(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0048014
(43) 공개일자 2014년04월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/06 (2006.01) *C01B 3/02* (2006.01)
B01D 53/86 (2006.01) *B01J 35/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0114485
(22) 출원일자 2012년10월15일
심사청구일자 2012년10월15일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
최준환
경남 창원시 성산구 동산로 115, 112동 605호 (상남동, 대동아파트)
류정호
경남 창원시 성산구 대암로 253, 111동 501호 (성주동, 일신대동프리빌리지아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김남식, 양기혁, 한윤호, 이인행

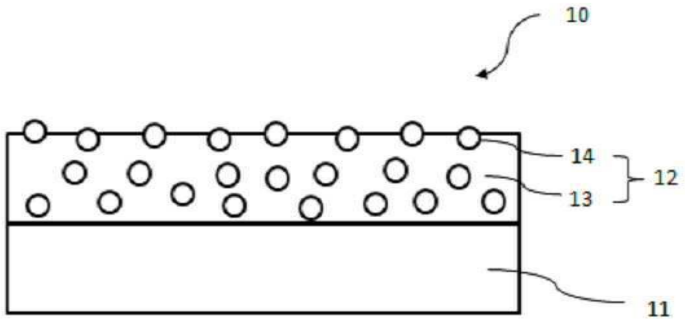
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **촉매층 코팅 기판, 그의 제조 방법, 및 촉매층 코팅 기판을 포함하는 촉매 구조체**

(57) 요 약

본 발명은, 금속 기판에 에어로졸 성막법을 이용하여 형성하고 접착력이 우수한 연료전지 연료 개질용 또는 수송기기의 배기가스 정화용 촉매층을 가지는 촉매층 코팅 기판을 제공한다. 본 발명의 일실시예에 따른 촉매층 코팅 기판은, 금속 기판; 및 금속 기판 상에 위치하고, 에어로졸 성막법에 의하여 형성된 촉매층;을 포함하고, 촉매층은, 금속 기판 상에 위치하는 매트릭스층; 및 매트릭스층에 담지되어 노출된 촉매 입자들;을 포함하며, 상기 촉매층은 연료전지 연료 개질용 또는 수송기기의 배기가스 정화용으로 사용된다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

최종진

부산 해운대구 마린시티3로 51, 101동 2701호 (우동, 더샾아델리스아파트)

윤운하

경남 창원시 성산구 외리로34번길 13, 107동 302호 (성주동, 한림푸르지오)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2012-054866
부처명	교육과학기술부
연구사업명	글로벌프론티어 사업 (멀티스케일 에너지 시스템 연구단 글로벌 프런티어 연구개발 사업)
연구과제명	지능형 다종 촉매 디자인 및 합성
기 여 율	8/10
주관기관	연세대학교
연구기간	2012.09.01 ~ 2013.08.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	PNK2892
부처명	지식경제부
연구사업명	일반사업
연구과제명	선박용 NOx 저감 촉매 소재기술 개발
기 여 율	2/10
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2012.01.01 ~ 2012.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

금속 기판; 및

상기 금속 기판 상에 위치하고, 에어로졸 성막법에 의하여 형성된 촉매층;

을 포함하고,

상기 촉매층은,

상기 금속 기판 상에 위치하는 매트릭스층; 및

상기 매트릭스층에 담지되어 노출된 촉매 입자들;

을 포함하고,

상기 촉매층은 연료전지 연료 개질용 또는 수송기기의 배기가스 정화용으로 사용되는, 촉매층 코팅 기판.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 매트릭스층은 기공을 포함하고,

상기 촉매 입자들의 일부는 상기 기공 내에서 노출되도록 위치하는, 촉매층 코팅 기판.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 매트릭스층은 상기 기공을 형성하는 물질을 포함하는, 촉매층 코팅 기판.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 촉매층은 상기 금속 기판 상에 직접적으로 위치하는, 촉매층 코팅 기판.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 촉매층은 상기 금속 기판의 일면 상에 위치하는, 촉매층 코팅 기판.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 촉매층은 상기 금속 기판의 양면 상에 위치하는, 촉매층 코팅 기판.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 매트릭스층은 알루미늄 산화물(Al_2O_3), 제올라이트(zeolite), 및 티타늄 산화물(TiO_2) 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 촉매층 코팅 기판.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 촉매 입자들은, 니켈(Ni) 계열 촉매 물질, V_2O_5/TiO_2 계열 촉매 물질, 알루미늄 산화물(Al_2O_3) 분말에 촉매

(Pt, Pd, Rh, Ru, Ni 등)가 코팅 또는 혼합된 촉매 물질, 제올라이트(zeolite) 계열 촉매 물질, Pt, Pd, Rh, Ru 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 촉매층 코팅 기판.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 매트릭스층은 PMMA, PVDF 및 PTFE 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 촉매층 코팅 기판.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 금속 기판과 상기 촉매층 사이에 개재되어 위치하고, 상기 금속 기판과 상기 촉매층 사이의 접착력을 증가시키는 하지층;

을 더 포함하는, 촉매층 코팅 기판.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 하지층은, Al_2O_3계 물질, TiO_2계 물질, 제올라이트계 물질, SiO_2계 물질, ZrO_2계 물질, CeO_2계 물질 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 촉매층 코팅 기판.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항의 촉매층 코팅 기판을 포함하는 촉매 구조체.

청구항 13

금속 기판을 제공하는 단계; 및

상기 금속 기판의 적어도 일면 상에 에어로졸 성막법을 이용하여, 세라믹 물질과 촉매 입자들을 함께 분사하여 촉매층을 형성하는 단계;

를 포함하며,

상기 촉매층은 연료전지 연료 개질용 또는 수송기기의 배기가스 정화용으로 사용되는 것인, 촉매층 코팅 기판의 제조 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 촉매층을 형성하는 단계는,

상기 촉매층 내에 기공을 형성하는 폴리머 물질을 상기 세라믹 물질과 상기 촉매 입자들과 함께 분사하여 상기 촉매층을 형성하는 단계를 포함하는, 촉매층 코팅 기판의 제조 방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 촉매층을 형성하는 단계는,

상기 금속 기판 상에 직접적으로 상기 촉매층을 형성하는, 촉매층 코팅 기판의 제조 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 기술적 사상은 촉매층 코팅 기판에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 금속 기판에 촉매층이 코팅된 기판, 그의 형성 방법, 및 촉매층 코팅 기판을 포함하는 촉매 구조체에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기판 상에 특유의 화학적 특성, 예를 들어 촉매 특성 등을 가지는 세라믹 코팅층을 형성함으로써 촉매반응을 요구하는 여러 장치 등에 응용될 수 있다. 이러한 촉매반응을 이용하는 예로서, 유해가스 저감용 촉매 구조체 또는 연료전지용 연료 개질기(fuel reformer) 등이 있다.

[0003] 일반적으로 자동차, 운송기기, 선박 등의 엔진이나 발전소, 소각장 등으로부터 발생되는 배기가스에는 대기오염물질인 NOx (NO, NO_2), 일산화탄소, 탄화수소(unburned hydrocarbons), SOx 등과 같은 유해가스와 이산화탄소 등과 같은 온실가스가 다량으로 포함되어 있다. 이러한 유해가스들은 화학적 반응을 통해 무해한 가스, 예를 들어 N_2, H_2O 등으로 변환시켜 외부로 배출할 필요가 있다. 상기 화학적 반응은 촉매 물질을 포함하여 구성된 촉매 구조체를 통해 발생시킬 수 있다. 예를 들어, 최근 들어 세계적으로 규제가 강화되는 NOx는 선택적 촉매환원(selective catalytic reduction, SCR) 장치를 이용하여 NH_3에 의해 N_2 및 H_2O로 환원시켜 외부로 배출할 수 있다. 상기 선택적 촉매 환원 장치에는 담체 및 담체 상에 형성된 NOx 저감용 촉매물질을 포함하여 구성된 촉매 구조체가 장착된다.

[0004] 또한, 메탄(CH_4) 등과 같은 탄화수소는 연료 개질기를 통해 수소로 개질되어 연료전지용 연료로 사용될 수 있는데, 상기 연료 개질기는 촉매 물질을 담지한 세라믹 비드(bead)가 팩킹(packing)된 구조물을 포함한다. 이러한 팩킹된 비드를 탄화수소가 통과하면서, 예를 들어 수소로 개질되는 반응이 일어난다. 그러나, 탄화수소가 상기 비드를 통과하면서 가스의 배압(back pressure)이 증가하는 문제가 발생할 수 있다. 이에 따라 최근에는 촉매물질을 담지한 촉매층을 담체 상에 코팅한 촉매 구조체를 포함하여 구성된 연료 개질기가 연구되고 있다.

[0005] 담체는 촉매 구조체의 대부분의 부피를 차지하며, 우수한 내진동성과 낮은 엔진 배압을 가져야 하며, 부피가 적은 것이 바람직하다. 상기 담체는 주로 세라믹 재료를 이용하여 구성되지만, 세라믹 재료의 높은 취성으로 인하여 상기 담체의 내열충격성 및 내진동성이 약한 한계가 있다. 또한 세라믹 재료의 특성 상 성형 자유도가 높지 않으며, 열전달 특성도 제한되는 한계가 있다.

[0006] 이러한 문제점을 해결하기 위해 세라믹 재료에 비해 내열충격성 및 내진동성이 우수하며 성형자유도 및 열전달 특성이 우수한 금속기판을 담체로 이용하고, 이러한 금속담체 상에 촉매물질을 포함하는 세라믹층을 코팅하는 방법을 생각할 수 있다. 그러나 종래의 코팅방법을 이용하여 금속기판 상에 세라믹층을 코팅하는 경우, 금속과 세라믹 간의 원자결합특성, 열팽창계수 등의 차이로 인해 접착력이 불량하여 코팅된 세라믹이 외부에서 인가되는 응력이나 열충격, 기타 화학적인 원인 등에 의해 박리되는 문제점이 발생할 수 있다. 또한, 전체 부피에 대한 촉매층의 부피 비율을 증가시키기 어려운 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는 금속 기판에 에어로졸 성막법을 이용하여 형성하는, 접착력이 우수한 연료전지 연료 개질용 또는 수송기기의 배기가스 정화용 촉매층을 가지는 촉매층 코팅 기판 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는 금속 기판에 에어로졸 성막법을 이용하여 접착력이 우수한 연료전지 연료 개질용 또는 수송기기의 배기가스 정화용 촉매층을 포함하는 촉매 구조체를 제공하는 것이다.

[0009] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 촉매층 코팅 기판은, 금속 기판; 및 상기 금속 기판 상에 위치하고, 에어로졸 성막법에 의하여 형성된 촉매층;을 포함하고, 상기 촉매층은, 상기 금속 기판 상에 위치하는 매트릭스층; 및 상기 매트릭스층에 담지되어 노출된 촉매 입자들;을 포함한다. 상기 촉매층은 연료전지 연료 개질용 또는 수송기기의 배기가스 정화용으로 사용될 수 있다.

[0011] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 매트릭스층은 기공을 포함할 수 있고, 상기 촉매 입자들의 일부는 상기 기공 내에서 노출되도록 위치할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 매트릭스층은 상기 기공을 형성하는 물질을 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 촉매층은 상기 금속 기판 상에 직접적으로 위치할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 촉매층은 상기 금속 기판의 일면 상에 위치할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 촉매층은 상기 금속 기판의 양면 상에 위치할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 매트릭스층은 알루미늄 산화물(Al_2O_3), 제올라이트(zeolite), 및 티타늄 산화물(TiO_2) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 촉매 입자들은, 니켈(Ni) 계열 촉매 물질, V_2O_5/TiO_2 계열 촉매 물질, 알루미늄 산화물(Al_2O_3) 분말에 촉매(Pt, Pd, Rh, Ru, Ni 등)가 코팅 또는 혼합된 촉매 물질, 제올라이트(zeolite) 계열 촉매 물질 및 Pt, Pd, Rh, Ru 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.,

[0018] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 매트릭스층은 PMMA(Poly Methyl Methacrylate) PVDF (Polyvinylidene fluoride), PTFE (Polytetrafluoroethylen) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 금속 기판과 상기 촉매층 사이에 개재되어 위치하고, 상기 금속 기판과 상기 촉매층 사이의 접착력을 증가시키는 하지층을 더 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 하지층은, Al_2O_3계 물질, TiO_2계 물질, 제올라이트계 물질, SiO_2계 물질, ZrO_2계 물질, CeO_2계 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 촉매 구조체는 상술한 촉매층 코팅 기판을 포함한다.

[0022] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 촉매층 코팅 기판의 제조 방법은, 금속 기판을 제공하는 단계; 및 상기 금속 기판의 적어도 일면 상에 에어로졸 성막법을 이용하여, 세라믹 물질과 촉매 입자들을 함께 분사하여 촉매층을 형성하는 단계;를 포함한다. 이때 상기 촉매층은 연료전지 연료 개질용 또는 수송기기의 배기가스 정화용으로 사용될 수 있다.

[0023] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 촉매층을 형성하는 단계는, 상기 촉매층 내에 기공을 형성하는 폴리머 물질을 상기 세라믹 물질과 상기 촉매 입자들과 함께 분사하여 상기 촉매층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 촉매층을 형성하는 단계는, 상기 금속 기판 상에 직접적으로 상기 촉매층을 형성할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 기술적 사상에 따른 촉매층 코팅 기판은, 종래의 금속 기판 상에 위치하는 워시코트층과 같은 개재층 없이도 금속 기판 상에 촉매층을 직접적으로 형성하고, 또한 촉매층(12)이 금속 기판(11)에 대하여 충분한 접착력을 가지도록 형성할 수 있다. 이에 따라, 공정 비용을 감소시키고 촉매 구조체의 부피를 저감시킬 수 있다. 또한, 촉매층의 높이 증가에 의하여 촉매 반응을 위한 표면적이 증가되므로, 촉매 효과를 증진시킬 수 있다.

[0026] 또한, 촉매층을 구성하는 물질들을 함께 에어로졸 성막법을 이용하여 동시에 형성할 수 있으므로, 촉매 구조체를 간단하고 용이하게 형성할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명의 기술적 사상에 따른 촉매층은 종래 기술의 슬러리 코팅 방식과 비교하여 거의 유사한 배기가스 변환율을 나타냄과 동시에 훨씬 우수한 기판에의 접착력을 가지는 촉매층을 제공할 수 있다.

[0028] 이러한 본 발명의 실시예를 따르는 촉매 구조체는 배기가스 저감용 또는 연료전지의 연료 개질기에 이용될 수 있다. 특히 종래의 세라믹 담체를 이용하는 촉매 구조체에 비해 내진동성이나 열전달 특성이 우수하며, 부피를 감소시킬 수 있고, 촉매 효율을 증가시킬 수 있으므로, 자동차, 운송기기 뿐만 아니라 특히 공간의 제약과 외부로부터의 기계적, 열적 충격이 심한 선박용에 사용되는 배기가스 저감용 장치에 효과적으로 적용될 수 있다.

[0029] 상술한 본 발명의 효과들은 예시적으로 기재되었고, 이러한 효과들에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 촉매층 코팅 기판을 도시하는 단면도들이다.

도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 촉매층 코팅 기판을 형성하는 에어로졸 성막장치를 도시하는 개략도이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 촉매 구조체를 도시하는 사시도이다.

도 8은 도 7의 촉매 구조체의 VIII 영역을 도시하는 확대도이다.

도 9는 도 7의 촉매 구조체의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

도 10 내지 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 촉매층 코팅 기판의 단면을 도시하는 주사전자현미경 사진들이다.

도13 내지 도 15는 본 발명의 일 실시예 및 종래기술에 따라 제조된 촉매층의 특성에 대한 비교결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 기술적 사상을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 기술적 사상의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 기술적 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 동일한 부호는 시종 동일한 요소를 의미한다. 나아가, 도면에서의 다양한 요소와 영역은 개략적으로 그려진 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상은 첨부한 도면에 그려진 상대적인 크기나 간격에 의해 제한되지 않는다.

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 촉매층 코팅 기판(10)을 도시하는 단면도이다.

[0033] 도 1을 참조하면, 촉매층 코팅 기판(10)은 금속 기판(11) 및 금속 기판(11)의 일면 상에 위치하고 직접적으로 부착된 촉매층(12)을 포함한다.

[0034] 금속 기판(11)은 촉매 구조체의 담체로서 기능할 수 있고, 순수한 금속을 포함하거나 또는 금속 합금을 포함할 수 있다. 금속 기판(11)은, 예를 들어 스테인레스 스틸(stainless steel) 또는 Fe-Cr-Al계 합금일 수 있다. 금속 기판(11)은 평판이거나 또는 표면적을 증가시키기 위하여 표면에 엠보싱과 같은 요철이 형성될 수 있다. 그러나 이는 예시적이며, 촉매층(12)이 형성될 수 있는 표면을 가진다면, 금속 기판(11)의 형상은 제한되지 않는다.

[0035] 촉매층(12)은 금속 기판(11)의 일면 상에 위치할 수 있다. 촉매층(12)은 매트릭스층(13)과 매트릭스층(13)에 담지된 촉매 입자들(14)을 포함할 수 있다. 촉매 입자들(14)의 적어도 일부는 매트릭스층(13)의 표면에서 노출될 수 있다.

[0036] 촉매층(12)은 에어로졸 성막법(aerosol deposition)을 이용하여 형성될 수 있다. 상기 에어로졸 성막법은 미세 입자의 코팅 물질을 코팅 대상물을 향해 고속으로 분사시켜, 상기 코팅 대상물 상에 상기 코팅 물질을 코팅하는 방법이다. 이러한 에어로졸 성막법은, 예를 들어 하기에 설명하는 에어로졸 성막장치(200, 도 6 참조)를 이용하여 구현할 수 있다. 예를 들어, 매트릭스층(13)을 구성하는 매트릭스 입자들과 촉매 입자들(14)을 혼합하여 에어로졸 상태로 형성하고, 상기 에어로졸을 금속 기판(11)에 고속으로 분사하여 촉매층(12)을 형성할 수 있다. 이때에, 금속 기판(11) 상에 상기 입자들은 반데르발스 힘 및/또는 접합 효과(mechanical locking)에 의하여 부착될 수 있다. 필요한 경우, 상기 에어로졸 성막법을 수행하여 촉매층(12)을 형성한 후에 적절한 열처리를 더 수행할 수 있다.

[0037] 매트릭스층(13)은 금속 기판(11) 상에 위치할 수 있다. 매트릭스층(13)은 자신의 내부에 촉매 입자들(14)을 포함할 수 있고, 또한 자신의 표면에 촉매 입자들(14)이 노출되도록 포함할 수 있다. 즉, 매트릭스층(13)은 금속 기판(11)에 부착되어 지지하면서, 촉매 입자들(14)을 담지하는 담지층(support layer)의 기능을 수행할 수 있다. 매트릭스층(13)은, 예를 들어 세라믹 물질을 포함할 수 있고, 예를 들어 산화물을 포함할 수 있고, 예를 들어 알루미늄 산화물(Al_2O_3), 제올라이트(zeolite), 및 티타늄 산화물(TiO_2) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0038] 촉매 입자들(14)은 매트릭스층(13)의 내부에 분산되어 위치하거나 표면에 노출되도록 위치할 수 있다. 특히, 매트릭스층(13)의 표면에 부착되어 노출된 촉매 입자들(14)이 촉매로서의 기능을 수행하기에 더 적합할 수 있다.

[0039] 촉매 입자들(14)은 연료 전지의 탄화수소계 연료를 수소(H_2) 등으로 개질하여 연료 효율을 증가시키는 기능을 수행하는 것들로서, 예를 들어 니켈(Ni) 계열 촉매, Ru 계열 촉매 물질을 포함할 수 있다.

[0040] 혹은 촉매 입자들(14)은 자동차 및 선박 등과 같은 수송기기의 엔진에서 배출되는 NOx($NO+NO_2$), 탄화수소, 일산화탄소와 같은 유해한 배기 가스를, 예를 들어 수소(H_2), 질소(N_2), 물(H_2O) 등과 같은 무해한 가스로 개질하는 기능을 수행하는 것들로서, 예를 들어, V_2O_5/TiO_2 계열 촉매 물질, 알루미나(Al_2O_3), 세리아(CeO_2) 등의 산화물분말에 귀금속 촉매(Pt, Pd, Rh)가 포함되어 있는 촉매 물질, 및/또는 제올라이트(zeolite) 계열 촉매 물질 등을 포함할 수 있다.

[0041] 상기 Ni, Ru, Pt, Pd, Rh 계열 촉매 물질을 포함하는 경우에는, 알루미늄 산화물 또는 세륨 산화물과 같은 세라믹 물질로 구성된 매트릭스의 표면 및 내부에 매우 미세한 크기를 가지는 니켈 산화물 및/또는 니켈, Ru, Pt, Pd, Rh의 촉매 입자들이 분산되어 분포될 수 있다.

[0042] 상기 V_2O_5/TiO_2 계열 촉매 물질을 포함하는 경우에는, NOx 환원용 촉매인 V_2O_5 입자 및 TiO_2 입자의 혼합체로 구성될 수 있다. 예를 들어, TiO_2 물질로 구성된 매트릭스의 표면에 및 내부에 V_2O_5 촉매입자들이 분산되어 분포될 수 있다. 이때, V_2O_5 입자는 수% 정도의 중량을 차지할 수 있으며, 나머지 90% 이상은 TiO_2 입자가 차지할 수 있다.

[0043] 상기 알루미늄 산화물 계열 촉매 물질을 포함하는 경우에는, 알루미늄 산화물로 구성된 매트릭스의 표면 및 내부에 매우 미세한 크기를 가지는 백금(Pt), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd) 등과 같은 귀금속 물질의 촉매 입자들이 분산되어 분포될 수 있다.

[0044] 상기 제올라이트 계열 촉매 물질을 포함하는 경우에는, 제올라이트로 구성된 구성된 매트릭스와 상기 매트릭스의 상기 제올라이트 중 일부가 Fe, Cu 등과 같은 촉매 입자들로 이온 교환될 수 있다. 상기 촉매 입자들은 상기 제올라이트 내에 약 수% 정도의 중량비를 차지할 수 있다.

[0045] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 촉매층 코팅 기판(20)을 도시하는 단면도이다.

[0046] 도 2를 참조하면, 촉매층 코팅 기판(20)은 금속 기판(21) 및 금속 기판(21)의 양면 상에 각각 위치하는 촉매층들(22a, 22b)을 포함한다. 촉매층들(22a, 22b)은 각각 매트릭스층(23a, 23b)과 매트릭스층(23a, 23b)에 담지된 촉매 입자들(24a, 24b)을 포함할 수 있다.

[0047] 금속 기판(21), 매트릭스층(23a, 23b), 및 촉매 입자들(24a, 24b)은 도 1을 참조하여 설명한 금속 기판(11), 매트릭스층(13), 및 촉매 입자들(14)과 동일하거나 유사할 수 있다. 예를 들어, 매트릭스층(23a, 23b), 및 촉매 입자들(24a, 24b)은 에어로졸 성막법을 이용하여 금속 기판(21) 상에 형성될 수 있다.

[0048] 본 실시예에서는 금속 기판(21)의 양면 상에 동일한 기능을 하는 촉매층들(22a, 22b)을 각각 형성함으로써, 결과적으로 촉매 면적을 증가시키게 되어 촉매 기능을 더 향상시킬 수 있다.

[0049] 대안적으로, 촉매층들(22a, 22b)은 서로 다른 기능을 하는 촉매 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 촉매층(22a)의 촉매 입자들(24a)은 연료전지의 연료 개질용 니켈 입자를 포함할 수 있고, 촉매층(22b)의 촉매 입자들(24b)은 탄화수소 산화용 촉매를 포함할 수 있다.

[0050] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 촉매층 코팅 기판(30)을 도시하는 단면도이다.

[0051] 도 3을 참조하면, 촉매층 코팅 기판(30)은 금속 기판(31) 및 금속 기판(31)의 일면 상에 위치하는 촉매층(32)을 포함한다.

[0052] 금속 기판(31)은 도 1을 참조하여 설명한 금속 기판(11)과 동일하거나 유사할 수 있다.

[0053] 촉매층(32)은 금속 기판(31)의 일면 상에 위치할 수 있다. 촉매층(32)은 매트릭스층(33)과 매트릭스층(33)에 담지된 촉매 입자들(34)을 포함할 수 있다.

[0054] 매트릭스층(33)은 금속 기판(31) 상에 위치할 수 있다. 매트릭스층(33)은 예를 들어 세라믹 물질을 포함할 수

있고, 예를 들어 산화물을 포함할 수 있고, 예를 들어 알루미늄 산화물(Al_2O_3), 제올라이트(zeolite), 및 티타늄 산화물(TiO_2) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한, 매트릭스층(33)은 폴리머 물질을 함께 포함할 수 있고, 예를 들어 PMMA(Poly Methyl Methacrylate), PVDF (Polyvinylidene fluoride), 및 PTFE (Polytetrafluoroethylen) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 이러한 폴리머 물질은 추후 열처리 과정에서 산화되어 제거되면서 매트릭층(33) 내부에 기공을 형성할 수 있다.

[0055] 따라서 매트릭스층(33)이 상기 폴리머 물질을 함유함에 따라, 매트릭스층(33)은 기공(39)을 가질 수 있다. 기공(39)은 매트릭스층(33)의 표면적을 증가시킬 수 있다. 매트릭스층(33)을 구성하는 상기 물질은 예시적이며, 본 발명의 기술적 사상은 기공(39)을 형성하는 모든 물질을 포함할 수 있다.

[0056] 촉매 입자들(34)은 매트릭스층(33)의 내부에 분산되어 위치하거나 표면에 노출되도록 위치할 수 있다. 매트릭스층(33)의 표면에 부착되어 노출된 촉매 입자들(34)이 촉매로서의 기능을 수행하기에 더 적합할 수 있다. 또한, 촉매 입자들(34)은 기공(39) 내에 위치하여 노출될 수 있다.

[0057] 본 실시예에서는, 촉매 입자들(34)이 기공(39) 내에서 노출되도록 위치됨으로써 더 많은 촉매 입자들(34)이 노출될 수 있고, 이에 따라 결과적으로 촉매 면적을 증가시키게 되어 촉매 기능을 더 향상시킬 수 있다.

[0058] 촉매 입자들(34)은 도 1을 참조하여 설명한 촉매 입자들(14)과 동일하거나 유사할 수 있다.

[0059] 촉매층(32)은 상술한 에어로졸 성막법을 이용하여 형성할 수 있고, 예를 들어 매트릭스층(33)을 구성하는 세라믹 물질과 폴리머 물질 및 촉매 입자들(34)을 함께 고속 분사하여 촉매층(32)을 형성할 수 있다. 필요한 경우, 상기 에어로졸 성막법을 수행하여 촉매층(32)을 형성한 후에 적절한 열처리를 더 수행할 수 있다.

[0060] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 촉매층 코팅 기판(40)을 도시하는 단면도이다.

[0061] 도 4를 참조하면, 촉매층 코팅 기판(40)은 금속 기판(41) 및 금속 기판(41)의 양면 상에 각각 위치하는 촉매층들(42a, 42b)을 포함한다. 촉매층들(42a, 42b)은 각각 매트릭스층(43a, 43b)과 매트릭스층(43a, 43b)에 담지된 촉매 입자들(44a, 44b)을 포함할 수 있다.

[0062] 금속 기판(41), 매트릭스층(43a, 43b), 및 촉매 입자들(44a, 44b)은 도 3을 참조하여 설명한 금속 기판(31), 매트릭스층(33), 및 촉매 입자들(34)과 동일하거나 유사할 수 있다. 예를 들어, 매트릭스층(43a, 43b), 및 촉매 입자들(44a, 44b)은 에어로졸 성막법을 이용하여 금속 기판(41) 상에 형성될 수 있다.

[0063] 매트릭스층(43a, 43b)은 세라믹 물질과 기공(49a, 49b)을 형성하는 폴리머 물질을 함께 포함할 수 있고, 촉매 입자들(44a, 44b)은 매트릭스층(43a, 43b)의 표면 및 기공(49a, 49b) 내에 위치하여 노출될 수 있다.

[0064] 본 실시예에서는, 촉매 입자들(44a, 44b)이 기공(49) 내에서 노출되도록 위치됨으로써 더 많은 촉매 입자들(44a, 44b)이 노출될 수 있고, 이에 따라 결과적으로 촉매 면적을 증가시키게 되어 촉매 기능을 더 향상시킬 수 있다. 또한, 금속 기판(41)의 양면 상에 동일한 기능을 하는 촉매층들(42a, 42b)을 각각 형성함으로써, 결과적으로 촉매 면적을 증가시키게 되어 촉매 기능을 더 향상시킬 수 있다.

[0065] 대안적으로, 촉매층들(42a, 42b)은 서로 다른 기능을 하는 촉매 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 촉매층(42a)의 촉매 입자들(44a)는 연료전지의 연료 개질용 니켈 산화물 또는 니켈 입자를 포함할 수 있고, 촉매층(42b)의 촉매 입자들(44b)는 연료인 탄화수소를 산화시켜 열을 발생시키는 산화촉매를 포함할 수 있다.

[0066] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 촉매층 코팅 기판(50)을 도시하는 단면도이다.

[0067] 도 5를 참조하면, 촉매층 코팅 기판(50)은 금속 기판(51), 금속 기판(51)의 일면 상에 위치하는 하지층(58), 및 하지층(58) 상에 위치하는 촉매층(52)을 포함한다. 하지층(58)은 금속 기판(51)과 촉매층(52) 사이에 개재될 수 있다. 촉매층(52)은 매트릭스층(53)과 매트릭스층(53)에 담지된 촉매 입자들(54)을 포함할 수 있다.

[0068] 금속 기판(51), 매트릭스층(53), 및 촉매 입자들(54)은 도 1을 참조하여 설명한 금속 기판(11), 매트릭스층(13), 및 촉매 입자들(14)과 동일하거나 유사할 수 있다.

[0069] 금속 기판(51)은 판상으로 도시되어 있으나, 이는 예시적이며, 하지층(58)이 형성될 수 있는 표면을 가진다면, 금속 기판(51)의 형상은 제한되지 않는다.

[0070] 하지층(58)은 금속 기판(51) 상에 위치할 수 있다. 하지층(58)은 금속 기판(51)과 촉매층(52)의 접착력을 증가시키는 기능을 수행할 수 있다. 하지층(58)은 매우 미세한 입자 크기를 가지는 세라믹 물질을 포함할 수 있고,

치밀하게 결합된 구조를 가질 수 있다. 하지층(58)은, 예를 들어 Al_2O_3계 물질, TiO_2계 물질, 제올라이트계 물질, SiO_2계 물질, ZrO_2계 물질, CeO_2계 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 하지층(58)은 도 6을 참조하여 후술하는 에어로졸 성막장치(200)를 이용한 에어로졸 성막법을 통하여 형성할 수 있다. 이러한 상기 에어로졸 성막법에 의해 형성된 하지층(58)은 종래의 세라믹 코팅법에 의해 형성된 세라믹층에 비해 기공, 균열 등과 같은 결함의 밀도가 현저하게 낮은 수준을 가질 수 있다.

[0071] 하지층(58)을 상술한 바와 같은 세라믹 재료로 형성하는 경우, 하지층(58)과 촉매층(52) 사이에는 물리적 특성 및/또는 화학적 특성이 유사한 세라믹 재료간의 결합이 형성되어 우수한 접착력을 가질 수 있다. 이 경우 하지층(58)은 금속 기판(51)과 촉매층(52)의 접착력을 향상시키는 접착층으로서의 기능을 수행할 수 있다. 따라서, 하지층(58)은 성형 공정 또는 작동 중에 촉매층(52)이 금속 기판(51)으로 박리되거나 균열이 발생되는 것을 방지할 수 있다.

[0072] 또한, 하지층(58)은 촉매층(52)의 매트릭스층(53)과 동일한 계열의 세라믹 재료를 이용하여 형성할 수 있다. 여기서 "동일한 계열"이라 함은 동일한 화학성분을 가지는 것을 의미함은 물론, 화학양론적으로 완전히 일치하지는 않거나 혹은 일부의 원자가 다른 원자로 치환되더라도 세라믹 재료를 구성하는 주된 원소가 동일한 경우를 모두 포함한다. 또한, 하지층(58)과 촉매층(52)의 매트릭스층(53)이 서로 다른 물질로 구성되는 경우도 본 발명의 기술적 사상에 포함된다.

[0073] 또한, 본 실시예의 하지층(58)이 도 2 내지 도 5를 참조하여 설명한 촉매층 코팅 기판(20, 30, 40, 50)에 적용되는 경우도 본 발명의 기술적 사상에 포함된다.

[0074] 도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 촉매층 코팅 기판(10, 20, 30, 40, 50)을 형성하는 에어로졸 성막장치(200)를 도시하는 개략도이다.

[0075] 도 6을 참조하면, 에어로졸 성막장치(200)는 에어로졸 성막법을 수행할 수 있고, 캐리어 가스 저장탱크(210), 에어로졸 챔버(220), 및 성막 챔버(230)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0076] 캐리어 가스 저장탱크(210)를 캐리어 가스를 포함할 수 있다. 상기 캐리어 가스는 캐리어 가스 저장탱크(210)로부터 파이프(211)를 통해 실선 화살표 방향으로 에어로졸 챔버(220)로 공급된다. 상기 캐리어 가스는 유량조절기(250)에 의해 에어로졸 챔버(220)로 공급되는 유량이 조절될 수 있다. 상기 캐리어 가스는, 다른 물질과 화학적 반응이나 물리적 반응을 하지 않는 물질로 구성될 수 있고, 예를 들어 공기, 산소, 질소, 또는 헬륨 등일 수 있고, 이는 예시적이며 본 발명의 기술적 사상은 이에 제한되는 것은 아니다.

[0077] 에어로졸 챔버(220)는 캐리어 가스 저장탱크(210)로부터 공급된 상기 캐리어 가스에 의하여 코팅 물질이 부유된 상태로 형성된 코팅 물질 에어로졸(221)을 포함할 수 있다. 상기 코팅 물질은 코팅 물질 에어로졸(221)을 형성하도록 미세 입자 형태를 가질 수 있다. 상기 캐리어 가스가 공급됨에 따라 에어로졸 챔버(220) 내에 미리 장입된 미세 입자의 상기 코팅 물질이 부유되면서 코팅 물질 에어로졸(221)이 될 수 있다. 또한, 코팅 물질 에어로졸(221)은 에어로졸 챔버(220)로부터 파이프(222)를 통해 성막 챔버(230)로 공급된다.

[0078] 코팅 물질 에어로졸(221)은, 예를 들어 도 1 내지 도 5의 촉매층(12, 22a, 22b, 32, 42a, 42b, 52)을 구성하는 물질들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 코팅 물질 에어로졸(221)은 도 1의 매트릭스층(13)을 형성하기 위한 세라믹 물질 및 촉매 입자들(14)을 형성하기 위한 촉매 입자들을 함께 포함할 수 있다. 예를 들어, 코팅 물질 에어로졸(221)은 도 2의 매트릭스층(23a, 23b)을 형성하기 위한 세라믹 물질 및 촉매 입자들(24a, 24b)을 형성하기 위한 촉매 입자들을 함께 포함할 수 있다. 예를 들어, 코팅 물질 에어로졸(221)은 도 3의 매트릭스층(33)을 형성하기 위한 세라믹 물질과 폴리머 물질 및 촉매 입자들(34)을 형성하기 위한 촉매 입자들을 함께 포함할 수 있다. 예를 들어, 코팅 물질 에어로졸(221)은 도 4의 매트릭스층(43a, 43b)을 형성하기 위한 세라믹 물질과 폴리머 물질 및 촉매 입자들(44a, 44b)을 형성하기 위한 촉매 입자들을 함께 포함할 수 있다. 또한, 코팅 물질 에어로졸(221)은, 예를 들어 도 5의 하지층(58)을 구성하는 물질들을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 코팅 물질 에어로졸(221)은 도 5의 매트릭스층(53)을 형성하기 위한 세라믹 물질 및 촉매 입자들(54)을 형성하기 위한 촉매 입자들 및 하지층(58)을 형성하기 위한 세라믹 물질을 함께 포함할 수 있다.

[0079] 도면에서는 하나의 에어로졸 챔버(220)가 도시되어 있으나, 복수 개의 에어로졸 챔버(220)들을 가지는 경우도 본 발명의 기술적 사상에 포함된다. 복수 개의 에어로졸 챔버(220)들을 가지는 경우에는, 에어로졸 챔버(220) 각각은 다른 물질을 포함할 수 있고, 예를 들어 하나의 에어로졸 챔버(220)는 도 3의 매트릭스층(33)을 형성하는 세라믹 물질을 포함하고, 다른 하나의 에어로졸 챔버(220)는 도 3의 매트릭스층(33)을 형성하는 폴리머 물질

을 포함하고, 또 다른 하나의 에어로졸 챔버(220)는 도 3의 촉매 입자들(34)을 형성하는 촉매 입자들을 포함하도록 구성될 수 있다. 모든 에어로졸 챔버(220)는 캐리어 가스 저장탱크(210)에 연결되어 분사됨에 유의한다.

[0080] 성막 챔버(230)는 코팅 대상물(231)이 장착될 수 있고, 에어로졸 챔버(220)로부터 공급된 코팅 물질 에어로졸(221)을 코팅 대상물(231)로 분사시키는 노즐(232)을 포함할 수 있다. 성막 챔버(230)는 작업 중에 진공상태를 유지하기 위하여, 진공 펌프(240)에 연결될 수 있다. 성막 챔버(230)는 진공 펌프(240)에 의하여 수 Torr 내지 수십 Torr의 진공 상태를 유지할 수 있고, 이에 따라 성막 챔버(230)와 에어로졸 챔버(220) 사이에 압력 차이가 발생할 수 있다. 이러한 압력차에 의해 에어로졸 챔버(220) 내의 코팅 물질 에어로졸(221)이 파이프(222)를 통해 점선 화살표 방향을 따라 성막 챔버(230)로 고속으로 공급되며, 성막 챔버(230) 내부의 노즐(232)을 통해 코팅 대상물(231)의 표면으로 분사되어, 상기 금속 기판과 같은 코팅 대상물(231) 상에 원하는 코팅층, 예를 들어 상기 촉매층 및 상기 하지층을 형성할 수 있다.

[0081] 노즐(232)을 통해 분사되는 코팅 물질 에어로졸(221)은, 예를 들어 약 100 m/sec 내지 600 m/sec의 범위의 높은 분사 속도를 가질 수 있고, 고속 분사된 코팅 물질 에어로졸(221)은 코팅 대상물(231)의 표면에 충돌하면서 극히 미세한 크기를 가지는 입자로 더 분쇄되어 코팅층을 형성한다. 또한, 노즐(232)이나 코팅 대상물(231) 중 적어도 어느 하나를 이동하여 1회 또는 복수 회의 코팅을 수행할 수 있으며, 노즐(232)에서의 코팅 물질 에어로졸(221)의 분사량 및/또는 분사속도, 노즐(232)이나 코팅 대상물(231)의 이동 속도 및/또는 이동 횟수 등을 제어하여, 코팅 대상물(231) 상의 코팅층의 두께를 조절할 수 있다. 상기 코팅층의 두께는, 예를 들어 100 nm 내지 200㎛ 범위를 가질 수 있다.

[0082] 코팅 대상물(231)은 도 1 내지 도 5를 참조하여 설명한 금속 기판(11, 21, 31, 41, 51)일 수 있고, 상기 코팅층은 도 1 내지 도 5를 참조하여 설명한 촉매층(12, 22, 32, 42, 52) 및/또는 하지층(58)일 수 있다.

[0083] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 촉매 구조체(300)를 도시하는 사시도이다. 도 8은 도 7의 촉매 구조체(300)의 VIII 영역을 도시하는 확대도이다. 도 9는 도 7의 촉매 구조체(300)의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

[0084] 도 7 내지 도 9를 참조하면, 촉매 구조체(300)는 쇄기(wedge)가 형성된 제1 판(301)과 제1 판(301)과 접촉하는 평평한 제2 판(302)을 포함한다. 촉매 구조체(300)는 제1 판(301)과 제2 판(302) 사이의 공간에서 가스가 통과하는 관통로(303)를 가질 수 있다.

[0085] 촉매 구조체(300)는 제1 판(301)과 제2 판(302)이 함께 권취된 원통형의 형상을 가질 수 있다. 상기 원통형의 형상은, 도 9에 도시된 바와 같이, 제1 판(301)과 제2 판(302)을 접촉시킨 후 함께 권취함으로써 구현할 수 있다. 그러나, 이러한 촉매 구조체(300)의 형상은 예시적이며 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 촉매 구조체(300)는 다각 기둥으로 권취된 형상을 가지거나, 또는 샌드위치형으로 적층된 형상을 가질 수 있다.

[0086] 제1 판(301)은 도 1 내지 도 5를 참조하여 상술한 촉매층 코팅 기판(10, 20, 30, 40, 50)일 수 있다. 예를 들어, 제1 판(301)은 도 2의 금속 기판(21) 및 촉매층들(22a, 22b)을 포함할 수 있다. 촉매층들(22a, 22b)은 도시된 바와 같이 금속 기판(21)의 양면 상에 위치하거나 또는 도 1을 참조하여 설명한 촉매층 코팅 기판(10)과 같이 금속 기판의 일면 상에 위치할 수 있다. 또한 제1 판(301)은 상기 금속 기판과 상기 촉매층 사이에 개재된 하지층(58, 도 5 참조)을 선택적으로 더 포함할 수 있다.

[0087] 제2 판(302)은 도 1 내지 도 5를 참조하여 상술한 촉매층 코팅 기판(10, 20, 30, 40, 50)일 수 있다. 예를 들어, 제2 판(302)은 도 2의 금속 기판(21) 및 촉매층들(22a, 22b)을 포함할 수 있다. 촉매층들(22a, 22b)은 도시된 바와 같이 금속 기판(21)의 양면 상에 위치하거나 또는 도 1을 참조하여 설명한 촉매층 코팅 기판(10)과 같이 금속 기판의 일면 상에 위치할 수 있다. 또한 제2 판(302)은 상기 금속 기판과 상기 촉매층 사이에 개재된 하지층(58, 도 5 참조)을 선택적으로 더 포함할 수 있다. 대안적으로, 제2 판(302)이 촉매층 코팅 기판(10, 20, 30, 40, 50)이 아닌 경우도 본 발명의 기술적 사상에 포함된다.

[0088] 관통로(303)는 제1 판(301)과 제2 판(302) 사이에 위치할 수 있고, 촉매 구조체(300)의 일단부에서 타단부로 연장될 수 있다. 이에 따라, 개질이 요구되는 가스가 관통로(303)를 통과하면서 제1 판(301) 및/또는 제2 판(302)에 의하여 개질될 수 있다.

[0089] 도 10 내지 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 촉매층 코팅 기판의 단면을 도시하는 주사전자현미경 사진들이다.

[0090] 도 10을 참조하면, 스테인레스 재질의 금속 기판(11) 상에 형성된 촉매층(12)을 포함하는 촉매층 코팅 기판이

도시되어 있다. 상기 촉매층 코팅 기판은 도 1을 참조하여 설명한 바와 동일하다. 촉매층(12)은 세라믹 물질로 구성된 매트릭스 층과 상기 매트릭스 층에 담지된 촉매입자들을 포함한다. 예시적으로, 상기 세라믹 물질로서 알루미늄 산화물을 포함하고, 상기 촉매 입자들로서 니켈 산화물을 포함하도록 구성하였다. 이때 상기 니켈 산화물은 후속하는 단계에서 실제 촉매 기능을 수행하는 니켈로 환원되는 단계를 거치게 된다.

[0091] 촉매층(12)은 도 6을 참조하여 상술한 에어로졸 성막장치를 이용하여 상기 세라믹 물질과 상기 촉매 물질을 동시에 상기 금속 기판 상에 분사하는 에어로졸 성막법에 의하여 형성하였다.

[0092] 금속 기판(11)과 촉매층(12) 사이의 계면은 매우 균일한 평면을 보이며, 보이드 등의 결함이 거의 발견되지 않았다. 또한, 촉매층(12)은 예를 들어 10㎛ 이상의 높이를 가질 수 있으며, 높이에 따른 결함도 발견되지 않았다. 따라서, 촉매층(12)은 금속 기판(11) 상에 우수한 접착력을 가지며 부착되며, 촉매 구조체로서 요구되는 높이를 충분하게 제공할 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상은 종래의 슬러리 코팅에 의해 금속 기판 상에 형성하는 워시코트층과 같은 개재층 없이도 금속 기판(11) 상에 촉매층(12)을 직접적으로 형성하고, 또한 촉매층(12)이 금속 기판(11)에 대하여 충분한 접착력을 가지도록 형성할 수 있다. 이에 따라, 공정 비용을 감소시키고 촉매 구조체의 부피를 저감시킬 수 있다.

[0093] 도 10 및 도 11을 참조하면, 스테인레스 재질의 금속 기판(31) 상에 형성된 촉매층(32)을 포함하는 촉매층 코팅 기판이 도시되어 있다. 상기 촉매층 코팅 기판은 도 3을 참조하여 설명한 바와 동일하다. 촉매층(32)은 세라믹 물질 및 폴리머 물질로 구성된 매트릭스 층과 상기 매트릭스 층에 담지된 촉매입자들을 포함한다. 예시적으로, 상기 세라믹 물질로서 알루미늄 산화물을 포함하고, 상기 폴리머 물질로서 PMMA를 포함하고, 상기 촉매 입자들로서 니켈 산화물을 포함하도록 구성하였다. 상기 폴리머 물질은 열처리 후 기공을 제공할 수 있고, 상기 기공 내에서 촉매 입자들이 노출되도록 부착될 수 있다. 촉매층(12)은 도 6을 참조하여 상술한 에어로졸 성막장치를 이용하여 상기 세라믹 물질, 상기 폴리머 물질 및 상기 촉매 물질을 동시에 상기 금속 기판 상에 분사하는 에어로졸 성막법에 의하여 형성하였다.

[0094] 금속 기판(31)과 촉매층(32) 사이의 계면은 매우 균일한 평면을 보이며, 보이드 등의 결함이 거의 발견되지 않았다. 따라서, 촉매층(32)은 금속 기판(31) 상에 우수한 접착력을 가지며 부착됨을 알 수 있다. 또한, 촉매층(32)의 높이는 수 ㎛ 내지 수 백 ㎛를 가질 수 있고, 통상적인 방법에 의하여 형성한 촉매층에 비하여 더 높은 높이를 가질 수 있고, 예를 들어 10㎛ 이상의 높이를 가질 수 있다. 도 11의 촉매층(32)은 50 ㎛의 높이를 보이며, 높이 방향으로 균일한 코팅을 보여준다. 또한, 도 12의 촉매층(32)은 170 ㎛의 높이를 보이며, 높이 방향으로 균일한 코팅을 보여준다. 이러한 촉매층(32)의 높이 증가는 폴리머 물질에 의한 기공 형성에 의하여 발생할 수 있다.

[0095] 따라서, 촉매층(32)은 금속 기판(31) 상에 우수한 접착력을 가지며 부착되며, 촉매 구조체로서 요구되는 높이를 충분하게 제공할 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상은 종래의 금속 기판 상에 위치하는 워시코트층과 같은 개재층 없이도 금속 기판(31) 상에 촉매층(32)을 직접적으로 형성하고, 또한 촉매층(12)이 금속 기판(11)에 대하여 충분한 접착력을 가지도록 형성할 수 있다. 이에 따라, 공정 비용을 감소시키고 촉매 구조체의 부피를 저감시킬 수 있다. 또한, 촉매층(32)의 높이 증가에 의하여 촉매 반응을 위한 표면적이 증가되므로, 촉매 효과를 증진시킬 수 있다.

[0096] 또한, 촉매층을 구성하는 물질들을 함께 에어로졸 성막법을 이용하여 동시에 형성할 수 있으므로, 촉매 구조체를 간단하고 용이하게 형성할 수 있다.

[0097] 도 13 및 도 14는 본 발명의 기술적 사상에 따른 촉매층 코팅 기판을 포함하는 촉매 구조체와 종래 기술에 따른 슬러리 코팅 방식으로 형성한 촉매 구조체의 배기가스 변환율을 나타내는 그래프들이다. 도 13은 배기 가스 중 질소 산화물(NO)의 변환율을 나타내는 그래프이다. 도 14는 배기가스 중 NO와 NO2가 같은 양만큼 존재할 때 배기 가스 중 질소 산화물(NOx)의 변환율을 나타내는 그래프이다.

[0098] 도 13과 도 14를 참조하면, 자동차 배기가스 정화를 위하여, NOx($NO+NO_2$)를 전환하는 촉매를 본 발명의 기술적 사상에 따른 에어로졸 성막법(AD)을 이용하여 촉매층을 형성한 촉매 구조체와 슬러리 코팅(와시 코팅으로 지칭하기도 함)을 이용하여 형성한 촉매 구조체를 각각 이용하여 질소 산화물(NO)과 질소 산화물(NOx)을 변환율을 각각 나타낸다.

[0099] 본 발명의 촉매 구조체에 로딩된 로딩양은 78g/L이고, 비교예의 촉매 구조체에 로딩된 로딩양은 73g/L이었다. "g/L"의 단위는 로딩양의 단위이며, 전체 담체 1리터의 부피에 코팅된 촉매의 중량을 나타낸다. 예를 들어,

10g/L는 1리터의 담체당 10g에 해당되는 촉매가 코팅되었다는 의미이다.

[0100] 도 13의 반응 가스는 분석기를 기준으로 두 경우 모두 NO가 500ppm, NH_3가 500ppm, O_2가 10%이고 나머지는 N_2 이었다.

[0101] 도 14의 반응 가스는 분석기를 기준으로 두 경우 모두 NO가 300ppm, NO_2가 300ppm, NH_3가 600ppm, O_2가 10%이고 나머지는 N_2 이었다.

[0102] 변환율은 가스 온도를 증가시키면서 측정하였으며, 온도를 150℃, 200℃, 250℃, 300℃, 350℃, 및 400℃로 상승시켜 유지한 상태에서 측정하였다.

[0103] GHSV는 도 13은 20,000/hour로 나타났고, 도 14는 15,000/hour로 나타났다. GHSV(gas hourly space velocity)는 주어진 조건에서 단위 시간당 처리할 수 있는 공급물의 부피를 반응기 부피로 나눈 값이다. 예를 들어, 반응기의 GHSV가 20,000/hour라는 것은 1시간에 반응기 부피의 2만배에 해당되는 가스를 처리할 수 있다는 의미이다.

[0104] 도 13과 도 14의 결과를 분석하면, 본 발명의 기술적 사상에 따라 에어로졸 성막법을 이용하여 형성한 촉매층의 질소 산화물(NO, NOx) 변환 능력은 종래 기술에 따른 슬러리 코팅 방식을 이용하여 형성한 촉매층의 변환 능력과 거의 유사하였다.

[0105] 도 15는 본 발명의 기술적 사상에 따른 촉매층과 종래 기술에 따른 비교예들의 슬러리 코팅 방식으로 형성한 촉매층의 초음파 세척 전과 후의 표면 상태를 나타내는 사진들이다. 초음파 세척은 5분간 실시하였다.

[0106] 도 15를 참조하면, 종래기술에 따른 비교예들의 촉매층들의 표면은 초음파 세척에 의하여 촉매층이 기판으로부터 떨어져나가게 되어 표면 상태가 변화하는 반면, 본 발명의 촉매층의 표면은 초음파 세척에 의하여 거의 영향을 받지 않음을 나타내었다. 촉매층이 떨어져 나감에 따른 무게 변화는 비교예1이 90% 감소, 비교예2가 86% 감소, 비교예3가 98% 감소, 비교예4가 99% 감소되는 등 촉매층이 비교예들에서는 초음파 세척에 의하여 거의 제거되었다. 반면, 본 발명의 촉매층은 무게 감소가 0% 내지 4%로 측정되었으며, 이는 초음파 세척에 의하여 촉매층의 이탈이 거의 발생하지 않음을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상에 따른 촉매층은 기판에 대한 접착력이 우수하게 증가됨을 알 수 있다.

[0107] 이러한 본 발명의 실시예를 따르는 촉매 구조체는 배기가스 저감용 또는 연료전지의 연료 개질기에 이용될 수 있다. 특히 종래의 세라믹 담체를 이용하는 촉매 구조체에 비해 내진동성이나 열전달 특성이 우수하며, 부피를 감소시킬 수 있고, 촉매 효율을 증가시킬 수 있으므로, 자동차, 운송기기 뿐만 아니라 특히 공간의 제약과 외부로부터의 기계적, 열적 충격이 심한 선박용에 사용되는 배기가스 저감용 장치에 효과적으로 적용될 수 있다.

[0108] 이상에서 설명한 본 발명의 기술적 사상이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명의 기술적 사상이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

부호의 설명

[0109] 10, 20, 30, 40, 50: 촉매층 코팅 기판,

11, 21, 31, 41, 51: 금속 기판,

12, 22a, 22b, 32, 42a, 42b, 52: 촉매층,

13, 23a, 23b, 33, 43a, 43b, 53: 매트릭스층,

14, 24a, 24b, 34, 44a, 44b, 54: 촉매 입자들,

39, 49a, 49b: 기공, 58: 하지층,

200: 에어로졸 성막장치,

210: 캐리어 가스 저장탱크, 211, 222: 파이프,

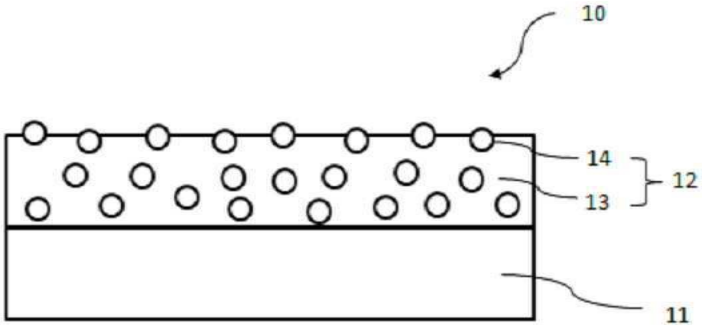
220: 에어로졸 챔버, 221: 코팅 물질 에어로졸, 230: 성막 챔버,

231: 코팅 대상물, 232: 노즐, 240: 진공펌프,

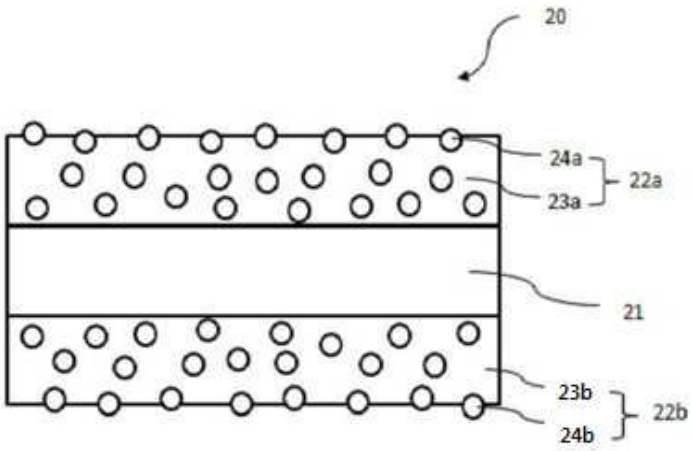
300: 촉매 구조체, 301: 제1 판, 302: 제2 판, 303: 관통로,

도면

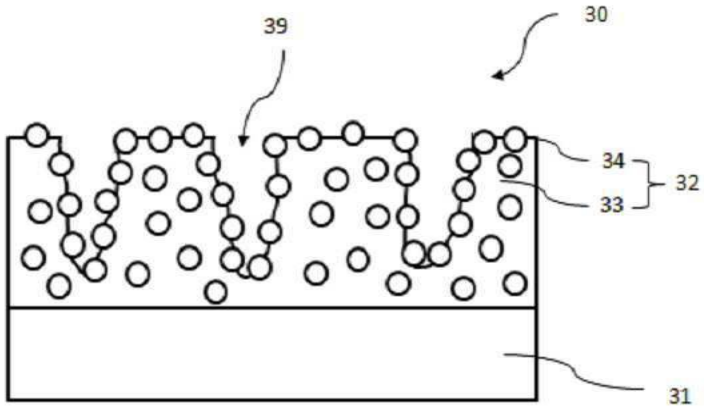
도면1



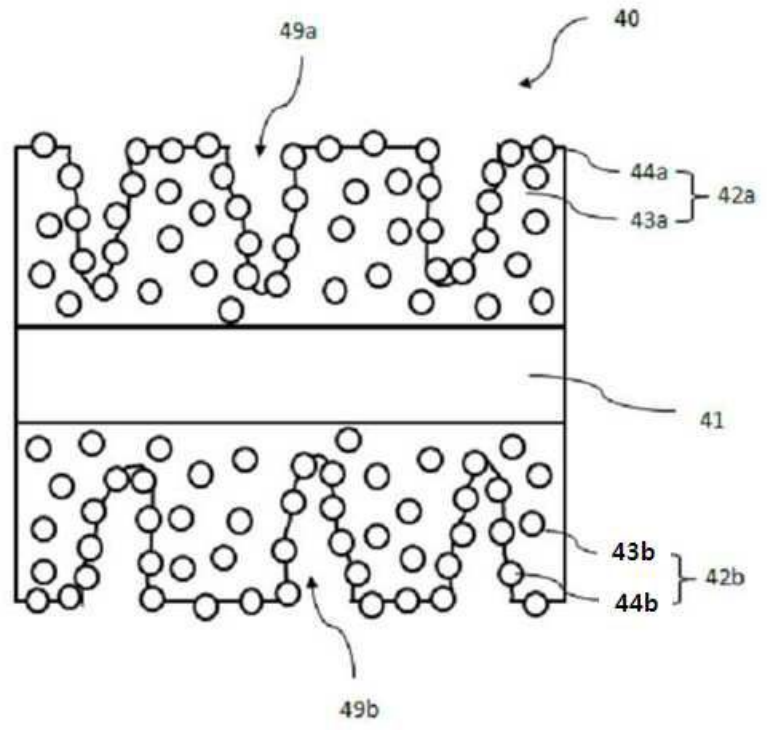
도면2



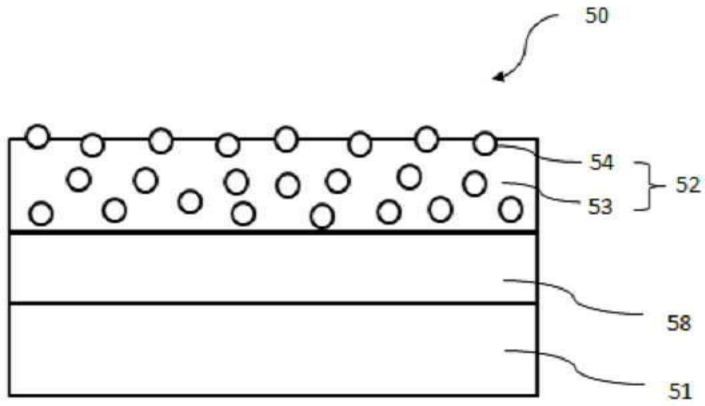
도면3



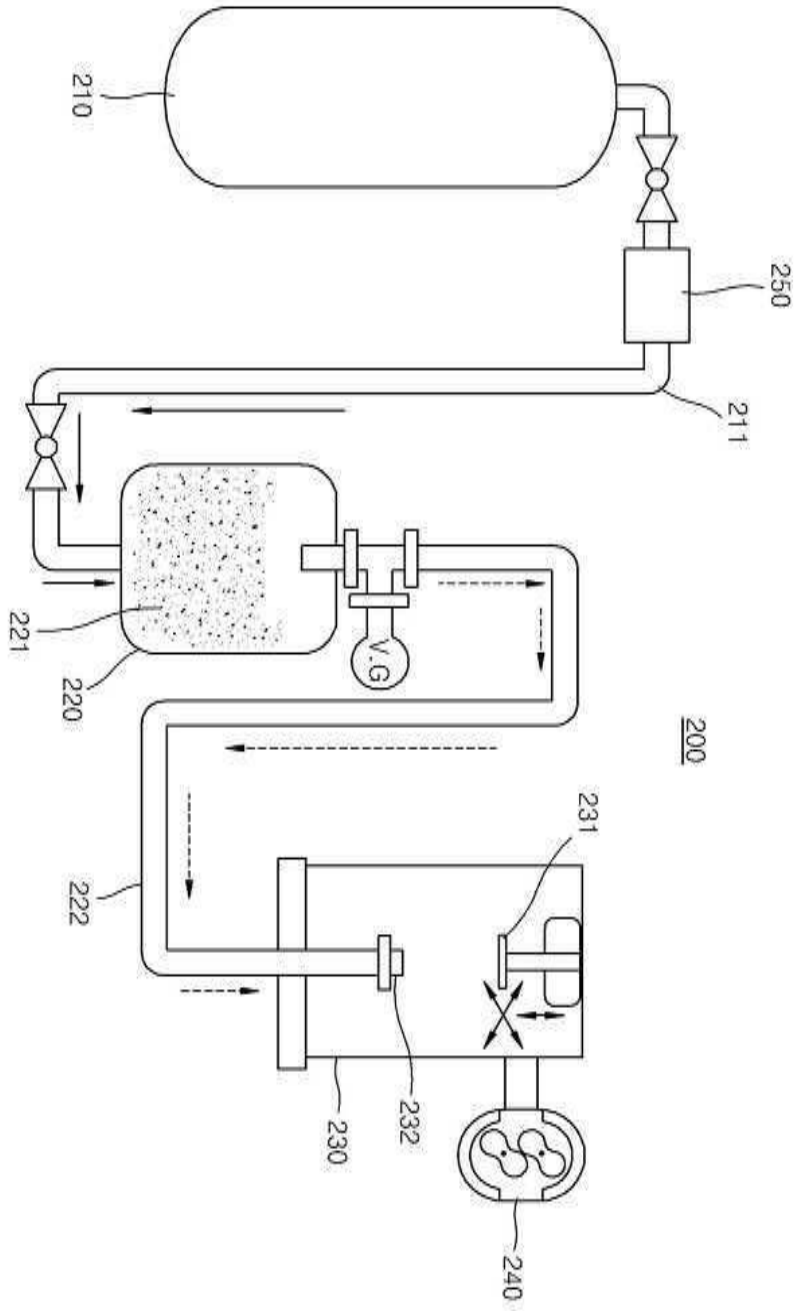
도면4



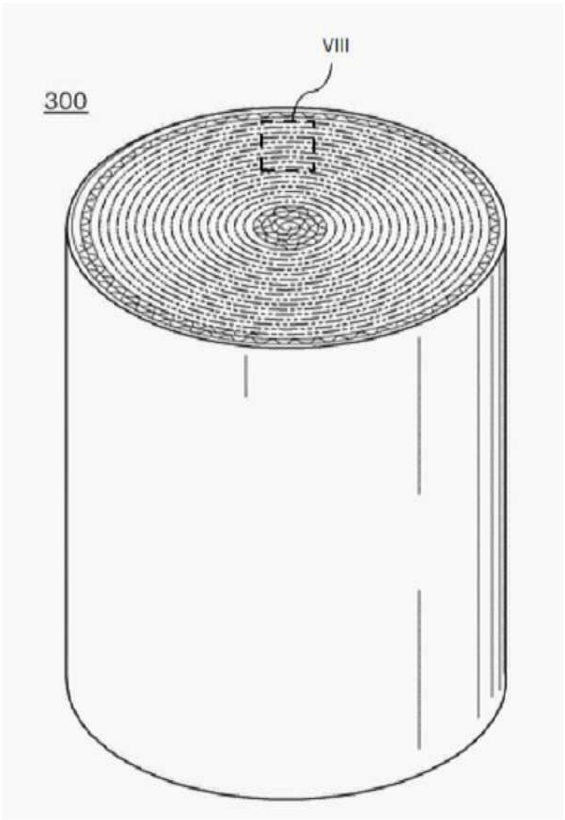
도면5



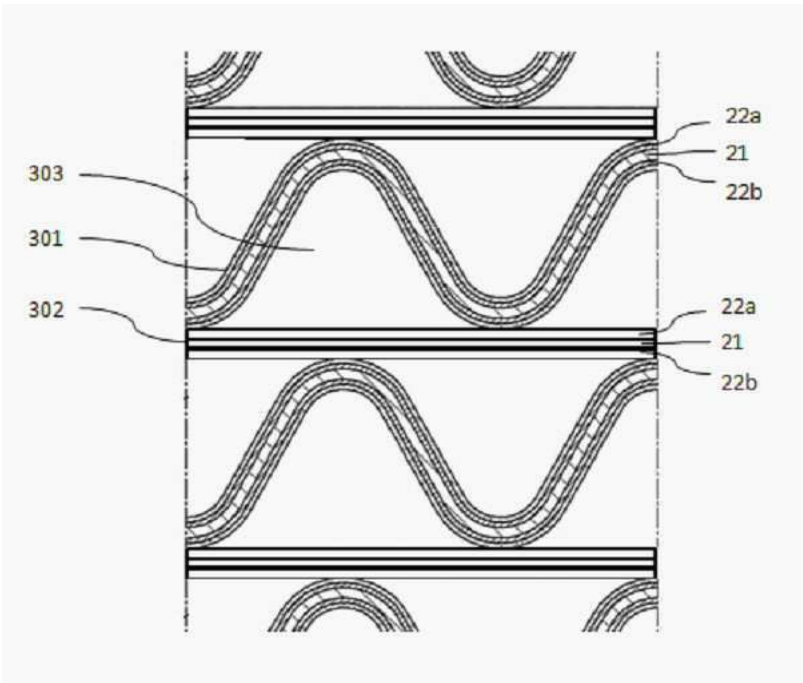
도면6



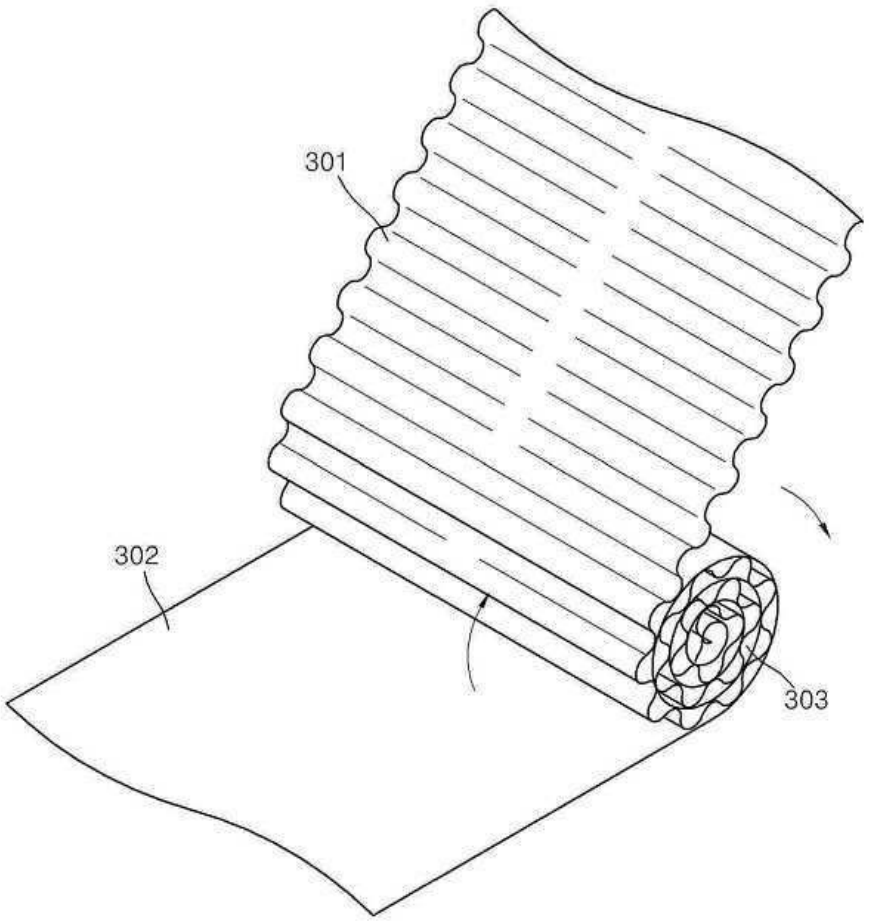
도면7



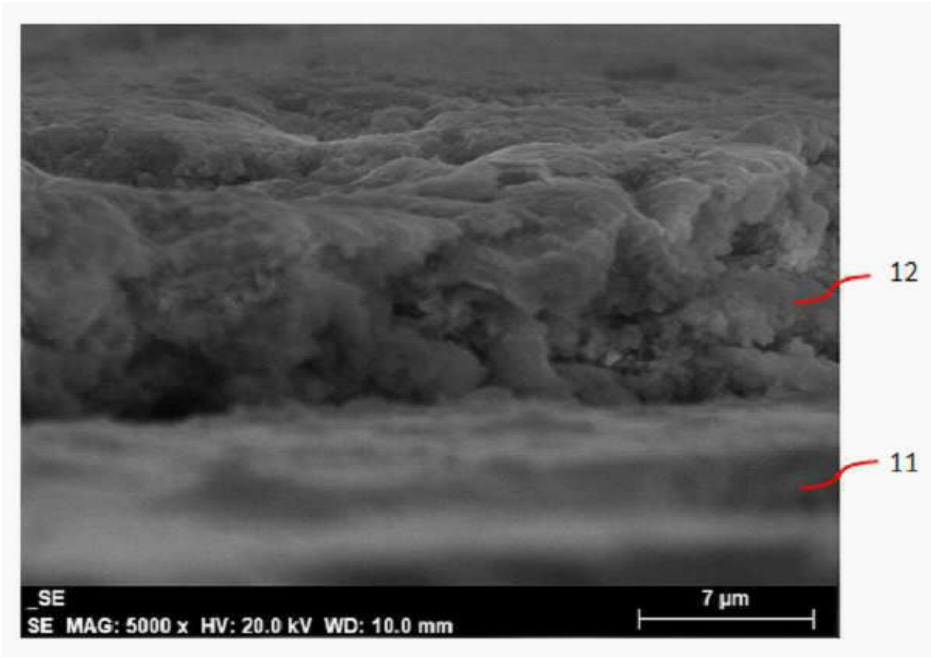
도면8



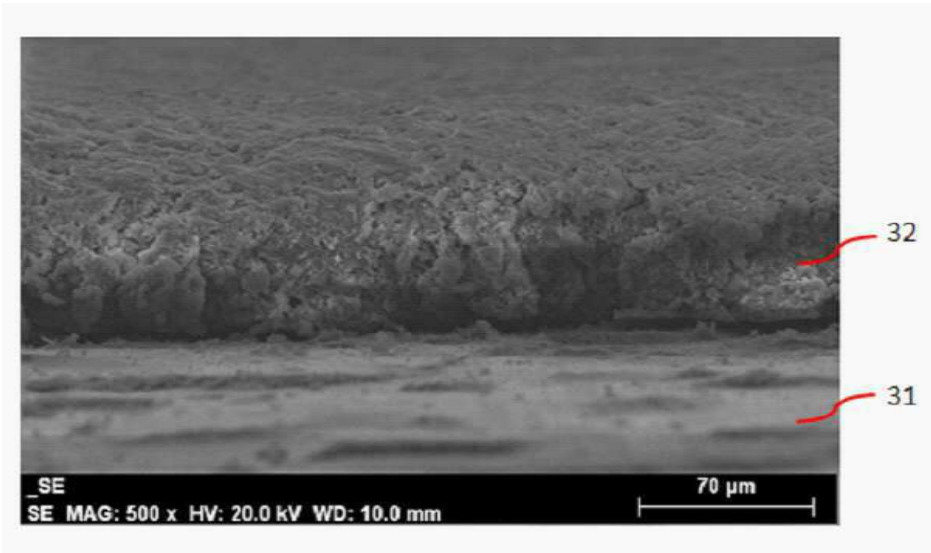
도면9



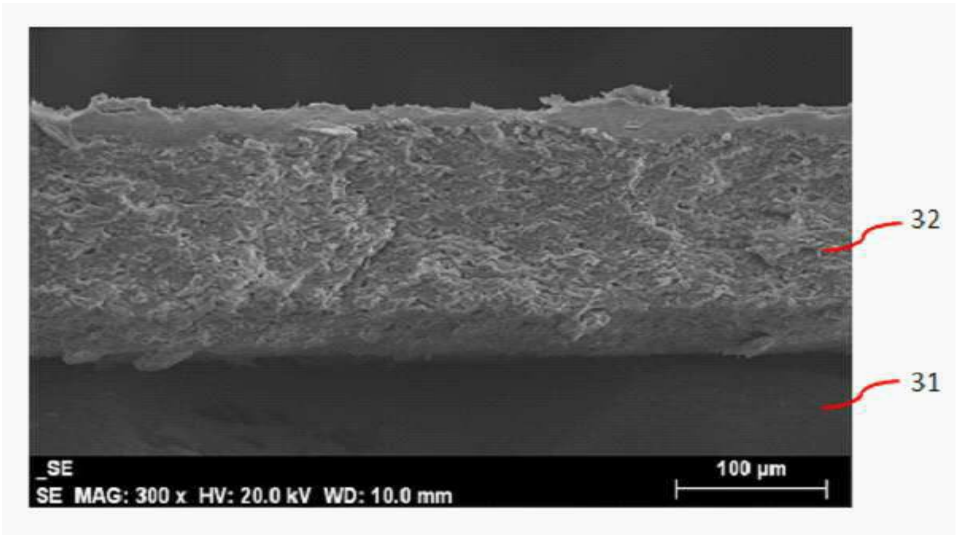
도면10



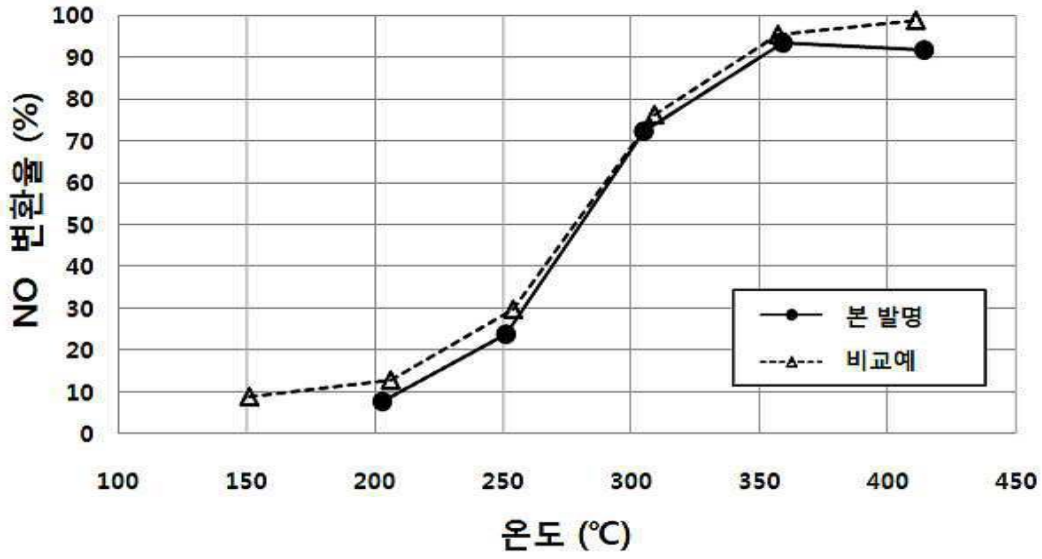
도면11


32
31
_SE
SE MAG: 500 x HV: 20.0 kV WD: 10.0 mm
70 μm

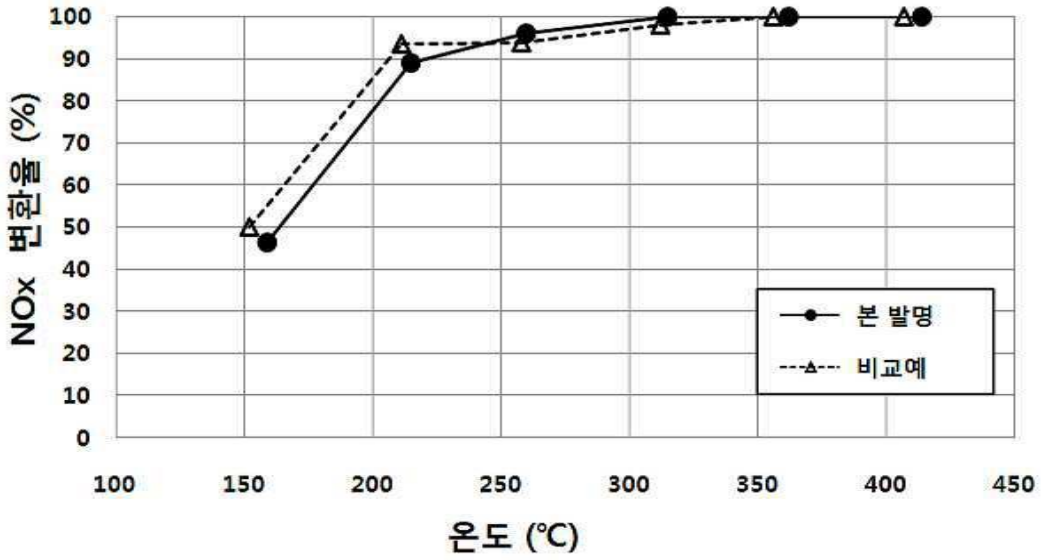
도면12


32
31
_SE
SE MAG: 300 x HV: 20.0 kV WD: 10.0 mm
100 μm

도면13


NO 변환율 (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
100
150
200
250
300
350
400
450
온도 (℃)
본 발명
비교예

도면14


NOx 변환율 (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
100
150
200
250
300
350
400
450
온도 (℃)
본 발명
비교예

도면15

	세척전	세척후
본 발명 (170g/L)		
비교예1 (10g/L)		
비교예2 (20g/L)		
비교예3 (55g/L)		
비교예4 (160g/L)		