



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2017-0110168  
(43) 공개일자 2017년10월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B01D 53/94* (2006.01) *B01D 53/56* (2006.01)  
*B01J 21/12* (2006.01) *B01J 23/42* (2006.01)  
*B01J 35/00* (2006.01) *B01J 35/04* (2006.01)  
*B01J 37/02* (2006.01) *F01N 3/035* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*B01D 53/944* (2013.01)  
*B01D 53/56* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7026490(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2010년12월14일  
 심사청구일자 없음
- (62) 원출원 특허 10-2013-7018400  
 원출원일자(국제) 2010년12월14일  
 심사청구일자 2015년12월11일
- (85) 번역문제출일자 2017년09월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2010/007614
- (87) 국제공개번호 WO 2012/079598  
 국제공개일자 2012년06월21일

- (71) 출원인  
 우미코레 아게 운트 코 카게  
 독일 63457 하나우-볼프강 로텐바허 샤우제 4
- (72) 발명자  
 베일리 오웬 에이치.  
 미국 미시건주 48362 레이크 오리온 인디안 트레일 53  
 헤지콕 메튜  
 미국 미들랜드주 48335 파밍턴 힐즈 브리타니 드라이브 34350  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 장훈

전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **강화된 NO2 발생기용 구조적 디젤 산화 촉매**

**(57) 요약**

필터 재생을 위한 효율적인 가열 성능, 및 저온 HC(탄화수소) 및 CO 활성과 함께 열 내구성 NO2 발생을 제공하는 장치가 기술되어 있다. 중요하게는, 이는 PGM(백금족 금속) 사용 및 촉매 비용에 대한 이의 관련 영향을 최소화하는 두 기능을 제공한다.

**대표도 - 도1**

DOC설계

유형	전방 구역		후방 구역		전체		기관 cpsi/mil	노화
	g/ft <sup>3</sup>	Pt/Pd	g/ft <sup>3</sup>	Pt/Pd	g/ft <sup>3</sup>	Pt/Pd		
Umicore	55	2:1	15	2:1	35	2:1	400/4	300 시간
Umicore	55	4:1	15	4:1	35	4:1	400/4	300 시간
Umicore	55	1:1	15	1:1	35	1:1	400/4	300 시간
Umicore	55	1:1	15	10:1	35	1.4:1	400/4	300 시간

7.5" x 5.2" (400/4) 기관

(52) CPC특허분류

*B01D 53/9477* (2013.01)

*B01J 21/12* (2013.01)

*B01J 23/42* (2013.01)

*B01J 35/0006* (2013.01)

*B01J 35/04* (2013.01)

*B01J 37/0234* (2013.01)

*F01N 3/035* (2013.01)

*B01D 2255/1021* (2013.01)

*B01D 2255/1023* (2013.01)

(72) 발명자

**쉬체 프랑크-발터**

독일 63808 하이바흐 스포낙케르백 2

**피르즈 안케**

벨기에 비-12000 브뤼셀 아브뉴 드 마르 17

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

디젤 배기 가스 정화 장치로서,

상기 장치는 배기 가스의 유동 방향으로 촉매들의 구역화 배열(zoned arrangement)을 포함하고,

(a) 선행 촉매(leading catalyst)로서, 제1 산화 촉매가 제1 캐리어 기판 상에 배치되고, 바로 다음에 후행 촉매(trailing catalyst)로서, 제2 산화 촉매가 제2 캐리어 기판 상에 배치되고, 상기 제1 산화 촉매 및 상기 제2 산화 촉매는 이들의 촉매적 활성 코팅에 팔라듐 및 백금을 함유하고, 상기 제1 캐리어 기판 및 상기 제2 캐리어 기판은 관통류 기판(through flow substrate)이거나,

(b) 선행 촉매로서, 제1 산화 촉매가 캐리어 기판 상에 배치되고, 바로 다음에 후행 촉매로서, 제2 산화 촉매가 상기 캐리어 기판 상에 배치되고, 상기 캐리어 기판은 관통류 기판이고, 상기 제1 산화 촉매 및 상기 제2 산화 촉매는 이들의 촉매적 활성 코팅에 팔라듐 및 백금을 함유하고;

추가로, 상기 선행 촉매 내의 백금 및 팔라듐의 총량은 상기 후행 촉매에 비해 높고,

추가로, 상기 선행 촉매 내의 백금 대 팔라듐의 비는 상대적으로 낮고, 상기 후행 촉매 내의 백금 대 팔라듐의 비는 상대적으로 높은, 디젤 배기 가스 정화 장치.

**발명의 설명**

**배경 기술**

- [0001] NO<sub>2</sub>의 발생은 디젤 미립자 필터의 수동 재생 뿐만 아니라 저온 SCR("선택 촉매 환원") 활성의 향상을 위해 중요해지고 있다. 통상의 디젤 산화 촉매(DOC)의 저온 활성은 백금족 금속(PGM), 통상적으로 Pt 또는 Pd의 도입으로부터 유도되었다. 연료 품질 개선, 구체적으로 극도로 낮은 황 디젤의 증가된 유용성과 함께 매우 활성 DOC 상에서 설페이트의 형성은 덜 문제가 되었다. 그 결과, HC 및 CO 산화에 대한 저온 활성의 개선은 PGM 적재량/loading)을 증가시키므로써 수득될 수 있다. Pt에 상대적인 Pd와 관련된 비용 이점 때문에, DCC 제형 내의 보다 높은 Pd 수준의 사용이 흔하게 되었다. Pd가 Pt의 열 안정화에 효과적이어서 고온 노화 후 혼합물의 성능을 향상시킨다는 것도 또한 인지되었다. Pd가 HC 및 CO의 산화에 효과적으로 사용될 수 있지만, NO의 NO<sub>2</sub>로의 산화에 대해 Pt만큼 아주 효과적이지는 않다. Pt와 Pd와의 혼합물에서, NO 산화 효율은 Pt/Pd 비를 감소시키기에 따라 감소하는 것으로 밝혀졌다.
- [0002] NO<sub>x</sub> 배출물의 상당한 감소를 강제하는 엄격한 배출 규제의 채택으로, 고급 디젤 연소 전략이 엔진으로부터 NO<sub>x</sub> 수준을 최소화하기 위해 개발되었다. 불행하게도, 이들 연소 전략 중의 다수는 또한 CO 및 HC의 보다 높은 엔진 배출(engine-out) 수준 뿐만 아니라, 낮은 배기 온도를 유도한다. 이러한 조합은 낮은 DCC 라이트-오프 온도의 필요성으로 CO 및 HC 배출물을 관리하도록 하였다. 이는 다시 추가로 DOC 비용의 관련된 증가와 함께, 높은 PGM 적재량과 함께 DOC의 사용을 증가시켰다.
- [0003] 동시에, 엄격한 배출 규제는 PM 배출물을 제어하는 미립자 필터의 도입을 강제한다. 많은 적용에서, DOC를 사용하여 NO를 NO<sub>2</sub>로 산화시킨다. 이어서, 생성된 NO<sub>2</sub>는 매연을 위한 효과적인 저온 산화제로서 작용한다. CO 및 HC의 산화와 마찬가지로, 배기 스트림에서 높은 분획의 NO<sub>2</sub>의 생성은 또한 DOC의 비용의 관련된 증가와 함께 높은 PGM 적재량에 의해 이득을 본다.
- [0004] 고급 연소 전략은 흔히 엔진 배출 미립자 수준을 유지시키거나 심지어 증가시키면서 낮은 엔진 배출 NO<sub>x</sub> 수준을 유도하기 때문에, 필터 내에 허용되지 않는 수준의 매연의 축적(즉, 허용되지 않는 엔진 배압(back pressure) 및 관련된 연비 손실)을 예방하기에 충분한 속도에서 매연을 "수동적으로" 연소시키는 NO<sub>2</sub>의 유용성은 축적된 매연을 연소시키기 위한 기타 수단의 사용을 필요로 한다. 흔히 활성 재생으로서 언급되는 이러한 유형의 "탈매연" 공정은 필터 내에 축적된 매연을 산소가 매연을 효율적으로 연소시킬 수 있는 시점으로 가열하여 달성될 수 있다. 많은 적용에서, DOC를 사용하여 포획된 미립자의 연소를 개시하는데 필요한 열을 생성한다. 이는 또한 DOC의 열 내구성 요건을 증가시켰다. 또한, 이는 흔히 노화 상태에서 충분한 저온 성능을 얻기 위해 증가된

PGM 적재량에 대한 필요 조건을 유도한다.

- [0005] 중요하게는, 활성 필터 재생과 관련된 열 생성과 관련된 연비 손실이 또한 존재한다. 그 결과, 수동적 필터 재생이 자체로 매연 축적되어 활성 필터 재생이 필요한 시점에 도달하는 것을 방지하기에는 불충분할 수 있지만, NO<sub>2</sub>에 의한 미립자의 연소는 매연 축적 속도를 감소시킬 수 있다. 매연 축적 속도의 이러한 감소는 활성 재생이 필요한 빈도수를 감소시키고, 그 결과, 필터 작동과 관련된 연비 손실을 낮춘다. 또한, 이는 높은 POM 적재량, 구체적으로 높은 Pt 분획을 갖는 DOC의 사용은 DOC의 비용에서 관련된 증가와 함께, NO<sub>2</sub>를 증가시킨다.
- [0006] Pt 및 Pd 비용 및 성능의 절충 결과로, 시스템 성능을 유지시키거나 향상시키면서 DOC에 대한 PGM 비용 기여도를 최소화하기 위한 노력에서 다수의 최적화 연구가 수행되었다. 두 촉매 조합, 즉 높은 POM 적재량을 함유하는 첫 번째와, 낮은 PGM 적재량을 함유하는 두 번째의 적용이 공지되어 있다. 높고 낮은 PGM 적재량의 구역 또는 밴드를 단일 촉매 기관에 도포하여 두 촉매 조합의 활성과 유사한 활성을 제공할 수 있다는 것이 또한 공지되어 있다. 두 유형의 구성이 도 11에 도시되어 있다. 상이한 PGM 비를 이러한 두 촉매 조합 또는 구역화(zoned)/밴드화 촉매 설계에 적용할 수 있다는 것이 당해 분야에 또한 공지되어 있다. 이러한 설계가 HC 및 CO 성능에 대해 향상된 활성을 제공하지만, 현재까지 이러한 설계는 PGM 비용을 최소화하면서 NO<sub>2</sub> 생성을 동시에 향상시키는데 있어서 제한된 성공을 거뒀다.
- [0007] 디젤 배기 가스를 정화시키기 위한 장치가 공지되어 있고, 이 장치는 배기 가스의 유동 방향으로, 산화 촉매, 촉매적 활성 코팅을 갖는 디젤 미립자 필터, 및 외부 환원제 공급원, SCR("선택적 촉매 환원") 촉매로부터 환원제를 도입하기 위한 장치의 다운스트림을 포함한다.
- [0008] 디젤 엔진의 미처리 배기 가스는, 일산화탄소 CO, 탄화수소 HC 및 질소 산화물 NO<sub>x</sub> 이외에, 15용적% 이하의 비교적 높은 산소 함량을 함유한다. 미처리 배기 가스는 또한 실린더에서 불완전한 연료 연소로부터 발생하는 매연 잔사 및 가능한 유기 응집물로 주로 구성된 미립자 배출물을 함유한다.
- [0009] 유럽, 북미 및 일본에서 디젤 차량에 대한 장래 법적 배기 가스 제한의 준수는 배기 가스로부터 미립자 및 질소 산화물의 동시 제거를 필요로 한다. 비교적 희박한 배기 가스로부터 유해한 기체 일산화탄소 및 탄화수소는 적합한 산화 촉매에서 산화에 의해 용이하게 무해하게 할 수 있었다. 추가의 촉매적 활성 코팅을 갖거나 갖지 않는 디젤 미립자 필터는 미립자 배출물을 제거하기 위한 적합한 장치이다. 높은 산소 함량 때문에, 질소를 형성하기 위한 질소 산화물의 환원(배기 가스의 "탈질(denitrogenization)")은 더욱 어렵다. 공지된 방법은 적합한 촉매에서 질소 산화물의 선택적 촉매 환원(SCR)이다.
- [0010] 이 방법은 현재 디젤 엔진 배기 가스의 탈질을 위한 바람직한 옵션이다. 배기 가스에 함유된 질소 산화물의 환원은 외부 공급원으로부터 투여 방식으로 배기 스트림 내로 도입되는 환원제의 도움으로 SCR 방법으로 발생한다. 환원제로서, 바람직하게는, 암모니아 또는, 암모니아, 예를 들어, 우레아 또는 암모늄 카바메이트를 방출시키는 화합물을 사용한다. 아마 전구체 화합물로부터 동일 반응계에서 생성되는 암모니아는 SCR 촉매에서 질소와 물을 형성하는 균등화 반응(comproportionation reaction)에서 배기 가스로부터의 질소 산화물과 반응시킨다.
- [0011] 디젤 엔진 배기 가스의 탈질을 위한 또 다른 적합한 방법은 산소 풍부 작동 조건 동안 NO<sub>x</sub>를 저장할 수 있고 짧은 연료 풍부 작동 기간 동안 저장된 NO<sub>x</sub>를 방출시키고 감소시킬 수 있는 촉매를 사용하는 것이다. 이러한 장치는 NO<sub>x</sub> 흡착기 또는 희박한 NO<sub>x</sub> 트랩(LNT)으로서 공지되어 있다.
- [0012] 현재, 곧 공개될 법적 표준을 충족시키기 위해, 상이한 배기 가스 정화 장치의 조합은 피할 수 없다. 디젤 엔진 배기 가스의 정화 장치는 하나 이상의 산화적 활성 촉매 전환기, 및 탈질을 위해, 환원제(바람직하게는 암모니아 또는 우레아 용액)를 도입하기 위한 업스트림 장치 및 외부 환원제 공급원(예를 들어, 우레아 용액 또는 암모니아 저장소를 갖는 보조 탱크) 또는 LNT와 함께 SCR 촉매를 포함해야 한다. 이것이 미립자 배출물을, 이들이 산소에 의한 직접 산화에 의해 산화 촉매로 제거될 수 있을 정도로 충분히 낮게 유지시키기 위한 엔진 내에서 연소를 최적화함으로써 가능하지 않다면, 미립자 필터의 사용이 추가로 필요하다.
- [0013] 상용하는 배기 가스 정화 시스템은 이미 기술되어 있고, 일부는 현재 실제 시험 단계에 있고, 기타는 이미 상업적으로 실행되고 있다.
- [0014] 예를 들어, EP-B 제1 054 722호는 NO 및 미립자-함유 배기 가스를 처리하기 위한 시스템을 기술하고, 이 시스템에서 산화 촉매는 미립자 필터의 업스트림에 연결된다. 미립자 필터의 유출 측에 환원제 공급원 및 환원제용 투여 장치, 및 SCR 촉매가 배치된다. EP-B 제1 054 722호에 기술된 방법에서, 배기 가스 중의 NO<sub>2</sub> 비율 및 따라서 NO<sub>2</sub>/NO 비는 산화 촉매에서 NO의 적어도 부분적 산화에 의해 증가되고, NO<sub>2</sub>/NO 비는 바람직하게는 SCR 촉

매에 최적인 소정의 수준으로 설정된다.

- [0015] SCR 촉매에 최적인 NO<sub>2</sub>/NO 비는 모든 현재 공지된 SCR 촉매에 대해 1이다. 배기 가스에 함유된 NO<sub>x</sub>가 단지 NO와 NO<sub>2</sub>로만 이루어지면, 최적의 NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> 비는 0.3 내지 0.7, 바람직하게는 0.4 내지 0.6이고, 특히 바람직하게는 0.5이다. 상기 비가 EP-B 제1 054 722호에 따르는 시스템에서 SCR 촉매의 업스트림을 달성하는지의 여부는 배기 가스 온도에 좌우되고, 따라서 엔진의 작동 상태, 산화 촉매의 활성 및 산화 촉매의 다운스트림에 연결된 디젤 미립자 필터의 설계 및 매연 적재량에 좌우된다.
- [0016] 통상의 디젤 엔진의 미처리 배기 가스는 NON에 단지 매우 낮은 비율의 NO<sub>2</sub>를 함유한다. 질소 산화물의 주된 비율은 일산화질소 NO이다. 상기 처리되지 않은 가스가 산화 촉매를 통과할 때, NO는 적어도 부분적으로 산화되어 NO<sub>2</sub>를 형성한다. NO<sub>2</sub> 형성 속도는 산화 촉매의 활성 및 배기 가스 온도에 좌우된다. 상당한 양의 매연이, 유출 측에 배치된 디젤 미립자 필터에 침적되면, 산화 촉매의 NO 다운스트림에 존재하는 NO<sub>2</sub> 비율은 충분한 배기 가스 온도와 함께 추가로 감소된다. NO는 NO<sub>2</sub>에 의한 매연의 산화 동안 NO<sub>2</sub>로부터 주로 형성되기 때문에, 본질적으로 배기 가스의 어떠한 탈질도 발생하지 않는다. 그 결과, 탈질은 다운스트림 SCR 촉매에 의해 발생해야 하고, 이 목적을 위해, NO<sub>2</sub>/NO 비는 산화 촉매 및 디젤 미립자 필터 전체에 걸쳐 최적의 값으로 설정되어야 한다. 그러나, EP-B 제1 054 722호는 SCR 촉매의 배기 가스 업스트림에서 NO<sub>2</sub>/NO 비의 설정이 산화 촉매 및 필터 전체에 걸쳐 어떻게 실현될 수 있는지에 대한 어떠한 기술적 교시도 제공하지 않는다.
- [0017] EP-B 제1 054 722호에서 논의되지 않았지만, 실제로 발생하는 추가의 문제는 시스템에서 발생하는 "수동적" 미립자 필터 재생이고, 즉 산화 촉매에 의해 생성된 NO<sub>2</sub>에 의한 산화로 동일 반응계에서 발생하는 매연의 연소는, 일반적으로 그 자체로는 미립자 필터가 매연으로 막히는 것을 방지하기에는 충분하지 않아 배기 가스에서 배압을 허용되지 않는 값으로 상승시킨다. 미립자 필터의 전반에서 압력 강하가 임계 한계치를 초과할 때, 예를 들어, 추가의 "활성" 디젤 미립자 필터 재생에 의해 수행될 수 있는 적용된 보조 측정이 필요하다.
- [0018] 보조 측정은 산화 촉매의 배기 스트림 업스트림에, 또는 배기 피스톤 스트로크(stroke) 동안 연소 챔버의 실린더에 추가의 연료 주입을 포함한다. 상기한 장치에 의해 수시로 배기 가스 속으로 통과하는 미연소 연료는 산화 촉매 전반에서 열의 방출로 연소되고; 산화 촉매는 다운스트림 디젤 미립자 필터를 산소-함유 대기에서 매연 점화 온도보다 상당히 높은 온도로, 즉 500 내지 650°C의 범위로 가열하기 위해 "가열 촉매"로서 사용된다. 이러한 방식으로 수득된 온도 상승 결과로, 매연 입자는 배기 가스에 함유된 산소로 "연소된다".
- [0019] 산화 촉매가 "활성" 디젤 미립자 필터 재생에서 "가열 촉매"로서 작동할 수 있기 위해서, 산화 촉매는 전환 거동 및 노화 안정성에 대한 몇몇 요구를 충족시켜야 한다. 산화 촉매는 다량의 미연소 탄화수소를 짧은 시간에 산화 반응 없이 전환시키고, 이에 의해 "플러디드(flooded)되고" 따라서 중단시킬 수 있어야 한다. 이는 또한 때로 촉매의 급냉으로 칭한다. 여기서, 미연소 탄화수소의 전환은 가능한 한 완전해야 하는데, 이는 산화 촉매를 통한 미연소 탄화수소의 돌과가 추가로 다운스트림에 배치된 SCR 촉매의 오염을 유도할 수 있기 때문이다. 배기 시스템의 말단에서 미연소 탄화수소의 돌과는 또한 법적 제한이 준수되지 않는 결과를 가질 수 있다. 더 많은 연료가 산화 촉매 전반에서 완전히 연소될수록, 더욱 더 가요성이 활성 재생을 위한 전략일 수 있다. 또한, 산화 촉매가 심지어 낮은 배기 가스 온도(180 내지 250°C)에서 "점화시킨다"는 것이 중요한 요건이다.
- [0020] 또한 이상적으로 가열 촉매로서 적합한 산화 촉매는 따라서 심지어 매우 낮은 배기 가스 온도에서도 매우 높은 HC 전환율을 제공해야 하고, 여기서, HC 전환은 "점화 온도"(라이트-오프 온도)가 도달되면 가능한 한 갑자기 최대 값으로 증가해야 한다. 또한, 촉매는, 이의 활성이 탄화수소의 연소 동안 생성된 발열 에너지의 결과로서 너무 큰 정도로 손상되지 않도록 노화에 대해 충분히 안정적이어야 한다. 성능 요구는 이하 요약에서 "가열 성능"으로서 언급된다.

**발명의 내용**

- [0021] 본 발명은 배기 가스 정화 구역화 촉매 시스템을 제공하고자 하며, 여기서 산화 촉매는 "활성" 미립자 필터 재생의 경우에 가장 우수한 가능한 "가열 성능"을 나타낸다.
- [0022] 본원에서 기술된 발명은 필터 재생을 위한 효율적인 가열 성능, 및 저온 HC(탄화수소) 및 CO 활성과 함께 열 내구성 NO<sub>2</sub> 발생을 제공하는 구역화 촉매 설계이다. 중요하게는, 이는 PGM(백금족 금속) 사용 및 촉매 비용에 대한 이의 관련 영향을 최소화하는 두 기능을 제공한다. Pt/Pd 비가 낮은 더 많이 적재된 선행 촉매(leading catalyst)에 이어 Pt/Pd 비가 높은 더 적게 적재된 후행 촉매(trailing catalyst)가 놀랍게도 목적하는 균형 잡힌 성능을 제공한다는 것을 발견했다.

- [0023] 이러한 유형의 DOC("디젤 산화 촉매") 성능은 독립형(stand-alone) DOC+CDPF(촉매된 디젤 미립자 필터) 시스템에, 또는 증가된 NO<sub>2</sub> 유용성이 바람직한 SCR(선택적 촉매 환원) 또는 LNT(희박한 NO 트랩) 촉매를 도입하는 보다 큰 시스템의 일부로서 사용될 수 있다. 이러한 설계는 도 12 및 13에 예시된 바와 같이, DOC+(C)DPF+SCR, DOC+SCR+(C)DPF, DOC+SCR+SCR필터, DOC+SCR필터, DOC+SCR필터+SCR, DOC+LNT, DOC+LNT+(C)DPF, DOC+LNT+(C)DPF+SCR, 및 DOC+LNT+SCR+(C)DPF를 포함한다. 이들 시스템 모두는 부재 순서를 반영하고, SCR 시스템의 경우, NH<sub>3</sub>를 생성할 수 있는 LNT가 선행되지 않는 한 적합한 우레아/NH<sub>3</sub> 전구체 주입, 및 (C)DPF 재생을 위해 HC 주입(기화기 포함), 리포머 등을 위한 HC/CO/H<sub>2</sub> 주입을 도입함을 의미한다. HC, CO, NH<sub>3</sub>, 및 H<sub>2</sub>S의 슬립 제어를 위한 추가의 다운스트림 부재의 도입은 또한 임의로 도입된다.
- [0024] 본원에 기술된 바와 같이, Pt/Pd 비 4:1, 2:1, 1:1, 및 1:1/10:1(1.4:1 전체) DOC의 구역화 촉매의 상대적 비용 및 성능을 비교한다. 각각의 경우에, 촉매는 전방 구역에서 55g/&이고, 후방 구역 PGM 적재물에서 15g/ft<sup>3</sup> 인 동일한 길이의 기관을 구역화하여 제조했다. Pt/Pd 비는 본 발명을 예시하는 1.4:1 샘플을 제외하고 전방 및 후방 구역에서 대등했다. 차트는 1.4:1 설계가, 노화 후, 뜨거운 HD(대형; Heavy Duty) FTP(연방 시험 절차) 시험(HC 전환)에 대해 HC에서 동등한 라이트-오프 성능, HD-FTP 및 SET(보충 배출 시험) 시험(여기서, 활성 재생이 포획된다(유사한 HC 스텝 수준으로 상승된 DOC 아웃 온도를 생성)) 동안 동등한 가열 성능 및 HD-FTP 및 SET 시험에 대해 우수한 NO 산화 활성(NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> 비)을 제공한다.
- [0025] 본 발명의 목적은 디젤 배기 가스의 정화 장치에 의해 달성되고, 이 장치는 구역화 촉매 구조(architecture)를 특징으로 하고, 이 장치는, 배기 가스의 유동 방향으로, 선행 산화 촉매, 및 바로 다음에, 후행 산화 촉매를 포함한다. 상기 표현 "바로 다음"은 선행 촉매와 후행 촉매 사이에 다른 유형의 필터 또는 물질이 배치되지 않음을 명백하게 하고자 한다.
- [0026] 보다 특히, 디젤 배기 가스를 정화시키기 위한 본 출원인의 장치는 배기 가스의 유동 방향으로, 선행 촉매로서, 캐리어 기관 상에 배치된 제1 산화 촉매, 및 선행 촉매 바로 다음에 후행 촉매로서 캐리어 기관 상에 배치된 제2 산화 촉매를 포함하고, 여기서 제1 산화 촉매 및 제2 산화 촉매는 이들의 촉매적 활성 코팅에 백금 및 팔라듐을 함유하고, 추가로 선행 촉매 중의 백금 및 팔라듐의 총량은 후행 촉매에 비해 높고, 추가로 선행 촉매에서 백금 대 팔라듐의 비는 상대적으로 낮고, 후행 촉매에서 백금 대 팔라듐의 비는 상대적으로 높다. 각각의 경우에 캐리어 기관은 관통류 기관(through flow substrate)이다. 백금의 총량 대 팔라듐의 총량의 비는 바람직하게는 1:8 내지 15:1이고, 여기서 선행 산화 촉매 내의 백금:팔라듐의 적재는 상대적으로 높고, 후행 디젤 미립자 필터의 촉매적 활성 코팅에서 백금:팔라듐의 적재는 상대적으로 낮다.
- [0027] 제1 산화 촉매 및 제2 산화 촉매는 세라믹 또는 금속 관통류 벌집형 바디 상의 백금- 및 팔라듐-함유 촉매적 활성 코팅으로 이루어질 수 있다.
- [0028] 임의로, 외부 환원제 공급원으로부터 환원제, 및 SCR 촉매를 도입하기 위한 장치가 제공될 수도 있다. 이러한 경우에, 구역화된 DOC의 후행 산화 촉매는 외부 환원제 주입 지점의 업스트림에 위치될 것이다. 두 장치의 활성이 NO<sub>2</sub> 유용성에 좌우되기 때문에, 대안의 NO<sub>x</sub> 제어 장치 LNT가 SCR 촉매 대신에 적용될 경우, 이하의 것과 유사한 배열이 적용된다.
- [0029] 업스트림 위치에서, DOC로부터 NO<sub>2</sub> 생산은 배기 가스에 직접 SCR의 유입구를공급한다. 이 유입구 농도는 이미 논의된 바와 같이 SCR 촉매의 활성을 제어한다. SCR 촉매가 크게 NO<sub>x</sub>를 전환시키기 때문에, 수동적 매연 연소에 대한 NO<sub>2</sub> 유용성이 제한된다. 이러한 경우, 임의의 다운스트림 필터 촉매 코팅 내의 PGM 적재 수준 및 유형은 NO<sub>2</sub> 형성에 의해서 지시되는 것이 아니라, 기타 요인, 예를 들어, 비용 및 산소계 매연 연소율에 의해 지시된다.
- [0030] 제PCT/EP2008/008995호에서, 다운스트림 위치에 미립자 필터가 제시된다. DOC로부터 NO<sub>2</sub> 생산은 필터의 유입구를 배기 가스 공급물에 직접 공급한다. 이 유입구 농도는 필터에서 수동적 매연 연소율에 기여한다. 필터 유출구에서의 NO<sub>2</sub> 농도는 유입구 농도, 필터 내의 매연 적재량, 온도 및 필터 상의 POM 적재량 및 조성에 좌우되고, 다운스트림 NO<sub>x</sub> 제어 촉매의 활성에 기여한다.
- [0031] 본 발명에서, 산화 촉매용 캐리어 기관은 세라믹 물질, 예를 들어, 탄화규소, 코디어라이트, 티탄산알루미늄 및 물라이트로 구성된 관통류 기관이다. 금속성 관통류 기관도 또한 사용될 수 있다.
- [0032] 산화 촉매는 산화알루미늄, 란탄-옥사이드 안정화된 산화알루미늄, 알루미늄노실리케이트, 이산화규소, 이산화티탄, 산화세륨, 세륨-지르코늄 혼합된 산화물, 희토류-금속 세스퀴옥사이드, 제올라이트 및 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 산화 지지체 재료에 도포한다. 이어서, 산화 촉매 + 산화 지지체 또

는 세척 코트(coat)를 관통류 캐리어 기관에 도포한다.

- [0033] 디젤 차량에 전형적인 대부분의 작동 상태에서 가능한 한 최적의 NO<sub>2</sub>/NO 비를 수득하는 것이 바람직하고, 여기서, 상당한 산화질소 함량이 정화될 배기 가스에 존재한다. 또한, 산화 촉매가 중요한 작동 시점에서 "활성" 디젤 필터 재생을 허용하기 위해 충분히 우수한 "가열 성능"을 갖는 것이 바람직하다.
- [0034] 백금 함량 수준이 높은 산화 촉매는 NO<sub>2</sub>를 형성하기 위한 NO의 산화에서 디젤 배기 가스에서 높은 전환율을 유도한다고 공지되어 있다. 또한, 다량의 팔라듐을 갖는 산화 촉매는 심지어 저온에서도 디젤 배기 가스 중의 다량의 미연소 탄화수소의 거의 완전한 전환을 제공할 수 있다고 공지되어 있다. 불행하게도, 백금 함량 수준이 높은 노화된 촉매는 탄화수소 함량의 높은 보급 수준의 경우에 급냉시키는 경향을 갖는 반면, 팔라듐은 충분한 수준의 NO 산화 활성을 갖지 않는다. 첫째 촉매 전환기의 요구된 NO 전환 성능과 둘째 이의 "가열 성능" 사이에서 본원의 목적이 대립된다. 비용상 이유만으로, 이러한 대립은 산화 촉매에 두 귀금속 팔라듐 및 백금의 단순한 "첨가"로는 해결될 수 없다. 추가로, 이러한 금속은 결합되거나 합금될 경우 부정적으로 상호작용할 수 있어 "첨가제" 효과가 사실 손실된다.
- [0035] 미국 출원 제12/226,857호에 설명된 바와 같이, NO<sub>2</sub> 형성에 대한 상당한 기여가, 배기 가스 유동이 디젤 미립자 필터 전반에서 실행될 때 발생할 경우 유리하다는 것이 밝혀졌다. 미국 출원 제12/226,857호에 언급된 바와 같은 최근 연구는 "활성" 미립자 필터 재생에서의 초과 지출은 산화 촉매와 미립자 필터 상의 귀금속 백금 및 팔라듐의 표적화 분포로 피할 수 있고, 산화 촉매의 우수한 "가열 성능"은 상기한 촉매의 PGM 비용을 최소화하면서 동시에 필터 또는 NO<sub>x</sub> 제어 촉매의 배기 가스 업스트림에서 증가된 NO<sub>2</sub>/NO 비를 생성시키면서 보장할 수 있다고 제안한다. 미국 출원 제12/226,857호에 따라서, 산화 촉매 내의 백금:팔라듐의 비는 바람직하게는 6:1을 초과하지 않는다.
- [0036] 본 발명에 따라서, 적재 촉매 상의 제1 산화 촉매에서 백금 대 팔라듐의 비는 광범위한 범위에 걸쳐 가변적일 수 있고, 바람직하게는 0 내지 5, 더욱 바람직하게는 0.1 내지 2, 특히 바람직하게는 0.3 내지 1.2, 가장 바람직하게는 1.0이고, 그 결과, 실질적으로 현재 사용중이고 시험 단계 중인 모든 디젤 엔진, 및 광범위한 범위의 차량, 장비 및 전력 생성 장비를 포함하는 다수의 장래 디젤 엔진 적용에 비용 최적화 배기 시스템을 제공할 수 있다. 후행 촉매 상의 제2 산화 촉매에서, 백금 대 팔라듐의 비는 광범위한 범위에 걸쳐 가변적일 수 있고, 바람직하게는 2 내지 50, 더욱 바람직하게는 5 내지 20, 가장 바람직하게는 10 내지 15일 수 있다.
- [0037] 상기 언급된 바와 같이, 예상외의 결과는, 선행 산화 촉매가 높은 적재량의 PGM을 갖고, 후행 산화 촉매가 낮은 적재량의 PGM을 가질 때, 상기한 시스템에서 수득되는 것으로 밝혀졌다.
- [0038] 선행 산화 촉매에 대한 백금 및 팔라듐의 적재 범위는 PGM 30 내지 250g/ft<sup>3</sup>일 수 있는 반면, 후행 산화 촉매에 대한 백금 및 팔라듐의 적재 범위는 5 내지 100g/ft<sup>3</sup>일 수 있다.
- [0039] 용어 "선행" 및 "후행"을 사용하여 배기 스트림의 유동 방향에서 촉매의 각각의 위치를 나타낸다. 등가의 용어들은 각각 "제1"과 "제2" 또는 "업스트림"과 "다운스트림"이다.
- [0040] 선행 산화 촉매 및 후행 산화 촉매는 2개의 별개의 분리된 구역을 형성하는 두 기관 상에 2개의 별도의 부재 형태로 제공될 수 있다. 또는, 선행 산화 촉매는 캐리어 기관의 업스트림 측에 위치할 수 있는 반면, 후행 산화 촉매는 동일한 캐리어 기관의 다운스트림 부분에 위치할 수 있다. 이러한 부재는, 예를 들어, 단지 소량의 설치 공간이 디젤 승용차 자동차 차량의 배기 시스템에서 이용가능할 경우, 아마도 하나의 하우징에 수용될 수 있다. 마찬가지로, 상기한 부재는 상이한 위치에서 2개의 상이한 하우징(엔진 부근 및/또는 차량의 하부 상)에 배치시킬 수 있다.
- [0041] 제1 산화 촉매는 세라믹 또는 금속성 관통류 캐리어 기관, 예를 들어, 벌집형 바디에 도포된 백금- 및 팔라듐-함유 촉매적 활성 코팅으로 구성된다. 바람직하게는, 셀 밀도가 15 내지 150셀/cm<sup>2</sup>, 특히 바람직하게는 60 내지 100셀/cm<sup>2</sup>인 세라믹 관통류 벌집형 바디를 사용한다. 바람직한 기관의 도관 벽 두께는 바람직하게는 0.05 내지 0.25mm, 특히 바람직하게는 0.07 내지 0.17mm이다.
- [0042] 제2 산화 촉매는 백금- 및 팔라듐-함유 촉매적 활성 코팅 및 제2 세라믹 또는 금속성 관통류 캐리어 기관으로 구성된다. 제2 관통류 캐리어 기관은 제1 관통류 캐리어 기관으로부터 분리되고 개별적일 수 있거나, 제2 산화 촉매는 이의 업스트림 말단에서 분리된 제1 산화 촉매와 함께 제1 관통류 기관의 다운스트림 부분에 배치될 수 있다.

- [0043] 본 발명에 따르는 장치에서, 백금 및 팔라듐은 제1 산화 촉매 및 제2 산화 촉매 중의 촉매적 활성 코팅에 함유된다. 귀금속 백금 및 팔라듐은 바람직하게는 하나 이상의 산화 지지체 재료 상에 제공된다. 이들은, 경우에 따라, 상이한 지지체 재료에 개별적으로 도포될 수 있거나, 하나 이상의 지지체 재료 상에 함께 제공될 수 있다. 본원에서, 지지체 재료는 산화알루미늄, 란탄 산화물-안정화된 산화알루미늄, 알루미늄노실리케이트, 이산화규소, 이산화티탄, 산화세륨, 세륨-지르코늄 혼합된 산화물, 희토류-금속 세스퀴옥사이드, 제올라이트 및 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 산화알루미늄, 란탄 산화물-안정화된 산화알루미늄, 알루미늄노실리케이트, 이산화티탄 및 제올라이트가 바람직하게는 지지체 재료로서 사용된다.
- [0044] 본 발명의 두 산화 촉매의 바람직한 양태에서, 백금 및/또는 팔라듐은 지지체 재료로서의 산화알루미늄 및/또는 알루미늄노실리케이트에 대해 도포되도록 제공된다. 산화 촉매의 촉매적 활성 코팅 내의 제올라이트의 혼입은 도포에 따라 좌우된다.
- [0045] 기술된 바람직한 지지체 재료에 대한 귀금속의 도포는 당해 분야의 숙련가에게 공지된 통상의 방법인 주입, 침전, 침지, "초기 습윤(incipient wetness)"으로서 언급되는 작업 공정 및 문헌으로부터 공지된 기타 기술을 사용하여 발생한다. 각각의 경우에 어떤 종래 기술 방법이 바람직한지는 특히 상기한 방법을 사용하여 수득될 수 있는 귀금속 입자 크기 및 당해 분야에 공지된 표적 적용에 좌우된다.
- [0046] 특히 고수율은 평균 입자 크기가 5 내지 10nm인 백금-풍부 귀금속 입자 상 NO 산화에서 수득될 수 있음이 관찰되었다. 지지체 재료 상에서 이러한 거대한 백금-풍부 귀금속 입자를 생성하기 위해, 예를 들어, 지지체 재료 상에서 단지 완만하게 흡착되는 귀금속 전구체 화합물을 사용하는 통상의 침전-주입 공정을 선택할 수 있다. 새로운 유럽 운전 사이클에 대해 매우 낮은 작동 온도(NEDC에서 평균 온도 250°C 미만)를 갖는 적용에서 디젤 배기 가스를 정화시키기 위한, 6:1보다 크지 않은 백금:팔라듐 비를 갖는 산화 촉매가 유용한 것으로 밝혀졌다.
- [0047] 고온 적용 또는 심하게 미립자-적재된 배기 가스 정화의 경우, 빈번한 "활성" 디젤 미립자 필터 재생이 필요할 경우, 이는 대조적으로 배기 가스 정화 장치 및 따라서 배기 가스 정화 유닛이 높은 수준의 노화 안정성을 갖는다는 점이 상대적으로 매우 중요하다. 이러한 적용에 바람직한 귀금속-함유 부재는, 예를 들어, 일반적으로 산성인 지지체 재료가, 상기한 지지체 재료의 세공들이 충전되지만 자유 유동성을 유지하도록, 귀금속 전구체 화합물의 적합한 수용액으로 습윤된다는 점에서 생성될 수 있다. 이어서, 귀금속을 후속적인 신속한 하소 공정에서 세공에 열적으로 고정시킨다. 이러한 공정으로부터 생성되는 귀금속 함유 분말 성분을 가공하여 코팅 현탁액을 형성할 수 있고, 관통류 벌집형 바디 및/또는 필터 바디에 적용하거나 이들로 형성시킬 수 있다.
- [0048] 관통류 벌집형 바디에 촉매적 활성 코팅의 도포는 통상의 딥 코팅 공정 또는 펄핑 및 후속적 열 후처리(하소 및, 경우에 따라, 기체 또는 수소를 형성함과 함께 환원)를 갖는 흡인 코팅 공정을 사용하여 발생하고, 이는 이러한 배기 가스 정화 유닛에 대한 종래 기술 분야로부터 충분히 익히 공지되어 있다.
- [0049] 모든 이미 공지된 SCR 촉매가 본 발명에 따르는 장치에 사용될 수 있다. 종래 기술로부터 공지되고 시판되고 있는 바나듐-산화물계 SCR 촉매 및 철 교환된 및/또는 구리-교환된 제올라이트 화합물이 특히 적합하다. 예를 들어, 세륨 산화물 또는 세륨-전이-금속 혼합 산화물 및/또는 산화텅스텐을 함유하는 전이-금속-산화물계 SCR 촉매 전환기 기술도 또한 적합하다. 이러한 SCR 촉매 코팅을 관통류 또는 벽 유동 필터 기관에 도포할 수 있다.
- [0050] 모두 이미 공지된 LNT 촉매가 본 발명에 따르는 장치에 사용될 수 있다. 종래 기술로부터 공지되고 시판되고 있는 알칼리 및 알칼리 토금속 NOx 저장 물질을 기본으로 하는 NOx 흡착제가 특히 적합하다. 이러한 촉매 코팅은 관통류 또는 벽 유동 필터 기관에 도포될 수 있다.
- [0051] 당해 장치는 디젤 배기 가스 정화용으로 적합하고, 바람직하게는 자동차 또는 기타 디젤 구동 장비에 사용될 수 있다. 본 발명은 이하 본원의 일부 실시예 및 도면을 기초하여 이하 보다 상세히 설명된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0052] 도 1은 본 발명의 "구역" 구성을 갖는 통상의 디젤 산화 촉매 설계를 나열하는 차트이다.
- 도 2는 Pt/Pd의 여러 비에서 상대적인 백금족 금속 비용을 묘사하는 그래프이다.
- 도 3a는 디젤 배기 가스 내(in-exhaust) 주입용 셋 업이고, 도 3b는 온도 대 시간 그래프이다.
- 도 4a 및 4b는 노화 1200사이클에 대한 막대 그래프를 도시한다.

- 도 5는 뜨거운 HD-FTP 시험: HC 성능의 결과를 도시한다.
- 도 6은 뜨거운 HD-FTP 시험에서 HC 전환 결과를 도시한다.
- 도 7은 뜨거운 HD-FTP 시험에서 NO<sub>2</sub>/NO 형성 결과를 도시한다.
- 도 8은 SET 시험에서 NO<sub>2</sub> 형성 결과를 도시한다.
- 도 9는 뜨거운 HD-FTP 시험에서 필터 재생-온도 상승 및 HC 슬립을 도시한다.
- 도 10은 SET 시험에서 필터 재생을 도시한다.
- 도 11은 본 발명에 따르는 구역화되거나 밴드화 된 기관의 실례이다.
- 도 12는 구역화된 기관을 위한 추가의 설계를 도시한다.
- 도 13은 본 발명에 따르는 구역화된 기관을 위한 추가의 설계를 도시한다.

엔진 시험:

엔진 시험을 위해, 다양한 산화 촉매를 개별적으로 또는 통상의 디젤 미립자 필터와 함께 평가했다.

상이한 샘플에 대한 PGM 적재량 및 분포는 도 1에 요약한다. 그램 단위의 총 귀금속 함량은 촉매의 용적과 관계가 있다. 각 샘플에 대한 전방 및 후방 구역 길이는 동일했다. 전체 PGM 양은 동일했다. 그 결과, 상이한 장치에 대한 귀금속 비용은 가변적이다. 도 2는 규정된 Pt 및 Pd 비용 기준에 대해 상이한 샘플에 대한 상대적 비용을 도시한다. 역사적으로, Pt가 Pd보다 더욱 더 높게 평가되었다는 것을 주시한다. 그 결과, 동등한 적재량에서, 백금-풍부 배합물이 더욱 고가이다. 촉매적 코팅은 당해 분야의 숙련자에게 통상적인 방법들을 사용하여 도포되었다.

본 발명에 따르는 산화 촉매 및 비교용 촉매를 생성하기 위해, 균질한 규소-알루미늄 혼합 산화물(혼합 산화물의 전체 질량과 관련하여 5중량% SiO<sub>2</sub>; BET 표면적: 150m<sup>2</sup>/g)을 슬러리화하고 백금 및 팔라듐 니트레이트의 수용액으로 밀링했다. 생성되는 슬러리는 통상적인 딥 코팅 공정을 사용하여 직경 7.5in, 길이 5.2in의 실린더형 관통류 벌집형 바디에 도포했다. 관통류 벌집형 바디는 400셀/in<sup>2</sup> 및 셀 벽 두께 4mil를 가졌다. 생성되는 촉매를 300℃에서 4시간 지속 기간 동안 건조시킨 다음, 500℃에서 2시간의 지속 기간 동안 공기 중에서 하소시켰다.

이러한 방식으로 취득된 산화 촉매를, 특성화하기 전에 반복 활성 재생 사이클의 효과를 자극하기 위해 고안된 엔진 노화 공정에 적용했다. 이러한 목적을 위해, 엔진을 일정한 속도 및 적재에서 작동시켜 배기 가스 온도 350 내지 400℃를 생성했다. 두 DOC가 동시에 노화되도록 하기 위해, 엔진 배기 가스가 분할되어 병렬 배기 라인으로 유동하도록 하고 각각 디젤 연료 주입기, DOC 및 배기 라인이 장착된 배기 시스템이 구성되었다. 도 3a는 이 시스템의 사진이다. 디젤 연료를 주입하고, 이들 배기 지주 각각 내에서 증발시키고, 결국 연소되어 촉매 내에서 발열을 생성하는 DOC로 전달했다. 피드백 제어(feedback control)를 사용하여 디젤 연료 주입물을 조정함으로써 DOC 유출구 온도를 625℃에서 10분 동안 유지시켰다. 이어서, 연료 주입을 5분 동안 중지하여 DOC를 냉각시켰다. 도 3b는 이 노화 사이클의 실례이다. 각각의 DOC를 평가 전에 이 노화의 1200사이클 또는 300시간에 노출시켰다. 이러한 1200 사이클에 대한 각 노화 시스템 전반에 걸친 온도 프로파일을 예시하는 막대 그래프를 도 4a 및 4b에 제시한다.

노화 후, 각 산화 촉매를 뜨거운 HD-FTP 및 SET 시험 전반에서 HC 산화에 대해 평가했다.

도 5는 뜨거운 HD-FTP 시험 동안 DOC를 공급하는 표준 배출 벤치를 사용하여 측정된 엔진-출력 HC 수준의 증가성을 도시하고, 배출 벤치(bench) 측정 세트에 기초하는 표준 계산 방법을 사용하여 측정된 HC 전환 수준은 도 6에 요약된다. 이들은 1.4:1, 2:1, 및 4:1 Pt/Pd 비 촉매에 대해 거의 증가의 성능을 나타낸다. 1:1 촉매는 이러한 시험 조건하에 유사하지만 약간 열등한 HC 산화 성능을 제공했다.

도 7은 동일한 세트의 뜨거운 HD-FTP 시험 동안 FTIR로 측정된 NO<sub>2</sub> 대 NO<sub>x</sub> 비를 도시한다. 시험에서 약 250초 라이트-오프에 이어, 1.4:1 촉매는 지속적으로 상당히 높은 NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> 비를 제공했다.

도 8은 상응하는 일련의 SET 시험 동안 FTIR로 측정된 상응하는 NO<sub>2</sub> 대 NO<sub>x</sub> 비를 도시한다. 또한, 1.4:1 촉매는 지속적으로 상당히 높은 NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> 비를 제공했다.

상이한 산화 촉매의 가열 능력은 HD-FTP 또는 SET 시험 전반에서 포획된 일련의 활성 재생에 대해 평가했다. HD-FTP 필터 재생 전반에 걸쳐 측정된 DOC-아웃 온도 및 HCl 수준의 비교는 도 9에 도시한다. 필터 재생에 의한 SET 시험의 상응하는 결과는 도 10에 도시된다. 두 유형의 시험에서, 모든 촉매는 활성 재생 동안 발열 및 제어 HC 슬립을 생성하는 유사한 능력을 나타냈다.

**도면**

**도면1**

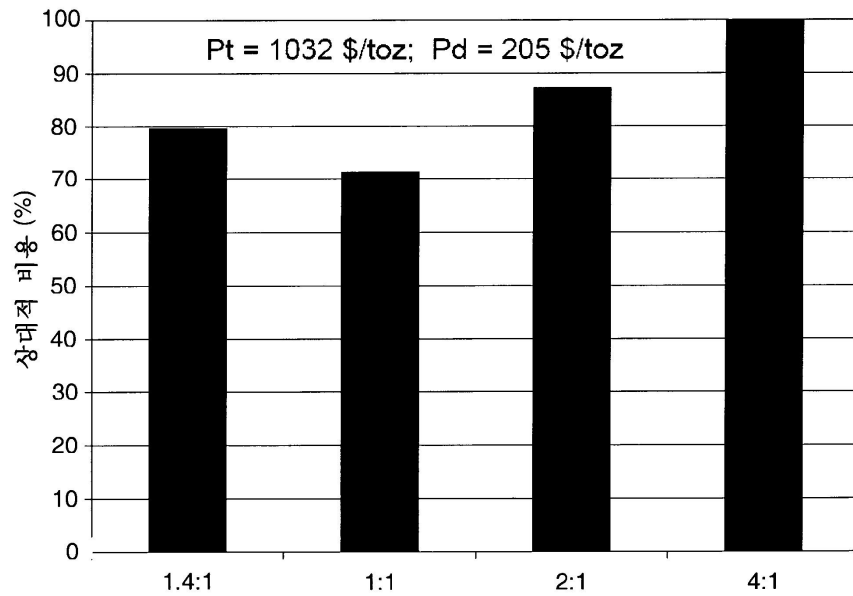
DOC 설계

유형	전방 구역		후방 구역		전체		기판 cpsi/mil	노화
	g/ft <sup>3</sup>	Pt/Pd	g/ft <sup>3</sup>	Pt/Pd	g/ft <sup>3</sup>	Pt/Pd		
Umicore	55	2:1	15	2:1	35	2:1	400/4	300 시간
Umicore	55	4:1	15	4:1	35	4:1	400/4	300 시간
Umicore	55	1:1	15	1:1	35	1:1	400/4	300 시간
Umicore	55	1:1	15	10:1	35	1.4:1	400/4	300 시간

7.5" x 5.2" (400/4) 기판

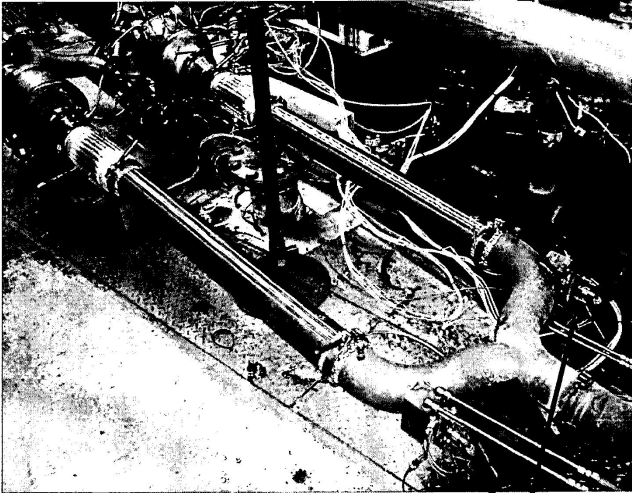
**도면2**

상대적 PGM 비용

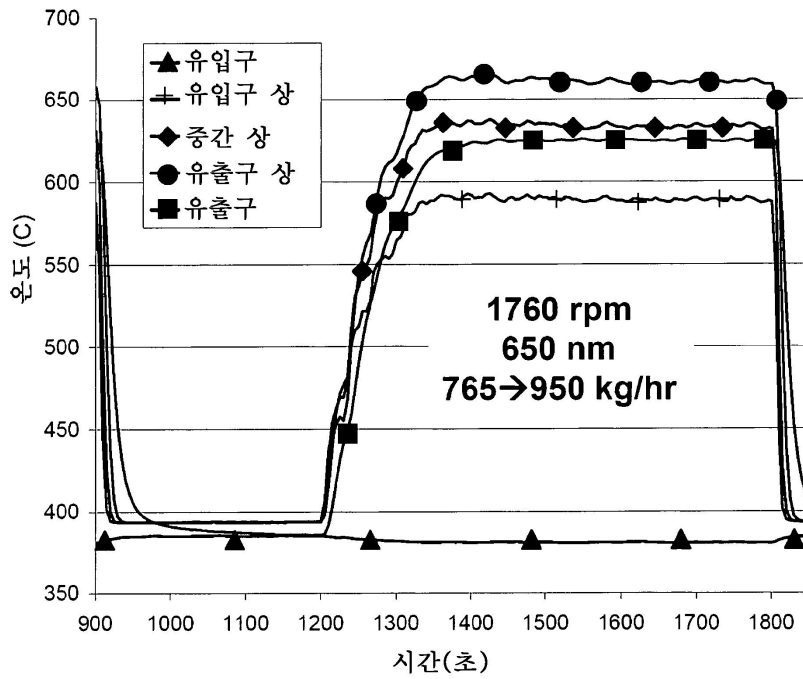


도면3

이중 DOC 노화 사이클

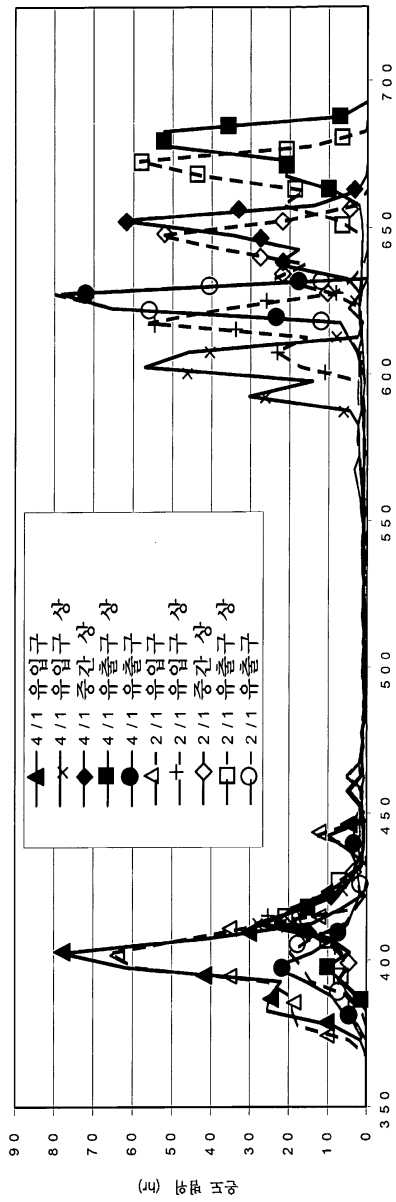


이중 배기 가스 내 분사

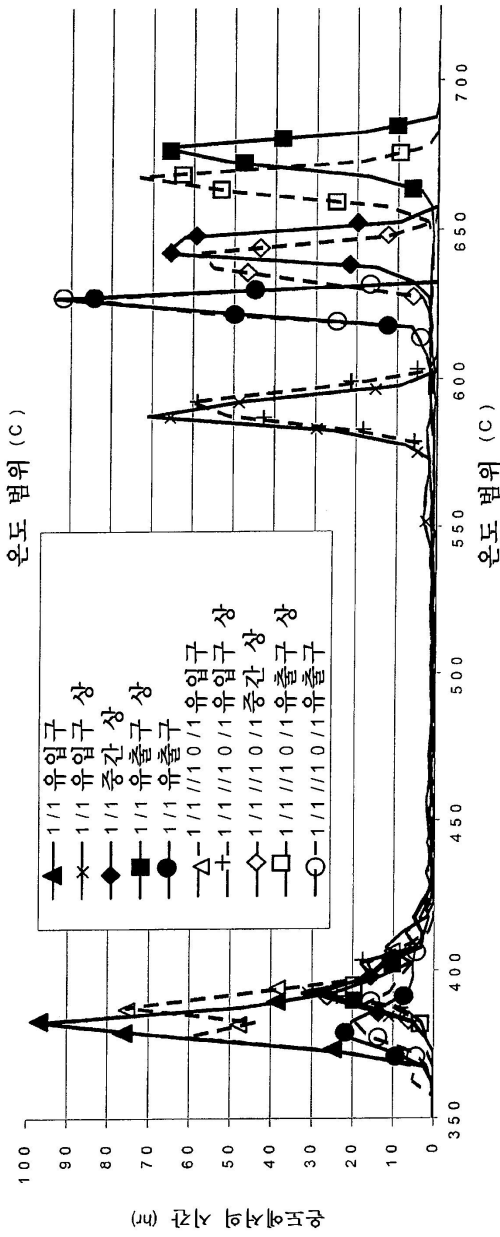


도면4a

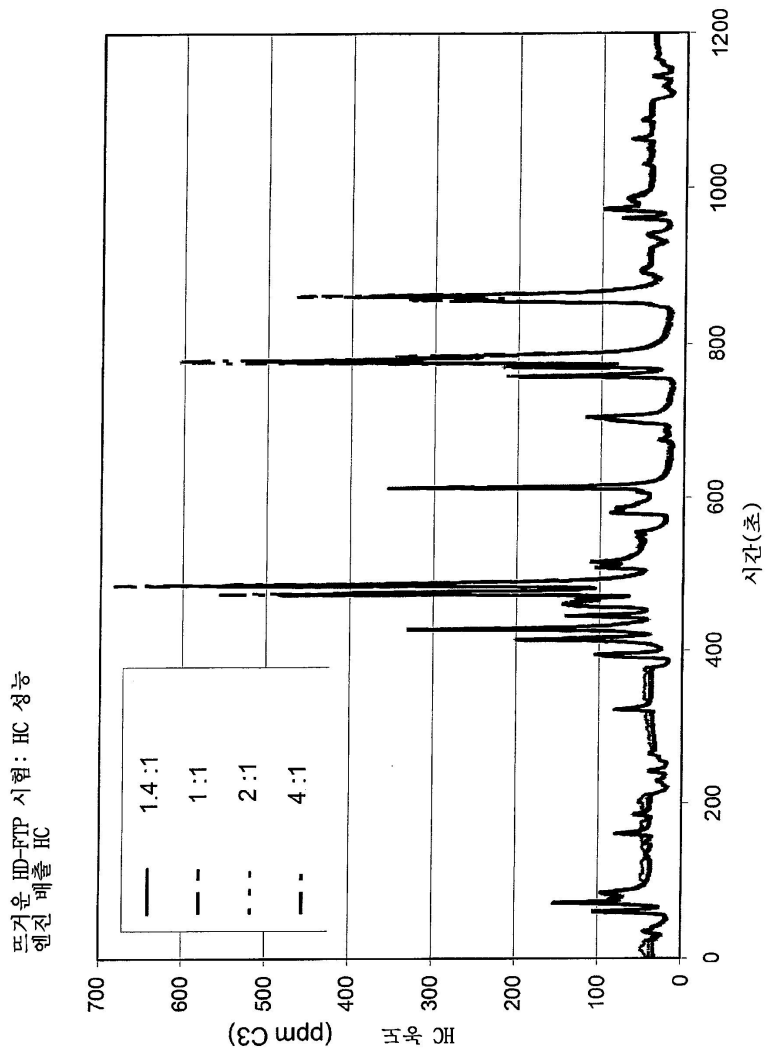
노화 1200사이클에 대한 막대 그래프



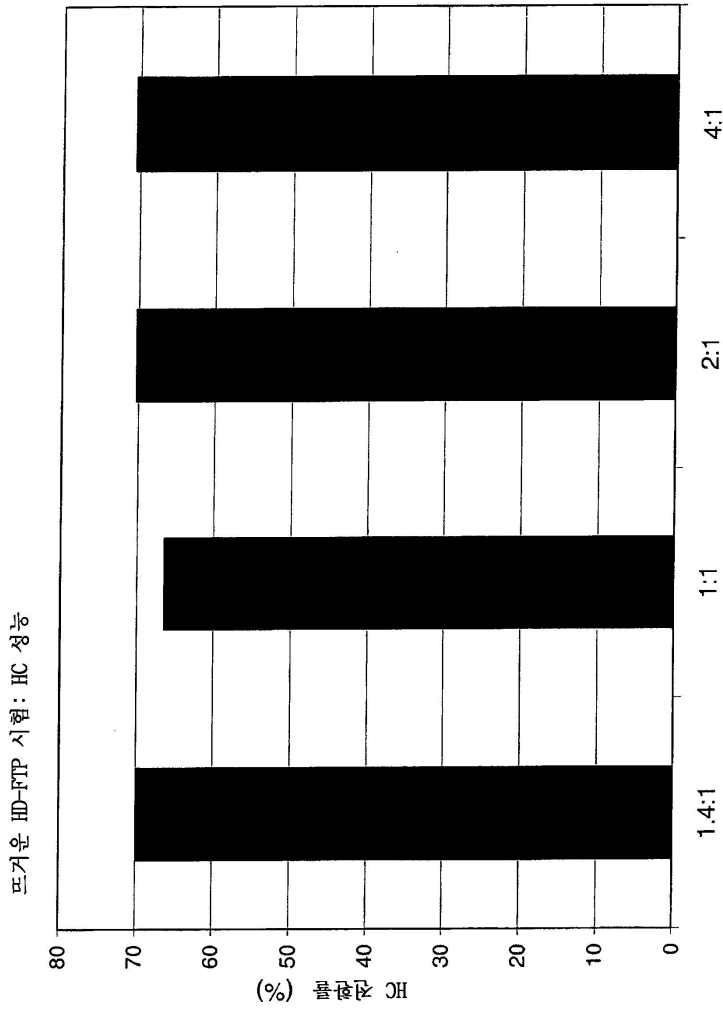
도면4b



도면5

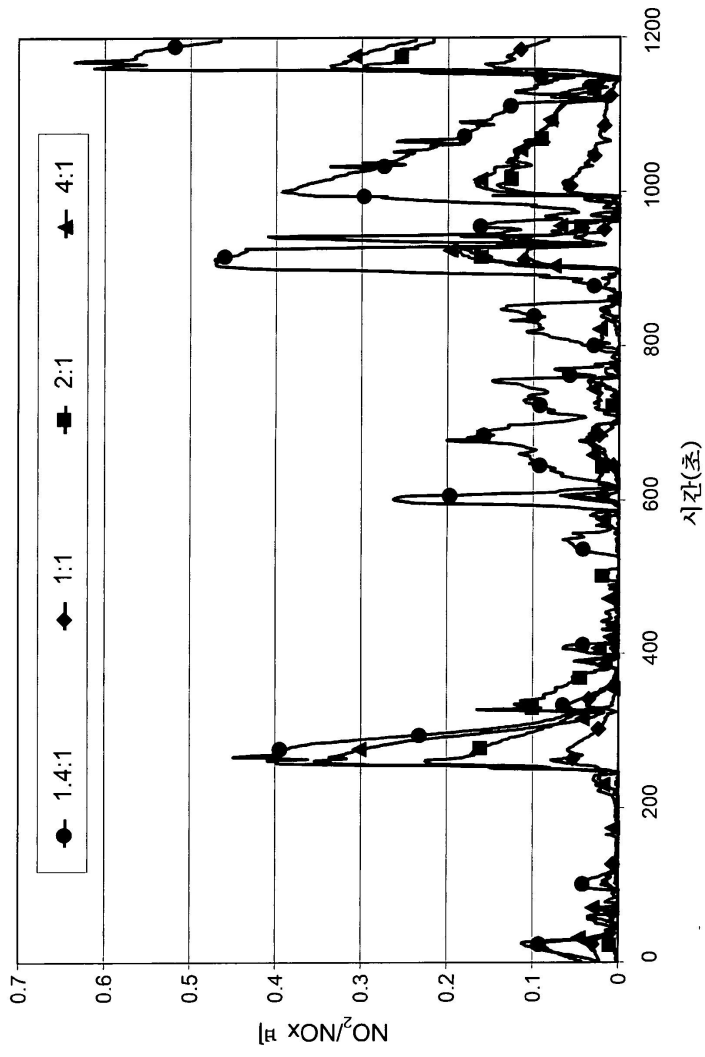


도면6

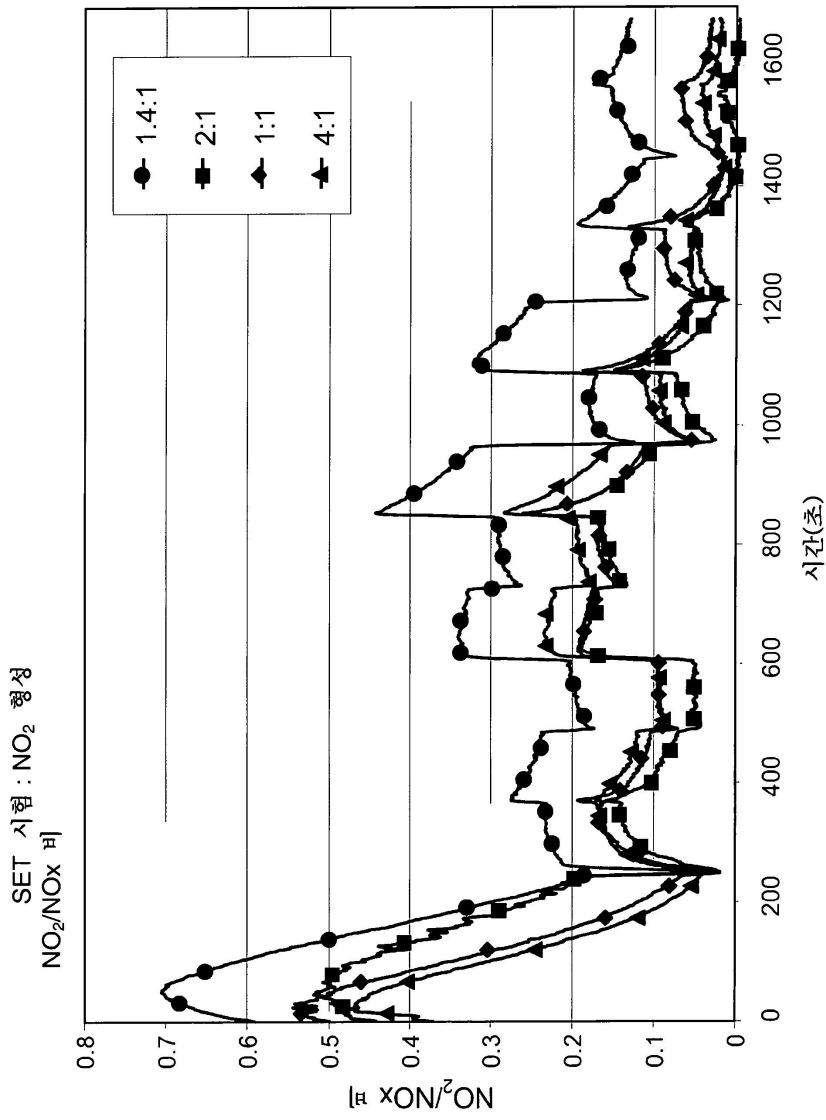


도면7

뜨거운 HD-FTP 시험: NO<sub>2</sub> 형성  
NO<sub>2</sub>/NOx 비

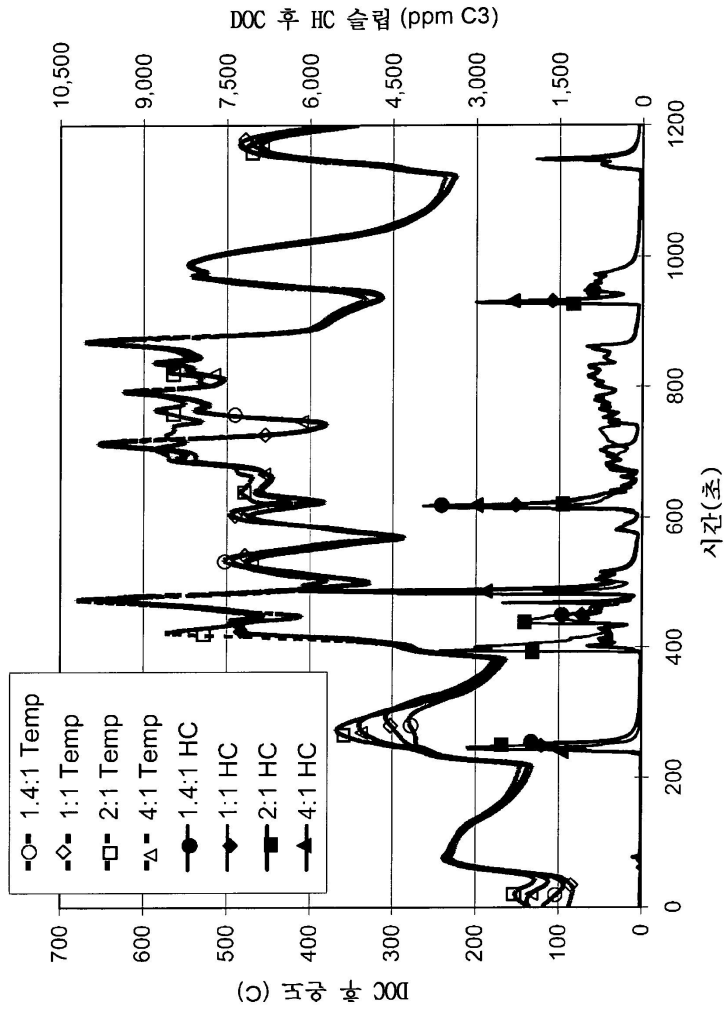


도면8

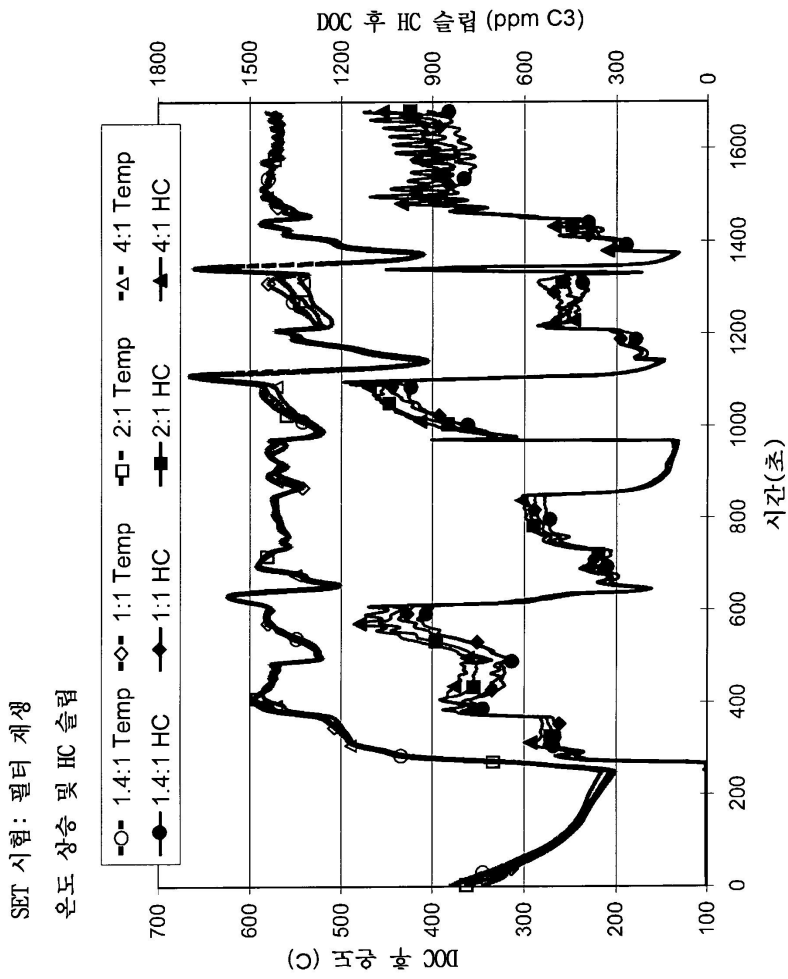


도면9

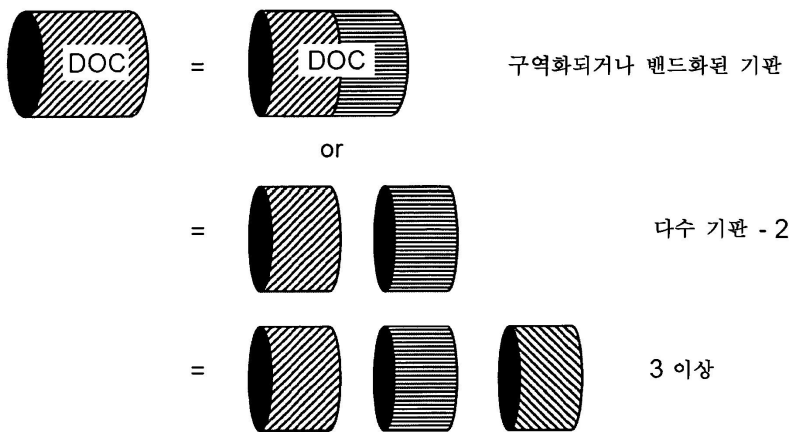
뜨거운 HD-FTP 시험: 필터 재생 온도 상승 및 HC 슬립



도면10

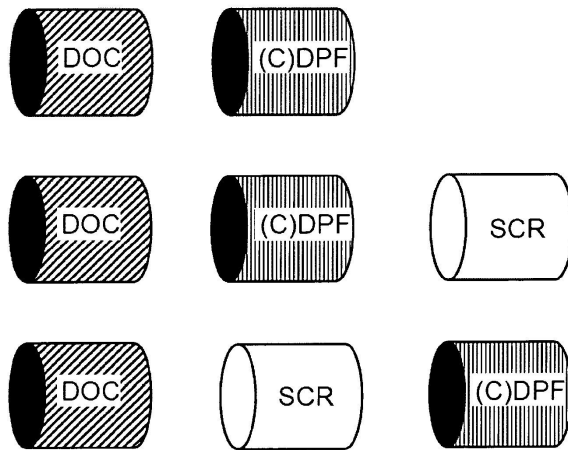


도면11



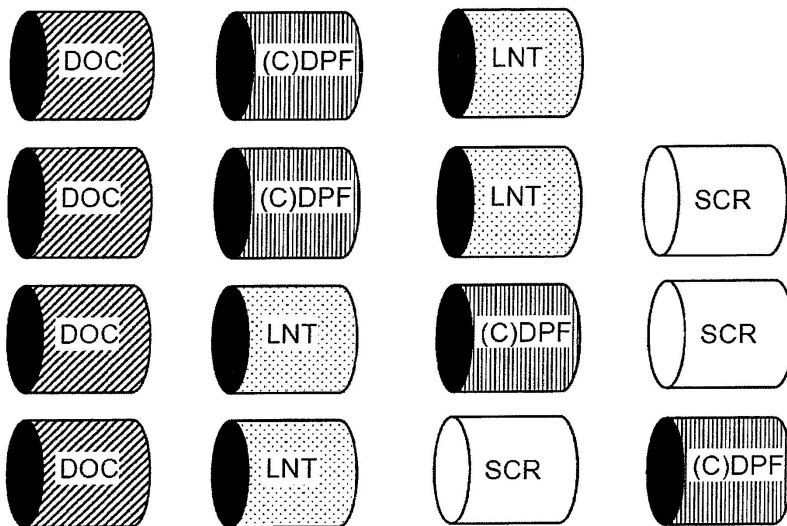
선행 구역은 PGM 적재량이 높고, 후행 구역은 높은 Pt/Pd 비를 갖는다.  
상대적 크기는 중요하지 않다.  
터보 또는 EGR에 대한 위치는 중요하지 않다.

도면12



(C) DPF는 모든 유형의 촉매화된 그리고 촉매화되지 않은 필터 기관들을 포함하고, SCR은 V, Fe, Cu 등을 포함하는 모든 유형의 제형을 포함한다.

도면13



LNT= NO<sub>x</sub> 흡착기 또는 희박한 NO<sub>x</sub> 트랩