



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0128670
(43) 공개일자 2022년09월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 53/94 (2006.01) *B01J 21/06* (2006.01)
B01J 23/63 (2006.01) *B01J 35/00* (2006.01)
B01J 37/02 (2006.01) *FO1N 3/10* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B01D 53/945 (2013.01)
B01J 21/066 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7029757
- (22) 출원일자(국제) 2021년01월26일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2022년08월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2021/051728
- (87) 국제공개번호 WO 2021/151876
 국제공개일자 2021년08월05일
- (30) 우선권주장
 10 2020 101 876.2 2020년01월27일 독일(DE)

- (71) 출원인
 우미코레 아게 운트 코 카게
 독일 63457 하나우-볼프강 로텐바허 샤우제 4
- (72) 발명자
 데스프레스 요엘
 독일 63517 로텐바흐 쉬트링 64
 뢰슈 마르틴
 독일 63110 로트가우 올뮌처 슈트라제 2 에이
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 장훈

전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 에이징 안정성이 더욱 개선된 이중층 3원 촉매

(57) 요약

본 발명은 불활성 촉매 지지체 상에 2개의 층을 포함하는 촉매로서, 층 A는 세륨/지르코늄/탄탈/이트륨 혼합 산화물 이외에 적어도 팔라듐을 백금족 금속으로서 함유하고, 층 A 상에 도포된 층 B는 세륨/지르코늄/탄탈/이트륨 혼합 산화물 이외에 적어도 로듐을 백금족 금속으로서 함유하는 촉매에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

B01J 23/63 (2013.01)
B01J 35/0006 (2013.01)
B01J 37/0244 (2013.01)
F01N 3/101 (2013.01)
B01D 2255/1021 (2013.01)
B01D 2255/1023 (2013.01)
B01D 2255/1025 (2013.01)
B01D 2255/2061 (2013.01)
B01D 2255/2063 (2013.01)

(72) 발명자

리히터 요르크-미하엘

독일 60389 프랑크푸르트 디트리히-본회퍼-베크 51

브라운 카를린

독일 63225 랑겐 반슈트라쎄 74

슈미트 마르쿠스

독일 65462 긴스하임 라인슈트라쎄 61

시히텔 니콜레

독일 35510 부츠바흐 호호-바이젤 부헨하인 3

명세서

청구범위

청구항 1

불활성 촉매 지지체 상에 서로의 상부에 배열된 2개의 층을 포함하는 촉매로서,

- 층 A는 적어도 팔라듐을 백금족 금속으로서 그리고 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물을 함유하고,
- 층 A에 도포된 층 B는 적어도 로듐을 백금족 금속으로서 그리고 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물을 함유하고,

층 A 및 층 B 모두에서, 란탄 산화물 함량이 상기 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물을 기준으로 하여, 1 내지 5wt%이고, 이트륨 산화물 함량이 상기 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물을 기준으로 하여, 8 내지 20wt%임을 특징으로 하는, 촉매.

청구항 2

제1항에 있어서, 층 A 및/또는 층 B는 서로 독립적으로, 백금을 추가의 백금족 금속으로서 추가로 함유함을 특징으로 하는, 촉매.

청구항 3

제1항에 있어서, 층 A가 백금족 금속으로서 팔라듐만을 함유하고, 층 B가 백금족 금속으로서 로듐만을 함유하거나 또는 층 B가 백금족 금속으로서 팔라듐 및 로듐만을 함유함을 특징으로 하는, 촉매.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 층 A 및 층 B가 활성 알루미늄 산화물을 함유함을 특징으로 하는, 촉매.

청구항 5

제4항에 있어서, 층 A 및/또는 층 B의 백금족 금속이 활성 알루미늄 산화물 상에 전체적으로 또는 부분적으로 지지됨을 특징으로 하는, 촉매.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 층 A 및 층 B의 세륨/지르코늄/RE 금속 혼합 산화물에서 세륨 산화물 대 지르코늄 산화물의 중량비가 0.1 내지 1.0임을 특징으로 하는, 촉매.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 층 A가 불활성 촉매 지지체 상에 직접적으로 배치됨을 특징으로 하는, 촉매.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은, 서로의 상부에 배열된 구조의 2개의 촉매 활성 층으로 구성되고, 연소 엔진으로부터의 배기 가스를 정화하는데 적합한 3원 촉매에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 3원 촉매는 실질적으로 화학양론적으로 작동되는 연소 엔진으로부터의 배기 가스를 정화하는 데 사용된다. 화학양론적 작동에서, 엔진에 공급되는 공기의 양은 연료의 완전 연소에 필요한 양과 정확히 대응한다. 이 경우, 공연비 λ (공기비로도 알려짐)는 정확히 1이다. $\lambda = 1$ 부근의 3원 촉매는 탄화수소, 일산화탄소 및 질소 산화물을 동시에 무해한 성분으로 전환할 수 있다.

- [0003] 일반적으로, 백금족 금속은 촉매 활성 물질로서 사용되며, 특히 예를 들면, 지지체 물질로서 γ 알루미늄 산화물 상에 존재하는 백금, 팔라듐, 로듐 등이 사용된다. 또한, 3원 촉매는 산소 저장 물질, 예를 들면, 세륨/지르코늄 혼합 산화물을 함유한다. 세륨/지르코늄 혼합 산화물의 경우, 희토류 금속 산화물인 세륨 산화물이 산소 저장의 기본이 되는 성분을 구성한다. 지르코늄 산화물 및 세륨 산화물과 함께, 산소 저장 물질은 추가의 성분, 예를 들면, 추가의 희토류 금속 산화물 또는 알칼리 토금속 산화물을 함유할 수 있다. 산소 저장 물질은 촉매 활성 물질, 예를 들면, 백금족 금속을 도포하여 활성화되므로, 백금족 금속의 지지체 물질로서의 역할도 한다.
- [0004] 3원 촉매의 성분은 불활성 촉매 지지체 상의 단일 코팅층에 존재할 수 있으며, 예를 들면, EP1541220B1 참조.
- [0005] 그러나, 이중층 촉매가 빈번하게 사용되며, 이는 상이한 촉매 공정들의 분리를 용이하게 하여 2개 층의 최적의 촉매 효과의 조정을 가능하게 한다. 이중층 촉매 유형의 촉매는 예를 들면 W095/35152A1, W02008/000449A2, EP0885650A2, EP1046423A2, EP1726359A1 및 EP1974809B1에 개시되어 있다.
- [0006] EP1974809B1은 2개 층 모두에 세륨/지르코늄 혼합 산화물을 함유하는 이중층 3원 촉매를 개시하고 있으며, 여기서 상부 층의 세륨/지르코늄 혼합 산화물 각각은 하부 층의 세륨/지르코늄 혼합 산화물보다 더 높은 비율의 지르코늄을 갖는다.
- [0007] EP1900416B1은 2개 층 모두에 세륨, 지르코늄 및 네오디뮴의 혼합 산화물을 함유하고, 하부 층에 세륨/지르코늄/이트륨/란탄 산화물-알루미늄 산화물 입자를 추가로 함유하는 이중층 3원 촉매를 기재한다.
- [0008] EP1726359A1은 2개 층 모두에서 80mol% 초과인 지르코늄 함량을 갖는 세륨/지르코늄/란탄/네오디뮴 혼합 산화물을 함유하는 이중층 3원 촉매를 기재하며, 여기서 상부 층의 세륨/지르코늄/란탄/네오디뮴 혼합 산화물 각각은 하부 층의 세륨/지르코늄/란탄/네오디뮴 혼합 산화물보다 더 높은 비율의 지르코늄을 가질 수 있다.
- [0009] W02008/000449A2는 또한 2개 층 모두에 세륨/지르코늄 혼합 산화물을 함유하는 이중층 촉매로서, 또 다시 상부 층의 혼합 산화물은 더 높은 비율의 지르코늄을 갖는 촉매를 개시한다. 세륨/지르코늄 혼합 산화물은 세륨/지르코늄/란탄/네오디뮴 혼합 산화물 또는 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물로 어느 정도로 대체될 수도 있다.
- [0010] W02009/012348A1은 중간 층 및 상부 층만 산소 저장 물질을 함유하는 3층 촉매도 기재한다.
- [0011] EP3045226A1은 개선된 에이징 안정성을 갖는 이중층 3원 촉매로서, 상기 촉매 지지체 상에 직접 배치된 층 A는 적어도 하나 이상의 백금족 금속 및 하나의 세륨/지르코늄/RE 금속 혼합 산화물을 함유하고, 층 A 상에 도포되고 배기 가스 스트림과 직접 접촉하는 층 B는 적어도 하나의 백금족 금속 및 세륨/지르코늄/RE 금속 혼합 산화물을 함유하며, RE는 세륨을 제외한 희토류 금속을 나타내고, 층 A의 세륨/지르코늄/RE 금속 혼합 산화물 중 RE 금속 산화물의 비율이 층 B의 세륨/지르코늄/RE 금속 혼합 산화물 중 RE 금속 산화물의 비율보다 작음을 특징으로 하는 촉매를 개시한다.
- [0012] 연소 엔진으로부터의 배출량 감소에 대한 지속적으로 증가하는 요구는 촉매의 지속적인 추가적인 개발을 필요로 한다. 유럽에서는 입법 단계인 Euro 5에서 내구성 요구 사항이 160,000km로 증가되었다. 미국은 심지어 최대 150,000mile의 내구성 요구 사항이 있다.
- [0013] 따라서, 촉매의 에이징 안정성이 보다 더 중요해지고 있다. 에이징 후 활성에 대한 핵심 기준은 한편으로는 오염물의 전환을 위한 촉매의 시동 온도(start-up temperature)이고, 다른 한편으로는 촉매의 동적 전환능이다. 오염물에 대한 시동 온도는 오염물이 예를 들면 50% 초과가 전환되는 온도를 나타낸다. 상기 온도가 낮을수록 콜드 스타트 후 오염물이 더 빨리 전환될 수 있다. 최대 부하 하에 최대 1,050°C의 배기 가스 온도가 모터 아웃풋(output)에서 직접 발생할 수 있다. 촉매의 온도 안정성이 우수할수록 엔진에 더 가깝게 배열할 수 있다. 이는 또한 콜드 스타트 후 배기 가스의 정화를 개선한다.
- [0014] Euro 6c 단계가 2017년 9월에 발효된 이래, 유럽 배출물 법규는 실제 주행 조건(Real Driving Emissions: RDE) 하의 배기 가스 계측을 규정하고 있다. 이는 주행 조건에 따라 촉매가, 특히 일산화탄소 및 질소 산화물의 동적 전환율과 관련하여 훨씬 더 높은 요구 사항을 충족해야 함을 의미할 수 있다.
- [0015] 목표는, 모든 주행 조건 하에, 특히 고속에서도 화학양론적 배기 가스를 유지하는 것이다. 배기 가스 온도를 낮추기 위한 기존의 연료 혼합물의 농축은, 높은 CO 배출을 초래하고 연료 소비를 증가시키기 때문에 피해야 한다. 그러나, 농축을 피하면 고속에서 촉매가 노출되는 배기 가스 온도가 계속 상승한다. 이러한 추가의 증가

된 요구는 촉매에 의해 처리되어야 한다. 이러한 이유로, 3원 촉매의 에이징 안정성도 더욱 높아져야 한다.

발명의 내용

- [0016] 상기 선행 기술에 따른 촉매는 시동 온도 및 에이징 후 동적 전환능과 관련하여 매우 우수한 특성을 이미 갖고 있다. 그러나, 증가된 법적 요구 사항으로 인해 보다 더 우수한 촉매를 찾아야 한다.
- [0017] 이러한 이유로, 본 발명의 목적은, 더욱 증가된 온도 안정성으로 인해, 선행 기술의 촉매에 비해, 훨씬 더 낮은 시동 온도 및 개선된 에이징 후 동적 전환능을 갖는 촉매를 제공하는 것이다.
- [0018] 놀랍게도, 에이징 요구 사항의 증가와 관련하여, 희토류 원소, 및 임의로, 산소 저장 물질 성분으로서 존재하는 백금족 금속이 이중층 3원 촉매의 상기 2개 층에 특정 방식으로 분포되면, 이러한 과제가 해결될 수 있음을 발견하였다.
- [0019] 따라서, 본 발명의 주제는, 불활성 촉매 지지체 상에 2개의 층을 포함하는 촉매로서, 층 A는 적어도 팔라듐을 백금족 금속으로서 그리고 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물을 함유하고, 층 A 상에 도포된 층 B는 적어도 로듐을 백금족 금속으로서 그리고 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물을 함유하는 촉매이다. 층 A 및 층 B 모두에서 란탄 산화물 함량은, 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물을 기준으로 하여, 1 내지 5wt%이고, 이트륨 산화물 함량은 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물을 기준으로 하여, 8 내지 20wt%이다.
- [0020] 바람직한 양태는 층 A 및 층 B 모두에서 이트륨 산화물 함량이, 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물을 기준으로 하여, 10 내지 15wt%임을 특징으로 한다. 12 내지 13wt%의 이트륨 산화물 함량이 특히 바람직하다. 예에서 볼 수 있듯이, 심한 에이징에도 불구하고 더 낮은 시동 온도를 달성할 수 있으며, 이는 궁극적으로는 동적 주행 동안 배출물을 감소시킨다.
- [0021] 본 발명에 따르면, 층 A는 적어도 팔라듐을 백금족 금속으로서 함유하고, 층 B는 적어도 로듐을 백금족 금속으로서 함유한다. 본 발명의 양태에서, 층 A 및/또는 층 B는 서로 독립적으로, 백금을 추가의 백금족 금속으로서 추가로 함유한다. 층 A는 바람직하게는 팔라듐 및 백금을 함유하고, 층 B는 바람직하게는 로듐과 백금 또는 로듐과 팔라듐과 백금을 함유한다. 본 발명의 추가의 양태에서, 본 발명에 따른 촉매는 백금을 함유하지 않는다. 특히 바람직하게는, 층 A는 팔라듐만을 함유하고, 층 B는 로듐만을 함유하거나 또는 층 B는 팔라듐 및 로듐만을 함유한다.
- [0022] 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물은 층 A 및/또는 층 B의 백금족 금속에 대한 지지체 물질로서 작용할 수 있다. 그러나, 층 A 및/또는 층 B의 백금족 금속은 또한 활성 알루미늄 산화물 상에 전체적으로 또는 부분적으로 지지된다.
- [0023] 따라서, 본 발명의 바람직한 양태에서, 층 A 및 층 B는 활성 알루미늄 산화물을 함유한다. 활성 알루미늄 산화물이 특히 란탄 산화물로의 도핑으로 안정화되는 것이 특히 바람직하다. 바람직한 활성 알루미늄 산화물은 0.5 내지 6wt%, 특히 3 내지 5wt%의 란탄 산화물(La₂O₃)을 함유한다.
- [0024] 용어 "활성 알루미늄 산화물"은 당업자에게 공지되어 있다. 특히 비표면적이 100 내지 200m²/g인 γ 알루미늄 산화물에 대해 설명한다. 활성 알루미늄 산화물은 문헌에 빈번하게 개시되며, 상업적으로 입수 가능하다.
- [0025] 본 발명의 의미 내에서 용어 "세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물"은 세륨 산화물, 지르코늄 산화물, 란탄 산화물 및 이트륨 산화물의 물리적 혼합물을 배제한다. 오히려, "세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물"은 이상적으로 순수한 세륨 산화물, 지르코늄 산화물 또는 란탄 산화물 및 이트륨 산화물의 상들이 없는 대체로 균질한 3차원 결정 구조를 특징으로 한다. 그러나, 제조 공정에 따라 완전히 균일하지 않은 생성물이 발생할 수 있어, 일반적으로 어떠한 단점도 없이 사용할 수 있다.
- [0026] 본 발명에 따르면, 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물 중 지르코늄 산화물에 대한 세륨 산화물의 비는 폭 넓게 변할 수 있다. 상기 비는 층 A에서, 예를 들면 0.1 내지 1.0, 바람직하게는 0.2 내지 0.7, 보다 더 바람직하게는 0.3 내지 0.5이다. 상기 비는 층 B에서, 예를 들면 0.1 내지 1.0, 바람직하게는 0.2 내지 0.7, 보다 더 바람직하게는 0.3 내지 0.5이다. 본 발명의 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물은 특히 이의 결정 구조 내에 알루미늄 산화물을 함유하지 않는다.
- [0027] 본 발명의 양태에서, 1개의 층 또는 2개의 층 모두는 알칼리 토금속 화합물, 예를 들면, 바륨 산화물 또는 바륨 황산염을 함유한다. 바람직한 양태는 층 A에 바륨 황산염을 함유한다. 바륨 황산염의 양은 특히 불활성 촉매

지지체 용적의 5 내지 20g/l이다.

- [0028] 본 발명의 추가의 양태에서, 1개의 층 또는 2개의 층 모두는 첨가제, 예를 들면, 희토류 화합물, 예를 들면, 란탄 산화물 및/또는 결합제, 예를 들면, 알루미늄 화합물을 추가로 함유한다. 이들 첨가제는 광범위한 한계 내에서 변할 수 있고, 특정 경우에 당업자가 간단한 수단으로 측정할 수 있는 양으로 사용된다.
- [0029] 본 발명의 추가의 양태에서, 층 A는 불활성 촉매 지지체 상에 직접 배치되어 있으며, 즉 불활성 촉매 지지체와 층 A 사이에 추가의 층이 없거나 언더코트가 없다. 본 발명의 추가의 양태에서, 층 B는 배기 가스 스트림과 직접 접촉하며, 즉 층 B 상에 추가의 층이 없거나 오버코트가 없다.
- [0030] 본 발명의 추가의 양태에서, 본 발명에 따른 촉매는 불활성 촉매 지지체 상의 층 A 및 층 B로 이루어진다. 이는 층 A가 불활성 촉매 지지체 상에 직접 배치되어 있고, 층 B가 배기 가스 스트림과 직접 접촉하고, 다른 층이 존재하지 않음을 의미한다.
- [0031] 연소 엔진의 배기 가스에 대해 평행한 유동 채널을 갖는 체적 V를 갖는, 세라믹 또는 금속으로 만들어진 허니컴 바디는 촉매적으로 불활성인 촉매 지지체로서 특히 적합하다. 이는 일명 관통류 허니컴 바디 또는 벽 유동 필터일 수 있다. 특히 벽 유동 필터의 경우, 본 발명에 따른 촉매 코팅은 벽 유동 필터의 완전히 벽 상에, 벽 내에 부분적으로 또는 완전히 벽 내에 위치될 수 있다.
- [0032] 본 발명에 따르면, 유동 채널들의 벽 영역은 2개의 촉매 층 A 및 층 B로 코팅된다. 촉매 지지체를 층 A로 코팅하기 위해, 상기 층에 제공되는 고체는 물에 현탁되고, 촉매 지지체는 임의로 상기 벽 상에 그리고/또는 벽 내에 상기 얻어진 코팅 현탁액으로 코팅된다. 이러한 공정은 층 B에 제공되는 고체가 물에 현탁된 코팅 현탁액으로 반복된다.
- [0033] 바람직하게는, 층 A 및 층 B 둘 다 불활성 촉매 지지체의 전체 길이를 따라 코팅된다. 이는 층 B가 층 A를 완전히 덮고 그 결과 층 B만 배기 가스 스트림과 직접 접촉함을 의미한다. 그러나, 층 A가 층 B에 의해 적어도 부분적으로 덮인 구역화된 코팅 변형도 사용 가능하다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 실시예:
- [0035] 하기 실시예 1 및 비교 실시예 1에서, 세라믹으로 제조되고, cm²당 93개의 셀을 갖고, 벽 두께가 0.11mm이고, 직경이 10.6cm, 길이가 11.4cm인 관통류 허니컴 바디를 2회 코팅하여 이중층 촉매를 제조하였다. 이를 위해 층 A 및 층 B에 대해 각각 2개의 상이한 현탁액을 제조하였다. 먼저 지지체를 층 A용 현탁액으로 코팅한 다음 550°C에서 4시간 동안 공기 중에서 소성하였다. 후속적으로, 층 A로 코팅된 지지체를 층 B용 현탁액으로 코팅한 다음 층 A와 동일한 조건 하에 소성하였다.
- [0036] 실시예 1
- [0037] 먼저 2개의 현탁액을 제조하여 이중층 촉매를 제조하였다. 층 A용 제1 현탁액의 조성(촉매 지지체의 용적을 기준으로 함)은 4wt%의 La₂O₃을 포함하는 66g/L의 안정화된 활성 알루미늄 산화물, 24wt%의 CeO₂, 60wt%의 ZrO₂, 3.5wt%의 La₂O₃ 및 12.5wt%의 Y₂O₃을 포함하는 66g/L의 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물, 16g/L의 BaSO₄, 1.413g/L의 Pd이었다.
- [0038] 층 B용 제2 현탁액의 조성(촉매 지지체의 용적을 기준으로 함)은 4wt%의 La₂O₃을 포함하는 60g/L의 안정화된 활성 알루미늄 산화물, 24wt%의 CeO₂, 60wt%의 ZrO₂, 3.5wt%의 La₂O₃ 및 12.5wt%의 Y₂O₃를 포함하는 47g/L의 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물, 0.177g/L의 Rh이었다.
- [0039] 비교 실시예 1(EP3045226A1에 따름)
- [0040] 이중층 촉매를 실시예 1과 유사하게 제조하였다. 층 A용 제1 현탁액의 조성은 4wt%의 La₂O₃을 포함하는 66g/L의 안정화된 활성 알루미늄 산화물, 25wt%의 CeO₂, 67.5wt%의 ZrO₂, 3.5wt%의 La₂O₃ 및 4wt%의 Y₂O₃을 포함하는 66g/L의 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물, 16g/L의 BaSO₄, 1.143g/L의 Pd이다.
- [0041] 층 B용 제2 현탁액의 조성은 4wt%의 La₂O₃을 포함하는 60g/L의 안정화된 활성 알루미늄 산화물, 24wt%의 CeO₂, 60wt%의 ZrO₂, 3.5wt%의 La₂O₃ 및 12.5wt%의 Y₂O₃을 포함하는 47g/L의 세륨/지르코늄/란탄/이트륨 혼합 산화물

및 0.177g/L의 Rh이다.

[0042] 실시예 1 및 비교 실시예 1은 엔진 시험 벤치 에이징 과정으로 에이징되었다. 각각의 경우, 2개의 유사한 촉매가 차례로 뜨거운 배기 가스에 노출되었다. 에이징 과정은 촉매 투입 전 배기 가스 온도가 950°C인 오버런 컷 오프 에이징 과정으로 이루어졌다. 그 결과 제1 촉매(CC1)에서 최대 베드 온도가 1,100°C이고, 제2 촉매(CC2)에서 최대 베드 온도가 1,040°C가 되었다. 에이징 시간은 100시간이었다.

[0043] 후속적으로, 엔진 시험 벤치를 사용하여 일정한 평균 공기비 λ 에서의 시동 성능 및 λ 의 변화에 따른 동적 변환을 시험하였다.

[0044] 표 1은 각각의 경우에 해당 성분의 50%가 전환되는 온도 T_{50} 을 포함한다. 여기서 화학양론적 배기 가스 조성($\lambda = 0.999, \pm 3.4\%$ 의 진폭)의 시동 성능이 측정되었다.

표 1

	T ₅₀ HC 화학양론적	T ₅₀ CO 화학양론적	T ₅₀ NO _x 화학양론적
비교 실시예 1 CC1	476	>500°C	>500°C
실시예 1 CC1	428	464	452
비교 실시예 1 CC2	404	410	412
실시예 1 CC2	364	362	363

[0045]

[0046] 동적 변환 성능은 510°C의 일정한 온도에서 0.99 내지 1.01의 λ 범위에서 측정되었다. 이 경우 λ 의 진폭은 $\pm 3.4\%$ 였다. 표 2는 CO 및 NO_x 전환율 곡선의 교차점에서의 전환율 및 관련된 HC 전환율을 포함한다.

표 2

	교차점에서의 CO/NO _x 전환율	교차점의 CO/NO _x 의 λ 에서의 HC 전환율
비교 실시예 1 CC1	46%	81%
실시예 1 CC1	60%	86%
비교 실시예 1 CC2	74.5%	91
실시예 1 CC2	93%	94.5

[0047]

[0048] 본 발명에 따른 실시예 1은 시동 성능 및 에이징 후 동적 CO/NO_x 전환율에서 상당한 개선을 나타낸다.