온도를 410℃ 이상 430℃ 이하의 값으로 제어하여야 한다. 하나의 양상에서, 농후한 공연비로 진입할 때 암모니아 생성 촉매(40)의 임계 온도는 410℃ 이상 430℃ 이하의 값일 수 있다. 다른 하나의 양상에서, 농후한 공연비로 진입할 때 암모니아 생성 촉매(40)의 임계 온도는 420℃일 수 있다.
- [0122] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 후처리 방법의 성능을 비교예1 및 비교예2의 성능과 비교하기로 한다.
- [0123] (실시예)
- [0124] 본 발명의 실시예에 따른 후처리 방법에서는 농후한 공연비로 전환이 필요할 때 엔진(10)을 이론 공연비와 연한 공연비에서 순차적으로 작동한 후 농후한 공연비에 진입하였다. 보다 구체적으로, 엔진(10)을 이론 공연비에서 제1설정 시간(예를 들어, 10초) 동안 운전한 후, 목표 연한 공연비(예를 들어, $\lambda=1.8$)에서 제2설정 시간(예를

들어, 20초) 동안 엔진(10)을 운전하여 암모니아 생성 촉매(40)를 420℃까지 가열하였다. 그 후, 목표 리치 공연비(예를 들어, $\lambda=0.97$)에서 리치 시간 동안 엔진(10)을 운전하였다.

- [0125] (비교예1)
- [0126] 비교예1에 따른 후처리 방법에서는 농후한 공연비로 전환이 필요할 때, 이론 공연비와 연한 공연비를 거치지 않고 농후한 공연비로 직접 진입하였다. 보다 구체적으로, 암모니아 생성 촉매(40)의 승온 없이(예를 들어, 암모니아 생성 촉매(40)의 온도는 365℃) 목표 리치 공연비(예를 들어, $\lambda=0.97$)에서 리치 시간 동안 엔진(10)을 운전하였다.
- [0127] (비교예2)
- [0128] 비교예2에 따른 후처리 방법에서는 농후한 공연비로 전환이 필요할 때 엔진(10)을 이론 공연비에서 작동한 후 농후한 공연비에 진입하였다. 보다 구체적으로, 엔진(10)을 이론 공연비에서 운전하여 암모니아 생성 촉매(40)를 420℃까지 가열한 후, 목표 리치 공연비(예를 들어, $\lambda=0.97$)에서 리치 시간 동안 엔진(10)을 운전하였다.
- [0129] 도 8은 암모니아 생성 촉매의 승온 없이 농후한 공연비에 진입한 경우, 엔진을 이론 공연비에서만 작동시킴으로써 암모니아 생성 촉매를 승온시킨 경우, 엔진을 이론 공연비 및 연한 공연비에서 순차적으로 작동시킴으로써 암모니아 생성 촉매를 승온시킨 경우, 승온에 사용된 연료의 양 및 최대 아산화질소 발생 농도를 도시한 그래프이다.
- [0130] 도 8에서 굵은 실선은 암모니아 생성 촉매(40)의 승온에 사용된 연료의 양을 나타내고, 가는 실선은 암모니아 생성 촉매(40) 후단에서 최대 아산화질소의 발생 농도를 나타낸다.
- [0131] 비교예1의 경우 암모니아 생성 촉매(40)를 승온시키지 않으므로 암모니아 생성 촉매(40)의 승온을 위해 사용된 연료량은 0이다. 그러나, 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매(40)의 온도가 낮으므로(예를 들어, 365℃) 암모니아 생성 촉매(40)에서 발생하는 최대 아산화질소의 농도는 매우 높다. 이에 따라, 암모니아 생성 촉매(40)에서 발생하는 아산화질소를 줄이기 위하여 추가적인 제어/촉매 컨버터가 필요하다.
- [0132] 비교예2의 경우 암모니아 생성 촉매(40)를 가열하기 위하여 이론 공연비에서만 엔진(10)을 운전하므로 암모니아 생성 촉매(40)의 승온을 위해 사용된 연료량이 매우 많다. 예를 들어, 비교예2에서 암모니아 생성 촉매(40)의 승온을 위해 사용되는 연료량은 실시예에서 암모니아 생성 촉매(40)의 승온을 위해 사용되는 연료량보다 2배 이상 많다. 한편, 비교예2에서 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매(40)의 온도는 실시예에서 농후한 공연비로 진입 시 암모니아 생성 촉매(40)의 온도와 동일하므로 비교예2에서 암모니아 생성 촉매(40)에서 발생하는 최대 아산화질소의 농도는 실시예에서 암모니아 생성 촉매(40)에서 발생하는 최대 아산화질소의 농도와 거의 동일하다.
- [0133] 결론적으로, 암모니아 생성 촉매(40)의 승온을 위해 사용되는 연료의 양과 암모니아 생성 촉매(40)에서 발생하는 아산화질소를 줄이기 위해서는 엔진(10)을 이론 공연비와 목표 연한 공연비에서 순차적으로 작동한 후 농후한 공연비에서 운전할 수 있다.
- [0134] 도 9는 암모니아 생성 촉매의 승온 없이 농후한 공연비에 진입한 경우, 엔진을 이론 공연비에서만 작동시킴으로써 암모니아 생성 촉매를 승온시킨 경우, 엔진을 이론 공연비 및 연한 공연비에서 순차적으로 작동시킴으로써 암모니아 생성 촉매를 승온시킨 경우, 농후한 공연비에서 설정된 시간 동안 일산화탄소 제거 촉매로부터 슬립된 일산화탄소의 누적양 및 최대 아산화질소 발생 농도를 도시한 그래프이다.
- [0135] 도 9에서 굵은 실선은 농후한 공연비에서 10초 동안 엔진(10)을 운전할 때 일산화탄소 제거 촉매(60)로부터 슬립된 일산화탄소의 누적양을 나타내고, 가는 실선은 암모니아 생성 촉매(40) 후단에서 최대 아산화질소의 발생 농도를 나타낸다.
- [0136] 비교예1의 경우 엔진(10)이 이론 공연비에서 작동하지 않았으므로, 일산화탄소 제거 촉매(60)의 OSC가 소진되지 않는다. 따라서, 농후한 공연비에서 10초 동안 엔진(10)을 운전할 때 일산화탄소 제거 촉매(60)로부터 일산화탄소가 슬립되지 않는다.
- [0137] 실시예의 경우, 엔진(10)이 이론 공연비에서 작동하여 일산화탄소 제거 촉매(60)의 OSC가 소진되었으나, 농후한 공연비로 진입하기 전에 연한 공연비에서 엔진(10)이 작동하여 일산화탄소 제거 촉매(60)의 OSC가 회복되었다. 따라서, 농후한 공연비에서 10초 동안 엔진(10)을 운전할 때 일산화탄소 제거 촉매(60)로부터 일산화탄소가 슬립되지 않는다.

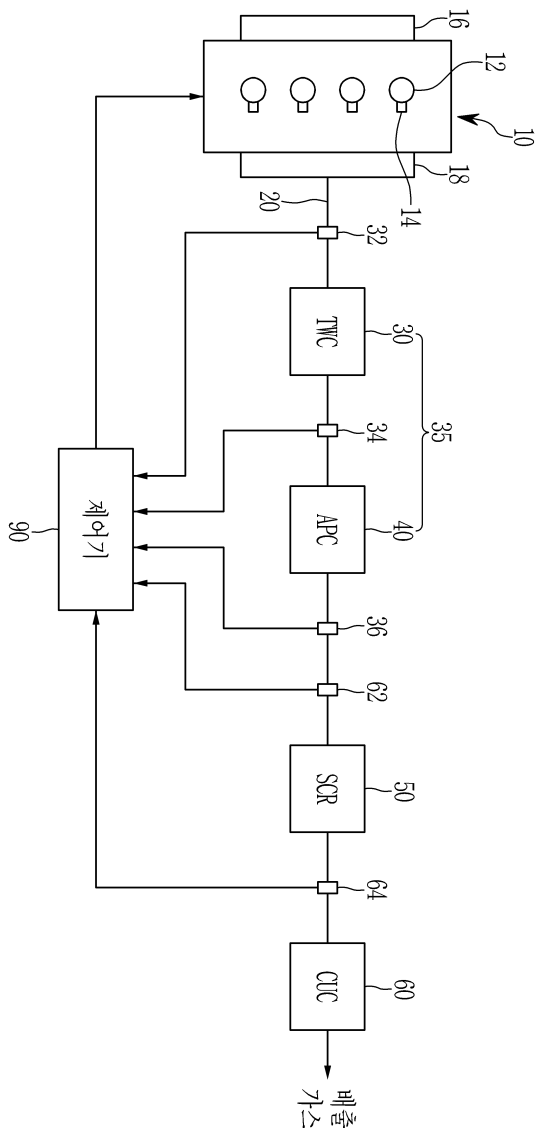
[0138] 비교예2의 경우 엔진(10)이 이론 공연비에서 작동하여 일산화탄소 제거 촉매(60)의 OSC가 소진되었고 일산화탄소 제거 촉매(60)의 OSC의 회복 없이 농후한 공연비로 진입하였다. 따라서, 농후한 공연비에서 10초 동안 엔진(10)을 운전할 때 일산화탄소 제거 촉매(60)로부터 일산화탄소가 슬립되었다. 예를 들어, 농후한 공연비에서 10초 동안 일산화탄소 제거 촉매(60)로부터 0.9g의 일산화탄소가 슬립되었다. 따라서, 일산화탄소 제거 촉매(60)로부터 설정량 이하의 일산화탄소가 슬립되도록 리치 시간을 정하는 경우, 상기 리치 시간은 매우 짧다. 그런데, 리치 시간이 짧으면, 암모니아 생성 촉매(40)에서 생성되는 암모니아의 양도 매우 적다. 암모니아 생성 촉매(40)에서 충분한 암모니아가 발생하도록 리치 시간을 설정하기 위해서는 일산화탄소 제거 촉매(60)로부터 슬립되는 일산화탄소를 줄이기 위한 추가적인 제어/촉매 컨버터가 필요하다.

[0139] 결론적으로, 일산화탄소 제거 촉매(60)로부터 슬립되는 일산화탄소와 암모니아 생성 촉매(40)에서 발생하는 아산화질소를 줄이기 위해서는 엔진(10)을 이론 공연비와 목표 연한 공연비에서 순차적으로 작동한 후 농후한 공연비에서 운전할 수 있다.

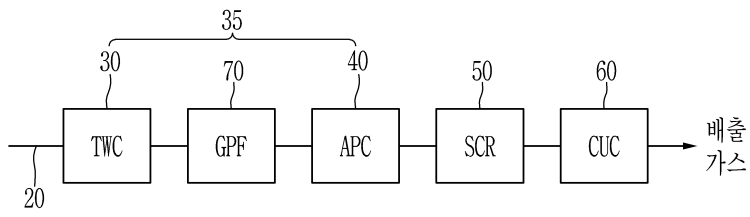
[0140] 이상으로 본 발명에 관한 바람직한 실시예를 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 아니하며, 본 발명의 실시예로부터 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의한 용이하게 변경되어 균등하다고 인정되는 범위의 모든 변경을 포함한다.

도면

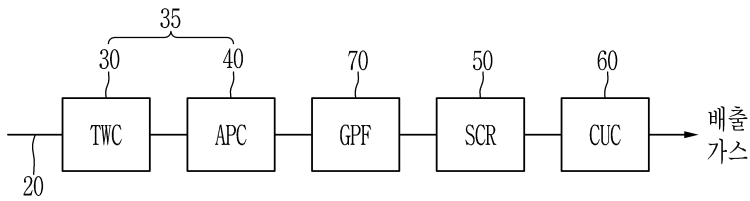
도면1



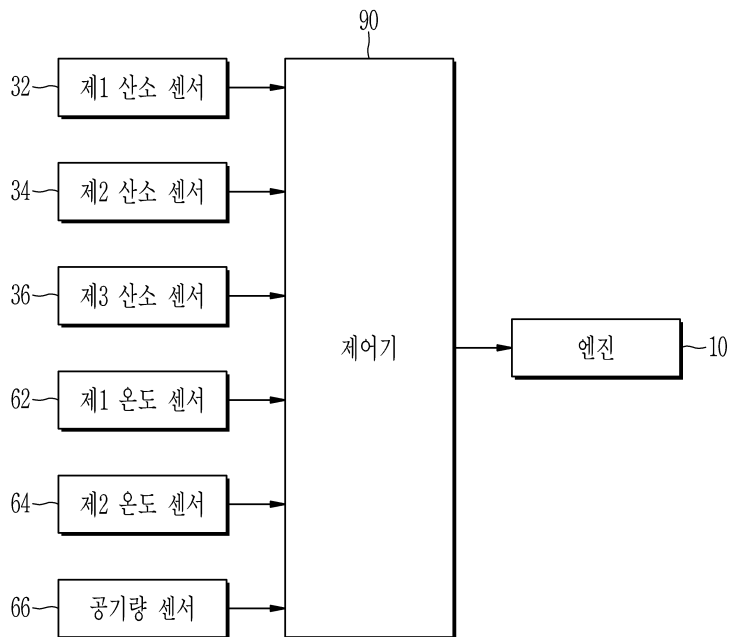
도면2



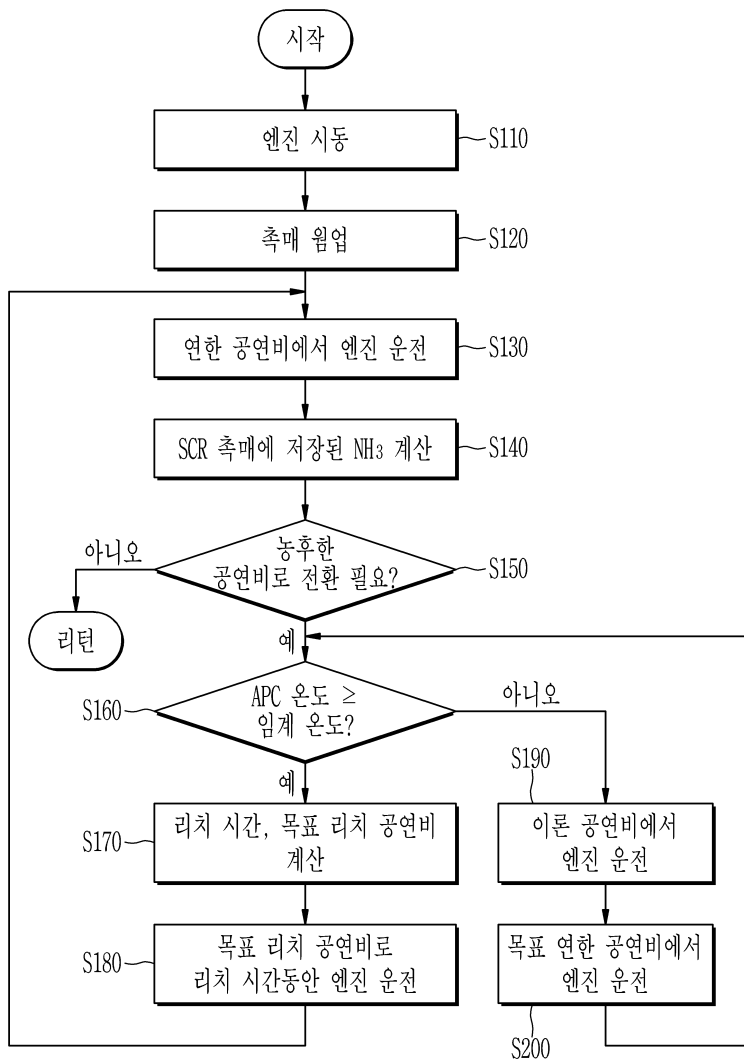
도면3



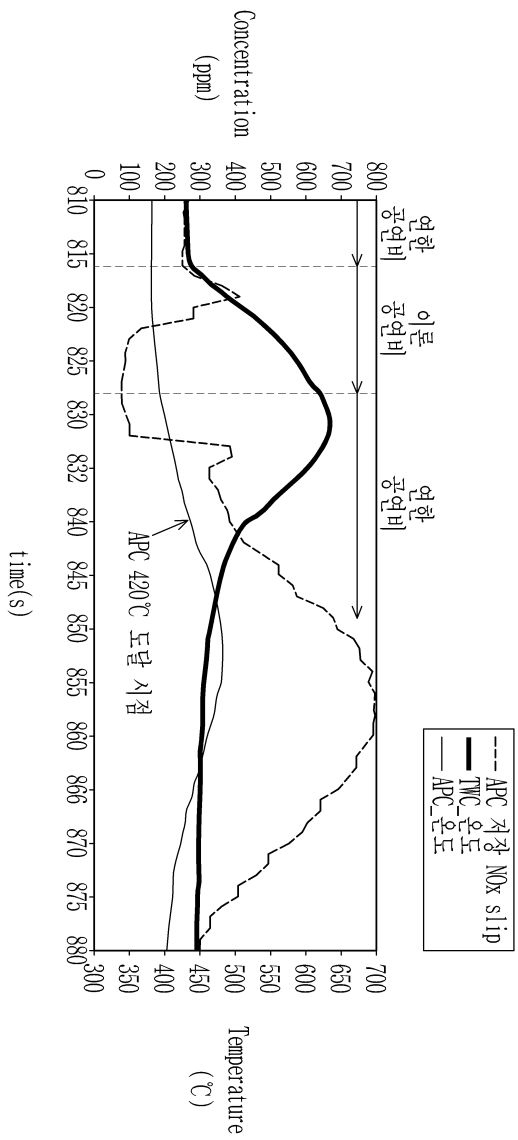
도면4



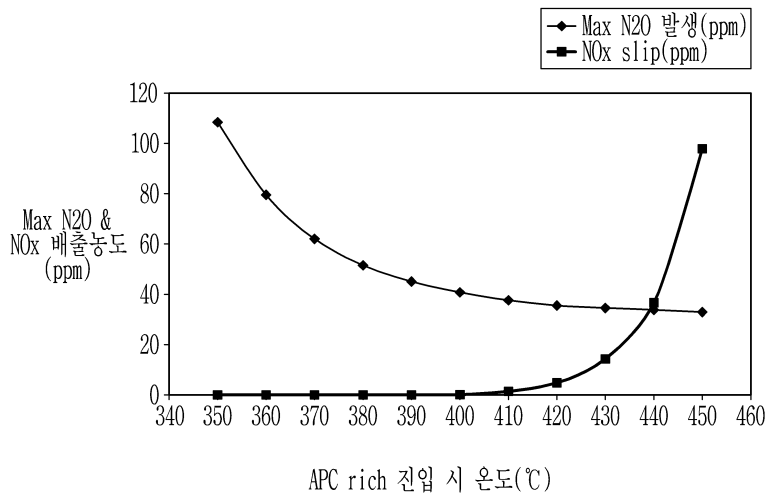
도면5



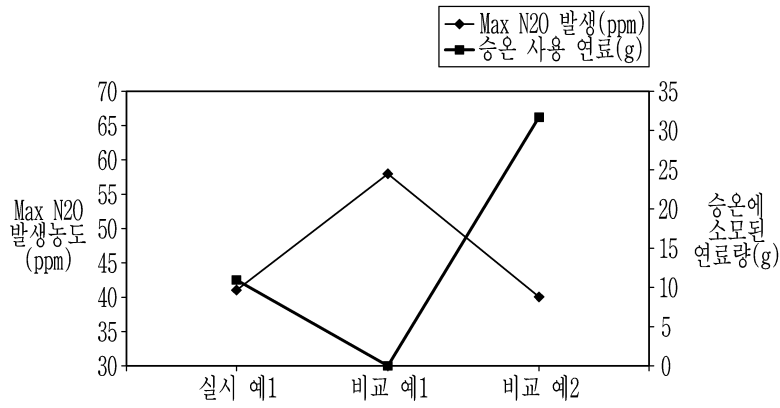
도면6



도면7



도면8



도면9

