



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0028243
(43) 공개일자 2025년02월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 29/76 (2006.01) B01D 53/94 (2006.01)
B01J 35/00 (2024.01) F01N 3/20 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B01J 29/763 (2013.01)
B01D 53/9418 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7037940
- (22) 출원일자(국제) 2023년04월21일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년11월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2023/060456
- (87) 국제공개번호 WO 2023/203203
국제공개일자 2023년10월26일
- (30) 우선권주장
22169397.1 2022년04월22일
유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인
바스프 코포레이션
미국 뉴저지주 07932 플로르햄 파크 파크 애비뉴 100
- (72) 발명자
자벨, 클라우디아
독일 하노버 30173 셸리그만날리 1
스티에벨스, 수잔느
독일 하노버 30173 셸리그만날리 1
지브, 안드레아스
독일 하노버 30173 셸리그만날리 1
- (74) 대리인
제일특허법인(유)

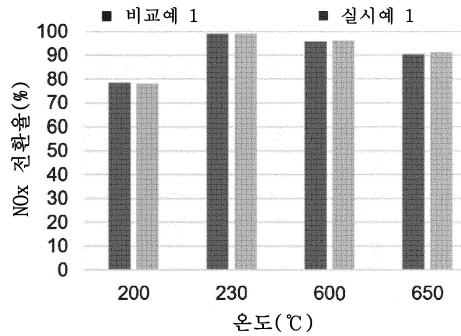
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매

(57) 요약

본 발명은 입구 단부, 출구 단부, 입구 단부로부터 출구 단부까지 연장되는 기관 촉방향 길이, 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의된 복수의 통로를 갖는 기관; 및 제올라이트 재료, 구리, 및 철 및 알루미늄을 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함하는 코팅부를 포함하는 NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매에 관한 것이며, 제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량% 이상은 Fe₂O₃로 계산되는 철로 구성된다.

대표도



(52) CPC특허분류

B01J 29/7615 (2013.01)

B01J 35/19 (2024.01)

F01N 3/2066 (2013.01)

B01D 2255/20761 (2013.01)

B01D 2255/50 (2013.01)

B01D 2255/9155 (2013.01)

B01D 2258/012 (2013.01)

F01N 2370/04 (2013.01)

F01N 2610/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매로서,

입구 단부, 출구 단부, 상기 입구 단부로부터 상기 출구 단부까지 연장되는 기관 축방향 길이, 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의되는 복수의 통로를 포함하는 상기 기관;

제올라이트 재료, 구리, 및 철 및 알루미늄을 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함하는 코팅부(상기 제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량% 이상은 Fe_2O_3 로 계산되는 철로 구성됨)를 포함하는, 촉매.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 코팅부에 포함된 상기 제올라이트 재료는 CHA, AEI, RTH, LEV, DDR, KFI, ERI, AFX, 이들 중 2개 이상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어진 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 CHA, AEI, RTH, AFX, 이들 중 2개 이상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어진 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 CHA 및 AEI로 이루어진 군으로부터 선택되는 프레임워크 유형을 갖고, 더욱 바람직하게는 상기 코팅부에 포함된 상기 제올라이트 재료는 프레임워크 유형 CHA를 갖는, 촉매.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, CuO로 계산되는, 상기 코팅부에 포함된 구리의 양은 상기 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 2 내지 10 중량%의 범위, 바람직하게는 2.5 내지 8 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 7 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3.5 내지 6 중량%의 범위이며, 바람직하게는 상기 코팅부에 포함된 상기 제올라이트 재료는 구리를 포함하는, 촉매.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제올라이트 재료는 철을 포함하고, Fe_2O_3 로 계산되는, 상기 제올라이트 재료에 포함된 철의 양은 상기 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 0.1 내지 1.5 중량%의 범위, 바람직하게는 0.15 내지 1.25 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 0.25 내지 1 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 0.3 내지 0.8 중량%의 범위인, 촉매.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 내지 65 중량%, 바람직하게는 30 내지 60 중량%, 더욱 바람직하게는 40 내지 55 중량%, 더욱 바람직하게는 45 내지 55 중량%는 Fe_2O_3 로 계산되는 철로 구성되는, 촉매.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 코팅부는 상기 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 5 내지 20 중량%의 범위, 바람직하게는 7 내지 15 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 8 내지 12 중량%의 범위의 양으로 상기 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함하는, 촉매.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 비제올라이트 산화물 재료의 99 내지 100 중량%, 바람직하게는 99.5 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.9 내지 100 중량%는 Al, Fe, 및 O로 구성되는, 촉매.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 촉매에서, 상기 제1 비제올라이트 산화물 재료에 대한 상기 제올라이트 재료의 중량비는 4.6:1 내지 10:1의 범위, 더욱 바람직하게는 6:1 내지 9.3:1의 범위, 더욱 바람직하

계는 7:1 내지 8.75:1의 범위인, 촉매.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 코팅부는 제2 비제올라이트 산화물 재료를 추가로 포함하며, 상기 제2 비제올라이트 산화물 재료는 바람직하게는 지르코니아, 알루미늄, 티타니아, 실리카, 및 Zr, Al, Ti, 및 Si 중 둘 이상을 포함하는 혼합된 산화물 중 하나 이상을 포함하고, 더욱 바람직하게는 실리카, 알루미늄, 및 지르코니아 중 하나 이상을 포함하고, 더욱 바람직하게는 알루미늄 및 지르코니아 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 지르코니아를 포함하고;

상기 코팅부에 포함된 상기 제2 비제올라이트 산화물 재료의 바람직하게는 95 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 98 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.5 내지 100 중량%는 ZrO₂로 계산되는 지르코늄으로 구성되는, 촉매.

청구항 10

NO_x의 선택적 촉매 환원용 촉매, 바람직하게는 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 촉매를 제조하는 공정으로서,

(i) 물, 구리 공급원, 및 바람직하게는 제2 비제올라이트 산화물 성분의 전구체를 포함하는 제1 수성 혼합물 제조하는 단계;

(ii) 단계 (i)에 따라 얻은 상기 제1 수성 혼합물을 물 및 제올라이트 재료와 혼합하여 제2 수성 혼합물을 얻는 단계(상기 제올라이트 재료는 구리가 없고, 상기 제올라이트 재료는 선택적으로 철을 포함함);

(iii) Al 및 Fe를 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 단계 (ii)에 따라 제조된 상기 제2 수성 혼합물에 첨가혼합하여, 바람직하게는 물을 첨가하여, 제3 수성 혼합물을 얻는 단계(상기 제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량% 이상은 Fe₂O₃로 계산되는 철로 구성됨);

(iv) 단계 (iii)에 따라 얻은 상기 제3 수성 혼합물을 입구 단부, 출구 단부, 상기 입구 단부로부터 상기 출구 단부까지 연장되는 기관 축방향 길이 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의되는 복수의 통로를 포함하는 상기 기관 상에 배치하고; 상기 혼합물을 포함하는 상기 기관을 선택적으로 건조하는 단계;

(v) 단계 (iv)에서 얻은 상기 기관을 하소하는 단계를 포함하는, 공정.

청구항 11

제10항에 있어서, 단계 (i)은,

(i.1) 물 및 상기 구리 공급원을 포함하는 혼합물을 제조하는 단계(상기 혼합물은 바람직하게는 산, 더욱 바람직하게는 유기산, 더욱 바람직하게는 아세트산을 추가로 포함함);

(i.2) 단계 (i.1)에 따라 얻은 상기 혼합물에 상기 제2 비제올라이트 산화물 성분의 전구체를 첨가하여, 상기 제1 수성 혼합물을 얻는 단계를 포함하는, 공정.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 구리 공급원의 90 내지 100 중량%, 바람직하게는 93 내지 99 중량%, 더욱 바람직하게는 96 내지 99 중량%는 용해되지 않은 상태로 단계 (i.1)에서 제조된 상기 혼합물에 존재하고;

단계 (i.1)에 따른 상기 혼합물 중 상기 구리 입자는 바람직하게는 0.1 내지 15 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 0.5 내지 10 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 1 내지 8 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 7 마이크로미터의 범위의 Dv90을 갖는, 공정.

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 공정에 의해 얻을 수 있거나 얻은 NO_x의 선택적 촉매 환원용 촉매.

청구항 14

압축 점화 엔진, 바람직하게는 디젤 엔진을 빠져나가는 배기 가스를 처리하기 위한 배기 가스 처리 시스템으로

서, 상기 배기 가스 처리 시스템은 상기 배기 가스 스트림을 상기 배기 가스 처리 시스템 내로 도입하기 위한 상류 단부를 가지며, 상기 배기 가스 처리 시스템은 제1항 내지 제9항 및 제13항 중 어느 한 항에 따른 촉매, 디젤 산화 촉매 중 하나 이상, 선택적 촉매 환원 촉매, 암모니아 산화 촉매, NOx 트랩, 및 미립자 필터를 포함하는, 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, 디젤 산화 촉매를 포함하며, 제1항 내지 제9항 및 제13항 중 어느 한 항에 따른 촉매가 상기 디젤 산화 촉매의 하류에 위치하는, 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매, NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매를 제조하기 위한 공정, 상기 공정에 의해 얻은 촉매, 및 본 발명의 촉매의 용도에 관한 것이다.
- [0002] 구리계인 선택적 촉매 환원 촉매(SCR) 및 선택적 촉매 환원 촉매 온 필터(SCRoF)는 당업계에 알려져 있고, 양호한 NOx 전환율을 제공한다. 이러한 점에서, US 9 242 238 B2는 구리-촉진된 8-고리 소기공 분자체와 철-촉진된 8-고리 소기공 분자체를 포함하는 혼합된 촉매를 개시한다. 또한, US 9 352 307 B2는 NOx 전환을 개선하기 위해 Cu-CHA와 Fe-MFI의 혼합물을 포함하는 SCR 촉매를 개시하고, US 9 999 877 B2는 가스 스트림에서 NOx의 처리를 위한 혼합된 제올라이트 촉매 Cu-CHA/Fe-BEA를 개시한다.
- [0003] 그러나, 특히 유로 7에 대한 더욱 더 엄격한 규제를 고려할 때, 양호한 NOx 전환은 충분하지 않고 N₂O 방출의 제한은 또한 매우 중요해져서, NOx의 선택적 촉매 환원을 위한 새로운 촉매를 제공할 필요가 있으며, 이는 뛰어난 NOx 전환율을 나타내고 아산화질소(N₂O) 형성을 감소시킨다.
- [0004] 따라서, 본 발명의 목적은 뛰어난 NOx 전환율을 나타내는 새로운 NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매를 제공하고 아산화질소(N₂O) 형성을 감소시키는 것이었다. 놀랍게도, 본 발명의 촉매는 넓은 온도 범위에 걸쳐 뛰어난 NOx 전환율을 나타내고 N₂O를 감소시키는 것으로 밝혀졌다. 또한, 상기 촉매는 선행기술에 비해 개선된 열적 안정성을 갖는다.
- [0005] 따라서, 본 발명은 다음을 포함하는 NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매에 관한 것이다.
- [0006] 입구 단부, 출구 단부, 입구 단부로부터 출구 단부까지 연장되는 기관 축방향 길이, 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의되는 복수의 통로를 포함하는 기관;
- [0007] 제올라이트 재료, 구리, 및 철 및 알루미늄을 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함하는 코팅부(상기 제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량% 이상은 Fe₂O₃로 계산되는 철로 구성됨).
- [0008] 바람직하게는 코팅부에 포함된 제올라이트 재료는 ABW, ACO, AEI, AEL, AEN, AET, AFG, AFI, AFN, AFO, AFR, AFS, AFT, AFV, AFX, AFY, AHT, ANA, APC, APD, AST, ASV, ATN, ATO, ATS, ATT, ATV, AVL, AWO, AWW, BCT, BEA, BEC, BIK, BOF, BOG, BOZ, BPH, BRE, BSV, CAN, CAS, CDO, CFI, CGF, CGS, CHA, -CHI, -CLO, CON, CSV, CZP, DAC, DDR, DFO, DFT, DOH, DON, EAB, EDI, EEI, EMT, EON, EPI, ERI, ESV, ETR, EUO, *-EWT, EZT, FAR, FAU, FER, FRA, GIS, GIU, GME, GON, GOO, HEU, IFO, IFR, -IFU, IFW, IFY, IHW, IMF, IRN, IRR, -IRY, ISV, ITE, ITG, ITH, *-ITN, ITR, ITT, -ITV, ITW, IWR, IWS, IWV, IWW, JBW, JNT, JOZ, JRY, JSN, JSR, JST, JSW, KFI, LAU, LEV, LIO, -LIT, LOS, LOV, LTA, LTF, LTJ, LTL, LTN, MAR, MAZ, MEI, MEL, MEP, MER, MFI, MFS, MON, MOR, MOZ, *MRE, MSE, MSO, MTF, MTN, MTT, MTW, MUY, MWF, MWW, NAB, NAT, NES, NON, NPO, NPT, NSI, OBW, OFF, OKO, OSI, OSO, OWE, -PAR, PAU, PCR, PHI, PON, POS, PSI, PUN, RHO, -RON, RRO, RSN, RTE, RTH, RUT, RWR, RWY, SAF, SAO, SAS, SAT, SAV, SBE, SBN, SBS, SBT, SEW, SFE, SFF, SFG, SFH, SFN, SFO, SFS, *SFV, SFW, SGT, SIV, SOD, SOF, SOS, SSF, *-SSO, SSV, STF, STI, *STO, STT, STW, -SVR, SVV, SZR, TER, THO, TOL, TON, TSC, TUN, UEI, UFI, UOS, UOV, UOZ, USI, UTL, UUY, VET, VFI, VNI, VSV, WEI, -WEN, YUG, ZON, 이들 중 2개 이상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 CHA, AEI, RTH, LEV, DDR, KFI, ERI, AFX, 이들 중 2개 이상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 CHA, AEI, RTH, AFX, 이들 중 2개 이

상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 CHA 및 AEI로 이루어지는 군으로부터 선택된 프레임워크 유형을 갖는다. 더욱 바람직하게는 코팅부에 포함된 제올라이트 재료는 CHA 프레임워크 유형을 갖는다.

- [0009] 바람직하게는 제올라이트 재료의 프레임워크 구조의 95 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 98 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99 내지 100 중량%는 Si, Al 및 O로 구성된다.
- [0010] 바람직하게는, 코팅부에 포함된 제올라이트 재료의 프레임워크 구조에서, 몰 $SiO_2:Al_2O_3$ 로 계산되는 Si 대 Al의 몰비는 2:1 내지 30:1의 범위, 더욱 바람직하게는 5:1 내지 28:1의 범위, 더욱 바람직하게는 8:1 내지 26:1의 범위이다. 더욱 바람직하게는, Si 대 Al의 몰비는, 몰 $SiO_2:Al_2O_3$ 로 계산되는 Si 대 Al의 몰비는 10:1 내지 19:1의 범위, 더욱 바람직하게는 12:1 내지 18:1의 범위이다. 대안적으로, 더욱 바람직하게는, 몰 $SiO_2:Al_2O_3$ 로 계산되는 Si 대 Al의 몰비는 20:1 내지 25:1의 범위이다.
- [0011] 바람직하게는 코팅부에 포함된, 프레임워크 유형 CHA를 갖는 제올라이트 재료는 더욱 바람직하게는 주사 전자 현미경을 통해 측정된 0.1 마이크로미터 이상, 더욱 바람직하게는 0.1 내지 3.0 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 0.3 내지 1.5 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 0.4 내지 1.0 마이크로미터의 범위의 평균 결정 크기를 갖는다.
- [0012] 바람직하게는 CuO 로 계산되는, 코팅부에 포함된 구리의 양은 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 2 내지 10 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 2.5 내지 8 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 7 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3.5 내지 6 중량%의 범위이다.
- [0013] 바람직하게는 코팅부에 포함된 제올라이트 재료는 구리를 포함한다.
- [0014] 바람직하게는, 제올라이트 재료는 철을 포함하며, Fe_2O_3 로 계산되는 제올라이트 재료에 포함된 철의 양은 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 더욱 바람직하게는 0.1 내지 1.5 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 0.15 내지 1.25 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 0.25 내지 1 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 0.3 내지 0.8 중량%의 범위이다.
- [0015] 바람직하게는, 제올라이트 재료는 구리 및 철을 포함한다. 바람직하게는, 본 발명은 다음을 포함하는 NO_x 의 선택적 촉매 환원용 촉매에 관한 것이다:
- [0016] 입구 단부, 출구 단부, 입구 단부로부터 출구 단부까지 연장되는 기관 축방향 길이, 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의되는 복수의 통로를 포함하는 기관;
- [0017] 제올라이트 재료, 구리, 및 철 및 알루미늄을 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함하는 코팅부(제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량% 이상은 Fe_2O_3 로 계산되는 철로 구성됨),
- [0018] 구리는 제올라이트 재료에 포함되고, 제올라이트 재료는 철을 포함한다.
- [0019] 대안적으로, 제올라이트 재료는 바람직하게는 실질적으로 철이 없고, 더욱 바람직하게는 철이 없다. 즉, 제올라이트 재료의 바람직하게는 0 내지 0.001 중량%, 더욱 바람직하게는 0 내지 0.0001 중량%는 Fe_2O_3 로 계산되는 철로 구성된다.
- [0020] 바람직하게는, 코팅부는 0.25 내지 5 g/in^3 의 범위, 더욱 바람직하게는 0.75 내지 3 g/in^3 의 범위, 더욱 바람직하게는 1 내지 2.5 g/in^3 의 범위, 더욱 바람직하게는 1.25 내지 2.2 g/in^3 의 범위의 로딩으로 제올라이트 재료를 포함한다.
- [0021] 바람직하게는, 코팅부에 포함되는, 더욱 바람직하게는 프레임워크 유형 CHA를 갖는 제올라이트 재료는 기준 실시예 1에 기술된 바와 같이 결정된, 50 내지 $900\text{ m}^2/\text{g}$ 의 범위, 더욱 바람직하게는 150 내지 $700\text{ m}^2/\text{g}$ 의 범위, 더욱 바람직하게는 250 내지 $650\text{ m}^2/\text{g}$ 의 범위의 BET 비표면적을 갖는다
- [0022] 코팅부의 바람직하게는 50 내지 92 중량%, 더욱 바람직하게는 65 내지 90 중량%, 더욱 바람직하게는 70 내지 85 중량%는 제올라이트 재료로 구성된다.
- [0023] 더욱 바람직하게는, 본 발명의 촉매의 기관이 유동형 기관인 경우, 코팅부의 80 내지 85 중량%는 제올라이트 재

료로 구성된다. 대안적으로, 본 발명의 촉매의 기관이 벽 유동 필터 기관인 경우, 코팅부의 더욱 바람직하게는 72 내지 78 중량%는 제올라이트 재료로 구성된다.

- [0024] 제1 비제올라이트 산화물 재료의 바람직하게는 25 내지 65 중량%, 더욱 바람직하게는 30 내지 60 중량%, 더욱 바람직하게는 40 내지 55 중량%, 더욱 바람직하게는 45 내지 55 중량%는 Fe_2O_3 로 계산되는 철로 구성된다.
- [0025] 제1 비제올라이트 산화물 재료의 바람직하게는 35 내지 75 중량%, 더욱 바람직하게는 40 내지 70 중량%, 더욱 바람직하게는 45 내지 60 중량%, 더욱 바람직하게는 45 내지 55 중량%는 Al_2O_3 로 계산되는 알루미늄으로 구성된다.
- [0026] 바람직하게는, 제1 비제올라이트 산화물 재료에서, 중량 $Al_2O_3:Fe_2O_3$ 로 계산되는 알루미늄 대 철의 중량비는 0.5:1 내지 3:1의 범위, 바람직하게는 2.33:1 내지 1.5:1의 범위, 더욱 바람직하게는 0.8:1 내지 1.2:1의 범위, 더욱 바람직하게는 0.9:1 내지 1.1:1의 범위이다.
- [0027] 바람직하게는, 제1 비제올라이트 산화물 재료는 Al 및 Fe를 포함하는 산화물, Al 및 Fe를 포함하는 혼합된 산화물, 및 Fe로 함침된 Al의 산화물의 혼합물 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 Al 및 Fe를 포함하는 혼합된 산화물 및 Fe로 함침된 Al의 산화물 중 하나 이상이다.
- [0028] 바람직하게는 제1 비제올라이트 산화물 재료는 50 내지 300 m^2/g 의 범위, 더욱 바람직하게는 80 내지 160 m^2/g 의 범위의 BET 비표면적을 갖는다.
- [0029] 바람직하게는 코팅부는 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 5 내지 20 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 7 내지 15 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 8 내지 12 중량%의 범위의 양으로 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다.
- [0030] 바람직하게는, 본 발명은 다음을 포함하는 NO_x의 선택적 촉매 환원용 촉매에 관한 것이다:
- [0031] 입구 단부, 출구 단부, 입구 단부로부터 출구 단부까지 연장되는 기관 축방향 길이, 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의되는 복수의 통로를 포함하는 기관;
- [0032] 제올라이트 재료, 구리, 및 철 및 알루미늄을 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함하는 코팅부(제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량% 이상은 Fe_2O_3 로 계산되는 철로 구성됨),
- [0033] 코팅부는 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 5 내지 20 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 7 내지 15 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 8 내지 12 중량%의 범위의 양으로 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다.
- [0034] 바람직하게는, 본 발명은 다음을 포함하는 NO_x의 선택적 촉매 환원용 촉매에 관한 것이다:
- [0035] 입구 단부, 출구 단부, 입구 단부로부터 출구 단부까지 연장되는 기관 축방향 길이, 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의되는 복수의 통로를 포함하는 기관;
- [0036] 제올라이트 재료, 구리, 및 철 및 알루미늄을 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함하는 코팅부(제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량% 이상은 Fe_2O_3 로 계산되는 철로 구성됨),
- [0037] 코팅부는 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 5 내지 20 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 7 내지 15 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 8 내지 12 중량%의 범위의 양으로 제1 비제올라이트 산화물을 포함하고;
- [0038] 제올라이트 재료는 CHA, AEI, RTH, LEV, DDR, KFI, ERI, AFX, 이들 중 2개 이상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어진 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 CHA, AEI, RTH, AFX, 이들 중 2개 이상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어진 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 CHA 및 AEI로 이루어진 군으로부터 선택되는 프레임워크 유형을 갖고, 더욱 바람직하게는 코팅부에 포함된 제올라이트 재료는 프레임워크 유형 CHA를 갖는다.
- [0039] 본 발명의 맥락에서, 바람직하게는, 촉매 내에서, 제1 비제올라이트 산화물 재료에 대한 제올라이트 재료의 중량비는 5:1 내지 20:1의 범위, 더욱 바람직하게는 6.7:1 내지 14.3:1의 범위, 더욱 바람직하게는 8.3:1 내지 12.5:1의 범위이다.
- [0040] 바람직하게는, 본 발명은 다음을 포함하는 NO_x의 선택적 촉매 환원용 촉매에 관한 것이다:

- [0041] 입구 단부, 출구 단부, 입구 단부로부터 출구 단부까지 연장되는 기관 축방향 길이, 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의되는 복수의 통로를 포함하는 기관;
- [0042] 제올라이트 재료, 구리, 및 철 및 알루미늄을 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함하는 코팅부(제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량% 이상은 Fe_2O_3 로 계산되는 철로 구성됨),
- [0043] 촉매 내에서, 제1 비제올라이트 산화물 재료에 대한 제올라이트 재료의 중량비는 5:1 내지 20:1의 범위, 더욱 바람직하게는 6.7:1 내지 14.3:1의 범위, 더욱 바람직하게는 8.3:1 내지 12.5:1의 범위이다.
- [0044] 바람직하게는, 본 발명은 다음을 포함하는 NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매에 관한 것이다:
- [0045] 입구 단부, 출구 단부, 입구 단부로부터 출구 단부까지 연장되는 기관 축방향 길이, 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의되는 복수의 통로를 포함하는 기관;
- [0046] 제올라이트 재료, 구리, 및 철 및 알루미늄을 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함하는 코팅부(제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량% 이상은 Fe_2O_3 로 계산되는 철로 구성됨),
- [0047] 촉매 내에서, 제1 비제올라이트 산화물 재료에 대한 제올라이트 재료의 중량비는 5:1 내지 20:1의 범위, 더욱 바람직하게는 6.7:1 내지 14.3:1의 범위, 더욱 바람직하게는 8.3:1 내지 12.5:1의 범위이고;
- [0048] 제올라이트 재료는 CHA, AEI, RTH, LEV, DDR, KFI, ERI, AFX, 이들 중 2개 이상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어진 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 CHA, AEI, RTH, AFX, 이들 중 2개 이상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어진 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 CHA 및 AEI로 이루어진 군으로부터 선택되는 프레임워크 유형을 갖고, 더욱 바람직하게는 코팅부에 포함된 제올라이트 재료는 프레임워크 유형 CHA를 갖는다.
- [0049] 본 발명의 맥락에서, 제1 비제올라이트 산화물 재료의 바람직하게는 99 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.5 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.9 내지 100 중량%는 Al, Fe, 및 O로 이루어진다. 즉, 제1 비제올라이트 산화물 재료는 바람직하게는 Al, Fe, 및 O로 본질적으로 구성되고, 더욱 바람직하게는 이로 구성된다.
- [0050] 제1 비제올라이트 산화물 재료의 바람직하게는 0 내지 0.01 중량%, 더욱 바람직하게는 0 내지 0.001 중량%, 더욱 바람직하게는 0 내지 0.0001 중량%는 CeO_2 로 계산되는 세륨으로 구성된다. 즉, 비제올라이트 산화물 재료는 바람직하게는 실질적으로 세륨이 없고, 더욱 바람직하게는 세륨이 없다.
- [0051] 바람직하게는, 코팅부는 제2 비제올라이트 산화물 재료를 추가로 포함하고, 제2 비제올라이트 산화물 재료는 더욱 바람직하게는 지르코니아, 알루미늄, 티타니아, 실리카, 및 Zr, Al, Ti, 및 Si 중 둘 이상을 포함하는 혼합된 산화물 중 하나 이상을 포함하고, 더욱 바람직하게는 실리카, 알루미늄, 및 지르코니아 중 하나 이상을 포함하고, 더욱 바람직하게는 알루미늄 및 지르코니아 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 지르코니아를 포함한다.
- [0052] 코팅부에 포함된 제2 비제올라이트 산화물 재료의 바람직하게는 95 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 98 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.5 내지 100 중량%는 ZrO_2 로 계산되는 지르코늄으로 구성된다. 즉, 코팅부에 포함된 제2 비제올라이트 산화물 재료는 바람직하게는 본질적으로 지르코니아로 구성되고, 더욱 바람직하게는 이로 구성된다.
- [0053] 바람직하게는 코팅부는 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 2 내지 40 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 2.5 내지 30 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 25 중량%의 범위의 양으로 제2 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다. 더욱 바람직하게는 코팅부는 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 3 내지 10 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3.5 내지 7 중량%의 범위의 양으로 제2 비제올라이트 산화물 재료를 포함하고; 또는 코팅부는 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 더욱 바람직하게는 15 내지 25 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 17 내지 22 중량%의 범위의 양으로 제2 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다.
- [0054] 더욱 바람직하게는, 본 발명의 촉매의 기관이 유동형 기관인 경우, 코팅부는 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 3 내지 10 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3.5 내지 7 중량%의 양으로 제2 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다. 대안적으로, 본 발명의 촉매의 기관이 벽 유동 필터 기관인 경우, 코팅부는 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 15 내지 25 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 17 내지 22 중량%의 범위의 양으로 제2 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다.
- [0055] 코팅부는 바람직하게는 98 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.5 내

지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.9 내지 100 중량%는 구리로 구성되고, 제올라이트 재료는 선택적으로 철을 포함하고, 제1 비제올라이트 산화물 재료는 Fe 및 Al, 더욱 바람직하게는 전술한 것에서 정의된 바와 같이 제2 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다. 즉, 코팅부는 본질적으로 구리로 구성되고, 더욱 바람직하게는 이로 구성되고, 제올라이트 재료는 선택적으로 철을 포함하고, 제1 비제올라이트 산화물 재료는 Fe 및 Al, 더욱 바람직하게는 전술한 것에서 정의된 바와 같이 제2 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다.

- [0056] 바람직하게는, 기관은 코디어라이트, 실리콘 카바이드, 및 알루미늄 티타네이트 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 코디어라이트 및 실리콘 카바이드 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 코디어라이트 또는 실리콘 카바이드로 제조된다.
- [0057] 바람직하게는, 본 발명의 제1 양태에 따라, 기관은 벽 유동 필터 기관이고, 복수의 통로는 개방 입구 단부 및 폐쇄 출구 단부를 갖는 입구 통로, 및 폐쇄 입구 단부 및 개방 출구 단부를 갖는 출구 통로를 포함한다.
- [0058] 바람직하게는, 벽 유동 필터 기관은 실리콘 카바이드 및 알루미늄 티타네이트 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 실리콘 카바이드로 제조된다.
- [0059] 바람직하게는, 코팅부는 벽 유동 필터 기관의 다공성 벽 내에 위치된다.
- [0060] 바람직하게는, 본 발명의 상기 제2 양태에 따라, 코팅부는 기관 축방향 길이를 따라 균질하게 배치된다. 대안적으로, 바람직하게는, 코팅부의 양은 기관의 입구 단부 및 기관의 출구 단부 각각에 존재하는 양에 비해 기관 축방향 길이의 중간 구역에서 더 많다. 더욱 바람직하게는, 본 발명의 상기 제1 양태에 따라, 코팅부의 양은 기관의 입구 단부 및 기관의 출구 단부 각각에 존재하는 양에 비해 기관 축방향 길이의 중간 구역에서 더 많다. 이는 아래의 실시예로 예시된다.
- [0061] 바람직하게는, 상기 제1 양태에 따라, 기관은 0.5 내지 3 g/in³ 의 범위, 더욱 바람직하게는 0.75 내지 2.5 g/in³ 의 범위, 더욱 바람직하게는 1 내지 2 g/in³ 의 범위의 로딩으로 코팅부를 포함한다.
- [0062] 바람직하게는, 본 발명의 제2 양태에 따라, 기관은 유동형 기관이다. 더욱 바람직하게는 유동형 기관은 코디어라이트로 제조된다.
- [0063] 바람직하게는, 상기 제2 양태에 따라, 코팅부는 기관의 내벽의 표면 상에 위치된다.
- [0064] 바람직하게는, 상기 제2 양태에 따라, 코팅부는 기관 축방향 길이를 따라 균질하게 배치된다.
- [0065] 바람직하게는, 상기 제2 양태에 따라, 기관은 0.75 내지 5.5 g/in³ 의 범위, 더욱 바람직하게는 1.25 내지 4.5 g/in³ 의 범위, 더욱 바람직하게는 2 내지 4 g/in³ 의 범위의 로딩으로 코팅부를 포함한다.
- [0066] 본 발명의 맥락에서, 코팅부는 바람직하게는 기관 축방향 길이의 98 내지 100% 위에, 더욱 바람직하게는 99 내지 100% 위에 배치된다.
- [0067] 바람직하게는, 본 발명의 촉매는 기관 및 코팅부로 구성된다.
- [0068] 또한, 본 발명은 NO_x의 선택적 촉매 환원용 촉매, 더욱 바람직하게는 본 발명에 따른 촉매를 제조하는 공정에 관한 것이며, 공정은 다음을 포함한다:
- [0069] (i) 물, 구리 공급원, 및 선택적으로 제2 비제올라이트 산화물 성분의 전구체를 포함하는 제1 수성 혼합물을 제조하는 단계;
- [0070] (ii) 단계 (i)에 따라 얻은 제1 수성 혼합물을 물 및 제올라이트 재료와 혼합하여 제2 수성 혼합물을 얻는 단계 (제올라이트 재료는 구리가 없고, 제올라이트 재료는 선택적으로 철을 포함함);
- [0071] (iii) Al 및 Fe를 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 단계 (ii)에 따라 제조된 제2 수성 혼합물에 첨가 혼합하여, 바람직하게는 물을 첨가하여, 제3 수성 혼합물을 얻는 단계(제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량% 이상은 Fe₂O₃로 계산되는 철로 구성됨);
- [0072] (iv) 단계 (iii)에 따라 얻은 제3 수성 혼합물을 입구 단부, 출구 단부, 입구 단부로부터 출구 단부까지 연장되는 기관 축방향 길이 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의되는 복수의 통로를 포함하는 기관 상에 배치하고; 상기 혼합물을 포함하는 기관을 선택적으로 건조하는 단계;
- [0073] (v) 단계 (iv)에서 얻은 기관을 하소하는 단계를 포함한다.
- [0074] 바람직하게는, 단계 (i)에서 제조된 제1 수성 혼합물에 포함된 구리 공급원은 구리 아세테이트, 질산 구리, 황

산 구리, 포름산 구리, 산화 구리, 및 이들 중 2개 이상의 혼합물로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 구리 아세테이트, 산화 구리, 및 이들의 혼합물로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 산화 구리, 더욱 바람직하게는 CuO이다.

- [0075] 바람직하게는, 단계 (i)에서 제조된 제1 수성 혼합물에 포함된 제2 비제올라이트 산화물 성분의 전구체는 지르코늄 염 또는 산화 지르코늄, 더욱 바람직하게는 지르코늄 염, 더욱 바람직하게는 지르코늄 아세테이트이다.
- [0076] 바람직하게는, 단계 (i)에서 제조된 제1 수성 혼합물은 단계 (ii)에서 제조된 제2 수성 혼합물에 포함된 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 2 내지 10 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 2.5 내지 8 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 7 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3.5 내지 6 중량%의 범위의 양으로, CuO로 계산되는 구리를 포함한다.
- [0077] 바람직하게는, 단계 (i)은 다음을 포함한다:
- [0078] (i.1) 물 및 구리 공급원을 포함하는 혼합물을 제조하는 단계(혼합물은 더욱 바람직하게는 산, 더욱 바람직하게는 유기산, 더욱 바람직하게는 아세트산을 추가로 포함하고, 혼합물은 선택적으로 더욱 바람직하게는 수크로스를 추가로 포함함);
- [0079] (i.2) 단계 (i.1)에 따라 얻은 혼합물에 제2 비제올라이트 산화물 성분의 전구체를 첨가하여, 제1 수성 혼합물을 얻는 단계를 포함하는, 공정.
- [0080] 단계 (i.1)에 따라, 단계 (iv)에서 사용된 기관이 벽 유동 필터 기관인 경우, 단계 (i.1)에 따라 제조된 혼합물은 바람직하게는 수크로스를 포함한다.
- [0081] 더욱 바람직하게는, 수크로스는 단계 (ii)에서 제조된 제2 수성 혼합물에 포함된 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 2 내지 10 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 2.5 내지 8 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 7 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3.5 내지 6 중량%의 범위의 양으로 단계 (i.1)에 제조된 혼합물에 존재한다.
- [0082] 더욱 바람직하게는 수크로스에 대한 CuO로 계산되는 구리의 중량비는 2:1 내지 1:2의 범위, 더욱 바람직하게는 1.5:1 내지 1:1.5의 범위, 더욱 바람직하게는 1.2:1 내지 1:1.2의 범위이다.
- [0083] 구리 공급원의 바람직하게는 90 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 93 내지 99 중량%, 더욱 바람직하게는 96 내지 99 중량%는 단계 (i.1)에서 제조된 혼합물에 용해되지 않은 상태로 존재한다.
- [0084] 바람직하게는 단계 (i.1)에 따른 혼합물 중 구리 입자는 0.1 내지 15 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 0.5 내지 10 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 1 내지 8 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 7 마이크로미터의 범위의 Dv90을 가지며, Dv90은 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.
- [0085] 바람직하게는 단계 (ii)에서 얻은 제2 혼합물은 제2 혼합물의 중량을 기준으로, 15 내지 50 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 20 내지 45 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 30 내지 40 중량%의 범위의 고형분 함량을 갖는다.
- [0086] 바람직하게는, 제2 혼합물 중 제올라이트 재료의 입자는 0.5 내지 5 마이크로미터의 범위, 바람직하게는 0.75 내지 3 마이크로미터의 범위의 Dv50을 가지며, Dv90은 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.
- [0087] 바람직하게는, 단계 (ii)는 다음을 포함한다:
- [0088] (ii.1) 단계 (i)에 따라 얻은 제1 수성 혼합물을 물 및 제올라이트 재료와 첨가혼합하는 단계(제올라이트 재료는 구리가 없고, 제올라이트 재료는 선택적으로 철을 포함함);
- [0089] (iii.2) 더욱 바람직하게는 상기 혼합물의 입자가 0.5 내지 8 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 1 내지 5 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 1.5 내지 4 마이크로미터의 범위의 Dv90을 가질 때까지, 단계 (ii.1)에서 얻은 혼합물을 밀링하여 제3 수성 혼합물을 얻는 단계(Dv90은 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정됨),
- [0090] 더욱 바람직하게는, 상기 혼합물의 입자는 1.5 내지 12 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 2 내지 10 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 7 마이크로미터의 범위의 Dv99를 갖고, 제2 수성 혼합물을 얻으며, Dv99는 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.
- [0091] 바람직하게는, 단계 (ii)에 따른 제2 혼합물에 첨가혼합된 제1 비제올라이트 산화물 재료의 입자는 3 내지 15 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 6 내지 12 마이크로미터의 범위의 Dv50을 가지며, Dv50은 바람직하게

는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.

- [0092] 바람직하게는, 단계 (ii)에 따른 제2 혼합물에 첨가혼합된 제1 비제올라이트 산화물 재료의 입자는 8 내지 40 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 15 내지 25 마이크로미터의 범위의 Dv90을 가지며, Dv90은 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.
- [0093] 바람직하게는, 단계 (ii)에 따른 제2 혼합물에 첨가혼합된 제1 비제올라이트 산화물 재료의 입자는 10 내지 50 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 20 내지 30 마이크로미터의 범위의 Dv99를 가지며, Dv99는 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.
- [0094] 바람직하게는, 단계 (iii)에서 제조된 혼합물은 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 5 내지 20 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 7 내지 15 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 8 내지 12 중량%의 범위의 양으로 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다.
- [0095] 바람직하게는, 단계 (iii)에서 얻은 제3 혼합물은 제3 수성 혼합물의 중량을 기준으로, 15 내지 50 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 25 내지 48 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 28 내지 40 중량%의 범위의 고형분 함량을 갖는다.
- [0096] 단계 (iii)에 따라 얻은 제3 수성 혼합물의 바람직하게는 98 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.5 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.9 내지 100 중량%는 물, 선택적으로 철을 포함하는 제올라이트 재료, 구리 공급원, Al 및 Fe를 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료, 및 더욱 바람직하게는 제2 비제올라이트 산화물 재료의 전구체로 구성된다. 즉, 단계(iii)에 따라 얻은 제3 수성 혼합물은 바람직하게는 물, 선택적으로 철을 포함하는 제올라이트 재료, 구리의 공급원, Al 및 Fe를 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료, 및 더욱 바람직하게는 제2 비제올라이트 산화물 재료의 전구체로 본질적으로 구성되고, 더욱 바람직하게는 이로 구성된다.
- [0097] 바람직하게는, 단계 (iv)에 따른 제3 혼합물을 배치하는 단계는 혼합물을 기관 상으로 분무하거나 기관을 혼합물에 침지함으로써, 더욱 바람직하게는 기관을 혼합물에 침지함으로써 수행된다.
- [0098] 바람직하게는 단계 (iii)에 따라 얻은 제3 수성 혼합물은 단계 (iv)에 따라 기관의 입구 단부로부터 출구 단부까지 또는 기관의 출구 단부로부터 입구 단부까지 기관 축방향 길이의 x% 위로 배치되며, x는 95 내지 100의 범위, 더욱 바람직하게는 98 내지 100의 범위, 더욱 바람직하게는 99 내지 100의 범위이다.
- [0099] 바람직하게는, 단계 (iv)의 기관은 유동형 기관이며, 기관은 더욱 바람직하게는 코디어라이트, 실리콘 카바이드, 및 알루미늄 티타네이트 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 코디어라이트 및 실리콘 카바이드 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 코디어라이트로 제조된다.
- [0100] 바람직하게는, 단계 (iv)는 다음을 포함한다:
- [0101] 단계 (iii)에 따라 얻은 제3 수성 혼합물을, 기관의 입구 단부로부터 기관의 출구 단부를 향하는 또는 기관의 출구 단부로부터 입구 단부를 향하는, 더욱 바람직하게는 입구 단부로부터 출구 단부를 향하는 기관 축방향 길이의 95 내지 100%, 더욱 바람직하게는 98 내지 100%, 더욱 바람직하게는 99 내지 100% 위로 유동형 기관 상에 배치하고; 상기 혼합물을 포함하는 기관을 건조하는 단계.
- [0102] 바람직하게는, 단계 (iv)의 기관은 벽 유동 필터 기관이며, 복수의 통로는 개방 입구 단부 및 폐쇄 출구 단부를 갖는 입구 통로, 및 폐쇄 입구 단부 및 개방 출구 단부를 갖는 출구 통로를 포함하고, 기관은 더욱 바람직하게는 코디어라이트, 실리콘 카바이드, 및 알루미늄 티타네이트 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 실리콘 카바이드 및 알루미늄 티타네이트 중 하나 이상으로 제조된다.
- [0103] 바람직하게는 단계 (iv)에 따른 배치 단계는 다음을 포함한다:
- [0104] (iv.1) 단계 (iii)에서 얻은 제3 수성 혼합물의 제1 부분을, 기관의 출구 단부로부터 입구 단부를 향하는 기관 축방향 길이의 40 내지 85%, 더욱 바람직하게는 55 내지 80%, 더욱 바람직하게는 65 내지 75% 위로 벽 유동 필터 기관 상에 배치하고; 제3 수성 혼합물의 제1 부분을 포함하는 기관을 건조하는 단계;
- [0105] (iv.2) 단계 (iii)에서 얻은 제3 수성 혼합물의 제2 부분을, 기관의 입구 단부로부터 출구 단부를 향하는 기관 축방향 길이의 40 내지 85%, 더욱 바람직하게는 55 내지 80%, 더욱 바람직하게는 65 내지 75% 위로, 단계 (iv.1)에서 얻은 제3 수성 혼합물의 제1 부분을 포함하는 기관 상에 배치하고, 제3 수성 혼합물의 제1 부분 및 제2 부분을 포함하는 기관을 선택적으로 건조하는 단계.

- [0106] 대안으로서, 기관은 기관의 입구 또는 출구 단부로부터의 기관 축방향 길이의 100% 위를 제1 부분으로 코팅되고, 기관은 기관의 다른 입구 또는 출구 단부로부터의 기관 축방향 길이의 100% 위를 제2 부분으로 코팅 되는 것이 고려될 수 있다. 단계 (iv.1)에서, 배치 단계는 입구 단부에서 출구 단부를 향해 오히려 수행되고, 단계 (iv.2)에서, 배치 단계는 출구 단부로부터 입구 단부를 향해 오히려 수행되는 것이 또한 고려될 수 있다.
- [0107] 본 발명의 맥락에서, 단계 (iv)에 따른 건조 단계는 바람직하게는 60 내지 300℃의 범위, 더욱 바람직하게는 90 내지 150℃의 범위의 온도를 갖는 가스 분위기에서 수행되며, 가스 분위기는 더욱 바람직하게는 산소를 포함한다.
- [0108] 단계 (iv)가 단계 (iv.1) 및 단계 (iv.2)를 포함하는 경우, 단계 (iv.1) 및/또는 단계 (iv.2)에 따른, 더욱 바람직하게는 단계 (iv.1) 및 단계 (iv.2)에 따른 건조 단계는 60 내지 300℃, 더욱 바람직하게는 90 내지 150℃의 범위의 온도를 갖는 가스 분위기에서 수행되는 것이 바람직하다.
- [0109] 바람직하게는 단계 (iv)에 따른 건조 단계는 10분 내지 4시간의 범위, 더욱 바람직하게는 20분 내지 2시간의 범위의 지속기간 동안 가스 분위기에서 수행된다.
- [0110] 단계 (iv)가 단계 (iv.1) 및 단계 (iv.2)를 포함하는 경우, 단계 (iv.1) 및/또는 단계 (iv.2)에 따른, 더욱 바람직하게는 단계 (iv.1) 및 단계 (iv.2)에 따른 건조 단계는 10분 내지 4시간, 더욱 바람직하게는 20분 내지 2시간의 지속기간 동안 가스 분위기에서 수행되는 것이 바람직하다.
- [0111] 바람직하게는, 단계 (v)에 따른 하소 단계는 300 내지 900℃의 범위, 더욱 바람직하게는 400 내지 650℃의 범위, 더욱 바람직하게는 400 내지 500℃의 범위의 온도를 갖는 가스 분위기에서 수행되며, 가스 분위기는 더욱 바람직하게는 산소를 포함한다.
- [0112] 바람직하게는, 단계 (v)에 따른 하소 단계는 0.1 내지 4시간의 범위, 더욱 바람직하게는 0.5 내지 2.5시간의 범위의 지속기간 동안 가스 분위기에서 수행된다.
- [0113] 바람직하게는, 본 발명의 공정은 단계 (i), 단계 (ii), 단계 (iii), 단계 (iv), 및 단계 (v)로 구성된다.
- [0114] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 공정에 의해 얻을 수 있거나 얻은 NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매에 관한 것이다. 상기 촉매는 전술한 것에서 정의된 바와 같이 바람직하다.
- [0115] 본 발명은 또한 압축 점화 엔진, 더욱 바람직하게는 디젤 엔진에서 배출되는 배기 가스를 처리하기 위한 배기 가스 처리 시스템에 관한 것으로, 상기 배기 가스 처리 시스템은 상기 배기 가스 스트림을 상기 배기 가스 처리 시스템 내로 도입하기 위한 상류 단부를 갖는다.
- [0116] 상기 배기 가스 처리 시스템은 다음을 포함한다:
- [0117] 본 발명에 따른 촉매; 및
- [0118] 디젤 산화 촉매, 선택적 촉매 환원 촉매, 암모니아 산화 촉매, NOx 트랩, 및 미립자 필터 중 하나 이상. 바람직하게는, 시스템은 디젤 산화 촉매를 포함하며, 본 발명에 따른 촉매는 디젤 산화 촉매의 하류에 위치된다.
- [0119] 바람직하게는, 시스템은 디젤 산화 촉매, 선택적 촉매 환원 촉매 온 필터, 및 본 발명에 따른 촉매를 포함하며,
- [0120] 디젤 산화 촉매는 선택적 촉매 환원 촉매 온 필터(SCRoF)의 상류에 있고, 본 발명에 따른 촉매는 SCRoF 촉매의 하류에 있고;
- [0121] 시스템은 본 발명에 따른 촉매의 하류에 선택적 촉매 환원 촉매 또는 암모니아 산화 촉매를 추가로 포함한다.
- [0122] 대안적으로, 바람직하게는, 시스템은 디젤 산화 촉매, 선택적 촉매 환원 촉매, 및 본 발명에 따른 촉매를 포함하며, 디젤 산화 촉매는 선택적 촉매 환원(SCR) 촉매의 상류에 있고, 본 발명에 따른 촉매는 SCR 촉매의 하류에 있고;
- [0123] 시스템은 본 발명에 따른 촉매의 하류에 선택적 촉매 환원 촉매 또는 암모니아 산화 촉매를 추가로 포함한다.
- [0124] 대안적으로, 바람직하게는, 시스템은 디젤 산화 촉매, 선택적 촉매 환원 촉매, 본 발명에 따른 촉매를 포함하며, 디젤 산화 촉매는 본 발명에 따른 촉매의 상류에 있고, 선택적 촉매 환원(SCR) 촉매는 본 발명에 따른 촉매의 하류에 있고;
- [0125] 시스템은 SCR 촉매의 하류에 추가의 선택적 촉매 환원 촉매 또는 암모니아 산화 촉매를 추가로 포함한다.

- [0126] 대안적으로, 바람직하게는, 본 발명의 시스템은 디젤 산화 촉매, 선택적 촉매 환원 촉매 온 필터(SCRoF), 본 발명에 따른 촉매를 포함하며, 디젤 산화 촉매는 본 발명에 따른 촉매의 상류에 있고, SCRoF 촉매는 본 발명에 따른 촉매의 하류에 있고;
- [0127] 시스템은 SCRoF 촉매의 하류에 선택적 촉매 환원 촉매 또는 암모니아 산화 촉매를 추가로 포함한다.
- [0128] 본 발명은 또한 NOx의 선택적 촉매 환원을 위한 본 발명에 따른 촉매의 용도에 관한 것이다.
- [0129] 본 발명은 또한 NOx의 선택적 촉매 환원을 위한 방법에 관한 것이고, 방법은 다음을 포함한다:
- [0130] (1) (바람직하게는 디젤 엔진을 빠져나오는) 배기 가스 스트림을 제공하는 단계;
- [0131] (2) 단계 (1)에서 제공된 배기 가스 스트림을 본 발명에 따른 NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매와 접촉시키는 단계.
- [0132] 본 발명은 지시된 바와 같은 종속성 및 역참조로부터 발생하는 다음의 구현예의 세트 및 구현예의 조합에 의해 추가로 예시된다. 특히, 예를 들어, "구현예 1 내지 구현예 4 중 어느 하나의 촉매"와 같은 용어의 맥락에서, 다양한 구현예가 언급되는 각각의 경우에, 이 범위의 모든 구현예는 당업자에게 명시적으로 개시되는 것을 의미하며, 즉, 이 용어의 표현은 "구현예 1, 구현예 2, 구현예 3, 및 구현예 4 중 어느 하나의 촉매"와 동의어인 것으로 당업자에 의해 이해되어야 한다는 점에 유의한다. 또한, 다음의 구현예의 세트는 본 발명의 바람직한 양태에 관한 일반적인 설명의 적합하게 구조화된 부분을 나타내고, 따라서 적합하게 지지하지만 본 발명의 청구범위를 나타내지는 않는다는 점에 명백하게 유의한다.
- [0133] 구현예 1 NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매는 다음을 포함한다:
- [0134] 입구 단부, 출구 단부, 입구 단부로부터 출구 단부까지 연장되는 기관 축방향 길이, 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의되는 복수의 통로를 포함하는 기관;
- [0135] 제올라이트 재료, 구리, 및 철 및 알루미늄을 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함하는 코팅부(상기 제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량% 이상은 Fe₂O₃로 계산되는 철로 구성됨).
- [0136] 구현예 2 구현예 1의 촉매에 있어서, 코팅부에 포함된 제올라이트 재료는 ABW, ACO, AEI, AEL, AEN, AET, AFG, AFI, AFN, AFO, AFR, AFS, AFT, AFV, AFX, AFY, AHT, ANA, APC, APD, AST, ASV, ATN, ATO, ATS, ATT, ATV, AVL, AWO, AWW, BCT, BEA, BEC, BIK, BOF, BOG, BOZ, BPH, BRE, BSV, CAN, CAS, CDO, CFI, CGF, CGS, CHA, -CHI, -CLO, CON, CSV, CZP, DAC, DDR, DFO, DFT, DOH, DON, EAB, EDI, EEI, EMT, EON, EPI, ERI, ESV, ETR, EUO, *-EWT, EZT, FAR, FAU, FER, FRA, GIS, GIU, GME, GON, GOO, HEU, IFO, IFR, -IFU, IFW, IFY, IHW, IMF, IRN, IRR, -IRY, ISV, ITE, ITG, ITH, *-ITN, ITR, ITT, -ITV, ITW, IWR, IWS, IWV, IWW, JBW, JNT, JOZ, JRY, JSN, JSR, JST, JSW, KFI, LAU, LEV, LIO, -LIT, LOS, LOV, LTA, LTF, LTJ, LTL, LTN, MAR, MAZ, MEI, MEL, MEP, MER, MFI, MFS, MON, MOR, MOZ, *MRE, MSE, MSO, MTF, MTN, MTT, MTW, MVY, MWF, MWW, NAB, NAT, NES, NON, NPO, NPT, NSI, OBW, OFF, OKO, OSI, OSO, OWE, -PAR, PAU, PCR, PHI, PON, POS, PSI, PUN, RHO, -RON, RRO, RSN, RTE, RTH, RUT, RWR, RWY, SAF, SAO, SAS, SAT, SAV, SBE, SBN, SBS, SBT, SEW, SFE, SFF, SFG, SFH, SFN, SFO, SFS, *SFV, SFW, SGT, SIV, SOD, SOF, SOS, SSF, *-SSO, SSV, STF, STI, *STO, STT, STW, -SVR, SVV, SZR, TER, THO, TOL, TON, TSC, TUN, UEI, UFI, UOS, UOV, UOZ, USI, UTL, UWY, VET, VFI, VNI, VSV, WEI, -WEN, YUG, ZON, 이들 중 2개 이상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 바람직하게는 CHA, AEI, RTH, LEV, DDR, KFI, ERI, AFX, 이들 중 2개 이상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 CHA, AEI, RTH, AFX, 이들 중 2개 이상의 혼합물, 및 이들 중 2개 이상의 혼합된 유형으로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 CHA 및 AEI로 이루어지는 군으로부터 선택된 프레임워크 유형을 가지며, 코팅부에 포함된 제올라이트 재료는 더욱 바람직하게는 프레임워크 유형 CHA를 갖는다.
- [0137] 구현예 3 구현예 1 또는 구현예 2의 촉매에 있어서, 제올라이트 재료의 프레임워크 구조의 95 내지 100 중량%, 바람직하게는 98 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99 내지 100 중량%는 Si, Al, 및 O로 구성되며, 프레임워크 구조에서, SiO₂:Al₂O₃로 계산되는 Si 대 Al의 몰비는 바람직하게는 2:1 내지 30:1의 범위, 더욱 바람직하게는 5:1 내지 28:1의 범위, 더욱 바람직하게는 8:1 내지 26:1의 범위,
- [0138] 더욱 바람직하게는 10:1 내지 19:1의 범위, 더욱 바람직하게는 12:1 내지 18:1의 범위; 또는

- [0139] 더욱 바람직하게는 20:1 내지 25:1의 범위이다.
- [0140] 구현예 4 구현예 1 내지 구현예 3 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 코팅부에 포함된, 바람직하게는 프레임워크 유형 CHA를 갖는 제올라이트 재료는 주사 전자 현미경을 통해 측정된 0.1 마이크로미터 이상, 바람직하게는 0.1 내지 3.0 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 0.3 내지 1.5 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 0.4 내지 1.0 마이크로미터의 범위의 평균 결정 크기를 갖는다.
- [0141] 구현예 5 구현예 1 내지 구현예 4 중 어느 하나의 촉매에 있어서, CuO로 계산되는, 코팅부에 포함된 구리의 양은 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 2 내지 10 중량%의 범위, 바람직하게는 2.5 내지 8 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 7 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3.5 내지 6 중량%의 범위이고; 코팅부에 포함된 제올라이트 재료는 바람직하게는 구리를 포함한다.
- [0142] 구현예 6 구현예 1 내지 구현예 5 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 제올라이트 재료는 철을 포함하고, Fe₂O₃로 계산되는, 제올라이트 재료에 포함된 철의 양은 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 0.1 내지 1.5 중량%의 범위, 바람직하게는 0.15 내지 1.25 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 0.25 내지 1 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 0.3 내지 0.8 중량%의 범위이다.
- [0143] 구현예 7 구현예 1 내지 구현예 6 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 코팅부는 0.25 내지 5 g/in³의 범위, 바람직하게는 0.75 내지 3 g/in³의 범위, 더욱 바람직하게는 1 내지 2.5 g/in³의 범위, 더욱 바람직하게는 1.25 내지 2.2 g/in³의 범위의 로딩으로 제올라이트 재료를 포함한다.
- [0144] 구현예 8 구현예 1 내지 구현예 7 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 코팅부에 포함되는, 바람직하게는 프레임워크 유형 CHA를 갖는 제올라이트 재료는 기준 실시예 1에 기술된 바와 같이 결정된, 50 내지 900 m²/g의 범위, 바람직하게는 150 내지 700 m²/g의 범위, 더욱 바람직하게는 250 내지 650 m²/g의 범위의 BET 비표면적을 갖는다.
- [0145] 구현예 9 구현예 1 내지 구현예 8 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 코팅부의 50 내지 92 중량%, 바람직하게는 65 내지 90 중량%, 더욱 바람직하게는 70 내지 85 중량%는 제올라이트 재료로 구성된다.
- [0146] 구현예 10 구현예 1 내지 구현예 9 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 내지 65 중량%, 바람직하게는 30 내지 60 중량%, 더욱 바람직하게는 40 내지 55 중량%, 더욱 바람직하게는 45 내지 55 중량%는 Fe₂O₃로 계산되는, 철로 구성된다.
- [0147] 구현예 11 구현예 1 내지 구현예 10 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 제1 비제올라이트 산화물 재료의 35 내지 75 중량%, 바람직하게는 40 내지 70 중량%, 더욱 바람직하게는 45 내지 60 중량%, 더욱 바람직하게는 45 내지 55 중량%는 Al₂O₃로 계산되는 알루미늄으로 구성된다.
- [0148] 구현예 12 구현예 1 내지 구현예 11 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 제1 비제올라이트 산화물 재료는 Al 및 Fe를 포함하는 산화물, Al 및 Fe를 포함하는 혼합된 산화물, 및 Fe로 함침된 Al의 산화물의 혼합물 중 하나 이상, 바람직하게는 Al 및 Fe를 포함하는 혼합된 산화물 및 Fe로 함침된 Al의 산화물 중 하나 이상이며;
- [0149] 제1 비제올라이트 산화물 재료는 50 내지 300 m²/g의 범위, 더욱 바람직하게는 80 내지 160 m²/g의 범위의 BET 비표면적을 갖는다.
- [0150] 구현예 13 구현예 1 또는 구현예 12 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 코팅부는 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 5 내지 20 중량%의 범위, 바람직하게는 7 내지 15 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 8 내지 12 중량%의 범위의 양으로 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다.
- [0151] 구현예 14 구현예 1 내지 구현예 13 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 제1 비제올라이트 산화물 재료의 99 내지 100 중량%, 바람직하게는 99.5 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.9 내지 100 중량%는 Al, Fe, 및 O로 구성된다.
- [0152] 구현예 15 구현예 1 내지 구현예 14 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 제1 비제올라이트 산화물 재료의 0 내지 0.01 중량%, 바람직하게는 0 내지 0.001 중량%, 더욱 바람직하게는 0 내지 0.0001 중량%는 CeO₂로 계산되는 세륨으로 구성된다.

- [0153] 구현예 16 구현예 1 내지 구현예 15 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 코팅부는 제2 비제올라이트 산화물 재료를 추가로 포함하며, 제2 비제올라이트 산화물 재료는 바람직하게는 지르코니아, 알루미늄, 티타니아, 실리카, 및 Zr, Al, Ti, 및 Si 중 둘 이상을 포함하는 혼합된 산화물 중 하나 이상을 포함하고, 더욱 바람직하게는 실리카, 알루미늄, 및 지르코니아 중 하나 이상을 포함하고, 더욱 바람직하게는 알루미늄 및 지르코니아 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 지르코니아를 포함하고;
- [0154] 코팅부에 포함된 제2 비제올라이트 산화물 재료의 바람직하게는 95 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 98 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.5 내지 100 중량%는 ZrO_2 로 계산되는 지르코늄으로 구성된다.
- [0155] 구현예 17 구현예 1 내지 구현예 16 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 코팅부는 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 2 내지 40 중량%의 범위, 바람직하게는 2.5 내지 30 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 25 중량%의 범위의 양으로 제2 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다.
- [0156] 구현예 18 구현예 1 내지 구현예 16 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 코팅부의 98 내지 100 중량%, 바람직하게는 99 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.5 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.9 내지 100 중량%가 구리로 이루어지며, 제올라이트 재료는 선택적으로 철, Fe 및 Al을 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료, 및 바람직하게는 구현예 16 또는 구현예 17에 정의된 바와 같은 제2 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다.
- [0157] 구현예 19 구현예 1 내지 구현예 18 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 기관은 코디어라이트, 실리콘 카바이드, 및 알루미늄 티타네이트 중 하나 이상, 바람직하게는 코디어라이트 및 실리콘 카바이드 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 코디어라이트 또는 실리콘 카바이드로 제조된다.
- [0158] 구현예 20 구현예 1 내지 구현예 19 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 기관은 벽 유동 필터 기관이며, 복수의 통로는 개방 입구 단부 및 폐쇄 출구 단부를 갖는 입구 통로, 및 폐쇄 입구 단부 및 개방 출구 단부를 갖는 출구 통로를 포함하며; 벽 유동 필터 기관은 바람직하게는 실리콘 카바이드, 알루미늄 티타네이트 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 실리콘 카바이드로 제조된다.
- [0159] 구현예 21 구현예 20의 촉매에 있어서, 코팅부는 벽 유동 필터 기관의 다공성 벽 내에 위치된다.
- [0160] 구현예 22 구현예 20 또는 구현예 21의 촉매에 있어서, 코팅부는 기관 축방향 길이를 따라 균질하게 배치되거나, 코팅부의 양은 기관의 입구 단부 및 기관의 출구 단부 각각에 존재하는 양에 비해 기관 축방향 길이의 중간 구역에서 더 많고, 바람직하게는 코팅부의 양은 기관의 입구 단부 및 기관의 출구 단부 각각에 존재하는 양에 비해 기관 축방향 길이의 중간 구역에서 더 많다.
- [0161] 구현예 23 구현예 20 내지 구현예 22 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 기관은 0.5 내지 3 g/in³ 의 범위, 바람직하게는 0.75 내지 2.5 g/in³ 의 범위, 바람직하게는 1 내지 2 g/in³ 의 범위의 로딩으로 코팅부를 포함한다.
- [0162] 구현예 24 구현예 1 내지 구현예 19 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 기관은 유동형 기관이고; 유동형 기관은 바람직하게는 코디어라이트로 제조된다.
- [0163] 구현예 25 구현예 24의 촉매에 있어서, 코팅부는 기관의 내벽의 표면 상에 배치된다.
- [0164] 구현예 26 구현예 24 또는 구현예 25의 촉매에 있어서, 코팅부는 기관 축방향 길이를 따라 균질하게 배치된다.
- [0165] 구현예 27 구현예 24 내지 구현예 26 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 기관은 0.75 내지 5.5 g/in³ 의 범위, 바람직하게는 1.25 내지 4.5 g/in³ 의 범위, 더욱 바람직하게는 2 내지 4 g/in³ 의 범위의 로딩으로 코팅부를 포함한다.
- [0166] 구현예 28 구현예 1 내지 구현예 27 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 코팅부는 기관 축방향 길이의 98 내지 100%, 바람직하게는 99 내지 100% 위로 배치된다.
- [0167] 구현예 29 구현예 1 내지 구현예 28 중 어느 하나의 촉매에 있어서, 촉매는 기관 및 코팅부로 구성된다.
- [0168] 구현예 30 NO_x의 선택적 촉매 환원용 촉매, 바람직하게는 구현예 1 내지 구현예 29 중 어느 하나에 따른 촉매를 제조하는 공정으로서, 공정은 다음을 포함한다:
- [0169] (i) 물, 구리 공급원, 및 선택적으로 제2 비제올라이트 산화물 성분의 전구체를 포함하는 제1 수성 혼합물을 제조하는 단계;

- [0170] (ii) 단계 (i)에 따라 얻은 제1 수성 혼합물을 물 및 제올라이트 재료와 혼합하여 제2 수성 혼합물을 얻는 단계 (제올라이트 재료는 구리가 없고, 제올라이트 재료는 선택적으로 철을 포함함);
- [0171] (iii) Al 및 Fe를 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료를 단계 (ii)에 따라 제조된 제2 수성 혼합물에 첨가 혼합하여, 바람직하게는 물을 첨가하여, 제3 수성 혼합물을 얻는 단계(제1 비제올라이트 산화물 재료의 25 중량 % 이상은 Fe₂O₃로 계산되는 철로 구성됨);
- [0172] (iv) 단계 (iii)에 따라 얻은 제3 수성 혼합물을 입구 단부, 출구 단부, 입구 단부로부터 출구 단부까지 연장되는 기관 축방향 길이 및 이를 통해 연장되는 기관의 내벽에 의해 정의되는 복수의 통로를 포함하는 기관 상에 배치하고; 상기 혼합물을 포함하는 기관을 선택적으로 건조하는 단계;
- [0173] (v) 단계 (iv)에서 얻은 기관을 하소하는 단계.
- [0174] 구현예 31 구현예 30의 공정에 있어서, 단계 (i)에서 제조된 제1 수성 혼합물에 포함된 구리 공급원은 구리 아세테이트, 질산 구리, 황산 구리, 포름산 구리, 산화 구리, 및 이들 중 2개 이상의 혼합물로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 바람직하게는 구리 아세테이트, 산화 구리, 및 이들의 혼합물로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 산화 구리, 더욱 바람직하게는 CuO이다.
- [0175] 구현예 32 구현예 30 또는 구현예 31의 공정에 있어서, 단계 (i)에서 제조된 제1 수성 혼합물에 포함된 제2 비제올라이트 산화물 성분의 전구체는 지르코늄 염 또는 산화 지르코늄, 바람직하게는 지르코늄 염, 더욱 바람직하게는 지르코늄 아세테이트이다.
- [0176] 구현예 33 구현예 30 내지 구현예 32 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (i)에서 제조된 제1 수성 혼합물은 단계 (ii)에서 제조된 제2 수성 혼합물에 포함된 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 2 내지 10 중량%의 범위, 바람직하게는 2.5 내지 8 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 7 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 3.5 내지 6 중량%의 범위의 양으로, CuO로 계산되는 구리를 포함한다.
- [0177] 구현예 34 구현예 30 내지 구현예 33 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (i)은 다음을 포함한다:
- [0178] (i.1) 물 및 구리 공급원을 포함하는 혼합물을 제조하는 단계(혼합물은 바람직하게는 산, 더욱 바람직하게는 유기산, 더욱 바람직하게는 아세트산을 추가로 포함하고, 혼합물은 선택적으로 바람직하게는 수크로스를 추가로 포함함);
- [0179] (i.2) 단계 (i.1)에 따라 얻은 혼합물에 제2 비제올라이트 산화물 성분의 전구체를 첨가하여, 제1 수성 혼합물을 얻는 단계.
- [0180] 구현예 35 구현예 34의 공정에 있어서, 구리 공급원의 90 내지 100 중량%, 바람직하게는 93 내지 99 중량%, 더욱 바람직하게는 96 내지 99 중량%는 용해되지 않은 상태로 단계 (i.1)에서 제조된 혼합물에 존재한다.
- [0181] 구현예 36 구현예 35의 공정에 있어서, 단계 (i.1)에 따른 혼합물 중 구리 입자는 0.1 내지 15 마이크로미터의 범위, 바람직하게는 0.5 내지 10 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 1 내지 8 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 7 마이크로미터의 범위의 Dv90을 가지며, Dv90은 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.
- [0182] 구현예 37 구현예 30 내지 구현예 36 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (ii)에서 얻은 제2 혼합물은 제2 혼합물의 중량을 기준으로, 15 내지 50 중량%의 범위, 바람직하게는 20 내지 45 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 30 내지 40 중량%의 범위의 고휘분 함량을 갖는다.
- [0183] 구현예 38 구현예 30 내지 구현예 37 중 어느 하나의 공정에 있어서, 제2 혼합물 중 제올라이트 재료의 입자는 0.5 내지 5 마이크로미터의 범위, 바람직하게는 0.75 내지 3 마이크로미터의 범위의 Dv50을 가지며, Dv90은 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.
- [0184] 구현예 39 구현예 30 내지 구현예 38 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (ii)는 다음을 포함한다:
- [0185] (ii.1) 단계 (i)에 따라 얻은 제1 수성 혼합물을 물 및 제올라이트 재료와 첨가혼합하는 단계(제올라이트 재료는 구리가 없고, 제올라이트 재료는 선택적으로 철을 포함함);
- [0186] (iii.2) 바람직하게는 상기 혼합물의 입자가 0.5 내지 8 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 1 내지 5 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 1.5 내지 4 마이크로미터의 범위의 Dv90을 가질 때까지, 단계 (ii.1)에서 얻은 혼합물을 밀링하여 제3 수성 혼합물을 얻는 단계(Dv90은 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같

이 결정됨),

- [0187] 더욱 바람직하게는, 상기 혼합물의 입자는 1.5 내지 12 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 2 내지 10 마이크로미터의 범위, 더욱 바람직하게는 3 내지 7 마이크로미터의 범위의 Dv99를 갖고, 제2 수성 혼합물을 얻으며, Dv99는 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.
- [0188] 구현예 40 구현예 30 내지 구현예 39 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (ii)에 따른 제2 수성 혼합물에 첨가 혼합된 제1 비제올라이트 산화물 재료의 입자는 8 내지 40 마이크로미터의 범위, 바람직하게는 15 내지 25 마이크로미터의 범위의 Dv90을 가지며, Dv90은 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.
- [0189] 구현예 41 구현예 30 내지 구현예 40 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (ii)에 따른 제2 수성 혼합물에 첨가 혼합된 제1 비제올라이트 산화물 재료의 입자는 10 내지 50 마이크로미터의 범위, 바람직하게는 20 내지 30 마이크로미터의 범위의 Dv99를 가지며, Dv99는 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.
- [0190] 구현예 42 구현예 30 내지 구현예 41 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (ii)에 따른 제2 수성 혼합물에 첨가 혼합된 제1 비제올라이트 산화물 재료의 입자는 3 내지 15 마이크로미터의 범위, 바람직하게는 6 내지 12 마이크로미터의 범위의 Dv50을 가지며, Dv50은 바람직하게는 기준 실시예 3에 기술된 바와 같이 결정된다.
- [0191] 구현예 43 구현예 30 내지 구현예 42 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (iii)에서 제조된 혼합물은 제올라이트 재료의 중량을 기준으로, 5 내지 20 중량%의 범위, 바람직하게는 7 내지 15 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 8 내지 12 중량%의 범위의 양으로 제1 비제올라이트 산화물 재료를 포함한다.
- [0192] 구현예 44 구현예 30 내지 구현예 43 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (ii)에서 얻은 제3 수성 혼합물은 제3 수성 혼합물의 중량을 기준으로, 15 내지 50 중량%의 범위, 바람직하게는 25 내지 48 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 28 내지 40 중량%의 범위의 고형분 함량을 갖는다.
- [0193] 구현예 45 구현예 30 내지 구현예 44 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (iii)에 따라 얻은 제3 수성 혼합물의 98 내지 100 중량%, 바람직하게는 99 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.5 내지 100 중량%, 더욱 바람직하게는 99.9 내지 100 중량%는 물, 선택적으로 철을 포함하는 제올라이트 재료, 구리 공급원, Al 및 Fe를 포함하는 제1 비제올라이트 산화물 재료, 및 바람직하게는 제2 비제올라이트 산화물 재료의 전구체로 구성된다.
- [0194] 구현예 46 구현예 30 내지 구현예 45 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (iv)에 따른 제3 혼합물을 배치하는 단계는 혼합물을 기관 상으로 분무하거나 기관을 혼합물 내로 침지함으로써, 바람직하게는 기관을 혼합물 내로 침지함으로써 수행된다.
- [0195] 구현예 47 구현예 30 내지 구현예 46 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (iii)에 따라 얻은 제3 수성 혼합물은 단계 (iv)에 따라 기관의 입구 단부로부터 출구 단부까지 또는 기관의 출구 단부로부터 입구 단부까지 기관 축방향 길이의 x% 위로 배치되며, x는 95 내지 100의 범위, 바람직하게는 98 내지 100의 범위, 더욱 바람직하게는 99 내지 100의 범위이다.
- [0196] 구현예 48 구현예 30 내지 구현예 47 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (iv)의 기관은 유동형 기관이며, 기관은 바람직하게는 코디어라이트, 실리콘 카바이드, 및 알루미늄 티타네이트 중 하나 이상, 바람직하게는 코디어라이트 및 실리콘 카바이드 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 코디어라이트로 제조된다.
- [0197] 구현예 49 구현예 48의 공정에 있어서, 단계 (iv)는 다음을 포함한다:
- [0198] 단계 (iii)에 따라 얻은 제3 수성 혼합물을, 기관의 입구 단부로부터 기관의 출구 단부를 향하는 또는 기관의 출구 단부로부터 입구 단부를 향하는, 바람직하게는 입구 단부로부터 출구 단부를 향하는 기관 축방향 길이의 95 내지 100%, 바람직하게는 98 내지 100%, 더욱 바람직하게는 99 내지 100% 위로 유동형 기관 상에 배치하고; 상기 혼합물을 포함하는 기관을 건조하는 단계.
- [0199] 구현예 50 구현예 30 내지 구현예 47 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (iv)의 기관은 벽 유동 필터 기관이며, 복수의 통로는 개방 입구 단부 및 폐쇄 출구 단부를 갖는 입구 통로, 및 폐쇄 입구 단부 및 개방 출구 단부를 갖는 출구 통로를 포함하고, 기관은 바람직하게는 코디어라이트, 실리콘 카바이드, 및 알루미늄 티타네이트 중 하나 이상, 더욱 바람직하게는 실리콘 카바이드 및 알루미늄 티타네이트 중 하나 이상으로 제조된다.
- [0200] 구현예 51 구현예 50의 공정에 있어서, 단계 (iv)에 따라 배치하는 단계는 다음을 포함한다:
- [0201] (iv.1) 단계 (iii)에서 얻은 제3 수성 혼합물의 제1 부분을, 기관의 출구 단부로부터 입구 단부를 향하는 기관

측방향 길이의 40 내지 85%, 바람직하게는 55 내지 80%, 더욱 바람직하게는 65 내지 75% 위로 벽 유동 필터 기관 상에 배치하고; 제3 수성 혼합물의 제1 부분을 포함하는 기관을 건조하는 단계;

- [0202] (iv.2) 단계 (iii)에서 얻은 제3 수성 혼합물의 제2 부분을, 기관의 입구 단부로부터 출구 단부를 향하는 기관 측방향 길이의 40 내지 85%, 바람직하게는 55 내지 80%, 더욱 바람직하게는 65 내지 75% 위로, 단계 (iv.1)에서 얻은 제3 수성 혼합물의 제1 부분을 포함하는 기관 상에 배치하고, 제3 수성 혼합물의 제1 부분 및 제2 부분을 포함하는 기관을 선택적으로 건조하는 단계.
- [0203] 구현예 52 구현예 30 내지 구현예 51 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (iv)에 따른 건조 단계는 60 내지 300°C의 범위, 바람직하게는 90 내지 150°C의 범위의 온도를 갖는 가스 분위기에서 수행되며, 가스 분위기는 바람직하게는 산소를 포함하며,
- [0204] 바람직하게는 단계 (iv)에 따른 건조 단계는 10분 내지 4시간의 범위, 더욱 바람직하게는 20분 내지 2시간의 범위의 지속기간 동안 가스 분위기에서 수행된다.
- [0205] 구현예 53 구현예 30 내지 구현예 52 중 어느 하나의 공정에 있어서, 단계 (v)에 따른 하소 단계는 300 내지 900°C의 범위, 바람직하게는 400 내지 650°C의 범위, 더욱 바람직하게는 400 내지 500°C의 범위의 온도를 갖는 가스 분위기에서 수행되며, 가스 분위기는 바람직하게는 산소를 포함하고;
- [0206] 단계 (v)에 따른 하소 단계는 바람직하게는 0.1 내지 4시간의 범위, 더욱 바람직하게는 0.5 내지 2.5시간의 범위의 지속기간 동안 가스 분위기에서 수행된다.
- [0207] 구현예 54 구현예 19 내지 구현예 53 중 어느 하나의 공정은 단계 (i), 단계 (ii), 단계 (iii), 단계 (iv), 및 단계 (v)로 구성된다.
- [0208] 구현예 55 구현예 30 내지 구현예 54 중 어느 하나에 따른 공정에 의해 얻을 수 있거나 얻은 NO_x의 선택적 촉매 환원용 촉매.
- [0209] 구현예 56 압축 점화 엔진, 바람직하게는 디젤 엔진을 빠져나가는 배기 가스를 처리하기 위한 배기 가스 처리 시스템으로서, 상기 배기 가스 처리 시스템은 상기 배기 가스 스트림을 상기 배기 가스 처리 시스템 내로 도입하기 위한 상류 단부를 가지며, 상기 배기 가스 처리 시스템은 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매, 디젤 산화 촉매 중 하나 이상, 선택적 촉매 환원 촉매, 암모니아 산화 촉매, NO_x 트랩, 및 미립자 필터를 포함한다.
- [0210] 구현예 57 구현예 56의 시스템에 있어서, 시스템은 디젤 산화 촉매를 포함하며, 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매는 디젤 산화 촉매의 하류에 위치된다.
- [0211] 구현예 58 구현예 56 또는 구현예 57의 시스템에 있어서, 시스템은 디젤 산화 촉매, 선택적 촉매 환원 촉매 온 필터, 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매를 포함하며, 디젤 산화 촉매는 선택적 촉매 환원 촉매 온 필터(SCRoF)의 상류에 있고, 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매는 SCRoF 촉매의 하류에 있고;
- [0212] 시스템은 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매의 하류에 선택적 촉매 환원 촉매 또는 암모니아 산화 촉매를 추가로 포함한다.
- [0213] 구현예 59 구현예 56 또는 구현예 57의 시스템에 있어서, 시스템은 디젤 산화 촉매, 선택적 촉매 환원 촉매, 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매를 포함하며, 디젤 산화 촉매는 선택적 촉매 환원(SCR) 촉매의 상류에 있고, 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매는 SCR 촉매의 하류에 있고;
- [0214] 시스템은 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매의 하류에 선택적 촉매 환원 촉매 또는 암모니아 산화 촉매를 추가로 포함한다.
- [0215] 구현예 60 구현예 56 또는 구현예 57의 시스템에 있어서, 시스템은 디젤 산화 촉매, 선택적 촉매 환원 촉매, 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매를 포함하며, 디젤 산화 촉매는 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매의 상류에 있고, 선택적 촉매 환원(SCR) 촉매는 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매의 하류에 있고;
- [0216] 시스템은 SCR 촉매의 하류에 추가의 선택적 촉매 환원 촉매 또는 암모니아 산화 촉매를 추가로 포함한다.

- [0217] 구현예 61 구현예 56 또는 구현예 57의 시스템에 있어서, 시스템은 디젤 산화 촉매, 선택적 촉매 환원 촉매 온 필터(SCRoF), 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매를 포함하며, 디젤 산화 촉매는 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매의 상류에 있고, SCRoF 촉매는 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매의 하류에 있고;
- [0218] 시스템은 SCRoF 촉매의 하류에 선택적 촉매 환원 촉매 또는 암모니아 산화 촉매를 추가로 포함한다.
- [0219] 구현예 62 NOx의 선택적 촉매 환원을 위한 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 촉매의 용도.
- [0220] 구현예 63 NOx의 선택적 촉매 환원을 위한 방법으로서, 방법은 다음을 포함한다:
- [0221] (1) (바람직하게는 디젤 엔진을 빠져나오는) 배기 가스 스트림을 제공하는 단계;
- [0222] (2) 단계 (1)에서 제공된 배기 가스 스트림을 구현예 1 내지 구현예 29 및 구현예 55 중 어느 하나에 따른 NOx의 선택적 촉매 환원용 촉매와 접촉시키는 단계.
- [0223] 또한, 상기 구현예의 세트는 본 발명의 바람직한 양태에 관한 일반적인 설명의 적합하게 구조화된 부분을 나타내고, 따라서 적합하게 지지하지만 본 발명의 청구범위를 나타내지는 않는다는 점에 명백하게 유의한다.
- [0224] 본 발명에 따른 시스템은 아래의 표에 열거되어 있다.

| 시스템 | 촉매 1 | 촉매 2 | 촉매 3 | 촉매 4 |
|-----|------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | DOC | SCRoF | SCR 로서의 촉매 | SCR 또는 AMOx |
| 2 | DOC | SCR | SCRoF 로서의 촉매 | SCR 또는 AMOx |
| 3 | DOC | SCRoF 로서의 촉매 | SCR | SCR 또는 AMOx |
| 4 | DOC | SCR 로서의 촉매 | SCRoF | SCR 또는 AMOx |

- [0225] 촉매 1은 촉매 2의 상류에 위치되고, 촉매 2는 촉매 3의 상류에 위치되고, 촉매 3은 촉매 4의 상류에 위치된다. 위의 표에서 "Cat"은 본 발명에 따른 촉매를 나타낸다. 또한, "DOC"는 디젤 산화 촉매를 나타내고, "SCR"은 선택적 촉매 환원 촉매를 나타내고, "AMOx"는 암모니아 산화 촉매를 나타낸다. "Cat. as SCR"은 본 발명에 따른 촉매가 유동형 기관 상의 SCR 촉매인 것을 의미하고, "Cat. as SCRoF"는 본 발명에 따른 촉매가 벽 유동 필터 기관 상의 SCR 촉매인 것을 의미한다.
- [0227] 본 발명의 맥락에서, 용어 "SCR"은 선택적 촉매 환원 촉매를 나타내고, 용어 "SCRoF"는 벽 유동 필터 기관 상의 선택적 촉매 환원 촉매를 나타낸다.
- [0228] 본 발명의 맥락에서, 본 발명의 촉매는 디젤 엔진의 하류에 위치되는 것이 바람직하다.
- [0229] 또한, 본 발명의 맥락에서, 용어 "주어진 성분/코팅부의 로딩(g/in³ 또는 g/ft³ 단위)"은 기관의 부피당 상기 성분/코팅부의 질량을 지칭하며, 기관의 부피는 기관의 단면적과 상기 성분/코팅부가 존재하는 기관의 축방향 길이를 곱함으로써 정의되는 부피이다. 예를 들어, 기관 축방향 길이의 x% 위로 연장되고 X g/in³의 로딩을 갖는 제1 코팅부의 로딩에 대한 기준이 이루어지는 경우, 상기 로딩은 전체 기관의 부피(in³ 단위)의 x%당 제1 코팅부의 X그램을 지칭한다.
- [0230] 또한, 본 발명의 맥락에서, 용어 "제올라이트 재료의 중량을 기준으로"는 구리가 없는 것을 의미하는, 제올라이트 재료 단독의 중량을 지칭한다.
- [0231] 또한, 본 발명의 맥락에서, 용어 "X는 A, B, 및 C 중 하나 이상이다"(X는 주어진 특징이고, A, B, 및 C 각각은 상기 특징의 특정 실현을 나타냄)는 X는 A 또는 B 또는 C, 또는 A 및 B 또는 A 및 C 또는 B 및 C, 또는 A 및 B 및 C임을 개시하는 것으로 이해되어야 한다. 이와 관련하여, 당업자는 위의 추상적인 용어를 구체적인 실시예(예를 들어, X가 화학 원소이면 A, B 및 C는 Li, Na, K와 같은 구체적인 원소이거나, X가 온도이면 A, B 및 C는 10°C, 20°C, 및 30°C와 같은 구체적인 온도)로 전환할 수 있다는 점에 유의한다. 이와 관련하여, 당업자는 상

기 용어를 상기 특징의 덜 구체적인 실현(예를 들어, "X는 A 및 B 중 하나 이상이다"는 X가 A, 또는 B, 또는 A 및 B 중 하나임을 개시함) 또는 상기 특징의 보다 구체적인 실현(예를 들어, "X는 A, B, C 및 D 중 하나 이상이다"는 X가 A, 또는 B, 또는 C, 또는 D, 또는 A 및 B, 또는 A 및 C, 또는 A 및 D, 또는 B 및 C, 또는 B 및 D, 또는 C 및 D, 또는 A 및 B 및 C, 또는 A 및 B 및 D, 또는 B 및 C 및 D, 또는 A 및 B 및 C 및 D 중 하나임을 개시함)으로 확장할 수 있다는 점에 추가로 유의한다.

- [0232] 본 발명은 다음의 실시예에 의해 추가로 예시된다.
- [0233] **실시예**
- [0234] **기준 실시예 1BET 비표면적 및 미세기공 표면적(ZSA)의 측정**
- [0235] BET 비표면적 및 ZSA는 액체 질소를 사용하여 DIN 66131 또는 DIN-ISO 9277에 따라 결정되었다.
- [0236] **기준 실시예 2다공성 벽 유동 기관의 평균 공극률 및 평균 기공 크기의 측정**
- [0237] 다공성 벽 유동 기관의 평균 공극률은 DIN 66133 및 ISO 15901-1에 따라 수은 공극률 측정법을 사용하여 수은 침입에 의해 결정되었다.
- [0238] **기준 실시예 3부피 기준 입도 분포의 결정**
- [0239] 입도 분포는 Sympatec HELOS(3200) & QUIXEL 장비를 사용하여 정적 광산란 방법으로 결정되었으며, 샘플의 광학 농도는 6 내지 10%의 범위이었다.
- [0240] **기준 실시예 4Fe-CHA의 제조**
- [0241] (1.548 마이크로미터의 Dv_{50} , 15.7:1의 $SiO_2:Al_2O_3$ 몰비, $590\ m^2/g$ 의 BET 비표면적 및 $570\ m^2/g$ 의 미세기공 표면적(ZSA)을 갖는) H-차바자이트는 철로 초기 습도함침(철 공급원: Fe-(III)-질산염-9 수화물)을 통해 함침되어 철의 양은 차바자이트의 중량을 기준으로, Fe_2O_3 로 계산되는 0.6 중량%의 Fe이 되었다.
- [0242] **비교예 1본 발명에 따르지 않는 SCR 촉매**
- [0243] 1.1 마이크로미터의 Dv_{50} 와 5.8 마이크로미터의 Dv_{90} 를 갖는 CuO 분말이 물에 첨가되었다. CuO의 양은 하소 후의 코팅부에서 CuO로 계산되는 구리의 총량이 차바자이트의 중량을 기준으로, 5 중량%가 되도록 계산되었다. 아세트산 및 지르코늄 아세테이트 수용액은 CuO 포함 혼합물에 첨가되어 슬러리를 형성하였다. 아세트산의 양은 1.7 중량%의 차바자이트로 계산되었고, 지르코늄 아세테이트의 양은 ZrO_2 로 계산되는, 코팅부에서 지르코니아의 양이 차바자이트의 중량을 기준으로 5 중량%가 되도록 계산되었다. H-차바자이트(1.548 마이크로미터의 Dv_{50} , 15.7:1의 $SiO_2:Al_2O_3$, $590\ m^2/g$ 의 BET 비표면적, 및 $570\ m^2/g$ 의 미세기공 표면적(ZSA))는 구리 포함 슬러리에 첨가되어 상기 혼합물의 중량을 기준으로, 41 중량%의 고형분 함량을 갖는 혼합물을 형성하였다. 입자의 Dv_{50} 값이 약 1.35 마이크로미터이고, 입자의 Dv_{90} 값이 약 2.5 마이크로미터, 입자의 Dv_{90} 값이 약 7 마이크로미터가 되도록, 생성된 슬러리는 연속 밀링 장치를 사용하여 밀링되었다.
- [0244] 알루미나 분말($185\ m^2/g$ 의 BET 비표면적, 6.3 마이크로미터의 Dv_{50} , 및 16.3 마이크로미터의 Dv_{90} 을 갖는 80 중량%의 Al_2O_3 및 20 중량%의 SiO_2)은 Cu/CHA 포함 슬러리에 첨가되었다. 알루미나 + 실리카의 양은 하소 후의 알루미나 + 실리카의 양이 최종 촉매에서 하소 후의 차바자이트의 중량을 기준으로, 5 중량%가 되도록 계산되었다. 물은 얻은 혼합물에 첨가되어 상기 혼합물의 중량을 기준으로, 42 중량%의 고형분 함량을 갖는 혼합물을 얻었다.
- [0245] 다공성 비코팅된 유동형 기관, 코디어라이트(부피: 2L, 400 cpsi, 3.5 mil 벽 두께, 직경: 5.66 인치 x 길이: 5 인치)는 최종 슬러리로 기관 축방향 길이의 100% 위로 입구 단부로부터 출구 단부까지 단일 코팅으로 코팅하였다. 이를 위해, 슬러리가 기관의 상단에 도달할 때까지 입구 단부로부터 최종 슬러리에 기관이 침지되었다. 또한, 코팅된 기관은 140°C에서 30분 동안 건조되었고 450°C에서 1시간 동안 하소되었다. 하소 후의 촉매 내의 최종 코팅부 로딩은 차바자이트의 중량을 기준으로, 약 $2.39\ g/in^3$ 의 차바자이트, $0.12\ g/in^3$ 의 지르코니아, $0.12\ g/in^3$ 의 알루미나, 및 5 중량%의 Cu를 포함하는 $2.75\ g/in^3$ 이었다.
- [0246] **실시예 1본 발명에 따른 SCR 촉매**

[0247] H-차바자이트가 기준 실시예 4에 따라 제조된 (차바자이트의 중량을 기준으로, Fe₂O₃로 계산되는 Fe 함량: 0.6 중량%, 1.548 마이크로미터의 Dv50, 15.7:1의 SiO₂:Al₂O₃, 590m²/g의 BET 비표면적, 및 570 m²/g의 미세기공 표면적(ZSA)를 갖는) Fe-차바자이트에 의해 대체되었던 것을 제외하고는, 실시예 1의 촉매는 비교예 1의 촉매로 제조되었다(알루미나 분말(185m²/g의 BET 비표면적, 6.3 마이크로미터의 Dv50, 및 16.3 마이크로미터의 Dv90을 갖는 80 중량%의 Al₂O₃ 및 20 중량%의 SiO₂)는 Fe 및 Al(50 중량%의 Fe₂O₃ 및 50 중량%의 Al₂O₃, 112.85 m²/g의 BET 비표면적, 9.6 마이크로미터의 Dv50, 20.5 마이크로미터의 Dv90, 28.2 마이크로미터의 Dv99를 갖는 재료)을 포함하는 비제올라이트 산화물 재료의 분말에 의해 대체되었고, 알루미나 + 철의 양은 하소 후의 알루미나 + 철의 양이 하소 후의 차바자이트의 중량을 기준으로, 10 중량%가 되도록 계산되었음).

[0248] 하소 후의 촉매에서 최종 코팅부 로딩은 차바자이트의 중량을 기준으로, 약 2.0 g/in³의 차바자이트, 0.1 g/in³의 지르코니아, 0.2 g/in³의 비제올라이트 산화물 재료, Fe₂O₃로 계산되는 0.6 중량%의 Fe 및 차바자이트의 중량을 기준으로, CuO로 계산되는 5 중량%의 Cu를 포함하는 2.4 g/in³이었다. 다른 성분은 연소되어 최종 코팅부 로딩에 기여하지 않았다.

[0249] **실시예 2: 비교예 1 및 실시예 1의 제조된 촉매의 성능 시험**

[0250] 비교예 1 및 실시예 1의 촉매는 시험 전에 N₂ 하에서 800℃에서 16시간 동안 10%의 H₂O 및 20%의 O₂을 갖는 오븐에서 수열로 에이징되었다. 엔진 벤치 시험은 정상 상태 조건에서 실시되었고, DeNOx 활성 및 N₂O 형성이 측정되었다. 결과는 도 1 및 도 2에 표시된다.

[0251] [표 1]

엔진 벤치 조건

| 온도(°C) | 부피 유량(m ³ /h) | NOx 배출 엔진 출력(ppm) | NSR |
|--------|--------------------------|-------------------|-----|
| 200 | 144 | 273 | 1.5 |
| 230 | 165 | 381 | 1.5 |
| 600 | 112 | 351 | 2 |
| 650 | 118 | 410 | 2 |

[0252] [0253] 도 1에서 알 수 있는 바와 같이, NOx 전환율의 측면에서 촉매 활성은 양 촉매에 대해 유사하며, 즉, 이는 약 80 내지 100%의 범위의 고온뿐만 아니라 저온에서 양호한 NOx 전환율을 나타낸다. 그러나, 도 2에서 알 수 있는 바와 같이, 결과는 저온(200 및 230℃)에서 유사하지만, 본 발명의 SCR 촉매는 고온, 즉, 601 및 650℃에서 약 90 내지 98%의 유사한 NOx 전환율을 유지하면서, 비교예 1의 촉매에 비해 50% 초과 N₂O 형성을 감소시키는 것을 가능하게 한다.

[0254] 따라서, 알루미나와 조합된 철을 코팅제로 포함하는 본 발명의 촉매는 고온에서 매우 양호한 NOx 전환율을 유지하면서 N₂O 형성을 급격히 감소시키는 것을 가능하게 한다.

[0255] **비교예 2본 발명에 따르지 않는 SCR 은 필터(SCRoF) 촉매**

[0256] 1.1 마이크로미터의 Dv50와 5.8 마이크로미터의 Dv90을 갖는 CuO 분말이 물에 첨가되었다. CuO의 양은 CuO로 계산되는, 하소 후의 코팅부 내의 구리의 총량이 차바자이트의 중량을 기준으로, 4.15 중량%가 되도록 계산되었다. 수크로스가 Cu 혼합물에 추가로 첨가되었고, 수크로스의 양은 차바자이트의 중량을 기준으로, 4.15 중량%가 되도록 계산되었다. 아세트산이 얻은 슬러리에 첨가되었다. 아세트산의 양은 차바자이트의 중량을 기준으로, 1.7 중량%가 되도록 계산되었다. 생성된 슬러리는 상기 슬러리의 중량을 기준으로, 5 중량%의 고형분 함량을 가졌다. 지르코늄 아세테이트 수용액은 CuO 포함 혼합물에 첨가되어 슬러리를 형성하였다. 지르코늄 아세테이트의 양은 ZrO₂로 계산되는, 코팅부 내의 지르코니아의 양이 차바자이트의 중량을 기준으로, 20 중량%가 되도록 계산되었다. H-차바자이트(1.548 마이크로미터의 Dv50, 15.7:1의 SiO₂:Al₂O₃, 590 m²/g의 BET 비표면적 및 570m² /g의 미세기공 표면적(ZSA))가 상기 혼합물의 중량을 기준으로, 37 중량%의 고형분 함량을 갖는 구리 포

함 슬러리에 첨가되었다. 입자의 Dv99 값이 약 9 마이크로미터이고, 입자의 Dv90 값이 약 2.5 마이크로미터이고, 입자의 Dv50 값이 약 1.35 마이크로미터가 되도록, 생성된 슬러리는 연속 밀링 장치를 사용하여 밀링되었다.

[0257] 알루미나 분말(178 m²/g의 BET 비표면적, 2.6 마이크로미터의 Dv50, 약 5.3 마이크로미터의 Dv90, 및 약 8.5 마이크로미터의 Dv99를 갖는 100 중량%의 Al₂O₃)이 Cu/CHA 포함 슬러리에 첨가되었다. 알루미나의 양이 하소 후의 알루미나 + 실리카의 양이 최종 촉매 내의 하소 후의 차바자이트의 중량을 기준으로, 10 중량%가 되도록 계산되었다. 물은 얻은 혼합물에 첨가되어 상기 혼합물의 중량을 기준으로 37 중량%의 고형분 함량을 갖는 혼합물을 얻었다.

[0258] 다공성 비코팅된 벽 유동 필터 기관, 실리콘 카바이드(부피: 3.4 L, 59%의 평균 공극률, 17.5 마이크로미터의 평균 기공 크기 및 350 cpsi, 12 mil 벽 두께, 직경: 6.43 인치 x 길이: 6.39 인치)는 최적화된 설계에서 얻은 혼합물로 2회 코팅되었으며, 제1 코트(coat)는 출구 단부로부터 입구 단부까지 기관 길이의 70%를 커버하고, 제2 코트는 입구 단부로부터 출구 단부까지 또한 기관 길이의 70%로 커버하여, 기관의 전체 길이를 따라 연장되는 단일 코팅을 형성한다. 이를 위해, 슬러리가 기관의 길이의 70%에 도달될 때까지, 기관은 입구 단부로부터 시작하여 각각의 슬러리에 침지되었다. 출구 단부로부터 침지된 후, 입구 단부로부터 압력 펄스가 인가되어 과량의 슬러리를 블로우 아웃시켰다. 또한, 슬러리가 기관의 길이의 70%에 도달될 때까지, 기관은 입구 단부로부터 시작하여 각각의 슬러리에 침지되었다. 입구 단부로부터 침지된 후, 출구 단부로부터 압력 펄스가 인가되어 과량의 슬러리를 블로우 아웃시켰다. 또한, 코팅된 기관은 140°C에서 30분 동안 건조되었고 450°C에서 1시간 동안 하소되었다. 하소 후의 촉매 내의 최종 코팅부 로딩은 차바자이트의 중량을 기준으로, 약 1.31 g/in³의 차바자이트, 0.26 g/in³의 지르코니아, 0.13 g/in³의 알루미나, 및 4.15 중량%의 Cu를 포함하는 1.75 g/in³이었다.

[0259] 실시예 3본 발명에 따른 SCR 은 필터(SCRoF) 촉매

[0260] H-차바자이트가 기준 실시예 4에서 기술된 바와 같이 제조된 (차바자이트의 중량을 기준으로, Fe₂O₃로 계산되는 0.6 중량%의 Fe 함량, 1.548 마이크로미터의 Dv50, 15.7:1의 SiO₂:Al₂O₃, 590m²/g의 BET 비표면적 및 570 m²/g의 미세기공 표면적(ZSA)을 갖는) Fe-차바자이트에 의해 대체되었던 것을 제외하고는, 실시예 3의 촉매가 비교예 2의 촉매로서 제조되었다(알루미나 분말(100 중량%의 Al₂O₃)은 Fe 및 Al(Fe₂O₃ 50 중량% 및 Al₂O₃ 50 중량%, 10.15 마이크로미터의 Dv50, 100.13 마이크로미터의 Dv90을 갖는 재료)을 포함하는 비제올라이트 산화물 재료의 분말에 의해 대체되었음).

[0261] 하소 후의 촉매에서 최종 코팅부 로딩은 차바자이트의 중량을 기준으로, 약 1.31 g/in³의 차바자이트, 0.26 g/in³의 지르코니아, 0.13 g/in³의 비제올라이트 산화물 재료, Fe₂O₃로 계산되는 0.6 중량%의 Fe 및 차바자이트의 중량을 기준으로, CuO로 계산되는 4.15 중량%의 Cu를 포함하는 1.75 g/in³이었다. 다른 성분은 연소되어 최종 코팅부 로딩에 기여하지 않았다.

[0262] 비교예 3본 발명에 따르지 않는 SCR 은 필터(SCRoF) 촉매

[0263] 출구 슬러리:

[0264] H-차바자이트(1.548 마이크로미터의 Dv50, 15.7:1의 SiO₂:Al₂O₃, 590m²/g의 BET 비표면적, 및 570 m²/g의 미세기공 표면적(ZSA))은 Fe-함침됨(차바자이트의 중량을 기준으로, Fe₂O₃로 계산되는 0.6 중량%의 Fe, Fe 공급원: Fe-(III)-질산염-9 수화물)이었다. 별개로, 1.1 마이크로미터의 Dv50 및 5.8 마이크로미터의 Dv90를 갖는 CuO 분말이 물에 첨가되었다. CuO의 양은 CuO로 계산되는, 하소 후의 코팅부 내의 구리의 총량이 차바자이트의 중량을 기준으로, 3.5 중량%가 되도록 계산되었다. 수크로스가 Cu 혼합물에 추가로 첨가되었고, 수크로스의 양은 차바자이트의 중량을 기준으로, 3.5 중량%가 되도록 계산되었다. 아세트산은 후속적으로 얻은 슬러리에 첨가되었다. 아세트산의 양은 차바자이트의 중량을 기준으로, 1.7 중량%가 되도록 계산되었다. 생성된 슬러리는 상기 슬러리의 중량을 기준으로, 5 중량%의 고형분 함량을 가졌다. 지르코늄 아세테이트 수용액은 CuO 포함 혼합물에 첨가되어 슬러리를 형성하였다. 지르코늄 아세테이트의 양은 ZrO₂로 계산되는, 코팅부 내의 지르코니아의 양이 차바자이트의 중량을 기준으로, 20 중량%가 되도록 계산되었다. 또한, 앞서 얻은 Fe-차바자이트가 물에

첨가되고 구리 포함 슬러리에 혼합되었다. 입자의 Dv99 값이 약 9 마이크로미터이고, 입자의 Dv90 값이 약 2.5 마이크로미터이고, 입자의 Dv50 값이 약 1.35 마이크로미터가 되도록, 생성된 슬러리는 연속 밀링 장치를 사용하여 밀링되었다.

[0265] 알루미나 분말(178 m²/g의 BET 비표면적, 2.6 마이크로미터의 Dv50, 약 5.3 마이크로미터의 Dv90, 및 약 8.5 마이크로미터의 Dv99를 갖는 100 중량%의 Al₂O₃)이 차바자이트 포함 슬러리에 첨가되었다. 알루미나의 양은 하소 후의 알루미나의 양이 하소 후의 차바자이트의 중량을 기준으로, 10 중량%가 되도록 계산되었다. 물은 얻은 혼합물에 첨가되어 상기 혼합물의 중량을 기준으로 37 중량%의 고형분 함량을 갖는 혼합물을 얻었다.

[0266] 입구 슬러리:

[0267] (BEA의 중량을 기준으로, Fe₂O₃로 계산되는 6.5 중량%의 Fe 양, 2.1 마이크로미터의 Dv50, 9.6:1의 SiO₂:Al₂O₃, 476m²/g의 BET 비표면적을 갖는) Fe BEA 제올라이트가 지르코니아 아세테이트로 분산되었다. 지르코늄 아세테이트의 양은 코팅부에서, ZrO₂로 계산되는 지르코니아의 양이 BEA 제올라이트의 중량을 기준으로, 20 중량%가 되도록 계산되었다. 입자의 Dv99 값이 약 9 마이크로미터이고, 입자의 Dv90 값이 약 3 마이크로미터이고, 입자의 Dv50 값이 약 1.5 마이크로미터가 되도록, 생성된 혼합물은 연속 밀링 장치를 사용하여 밀링되었다. 또한, 알루미나 분말(178 m²/g의 BET 비표면적, 2.6 마이크로미터의 Dv50, 약 5.3 마이크로미터의 Dv90, 및 약 8.5 마이크로미터의 Dv99를 갖는 100 중량%의 Al₂O₃)은 BEA 포함 슬러리에 첨가되었다. 알루미나의 양은 하소 후의 알루미나의 양이 하소 후의 BEA의 중량을 기준으로, 10 중량%가 되도록 계산되었다. 물은 얻은 혼합물에 첨가되어 상기 혼합물의 중량을 기준으로 37 중량%의 고형분 함량을 갖는 혼합물을 얻었다.

[0268] 다공성 비코팅된 벽 유동 필터 기관, 실리콘 카바이드(부피: 3.4 L, 59%의 평균 공극률, 17.5 마이크로미터의 평균 기공 크기, 및 350 cpsi, 12 mil 벽 두께, 직경: 6.43 인치 x 길이: 6.39 인치)는 최적화된 설계로 2회 코팅되었으며, 출구 슬러리를 사용하는 제1 코트는 출구 단부로부터 입구 단부까지 기관 길이의 80% 위로 도포되었고, 이어서 입구 슬러리를 사용하는 제2 코트는 입구 단부로부터 출구 단부까지 또한 기관 길이의 80% 위로 도포되었다. 이를 위해, 슬러리가 기관의 길이의 80%에 도달할 때까지, 기관은 입구 단부로부터 시작하여 각각의 슬러리에 침지되었다. 출구 단부로부터 침지된 후, 입구 단부로부터 압력 펄스가 인가되어 과량의 슬러리를 블로우 아웃시켰다. 또한, 슬러리가 기관의 길이의 80%에 도달될 때까지, 기관은 입구 단부로부터 시작하여 각각의 슬러리에 침지되었다. 입구 단부로부터 침지된 후, 출구 단부로부터 압력 펄스가 인가되어 과량의 슬러리를 블로우 아웃시켰다. 또한, 코팅된 기관은 140°C에서 30분 동안 건조되었고 450°C에서 1시간 동안 하소되었다.

[0269] 하소 후의 촉매 내 최종 코팅부 로딩은 약 1.6 g/in³의 차바자이트계 코트 및 0.6 g/in³의 Fe-BEA계 코트를 포함하는 1.76 g/in³이었다.

[0270] 실시예 4: 비교예 2 및 비교예 3, 및 실시예 3의 제조된 촉매의 성능 시험

[0271] 비교예 2 및 비교예 3, 및 실시예 3의 촉매는 시험 전에 850°C에서 16시간 동안 25 L의 높은 유량, 2.422 ml/min의 H₂O 및 20% O₂(나머지 N₂)로 오븐에서 수열로 에이징되었다. 엔진 벤치 시험은 정상 상태 조건(Daimler - OM651, 2.2L, 4Zy1, 150kW)에서 수행되었고, DeNOx 활동 및 N₂O 형성이 측정되었다. 결과가 도 3 내지 도 6에 표시된다.

[0272] [표 2]

엔진 벤치 조건

| 온도(°C) | 부피 유량(m ³ /h) | NOx 배출 엔진 출력(ppm) | NSR |
|--------|--------------------------|-------------------|------|
| 195 | 137 | 244 | 1.50 |
| 231 | 160 | 356 | 1.50 |
| 598 | 112 | 368 | 2.00 |
| 650 | 119 | 416 | 2.00 |

[0273]

[0274] 도 3으로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 촉매는 저온에서만 아니라 고온에서, 즉, 231°C에서 약

95%, 599℃에서 90%, 650℃에서 약 75%의 양호한 NOx 전환율을 나타내며, 이는 비교예 2의 촉매에서 얻은 NOx 전환율과 상당히 유사하다. 그러나, 도 4로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 SCR 촉매는 195℃ 내지 650℃의 매우 넓은 온도 범위에서 비교예 2의 촉매에 비해 최대 약 50%의 N₂O 형성을 감소시키는 것을 가능하게 한다. 또한, 비교예 3의 촉매와 비교하였다. 본 발명에 따른 실시예 2의 촉매는 허용할 수 있는 N₂O 형성을 갖는 양호한 NOx 전환율 사이의 균형에 있어서 최상의 절충을 제시한다. 실제로, 실시예 2의 촉매는 비교예 3의 촉매에 비해 약 20~30%의 개선된 NOx 전환율을 나타내는 반면, 실시예 2의 촉매의 N₂O 형성은 비교예 3의 촉매에 비해 저온에서 단지 0.5% 증가된다. 이는 도 5 및 도 6에 도시되었다.

[0275] 따라서, 알루미늄과 조합된 철을 코팅제로 포함하는 본 발명의 촉매는 고온에서 매우 양호한 NOx 전환율을 유지하면서 N₂O 형성을 급격히 감소시키는 것을 가능하게 한다.

[0276] **비교예 4본 발명에 따르지 않는 SCR 온 필터(SCRoF) 촉매**

[0277] H-CHA가 1.548의 마이크로미터의 Dv50을 갖는 CHA, 15.7:1의 SiO₂: Al₂O₃, 590m²/g의 BET 비표면적 및 570 m²/g의 미세기공 표면적(ZSA)을 갖는 Fe-CHA에 의해 대체된 것을 제외하고는, 비교예 4의 촉매는 비교예 2의 촉매로 제조되었고, Fe₂O₃로 계산되는 Fe 함량은 차바자이트의 중량을 기준으로, 0.6 중량%이었고, Fe-CHA는 본 명세서의 기준 실시예 4에 따라 제조되었다. 하소 후의 촉매에서 최종 코팅부 로딩은 차바자이트의 중량을 기준으로, 약 1.31 g/in³의 차바자이트, 0.26 g/in³의 지르코니아, 0.13 g/in³의 알루미늄, Fe₂O₃로 계산되는 0.6 중량%의 Fe 및 차바자이트의 중량을 기준으로, CuO로 계산되는 4.15 중량%의 Cu를 포함하는 1.75 g/in³이었다.

[0278] **기준 실시예 5비교예 2 및 비교예 4의 성능 비교**

[0279] 비교예 2 및 비교예 4의 촉매는 시험 전에 850℃에서 16시간 동안 25 L 유동의 높은 유량, 20% O₂ 및 2.422 ml/min의 H₂O(나머지 N₂)로 오븐에서 수열로 에이징되었다. 엔진 벤치 시험은 정상 상태 조건(Daimler - OM651, 2.2L, 4Zy1, 150kW)에서 수행되었고, DeNOx 활동 및 N₂O 형성이 측정되었다. 결과가 도 7 및 도 8에 표시된다.

[0280] [표 3]

엔진 벤치 조건

| 온도(℃) | 부피 유량(m ³ /h) | NOx 배출 엔진 출력(ppm) | NSR |
|-------|--------------------------|-------------------|-----|
| 200 | 133 | 269 | 1.5 |
| 230 | 152 | 334 | 1.5 |
| 350 | 159 | 303 | 1.2 |
| 600 | 106 | 373 | 2 |
| 650 | 114 | 419 | 2 |

[0281] 도 7로부터 알 수 있는 바와 같이, 두 비교예의 NOx 변환 성능은 거의 동일하다. 또한, 도 8로부터 알 수 있는 바와 같이, 아산화질소 형성은 Cu/Fe-CHA(출발 제올라이트는 Fe 함침 CHA임)를 사용하는 비교예 4의 촉매를 사용할 때, Cu-CHA(출발 제올라이트는 H-CHA임)를 사용하는 비교예 2의 촉매에 비해 0.5% 이상 감소된다. 따라서, 상기 실시예로부터, 촉매에서 Fe/Cu-CHA를 사용하는 것이 이러한 촉매에서 Cu-CHA를 사용하는 경우에 비해 아산화질소 형성을 감소시킬 수 있다는 것이 추론될 수 있다. 그러나, 비교예 4의 촉매로 얻어지는 아산화질소 형성은 본 발명에 따른 실시예 1의 촉매로 얻어지는 아산화질소 형성보다 많다. 실제로, 본 발명의 촉매를 사용하면, 비교예 2에 비해 650℃에서 아산화질소가 약 2% 감소된 고온뿐만 아니라 저온에서도 아산화질소의 명확한 감소가 확인될 수 있다.

[0283] 따라서, 본 발명의 실험 부분으로부터, 알루미늄과 조합된 철을 코팅제로 포함하는 본 발명에 따른 촉매가 매우 양호한 NOx 변환을 유지하면서 N₂O 형성을 현저하게 감소시키는 것이 명백하게 입증되었다.

[0284] **실시예 5본 발명에 따른 SCR 온 필터(SCRoF) 촉매**

- [0285] 실시예 5의 촉매는 다음을 제외하고는 비교예 2의 촉매로 제조되었다:
- [0286] - H-차바자이트는 1 마이크로미터의 Dv50, 18:1의 SiO₂: Al₂O₃, 550m²/g의 BET 비표면적 및 520 m²/g의 미세기공 표면적(ZSA)를 갖는 H-차바자이트에 의해 대체되었고,
- [0287] - 알루미나 분말(80 중량%의 Al₂O₃ 및 20 중량%의 SiO₂, 185m²/g의 BET 비표면적, 6.3 마이크로미터의 Dv50, 및 16.3 마이크로미터의 Dv90)은 Fe 및 Al(50 중량%의 Fe₂O₃ 및 50 중량%의 Al₂O₃, 112.85 m²/g의 BET 비표면적, 9.6 마이크로미터의 Dv50, 20.5 마이크로미터의 Dv90, 28.2 마이크로미터의 Dv99를 갖는 재료)을 포함하는 비제올라이트 산화물 재료의 분말에 의해 대체되었고; 그리고
- [0288] - 부피: 3.4 L, 59%의 평균 공극률, 17.5 마이크로미터의 평균 기공 크기, 및 350 cpsi 및 12 mil 벽 두께, 직경: 6.43 인치 x 길이: 6.39 인치를 갖는 다공성 비코팅된 벽 유동 필터 기관, 실리콘 카바이드는 부피: 0.428 L, 59%의 평균 공극률, 17.5 마이크로미터의 평균 기공 크기, 및 350 cpsi 및 12 mil 벽 두께, 직경: 2.3 인치 x 길이: 6.39 인치를 갖는 다공성 비코팅된 벽 유동 필터 기관, 실리콘 카바이드에 의해 대체되었다.
- [0289] 하소 후의 촉매 내의 최종 코팅부 로딩은 차바자이트의 중량을 기준으로, 약 1.469 g/in³의 차바자이트, 0.29 g/in³의 지르코니아, 0.15 g/in³의 Fe 및 Al을 포함하는 비제올라이트 산화물 재료, 및 CuO로 계산되는 4.15 중량%의 Cu를 포함하는 1.97 g/in³이었다. 다른 성분은 연소되어 최종 코팅부 로딩에 기여하지 않았다.
- [0290] **비교예 5본 발명에 따르지 않는 SCR 은 필터(SCRoF) 촉매**
- [0291] 비교예 5의 촉매는 다음을 제외하고는 비교예 2의 촉매로 제조되었다: H-차바자이트가 1 마이크로미터의 Dv50, 18:1의 SiO₂: Al₂O₃, 550 m²/g의 BET 비표면적, 및 520 m²/g의 미세기공 표면적(ZSA)을 갖는 H-차바자이트에 의해 대체되었고, 그리고 부피: 3.4 L, 59%의 평균 공극률, 17.5 마이크로미터의 평균 기공 크기, 및 350 cpsi 및 12 mil 벽 두께, 직경: 6.43 인치 x 길이: 6.39 인치를 갖는 다공성 비코팅된 벽 유동 필터 기관, 실리콘 카바이드는 부피: 0.428 L, 59%의 평균 공극률, 17.5 마이크로미터의 평균 기공 크기, 및 350 cpsi 및 12 mil 벽 두께, 직경: 2.3 인치 x 길이: 6.39 인치를 갖는 다공성 비코팅된 벽 유동 필터 기관, 실리콘 카바이드에 의해 대체되었다.
- [0292] 하소 후의 촉매 내의 최종 코팅부 로딩은 차바자이트의 중량을 기준으로, 약 1.469 g/in³의 차바자이트, 0.29 g/in³의 지르코니아, 0.15 g/in³의 Fe 및 Al을 포함하는 비제올라이트 산화물 재료, 및 CuO로 계산되는 4.15 중량%의 Cu를 포함하는 1.97 g/in³이었다. 다른 성분은 연소되어 최종 코팅부 로딩에 기여하지 않았다.
- [0293] **실시예 6비교예 5 및 실시예 5의 제조된 촉매의 성능 시험**
- [0294] 비교예 5 및 실시예 5의 촉매는 시험 전에 850°C에서 16시간 동안 10%의 H₂O 및 20%의 O₂(나머지 N₂)로 오븐에서 수열로 에이징되었다. 엔진 벤치 시험은 정상 상태 조건(Daimler - OM651, 2.2L, 4Zyl. 150kW)에서 수행되었다. DeNOx 활동 및 N₂O 형성이 측정되었다. 결과가 도 9 및 도 10에 표시된다.

[표 4]
엔진 벤치 조건

| 온도(°C) | 부피 유량(m ³ /h) | NOx 배출 엔진 출력(ppm) | NSR |
|--------|--------------------------|-------------------|-----|
| 578 | 10 | 470 | 4 |
| 630 | 10 | 380 | 4 |

[0296] [0297] 도 9로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 촉매(실시예 5)는 고온, 즉, 578°C에서 약 95%, 630°C에서 약 80%의 양호한 NOx 전환율을 나타내며, 이는 비교예 5의 촉매로 얻은 NOx 전환율과 상당히 유사하다. 그러나, 도 10로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 SCR 촉매는 578°C에서 비교예 5의 촉매에 비해 7% 초과 의 N₂O 형성을 감소, 630°C에서 최대 16%의 N₂O 형성을 감소시키는 것을 가능하게 한다. 또한, 비교예 5의 촉매

에 비해, 본 발명에 따른 실시예 5의 촉매는 허용할 수 있는 N₂O 형성을 갖는 양호한 NO_x 전환율 사이의 균형에 있어서 최상의 절충을 제시한다.

[0298] 따라서, 알루미늄과 조합된 철을 코팅제로 포함하는 본 발명의 촉매는 고온에서 매우 양호한 NO_x 전환율을 유지 하면서 N₂O 형성을 급격히 감소시키는 것을 가능하게 한다.

도면의 간단한 설명

[0299] 도 1상이한 온도에서 실시예 1 및 비교예 1의 촉매에 대해 얻은 NO_x 전환율을 보여준다.

도 2상이한 온도에서 실시예 1 및 비교예 1의 촉매를 사용할 때 형성된 N₂O를 보여준다. 상대 N₂O는 식, 상대 N₂O(%) = N₂O(ppm) / (NO_x 엔진 출력(ppm) * NO_x 변환율(%) / 100) *100에 따라 계산된다.

도 3넓은 온도 범위(195℃ 내지 650℃)에 걸쳐 실시예 3 및 비교예 2의 촉매에 대해 얻은 NO_x 전환율을 보여준다.

도 4넓은 온도 범위(195℃ 내지 650℃)에 걸쳐 실시예 3 및 비교예 2의 촉매를 사용할 때 형성된 N₂O를 보여준다. 상대 N₂O는 식, 상대 N₂O(%) = N₂O(ppm) / (NO_x 엔진 출력(ppm) * NO_x 변환율(%) / 100) *100에 따라 계산된다.

도 5낮은 온도(198℃ 및 231℃)에서 실시예 3, 및 비교예 2 및 비교예 3의 촉매에 대해 얻은 NO_x 전환율을 보여준다.

도 6낮은 온도(198℃ 및 231℃)에서 실시예 3, 및 비교예 2 및 비교예 3의 촉매를 사용할 때 형성된 N₂O를 보여준다. 상대 N₂O는 식, 상대 N₂O(%) = N₂O(ppm) / (NO_x 엔진 출력(ppm) * NO_x 변환율(%) / 100) *100에 따라 계산된다.

도 7 비교예 2 및 비교예 4의 촉매에 대해 얻은 NO_x 전환율을 보여준다.

도 8비교예 2 및 비교예 4의 촉매를 사용할 때 형성된 N₂O를 보여준다. 상대 N₂O는 식, 상대 N₂O(%) = N₂O(ppm) / (NO_x 엔진 출력(ppm) * NO_x 변환율(%) / 100) *100에 따라 계산된다.

도 9비교예 5 및 실시예 5의 촉매에 대해 얻은 NO_x 전환율을 보여준다.

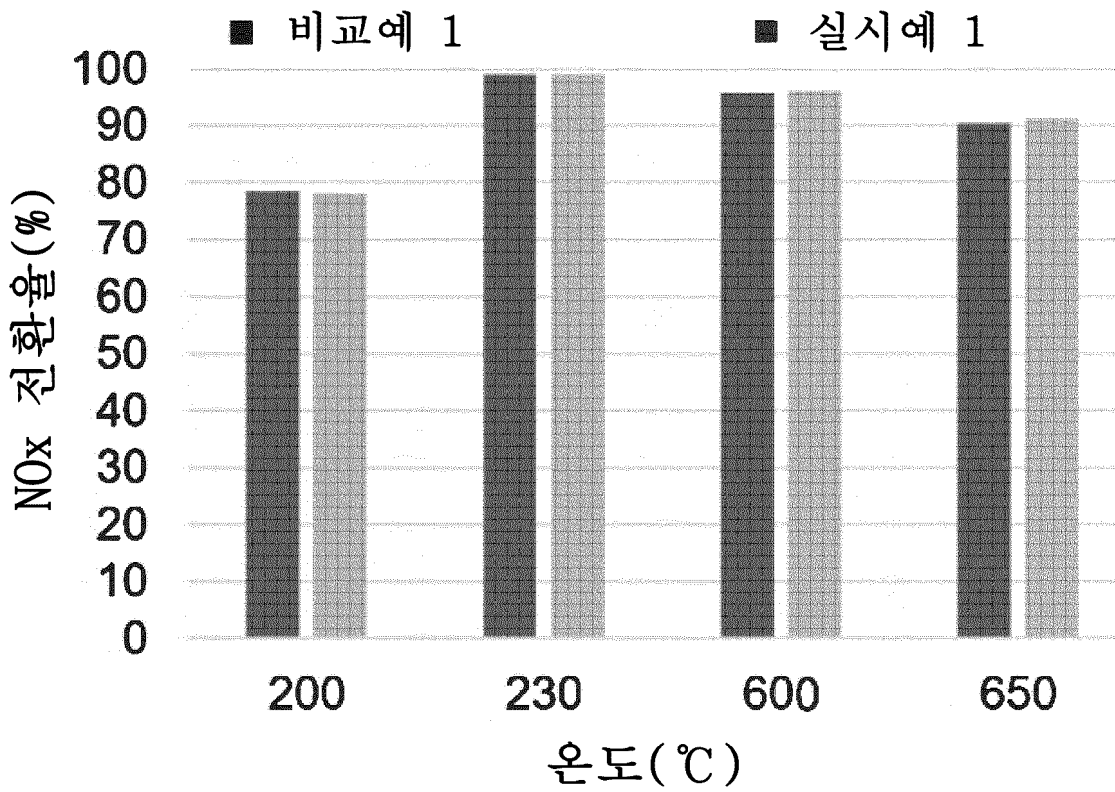
도 10비교예 5의 촉매에 비해 실시예 5의 촉매를 사용할 때 형성되는 상대 N₂O 이점을 보여준다.

인용 문헌

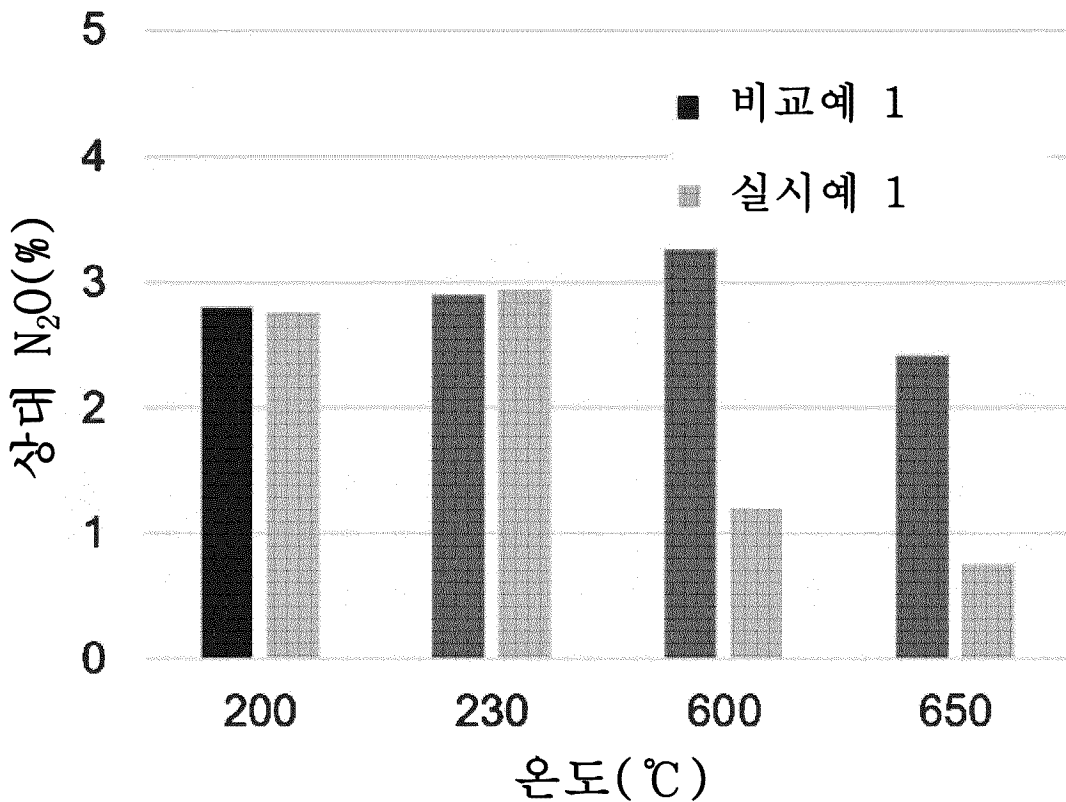
- US 9 242 238 B2
- US 9 352 307 B2
- US 9 999 877 B2

도면

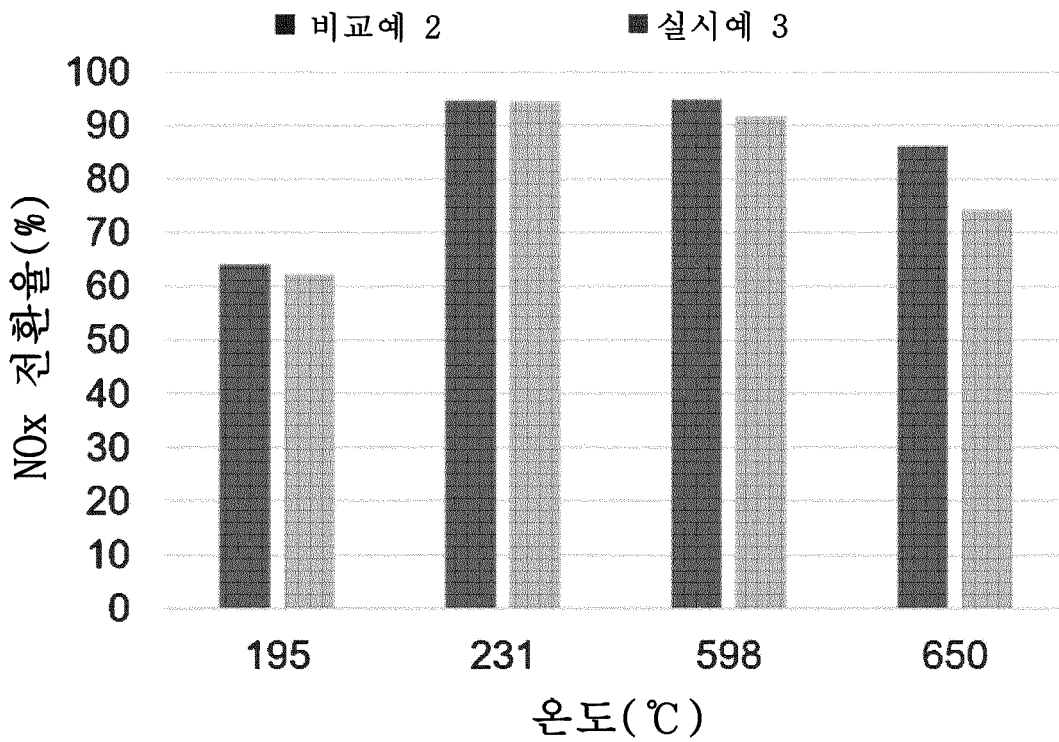
도면1



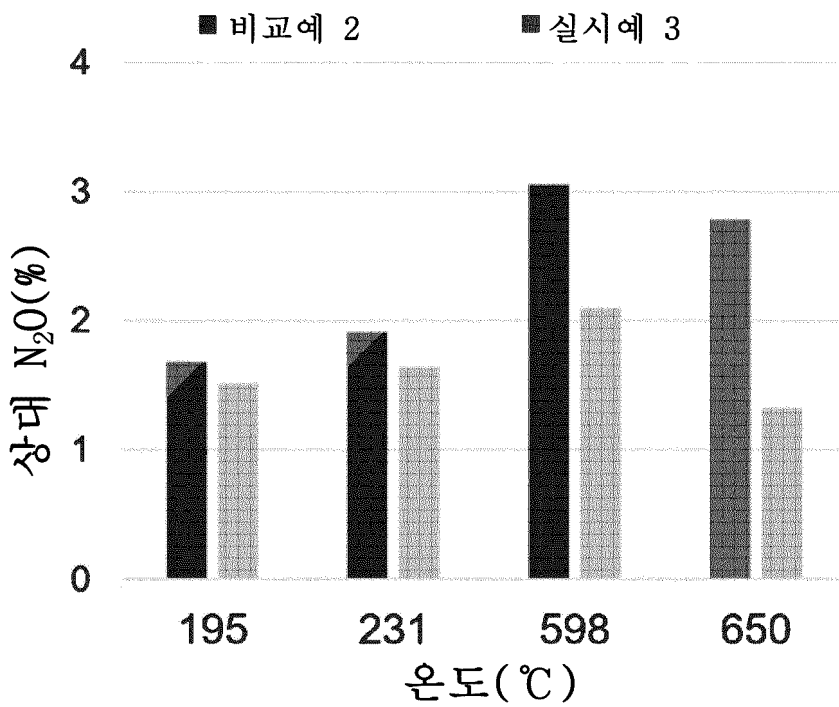
도면2



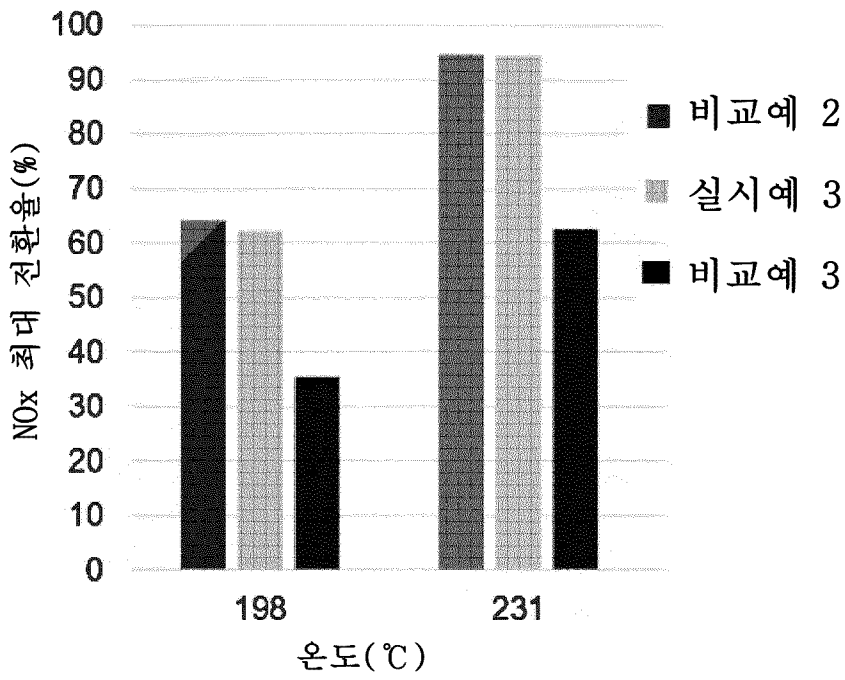
도면3



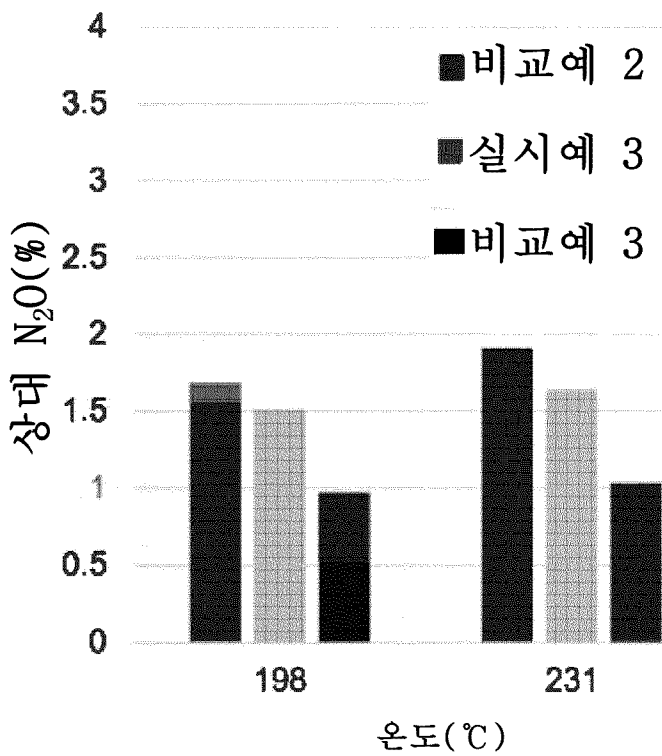
도면4



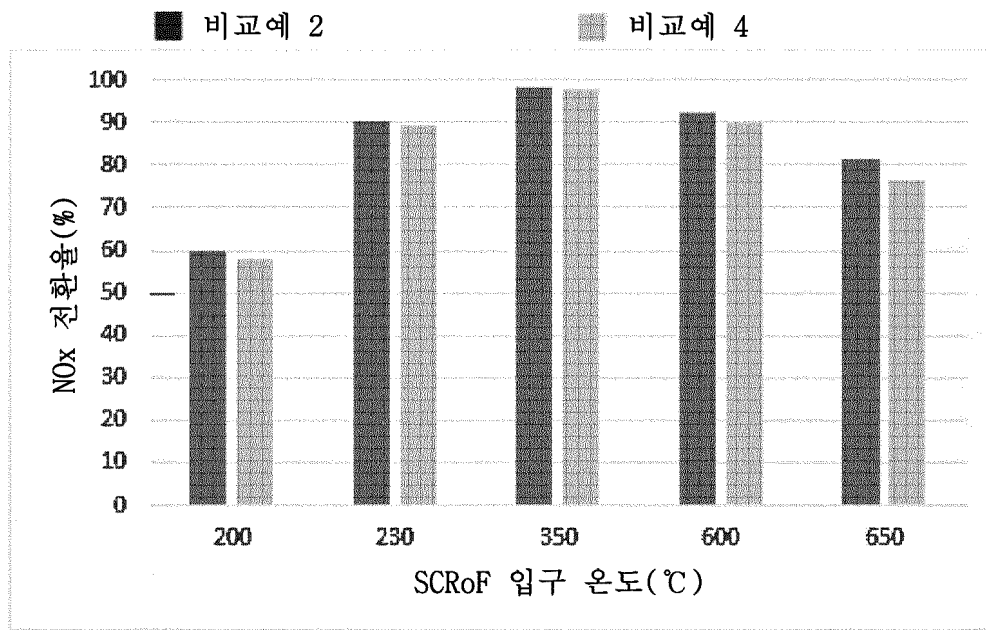
도면5



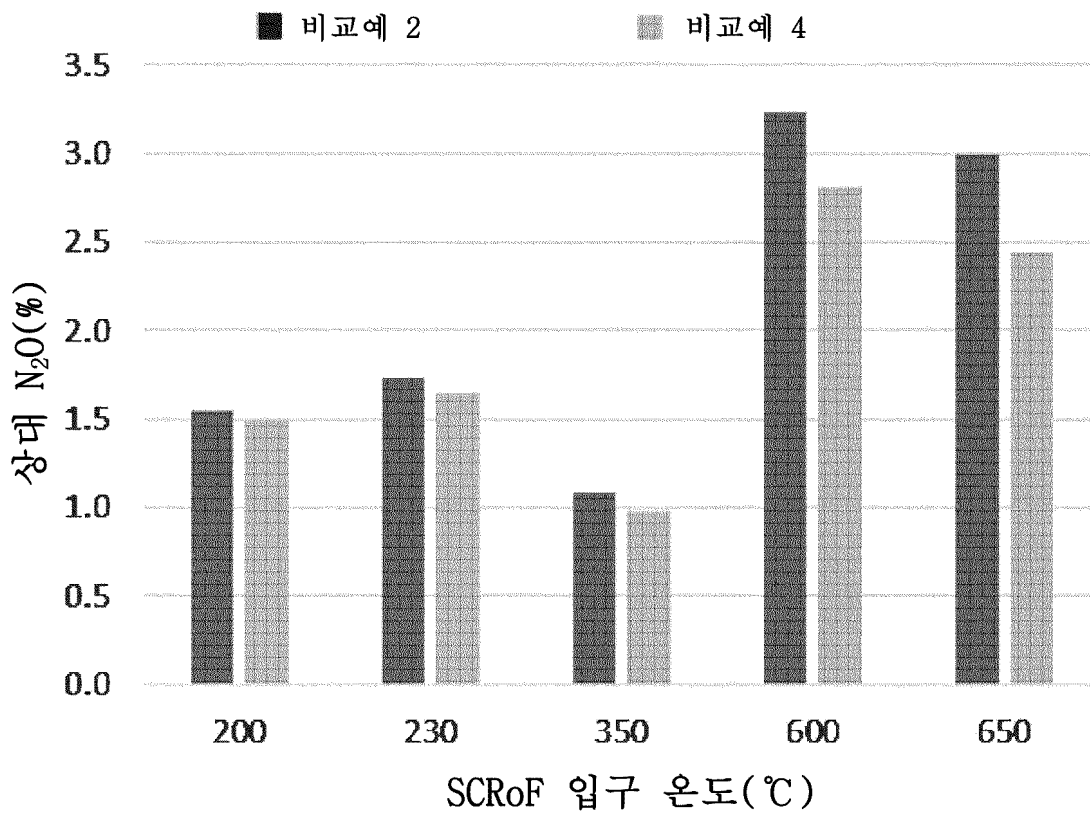
도면6



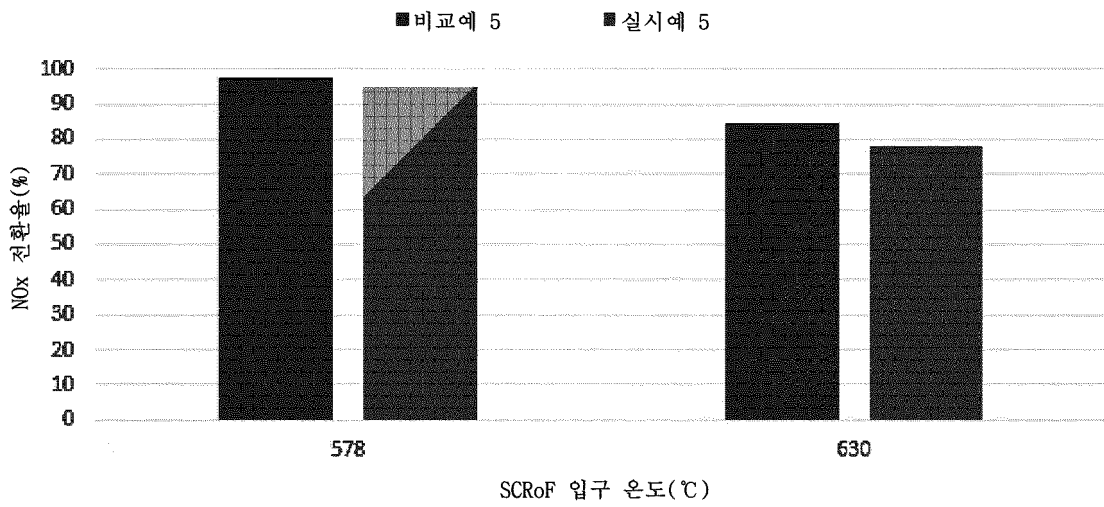
도면7



도면8



도면9



도면10

