

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
F01N 3/08

(11) 공개번호 특1999-0067619
(43) 공개일자 1999년08월25일

(21) 출원번호	10-1998-0703646	(87) 국제공개번호	WO 1997/19262
(22) 출원일자	1998년05월 15일	(87) 국제공개일자	1997년05월29일
번역문제출일자	1998년05월 15일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP1996/03332		
(86) 국제출원출원일자	1996년 11월 13일		
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈		

국내특허 : 아일랜드 오스트레일리아 캐나다 중국 일본 대한민국

(30) 우선권주장

95-299935	1995년 11월 17일	일본(JP)
96-10152	1996년 01월 24일	일본(JP)
96-91249	1996년 04월 12일	일본(JP)
96-10152	1996년 01월 24일	일본(JP)
96-91249	1996년 04월 12일	일본(JP)

(71) 출원인

도요타 지도샤 가부시끼가이샤 와다 아키히로

일본 아이찌켄 도요다시 도요다쵸 1반지

(72) 발명자

기누가사 유키오

일본 아이치켄 도요다시 도요다쵸 1 도요타 지도샤(주)내
이가라시 코우헤이

일본 아이치켄 도요다시 도요다쵸 1 도요타 지도샤(주)내
이토우 타카아키

일본 아이치켄 도요다시 도요다쵸 1 도요타 지도샤(주)내
스즈키 나오토

일본 아이치켄 도요다시 도요다쵸 1 도요타 지도샤(주)내
야에가시 다케히사

일본 아이치켄 도요다시 도요다쵸 1 도요타 지도샤(주)내
다케우치 코우이치

일본 아이치켄 도요다시 도요다쵸 1 도요타 지도샤(주)내

(74) 대리인

이병호

심사청구 : 있음

(54) 엔진의 배기가스 정화 방법 및 장치

요약

본 발명의 엔진(1)은 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)을 갖는다. 제1 실린더 군(1a)은 3웨이(TW) 촉매(8a)에 접속된다. 제2 실린더 군(1b) 및 3웨이(TW) 촉매(8a)는 연결 덕트(13)를 통해 NH₃ 흡수 및 산화(NH₃-AO) 촉매(14a)에 접속된다. 제1 실린더 군(1a)은 리치 오퍼레이션(rich operation)을 수행하고, 제2 실린더 군(1b)은 린 오퍼레이션(lean operation)을 수행한다. TW 촉매(8a)에서, 제1 실린더 군(1a)으로부터 배출된 NO_x는 NH₃로 전환되고, NH₃는 NH₃-AO 촉매(14a)의 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 NO_x 가스를 감소시킨다. NO_x 흡장 및 환원(NO_x-OR) 촉매(11a)는 제2 실린더 군(1b)과 연결 덕트(13) 간의 배기 통로 내에 배열됨으로써, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NO_x 양을 억제한다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 엔진의 배기가스를 정화하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

내연기관의 연소실에서 공기연료 혼합물의 공기-연료 비율을 공연비라 칭하고 흡입 통로, 연소실, 배기 통로 내 특정 위치 상류의 배기 통로로 도입된 공기의 전체 양 대 흡입 통로, 연소실, 상기 위치의 상류의 배기 통로로 도입된 연료의 비율을 특정 위치를 통과 유동하는 배기가스의 배기가스 공기-연료 비율이라 칭하면, 일본 특개평 4-365920호에는, 멀티 실린더를 구비한 내연기관용의 배기 가스 정화 장치가 개시되어 있으며, 이 내연기관은 제 1 및 제 2의 실린더 그룹을 구비하고 있고, 여기서 상기 정화장치는 제 1 실린더 그룹의 각 실린더를 엔진 공연비가 리치(rich)한 리치 엔진 작동으로 만들고 제 2 실린더 그룹의 각 실린더를 엔진 공연비가 린(lean)한 린 엔진 작동으로 만들기 위한 엔진 작동 제어 장치와, 제 1 실린더 그룹의 각 실린더에 연결되는 제 1 배기 통로와, 제 2 실린더 그룹의 각 실린더에 연결되고 상기 제 1 배기 통로와는 상이한 제 2 배기 통로와, 유입되는 배기 가스내의 NOx 의 적어도 일부로부터 암모늄 NH₃ 을 합성하기 위해 상기 제 1 배기 통로에 배치되는 NH₃ 합성 촉매와, 상기 NH₃ 합성 촉매의 하류측에 있는 제 1 배기 통로를 제 2 배기 통로와 상호 연결하는 연결 통로와, 제 1 배기 통로로부터의 NH₃ 에 의해 제 2 배기 통로로부터 NOx 를 감소시키기 위하여 연결통로내에 배치되는 배기 가스 정화 촉매를 포함한다.

상기 엔진에서, 연료 소비율은 린 엔진 작동이 수행되는 제 2 실린더 그룹의 실린더 개수를 증가시키므로써 감소된다. 그러나, 제 1 그룹의 실린더의 개수가 감소되고 제 2 그룹의 실린더의 개수가 증가되면 배기가스 정화장치내로 유동되는 NH₃ 양이 감소되고 촉매내로 유동되는 NOx 양이 증가된다. 그 결과, 촉매내로 유동되는 NOx 양이 NH₃ 양에 대해 과도하며 따라서 NOx 는 충분히 감소되지 않으면서 촉매로부터 방출될 수도 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 NH₃ 의 것에 대해 배기가스 정화 촉매내로 유동되는 NOx 양을 억제하여 배기가스를 충분히 정화할 수 있는 엔진 배기가스 정화 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 한 특징에 따르면, 제 1 그룹과 제 2 그룹으로 나뉘어지는 다수의 실린더를 구비하는 엔진의 배기가스 정화방법으로서, 제 1 실린더 그룹의 배기 가스의 배기가스 공연비를 리치하게 만드는 단계와, 이 배기가스를 유입되는 배기가스의 배기가스 공연비가 리치할 때 유입 배기 가스내의 NOx 의 적어도 일부로부터 NH₃ 를 합성해내는 NH₃ 합성 촉매에 도입시켜 NH₃ 를 합성해내는 단계와, NH₃ 를 포함하는 제 1 실린더 그룹의 배기가스와 NOx 를 포함하는 제 2 실린더 그룹의 배기가스를 배기가스 정화 촉매에 도입하는 단계와, 제 2 실린더 그룹의 배기가스에 포함되어 있고 배기가스 정화촉매에 도입될 NOx 의 양을 제어하여 NOx 의 양이 제 1 실린더 그룹의 배기가스에 포함되어 있고 배기가스 정화 촉매에 도입될 NH₃ 에 의해 감소될 수 있는 NOx 양보다 크지 않도록 제어하는 단계를 포함하며, 여기서 배기가스 정화 촉매상에서는 유입되는 NOx 가 유입 NH₃ 에 의해 감소되는 배기가스 정화방법이 제공된다.

본 발명의 다른 특징에 따르면, 제 1 그룹과 제 2 그룹으로 나뉘어지고 이들 제 1 그룹과 제 2 그룹에는 각각 제 1 및 제 2 배기통로가 연결되는 다수의 실린더를 구비하는 엔진의 배기가스를 정화하는 장치로서, 제 1 배기통로에 배치되고 유입되는 배기가스의 배기가스 공연비가 리치할 때 유입 배기가스내 NOx 의 적어도 일부로부터 NH₃ 를 합성해내는 NH₃ 합성 촉매와, 상기 NH₃ 합성 촉매 하류측의 제 1 통로를 제 2 배기통로와 연결하는 연결 배기통로와, 유입되는 NH₃ 에 의해 유입 NOx 를 감소시키기 위한 연결통로에 배치되는 배기가스 정화 촉매와, NH₃ 합성 촉매내로 유입되는 배기가스의 배기가스 공연비를 제어하기 위한 제 1 배기가스 공연비 제어 수단과, NH₃ 합성 촉매내로 유입되는 배기가스의 배기가스 공연비를 리치하게 하여 NH₃ 를 합성하도록 제 1 배기가스 공연비 제어 수단을 제어하는 수단과, 제 2 배기 통로로부터 배기가스 정화 촉매내로 유입되는 NOx 의 양을 제어하여 NOx 의 양이 제 1 배기통로로부터 배기가스 정화 촉매내로 유입되는 NH₃에 의해 감소될 수 있는 NOx 양보다 크지 않도록 제어하는 NOx 양 제어수단을 포함하는 배기가스 정화장치가 제공되며, 여기서 배기가스 정화 촉매상에서는 유입되는 NOx 가 유입되는 NH₃ 에 의해 감소된다.

본 발명의 다른 특징에 따르면, 제 1 그룹과 제 2 그룹으로 나뉘어지는 다수의 실린더를 구비하는 엔진의 배기가스 정화 방법으로서, 제 1 실린더 그룹의 배기 가스의 배기가스 공연비를 리치하게 만드는 단계와, 이 배기가스를 배기가스의 공연비가 리치할 때 유입 배기 가스내의 NOx 의 적어도 일부로부터 NH₃ 를 합성해내는 NH₃ 합성 촉매에 도입하여 NH₃ 를 합성해내고 그 배기가스 공연비가 리치한 NH₃ 를 포함하는 배기가스를 형성하는 단계와, 제 2 실린더 그룹의 배기가스의 배기가스 공연비를 린하게 만들어 공연비가 린한 NOx 를 함유하는 배기가스를 형성하는 단계와, NH₃ 를 함유하고 공연비가 리치한 배기가스가 NH₃ 흡수 및 산화 (NH₃ - AO) 촉매로 도입되며 NOx 를 함유하고 공연비가 린한 배기가스가 NOx 흡장(occluding) 및 환원 (NOx - OR) 촉매로 도입되는 제 1 도입 조건을 실시하는 단계로서, 상기 NH₃ - AO 촉매는 유입되는 배기가스내의 NH₃ 을 흡수하고 흡수된 NH₃ 을 제거(desorbing)하여 이 NH₃ 을 유입되는 배기가스내의 NH₃ 농도가 낮아질 때 산화시키며, 상기 NOx - OR 촉매는 유입되는 배기가스의 공연비가 린할 때 유입 배기가스내의 NOx 를 흡장하고 이 흡장된 NOx 를 방출하여 이 NOx를 유입되는 배기가스의 공연비가 리치할 때 환원시키는 단계와, NH₃ 를 함유하고 공연비가 리치한 배기가스가 NOx - OR 촉매로 도입되며 NOx를 함유하

고 공연비가 린한 배기가스가 NH_3 - A0 촉매로 도입되는 제 2 도입 조건을 실시하는 단계와, 상기 제 1 도입 조건과 제 2 도입 조건을 교대로 반복하여 실시하는 단계를 포함하는 배기가스 정화방법이 제공된다.

본 발명의 또다른 특징에 따르면, 제 1 그룹과 제 2 그룹으로 나뉘어지고 제 1 및 제 2 배기통로가 각각 연결되는 다수의 실린더를 구비하는 엔진의 배기가스 정화장치로서, 제 1 배기통로에 배치되고 유입되는 배기가스의 공연비가 리치할 때 유입되는 배기가스내의 NO_x 의 적어도 일부로부터 NH_3 을 합성하는 NH_3 합성 촉매와, 상기 NH_3 합성 촉매의 하류측에 있는 제 1 배기통로와 제 2 배기통로중 하나에 선택적으로 연결되고 유입 배기가스내의 NH_3 를 흡수하여 제거하고 이를 유입 배기가스내의 NH_3 농도가 낮아질 때 산화시키는 NH_3 흡수 및 산화 (NH_3 - A0) 촉매와, NH_3 합성 촉매 하류측의 제 1 배기통로와 제 2 배기 통로중 어느 하나에 선택적으로 연결되고 유입 배기가스의 공연비가 린할 때 유입 배기가스내의 NO_x 를 흡장하여 방출시키고 이를 유입 배기가스의 공연비가 리치할 때 환원시키는 NO_x - OR 촉매와, NH_3 합성촉매내로 유입되는 배기가스의 공연비를 제어하기 위한 제 1 배기가스 공연비 제어수단과, 제 2 배기통로를 통해 유동하는 배기가스의 공연비를 제어하기 위한 제 2 배기가스 공연비 제어수단과, NH_3 합성촉매내로 유동되는 배기가스의 공연비를 리치하게 만들어 NH_3 을 합성하도록 제 1 배기가스 공연비 제어수단을 제어하는 수단과, 제 2 배기통로를 통해 유동하는 배기가스의 공연비를 린하게 만들기 위해 제 2 배기가스 공연비 제어수단을 제어하기 위한 수단과, NH_3 합성 촉매 하류의 제 1 배기통로가 NH_3 - A0 촉매에 연결되고 제 2 배기통로가 NO_x - OR 촉매에 연결되는 제 1 연결 조건을 실시하기 위한 제 1 연결 조건 실시수단과, NH_3 합성촉매 하류의 제 1 배기통로가 NO_x - OR 촉매에 연결되고 제 2 배기통로가 NH_3 - A0 촉매에 연결되는 제 2 연결 조건을 실시하기 위한 제 2 연결 조건 실시수단과, 상기 제 1 및 제 2 연결 조건을 교대로 반복하여 실시하기 위해 제 1 및 제 2 연결 조건을 제어하는 연결조건 제어수단을 포함하는 배기가스 정화장치가 제공된다.

본 발명의 다른 특징에 따르면, 제 1 그룹과 제 2 그룹으로 나뉘어지는 다수의 실린더를 구비하는 엔진의 배기가스 정화 방법으로서, 제 1 실린더 그룹의 배기 가스를 제 1 NH_3 합성 촉매와 NH_3 흡수 및 산화 (NH_3 - A0)촉매로 도입하며, 상기 NH_3 합성 촉매는 유입되는 배기가스의 공연비가 리치할 때 유입 배기가스내의 NO_x 의 적어도 일부로부터 NH_3 를 합성하고 유입되는 배기가스의 공연비가 린할 때 유입 배기가스내의 NO_x 를 통과시키며, 상기 NH_3 - A0 촉매는 유입되는 배기가스내의 NH_3 를 흡수하여 흡수된 NH_3 를 제거하고 이 NH_3 를 유입되는 배기가스내의 NH_3 농도가 낮아질 때 산화시키는 단계와, 제 2 실린더 그룹의 배기가스를 제 2 NH_3 합성 촉매와 NO_x 흡장 및 환원 (NO_x - OR) 촉매로 도입하며 상기 NO_x - OR 촉매는 유입되는 배기가스의 공연비가 린할 때 유입 배기가스내의 NO_x 를 흡장하고 이 흡장된 NO_x 를 방출하여 이 NO_x 를 유입되는 배기가스의 공연비가 리치할 때 NO_x 를 환원시키는 단계와, 제 1 NH_3 합성 촉매와 NH_3 - A0 촉매내로 유입되는 배기가스의 공연비가 리치하게 되고 제 2 NH_3 합성 촉매와 NO_x - OR 로 유입되는 배기가스의 공연비가 린하게 되는 제 1 배기가스 공연비 조건을 실시하는 단계와, 제 1 NH_3 합성 촉매와 NH_3 - A0 촉매내로 유입되는 배기가스의 공연비가 린하게 되고 제 2 NH_3 합성 촉매와 NO_x - OR 촉매내로 유입되는 배기가스의 공연비가 리치하게 되는 제 2 배기가스 공연비 조건을 실시하는 단계와, 상기 제 1 및 제 2 배기가스 공연비 조건을 교대로 반복하여 실시하는 단계를 포함하는 배기가스 정화방법이 제공된다.

본 발명의 또다른 특징에 따르면, 제 1 그룹과 제 2 그룹으로 나뉘어지고 제 1 및 제 2 배기통로가 각각 연결되는 다수의 실린더를 구비하는 엔진의 배기가스 정화장치로서, 각각 제 1 배기통로와 제 2 배기통로에 배치되고 유입되는 배기가스의 공연비가 리치할 때 유입 배기가스내의 NO_x 의 적어도 일부로부터 NH_3 를 합성하고 유입되는 배기가스의 공연비가 린 할때 유입 배기가스내에 NO_x 를 통과시키는 제 1 및 제 2의 NH_3 합성 촉매와, 제 1 NH_3 합성촉매 하류의 제 1 배기통로에 배치되며 유입되는 배기가스내의 NH_3 를 흡수하여 이를 제거하고 유입 배기가스내의 NH_3 농도가 낮아질 때 NH_3 를 산화시키는 NH_3 흡수 및 산화 (NH_3 - A0) 촉매와, 제 2 NH_3 합성촉매 하류의 제 2 배기통로에 배치되며 유입되는 배기가스의 공연비가 린할 때 유입되는 배기가스내의 NO_x 를 흡장하여 이를 방출하고 유입되는 배기가스의 공연비가 리치할 때 NO_x 를 환원시키는 NO_x 흡장 및 환원(NO_x - OR) 촉매와, 제 1 NH_3 합성촉매와 NH_3 - A0 촉매내로 유입되는 배기가스의 공연비를 제어하기 위한 제 1 배기가스 공연비 제어수단과, 제 2 NH_3 합성 촉매와 NO_x - OR 촉매내로 유입되는 배기가스의 공연비를 제어하기 위한 제 2 배기가스 공연비 제어수단과, 제 1 NH_3 합성 촉매와 NH_3 - A0 촉매내로 유입되는 배기가스의 공연비가 리치하게 만들어지고 제 2 NH_3 합성 촉매와 NO_x - OR 촉매내로 유입되는 배기가스의 공연비가 린하게 만들어지는 제 1 배기가스 공연비 조건을 실시하도록 제 1 및 제 2 배기가스 공연비 제어수단을 제어하는 제 1 배기가스 공연비 조건 제어수단과, 제 1 NH_3 합성 촉매와 NH_3 - A0 촉매내로 유입되는 배기가스의 공연비가 린하게 만들어지고 제 2 NH_3 합성 촉매와 NO_x - OR 촉매내로 유입되는 배기가스의 공연비가 리치하게 만들어지는 제 2 배기가스 공연비 조건을 실시하도록 제 1 및 제 2 배기가스 공연비 제어수단을 제어하는 제 2 배기가스 공연비 조건 제어수단 및, 제 1 및 제 2 배기가스 공연비 조건을 교대로 반복하여 실시하도록 제 1 및 제 2 배기가스 공연비 조건 실시수단을 제어하기 위한 배기가스 공연비 제어수단을 포함하는 배기가스 정화장치가 제공된다.

본 발명은 첨부도면을 참조하여 하기의 실시예에 관한 설명으로부터 보다 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

도1은 내연기관의 개략도이고, 도2는 3웨이 촉매의 특징을 도시하는 도면이며, 도3과 도4는 도1에 도시된 실시예에 따른 배기가스 정화방법을 개략 도시하는 도면이고, 도5는 도1에 도시된 실시예에 따른 배기가스 정화방법을 설명하기 위한 타임 차트이며, 도6a와 6b는 시간당 제 2 실린더 그룹으로부터 배기된 NO_x 양을 도시하는 도면이고, 도7a 와 7b는 시간당 NO_x - OR 촉매를 통과하는 양을 도시하는 도면이며, 도8a

와 8b는 시간당 NOx - OR 촉매로부터 방출되는 NOx 양을 도시하는 도면이고, 도9는 NOx - OR 촉매내로 유입되는 배기가스의 온도를 도시하는 도면이며, 도10은 작동 변화 제어를 실행하는 플로우 차트이고, 도11은 연료 분사 시간을 계산하기 위한 플로우 차트이며, 도12는 다른 실시예에 따른 배기가스 정화방법을 설명하기 위한 타임 차트이고, 도13a와 13b는 시간당 제 1 실린더 그룹으로부터 배기된 NOx 양을 도시하는 도면이며, 도14는 3웨이 촉매의 NH₃ 합성 효율을 도시하는 도면이고, 도15는 동등 계수를 도시하는 도면이며, 도16a와 16b는 시간당 NH₃ - A0 촉매로부터 흡수된 NH₃ 양을 도시하는 도면이고, 도17은 3웨이 촉매내로 유입되는 배기가스의 온도를 도시하는 도면이며, 도18은 NH₃ - A0 촉매내로 유입되는 배기가스의 온도를 도시하는 도면이고, 도19는 도12에 도시된 실시예에 따른 작동 변화 제어를 실행하기 위한 플로우 차트이며, 도20은 NOx - OR 촉매에 흡장된 NOx 양을 계산하기 위한 플로우 차트이고, 도21은 또 다른 실시예에 따른 배기가스 정화방법을 설명하기 위한 타임 차트이며, 도22는 리치 기간 값을 도시하는 도면이고, 도23은 도21에 설명된 실시예에 따른 제 2 실린더 그룹에서 작동 변화 제어를 실행하기 위한 플로우 차트이며, 도24는 엔진 공연비에 대한 엔진으로부터의 NOx 양 배출의 변화를 도시하는 도면이고, 도25는 작동 실린더 개수를 제어하기 위한 플로우 차트이며, 도25는 리한 공연비를 계산하기 위한 플로우 차트이고, 도26은 작동 실린더 개수를 제어하기 위한 플로우 차트이며, 도27은 또다른 실시예에 따른 배기가스 정화장치를 도시하는 개략도이며, 도28은 도27에 도시된 실시예의 워밍업 작동에서의 제어를 위한 플로우 차트이고, 도29는 또 다른 실시예에 따른 배기가스 정화장치를 도시하는 엔진의 개략도이며, 도30은 도29에 설명된 실시예에 따른 제 1 실린더 서브그룹에서의 작동 변화 제어를 실행하기 위한 플로우 차트이고, 도31은 시간당 제 1 실린더 서브그룹으로부터 배기되는 NOx 양을 도시하는 개략도이며, 도32는 단위 시간당 제 1 실린더 서브그룹에 연결된 NOx - OR 촉매를 통과하는 NOx 양을 도시하는 도면이고, 도33은 제 1 실린더 서브 그룹에 대한 리치 기간 값을 도시하는 도면이며, 도34는 도29와 관련하여 설명된 실시예에 따른 제 2 실린더 서브그룹에서의 작동 변화 제어를 수행하기 위한 플로우 차트이고, 도35는 시간당 제 2 실린더 서브그룹으로부터 배기된 NOx 양을 도시하는 도면이며, 도36은 시간당 제 2 실린더 서브그룹에 연결된 NOx - OR 촉매를 통과하는 NOx 양을 도시하는 도면이고, 도37은 제 2 실린더 서브그룹에 대한 리치 기간 값을 도시하는 도면이며, 도38은 다른 실시예에 따른 배기가스 정화촉매의 특징을 도시하는 도면이고, 도39는 배기가스 정화촉매의 다른 실시예를 도시하는 도면이며, 도40은 배기가스 정화 촉매의 다른 실시예를 도시하는 도면이고, 도41은 도40에 도시된 실시예에서의 배기가스 제어밸브를 제어하기 위한 플로우 차트이며, 도42는 또다른 실시예에 따른 배기가스 정화장치를 도시하는, 엔진의 개략도이고, 도43a, 43b, 44a, 44b는 도42에 도시된 엔진에서의 배기가스 정화방법을 개략적으로 도시하는 도면이며, 도45는 도42에서의 실시예에 따른 연결 조건의 스위칭 제어를 실행하기 위한 플로우 차트이고, 도46은 다른 실시예에 따른 배기가스 정화장치를 도시하는, 엔진의 개략도이며, 도47은 도46에 설명된 실시예에 따른 제 2 실린더 그룹에서의 작동 변화 제어를 실행하기 위한 플로우 차트이고, 도48은 또 다른 실시예에 따른 배기가스 정화장치를 도시하는 엔진의 개략도이며, 도49와 도50은 도48에 도시된 엔진에서의 배기가스 정화방법을 개략적으로 도시하는 도면이고, 도51은 도48에 설명된 실시예에 따른, 배기가스 공연비 조건의 전환 제어를 실행하기 위한 플로우차트이며, 도52는 도48에 도시된 실시예의 대체 실시예를 도시하는 엔진의 개략도이다.

실시예

일반적으로, 질소산화물(NOx)은 일산화질소(NO), 이산화질소(NO₂), 디니트로젠 테트로옥사이드(N₂O₄), 디니트로젠 모노옥사이드(N₂O), 등을 포함한다. 이하의 설명은 주로 일산화질소 NO 및/또는 이산화질소 NO₂로서 질소산화물을 지칭할 것이지만, 본 발명에 따른 배기가스 정화장치 및 방법은 다른 질소산화물도 정화할 수 있다.

도1은 본 발명이 스파크 정화식 내연기관에 적용되는 것을 도시한다. 그러나, 본 발명은 디젤 엔진에도 적용될 수 있다. 또한 도1에 도시된 엔진은 예로서 자동차용으로 사용된다.

도1에서, 엔진 보디(1)는 네 개의 실린더, 즉 제 1 실린더(#1), 제 2 실린더(#2), 제 3 실린더(#3), 제 4 실린더(#4)를 구비한다. 이들 실린더(#1-#4) 각각은 대응 브랜치(branch)(2)를 통해 공통의 서지(surge) 탱크(3)에 연결되며, 이 서지탱크(3)는 흡입 덕트(4)를 통해 (비도시의) 에어 클리너로 연결된다. 각각의 브랜치(2)에는 연료를 대응 실린더로 송급하도록 연료 분사기(5)가 배치된다. 또한, 흡입 덕트(4)에는 액셀 페달(비도시)의 누름량이 많을수록 그 개도(opening)가 커지는 드로틀 밸브(6)가 배치된다. 연료 분사기(5)는 전자 제어 유닛(20)로부터의 출력신호에 따라 제어된다.

한편, 제 1 실린더(#1)는 내부에 NH₃을 수용하는 촉매 컨버터(9)에 배기도관(7)을 통해 연결된다. 제 2, 제 3, 제 4 실린더는 내부에 폐쇄 재료를 포함하는 촉매 컨버터(12)에 공통의 배기 매니폴드(11)를 통해 연결된다. 도1에 도시된 엔진에서는, 제 1 실린더가 제 1 실린더 그룹(1a)을 형성하고, 제 2, 제 3, 제 4 실린더가 제 2 실린더 그룹(1b)을 형성한다. 따라서, 제 1 실린더 그룹(1a)의 배기가스는 NH₃ 합성 촉매(8)로 도입되고, 제 2 실린더 그룹(1b)의 배기가스는 폐쇄 재료(11)로 도입된다. 두 개의 촉매 컨버터(9, 12)는 이후 그 내부에 배기가스 정화 촉매(10)를 함유하는 머플러(10)에 연결된다. 이 머플러(10)는 이후 공통의 연결 덕트(13)를 통해, 그 내부에 배기가스 정화 촉매(14)를 수용하는 촉매 컨버터(15)에 연결되고, 촉매 컨버터(15)는 내부에 NH₃ 정화 촉매(16)를 함유하는 촉매 컨버터(17)에 연결된다. 도1에 도시되어 있듯이, 연결 통로(13)와 촉매 컨버터(14) 사이의 배기 통로에는 2차 공기 공급 장치(18)가 배치되어 배기가스에 2차 공기를 공급하며, 이는 전자 제어 유닛(20)로부터의 출력 신호에 따라 제어된다.

전자 제어 유닛(ECU)(20)는 디지털 컴퓨터를 포함하며, 여기에는 ROM(Read Only Memory)(22), RAM(Random Access Memory)(23), CPU(microprocessor)(24), 입력 포트(25), 출력 포트(26)가 제공되는데 이들은 쌍방향 버스(a bidirectional bus)(21)에 의해 연결된다. 서지 탱크(3)에는 탱크내의 압력에 비례하여 출력 전압을 발생시키는 압력 센서(27)이 장착된다. 센서(27)의 출력 전압은 AD 컨버터(28)를 거쳐 입력 포트(25)에 입력된다. 흡입 공기량(Q)은 AD 컨버터(28)로부터의 출력신호에 기초하여 CPU(24)에서 연산된다. 또한, 배기 덕트(7)와, 배기 매니폴드(10)의 수집부와, 제 2 그룹(1b)으로부터의 배기가스가 유동하지 않는 연결 덕트(13), 즉 촉매 컨버터(9) 바로 하류의 연결 덕트(13)와, 제 1 그룹(1a)으로부터

의 배기가스가 유동하지 않는 연결 덕트(13) 즉 촉매 컨버터(12) 바로 하류의 연결 덕트(13)에 각각 공연비 센서(29,30,31,32)가 장착되며, 이들 각각의 센서는 배기통로의 대응 부분을 통하여 유동하는 배기 가스의 배기가스 공연비에 비례하여 출력전압을 발생시킨다. 센서(29,30,31,32)의 출력전압은 대응하는 AD 컨버터(33,34,35,36)를 통해 입력 포트(25)에 입력된다. 또한, 입력 포트(25)에는 엔진(1)의 크랭크 샤프트가 예를 들어 30도 회전할때마다 출력 펄스를 발생시키는 크랭크 각도 센서(37)가 연결된다. CPU(24)는 펄스에 따라 엔진 속도(N)를 연산한다. 한편, 연료 분사기(5)와 2차 공급 장치(14)에는 출력 포트(26)가 대응하는 구동 회로(38)를 통해서 연결된다.

도1에 도시된 실시예에서 NH₃ 합성 촉매(8)는 본원에서 TW 촉매로 간단히 표현되는 3웨이 촉매(8a)이다. 상기 TW 촉매(8a)는 예를 들어 기판의 표면에 형성되는 알루미늄산화물층상에 보유되는 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 이리듐(Ir), 로듐(Rh)과 같은 귀금속으로 구성된다.

도 2는 TW 촉매(8a)의 배기 가스의 정화 효율을 나타낸다. 도 2에 나타낸 바와 같이, TW 촉매(8a)는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 14.6으로 화학양론적인 공연비(A/F)에 대해 희박하고, 공기 촉매 비율 λ=1.0일 때 유입하는 NO_x를 그것을 통해 통과시키고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 유입하는 NO_x의 일부로부터 NH₃를 합성한다. TW 촉매(8a)의 NH₃ 합성 기능은 명확하지 않지만, 배기 가스 공연비가 리치한 배기 가스 내의 NO_x의 일부는 하기 반응식(1) 및 (2)에 따라 NH₃로 변환되는 것으로 생각될 수 있다, 즉:



이에 반하여, 나머지 NO_x는 하기 반응식(3) 내지 (6)에 따라 질소(N₂)로 환원된다, 즉:



따라서, TW 촉매(8a) 내로 흐르는 NO_x는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 NH₃ 또는 N₂로 변환되고, 따라서 NO_x는 TW 촉매(8a)로부터 흐르는 것이 방지된다.

도 2에 나타낸 바와 같이, TW 촉매(8a)의 NH₃ 합성 효율(ETA)은 화학양론적 공연비(A/F)보다 더 적어지거나 또는 리치해지고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 더 적어질 때조차 일정하게 유지된다. 도 2에 나타낸 실시예에서, NH₃ 합성 효율(ETA)은 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 약 13.8과 동일하거나 또는 그보다 더 작을 때, 공기-초과 비율(λ)이 약 0.95인 경우에 일정하게 유지된다.

다른 한편, 단위 시간당 각각의 실린더로부터 배출된 NO_x의 양은 이후에 설명하게 되는 도 24에 나타낸 바와 같이 엔진의 공연비에 의존한다. 특히, 배출된 NO_x의 양은 엔진 공연비가 리치할 때 엔진 공연비가 보다 작아짐에 따라 더 작아진다. 따라서, 합성 효율(ETA)을 고려하면, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 엔진 공연비에 따르는 경우, 단위 시간당 TW 촉매(8a) 내에 합성된 NH₃의 양은 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 약 13.8일 때 그의 최대 양에 도달한다.

도 1에 나타낸 엔진에서, 하기 설명으로부터 이해할 수 있듯이, TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 가능한 한 많은 NH₃를 합성하는 것이 바람직함에 주의해야 한다. 따라서, 팔라듐(Pd) 또는 세슘(Ce)을 수반하는 TW 촉매는 TW 촉매(8a)로서 사용된다. 특히, 팔라듐(Pd)을 수반하는 TW 촉매는 유입하는 배기 가스의 배출 공연비가 리치할 때 HC 정화 효율을 증진시킬 수도 있다. 또한, 로듐(Rh)을 수반하는 TW 촉매는 내부의 NH₃ 합성을 억제하고, 로듐(Rh)이 없는 TW 촉매는 TW 촉매(8a)로서 사용되는 것이 바람직하다.

다른 한편, 흡장 물질(11)은 유입하는 배기 가스 내에 NO_x를 흡장함으로써 대량의 NO_x가 배기 가스 정화 촉매(14)로 유입하는 것을 방지하기 위한 것이다. 흡장 물질(11)은 필연적으로 촉매 기능을 갖지는 않지만, 본 실시예에서, NO_x-OR 촉매로서 간단히 표현된 NO_x 흡장 및 환원 촉매(11a)는 흡장 물질(11)로서 사용된다. NO_x-OR 촉매(11a)는 NO_x의 흡장 및 방출 기능 및 NO_x의 환원 기능 모두를 갖고, 칼륨(K), 나트륨(Na), 리튬(Li) 및 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 바륨(Ba) 및 칼슘(Ca) 등의 알칼리 토금속, 란타넘(La) 및 이트륨(Y) 등의 희토류 금속, 및 철(Fe) 및 구리(Cu) 등의 전이 금속, 및 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 이리듐(Ir) 및 로듐(Rh) 등의 귀금속으로부터 선택된 최소한 한가지 기질로 구성되고, 이들은 담체로서 알루미늄 산화물 상에 수반된다. NO_x-OR 촉매(11a)는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 내부의 NO_x를 흡장시키는 NO_x 흡장 및 방출 기능을 수행하고, 유입하는 배기 가스 내의 산소 농도가 보다 낮아질 때 그로부터 흡장된 NO_x를 방출한다. NO_x-OR 촉매(11a)가 엔진의 배기 통로내에 배치될 때, NO_x-OR 촉매(11a)는 NO_x-OR 촉매(11a)는 NO_x 흡장 및 방출 기능을 실제로 수행하지만, 그 기능은 분명하지 않다. 그러나, 그 기능은 아래 설명하게 될 메카니즘에 따라 수행되는 것으로 생각될 수 있다. 이 메카니즘은 백금(Pt) 및 바륨(Ba)이 담체 상에 수반된 경우를 일 예로 사용함으로써 설명될 수 있지만, 다른 귀금속, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 희토류 금속이 사용되는 경우조차 유사한 메카니즘이 얻어진다.

즉, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해질 때, 즉, 유입하는 배기 가스의 산소 농도가 증가

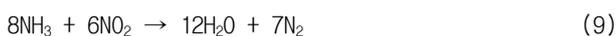
할 때, 산소(O₂)는 O₂⁻ 또는 O²⁻의 형태로 백금(Pt)의 표면 상에 증착된다. 다른 한편, 유입하는 배기 가스 내의 NO는 백금(Pt)의 표면 상의 O₂⁻ 또는 O²⁻와 반응하여 NO₂(2NO + O₂ → 2NO₂)로 된다. 순차로, 생성된 NO₂의 일부는 백금(Pt) 상에서 산화되고, NO_x-OR 촉매(11a)로 흡장된다. 이는 산화바륨(BaO)과 결합하면서, 질산 이온(NO₃⁻)의 형태로 NO_x-OR 촉매(11a) 내에서 확산된다. 이러한 방식으로, NO_x는 NO_x-OR 촉매(11a) 내에 흡장된다.

이와는 대조적으로, 유입하는 배기 가스 내의 산소 농도가 더 적어지고, NO₂의 생산이 저하될 때, 반응은 역방향(NO₃⁻→NO₂)으로 진행되고, 따라서 NO_x-OR 촉매(11a) 중의 질산 이온(NO₃⁻)은 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 NO₂ 형태로 방출된다. 즉, 유입하는 배기 가스의 산소 농도가 저하되고, 즉, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박에서 리치로 변화될 때, NO_x는 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 방출된다. 이 때, NH₃, HC 및 CO 등의 환원제가 NO_x-OR 촉매(11a) 내에 존재하는 경우, NO_x는 NH₃, HC 및 CO에 의해 환원 및 정화된다.

상기한 바와 같이, 흡장 물질(11)은 대량의 NO_x가 배기 가스 정화 촉매(14)로 유입되는 것을 방지하고, 내부에 유입하는 모든 NO_x를 반드시 흡장시킬 필요는 없다. 따라서, NO_x-OR 촉매(11a)는 비교적 적은 부피이다.

다른 한편, 배기 가스 정화 촉매(14)는 유입하는 NO_x 및 NH₃를 동시에 정화시키기 위한 것이고, NH₃ 흡수 기능을 반드시 갖지는 못한다. 그러나, 본 실시예에서, 배기 가스 정화 촉매(14)는 1이고, 배기 가스 정화 촉매(10)는 NH₃-AO 촉매로서 간단히 표현되는 NH₃ 흡수 및 산화 촉매(14a)로 구성되고, NH₃의 흡수 및 제거 기능 및 촉매 기능 모두를 갖는다. NH₃-AO 촉매(14a)는 그 위에 구리(Cu)를 수반하는 제올라이트(Cu 제올라이트 촉매), 그 위에 구리(Cu) 및 백금(Pt)을 수반하는 제올라이트(Pt-Cu 제올라이트 촉매), 및 그 위에 철(Fe)을 수반하는 제올라이트 등의 이른바 제올라이트 탈질산 촉매로 구성되고, 이는 기질의 표면에 수반된다. 대안으로, NH₃-AO 촉매(14a)는 제올라이트, 실리카, 실리카-알루미나, 및 티타니아 등의 고체 산으로 구성될 수 있고, 철(Fe) 및 구리(Cu) 등의 전이 금속 또는 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 이리듐(Ir) 및 로듐(Rh) 등의 귀금속 또는 이들중 최소한 둘의 조합물을 수반한다. 또 다른 대안으로, 배기 가스 정화 촉매(14)는 최소한의 귀금속을 수반하는 촉매(귀금속 촉매) 또는 귀금속 촉매 및 NH₃-AO 촉매의 조합물로 구성될 수 있다.

NH₃-AO 촉매(14a)는 유입하는 배기 가스 중의 NH₃를 흡수하고, 유입하는 배기 가스 내의 NH₃ 농도가 보다 낮아질 때, 또는 유입하는 배기 가스가 NO_x를 포함할 때 흡수된 NH₃를 제거한다. 이 때, NH₃-AO 촉매(14a)가 산화 분위기 하에 존재하는 경우, 즉, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박한 경우, NH₃-AO 촉매(14a)는 이로부터 제거된 모든 NH₃를 산화시킨다. 또는, 유입하는 배기 가스는 NH₃ 및 NO_x 모두를 포함하는 경우, NH₃는 NH₃-AO 촉매(14a) 상의 NO_x에 의해 산화된다. 이러한 경우, NH₃ 산화 기능은 부분적으로 불명료하지만, NH₃ 산화는 하기 반응식(7) 내지 (10)에 따라 발생하는 것으로 생각할 수 있다, 즉:



탈질산 반응인 반응식(9) 및 (10)은 산화 반응(7) 및 (8)에서 생성된 NO_x 및 NH₃-AO 촉매(14a) 내에 흐르는 배기 가스 내의 NO_x 모두를 환원시킨다. 대안으로, 배기 가스 정화 촉매(14) 및 상호 분리된 흡수제가 제공될 수 있고, 흡수제는 촉매(14) 아래에 배열될 수 있음에 주의해야 한다.

NH₃ 정화 촉매(16)는 예를 들면 기질의 표면에 형성된 알루미나 층 상에 수반된 철(Fe) 및 구리(Cu) 등의 전이 금속 또는 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 이리듐(Ir) 및 로듐(Rh) 등의 귀금속으로 구성된다. NH₃ 정화 촉매(16)는 이 촉매(12)가 산화 분위기 하에 있는 경우, 즉, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박한 경우, 유입하는 배기 가스 내의 NH₃를 정화하거나 또는 용해시킨다. 이러한 경우에, 상기 산화 및 탈질산 반응(7) 내지 (10)은 촉매(12) 내에서 발생함으로써, NH₃는 정화 또는 용해된다. 본 실시예 및 아래 기재하는 실시예에서, NH₃-AO 촉매(14a)로부터 배출된 NH₃의 양은 기본적으로 0으로 유지되지만, NH₃ 정화 촉매(16)는 NH₃가 유입하는 배기 가스 내에 포함된 경우조차 NH₃가 주변 공기로 방출되는 것을 방지한다.

도 1에 나타난 엔진에서, 연료 주입 시간(TAU)은 하기 반응식을 사용하여 산출한다:

$$\text{TAU} = \text{TB} \cdot ((\text{A/F})\text{S}/(\text{A/F})\text{T}) \cdot \text{FAF}$$

TB는 화학양론적인 공연비 (A/F)S와 동일한 각각의 실린더의 엔진 공연비를 만들기에 적절한 기본 연료 주입 시간을 나타내고, 하기 반응식을 사용하여 산출한다:

$$\text{TB} = (\text{Q/N}) \cdot \text{K}$$

여기서, Q는 흡입 공기량을 나타내고, N은 엔진 속도를 나타내며, K는 상수를 나타낸다. 따라서, 기본

연료 주입 시간(TB)은 단위 엔진 속도당 흡입 공기량과 상수의 곱이다.

(A/F)T는 엔진 공연비를 조절하기 위한 타겟 값을 나타낸다. 타겟 값 (A/F)T는 화학양론적 공연비에 대하여 엔진 공연비를 희박하게 만들도록 더 커지고, 연료 주입 시간(TAU)은 보다 단축됨으로써 주입될 연료의 양은 감소된다. 타겟 값 (A/F)T는 화학양론적 공연비에 대하여 엔진 공연비를 리치하게 만들도록 더 작아지고, 연료 주입 시간(TAU)은 보다 연장됨으로써 주입될 연료의 양은 증가된다. 본 실시예에서, 제2 실린더 군(1b)의 실린더에 대한 타겟 값들은 서로 동일해지는 것에 주의해야 한다.

FAF는 타겟 값 (A/F)T과 동일한 실제 엔진 공연비를 만들기 위한 피드백 정정 계수를 나타낸다. 제1 실린더 군(1a)의 실린더, 즉, 제1 실린더(#1)에 대한 연료 주입 시간(TAU)을 산출할 때, FAFA는 피드백 정정 계수(FAF)로서 기억되고, 제2 실린더 군(1b)의 각각의 실린더, 즉, 제2, 제3 및 제4 실린더에 대한 연료 주입 시간(TAU)을 산출할 때, FAFB는 피드백 정정 계수(FAF)로서 기억된다. 피드백 정정 계수(FAFA 및 FAFB)는 공연비 센서(29 및 30)로부터 출력 신호 각각에 기초하여 주로 결정된다. 배출 덕트(7)를 통해 흐르고, 센서(29)에 의해 검출된 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제1 실린더 군(1a)의 엔진 공연비에 따른다. 센서(29)에 의해 검출된 배기 가스 공연비는 제1 실린더 군(1a)을 위한 타겟 값 (A/F)T에 대해 희박해지고, 피드백 정정 계수(FAFA)는 더 커짐으로써 주입될 연료의 양이 증가된다. 센서(29)에 의해 검출된 배기 가스 공연비가 제1 실린더 군(1a)을 위한 타겟 값 (A/F)T에 대해 리치할 때, FAFA는 보다 작아짐으로써 주입될 연료의 양은 감소한다. 이러한 방식으로, 제1 실린더 군(1a)의 실제 엔진 공연비는 제1 실린더 군(1a)을 위한 타겟 값 (A/F)T와 동일해진다.

또한, 배기 매니폴드(10)를 통해 흐르고, 센서(30)에 의해 검출되는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제2 실린더 군(1b)의 엔진 공연비에 따른다. 센서(30)에 의해 검출된 배기 가스 공연비가 제2 실린더 군(1b)을 위한 타겟 값 (A/F)T에 대해 희박해질 때, 피드백 정정 계수(FAFB)는 더 커짐으로써, 주입될 연료의 양이 증가된다. 센서(30)에 의해 검출된 배기 가스 공연비가 제2 실린더 군(1b)을 위한 타겟 값 (A/F)T에 대해 리치해질 때, FAFB는 더 작아짐으로써, 주입될 연료의 양이 감소된다. 이러한 방식으로, 제2 실린더 군(1b)의 실제 엔진 공연비는 제2 실린더 군(1b)에 대한 타겟 값 (A/F)T과 동일해진다. 피드백 정정 계수(FAFA 및 FAFB)는 각각 약 1.0 근처에서 변동되는 것에 주의한다.

공연비 센서(31 및 32)는 타겟 값과 동일한 실제 엔진 공연비를 보다 정밀하게 하기 위한 것이다. 즉, 센서(31 및 32)는 센서(29 및 30)의 열화로 인해 대응하는 타겟 값 (A/F)T으로부터 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)의 엔진 공연비의 편차를 보상하기 위한 것이다. 각각의 센서(29, 30, 31 및 32)로서, 광범위한 범위의 배기 가스 공연비에 걸쳐 배기 가스 공연비에 대응하는 출력 전압을 발생시키는 공연비 센서로부터 적절히 선택된 센서 및 그의 출력 전압이 검출하는 배기 가스 공연비가 화학양론적 공연비에 걸쳐 증가 또는 감소할 때 극적으로 변화하는 Z-출력형 산소 농도 센서가 사용될 수 있다.

도 1에 나타난 엔진에서, 2차 공기 공급 장치(18) 이외에 배기 통로 내에 2차 연료 또는 2차 공기를 공급하기 위한 장치가 존재하지 않는다. 따라서, TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제1 실린더 군(1a)의 엔진 공연비에 따르고, NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제2 실린더 군(1b)의 엔진 공연비에 따른다. 이에 반하여, 2차 공기 공급 장치(18) 아래 부분의 배기 통로에서, 배기 가스 공연비는 2차 공기의 공급이 중단될 때 모든 실린더로 공급된 연료의 전체 양에 대해 모든 실린더로 공급된 공기의 전체 양의 비율에 따르고, 2차 공기가 공급될 때의 그 비율에 대해 희박해진다.

다음으로, 본 실시예에서 배기 가스 정화 방법은 도 3 및 도 4를 참조하여 설명할 것이다.

본 실시예에서, TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 기본적으로 희박해진다. 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해질 때, TW 촉매(8a)는 유입하는 NO_x의 일부를 변환시킨다. 이어서, TW 촉매(8a) 내에서 합성된 NH₃는 연결 덕트(13)를 통해 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐른다. 다른 한편, NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해질 때, 유입하는 배기 가스 내의 대부분의 NO_x는 NO_x-OR 촉매(11a) 내에서 흡장되고, 나머지 NO_x는 흡장되지 않고 NO_x-OR 촉매(11a)를 통해 통과된다. 이어서, NO_x는 연결 덕트(13)를 통해 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐른다.

NH₃-AO 촉매(14a)로는 TW 촉매(8a)로부터 배출된 배기 가스 및 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 배출된 것이 혼합된다. NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 본 실시예에서 희박하게 유지되고, 따라서, NO_x 및 NH₃는 NH₃-AO 촉매(14a) 상에서 상기 반응식(7) 내지 (10)에 따라 정화된다. 따라서, NO_x 및 NH₃는 주변 공기로 방출되는 것이 방지된다. TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때, 연소되지 않은 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO), 또는 수소(H₂)는 TW 촉매(8a)를 통해 통과할 수 있고, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐를 수 있음에 주의해야 한다. HC, CO 등은 환원제로서 뿐만 아니라 NH₃로 작용하고, NH₃-AO 촉매(14a) 상의 NO_x의 일부를 환원시킨다. 그러나, NH₃의 환원 능력은 HC, CO 등의 능력보다 더 크고, 따라서 NO_x는 환원제로서 NH₃를 사용함으로써 신뢰할 정도로 정화될 수 있다.

상기한 바와 같이, TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제1 실린더 군(1a)의 엔진 공연비에 따른다. 따라서, TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 리치하게 하기 위해, 제1 실린더 군(1a)은 각각의 실린더의 엔진 공연비가 화학양론적 공연비 (A/F)S에 대해 리치한 리치 오퍼레이션을 수행한다. 다시 말해, 각각의 실린더의 엔진 공연비의 타겟 값 (A/F)T를 타겟 공연비라 칭하는 경우, 제1 실린더(#1)의 타겟 공연비 (A/F)T는 화학양론적 공연비 (A/F)S에 대해 리치해진 리치한 공연비 (A/F)R와 동일해짐으로써 TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 리치하게 한다.

또한, NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제2 실린더 군(1b)의 엔진 공연비에 따른다. 따라서, NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해지도록, 제2 실린더 군(1b)은 각각의 실린더의 엔진 공연비가 화학양론적 공연비 (A/F)S에 대해 희박해지는 린 오퍼레이션을 수행한다. 다시 말해, 제2, 제3, 및 제4 실린더 각각의 타겟 공연비 (A/F)T는 (A/F)S에 대해 희박해진

희박한 공연비 (A/F)_R와 동일해짐으로써 NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 한다.

TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 리치하게 하기 위해, 배출 덕트(7)로 2차 연료를 공급하기 위한 2차 연료 공급 장치가 제공될 수 있고, 제1 실린더 군(1a)이 린 오퍼레이션을 수행하는 동안 2차 연료를 공급할 수 있음에 주의 해야 한다. 또한, NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 하기 위해, 배기 매니폴드(10)로 2차 공기를 공급하기 위한 2차 공기 공급 장치가 제공될 수 있고, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행하는 동안 2차 공기를 공급할 수 있음에 주의 해야 한다.

희박한 공연비 (A/F)_L 및 리치한 공연비 (A/F)_R는 각각 엔진 작동 조건에 따라 변화하도록 설정될 수 있다. 그러나, 본 실시예에서, 엔진 작동 조건과 무관하게, 희박한 공연비 (A/F)_L는 약 18.5로 일정하게 설정되고, 리치한 공연비 (A/F)_R는 약 13.8로 일정하게 설정된다. 따라서, 제1 실린더의 타겟 공연비 (A/F)_T는 약 18.5로 일정하게 유지되고, 제2, 제3 및 제4 실린더 각각의 그것은 약 13.8로 일정하게 유지된다. 상기 방식으로 희박한 공연비 (A/F)_L 및 리치한 공연비 (A/F)_R를 설정함으로써, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 2차 공기 공급 장치(18)의 공급 없이 희박하게 유지된다. 또한, 리치한 공연비 (A/F)_R를 약 13.8로 설정함으로써 대량의 NH₃가 TW 촉매(8a) 내에서 합성된다.

실린더가 린 오퍼레이션을 수행하는 경우, 연료 소비율이 저하된다. 따라서, 제2 실린더 군(1b)이 본 실시예에서 린 오퍼레이션을 수행할 때, 엔진(1)의 연료 소비율은 배기 가스를 충분히 정화시키면서 저하될 수 있다. 특히, 도 1에 나타낸 엔진에서, 제2 실린더 군(1b)의 수는 엔진(1)의 전체 실린더 수보다 더 커지고, 따라서 연료 소비율이 배기 가스를 충분히 정화시키면서 더욱더 저하될 수 있다.

제2 실린더 군(1b)의 실린더 수효가 더 커짐에 따라, 즉, 린 오퍼레이션을 수행하는 실린더의 수효가 더 커짐에 따라, 연료 소비율이 보다 낮아진다. 그러나, 제2 실린더 군(1b)의 실린더 수효가 더 커짐에 따라, 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 NO_x의 양은 보다 커진다. 이와 같이 많은 양의 NO_x가 NH₃-AO 촉매(14a)에 직접적으로 도입되는 경우, 즉, NO_x-OR 촉매(11a)와 접촉하지 않는 경우, 이와 같이 대량의 NO_x를 정화하기 위해 요구되는 NH₃가 NH₃-AO 촉매(14a)에 공급되지 않는 경우가 존재할 수 있기 때문에, NO_x는 환원되지 않고 NH₃-AO 촉매(14a)로부터 방출될 수 있다. 즉, NO_x의 양은 NH₃-AO 촉매(14a)에서 NH₃의 양을 초과할 수 있다. 특히, 제2 실린더 군(1b)의 실린더 수효가 더 커짐에 따라, 제1 실린더 군(1a)의 수효는 보다 적어지고, 제1 실린더 군(1a)으로부터 배출된 NO_x의 양은 보다 적어진다. 결과적으로, 제2 실린더 군(1b)의 실린더 수효가 더 커짐에 따라, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NH₃의 양은 보다 적어진다. 따라서, 이러한 경우에, NO_x의 양이 NH₃-AO 촉매(14a)에서 NH₃의 양을 초과하는 확률이 크다.

따라서, 본 실시예에서, 제2 실린더 군(1b)으로부터 배기 가스는 NO_x-OR 촉매(11a)로 도입됨으로써 NO_x-OR 촉매(11a) 내의 대부분의 NO_x를 흡장시키고, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NO_x의 양을 억제함으로써, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NO_x의 양은 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NH₃에 의해 정화될 수 있는 NO_x의 양을 초과하는 것을 방지한다. 다시 말해, NO_x의 양은 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NH₃에 의해 정화될 수 있는 NO_x의 양과 동일해지거나 또는 더 작아진다. 결과적으로, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 실질적으로 모든 NO_x가 충분히 정화된다.

NH₃ 및 NO_x와 반응하도록 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NH₃의 양 및 NO_x의 양 중의 하나 또는 모두를 어떠한 초과 및 어떠한 결핍도 없이 조절하는 경우, NH₃-AO 촉매(14a)로부터 흘러나오는 NH₃ 및 NO_x는 없다. 그러나, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NH₃의 양 및 NO_x의 양 중의 하나 또는 모두를 정확하게 조절하기는 곤란하다. 이에 반하여, 본 실시예에서, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NO_x의 양은 단지 억제되고, 따라서, 장치의 조절 능력 및 구조는 단순화된다.

다른 한편, NO_x-OR 촉매(11a)가 열화되고, 흡장 능력이 저하될 때, 또는 NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 NO_x의 양 또는 농도가 광범위하게 증가될 때, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때조차 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 NO_x의 바람직하지 못한 누설이 발생할 수 있다. 그러나, 누설된 NO_x는 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르고, NH₃에 의해 감소된다. 따라서, NO_x-OR 촉매(11a)로부터 NO_x의 바람직하지 못한 누설이 발생하는 경우조차, NO_x가 주변 공기로 방출되는 것이 방지된다.

NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NH₃의 양이 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NO_x의 양을 초과할 때, 과량의 NH₃가 NH₃-AO 촉매(14a) 내에 흡수된다. 따라서, NH₃는 주변 공기로 방출되는 것이 방지된다. 또한, 본 실시예에서, NH₃ 정화 촉매(16)는 NH₃-AO 촉매(14a)의 아래 부분에 배열된다. 따라서, NH₃가 흡수되지 않고, NH₃-AO 촉매(14a)로부터 흘러나오는 경우, NH₃는 NH₃ 정화 촉매(16) 상에서 정화된다. 이러한 방식으로, NH₃는 주변 공기로 방출되는 것이 신뢰할 정도로 방지된다. 상기 배기 가스 정화 방법을 도 3에 개략적으로 예시한다.

제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 연속적으로 수행하는 경우, 연료 소비율은 추가로 감소된다. 그러나, 제2 실린더 군(1b)이 연속적으로 린 오퍼레이션을 수행하는 경우, NO_x-OR 촉매(11a)의 흡장 능력은 저하된다. NO_x-OR 촉매(11a)가 NO_x로 포화되는 경우, 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 비교적 많은 양의 NO_x는 NH₃-AO 촉매(14a)로 직접적으로 흐른다. 다른 한편, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해지는 경우, NO_x-OR 촉매(11a)는 상기한 바와 같이 그로부터 흡장된 NO_x를 방출한다. 따라서, 본 실시예에서, NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 흡장된 NO_x

를 방출하기 위해 일시적으로 리치하게 변화됨으로써, 이 촉매(11a)가 NO_x 로 포화되는 것이 방지된다. 따라서, NO_x -OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 교대로 및 반복적으로 희박해지고 리치해진다.

NO_x -OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 일시적으로 리치하게 하기 위해, NO_x -OR 촉매(11a)로 2차 연료를 공급하기 위한 2차 연료 공급 장치가 제공될 수 있고, 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행하는 동안 일시적으로 2차 연료를 공급할 수 있다. 그러나, 상기한 바와 같이, NO_x -OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제2 실린더 군(1b)의 엔진 공연비에 따른다. 따라서, 본 실시예에서, 제2 실린더 군(1b)은 일시적으로 리치 오퍼레이션을 수행함으로써, NO_x -OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 일시적으로 리치하게 한다. 즉, 제2 실린더 군(1b)의 타겟 공연비(A/F)_T는 리치한 공연비(A/F)_{RR}로 일시적으로 설정된다. 리치한 공연비(A/F)_{RR}는 임의의 공연비로 설정될 수 있지만, 본 실시예에서는 엔진의 작동 조건과 무관하게 약 13.8로 설정된다. 따라서, 제2 실린더 군(1b)은 교대로 또한 반복적으로 린 오퍼레이션 및 리치 오퍼레이션을 수행한다.

NO_x -OR 촉매(11a)로부터 방출된 NO_x 및 제2 실린더 군(1b)이 오퍼레이션을 수행할 때 제2 실린더 군(1b)으로부터 NO_x -OR 촉매(11a)로 흐르는 NO_x 의 대부분은 이 촉매(11a)로 흐르는 HC 및 CO 및 이 촉매(11a)에서 합성된 NH_3 에 의해 NO_x -OR 촉매(11a) 상에서 환원된다. 즉, NO_x -OR 촉매(11a)는 상기 촉매 성분들에 나타낼 수 있는 바와 같이, 예를 들면 3웨이 촉매에 바륨을 첨가함으로써 생산된 촉매이다. 따라서, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때, NO_x -OR 촉매(11a)는 이 촉매(11a) 상의 NO_x 를 NH_3 로 변환시킨다. NH_3 는 NO_x -OR 촉매(11a) 상의 NO_x 를 즉각적으로 환원시키거나, 또는 NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐른다.

제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때 NO_x -OR 촉매(11a)로부터 흘러나오는 소량의 NO_x 는 이어서 NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐른다.

제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행하고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해질 때, 흡장된 NO_x 는 NO_x -OR 촉매(11a)로부터 거의 한 번에 방출된다. 그러나, 배기 가스 공연비가 리치한 배기 가스가 NO_x -OR 촉매(11a)로 흐른 직후에, 환원제의 양은 NO_x -OR 촉매(11a) 상에서 여전히 적고, 따라서, NO_x -OR 촉매(11a) 상의 NO_x 의 일부는 환원되지 않고 이 촉매(11a)로부터 새어나온다. 또한, 본 발명의 발명자들은 CO, CO_2 , H_2O 등이 존재하지 않을 때, NO_2 형태의 NO_x 는 NH_3 와 용이하게 반응하지만, O_2 가 존재하지 않는 한, NO 형태의 NO_x 는 NH_3 와 거의 반응하지 않는다. 상기한 바와 같이, NO_x 는 NO_2 형태의 NO_x -OR 촉매(11a)로부터 방출된다. 그러나, NO_2 가 NO_x -OR 촉매(11a) 상의 NO로 변환되는 경우, 이 촉매(11a) 상의 산소 농도는 이 때에 매우 낮기 때문에, NO는 NO_2 로 거의 변환되지 않는다. 상기한 바와 같이, NO는 NH_3 와 거의 반응하지 않는다. 따라서, NO 형태의 NO_x 는 NO_x -OR 촉매(11a)로부터 역시 새어나온다.

제2 실린더 군(1b)의 리치 오퍼레이션의 시작시에 NO_x -OR 촉매(11a)로부터 새어나오는 NO_x 의 양은 흡장된 NO_x 의 양이 보다 많아짐에 따라, 이 촉매(11a)의 온도가 보다 높아짐에 따라, 또한 리치한 공연비(A/F)_{RR}가 보다 많아짐에 따라, 보다 많아지고, 즉, 화학양론적 공연비(A/F)_S에 근접하게 됨에 주의해야 한다.

제2 실린더 군의 리치 오퍼레이션의 시작시에 NO_x -OR 촉매(11a)로부터 새어나오는 NO_x 는 NH_3 -AO 촉매(14a)로 역시 흐른다.

제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행하는 경우, NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비가 리치해지고, 따라서 이 촉매(14a)는 산화 분위기에 존재하지 않기 때문에 NH_3 가 이로부터 제거되거나 또는 TW 촉매(8a)로부터 공급되는 경우 조차, NO_x 는 NH_3 -AO 촉매(14a) 내에서 충분히 환원될 수 있다. 따라서, TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비가 희박해지도록 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행해야 할 때 희박해짐으로써, NH_3 -AO 촉매(14a)는 산화 분위기 하에 유지된다. 따라서, TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 교대로 및 반복적으로 리치하고, 희박해진다.

TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 일시적으로 희박하게 하기 위해, TW 촉매(8a)로 2차 연료를 공급하기 위한 2차 공기 공급 장치가 제공될 수 있고, 제1 실린더 군(1a)이 리치 오퍼레이션을 수행하는 동안 2차 공기를 일시적으로 공급할 수 있다. 그러나, 상기한 바와 같이, TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제1 실린더 군(1a)의 엔진 공연비에 따른다. 따라서, 본 실시예에서, 제1 실린더 군(1a)은 일시적으로 린 오퍼레이션을 수행함으로써, TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 일시적으로 희박하게 한다. 즉, 제1 실린더 군(1a)의 타겟 공연비(A/F)_T는 희박한 공연비(A/F)_{LL}로 일시적으로 설정된다. 희박한 공연비(A/F)_{LL}는 임의의 공연비로 설정될 수 있지만, 본 실시예에서는 엔진의 작동 조건과 무관하게 약 18.5로 설정된다. 따라서, 제1 실린더 군(1a)은 교대로 또한 반복적으로 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션을 수행한다.

제1 실린더 군(1a)이 린 오퍼레이션을 수행할 때, 유입하는 배기 가스 중의 NO_x 는 TW 촉매(8a)를 통해 통과한다. 즉, 유입하는 NO_x 는 NH_3 또는 N_2 로 변환되지 않고 흐른다. 이어서, NO_x 는 NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐른다. 이 때, 유입하는 배기 가스 내의 NH_3 농도는 낮아지거나 또는 NO_x 를 포함하고, 따라서, NH_3 는 NH_3 -AO 촉매(14a)로부터 제거된다. 이 때, NH_3 -AO 촉매(14a)는 산화 분위기 하에 있고, 따라서 제거된 NH_3 는 유입하는 배기 가스 내의 NO_x 를 환원 및 정화시킨다. 따라서, 제1 실린더 군(1a)이 린 오퍼레이션을 수행

하고, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때, $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스 중의 NO_x 및 NH_3 가 정화된다. NO 형태의 NO_x 는 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(14a) 내에서 역시 충분히 정화되는 것에 주의해야 한다.

제1 실린더 군(1a)이 린 오퍼레이션을 수행하고, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(14a)로부터 제거된 NH_3 의 양이 유입하는 NO_x 를 환원시키기 위해 요구되는 양을 초과하는 경우조차, 과량의 NH_3 는 다음 NH_3 정화 촉매(16) 내에서 정화 또는 용해된다. 따라서, NH_3 가 주변 공기로 방출되는 것이 방지된다. 이러한 경우의 배기 가스 정화 방법은 도 4에 예시되어 있다.

상기한 바와 같이, 제1 실린더 군(1a)의 리치 오퍼레이션이 일시적으로 중단될 때, TW 촉매(8a)의 NH_3 흡성 역시 일시적으로 중단되고, $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(14a)로의 NH_3 의 흐름이 일시적으로 중단된다. 결과적으로, 흡수된 NH_3 는 제1 실린더 군(1a)이 린 오퍼레이션을 수행하게 함으로써 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(14a)로부터 제거된다. 따라서, 제1 실린더 군(1a)이 린 오퍼레이션을 수행하게 함으로써, $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(14a)의 NH_3 흡수 능력 역시 보장된다.

희박한 공연비 (A/F)LL 및 리치한 공연비 (A/F)RR는 연결 덕트(13)를 통해 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비가 희박해지도록 설정된다. 그러나, $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비가 트랜지션 엔진 오퍼레이션에서 리치해지는 경우가 존재할 수 있다. 따라서, $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비를 엔진 오퍼레이션 조건과 무관하게 희박하거나 또는 화학양론적으로 만들기 위해, 도 1에 나타난 엔진은 2차 공기 공급 장치(18)를 포함한다. 2차 공기 공급 장치(18)는 2차 공기를 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(14a)에 연속적으로 또는 간헐적으로 공급한다.

$\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a)가 포화되는 것으로부터 방지되는 한, 어떠한 방법이라도 제1 실린더 군(1a) 및 제2 실린더 군(1b)의 오퍼레이션들이 리치 및 린 오퍼레이션 간에서 변화되는 타이밍을 결정하도록 적용될 수 있다. 본 실시예에서, 이러한 오퍼레이션 변화 조절은 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a) 내에 흡장된 NO_x 의 양에 따라 수행된다. 즉, 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 가 얻어지고, 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 이 소정의 상위 임계량 $UT(\text{NO}_x)$ 보다 더 커질 때, 제1 실린더 군(1a)의 오퍼레이션은 리치한 상태에서 희박한 상태로 변화되고, 제2 실린더 군(1b)의 오퍼레이션은 희박한 상태에서 리치한 상태로 변화된다. 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 이 소정의 하위 임계량 $LT(\text{NO}_x)$ 보다 더 작아질 때, 제1 실린더 군(1a)의 오퍼레이션은 희박한 상태에서 리치한 상태로 변화되고, 제2 실린더 군(1b)의 오퍼레이션은 리치한 상태에서 희박한 상태로 변화된다.

흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 이 상기한 바와 같이 상위 임계량 $UT(\text{NO}_x)$ 보다 더 커지거나, 또는 하위 임계량 $LT(\text{NO}_x)$ 보다 작아질 때, 제1 실린더 군(1a) 및 제2 실린더 군(1b)의 오퍼레이션들의 변화는 오퍼레이션 변화의 빈도를 감소시킬 수 있다.

도 5는 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a) 내의 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 및 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)을 위한 타겟 공연비를 예시하는 대조 연표를 나타낸다. 도 5에서, 시간(0)은 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)이 각각 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션을 시작하는 시간을 나타낸다. 제1 실린더 군(1a)이 리치한 공연비 (A/F)R인 타겟 공연비 (A/F)T에 따라 리치 오퍼레이션을 수행하고, 제2 실린더 군(1b)이 희박한 공연비 (A/F)L인 타겟 공연비 (A/F)T에 따라 린 오퍼레이션을 수행할 때, 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 이 보다 커지고, 시점(a)에서 상위 임계량 $UT(\text{NO}_x)$ 보다 더 커진다. $S(\text{NO}_x) > UT(\text{NO}_x)$ 일 때, 제1 실린더 군(1a)을 위한 타겟 공연비 (A/F)T는 희박한 공연비 (A/F)LL로 설정되고, 제2 실린더 군(1b)에 대한 그것은 리치한 공연비 (A/F)RR로 설정된다. 결과적으로, 흡장된 NO_x 가 방출되고, 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 은 보다 적어진다. 시점(b)에서, 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 이 하위 임계량 $LT(\text{NO}_x)$ 보다 더 적고, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)을 위한 타겟 공연비 (A/F)T가 다시 리치한 공연비 (A/F)R 및 희박한 공연비 (A/F)L로 각각 설정된다.

$\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a) 내에서 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 을 직접적으로 발견하기는 곤란하다. 따라서, 본 실시예에서, 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 은 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a)로 흐르는 NO_x 의 양, 즉 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 NO_x 의 양 및 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a)를 통해 통과하는 NO_x 의 양 $F(\text{NO}_x)$ 에 기초하여 산출된다. 이러한 경우에, $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a)로 흐르는 NO_x 의 양을 검출하기 위한 센서는 예를 들면 제2 실린더 군(1b)과 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a) 간의 배기 매니폴드(10) 내에 배열될 수 있다. 그러나, $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a)로 흐르는 NO_x 의 양은 엔진의 작동 조건에 기초하여 발견될 수 있다. 즉, 엔진 속도(N)가 보다 빨라짐에 따라, 단위 시간당 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 NO_x 양은 보다 많아지고, 따라서, 단위 시간당 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a)로 흐르는 NO_x 의 양은 보다 많아진다. 또한, 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 배기 가스량은 더 많아지고, 연소 온도는 엔진 로드 Q/N(흡입 공기량 Q/엔진 속도 N)가 보다 커짐에 따라 보다 높아지고, 따라서 단위 시간당 TW 촉매(8a)로 흐르는 NO_x 의 양은 엔진 로드 Q/N가 보다 커짐에 따라 보다 커진다.

도 6a는 실험에 의해 얻어진, 단위 시간당 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 NO_x 의 양 $Q_b(\text{NO}_x)$, 엔진 로드 Q/N, 및 일정한 희박한 공연비 (A/F)L를 갖는 엔진 속도 N 간의 관계를 예시한다. 도 6a에서, 곡선들은 동일한 NO_x 의 양을 나타낸다. 도 6a에 나타난 바와 같이, 배출된 NO_x 의 양 $Q_b(\text{NO}_x)$ 은 엔진 로드 Q/N가 보다 커지고, 엔진 속도 N가 보다 빨라짐에 따라 보다 커진다. 배출된 NO_x 양 $Q_b(\text{NO}_x)$ 은 도 6b에 나타난 맵의 형태로 미리 ROM(22)에 저장되는 것에 주의해야 한다.

$\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a)를 통해 통과하고 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(14a)로 흐르는 NO_x 의 양 $F(\text{NO}_x)$ 을 검출하기 위해, $\text{NO}_x\text{-OR}$

촉매(11a)와 NH₃-AO 촉매(14a) 사이의 연결 덕트(13) 내에 센서가 배열될 수 있다. 그러나, 유입하는 NO_x의 양 F(NO_x)은 NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 NO_x의 양, 즉 배출된 NO_x의 양 Qb(NO_x), 및 NO_x-OR 촉매(11a) 내의 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)에 기초하여 발견할 수 있다.

도 7a는 단위 시간당 NO_x-OR 촉매(11a)를 통해 흐르는 NO_x의 양 F(NO_x)의 실험 결과를 예시한다. 도 7a에서, 곡선들은 동일한 NO_x의 양을 나타낸다. 도 7a에 나타난 바와 같이, 통과한 NO_x의 양 F(NO_x)은 배출된 NO_x의 양 Qb(NO_x)이 보다 많아짐에 따라 보다 커지고, F(NO_x)는 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)이 보다 많아짐에 따라 보다 커진다. 통과한 NO_x 양 F(NO_x)는 도 7b에 나타난 맵의 형태로 미리 ROM(22)에 저장되는 것에 주의해야 한다.

즉, 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행할 때, 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)은 단위 시간당 Qb(NO_x)-F(NO_x)에 의해 증가한다. 따라서, 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행할 때, 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)는 하기 수학적식을 사용하여 산출한다:

$$S(NO_x) = S(NO_x) + \{Qb(NO_x) - F(NO_x)\} \cdot \Delta na$$

여기서, Δna는 Qb(NO_x) 검출의 시간격을 나타낸다. 따라서, {Qb(NO_x) - F(NO_x)} · Δna는 현재의 검출이 이루어질 때까지 Qb(NO_x)의 최종 검출로부터 NO_x-OR 촉매(11a) 내에 흡장된 NO_x의 양을 나타낸다.

도 8a는 실험에 의해 얻어진, 단위 시간당 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 방출된 NO_x의 양 D(NO_x)을 예시한다. 도 8a에서, 실선 곡선은 NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 온도(TNC)가 높은 경우를 나타내고, 파선 곡선은 배기 가스의 온도(TNC)가 낮은 경우를 나타낸다. 배기 가스의 온도(TNC)는 NO_x-OR 촉매(11a)의 온도를 나타낸다. 더욱이, 도 8a에서, TIME은 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 시작하는 시점, 즉, NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박한 상태에서 리치한 상태로 변화되는 시점을 나타낸다. NO_x-OR 촉매(11a) 내의 NO_x의 분해율은 이 촉매(11a)의 온도가 높아짐에 따라 보다 높아진다. 따라서, 배기 가스 온도(TNC)가 도 8a에 실선으로 나타난 바와 같이 높을 때, 대량의 NO_x가 단기간 내에 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 방출되는 반면, TNC가 낮을 때, 도 8a에 파선으로 나타난 바와 같이, 소량의 NO_x가 방출된다. 다시 말해, 단위 시간당 방출된 NO_x의 양은 배기 가스의 온도(TNC)가 높아짐에 따라 보다 많아진다. 방출된 NO_x의 양 D(NO_x)은 도 8b에 나타난 바의 맵의 형태로 미리 TNC 및 TIME의 함수로서 ROM(22)에 저장된다.

배기 가스의 온도(TNC)는 배기 통로 내에 배열된 온도 센서를 사용함으로써 검출될 수 있지만, TNC는 본 실시예에서 엔진 로드 Q/N 및 엔진 속도 N에 기초하여 추정된다. 즉, TNC는 실험에 의해 미리 얻어지고, 도 9에 나타난 바의 맵의 형태로 미리 ROM(22)에 저장된다

즉, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때, 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)은 단위 시간당 D(NO_x)에 의해 감소한다. 따라서, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때, 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)는 하기 수학적식을 사용하여 산출한다:

$$S(NO_x) = S(NO_x) - D(NO_x) \cdot \Delta nd$$

여기서, Δnd는 D(NO_x) 검출의 시간격을 나타낸다. 따라서, D(NO_x) · Δnd는 현재의 검출이 이루어질 때까지 D(NO_x)의 최종 검출로부터 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 방출된 NO_x의 양을 나타낸다.

NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해질 때, NO_x-OR 촉매(11a)로부터 흘러나오는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 흡장된 NO_x가 방출 및 환원될 때 실질적으로 화학양론적으로 되고, NO_x의 방출이 완료될 때 리치해지는 데 주의해야 한다. 따라서, NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해질 때, 배기 가스 공연비는 센서(32)에 의해 검출된 배기 가스 공연비가 실질적으로 화학양론적일 때 가능한 한 리치하게 유지되어야 하고, 센서(32)에 의해 검출된 배기 가스 공연비가 리치한 상태로 변화할 때 희박하게 변화될 수 있다.

엔진의 공연비가 18.5와 같이 매우 희박할 때 균일한 공기-연료 혼합물이 전체 연소실에 걸쳐 유포되는 경우, 스파크 플러그(도시하지 않음)가 공기-연료 혼합물을 점화시킬 수 없고, 공기-연료 혼합물이 매우 박충이기 때문에, 점화되지 않는 상황이 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 도 10에 나타난 엔진에서, 점화 가능한 공기-연료 혼합물이 연소실의 제한된 영역에 형성되고, 나머지는 공기만으로 또는 공기와 EGR 가스만으로 충전되고, 공기-연료 혼합물은 희박한 엔진 오퍼레이션이 수행되어야 할 때 스파크 플러그에 의해 점화된다. 이는 엔진 공연비가 매우 희박한 경우조차 엔진이 점화되지 않는 것을 방지한다. 대안으로, 점화되지 않는 상태는 연소실 내에 소용돌이 흐름을 형성하는 한편, 연소실 내에 균일한 공기-연료 혼합물을 형성함으로써 방지된다.

도 10은 상기한 바의 오퍼레이션 변화 조절을 실행하는 경로를 예시한다. 그 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다.

도 10을 참조하면, 먼저, 단계(40)에서, NO_x 방출 플래그가 설정되었는지 여부가 판단된다. 이 NO_x 방출 플래그는 린 오퍼레이션 및 리치 오퍼레이션이 제1 실린더 군(1a) 및 제2 실린더 군(1b) 각각에서 수행되어야 할 때를 설정하고, NO_x-OR 촉매(11a)로부터 NO_x를 방출하기 위해, 린 오퍼레이션 및 리치 오퍼레이션이 제1 실린더 군(1a) 및 제2 실린더 군(1b) 각각에서 수행되어야 할 때를 리셋한다. NO_x 방출 플래그가 리셋되는 경우, 루틴은 단계(41)로 진행되고, 여기서 Qb(NO_x)는 도 6b에 나타난 맵을 사용하여 산출된다.

다음 단계(41a)에서, $F(NO_x)$ 는 도 7b에 나타낸 맵을 사용하여 산출된다. 다음 단계(42)에서, NO_x-OR 촉매(11a) 내의 흡장된 NO_x 의 양 $S(NO_x)$ 은 하기 수학적식을 사용하여 산출한다:

$$S(NO_x) = S(NO_x) + \{Q_b(NO_x) - F(NO_x)\} \cdot \Delta n_a$$

여기서, Δn_a 는 현재의 처리 사이클이 될 때까지 최종 처리 사이클로부터 시간격을 나타낸다. 다음 단계(43)에서, 흡장된 NO_x 의 양 $S(NO_x)$ 이 상위 임계값 $UT(NO_x)$ 보다 더 큰지 여부가 판단된다. $S(NO_x) \leq UT(NO_x)$ 인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, $S(NO_x) \leq UT(NO_x)$ 인 경우, NO_x-OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 상당히 큰 것으로 판단되고, 따라서, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)는 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션을 각각 연속적으로 수행한다.

단계(43)에서 $S(NO_x) > UT(NO_x)$ 인 경우, 루틴은 단계(44)로 진행되고, 여기서 NO_x 방출 플래그가 설정되고, 이어서 처리 사이클이 종료된다. 즉, $S(NO_x) > UT(NO_x)$ 인 경우, NO_x 흡장 용량은 작게 되는 것으로 판단된다. 따라서, 제1 실린더 군(1a)은 리치 오퍼레이션을 종료하고, 린 오퍼레이션을 시작하며, 제2 실린더 군(1b)은 린 오퍼레이션을 종료하고, 리치 오퍼레이션을 시작한다.

이에 반하여, NO_x 방출 플래그가 설정되는 경우, 루틴은 단계(40)으로부터 단계(45)로 진행되고, 여기서 배기 가스의 온도(TNC)는 도 9에 나타낸 맵을 사용하여 산출된다. 다음 단계(46)에서, 제거된 $D(NO_x)$ 의 양은 하기 수학적식을 사용하여 산출한다:

$$S(NO_x) = S(NO_x) - D(NO_x) \cdot \Delta n_d$$

여기서, Δn_d 는 현재의 처리 사이클이 종료될 때까지 최종 처리 사이클로부터 시간격이다. 다음 단계(48)에서, 흡장된 NO_x 의 양 $S(NO_x)$ 이 하위 임계값 $LT(NO_x)$ 보다 더 작은지 여부가 판단된다. $S(NO_x) \geq LT(NO_x)$ 인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, $S(NO_x) \geq LT(NO_x)$ 인 경우, NO_x-OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 상당히 큰 것으로 판단되고, 따라서, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)는 린 오퍼레이션 및 리치 오퍼레이션 각각을 연속적으로 수행한다.

$S(NO_x) < LT(NO_x)$ 인 경우, 루틴은 단계(48)로 진행되고, NO_x 방출 플래그가 리셋되고, 이어서 처리 사이클이 종료된다. 즉, $S(NO_x) < LT(NO_x)$ 인 경우, NO_x-OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 충분히 크게 되는 것으로 판단된다. 따라서, 제1 실린더 군(1a)은 린 오퍼레이션을 종료하고, 리치 오퍼레이션을 시작하며, 제2 실린더 군(1b)은 리치 오퍼레이션을 종료하고, 린 오퍼레이션을 시작한다.

도 11은 연료 분사 시간(TAU)을 산출하기 위한 루틴을 예시한다. 이 루틴은 소정의 매 중단 크랭크 각에 의해 실행된다.

도 11을 참조하면, 먼저, 단계(60)에서, 기본적인 연료 분사 시간(TB)이 엔진 로드 Q/N 및 엔진 속도 N에 기초하여 하기 수학적식을 사용하여 산출된다:

$$TB = (Q/N) \cdot K$$

다음 단계(61)에서, 이러한 처리 사이클에서 산출될 연료 분사 시간(TAU)이 제1 실린더 군(1a)에 대한 것인지 또는 제2 실린더 군(1b)에 대한 것인지가 판단된다. TAU가 제1 실린더 군(1a), 즉, 제1 실린더(#1)에 대한 것인지 경우, 루틴이 단계(62)로 진행되고, 여기서 제1 실린더 군(1a)에 대한 피드백 정정 계수(Fafa)가 산출된다. 다음 단계(63)에서, Fafa는 FAF로서 메모리된다. 다음 단계(64)에서, 도 10에 나타낸 루틴에서 세트 또는 리세트되는 NO_x 방출 플래그가 세트되는지 여부가 판단된다. NO_x 방출 플래그가 세트된 경우, 즉, 린 오퍼레이션이 제1 실린더 군(1a)에서 수행되어야 하는 경우, 루틴은 단계(65)로 진행되고, 여기서 희박한 공연비 (A/F)_{LL}가 타겟 공연비 (A/F)_T로서 메모리된다. 본 실시예에서, 희박한 공연비 (A/F)_{LL}는 엔진 작동 조건과 무관하게 18.5로 일정하게 유지되고, 따라서 타겟 공연비 (A/F)_T는 단계(65)에서 18.5로 된다. 다음으로, 루틴은 단계(72)로 진행된다.

이에 반하여, NO_x 방출 플래그가 리세트되는 경우, 즉, 리치 오퍼레이션이 제1 실린더 군(1a)에서 수행되어야 하는 경우, 루틴은 단계(66)로 진행되고, 여기서 리치한 공연비 (A/F)_R가 타겟 공연비 (A/F)_T로서 메모리된다. 본 실시예에서, 리치한 공연비 (A/F)_R는 엔진 작동 조건과 무관하게 13.8로 일정하게 유지되고, 따라서 타겟 공연비 (A/F)_T는 단계(66)에서 13.8로 된다. 다음으로, 루틴은 단계(72)로 진행된다.

TAU가 단계(61)에서 제2 실린더 군(1b), 즉, 제2, 제3 및 제4 실린더들 중의 임의의 것에 대한 것인지 경우, 루틴이 단계(67)로 진행되고, 여기서 제2 실린더 군(1b)에 대한 피드백 정정 계수(FafB)가 산출된다. 다음 단계(68)에서, FafB는 FAF로서 메모리된다. 다음 단계(69)에서, NO_x 방출 플래그가 세트되는지 여부가 판단된다. NO_x 방출 플래그가 세트된 경우, 즉, 리치 오퍼레이션이 제2 실린더 군(1b)에서 수행되어야 하는 경우, 루틴은 단계(70)로 진행되고, 여기서 리치한 공연비 (A/F)_{RR}가 타겟 공연비 (A/F)_T로서 메모리된다. 본 실시예에서, 리치한 공연비 (A/F)_{RR}는 엔진 작동 조건과 무관하게 13.8로 일정하게 유지되고, 따라서 타겟 공연비 (A/F)_T는 단계(70)에서 13.8로 된다. 다음으로, 루틴은 단계(72)로 진행된다.

이에 반하여, NO_x 방출 플래그가 단계(69)에서 리세트되는 경우, 즉, 린 오퍼레이션이 제2 실린더 군(1b)에서 수행되어야 하는 경우, 루틴은 단계(71)로 진행되고, 여기서 희박한 공연비 (A/F)_L이 타겟 공연비 (A/F)_T로서 메모리된다. 본 실시예에서, 희박한 공연비 (A/F)_L는 엔진 작동 조건과 무관하게 18.5로 일정하게 유지되고, 따라서 타겟 공연비 (A/F)_T는 단계(71)에서 18.5로 된다. 다음으로, 루틴은 단계(72)로 진행된다.

단계(71)에서, 연료 분사 시간(TAU)은 하기 수학적식을 사용하여 산출한다:

$$TAU = TB \cdot ((A/F)_S / (A/F)_T) \cdot FAF$$

각각의 연료 인젝터(5)는 연료 분사 시간(TAU) 동안 연료를 주입한다.

선행 기술에서, NO_x -OR 촉매가 배기 통로에 존재하고; 엔진의 모든 실린더들이 린 오퍼레이션을 기본적으로 수행하고, 그로부터 NO_x 가 NO_x -OR 촉매 내에 흡장되고; 엔진이 일시적으로 리치 오퍼레이션을 수행함으로써 흡장된 NO_x 를 방출 및 환원시키는 공지된 배기 가스 정화 장치가 존재한다. 그러나, NO_x 흡장 용량이 보다 커진 흡장된 NO_x 용량 또는 NO_x -OR 촉매의 열화로 인해 적을 때, 또는 NO_x -OR 촉매로 흐르는 NO_x 의 양 또는 농도가 증가할 때, 유입하는 NO_x 의 일부가 NO_x -OR 촉매로부터 누출된다. 이어서, 누출된 NO_x 는 선행 기술 장치 내의 주변 공기로 방출된다.

이에 반하여, 본 실시예에서, NH_3 는 제1 실린더 군(1a)으로부터 NO_x 로부터 합성되어, NO_x -OR 촉매(11a) 아래 부분의 배기 통로에 공급된다. 따라서, NO_x 가 NO_x -OR 촉매로부터 누설되는 경우조차, NO_x 는 NH_3 에 의해 환원된다. 즉, 누설되는 NO_x 가 주변 공기로 방출되는 것이 방지된다.

다음으로, 도 1에 나타난 엔진에서 오퍼레이션 변화 조절의 다른 실시예를 설명할 것이다.

상기한 바와 같이, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)이 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션 각각을 수행할 때 생성된 과량의 NH_3 는 NH_3 -AO 촉매(14a) 내에 흡수된다. 따라서, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)이 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션을 수행하는 기간이 길어짐에 따라, 흡수된 NH_3 의 양이 더 많아진다. 그러나, NH_3 -AO 촉매(14a)가 NH_3 로 포화되는 경우, NH_3 는 NH_3 -AO 촉매(14a)로부터 흘러나온다. NH_3 는 하기 NH_3 정화 촉매(16) 중에서 정화될 있지만, NH_3 -AO 촉매(14a)로부터 흘러나오는 NH_3 의 양은 가능한 한 적은 것이 바람직하다. NH_3 -AO 촉매(14a)로부터 흘러나오는 NH_3 가 없는 경우, NH_3 정화 촉매(16)를 제공할 필요가 없다.

따라서, 본 실시예에서, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)의 오퍼레이션 변화 조절은 NH_3 -AO 촉매(14a) 내에 흡수된 NH_3 의 양에 따라 실행된다. 즉, 먼저, NH_3 -AO 촉매(14a) 내에 흡수된 NH_3 의 양 $S(\text{NH}_3)$ 이 발견되고, 흡수된 NH_3 의 양 $S(\text{NH}_3)$ 이 소정의 상위 임계량 $UT(\text{NH}_3)$ 보다 더 많아질 때, 제1 실린더 군(1a)의 오퍼레이션은 리치 오퍼레이션으로부터 린 오퍼레이션으로 변화되고, 제2 실린더 군(1b)의 그것은 린 오퍼레이션으로부터 리치 오퍼레이션으로 변화된다. 흡수된 NH_3 의 양 $S(\text{NH}_3)$ 이 소정의 하위 임계량 $LT(\text{NH}_3)$ 보다 더 적어질 때, 제1 실린더 군(1a)의 오퍼레이션은 린 오퍼레이션으로부터 리치 오퍼레이션으로 변화되고, 제2 실린더 군(1b)의 그것은 리치 오퍼레이션으로부터 린 오퍼레이션으로 변화된다.

도 12는 NH_3 -AO 촉매(14a) 내에 흡수된 NH_3 의 양 $S(\text{NH}_3)$ 및 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)을 위한 타겟 공연비 (A/F)T를 예시하는 대조 연표를 나타낸다. 도 12에서, 시간(0)은 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)이 각각 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션을 시작하는 시간을 나타낸다. 제1 실린더 군(1a)이 리치한 공연비 (A/F)R인 타겟 공연비 (A/F)T에 따라 리치 오퍼레이션을 수행하고, 제2 실린더 군(1b)이 희박한 공연비 (A/F)L인 타겟 공연비 (A/F)T에 따라 린 오퍼레이션을 수행할 때, 흡수된 NH_3 의 양 $S(\text{NH}_3)$ 이 보다 많아지고, 시점(c)에서 상위 임계량 $UT(\text{NH}_3)$ 보다 더 많아진다. $S(\text{NH}_3) > UT(\text{NH}_3)$ 일 때, 제1 실린더 군(1a)을 위한 타겟 공연비 (A/F)T는 희박한 공연비 (A/F)L로 설정되고, 제2 실린더 군(1b)에 대한 그것은 리치한 공연비 (A/F)R로 설정된다. 결과적으로, 흡수된 NH_3 가 제거되고, 흡수된 NH_3 의 양 $S(\text{NH}_3)$ 은 보다 적어진다. 시점(d)에서, 흡수된 NH_3 의 양 $S(\text{NH}_3)$ 이 하위 임계량 $LT(\text{NH}_3)$ 보다 더 적어지고, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)을 위한 타겟 공연비 (A/F)T가 다시 리치한 공연비 (A/F)R 및 희박한 공연비 (A/F)L로 각각 설정된다.

NH_3 -AO 촉매(14a) 내에 흡수된 NH_3 의 양 $S(\text{NH}_3)$ 을 직접적으로 발견하기는 곤란하다. 따라서, 본 실시예에서, 흡수된 NH_3 의 양 $S(\text{NH}_3)$ 은 TW 촉매(8a)에서 합성되거나 또는 NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐르는 NH_3 의 양 및 NO_x -OR 촉매(11a)를 통해 통과하거나, 또는 NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐르는 NO_x 의 양에 기초하여 추정된다.

NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐르는 NH_3 의 양을 검출하기 위한 센서는 TW 촉매(8a)와 NH_3 -AO 촉매(14a) 간의 연결 덕트(13) 내에 배열될 수 있다. 그러나, 합성된 NH_3 의 양은 TW 촉매(8a)로 흐르는 NO_x 의 양에 기초하여 산출할 수 있고, TW 촉매(8a)로 흐르는 NO_x 의 양은 엔진의 작동 조건에 기초하여 추정될 수 있다. 즉, 단위 시간당 합성된 NH_3 의 양은 단위 시간당 TW 촉매(8a)로 흐르는 NO_x 의 양이 보다 많아짐에 따라 더 많아진다. 또한, 단위 시간당 합성된 NH_3 의 양은 NH_3 합성 효율(ETA)이 더 커짐에 따라 보다 많아진다.

한편, 단위 시간당 제1 실린더 군(1a)으로부터 배출되는 NO_x 의 양은 엔진 속도 N이 보다 빨라짐에 따라 더 많아지고, 따라서, 단위 시간당 TW 촉매(8a)로 흐르는 NO_x 의 양 $Q_a(\text{NO}_x)$ 이 더 많아진다. 또한, 엔진 로드 Q/N가 더 커짐에 따라, 제1 실린더 군(1a)으로부터 배출되는 배기 가스의 양은 더 많아지고, 연소 온도는 높아지고, 따라서, 엔진 로드 Q/N가 더 커짐에 따라, 단위 시간당 TW 촉매(8a)로 흐르는 NO_x 의 양은 더 많아진다.

도 13a는 실험에 의해 얻어진, 단위 시간당 제1 실린더 군(1a)으로부터 배출된 NO_x 의 양 $Q_b(\text{NO}_x)$, 엔진 로드 Q/N, 및 일정한 리치한 공연비 (A/F)R를 갖는 엔진 속도 N 간의 관계를 예시한다. 도 13a에서, 곡선들은 동일한 NO_x 의 양을 나타낸다. 도 13a에 나타난 바와 같이, 배출된 NO_x 의 양 $Q_a(\text{NO}_x)$ 은 엔진 로드 Q/N가 보다 커지고, 엔진 속도 N가 보다 빨라짐에 따라 보다 많아진다. 배출된 NO_x 양 $Q_a(\text{NO}_x)$ 은 도 13b에 나타난 맵의 형태로 미리 ROM(22)에 저장되는 것에 주의해야 한다.

NH_3 합성 효율(ETA)은 TW 촉매(8a)의 온도를 나타내는, TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 온도(TTC)에 따

라 변화한다. 즉, 도 14에 나타난 바와 같이, 합성 효율(ETA)은 일정한 리치한 공연비 (A/F)R에 따라, TTC가 낮을 때 배기 가스의 온도(TTC)가 더 높아짐에 따라 더 커지고, TTC가 높을 때 TTC가 더 높아짐에 따라 더 낮아진다. 합성 효율(ETA)은 도 14에 나타난 바의 맵의 형태로 미리 ROM(22)에 저장된다.

단위 시간당 제1 실린더 군(1a)으로부터 배출된 NO_x의 양 Qa(NO_x)은 제1 실린더 군(1a)의 엔진 공연비에 따라 변화함에 주의해야 한다. 따라서, 리치한 공연비 (A/F)R가 예를 들면 엔진 작동 조건에 따라 변화되는 경우, 도 13b에 나타난 맵에 의해 얻어진 배출된 NO_x의 양 Qa(NO_x)은 실제 리치한 공연비 (A/F)R에 기초하여 정정되어야 한다. 또한, 합성 효율(ETA)은 TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비, 즉 도 2A에 나타난 바의 리치한 공연비 (A/F)R에 따라 역시 변화된다. 따라서, 리치한 공연비 (A/F)R가 예를 들면 엔진의 작동 조건에 따라 변화하는 경우, 도 14에 나타난 맵에 의해 얻어진 합성 효율(ETA)은 실제 리치한 공연비 (A/F)R에 기초하여 역시 정정되어야 한다. 또는, 합성 효율(ETA)은 이 효율(ETA)과 리치한 공연비 (A/F)R 간의 관계를 나타내는 맵을 사용함으로써 얻어져야 한다.

엔진 로드 Q/N 및 엔진 속도 N을 사용하여 산출한 Qa(NO_x) 및 배기 가스의 온도(TTC)를 사용하여 산출한 합성 효율(ETA)의 곱은 단위 시간당 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NH₃의 양 F(NH₃)을 나타낸다.

배기 가스의 온도(TTC)는 엔진 로드 Q/N 및 엔진 속도 N 등의 엔진 작동 조건에 따라 결정되고, 따라서 합성 효율(ETA) 역시 엔진 로드 Q/N 및 엔진 속도 N에 따라 결정된다. 따라서, Qa(NO_x) 및 ETA 모두는 엔진 로드 Q/N 및 엔진 속도 N에 따라 결정된다. 그러므로, 단위 시간당 TW 촉매(8a) 내에 합성된 NH₃의 양은 엔진 로드 Q/N 및 엔진 속도 N 등의 엔진 작동 조건의 함수로서, 맵의 형태로 미리 저장될 수 있고, 유입하는 NH₃의 양 F(NH₃)은 맵을 사용함으로써 산출할 수 있다.

단위 시간당 NO_x-OR 촉매(11a)를 통해 통과하고, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NO_x의 양 F(NO_x)은 도 6b에 나타난 맵을 사용함으로써 산출한다. 또한, NO_x-OR 촉매(11a) 내에 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)은 상기 실시예의 방법에 의해 산출한다.

KC가 NH₃-AO 촉매(14a) 내로 유입하는 NO_x의 단위량을 환원시키기 위해 요구되는 NH₃의 양을 나타내는 경우, KC · F(NO_x)은 NO_x가 단위 시간당 F(NO_x)에 의해 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐를 때 NO_x의 반응에 의해 소비되는 NH₃의 양을 나타낸다. 따라서, 단위 시간당 NH₃의 초과량, 즉, 단위 시간당 NH₃-AO 촉매(14a) 내에 흡수된 NH₃의 양은 F(NH₃) - KC · F(NO_x)로 나타낸다.

따라서, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)이 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션을 수행할 때, NH₃-AO 촉매(14a) 내에 흡수된 NH₃의 양 S(NH₃)은 하기 수학적식을 사용하여 산출한다:

$$S(NH_3) = S(NH_3) + \{F(NH_3) - KC \cdot F(NO_x)\} \cdot \Delta aa$$

여기서, Δaa는 F(NH₃) 및 F(NO_x)의 검출을 위한 시간격을 나타낸다. 따라서, {F(NH₃) - KC · F(NO_x)} · Δaa는 현재의 검출이 완료될 때까지 F(NH₃) 및 F(NO_x)의 최종 검출로부터 NH₃-AO 촉매(14a) 내에 흡수된 NH₃의 양을 나타낸다.

KC는 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NO_x의 성분들, 즉 유입하는 전체 NO_x의 양에 대한 NO 및 NO₂의 비율에 따라 결정되는 계수이며, 등가 계수라 칭한다. 상기 수학적식(10)으로부터 이해할 수 있듯이, 등가 계수 KC는 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 모든 NO_x가 NO일 때 4/3으로 설정되고, 모든 NO_x가 NO일 때 1로 설정된다. NO 및 NO₂의 비율은 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비 및 배기 가스의 온도(TAC)에 따라 결정된다. 따라서, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 일정하게 유지될 때, 계수(KC)는 TAC에 따라 결정된다. 도 15는 그 관계를 나타낸다. 도 15에 나타난 바와 같이, 등가 계수(KC)는 TAC가 낮을 때 배기 가스의 온도(TAC)가 더 높아짐에 따라 더 많아지고, TAC가 높을 때 TAC가 더 높아짐에 따라 더 작아지고, TAC가 다시 더 높아질 때 1로 유지된다. 등가 계수(KC)는 도 15에 나타난 바의 맵의 형태로 미리 ROM(22)에 저장된다. F(NH₃)/KC는 NH₃가 F(NH₃)에 의해 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐를 때 NH₃에 의해 정화될 수 있는 NO_x의 양을 나타내는 것에 주의하라.

다른 한편, 도 16a는 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)이 실험에 의해 얻어진 린 오퍼레이션 및 리치 오퍼레이션 각각을 수행할 때, 단위 시간당 NH₃-AO 촉매(14a)로부터 제거된 NH₃의 양 D(NH₃)을 예시한다. 도 16a에서, 곡선들은 동일한 제거된 NH₃의 양을 나타낸다. 도 16a에 나타난 바와 같이, 제거된 NH₃의 양 D(NH₃)은 흡수된 NH₃의 양 S(NH₃)이 보다 많아짐에 따라 더 많아진다. 또한, D(NH₃)은 온도(TAC)가 보다 높아짐에 따라 더 많아진다. 제거된 NH₃의 양 D(NH₃)은 도 16b에 나타난 바의 맵의 형태로 미리 ROM(22)에 저장된다.

따라서, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)이 린 오퍼레이션 및 리치 오퍼레이션 각각을 수행할 때, 흡수된 NH₃의 양 S(NH₃)은 하기 수학적식을 사용하여 산출한다:

$$S(NH_3) = S(NH_3) - D(NH_3) \cdot \Delta ad$$

여기서, Δad는 D(NH₃)의 검출의 시간격을 나타내고, 따라서 D(NH₃) · Δad는 현재의 검출이 이루어질 때까지 D(NH₃)의 최종 검출로부터 NH₃-AO 촉매(14a)로부터 제거된 NH₃의 양을 나타낸다.

TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 온도(TTC) 및 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스의 온도(TAC)를 얻기 위해, 온도 센서들은 TW 촉매(8a)의 바로 위 부분 및 NH₃-AO 촉매(14a)의 바로 아래 부분의 배기 통로

내에 배열되어야 한다. 그러나, 배기 가스의 온도는 엔진의 작동 조건, 즉, 엔진 로드 Q/N 및 엔진 속도 N에 기초하여 추정될 수 있다. 따라서, 본 실시예에서, TTC 및 TAC는 도 17 및 도 18에 나타난 배의 맵의 형태로 미로 ROM(22)에 저장된다. ETA 및 D(NH₃)는 도 17 및 도 18에 나타난 맵에 의해 얻은 TTC 및 TAC를 사용하여 산출한다.

도 19 및 도 20은 상기 제2 실시예를 실행하기 위한 루틴을 예시한다. 이 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다.

도 19를 참조하면, 먼저, 단계(80)에서, 배기 가스의 온도(TAC)는 도 18에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(81)에서, 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)이 산출된다. 다음 단계(82)에서, NH₃ 제거 플래그가 세트되었는지 여부가 판단된다. NH₃ 제거 플래그는 NH₃-AO 촉매(14a)로부터 NH₃를 제거하기 위해, 린 오퍼레이션 및 리치 오퍼레이션이 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b) 각각에서 실행되어야 할 때 세트되고, 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션이 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b) 각각에서 실행되어야 할 때 리세트된다. NH₃ 제거 플래그가 리세트되는 경우, 루틴은 단계(83)으로 진행된다.

단계(83 내지 86)는 유입하는 NH₃의 양 F(NH₃)을 산출하기 위한 것이다. 단계(83)에서, 배출된 NO_x의 양 Qa(NO_x)은 도 13b에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(84)에서, 배기 가스의 온도(TTC)는 도 17a에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(85)에서, NH₃ 합성 효율(ETA)은 도 14에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(86)에서, 유입하는 NH₃의 양 F(NH₃)은 하기 수학식을 사용하여 산출한다:

$$F(NH_3) = Qa(NO_x) \cdot ETA$$

다음 단계(87 및 88)는 유입하는 NH₃의 양 F(NH₃)을 산출하기 위한 것이다. 단계(87)에서, 배출된 NO_x의 양 Qb(NO_x)은 도 6b에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(88)에서, 등가 계수(KC)는 도 15에 나타난 맵을 사용하여 산출한다.

다음 단계(90)에서, 흡수된 NH₃의 양은 하기 수학식을 사용하여 산출한다:

$$S(NH_3) = S(NH_3) + \{F(NH_3) - KC \cdot F(NO_x)\} \cdot \Delta aa$$

여기서, Δaa는 현재 처리 사이클이 될 때까지 최종 처리 사이클로부터 시간격을 나타낸다. 다음 단계(91)에서, 흡수된 NH₃의 양 S(NH₃)이 상위 임계값 UT(NH₃)보다 더 큰지 여부가 판단된다. S(NH₃) ≤ UT(NH₃)인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, S(NH₃) ≤ UT(NH₃)인 경우, NH₃-AO 촉매(14a)의 NH₃ 흡수 용량은 상당히 큰 것으로 판단되고, 따라서, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)는 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션을 연속적으로 수행한다.

단계(91)에서 S(NH₃) > UT(NH₃)인 경우, 루틴은 단계(92)로 진행되고, 여기서 NH₃ 제거 플래그가 세트되고, 이어서 처리 사이클이 종료된다. 즉, S(NH₃) > UT(NH₃)인 경우, NH₃-AO 촉매(14a)의 NH₃ 흡수 용량은 작게 되는 것으로 판단된다. 따라서, 제1 실린더 군(1a)은 리치 오퍼레이션을 종료하고, 린 오퍼레이션을 시작하며, 제2 실린더 군(1b)은 린 오퍼레이션을 종료하고, 리치 오퍼레이션을 시작한다.

NH₃ 제거 플래그가 세트될 때, 루틴은 단계(82 내지 93)으로 진행되고, 여기서, 제거된 NH₃의 양 D(NH₃)은 도 16b에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(94)에서, 흡수된 NH₃의 양 S(NH₃)은 하기 수학식을 사용하여 산출한다:

$$S(NH_3) = S(NH_3) - D(NH_3) \cdot \Delta ad$$

여기서, Δad는 현재의 처리 사이클이 될 때까지 최종 처리 사이클로부터 시간격이다. 다음 단계(95)에서, 흡수된 NH₃의 양 S(NH₃)이 하위 임계값 LT(NH₃)보다 더 작은지 여부가 판단된다. S(NH₃) ≥ LT(NH₃)인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, S(NH₃) ≥ LT(NH₃)인 경우, NH₃ 흡수 용량은 상당히 작은 것으로 판단되고, 따라서, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)은 린 오퍼레이션 및 리치 오퍼레이션을 연속적으로 수행한다.

S(NH₃) < LT(NH₃)인 경우, 루틴은 단계(96)로 진행되고, NH₃ 제거 플래그가 리세트되고, 이어서 처리 사이클이 종료된다. 즉, S(NH₃) < LT(NH₃)인 경우, NH₃ 흡수 용량은 충분히 크게 되는 것으로 판단된다. 따라서, 제1 실린더 군(1a)은 린 오퍼레이션을 종료하고, 리치 오퍼레이션을 시작하며, 제2 실린더 군(1b)은 리치 오퍼레이션을 종료하고, 린 오퍼레이션을 시작한다.

도 20은 도 19에 나타난 단계(81)에 대응하는 부분을 예시한다.

도 20을 참조하면, 먼저, 단계(100)에서, 도 19에 나타난 루틴에서 세트 또는 리세트된 NH₃ 제거 플래그가 세트되었는지 여부가 판단된다. NH₃ 제거 플래그가 리세트된 경우, 즉, 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행하는 경우, 루틴은 단계(101)로 진행되고, 여기서 Qb(NO_x)는 도 6b에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(102)에서, NO_x-OR 촉매(11a) 내에 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)은 하기 수학식을 사용하여 산출한다:

$$S(NO_x) = S(NO_x) + \{Qb(NO_x) - F(NO_x)\} \cdot \Delta na$$

여기서, Δna는 현재 처리 사이클이 될 때까지 최종 처리 사이클로부터 시간격이다. 이어서, 처리 사이클은 종료된다.

이에 반하여, NH₃ 제거 플래그가 세트된 경우, 즉, 제2 실린더 군(1b)이 린-리치 오퍼레이션을 수행하는 경우, 루틴은 단계(100 내지 103)으로 진행되고, 여기서 배기 가스의 온도(TNC)는 도 9에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(104)에서, 방출된 NO_x의 양 D(NO_x)은 도 8b에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(105)에서, 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)은 하기 수학적식을 사용하여 산출한다:

$$S(NO_x) = S(NO_x) - D(NO_x) \cdot \Delta nd$$

여기서, Δnd는 현재의 처리 사이클이 될 때까지 최종 처리 사이클로부터 시간격이다.

대안으로, NO_x-OR 촉매(11a) 내에 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x) 및 NH₃-AO 촉매(14a) 내에 흡수된 NH₃의 양 S(NH₃) 모두가 발견될 수 있고, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)의 오퍼레이션 변화 조절은 S(NO_x) 및 S(NH₃) 중의 적어도 하나가 대응하는 상위 임계값보다 더 커지거나, 또는 대응하는 하위 임계값보다 더 작아질 때 실행될 수 있음에 주의해야 한다.

상기 실시예에서 흡장 물질(11)은 NO_x 흡장 및 방출 기능을 포함한다. 그러나, 이 흡장 물질(11)의 NO_x 방출 기능은 생략될 수 있다. 이러한 경우에, 흡장 물질(11)은 흡장된 NO_x의 양이 보다 많아질 때 새로운 것으로 대체됨으로써, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 NO_x의 양은 연속적으로 적게 유지된다.

다음으로, 도 1에 나타난 엔진의 배기 가스 정화 방법의 다른 실시예를 설명할 것이다.

상기 실시예에서, 제1 실린더 군(1a)에 대한 리치한 공연비 (A/F)R 및 희박한 공연비 (A/F)LL, 및 제2 실린더 군(1b)에 대한 희박한 공연비 (A/F)L 및 리치한 공연비 (A/F)RR는 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b) 각각이 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션을 수행할 때, 및 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b) 각각이 린 오퍼레이션 및 리치 오퍼레이션을 수행할 때 모두 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 설정한다. 즉, 상기 실시예에서, 리치한 공연비 (A/F)R 및 (A/F)RR은 모두 약 13.8로 설정되고, 희박한 공연비 (A/F)L 및 (A/F)LL은 모두 약 18.5로 설정된다.

상기한 바와 같이, NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박한 상태에서 리치한 상태로 변화한 직후, NO_x는 환원제의 결핍으로 인해 정화 없이 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 누출될 수 있다. 그러나, 누출되는 NO_x의 양이 많은 경우, 이와 같이 많은 양의 누출된 NO_x는 하기 NH₃-AO 촉매(14a) 상에서 충분히 정화될 수 없다. 따라서, 누출되는 NH₃의 양은 가능한 한 적은 것이 바람직하다.

따라서, 본 실시예에서, NO_x-OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해질 때, 누출되는 NO_x의 양을 감소시키기 위해, 배기 가스 공연비는 상기 실시예의 그것보다 더 적거나 또는 더 많아진다. 즉, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행함에 따라 리치한 공연비 (A/F)RR는 예를 들면 약 12.5로 설정된다. 보다 적어지거나 또는 보다 많아진 리치한 공연비 (A/F)RR는 NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 환원제의 양을 증가시킴으로써, 누출되는 NO_x의 양을 감소시킨다.

상기한 바와 같이, 유입하는 NO_x는 NO_x-OR 촉매(11a) 내의 NH₃로 변환된다. NH₃는 NO_x-OR 촉매(11a) 상의 NO_x를 환원시키고, 따라서 누출되는 NO_x의 양을 감소시키기 위해, NO_x-OR 촉매(11a) 내에서 합성되는 NH₃의 양은 보다 많아지는 것이 바람직하다. 따라서, 대안으로, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때, 제2 실린더 군(1b)의 실린더들의 일부는 약 12.5의 리치한 공연비에 따라 리치 오퍼레이션을 수행할 수 있고, 나머지는 약 13.8의 리치한 공연비에 따라 리치 오퍼레이션을 수행할 수 있다.

상기 실시예에서, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때 제1 실린더 군(1a)은 린 오퍼레이션을 수행한다. 그러나, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 시작할 때 NH₃-AO 촉매(14a) 내의 흡수된 NH₃의 양은 적고, 누출되는 NO_x는 NH₃-AO 촉매(14a) 상에서 충분히 정화될 수 없다. 따라서, 본 실시예에서, 제1 실린더 군(1a)은 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때조차 TW 촉매(8a) 내에 NH₃를 합성하기 위해 리치 오퍼레이션을 연속적으로 수행함으로써 NH₃-AO 촉매(14a)에 NH₃를 연속적으로 공급한다. 결과적으로, NO_x는 NO_x-OR 촉매(11a)가 내부에 NO_x를 흡장시킬 때 또는 촉매(11a)가 그로부터 NO_x를 방출시킬 때와 무관하게 NH₃-AO 촉매(14a) 상에서 충분히 정화된다. 본 실시예에서, 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션 또는 리치 오퍼레이션을 수행하는지 여부와 무관하게, 제1 실린더 군(1a)에 대한 리치한 공연비 (A/F)R는 약 13.8로 유지되는 것에 주의해야 한다.

이러한 방식으로, 제2 실린더 군(1b)에 대한 리치한 공연비 (A/F)RR가 보다 적어지거나 또는 보다 많아지고, 제1 실린더 군(1a)이 리치 오퍼레이션을 연속적으로 수행하는 경우, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비는 리치해지고, 이는 NO_x 및 NH₃의 양호한 정화를 방지한다. 따라서, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행해야 할 때, 2차 공기 공급 장치(18)에 의해 NH₃-AO 촉매(14a)에 2차 공기가 공급됨으로써, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비를 희박하게 유지한다. 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행할 때, 2차 공기 없이도, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비는 희박하게 유지되는 것에 주의해야 한다.

본 실시예에서, NO_x-OR 촉매(11a) 내의 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)은 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b) 각각이 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션을 수행할 때 발견될 수 있고, 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)이 상위 임계값 UT(NO_x)보다 더 클 때, 제2 실린더 군(1b)의 오퍼레이션은 리치 오퍼레이션으로 변화하는 한편, 제1 실린더 군(1a)의 오퍼레이션은 리치 오퍼레이션으로서 유지된다. 제2 실린더 군(1b)의 오퍼레이션은 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 시작한 이래 리치한 기간이 경과되었을 때 린 오퍼레이션으로

복귀한다. 리치 기간은 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)을 0과 동일하게 하는 데 요구되는 기간, 예를 들면, 엔진 로드 Q/N 및 엔진 속도 N 등의 엔진 작동 조건의 함수로서 미리 설정된 기간이다. 대안으로, 리치 기간은 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)을 상기 하위 임계값 LT(NO_x)과 동일하게 하는 데 요구되는 기간으로 설정될 수 있다. 또한, 대안으로, 리치 기간은 엔진 작동 및 배기 가스의 온도(TNC)의 함수로서 설정될 수 있다.

도 21은 NO_x-OR 촉매(11a) 내에 실제로 흡장된 NO_x의 양, 카운터 값 COUNT, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)을 위한 타겟 공연비 (A/F)_T, 2차 공기 공급 장치(18)의 오퍼레이션, 및 NH₃-A0 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 예시하는 대조 연표를 나타낸다. 도 21에서, 시간(0)은 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 시작하는 시간을 나타낸다. 시간(a) 직후, 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)의 타겟 공연비 (A/F)_T는 각각 리치한 공연비 (A/F)_R 및 희박한 공연비 (A/F)_L이고, 장치(18)에 의한 2차 공기의 공급은 (완전히) 중단된다(오프).

시점(a1)에서, 흡장된 NO_x의 양은 상위 임계량 UT(NO_x)보다 더 많아지고, 제2 실린더 군(1b)을 위한 타겟 공연비 (A/F)_T는 리치한 공연비 (A/F)_{RR}로 세트되는 한편, 제1 실린더 군(1a)을 위한 그것은 리치한 공연비 (A/F)_R로서 유지된다. 동일한 시점에, 2차 공기가 공급된다(온). 결과적으로, 흡장된 NO_x가 방출되고, 흡장된 NO_x의 양이 보다 적어진다. 이러한 시점에서, NH₃-A0 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 희박하게 유지되고, 배기 가스는 이 촉매(14a) 상에서 충분히 정화된다. 또한, 시간(a1)에서, 카운터 값 COUNT는 리치 기간 값 CR로 세트된다. 카운터 값 COUNT는 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행하는 기간을 나타내고, 리치 기간 값(CR)은 상기 리치 기간에 대응한다. 리치 기간 값(CR)은 실험에 의해 미리 얻어지고, 엔진 로드 Q/N 및 엔진 속도 N의 함수로서 도 22에 나타낸 바의 맵의 형태로 ROM(22)에 저장된다.

카운터 값 COUNT는 리치 기간 값(CR)으로부터 1씩 감소한다. 카운터 값 COUNT가 시점(b1)에서 0으로 될 때, 실제로 흡장된 NO_x의 양은 실질적으로 0으로 된다. 이 때, 제2 실린더 군(1b)에 대한 타겟 공연비 (A/F)_T는 다시 희박한 공연비 (A/F)_L로 세트된다. 더욱이, 2차 공기의 공급은 이 시점에서 중단된다.

도 21에 나타낸 바와 같이, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때 NH₃-A0 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행할 때의 값보다 더 작아지거나 또는 화학양론적인 값에 근접한다. NH₃-A0 촉매(14a) 상의 배기 가스의 양호한 정화를 보장하기 위해, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 단지 희박해지고, 배기 가스의 공연비는 불필요하게 일정하게 유지된다. 오히려, 배기 가스의 공연비가 일정하게 유지되는 경우, 상당히 많은 양의 2차 공기가 요구된다. 이와 같이 많은 양의 2차 공기는 NH₃-A0 촉매(14a)의 온도를 강하시킴으로써, 양호한 정화가 방해될 수 있다. 따라서, 본 실시예에서, 2차 공기의 양은 NH₃-A0 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 하기 위해 요구되는 최소량이다. 이러한 최소량은 실험에 의해 미리 발견되며, ROM(22)에 저장된다는 것에 주의하라.

도 23은 실시예에 따라, 제2 실린더 군(1b)의 오퍼레이션 변화 조절을 실행하는 경로를 예시한다. 이 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다.

도 23을 참조하면, 먼저, 단계(400)에서, NO_x 방출 플래그가 세트되었는지 여부가 판단된다. 이 NO_x 방출 플래그는 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 NO_x를 방출하기 위해 리치 오퍼레이션이 제1 실린더 군(1a)서 수행되어야 할 때를 세트되고, 린 오퍼레이션이 제2 실린더 군(1b)에서 수행되어야 할 때 리세트된다. NO_x 방출 플래그가 리세트되는 경우, 루틴은 단계(401)로 진행되고, 여기서 Q_b(NO_x)는 도 6b에 나타낸 맵을 사용하여 산출된다. 다음 단계(402)에서, F(NO_x)는 도 7b에 나타낸 맵을 사용하여 산출된다. 다음 단계(403)에서, NO_x-OR 촉매(11a) 내의 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)은 하기 수학적식을 사용하여 산출한다:

$$S(\text{NO}_x) = S(\text{NO}_x) + \{Q_b(\text{NO}_x) - F(\text{NO}_x)\} \cdot \Delta n_a$$

여기서, Δn_a는 현재의 처리 사이클이 될 때까지 최종 처리 사이클로부터 시간격을 나타낸다. 다음 단계(404)에서, 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)이 상위 임계값 UT(NO_x)보다 더 크지 여부가 판단된다. S(NO_x) ≤ UT(NO_x)인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, S(NO_x) ≤ UT(NO_x)인 경우, NO_x-OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 상당히 큰 것으로 판단되고, 따라서, 제2 실린더 군(1b)은 린 오퍼레이션을 연속적으로 수행한다.

단계(404)에서 S(NO_x) > UT(NO_x)인 경우, 루틴은 단계(405)로 진행되고, 여기서 NO_x 방출 플래그가 세트되고, 이어서 처리 사이클이 종료된다. 즉, S(NO_x) > UT(NO_x)인 경우, NO_x 흡장 용량은 작게 되는 것으로 판단된다. 따라서, 제2 실린더 군(1b)은 린 오퍼레이션을 종료하고, 리치 오퍼레이션을 시작한다. 다음 단계(406)에서, 흡장된 NO_x의 양 S(NO_x)은 리세트된다. 이어서, 처리 사이클은 종료된다.

이에 반하여, NO_x 방출 플래그가 세트되는 경우, 루틴은 단계(400)으로부터 단계(408)로 진행되고, 여기서 연산 플래그가 세트된다. 연산 플래그는 리치 기간 값(CR)이 산출될 때 세트되고, 카운터 값 COUNT가 0으로 될 때 리세트된다. NO_x 방출 플래그가 세트된 후 루틴이 단계(408)로 진행하는 첫 번째 시점이 세트될 때, 연산 플래그가 리세트되고, 따라서 루틴은 단계(409)로 진행되고, 여기서 리치 기간 값(CR)은 도 22에 나타낸 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(410)에서, 리치 기간 값(CR)은 COUNT로서 메모리된다. 다음 단계(411)에서, 연산 플래그가 세트된다. 이어서, 처리 사이클이 종료된다.

연산 플래그가 세트될 때, 루틴은 단계(408)로부터 단계(412)로 진행되고, 여기서 카운터 값 COUNT는 1씩 감소한다. 다음 단계(413)에서, 카운터 값 COUNT가 0인지 여부가 판단된다. COUNT가 0보다 더 큰 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉 COUNT > 0인 경우, NO_x-OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 상당히 작은 것으로

판단되고, 따라서 제2 실린더 군(1b)의 리치 오퍼레이션 및 2차 공기의 공급이 계속된다.

단계(413)에서 COUNT = 0인 경우, 루틴은 단계(414)로 진행되고, 여기서 NO_x 방출 플래그는 리셋된다. 즉, COUNT = 0인 경우, NO_x -OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 충분히 큰 것으로 판단되고, 따라서 제2 실린더 군(1b)은 리치 오퍼레이션을 종료하고, 린 오퍼레이션을 시작한다. 다음 단계(415)에서, 2차 공기의 공급이 중단된다. 다음 단계(416)에서, 연산 플래그가 리셋되고, 이어서 처리 사이클이 종료된다.

다음으로, 도 1에 나타난 엔진의 배기 가스 정화 방법의 또 다른 실시예를 설명할 것이다.

상기 실시예에서, 흡장 물질(11)은 제2 실린더 군(1b)과 배기 가스 정화 촉매(14) 사이의 배기 통로 내에 배열됨으로써, 배기 가스 정화 촉매(14)로 흐르는 NO_x 의 양이 유입하는 NH_3 에 의해 환원될 수 있는 NO_x 의 양을 초과하는 것을 방지한다. 다른 한편, 배기 가스 정화 촉매(14)로 흐르는 NO_x 의 양은 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출되는 NO_x 의 양에 따라 보다 적어진다. 따라서, 본 실시예에서, 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출되는 NO_x 의 양이 감소됨으로써 배기 가스 정화 촉매(14)로 흐르는 NO_x 의 양이 유입하는 NH_3 에 의해 환원될 수 있는 NO_x 의 양을 초과하는 것을 방지한다.

상기한 바와 같이, 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 NO_x 의 양은 엔진 공연비에 따라 변화한다. 따라서, 본 실시예에서, 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행하는 경우의 희박한 공연비 (A/F)_L가 조절되고, 그로 인해 배기 가스 정화 촉매(14)로 흐르는 NO_x 의 양이 유입하는 NH_3 에 의해 환원될 수 있는 NO_x 의 양을 초과하는 것을 방지한다.

도 24는 일정한 엔진 작동 조건 하에 각각의 엔진 공연비로 단위 시간당 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 NO_x 의 양을 나타내는 실험 결과를 예시한다. 도 24에 나타난 실시예에서, 배출된 NO_x 의 양은 약 17.5인 엔진 공연비에서 최대로 되고, 17.5에 비해 더 리치하거나 또는 더 희박한 엔진 공연비에 따라 더 작아진다. 더욱이, 도 24로부터 알 수 있듯이, 18.5인 공연비로 배출된 NO_x 의 양은 (A/F)_N인 엔진 공연비에서의 양과 실질적으로 동일하다. 따라서, 엔진 공연비가 18.5일 때, 엔진 공연비가 18.5보다 더 커지거나 또는 희박한 공연비가 (A/F)_N보다 더 작도록 또는 화학양론적인 값이 되도록 세트된 경우, 제1 실린더 군(1a)으로부터 배출된 NO_x 의 양은 감소될 수 있다. (A/F)_N은 도 24에 나타난 실시예에서 약 16.5인 것에 주의하라.

따라서, 본 실시예에서, 제2 실린더 군(1b)이 18.5인 희박한 공연비 (A/F)_L에 따라 린 오퍼레이션을 수행할 때, 배기 가스 정화 촉매(14)로 흐르는 NO_x 의 양이 유입하는 NH_3 에 의해 환원될 수 있는 NO_x 의 양을 초과하는 경우, 희박한 공연비 (A/F)_L가 25.0과 같이 18.5보다 더 많아지거나 또는 희박해짐으로써, 배기 가스 정화 촉매(14)로 흐르는 NO_x 의 양이 유입하는 NH_3 에 의해 환원될 수 있는 NO_x 의 양을 초과하는 것을 방지한다. 대안으로, 희박한 공연비 (A/F)_L는 화학양론적인 공연비 (A/F)_S보다 더 많거나 또는 희박한 공연비로 변화될 수 있고, (A/F)_N보다 더 적어지거나 또는 리치해질 수 있고, 화학양론적인 공연비 (A/F)_S로 됨으로써 엔진으로부터 큰 출력 토크를 보장한다.

본 실시예의 상세한 설명은 도 25를 참조하여 이루어질 것이다. 도 25에 나타난 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다.

도 25를 참조하면, 먼저, 단계(110)에서, 리치 플래그가 세트되는지 여부가 판단된다. 리치 플래그는 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행해야 할 때 세트되고, 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행해야 할 때 리셋된다. 리치 플래그와 같이, 도 10에 나타난 루틴에서 NO_x 방출 플래그, 또는 도 19에 나타난 루틴에서 NH_3 제거 플래그가 사용될 수 있다. 리치 플래그가 세트되는 경우, 즉, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행해야 하는 경우, 루틴은 단계(116)으로 점프한다.

리치 플래그가 리셋되는 경우, 즉, 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행해야 하는 경우, 루틴은 단계(111)로 진행되고, 여기서, NH_3 -AO 촉매(14a)로 유입하는 NH_3 의 양 $F(NH_3)$ 이 산출된다. 이러한 단계(111)에서, 예를 들면 도 19에 나타난 루틴에서 단계(83 내지 86)가 수행된다. 다음 단계(112)에서, NH_3 -AO 촉매(14a)로 유입하는 NO_x 의 양 $F(NO_x)$ 이 산출된다. 이러한 단계(112)에서, 예를 들면 도 19에 나타난 루틴에서 단계(87 및 88)가 수행된다. 다음 단계(113)에서, 등가 계수(KC)가 산출된다. 이러한 단계(113)에서, 예를 들면 도 19에 나타난 루틴에서 단계(80 및 89)가 수행된다.

다음 단계(114)에서, $F(NH_3)$ 가 $F(NO_x) \cdot KC$ 보다 큰지 여부가 판단된다. $F(NH_3) < F(NO_x) \cdot KC$ 인 경우, 즉, 유입하는 NO_x 의 양이 유입하는 NH_3 에 의해 환원될 수 있는 NO_x 의 양보다 더 많은 경우, 루틴은 단계(115)로 진행되고, 여기서 제2 실린더 군(1b)에 대한 희박한 공연비 (A/F)_L는 25.0으로 변화한다. 이에 반하여, $F(NH_3) \geq F(NO_x) \cdot KC$ 인 경우, 즉, 유입하는 NO_x 의 양이 유입하는 NH_3 에 의해 환원될 수 있는 NO_x 의 양과 동일하거나 또는 그보다 더 적은 경우, 루틴은 단계(114 내지 116)로 진행되고, 여기서 제2 실린더 군(1b)에 대한 희박한 공연비 (A/F)_L는 18.5로 유지된다. 이어서, 처리 사이클이 종료된다.

단계(115)에서, 희박한 공연비 (A/F)_L는 25.0과 동일해지고, 이는 18.5보다 더 커진다. 대안으로, 엔진 작동 조건에 따라 변화할 수 있는 (A/F)_N은 미리 발견되고, 희박한 공연비 (A/F)_L는 (A/F)_S보다 더 크고, (A/F)_N보다 더 작은 공연비 또는 화학양론적인 공연비 (A/F)_S로 변화될 수 있다.

NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐르는 NO_x 의 양이 상기한 바와 같이 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출되는 NO_x 의 양을 감소시킴으로써 감소되는 경우, 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행해야 하는 동안의 기간이 연장될 수 있고, 따라서 연료 소비율이 더 낮아진다. 더욱이, 제2 실린더 군(1b)에서 오퍼레이션 변화 빈도가 감소되고, 따라서, 엔진(1)의 출력 토크의 동요가 제거됨으로써, 구동성이 보장된다. 더욱이, 흡장 물질(11)의 부피가 감소될 수 있거나, 또는 흡장 물질(11)이 생략될 수 있다. NO_x -OR 촉매(11a) 등의 흡

장 물질(11)이 생략될 때, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 필요가 없고, 따라서 연료 소비율은 더 낮아진다.

다음으로, 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 NO_x 의 양을 감소시키기 위한 다른 실시예를 설명할 것이다.

제2 실린더 군(1b)으로부터 배출되는 NO_x 의 양을 감소시키기 위해, 본 실시예에서, 제2 실린더 군(1b)의 실린더들 중의 적어도 하나의 오퍼레이션은 일시적으로 중단된다. 즉, 제2 실린더 군(1b)에서 작동하는 실린더의 수효가 감소됨으로써 NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐르는 NO_x 의 양을 감소시킨다.

본 실시예에 대한 상세한 설명은 도 26을 참조하여 이루어질 것이다. 도 26에 나타난 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다. 또한, 도 26에서, 단계(110 내지 114)에 각각 대응하는 단계(120 내지 124) 및 그에 대한 설명이 생략된다.

도 26을 참조하면, $F(\text{NH}_3) < KC \cdot F(\text{NO}_x)$ 인 경우, 즉, 유입하는 NO_x 의 양이 유입하는 NH_3 에 의해 환원될 수 있는 NO_x 의 양보다 더 많은 경우, 루틴은 단계(125)로 진행되고, 여기서 제2 실린더 군(1b)의 실린더로 작동할 수 있는 실린더의 수효는 예를 들면 1씩 감소한다. 즉, 종료될 실린더의 수효가 1씩 증가한다. 단계(124)에서, $F(\text{NH}_3) < KC \cdot F(\text{NO}_x)$ 인 경우, 즉, 유입하는 NO_x 의 양이 유입하는 NH_3 에 의해 환원될 수 있는 NO_x 의 양보다 더 적은 경우, 루틴은 단계(126)로 진행되고, 여기서 제2 실린더 군(1b)의 실린더로 작동할 수 있는 실린더의 수효는 예를 들면 1씩 증가한다. 즉, 종료될 실린더의 수효가 1씩 감소한다. 이어서, 처리 사이클이 종료된다.

본 실시예에서, 중단될 실린더의 흡입 또는 배기 밸브는 그의 차단 중에 밀폐되어 유지됨으로써 흡입 공기가 배기 매니폴드(10)로 흐르는 것을 방지한다. 연소에 기여하지 않는 공기가 배기 매니폴드(10)로 흐르는 경우, NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제2 실린더 군(1b)의 엔진 공연비로부터 벗어날 것이다. 또한, 종료될 실린더는 고정되지 않고, 주기적으로 변화되는 것이 바람직하다.

도 25 및 도 26을 참조하여 설명한 실시예에서, NH_3 -AO 촉매(14a)로 흐르는 NH_3 의 양 $F(\text{NH}_3)$ 이 얻어지고, 이어서, 희박한 공연비 $(A/F)L$ 또는 제2 실린더 군(1b)의 작동 실린더 수효가 $F(\text{NH}_3)$ 에 따라 조절된다. 대안으로, 각각의 $F(\text{NH}_3)$ 에 대해 적절한 희박한 공연비 또는 작동 실린더 수효는 실험에 의해 미리 얻어질 수 있고, 희박한 공연비 또는 작동 실린더 수효는 적절한 비율 또는 수효와 동일해질 수 있다.

도 27은 본 발명에 따른 배기 가스 정화 장치에 대한 다른 실시예를 나타낸다. 도 27에서, 상기 실시예의 그것과 동일한 구성 소자들에게 동일한 참조 번호가 제공된다. 엔진은 도 1에 나타난 것과 동일한 흡입 통로, 연료 인젝터, 공연비 센서 및 전자 제어 유닛을 구비하지만, 도 27에 예시하지 않는다.

도 27을 참조하면, 엔진(1)은 8개의 실린더를 갖는다. 제1, 제3, 제5 및 제7 실린더(#1, #3, #5 및 #7)는 크랭크 축(도시하지 않음)의 일 측면에 정렬되고, 제2, 제4, 제6 및 제8 실린더(#2, #4, #6 및 #8)는 크랭크 축의 다른 측면에 정렬된다. 제1 실린더 군(1a)을 구성하는 제1 실린더(#1)는 배기 덕트(7)를 통해 내부에 TW 촉매(8a)를 수용하는 촉매 변환기에 접속된다. 제2 실린더 군(1b)을 구성하는 제2 내지 제8 실린더(#2 내지 #8)에서, 제1 실린더 서브그룹(1ba)을 구성하는 제3, 제5, 및 제7 실린더(#3, #5 및 #7)는 배기 매니폴드(180a)를 통해 내부에 TW 촉매(181a)를 수용하는 촉매 변환기(182a)에 접속된다. 또한, 제2 실린더 서브그룹(1bb)을 구성하는 제2, 제4, 제6 및 제8 실린더(#2, #4, #6 및 #8)는 배기 매니폴드(180b)를 통해 내부에 TW 촉매(181b)를 수용하는 촉매 변환기(182b)에 접속된다. 변환기(182a 및 182b)는 연결 덕트(186)를 통해 내부에 NO_x -OR 촉매(11a)를 수용하는 촉매 변환기(12)에 접속된다. 즉, 본 실시예에서, TW 촉매들은 제2 실린더 군(1b)과 NO_x -OR 촉매(11a) 사이에 배열된다. 대안으로, 제1 및 제2 실린더 서브그룹(1ba 및 1bb)이 적어도 하나의 실린더에 의해 각각 구성될 수 있음에 주의해야 한다.

다시 이러한 엔진에서, 제1 실린더 군(1a)은 리치 오퍼레이션을 연속적으로 수행하고, 제2 실린더 군(1b)은 기본적으로 린 오퍼레이션을 수행하고, 리치 오퍼레이션을 일시적으로 수행한다. 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행하고, TW 촉매(181a 및 181b)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해질 때, 대부분의 유입하는 NO는 TW 촉매(181a 및 181b) 상에서 NO_2 로 산화된다. 따라서, NO_x -OR 촉매(11a)로 흐르는 대부분의 NO_x 는 NO_2 의 형태이다.

상기한 바와 같이, NO_x 가 NO_x -OR 촉매(11a) 내에서 흡장될 때, 먼저 NO_2 가 NO_3^- 로 변환되고, 이어서 흡장된다. 따라서, 유입하는 NO는 먼저 NO_x -OR 촉매(11a) 상에서 NO_2 로 산화되고, 이어서 흡장된다. 본 실시예에서, 대부분의 유입하는 NO_x 는 상기한 바와 같이 NO_2 의 형태이다. 따라서, NO의 산화는 불필요하고, 그로 인해 유입하는 NO_x 는 NO_x -OR 촉매(11a) 내에서 신속히 흡장된다. 결과적으로, NO_x -OR 촉매(11a)의 부피는 예를 들면 도 1에 나타난 실시예에 대해 감소될 수 있다. 더욱이, 촉매(11a)의 NO 산화 능력이 저하되더라도, 배기 가스의 양호한 정화가 유지된다.

다른 한편, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행하고, TW 촉매(181a 및 181b)로 흐르는 배기 가스 공연비가 리치해질 때, NH_3 는 TW 촉매(181a 및 181b) 내로 유입하는 NO_x 의 일부로부터 합성된다. 이어서, NH_3 는 NO_x -OR 촉매(11a)로 흐른다.

상기한 바와 같이, 흡장된 NO_x 는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해질 때 NO_x -OR 촉매(11a)로부터 방출된다. 방출된 NO_x 의 일부는 유입하는 HC 및 CO에 의해 환원된다. 그러나, 유입하는 배기 가스는 NH_3 를 포함하고, 그의 환원 능력은 높고, 따라서 방출된 NO_x 는 NH_3 에 의해 즉각적으로 환원될 수 있다. 이는 리치 오퍼레이션을 도 1에 나타난 실시예보다 더 단축시키고, 따라서 연료 소비율은 더 낮아진다. 또한, 배기 가스 정화 촉매(14)의 부피가 감소된다.

다음으로, 도 27에 나타난 엔진의 워밍업 동작 중의 배기 가스 정화 방법을 도 28을 참조하여 설명할 것이다. 도 28에 나타난 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다.

도 28을 참조하면, 먼저, 단계(190)에서, 워밍업 동작이 처리되는지 여부가 판단된다. 이러한 판단은 냉각수의 온도, 엔진 오일, NO_x-OR 촉매(11a), NH₃-AO 촉매(14a), 이들 촉매로 유입되는 배기 가스 또는 흡입 공기에 따라 실행된다. 워밍업 동작이 처리되는지 판단된 경우, 루틴은 단계(191)로 진행되고, 여기서 모든 실린더에 대한 타겟 공연비는 화학양론적인 공연비 (A/F)_S와 동일해진다. 즉, 모든 실린더가 화학양론적인 오퍼레이션을 수행한다.

워밍업 오퍼레이션에서, 촉매의 온도는 그의 활성화 온도보다 더 낮아질 수 있고, 따라서 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b) 각각이 리치 오퍼레이션 및 린 오퍼레이션을 수행하는 경우조차 배기 가스가 충분히 정화되지 않는 경우가 존재할 수 있다.

TW 촉매(8a, 181a 및 181b)는 대응하는 실린더(들) 다음에 배열되고, 따라서, 이들 촉매의 온도는 이들의 활성화 온도까지 신속하게 증가될 수 있다. 더욱이, TW 촉매는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 도 2에 나타난 바와 같이 화학양론적으로 되는 경우, 유입하는 배기 가스 내의 NO_x, HC 및 CO를 동시에 또한 충분히 정화시킨다. 따라서, 본 실시예에서, 모든 실린더는 TW 촉매(8a, 181a 및 181b)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 화학양론적으로 되게 하는 화학양론적 오퍼레이션을 수행함으로써 워밍업 동작 중에 배기 가스의 양호한 정화를 보장한다.

더욱이, 모든 실린더가 TW 촉매(8a, 181a 및 181b) 상의 배기 가스를 정화시키기 위해 화학양론적인 오퍼레이션을 수행할 때, TW 촉매의 아래 부분에 배열된 NO_x-OR 촉매(11a) 및 NH₃-AO 촉매(14a)의 온도는 이들의 활성화 온도까지 신속하게 상승한다.

단계(190)에서, 워밍업 오퍼레이션이 처리되지 않는 경우, 즉, 워밍업 오퍼레이션이 종료되지 않는 경우, 루틴은 단계(192)로 진행되고, 여기서 도 10 또는 19에 나타난 경로 등과 같이 상기한 오퍼레이션 변화 조절이 실행된다.

일반적으로, TW 촉매는 양호한 열적 내구성을 갖는다. 따라서, TW 촉매 아래 부분에 위치하는 촉매의 온도가 과도하게 상승하는 것이 방지된다. 즉, 도 27에 나타난 실시예에서, NO_x-OR 촉매(11a), NH₃-AO 촉매(14a) 및 NH₃ 정화 촉매(16)의 온도가 과도하게 상승하는 것이 방지된다. 이는 촉매의 내구성을 증진시킨다. 배기 가스 정화 장치의 다른 구조 및 그의 오퍼레이션은 도 1 내지 도 11을 참조하여 설명한 실시예의 그것들과 동일하고, 따라서 그의 설명을 생략한다.

도 29는 본 발명에 따른 배기 가스 정화 장치를 위한 또 다른 실시예를 나타낸다. 도 29에서, 상기 실시예에서와 동일한 구성 소자들에는 동일한 참조 번호가 제공된다. 엔진은 도 1에 나타난 것과 동일한 흡입 통로, 연료 인젝터, 공연비 센서 및 전자 제어 유닛을 구비하지만, 이들을 도 29에 예시하지 않는다.

도 29를 참조하면, 흡장 물질(11)은 한쌍의 NO_x-OR 촉매(11a 및 11b)를 포함한다. 내부의 대응하는 NO_x-OR 촉매(11a 및 11b)를 수용하는 촉매 변환기(12a 및 12b)의 입구는 내부에 TW 촉매(181a 및 181b) 각각을 수용하는 촉매 변환기(182a 및 182b)에 접속된다. 촉매 변환기(12a 및 12b)의 출구는 연결 덕트(186)를 통해 내부에 NH₃-AO 촉매(14a)를 수용하는 촉매 변환기(15)에 접속된다. 따라서, 제1 실린더 군(1b)의 제1 서브그룹(1ba)의 배기 가스는 TW 촉매(181a) 및 NO_x-OR 촉매(11a)를 통해, 그리고, 제2 실린더 군(1b)의 제2 서브그룹(1bb)의 배기 가스는 TW 촉매(181b) 및 NO_x-OR 촉매(11a)를 통해, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐른다.

제1 실린더 군(1a)은 약 13.8인 리치한 공연비 (A/F)_R에 따라 리치 오퍼레이션을 연속적으로 수행한다.

제2 실린더 군(1b)의 제1 서브그룹(1bb)은 약 18.5인 희박한 공연비 (A/F)_L에 따라 기본적으로 린 오퍼레이션을 수행한다. NO_x-OR 촉매(11a) 내에 흡장된 NO_x의 양 Sa(NO_x)는 소정의 상위 임계량 UTa(NO_x)보다 더 많을 때, 제1 실린더 서브그룹(1ba)은 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 흡장된 NO_x의 양을 방출하기 위해, 약 13.8인 리치한 공연비 (A/F)_{RR}에 따라 리치 오퍼레이션을 수행한다. 제1 서브그룹(1ba)이 리치 오퍼레이션을 시작한 이래 소정의 기간이 경과할 때, 제1 서브그룹(1ba)은 린 오퍼레이션을 재개한다.

또한, 제2 서브그룹(1bb)은 약 18.5인 희박한 공연비 (A/F)_L에 따라 린 오퍼레이션을 기본적으로 수행한다. NO_x-OR 촉매(11b) 내에 흡장된 NO_x의 양 Sb(NO_x)는 소정의 상위 임계량 UTb(NO_x)보다 더 많을 때, 제2 실린더 서브그룹(1bb)은 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 흡장된 NO_x의 양을 방출하기 위해, 약 13.8인 리치한 공연비 (A/F)_{RR}에 따라 리치 오퍼레이션을 수행한다. 제2 서브그룹(1bb)이 리치 오퍼레이션을 시작한 이래 소정의 기간이 경과할 때, 제1 서브그룹(1bb)은 린 오퍼레이션을 재개한다. 이는 도 29에 나타난 엔진에서 오퍼레이션 변화를 조절하는 기본적인 방법이다.

상기한 바와 같이, 2차 공기가 배기 통로에 공급될 때, 촉매 온도가 강하함으로써 배기 가스의 정화를 열화시킨다. 더욱이, 2차 공기 공급 장치(18)가 불필요할 때, 배기 가스 정화 장치의 구조는 단순화된다. 그러나, 제1 및 제2 서브그룹(1ba 및 1bb)이 2차 공기 공급 장치(18) 없이 리치 오퍼레이션을 동시에 수행하는 경우, NH₃-AO 촉매(14a) 내로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비는 리치해지고, 이는 바람직하지 못하다. 따라서, 본 실시예에서, 서브그룹들 중의 하나가 리치 오퍼레이션을 수행할 때, 다른 하나는 리치 오퍼레이션을 수행하는 것이 금지되고, 연속적으로 린 오퍼레이션을 수행한다. 다시 말해, 제1 및 제2 서브그룹들(1ba 및 1bb)의 리치 오퍼레이션의 중복이 방지된다. 제1 및 제2 서브그룹들(1ba 및 1bb) 중의 하나가 린 오퍼레이션을 수행하는 한, 다른 촉매가 리치 오퍼레이션을 수행하는 경우조차, NH₃-AO 촉매(14a)로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비는 희박하게 유지된다. 따라서, NH₃-AO 촉매(14a) 상의 배기 가스의 양호한 정화가 보장된다.

도 30은 본 실시예에 따라 제1 서브그룹(1ba)에서 오퍼레이션 변화 조절을 수행하는 루틴을 예시한다.

이 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다.

도 30을 참조하면, 먼저, 단계(420)에서, 제1 NO_x 방출 플래그가 세트되었는지 여부가 판단된다. 제1 NO_x 방출 플래그는 제1 서브그룹(1ba)이 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 NO_x를 방출하기 위해 리치 오퍼레이션을 수행해야 할 때 세트되고, 제1 서브그룹(1ba)이 린 오퍼레이션을 수행해야 할 때 리세트된다. 제1 NO_x 방출 플래그가 리세트되는 경우, 루틴은 단계(421)로 진행되고, 여기서 단위 시간당 제1 서브그룹(1ba)으로부터 배출된 NO_x의 양 Qba(NO_x)은 도 31에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(422)에서, 단위 시간당 NO_x-OR 촉매(11a)를 통해 통과하는 NO_x의 양 Fa(NO_x)은 도 32에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(423)에서, NO_x-OR 촉매(11a) 내의 흡장된 NO_x의 양 Sa(NO_x)은 하기 수학적식을 사용하여 산출한다:

$$Sa(NO_x) = Sa(NO_x) + \{Qba(NO_x) - Fa(NO_x)\} \cdot \Delta na$$

여기서, Δna는 현재의 처리 사이클이 될 때까지 최종 처리 사이클로부터 시간격을 나타낸다. 다음 단계(424)에서, 제2 NO_x 방출 플래그가 세트되었는지 여부가 판단된다. 제2 NO_x 방출 플래그는 제2 서브그룹(1bb)이 NO_x-OR 촉매(11a)로부터 흡장된 NO_x를 방출하는 리치 오퍼레이션을 수행해야 할 때 세트되고, 제2 서브그룹(1bb)이 린 오퍼레이션을 수행해야 할 때 리세트된다. 제2 플래그가 세트되는 경우, 즉, 제2 서브그룹(1bb)이 리치 오퍼레이션을 수행해야 하는 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, 제1 서브그룹(1ba)은 린 오퍼레이션을 연속적으로 수행한다.

제2 NO_x 방출 플래그가 단계(424)에서 리세트되는 경우, 루틴은 단계(425)로 진행되고, 여기서 흡장된 NO_x의 양 Sa(NO_x)이 상위 임계량 UTa(NO_x)보다 더 많은지 여부가 판단된다. Sa(NO_x) ≤ UTa(NO_x)인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, Sa(NO_x) ≤ UTa(NO_x)인 경우, NO_x-OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 상당히 큰 것으로 판단되고, 따라서, 제1 서브그룹(1ba)은 린 오퍼레이션을 연속적으로 수행한다.

단계(425)에서 Sa(NO_x) > UTa(NO_x)인 경우, 루틴은 단계(426)로 진행되고, 여기서 제1 NO_x 방출 플래그가 세트되고, 이어서 처리 사이클이 종료된다. 즉, Sa(NO_x) > UTa(NO_x)인 경우, NO_x-OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 작게 되는 것으로 판단된다. 따라서, 제1 서브그룹(1ba)은 린 오퍼레이션을 종료하고, 리치 오퍼레이션을 시작한다. 다음 단계(427)에서, 흡장된 NO_x의 양 Sa(NO_x)은 리세트된다. 이어서, 처리 사이클은 종료된다.

이에 반하여, 제1 NO_x 방출 플래그가 세트되는 경우, 루틴은 단계(420)으로부터 단계(428)로 진행되고, 여기서 제1 연산 플래그가 세트된다. 제1 연산 플래그는 제1 서브그룹(1ba)에 대한 리치 기간 값(CRa)이 일단 산출될 때 세트되고, 제1 서브그룹(1ba)이 리치 오퍼레이션을 수행하는 기간을 나타내는 카운터 값 COUNTa이 0으로 될 때 리세트된다. 제1 NO_x 방출 플래그가 세트된 후 루틴이 단계(428)로 진행되는 첫 번째 시점이 세트될 때, 제1 연산 플래그가 리세트되고, 따라서 루틴은 단계(429)로 진행되고, 여기서 리치 기간 값(CRa)은 도 33에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(430)에서, 리치 기간 값(CRa)은 COUNTa로서 메모리된다. 다음 단계(431)에서, 제1 연산 플래그가 세트된다. 이어서, 처리 사이클이 종료된다.

제1 연산 플래그가 세트될 때, 루틴은 단계(428)로부터 단계(432)로 진행되고, 여기서 카운터 값 COUNTa은 1씩 감소한다. 다음 단계(433)에서, 카운터 값 COUNTa이 0인지 여부가 판단된다. COUNTa가 0보다 더 큰 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉 COUNTa > 0인 경우, NO_x-OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 상당히 작은 것으로 판단되고, 따라서 제1 서브그룹(1ba)의 리치 오퍼레이션이 계속된다.

단계(433)에서 COUNTa = 0인 경우, 루틴은 단계(434)로 진행되고, 여기서 제1 NO_x 방출 플래그는 리세트된다. 즉, COUNTa = 0인 경우, NO_x-OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 충분히 큰 것으로 판단되고, 따라서 제1 서브그룹(1ba)은 리치 오퍼레이션을 종료하고, 린 오퍼레이션을 시작한다. 다음 단계(435)에서, 제1 연산 플래그가 리세트되고, 이어서 처리 사이클이 종료된다.

도 34는 본 실시예에 따라 제2 서브그룹(1bb)에서 오퍼레이션 변화 조절을 수행하는 루틴을 예시한다. 이 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다.

도 34를 참조하면, 먼저, 단계(440)에서, 제2 NO_x 방출 플래그가 세트되었는지 여부가 판단된다. 제2 NO_x 방출 플래그는 제2 서브그룹(1bb)이 NO_x-OR 촉매(11b)로부터 NO_x를 방출하기 위해 리치 오퍼레이션을 수행해야 할 때 세트되고, 제2 서브그룹(1bb)이 린 오퍼레이션을 수행해야 할 때 리세트된다. 제2 NO_x 방출 플래그가 리세트되는 경우, 루틴은 단계(441)로 진행되고, 여기서 단위 시간당 제2 서브그룹(1bb)으로부터 배출된 NO_x의 양 Qbb(NO_x)은 도 35에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(442)에서, 단위 시간당 NO_x-OR 촉매(11b)를 통해 통과하는 NO_x의 양 Fb(NO_x)은 도 36에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(443)에서, NO_x-OR 촉매(11b) 내의 흡장된 NO_x의 양 Sb(NO_x)은 하기 수학적식을 사용하여 산출한다:

$$Sb(NO_x) = Sb(NO_x) + \{Qbb(NO_x) - Fb(NO_x)\} \cdot \Delta na$$

여기서, Δna는 현재의 처리 사이클이 될 때까지 최종 처리 사이클로부터 시간격을 나타낸다. 다음 단계(444)에서, 제1 NO_x 방출 플래그가 세트되었는지 여부가 판단되고, 이는 도 31에 나타난 루틴 내에서 조절된다. 제1 NO_x 방출 플래그가 세트된 경우, 즉, 제1 서브그룹(1ba)이 리치 오퍼레이션을 수행해야 하는 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, 제2 서브그룹(1bb)은 린 오퍼레이션을 연속적으로 수행한다.

제1 NO_x 방출 플래그가 단계(444)에서 리세트되는 경우, 루틴은 단계(445)로 진행되고, 여기서 흡장된 NO_x의 양 Sb(NO_x)이 상위 임계량 UTb(NO_x)보다 더 많은지 여부가 판단된다. Sb(NO_x) ≤ UTb(NO_x)인 경우, 처

리 사이클이 종료된다. 즉, $Sb(NO_x) \leq UTb(NO_x)$ 인 경우, NO_x -OR 촉매(11b)의 NO_x 흡장 용량은 상당히 큰 것으로 판단되고, 따라서, 제2 서브그룹(1bb)은 린 오퍼레이션을 연속적으로 수행한다.

단계(445)에서 $Sb(NO_x) > UTb(NO_x)$ 인 경우, 루틴은 단계(446)로 진행되고, 여기서 제2 NO_x 방출 플래그가 세트되고, 이어서 처리 사이클이 종료된다. 즉, $Sb(NO_x) > UTb(NO_x)$ 인 경우, NO_x -OR 촉매(11b)의 NO_x 흡장 용량은 작게 되는 것으로 판단된다. 따라서, 제2 서브그룹(1bb)은 린 오퍼레이션을 종료하고, 리치 오퍼레이션을 시작한다. 다음 단계(447)에서, 흡장된 NO_x 의 양 $Sb(NO_x)$ 은 리세트된다. 이어서, 처리 사이클은 종료된다.

이에 반하여, 제2 NO_x 방출 플래그가 세트되는 경우, 루틴은 단계(440)으로부터 단계(448)로 진행되고, 여기서 제2 연산 플래그가 세트된다. 제2 연산 플래그는 제2 서브그룹(1bb)에 대한 리치 기간 값(CRb)이 일단 산출될 때 세트되고, 제2 서브그룹(1bb)이 리치 오퍼레이션을 수행하는 기간을 나타내는 카운터 값 COUNTb가 0으로 될 때 리세트된다. 제2 NO_x 방출 플래그가 세트된 후 루틴이 단계(448)로 진행되는 첫 번째 시점이 세트될 때, 제2 연산 플래그가 리세트되고, 따라서 루틴은 단계(449)로 진행되고, 여기서 리치 기간 값(CRb)은 도 37에 나타난 맵을 사용하여 산출한다. 다음 단계(450)에서, 리치 기간 값(CRb)은 COUNTb로서 메모리된다. 다음 단계(451)에서, 제2 연산 플래그가 세트된다. 이어서, 처리 사이클이 종료된다.

제2 연산 플래그가 세트될 때, 루틴은 단계(448)로부터 단계(452)로 진행되고, 여기서 카운터 값 COUNTb은 1씩 감소한다. 다음 단계(453)에서, 카운터 값 COUNTb가 0인지 여부가 판단된다. COUNTb가 0보다 더 큰 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉 COUNTb > 0인 경우, NO_x -OR 촉매(11b)의 NO_x 흡장 용량은 상당히 작은 것으로 판단되고, 따라서 제2 서브그룹(1bb)의 리치 오퍼레이션이 계속된다.

단계(453)에서 COUNTb = 0인 경우, 루틴은 단계(454)로 진행되고, 여기서 제2 NO_x 방출 플래그는 리세트된다. 즉, COUNTa = 0인 경우, NO_x -OR 촉매(11b)의 NO_x 흡장 용량은 충분히 큰 것으로 판단되고, 따라서 제2 서브그룹(1bb)은 리치 오퍼레이션을 종료하고, 린 오퍼레이션을 시작한다. 다음 단계(455)에서, 제2 연산 플래그가 리세트되고, 이어서 처리 사이클이 종료된다.

Qba(NO_x), Qbb(NO_x), Fa(NO_x), Fb(NO_x), CRa 및 CRb는 도31, 32, 33, 35, 36 및 37에 각각 나타난 맵의 형태로 미리 ROM(22)에 저장된다. 배기 가스 정화 장치의 다른 구조 및 그의 오퍼레이션은 도 27을 참조하여 설명한 실시예에서와 동일하고, 따라서 이들에 대한 설명은 생략한다.

다음으로, 배기 가스 정화 촉매(14)에 대한 다른 실시예를 설명할 것이다.

본 실시예의 배기 가스 정화 촉매는 예를 들면 코어디에라이트(cordierite)로 제조된 벌집 모양의 기질을 사용하고, 이 촉매에 대한 담체로서 작용하는 알루미늄종이 벌집 모양 기질의 셀 표면 상에 코팅된다. 이러한 담체 상에는 구리(Cu), 크롬(Cr), 바나듐(V), 티타늄(Ti), 철(Fe), 니켈(Ni), 코발트(Co), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 로듐(Rh) 및 이리듐(Ir) 등의 원소 주기율표에서 제4 주기 또는 제8 족에 속하는 원소들로부터 선택된 적어도 하나의 기질이 촉매로서 수반된다.

상기 방식으로 형성된 배기 가스 정화 촉매가 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매라 칭해지는 경우, 이 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매는 이 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 중의 모든 NH_3 성분을 N_2 로 변환시킬 수 있고, 단, 배기 가스는 산화 분위기에 있고, 촉매의 온도는 촉매로서 사용되는 기질에 의해 결정되는 특정 온도 범위 내에 있다. 따라서, 배기 가스가 NH_3 성분을 포함하는 산화 분위기에 있고, 이러한 온도 범위에서 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매를 통해 흐를 때, 배기 가스 중의 NH_3 성분은 거의 완전히 용해되고, 배기 가스는 NH_3 를 함유하지 않는 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매로부터 흘러 나온다. 하기 설명에서, $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매가 배기 가스 중의 모든 NH_3 성분을 용해시킬 수 있는 이러한 온도 범위는 최적 온도 범위라 칭해진다.

$NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매의 온도가 최적 온도 범위보다 더 높을 때, $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 내의 NH_3 성분은 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매에 의해 산화되고, NO_x 성분이 생산된다.

즉, $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매의 온도가 최적 온도 범위보다 더 높을 때, NH_3 성분의 산화 반응, 즉, 상기 수학적 (7) 및 (8)은 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매 상에서 우세해지고, $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매로부터 흘러나오는 배기 가스 중의 NO_x 성분, 주로 NO 및 NO_2 의 양이 증가한다.

더욱이, $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매의 온도가 최적 온도 범위보다 더 낮을 때, NH_3 성분의 산화 반응(7 및 8)이 저하되고, $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매로부터 흘러나오는 배기 가스 중의 NH_3 성분의 양이 증가한다.

도 38은 온도의 변화에 따른 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매의 특성의 변화를 개략적으로 예시한다. 도 38은 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스가 산화 분위기에 있을 때 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매의 온도에 따라 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매로부터 흘러나오는 배기 가스 중의 NH_3 및 NO_x 의 농도 및 일정한 수준으로 유지되는 배기 가스 내의 NH_3 의 농도의 변화를 나타낸다. 도 38의 수직축 및 수평축은 배기 가스 내의 각각의 성분들의 농도 및 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매의 온도 각각을 나타낸다. 도 38에서 실선 및 파선은 $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매로부터 흘러나오는 배기 가스 내의 NH_3 성분 및 NO_x 성분 각각의 농도를 나타낸다.

도 38에 나타난 바와 같이, $NH_3 \cdot NO_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 내의 NH_3 성분의 농도는 일정한 수준으로 유지되고, 흘러나온 배기 가스 내의 NH_3 성분의 농도는 저온 영역(도 38의 영역 1) 내로 유입하는 배기 가스 내의 NH_3 의 농도와 실질적으로 동일하다. 이러한 온도 영역에서, 흘러나오는 배기 가스 내의 NO_x 성

분의 농도는 실질적으로 0이다. 이는 온도가 낮을 때(도 38의 영역 I), 배기 가스 내의 실질적으로 모든 NH_3 성분이 반응하지 않고 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매를 통해 통과되는 것을 의미한다.

온도가 상기 저온 영역보다 더 높아질 때, 흘러나오는 배기 가스 내의 NH_3 성분의 농도는 온도가 증가함에 따라 감소되는 한편, NO_x 성분의 농도는 실질적으로 동일하다(도 38의 영역 II). 즉, 이러한 온도 영역에서, N_2 성분으로 변환될 배기 가스 내의 NH_3 성분의 양은 온도가 증가함에 따라 증가한다.

온도가 도 38의 영역 III에 나타낸 바와 같이 더 증가할 때, 흘러나온 배기 가스 내의 NH_3 성분의 농도는 더욱 증가하고, NH_3 및 NO_x 성분 모두의 농도는 실질적으로 0이된다. 즉, 이러한 온도 영역(도 38의 영역 III)에서, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 내의 모든 NH_3 성분은 NO_x 성분을 형성하지 않고, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매에 의해 용해된다(즉, N_2 성분으로 변환된다).

그러나, 온도가 이러한 영역보다 더 높아질 때, 흘러나온 배기 가스 내의 NO_x 성분의 농도는 온도가 증가함에 따라(도 38의 영역 IV) 증가하고, 배기 가스 내의 모든 NH_3 성분은 고온 영역(도 38의 영역 V)에서 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매에 의해 NO_x 성분으로 변환된다.

본 명세서에서, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 최적 온도 범위는 배기 가스 내의 모든 NH_3 성분이 임의의 NO_x 성분을 형성하지 않고 N_2 성분으로 변환되는 온도 범위, 즉, 도 38의 온도 영역 III으로 나타낸 온도 범위로 정의된다.

$\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 최적 온도 범위는 촉매 성분으로서 사용된 기질에 따라 변화하고, 일반적으로 예를 들면 TW 촉매의 활성화 온도에 비해 비교적 저온에서 출발한다. 예를 들면, 백금(Pt), 로듐(Rh) 또는 팔라듐(Pd) 등의 기질이 사용될 때, 최적 온도 범위는 약 100 내지 400 °C이다(백금(Pt)인 경우에 100 내지 300°C가 바람직하고, 100 내지 250°C가 가장 바람직하며, 로듐(Rh) 또는 팔라듐(Pd)인 경우에 150 내지 400°C가 바람직하고, 150 내지 300°C가 가장 바람직하다). 구리(Cu), 크롬(Cr) 또는 철(Fe) 등의 기질이 사용될 때, 최적 온도 범위는 약 150 내지 650°C이다(150 내지 500 °C가 바람직하다). 따라서, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매가 모든 유형의 촉매 성분을 사용하여 직렬 화합물형 촉매로서 형성되는 경우, 즉, 백금(Pt) 등의 촉매 성분이 기질의 아래 부분에 수반되고, 크롬(Cr) 등의 촉매 성분이 기질의 윗 부분에 수반되는 경우, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 최적 온도 범위는 총괄적으로 넓어질 수 있다.

$\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매가 특정 온도 범위 내에서만 임의의 NO_x 성분을 생산하지 않고 배기 가스 내의 실질적으로 모든 NH_3 성분을 N_2 성분으로 변환시키는 이유는 현재 분명하지 않다. 그러나, 이러한 현상은 하기 이유로 인한 것으로 생각된다.

즉, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 온도가 최적 온도 범위에 있을 때, 상기 탈질산화 반응(9 및 10)이 상기 산화 반응(7 및 8) 이외에 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매 상에서 발생한다. 이들 탈질산화 반응(9 및 10)으로 인해, 산화 반응(7 및 8)에 의해 생성된 NO_x 성분들은 즉각적으로 N_2 성분으로 변환된다. 즉, 최적 온도 범위에서, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 내의 NH_3 의 일부는 산화 반응(7 및 8)에 의해 NO_x 로 변환되고, 이러한 NO_x 는 배기 가스 중의 나머지 NH_3 와 반응하고, 탈질산화 반응(9 및 10)에 의해 N_2 로 변환된다. 이들 순차 반응에 의해, 배기 가스 내의 실질적으로 모든 NH_3 는 촉매의 온도가 최적 온도 범위 내에 있을 때 N_2 로 변환된다.

$\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 온도가 최적 온도 범위 이상일 때, 산화 반응(7 및 8)은 촉매에서 지배적이고, 이 촉매에 의해 산화되는 NH_3 의 부분들이 증가한다. 따라서, 탈질산화 반응(9 및 10)은 배기 가스 내의 NH_3 성분의 결핍으로 인해 촉매 내에서 거의 발생하지 않고, 산화 반응(7 및 8)에 의해 생산된 NO_x 는 탈질산화 반응(9 및 10)에 의해 환원되지 않고 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로부터 흘러 나온다.

다른 한편, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 온도가 최적 온도 범위 이하일 때, 산화 반응(7 및 8)은 저온으로 인해 거의 발생하지 않는다. 이는 배기 가스 내의 NH_3 가 배기 가스 내의 NO_x 의 결핍으로 인해 NO_x 에 의해 산화되지 않고 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매를 통해 통과시킨다.

상술한 바와 같이, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 최적 온도 범위는 NH_3 의 산화에 의해 생성된 NO_x 가 임의의 과잉 NO_x 및 NH_3 를 유발하지 않고, 배기 가스 내의 NH_3 와 직접적으로 반응하는 방식으로 NH_3 의 산화 반응(7 및 8) 및 NO_x 의 탈질산화 반응(9 및 10)이 상호 균형을 이루는 온도 범위이다. 결과적으로, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 최적 온도 범위는 촉매의 산화 능력 및 그의 온도 의존도에 의해 결정된다. 따라서, 백금(Pt) 등의 큰 산화 능력을 갖는 촉매 성분이 사용될 때, 최적 온도 범위는 크롬(Cr) 등의 비교적 낮은 산화 능력을 갖는 촉매 성분이 사용될 때보다 더 낮아진다.

상술한 바와 같이, 이러한 현상의 메커니즘이 완전하게 규명되지는 않았지만, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매는 온도가 최적 온도 범위 내일 때 산화 분위기에 배기 가스 내의 모든 NH_3 를 실제로 변환시킨다. 더욱이, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매가 최적 온도 범위 내에서 사용될 때 하기 사실이 상기 현상에 따라 밝혀졌다: 즉,

(a) $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스가 산화 분위기에 있을 때, 즉, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 화학양론적인 연료비에 비해 희박할 때, 배기 가스 내의 실질적으로 모든 NH_3 는 어떠한 NO_x 도 생성하지 않고 N_2 로 변환된다. 이는 배기 가스가 산화 분위기(희박한 공연비)에 있을 때 발생하지만, 이

는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비의 희박도와 무관하다.

(b) $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스가 NH_3 이외에 NO_x 를 함유할 때, NH_3 과 마찬가지로 배기 가스 내의 NO_x 는 N_2 로 변환되고, 배기 가스 내의 NO_x 성분들의 농도는 0으로 된다. 이러한 경우에, NO_x 성분들 및 NH_3 성분들의 농도비는 탈질산화 반응(9 및 10)에 대해 반드시 화학양론적일 필요는 없다(즉, 4:3 또는 1:1). 배기 가스는 이 배기 가스 내의 NO_x (NO_2 및 NO)를 환원시키기 위해 요구되는 양보다 더 많은 양의 NH_3 를 함유하는 것만을 요한다. 상술한 바와 같이, 배기 가스 내의 여분의 NH_3 는 배기 가스가 산화 분위기일 때 모두 N_2 로 변환되고, 이러한 경우조차 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로부터 흘러나오는 배기 가스 내에 함유된 여분의 NH_3 는 없다.

(c) $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스가 HC 및 CO 성분들을 함유할 때, 모든 HC 및 CO 성분들은 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매에 의해 산화되고, 단, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 화학양론적인 공연비에 비해 희박하고, 어떠한 HC 및 CO도 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로부터 흘러 나오는 배기 가스 내에 포함되지 않는다.

그러나, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스가 NH_3 및 NO_x 모두를 함유할 때, 도 38의 온도 영역 IV, 즉, 흘러나오는 배기 가스 내의 NO_x 성분들의 농도가 촉매의 온도가 증가함에 따라 증가하는 온도 영역은 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스가 NH_3 만을 함유할 때에 비해 보다 낮은 온도 측으로 이동한다. 이는 배기 가스가 NH_3 이외에 NO_x 를 함유할 때, NH_3 의 산화 반응에 의해 생성된 NO_x 이외에 유입하는 배기 가스 내의 NO_x 는 배기 가스 내의 NH_3 에 의해 환원되어야 하기 때문이다. 결과적으로, NH_3 의 결핍은 비교적 저온 영역에서 발생하기 쉽다. 따라서, 배기 가스가 NH_3 및 NO_x 모두를 함유할 때, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 최적 온도 범위는 보다 좁혀진다.

상기 (b)에 관하여, 바나디아-티타니아 $\text{V}_2\text{O}_5\text{-TiO}_2$ 형 촉매 등의 종래의 탈질산화 촉매는 특정 조건에 따라 배기 가스 내에 NH_3 및 NO_x 를 용해시키는 능력을 갖는다. 그러나, 종래의 탈질산화 촉매의 경우에, NH_3 및 NO_x 성분들의 양은 임의의 과잉 NH_3 및 NO_x 를 유발하지 않고 NH_3 를 NO_x 와 반응시키기 위해 엄밀히 화학양론적이어야 한다. 즉, NO_2 및 NO 모두가 배기 가스 내에 함유될 때, 배기 가스 내의 NH_3 의 양(몰)은 임의의 잉여 NH_3 및 NO_x 를 유발하지 않고, NH_3 와 NO_x 를 반응시키기 위해 배기 가스 중의 NO 의 몰 및 3/4를 곱한 배기 가스 중의 NO_2 의 몰 전체와 엄격히 동일해야 한다. 그러나, 본 실시예에서, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 경우에, NH_3 의 양이 NO_x

의 양에 비해 화학양론적인 값 이상인 경우, 및 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박한 경우, 모든 NH_3 및 NO_x 는 어떠한 여분의 NH_3 및 NO_x 를 유발하지 않고 N_2 로 변환된다. 이점이 본 발명의 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매와 종래의 탈질산화 촉매 간의 중요한 차이이다.

도 38에서 설명한 바와 같이, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매는 최적 온도 범위의 배기 가스 중의 모든 NH_3 를 변환시키지만, 일부 NH_3 는 온도가 최적 온도 범위 이하일 때 통과한다. 저온 영역에서 NH_3 의 유출을 방지하기 위해, 산성의 무기 기질이 사용될 수 있다. 산성의 무기 기질(구리(Cu), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 철(Fe) 등의 전이 금속 산화물을 포함하는 루이스산 뿐만 아니라 제올라이트, 실리카(SiO_2), 실리카-알루미나($\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$) 등의 브론스테드산을 포함함)은 온도가 낮을 때 NH_3 를 흡수한다. 따라서, 이들 산성의 무기 기질중 1개 이상이 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 기질 상에 수반될 수 있거나, 또는 기질 자체가 저온 영역으로 NH_3 의 유출을 방지하기 위해 이와 같이 산성의 무기 기질로 제조된 다공성 물질에 의해 형성될 수 있다. 이러한 경우에, 최적 온도 범위 이하의 온도 영역에서 N_2 성분으로 변환되지 않는 NH_3 성분은 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매 내의 산성의 무기 기질에 의해 흡수되고, 저온 영역 내의 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로부터 NH_3 의 유출량은 감소될 수 있다. 산성의 무기 기질에 의해 흡수된 NH_3 는 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매의 온도가 높아질 때 또는 배기 가스 내의 NH_3 성분의 농도가 낮아질 때 방출된다. 따라서, 산성의 무기 기질에 의해 흡수된 NH_3 는 이것이 산성의 무기 기질로부터 제거될 때 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매에 의해 N_2 로 변환된다. $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로 흐르는 배기 가스의 온도가 광범위한 범위로 변화할 때, 따라서, 저온 영역에서 NH_3 의 유출을 방지하기 위해 이들 산성의 무기 기질을 사용하는 것이 적절하다.

또한, 이러한 제거가 발생하는 한, 산성의 무기 기질 내에 흡수된 NH_3 의 양은 증가하지 않는다. 결과적으로, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매는 NH_3 로 포화되는 것이 방지되고, 즉, NH_3 는 정화되지 않고, $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매로부터 흘러나오는 것이 방지된다. 이는 $\text{NH}_3 \cdot \text{NO}_x$ 정화 촉매 아래 부분에 NH_3 정화 촉매를 배열시킬 필요가 없음을 의미하고, 이는 배기 가스 정화 촉매의 구조를 단순화시킨다.

다음으로, 배기 가스 정화 촉매(14)의 다른 실시예를 도 39를 참조하여 설명할 것이다. 도 39에서, 상기 실시예에서와 동일한 구성 소자들에는 동일한 참조 번호가 제공된다.

도 39를 참조하면, 배기 가스 정화 촉매(14)는 직렬로 배열된 3개의 촉매를 구비한다. 이들 촉매는 위쪽 부분으로부터 순서대로 Cu 제올라이트 촉매(141), Pt-Cu 제올라이트 촉매(142), 및 귀금속 촉매(143)이다. 이들 촉매(141, 142 및 143)는 대응하는 촉매 변환기(151, 152 및 153) 내에 수용된다. 더욱이, 변환기(151)의 입구는 연결 덕트(13)의 출구에 접속되는 것에 주의해야 한다.

본 발명의 발명자들에 따라, 귀금속 촉매(143)의 산화 분위기 하에 최적 온도 범위의 상한 온도는 촉매(141, 142 및 143)에서 가장 높고, Pt-Cu 제올라이트 촉매(142)의 상한 온도는 귀금속 촉매(143)의 그것

다음으로 높고, Cu 제올라이트 촉매(141)의 상한 온도는 가장 낮다. 다른 한편, 촉매의 출구에서 배기 가스의 온도는 촉매 상에서 발생하는 반응으로 인해 입구에서의 온도보다 더 높아진다. 따라서, Cu 제올라이트 촉매(141), Pt-Cu 제올라이트 촉매(142) 및 귀금속 촉매(143)는 본 실시예에서 위쪽으로부터 순서대로 배열된다. 이는 촉매의 보기 드문 열화를 방지하는 한편, 배기 가스의 양호한 정화를 보장한다.

다음으로, 배기 가스 정화 촉매(14)의 다른 실시예를 도 40을 참조하여 기재할 것이다. 도 40에서, 상기 실시예에서와 동일한 구성 소자들에는 동일한 참조 번호가 제공된다. 더욱이, 도 1에 나타난 것과 동일한 전자 제어 유닛이 본 실시예에 역시 제공되지만, 이는 도 40에서 간단히 박스로 나타낸다.

도 40을 참조하면, 배기 가스 정화 촉매(14)는 촉매 변환기(156) 내에 수용된 귀금속 촉매(143), 및 공통 촉매 변환기(157) 내에 수용된 Cu 제올라이트 촉매(141) 및 Pt-Cu 제올라이트 촉매(142)를 구비하고, 이는 변환기(157)의 아래 부분에 배열된다. Cu 제올라이트 촉매(141) 및 Pt-Cu 제올라이트 촉매(142)는 공통 기질 상에 수반되고, 배기 가스 흐름에 대하여 순서대로 직렬로 배열된다. 촉매 변환기(156) 내에는 분리벽(160)에 의해 분리된 제1 및 제2 통로(161 및 162)가 형성된다. 제1 및 제2 통로(161 및 162)의 입구는 연결 덕트(13)의 출구에 접속되고, 출구는 배기 가스 조절 밸브(164)를 통해 촉매 변환기(157)의 입구에 접속된다. 도 40에 나타난 바와 같이, 귀금속 촉매(143)는 제1 통로(161)에 배열된다.

배기 가스 조절 밸브(164)는 촉매 변환기(156) 내에 배열되고, 슬레노이드형 또는 진공형 액추에이터(163)에 의해 구동된다. 배기 가스 조절 밸브(164)가 도 40에 실선으로 나타난 위치에 위치할 때, 제1 통로(161)가 개방되고, 제2 통로(162)가 폐쇄됨으로써, 연결 통로(13)는 제1 통로(161)를 통해 촉매 변환기(157)와 소통한다. 배기 가스 조절 밸브(164)가 도 40에 파선으로 나타난 위치에 위치할 때, 제1 통로(161)가 폐쇄되고, 제2 통로(162)가 개방됨으로써, 연결 통로(13)는 제2 통로(161)를 통해 촉매 변환기(157)와 소통한다. 액추에이터(163)는 구동 회로를 통해 ECU(20)의 출력 포트에 접속되고, ECU(20)로부터 출력 신호에 따라 조절되는 것에 주의해야 한다.

다음으로, 배기 가스 조절 밸브의 조절을 도 41을 참조하여 설명할 것이다. 도 41에 나타난 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다.

도 41을 참조하면, 먼저, 단계(170)에서, 무부하(idling) 오퍼레이션을 포함하는 낮은 로드 오퍼레이션이 이 시점에 처리되는지 여부가 판단된다. 낮은 로드 오퍼레이션이 처리되는 경우, 루틴은 단계(171)로 진행하고, 여기서 배기 가스 조절 밸브(164)는 도 40의 실선으로 나타난 위치에 놓이고, 따라서, 연결 덕트(13)는 제1 통로(161)에 접속된다. 즉, 덕트(13)으로부터 배기 가스는 순서대로 귀금속 촉매(143), Cu 제올라이트 촉매(141) 및 Pt-Cu 제올라이트 촉매(142)와 접촉한다.

낮은 로드 엔진 오퍼레이션에서, 배기 가스 정화 촉매(14)로 흐르는 배기 가스의 온도가 낮다. 따라서, 낮은 로드 오퍼레이션이 장기간 동안 계속되는 경우, Cu 제올라이트 촉매(141) 및 Pt-Cu 제올라이트 촉매(142)의 온도는 보다 낮아지고, 촉매(141 및 142)의 정화 능력이 낮아질 수 있다. 따라서, 본 실시예에서, 배기 가스는 먼저 낮은 로드 오퍼레이션에서 귀금속 촉매와 접촉함으로써 배기 가스의 온도는 가능한 한 많이 강하됨으로써, 촉매(141, 142 및 143)의 정화 능력을 보장한다. 결과적으로, 배기 가스는 촉매(141, 142 및 143)에 의해 충분히 정화된다.

이에 반하여, 낮은 로드 오퍼레이션이 처리되지 않는 경우, 즉, 중간 또는 높은 로드 오퍼레이션이 처리되는 경우, 단계(170)에서, 루틴은 단계(172)로 진행되고, 여기서 배기 가스 조절 밸브(164)는 도 40의 파선으로 나타난 위치에 놓이고, 따라서, 연결 덕트(13)는 제2 통로(162)에 접속된다. 즉, 덕트(13)로부터 배기 가스는 귀금속 촉매(143)를 우회하고, 이어서, Cu 제올라이트 촉매(141) 및 Pt-Cu 제올라이트 촉매(142)와 순서대로 접촉한다.

온도가 높은 배기 가스가 귀금속 촉매(143)로 흐를 때, 상기 산화 반응(9 및 10)은 그 후 즉시 우세해지고, 대량의 NO_x가 그로부터 흘러 나올 수 있다. 이와 같이 대량의 NO_x는 하기 Cu 제올라이트 촉매(141) 및 Pt-Cu 제올라이트 촉매(142) 상에서 정화될 수 없다. 따라서, 본 실시예에서, 배기 가스의 온도가 비교적 높은 중간 또는 높은 로드 오퍼레이션 동안, 배기 가스는 귀금속 촉매(143), Cu 제올라이트 촉매(141) 및 Pt-Cu 제올라이트 촉매(142)를 우회함으로써, NO_x가 배기 가스 정화 촉매(14)로부터 흘러 나오는 것을 방지한다.

본 실시예에서, 배기 가스 조절 밸브(164)가 엔진 로드에서 따라 조절되는 동안, 밸브(164)는 유입하는 배기 가스의 온도 또는 각각의 촉매에 따라, 또는 엔진 속도 등의 엔진 작동 조건에 따라 조절될 수 있다.

도 42는 배기 가스 정화 장치의 다른 실시예를 나타낸다. 도 42에서, 상기 실시예에서와 동일한 구성 소자들에는 동일한 참조 번호가 제공된다.

도 42를 참조하면, 제1 실린더 군(1a)은 배기 덕트(7)를 통해 내부에 TW 촉매(8a)를 수용하는 촉매 변환기(9)에 접속되고, 이 변환기(9)는 NH₃ 스위칭 밸브(200a)를 통해 제1 NH₃ 도입 덕트(201a) 또는 제2 NH₃ 도입 덕트(201b)에 선택적으로 접속된다. 또한, 제2 실린더 군(1b)은 배기 매니폴드(10)를 통해 배기 덕트(210)에 접속되고, 이 덕트(210)는 NO_x 스위칭 밸브(200b)를 통해 제1 NO_x 도입 덕트(202a) 또는 제2 NO_x 도입 덕트(202b)에 선택적으로 접속된다. 제1 NH₃ 도입 덕트(201a) 및 제2 NO_x 도입 덕트(202b)는 내부에 NH₃-AO 촉매(204)를 수용하는 공통 촉매 변환기(203)에 접속된다. 제2 NH₃ 도입 덕트(201b) 및 제1 NO_x 도입 덕트(202a)는 내부에 NO_x-OR 촉매(206)를 수용하는 공통 촉매 변환기(205)에 접속된다. 변환기(203 및 205)는 연결 덕트(207)를 통해 NH₃ 정화 촉매(16)를 수용하는 공통 촉매 변환기(17)에 접속된다.

NH₃ 스위칭 밸브(200a) 및 NO_x 스위칭 밸브(200b)는 슬레노이드형 또는 진공형 공통 액추에이터(208)에 의해 조절된다. 액추에이터(208)는 TW 촉매(8a)를 제1 또는 제2 NH₃ 도입 덕트(201a 및 201b)에 선택적으로 접속시키고, 배기 덕트(210)를 NO_x 도입 덕트(202a 및 202b)에 선택적으로 접속시키기 위해 스위칭 밸브(200a 및 200b)를 동시에 구동시킨다. 액추에이터(208)는 구동 회로(32)를 통해 ECU(20)의 출력 포트

(26)에 접속시키고, ECU(20)로부터 출력 신호에 따라 조절된다.

본 실시예에서, NH₃-AO 촉매(204)는 상기 실시예에서 NH₃-AO 촉매(14a)로서 형성되고, NO_x-OR 촉매(206)는 상기 실시예에서 NO_x-OR 촉매(11a)로 형성된다. 대안으로, NH₃-AO 촉매(204)는 도 38을 참조하여 설명하는 바와 같이 산성의 무기 기질을 포함하는 NH₃·NO_x 정화 촉매로서 형성될 수 있다.

본 실시예에서, 제1 실린더 군(1a)은 TW 촉매(8a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 연속적으로 리치하게 하기 위해 리치 오퍼레이션을 연속적으로 수행한다. 따라서, 배기 가스 공연비가 리치한 NH₃를 포함하는 배기 가스는 제1 또는 제2 NH₃ 도입 덕트(201a, 201b)로 흐른다. 또한, 제2 실린더 군(1b)은 배기 덕트(210)로부터 흘러 나오는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 연속적으로 희박하게 하기 위해 린 오퍼레이션을 연속적으로 수행한다. 따라서, 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x를 포함하는 배기 가스는 제1 또는 제2 NO_x 도입 덕트(202a, 202b)로 흐른다. 제1 및 제2 실린더 군(1a 및 1b)에 대한 타겟 공연비 (A/F)_T는 상기 리치한 공연비 (A/F)_R 및 희박한 공연비 (A/F)_L를 설정하는 방식과 같이 설정된다.

본 실시예에서, 엔진(1)의 배기 가스는 흡수 및 흡장 공정, 및 제거, 방출 및 정화 공정을 교대로 또한 반복적으로 수행함으로써 정화된다. 먼저, 흡수 및 흡장 공정은 도 43a 및 43b를 참조하여 설명할 것이다.

흡수 및 흡장 공정에서, NH₃ 스위칭 밸브(200a)는 제1 NH₃ 도입 덕트(201a)를 개방시키고, 제2 NH₃ 도입 덕트(201b)를 폐쇄시킨다. 동시에, NO_x 스위칭 밸브(200b)는 제1 NO_x 도입 덕트(202a)를 개방시키고, 제2 NO_x 도입 덕트(202b)를 폐쇄시킨다. 결과적으로, TW 촉매(8a)는 제1 NH₃ 덕트(201a)를 통해 NH₃-AO 촉매(204)에 접속되고, 덕트(210)는 제1 NO_x 덕트(202a)를 통해 NO_x-OR 촉매(206)에 접속된다. TW 촉매(8a) 및 덕트(210)의 이러한 접속 조건은 제1 접속 조건이라 칭한다.

즉, 흡수 및 흡장 공정에서, 배기 가스 공연비가 리치한 NH₃를 포함하는 배기 가스는 NH₃-AO 촉매(204)로 흐른다. 배기 가스 내의 실질적으로 모든 NH₃는 NH₃-AO 촉매(204)에 흡수된다. 이러한 상황에서, NH₃가 흡수되지 않고, NH₃-AO 촉매(204)로부터 흘러나오는 경우조차 NH₃는 하기 NH₃ 정화 촉매(16) 상에서 정화된다. 다른 한편, 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x를 포함하는 배기 가스는 NO_x-OR 촉매(206)로 흐른다. 배기 가스 내의 실질적으로 모든 NO_x는 NO_x-OR 촉매(206) 내에서 흡장된다. 따라서, NH₃ 및 NO_x는 흡수 및 흡장 공정에서 NH₃ 정화 촉매(16)의 아래 부분으로 흐르는 것을 방지한다.

이에 반하여, 제거, 방출 및 정화 공정에서, 도 44a 및 44b에 나타난 바와 같이, NH₃ 스위칭 밸브(200a)는 제1 NH₃ 도입 덕트(201a)를 폐쇄시키고, 제2 NH₃ 도입 덕트(201b)를 개방시킨다. 동시에, NO_x 스위칭 밸브(200b)는 제1 NO_x 도입 덕트(202a)를 폐쇄시키고, 제2 NO_x 도입 덕트(202b)를 개방시킨다. 결과적으로, TW 촉매(8a)는 제2 NH₃ 덕트(201b)를 통해 NO_x-OR 촉매(206)에 접속되고, 덕트(210)는 제2 NO_x 덕트(202b)를 통해 NH₃-AO 촉매(204)에 접속된다. TW 촉매(8a) 및 덕트(210)의 이러한 접속 조건은 제2 접속 조건이라 칭한다.

즉, 제거, 방출 및 정화 공정에서, 배기 가스 공연비가 희박하고, NH₃를 포함하지 않고, NO_x를 포함하는 배기 가스가 NH₃-AO 촉매(204)로 흐른다. 결과적으로, 흡수된 NH₃는 NH₃-AO 촉매(204)로부터 제거되고, 제거된 NH₃는 유입하는 NO_x를 환원 또는 정화시킨다. 이러한 상황에서, 제거된 NH₃의 양이 유입하는 NO_x의 양을 초과하는 경우조차, 여분의 NH₃가 이어지는 NH₃ 정화 촉매(16) 상에서 정화된다. 다른 한편, 배기 가스 공연비가 리치하고, NH₃를 포함하는 배기 가스가 NO_x-OR 촉매(206)로 흐른다. 결과적으로, 흡장된 NO_x는 NO_x-OR 촉매(206)로부터 방출되고, 방출된 NO_x는 유입하는 NH₃에 의해 환원 또는 정화된다. 이러한 상황에서, 유입하는 NH₃의 양이 방출된 NO_x의 양을 초과하는 경우조차, 여분의 NH₃가 이어지는 NH₃ 정화 촉매(16) 상에서 정화된다. 따라서, NH₃ 및 NO_x는 흡수 및 흡장 공정에서 인지 또는 제거, 방출 및 정화 공정에서 인지와 무관하게 NH₃ 정화 촉매 아래 부분으로 흐르는 것이 방지된다.

이러한 방식으로, 흡수 및 흡장 공정, 및 제거, 방출 및 정화 공정을 교대로 또한 반복적으로 수행함으로써 배기 가스의 양호한 정화를 제공한다. 더욱이, 제2 실린더 군(1b)은 본 실시예에서 린 오퍼레이션을 연속적으로 수행하고, 이는 연료 소비율을 저하시킨다.

NH₃ 스위칭 밸브(200a) 및 NO_x 스위칭 밸브(200b)가 조절되고, TW 촉매(8a)와 덕트(210)의 접속 조건이 제1 접속 조건으로 이루어질 때, 흡수 및 흡장 공정이 수행되고, 이들 조건이 제2 접속 조건으로 이루어질 때, 제거, 방출 및 정화 공정이 수행된다. 공정의 스위칭 조절, 즉, 접속 조건의 스위칭 조절은 NH₃-AO 촉매(204) 및 NO_x-OR 촉매(206)의 포화가 방지되는 한, 어떠한 타이밍으로도 실행될 수 있다. 그러나, 접속 조건의 빈번한 스위칭은 바람직하지 못하다. 따라서, 본 실시예에서, NH₃-AO 촉매(204)에 흡수된 NH₃의 양 S1(NH₃) 또는 NO_x-OR 촉매(206) 내에 흡장된 NO_x의 양 S1(NO_x) 및 접속 조건의 스위칭 조절이 S1(NH₃) 또는 S1(NO_x)에 따라 실행된다.

즉, 흡수 및 흡장 공정에서, 흡수된 NH₃의 양 S1(NH₃) 및 흡장된 NO_x의 양 S1(NO_x) 중의 적어도 하나가 대응하는 상위 임계량 UT1(NH₃), UT1(NO_x)보다 더 커질 때, 제거, 방출 및 정화 공정이 시작된다. 또한, 제거, 방출 및 정화 공정에서, 흡수된 NH₃의 양 S1(NH₃) 및 흡장된 NO_x의 양 S1(NO_x) 중의 적어도 하나가 대응하는 하위 임계량 LT1(NH₃), LT1(NO_x)보다 더 적어질 때, 흡수 및 흡장 공정이 시작된다. 따라서, 배기

가스는 접촉 조건에서 빈번한 스위칭 없이 충분히 정화되면서, $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(204) 및 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(206)의 포화를 방지한다.

도 45는 실시예에 따른 접촉 조건 또는 공정의 스위칭 조절을 실행하는 루틴을 예시한다. 이 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다.

도 45를 참조하면, 먼저, 단계(220)에서, 흡수된 NH_3 의 양 $S1(\text{NH}_3)$ 이 산출된다(아래 설명함). 다음 단계(221)에서, 흡장된 NO_x 의 양 $S1(\text{NO}_x)$ 이 산출된다(아래 설명함). 다음 단계(222)에서, 현재 접촉 조건이 제2 접촉 조건인지, 즉, 제거, 방출 및 정화 공정이 처리되고 있는지 여부가 판단된다. 현재 접촉 조건이 제1 접촉 조건인 경우, 즉, 흡수 및 흡장 공정이 처리되고 있는 경우, 루틴은 단계(223)으로 진행되고, 여기서 $S1(\text{NH}_3)$ 이 소정의 상위 임계량 $UT1(\text{NH}_3)$ 보다 더 큰지 여부가 판단된다. $S1(\text{NH}_3) > UT1(\text{NH}_3)$ 인 경우, 루틴은 단계(225)로 점프한다. $S1(\text{NH}_3) \leq UT1(\text{NH}_3)$ 인 경우, 루틴은 단계(224)로 진행한다.

단계(224)에서, $S1(\text{NO}_x)$ 이 소정의 상위 임계량 $UT1(\text{NO}_x)$ 보다 더 큰지 여부가 판단된다. $S1(\text{NO}_x) \leq UT1(\text{NO}_x)$ 인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, 제1 접촉 조건 또는 흡수 및 흡장 공정이 계속된다. $S1(\text{NO}_x) \geq UT1(\text{NO}_x)$ 인 경우, 루틴은 단계(225)로 진행된다. 따라서, $S1(\text{NH}_3) > UT1(\text{NH}_3)$ 일 때 또는 $S1(\text{NO}_x) \geq UT1(\text{NO}_x)$ 일 때, 루틴은 단계(225)로 진행된다. 단계(225)에서, 접촉 조건은 제2 접촉 조건으로 변화하고, 제거, 방출 및 정화 공정이 시작된다. 이어서, 처리 사이클이 종료된다.

단계(222)에서, 현재 접촉 조건이 제2 접촉 조건인 경우, 즉, 제거, 방출 및 정화 공정이 처리되고 있는 경우, 루틴은 단계(226)로 진행되고, 여기서 $S1(\text{NH}_3)$ 이 소정의 하위 임계량 $LT1(\text{NH}_3)$ 보다 더 작은지 여부가 판단된다. $S1(\text{NH}_3) < LT1(\text{NH}_3)$ 인 경우, 루틴은 단계(228)로 점프한다. $S1(\text{NH}_3) \geq LT1(\text{NH}_3)$ 인 경우, 루틴은 단계(227)로 진행한다. 단계(227)에서, $S1(\text{NO}_x)$ 이 소정의 하위 임계량 $LT1(\text{NO}_x)$ 보다 더 작은지 여부가 판단된다. $S1(\text{NO}_x) \geq LT1(\text{NO}_x)$ 인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, 제2 접촉 조건 또는 제거, 방출 및 정화 공정이 계속된다. $S1(\text{NO}_x) < LT1(\text{NO}_x)$ 인 경우, 루틴은 단계(228)로 진행된다. 따라서, $S1(\text{NH}_3) < LT1(\text{NH}_3)$ 일 때 또는 $S1(\text{NO}_x) < LT1(\text{NO}_x)$ 일 때, 루틴은 단계(228)로 진행된다. 단계(228)에서, 접촉 조건은 제1 접촉 조건으로 변화하고, 흡수 및 흡장 공정이 시작된다. 이어서, 처리 사이클이 종료된다.

도 45에 나타낸 루틴의 단계(220)에서, 접촉 조건이 제1 접촉 조건이고, 흡수 및 흡장 공정이 처리되고 있을 때, 흡수된 NH_3 의 양 $S1(\text{NH}_3)$ 은 단위 시간당 제1 실린더 군(1a)으로부터 배출된 NO_x 의 양 $Qa(\text{NO}_x)$ 과 NH_3 합성 효율(ETA)의 곱을 시간에 따라 적분함으로써 산출된다. 배출된 NO_x 의 양 $Qa(\text{NO}_x)$ 과 효율(ETA)은 도 13B 및 14에 각각 나타낸 맵을 사용하여 얻는다. 접촉 조건이 제2 접촉 조건이고, 제거, 방출 및 정화 공정이 처리되고 있을 때, 흡수된 NH_3 의 양 $S1(\text{NH}_3)$ 은 단위 시간당 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(204)로부터 제거된 NH_3 의 양 $D(\text{NH}_3)$ 을 시간에 따라 적분함으로써 산출된다. 제거된 NH_3 의 양 $D(\text{NH}_3)$ 은 도 16b에 나타낸 맵을 사용하여 얻는다.

도 45에 나타낸 루틴의 단계(221)에서, 접촉 조건이 제1 접촉 조건이고, 흡수 및 흡장 공정이 처리되고 있을 때, 흡장된 NO_x 의 양 $S1(\text{NO}_x)$ 은 단위 시간당 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 NO_x 의 양 $Qb(\text{NO}_x)$ 을 시간에 따라 적분함으로써 산출된다. 배출된 NO_x 의 양 $Qb(\text{NO}_x)$ 은 도 6b에 나타낸 맵을 사용하여 얻는다. 접촉 조건이 제2 접촉 조건이고, 제거, 방출 및 정화 공정이 처리되고 있을 때, 흡장된 NO_x 의 양 $S1(\text{NO}_x)$ 은 단위 시간당 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(206)로부터 방출된 NO_x 의 양 $D(\text{NO}_x)$ 을 시간에 따라 적분함으로써 산출된다. 방출된 NO_x 의 양 $D(\text{NO}_x)$ 은 도 8b에 나타낸 맵을 사용하여 얻는다.

도 46은 배기 가스 정화 장치의 다른 실시예를 예시한다. 도 46에서, 상기 실시예에서와 동일한 구성 요소들에는 동일한 참조 번호가 제공된다.

도 46을 참조하면, 본 실시예는 흡장 물질이 배기 매니폴드(10)와 NO_x 스위칭 밸브(200b) 간의 배기 통로에 제공되고, 2차 공기 공급 장치(18)가 흡장 물질(11)과 NO_x 스위칭 밸브(200b) 간의 배기 통로에 제공된다는 점에서 도 42에 나타낸 상기 실시예와 상이하다. 따라서, 제2 실린더 군(1b)으로부터 배기 가스는 먼저 흡장 물질(11)과 접촉하고, 이어서, $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(204) 및 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(206)와 접촉한다.

도 1을 참조한 상기 실시예에서와 같이, 흡장 물질(11)은 대량의 NO_x 가 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(204) 및 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(206)로 흐르는 것을 방지하기 위한 것이다. 흡장 물질(11)로서, $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(11a)가 사용되는데 주의해야 한다.

본 실시예에서, 다시, 흡수 및 흡장 공정, 및 제거, 방출 및 정화 공정이 교대로 또한 반복적으로 수행된다. 제거, 방출 및 정화 공정에서, 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출되고, NO_x 를 포함하는 배기 가스는 제2 NO_x 도입 덕트(202b)를 통해 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(204)로 흐른다. 이러한 경우에, 대량의 NO_x 가 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(204)로 흐르는 경우, NO_x 는 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(204)로부터 제거된 NH_3 를 초과할 수 있고, 과량의 NO_x 는 정화되지 않고, $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(204)로부터 흘러나올 수 있다. 또한, 흡수 및 흡장 공정에서, 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 배기 가스는 제1 NO_x 도입 덕트(202a)를 통해 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(206)로 흐른다. 이러한 경우에, 대량의 NO_x 가 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(206)로 흐르는 경우, $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(206)가 NO_x 흡장 능력을 갖더라도, NO_x 는 정화 없이 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(204)로부터 흘러나올 수 있다. 따라서, 흡장 물질(11)이 제2 실린더 군(1b), $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(204) 및 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(206) 사이에 배열됨으로써, 대량의 NO_x 가 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매(204) 및 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매(206)로

흐르는 것을 방지한다. 이는 NO_x 가 촉매(204 및 206)로부터 흘러 나오는 것을 방지한다.

공정의 접속 조건의 스위칭 조절은 도 42 내지 도 45를 참조하여 설명한 상기 실시예에서와 같이, NH_3 -A0 촉매(204)에 흡수된 NH_3 의 양 및 NO_x -OR 촉매(206)에 흡장된 NO_x 의 양에 따라 실행된다.

상기한 바와 같이, 제2 실린더 군(1b)이 연속적으로 린 오퍼레이션을 수행하는 경우, NO_x -OR 촉매(11a) 내에 흡장된 NO_x 의 양이 보다 많아지고, NO_x 흡장 용량이 보다 적어진다. 따라서, NO_x -OR 촉매(11a) 내에 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 이 얻어지고, 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 이 상위 임계량 $UT(\text{NO}_x)$ 보다 더 많을 때, 제2 실린더 군(1b)은 NO_x -OR 촉매(11a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 리치하게 만들도록 리치 오퍼레이션을 일시적으로 수행함으로써, NO_x -OR 촉매(11a)로부터 흡장된 NO_x 를 방출시킨다. 이는 NO_x -OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량을 보장한다. 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 이 하위 임계량 $LT(\text{NO}_x)$ 보다 더 적을 때, 제2 실린더 군(1b)은 린 오퍼레이션을 재개한다.

제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때, NO_x 를 포함하고, 배기 가스 공연비가 리치한 배기 가스가 NO_x -OR 촉매(11a)로부터 흘러 나온다. 다른 한편, NO_x -OR 촉매(11a)로부터 흡장된 NO_x 를 방출시키기 위해 제2 실린더 군(1b)에서 일시적인 리치 오퍼레이션이 접속 조건과 무관하게 수행된다. 따라서, NO_x 를 포함하고, 배기 가스 공연비가 리치한 배기 가스가 흡수 및 흡장 공정에서 NO_x -OR 촉매(206)로 흐르고, 제거, 방출 및 정화 공정에서 NH_3 -A0 촉매(204)로 흐른다. 그러나, 배기 가스 공연비가 리치한 배기 가스가 흡수 및 흡장 공정에서 NO_x -OR 촉매(206)로 흐르는 경우, 흡장된 NO_x 가 NO_x -OR 촉매(206)로부터 방출되고, 이는 바람직하지 못하다. 배기 가스 공연비가 리치한 배기 가스가 NH_3 -A0 촉매(204)로 흐르는 경우, NH_3 가 촉매(204)로부터 제거되는 경우조차, NO_x 및 NH_3 는 NH_3 -A0 촉매(204) 상에서 충분히 정화되지 않을 것이다.

따라서, 본 실시예에서, 2차 공기 공급 장치(18)는 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행할 때 2차 공기를 공급함으로써, NH_3 -A0 촉매(204) 또는 NO_x -OR 촉매(206)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박하게 유지된다. 더욱이, 2차 공기 역시 NH_3 정화 촉매(16)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 유지시킨다. 따라서, 촉매 상에서 배기 가스의 양호한 정화가 보장된다.

도 47은 실시예에 따라 제2 실린더 군(1b)의 오퍼레이션 변화 조절을 실행하는 루틴을 예시한다. 이 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다.

도 47을 참조하면, 먼저, 단계(460)에서, NO_x -OR 촉매(11a) 내에 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 이 산출된다. $S(\text{NO}_x)$ 를 산출하는 방법은 상기 실시예에서와 동일하고, 따라서, 그의 설명은 생략한다. 다음 단계(461)에서, NO_x 플래그가 세트되었는지 여부가 판단된다. NO_x 플래그는 제2 실린더 군(1b)이 NO_x -OR 촉매(11a)로부터 흡장된 NO_x 를 방출하기 위해 리치 오퍼레이션을 수행해야 할 때 세트되고, 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행해야 할 때 리세트된다. NO_x 방출 플래그가 리세트되는 경우, 즉, 제2 실린더 군(1b)이 린 오퍼레이션을 수행해야 하는 경우, 루틴은 단계(462)로 진행되고, 여기서 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 이 상위 임계량 $UT(\text{NO}_x)$ 보다 더 많은지 여부가 판단된다. $S(\text{NO}_x) \leq UT(\text{NO}_x)$ 인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, $S(\text{NO}_x) \leq UT(\text{NO}_x)$ 인 경우, NO_x -OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 상당히 큰 것으로 판단되고, 따라서, 제2 실린더 군(1b)의 린 오퍼레이션이 계속된다.

$S(\text{NO}_x) > UT(\text{NO}_x)$ 인 경우, 루틴은 단계(463)로 진행되고, 여기서 NO_x 방출 플래그가 세트된다. 즉, $S(\text{NO}_x) > UT(\text{NO}_x)$ 인 경우, NO_x -OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 작아지는 것으로 판단된다. 따라서, 제2 실린더 군(1b)은 린 오퍼레이션을 종료시키고, 리치 오퍼레이션을 시작한다. 다음 단계(464)에서, 2차 공기 공급 장치(18)에 의한 2차 공기의 공급이 종료된다.

NO_x 방출 플래그가 단계(461)에서 세트되는 경우, 루틴은 단계(465)로 진행되고, 흡장된 NO_x 의 양 $S(\text{NO}_x)$ 이 하위 임계량 $LT(\text{NO}_x)$ 보다 더 적은지 여부가 판단된다. $S(\text{NO}_x) \geq LT(\text{NO}_x)$ 인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, $S(\text{NO}_x) \geq LT(\text{NO}_x)$ 인 경우, NO_x -OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 상당히 큰 것으로 판단되고, 따라서, 제2 실린더 군(1b)의 린 오퍼레이션이 계속된다.

$S(\text{NO}_x) < LT(\text{NO}_x)$ 인 경우, 루틴은 단계(466)로 진행되고, 여기서 NO_x 방출 플래그가 리세트된다. 즉, $S(\text{NO}_x) < LT(\text{NO}_x)$ 인 경우, NO_x -OR 촉매(11a)의 NO_x 흡장 용량은 작아지는 것으로 판단된다. 따라서, 제2 실린더 군(1b)은 리치 오퍼레이션을 종료시키고, 린 오퍼레이션을 시작한다. 다음 단계(467)에서, 2차 공기 공급 장치(18)에 의한 2차 공기의 공급이 종료된다. 이어서, 처리 사이클이 종료된다.

배기 가스 정화 장치의 다른 구조 및 그의 오퍼레이션은 도 42 내지 도 45를 참조하여 설명한 것과 동일하고, 따라서 그의 설명은 생략하는데 주의해야 한다.

도 48은 배기 가스 정화 장치의 다른 실시예를 예시한다. 도 48에서, 상기 실시예에서와 동일한 구성 요소들에는 동일한 참조 번호가 제공된다.

도 48을 참조하면, 제1 실린더 군(1a)은 내부에 제1 NH_3 합성 촉매(300)를 수용하는 촉매 변환기(301)에 접속되고, 이 변환기(301)는 내부에 NH_3 -A0 촉매(302)를 수용하는 촉매 변환기(303)에 접속된다. 제2 실린더 군(1b)은 내부에 제2 NH_3 합성 촉매(304)를 수용하는 촉매 변환기(305)에 접속되고, 이 변환기(305)는 내부에 NO_x -OR 촉매(306)를 수용하는 촉매 변환기(303)에 접속된다. 변환기(303, 307)는 연결 덕트

(308)를 통해 NH_3 정화 촉매(16)를 수용하는 촉매 변환기(17)에 접속된다. 또한, 도 48에 나타낸 바와 같이, 제1 실린더 군(1a)의 엔진 공연비를 조절하기 위한 공연비 센서(31)는 NH_3 -A0 촉매(302)의 바로 아래 부분의 연결 덕트(308) 내에 배열되고, 제2 실린더 군(1b)의 엔진 공연비를 조절하기 위한 공연비 센서(32)는 NO_x -OR 촉매(306)의 바로 아래 부분의 연결 덕트(308) 내에 배열된다.

제1 및 제2 NH_3 합성 촉매(300a 및 300b)는 TW 촉매를 각각 구비한다. TW 촉매(300a 및 304a), NH_3 -A0 촉매(302) 및 NO_x -OR 촉매(306)는 상기 실시예에서와 같이 형성되며, 이들의 설명은 생략한다.

다음으로, 본 실시예에서 배기 가스 정화 방법을 도 49 및 도 50을 참조하여 설명할 것이다.

본 실시예에서, 흡수 및 흡장 공정, 및 제거, 방출 및 정화 공정이 교대로 또한 반복적으로 수행된다. 먼저 흡수 및 흡장 공정을 도 49를 참조하여 설명할 것이다.

흡수 및 흡장 공정에서, 제1 실린더 군(1a)은 TW 촉매(300a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 리치하게 하는 리치 오퍼레이션을 수행한다. 제1 실린더 군(1a)으로부터 배출된 NO_x 는 NH_3 로 변환된다. 이어서, NH_3 는 NH_3 -A0 촉매(302)로 흐르고, 내부에 흡수된다.

제2 실린더 군(1b)은 TW 촉매(304a) 및 NO_x -OR 촉매(306)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 하는 린 오퍼레이션을 수행한다. 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 NO_x 는 NH_3 로 변환되지 않고, TW 촉매(304a)를 통해 통과하고, 이어서, NO_x -OR 촉매(306)로 흐르고, 내부에 흡장된다. TW 촉매(300a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해지고, TW 촉매(304a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해지는 조건의 배기 가스 공연비는 제1 배기 가스 공연비 조건이라 칭한다.

이에 반하여, 도 50에 나타낸 바와 같은 제거, 방출 및 정화 공정에서, 제1 실린더 군(1a)은 TW 촉매(300a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 하는 린 오퍼레이션을 수행한다. 제1 실린더 군(1a)으로부터 배출된 NO_x 는 NH_3 로 변환되지 않고 TW 촉매(300a)를 통해 통과되고, 이어서, NH_3 -A0 촉매(302)로 흐른다. 결과적으로, 흡수된 NH_3 는 그로부터 제거되고, 유입하는 NO_x 가 환원된다. 따라서, NO_x 및 NH_3 가 정화된다.

제2 실린더 군(1b)은 TW 촉매(304a) 및 NO_x -OR 촉매(306)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 리치하게 하는 리치 오퍼레이션을 수행한다. 제2 실린더 군(1b)으로부터 배출된 NO_x 는 TW 촉매(304a)로 흐르고, NH_3 로 변환된다. 이어서, NH_3 는 NO_x -OR 촉매(306)로 흐른다. 배기 가스의 배기 가스 공연비는 리치하고, 흡장된 NO_x 는 NO_x -OR 촉매(306)로부터 방출되고, 방출된 NO_x 는 NH_3 에 의해 환원된다. TW 촉매(300a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해지고, TW 촉매(304a)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해지는 조건의 배기 가스 공연비는 제2 배기 가스 공연비 조건이라 칭한다.

NH_3 -A0 촉매(302)로부터 흡수 또는 정화되지 않고 흘러 나오거나 또는 NO_x -OR 촉매(306)로부터 정화되지 않고 흘러 나온 NH_3 는 다음의 NH_3 정화 촉매(16) 상에서 정화된다. 따라서, NH_3 는 처리되는 공정과 무관하게 NH_3 정화 촉매(16)로부터 유출되는 것이 방지된다.

즉, 배기 가스는 흡수 및 흡장 공정, 및 제거, 방출 및 정화 공정을 교대로 또한 반복적으로 수행함으로써 정화될 수 있다.

공정들의 스위칭 제어, 즉, 배기 가스 공연비 조건의 스위칭 조절은 상기 실시예에서와 같이, NH_3 -A0 촉매(302) 내에 흡수된 NH_3 의 양 $S2(\text{NH}_3)$ 및(또는) NO_x -OR 촉매(306) 내에 흡장된 NO_x 의 양 $S2(\text{NO}_x)$ 에 따라 실행될 수 있다.

도 51은 실시예에 따른 배기 가스 공연비 조건 또는 공정의 스위칭 조절을 실행하는 루틴을 예시한다. 이 루틴은 소정의 매 중단 시간에 의해 실행된다.

도 51을 참조하면, 먼저, 단계(320)에서, 단계(320)에서, 흡수된 NH_3 의 양 $S2(\text{NH}_3)$ 이 $S1(\text{NH}_3)$ 을 산출하는 것과 동일한 방식으로 산출된다. 다음 단계(321)에서, 흡장된 NO_x 의 양 $S2(\text{NO}_x)$ 이 $S1(\text{NO}_x)$ 을 산출하는 것과 동일한 방식으로 산출된다. 다음 단계(322)에서, 현재 배기 가스 공연비 조건이 제2 배기 가스 공연비 조건인지, 즉, 제거, 방출 및 정화 공정이 처리되고 있는지 여부가 판단된다. 현재 배기 가스 공연비 조건이 제1 배기 가스 공연비 조건인 경우, 즉, 흡수 및 흡장 공정이 처리되고 있는 경우, 루틴은 단계(323)으로 진행되고, 여기서 $S2(\text{NH}_3)$ 이 소정의 상위 임계량 $UT2(\text{NH}_3)$ 보다 더 많은지 여부가 판단된다. $S2(\text{NH}_3) > UT2(\text{NH}_3)$ 인 경우, 루틴은 단계(325)로 점프한다. $S2(\text{NH}_3) \leq UT2(\text{NH}_3)$ 인 경우, 루틴은 단계(324)로 진행한다.

단계(324)에서, $S2(\text{NO}_x)$ 이 소정의 상위 임계량 $UT2(\text{NO}_x)$ 보다 더 많은지 여부가 판단된다. $S2(\text{NO}_x) \leq UT2(\text{NO}_x)$ 인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, 제1 배기 가스 공연비 조건 또는 흡수 및 흡장 공정이 계속된다. $S2(\text{NO}_x) \geq UT2(\text{NO}_x)$ 인 경우, 루틴은 단계(325)로 진행된다. 따라서, $S2(\text{NH}_3) > UT2(\text{NH}_3)$ 일 때 또는 $S2(\text{NO}_x) \geq UT2(\text{NO}_x)$ 일 때, 루틴은 단계(325)로 진행된다. 단계(325)에서, 배기 가스 공연비 조건은 제2 배기 가스 공연비 조건으로 변화하고, 제거, 방출 및 정화 공정이 시작된다. 이어서, 처리 사이클이 종료된다.

단계(322)에서, 현재 배기 가스 공연비 조건이 제2 배기 가스 공연비 조건인 경우, 즉, 제거, 방출 및 정화 공정이 처리되고 있는 경우, 루틴은 단계(326)로 진행되고, 여기서 $S2(\text{NH}_3)$ 이 소정의 하위 임계량 $LT2(\text{NH}_3)$ 보다 더 작은지 여부가 판단된다. $S2(\text{NH}_3) < LT2(\text{NH}_3)$ 인 경우, 루틴은 단계(328)로 점프한다.

$S2(NH_3) \geq UT2(NH_3)$ 인 경우, 루틴은 단계(327)로 진행한다. 단계(327)에서, $S2(NO_x)$ 이 소정의 하위 임계량 $LT2(NO_x)$ 보다 더 작은지 여부가 판단된다. $S2(NO_x) \geq LT2(NO_x)$ 인 경우, 처리 사이클이 종료된다. 즉, 제2 배기 가스 공연비 조건 또는 제거, 방출 및 정화 공정이 계속된다. $S2(NO_x) < UT2(NO_x)$ 인 경우, 루틴은 단계(328)로 진행된다. 따라서, $S2(NH_3) < LT2(NH_3)$ 일 때 또는 $S2(NO_x) < LT2(NO_x)$ 일 때, 루틴은 단계(328)로 진행된다. 단계(328)에서, 배기 가스 공연비 조건은 제1 배기 가스 공연비 조건으로 변화하고, 흡수 및 흡장 공정이 시작된다. 이어서, 처리 사이클이 종료된다.

도 52는 도 48에 나타난 배기 가스 정화 장치의 다른 실시예를 예시한다. 이 실시예에서, 제1 및 제2 NH_3 합성 촉매(300 및 304)는 NO_x -OR 촉매(300b 및 304b) 각각에 의해 형성된다. 이는 도 48에 나타난 실시예와 본 실시예 간의 차이이다.

상기한 바와 같이, NO_x -OR 촉매는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 유입하는 NO_x 로부터 NH_3 를 합성한다. 따라서, NO_x -OR 촉매(300b 및 304b)는 NH_3 합성 촉매(8) 및 흡장 물질(11) 각각을 구성한다.

흡수 및 흡장 공정을 수행하기 위해, 제1 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행하고, NO_x -OR 촉매(300b)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해질 때, 유입하는 NO_x 는 NO_x -OR 촉매(300b) 상의 NH_3 로 변환되고, NH_3 는 NH_3 -AO 촉매(302)로 흐르고, 그 내부에 흡수된다. 또한, 흡수 및 흡장 공정을 수행하기 위해, 제2 실린더 군(1a)이 리치 오퍼레이션을 수행하고, NO_x -OR 촉매(304b)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해질 때, 유입하는 NO_x 의 일부는 NO_x -OR 촉매(304b) 내에 부분적으로 흡장되고, 나머지는 NO_x -OR 촉매(306) 내에 흡장된다. 따라서, NO_x -OR 촉매(306)로 흐르는 NO_x 의 양이 억제된다. 또한, NO_x 는 흡수 및 흡장 공정에서 NO_x -OR 촉매(306)로부터 유출되는 것이 방지된다.

제거, 방출 및 정화 공정을 수행하기 위해, 제1 실린더 군(1a)이 리치 오퍼레이션을 수행하고, NO_x -OR 촉매(300b)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해질 때, 유입하는 NO_x 의 일부는 NO_x -OR 촉매(300b) 내에 부분적으로 흡장되고, 나머지는 NH_3 -AO 촉매(302)로 흐르고, NH_3 -AO 촉매(302)로부터 제거된 NH_3 에 의해 환원된다. 또한, 제거, 방출 및 정화 공정을 수행하기 위해, 제2 실린더 군(1b)이 리치 오퍼레이션을 수행하고, NO_x -OR 촉매(304b)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해질 때, 유입하는 NO_x 는 NO_x -OR 촉매(304b) 상에서 NH_3 로 변환된다. NH_3 는 NO_x -OR 촉매(306)로 흐르고, NO_x -OR 촉매(306)로부터 방출된 NO_x 를 환원시킨다. 따라서, NH_3 -AO 촉매(302)로 흐르는 NO_x 의 양이 억제된다. 또한, NO_x 는 흡수 및 흡장 공정에서 NH_3 -AO 촉매(302)로부터 유출되는 것이 방지된다.

따라서, 배기 가스는 흡수 및 흡장 공정, 및 제거, 방출 및 정화 공정을 교대로 또한 반복적으로 수행함으로써 충분히 정화할 수 있다.

흡수 및 흡장 공정에서, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치하기 때문에, 흡장된 NO_x 는 NO_x -OR 촉매(300b)로부터 방출되는데 주의해야 한다. 동일한 방식으로, 제거, 방출 및 정화 공정에서, 흡장된 NO_x 는 NO_x -OR 촉매(304b)로부터 방출된다. 방출된 NO_x 는 NO_x -OR 촉매(300b) 및 NO_x -OR 촉매(304b) 상에서 환원 또는 정화되는 것으로 생각된다.

다른 한편, 흡수 및 흡장 공정이 계속되는 경우, 즉, 제1 배기 가스 공연비 조건이 계속되는 경우, NO_x -OR 촉매(304b) 내에서 흡장된 NO_x 의 양은 많아지고, NO_x 흡장 용량은 보다 적어진다. 따라서, 제1 배기 가스 공연비 조건에서, 제2 실린더 군(1b)은 NO_x -OR 촉매(304b)로부터 흡장된 NO_x 를 방출하기 위해 리치 오퍼레이션을 일시적으로 수행한다. 동일한 방식으로, 제2 배기 가스 공연비 조건에서, 제1 실린더 군(1a)은 NO_x -OR 촉매(300b)로부터 흡장된 NO_x 를 방출하기 위해 리치 오퍼레이션을 일시적으로 수행한다. 이는 NO_x -OR 촉매(300b 및 304b)의 NO_x 흡장 용량을 보장하고, NH_3 -AO 촉매(302) 및 NO_x -OR 촉매(306)가 대량의 NO_x 로 흐르는 것을 방지한다.

그러나, 제2 실린더 군(1b)이 제1 배기 가스 공연비 조건으로 리치 오퍼레이션을 일시적으로 수행하는 경우, NH_3 정화 촉매(16)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제1 실린더 군(1a)의 리치 오퍼레이션으로 인해 리치해진다. 또한, 제1 실린더 군(1a)이 제2 배기 가스 공연비 조건으로 리치 오퍼레이션을 일시적으로 수행하는 경우, NH_3 정화 촉매(16)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제2 실린더 군(1b)의 리치 오퍼레이션으로 인해 리치해진다. 따라서, 흡장된 NO_x 가 NO_x -OR 촉매(300b 및 304b)로부터 방출되어야 할 때조차, NH_3 정화 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 유지하기 위해 2차 공기 공급 장치(18)가 제공된다.

상기 실시예에서, NO_x -OR 촉매에 대한 상위 및 하위 임계값 $UT(NO_x)$, $UT1(NO_x)$, $UT2(NO_x)$, $LT(NO_x)$, $LT1(NO_x)$, $LT2(NO_x)$, NH_3 -AO 촉매에 대한 상위 및 하위 임계값 $UT(NH_3)$, $UT1(NH_3)$, $UT2(NH_3)$, $LT(NH_3)$, $LT1(NH_3)$, $LT2(NH_3)$ 는 대응하는 촉매의 특성, 성분 또는 부피 또는 대응하는 촉매로 흐르는 배기 가스의 유동률 또는 배기 가스 공연비, 또는 엔진 작동 조건에 따라 결정된다. 임계값은 필요에 따라 변화될 수 있다.

또한, 센서(29 및 31) 간에 또는 센서(30 및 32) 간에 위치하는 촉매(들)의 열화는 센서(29 및 31)로부터 출력 신호 또는 센서(30 및 32)로부터 출력 신호에 기초하여 검출될 수 있다. 즉, 도 10에 나타난 실시예에서, 예를 들면, TW 촉매(8a)의 열화는 센서(29 및 31)로부터 출력 신호에 기초하여 검출될 수 있다.

또는, 도 39에 나타난 실시예에서, NO_x -OR 촉매(300b) 및 NH_3 -AO 촉매(302)의 열화는 센서(29 및 31)로부터 출력 신호에 기초하여 검출될 수 있고, NO_x -OR 촉매(304b 및 306)의 열화는 센서(30 및 32)로부터 출력 신호에 기초하여 검출될 수 있다.

더욱이, 공연비 센서는 촉매(16)로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비 센서를 검출하기 위해 NH_3 정화 촉매(16)의 입구 또는 출구에 근접한 배기 통로 내에 배열될 수 있고, 2차 공기 공급 장치는 촉매(16)를 산화 분위기 하에 유지하기 위해 센서로부터 출력 신호에 따라 조절될 수 있다.

또한, 제1 또는 제2 실린더 군(1a, 1b)이 리치 오퍼레이션을 수행함에 따른 리치한 공연비 (A/F)_R 및 제1 또는 제2 실린더 군(1a, 1b)이 린 오퍼레이션을 수행함에 따른 희박한 공연비 (A/F)_L는 엔진 로드 및 엔진 속도 등의 엔진 작동 조건 이외에, 연료 소비율, 엔진 출력 토크 또는 합성된 NH_3 의 양 등에 따라 결정될 수 있다.

마지막으로, 제1 실린더 군(1a)은 복수개의 실린더로부터 구축될 수 있고, 제2 실린더 군(1b)은 단일 실린더로부터 구축될 수 있는 한편, 상기 실시예에서 제1 실린더 군(1a)은 단일 실린더로부터 구축되고, 제2 실린더 군(1b)은 3개의 실린더로부터 구축된다. 그러나, 낮은 연료 소비율이 바람직하고, 따라서 린 오퍼레이션이 기본적으로 수행되는 제2 실린더 군(1b)은 가능한 한 많은 실린더로부터 구축되는 것이 바람직하다. 제1 실린더 군(1a)이 복수개의 실린더로부터 구축될 때 실린더의 엔진 공연비에 대한 타겟 값들 (A/F)_T은 서로 동일한 것에 주의해야 한다.

산업상 이용가능성

본 발명에 따르면, 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 NO_x 의 양을 NH_3 의 양에 대해 억제함으로써 배기 가스를 충분히 정화시킬 수 있는 엔진의 배기 가스 정화 방법 및 그 장치를 제공할 수 있다.

본 발명은 예시할 목적으로 선택된 특정 실시예를 참조하여 기재하였지만, 당업자에 의하면, 본 발명의 기본 취지 및 범위를 벗어나지 않는 수많은 변형 및 수정예가 이루어질 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

제1 실린더 군의 배기 가스의 배기 가스 공연비를 리치하게 하고, NH_3 를 합성하기 위해 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 유입하는 배기 가스 내의 NO_x 의 적어도 일부로부터 NH_3 를 합성하는 NH_3 합성 촉매에 배기 가스를 도입하는 단계;

NH_3 를 포함하는 제1 실린더 군의 배기 가스 및 NO_x 를 포함하는 제2 실린더 군의 배기 가스를 함께 배기 가스 정화 촉매에 도입하는 단계; 및

제2 실린더 군의 배기 가스 내에 포함되고 배기 가스 정화 촉매에 도입될 NO_x 의 양을 조절함으로써 NO_x 의 양이 제1 실린더 군의 배기 가스 내에 포함되고 배기 가스 정화 촉매에 도입될 NH_3 에 의해 환원될 수 있는 NO_x 의 양보다 더 많아지는 것을 방지하는 단계를 포함하고,

여기서, 배기 가스 정화 촉매 상에서, 유입하는 NO_x 는 유입하는 NH_3 에 의해 환원되는,

제1 및 제2 실린더 군들로 분할된 복수개의 실린더를 갖는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제2 실린더 군의 배기 가스 내에 포함되고 배기 가스 정화 촉매에 도입될 NO_x 의 양이 유입되는 배기 가스 내의 NO_x 를 흡장시키기 위해 배기 가스를 흡장 물질과 접촉시킴으로써 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 내부로 유입하는 배기 가스 내의 NO_x 를 흡장시키고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 흡장된 NO_x 를 그로부터 방출시키고 이 NO_x 를 환원시키는, NO_x 흡장 및 환원(NO_x -OR) 촉매를 상기 흡장 물질이 포함하고, 상기 엔진의 배기 가스 정화 방법은 교대로 또한 반복적으로 NO_x -OR 촉매 내에 유입하는 NO_x 를 부분적으로 흡장시키기 위해 배기 가스 공연비를 희박하게 하고, NO_x -OR 촉매로부터 흡장된 NO_x 를 방출시키고 NO_x 를 환원시키기 위해 배기 가스 공연비를 리치하게 하도록 NO_x -OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, NO_x -OR 촉매 내에 흡장된 NO_x 의 양을 추정하는 단계를 추가로 포함하고, 여기서 NO_x -OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 추정된 흡장된 NO_x 의 양에 따라 교대로 또한 반복적으로 희박하고 리치해지는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서, 배기 가스를 NO_x -OR 촉매로 도입하기에 앞서 제2 실린더 군의 배기 가스를 3웨이(TW) 촉매에 도입하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, TW 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 엔진의 워밍업 동작 중에 실질적으로 화학양론적으로 되게 하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 7

제 3 항에 있어서, 상기 제2 실린더 군이 복수개의 실린더 서브그룹으로 분할되는 복수개의 실린더를 갖고, 각각의 서브그룹은 대응하는 NO_x -OR 촉매를 통해 배기 가스 정화 촉매에 접속되는 것이고, 여기서 각각의 NO_x -OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 NO_x -OR 촉매로부터 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 유지하도록 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 8

제 3 항에 있어서, 상기 NO_x -OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 제2 실린더 군의 엔진 공연비를 조절함으로써 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 9

제 3 항에 있어서, 상기 NO_x -OR 촉매가 칼륨, 나트륨, 리튬 및 세슘 등의 알칼리 금속, 바륨 및 칼슘 등의 알칼리 토금속, 란타넘 및 이트륨 등의 희토류 금속, 및 철 및 구리 등의 전이 금속; 및 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 귀금속으로부터 선택된 최소한 하나의 기질을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 제2 실린더 군의 배기 가스 내에 포함되고 배기 가스 정화 촉매에 도입될 NO_x 의 양은 제2 실린더 군으로부터 배출되는 NO_x 의 양을 조절함으로써 조절하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 제2 실린더 군의 엔진 공연비가 배출된 NO_x 의 양을 조절하도록 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 제2 실린더 군의 엔진 공연비가 희박하게 또는 화학양론적으로 유지되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서, 제2 실린더 군에서 작동하는 실린더(들)의 수효가 배출된 NO_x 의 양을 조절하도록 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 배기 가스를 배기 가스 정화 촉매에 도입하기에 앞서 또는 도입함과 동시에, 내부로 유입하는 배기 가스에 NH_3 를 흡수시키기 위해 제1 및 제2 실린더 군의 배기 가스를 함께 흡수체에 포함시키는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서, 상기 NH_3 합성 촉매는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 NH_3 를 합성하지 않고 그를 통해 유입하는 NO_x 를 통과시키고, 여기서 흡수체는 내부로 유입되는 배기 가스 내의 NH_3 를 흡수시키고, 유입되는 배기 가스 내의 NH_3 농도가 보다 낮아질 때 흡수된 NH_3 를 그로부터 제거하고 이 NH_3 를 산화시키는 NH_3 흡수 및 산화(NH_3 -AO) 촉매를 포함하고, 상기 엔진의 배기 가스 정화 방법이 NH_3 -AO 촉매로의 NH_3 의 공급이 중단되도록 배기 가스 공연비를 일시적으로 희박하게 하기 위해 NH_3 합성 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절함으로써 NH_3 -AO 촉매로부터 흡수된 NH_3 를 제거하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 NH_3 -AO 촉매 내에 흡수된 NH_3 의 양을 추정하는 단계를 추가로 포함하고, 여기서 NH_3 합성 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 추정된 흡수된 NH_3 양에 따라 희박해지는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서, 상기 NH_3 -AO 촉매가 구리, 크롬, 바나듐, 티타늄, 철, 니켈, 및 코발트 등의 전이 금속 또는 백금, 팔라듐, 로듐 및 이리듐 등의 귀금속을 수반하는 제올라이트, 실리카, 실리카-알루미나,

및 티타니아 등의 고체산을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 18

제 1 항에 있어서, 상기 NH_3 합성 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 제1 실린더 군의 엔진 공연비를 조절함으로써 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 19

제 1 항에 있어서, 상기 배기 가스 정화 촉매는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 그의 정화 동작을 수행하고, 여기서 상기 엔진의 배기 가스 정화 방법이 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비를 희박하게 유지하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 상기 배기 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비가 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 배기 가스로 2차 공기를 공급함으로써 희박하게 유지되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서, 상기 배기 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비가 제1 실린더 군으로부터 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절함으로써 희박하게 유지되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 22

제 19 항에 있어서, 상기 배기 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비가 제2 실린더 군으로부터 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절함으로써 희박하게 유지되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 23

제 1 항에 있어서, NH_3 합성 촉매가 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 적어도 하나의 귀금속을 포함하는 3웨이(TW) 촉매인 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서, TW 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 워밍업 동작 중에 실질적으로 화학양론적으로 되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 25

제 1 항에 있어서, 상기 배기 가스 정화 촉매가 연결 통로 내에 직렬로 배열된 복수개의 촉매를 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 유입하는 배기 가스의 온도가 낮을 때 모든 촉매와 배기 가스를 접촉시키고, 유입하는 배기 가스의 온도가 높을 때 적어도 하나의 촉매를 배기 가스가 우회하도록 배기 가스 정화 촉매로 도입될 배기 가스를 안내하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 27

제 1 항에 있어서, 상기 배기 가스 정화 촉매로부터 배출된 배기 가스를 유입하는 배기 가스 중의 NH_3 를 정화시키기 위해 NH_3 정화 촉매로 도입하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 28

제 1 배기 통로 내에 배열되고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 유입하는 배기 가스 내의 NO_x 의 적어도 일부로부터 NH_3 를 합성하는 NH_3 합성 촉매;

NH_3 합성 촉매 아래 부분의 제1 통로와 제2 배기 통로를 연결하는 연결 배기 통로;

유입하는 NH_3 에 의해 유입하는 NO_x 를 환원시키기 위해 연결 통로 내에 배열된 배기 가스 정화 촉매;

NH_3 합성 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하기 위한 제1 배기 가스 공연비 조절 수단;

NH_3 를 합성하기 위해 NH_3 합성 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 리치하게 유지시키도록 제1 배기 가스 공연비 조절 수단을 조절하는 수단;

제2 배기 통로로부터 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 NO_x 의 양이 제1 배기 통로로부터 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 NH_3 에 의해 환원될 수 있는 NO_x 의 양보다 더 많아지는 것을 방지하기 위해, NO_x 의 양을 조절하기 위한 NO_x 의 양 조절 수단을 포함하고,

여기서, 배기 가스 정화 촉매 상에서, 유입하는 NO_x 는 유입하는 NH_3 에 의해 환원되는,

제1 및 제2 실린더 군들로 분할된 복수개의 실린더, 및 제1 및 제2 실린더 군에 각각 접속된 제1 및 제2

배기 통로를 갖는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 29

제 28 항에 있어서, 상기 NO_x의 양 조절 수단이 유입되는 배기 가스 내의 NO_x를 흡장시키기 위해 제2 배기 통로 내에 배열된 흡장 물질을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 30

제 29 항에 있어서, 상기 흡장 물질이

유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 내부로 유입하는 배기 가스 내의 NO_x를 흡장시키고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 흡장된 NO_x를 그로부터 방출시키고 이 NO_x를 환원시키는, NO_x 흡장 및 환원(NO_x-OR) 촉매를 포함하고, 상기 엔진의 배기 가스 정화 장치는 NO_x-OR 촉매 내로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하는 제2 배기 가스 공연비 조절 수단, 및 교대로 또한 반복적으로 NO_x-OR 촉매 내에 유입하는 NO_x를 부분적으로 흡장시키기 위해 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 하고, NO_x-OR 촉매로부터 흡장된 NO_x를 방출시키고 NO_x를 환원시키기 위해 배기 가스 공연비를 리치하게 하도록 제2 배기 가스 공연비 조절 수단을 조절하기 위한 NO_x 흡장 조절 수단을 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 31

제 30 항에 있어서, NO_x-OR 촉매 내에 흡장된 NO_x의 양을 추정하는 흡장된 NO_x의 양 추정 수단을 추가로 포함하고, 여기서 NO_x 흡장 조절 수단은 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 추정된 흡장된 NO_x의 양에 따라 교대로 또한 반복적으로 희박하고 리치하게 하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 32

제 30 항에 있어서, NO_x-OR 촉매의 아래 부분의 제2 배기 통로 내에 배열된 3웨이(TW) 촉매를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 33

제 32 항에 있어서, TW 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 엔진의 워밍업 동작 중에 실질적으로 화학양론적으로 되게 수단을 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 34

제 30 항에 있어서, 상기 제2 실린더 군이 복수개의 실린더 서브그룹으로 분할되는 복수개의 실린더를 갖고, 각각의 서브그룹은 대응하는 NO_x-OR 촉매를 통해 배기 가스 정화 촉매에 접속되는 것이고, 여기서 NO_x 흡장 조절 수단은 각각의 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 제2 통로로부터 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 유지하도록 조절하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 35

제 30 항에 있어서, 상기 제2 배기 가스 공연비 조절 수단이 제2 실린더 군의 엔진 공연비를 조절함으로써 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 36

제 30 항에 있어서, 상기 NO_x-OR 촉매가 칼륨, 나트륨, 리튬 및 세슘 등의 알칼리 금속, 바륨 및 칼슘 등의 알칼리 토금속, 란타늄 및 이트륨 등의 희토류 금속, 및 철 및 구리 등의 전이 금속; 및 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 귀금속으로부터 선택된 최소한 하나의 기질을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 37

제 28 항에 있어서, 상기 NO_x의 양 조절 수단이 제2 실린더 군으로부터 제2 배기 통로로 배출되는 NO_x의 양을 조절하기 위한 배출된 NO_x의 양 조절 수단을 포함하고, 이 NO_x의 양 조절 수단은 제2 실린더 군으로부터 배출된 NO_x의 양을 조절함으로써 제2 배기 통로로부터 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 NO_x의 양을 조절하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 38

제 37 항에 있어서, 상기 배출된 NO_x의 양 조절 수단이 제2 실린더 군의 엔진 공연비를 조절함으로써 배출된 NO_x의 양을 조절하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 39

제 38 항에 있어서, 상기 배출된 NO_x의 양 조절 수단에 의해 조절된 제2 실린더 군의 엔진 공연비가 희박하게 또는 화학양론적으로 유지되는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 40

제 37 항에 있어서, 상기 배출된 NO_x 의 양 조절 수단이 제2 실린더 군에서 작동하는 실린더(들)의 수효를 조절함으로써 배출된 NO_x 의 양을 조절하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 41

제 28 항에 있어서, 내부로 유입하는 배기 가스 중의 NH_3 를 흡수시키기 위해 배기 가스 정화 촉매 내에 또는 아래 부분의 연결 통로 내에 배열된 흡수제를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 42

제 41 항에 있어서, 상기 NH_3 합성 촉매는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 NH_3 를 합성하지 않고 그를 통해 유입하는 NO_x 를 통과시키고, 여기서 흡수제는 내부로 유입되는 배기 가스 내의 NH_3 를 흡수시키고, 유입하는 배기 가스 내의 NH_3 농도가 보다 낮아질 때 흡수된 NH_3 를 그로부터 제거하고 이 NH_3 를 산화시키는 NH_3 흡수 및 산화($\text{NH}_3\text{-AO}$) 촉매를 포함하고, 상기 엔진의 배기 가스 정화 장치가 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매로의 NH_3 의 공급이 중단되도록 NH_3 합성 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 일시적으로 희박하게 함으로써 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매로부터 흡수된 NH_3 를 제거하는 제1 배기 가스 공연비 조절 수단을 조절하는 수단을 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 43

제 42 항에 있어서, 상기 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매 내에 흡수된 NH_3 의 양을 추정하는 흡수된 NH_3 의 양 추정 수단을 추가로 포함하고, 여기서 NH_3 합성 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 추정된 흡수된 NH_3 양에 따라 희박해지는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 44

제 42 항에 있어서, 상기 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매가 구리, 크롬, 바나듐, 티타늄, 철, 니켈, 및 코발트 등의 전이 금속 또는 백금, 팔라듐, 로듐 및 이리듐 등의 귀금속을 수반하는 제올라이트, 실리카, 실리카-알루미나, 및 티타니아 등의 고체산을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 45

제 28 항에 있어서, 상기 제1 배기 가스 공연비 조절 수단이 제1 실린더 군의 엔진 공연비를 조절함으로써 상기 NH_3 합성 촉매를 통과하는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 46

제 28 항에 있어서, 상기 배기 가스 정화 촉매는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 그의 정화 동작을 수행하고, 여기서 상기 엔진의 배기 가스 정화 장치는 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비를 희박하게 유지하는 희박화 유지 수단을 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 47

제 46 항에 있어서, 상기 희박화 유지 수단은 배기 정화 촉매로 흐르는 배기 가스로 2차 공기를 공급하기 위해 배기 가스 정화 촉매의 아래 부분의 연결 통로 내에 배열된 2차 공기 공급 수단을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 48

제 46 항에 있어서, 상기 희박화 유지 수단은 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비를 희박하게 유지하기 위해 제1 배기 통로로부터 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하는 수단을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 49

제 46 항에 있어서, 상기 희박화 유지 수단은 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 배기 가스 혼합물의 배기 가스 공연비를 희박하게 유지하기 위해 제2 배기 통로로부터 배기 가스 정화 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하는 수단을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 50

제 28 항에 있어서, NH_3 합성 촉매가 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 적어도 하나의 귀금속을 포함하는 3웨이(TW) 촉매인 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 51

제 50 항에 있어서, TW 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 워밍업 동작 중에 실질적으로 화학양론적으로 되는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 52

제 28 항에 있어서, 상기 배기 가스 정화 촉매가 연결 통로 내에 직렬로 배열된 복수개의 촉매를 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 53

제 52 항에 있어서, 유입하는 배기 가스의 온도가 낮을 때 모든 촉매와 배기 가스를 접촉시키고, 유입하는 배기 가스의 온도가 높을 때 적어도 하나의 촉매를 배기 가스가 우회하도록 연결 통로를 통해 흐르는 배기 가스를 안내하는 가이드 수단을 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 54

제 28 항에 있어서, 유입하는 배기 가스 중의 NH_3 를 정화시키기 위해 배기 가스 정화 촉매의 아래 부분의 연결 통로 내에 배열된 NH_3 정화 촉매를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 55

제 1 실린더 군의 배기 가스의 배기 가스 공연비를 리치하게 하고, 배기 가스 공연비가 리치한 NH_3 를 포함하는 배기 가스를 형성하는 NH_3 를 합성하기 위해 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 유입하는 배기 가스 내의 NO_x 의 적어도 일부로부터 NH_3 를 합성하는 NH_3 합성 촉매에 배기 가스를 도입하는 단계;

배기 가스 공연비가 희박한 NO_x 를 포함하는 배기 가스를 형성하기 위해 제2 실린더 군의 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 하는 단계;

배기 가스 공연비가 리치한 NH_3 를 포함하는 배기 가스가 NH_3 흡수 및 산화($\text{NH}_3\text{-AO}$) 촉매에 도입되고, 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x 를 포함하는 배기 가스가 NO_x 흡장 및 환원($\text{NO}_x\text{-OR}$) 촉매에 도입되는 경우에, 상기 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매는 내부로 유입하는 배기 가스 내에 NH_3 를 흡수시키고, 유입하는 배기 가스 내의 NH_3 의 농도가 낮아질 때 흡수된 NH_3 를 그로부터 제거하고 이 NH_3 를 산화시키는 것이고, $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 내부로 흐르는 배기 가스 내의 NO_x 를 흡장시키고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 흡장된 NO_x 를 그로부터 방출하고, 이 NO_x 를 환원시키는 것인 제1 도입 조건을 수행하는 단계;

배기 가스 공연비가 리치한 NH_3 를 포함하는 배기 가스가 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매에 도입되고, 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x 를 포함하는 배기 가스가 $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매에 도입되는 경우의 제2 도입 조건을 수행하는 단계; 및

제 1 도입 조건 및 제2 도입 조건을 교대로 또한 반복적으로 수행하는 단계를 포함하는, 제1 및 제2 실린더 군들로 분할된 복수개의 실린더를 갖는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 56

제 55 항에 있어서, $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매 내에 흡장된 NO_x 의 양을 추정하는 단계를 추가로 포함하고, 여기서 도입 조건은 추정된 흡장된 NO_x 의 양에 따라 변화하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 57

제 55 항에 있어서, $\text{NH}_3\text{-AO}$ 촉매 내에 흡수된 NH_3 의 양을 추정하는 단계를 추가로 포함하고, 여기서 도입 조건은 추정된 흡수된 NH_3 의 양에 따라 변화하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 58

제 55 항에 있어서, 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x 를 포함하는 배기 가스 내의 NO_x 의 양을 억제하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 59

제 58 항에 있어서, 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x 를 포함하는 배기 가스 내의 NO_x 의 양은 추가의 NO_x 흡장 및 환원($\text{NO}_x\text{-OR}$) 촉매에 배기 가스를 도입함으로써 억제되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 60

제 59 항에 있어서, 추가의 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매로부터 흡장된 NO_x 를 방출시키기 위해 배기 가스 공연비를 일시적으로 리치하게 하도록 추가의 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 61

제 60 항에 있어서, 추가의 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매 내에 흡장된 NO_x 의 양을 추정하는 단계를 추가로 포함하고, 여기서 추가의 $\text{NO}_x\text{-OR}$ 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 추정된 흡장된 NO_x 의 양에 따라 일시적으로 리치해지는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 62

제 60 항에 있어서, 추가의 NO_x-OR 촉매로부터 NH₃-AO 촉매 또는 NO_x-OR 촉매로 도입될 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 유지하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 63

제 62 항에 있어서, 추가의 NO_x-OR 촉매로부터 NH₃-AO 촉매 또는 NO_x-OR 촉매로 도입될 배기 가스의 배기 가스 공연비는 배기 가스에 2차 공기를 공급함으로써 희박하게 유지되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 64

제 55 항에 있어서, 배기 가스 공연비가 리치한 NH₃를 포함하는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제1 실린더 균의 엔진 공연비를 조절함으로써 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 65

제 55 항에 있어서, 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x를 포함하는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 제2 실린더 균의 엔진 공연비를 조절함으로써 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 66

제 55 항에 있어서, 상기 엔진은 배기 가스 공연비가 리치한 NH₃를 포함하는 배기 가스를 NH₃-AO 촉매에 도입할 수 있게 되는 제1 NH₃ 도입 통로; 배기 가스 공연비가 리치한 NH₃를 포함하는 배기 가스를 NO_x-OR 촉매에 도입할 수 있게 되는 제2 NH₃ 도입 통로; 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x를 포함하는 배기 가스를 NO_x-OR 촉매에 도입할 수 있게 되는 제1 NO_x 도입 통로; 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x를 포함하는 배기 가스를 NH₃-AO 촉매에 도입할 수 있게 되는 제2 NO_x 도입 통로; 배기 가스 공연비가 리치한 NH₃를 제1 및 제2 NH₃ 도입 통로 중의 하나에 선택적으로 도입하는 NH₃ 스위칭 밸브; 및 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x를 제1 및 제2 NO_x 도입 통로 중의 하나에 선택적으로 도입하는 NO_x 스위칭 밸브를 구비하고, 여기서, NH₃ 및 NO_x 스위칭 밸브는 제1 도입 조건이 수행될 때 배기 가스 공연비가 리치한 NH₃를 포함하는 배기 가스를 제1 NH₃ 도입 통로에 도입하고 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x를 포함하는 배기 가스를 제1 NO_x 도입 통로에 도입하고, 제2 도입 조건이 수행될 때 배기 가스 공연비가 리치한 NH₃를 포함하는 배기 가스를 제2 NH₃ 도입 통로에 도입하고 배기 가스 공연비가 희박한 NO_x를 포함하는 배기 가스를 제2 NO_x 도입 통로에 도입하기 위해 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 67

제 55 항에 있어서, NH₃ 합성 촉매가 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 적어도 하나의 귀금속을 포함하는 3웨이(TW) 촉매인 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 68

제 55 항에 있어서, 상기 NH₃-AO 촉매가 구리, 크롬, 바나듐, 티타늄, 철, 니켈, 및 코발트 등의 전이 금속 또는 백금, 팔라듐, 로듐 및 이리듐 등의 귀금속을 수반하는 제올라이트, 실리카, 실리카-알루미나, 및 티타니아 등의 고체산을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 69

제 55 항에 있어서, 상기 NO_x-OR 촉매가 칼륨, 나트륨, 리튬 및 세슘 등의 알칼리 금속, 바륨 및 칼슘 등의 알칼리 토금속, 란타넘 및 이트륨 등의 희토류 금속, 및 철 및 구리 등의 전이 금속; 및 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 귀금속으로부터 선택된 최소한 하나의 기질을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 70

제 55 항에 있어서, 유입하는 배기 가스 내의 NH₃를 정화하기 위해 NH₃-AO 촉매로부터 방출된 배기 가스 및 NO_x-OR 촉매로부터 방출된 배기 가스 중의 최소한 하나를 NH₃ 정화 촉매에 도입하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 71

제 1 배기 통로 내에 배열되고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 유입하는 배기 가스 내의 NO_x의 적어도 일부로부터 NH₃를 합성하는 NH₃를 합성 촉매;

NH₃ 합성 촉매의 아래 부분의 제1 배기 통로 및 제2 배기 통로 중의 하나에 선택적으로 접속되고, 내부로 유입하는 배기 가스 내의 NH₃를 흡수시키고, 유입하는 배기 가스 내의 NH₃ 농도가 낮아질 때 흡수된 NH₃를 그로부터 제거하고, 이 NH₃를 산화시키는 NH₃ 흡수 및 산화(NH₃-AO) 촉매;

NH₃ 합성 촉매의 아래 부분의 제1 배기 통로 및 제2 배기 통로 중의 하나에 선택적으로 접속되고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 내부로 유입하는 배기 가스 내의 NO_x를 흡수시키고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 흡수된 NO_x를 그로부터 방출하고 이 NO_x를 환원시키는 NO_x 흡수 및 환원(NO_x-OR) 촉매;

NH₃ 합성 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하기 위한 제1 배기 가스 공연비 조절 수단;
 제2 배기 통로를 통해 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하기 위한 제2 배기 가스 공연비 조절 수단;
 NH₃를 합성하기 위해 NH₃ 합성 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 리치하게 하는 제1 배기 가스 공연비 조절 수단을 조절하는 수단;
 제2 배기 통로를 통해 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 하기 위해 제2 배기 가스 공연비 조절 수단을 조절하는 수단;
 NH₃ 합성 촉매 아래 부분의 제1 배기 통로가 NH₃-AO 촉매에 접촉되고, 제2 배기 통로가 NO_x-OR 촉매에 접촉된 경우의 제1 접촉 조건을 수행하는 제1 접촉 조건 수행 수단;
 NH₃ 합성 촉매 아래 부분의 제1 배기 통로가 NO_x-OR 촉매에 접촉되고, 제2 배기 통로가 NH₃-AO 촉매에 접촉된 경우의 제2 접촉 조건을 수행하는 제2 접촉 조건 수행 수단; 및
 제1 및 제2 접촉 조건을 교대로 또한 반복적으로 수행하기 위해 제1 및 제2 접촉 조건을 조절하는 접촉 조건 조절 수단을 포함하는, 제1 및 제2 실린더 군들로 분할된 복수개의 실린더 및 상기 제1 및 제2 실린더 군 각각에 접촉된 제1 및 제2 배기 통로를 갖는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 72

제 71 항에 있어서, NO_x-OR 촉매 내에 흡장된 NO_x의 양을 추정하는 NO_x의 양 추정 수단을 추가로 포함하고, 여기서 접촉 조건들은 추정되는 흡장된 NO_x의 양에 따라 변화하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 73

제 71 항에 있어서, NH₃-AO 촉매 내에 흡수된 NH₃의 양을 추정하는 흡수된 NO_x의 양 추정 수단을 추가로 포함하고, 여기서 접촉 조건들은 추정되는 흡수된 NH₃의 양에 따라 변화하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 74

제 71 항에 있어서, 제2 배기 통로로부터 배출되는 NO_x의 양을 억제하는 억제 수단을 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 75

제 74 항에 있어서, 상기 억제 수단이 제2 배기 통로 내에 배열된 추가의 NO_x 흡장 및 환원(NO_x-OR) 촉매를 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 76

제 75 항에 있어서, 추가의 NO_x-OR 촉매로부터 흡장된 NO_x를 방출시키기 위해 배기 가스 공연비를 일시적으로 리치하게 하도록 추가의 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하는 수단을 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 77

제 76 항에 있어서, 추가의 NO_x-OR 촉매 내에 흡장된 NO_x의 양을 추정하는 NO_x의 양 추정 수단을 추가로 포함하고, 여기서 추가의 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비는 추정되는 흡장된 NO_x의 양에 따라 일시적으로 리치해지는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 78

제 76 항에 있어서, 제2 배기 통로로부터 배출된 배기 가스의 배기 가스 공연비를 희박하게 유지하는 희박화 유지 수단을 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 79

제 78 항에 있어서, 상기 희박화 유지 수단이 배기 가스에 2차 공기를 공급하기 위해 추가의 NO_x-OR 촉매 아래 부분의 제2 배기 통로 내에 배열된 2차 공기 공급 수단을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 80

제 71 항에 있어서, 제1 배기 가스 공연비 조절 수단이 제1 실린더 군의 엔진 공연비를 조절함으로써 배기 가스 공연비를 조절하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 81

제 71 항에 있어서, 제2 배기 가스 공연비 조절 수단이 제2 실린더 군의 엔진 공연비를 조절함으로써 배기 가스 공연비를 조절하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 82

제 71 항에 있어서, NH₃ 합성 촉매의 아래 부분의 제1 배기 통로를 NH₃-AO 촉매에 접촉시킬 수 있게 되는

제1 NH₃ 도입 통로; NH₃ 합성 촉매의 아래 부분의 제1 배기 통로를 NO_x-OR 촉매에 접속시킬 수 있게 되는 제2 NH₃ 도입 통로; 제2 배기 통로를 NO_x-OR 촉매에 접속시킬 수 있게 되는 제1 NO_x 도입 통로; 제2 배기 통로를 NH₃-AO 촉매에 접속시킬 수 있게 되는 제2 NO_x 도입 통로; NH₃ 합성 촉매의 아래 부분의 제1 배기 통로를 제1 및 제2 NH₃ 도입 통로 중의 하나에 선택적으로 접속시키는 NH₃ 스위칭 밸브; 및 제2 배기 통로를 제1 및 제2 NO_x 도입 통로 중의 하나에 선택적으로 접속시키는 NO_x 스위칭 밸브를 추가로 포함하고, 여기서, 접속 조건 조절 수단은 제1 접속 조건이 수행될 때 NH₃ 합성 촉매의 아래 부분의 제1 배기 통로를 제1 NH₃ 도입 통로에 접속시키고, 제2 배기 통로를 제1 NO_x 도입 통로에 접속시키고, 제2 접속 조건이 수행될 때 NH₃ 합성 촉매의 아래 부분의 제1 배기 통로를 제2 NH₃ 도입 통로에 접속시키고, 제2 배기 통로를 제2 NO_x 도입 통로에 접속시키는 NH₃ 및 NO_x 스위칭 밸브를 조절하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 83

제 71 항에 있어서, NH₃ 합성 촉매가 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 적어도 하나의 귀금속을 포함하는 3웨이(TW) 촉매인 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 84

제 71 항에 있어서, 상기 NH₃-AO 촉매가 구리, 크롬, 바나듐, 티타늄, 철, 니켈, 및 코발트 등의 전이 금속 또는 백금, 팔라듐, 로듐 및 이리듐 등의 귀금속을 수반하는 제올라이트, 실리카, 실리카-알루미늄, 및 티타니아 등의 고체산을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 85

제 71 항에 있어서, 상기 NO_x-OR 촉매가 칼륨, 나트륨, 리튬 및 세슘 등의 알칼리 금속, 바륨 및 칼슘 등의 알칼리 토금속, 란타넘 및 이트륨 등의 희토류 금속, 및 철 및 구리 등의 전이 금속; 및 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 귀금속으로부터 선택된 최소한 하나의 기질을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 86

제 71 항에 있어서, 유입하는 배기 가스 내의 NH₃를 정화하기 위해 NH₃-AO 촉매 및 NO_x-OR 촉매 중의 적어도 하나 아래 부분에 배열된 NH₃ 정화 촉매를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 87

제 1 NH₃ 합성 촉매 및 NH₃ 흡수 및 산화(NH₃-AO) 촉매에 제1 실린더 군의 배기 가스를 도입하고, 순서대로, NH₃ 합성 촉매는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 유입하는 배기 가스 내의 NO_x의 적어도 일부로부터 NH₃를 합성하고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 그를 통해 유입하는 배기 가스 내의 NO_x를 통과시키고, NH₃-AO 촉매는 내부로 유입하는 배기 가스 내에 NH₃를 흡수시키고, 유입하는 배기 가스 내의 NH₃의 농도가 낮아질 때 흡수된 NH₃를 그로부터 제거하고 이 NH₃를 산화시키는 단계;

제 2 NH₃ 합성 촉매 및 NO_x 흡장 및 환원(NO_x-OR) 촉매에 제2 실린더 군의 배기 가스를 도입하고, 순서대로, NO_x-OR 촉매는 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 내부로 흐르는 배기 가스 내의 NO_x를 흡장시키고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 흡장된 NO_x를 그로부터 방출하고, 이 NO_x를 환원시키는 단계;

제 1 NH₃ 합성 촉매 및 NH₃-AO 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해지고, 제2 NH₃ 합성 촉매 및 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해지는 경우의 제1 배기 가스 공연비 조건을 수행하는 단계;

제 1 NH₃ 합성 촉매 및 NH₃-AO 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해지고, 제2 NH₃ 합성 촉매 및 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해지는 경우의 제2 배기 가스 공연비 조건을 수행하는 단계; 및

제 1 및 제 2 배기 가스 공연비 조건을 교대로 또한 반복적으로 수행하는 단계를 포함하는, 제 1 및 제 2 실린더 군들로 분할된 복수개의 실린더를 갖는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 88

제 87 항에 있어서, NO_x-OR 촉매 내에 흡장된 NO_x의 양을 추정하는 단계를 추가로 포함하고, 여기서 배기 가스 공연비 조건은 추정되는 흡장된 NO_x의 양에 따라 변화하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 89

제 87 항에 있어서, NH₃-AO 촉매 내에 흡수된 NH₃의 양을 추정하는 단계를 추가로 포함하고, 여기서 배기 가스 공연비 조건은 추정되는 흡수된 NH₃의 양에 따라 변화하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 90

제 87 항에 있어서, 제1 실린더 군의 엔진 공연비는 제1 NH₃ 합성 촉매 및 NH₃-A0 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하도록 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 91

제 87 항에 있어서, 제2 실린더 군의 엔진 공연비는 제2 NH₃ 합성 촉매 및 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하도록 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 92

제 87 항에 있어서, NH₃ 합성 촉매가 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 적어도 하나의 귀금속을 포함하는 3웨이(TW) 촉매인 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 93

제 87 항에 있어서, 상기 NH₃ 합성 촉매가 칼륨, 나트륨, 리튬 및 세슘 등의 알칼리 금속, 바륨 및 칼슘 등의 알칼리 토금속, 란타늄 및 이트륨 등의 희토류 금속, 및 철 및 구리 등의 전이 금속; 및 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 귀금속으로부터 선택된 최소한 하나의 기질을 포함하는 NO_x-OR 촉매인 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 94

제 87 항에 있어서, 상기 NH₃-A0 촉매가 구리, 크롬, 바나듐, 티타늄, 철, 니켈, 및 코발트 등의 전이 금속 또는 백금, 팔라듐, 로듐 및 이리듐 등의 귀금속을 수반하는 제올라이트, 실리카, 실리카-알루미늄, 및 티타니아 등의 고체산을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 95

제 87 항에 있어서, 상기 NO_x-OR 촉매가 칼륨, 나트륨, 리튬 및 세슘 등의 알칼리 금속, 바륨 및 칼슘 등의 알칼리 토금속, 란타늄 및 이트륨 등의 희토류 금속, 및 철 및 구리 등의 전이 금속; 및 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 귀금속으로부터 선택된 최소한 하나의 기질을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 96

제 87 항에 있어서, 유입하는 배기 가스 내의 NH₃를 정화하기 위해 NH₃-A0 촉매로부터 방출된 배기 가스 및 NO_x-OR 촉매로부터 방출된 배기 가스 중의 최소한 하나를 NH₃ 정화 촉매에 도입하는 단계를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 방법.

청구항 97

각각 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 유입하는 배기 가스 내의 NO_x의 적어도 일부로부터 NH₃를 합성하고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 그를 통해 유입하는 배기 가스 내의 NO_x를 통과시키는, 제1 배기 통로 내에 배열된 제1 NH₃ 합성 촉매 및 제2 배기 통로 내에 배열된 제2 NH₃ 합성 촉매;

제1 NH₃ 합성 촉매 아래 부분의 제1 배기 통로 내에 배열되고, 유입하는 배기 가스 내에 NH₃를 흡수시키고, 유입하는 배기 가스 내의 NH₃의 농도가 낮아질 때 흡수된 NH₃를 그로부터 제거하고 이 NH₃를 산화시키는 NH₃ 흡수 및 산화(NH₃-A0) 촉매;

제2 NH₃ 합성 촉매의 아래 부분의 제2 배기 통로 내에 배열되고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박할 때 내부로 유입하는 배기 가스 내의 NO_x를 흡장시키고, 유입하는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치할 때 흡장된 NO_x를 그로부터 방출하고 이 NO_x를 환원시키는 NO_x 흡장 및 환원(NO_x-OR) 촉매;

제1 NH₃ 합성 촉매 및 NH₃-A0 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하기 위한 제1 배기 가스 공연비 조절 수단;

제2 NH₃ 합성 촉매 및 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하기 위한 제2 배기 가스 공연비 조절 수단;

제1 NH₃ 합성 촉매 및 NH₃-A0 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해지고, 제2 NH₃ 합성 촉매 및 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해지는 경우의 제1 배기 가스 공연비 조건을 수행하기 위해 제1 및 제2 배기 가스 공연비 조절 수단을 조절하는 제1 배기 가스 공연비 조건 수행 수단;

제1 NH₃ 합성 촉매 및 NH₃-A0 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 희박해지고, 제2 NH₃ 합성 촉매 및 NO_x-OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비가 리치해지는 경우의 제2 배기 가스 공연비 조건을 수행하기 위해 제1 및 제2 배기 가스 공연비 조절 수단을 조절하는 제2 배기 가스 공연비 조건 수행 수단; 및

제1 및 제2 배기 가스 공연비 조건을 교대로 또한 반복적으로 수행하기 위해 제1 및 제2 배기 가스 공연비 조건을 조절하는 배기 가스 공연비 조건 조절 수단을 포함하는, 제1 및 제2 실린더 군들로 분할된 복

수개의 실린더 및 상기 제1 및 제2 실린더 군 각각에 접속된 제1 및 제2 배기 통로를 갖는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 98

제 97 항에 있어서, NO_x -OR 촉매 내에 흡장된 NO_x 의 양을 추정하는 NO_x 의 양 추정 수단을 추가로 포함하고, 여기서 배기 가스 공연비 조건은 추정되는 흡장된 NO_x 의 양에 따라 변화하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 99

제 97 항에 있어서, NH_3 -AO 촉매 내에 흡수된 NH_3 의 양을 추정하는 NO_x 의 양 추정 수단을 추가로 포함하고, 여기서 배기 가스 공연비 조건은 추정되는 흡수된 NH_3 의 양에 따라 변화하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 100

제 97 항에 있어서, 제1 배기 가스 공연비 조절 수단이 제1 NH_3 합성 촉매 및 NH_3 -AO 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하도록 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 101

제 97 항에 있어서, 제2 실린더 군의 엔진 공연비는 제2 NH_3 합성 촉매 및 NO_x -OR 촉매로 흐르는 배기 가스의 배기 가스 공연비를 조절하도록 조절되는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 102

제 97 항에 있어서, NH_3 합성 촉매가 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 적어도 하나의 귀금속을 포함하는 3웨이(TW) 촉매인 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 103

제 97 항에 있어서, 상기 NH_3 합성 촉매가 칼륨, 나트륨, 리튬 및 세슘 등의 알칼리 금속, 바륨 및 칼슘 등의 알칼리 토금속, 란타넘 및 이트륨 등의 희토류 금속, 및 철 및 구리 등의 전이 금속; 및 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 귀금속으로부터 선택된 최소한 하나의 기질을 포함하는 NO_x -OR 촉매인 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 104

제 97 항에 있어서, 상기 NH_3 -AO 촉매가 구리, 크롬, 바나듐, 티타늄, 철, 니켈, 및 코발트 등의 전이 금속 또는 백금, 팔라듐, 로듐 및 이리듐 등의 귀금속을 수반하는 제올라이트, 실리카, 실리카-알루미나, 및 티타니아 등의 고체산을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 105

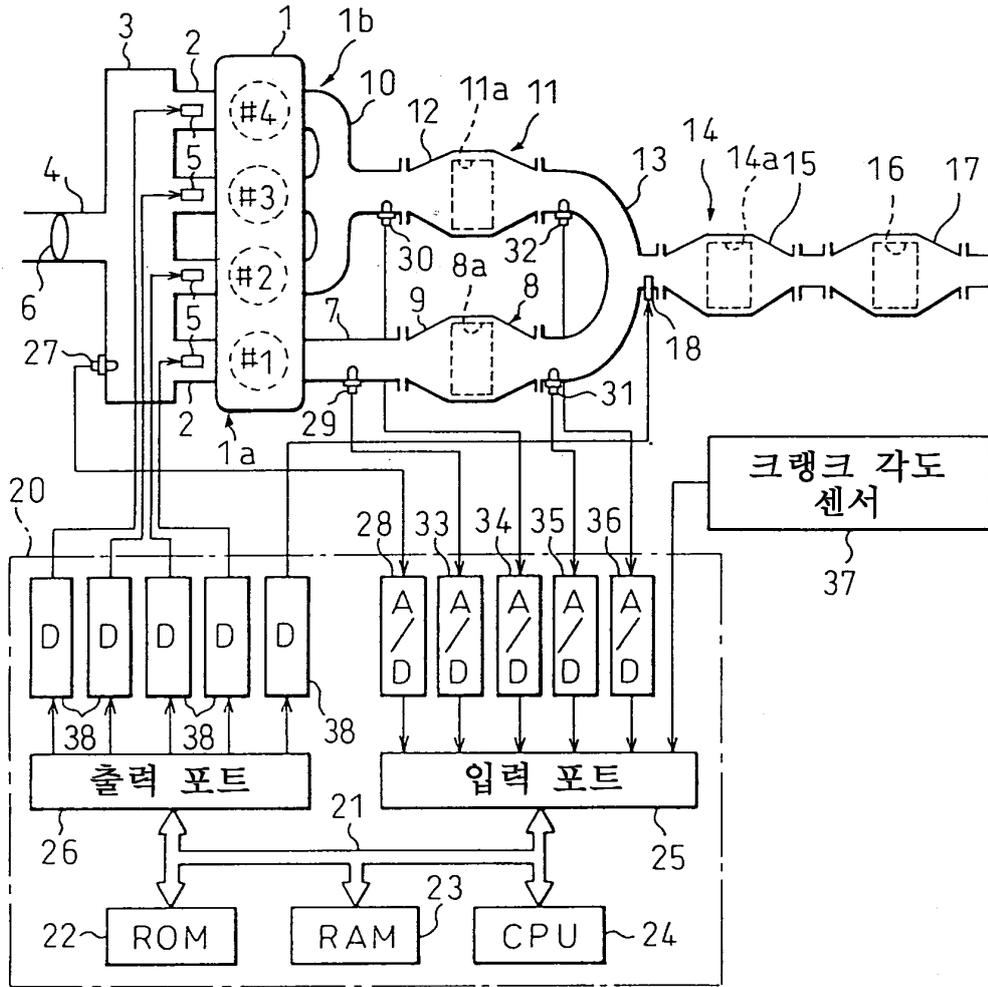
제 97 항에 있어서, 상기 NO_x -OR 촉매가 칼륨, 나트륨, 리튬 및 세슘 등의 알칼리 금속, 바륨 및 칼슘 등의 알칼리 토금속, 란타넘 및 이트륨 등의 희토류 금속, 및 철 및 구리 등의 전이 금속; 및 팔라듐, 백금, 이리듐 및 로듐 등의 귀금속으로부터 선택된 최소한 하나의 기질을 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

청구항 106

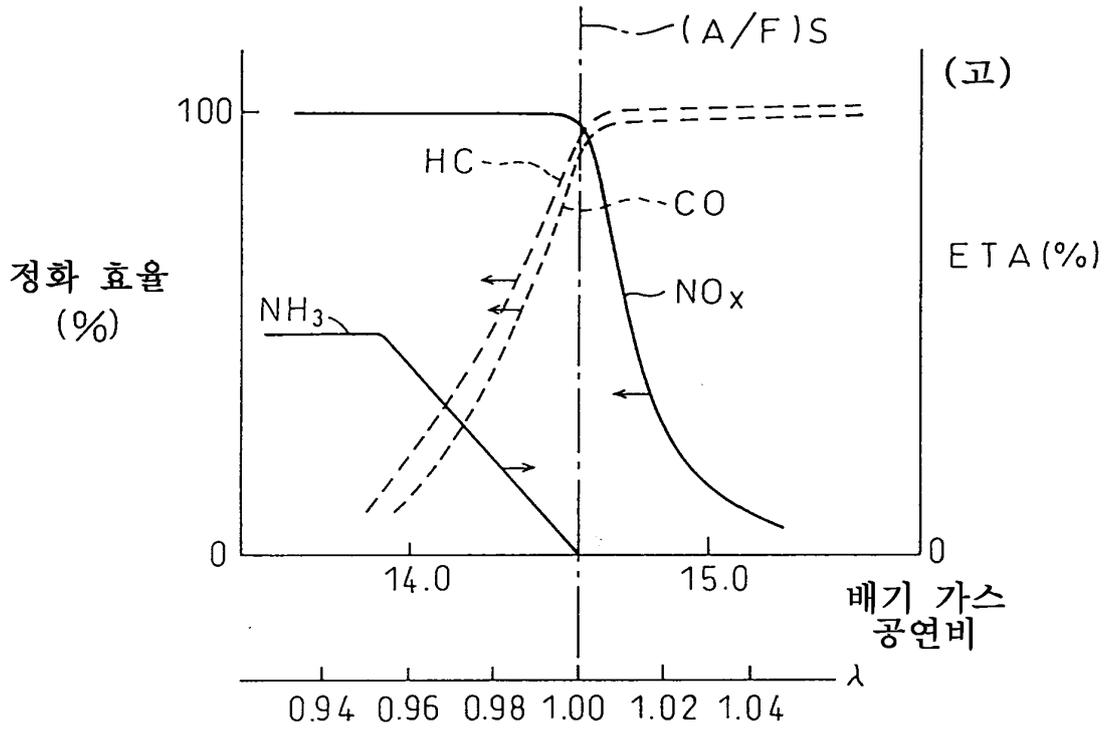
제 97 항에 있어서, 유입하는 배기 가스 내의 NH_3 를 정화하기 위해 NH_3 -AO 촉매 및 NO_x -OR 촉매 중의 적어도 하나 아래 부분에 배열된 NH_3 정화 촉매를 추가로 포함하는 엔진의 배기 가스 정화 장치.

도면

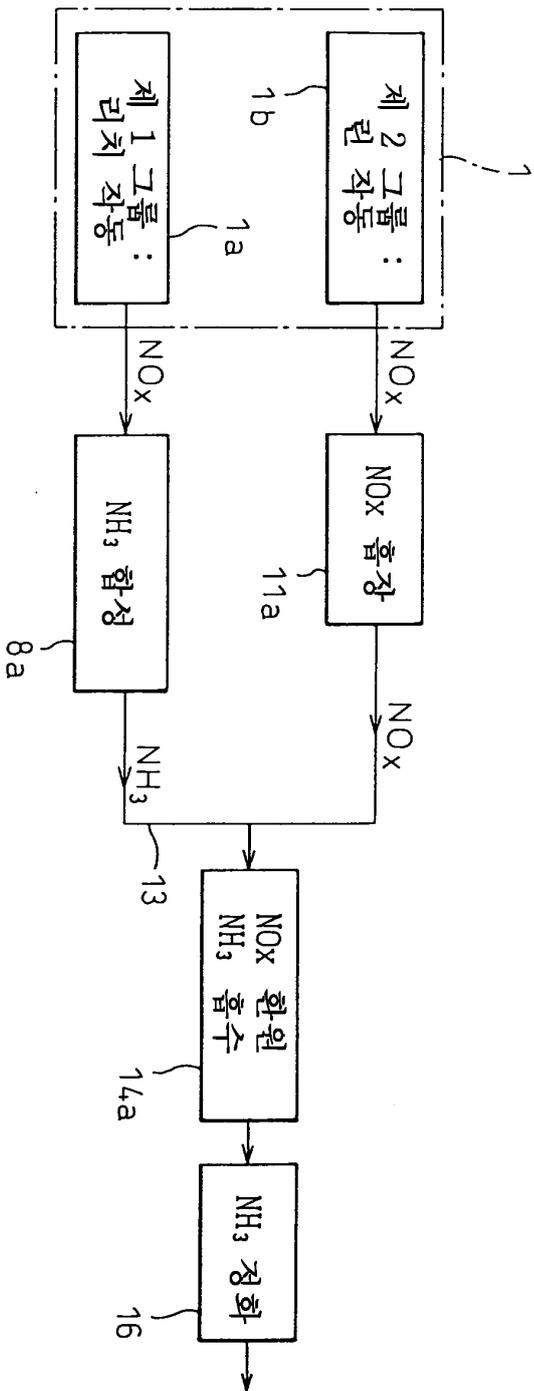
도면1



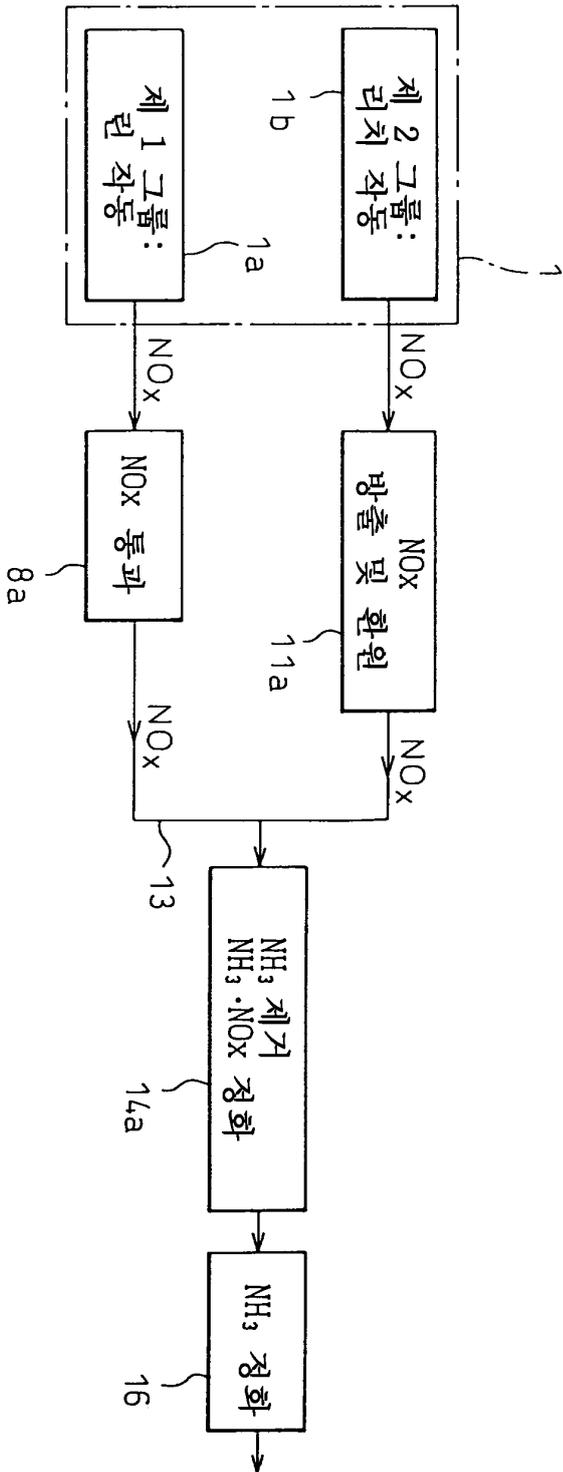
도면2



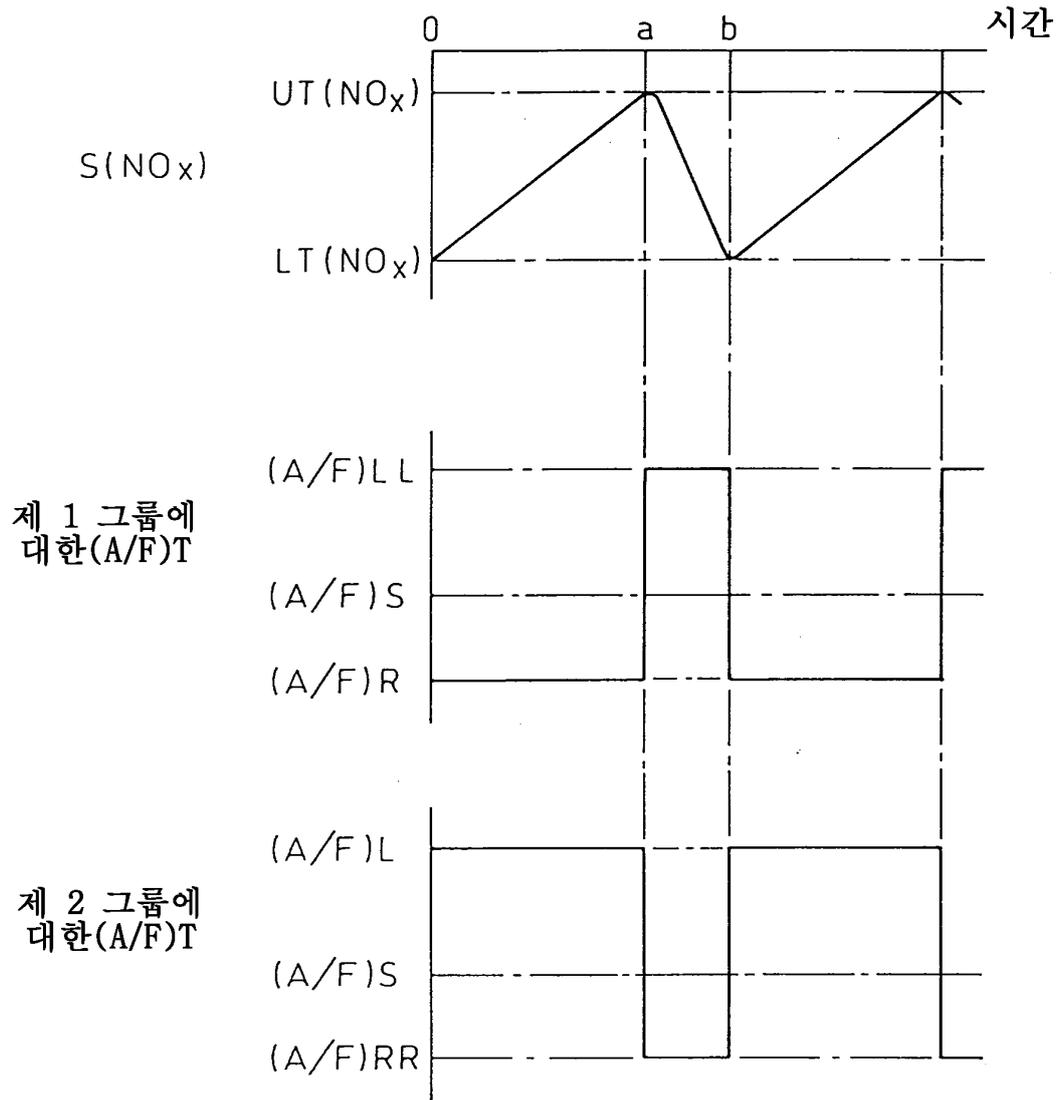
도면3



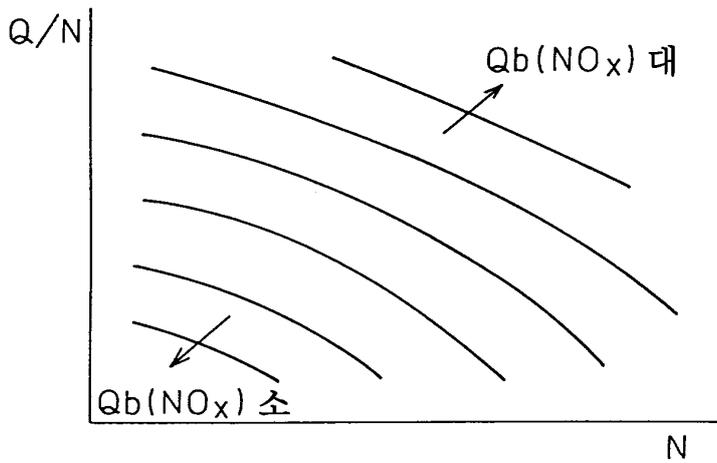
도면4



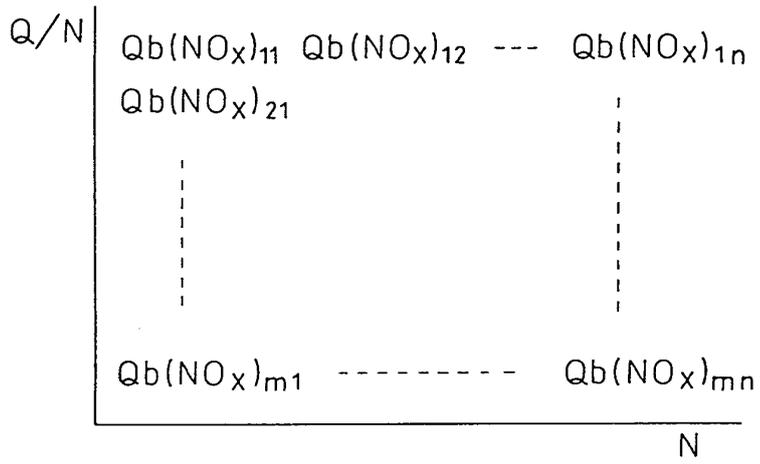
도면5



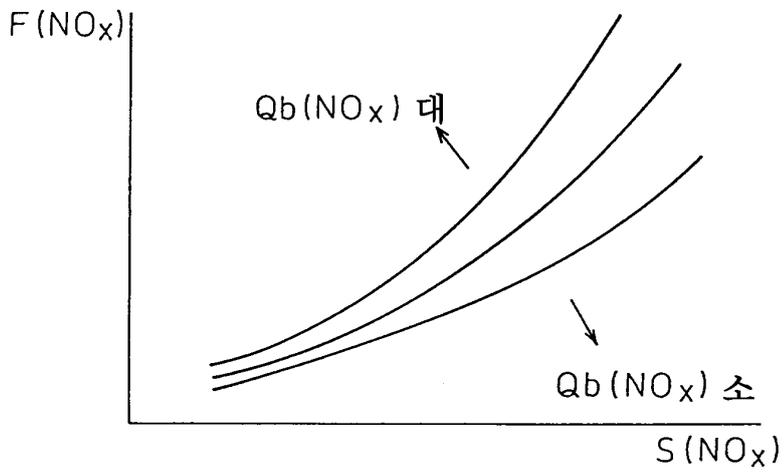
도면6a



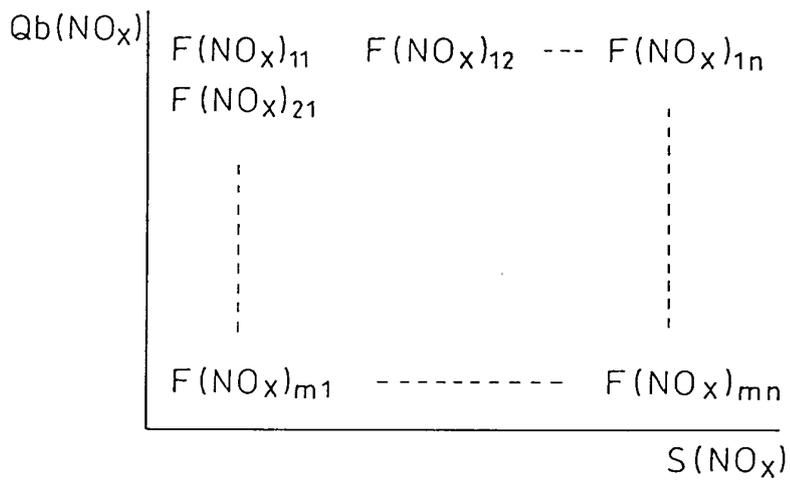
도면6b



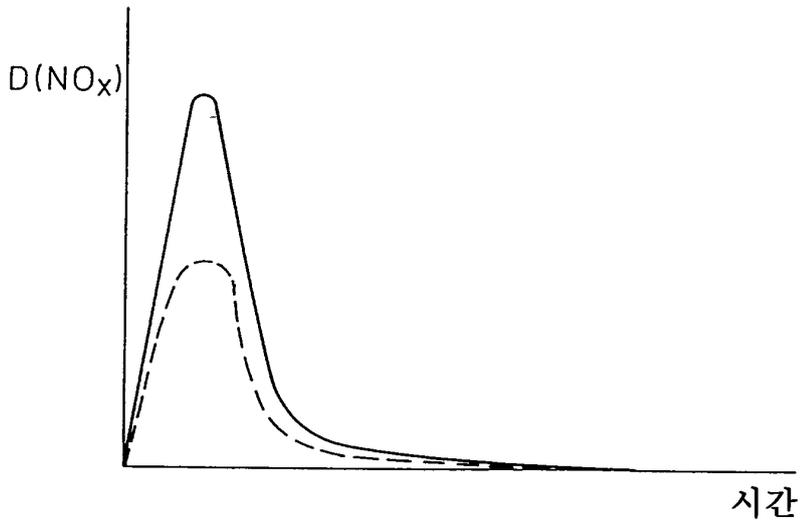
도면7a



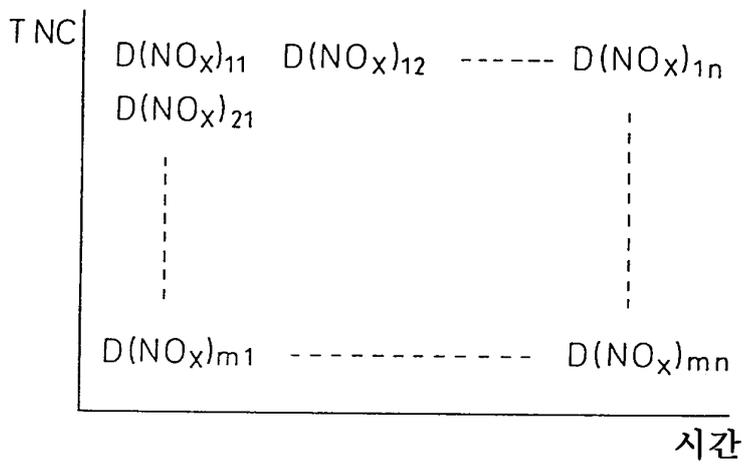
도면7b



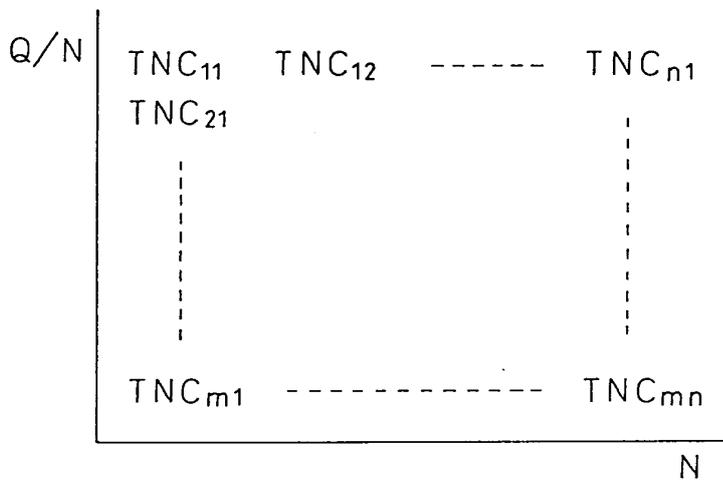
도면8a



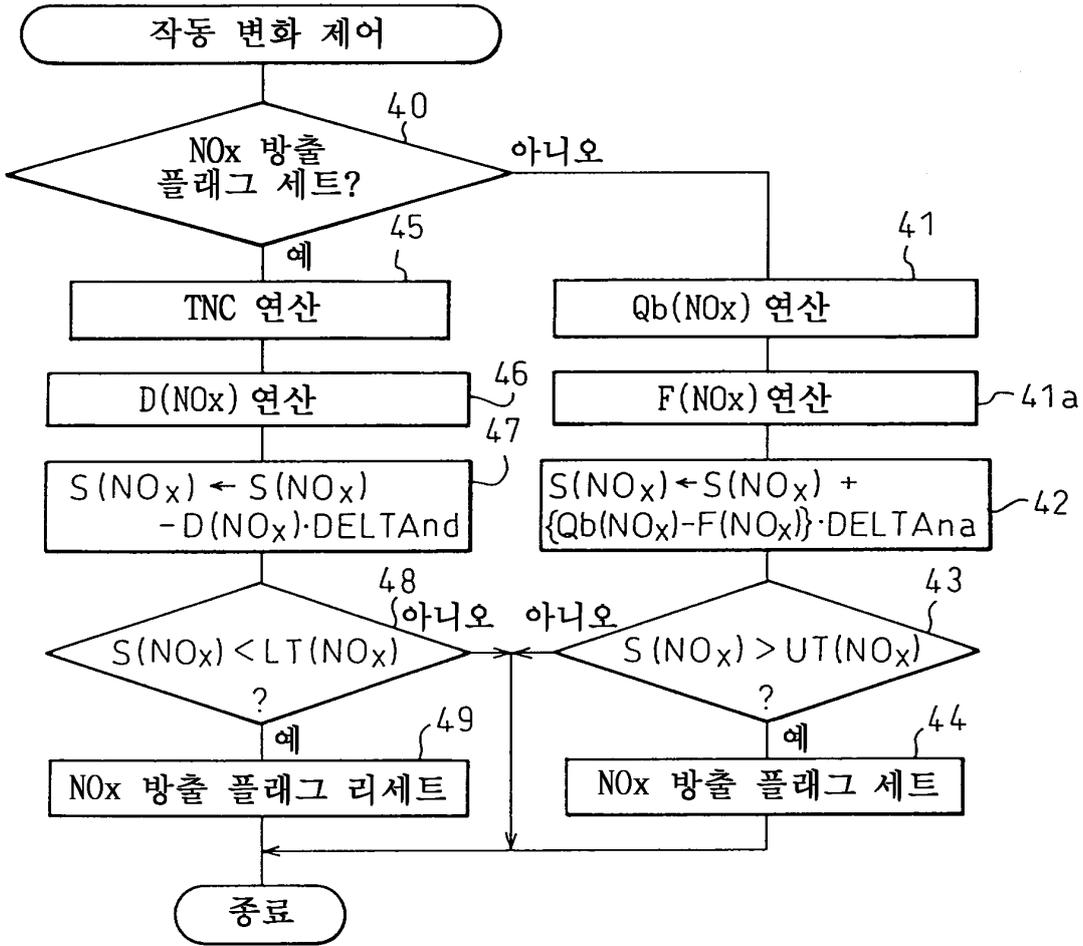
도면8b



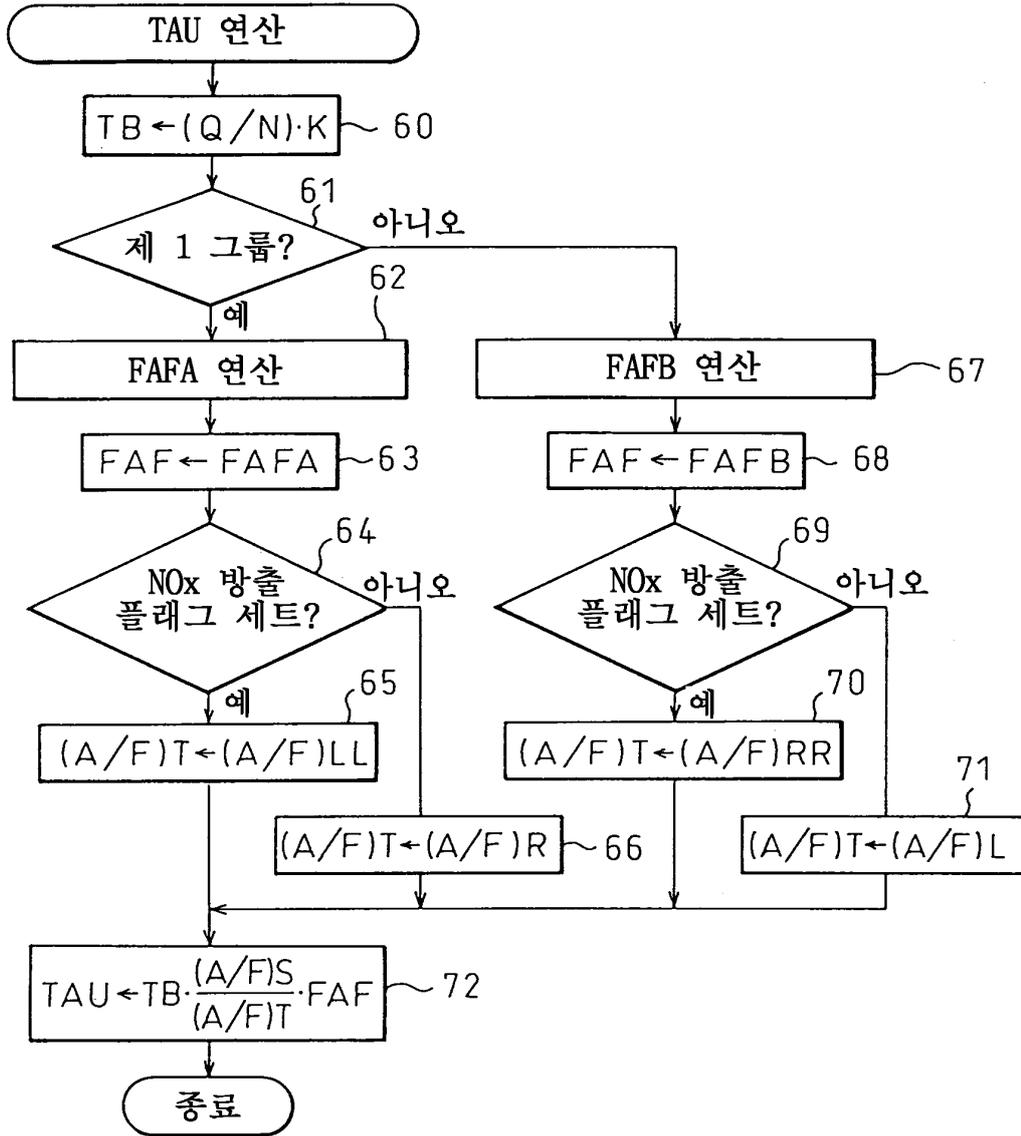
도면9



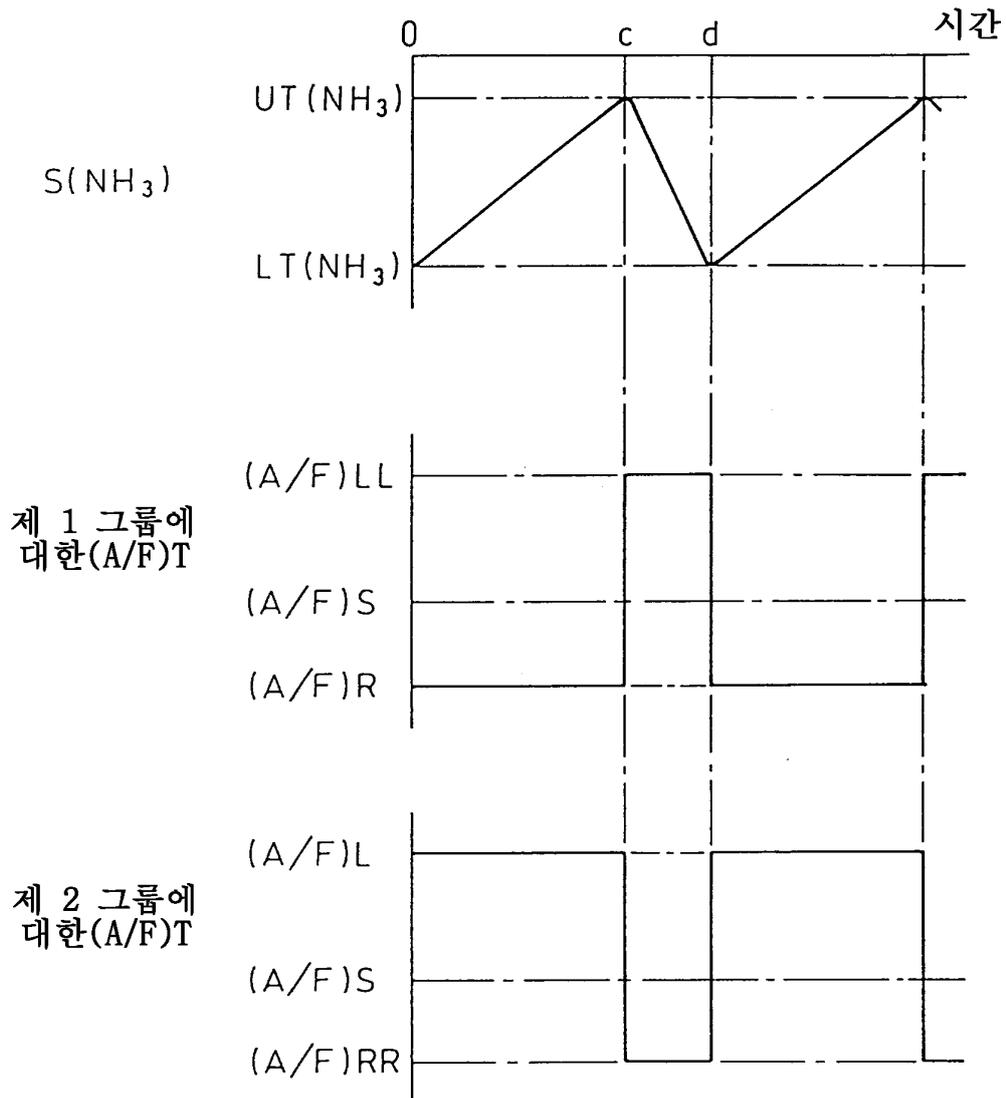
도면10



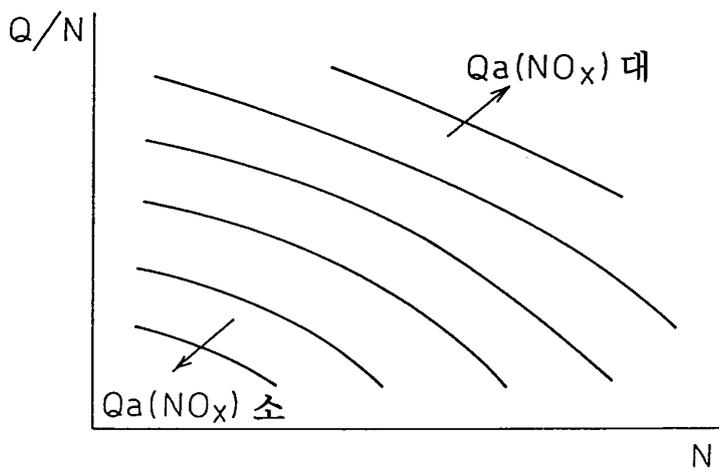
도면11



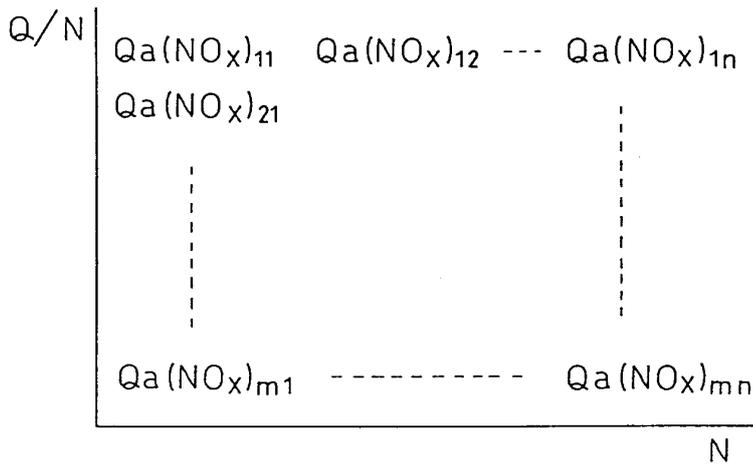
도면 12



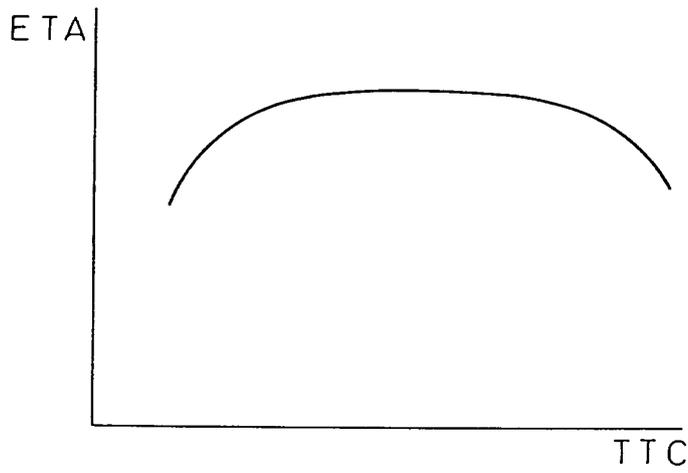
도면 13a



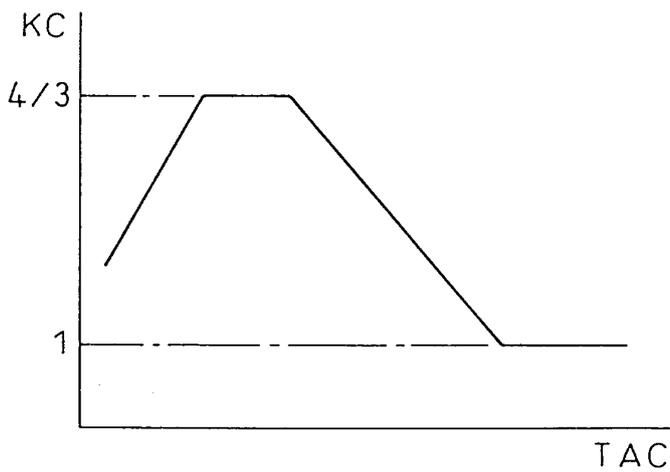
도면 13b



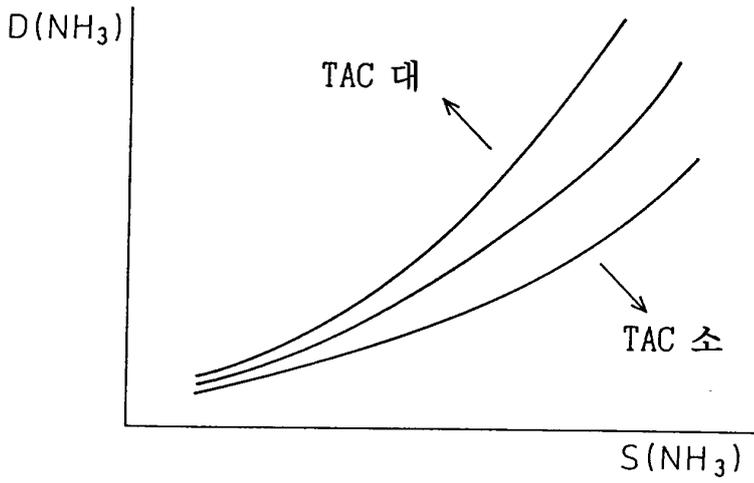
도면 14



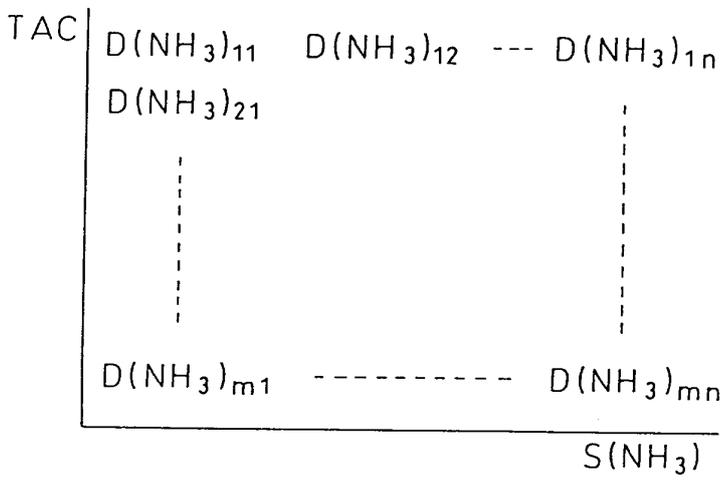
도면 15



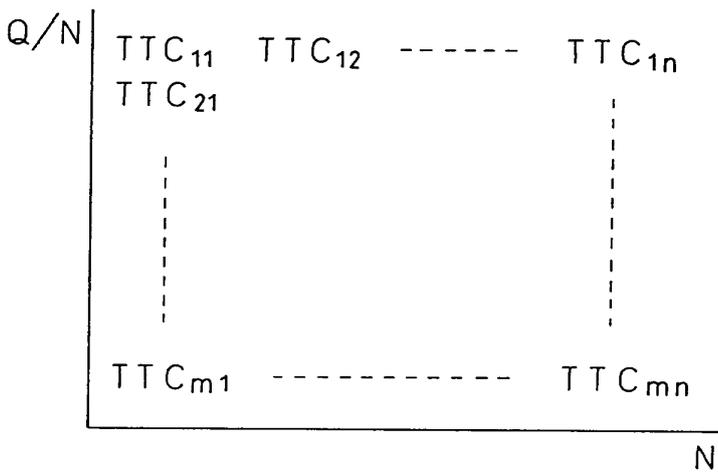
도면 16a



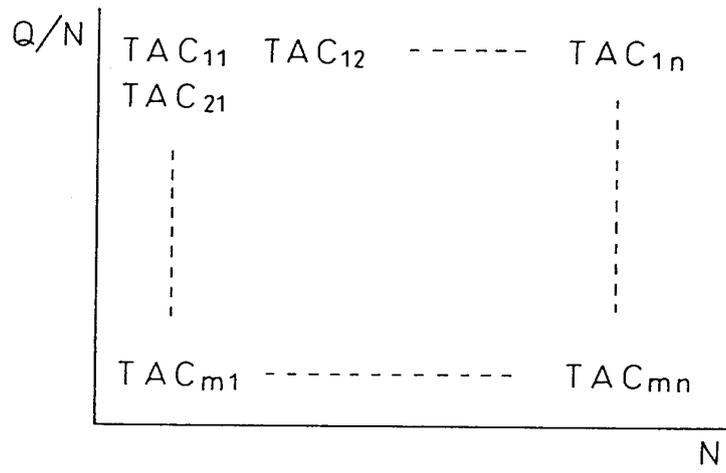
도면 16b



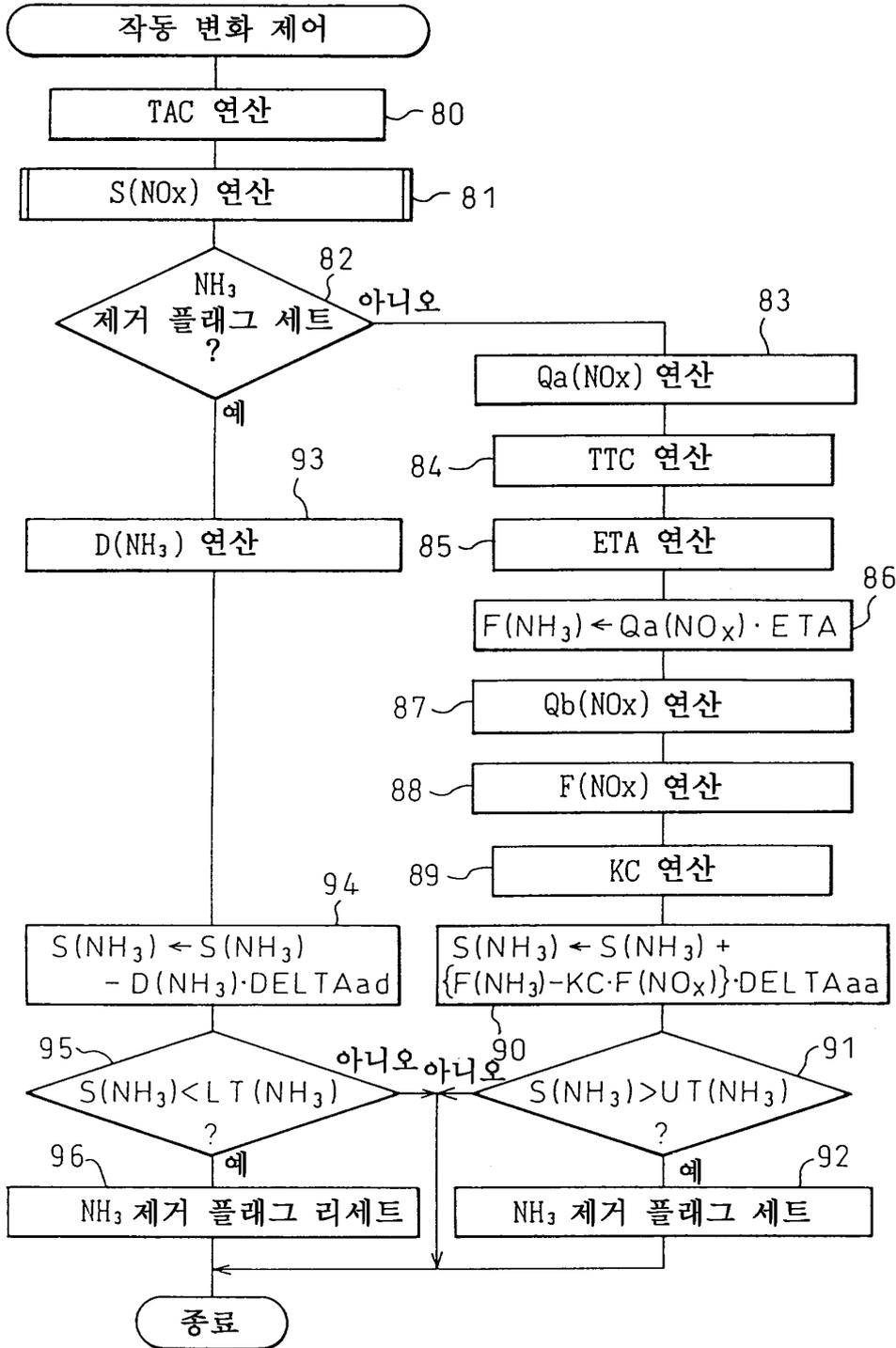
도면 17



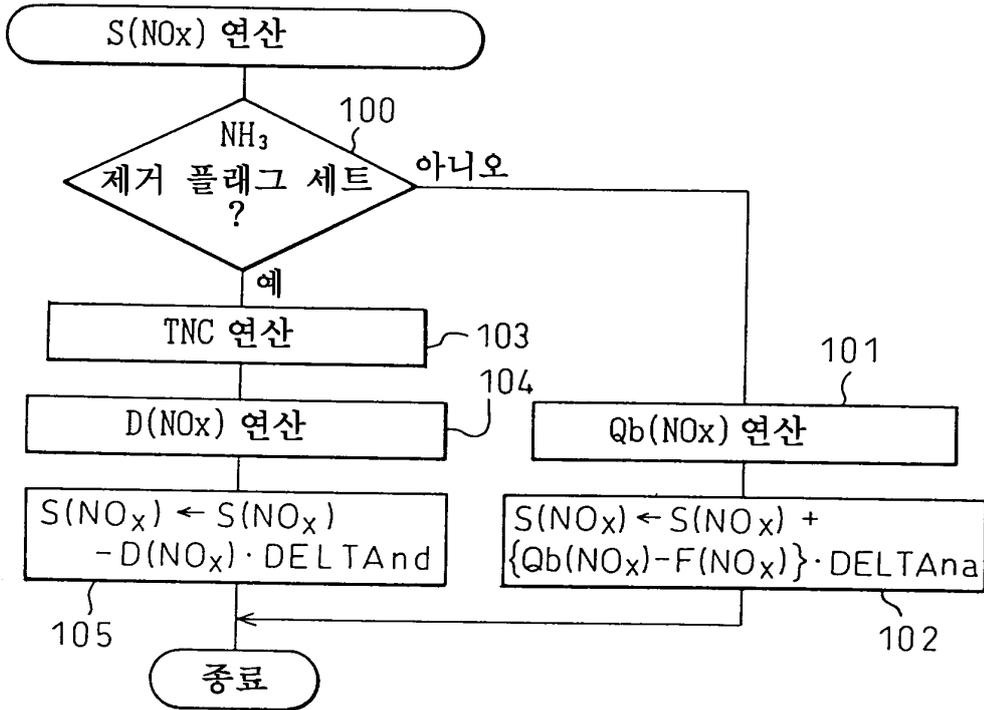
도면 18



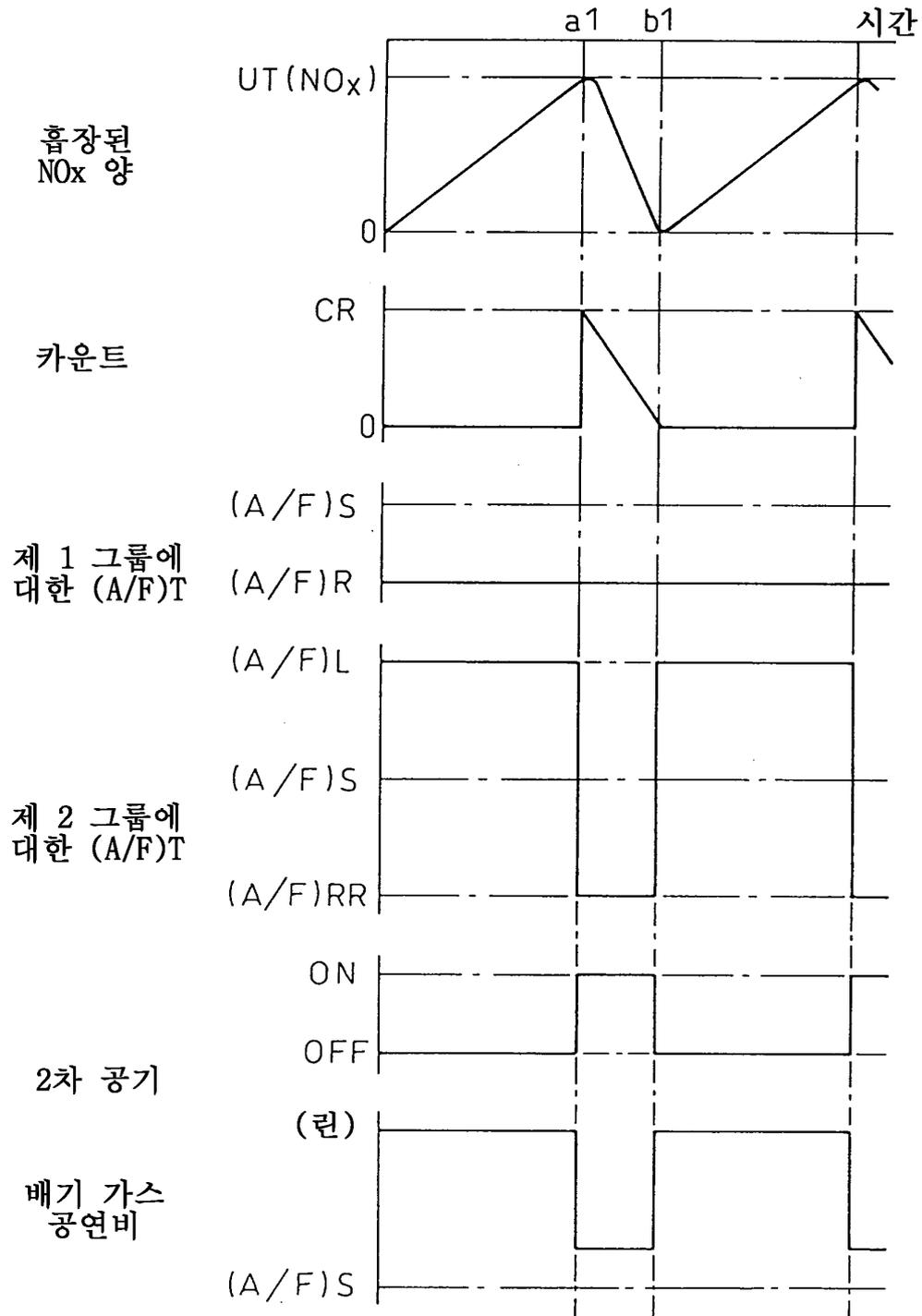
도면19



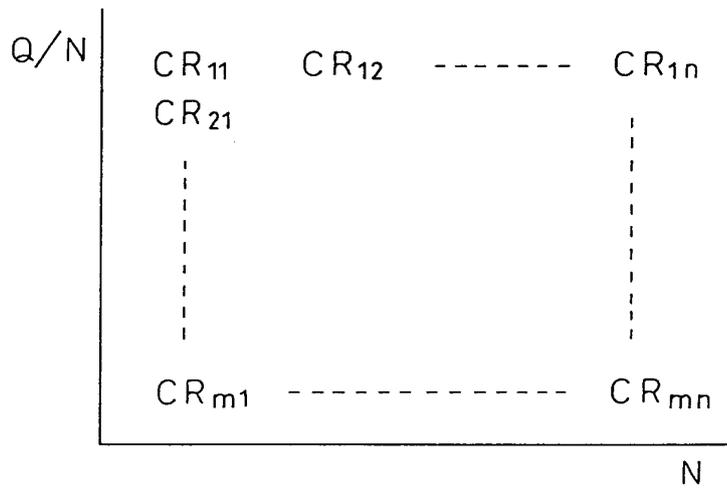
도면20



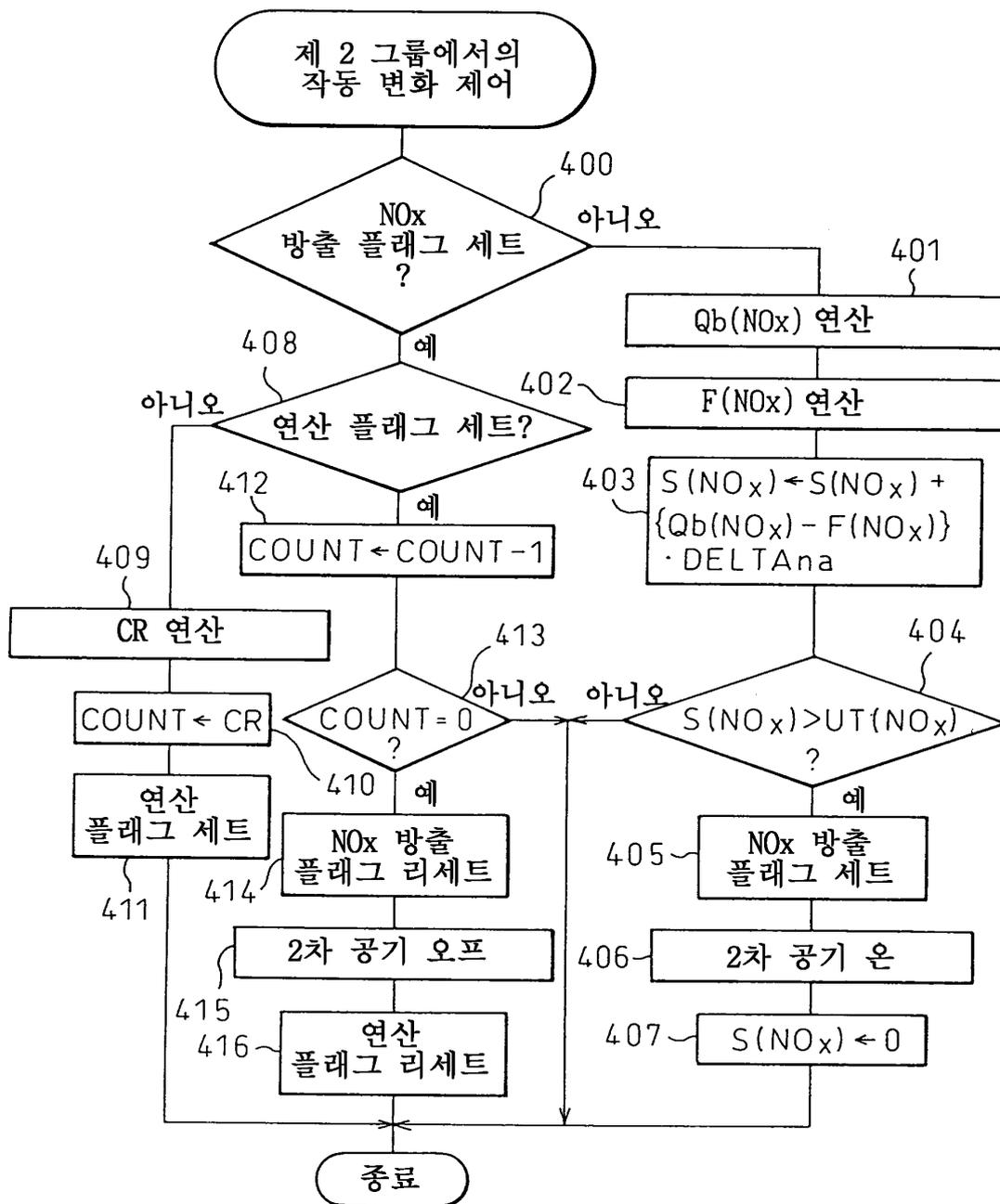
도면21



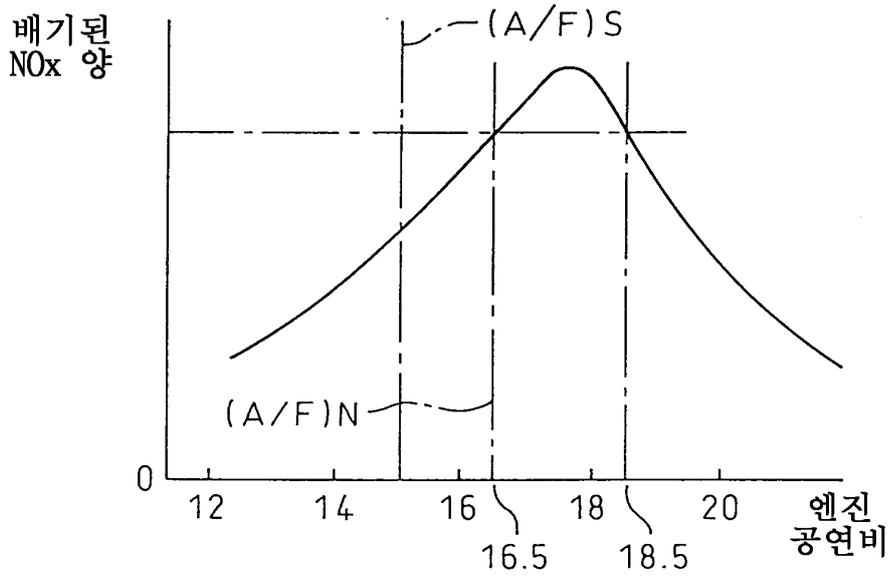
도면22



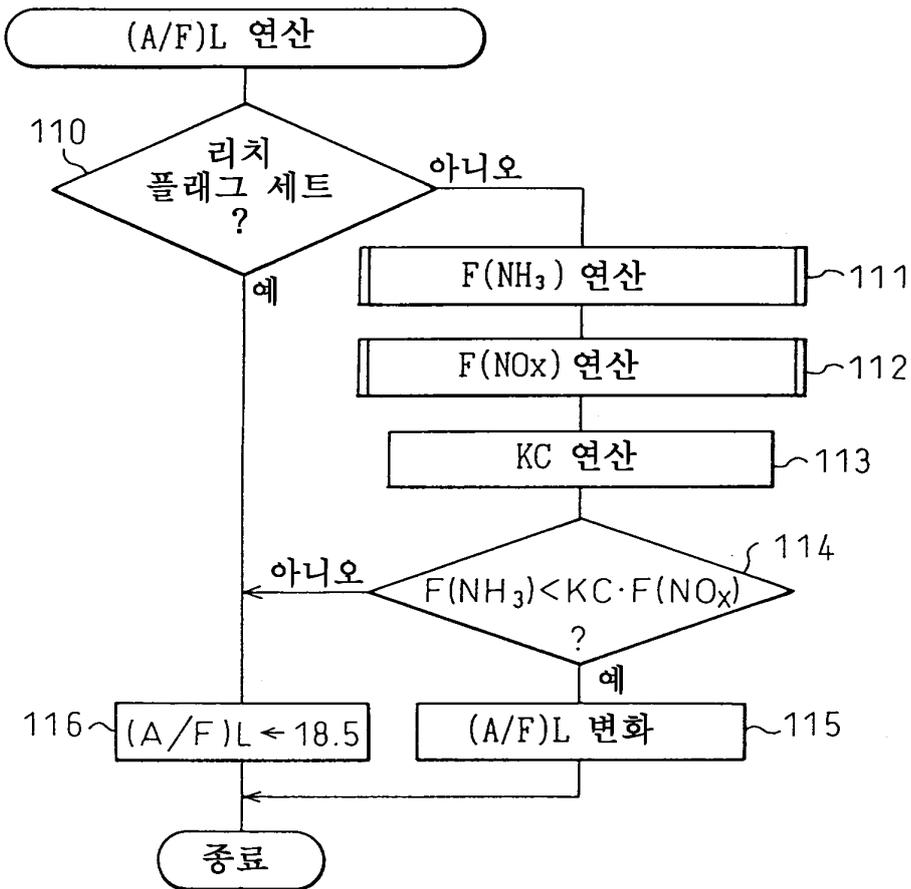
도면23

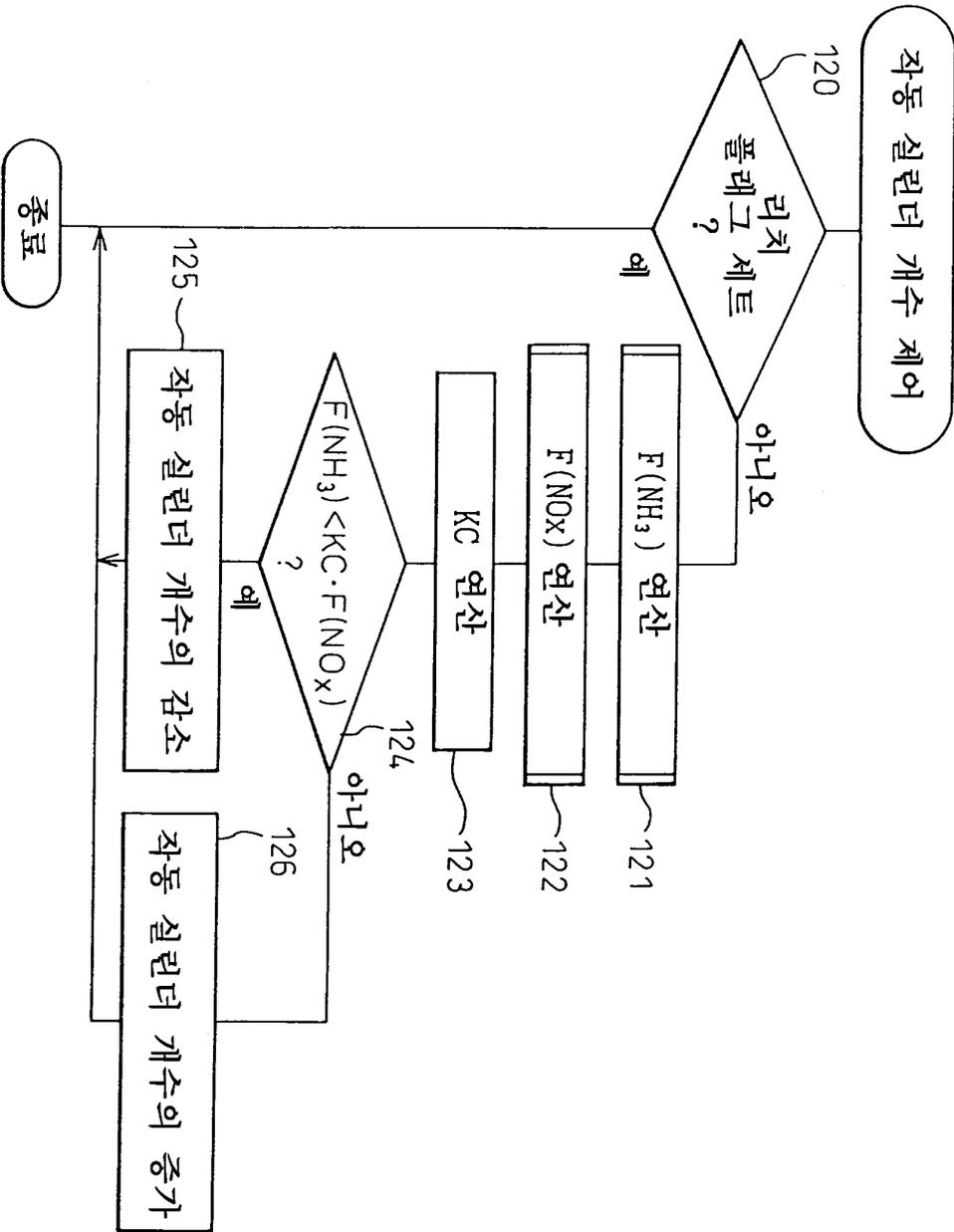


도면24

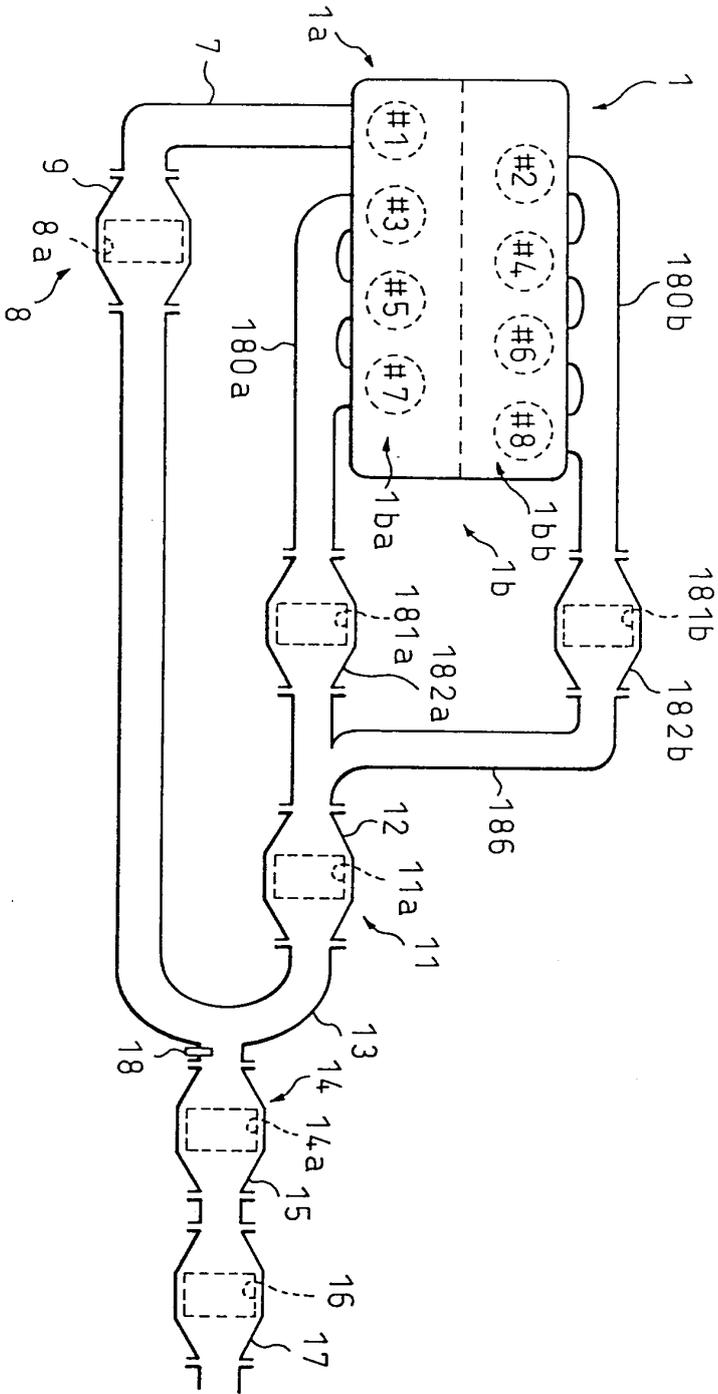


도면25

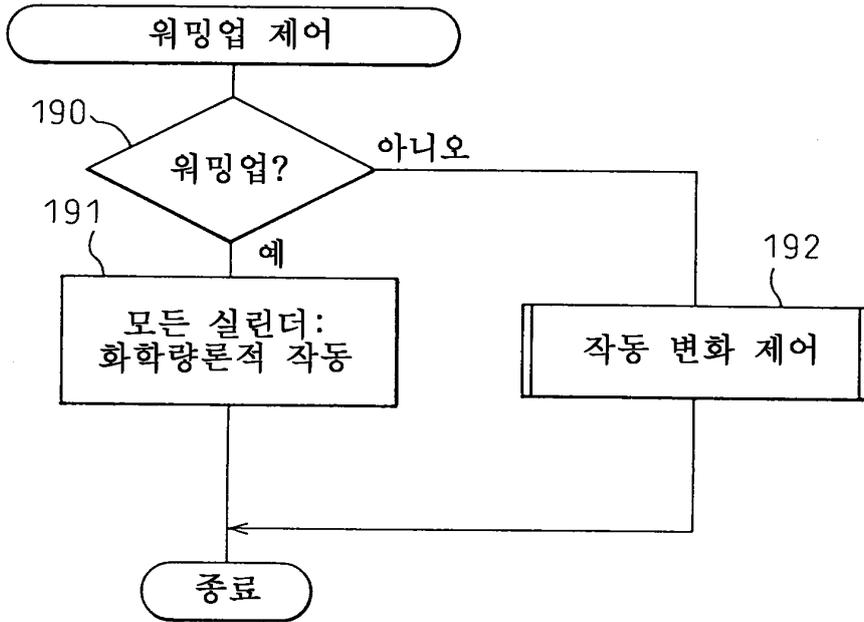




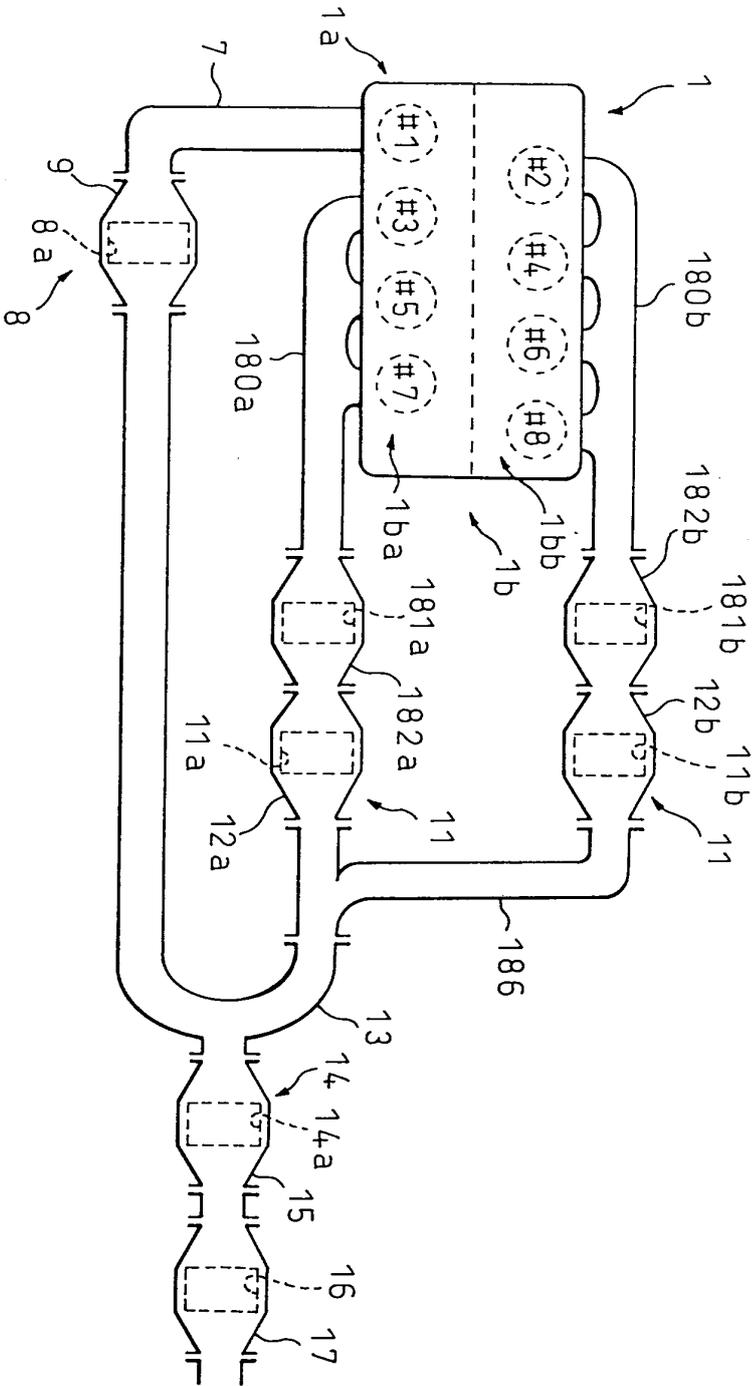
도면27



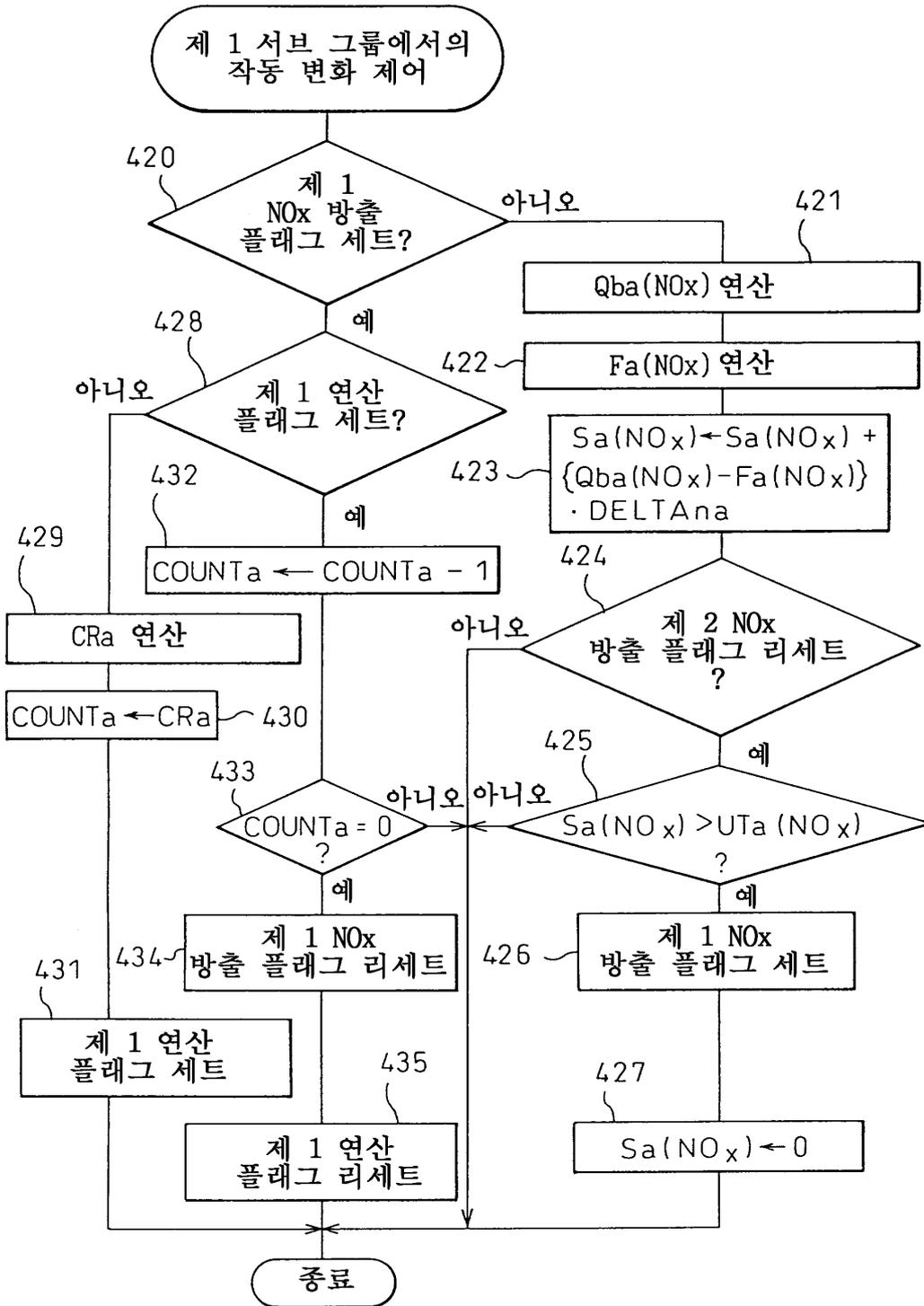
도면28



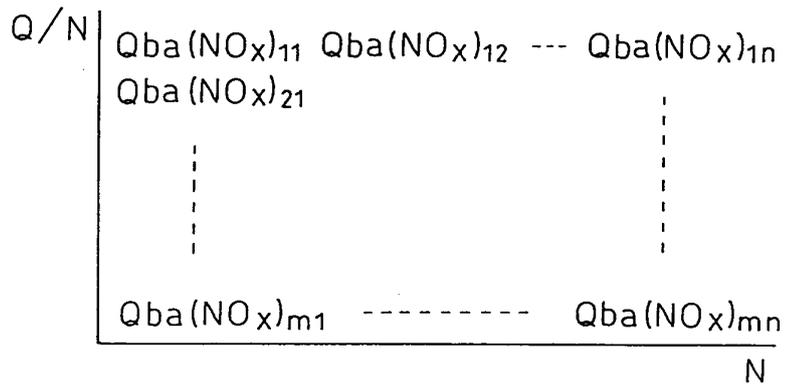
도면29



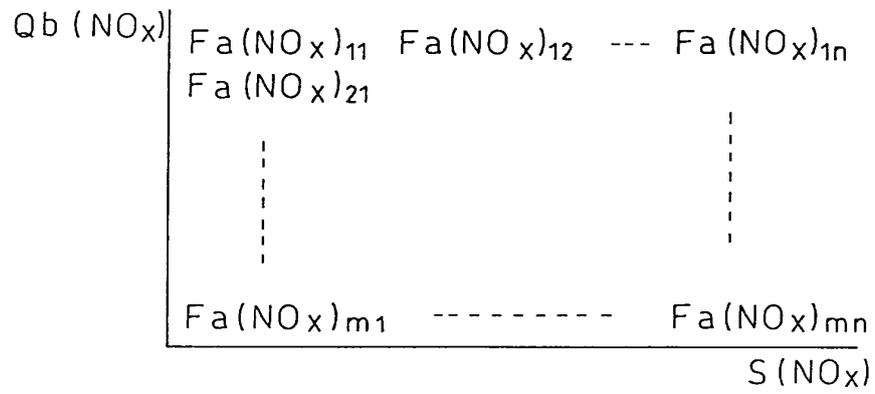
도면30



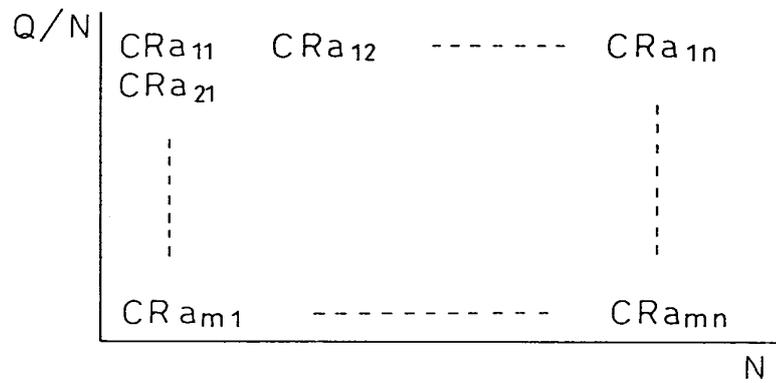
도면31



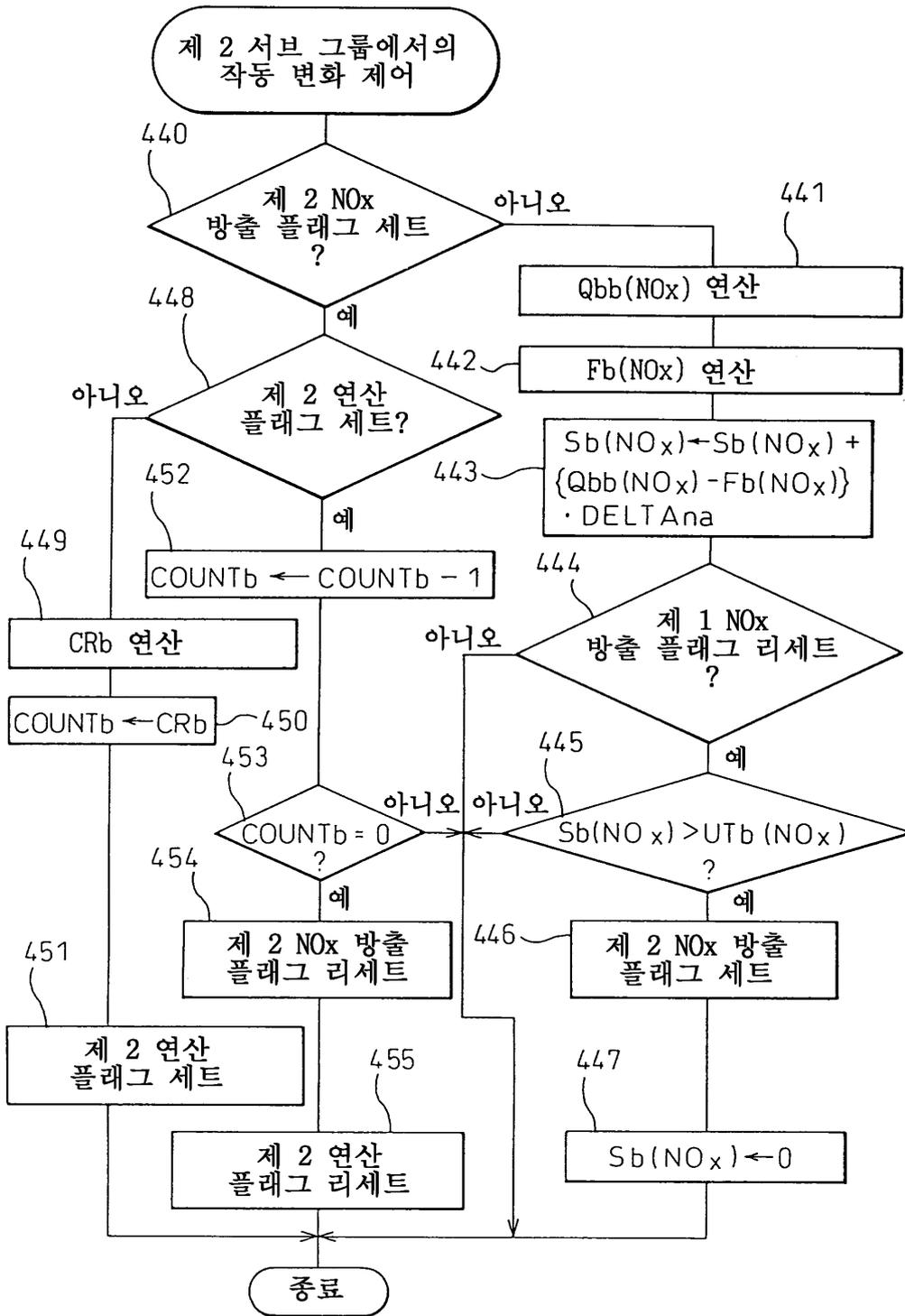
도면32



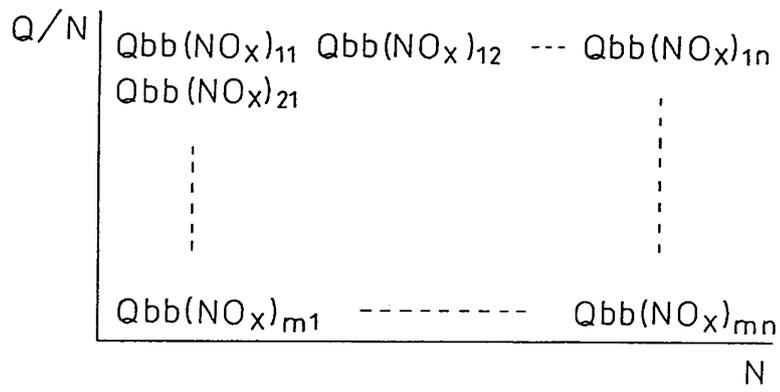
도면33



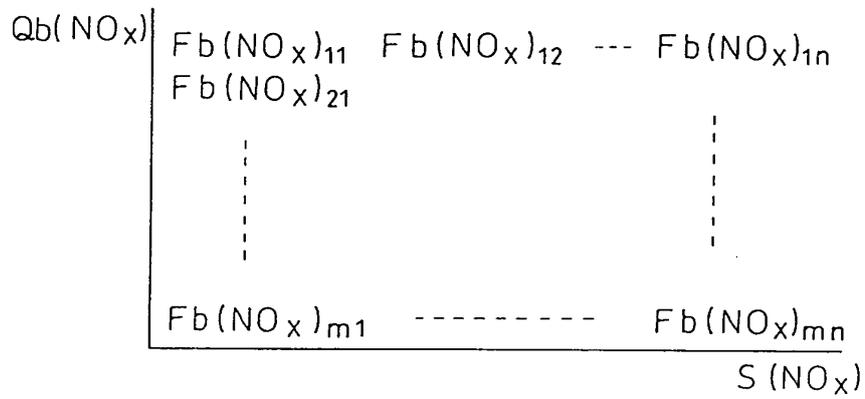
도면34



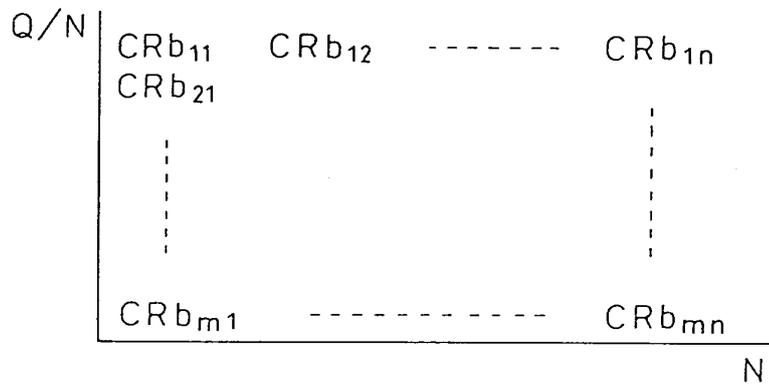
도면35



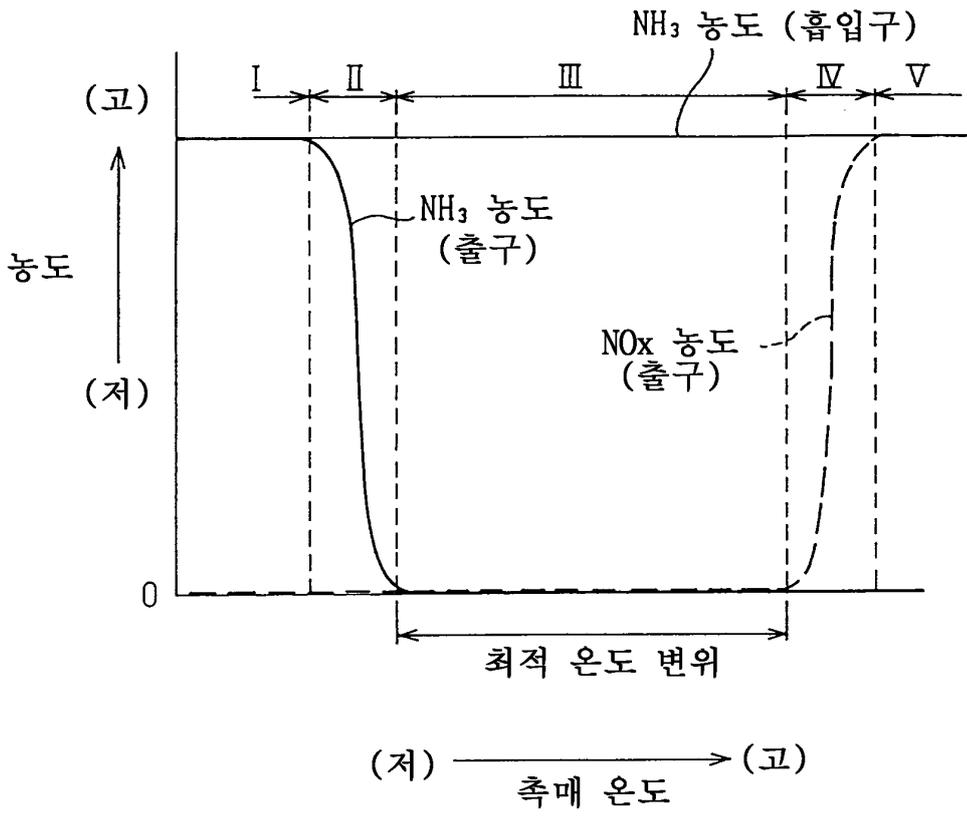
도면36



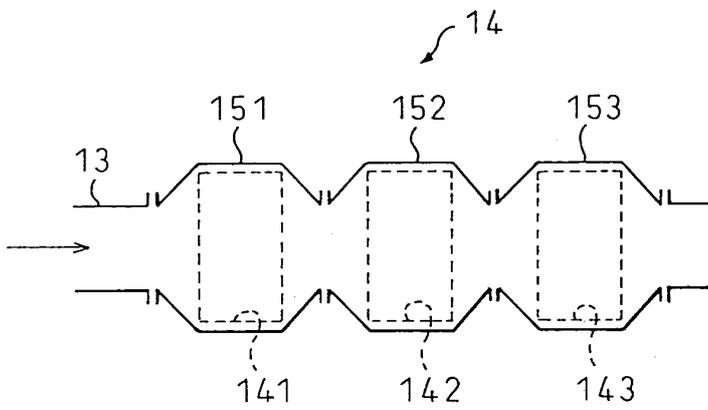
도면37



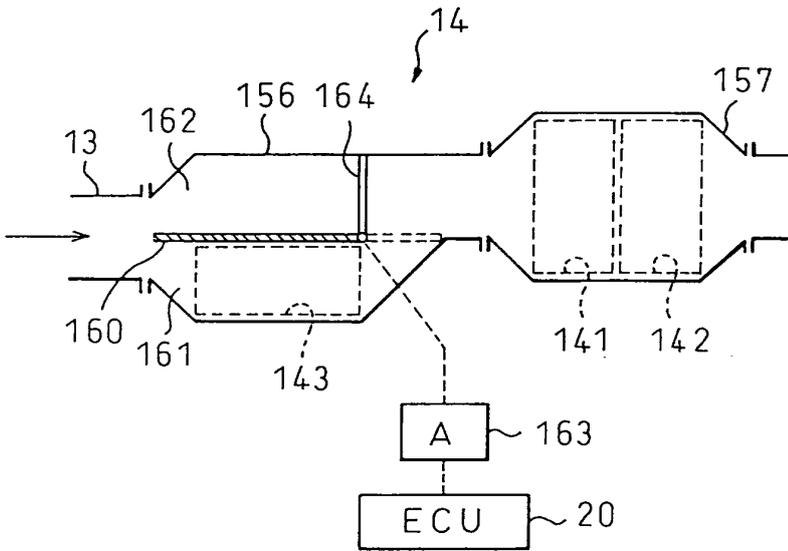
도면38



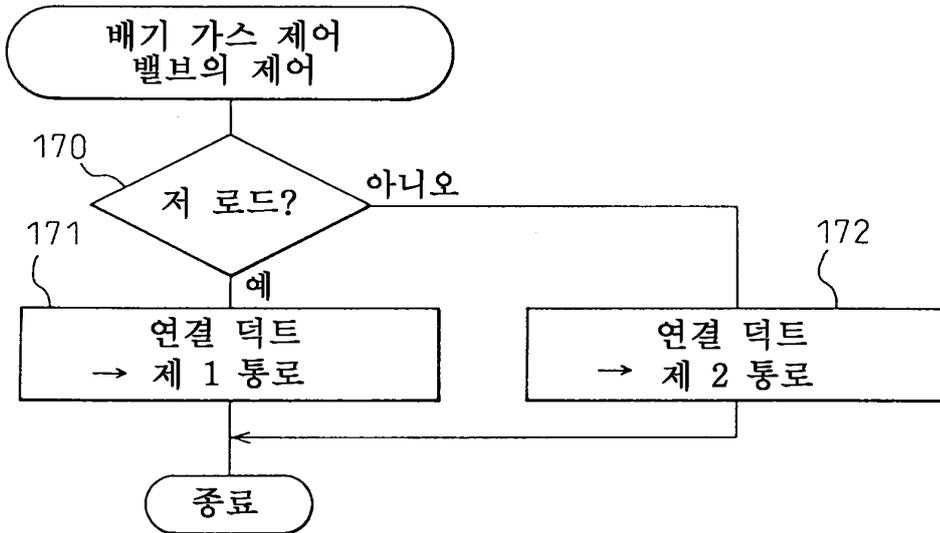
도면39



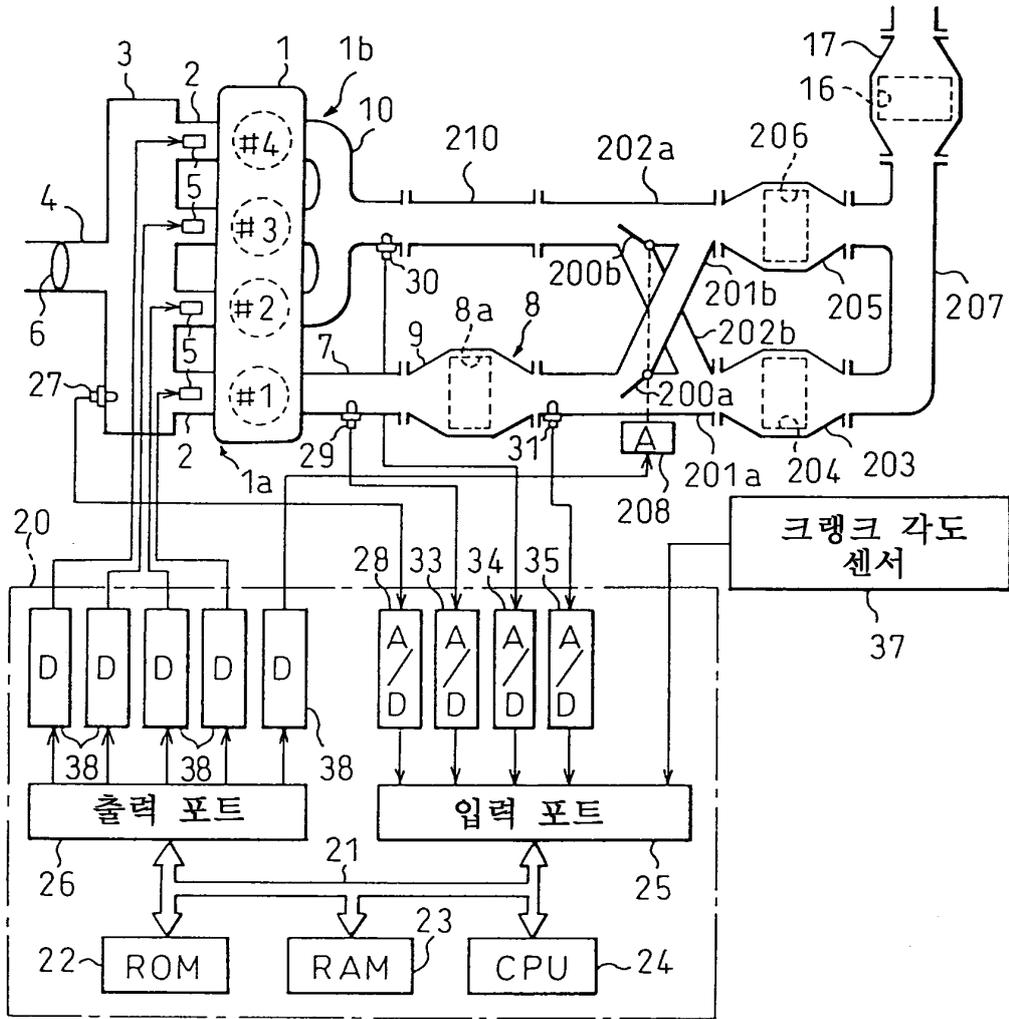
도면40



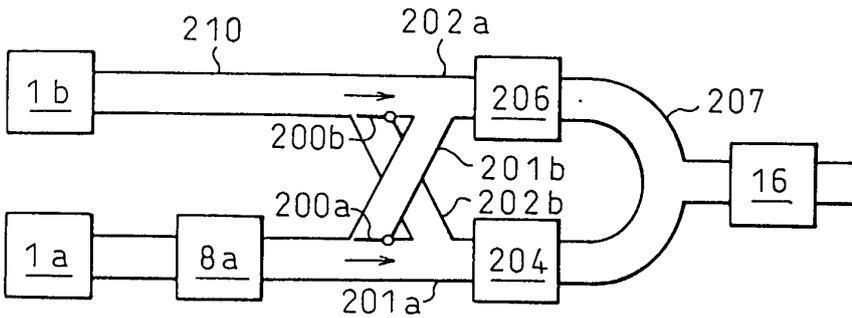
도면41



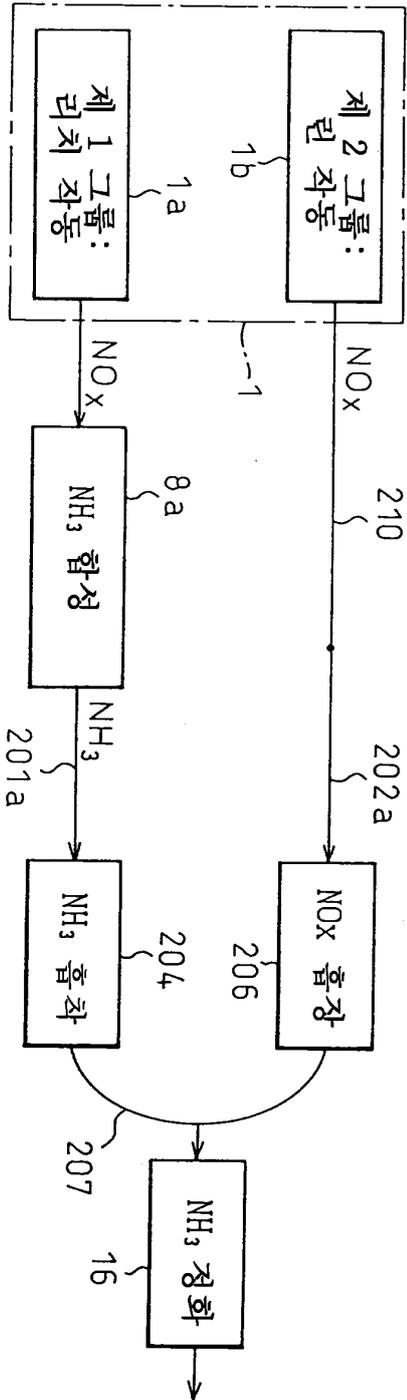
도면42



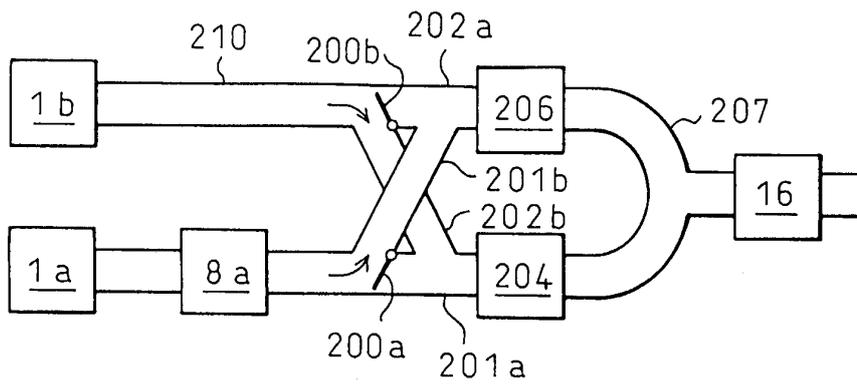
도면43a



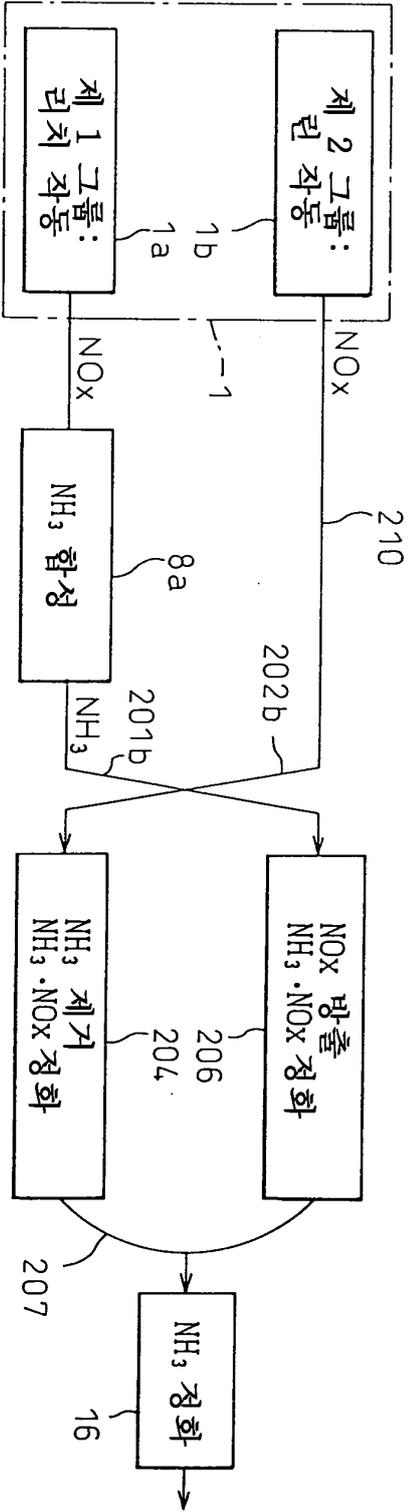
도면43b



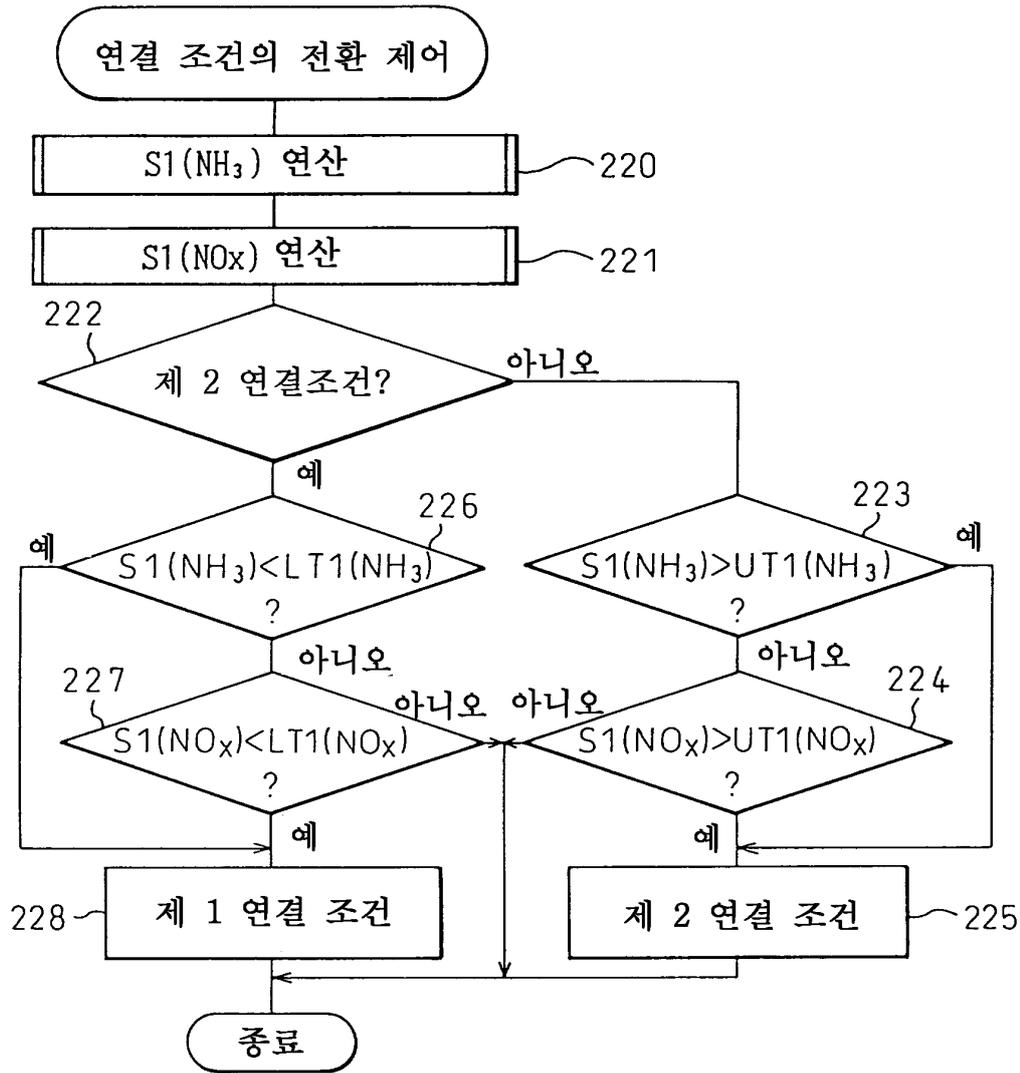
도면44a



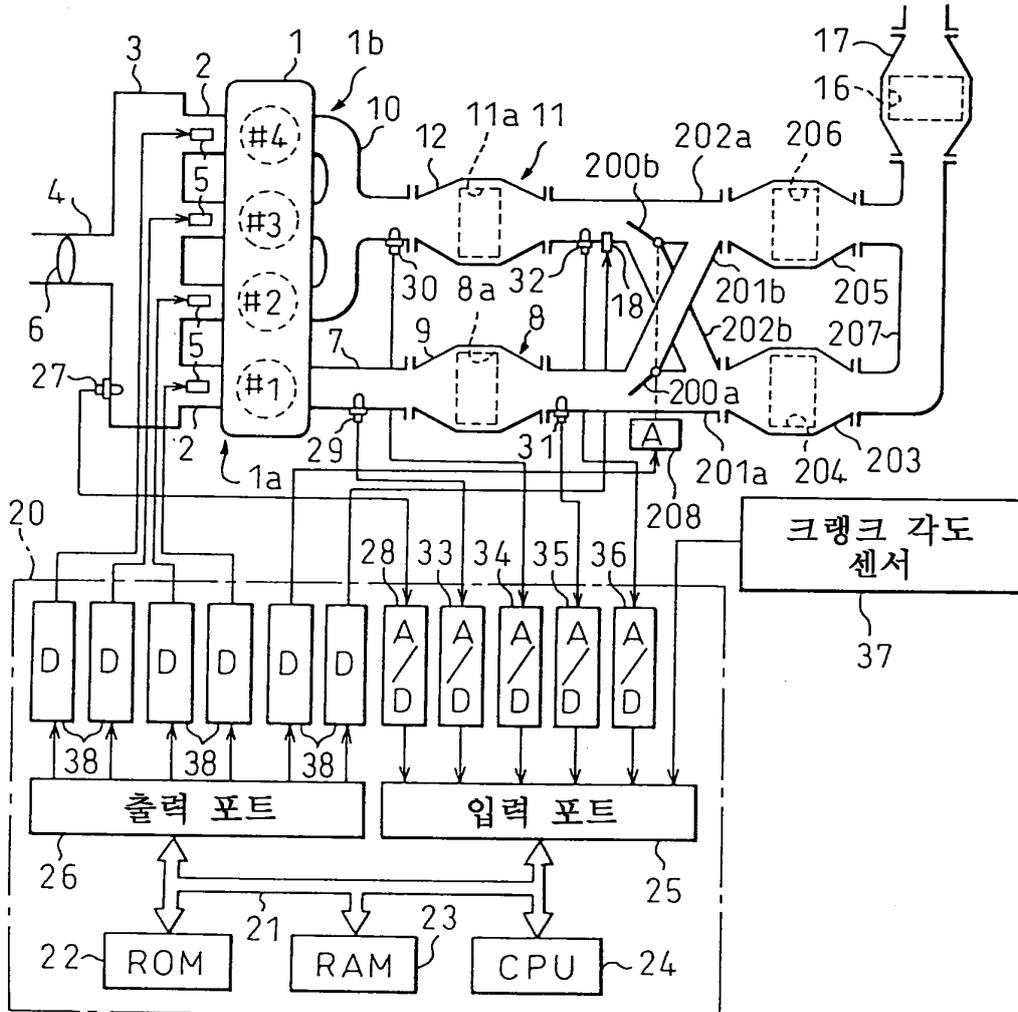
도면44b



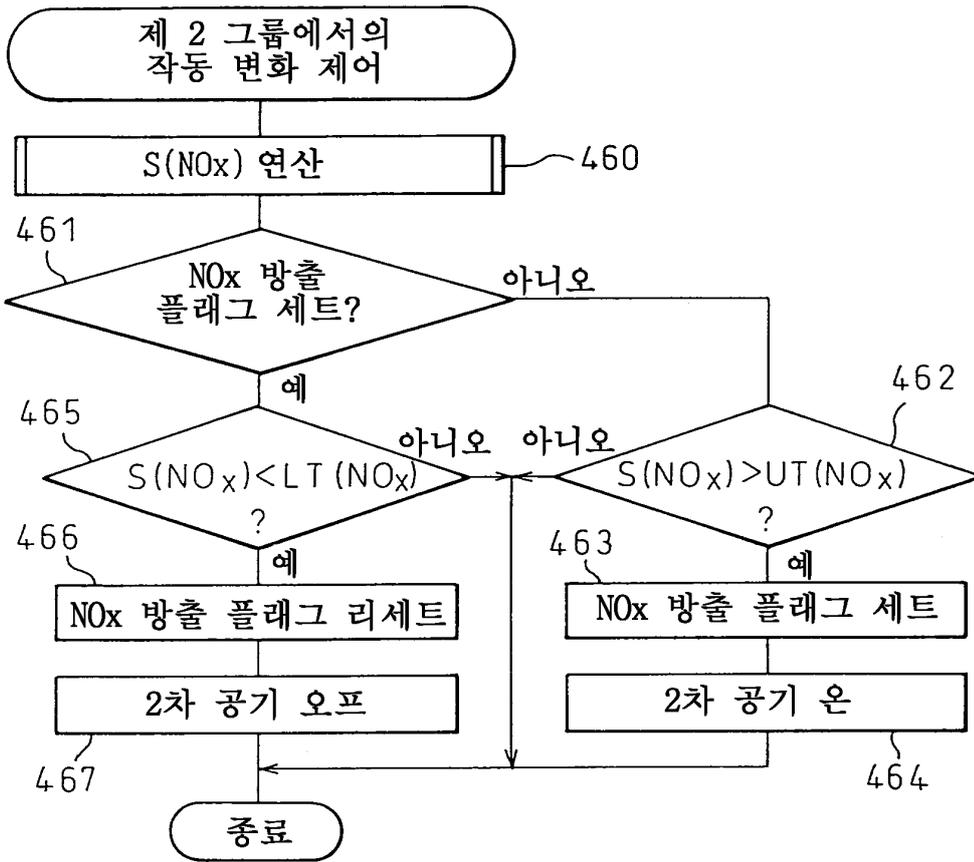
도면45



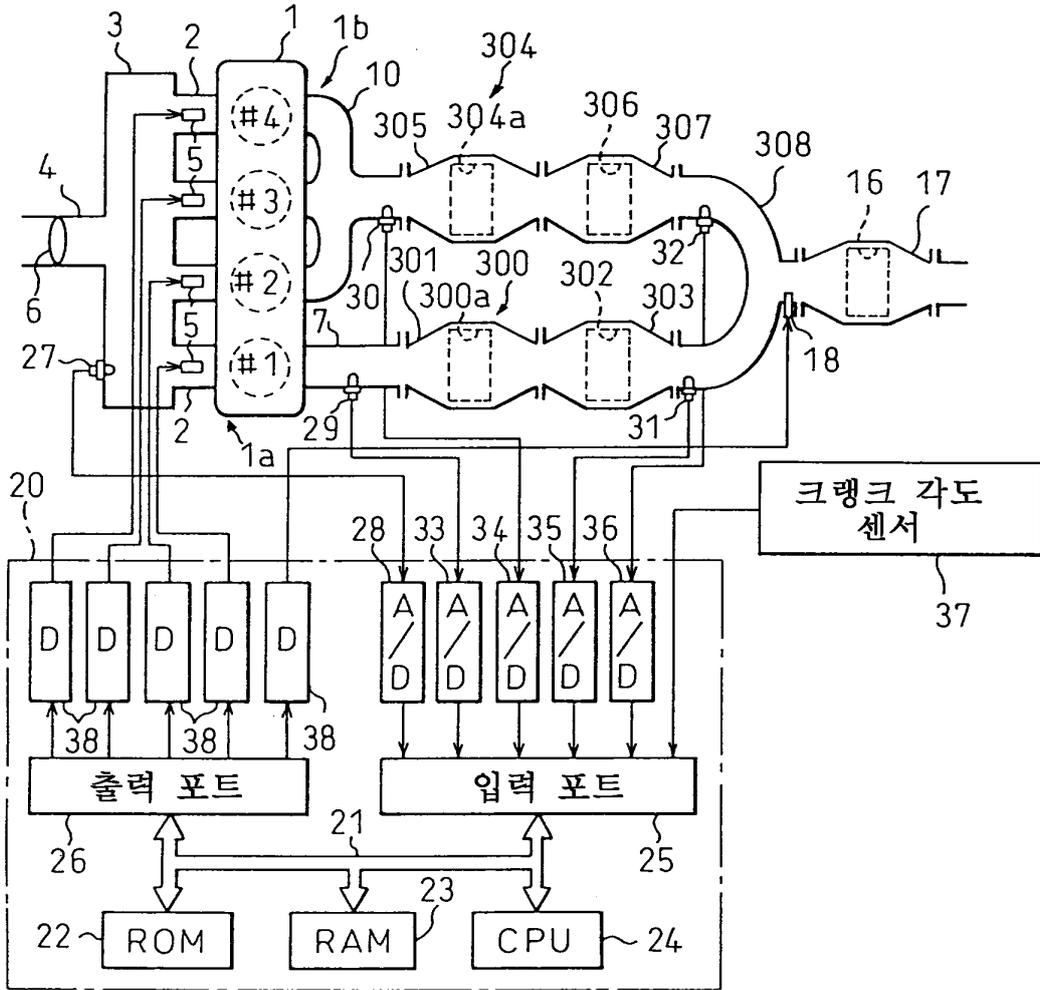
도면46



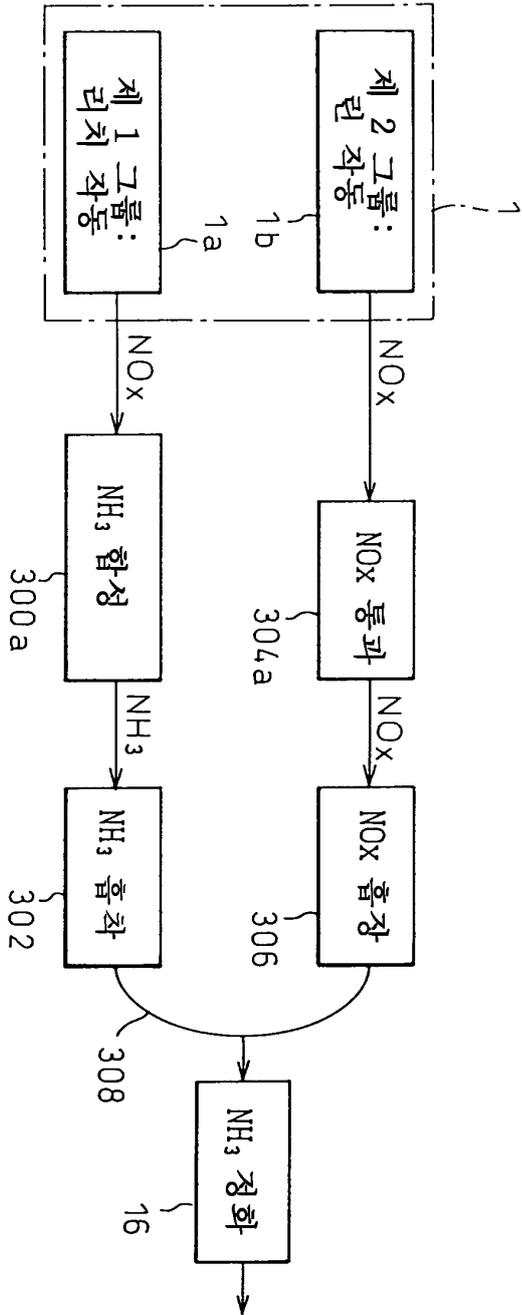
도면47



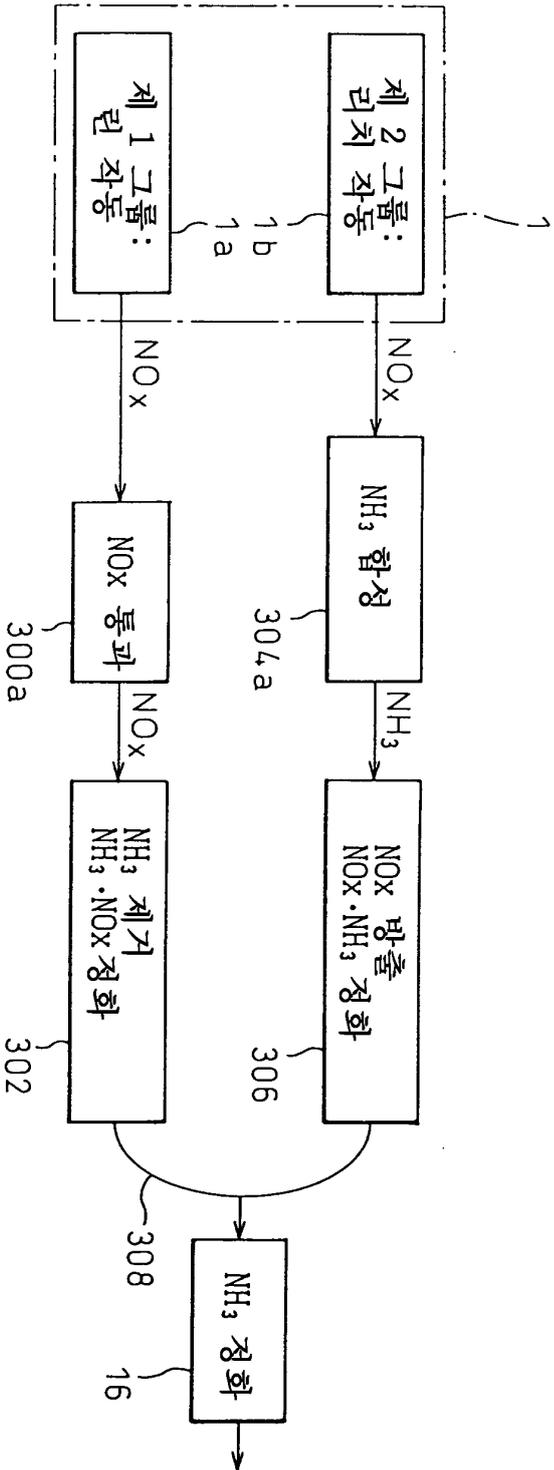
도면48



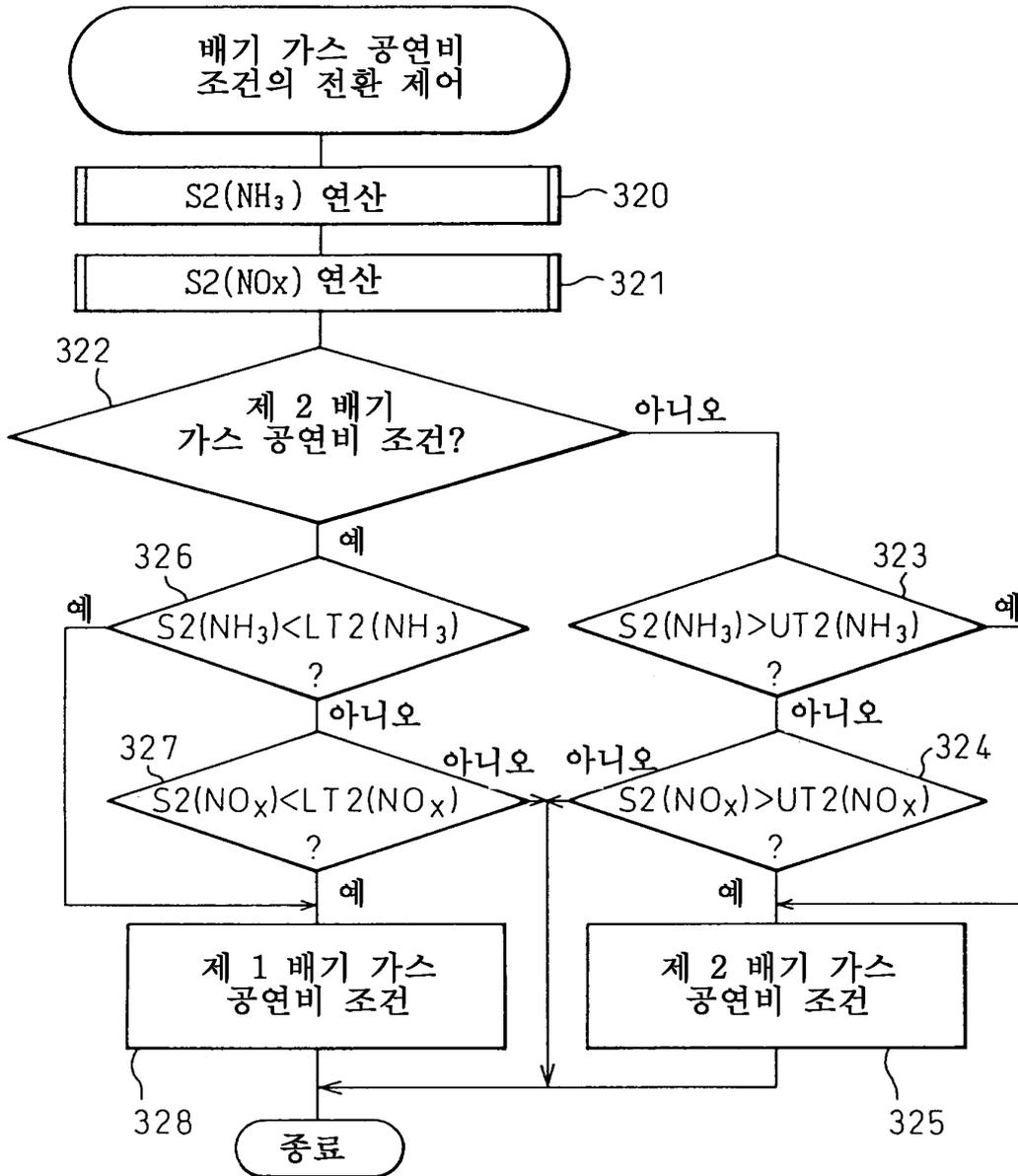
도면49



도면50



도면51



도면52

