



등록특허 10-2686792



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년07월22일  
(11) 등록번호 10-2686792  
(24) 등록일자 2024년07월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B01D 53/94 (2006.01) B01J 29/072 (2006.01)*  
*B01J 29/76 (2006.01) B01J 35/00 (2024.01)*  
*B01J 35/56 (2024.01) B01J 37/02 (2006.01)*
- (52) CPC특허분류  
*B01D 53/9418 (2013.01)*  
*B01D 53/9431 (2013.01)*
- (21) 출원번호 10-2017-7025908
- (22) 출원일자(국제) 2016년03월18일  
심사청구일자 2021년03월18일
- (85) 번역문제출일자 2017년09월14일
- (65) 공개번호 10-2017-0129134
- (43) 공개일자 2017년11월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/023103
- (87) 국제공개번호 WO 2016/149606  
국제공개일자 2016년09월22일
- (30) 우선권주장  
62/135,657 2015년03월19일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문현  
KR1020140010184 A\*  
WO2014062944 A1\*
- \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자  
바스프 코포레이션  
미국 뉴저지주 07932 플로르햄 파크 파크 애비뉴  
100
- (72) 발명자  
탕, 웨이용  
미국 08816 뉴저지주 이스트 브런즈윅 브릴랜드  
코트 9  
쿠마르, 사나스 브이.  
미국 08844 뉴저지주 힐스버러 토벳 로드 26  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
양영준, 이귀동

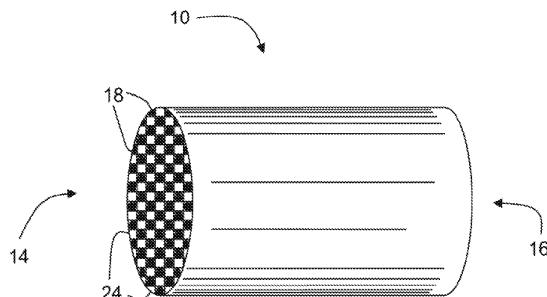
전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 곽지현

(54) 발명의 명칭 SCR 촉매로 촉매화된 필터, 시스템 및 방법

**(57) 요약**

희박 연소 엔진 배기를 처리하기 위한 촉매 제품, 방법 및 시스템이 제공된다. 촉매 제품은 미립자 필터 상에 선택적 촉매성 환원 촉매를 포함한다. 미립자 필터 상의 SCR 촉매는 미립자 필터에 의해 포획된 그을음의  $\text{NO}_2$ 와의 반응에 의한 수동 산화를 용이하게끔 하기 위해 미전환된  $\text{NO}_2$ 를 이용가능하도록 하여, 제한된  $\text{NO}_x$ 의 전환 제공한다. 시스템 및 방법은 그러한 촉매성 제품을 이용하고, 예를 들어 기질을 통과하는 유동 상에서 하류의 선택적 촉매성 환원 촉매를 더 포함한다.

**대 표 도 - 도1**

(52) CPC특허분류

*B01D 53/944* (2013.01)

*B01J 29/072* (2013.01)

*B01J 29/76* (2013.01)

*B01J 29/763* (2013.01)

*B01J 35/19* (2024.01)

*B01J 35/56* (2024.01)

*B01J 37/0246* (2013.01)

*B01D 2255/50* (2013.01)

*B01D 2258/012* (2013.01)

(72) 발명자

할스트롬, 케빈 에이.

미국 08809 뉴저지주 클린턴 하베르 팜 로드 22

영렌, 데이비드 엠.

미국 07480-2940 뉴저지주 웨스트 밀포드 윈딩 웨

이 17

보스, 케네스 이.

미국 08876 뉴저지주 서머빌 콜로니알 로드 3

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

NO를 산화시켜 NO<sub>2</sub>를 형성하는 촉매;

미립자 필터에 의해 포획된 그을음의 NO<sub>2</sub>와의 반응에 의한 수동 산화를 용이하게끔 하기 위해 미전환된 NO<sub>2</sub>를 이용가능하도록 하여, NO<sub>x</sub>의 전환을 제한하도록 설계된 특징을 가지는, 미립자 필터 상에 배치된 제1 암모니아 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매; 및

NO<sub>x</sub>의 SCR을 촉진시키도록 설계된 기질을 통과하는 유동에 배치된, 제1 암모니아 SCR 촉매로부터의 하류에 있는 제2 암모니아 SCR 촉매

를 포함하며,

여기서 제1 암모니아 SCR 촉매는, 미립자 필터의 축 방향 길이의 50 %인 후방 구역에, 0.2 g/in<sup>3</sup>의 로딩으로 로딩되고, 미립자 필터의 축 방향 길이의 50 %인 주입구 구역은 촉매를 함유하지 않고;

상기 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 5 내지 75 %의 범위이며;

제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 1 g/in<sup>3</sup> 내지 6 g/in<sup>3</sup>의 범위이며;

제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 2:1 내지 50:1의 범위이고,

상기 제1 및 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로, 8 개의 사면체 원자의 최대 고리 크기를 갖는 작은 공극 분자체 및 암모니아 SCR 촉매의 0.05 내지 20 중량%의 범위로 존재하는 Cu, Fe, Co, Ce 및 Ni로 이루어진 군으로부터 선택되는 촉진제 금속을 포함하는,

회박 연소 엔진의 배기 가스로부터 NO<sub>x</sub> 및 미립자를 제거하기 위한 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 암모니아 SCR 촉매는 NO<sub>2</sub>에 의한 미립자 연소의 반응 속도와 엔진을 빠져나가는 NO<sub>x</sub> 및 미립자 물질에 기초한 SCR 반응 속도의 균형을 맞추게 하도록 설계되고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 목표된 전체 시스템 NO<sub>x</sub> 전환을 총족시키기 위해 추가적인 NO<sub>x</sub> 전환을 제공하도록 설계되는 것인 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매로부터의 상류에 환원제 주입기를 더 포함하는 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 ACO, AEI, AEN, AFN, AFT, AFX, ANA, APC, APD, ATT, CDO, CHA, DDR, DFT, EAB, EDI, EPI, ERI, GIS, GOO, IHW, ITE, ITW, LEV, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAY, SIV, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG 및 ZON으로 이루어지는 군에서 선택되는 분자체를 포함하는 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 암모니아 SCR 촉매 특징은 SCR 촉매 유형, SCR 촉매 유형의 조합, SCR 촉매 로딩, SCR 촉매 농도, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 축 방향 위치, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 국부적인 로딩, 필터 상의 SCR 촉매 코팅의 길이, SCR 촉매 촉진제 금속 선택, SCR 촉매 촉진제 금속 함량, SCR 촉매 워시코트 공극률, SCR 촉매 워시코트 공극 분포, SCR 촉매 입자 크기 및 SCR 촉매 결정 크기 중 하나 이상으로부터 선택되는

것인 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 6

NO를 산화시켜 NO<sub>2</sub>를 형성하는 촉매와 배기 가스를 접촉시켜 증가된 양의 NO<sub>2</sub>를 함유하는 배기 가스 스트림을 제공하는 단계;

미립자 필터에 의해 포획된 그을음의 NO<sub>2</sub>와의 반응에 의한 수동 산화를 용이하게끔 하기 위해 미전환된 NO<sub>2</sub>를 이용 가능하도록 하여, NO<sub>x</sub>의 전환을 제한하도록 설계된, 미립자 필터 상에 배치된 제1 암모니아 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매와 증가된 양의 NO<sub>2</sub>를 갖는 배기 가스를 접촉시키는 단계; 및

미립자 필터로부터 빠져나가는 배기 가스를 미립자 필터로부터의 하류에 있는 기질을 통과하는 유동에서의 제2 암모니아 SCR 촉매와 접촉시키는 단계

를 포함하며,

여기서 제1 암모니아 SCR 촉매는, 미립자 필터의 축 방향 길이의 50 %인 후방 구역에, 0.2 g/in<sup>3</sup>의 로딩으로 로딩되고, 미립자 필터의 축 방향 길이의 50 %인 주입구 구역은 촉매를 함유하지 않고;

상기 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 5 내지 75 %의 범위이며;

제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 1 g/in<sup>3</sup> 내지 6 g/in<sup>3</sup>의 범위이며;

제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 2:1 내지 50:1의 범위이고,

상기 제1 및 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로, 8 개의 사면체 원자의 최대 고리 크기를 갖는 작은 공극 분자체 및 암모니아 SCR 촉매의 0.05 내지 20 중량%의 범위로 존재하는 Cu, Fe, Co, Ce 및 Ni로 이루어진 군으로부터 선택되는 촉진제 금속을 포함하는,

NO<sub>x</sub> 및 미립자 물질을 함유하는 희박 연소 엔진 배기 가스의 처리 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제1 암모니아 SCR 촉매는 NO<sub>2</sub>에 의한 미립자 연소의 반응 속도와 엔진을 빠져나가는 NO<sub>x</sub> 및 미립자 물질에 기초한 SCR 반응 속도의 균형을 맞추게 하도록 설계되고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 목표된 전체 시스템 NO<sub>x</sub> 전환을 총족시키기 위해 추가적인 NO<sub>x</sub> 전환을 제공하도록 설계되는 것인 NO<sub>x</sub> 및 미립자 물질을 함유하는 희박 연소 엔진 배기 가스의 처리 방법.

#### 청구항 8

제6항에 있어서, 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대한 NO<sub>x</sub> 전환보다 큰 것인 NO<sub>x</sub> 및 미립자 물질을 함유하는 희박 연소 엔진 배기 가스의 처리 방법.

#### 청구항 9

제6항에 있어서, 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대한 NO<sub>x</sub> 전환보다 작은 것인 NO<sub>x</sub> 및 미립자 물질을 함유하는 희박 연소 엔진 배기 가스의 처리 방법.

#### 청구항 10

NO를 산화시켜 NO<sub>2</sub>를 형성하는 촉매;

미립자 필터에 의해 포획된 그을음의 NO<sub>2</sub>와의 반응에 의한 수동 산화를 용이하게끔 하기 위해 미전환된 NO<sub>2</sub>를 이용 가능하도록 하여, NO<sub>x</sub>의 전환을 제한하도록 설계된 특징을 가지는, 미립자 필터 상에 배치된 제1 암모니아 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매; 및

$\text{NO}_x$ 의 SCR을 촉진시키도록 설계된 기질을 통과하는 유동에 배치된, 제1 암모니아 SCR 촉매로부터의 하류에 있는 제2 암모니아 SCR 촉매

를 포함하며,

여기서 제1 암모니아 SCR 촉매는, 미립자 필터의 축 방향 길이의 50 %인 후방 구역에,  $0.2 \text{ g/in}^3$ 의 로딩으로 로딩되고, 미립자 필터의 축 방향 길이의 50 %인 주입구 구역은 촉매를 함유하지 않고;

상기 미립자 필터 상의  $\text{NO}_x$  전환은 5 내지 75 %의 범위이며;

제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은  $1 \text{ g/in}^3$  내지  $6 \text{ g/in}^3$ 의 범위이며;

제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 2:1 내지 50:1의 범위이고,

상기 제1 및 제2 암모니아 SCR 촉매는 혼합 산화물로 촉진된 분자체로부터 각각 독립적으로 선택되는 것이고, 상기 혼합 산화물은 Fe/티타니아, Fe/알루미나, Mg/티타니아, Cu/Zr, 바나디아/티타니아, 텅스텐으로 안정화된 바나디아/티타니아 및 이들의 혼합물로부터 선택되는 것인,

회박 연소 엔진의 배기 가스로부터  $\text{NO}_x$  및 미립자를 제거하기 위한 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매로부터의 상류에 환원제 주입기를 더 포함하는 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 12

제10항에 있어서, 상기 분자체는 알루미노실리케이트 제올라이트, 보로실리케이트, 갈로실리케이트, SAPO, AlPO, MeAPSO 및 MeAPO로부터 선택되는 것인 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 13

제10항 또는 제11항에 있어서, 상기 제1 및 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 8 개의 사면체 원자의 최대 고리 크기를 갖는 작은 공극 분자체를 포함하는 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제1 및 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 ACO, AEI, AEN, AFN, AFT, AFX, ANA, APC, APD, ATT, CDO, CHA, DDR, DFT, EAB, EDI, EPI, ERI, GIS, GOO, IHW, ITE, ITW, LEV, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAY, SIV, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG 및 ZON으로 이루어지는 군에서 선택되는 분자체를 포함하는 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 15

제13항에 있어서, 상기 제1 및 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 암모니아 SCR 촉매의 0.05 내지 20 중량%의 범위로 존재하는 Cu, Fe, Co, Ce 및 Ni로 이루어진 군으로부터 선택되는 촉진제 금속을 더 포함하는 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 16

제13항에 있어서, 상기 제1 및 제2 암모니아 SCR 촉매는 혼합 금속 산화물, 세리아, 지르코니아, 산화 텅스텐, 산화 티타늄 및 이들의 조합으로부터 선택되는 첨가제를 포함하는 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 17

제10항에 있어서, 상기 제1 암모니아 SCR 촉매 특징은 SCR 촉매 유형, SCR 촉매 유형의 조합, SCR 촉매 로딩, SCR 촉매 농도, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 축 방향 위치, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 국부적인 로딩, 필터 상의 SCR 촉매 코팅의 길이, SCR 촉매 촉진제 금속 선택, SCR 촉매 촉진제 금속 함량, SCR 촉매 워시코트 공극률, SCR 촉매 워시코트 공극 분포, SCR 촉매 입자 크기 및 SCR 촉매 결정 크기 중 하나 이상으로부터 선택되는

것인 차량 배출물 시스템.

#### 청구항 18

NO를 산화시켜 NO<sub>2</sub>를 형성하는 촉매와 배기 가스를 접촉시켜 증가된 양의 NO<sub>2</sub>를 함유하는 배기 가스 스트림을 제공하는 단계;

미립자 필터에 의해 포획된 그을음의 NO<sub>2</sub>와의 반응에 의한 수동 산화를 용이하게끔 하기 위해 미전환된 NO<sub>2</sub>를 이용 가능하도록 하여, NO<sub>x</sub>의 전환을 제한하도록 설계된, 미립자 필터 상에 배치된 제1 암모니아 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매와 증가된 양의 NO<sub>2</sub>를 갖는 배기 가스를 접촉시키는 단계; 및

미립자 필터로부터 빠져나가는 배기 가스를 미립자 필터로부터의 하류에 있는 기질을 통과하는 유동에서의 제2 암모니아 SCR 촉매와 접촉시키는 단계

를 포함하며,

여기서 제1 암모니아 SCR 촉매는, 미립자 필터의 축 방향 길이의 50 %인 후방 구역에, 0.2 g/in<sup>3</sup>의 로딩으로 로딩되고, 미립자 필터의 축 방향 길이의 50 %인 주입구 구역은 촉매를 함유하지 않고;

상기 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 5 내지 75 %의 범위이며;

제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 1 g/in<sup>3</sup> 내지 6 g/in<sup>3</sup>의 범위이며;

제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 2:1 내지 50:1의 범위이고,

상기 제1 및 제2 암모니아 SCR 촉매는 혼합 산화물로 촉진된 분자체로부터 각각 독립적으로 선택되는 것이고, 상기 혼합 산화물은 Fe/티타니아, Fe/알루미나, Mg/티타니아, Cu/티타니아, Ce/Zr, 바나디아/티타니아, 텉스텐으로 안정화된 바나디아/티타니아 및 이들의 혼합물로부터 선택되는 것인,

NO<sub>x</sub> 및 미립자 물질을 함유하는 희박 연소 엔진 배기 가스의 처리 방법.

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

#### 청구항 21

삭제

#### 청구항 22

삭제

#### 청구항 23

삭제

#### 청구항 24

삭제

#### 청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

청구항 79

삭제

청구항 80

삭제

청구항 81

삭제

청구항 82

삭제

청구항 83

삭제

청구항 84

삭제

청구항 85

삭제

청구항 86

삭제

청구항 87

삭제

청구항 88

삭제

청구항 89

삭제

청구항 90

삭제

청구항 91

삭제

청구항 92

삭제

청구항 93

삭제

청구항 94

삭제

청구항 95

삭제

청구항 96

삭제

청구항 97

삭제

청구항 98

삭제

청구항 99

삭제

청구항 100

삭제

청구항 101

삭제

청구항 102

삭제

청구항 103

삭제

청구항 104

삭제

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 촉매 제품, 배출물 처리 시스템 및 배기 가스의 처리 방법에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 엔진 배기, 특히 디젤 엔진 배기는 일산화탄소("CO"), 미연소 탄화수소("HC") 및 질소 산화물 ("NO<sub>x</sub>")과 같은 가스상 배출물 뿐만 아니라 일반적으로 미립자 또는 미립자 물질(PM)로 지칭되는 응축상 물질(액체 및 고체)을 함유하는 이종(heterogeneous) 혼합물이다. 이 모든 종(CO, HC, NO<sub>x</sub> 및 PM)은 배기 배출물의 규제되는 종이다.

[0003] 종종, 촉매 조성물 및 조성물이 배치된 기질은 디젤 엔진 배기 시스템에 제공되어 이들 배기 성분 중 일부 또는 전부를 무해한 성분으로 전환시킨다. 예를 들어, 디젤 배기 시스템은 하나 이상의 디젤 산화 촉매, 그을음 필터 및 NO<sub>x</sub> 환원용 촉매를 포함할 수 있다.

[0004] 백금족 금속, 비천 금속(base material) 및 이들의 조합을 함유하는 산화 촉매는 HC 및 CO 가스상 오염물 및 PM의 일부 비율이 이들 오염물의 산화를 통해, 이산화탄소 및 물로 전환되는 것을 촉진시킴으로써 디젤 엔진 배기의 처리를 용이하게 하는 것으로 공지되어 있다. 이러한 촉매는 디젤 산화 촉매(DOC)라고 불리는 단위에 일반적으로 포함되어 있으며, 이것은 디젤 엔진의 배기 스트림에 배치되어 대기로 배출하기 전에 배기를 처리한다.

[0005] 가스상의 HC, CO 및 PM의 전환 외에도, 백금족 금속(일반적으로 내화성(refractory) 산화물 지지체에 담지되어 있음)을 함유한 산화 촉매는 일산화질소(NO)의 NO<sub>2</sub>로의 산화를 촉진시킨다.

[0006] 디젤 배기의 총 미립자 물질(TPM) 배출물은 세 가지 주요 성분으로 구성된다. 하나의 성분은 건조하고 고체인 탄소질 분획 또는 그을음 분획이다. 이 건조 탄소질 물질은 일반적으로 디젤 배기와 관련된 가시적인 그을음 배출물에 기여한다.

[0007] TPM의 제2 성분은 가용성 유기 분획 ("SOF")이다. 가용성 유기 분획은 때때로 휘발성 유기 분획 ("VOF")으로 언급되며, 이 용어는 본원에서 사용될 것이다. VOF는 디젤 배기의 온도에 따라 증기로 또는 에어로졸(액체 응축물의 미세한 액적)로 디젤 배기에 존재할 수 있다. 일반적으로 미국 중량 의무 연방 시험 절차 (US Heavy Duty Transient Federal Test Procedure)와 같은 표준 측정 시험에서 규정한 대로 표준 미립자 수집 온도인 52 °C에서 희석된 배기 가스에서 응축액으로 존재한다. 이 액체는 두 가지 공급원: (1) 피스톤이 위 아래로 움직일 때마다 엔진의 실린더 벽으로부터 스윕되는 윤활유; 및 (2) 미연소 또는 부분 연소된 디젤 연료로부터 발생한다.

[0008] 미립자 물질의 제3 성분은 소위 황산염 분획이다. 황산염 분획은 디젤 연료 및 윤활유에 존재하는 소량의 황성분으로부터 형성된다. 연소하는 동안 디젤 연료와 오일의 황 성분은 가스상의 SO<sub>2</sub>와 SO<sub>3</sub>를 형성한다. 배기가 냉각됨에 따라 SO<sub>3</sub>는 물과 재빠르게 결합하여 황산, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 형성한다. 황산은 에어로졸을 형성하여 탄소 미립자와 응축상으로 수집되거나 다른 미립자 성분에 흡착되어 TPM의 질량에 추가된다.

[0009] 뛰어난 미립자 물질 감소를 위해 사용되는 한가지 핵심 후 처리 기술은 디젤 미립자 필터(DPF)이다. 별집(honeycomb) 벽 유동 필터, 권취 또는 패킹된 섬유 필터, 개방 셀 밤포체, 소결된 금속 필터 등과 같은 디젤 배기로부터 미립자 물질을 제거하는데 효과적인 공지된 필터 구조가 많이 있다. 그러나, 후술하는 세라믹 벽 유동 필터는, 가장 주목을 받는다. 이 필터는 디젤 배기로부터 고체 탄소질 미립자 물질의 90 % 초파를 제거할 수 있다. 필터는 배기로부터 입자를 제거하기 위한 물리적 구조이며 축적되는 입자는 엔진에서 필터로부터의 배암을 증가시킨다. 따라서, 축적되는 입자는 허용 가능한 배암을 유지하기 위해 필터로부터 연속적으로 또는 주기적으로 연소되어야 한다. 불행하게도, 탄소 그을음 입자는 연소되기 위하여 산소가 풍부한 (회박한) 배기 조건 하에서 500 °C를 초과하는 온도를 필요로 한다. 이 온도는 디젤 배기에 일반적으로 존재하는 것보다 높다.

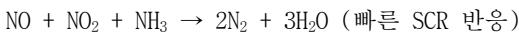
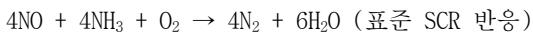
[0010] 필터의 능동 재생을 제공하기 위해, 일반적으로 공급물이 도입되어 배기 온도를 증가시킨다. 촉매의 존재는 필터 내의 CO, HC 및 NO 산화 및 그을음 연소 속도의 증가를 제공한다. 이러한 방식으로, 촉매화된 그을음 필터(CSF) 또는 촉매화된 디젤 미립자 필터(CDPF)는 축적되는 그을음의 능동적인 연소와 함께 90 % 초파의 미립자 물질 감소를 제공하는데 효과적이다.

[0011] 입자 제거를 위한 또 다른 메카니즘은 산화제로서 배기 스트림 내의 NO<sub>2</sub>를 사용하는 것이다. 따라서, 미립자는 300 °C 이상의 온도에서 산화제로서 NO<sub>2</sub>를 사용하는 산화에 의해 제거될 수 있다. 엔진으로부터의 배기에 이미 존재하는 NO<sub>2</sub>는 상류의 DOC 산화 촉매의 사용으로 배기에서 또한 있게 되는 NO의 산화를 통해 추가적으로 보충

될 수 있다. 이 수동 재생 메커니즘은 필터의 그을음 로드를 더 감소시키고 능동 재생 사이클 수를 줄인다.

[0012] 전세계적으로 채택된 미래 배출 가스 표준은 또한 디젤 배기의 NO<sub>x</sub> 환원을 해결할 것이다. 다양한 방법들이 NO<sub>x</sub> 함유 가스 혼합물의 처리에 사용되어왔다. 한 처리 유형은 질소 산화물의 촉매성 환원을 포함한다. (1) 일산화탄소, 수소 또는 저급 탄화수소가 환원제로서 사용되는 비선택적 환원 공정 및 (2) 암모니아 또는 암모니아 전구체가 환원제로서 사용되는 선택적 환원 공정의 2 가지 방법이 있다. 선택적 환원 공정에서, 소량의 환원제로 높은 정도의 질소 산화물의 제거가 얻어질 수 있다.

[0013] 선택적 환원 공정은 SCR 공정(선택적 촉매성 환원)으로 언급된다. SCR 공정은 주로 질소와 수증기를 형성하면서, 대기 산소의 존재 하에서 암모니아를 이용한 질소 산화물의 촉매성 환원을 사용한다:



[0017] SCR 공정에 적용되는 촉매는 이상적으로는 수열 조건 하의 넓은 온도 범위, 예를 들어 200 °C 내지 600 °C 또는 그 이상의 온도의 사용 조건에서 우수한 촉매성 활성을 유지할 수 있어야 한다. 수열 조건은 예를 들어, 입자 제거에 사용되는 배기 가스 처리 시스템의 구성 요소인 그을음 필터의 재생 동안, 실제로 종종 마주치게된다.

[0018] 이동식 적용에 대한 SCR은 암모니아의 공급원으로 요소(일반적으로 수용액에 존재)를 사용한다. SCR은 배기 온도가 촉매의 활성 온도 범위 내에 있는 한 NO<sub>x</sub>의 효율적인 전환을 제공한다.

[0019] NO<sub>x</sub> 환원 목표를 달성할 수 있는 코팅된 그을음 필터는 그을음 필터에의 SCR 촉매 조성물의 충분히 로딩을 요구한다. 배기 스트림의 특정 유해 성분에 노출됨으로써 시간 경과에 따라 발생하는 조성물의 촉매성 효과의 점진적인 감소는 SCR 촉매 조성물의 보다 높은 촉매 로딩 대한 요구를 증가시킨다.

[0020] 필터 상에 SCR 촉매를 제공하는 것의 근본적인 문제 중 하나는 필터가 적어도 2 개의 기능, 필터 상에 포획된 그을음의 산화 및 선택적 촉매성 환원을 통한 NO<sub>x</sub>의 환원을 동시에 제공해야 한다는 것이다. NO<sub>x</sub>의 SCR과 그을음의 산화 모두 NO<sub>2</sub>에 의존하므로 두 반응은 이용가능한 NO<sub>2</sub>를 놓고 경쟁한다. SCR 반응이 필터에서 지배적인 경우, 그을음은 필터에 축적되어 허용할 수 없는 배압 증가를 유발하여 차량의 효율적인 작동을 제한한다. 희박 연소 엔진 배기 가스로부터 NO<sub>x</sub> 및 미립자를 효율적으로 제거할 수 있는 촉매 제품, 방법 및 시스템을 제공할 필요가 있다.

### 발명의 내용

[0021] 다양한 실시양태가 이하에 열거된다. 하기 열거된 실시양태는 하기 열거된 것뿐만 아니라 본 발명의 범위에 따라 다른 적절한 조합으로 조합될 수 있음을 이해할 것이다.

[0022] 제1 양상은, 희박 연소 엔진의 배기 가스로부터 NO<sub>x</sub> 및 미립자를 제거하기 위한 차량 배출물 시스템에 관한 것으로, 상기 시스템은 NO를 산화시켜 NO<sub>2</sub>를 형성하는 촉매; NO<sub>x</sub> 전환을 제한하고 미립자 필터에 의해 포획된 그을음의 수동 산화를 용이하게 하도록 설계된 특징을 갖는 미립자 필터 상에 배치된 제1 암모니아 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매; 및 NO<sub>x</sub>의 SCR을 촉진시키도록 설계된 기질을 통과하는 유동에 배치된 제1 암모니아 SCR 촉매 하류의 제2 암모니아 SCR 촉매를 포함한다.

[0023] 제2 양상은, 희박 연소 엔진의 배기 가스로부터 NO<sub>x</sub> 및 미립자를 제거하기 위한 차량 배출물 시스템에 관한 것으로, 상기 시스템은 NO를 산화시켜 NO<sub>2</sub>를 형성하는 촉매; 미립자 필터 상의 SCR 활성을 지연시켜 필터 상의 그을음의 수동 재생을 가능하게 하도록 설계된 특징을 갖는 미립자 필터 상에 배치된 제1 암모니아 SCR 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매; 및 NO<sub>x</sub>의 SCR을 촉진시키도록 설계된 기질을 통과하는 유동에 배치된 제1 암모니아 SCR 촉매 하류의 제2 암모니아 SCR 촉매를 포함한다.

[0024] 제3 양상은, NO<sub>x</sub> 및 미립자 물질을 함유하는 희박 연소 엔진 배기 가스를 처리하는 방법에 관한 것으로, 상기 방법은 NO를 산화시켜 NO<sub>2</sub>를 형성하는 촉매와 배기 가스를 접촉시켜 증가된 양의 NO<sub>2</sub>를 함유하는 배기 가스 스트

림을 제공하는 단계; SCR 활성을 제한하고 NO<sub>2</sub>와의 반응에 의해 미립자 필터 상의 그을음의 수동 산화를 용이하게 하도록 설계된, 미립자 필터 상에 배치된 제1 암모니아 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매와 증가된 양의 NO<sub>2</sub>를 갖는 배기 가스를 접촉시키는 단계; 및 미립자 필터로부터 빠져나가는 배기 가스를 미립자 필터로부터의 하류에 있는 기질을 통과하는 유동에서의 제2 암모니아 SCR 촉매와 접촉시키는 단계를 포함한다.

[0025] 하나 이상의 실시양태에 따라, 제1 암모니아 SCR 촉매의 SCR 촉매 특성은 하나 이상의 SCR 촉매 유형, SCR 촉매 유형의 조합, SCR 촉매 로딩, SCR 촉매 농도, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 축 방향 위치, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 국부적인 로딩, 필터 상의 SCR 촉매 코팅의 길이, SCR 촉매 촉진제 금속 선택, SCR 촉매 촉진제 금속 함량, SCR 촉매 워시코트 공극률, SCR 촉매 워시코트 공극 분포, SCR 촉매 입자 크기 및 SCR 촉매 결정 크기로부터 선택된다. 이 촉매 특징 중 하나 이상은 NO<sub>2</sub>와의 반응에 의해 미립자 필터 상의 그을음의 수동 산화가 되도록, 미립자 필터에서 목표된 NO<sub>x</sub> 환원을 제공하는 방식으로 변형된다.

### 도면의 간단한 설명

[0026] 본 발명의 실시양태의 추가 특징, 그 본성 및 다양한 이점들은 본 출원인에 의해 고려되는 최선의 모드를 또한 예시하는 첨부 도면들과 관련하여 취해진 다음의 상세한 설명을 고려할 때 더욱 명백해질 것이다. 유사한 참조문자는 전체적으로 동일한 부분을 나타낸다.

도 1은 주입구 단부 및 배출구 단부를 갖는 벽 유동 필터 기질의 한 실시양태의 외부도를 도시한다;

도 2는 벽 유동 필터 기질의 주입구 단부에서 배출구 단부까지 종 방향으로 연장되는 복수의 다공성 벽의 예시적인 실시양태의 단면도를 도시한다;

도 3은 벽 유동 필터 기질의 복수의 다공성 벽의 예시적인 실시양태의 단면의 확대도를 도시한다;

도 4는 배출물 처리 시스템, 요소 주입기 및 다른 엔진 구성요소들을 포함하는 엔진 시스템의 예시적인 실시양태를 도시한다;

도 5는 실시예 1의 시스템에 대한 NO<sub>x</sub> 전환을 나타내는 그래프이다; 그리고

도 6은 실시예 1에 대한 그을음 로딩 대 시간을 나타내는 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명의 몇몇 예시적인 실시양태를 기술하기 전에, 본 발명은 다음의 명세서에 기재된 구성 또는 처리 단계의 세부 사항에 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 본 발명은 다른 실시양태가 가능하고 다양한 방법으로 실시되거나 실행될 수 있다.

[0028] 본 명세서 전반에 걸친 "일 실시양태", "특정 실시양태", "다양한 실시양태", "하나 이상의 실시양태" 또는 "실시양태"에 대한 참조는 상기 실시양태와 관련하여 기술된 특정 특징, 구조, 물질 또는 특성이 본 발명의 적어도 하나의 실시양태에 포함될 수 있다는 것을 의미한다. 따라서, 본 명세서 전반에 걸쳐 다양한 곳에서의 "하나 이상의 실시양태에서", "특정 실시양태에서", "다양한 실시양태에서", "한 실시양태에서" 또는 "실시양태에서"와 같은 문구의 출현은 반드시 본 발명의 동일한 실시양태를 의미할 필요는 없다. 또한, 특정 특징, 구조, 물질 또는 특성은 하나 이상의 실시양태에서 임의의 적합한 방식으로 결합될 수 있다.

[0029] 본원에서 사용된 바와 같이, 기질(예: 필터)의 다공성 벽으로의 SCR 촉매 및/또는 산화 촉매의 분산을 기술하기 위해 사용되는 용어 "투과물(permeate)"은 특정 조성물이 벽 두께의 범위 내에서 중공 영역의 적어도 대부분으로 침투하고, 벽의 두께 전체에 걸쳐 내부 표면 상에 침착됨을 의미한다. 이러한 방식으로, 상기 물질은 기질(예: 필터)의 벽 전체에 분산된다.

[0030] 본원에서 다공성 벽 상에 존재하는 촉매성 물질(예: PGM, SCR 촉매, 산화 촉매)의 양을 기술하는데 사용되는 용어 "국부적인 로딩"은 특정 구역 또는 구역들 내의 벽 상에 침착된 촉매성 물질의 평균량, 즉, 이것은 표시된 로딩이 기질의 전체 길이에 대해 평균화되지는 않는다는 것을 의미한다.

[0031] 본원에서 사용되는 워시코트 로딩은 단일체식(monolithic) 기질의 단위 부피당 모든 워시코트 성분(즉, PGM, 내화성 금속 산화물 지지체, 제올라이트, 비천 금속, OSC 등)의 총 중량으로, g/in<sup>3</sup>으로 정의된다. PGM 로딩은 단일체식 기질의 단위 부피 당 촉매 내의 모든 PGM 금속(예: Pt + Pd + Rh)의 총 중량으로 g/ft<sup>3</sup>로 정의된다.

따라서 PGM을 사용하는 TWC, DOC, CSF 및 LNT 촉매는 워시코트 로딩 및 PGM 로딩 모두로 고유하게 기술될 수 있으며, PGM 성분을 갖지 않는 SCR 촉매는 워시코트 로딩만으로 기술될 수 있다. SCR 및 PGM 성분을 모두 가지는  $\text{AMO}_x$  촉매는 두 기준에 의해 기술될 수 있다. 본원에 사용된 바와 같이, PGM 촉매에 대한 "로딩"은 워시코트가 적용된 후 다공성 벽(들)의 내부 및 외부 표면에 부착된 PGM의 실제 중량이며, 반면에 SCR 촉매에 대한 "로딩"은 워시코트가 적용된 후 다공성 벽(들)의 내부 및 외부 표면에 부착된 금속 촉진제 및 분자체 물질의 조합된 실제 중량이다. 또한, 특정 촉매 구역에서 촉매 성분의 중량/체적을 구체적으로 기술하기 위해 국부적인 PGM 또는 워시코트 로딩이 사용될 수 있다.

[0032] 본원에서 나타나는 촉매 로딩은 기질 상의 특정 구역 내 또는 기질의 전체 길이를 따른 촉매 로딩을 의미할 수 있다. 따라서, 주어진 촉매를 "포함하는" 기질을 언급할 때, 주어진 촉매 로딩 또는 촉매 로딩의 범위는 두 가지 시나리오 모두를 포함할 수 있음을 이해해야 한다. SCR 촉매 상에서 원하는 또는 목표된  $\text{NO}_x$  전환을 달성 또는 변형하기 위한 유용한 촉매 로딩은 따라서 촉매로 코팅된 기질의 길이에 달려있을 수 있다. 따라서, 일부 실시양태에서, 주어진 촉매로 코팅된 기질의 길이가(예를 들어, 구역 구조에서) 짧아서 촉매로 완전히 코팅된 기질에 대해 달성되는 것과 동일한  $\text{NO}_x$  전환을 달성하는 경우, 보다 높은 로딩이 유용할 수 있다. 이와 같이, 본원에 개시된 촉매는 넓은 범위의 로딩(예: 약 0.01 내지 약 6 g/in<sup>3</sup>을 포함하지만 이에 한정되지는 않음)으로 제공될 수 있다.

[0033] 하나 이상의 실시양태에서, SCR 촉매 및/또는 산화 촉매는 다공성 필터 벽의 표면 상에 필수적으로 잔존할 수 있다. 본원에 사용된 바와 같이, 다공성 벽 상에 SCR 촉매 및/또는 산화 촉매의 분산을 기술하는데 사용되는 "표면 상에 필수적으로"라는 용어는 특정 조성물의 촉매 입자의 적어도 대부분이 벽 두께 내의 영역을 관통하지 않으며, 벽의 두께 전체에 걸쳐 내부 표면 상에 침착되는 것을 의미한다. 그 대신, 촉매성 물질은 벽의 외부 표면 상에 침착되고, 촉매 입자의 소수는 벽 두께 내의 중공 영역으로 약 50 % 이하 또는 벽 두께 내의 중공 영역으로 약 33 % 이하, 또는 벽 두께 내의 중공 영역으로 약 10 % 이하로 관통한다.

[0034] 본원에서 사용된 용어 "표준화된 화학양론비" 또는 "NSR"은 목표  $\text{NO}_x$  환원을 달성하는데 필요한 시약(암모니아)의 양을 의미한다. 환연하면, NSR은 암모니아 대 질소 산화물  $\text{NO}_x(\text{NO}_2)$ 의 몰 비(예:  $\text{NH}_3/\text{NO}_2$ )이다. NSR 값은  $\text{NO}_x$  몰 당 약 0.5 내지 3 몰 암모니아( $\text{NH}_3$ )의 범위일 수 있다. 하나 이상의 실시양태에서, 본 발명의 엔진 배기 가스 시스템은 약 1, 약 1.1 및 약 1.2를 포함하여 약 1 내지 1.2의 NSR 값을 이용한다. 약 1.0의 NSR은 시스템이 화학양론적 수준에서 작동함을 의미한다. 1.1의 NSR은 시스템에 주입된 요소의 10 % 과량을 의미하며, 1.2의 NSR은 시스템에 주입된 요소의 20 % 과량을 의미한다.

[0035] 하나 이상의 실시양태에서, 침투 깊이는 필터 배압 및 별도의 워시코트 단계에 적용되는 촉매 성분과의 상호 작용을 최적화하도록 변화될 수 있으며, 여기서 침투 깊이는 다공성 벽 두께의 약 5 % 내지 약 50 %의 범위 또는 약 10 % 내지 약 40 %의 범위, 또는 약 5 % 내지 약 20 %의 범위, 또는 약 20 % 내지 약 35 %의 범위일 수 있다.

[0036] 여러 경쟁 반응의 균형을 맞추는 문제는 배기 스트림에서 촉매성 물질 및 구성 요소의 현명한 선택 및 배열에 의해 해결될 수 있으며, 여기서 미립자 물질(PM)은 다공성 벽 미립자 필터의 사용으로 환원될 수 있고, 질소 산화물( $\text{NO}_x$ )은 환원제(예: 요소,  $\text{NH}_3$ )를 사용하는 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매로 환원될 수 있으며, 암모니아 및 슬립은 암모니아 산화 촉매( $\text{AMO}_x$ )에 의해 환원될 수 있다.

[0037] 본 발명의 실시양태는 일반적으로 SCR 촉매화된 필터 제품, SCR 촉매화된 필터 제조 방법, 및 SCR 촉매화된 필터 제품으로 가솔린 및 디젤 엔진 배기 스트림의 배출물을 제어하는 방법에 관한 것으로, 다양한 실시양태의 배출물 처리 시스템은 SCR 촉매화된 필터 제품으로 엔진 배기를 효과적으로 처리한다.

[0038] 본 발명은 다음의 예시적이고, 비제한적인 실시양태를 포함한다:

[0039] 1. NO를 산화시켜  $\text{NO}_2$ 를 형성하는 촉매;

[0040] 미립자 필터에 의해 포획된 그을음의  $\text{NO}_2$ 와의 반응에 의한 수동 산화를 용이하게끔 하기 위해 미전환된  $\text{NO}_2$ 를 이용 가능하도록 하여,  $\text{NO}_x$ 의 전환을 제한하도록 설계된 특징을 가지는, 미립자 필터 상에 배치된 제1 암모니아 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매; 및

- [0041]  $\text{NO}_x$ 의 SCR을 촉진시키도록 설계된 기질을 통과하는 유동에 배치된, 제1 암모니아 SCR 촉매로부터의 하류에 있는 제2 암모니아 SCR 촉매
- [0042] 를 포함하는 화박 연소 엔진의 배기 가스로부터  $\text{NO}_x$  및 미립자를 제거하기 위한 차량 배출물 시스템.
- [0043] 2. 실시양태 1에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 의도적으로 제한되고 제어된 SCR 활성을 제공하도록 설계된 특징을 갖고, 여기서 그을음의 수동 산화는  $\text{NO}_2$ 와의 반응에 의해 미립자 필터 상에서 발생하는 것인 시스템.
- [0044] 3. 실시양태 1 내지 2 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의  $\text{NO}_x$  전환은 예정된 양으로 제한되는 것인 시스템.
- [0045] 4. 실시양태 1 내지 3 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의 SCR 활성을 자연시킴으로써  $\text{NO}_x$  전환을 제한하고 미립자 필터에 의해 포획된 그을음의 수동 산화를 용이하게 하여, 미립자 필터 상의 그을음의 수동 산화를 가능하게 하도록 설계된 것이 특징인 시스템.
- [0046] 5. 실시양태 1 내지 4 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는  $\text{NO}_2$ 에 의한 미립자 연소의 반응 속도와 엔진을 빠져나가는  $\text{NO}_x$  및 미립자 물질에 기초한 SCR 반응 속도의 균형을 맞추게 하도록 설계되고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 목표된 전체 시스템  $\text{NO}_x$  전환을 충족시키기 위해 추가적인  $\text{NO}_x$  전환을 제공하도록 설계되는 것인 시스템.
- [0047] 6. 실시양태 1 내지 5 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의  $\text{NO}_x$  전환은 약 5 내지 75 %의 범위 또는 약 10 내지 65 %의 범위 또는 약 20 내지 60 %의 범위인 시스템.
- [0048] 7. 실시양태 1 내지 6 중 어느 하나에 있어서, 시스템은 90 %를 초과하는  $\text{NO}_x$  전환을 제공하는 시스템.
- [0049] 8. 실시양태 1 내지 7 중 어느 하나에 있어서, 시스템은 95 %를 초과하는  $\text{NO}_x$  전환을 제공하는 시스템.
- [0050] 9. 실시양태 1 내지 8 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상에서의  $\text{NO}_x$  전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대한  $\text{NO}_x$  전환보다 큰 것인 시스템.
- [0051] 10. 실시양태 1 내지 8 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상에서의  $\text{NO}_x$  전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대한  $\text{NO}_x$  전환보다 작은 것인 시스템.
- [0052] 11. 실시양태 1 내지 10 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 암모니아 및 암모니아 전구체 대 미립자 필터를 빠져나오는  $\text{NO}_x$ 의 비를 약 0.1 내지 2의 범위로 제공하도록 설계된 특징을 갖는 시스템.
- [0053] 12. 실시양태 1 내지 11 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 암모니아 및 암모니아 전구체 대 미립자 필터를 빠져나오는  $\text{NO}_x$ 의 비를 약 0.5 내지 1.5의 범위로 제공하도록 설계된 특징을 갖는 시스템.
- [0054] 13. 실시양태 1 내지 12 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매로부터의 상류에 환원제 주입기를 더 포함하는 시스템.
- [0055] 14. 실시양태 1 내지 13 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매로부터의 상류에 환원제 주입기를 더 포함하는 시스템.
- [0056] 15. 실시양태 1 내지 14 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 1:1 내지 400:1의 범위인 시스템.
- [0057] 16. 실시양태 1 내지 15 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 2:1 내지 100:1의 범위인 시스템.
- [0058] 17. 실시양태 1 내지 16 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 2:1 내지 50:1의 범위인 시스템.

- [0059] 18. 실시양태 1 내지 17 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 4:1 내지 약 20:1의 범위인 시스템.
- [0060] 19. 실시양태 1 내지 18 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 6 g/in<sup>3</sup>의 범위인 시스템.
- [0061] 20. 실시양태 1 내지 19 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 5 g/in<sup>3</sup>의 범위인 시스템.
- [0062] 21. 실시양태 1 내지 20 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 4 g/in<sup>3</sup>의 범위인 시스템.
- [0063] 22. 실시양태 1 내지 21 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 3 g/in<sup>3</sup>의 범위인 시스템.
- [0064] 23. 실시양태 1 내지 22 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 비천 금속으로 촉진된 분자체, 혼합 산화물 및 이들의 혼합물로부터 각각 독립적으로 선택되는 것인 시스템.
- [0065] 24. 실시양태 23에 있어서, 혼합 산화물은 Fe/티타니아, Fe/알루미나, Mg/티타니아, Cu/티타니아, Ce/Zr, 바나디아/티타니아, 텅스텐으로 안정화된 바나디아/티타니아 및 이들의 혼합물로부터 선택되는 것인 시스템.
- [0066] 25. 실시양태 23에 있어서, 분자체는 알루미노실리케이트 제올라이트, 보로실리케이트, 갈로실리케이트, SAPO, AlPO, MeAPSO 및 MeAPO로부터 선택되는 것인 시스템.
- [0067] 26. 실시양태 1 내지 25 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 8 개의 사면체 원자의 최대 고리 크기를 갖는 작은 공극 분자체를 포함하는 시스템.
- [0068] 27. 실시양태 1 내지 26 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 ACO, AEI, AEN, AFN, AFT, AFX, ANA, APC, APD, ATT, CDO, CHA, DDR, DFT, EAB, EDI, EPI, ERI, GIS, GOO, IHW, ITE, ITW, LEV, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAY, SIV, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG 및 ZON으로 이루어지는 군에서 선택되는 분자체를 포함하는 시스템.
- [0069] 28. 실시양태 1 내지 27 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 이중 육각 고리(d6r) 단위를 갖는 분자체를 포함하는 시스템.
- [0070] 29. 실시양태 1 내지 28 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 AEI, AFT, AFX, CHA, EAB, EMT, ERI, FAU, GME, JSR, KFI, LEV, LTL, LTN, MOZ, MSO, MWW, OFF, SAS, SAT, SAV, SBS, SBT, SFW, SSF, SZR, TSC, 및 WEN으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 분자체를 포함하는 시스템.
- [0071] 30. 실시양태 1 내지 29 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 AEI, AFT, AFX, CHA, EAB, ERI, KFI, LEV, SAS, SAT, 및 SAV로 이루어지는 군으로부터 선택되는 분자체를 포함하는 시스템.
- [0072] 31. 실시양태 1 내지 30 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 AEI, CHA 및 AFX로 이루어진 군으로부터 선택되는 분자체를 포함하는 시스템.
- [0073] 32. 실시양태 1 내지 31 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 골격 유형 CHA의 분자체를 포함하는 시스템.
- [0074] 33. 실시양태 1 내지 32 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매는 골격 유형 CHA의 분자체를 포함하는 시스템.
- [0075] 34. 실시양태 1 내지 33 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 SSZ-13, SSZ-62, 천연 캐버자이트(natural chabazite), 제올라이트 K-G, 린드 D(Linde D), 린드 R, LZ-218, LZ-235, LZ-236, ZK-14, SAPO-34, SAPO-44, SAPO-47, 및 ZYT-6으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 시스템.

- [0076] 35. 실시양태 1 내지 34 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 SSZ-13을 포함하는 시스템.
- [0077] 36. 실시양태 26 내지 35 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 Cu, Fe, Co, Ce 및 Ni로 이루어진 군으로부터 선택되는 촉진제 금속을 더 포함하는 시스템.
- [0078] 37. 실시양태 26 내지 36 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 Cu, Fe 및 이들의 조합으로부터 선택되는 촉진제 금속을 더 포함하는 시스템.
- [0079] 38. 실시양태 26 내지 37 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 Cu를 더 포함하는 시스템.
- [0080] 39. 실시양태 26 내지 38 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 혼합금속 산화물, 세리아, 지르코니아, 산화 텡스텐, 산화 티타늄 및 이들의 조합으로부터 선택되는 첨가제를 포함하는 시스템.
- [0081] 40. 실시양태 26 내지 39 중 어느 하나에 있어서, 분자체는 동형으로(isomorphously) 치환된 4가 금속을 포함하는 시스템.
- [0082] 41. 실시양태 40에 있어서, 4가 금속은 Ti, Cu, Fe, Co, Ni, La, Ce, Mn, V, Ag 및 이들의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것인 시스템.
- [0083] 42. 실시양태 1 내지 41 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매로부터의 하류에 산화 촉매를 더 포함하는 시스템.
- [0084] 43. 실시양태 42에 있어서, 산화 촉매는 암모니아 산화 촉매 및 탄화수소 및 일산화탄소 산화 촉매로부터 선택되는 것인 시스템.
- [0085] 44. 실시양태 42 내지 43 중 어느 하나에 있어서, 산화 촉매는 제2 암모니아 SCR 촉매로부터의 하류에 별도의 기질 상에 존재하는 것인 시스템.
- [0086] 45. 실시양태 42 내지 43 중 어느 하나에 있어서, 기질을 통과하는 유동은 주입구 단부 및 배출구 단부를 가지며, 산화 촉매는 배출구 단부 상에 있는 것인 시스템.
- [0087] 46. 실시양태 45에 있어서, 산화 촉매는 기질을 통과하는 유동의 길이의 50 %까지 연장되는 것인 시스템.
- [0088] 47. 실시양태 1 내지 46 중 어느 하나에 있어서, NO를 산화시켜 NO<sub>2</sub>를 형성하는 촉매는 디젤 산화 촉매(DOC), 희박 NO<sub>x</sub> 촉매, 희박 NO<sub>x</sub> 트랩(LNT), 촉매화된 부분 필터, 및 저온 희박 NO<sub>x</sub> 트랩으로부터 선택되는 것인 시스템.
- [0089] 48. NO를 산화시켜 NO<sub>2</sub>를 형성하는 촉매;
- [0090] 미립자 필터에 의해 포획된 그을음의 NO<sub>2</sub>와의 반응에 의한 수동 산화를 용이하게끔 하기 위해 미전환된 NO<sub>2</sub>를 이용가능하도록 하여, NO<sub>x</sub>의 전환을 제한하도록 설계된 특징을 가지는, 미립자 필터 상에 배치된 제1 암모니아 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매; 및
- [0091] NO<sub>x</sub>의 SCR을 촉진시키도록 설계된 기질을 통과하는 유동에 배치된, 제1 SCR 촉매로부터의 하류에 있는 제2 암모니아 SCR 촉매
- [0092] 를 포함하는, 희박 연소 엔진의 배기 가스로부터 NO<sub>x</sub> 및 미립자를 제거하기 위한 차량 배출물 시스템.
- [0093] 49. 실시양태 48에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 의도적으로 SCR 활성을 지연시키고 미립자 필터를 통해 암모니아 슬립을 허용하여 제2 암모니아 SCR 촉매 상에서 SCR 반응을 용이하게 하도록 설계된 특징을 갖는 것인 시스템.
- [0094] 50. 실시양태 48 내지 49 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 예정된 양으로 제한되는 것인 시스템.
- [0095] 51. 실시양태 48 내지 50 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 약 5 내지 75 %의 범위인 시스템.

템.

- [0096] 52. 실시양태 48 내지 51 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 약 10 내지 65 %의 범위인 시스템.
- [0097] 53. 실시양태 48 내지 52 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 약 20 내지 60 %의 범위인 시스템.
- [0098] 54. 실시양태 48 내지 53 중 어느 하나에 있어서, 시스템은 90 %를 초과하는 NO<sub>x</sub> 전환을 제공하는 시스템.
- [0099] 55. 실시양태 48 내지 54 중 어느 하나에 있어서, 시스템은 95 %를 초과하는 NO<sub>x</sub> 전환을 제공하는 시스템.
- [0100] 56. 실시양태 48 내지 55 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상에서의 NO<sub>x</sub> 전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대한 NO<sub>x</sub> 전환보다 큰 것인 시스템.
- [0101] 57. 실시양태 48 내지 55 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상에서의 NO<sub>x</sub> 전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대한 NO<sub>x</sub> 전환보다 작은 것인 시스템.
- [0102] 58. 실시양태 48 내지 57 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 암모니아 및 암모니아 전구체 대 미립자 필터를 빠져나오는 NO<sub>x</sub>의 비를 약 0.1 내지 2의 범위로 제공하도록 설계된 특징을 갖는 시스템.
- [0103] 59. 실시양태 48 내지 58 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 암모니아 및 암모니아 전구체 대 미립자 필터를 빠져나오는 NO<sub>x</sub>의 비를 약 0.5 내지 1.5의 범위로 제공하도록 설계된 특징을 갖는 것인 시스템.
- [0104] 60. 실시양태 48 내지 59 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매로부터의 상류에 환원제 주입기를 더 포함하는 시스템.
- [0105] 61. 실시양태 48 내지 60 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매로부터의 상류에 환원제 주입기를 더 포함하는 시스템.
- [0106] 62. 실시양태 48 내지 61 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 1:1 내지 약 400:1의 범위인 시스템.
- [0107] 63. 실시양태 48 내지 62 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 2:1 내지 약 100:1의 범위인 시스템.
- [0108] 64. 실시양태 48 내지 63 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 2:1 내지 약 50:1의 범위인 시스템.
- [0109] 65. 실시양태 48 내지 64 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 4:1 내지 약 20:1의 범위인 시스템.
- [0110] 66. 실시양태 48 내지 65 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 6 g/in<sup>3</sup>의 범위인 시스템.
- [0111] 67. 실시양태 48 내지 66 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 5 g/in<sup>3</sup>의 범위인 시스템.
- [0112] 68. 실시양태 48 내지 67 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 4 g/in<sup>3</sup>의 범위인 시스템.
- [0113] 69. 실시양태 48 내지 68 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 3

g/in<sup>3</sup>의 범위인 시스템.

- [0114] 70. 실시양태 48 내지 69 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 비천 금속으로 촉진된 분자체, 혼합 산화물 및 이들의 혼합물로부터 각각 독립적으로 선택되는 것인 시스템.
- [0115] 71. 실시양태 70에 있어서, 혼합 산화물은 Fe/티타니아, Fe/알루미나, Mg/티타니아, Cu/티타니아, Ce/Zr, 바나디아/티타니아, 텅스텐으로 안정화된 바나디아/티타니아 및 이들의 혼합물로 이루어진 것인 시스템.
- [0116] 72. 실시양태 70에 있어서, 분자체는 알루미노실리케이트 제올라이트, 보로실리케이트, 갈로실리케이트, SAPO, AlPO, MeAPSO 및 MeAPO로부터 선택되는 것인 시스템.
- [0117] 73. 실시양태 48 내지 72 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 8 개의 사면체 원자의 최대 고리 크기를 갖는 작은 공극 분자체를 포함하는 시스템.
- [0118] 74. 실시양태 48 내지 73 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 ACO, AEI, AEN, AFN, AFT, AFX, ANA, APC, APD, ATT, CDO, CHA, DDR, DFT, EAB, EDI, EPI, ERI, GIS, GOO, IHW, ITE, ITW, LEV, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAY, SIV, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG 및 ZON으로 이루어지는 군에서 선택되는 분자체를 포함하는 시스템.
- [0119] 75. 실시양태 48 내지 74 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 이중 육각 고리(d6r) 단위를 갖는 분자체를 포함하는 시스템.
- [0120] 76. 실시양태 48 내지 75 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 AEI, AFT, AFX, CHA, EAB, EMT, ERI, FAU, GME, JSR, KFI, LEV, LTL, LTN, MOZ, MSO, MWW, OFF, SAS, SAT, SAV, SBS, SBT, SFW, SSF, SZR, TSC, 및 WEN으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 분자체를 포함하는 시스템.
- [0121] 77. 실시양태 48 내지 76 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 AEI, AFT, AFX, CHA, EAB, ERI, KFI, LEV, SAS, SAT, 및 SAV로 이루어지는 군으로부터 선택되는 분자체를 포함하는 시스템.
- [0122] 78. 실시양태 48 내지 77 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 AEI, CHA 및 AFX로 이루어진 군으로부터 선택되는 분자체를 각각 포함하는 시스템.
- [0123] 79. 실시양태 48 내지 78 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 골격 유형 CHA의 분자체를 포함하는 시스템.
- [0124] 80. 실시양태 48 내지 79 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매는 골격 유형 CHA의 분자체를 포함하는 시스템.
- [0125] 81. 실시양태 48 내지 80 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 SSZ-13, SSZ-62, 천연 캐버사이트, 제올라이트 K-G, 린드 D, 린드 R, LZ-218, LZ-235, LZ-236, ZK-14, SAPO-34, SAPO-44, SAPO-47, 및 ZYT-6으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 시스템.
- [0126] 82. 실시양태 48 내지 81 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 SSZ-13을 포함하는 시스템.
- [0127] 83. 실시양태 73 내지 82 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 Cu, Fe, Co, Ce 및 Ni로 이루어진 군으로부터 선택되는 촉진제 금속을 더 포함하는 시스템.
- [0128] 84. 실시양태 73 내지 83 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 Cu, Fe 및 이들의 조합으로부터 선택되는 촉진제 금속을 더 포함하는 시스템.
- [0129] 85. 실시양태 73 내지 84 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 Cu를 더 포함하는 시스템.
- [0130] 86. 실시양태 73 내지 85 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 SCR 촉매는 각각 독립적으로 혼합 금속 산화물, 세리아, 지르코니아, 산화 텅스텐, 산화 티타늄 및 이들의 조합으로부터 선택되는 첨가제를 포함하는 시스템.
- [0131] 87. 실시양태 73 내지 86 중 어느 하나에 있어서, 분자체는 동형으로 치환된 4가 금속을 포함하는 시스템.

- [0132] 88. 실시양태 87에 있어서, 4가 금속은 Ti, Cu, Fe, Co, Ni, La, Ce, Mn, V, Ag 및 이들의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것인 시스템.
- [0133] 89. 실시양태 48 내지 88 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매로부터의 하류에 산화 촉매를 더 포함하는 시스템.
- [0134] 90. 실시양태 89에 있어서, 산화 촉매는 암모니아 산화 촉매 및 탄화수소 및 일산화탄소 산화 촉매로부터 선택되는 것인 시스템.
- [0135] 91. 실시양태 89 내지 90 중 어느 하나에 있어서, 산화 촉매는 제2 암모니아 SCR 촉매로부터의 하류에 별도의 기질 상에 존재하는 것인 시스템.
- [0136] 92. 실시양태 89 내지 90 중 어느 하나에 있어서, 기질을 통과하는 유동은 주입구 단부 및 배출구 단부를 가지며, 산화 촉매는 배출구 단부 상에 있는 것인 시스템.
- [0137] 93. 실시양태 92에 있어서, 산화 촉매는 기질을 통과하는 유동의 길이 50 %까지 연장되는 것인 시스템.
- [0138] 94. 실시양태 1 내지 46 중 어느 하나에 있어서, NO를 산화시켜  $\text{NO}_2$ 를 형성하는 촉매는 디젤 산화 촉매(DOC), 희박  $\text{NO}_x$  촉매, 희박  $\text{NO}_x$  트랩(LNT), 촉매화된 부분 필터, 및 저온 희박  $\text{NO}_x$  트랩으로부터 선택되는 것인 시스템.
- [0139] 95. NO를 산화시켜  $\text{NO}_2$ 를 형성하는 촉매와 배기 가스를 접촉시켜 증가된 양의  $\text{NO}_2$ 를 함유하는 배기 가스 스트림을 제공하는 단계;
- [0140] 미립자 필터에 의해 포획된 그을음의  $\text{NO}_2$ 와의 반응에 의한 수동 산화를 용이하게끔 하기 위해 미전환된  $\text{NO}_2$ 를 이용 가능하도록 하여,  $\text{NO}_x$ 의 전환을 제한하도록 설계된, 미립자 필터 상에 배치된 제1 암모니아 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매와 증가된 양의  $\text{NO}_2$ 를 갖는 배기 가스를 접촉시키는 단계; 및
- [0141] 미립자 필터로부터 빠져나가는 배기 가스를 미립자 필터로부터의 하류에 있는 기질을 통과하는 유동에서의 제2 암모니아 SCR 촉매와 접촉시키는 단계
- [0142] 를 포함하는,  $\text{NO}_x$  및 미립자 물질을 함유하는 희박 연소 엔진 배기 가스의 처리 방법.
- [0143] 96. 실시양태 95에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는  $\text{NO}_2$ 에 의한 미립자 연소의 반응 속도와 엔진을 빠져나가는  $\text{NO}_x$  및 미립자 물질에 기초한 SCR 반응의 속도를 균형을 맞추게 하도록 설계되고, 제2 SCR 촉매는 목표된 전체 시스템  $\text{NO}_x$  전환율을 충족시키기 위해 추가적인  $\text{NO}_x$  전환을 제공하도록 설계된 것인 방법.
- [0144] 97. 실시양태 95 내지 96 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의  $\text{NO}_x$  전환은 예정된 양으로 제한되는 것인 방법.
- [0145] 98. 실시양태 95 내지 97 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의  $\text{NO}_x$  전환은 약 5 내지 75 %의 범위인 방법.
- [0146] 99. 실시양태 95 내지 98 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의  $\text{NO}_x$  전환은 약 10 내지 65 %의 범위인 방법.
- [0147] 100. 실시양태 95 내지 99 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의  $\text{NO}_x$  전환은 약 20 내지 60 %의 범위인 방법.
- [0148] 101. 실시양태 95 내지 100 중 어느 하나에 있어서, 본 방법은 90 %를 초과하는  $\text{NO}_x$  전환을 제공하는 방법.
- [0149] 102. 실시양태 95 내지 101 중 어느 하나에 있어서, 본 방법은 95 %를 초과하는  $\text{NO}_x$  전환을 제공하는 방법.
- [0150] 103. 실시양태 95 내지 102 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의  $\text{NO}_x$  전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대한  $\text{NO}_x$  전환보다 큰 것인 방법.
- [0151] 104. 실시양태 95 내지 102 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상의  $\text{NO}_x$  전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대

한 NO<sub>x</sub> 전환보다 작은 것인 방법.

- [0152] 105. 실시양태 95 내지 104 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 암모니아 및 암모니아 전구체 대미립자 필터를 빠져나가는 NO<sub>x</sub>의 비를 약 0.1 내지 약 2의 범위로 제공하도록 설계된 특징을 갖는 방법.
- [0153] 106. 실시양태 95 내지 105 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 암모니아 및 암모니아 전구체 대미립자 필터를 빠져나가는 NO<sub>x</sub>의 비를 약 0.5 내지 약 1.5의 범위로 제공하도록 설계된 특징을 갖는 방법.
- [0154] 107. 실시양태 95 내지 106 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매로부터의 상류에 환원제를 주입하는 것을 더 포함하는 방법.
- [0155] 108. 실시양태 95 내지 107 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매로부터의 상류에 환원제를 주입하는 것을 더 포함하는 방법.
- [0156] 109. 실시양태 95 내지 108 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 1:1 내지 약 400:1의 범위인 방법.
- [0157] 110. 실시양태 95 내지 109 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 2:1 내지 약 100:1의 범위인 방법.
- [0158] 111. 실시양태 95 내지 110 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 2:1 내지 약 50:1의 범위인 방법.
- [0159] 112. 실시양태 95 내지 111 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 제1 로딩으로 존재하고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 제2 로딩으로 존재하고 제1 로딩에 대한 제2 로딩의 중량비가 약 4:1 내지 약 20:1의 범위인 방법.
- [0160] 113. 실시양태 95 내지 112 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 6 g/in<sup>3</sup>의 범위인 방법.
- [0161] 114. 실시양태 95 내지 113 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 5 g/in<sup>3</sup>의 범위인 방법.
- [0162] 115. 실시양태 95 내지 113 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 4 g/in<sup>3</sup>의 범위인 방법.
- [0163] 116. 실시양태 95 내지 113 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매의 로딩은 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 3 g/in<sup>3</sup>의 범위인 방법.
- [0164] 117. 실시양태 95 내지 116 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 비천 금속으로 촉진된 분자체, 혼합 산화물 및 이들의 혼합물로부터 각각 독립적으로 선택되는 것인 방법.
- [0165] 118. 실시양태 117에 있어서, 혼합 산화물은 Fe/티타니아, Fe/알루미나, Mg/티타니아, Cu/티타니아, Ce/Zr, 바나디아/티타니아, 텅스텐으로 안정화된 바나디아/티타니아 및 이들의 혼합물로부터 선택되는 것인 방법.
- [0166] 119. 실시양태 117에 있어서, 분자체는 알루미노실리케이트 제올라이트, 보로실리케이트, 갈로실리케이트, SAPO, A1PO, MeAPSO 및 MeAPO로부터 선택되는 것인 방법.
- [0167] 120. 실시양태 95 내지 119 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 8 개의 사면체 원자의 최대 고리 크기를 갖는 작은 공극 분자체를 포함하는 방법.
- [0168] 121. 실시양태 95 내지 120 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 ACO, AEI, AEN, AFN, AFT, AFX, ANA, APC, APD, ATT, CDO, CHA, DDR, DFT, EAB, EDI, EPI, ERI, GIS, GOO, IHW, ITE, ITW, LEV, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAY, SIV, THO, TSC, UEI,

UFI, VNI, YUG 및 ZON으로 이루어지는 군에서 선택되는 문자체를 포함하는 방법.

[0169] 122. 실시양태 95 내지 121 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 이중 육각 고리(d6r) 단위를 갖는 문자체를 포함하는 방법.

[0170] 123. 실시양태 95 내지 122 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 AEI, AFT, AFX, CHA, EAB, EMT, ERI, FAU, GME, JSR, KFI, LEV, LTL, LTN, MOZ, MSO, MWW, OFF, SAS, SAT, SAV, SBS, SBT, SFW, SSF, SZR, TSC, 및 WEN으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 문자체를 포함하는 방법.

[0171] 124. 실시양태 95 내지 123 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 AEI, AFT, AFX, CHA, EAB, ERI, KFI, LEV, SAS, SAT, 및 SAV로 이루어지는 군으로부터 선택되는 문자체를 포함하는 방법.

[0172] 125. 실시양태 95 내지 124 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 골격 유형 AEI, CHA 및 AFX로 이루어진 군으로부터 선택되는 문자체를 포함하는 방법.

[0173] 126. 실시양태 95 내지 125 중 어느 하나에 있어서, 제1 암모니아 SCR 촉매는 골격 유형 CHA의 문자체를 포함하는 방법.

[0174] 127. 실시양태 95 내지 126 중 어느 하나에 있어서, 제2 암모니아 SCR 촉매는 골격 유형 CHA의 문자체를 포함하는 방법.

[0175] 128. 실시양태 95 내지 126 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 SSZ-13, SSZ-62, 천연 캐버자이트, 제올라이트 K-G, 린드 D, 린드 R, LZ-218, LZ-235, LZ-236, ZK-14, SAPO-34, SAPO-44, SAPO-47, 및 ZYT-6으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 방법.

[0176] 129. 실시양태 95 내지 128 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 SSZ-13을 포함하는 방법.

[0177] 130. 실시양태 120 내지 129 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 Cu, Fe, Co, Ce 및 Ni로 이루어진 군으로부터 선택되는 촉진제 금속을 더 포함하는 방법.

[0178] 131. 실시양태 120 내지 130 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 Cu, Fe 및 이들의 조합으로부터 선택되는 촉진제 금속을 더 포함하는 방법.

[0179] 132. 실시양태 120 내지 131 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 Cu를 더 포함하는 방법.

[0180] 133. 실시양태 120 내지 132 중 어느 하나에 있어서, 제1 및/또는 제2 암모니아 SCR 촉매는 각각 독립적으로 혼합 금속 산화물, 세리아, 지르코니아, 산화 텉스텐, 산화 티타늄 및 이들의 조합으로부터 선택되는 첨가제를 포함하는 방법.

[0181] 134. 실시양태 120 내지 133 중 어느 하나에 있어서, 문자체는 동형으로 치환된 4가 금속을 포함하는 방법.

[0182] 135. 실시양태 134에 있어서, 4가 금속은 Ti, Cu, Fe, Co, Ni, La, Ce, Mn, V, Ag 및 이들의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것인 방법.

[0183] 136. 실시양태 95 내지 135 중 어느 하나에 있어서, 배기 가스를 제2 암모니아 SCR 촉매로부터의 하류에 있는 산화 촉매와 접촉시키는 것을 더 포함하는 방법.

[0184] 137. 실시양태 136에 있어서, 산화 촉매는 암모니아 산화 촉매 및 탄화수소 및 일산화탄소 산화 촉매로부터 선택되는 것인 방법.

[0185] 138. 실시양태 136 내지 137 중 어느 하나에 있어서, 산화 촉매는 제2 암모니아 SCR 촉매로부터의 하류에 별도의 기질 상에 존재하는 것인 방법.

[0186] 139. 실시양태 136 내지 137 중 어느 하나에 있어서, 기질을 통과하는 유동은 주입구 단부 및 배출구 단부를 가지며, 산화 촉매는 배출구 단부 상에 있는 것인 방법.

[0187] 140. 실시양태 139에 있어서, 산화 촉매는 기질을 통과하는 유동의 길이의 50 %까지 연장되는 것인 방법.

- [0188] 141. 실시양태 95 내지 140 중 어느 하나에 있어서, NO를 산화시켜  $\text{NO}_2$ 를 형성하는 촉매는 디젤 산화 촉매 (DOC), 희박  $\text{NO}_x$  촉매, 희박  $\text{NO}_x$  트랩(LNT), 촉매화된 부분 필터, 및 저온 희박  $\text{NO}_x$  트랩으로부터 선택되는 것인 방법.
- [0189] 142. 실시양태 1 내지 94 중 어느 하나에 있어서, SCR 촉매 특징은 SCR 촉매 유형, SCR 촉매 유형의 조합, SCR 촉매 로딩, SCR 촉매 농도, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 축 방향 위치, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 국부적인 로딩, 필터 상의 SCR 촉매 코팅의 길이, SCR 촉매 촉진제 금속 선택, SCR 촉매 촉진제 금속 함량, SCR 촉매 위시코트 공극률, SCR 촉매 워시코트 공극 분포, SCR 촉매 입자 크기 및 SCR 촉매 결정 크기 중 하나 이상으로부터 선택되는 것인 시스템.
- [0190] 143. 실시양태 1 내지 94 및 142 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상에 배치된 SCR 촉매는 약  $0.01 \text{ g/in}^3$  내지 약  $2.5 \text{ g/in}^3$  범위의 로딩으로 존재하는 시스템.
- [0191] 144. 실시양태 1 내지 94 및 142 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상에 배치된 SCR 촉매는 약  $0.02 \text{ g/in}^3$  내지 약  $2.5 \text{ g/in}^3$  범위의 로딩으로 존재하는 시스템.
- [0192] 145. 실시양태 1 내지 94 및 142 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상에 배치된 SCR 촉매는 약  $0.03 \text{ g/in}^3$  내지 약  $2.5 \text{ g/in}^3$  범위의 로딩으로 존재하는 시스템.
- [0193] 146. 실시양태 95 내지 141 중 어느 하나에 있어서, SCR 촉매 특징은 SCR 촉매 유형, SCR 촉매 유형의 조합, SCR 촉매 로딩, SCR 촉매 농도, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 축 방향 위치, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 국부적인 로딩, 필터 상의 SCR 촉매 코팅의 길이, SCR 촉매 촉진제 금속 선택, SCR 촉매 촉진제 금속 함량, SCR 촉매 워시코트 공극률, SCR 촉매 워시코트 공극 분포, SCR 촉매 입자 크기 및 SCR 촉매 결정 크기 중 하나 이상으로부터 선택되는 것인 방법.
- [0194] 147. 실시양태 95 내지 141 및 146 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상에 배치된 SCR 촉매는 약  $0.01 \text{ g/in}^3$  내지 약  $2.5 \text{ g/in}^3$  범위의 로딩으로 존재하는 방법.
- [0195] 148. 실시양태 95 내지 141 및 146 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상에 배치된 SCR 촉매는 약  $0.02 \text{ g/in}^3$  내지 약  $2.5 \text{ g/in}^3$  범위의 로딩으로 존재하는 시스템.
- [0196] 149. 실시양태 95 내지 141 및 146 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터 상에 배치된 SCR 촉매는 약  $0.03 \text{ g/in}^3$  내지 약  $2.5 \text{ g/in}^3$  범위의 로딩으로 존재하는 시스템.
- [0197] 150. 실시양태 1 내지 149 중 어느 하나에 있어서, 미립자 필터는 본원에서 더 기술되는 벽 유동 필터인 시스템.
- [0198] 희박 연소 엔진 배기로부터 미립자 물질 또는 그을음을 제거하기 위해 사용되는 미립자 필터는 높은 여과 능력을 갖는다. SCR 촉매 조성물로 코팅된 미립자 필터를 사용하여  $\text{NO}_x$  환원 및 미립자 제거 기능을 단일 촉매 제품으로 통합시키는 것이 달성된다.
- [0199] 그러나, 전술한 바와 같이, SCR 촉매 조성물이 미립자 필터 상에 배치되는 경우, 필터 상에 포획된 그을음의 산화 및 SCR 반응은  $\text{NO}_2$ 에 대하여 경쟁한다. SCR 공정이 너무 많은  $\text{NO}_2$ 를 소비하면, 필터 상의 그을음 산화가 제한되거나 전혀 일어나지 않을 수 있다.
- [0200] 하나 이상의 실시양태에 따르면, 미립자 필터 상에서의 전환은 예정된 양으로 제한된다. "예정된"은 사전에 선택된 값 또는 범위를 의미하며, 그 값 또는 범위는 경쟁 반응 모두에 대해 의도된 결과를 생성하는데 필요한  $\text{NO}_2$ 의 양 또는 백분율에 의해 결정될 수 있다. 따라서, 예를 들어 엔진을 빠져나가는 배기 가스의  $\text{NO}_x$  함량(엔진 크기, 작동 조건(예: 희박/풍부) 등에 의해 결정됨)에 따라,  $\text{NO}_x$ 의 전환량이 사전에 결정되고 선택될 수 있고, 이로 인해 미립자 필터 상의 SCR 공정을 제어하고 SCROF의 충분한 수동 재생을 얻기에 충분한  $\text{NO}_2$ 를 제공한다.
- [0201] 하나 이상의 실시양태에 따르면, 미립자 필터 상에 배치된 제1 암모니아 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매는 미립

자 필터에 의해 포획된 그을음의  $\text{NO}_2$ 와의 반응에 의한 수동 산화를 용이하게끔 하기 위해 미전환된  $\text{NO}_2$ 를 이용가능하도록 하여  $\text{NO}_x$  전환을 제한하도록 설계된 특징을 가진다. 이와 같이, 이 SCR은  $\text{NO}_x$  전환을 제한하고 미립자 필터에 의해 포획된 그을음의 수동 산화( $\text{NO}_2$ 와의 반응에 의해)를 용이하게 하는 것으로 기술될 수 있다. 하나 이상의 실시양태에서, 제1 암모니아 SCR 촉매의 특징은 의도적으로 제한되고 제어된 SCR 활성을 제공하도록 설계되고 그을음의 수동 산화는  $\text{NO}_2$ 와의 반응에 의해 미립자 필터 상에서 발생한다. 하나 이상의 실시양태에 따르면, 제1 SCR 촉매는 의도적으로 SCR 활성을 지연시키고 미립자 필터를 통해 암모니아 슬립을 허용하여 제2 암모니아 SCR 촉매 상에서 SCR 반응을 용이하게 하도록 설계된 특징을 갖는다.

[0202] 하나 이상의 실시양태에 따르면, 제1 암모니아 SCR 촉매의 "특징"은 하나 이상의 SCR 촉매 유형, SCR 촉매 유형의 조합, SCR 촉매 로딩, SCR 촉매 농도, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 축 방향 위치, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 국부적인 로딩, 필터 상의 SCR 촉매 코팅의 길이, SCR 촉매 촉진제 금속 선택, SCR 촉매 촉진제 금속 함량, SCR 촉매 워시코트 공극률, SCR 촉매 워시코트 공극 분포, SCR 촉매 입자 크기 및 SCR 촉매 결정 크기로부터 선택된다.

[0203] SCR 촉매 유형은 SCR 촉매 물질, 예를 들어 혼합 산화물 및 촉진제 금속으로 촉진될 수 있는 분자체 물질을 지칭한다. 혼합 산화물의 예시는 Fe/티타니아, Fe/알루미나, Mg/티타니아, Cu/티타니아, Ce/Zr, 바나디아/티타니아, 텉스텐으로 안정화된 바나디아/티타니아 및 이들의 혼합물로부터 선택되는 혼합 산화물을 포함하나 이에 한정되지 않는다. 바나디아/티타니아 촉매의 바나디아 함량을 변화시키는 것은 촉매 물질의  $\text{NO}_x$  전환을 변화시킬 수 있다. 분자체 물질은 SCR 촉매 물질로 널리 사용된다. 분자체의 특정 골격 유형의 선택은 SCR 촉매 물질의 SCR  $\text{NO}_x$  전환량을 결정할 수 있다. 또한, 분자체의 유형, 예를 들어 분자체가 알루미노실리케이트 제올라이트, 보로실리케이트, 갈로실리케이트, SAPO, AlPO, MeAPSO 및/또는 MeAPO인지 여부는 SCR 촉매 물질의 SCR  $\text{NO}_x$  전환량을 결정할 수 있다. 따라서, 특정 SCR 촉매 유형을 선택함으로써, 미립자 필터에 대한 SCR  $\text{NO}_x$  전환의 목표 또는 원하는 수준이 달성되거나 변경될 수 있다.

[0204]  $\text{NO}_x$  전환에 영향을 미치는 다른 SCR 촉매 "특징"은 SCR 촉매 유형의 조합이다. 촉매 물질을 조합하여 촉매의 SCR  $\text{NO}_x$  전환을 변화시킬 수 있다. 이는 예를 들어 동일한 워시코트에서 상이한 중량비로 상이한 촉매 유형을 혼합하여 상이한 SCR 촉매 유형을 제공함으로써 달성될 수 있다. SCR  $\text{NO}_x$  전환을 변화시키기 위해 변형될 수 있는 SCR 촉매 조합의 다른 방법은 상이한 SCR 촉매 유형을 다양한 조합으로 적층하는 것이다. 예를 들어, 상이한 SCR 촉매 유형은 상이한 유형의 물질의 층 위에 적층된 한 유형의 물질이 있는 관계로 적층될 수 있다. 대안적으로, 원하는 SCR  $\text{NO}_x$  전환을 달성하기 위해 상이한 SCR 촉매 유형이 상류 및 하류 구성으로 배열될 수 있다. 따라서, 원하는 또는 목표 SCR  $\text{NO}_x$  전환을 달성하거나 변형하기 위해 상이한 SCR 촉매 유형의 조합이 제공될 수 있다.

[0205]  $\text{NO}_x$  전환에 영향을 미치는 다른 SCR 촉매 "특징"은 SCR 촉매 로딩이다. 일반적으로, 미립자 필터 상에 SCR 촉매의 로딩을 증가시키는 것은 SCR  $\text{NO}_x$  전환을 증가시킬 수 있고, 로딩을 감소시키는 것은  $\text{NO}_x$  전환을 감소시킬 것이다. 원하는 또는 목표 SCR  $\text{NO}_x$  전환을 달성하거나 변형하기 위해 미립자 필터 상의 로딩 수준이 실험적으로 결정될 수 있다.

[0206]  $\text{NO}_x$  전환에 영향을 미치는 다른 SCR 촉매 "특성"은 SCR 촉매 농도이다. 농도는 특정 위치에서 SCR 촉매의 양 또는 로딩을 의미한다. 예를 들어, 미립자 필터의 축 방향 길이를 따라, 목표 또는 원하는 SCR  $\text{NO}_x$  전환을 달성하거나 변형하기 위해 로딩이 달라질 수 있다.

[0207]  $\text{NO}_x$  전환에 영향을 미치는 다른 SCR 촉매 "특징"은 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 축 방향 위치이다. SCR 촉매는 필터의 상이한 축 방향 위치에 위치될 수 있으며, 원하는 또는 목표 SCR  $\text{NO}_x$  전환을 달성하거나 변형하기 위해 축 방향 위치가 선택될 수 있다.

[0208]  $\text{NO}_x$  전환에 영향을 미치는 다른 SCR 촉매 "특징"은 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 국부적인 로딩이다. 국부적인 로딩은 위에서 정의되었다. 하나의 비제한적인 예시로서, 필터의 주입구 단부에 촉매가 없고, 필터의 배출구 단부에서 선택된 로딩이 있도록 필터에 SCR 촉매가 분포될 수 있다. 그러한 실시양태에서의 "국부적인 로딩"은

촉매가 존재하는 배출구 단부에서의 로딩을 의미한다. 미립자 필터 상의 원하는 또는 목표 SCR NO<sub>x</sub> 전환을 달성하거나 변형하기 위해 국부적인 로딩이 선택될 수 있다.

[0209] NO<sub>x</sub> 전환에 영향을 미치는 다른 SCR 촉매 "특징"은 필터 상의 SCR 촉매 코팅 길이이다. 필터에서 SCR 촉매 코팅의 길이를 변경하면 미립자 필터에서 발생하는 NO<sub>x</sub> 전환량이 변경될 수 있다. SCR 촉매는 예를 들어, 미립자 필터의 길이의 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % 또는 100 % 연장될 수 있다. 미립자 필터 상의 원하는 또는 목표 SCR NO<sub>x</sub> 전환을 달성하거나 변형하기 위해 코팅 길이가 선택될 수 있다.

[0210] NO<sub>x</sub> 전환에 영향을 미치는 다른 SCR 촉매 "특징"은 SCR 촉매 촉진제 금속 선택이다. 분자체의 경우 다양한 촉진제 금속을 선택할 수 있다. 촉진제 금속은 분자체 상에 있거나 분자체와 교환될 수 있다. 촉진제 금속 예시는 Cu, Fe, Ni, Co 및 Ce를 포함한다. 원하는 또는 목표 SCR NO<sub>x</sub> 전환을 달성하거나 변형하기 위해 촉진제가 선택될 수 있다.

[0211] NO<sub>x</sub> 전환에 영향을 미치는 다른 SCR 촉매 "특징"은 SCR 촉매 촉진제 금속 함량이다. 촉진제 금속 함량의 예시적인 범위는 SCR 촉매의 약 0.05 내지 20 중량%, SCR 촉매의 약 0.05 내지 10 중량% 및 SCR 촉매의 약 0.1 내지 5 중량%의 양을 포함한다. 원하는 또는 목표 SCR NO<sub>x</sub> 전환을 달성하거나 변형하기 위해 특정 양의 촉진제 금속이 선택될 수 있다.

[0212] NO<sub>x</sub> 전환에 영향을 미치는 다른 SCR 촉매 "특징"은 SCR 촉매 워시코트 공극률 및 워시코트 공극 분포이다. 워시코트의 특성, 예를 들어 고체 로딩 점도, 입자의 응집 및 다른 인자에 따라, SCR 촉매 조성물의 워시코트의 공극률 및 공극 분포 수준이 변형될 수 있다. 원하는 또는 목표 SCR NO<sub>x</sub> 전환을 달성하거나 변형하기 위해 공극률 및 공극 분포가 선택될 수 있다.

[0213] NO<sub>x</sub> 전환에 영향을 미치는 다른 SCR 촉매 "특징"은 SCR 촉매 입자 크기이다. 원하는 또는 목표 SCR NO<sub>x</sub> 전환을 달성하거나 변형하기 위해 SCR 촉매 물질의 상이한 입자 크기가 선택될 수 있다.

[0214] NO<sub>x</sub> 전환에 영향을 미치는 다른 SCR 촉매 "특징"은 SCR 촉매 결정 크기이다. 원하는 또는 목표 SCR NO<sub>x</sub> 전환을 달성하거나 변형하기 위해 SCR 촉매 물질의 상이한 결정 크기가 선택될 수 있다.

[0215] 원하는 또는 목표 SCR NO<sub>x</sub> 전환을 달성하거나 변형하기 위해 위에서 언급한 SCR 촉매 "특징" 중 하나 이상을 단독으로 또는 조합하여 변형시킬 수 있다. 당업자는 원하는 또는 목표 SCR NO<sub>x</sub> 전환을 달성하거나 변형하기 위해 SCR 촉매 특성 중 하나 또는 조합을 변형시키거나 선택할 수 있다.

[0216] 하나 이상의 실시양태에 따라, 회박 연소 엔진 배기를 처리하는 방법이 제공되는데, 여기서 제1 SCR 촉매는 NO<sub>2</sub>에 의한 미립자 연소의 반응 속도와 엔진을 빠져나가는 NO<sub>x</sub> 및 미립자 물질에 기초한 SCR 반응 속도의 균형을 맞추게 하도록 설계되고, 제2 SCR 촉매는 목표된 전체 시스템 NO<sub>x</sub> 전환을 충족시키기 위해 추가적인 NO<sub>x</sub> 전환을 제공하도록 설계된다. 상기 논의한 바와 같이, 원하는 또는 목표 SCR NO<sub>x</sub> 전환을 달성하거나 변형하기 위해 하나 이상의 SCR 촉매 특성이 선택될 수 있다.

[0217] 하나 이상의 실시양태에서, SCR 촉매는 전체 길이를 따라 미립자 필터의 벽 전반에 걸쳐 배치되고 벽의 전체 단면에 스며든다. 이는 SCR 촉매가 모든 필터 공극에 스며들고 최대 필터 체적에 걸쳐 퍼지게 함으로써, 배압을 최소화하고 SCR 촉매의 우회(by-pass)가 없게끔 한다.

[0218] 본 발명의 하나 이상의 실시양태는 주입구 단부와 배출구 단부 사이에서 연장되는 측 방향 길이 및 통로를 구획하고 한정하는, 종 방향으로 연장된 다공성 벽에 의해 형성된 복수의 종 방향으로 연장된 통로를 포함하는 촉매화된 미립자 필터에 관한 것이다. 통로는 주입구 단부에서 개방되고 배출구 단부에서 폐쇄되는 주입구 통로를 포함하고, 주입구 단부에서 폐쇄되고 배출구 단부에서 개방되는 배출구 통로를 포함한다.

[0219] 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "주입구 단부" 및 "배출구 단부"는 촉매성 제품을 통해 배기 가스의 의도되고 받아들여지는 경로로 언급되며, 여기서 미처리된 배기 가스는 주입구 단부에서 촉매성 제품을 통과하고, 처리된 배기 가스는 촉매성 제품의 배출구 단부로부터 나간다. 다양한 실시양태에서, 촉매성 제품의 배출구 단부는 주입구 단부에 대향한다.

- [0220] 다양한 실시양태에서, SCR 촉매 조성물은 다공성 벽 내에 및/또는 주입구 단부로부터 연장되고 벽 유동 필터의 전체 축 방향 길이보다 작은 주입구 통로의 벽에 배치될 수 있다.
- [0221] 미립자 필터
- [0222] 본 발명의 원리 및 실시양태는 다공성 벽을 갖는 기질을 포함하는 촉매화된 미립자 필터와 이와 관련된 제1 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매에 관한 것이다.
- [0223] 하나 이상의 실시양태에서, 미립자 필터는 주입구 단부에서 배출구 단부까지 연장되어 복수의 평행한 통로를 형성하도록 종 방향으로 연장되는 길이를 갖는 복수의 다공성 벽을 포함하는데, 여기서 일정량의 통로는 주입구 단부에서 개방되고 배출구 단부에서 폐쇄되는 주입구 통로이고, 주입구 통로와 상이한 일정량의 통로는 주입구 단부에서 폐쇄되고 배출구 단부에서 개방되는 배출구 통로이다. 다양한 실시양태에서, 통로는 플러그로 폐쇄되고, 여기서 플러그는 길이가 약 1/4" 길이를 가질 수 있다.
- [0224] 하나 이상의 실시양태에서, 미립자 필터는 가스가 주입구 통로로 유입될 수 있는 주입구 단부와 가스가 배출구 통로로부터 빠져나갈 수 있는 배출구 단부를 가지며, 여기서 가스는 미립자 필터의 평행한 통로를 형성하고 있는 다공성 벽을 통해 이동함으로써 주입구 통로로부터 배출구 통로를 통과한다.
- [0225] 하나 이상의 실시양태에서, 다공성 벽은 약 40 % 내지 약 75 %의 범위, 또는 약 40 % 내지 약 60 %의 범위 또는 약 50 % 내지 약 70 %의 범위 또는 약 50 % 내지 약 65 %의 범위, 또는 약 60 % 내지 약 70 %의 범위, 또는 약 55 % 내지 약 65 %의 범위의 공극률을 가진다. 다양한 실시양태에서, 다공성 벽은 약 60 % 내지 약 65 % 범위의 공극률을 갖는다.
- [0226] 하나 이상의 실시양태에서, 다공성 벽의 평균 공극 크기는 약 10  $\mu\text{m}$  내지 약 30  $\mu\text{m}$ , 또는 약 10  $\mu\text{m}$  내지 약 25  $\mu\text{m}$ , 또는 약 20  $\mu\text{m}$  내지 약 25  $\mu\text{m}$ 의 범위이다. 다양한 실시양태에서, 다공성 벽의 평균 공극 크기는 약 15  $\mu\text{m}$  내지 약 25  $\mu\text{m}$  범위이다.
- [0227] 선택적 촉매성 환원 촉매
- [0228] 상술한 바와 같이, 다양한 실시양태에서, 하나 초과의 SCR 촉매가 본원에 개시된 시스템 및 방법에서 사용되며, 하기의 세부 사항은 제1, 제2 또는 제1 및 제2 SCR 촉매를 모두 지칭하는 것으로 의도된다. 제1 및 제2 SCR 촉매의 특성은 상이할 수 있고 상이한 조성을 갖는 SCR 촉매를 제공하는 것이 이러한 차이를 얻는 하나의 방법인 것으로 이해된다.
- [0229] 하나 이상의 실시양태에서, 선택적 촉매성 환원 촉매는 분자체 및 금속을 포함한다. 대안적으로, SCR 촉매는 본원에 기술된 바와 같은 혼합 산화물일 수 있다.
- [0230] 하나 이상의 실시양태에서, 선택적 촉매성 환원 촉매는 분자체를 포함한다. 다양한 실시양태에서, 분자체는 제올라이트계 골격을 가질 수 있고, 제올라이트계 골격은 12 이하의 고리 크기를 가질 수 있다.
- [0231] 하나 이상의 실시양태에서, 제올라이트계 골격 물질은 이중 육각 고리(d6r) 단위를 포함한다.
- [0232] 하나 이상의 실시양태에서, 제올라이트계 골격 물질은 AEI, AFT, AFX, CHA, EAB, EMT, ERI, FAU, GME, JSR, KFI, LEV, LTL, LTN, MOZ, MWW, OFF, SAS, SAT, SAV, SBS, SBT, SFW, SSF, SZR, TSC, WEN 및 이들의 조합으로부터 선택될 수 있다. 다양한 실시양태에서, 제올라이트계 골격 물질은 AEI, CHA, AFX, ERI, KFI, LEV 및 이들의 조합으로부터 선택될 수 있다. 다양한 실시양태에서, 제올라이트계 골격 물질은 AEI, CHA 및 AFX로부터 선택될 수 있다. 다양한 실시양태에서, 제올라이트계 골격 물질은 CHA이다.
- [0233] 하나 이상의 실시양태에서, 선택적 촉매성 환원 촉매는 비천 금속일 수 있는 금속을 더 포함한다.
- [0234] 다양한 실시양태에서, 선택적 촉매성 환원 촉매는 Cu, Fe, Co, Ni, La, Ce, Mn, V, Ag 및 이들의 조합으로부터 선택된 금속으로 촉진된다. 다양한 실시양태에서, 선택적 촉매성 환원 촉매는 Cu, Fe, Ag 및 이들의 조합으로부터 선택된 금속으로 촉진된다. 다양한 실시양태에서, 선택적 촉매성 환원 촉매는 Cu 및/또는 Fe로 촉진된다.
- [0235] 하나 이상의 실시양태에서, 제올라이트계 골격 물질은 구리 또는 철로 촉진된 CHA이다.
- [0236] SCR 촉매 로딩은 본원에서 언급한 바와 같이 다양할 수 있다. 특정 실시양태에서, 제1 SCR 촉매의 로딩은 적어도 약 0.01 g/in<sup>3</sup> (예: 약 0.01 g/in<sup>3</sup> 내지 약 1.25 g/in<sup>3</sup>, 약 0.02 g/in<sup>3</sup> 내지 약 0.95 g/in<sup>3</sup>, 약 0.03 g/in<sup>3</sup> 내지 약 0.05 g/in<sup>3</sup>, 약 0.01 g/in<sup>3</sup> 내지 약 2.5 g/in<sup>3</sup>, 약 0.02 g/in<sup>3</sup> 내지 약 2.5 g/in<sup>3</sup>, 약 0.03 g/in<sup>3</sup> 내지

약 2.5 g/in<sup>3</sup>의 범위를 포함하나 이에 한정되지 않는)일 수 있다. 특정 실시양태에서, 제2 SCR 촉매의 로딩은 적어도 약 0.1 g/in<sup>3</sup> (예: 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 6 g/in<sup>3</sup>, 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 5 g/in<sup>3</sup>, 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 4 g/in<sup>3</sup>, 약 0.1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 3 g/in<sup>3</sup>, 약 1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 6 g/in<sup>3</sup>, 약 1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 5 g/in<sup>3</sup>, 약 1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 4 g/in<sup>3</sup>, 약 1 g/in<sup>3</sup> 내지 약 3 g/in<sup>3</sup>의 범위를 포함하나 이에 한정되지 않는)일 수 있다.

[0237] NO를 NO<sub>2</sub>로 산화시키는 촉매

[0238] 미립자 필터로부터의 상류에는 NO를 산화시켜 NO<sub>2</sub>를 형성하는 촉매가 제공된다. 이러한 촉매는 일부 실시양태에서 PGM을 포함하는 산화 촉매를 포함할 수 있다. 본원에서 사용된 "백금족 금속"(PGM)은 백금, 팔라듐, 로듐, 루테늄, 오스뮴 및 이리듐, 또는 이들의 조합 및 이들의 산화물을 의미한다. 하나 이상의 실시양태에서, 산화 촉매는 백금, 팔라듐 또는 이들의 조합을 포함한다. 하나 이상의 실시양태에서, 산화 촉매는 복수의 입자 상의 적어도 하나의 백금족 금속을 포함하고, 산화 촉매의 복수의 입자는 알루미나, 티타니아, 지르코니아, 실리카, 실리카/알루미나 또는 이들의 조합의 조성물을 가질 수 있다.

[0239] 하나 이상의 실시양태에서, 백금족 금속은 초기 습윤 기법에 이은 400 °C 내지 600 °C의 열처리에 의해 알루미나, 티타니아, 지르코니아, 실리카 및/또는 실리카/알루미나 입자에 함침될 수 있다. 하나 이상의 실시양태에서, 산화 촉매는 D90<3 마이크로미터, D90<5 마이크로미터, D90<10 마이크로미터 또는 D90 ≈ 5-7 마이크로미터를 갖는 슬러리의 형태로 제공되는 PGM 함유 물질이다.

[0240] NO를 산화시키는 촉매는 디젤 산화 촉매(DOC), 희박 NO<sub>x</sub> 촉매, 희박 NO<sub>x</sub> 트랩(LNT), 촉매화된 부분 필터, 및 저온 희박 NO<sub>x</sub> 트랩으로부터 선택될 수 있다.

[0241] 배기 시스템 및 방법

[0242] 본 발명의 원리 및 실시양태는 또한 본원에 기술된 바와 같이 적어도 하나의 촉매화된 미립자 필터를 포함하는 촉매성 배기 시스템에 관한 것이다. 다양한 실시양태에서, 촉매성 배기 시스템은 촉매화된 미립자 필터 및 복수의 가스상 오염물 및/또는 미립자 물질의 일부 비율을 감소시키기 위한 하나 이상의 추가 성분을 포함할 수 있다.

[0243] 하나 이상의 실시양태에서, 환원제 도징(dosing) 시스템으로도 지칭되는 요소 주입기가 촉매화된 미립자 필터의 상류에 제공되어 NO<sub>x</sub> 환원제를 배기 스트림에 주입시키고 촉매화된 미립자 필터에 혼입된 SCR 촉매의 작동을 용이하게 할 수 있다. 모든 목적을 위해 그 전체가 본원에서 참조로 인용되는 U.S. 특허 4,963,332에 개시된 바와 같이, 촉매성 변환기의 NO<sub>x</sub> 상류 및 하류는 감지될 수 있고, 월스형 도징 벨브는 상류 및/또는 하류 신호에 의해 제어될 수 있다.

[0244] 모든 목적을 위해 그 전체가 본원에서 참조로 인용되는 U.S. 특허 5,522,218에 개시된 시스템에서와 같은 대안적인 구성에서, 환원제 주입기의 월스 폭은 센서 값 및/또는 배기 가스 온도의 맵 및 엔진 작동 조건, 예컨대 엔진 rpm, 변속기 기어 및 엔진 스피드로부터 제어될 수 있다. 환원제 월스 계량 시스템은 U.S. 특허 6,415,602에 기술되어 있으며, 이의 논의는 모든 목적을 위해 그 전체가 본원에 참고로 인용된다.

[0245] 다양한 실시양태에서, 배기 시스템은 배기 매니폴드(manifold), 배기 파이프 (또는 다운 파이프 또는 Y-파이프), 머플러 및 테일파이프를 포함할 수 있다. 촉매성 배기 시스템은 Y-파이프 및/또는 배기 파이프의 배기 시스템에 삽입되어 가스가 테일파이프에서 대기 중으로 배출되기 전에 내부 연소 기관으로부터의 배기 가스를 처리할 수 있다.

[0246] 하나 이상의 실시양태에서, 촉매성 배기 시스템은 길이, 폭, 높이 및 귀금속 로딩을 갖는 단일체식 촉매성 기질을 포함한다. 다양한 실시양태에서, 단일체식 촉매성 기질은 단면적 및 길이를 한정하는 직경을 갖는 원통형; 단면적 및 길이를 한정하는 주축(major axis) 및 부축(minor axis)을 갖는 타원형; 또는 단면적 및 길이를 한정하는 주요축(chief axis) 및 횡단 직경을 가지는 직사각형일 수 있는 모양을 가지며 여기서 단일체식 촉매성 기질은 의도된 수준의 촉매성 활성을 제공하기 위한 귀금속 로딩을 갖는다.

[0247] 하나 이상의 실시양태에서, 귀금속 로딩은 하나 이상의 백금족 금속, 하나 이상의 비천 금속, 하나 이상의 귀금속 및/또는 비천 금속 산화물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

- [0248] 다양한 실시양태에서, 촉매성 배기 시스템은 양방향 촉매, 3 방향 전환(TWC) 촉매(주로 화학량론적 연소 가솔린 엔진에 사용됨), 디젤 산화 촉매(DOC)(주로 희박 연소 디젤 엔진에 사용됨), 선택적 촉매성 환원(SCR) 촉매, 희박 아산화 질소 촉매(LNC), 암모니아 슬립 촉매(ASC), 암모니아 산화 촉매(AMO<sub>x</sub>), NO<sub>x</sub> 저장/방출 촉매(NSR)라고 불리는 NO<sub>x</sub> 흡수제 및 희박 NO<sub>x</sub> 트랩(LNT), 디젤 미립자 필터(DPF), 가솔린 미립자 필터(GPF), 부분 산화 촉매(POC), 및 촉매화된 그을음 필터(CSF) 뿐만 아니라 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0249] 다양한 실시양태에서, 촉매성 배기 시스템은 디젤 산화 촉매(DOC), 희박 NO<sub>x</sub> 트랩(LNT), 수동 NO<sub>x</sub> 흡수제(PNA), 희박 NO<sub>x</sub> 촉매, 저온 희박 NO<sub>x</sub> 트랩 및 촉매화된 부분 필터를 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 암모니아, 탄화수소 및 일산화탄소 중 하나 이상의 산화를 제공하기 위해 제1 및 제2 SCR 촉매로부터의 하류에 별도의 산화 촉매가 제공될 수 있다.
- [0250] 도 1 및 도 2는 복수의 통로(12)를 갖는 일반적인 벽 유동 필터 기질(10) (벽 유동 필터로도 지칭됨)을 도시한다. 통로는 필터 기질의 내부 벽(13)에 의해 형성되고 관형으로 둘러싸여있다. 도 1은 주입구 단부(14) 및 배출구 단부(16)를 갖는 벽 유동 필터 기질 실시양태의 외부도를 도시한다. 대체 통로는 주입구 단부에서 주입구 플러그(18)(흑색으로 나타남) 및 배출구 단부에서 배출구 플러그(20)로 플러그되고, 기질의 주입구(14) 및 배출구(16) 단부에서 대향하는 바둑판 패턴을 형성한다.
- [0251] 도 2는 벽 유동 필터 기질의 주입구 단부에서 배출구 단부까지 종 방향으로 연장되는 복수의 다공성 벽 실시양태의 단면도를 도시한다. 주입구 단부(14)로부터 배출구 단부(16)까지 종 방향으로 연장되고 복수의 평행한 통로(12)를 형성하는 복수의 다공성 벽(13) 실시양태의 부분 단면도가 도시되어있다. 가스 스트림(22)(화살표로 나타남)은 개방되고 플러그되지 않은 주입구 통로(24)의 단부를 통해 유입되고, 배출구 플러그(20)에 의해 폐쇄된 단부에서 정지되고 통로를 형성하는 다공성 벽(13)을 통해 배출구 통로(26)까지 확산된다. 가스 스트림(22)은 개방되고 플러그되지 않은 배출구 통로(26)의 단부를 통해 유동함으로써 필터를 빠져나가고 주입구 플러그(18)에 의해 폐쇄된 단부에서 정지된다. 가스는 주입구 플러그(18)에 의해 배출구 통로로부터 필터의 주입구 단부로 역류하는 것이 방지되고, 배출구 플러그(20)에 의해 배출구 단부로부터 주입구 통로로 재진입하는 것이 방지된다. 이러한 방식으로, 일정량의 통로는 주입구 단부에서 개방되고 배출구 단부에서 폐쇄되는 주입구 통로이며 일정량의 통로는 주입구 단부에서 폐쇄되고 배출구 단부에서 개방되는 배출구 통로이며, 여기서 배출구 통로는 주입구 통로와 상이한 통로이다.
- [0252] 도 3은 복수의 구역을 갖는 벽 유동 필터 기질의 복수의 다공성 벽의 예시적인 실시양태의 단면의 확대도를 도시한다. 나타난 촉매 제품은 통로(24) 및 (26)를 구획하고 한정하는, 종 방향으로 연장된 다공성 벽(13)에 의해 형성된 복수의 종 방향으로 연장된 통로(12)를 갖는 벽 유동 필터(10)를 포함하며, 여기서 벽은 길이 ' $L_F$ '를 갖는 벽 유동 필터의 주입구 단부(14)와 배출구 단부(16) 사이에서 연장되는 축 방향 길이 ' $L_w$ '를 갖는다. 다양한 실시양태에서, 필터 길이 ' $L_F$ '  $\geq$  축 벽 길이 ' $L_w$ '이다. 다양한 실시양태에서, 다공성 벽은 전체적으로 실질적으로 균일한 공극률을 갖는다. 통로 (24) 및 (26)은 주입구 단부(14)에서 개방되고 배출구 단부(16)에서 폐쇄되는 주입구 통로(24) 및 주입구 단부 (14)에서 폐쇄되고 배출구 단부(16)에서 개방되는 배출구 통로(26)를 포함한다.
- [0253] 하나 이상의 실시양태에서, 적어도 2 개의 촉매성 구역 (30) 및 (34)는 다공성 벽(13)의 길이 ' $L_w$ '를 따라 적어도 하나의 코팅에 의해 형성되며, 여기서 코팅(들)은 다공성 벽(13)의 두께에 스며들 수 있다. 다양한 실시양태에서, 코팅(들)은 상이한 공간 배열로 다공성 벽(13)의 길이( $L_w$ )를 따라 배치된다.
- [0254] 다양한 실시양태에서, 상이한 구역은 다공성 벽의 길이에 따른, 촉매성 코팅의 조성의 변화, 촉매성 코팅의 로딩의 변화, 하나 이상의 촉매성 코팅의 조합의 변화, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 서로 구별될 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나의 구역은 촉매성 코팅을 갖지 않는, 또는 달리 말해 촉매의 제로 로딩을 가질 수 있다. 예를 들어, 구역(30)은 코팅을 함유하지 않을 수 있고, 반면 구역(34)은 국부적인 로딩을 갖는 코팅을 함유할 수 있다. 대안적으로, 구역(34)은 촉매성 코팅을 함유하지 않을 수 있지만, 구역(30)은 국부적인 로딩을 갖는 코팅을 함유할 수 있다.
- [0255] 하나 이상의 실시양태에서, 제1 구역(30)은 다공성 벽(13)의 주입구 단부(14)로부터 다공성 벽의 전체 길이보다 작은 거리로 축 방향으로 연장되고, 제2 구역(34)은 제2 구역(32)으로부터 다공성 벽(13)의 배출구 단부(16)까지 축 방향으로 연장된다.

- [0256] 본 출원에서 특정 코팅으로 본질적으로 이루어지는 구역에 대한 언급은 특정 구역 내에 특정 코팅만이 의도적으로 침착되었음을 의미하며 다른 구성요소가 우연히 구역 내로 침착되거나 이동할 수 있음을 의미하며, 구역 내의 대부분의 물질은 특정적으로 침착된 물질이다.
- [0257] 도 4는 배출물 처리 시스템, 요소 주입기 및 다른 엔진 구성요소를 포함하는 엔진 시스템의 다른 예시적인 실시양태를 도시한다. 성분(147)은 NO를 NO<sub>x</sub>로 전환시키는 촉매이다. 제1 SCR 촉매(150)는 촉매 성분(147)으로부터의 하류 및 제2 SCR 촉매(143)로부터의 상류에 배치될 수 있다. 상기 기술한 바와 같이, 제1 SCR 촉매(150)는 미립자 필터, 예를 들어 벽 유동 필터 상에 있을 수 있다. 제2 SCR 촉매(143)는 기질 또는 세라믹 발포체를 통해 유동하는 단일체식, 별집구조 상에 있을 수 있다. 임의의 추가 촉매(152)는 제2 SCR 촉매(143)의 하류에 배치될 수 있고, AMO<sub>x</sub> 촉매 및/또는 탄화수소 및 일산화탄소를 산화시키는 촉매를 포함할 수 있다. 대안적으로, AMO<sub>x</sub> 촉매 및/또는 탄화수소 및 일산화탄소를 산화시키는 촉매가 제2 SCR 촉매(143) 기질의 배출구 단부에 위치될 수 있다. 원하는 암모니아, 일산화탄소 및 탄화수소 제거 수준에 따라 추가 산화 촉매가 포함될 수 있다. 가스상 오염물(미연소 탄화수소, 일산화탄소 및 NO<sub>x</sub>를 포함) 및 미립자 물질을 함유하는 배기는 커넥터(142)를 통해 엔진(141)으로부터 도 4에 나타난 다양한 구성요소로 운반되고 배기 가스는 테일 파이프(144)을 통해 시스템을 빠져나간다.
- [0258] 도 4에 나타난 시스템은 노즐(미도시)을 통해 배기 스트림으로 분사로서 주입될 수 있는 환원제, 예를 들어 요소의 주입을 보여준다. 하나의 라인(148)에 나타난 수성 우레아는 혼합 스테이션(146) 내의 다른 라인(149) 상의 공기와 혼합될 수 있는 암모니아 전구체로서 작용할 수 있다. 밸브(145)는 배기 스트림에서 암모니아로 전환되는 정확한 양의 수성 우레아를 계량하는데 사용될 수 있다. 암모니아가 첨가된 배기 스트림은 SCR 반응을 위해 제1 SCR 촉매(150)로 운반된다. 라인(148), 라인(149)을 포함하는 추가 주입기, 혼합 스테이션(14) 및 밸브(145)는 제2 SCR 촉매(143)에 대한 요소를 계량하는데 사용될 수 있다. 나타난 주입기는 사용될 수 있는 한 유형의 시스템의 예시이며, 다른 변형은 본 발명의 범위 내이다.
- [0259] 실시예
- [0260] 개시된 비한정적인 실시예는 본 발명의 예시적인 실시양태를 도시한다. 본 발명은 이하의 실시예의 설명에 설정된, 인용된 순서, 구성의 상세한 설명, 또는 공정 단계에 한정되지 않으며, 본 발명은 다른 실시양태가 가능하고 다양한 방법으로 실행되거나 수행되는 것으로 이해되어야한다.
- [0261] 실시예 1:
- [0262] 일시적인 시험 사이클에 걸쳐 대략 50 %의 평균 NO<sub>x</sub>/NO<sub>x</sub> 비율을 제공하는, 기질을 통과하는 별집 유동 상에 Pt의 DOC (30 g/ft<sup>3</sup>)를 포함하는 차량 배출물 시스템 및 벽 유동 필터 상의 제1 SCR 촉매(SCRoF) 및 기질을 통과하는 유동의 제2 SCR 촉매를 제조하고 시험하였다. SCRoF는 DOC로부터의 하류에 배치되었다. SCRoF는 약 60 %의 공극률을 가졌다. SCRoF는 배출구 단부 상의 후방 구역(필터의 축 방향 길이의 50 %)이 Cu 제올라이트 SCR 촉매의 0.2 g/in<sup>3</sup>의 국부적 로딩을 함유하도록 코팅된 구역이다. 주입구 구역(필터의 길이의 50 %)은 어떠한 촉매도 함유하지 않았다. 전체 SCRoF의 총 로딩은 0.1 g/in<sup>3</sup>이다. 기질을 통과하는 유동 상의 제2 SCR 촉매는 SCRoF와 동일한 SCR 촉매로 코팅되었지만, 기질의 전체 길이를 따라 3.0 g/in<sup>3</sup>의 로딩으로 코팅되었다. 대형 디젤 엔진의 하류에 이 시스템을 위치시켰다. 엔진 배출 NO<sub>x</sub>는 300 내지 500 그램/시간의 범위이고, 20:1 내지 30:1 범위의 NO<sub>x</sub>/그을음 비율이다. 엔진은 1.0의 NH<sub>3</sub>/NO<sub>x</sub>의 표준화된 화학량론적인 비에서 시뮬레이션된 건설 차량의 일시적인 사이클에서 운전되었다. NO<sub>x</sub> 제거는 필터 상의 제1 SCR 촉매로부터의 하류 및 전체 시스템에 대해 측정되었다. 도 5는 총 제거 95 %에 대해, SCRoF에서 50 %, 제2 SCR 촉매에서 대략 45 %의 NO<sub>x</sub> 제거가 발생하는 것을 나타내고 이는 전체 시스템에 걸쳐 높은 전환율이 달성되었음을 입증한다.
- [0263] 시뮬레이션된 차량 사이클은 대략 95 시간 동안 연속적으로 수행되었다. 미립자 필터에 축적된 총 그을음 질량 대 시간을 측정하여 도 6에 나타내었다. 도 6은 대략 66 시간 후에 필터 상의 그을음 산화와 엔진 그을음 배출물 배출 사이에 균형이 얻어짐을 보여준다.
- [0264] 비교예 2
- [0265] SCRoF가 실시예 1과 동일한 SCR 촉매가 벽 유동 필터의 전체 길이를 따라 SCR 촉매가 1.4 g/in<sup>3</sup>로딩되었다는

것을 제외하고는, 실시예 1의 시스템과 동일한 제2 시스템이 구성되었다. SCRoF에서의  $\text{NO}_x$  전환은 약 89 %였고 시스템  $\text{NO}_x$  전환은 약 98 %였다. 누적된 총 그을음 질량은 이 샘플에 대해 측정되지 않았다.

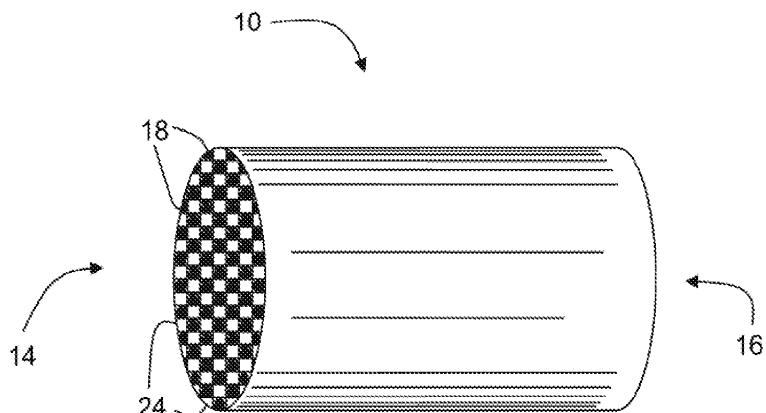
[0266] 실시예 1과 비교예 2를 비교하면, 미립자 필터 상의 SCR 촉매의 로딩 및/또는 위치를 조정하는 것이, SCR 촉매 및 하류의 제2 SCR 촉매를 함유하는 미립자 필터를 포함하는 시스템에서 높은  $\text{NO}_x$  전환 및 미립자 제거를 달성할 수 있음을 입증하였다. 구체적으로, 의도적으로 낮은  $0.1 \text{ g/in}^3$ 의 전체 로딩 및 SCRoF의 주입구 구역에 촉매가 함유되지 않은 구역화된 로딩을 제공함으로써 필터를 통한  $\text{NO}_x$  전환을 의도적으로 낮추며, 이것은 적절한 그을음 산화 및 필터의 수동 재생을 허용한다. 시스템의 총  $\text{NO}_x$  전환은 95 %를 초과한다.

[0267] 미립자 필터 상의 SCR 촉매가, 필터 상의  $\text{NO}_x$  전환을 제한하도록 설계되어 필터 상의 수동 재생을 허용하도록 다른 SCR 촉매 특성이 변경될 수 있다.

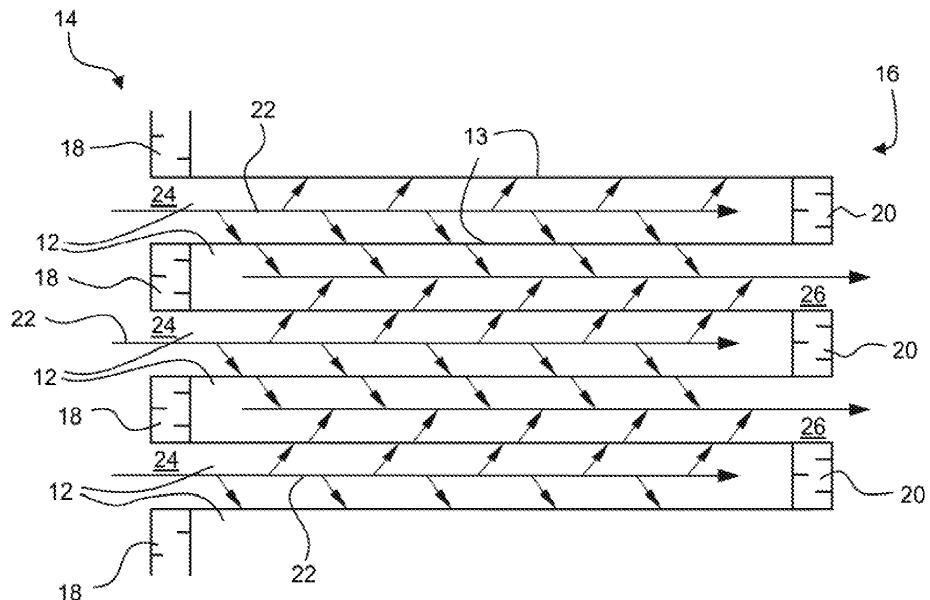
[0268] 본원에서의 발명은 특정 실시양태를 참조하여 설명되었지만, 이 실시양태는 단지 본 발명의 원리 및 응용을 설명하는 것임을 이해해야 한다. 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 본 발명의 방법 및 장치에 다양한 변형 및 변화가 이루어질 수 있음을 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 특허 청구범위 및 그 등가물의 범위 내에 있는 변형 및 변화를 포함하는 것으로 의도된다.

## 도면

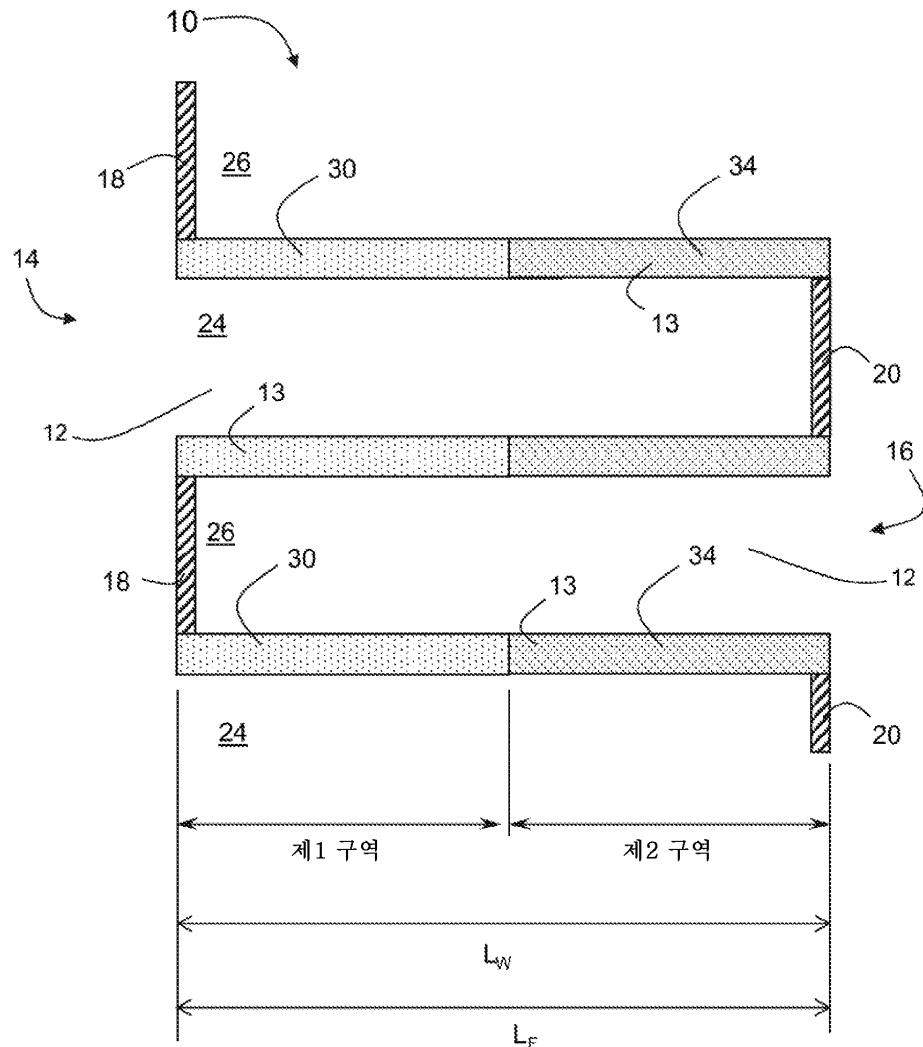
### 도면1



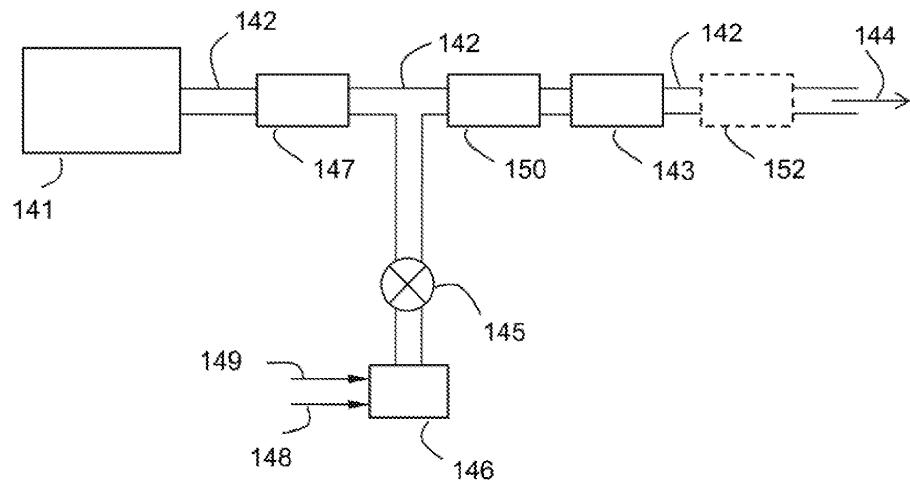
도면2



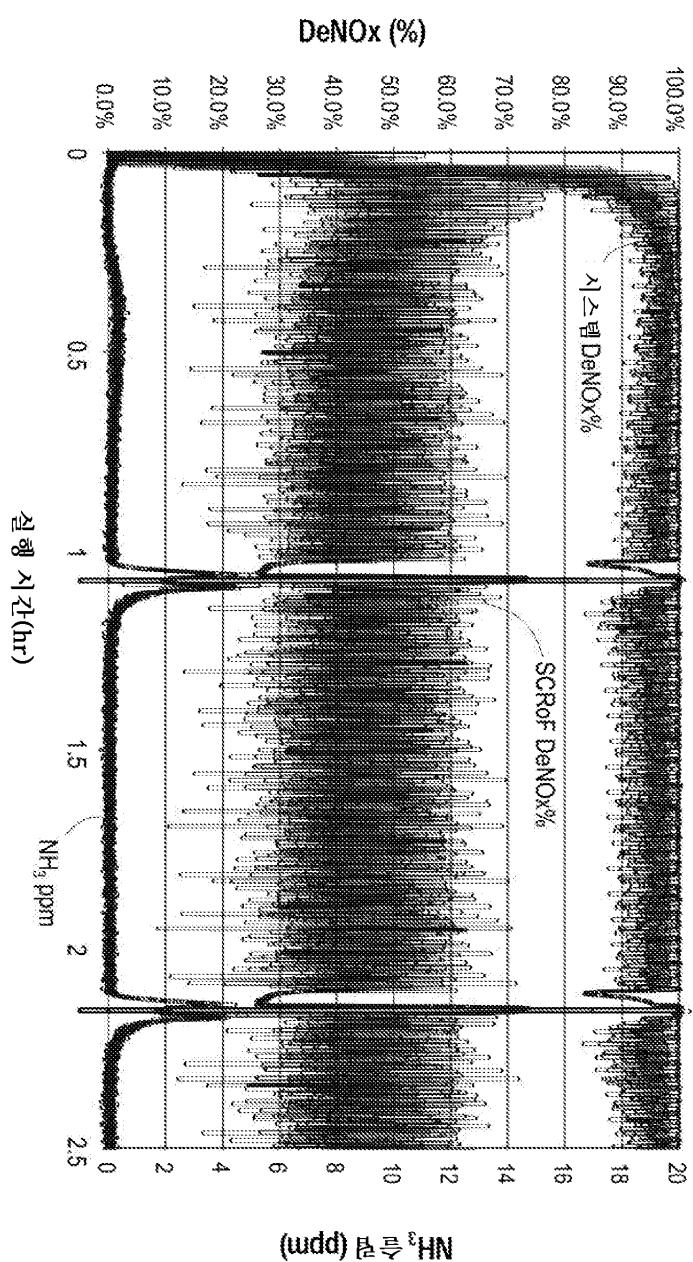
## 도면3



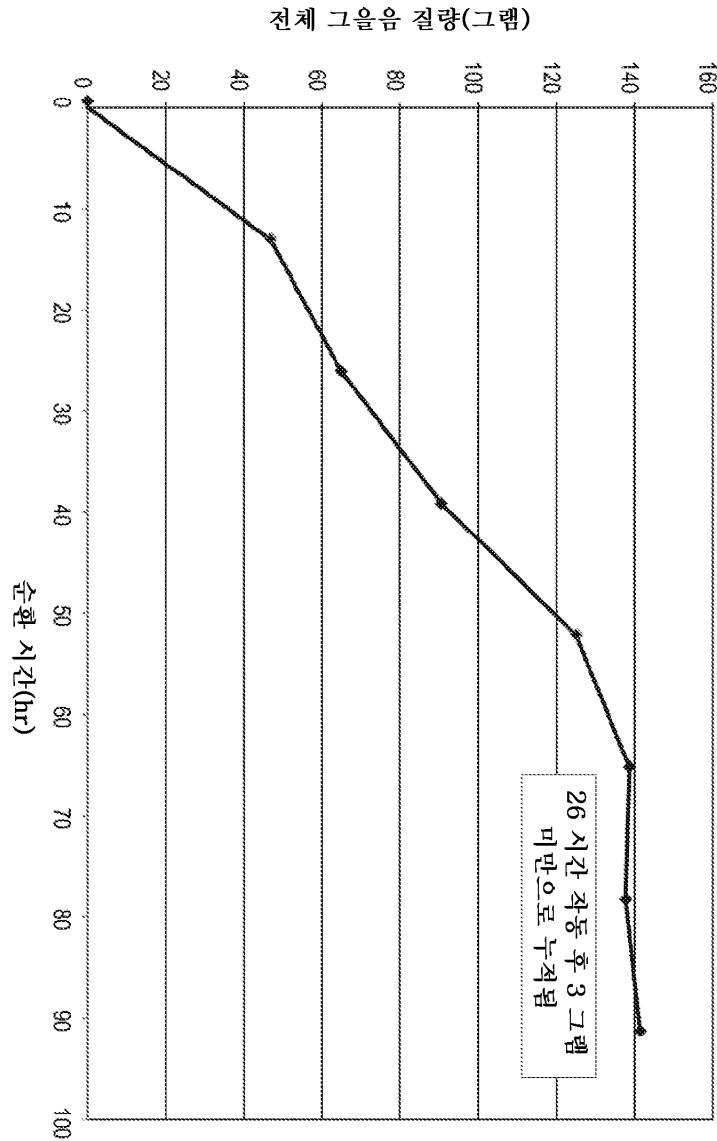
도면4



도면5



## 도면6



### 【심사관 직권보정사항】

#### 【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 7

#### 【변경전】

제6항에 있어서, 상기 제1 암모니아 SCR 촉매는  $\text{NO}_x$ 에 의한 미립자 연소의 반응 속도와 엔진을 빠져나가는  $\text{NO}_x$  및 미립자 물질에 기초한 SCR 반응 속도의 균형을 맞추게 하도록 설계되고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 목표된 전체 시스템  $\text{NO}_x$  전환을 총족시키기 위해 추가적인  $\text{NO}_x$  전환을 제공하도록 설계되는 것인 방법.

#### 【변경후】

제6항에 있어서, 상기 제1 암모니아 SCR 촉매는  $\text{NO}_2$ 에 의한 미립자 연소의 반응 속도와 엔진을 빠져나가는  $\text{NO}_x$  및 미립자 물질에 기초한 SCR 반응 속도의 균형을 맞추게 하도록 설계되고, 제2 암모니아 SCR 촉매는 목표된 전체 시스템  $\text{NO}_x$  전환을 총족시키기 위해 추가적인  $\text{NO}_x$  전환을 제공하도록 설계되는 것인  $\text{NO}_x$  및 미립자 물질을 함유하는 희박 연소 엔진 배기 가스의 처리 방법.

#### 【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경전】

제6항에 있어서, 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대한 NO<sub>x</sub> 전환보다 큰 것인 방법.

【변경후】

제6항에 있어서, 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대한 NO<sub>x</sub> 전환보다 큰 것인 NOx 및 미립자 물질을 함유하는 희박 연소 엔진 배기 가스의 처리 방법.

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

제6항에 있어서, 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대한 NO<sub>x</sub> 전환보다 작은 것인 방법.

【변경후】

제6항에 있어서, 미립자 필터 상의 NO<sub>x</sub> 전환은 제2 암모니아 SCR 촉매에 대한 NO<sub>x</sub> 전환보다 작은 것인 NOx 및 미립자 물질을 함유하는 희박 연소 엔진 배기 가스의 처리 방법.