



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월08일  
(11) 등록번호 10-2107978  
(24) 등록일자 2020년04월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B01D 53/94 (2006.01) B01J 23/40 (2006.01)  
F01N 3/035 (2006.01) F01N 3/10 (2006.01)  
F01N 3/20 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-7028510  
(22) 출원일자(국제) 2013년04월10일  
심사청구일자 2018년04월10일  
(85) 번역문제출일자 2014년10월10일  
(65) 공개번호 10-2015-0008382  
(43) 공개일자 2015년01월22일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2013/057432  
(87) 국제공개번호 WO 2013/153081  
국제공개일자 2013년10월17일  
(30) 우선권주장  
12164142.7 2012년04월13일  
유럽특허청(EPO)(EP)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020000000000 A  
(뒷면에 계속)  
전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자  
우미코레 아게 운트 코 카게  
독일 63457 하나우-볼프강 로텐바허 샤우체 4  
(72) 발명자  
크링만 라오울  
독일 63755 알체나우 툴렌베크 11  
슈피스 스테파니에  
독일 60385 프랑크푸르트 하이테스트라쎄 88아  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
장훈

심사관 : 이동재

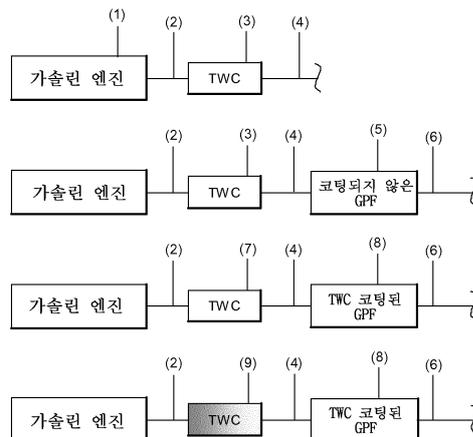
(54) 발명의 명칭 가솔린 차량용 오염물 감소 시스템

(57) 요약

본 발명은 가솔린 연소 엔진, 특히, 가솔린 직접 분사 엔진(GDI)에 의해 나아가는 차량용 오염물 감소 시스템에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 미래 입법의 배기 가스 규정을 이행하기 위해서 본 발명의 감소 시스템을 적용하여 이러한 엔진의 배기 가스 내의 유독한 화합물을 효율적으로 경감시키는 공정에 관한 것이다.

대표도 - 도1

(참조, 예 1, 예 2, 예 3)



(72) 발명자

**웅 카파이**

독일 63526 엘렌세 암 엘렌파크 15

**리츠테르 조에그-미카엘**

독일 60389 프랑크푸르트 디엠티츠-본호에페르-베  
크 51

(56) 선행기술조사문헌

US20110252773 A1\*

W02011077168 A1

W02011015615 A1

JP2004176589 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

삼원 촉매(TWC) 및 촉매화된 가솔린 월플로우(wall-flow) 미립자 필터(GPF)를 포함하고, 상기 삼원 촉매(TWC)는 엔진 출구, 매니폴드 출구 또는 터보 충전기로부터 근접 연결되며, 상기 촉매화된 가솔린 월플로우(wall-flow) 미립자 필터(GPF)는 상기 삼원 촉매(TWC)의 하류에 위치하는, 가솔린 엔진 배기 처리 시스템에 있어서, 상기 TWC 내의 백금족 금속의 농도는 적어도 5배만큼 상기 GPF 내의 백금족 금속의 농도를 초과하는 가솔린 엔진 배기 처리 시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 TWC 및 상기 GPF는 백금족 금속 Pd 및 Rh를 포함하는 가솔린 엔진 배기 처리 시스템.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 TWC는 엔진 출구, 매니폴드 출구 또는 터보 충전기의 5 내지 30cm 하류에 위치되는 가솔린 엔진 배기 처리 시스템.

#### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 GPF는 상기 엔진의 60 내지 200cm 하류에 위치되는 가솔린 엔진 배기 처리 시스템.

#### 청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 TWC 내의 Pd 대 Rh의 중량비는 8-40:1인 가솔린 엔진 배기 처리 시스템.

#### 청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 GPF 내의 Pd 대 Rh의 중량비는 1-10:1인 가솔린 엔진 배기 처리 시스템.

#### 청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 TWC는 Pd-구역제(Pd-zoning)를 갖는 가솔린 엔진 배기 처리 시스템.

#### 청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 GPF는 14 내지 25 $\mu$ m의 평균 구멍 크기를 가진 다공성 구조를 갖는 가솔린 엔진 배기 처리 시스템.

#### 청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 워시코트(washcoat) 내의 입자들의 입자 크기는 관련된 상기 GPF의 평균 구멍 크기보다 작은 가솔린 엔진 배기 처리 시스템.

**청구항 10**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 GPF는 45% 내지 75% 사이의 다공성을 가진 다공성 구조를 갖는 가솔린 엔진 배기 처리 시스템.

**청구항 11**

가솔린 엔진에 의해 배출되는 유독한 오염물들을 감소시키기 위한 방법으로서, 배기 가스가 제 1 항 또는 제 2 항에 따른 시스템과 접촉되는 방법.

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 가솔린 연소 엔진, 특히, 가솔린 직접 분사 엔진(GDI)에 의해 작동되는 차량용 오염물 감소 시스템에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 미래 입법의 배기 가스 규정을 이행하기 위해서 본 발명의 감소 시스템을 적용하여 이러한 엔진의 배기 가스 내의 유독한 화합물을 효율적으로 경감시키는 공정에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 예를 들어, PFI(port-fuel injection) 엔진과 같은, 대부분 화학량론적인 공기/연료 혼합물로 작동되는 내연기관으로부터의 배기 가스는 삼원 촉매 컨버터들의 도움으로 종래의 방법들에 따라 정화된다. 삼원 촉매 컨버터들은 엔진의 3개의 기본적인 가스 오염물, 구체적으로, 탄화수소, 일산화탄소, 및 질소 산화물을 동시에 무해한 화합물로 전환할 수 있다. 가스 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO) 및 질소 산화물(NO<sub>x</sub>) 오염물을 제외하고, 가솔린 엔진들의 배기 가스는 또한 연료의 불완전한 연소로부터 야기되고 본질적으로 그을음을 구성하는 적은 초미세 미립자 물질(PM)을 함유한다.

[0003] 개선된 연료 소비를 야기하는 더 효율적인 연소의 조건들을 포함하는 특정한 가솔린 직접 주사(GDI) 엔진 기술들이 나중에 도입되었다. 그러나, 이러한 조건들은 훨씬 더 많은 수의 미립자들의 생성을 초래할 수 있다. 디젤 희박 연소 엔진에 의해 생성된 미립자들과 대조적으로, 가솔린 직접 주사 엔진에 의해 생성된 미립자들은 훨씬 미세한 경향이 있다. 이것은 가솔린 엔진과 비교할 때 디젤 엔진의 다른 연소 조건들 때문이다. 예를 들어, 가솔린 엔진은 디젤 엔진보다 더 높은 온도에서 작동한다. 또한, 탄화수소 성분이 디젤 엔진들과 비교할 때 가솔린 엔진들의 배출물에서 다르다.

[0004] 터보 충전기가 있거나 없는 가솔린 직접 주사(GDI) 엔진들을 가진 차량은 PFI 엔진들을 가진 차량과 비교할 때 우수한 절약과 운전 원활성 때문에 유럽에서 시장 점유량을 늘리고 있다. 이 추세는 CO<sub>2</sub> 배출량을 더 감소시키고 2012년에 130g/km CO<sub>2</sub> 배출량의 차량단 평균을 충족하기 위해 승용차 제조업체들에 대한 유럽 연합의 명령 때문에 계속될 것으로 예상된다. 더 많은 수의 CO<sub>2</sub> 차량단 평균 목표들은 여전히 논의 중에 있다. CAFE 표준들이 더 요구됨에 따라 일반적으로 남미에서는 GDI 차량의 점유율이 PFI 차량의 비용으로 증가할 것이라고 예상된다.

[0005] GDI 차량과 관련된 걱정은 특히 비교적 작은 입자 크기들 그리고 따라서 이 입자들의 잠재적으로 많은 수의 유해한 성질 때문에, 이 엔진 유형으로부터 나오는 언급된 입자 배출물이다. 2011년 초기에 유럽 연합의 5b 배출물 제정법 단계의 이행 이후로 모든 신규한 등록된 디젤 승용차들은 4.5mg/km의 미립자 질량 제한뿐만 아니라 6 × 10<sup>11</sup> #/km의 고체 입자 수 제한을 준수해야한다(표 1 참조). 가솔린 차량에 대한 입자 수 제한의 도입은 2014년 9월에 발효될 것인 유럽 연합의 6 배출물 제정법 단계로 연기되었다. 불꽃 점화 차량에 대한 제한이 기술 중립 배출물 제정법에 도달하도록 압축 점화 차량에 대한 제한과 동일할 것으로 예상된다.

표 1 - 승용차들에 대한 유럽 연합의 6 배출물 제한

		압축 점화 차량	불꽃 점화 차량
THC	mg/km	n.a.	100
NMHC	mg/km	n.a.	68
HC+NO <sub>x</sub>	mg/km	170	n.a.
NO <sub>x</sub>	mg/km	80	60
CO	mg/km	500	1000
입자 질량	mg/km	4.5	4.5
입자 수	#/km	6.0×10 <sup>11</sup>	TBD

[0006]

[0007]

포트 연료 분사를 하는 가솔린 차량은 보통 km 당 6조 입자들의 제안된 입자 배출물 목표를 준수한다. Braisher 외의 사람들에 의한 연구는 직접 분사 차량에 의한 입자 수 배출물이 구동 사이클의 냉각 시작 동안 배출되는 입자들의 많은 부분을 가진 포트 연료 분사 차량의 것보다 많은 규모 이상이었다고 밝혔다(Braisher, M., Stone, R., Price, P., "유럽 차량의 범위로부터의 입자 수 배출물", SAE Technical Paper 2010-01-0786, 2010, doi:10.4271/2010-01-0786). 미립자 질량 배출물은 동일한 추세를 나타냈다.

[0008]

일부 연구들은 월플로우 필터들(wall-flow filter)만이 6×10<sup>11</sup> #/km의 목표 아래로 이 엔진들의 입자 수 배출물을 감소시키는데 효과적이라고 나타냈다. 근청석 형태 월플로우 필터들은 중세 디젤 차량에 대한 표준 해결책이 되었고 또한 승용차 디젤 용례들에 대한 많은 고려 사항을 얻어왔다. 최근의 연구들은 GDI 차량의 입자 배기가스 처리에 대한 근청석 필터들의 성공적인 적용을 나타냈다(Saito, C., Nakatani, T., Miyairi, Y., Yuuki, K., Makino, M., Kurachi, H., Heuss, W., Kuki, T., Furuta, Y., Kattouah, P., 및 Vogt, C.-D., "입자 수 배출물을 감소시키는 신규한 미립자 필터 콘셉트", SAE Technical Paper 2011-01-0814, 2011, doi:10.4271/2011-01-0814).

[0009]

배기 가스 입자의 처리에 대한 규정 외에, 연소하지 않은 탄화수소, 일산화탄소, 및 질소 산화물 오염물에 대한 배출 기준이 또한 계속해서 좀 더 엄중해질 것이다(표 1 참조). 이러한 기준을 충족하기 위해서, 전용 삼원 촉매(TWC)를 함유하는 촉매 컨버터들은 가스 연소 엔진의 배기 가스 라인 내에 설치될 필요가 있다. 더 쉽게 말하자면, 상기 촉매는 배기 가스 스트림에서 산소에 의한 연소하지 않은 탄화수소와 일산화탄소의 산화뿐만 아니라 질소 산화물의 질소로의 환원을 촉진한다. 또한, 특별히 설계된 필터 유형들은 이제 모든 종류의 배출된 오염물을 처리하는 가솔린 직접 분사 엔진들의 적용을 위해 제안되어왔다. 배출된 그을음의 미립자 크기가 디젤 엔진들과 비교할 때 더 작기 때문에 분명한 배압 손실을 적절하게 고려하여 여과 효과의 밸런스를 어떻게 맞추는지가 또한 연구된다(US20100239478, US20100275579, US8066963, US20110030346, US20090193796, SAE2011010814).

[0010]

GDI 엔진들에 의해 배출되는 모든 오염물에 효율적으로 대응하려고 하는 촉매 시스템들이 이미 제안되어 왔다. 일부 경우들에서, 이 시스템들은 근접 연결 TWC가 월플로우 필터(촉매 가솔린 미립자 필터; GPF)에 후속되는 레이어아웃으로 설계된다. 일부 예들에서, 또한 월플로우 필터는 촉매 기능부, 예를 들어, 추가의 TWC를 운반한다.

[0011]

예를 들어, US20100293929호는 불꽃 점화 엔진들을 위한 배기 가스 배출 후처리 시스템들을 다룬다. 여기서 언급된 시스템의 다양한 실시예들은 근접 연결된 TWC 장치, 및 언더 플로어 처리 장치 둘 다를 포함한다. 언더 플로어 처리 장치는 TWC 또는 NO<sub>x</sub> 환원 기능을 가질 수 있다. 개시된 도 1에 따르면, 시스템은 월플로우 TWC 코팅된 필터 요소(8)를 포함할 수 있다. 도 4에 대해, 필터 상의 TWC 촉매 제형이 미립자 물질뿐만 아니라 종래의 TWC 장치들에 의해 처리된 가스를 제거하기 위해 작동된다는 것이 언급된다. 그래서 월플로우 필터는 소등 온도에 도달될 때 HC, CO, NO<sub>x</sub>를 감소시키고, 효과적으로 모든 작동 조건들 하에서 미립자 물질 배출물을 감소시킬 수 있다. 그러나, 근접 연결 TWC 및 TWC 코팅된 필터의 내용에 관한 어떠한 상세 사항들도 이 개시물에 제공되

지 않는다.

[0012] 비슷하게, US20110252773호는 탄화수소, 질소 산화물, 및 일산화탄소와 같은 가스 배출물을 감소시키는 것에 대하여 미립자를 포획하기 위해 가솔린 엔진들과 함께 사용하는데 적합한 배기 시스템을 개시하고 있다. TWC 코팅된 미립자 필터는 배압 손실을 최소화하도록 적어도 1 내지 4 g/in<sup>3</sup>의 범위 내의 위시코트 하중을 갖는다. 코팅된 필터의 다공성은 55 내지 70%의 범위 내에 있을 수 있고 특정한 평균 구멍 크기 분포를 포함할 수 있다. 촉매화된 필터는 규정들 및 차 제조업자 필요 조건들을 충족하도록 제 2 TWC와 함께 사용될 필요가 있을 수 있다 (도 1 참조). 그러나, 상류 TWC는 하류 TWC 코팅된 미립자 필터 때문에 그렇지 않으면 필요한 것보다 더 작을 수 있거나 또는 필터가 전체 TWC 기능을 제공한다면 생략될 수도 있다. 촉매화된 미립자 필터는 상류 구역이 하류 구역 내의 팔라듐 성분의 양보다 많은 양의 팔라듐 성분을 포함하는, 구역 레이아웃을 포함할 수 있다. 촉매화된 필터가 상류 구역에서 2 내지 100g/ft<sup>3</sup> 사이의 팔라듐 및 하류 구역에서 1 내지 20g/ft<sup>3</sup>의 팔라듐을 함유해야한다고 한다. 이 용례에서 테스트된 시스템들은  $\geq 30\text{g/ft}^3$ 의 촉매화된 필터 및 TWC 내의 귀금속 하중을 포함한다. 팔라듐 대 로듐의 비는 촉매 장치들 둘 다에 대해 각각의 경우에 27/3이다.

[0013] 동일하게, US20110158871호는 차량 포지티브 점화 내연 기관용 배기 시스템에 관한 것이다. 시스템은 또한 TWC 위시코트로 코팅되는 필터의 상류에 위치한 기관 모놀리스(monolith) 상에 배치된 삼원 촉매 위시코트를 포함한다. 상류 장치가 배기 시스템 내에서 전체 질량의 75% 이하의 삼원 촉매 위시코트를 포함한다고 주장된다. 월플로우의 거동은 필터 기관의 평균 구멍 크기와 그 위시코트 하중을 고려하여 조사된다. 개시된 특허 출원을 고려하여, 근접 연결 TWC는 하류 TWC 코팅된 세라믹 월플로우 필터와 유사한 TWC-위시코트를 포함한다. 예들에서, 월플로우 필터 기관은 85g/ft<sup>3</sup>의 하중에서 16:1의 Pd-Rh 비를 포함한다. 근접 연결 TWC는 동일한 하중으로 코팅되었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0014] 본 발명의 목적은 경제적 관점뿐만 아니라 생태학적 관점 둘 다에서 종래 기술에 개시된 시스템들보다 더 우수한 효과를 나타내는, 가솔린 직접 주사 엔진에 의해 배출되는 오염물의 감소를 위한 시스템을 제공하는 것이다. 특히, 본 발명의 시스템은 개시된 미래의 제정법 기준들을 확실히 충족하는 역할을 해야한다. 또한, 이 목적은 종래 기술에 있는 시스템들과 연관된 것보다 덜 귀중한 금속 비용으로 유리하게 도달되는 것이다. 유사하게, 가솔린 직접 주사 엔진 배기 가스의 효율적인 처리를 위한 공정이 제공되어야한다.

[0015] 숙련자들에게 명백한 이 다른 목적들은 청구항 1에서 설명된 바와 같이 시스템에 의해 충족된다. 본 발명의 시스템의 바람직한 실시예들은 청구항 1과 관련된 하위 청구항들 2 내지 10에서 보호된다. 청구항 11은 본 발명의 공정에 관한 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0016] 제 1 양태에서 본 발명은 근접 연결 삼원 촉매(TWC) 및 하류 촉매화된 가솔린 월플로우 미립자 필터(GPF)를 포함하는 가솔린 엔진 배기 처리 시스템에 관한 것이다. 이 시스템은 하류 촉매화된 가솔린 미립자 필터와 비교할 때 근접 연결 TWC의 귀금속 함량의 특정한 비를 특징으로 한다. 특히, TWC 내의 백금족 금속, 예를 들어, Pd 및 Rh의 양은 적어도 5배만큼 GPF 내의 백금족 금속, 예를 들어, Pd 및 Rh의 양을 초과한다. 이 시스템은 상대적으로 용이하지만 놀라운 방법으로 상술된 객체들을 생략할 수 있다. 본 발명에 따른 방법으로 시스템의 귀금속 내용물을 분포시켜, 동일한 결과들이 결국 본 발명의 시스템의 더 저렴한 생산을 초래하거나 또는 동일한 비용으로 유해한 오염물을 감소시키는 귀금속의 더 적은 양에 의해 성취될 수 있다는 것을 보여줄 수 있다.

[0017] 상류 TWC와 하류 GPF 모두는 유리하게는 귀금속들 팔라듐, 로듐, 백금 또는 그것들의 혼합물을 포함한다. 다른 귀금속들, 예를 들어, 이리듐, 레늄, 루테튬, 은, 금이 또한 있을 수 있다. 그러나, 후자가 있다면 PGM은 팔라듐 및 로듐과 각각 비교할 때 적은 양으로 함유된다. 상류 TWC 및 하류 GPF 내에 있는 백금족 금속이 팔라듐과 로듐뿐인 것이 가장 바람직하다.

[0018] 본 발명의 더 바람직한 실시예에서 상류 TWC 및 하류 GPF 내의 백금족 금속들의 비가 적어도 6, 더 바람직하게는 적어도 7, 더욱더 바람직하게는 적어도 8 또는 9, 및 가장 바람직하게는 적어도 10이다. 이것은 시스템 내에 포함된 백금족 금속이 Pd 및 Rd뿐이라면 특히 바람직하다.

- [0019] 하류 가솔린 미립자 필터의 백금족 금속 내용물이 필터 내에 축적된 그을음의 연소를 가속화하는 것을 돕는다는 것이 밝혀졌다. 그러므로, 백금족 금속 내의 TWC 대 GPF의 비의 상한은 GPF가 경제적이고 생태학적 방식으로 상류 TWC의 기능을 보충하는데 충분한 유익한 TWC 기능을 여전히 포함해야하고, 그을음 입자들을 연소하는 것을 가속화하는 능력을 여전히 나타내야 한다는 사실에 의해 도출된다. 이 연관성에서 또한 상류 TWC 내의 백금족 금속의 양이 본 발명의 시스템을 통해 유해한 배기 오염물을 감소시키는 효율 및 비용 요인에 의해 균형이 맞춰져야 한다는 것이 명백하다. 이 요인이 포함된 엔진의 종류 및 그 배기 가스의 연소뿐만 아니라 PGM이 논의가 되고 있는 장치들 상에서 효과적인 정도(예를 들어, 열화, 사용되는 지지 등을 통한 활성도의 감소)에 따라 크게 의존할 수 있다는 것을 유념해야한다. 숙련자는 상술된 파라미터들에 따라 백금족 금속 비에 대한 상한을 어떻게 찾는지를 알 것이다. 그러나, 이 상한은 유리하게는 10 내지 23 사이 바람직하게는 15 내지 20, 가장 바람직하게는 16 내지 19 사이에서 변한다. 이것을 고려하여 상류 TWC 상의 백금족 금속, 예를 들어, Pd 및 Rh의 양은 유리하게는 20 내지 200g/ft<sup>3</sup>, 더 바람직하게는 25 내지 120g/ft<sup>3</sup>, 가장 바람직하게는 약 30 내지 80g/ft<sup>3</sup> 사이에서 변한다. 하류 GPF는 이에 반하여 바람직하게는 2 내지 20g/ft<sup>3</sup>, 더 바람직하게는 2 내지 15g/ft<sup>3</sup>, 가장 바람직하게는 2 내지 10g/ft<sup>3</sup>의 백금족 금속 함유량을 나타낸다.
- [0020] 유리한 대안적인 실시예에서, 상류 TWC 내의 백금족 금속은 서로 특정한 비로 존재한다. 예를 들어, 논의 중인 백금족 금속이 팔라듐과 로듐인 경우에 상류 TWC는 8-40:1, 바람직하게는 10-25:1, 가장 바람직하게는 약 11-19:1 사이에서 변하는 Pd 대 Rh의 중량비를 갖는다. 백금족 금속의 덜 높은 농도를 가진 하류 GPF는 이 백금족 금속의 특정한 비를 포함한다. 다시 예를 들어, 논의 중인 백금족 금속이 팔라듐과 로듐인 경우에 하류 GPF는 1-10:1, 바람직하게는 1-5:1, 가장 바람직하게는 약 1-3:1 사이의 Pd 대 Rh의 중량비를 나타낸다.
- [0021] 본 발명은 가솔린 직접 주사 엔진용 배기 처리 시스템을 제공한다. 시스템은 TWC 기능을 포함하는 촉매로 또한 코팅되는 GPF가 뒤따르는 TWC 장치를 포함한다. TWC는 - 본 발명에 따르면 - 배기 시스템의 상류 부분 내에 배치된다. 본 발명의 바람직한 실시예에서 TWC 장치는 소위 근접 연결된 위치 내에 위치된다. 이것은 근접 연결된 배출물 처리 장치가 배기 매니폴드의 배기 출구, 엔진 배기 출구 또는 터보 충전기 근처에 위치된다는 것을 의미한다. 다시 말해서, TWC는 각각의 배기 출구/터보 충전기로부터 바람직하게 엔진의 약 2 내지 40cm, 더 바람직하게는 약 5 내지 30cm, 가장 바람직하게는 약 5 내지 20cm 하류에 위치된다.
- [0022] 보통, 차량은 상술된 근접 연결 배출물 처리 장치를 포함하는 장치 및 관련된 서브시스템들 및 엔진을 포함하는 엔진 격실을 갖는다. 차량의 플로어에 있는 방화벽은 서브플로어 서브시스템들과 장치들로부터 엔진 격실과 운전자/승객 격실을 분리한다. 서브플로어는 장치가 상기 차량의 플로어 하에 배치된다면 장치의 언더플로어 또는 몸체 아래의 위치를 말한다. 본 발명의 바람직한 양태에서, 하류 GPF는 이러한 언더플로어 위치에 위치된다. 그러므로, 본 발명의 하류 GPF는 엔진, 터보 충전기 또는 매니폴드 출구와 연관되는 상류 TWC와 유체 통신하여, 직접 분사 엔진에 의해 생성된 배기 가스는 먼저 TWC 장치를 통해 운반되고, 바람직하게는 근접 연결된 위치에 위치되고, 이어서 배기 파이프를 통해 하류 GPF로 운반되고, 바람직하게는 언더플로어 위치에 배치된다. 배기 가스 유동 또는 확산의 유체 동역학의 이유로 최적 거리가 TWC와 GPF 사이에 존재한다는 것으로 판명됐다. 이 거리는 일부 양태들, 예를 들어, 관련된 엔진 및 TWC 대 GPF의 활성도와 같은 시스템 파라미터들에 크게 의존적이다. 그러므로, GPF가 배기 매니폴드 출구 또는 엔진 출구의 약 60 내지 200cm 하류에 있다면 언더플로어 위치로서 고려된다. 더 바람직한 실시예에서, GPF는 상기 출구의 60 내지 150cm 하류에 위치된다. 더 바람직하게 상기 출구와 GPF 입구 사이의 거리는 60 내지 120cm이다.
- [0023] 상류 TWC 및/또는 하류 GPF에 적용되는 모든, 일부 또는 단 하나의 백금족 금속은 동일하게 각각의 장치 위에 분포될 수 있고 구역 레이아웃에서 장치 위에 있을 수 있거나 또는 층 방법으로 배열될 수 있다.
- [0024] 매우 바람직한 실시예에서 상류 TWC는 장치 상에 위치된 모든, 일부 또는 단 하나의 백금족 금속에 대한 구역 레이아웃을 나타낸다. 특히, 예를 들어, 팔라듐과 로듐만이 백금족 금속으로서 존재하는 경우에, 팔라듐 내용물은 비균일한 방식으로 상류 TWC 위에 분포될 수 있고 유리하게 로듐 내용물은 전체 장치 위에 동일하게 분포된다. 즉, 상류 TWC만이 Pd-구역을 갖는다. 더 구체적으로, 상류 TWC의 입구 구역 내의 팔라듐 함유량은 상류 TWC의 출구 구역 내의 팔라듐 함유량보다 높다. 이 팔라듐 함유량의 중량비는 2-10:1, 바람직하게는 3-7:1 및 가장 바람직하게는 약 4-5:1의 한계 내에 있어야한다. 입구 구역은 전체 길이보다 짧은 장치의 입구로부터 출구까지 위치된다. 출구 구역은 전체 길이보다 짧은 장치의 출구로부터 입구까지 위치된다. 구역들 둘 다는 서로 중첩할 수 있거나 또는 구역 사이에 공간이 있거나 없이 배열될 수도 있다. 바람직한 방법에서 입구 구역은 1/5 - 1/2, 더 바람직하게는 1/5 - 1/3 가장 바람직하게는 1/5 - 1/4의 기관과 비교할 때 상대적인 길이를 갖는다. 출구 구

역은 바람직하게는 입구 구역과 유사한 길이를 갖는다. 가장 바람직한 실시예에서 구역들 둘 다는 7-8cm의 길이를 갖고 각각의 구역들 사이에 4-5:1의 Pd 하중의 차이를 제공한다.

[0025] 가솔린 직접 주사 엔진에 의해 생성되는 미립자 물질의 크기가 다소 작기 때문에 촉매화된 가솔린 미립자 필터의 구멍들 및 다공성은 유리한 균형이 여과 효율과 배압 손실 사이에서 찾아져야 한다는 점에서 중요하게 된다. 또한, 필터 상에 존재하는 TWC 기능은 불리한 위치코트로 필터에 적용된다면 훨씬 더 배압에 대해 상승할 수 있다. 배압 문제가 조정된 다공성 및 평균 구멍 크기를 포함하는 TPF들 상의 3가지 방식의 기능을 가진 특히 최적화된 위치코트를 선택하여 극복될 수 있다는 것이 밝혀졌다. 이론에 제한되지 않으면서, 비록 가솔린 배기 가스 내의 미립자 물질의 입자 크기가 디젤 엔진 배기 가스(상기 논의 참조)와 비교할 때 더 작을지라도, 본 발명에 따른 GPF들의 벽들의 평균 구멍 크기는 >14 또는 심지어 >20 μm(SAE2007010921)의 다소 큰 평균 구멍 크기를 나타낼 수 있다고 여겨진다. 적어도 채택된 구멍 크기는 문헌(SAE2011010814)에 제공된 권고와 충돌되는 것처럼 보인다. 적절하게 크기 설정된 입자들을 가진 위치코트들이 GPF벽들의 구멍들 내로 더 또는 덜 들어간다는 사실 때문에, 위치코트들은 그을음을 캐치하게 포착하게 돕지만 배압의 형성을 방지한다. 더 바람직한 양태에서, GPF의 평균 구멍 크기는 14 내지 25 사이, 더 바람직하게는 15 내지 21 사이이다. GPF 상에 또는 내에 있는 위치코트의 양은 상술된 주제에 대한 US20110252773호의 교시에 따라 적절하게 결정될 수 있다.

[0026] 그러므로, 적어도 특정한 정도로 위치코트는 본 발명에 따라 GPF의 벽들을 덮지 않지만 구멍들에 위치된다. GPF 벽들의 다공성 구조에 진입할 수 있기 위해서 위치코트 입자들은 필터의 평균 구멍 크기보다 더 작아야한다. 따라서, 위치코트 내의 입자들의 입자 크기가 연관된 GPF의 평균 구멍 크기보다 작다면 유리하다. 바람직하게는 따라서 위치코트의 입자 크기는 0.1 내지 20 μm 사이, 더 바람직하게는 0.1 내지 15 μm 사이, 가장 바람직하게는 0.1 내지 10 μm 사이이다.

[0027] 여기에 제공된 입자 크기가 직경 값의 특정한 변화를 나타낸다는 것이 제안된다. 기술 분야의 숙련자에 의해 위치코트 내에 있는 입자들의 적어도 80%, 바람직하게는 적어도 90% 그리고 가장 바람직하게는 95%가 상술된 범위 내에서 직경을 갖는다는 것이 이해된다.

[0028] 본 발명의 추가의 양태에서, 관련된 가솔린 월플로우 미립자 필터는 특정한 다공성을 갖는다. 인스턴트 GPF의 평균 구멍 크기만이 배압 손실의 균형을 맞추는데 결정적이다. 또한 구멍의 양은 월플로우 필터의 배압을 결정한다. 유리하게, 본 발명에 따른 가솔린 월플로우 미립자 필터는 45% 내지 75% 사이의 다공성을 포함하는 다공성 벽 구조를 갖고, 바람직하게 다공성 구조는 55% 내지 70% 사이 및 가장 바람직하게는 60% 내지 65% 사이의 다공성을 갖는다.

[0029] 본 발명의 매우 바람직한 양태는 예를 들어, Pd-구역을 가진 근접 연결 삼원 촉매(TWC), 및 하류 TWC 촉매화된 가솔린 미립자 필터(GPF)를 포함하는 가솔린 직접 분사 엔진 배기 처리 시스템에 관한 것이고, 월플로우 미립자 필터의 평균 구멍 크기는 약 18 내지 22 μm이고, 필터에 적용된 위치코트 내의 입자들의 크기는 1 내지 7 μm 사이이고, 필터의 다공성은 약 60 내지 70%이다.

[0030] 본 발명의 다른 실시예에서, 본 발명은 가솔린 엔진들에 의해 배출되는 유해한 오염물의 감소를 위한 공정에 관한 것이고, 배기 가스는 본 발명에 따른 시스템과 접촉된다. 기술 분야의 숙련자들에 의해 모든 바람직하고 유리하게 언급된 양태들 및 발명의 시스템의 실시예들이 또한 용이하게 본 공정에 대해 필요한 부분만 약간 수정하여 적용된다는 것이 이해된다.

[0031] TWC 기관:

[0032] TWC 촉매 합성물은 기관 상에 배치된다. 기관은 촉매를 준비하기 위해 일반적으로 사용되는 어떤 물질들일 수 있고, 바람직하게 세라믹 또는 금속 벌집 구조를 포함할 것이다. 기관의 입구 또는 출구 면으로부터 그것을 통해 연장하는 미세하고 평행한 가스 유동 관들을 가진 유형의 모놀리식 구조와 같은 어떤 적합한 기관이 이용될 수 있어, 관들이 그것을 통해 유체 유동하도록 개방된다(기관들을 통한 벌집 유동으로서 언급됨). 관의 유체 입구로부터 관의 유체 출구로의 반드시 직선 경로인, 관들은 촉매 물질이 위치코트로서 코팅되는 벽들에 의해 규정되어, 관들을 통해 유동하는 가스가 촉매 물질과 접촉한다. 모놀리식 기관의 유동 관들은 사다리꼴, 직사각형, 정사각형, 사인 곡선적, 6각형, 타원형, 원형 등과 같은 어떤 적합한 단면 형태 및 크기일 수 있는 얇은 벽 채널들이다. 이러한 구조들은 단면 평방 인치 당 약 60 내지 900 이상의 가스 입구 개구들(즉, 셀들)을 포함할 수 있다.

[0033] 세라믹 기관은 임의의 적합한 내화 물질, 예를 들어, 근청석, 근청석-알루미나, 실리콘 질화물, 지르콘, 멀라이트, 스포듀민, 알루미나-실리카 마그네시아, 지르콘 실리케이트, 규선석, 마그네슘 실리케이트, 지르콘, 페탈라

이트, 알루미늄, 알루미늄실리케이트 등으로 구성될 수 있다. 본 발명의 촉매 합성물에 유용한 기관은 또한 금속 성질이 있을 수 있고 하나 이상의 금속 또는 금속 합금으로 구성될 수 있다. 금속 기관들은 물결 모양의 시트 또는 모놀리식 형태와 같은 다양한 형태들로 이용될 수 있다. 바람직한 금속 지지부들은 열 저항 금속 및 티타늄과 스테인리스 강과 같은 금속 합금뿐만 아니라 철이 치환되거나 또는 주요 구성 성분인 다른 합금을 포함한다. 이러한 합금은 하나 이상의 니켈, 크롬, 및/또는 알루미늄을 포함할 수 있고, 이 금속의 전체 양은 유리하게는 합금의 적어도 약 15 wt%, 예를 들어, 크롬의 약 10 내지 25 wt%, 알루미늄의 약 3 내지 8 wt% 및 니켈의 최대 약 20 wt%를 포함할 수 있다. 합금은 또한 망간, 구리, 바나듐, 티타늄 등과 같은 하나 이상의 다른 금속의 작거나 또는 트레이스 양을 포함할 수 있다. 금속 기관의 표면은 기관의 표면들 상에 산화층을 형성하여 합금의 부식에 대한 저항을 향상시키도록, 고온, 예를 들어, 약 1000°C 이상의 온도에서 산화될 수 있다. 이러한 고온 유도된 산화는 내화 금속 산화물 지지부의 부착을 향상시킬 수 있고 기관에 대해 금속 성분들을 촉매 촉진한다. 대안적인 실시예들에서, 하나 이상의 촉매 합성물은 개방 셀 거품 기관 상에 배치될 수 있다. 이러한 기관은 기술 분야에 잘 공지되어 있고, 일반적으로 내화 세라믹 또는 금속 물질로 형성된다.

[0034] GPF 기관:

[0035] 본 발명에 따르면, 특히 가솔린 엔진 배기 가스 스트림들, 특히 직접 분사 가솔린 엔진들로부터 유래되는 것으로 조정되는 월플로우 미립자 필터를 포함하는 처리 시스템이 제공된다. 유리하게, 어떤 월플로우 필터 기관은 가솔린 엔진 배기 가스 스트림들 내에 포함된 미립자 물질의 효과적인 여과를 허용한다면, 본 발명에서 사용될 수 있다. 바람직하게, 소위 가솔린 미립자 필터(GPF)는 필터 기관로서 사용되고, 본 발명에 따라, 미립자 트랩(trap)에 대한 참조는 가솔린 엔진에서, 바람직하게, 직접 주사 기술을 가진 가솔린 엔진들에서 연소 반응에 의해 생성된 트랩 미립자들로 크기 설정되고 구성된 필터를 의미한다.

[0036] 그러므로, 바람직하게 GPF 기관은 월플로우 모놀리식 또는 월플로우 필터, 및 더 바람직하게는 벌집 구조를 가진 월플로우 필터이다. 유용한 월플로우 기관들은 기관의 길이 방향 축에 따라 연장하는 복수의 미세하고, 실질적으로 평행한 가스 유동 관들을 가진 기관들을 포함한다. 바람직하게, 각각의 관은 기관 몸체의 하나의 단부에서 막히고, 교번하는 관들은 대향 단부면들에서 막힌다. US 특허 제4,329,162호는 본 발명에 따라 사용될 수 있는 적합한 월플로우 기관들의 개시물에 대한 참조로 여기에 포함되어 있다.

[0037] 미립자 필터 기관은 미립자 필터와 유체 통신하는 가솔린 엔진의 기능을 갖는 일 없이 가솔린 엔진 배기 가스 내에 포함된 미립자 물질의 여과를 허용하는 임의의 물질 또는 물질들의 조합으로 생각될 수 있다. 이 목적을 위해, 다공성 물질들은 바람직하게 기관 물질, 특히 근청석, 알파-알루미늄, 실리콘 카바이드, 알루미늄 티타네이트, 실리콘 질화물, 지르코니아, 멀라이트, 스포듀민, 알루미늄-실리카-마그네시아 및 지르코늄 실리케이트와 같은 세라믹형 물질들뿐만 아니라 다공성 내화 금속 및 그것들의 산화물로서 사용된다. 본 발명에 따르면, "내화 금속"은 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W 및 Re로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 금속들을 지칭한다. 미립자 필터 기관은 또한 세라믹 섬유 합성 물질로 형성될 수 있다. 본 발명에 따르면, 미립자 필터 기관은 바람직하게 근청석, 실리콘 카바이드, 및/또는 알루미늄 티타네이트로 형성된다. 일반적으로, 가솔린 엔진 배기 가스의 처리에서 사용될 때 미립자 필터가 노출되는 고온에서 견딜 수 있는 물질들이 바람직하다.

[0038] 더 구체적으로, 미립자 필터는 바람직하게 미립자 필터 기관, 필터 기관의 하나의 표면 상에 또는 표면 내에 배치된 제 1 층, 및 선택적으로 필터 기관의 하나의 표면 상에 또는 표면 내에 배치된 제 2 층을 포함한다. 본 발명의 매우 바람직한 실시예에서, 코팅은 월플로우 필터 기관의 다공성 벽들 내에서 전체적으로 또는 적어도 부분적으로 배열된다.

[0039] TWC-위시코트

[0040] 본 발명에 따르면, 가솔린 월플로우 미립자 필터 및 상류 TWC는 3가지 방식의 기능을 포함하는 촉매를 운반하는 적절한 위시코트로 코팅된다. 장치들 둘 다의 위시코트는 동일하거나 다른 것들일 수 있다. 원칙적으로, 본 발명의 한계 내에서 어떤 TWC 위시코트도 가솔린 엔진 배기 가스의 효과적인 처리가 실현될 수 있다면, 처리 시스템에서 이용될 수도 있다. 단일 층 또는 복수 층의 설계에서 적합한 TWC 위시코트들은 예를 들어, EP1974810B1, PCT/EP2011/070541, EP1974809B1, 또는 PCT/EP2011/070539에서 찾을 수 있다. 추가의 정보에 대해 배경 기술로서 언급된 문헌을 또한 참조하라. 백금족 금속들, 예를 들어, Rh 및 Pd를 포함하는 TWC 촉매가 이용되고, 더 구체적으로 Rh 및 Pd만을 포함한다.

[0041] 본 발명의 바람직한 실시예들에서, TWC 위시코트는 금속 산화물 지지 물질로 구성된 촉매를 포함하고, 상기 지지 물질은 바람직하게는 알루미늄, 지르코니아, 지르코니아-알루미늄, 바륨 산화물-알루미늄, 란타나-알루미늄,

란타나-지르코니아-알루미나, 및 그것들의 혼합물로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 특히 바람직한 실시예들에서, 금속 산화물 지지 물질은 감마-알루미나이다. 바람직하게, 지지 물질은 바람직하게 0.01 내지 30 wt.-%, 더 바람직하게 0.05 내지 15 wt.-%, , 더욱더 바람직하게 0.1 내지 10 wt.-%,의 범위의 양인 희토류, 알칼리 토류 또는 내화 금속 산화물로 도핑된다. 특히, 희토류, 알칼리 토류 또는 내화 금속 산화물은 바람직하게는 산화 세륨, 란타나, 프라세오디미아, 네오디미아, 바륨 산화물, 스트론튬 산화물, 지르코니아 및 그것들의 혼합물로 구성된 그룹으로부터 선택되고, 희토류, 알칼리 토류 또는 내화 금속 산화물은 바람직하게 란타나, 바륨 산화물 및/또는 지르코니아이다. 본 발명의 특히 바람직한 실시예에 따르면, 금속 산화물 지지 물질은 바람직하게 희토류, 알칼리 토류 또는 내화 금속 산화물, 더 바람직하게는 란타나, 바륨 산화물 및/또는 지르코니아로 도핑되는 감마-알루미나이다. 상기 지지 물질에 더하여, 본 발명에 따른 TWC 촉매는 바람직하게 산소 저장 성분(OSC)을 포함하고, 상기 OSC는 바람직하게 세리아, 프라세오디미아 및 그것들의 혼합물 및 다른 금속 산화물과 그 물질들의 혼합물로 구성된 그룹, 더 바람직하게는 세리아-지르코니아-, 세리아-지르코니아-란타나-, 세리아-지르코니아-네오디미아-, 세리아-지르코니아-프라세오디미아, 세리아-지르코니아-이트리아-, 세리아-지르코니아-란타나-네오디미아-, 세리아-지르코니아-란타나-프라세오디미아- 또는 세리아-지르코니아-란타나-이트리아-혼합물로 구성된 그룹으로부터 선택된다.

[0042] 촉매 합성물은 캐리어 상에서 쉽게 위시코팅된다. 특정한 위시코트의 제 1 층에 대해, 감마 알루미나와 같은 높은 표면적 금속 산화물의 미세하게 분할된 입자들은 적절한 차량에서 예를 들어, 물에 의해 슬러리로 형성된다. 백금족 금속(예를 들어, 팔라듐, 로듐, 백금 및/또는 그것들의 조합)과 같은 성분을 포함하기 위해서, 스테빌라이저들 및/또는 프로모터들, 이러한 성분들은 수용성의 혼합물 또는 수화 화합물들 또는 복합체로서 슬러리 내에 포함될 수 있다. 일반적으로, PGM 성분들, 예를 들어, Pd 및/또는 Rh가 위시코트 내에 포함될 때, 논의 중인 성분은 금속 산화물 지지부, 예를 들어, 감마 알루미나와 같은 활성화된 알루미나 상의 성분의 분산을 성취하기 위해 화합물 또는 복합체의 형태로 이용된다. TWC 위시코트에 대해, 용어 "성분"은 하소 또는 사용 시에, 촉매 활성 형태, 보통 금속 또는 금속 산화물로 분해하거나 또는 전환하는 어떤 화합물, 복합체 등을 의미한다. 이것은 따라서 본 발명에 따라 서로 조합하거나 또는 홀로 사용되는 모든 백금족 원소들에 적용된다. 수용성 화합물 또는 수화 화합물 또는 금속 성분의 복합체는 내화 금속 산화물 지지 입자들 상의 금속 성분을 침지하거나 또는 증착하도록 사용된 액체 매체가 촉매 합성물에 있을 수 있고 가열 및/또는 진공 적용시에 휘발 또는 분해에 의해 금속 성분으로부터 제거될 수 있는 금속 또는 금속 화합물 또는 금속 복합체 또는 다른 성분들과 불리하게 반응하지 않는 한 사용될 수 있다. 일부 경우들에서, 액체의 제거의 완료는 촉매가 작동 동안 고온에 있고 사용을 위해 놓일 때까지 발생하지 않을 수 있다. 일반적으로, 경제적 및 환경적 양태의 관점에서 볼 때, 수용성 화합물의 수용액 또는 귀금속의 복합체가 사용된다. 예를 들어, 적합한 화합물은 팔라듐 니트레이트 또는 로듐 니트레이트이다.

[0043] 일반적으로, 임의의 가능한 방법은 본 발명에 따른 처리 시스템의 생산을 위해 이용될 수 있다(GPF: US2009129995, EP1789191, W02006021336 참조). 이 공지된 기술들을 사용하여, 촉매 슬러리는 기관의 벽을 침투할 수 있다. 여기서 사용된 바와 같이, 용어 "침투하다"는 기관 상의 촉매 슬러리의 분산을 설명하도록 사용될 때, 촉매 합성물이 기관의 벽을 걸쳐 분산되는 것을 의미한다.

[0044] 코팅된 기관은 일반적으로 약 100°C에서 건조되고 고온(예를 들어, 300 내지 450°C 및 최대 550°C)에서 하소된다. 하소 후에, 촉매 하중이 기관의 코팅되고 코팅되지 않은 중량의 계산을 통해 결정될 수 있다. 기술 분야의 숙련자들에게 명백하나 바와 같이, 촉매 하중은 코팅 슬러리의 고체 함량을 변경하여 수정될 수 있다. 대안적으로, 코팅 슬러리 내의 기관의 반복된 침지가 실시되고, 상술된 바와 같이 초과 슬러리의 제거가 후속된다.

[0045] 본 발명의 촉매 합성물은 단일 층 또는 복수 층들 또는 구역들에 형성될 수 있다. 일부 예들에서, 촉매 물질의 하나의 슬러리를 준비하고 캐리어 상에 복수의 층들을 형성하기 위해 이 슬러리를 사용하는 것이 적합할 수 있다. 합성물은 종래 기술에서 잘 공지된 공정들에 의해 용이하게 준비될 수 있다. 대표적인 공정은 아래에 나와 있다. 여기에 사용된 바와 같이, 용어 "위시코트"는 처리되는 가스 스트림의 관을 허용하도록 충분히 다공성인, 벌집 형태의 캐리어 부재와 같은, 기관 캐리어 물질에 적용되는 다른 물질 또는 촉매의 얇고, 부착성 코팅의 기술에서 보통의 의미를 갖는다.

[0046] 더 많은 촉매 또는 기능이 SCR 기능 및/또는 OSC 기능 및/또는 NSC 기능 등과 같은 시스템과 연관될 수 있다는 것이 명확히 언급된다(US20110158871; US20090193796).

[0047] 배기 후처리 시스템으로의 촉매화된 가솔린 미립자 필터들(GPF)의 구현은 직접 주사 가솔린 엔진들의 입자 배출을 감소시키는데 비용 효과적이고 지속 가능한 해결책일 수 있다. 가장 해로운 일은 동시에 규제된 오염물에

높은 전환 효율성을 제공하면서 GDI 엔진들의 CO<sub>2</sub> 이점을 줄이지 않도록 수용할 수 있는 압력 강하에서 충분한 입자 수 감소를 제공하는 것이다. 전용 3 방식 기능 위시코트를 세라믹 월플로우 필터 및 상류 TWC 상에 적용하여, 모든 상술된 필요 조건들은 적어도 곧 있을 유럽 연합 6 제정법을 실행하기에 충족될 수 있다.

[0048] 입자 여과 효율성뿐만 아니라 탄화수소, 일산화탄소 및 질소 산화물에 대한 촉매화된 GPF의 전환 효율성에 대한 촉매 코팅의 유익한 영향이 입증될 수 있다. 촉매화된 GPF에 의한 2개의 컨버터 배기 시스템의 언더플로어 위치에서의 삼원 촉매의 대체가 모든 규제된 오염물에 대한 전환 효율성에 대한 어떠한 영향 없이 실현될 수 있다. 현대의 GDI 용례 상의 추가 가솔린 미립자 필터들 및 종래의 삼원 촉매를 포함하는 배기 시스템에 의해 얻은 데이터는 새롭게 얻은 여과 수행에 따라 모든 규제된 오염물에 대한 배출 감소 성능이 향상될 수 있다는 것을 설명한다. 특히, 테일파이프(tailpipe) NO<sub>x</sub> 배출물은 추가의 촉매화된 GPF에 의해 상당히 감소될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0049] 도 1은 기기 장치 위치들의 실험적 설치 및 도면.
- 도 2는 NEDC 입자 수 배출물 및 여과 효율성을 도시한 도면.
- 도 3은 1.4L의 GDI NEDC 고체 입자 수 배출물 프로파일을 나타낸 도면.
- 도 4는 1.4L의 GDI NEDC 배기 비처리 배출물을 나타낸 도면.
- 도 5는 NEDC 상에 대한 시스템들 및 참조 사이의 1.4L의 GDI 백(bag) 배출을 나타낸 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0050] 실험 설치
- [0051] 배출물 분석기들(AVL/Pierburg AMA4000)은 가스 배출물 CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 및 O<sub>2</sub>를 측정하도록 사용되었다. 배기 가스 센서들은 도면 부호 (2) 앞에 (4) TWC 뒤에 그리고 GPF(6) 뒤에 위치된다. 열 연결 및 압력 센서는 온도 및 배압 측정을 위해 유사한 위치에 위치되었다. 추가의 람다 센서들은 공기-연료 비를 측정하기 위해 사용되었다. Horiba MEXA1000은 PMP에 따른 미립자 수를 측정하도록 사용되었다. 미립자 수(PN)가 GPF 후에 희석되지 않고 측정되었기 때문에 MEXA1000으로부터의 추가의 희석 단계가 사용되었다. 기구는 시간 분해 입자 수 데이터를 제공할 수 있었다.
- [0052] 4개의 시스템들이 설치되었고(도 1 참조) 1.4L DI 엔진 상에서 평가되었다. 참조 시스템은 길이(3)에서 152mm만 큼 101.6mm 직경의 기관을 사용하였다. 셀 밀도는 600 cpsi이다. 예들 1 및 2는 언더플로어 위치에서 각각 비 촉매화된(5) 그리고 촉매화된(8) GPF 장치를 갖고 약간 다른 PGM 하중(3 및 9)을 가진 동일한 참조 TWC 촉매 기술을 사용하였다. 예 3은 촉매화된 GPF(8)를 가진 PGM 구역 TWC 촉매(9)를 사용하였다. 모든 GPF 기관들은 65%의 다공성 및 약 20 μm의 큰 평균 구멍 크기를 가진 근청석 물질로 구성된다. 기관 치수는 직경 118.4 mm × 길이 152mm이다. 셀 밀도 및 벽 두께는 300 cpsi 이고 12mil이다. 필터 기관은 GPF들에서의 사용을 위해 특히 최적화된 3개의 기능적 합성물을 가진 위시코트 슬러리로 코팅되었다. 근접 연결 TWC 및 언더바디 GPF의 귀금속 하중은 표 2에서 알 수 있다. 연구에서 평가되었던 촉매화된 GPF를 가진 모든 시스템들은 참조 시스템보다 더 낮은 귀금속 비용이 든다. 모든 시스템들은 근접 연결 TWC 촉매 내에서 1030℃의 베드 온도로 연료 컷 열화 절차 후에 동시에 열화되었다.
- [0053] 표 2 - 도 1에 도시된 시스템의 귀금속 하중 및 비용
- [0054] //cost : 비용
- [0055] 참조
- [0056] example: 예
- [0057] Pd zoning: Pd 구역
- [0058] inlet: 입구
- [0059] outlet: 출구
- [0060] /////

- [0061] 1.4L GDI 차량의 시험 결과들
- [0062] 촉매화된 GPF들의 적용 연구에 대해 GDI 차량은 다음의 것을 선택했다: 터보 충전기를 가진 2005 MY 1.4L 직접 주사 엔진. 엔진은 유럽 연합 4 배출물에 대해 캘리브레이트(calibrate)되고 1.25l 근접 연결 촉매 생산을 위해 사용된다. 이 엔진은 GPF 후의 희석되지 않은 배기 가스에 사용되었던 미립자 카운터(Horiba MEXA 1000) 및 가스 배출물 성분에 대한 3개의 온라인 분석기 라인들(TWC 후 및 GPF 후의 원 가스), 백 분석에 대한 CVS 시스템을 갖춘 높은 동력학 엔진 벤치 상에 설치되었다. PMP에 따라 측정하도록 추가의 희석 단계를 또한 사용한다. 높은 동력학 엔진 벤치로부터 보이는 모든 결과들은 적어도 5개의 테스트들의 평균 값들이다.
- [0063] 입자 배출 테스트 결과들
- [0064] 도 1에 설명된 4개의 배기 시스템들의 유럽 구동 사이클(European Driving Cycle)에서 측정된 입자 수 배출물 이 도 2에 나타나 있다. TWC 참조 시스템의 미립자 수 배출물 프로파일은 차량의 원 배출물과 동일하다. 유동-스루(flow-through) 기관 상에 삼원 촉매로부터의 측정할 수 있는 입자 수 감소가 없다. 가솔린 미립자 필터들을 구비한 예들 1 내지 3은 급격하게 배출된 입자들의 양을 감소시킨다. 도 2는 입자 배출 및 여과 효율성을 요약한다. 모든 시스템들에 대한 NEDC에 걸친 미립자 배출 프로파일이 도 3에 도시되어 있다. 각각의 후처리 시스템의 여과 효율이 엔진 아웃에서의 측정치에 비례하게 추정되었다. 각각의 값은 NEDC 테스트들로부터의 평균을 나타낸다. 선택된 근청석 유형 필터에 의해 예 1의 여과 효율은  $1.7 \times 10^{11}$  #/km의 배출물을 초래하는 88%이다. 워시코트를 필터에 적용하여, 여과 효율은 99%로 증가했고 예 2 및 예 3에 대한 99%는 각각  $1.4 \times 10^{10}$  #/km 및  $1.2 \times 10^{10}$  #/km을 초래한다. 시스템들 둘 다는 안전하게 제안된 한계를 충족시킨다.
- [0065] CO, HC 및 NO<sub>x</sub>의 전환 효율
- [0066] 유럽 구동 사이클에서 측정된 모든 규제된 오염물에 대해 얻은 원 배출물 이 도 4에 도시되어 있다. 0초 및 1200초 사이의 모든 모드 배출 데이터는 AVL/Pierburg AMA4000 가스 분석기들을 사용하여 엔진-아웃 위치에서 수집되었다. CO 및 HC 배출물의 누적 질량이 사이클에 걸쳐 거의 선형으로 증가하는 동안, 고속으로 최종 가속 단계 동안 NO<sub>x</sub> 배출물 질량이 상당히 증가한다.
- [0067] 조사된 후처리 시스템들로부터의 CO, HC 및 NO<sub>x</sub> 백 배출물(bag emission)이 도 5에 요약되어 있다. 모든 값들은 적어도 5개의 테스트 결과들로부터 평균화된다. 필터를 포함하는 언더플로어 캐닝(canning)의 추가 때문에 이 적용은 단일 컨버터 설치와 비교하여 다소 략다 제어 및 연소 거동을 변화시킨다. 이에 의해, HC 테일파이프 배출물(및 또한 ECE 내의 CO 및 NO<sub>x</sub>)은 이 시스템들이 동일한 HC 전환 효율을 나타낼지라도 동일한 근접 연결 TWC를 가진 참조 및 예 1과 다르다. 대조적으로, HC 전환의 명백한 이점은 예 3에서 구역 TWC를 사용하여 관찰될 수 있다. PGM 구역 근접 연결 TWC를 유사한 PGM 비용으로 사용하여 CO 테일파이프 배출물이 다른 시스템들과 비교할 때 CO 배출물의 약 12% 감소를 초래하도록 상당히 감소될 수 있다.
- [0068] 촉매화된 GPF들, 예들 2 및 3의 주목할만한 이점은 NO<sub>x</sub> 배출에서의 관찰된 개선이다. 유럽 구동 사이클의 EUDC 부분 동안 차이가 분명하다. NO<sub>x</sub> 브레이크-스루(break-through)가 참조 및 예 1에 대한 고속 단계에서의 가속 동안 관찰될 수 있는 동안, 촉매화된 GPF들은 이 효과를 상당히 작게 할 수 있다. 도 5는 시스템 내의 촉매화된 GPF를 사용하여 전체 NO<sub>x</sub> 테일파이프 배출물이 참조 시스템보다 낮은 10mg/km이라는 것을 나타낸다.

**부호의 설명**

- [0069] 1: 가솔린 엔진
- 2: 배출물 분석기
- 3: 참조 TWC
- 4: 배출물 분석기
- 5: 비촉매화된 GPF
- 6: 배출물 분석기
- 7: TWC

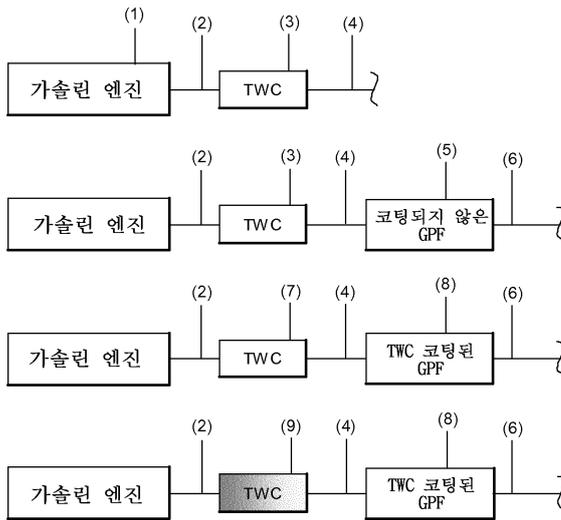
8: 촉매화된 GPF

9: 구역 TWC

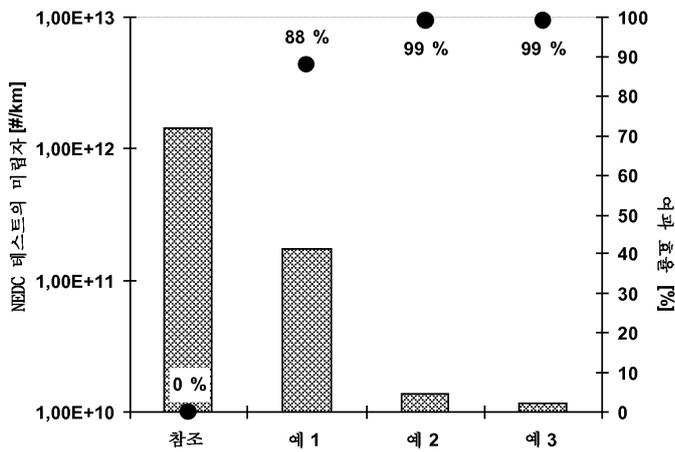
도면

도면1

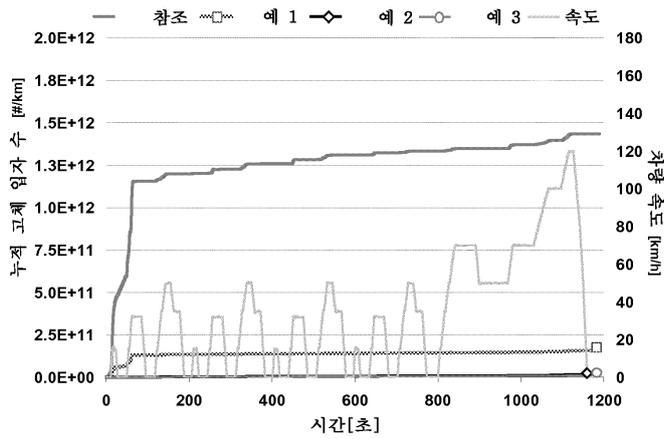
(참조, 예 1, 예 2, 예 3)



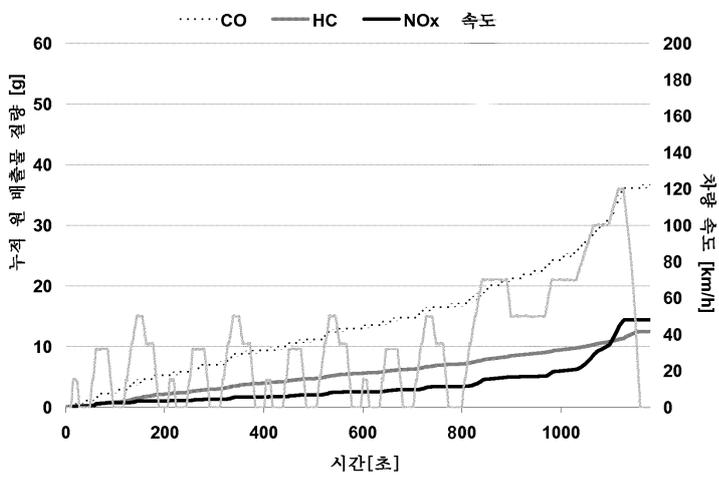
도면2



도면3



도면4



도면5

