



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0079413
(43) 공개일자 2014년06월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 53/86 (2006.01) A61L 9/00 (2006.01)
B01J 8/02 (2006.01) B01J 23/10 (2006.01)
B01J 23/42 (2006.01) B01D 53/32 (2006.01)
H05H 1/02 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7010274
(22) 출원일자(국제) 2012년09월04일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년04월17일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/005600
(87) 국제공개번호 WO 2013/042328
국제공개일자 2013년03월28일
(30) 우선권주장
JP-P-2011-206650 2011년09월21일 일본(JP)
JP-P-2012-082869 2012년03월30일 일본(JP)
- (71) 출원인
가부시키가이샤 엔비씨 메슈테크
일본국 도쿄도 히노시 도요다 2쵸메 50-3
(72) 발명자
이케가미 마코토
일본국 191-0053 도쿄도 히노시 도요다 2쵸메
50-3 가부시키가이샤 엔비씨 메슈테크 내
마츠모토 타카노리
일본국 191-0053 도쿄도 히노시 도요다 2쵸메
50-3 가부시키가이샤 엔비씨 메슈테크 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김용인, 방해철

전체 청구항 수 : 총 12 항

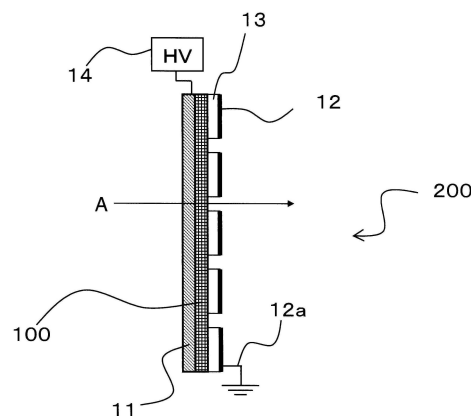
(54) 발명의 명칭 저온 플라즈마 및 촉매체를 사용하는 가스 처리 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 목적은 보통 온도에서 휘발성 유기 화합물(VOC) 또는 기타 등등의 유해 가스의 산화 분해 처리 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

가스 처리 장치는 플라즈마 생성 장치 및 촉매체가 제공되는 것을 특징으로 한다. 플라즈마 생성 장치에 처리될 가스가 흐르는 적어도 흐름 채널; 및 흐름 채널 내에 배열되는 전력을 공급하기 위한 전원, 제 1 전극, 제 2 전극 및 유전 재료가 제공된다. 전압이 전원 장치에 의해 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 인가되어 전기 방전이 일어나서, 플라즈마가 생성된다. 촉매체는 처리될 가스와의 반응을 가속하는데 적합하며 흐름 채널 내의 플라즈마 생성 장치에 의해 생성된 플라즈마가 존재하는 위치에 제공되며, 촉매체는 무기 물질 상에 존재하는 금속 촉매 입자들을 가진다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

나카야마 츠루오

일본국 191-0053 도쿄토 히노시 도요다 2쵸메 50-3
가부시키키가이샤 엔비씨 메슈테크 내

지키하라 요헤이

일본국 191-0053 도쿄토 히노시 도요다 2쵸메 50-3
가부시키키가이샤 엔비씨 메슈테크 내

특허청구의 범위

청구항 1

처리될 가스가 흐르는 흐름 채널;

흐름 채널 내에 배열되는 적어도 제 1 전극, 제 2 전극, 유전 재료 및 전력을 공급하기 위한 전원이 제공된 플라즈마 생성 장치, 여기서 전압이 전원 장치에 의해 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 인가되어 전기 방전이 일어나서, 플라즈마가 생성된다; 및

흐름 채널 내의 플라즈마 생성 장치에 의해 생성된 플라즈마가 존재하는 위치에 제공되고, 처리될 가스와의 반응을 가속하는데 적합하며, 무기 물질 상에 존재하는 금속 촉매 입자들을 가지는 촉매체를 포함하는 것인 기체 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

제 1 전극, 제 2 전극, 유전 재료 및 촉매체는 처리될 가스의 흐름 방향으로 순서대로 배열되며, 가스의 흐름 방향으로 각각 삼투성이며;

촉매체는 전기 방전이 흐름 채널에서 일어나는 공간에 배치되거나 가스의 흐름 방향으로 공간의 하부 측면 상에 배치되는 것인 가스 처리 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

제 1 전극, 제 2 전극, 유전 재료 및 촉매체는 가스의 흐름 방향에 수직인 방향으로 순서대로 배열되는 것인 가스 처리 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

촉매체는 적어도 금속 촉매 입자들이 고정되고 무기 재료로 제조된 기질을 추가로 포함하는 것인 가스 처리 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

촉매체는

금속 촉매 입자들이 표면에 고정되는 무기 입자들; 및

무기 입자들이 고정되고 무기 재료로 제조된 기질을 추가로 포함하는 가스 처리 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

촉매체는 금속 촉매 입자들을 지지하는 다수의 무기 입자들로 채워지는 것인 가스 처리 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

제 1 전극 및 제 2 전극은 각각의 소정의 방향으로 연장되는 다수의 전극으로 형성되는 각각 빗-치아 형태 전극이며, 처리될 가스는 빗-치아 형태 전극, 유전 재료 및 촉매체에 의해 형성된 공간을 통해 흐르는 것인 가스 처리 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

플라즈마는 무성 방전, 연면 방전, 코로나 방전 및 펄스 방전의 방전 플라즈마의 적어도 한 종류인 가스 처리 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

금속 촉매 입자들은 Pt, Au, CeO₂, PdO, MnO₂, CuO 및 Ag의 적어도 한 종류로 제조되는 것인 가스 처리 장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

전원 장치는 0.5 kHz 이상의 출력 주파수로 전력을 공급하는 것인 가스 처리 장치.

청구항 11

처리될 가스와의 산화 분해 반응을 가속하기 위한 촉매체가 배치되는 영역에서 전기 방전에 의해 플라즈마를 생성하는 단계; 및

처리될 가스를 플라즈마에 통과시켜 산화 분해를 일으키는 단계를 포함하는 것인 가스 처리 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

전력은 0.5 kHz 이상의 출력 주파수로 공급되어 전기 방전이 일어나서, 플라즈마가 생성되는 것인 방법.

명 세 서

기술 분야

[0001] 본 발명은 저온 플라즈마 및 촉매체를 사용하는 유해 가스의 산화 분해 처리 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에, 유해 가스의 분해 방법 및 장치로서, 저온 플라즈마를 사용하는 방법 및 장치가 제안되었다. 저온 플라즈마를 사용하는 장치는 단순하고 저온 플라즈마는 고 반응성을 가진 활성 종들이 사용될 수 있는 화학 반응이기 때문에, 반응은 자발적으로 진행된다. 이런 이유 때문에, 저온 플라즈마는 가스에서 유해 가스를 효과적으로 분해하는 것으로 예상된다. 또한, 저온 플라즈마는 다른 기술들과 쉽게 결합된다. 저온 플라즈마는 다양한 형태의 결합 공정에 응용가능한 것으로 알려져 있다. 그러나, 효과적인 분해가 충분하지 않을 때, 부산물이 유해 가스의 분해에 의해 생성된다. 충분히 효과적인 분해를 위해서, 다량의 에너지의 주입이 필요하다. 이 경우에, 공기로부터 질소 산화물 및 다량의 오존의 발생 문제들이 존재한다. 저온 플라즈마에 의해 공기에서 유해 가스를 제거하기 위한 기술의 실질적인 응용을 가능하게 하기 위해, 질소 산화물 및 오존의 발생을 억제하고 유해 가스의 분해 효율을 향상시키는 것이 중요한 목적이다.

[0003] 이런 목적의 성취로서, 플라즈마를 사용하는 에틸렌 가스를 분해하는 방법(특허 문헌 1 및 2), 방전 전극 및 접지 전극(그라운드 전극) 사이에 벌집 형태 촉매를 제공하는 방법(특허 문헌 3) 및 망간계 촉매를 제공하는 방법(특허 문헌 4)이 제안되었다. 또한, 유해 가스를 정화하기 위한 공지된 촉매 및 장치와 조합하여 저온 플라즈마를 사용하는 통상적인 방법에서 유해 가스의 분해에 의한 오존의 발생 및 부산물들의 발생을 추가로 제거하는 방법(특허 문헌 5)이 제안되었다

[0004] 인용 목록

[0005] 특허 문헌

[0006] 특허 문헌 1: 일본 특허출원 특개평 No. 2000-139198

- [0007] 특허 문헌 2: 일본 특허출원 특개평 No. 2003-158996
- [0008] 특허 문헌 3: 일본 특허출원 특개평 No. 2000-140562
- [0009] 특허 문헌 4: 일본 특허출원 특개평 No. 2002-336343
- [0010] 특허 문헌 5: 일본 특허출원 특개평 No. 2005-230627

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 단기간에 흡착제의 재생이 흡착을 기초로 한 가스 정화 방법에 요구된다. 흡착제를 재생하는 통상적인 방법에서, 스팀에 의해 탈착 및 가열에 의한 탈착을 위한 시설들이 필요하다. 따라서, 시설들이 커질 수 있고, 배수 시설이 탈착 방법에 따라 요구될 수 있다. 방전 전극과 접지 전극 사이에 강유전 재료의 펄스를 제공하는 방법에서, 유전 재료의 입자 지름과 유전 재료의 충전량에 따라 고 전압이 인가될 필요가 있다. 이것은 공기로부터 유해 오존 및 질소 산화물의 발생 문제를 일으킨다. 또한, 벌집 형태 촉매를 제공하는 방법에서, 촉매는 유해 가스와 필연적으로 접촉할 필요가 있다. 따라서, 방전 전극과 접지 전극 사이의 거리는 길어진다. 또한, 플라즈마를 안정적으로 발생시키도록, 다량의 에너지를 생산하기 위해 고 전압이 인가될 필요가 있다. 그 결과, 공기로부터 질소 산화물 및 다량의 오존의 발생 문제들이 존재한다. 본 발명자들에 의해 제안된 방법에서, 금속 촉매 기능을 가진 흡착제가 사용된다. 이 경우에, 처리될 유해 가스의 농도가 금속 촉매 기능을 가진 흡착제의 양에 따라 제한되는 문제가 존재한다. 펄스 형태 또는 벌집 형태 촉매가 배치될 때, 정화 장치가 구조의 면에서 유연하게 설계되는 것은 어렵다.
- [0012] 본 발명은 문제들을 해결하기 위해 완성되었다. 본 발명의 목적은 보통 온도에서 휘발성 유기 화합물(VOC) 또는 기타 등등의 유해 가스의 산화 분해 처리 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 제 1 양태는 다음이 제공된 가스 처리 장치이다:
- [0014] 처리될 가스가 흐르는 흐름 채널;
- [0015] 흐름 채널 내에 배열되는 적어도 제 1 전극, 제 2 전극, 유전 재료 및 전력을 공급하기 위한 전원이 제공된 플라즈마 생성 장치, 전압이 전원 장치에 의해 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 인가되어 전기 방전이 일어나서, 플라즈마가 생성된다; 및
- [0016] 흐름 채널 내의 플라즈마 생성 장치에 의해 생성된 플라즈마가 존재하는 위치에 제공되고, 처리될 가스와의 반응을 가속하는데 적합하며, 무기 물질 상에 존재하는 금속 촉매 입자들을 가지는 촉매체.
- [0017] 본 발명의 제 2 양태는 본 발명의 제 1 양태에 따른 가스 처리 장치이며, 제 1 전극, 제 2 전극, 유전 재료 및 촉매체는 처리될 가스의 흐름 방향으로 순서대로 배열되며, 가스의 흐름 방향으로 각각 삼투성이며, 촉매체는 전기 방전이 흐름 채널에서 일어나는 공간에 배치되거나 가스의 흐름 방향으로 공간의 하부 측면 상에 배치된다.
- [0018] 본 발명의 제 3 양태는 본 발명의 제 1 양태에 따른 가스 처리 장치이며, 제 1 전극, 제 2 전극, 유전 재료 및 촉매체는 가스의 흐름 방향에 수직인 방향으로 순서대로 배열된다.
- [0019] 본 발명의 제 4 양태는 본 발명의 제 1 양태 내지 제 3 양태 중 임의의 하나에 따른 가스 처리 장치이며, 촉매체에 적어도 금속 촉매 입자들이 고정되고 무기 재료로 제조된 기질이 추가로 제공된다.
- [0020] 본 발명의 제 5 양태는 본 발명의 제 1 양태 내지 제 3 양태 중 임의의 하나에 따른 가스 처리 장치이며, 촉매체에
- [0021] 금속 촉매 입자들이 표면에 고정되는 무기 입자들; 및
- [0022] 무기 입자들이 고정되고 무기 재료로 제조된 기질이 추가로 제공된다.
- [0023] 본 발명의 제 6 양태는 본 발명의 제 1 양태 내지 제 3 양태 중 임의의 하나에 따른 가스 처리 장치이며, 촉매체는 금속 촉매 입자들을 지지하는 다수의 무기 입자들로 채워진다.

- [0024] 본 발명의 제 7 양태는 본 발명의 제 1 양태 내지 제 6 양태 중 임의의 하나에 따른 가스 처리 장치이며, 제 1 전극 및 제 2 전극은 각각의 소정의 방향으로 연장되는 다수의 전극으로 형성되는 각각 빗-치아 형태 전극이며, 처리될 가스는 빗-치아 형태 전극, 유전 재료 및 촉매체에 의해 형성된 공간을 통해 흐른다.
- [0025] 본 발명의 제 8 양태는 본 발명의 제 1 양태 내지 제 7 양태 중 임의의 하나에 따른 가스 처리 장치이며, 플라즈마는 무성 방전, 연면 방전, 코로나 방전 및 펄스 방전의 방전 플라즈마의 적어도 한 종류이다.
- [0026] 본 발명의 제 9 양태는 본 발명의 제 1 양태 내지 제 8 양태 중 임의의 하나에 따른 가스 처리 장치이며, 금속 촉매 입자들은 Pt, Au, CeO₂, PdO, MnO₂, CuO 및 Ag의 적어도 한 종류로 제조된다.
- [0027] 본 발명의 제 10 양태는 본 발명의 제 1 양태 내지 제 9 양태 중 임의의 하나에 따른 가스 처리 장치이며, 전원 장치는 0.5 kHz 이상의 출력 주파수로 전력을 공급한다.
- [0028] 본 발명의 제 11 양태는 처리될 가스와의 산화 분해 반응을 가속하기 위한 촉매체가 배치되는 영역에서 전기 방전에 의해 플라즈마를 생성하는 단계; 및
- [0029] 처리될 가스를 플라즈마에 통과시켜 산화 분해를 일으키는 단계를 포함하는 가스 처리 방법이다.
- [0030] 본 발명의 제 12 양태는 본 발명의 제 11 양태에 따른 가스 처리 방법이며, 전력은 0.5 kHz 이상의 출력 주파수로 공급되어 전기 방전이 일어나서, 플라즈마가 생성된다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명의 가스 처리 장치에서, 촉매와 플라즈마는 조합하여 사용된다. 이것이 유해 물질 또는 기타 등등을 함유하는 가스를 CO 및 포름알데하이드와 같은 반응 중간물질들을 남기지 않고 저온에서 산화 분해에 의해 CO₂로 전환되게 한다. 또한, 플라즈마는 불순물들, 반응 중간물질들 및 기타 등등의 촉매 표면에 대한 흡착을 예방한다. 따라서, 촉매 성능의 저하가 억제될 수 있고 촉매 활성은 오랜 기간 동안 유지될 수 있다. 또한, 촉매를 고정하기 위한 기질은 무기 재료로 제조된다. 따라서, 기질은 플라즈마에 저항력이 있고, 촉매체는 오랜 기간 동안 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 환경을 오염시키고 신체에 악영향을 미치는 휘발성 유기 화합물(VOC) 또는 기타 등등의 유해 물질을 효과적으로 산화하고 분해할 수 있는 가스 처리 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 실시태양에 따른 가스 처리 장치의 개략적 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시태양에 따른 촉매 미세 입자들이 고정되는 촉매체의 개략도이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시태양에 따른 촉매체의 개략도이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시태양에 따른 촉매체의 개략도이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시태양에 따른 촉매체의 개략도이다.
- 도 6은 본 발명의 다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치의 개략도이다.
- 도 7은 본 발명의 다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치의 개략도이다.
- 도 8은 본 발명의 다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치의 개략적 단면도이다.
- 도 9는 본 발명의 다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치의 개략적 단면도이다.
- 도 10은 본 발명의 다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치의 개략도이다.
- 도 11은 본 발명의 다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치의 개략도이다.
- 도 12는 본 발명의 다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하에서, 본 발명의 실시태양이 기술될 것이다.

- [0034] (제 1 실시태양)

- [0035] 도 1은 본 발명의 한 실시태양에 따른 가스 처리 장치(200)의 단면을 개략적으로 설명하는 도면이다. 가스 처리 장치(200)는 처리될 가스를 함유하는 가스가 공급된 흐름 채널 내에 배치된다. 도 1에서, 가스 처리 장치(200)는 화살표 A 방향으로 가스 처리 장치(200)에 공급되는 처리될 가스를 함유하는 가스가 가스 처리 장치에 생성된 플라즈마를 사용하는 산화 분해 및 촉매체(100)의 작용에 의해 CO₂로 전환되는 장치이다.
- [0036] 가스 처리 장치(200)에 인가 전극(11), 접지 전극(12), 유전 재료(13), 촉매체(100) 및 전원 장치로서 (고전압) 전원(14)이 제공된다. 가스 처리 장치(200)에서, 인가 전극(11), 접지 전극(12), 유전 재료(13), 및 전원(14)은 플라즈마를 생성하기 위한 부재 및 장치(플라즈마 생성 장치)를 구성한다. 전압이 전원(14)에 의해 인가될 때, 저온 플라즈마 반응층이 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)에 의해 인가 전극(11)과 유전 재료(13) 사이에 발생하는 전기 방전에 의해 형성된다. 가스 처리 장치(200)에서, 인가 전극(11), 촉매체(100), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)는 서로 가깝게 접촉하도록 배열된다. 인가 전극(11) 및 접지 전극(12) 중 하나가 제 1 전극이고 다른 하나가 제 2 전극이다. 다른 실시태양들에서, 복수의 인가 전극(11) 및 복수의 접지 전극(12)이 결합된다. 이런 경우에서도, 한 종류의 전극들이 각각 제 1 전극이며 다른 종류의 전극들이 각각 제 2 전극이다.
- [0037] 인가 전극(11)은 전압이 전원(14)에 의해 인가되는 전극이다. 접지 전극(12)은 접지선(12a)에 의해 접지된다. 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)는 기체가 전극들을 통과할 수 있는 투과성 구조를 가진다. 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)의 구조의 구체적인 예들은 격자 구조, 리드 스크린(reed screen) 구조, 편칭에 의해 가공된 다공성 구조 및 팽창된 메시 구조를 포함할 수 있다. 구조들로서, 둘 이상의 이런 구조의 조합이 사용될 수 있다. 인가 전극(11) 및 접지 전극(12)은 바늘 형태 구조를 가질 수 있다. 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)는 상기 형태들과 구조들 중에서 동일한 형태와 구조를 가질 수 있다. 도 1에서, 인가 전극(11)은 메시와 같은 여러 작은 구멍을 가지며, 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)는 편칭에 의해 가공된 다공성 구조와 같은 소수의 큰 구멍들을 가진다.
- [0038] 인가 전극(11) 및 접지 전극(12)으로서, 전극으로 작용하는 재료가 사용될 수 있다. 인가 전극(11) 및 접지 전극(12)을 위한 재료로서, 예를 들어, Cu, Ag, Au, Ni, Cr, Fe, Al, Ti, W, Ta, Mo 및 Co와 같은 금속 및 이의 합금이 사용될 수 있다.
- [0039] 유전 재료(13)는 절연체가 될 특성을 가질 수 있다. 유전 재료(13)를 위한 재료의 예들은 ZrO₂, γ-Al₂O₃, α-Al₂O₃, θ-Al₂O₃, η-Al₂O₃, 비결정 Al₂O₃, 알루미늄 질화물, 멀라이트(mullite), 스테아타이트(steatite), 포스테라이트(forsterite), 코디에라이트(cordierite), 티탄산 마그네슘, 티탄산 바륨, SiC, Si₃N₄, Si-SiC, 운모 및 유리와 같은 무기 재료 및 폴리이미드, 액정 폴리머, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 에틸렌테트라플루오로에틸렌(ETFE), 폴리비닐플루오라이드(PVF), 폴리비닐리덴디플루오라이드(PVDF), 폴리에테리미드 및 폴리아마이드이미드와 같은 폴리머 재료를 포함할 수 있다. 플라즈마 내성 및 열 내성의 면에서, 무기 재료가 더욱 바람직하다.
- [0040] 아래 기술된 촉매체(100)가 유전 재료로서 기능을 가질 때(예를 들어, 촉매체의 일부가 절연체일 때), 촉매체(100)는 유전 재료로 사용될 수 있다. 이 경우에, 유전 재료(13)는 제공되지 않을 수 있다.
- [0041] 다음으로, 촉매체(100)가 기술될 것이다. 도 2는 실시태양에 따른 촉매체(100)의 단면의 일부를 개략적으로 설명하는 도면이다. 촉매체(100)는 처리될 가스가 산화와 분해에 의해 이산화탄소(CO₂)로 전환되는 반응을 가속하기 위한 촉매이다. 이 실시태양에서, 촉매체(100)는 플라즈마에 영향을 받기 때문에, 촉매체(100)에 의해 가속된 산화 분해 반응은 더 가속된다.
- [0042] 본 실시태양의 촉매체(100)는 가스가 통과할 수 있는 투과성 판 형태 또는 시트 형태 부재이다. 촉매체(100)는 기질(10), 기질(10)에 고정된 촉매(1) 및 기타 등등을 포함하도록 구성된다. 촉매체(100)는 플라즈마 생성 장치에 의해 생성된 플라즈마가 존재하는 위치(지역)에 배치된다. 본 실시태양에서, 촉매체(100)는 (방전 공간에서) 인가 전극(11)과 유전 재료(13) 사이에 특히 배치된다. 가스는 도 2에서 이중 헤드 점선 화살표 B의 방향으로 촉매체(100)를 통과할 수 있다. 이런 이유로, 본 실시태양의 촉매체(100)는 촉매(1)가 기질(10)에 고정되어 투과성을 유지되는 구조를 가진다. 기질(10)은 필터 구조, 메시 구조, 또는 복수의 구멍이 편칭과 같은 천공에 의해 판 형태 부재 상에 형성되는 구조와 같은 투과성 구조를 가진다. 촉매체(100)는 촉매(1)를 고정하는 면이 가스 처리 장치(200)에서 인가 전극(11)의 측면(가스 흐름 방향의 상부 측면) 쪽으로 향하도록 배치되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 기질(10)이 필터 형태 또는 메시 형태 구조를 가질 때, 공간은 기질(10) 내부에 형성될

수 있다. 이 경우에, 촉매(1)는 촉매체(100)를 생산하는 방법에 따라 기질(10)의 내부에 고정될 수 있다. 선택적으로, 촉매(1)는 기질(100)의 두 면에 고정될 수 있다. 촉매(1)가 기질(10)의 내부 또는 기질(10)의 두 면에 고정될 때, 촉매체(100)는 둘 중 하나의 방향 쪽으로 배치될 수 있다.

[0043] 촉매(1)에서, 촉매 미세 입자들(1-a)은 담체 미세 입자들(1-b)에 의해 지지된다. 촉매(1)는 화학 결합(3)을 통해 담체 미세 입자들(1-b)의 각각에 결합된 실레인 모노머(2)를 기질(10)에 결합시킴으로써 기질(10)에 고정된다. 실레인 모노머(2)를 사용하는 고정은 이하에 기술될 것이다.

[0044] 촉매(1)의 촉매 미세 입자들(1-a)은 처리될 가스가 산화 분해에 의해 CO₂로 전환되는 반응을 가속하는 촉매 기능을 갖는 한 제한되지 않는다. 촉매 미세 입자는 높은 산화 촉매 기능을 가진 Au, Pt, CeO₂, PdO, MnO₂, 또는 CuO로 제조되는 것이 바람직하다.

[0045] 촉매 미세 입자들(1-a)은 약 0.5nm 이상 및 약 200nm 이하의 입자 지름을 가질 수 있다. 담체 미세 입자들(1-b)에 고정될 촉매 미세 입자들(1-a)의 양은 바람직하게는 0.1 내지 20질량%, 더욱 바람직하게는 0.5 내지 10질량%이다. 촉매 미세 입자들의 20질량% 이상이 지지될 때, 촉매 미세 입자들(1-a)인 촉매 미세 입자들은 합쳐진다. 이것은 촉매 활성이 낮기 때문이다. 양이 0.1질량% 이하일 때, 촉매 활성은 충분하게 얻어지지 않는다. 따라서, 이 범위는 바람직하지 않다.

[0046] 촉매 미세 입자들(1-a)은 적어도 처리될 가스가 상기한 대로 산화 분해에 의해 이산화탄소로 전환되는 반응을 가속하는 촉매 기능을 갖는 미세 입자를 포함할 필요가 있으나, 촉매 미세 입자들(1-a)은 다른 기질과 결합될 수 있다. 구체적으로, 촉매 미세 입자들(1-a)은 촉매 미세 입자들과 프로모터 미세 입자들의 혼합물 또는 다양한 금속 원소들과 촉매 미세 입자들을 결합하여 얻은 복합 미세 입자들을 포함하는 복합 촉매일 수 있다. 촉매 미세 입자들이 단독으로 사용될 때 또는 프로모터가 촉매 미세 입자들에 혼합될 때, 촉매 미세 입자들은 다면체 형태를 가질 수 있고 이의 크기는 상기 범위 내에 해당될 수 있다. 다른 금속 원소와 결합된 복합 미세 입자들이 사용될 때, 촉매 미세 입자들의 크기는 상기 범위 내에 해당될 수 있다. 프로모터 또는 복합 촉매에 사용된 촉매 미세 입자 이외의 금속 미세 입자들(나노입자들)의 예들은 Pt, Pd 및 Ir과 같은 희귀 금속 및 이의 산화물, 및 기본 금속 및 이의 산화물을 포함할 수 있다. 희귀 금속 및 이의 산화물 및 기본 금속 및 이의 산화물의 미세 입자들의 둘 이상의 형태가 혼합될 수 있고 담체 미세 입자들(1-b)의 표면에 의해 지지될 수 있다.

[0047] 담체 미세 입자들(1-b)은 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지하고 이를 통해 촉매 미세 입자들(1-a)이 기질(10)에 고정되는 입자이다. 담체 미세 입자들(1-b)은 입자들이 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지할 수 있는 한 특정한 것들에 제한되지 않는다. 담체 미세 입자들(1-b)로서, 주로 물리적 흡착성을 갖는 금속 산화물 또는 무기 화합물이 사용되는 것이 바람직하다.

[0048] 금속 산화물의 예들은 γ -Al₂O₃, α -Al₂O₃, Θ -Al₂O₃, η -Al₂O₃, 비결정 Al₂O₃, TiO₂, ZrO₂, SnO₂, SiO₂, MgO, ZnO₂, Bi₂O₃, In₂O₃, MnO₂, Mn₂O₃, Nb₂O₅, FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄, Sb₂O₃, CuO, Cu₂O, NiO, Ni₃O₄, Ni₂O₃, CoO, Co₃O₄, Co₂O₃, WO₃, CeO₂, Pr₆O₁₁, Y₂O₃, In₂O₃, PbO, 및 ThO₂와 같은 단일 무기 산화물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 금속 산화물은 SiO₂-Al₂O₃, SiO₂-B₂O₃, SiO₂-P₂O₅, SiO₂-TiO₂, SiO₂-ZrO₂, Al₂O₃-TiO₂, Al₂O₃-ZrO₂, Al₂O₃-CaO, Al₂O₃-B₂O₃, Al₂O₃-P₂O₅, Al₂O₃-CeO₂, Al₂O₃-Fe₂O₃, TiO₂-CeO₂, TiO₂-ZrO₂, TiO₂-WO₃, ZrO₂-WO₃, SnO₂-WO₃, CeO₂-ZrO₂, SiO₂-TiO₂-ZrO₂, Al₂O₃-TiO₂-ZrO₂, SiO₂-Al₂O₃-TiO₂, 또는 SiO₂-TiO₂-CeO₂와 같은 복합 산화물 또는 세륨-지르코늄-비스무트 복합 산화물일 수 있다. 세륨-지르코늄-비스무트 복합 산화물은 일반식: Ce_{1-X}Y_XZr_YBi_YO_{2-δ}로 나타낸 고체 용액이며, X, Y 및 δ 는 각각 0.1 ≤ X ≤ 0.3, 0.1 ≤ Y ≤ 0.3, 및 0.05 ≤ δ ≤ 0.15의 범위 내에 해당한다.

[0049] 물리적 흡착성을 가진 무기 화합물의 예들은 제올라이트 A, 제올라이트 P, 제올라이트 X, 및 제올라이트 Y와 같은 합성 제올라이트, 클리노프틸로라이트, 세피오라이트 및 모르디나이트와 같은 천연 제올라이트, 카올리나이트, 몬토모릴로나이트, 산 점토 및 규조토와 같은 다층 실리케이트 화합물, 및 왈라스토나이트 및 넵투나이트와 같은 고리 실리케이트 화합물을 포함할 수 있다. 이의 예들은 인산삼칼슘, 인산수소칼슘, 피로인산칼슘, 메타인산칼슘 및 수산화인회석을 포함하는 인산염 화합물, 및 활성 탄소 및 다공성 유리를 더 포함할 수 있다.

[0050] 사용될 담체 미세 입자들(1-b)은 처리될 가스의 종류에 따라 선택된다. 담체 미세 입자들(1-b)의 평균 입자 지름은 0.1 μ m 이상 및 500 μ m 이하일 수 있다. 담체 미세 입자들(1-b)은 단독으로 사용될 수 있거나 이의 둘 이상의 종류가 혼합물로 사용될 수 있다. 본 발명에 사용된 평균 입자 지름은 부피 평균 입자 지름으로 불린다. 다시 언급하지 않는 한, 본 발명에서 평균 입자 지름은 부피 평균 입자 지름을 나타낸다.

- [0051] 촉매(1)를 생산하는 방법이 기술될 것이다. 촉매(1)를 생산하는 이런 방법은 촉매 미세 입자들(1-a)이 다면체 구조를 가지며 촉매 미세 입자들(1-a)이 담체 미세 입자들(1-b)에 고정될 수 있는 방법일 수 있다. 이 방법의 예들은 공동침전 방법, 증착-침전 방법, 솔-겔 방법, 적하를 사용하는 중화-침전 방법, 환원제 첨가 방법, pH-제어를 사용하는 중화-침전 방법, 및 카복실산 금속염 첨가 방법을 포함할 수 있다. 상기 방법들은 담체의 종류에 따라 적절하게 사용될 수 있다.
- [0052] 기질(10)은 촉매(1)가 고정되는 판 형태 부재로서 촉매체(100)를 구성하는 기질이다. 기질(10)은 상기한 투과성 구조를 가진다. 예를 들어, 편칭에 의해 형성된 여러 관통구를 가진 시트 형태 기질 또는 섬유성, 직물 형태 또는 우븐 직물, 뜨개질 또는 논우븐 직물로 제조된 섬유성 구조(필터 형태)를 가진 메시 형태 기질이 사용될 수 있다. 또한, 다양한 형태 및 크기를 가진 기질들은 의도한 용도에 따라 적절하게 사용될 수 있다.
- [0053] 기질(10)은 뛰어난 플라즈마 내성 및 열 내성을 가진 무기 재료로 제조되는 것이 바람직하다. 플라즈마 내성 기질이 플라즈마 존재하는 지역에 배치되기 때문에 필요하다. 기질(10)이 플라즈마 내성을 가질 때, 촉매체(100)의 촉매 기능은 오랜 기간 동안 유지될 수 있다. 열 내성은 가스 처리 장치(200)에서 처리될 가스가 연료를 연소하는 동안 방출되는 배출 가스일 수 있고 비교적 높은 온도를 갖기 때문에 필요하다. 배출 가스가 처리될 때, 기질은 열 내성을 가질 필요가 있다. 플라즈마 내성은 플라즈마 분위기에서의 내구성이며, 플라즈마에 의한 부식의 발생의 어려움을 나타낸다.
- [0054] 기질(10)에 사용된 무기 재료는 특히, 금속 재료, 세라믹 또는 유리 및 더욱 바람직하게는 금속, 금속 산화물 또는 유리인 것이 바람직하다. 본 실시태양에서, 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지하는 담체 미세 입자들(1-b)은 실레인 모노머(2)를 통해 기질(10)에 고정된다. 실레인 모노머(2)가 공유 결합을 통해 탈수-축합 반응에 의해 기질(10)에 고정될 때, 산화물의 박막은 기질(10)의 표면에 형성되는 것이 바람직하다.
- [0055] 본 발명의 기질(10)에 사용된 금속 재료로서, 텅스텐, 몰리브덴, 탄탈륨, 니오븀, 티타늄 지르코늄 몰리브덴(TZM) 및 텅스텐-레늄(W-Re)과 같은 고용용점을 가진 금속, 은 및 루테튬과 같은 희귀 금속 및 이의 합금 또는 산화물, 티타늄, 니켈, 지르코늄, 크롬, 인코넬, 하스텔로이, 알루미늄, 구리, 스테인리스 강, 아연, 마그네슘 및 철과 같은 일반용 금속, 일반용 금속을 포함하는 합금 또는 일반용 금속의 산화물이 사용될 수 있다. 또한, 다양한 도금, 진공 증발, CVD 방법 또는 스퍼터링 방법에 의해 형성된 금속, 합금 또는 산화물의 막을 가진 부재가 금속 재료로서 사용될 수 있다.
- [0056] 자연적으로 산화된 박막은 금속의 표면 및 합금의 표면에 일반적으로 형성된다. 실레인 모노머(2)를 이에 결합하기 위해서, 자연적으로 산화된 박막이 사용될 수 있다. 이 경우에, 산화된 박막의 표면에 부착되는 오일과 먼지는 일반적인 방법에 의해 먼저 제거되는 것이 바람직하다. 이것은 담체 미세 입자들(1-b)이 안정적이고 균일하게 고정될 수 있기 때문이다. 실레인 모노머(2)의 결합을 위해 자연적으로 산화된 막의 사용 대신에, 산화된 박막이 공지된 화학적 방법 또는 양극 산화와 같은 공지된 전기화학적 방법에 의해 금속의 표면 또는 합금의 표면에 형성될 수 있다.
- [0057] 본 발명의 기질(10)에 사용된 세라믹으로서, 질그릇, 도자기, 석기 및 자기와 같은 세라믹그릇 및 유리, 시멘트, 서고, 에나멜 또는 미세 세라믹과 같은 세라믹이 사용될 수 있다. 세라믹의 조성물로서, 원소계, 산화물계, 수산화물계, 카바이드계, 카보네이트계, 질화물계, 할로겐화물계 또는 인산염계 세라믹이 사용될 수 있거나 이의 복합물이 사용될 수 있다.
- [0058] 본 발명의 기질(10)에 사용된 세라믹으로서, 티탄산 바륨, 티탄산 지르콘산 납, 페라이트, 알루미늄, 포스테라이트, 지르코니아, 지르콘, 스테아타이트, 코르디에라이트, 질화 알루미늄, 질화 실리콘, 카바이드화 실리콘, 새로운 탄소, 새로운 유리 또는 고강도 세라믹과 같은 세라믹, 기능성 세라믹, 초전도 세라믹, 비선형 광학 세라믹, 항균 세라믹, 생분해성 세라믹 및 바이오세라믹이 사용될 수 있다.
- [0059] 본 발명의 기질(10)에 사용된 유리로서, 소다 석회 유리, 칼륨 유리, 결정 유리, 석영 유리, 칼코겐 유리, 우라늄 유리, 물 유리, 극성 유리, 강화 유리(tempered glass), 라미네이트 유리, 내열성 유리/보로실리케이트 유리, 방탄 유리, 유리 섬유, 다이크로닉 유리(dichronic glass), 골드스톤(레드 골드스톤, 사금석, 블루 골드스톤), 유리 세라믹 및 저 용융점을 가진 유리, 금속 유리 또는 사피렛(saphiret)이 사용될 수 있다.
- [0060] 또한, 본 발명의 기질(10)로서, 시멘트가 사용될 수 있다. 시멘트는 보통의 포틀랜드 시멘트, 조강 포틀랜드 시멘트, 저열 포틀랜드 시멘트, 설페이트 저항성 포틀랜드 시멘트, 고로 슬래그를 첨가하여 얻은 혼합 시멘트인 포틀랜드 고로 시멘트, 플라이 애쉬 및 포틀랜드 시멘트에 대한 실리카 함유 혼합물, 실리카 시멘트, 플라이 애쉬 시멘트 및 기타 등등을 포함한다.

- [0061] 또한, 본 발명의 기질(10)로서, 티타니아, 지르코니아, 알루미늄, 세리아(세륨 산화물), 제올라이트, 인회석, 실리카, 활성 탄소, 규조토 또는 기타 등등이 사용될 수 있다. 본 실시태양에서 무기 산화물로서, 크롬, 망간, 철, 코발트, 니켈, 구리 및 주석과 같은 금속의 산화물이 사용될 수 있다.
- [0062] 다음으로, 기질(10)에 대해 촉매(1)를 고정하는 방법이 기술될 것이다. 본 실시태양에서 촉매(1)는 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지하는 담체 미세 입자들(1-b)의 표면에 결합되는 실레인 모노머(2)를 탈수-축합 반응에 의해 형성된 화학 결합(3)(공유 결합)을 통해 기질(10)에 결합함으로써 기질(10) 상에 고정된다.
- [0063] 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지하는 담체 미세 입자들(1-b)이 실레인 모노머(2)를 통해 기질에 결합되는 메커니즘이 기술될 것이다. 담체 미세 입자들(1-b)에 결합된 실레인 모노머(2)는 담체 미세 입자들(1-b)로부터 외부로 향하는 불포화 결합 부위 또는 반응성 작용기와 맞춰진 후 결합된다. 이것은 실레인 모노머(2)의 각각의 한 말단에 있는 친수성 실라놀기가 담체 미세 입자들(1-b)의 친수성 표면에 끌어당겨지지 때문이다. 반면에, 다른 말단에 있는 불포화 결합 부위 또는 반응성 작용기는 소수성이기 때문에, 담체 미세 입자들(1-b)의 표면으로부터 멀리 위치하는 경향이 있다. 따라서, 실레인 모노머(2)의 각각의 실라놀기는 탈수-축합 반응에 의해 담체 미세 입자들(1-b)의 표면에 공유결합되고, 그 결과, 실레인 모노머(2)는 외부를 향하는 불포화 결합 부위 또는 반응성 작용기와 맞춰지게 될 것이다. 따라서, 여러 실레인 모노머(2)가 외부를 향하는 불포화 결합 부위 또는 반응성 작용기를 가진 담체 미세 입자들(1-b)과 공유결합된다. 외부를 향하면서 담체 미세 입자들(1-b)의 표면에 결합되는 실레인 모노머(2)의 불포화 결합 부위들 또는 반응성 작용기들은 서로 결합된다. 그 결과, 담체 미세 입자들(1-b)은 서로 결합된다. 또한, 불포화 결합 부위들 또는 반응성 작용기들은 기질(10)의 표면에 결합되어, 담체 미세 입자들(1-b)을 기질(10)에 고정한다.
- [0064] 즉, 불포화 결합 부위 또는 반응성 작용기를 각각 가지며 반응성이 뛰어난 실레인 모노머(2)는 실시태양에서 사용된 촉매체(100)에 사용된다. 따라서, 기질(10) 위 복수의 담체 미세 입자들(1-b)은 실레인 모노머들의 불포화 결합 부위들 또는 반응성 작용기들 사이의 화학 결합들(3)을 통해 서로 결합된다. 또한, 화학 결합(3)은 기질(10)을 대면하는 담체 미세 입자들(1-b)의 표면상의 실레인 모노머(2) 및 기질(10)의 표면 사이의 불포화 결합 부위 또는 반응성 작용기에 의해 형성된다. 그 결과, 담체 미세 입자들(1-b)은 기질(10)에 고정된다.
- [0065] 탈수 축합 반응에 의해 담체 미세 입자들(1-b)에 공유결합되는 실레인 모노머들(2)의 각각의 불포화 결합 부위 또는 반응성 작용기의 예들은 바이닐기, 에폭시기, 스티릴기, 메타크릴로기, 아크릴옥시기 및 아이소시아네이트기를 포함할 수 있다.
- [0066] 불포화 결합 부위 또는 반응성 작용기를 가진 상기 실레인 모노머들(2)의 예들은 바이닐트라이메톡시실레인, 바이닐트라이에톡시실레인, 바이닐트라이아세톡시실레인, N-β-(N-바이닐벤질아미노에틸)-γ-아미노프로필트라이메톡시실레인, N-(바이닐벤질)-2-아미노에틸-3-아미노프로필트라이메톡시실레인의 염산염, 2-(3,4-에폭시사이클로헥실)에틸트라이메톡시실레인, 3-글리시독시프로필트라이메톡시실레인, 3-글리시독시프로필메틸다이에톡시실레인, 3-글리시독시프로필트라이에톡시실레인, p-스티릴트라이메톡시실레인, 3-메타크릴옥시프로필메틸다이에톡시실레인, 3-메타크릴옥시프로필트라이메톡시실레인, 3-메타크릴옥시프로필메틸다이에톡시실레인, 3-메타크릴옥시프로필트라이메톡시실레인 및 3-아이소시아네이트프로필트라이에톡시실레인을 포함할 수 있다.
- [0067] 다음으로, 기질(10)에 촉매(1)를 고정하여 촉매체(100)를 제조하는 방법이 기술될 것이다.
- [0068] 불포화 결합 부위 또는 반응성 작용기를 가진 실레인 모노머들(2)은 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지하는 담체 미세 입자들(1-b)과 공유결합된다. 실레인 모노머들(2)은 일반적인 방법에 의해 담체 미세 입자들(1-b)에 결합될 수 있다. 예를 들어, 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지하는 담체 미세 입자들(1-b)이 물, 메탄올, 에탄올, 메틸에틸케톤(MEK), 아세톤, 자일렌 또는 톨루엔과 같은 분산매에 분산되어 있는 분산 용액에 실레인 모노머(2)를 첨가하는 단계 및 환류하에서 가열하여 탈수-축합 반응에 의해 담체 미세 입자들(1-b)의 표면에 실레인 모노머들(2)을 공유결합하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0069] 다른 방법이 다음과 같이 기술될 것이다. 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지하는 담체 미세 입자들(1-b)은 더 미세한 입자들로 분쇄된다. 더 고운 미세입자들은 상기 분산매들 중 임의의 하나에 분산되어 분산 용액이 얻어진다. 실레인 모노머들(2)이 분산 용액에 첨가된다. 선택적으로, 실레인 모노머들(2)이 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지하는 담체 미세 입자들(1-b)에 첨가되며, 혼합물은 더 미세한 분말들로 분쇄되고, 더 미세한 입자들은 분산매들에 분산된다. 분산 용액은 고체-액체 분리를 받게 되고, 결과로 얻은 생성물은 100℃ 내지 180℃로 가열되어, 실레인 모노머들(2)은 탈수 축합 반응에 의해 담체 미세 입자들(1-b)의 표면들에 공유결합된다.

- [0070] 촉매(1)에서 실레인 모노머(2)의 양은 담체 미세 입자들(1-b)의 평균 입자 지름에 의존한다. 그러나, 양이 담체 미세 입자들(1-b)의 양에 대해 0.01질량% 이상 및 40.0질량% 이하인 경우, 담체 미세 입자들(1-b) 사이 및 담체 미세 입자들(1-b)과 기질(10) 사이 결합들의 결합 강도는 실질적인 사용에 충분하다. 또한, 결합과 관련이 없는 과량의 실레인 모노머들(2)이 존재할 수 있다.
- [0071] 뒤이어, 실레인 모노머들(2)이 표면에 화학적으로 결합되는 담체 미세 입자들(1-b)이 혼합되고 메탄올, 에탄올, 메틸에틸케톤(MEK), 아세톤, 자일렌 및 톨루엔과 같은 분산매에 분산된다. 분산을 가속하기 위해서, 계면활성제, 염산 및 황산과 같은 미네랄 산, 아세트산 및 시트르산과 같은 카복실산, 또는 기타 등등이, 필요한 경우, 첨가될 수 있다. 다음으로, 담체 미세 입자들(1-b)은 분산매에서 비드 밀, 볼 밀, 샌드 밀, 롤 밀, 진동 밀 또는 균질기와 같은 장치에 의해 분쇄되고 분산되어, 담체 미세 입자들(1-b)을 함유하는 슬러리를 생산한다.
- [0072] 상기한 대로 얻고 담체 미세 입자들(1-b)이 분산되어 있는 슬러리는 기질(100)의 표면에 도포된다. 기질(10)에 슬러리를 도포하는 방법은 슬러리가 목적에 따라 도포되는 한 특히 제한되지 않으며, 슬러리는 일반적으로 사용되는, 스핀 코팅 방법, 딥 코팅 방법, 스프레이 코팅 방법, 캐스트 코팅 방법, 바 코팅 방법, 마이크로그래비아 코팅 방법 또는 그래비아 코팅 방법에 의해 도포될 수 있다.
- [0073] 필요한 경우, 분산매는 가열과 건조에 의해 제거된다. 그 결과, 담체 미세 입자들(1-b)은 기질(10)에 화학적으로 결합된다. 구체적으로, 분산매는 제거되어 담체 미세 입자들(1-b)의 표면상의 실레인 모노머들(2) 사이에 화학 결합(3)을 형성한다. 따라서, 담체 미세 입자들(1-b)은 서로 결합되고, 실레인 모노머들(2)과 기질(10) 사이에 화학 결합(3)이 형성된다. 그 결과, 담체 미세 입자들(1-b)은 기질(10)에 고정된다.
- [0074] 본 실시태양에서, 화학 결합(3)을 통해 실레인 모노머들(2)이 기질(10)에 결합하는 방법으로서, 그래프트 중합에 의한 결합 방법이 사용되는 것이 바람직하다. 응용가능한 그래프트 중합의 예들은 과산화물 촉매를 사용하는 그래프트 중합, 열 또는 빛 에너지를 사용하는 그래프트 중합 및 복사에너지를 사용하는 그래프트 중합(복사에너지 그래프트 중합)을 포함할 수 있다. 사용될 그래프트 중합은 기질(10)과 담체 미세 입자들(1-b)의 형태 및 구성에 따라 적절하게 선택된다.
- [0075] 실레인 모노머들(2)의 효율적이고 균일한 그래프트 중합을 위해서, 기질(10)의 표면은 코로나 방전 처리, 플라즈마 방전 처리, 불꽃 처리 및 크롬산, 과염소산과 같은 산화 산의 수용액 또는 수산화나트륨을 함유하는 수성 알칼리성 용액에 의한 화학적 처리를 포함하는 친수성 처리를 미리 받을 수 있다.
- [0076] 촉매제 및 제조 방법은 위에 기술된다. 상기한 촉매제(100)에 따라, 기질(10)에 결합된 담체 미세 입자들(1-b)은 실레인 모노머들(2)을 통해 기질(10)에 강하게 고정된다. 따라서, 기질(10)로부터 촉매(1)의 분리는 확실하게 예방될 수 있다.
- [0077] 가스 처리 장치(200)에 사용된 전원(14)은 고 전압을 인가할 수 있는 전원이다. 전원(14)으로서, AC 고 전압 및 펄스 고 전압과 같은 고 전압의 전원, DC 바이어스 상에 AC 전압 또는 펄스 전압을 첨가하는 전원 또는 기타 등등이 사용될 수 있다. AC 고 전압의 예들은 사인 파 교류 전압, 직사각형 파 교류 전압, 삼각형 파 교류 전압, 톱니 파 교류 전압을 포함할 수 있다. 소정의 전압이 전원(14)에 의해 인가 전극(11)과 접지 전극(12)에 인가되어 플라즈마가 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)에 의해 형성된 방전 공간에 생성될 수 있다. 전원(14)에 의해 인가된 전압은 처리될 가스의 농도 또는 기타 등등에 의존하여 변하며 일반적으로 1 내지 20kV, 바람직하게는 2 내지 10kV이다. 플라즈마를 생산하기 위해 전원(14)에 의해 인가된 전력에 의해 발생하는 전기 방전의 종류는 플라즈마가 생성될 수 있는 한 특히 제한되지 않는다. 예를 들어, 전기 방전은 무성 방전, 연면 방전, 코로나 방전, 펄스 방전의 방전 플라즈마 또는 기타 등등일 수 있다. 둘 이상의 종류의 방전이 결합되어 플라즈마를 생성할 수 있다.
- [0078] 전원의 출력 주파수는 고 주파수인 것이 바람직하며, 출력 주파수는 구체적으로 0.5kHz 이상일 수 있다. 출력 주파수는 바람직하게는 0.5kHz 이상 및 15kHz 이하, 더욱 바람직하게는 1kHz 이상 및 10kHz 이하이다. 주파수가 0.5kHz 미만일 때, 생산될 중간 생성물과 오존의 양은 증가한다. 주파수가 15kHz를 초과할 때, 처리될 임의의 가스의 산화 분해는 억제된다.
- [0079] 본 실시태양의 가스 처리 장치(200)의 구성은 위에 기술된다.
- [0080] 다음으로, 본 실시태양에서 가스 처리 장치(200)에 의한 가스의 산화 분해 처리가 기술될 것이다. 본 실시태양의 가스 처리 장치(200)에서 처리될 가스는 휘발성 유기 화합물(VOC) 및 일산화탄소와 같이 연료 및 용매에 함

유된 휘발성 물질 중 적어도 하나를 함유하는 가스이다. 처리될 가스는 복수의 종류의 가스를 함유하는 혼합 가스 또는 단일 가스이다. VOC의 구체적인 예들은 벤젠, 자일렌, 톨루엔, 에틸벤젠, 스티렌, p-다이클로로벤젠 및 다이-2-에틸헥실 프탈레이트와 같은 방향족 탄화수소, 아세톤 및 메틸에틸케톤(MEK)과 같은 케톤을 포함하는 C=O 이중 결합(카보닐기)을 가진 화합물, 아이소프로필 알코올 및 메탄올과 같은 알코올, 에틸 아세테이트 및 다이-n-부틸 프탈레이트와 같은 에스터, 및 포름알데하이드 및 아세트알데하이드와 같은 알데하이드를 포함할 수 있다. 이의 예들은 에틸렌 및 테트라테케인과 같은 알케인, 클로로피리포스 및 다이아지논과 같은 유기 인 화합물, 트라이클로로에틸렌 및 테트라클로로에틸렌과 같은 알케인을 더 포함할 수 있다.

[0081] 플라즈마의 생성에 사용하기 위한 전원의 바람직한 출력 주파수는 처리될 가스에 의존하여 변한다. 처리될 가스의 구성성분이 미리 명시된 경우, 출력 주파수는 가스에 따라 설정될 수 있다. 구체적으로, 가스가 CO일 때, 출력 주파수는 바람직하게는 0.5kHz 이상 및 15kHz 이하이다. 가스가 에틸렌과 같은 알케인일 때, 출력 주파수는 바람직하게는 0.5kHz 이상 및 7kHz 이하이며, 가스가 다른 VOC일 때, 출력 주파수는 바람직하게는 0.5kHz 이상 및 15kHz 이하이다. 출력 주파수가 상기 범위 내에 해당할 때, 중간 생성물들과 오존은 생산되지 않으며, 처리될 가스는 산화되고 분해된다. 따라서, 출력 주파수가 명시된 가스의 경우에 상기 범위 내로 설정되는 경우, 가스는 중간 생성물들과 오존이 생성되지 않고 확실하게 산화 분해 처리를 받을 수 있다.

[0082] 가스를 처리하기 위해서, 전압은 전원(14)에 의해 인가 전극(11)에 인가된다. 이 상태에서, 처리될 가스를 함유하는 가스는 도 1에서 인가 전극(11) 쪽으로부터 접지 전극(12) 쪽으로의 방향(화살표 A 방향)으로 공급된다. 따라서, 처리된 가스는 가열 없이 플라즈마와 촉매를 사용하여 보통 온도에서 산화되어 CO₂로 분해된다. 촉매만 사용될 경우, 촉매 미세 입자들의 표면은 가스와의 접촉으로 오염된다. 그 결과, 촉매 활성은 사라질 수 있고, CO₂로 전환되지 않은 일산화탄소가 남을 수 있고, 포름알데하이드와 같은 반응 중간체들이 생성될 수 있다. 그러나, 촉매가 플라즈마와 조합으로 사용될 때, 촉매 표면은 세척되고 촉매 활성은 유지된다. 게다가, 반응 중간체들이 거의 생성되지 않으며, 처리될 가스는 산화 분해에 의해 CO₂로 전환된다.

[0083] 본 실시태양의 가스 처리 장치(200)는 처리될 가스를 처리하고 이를 CO₂로 분해하여 무해하게 하고, 무해 가스를 보통 온도에서 공기로 방출한다. 본 실시태양의 가스 처리 장치(200)에 의해 처리될 수 있는 가스인 VOC의 예들은 공장 또는 사무실에서 사용되는 코팅재료, 접착제, 클리너 및 기타 등등에서 유기 용매들로부터 휘발되는 물질들을 포함할 수 있다. 이의 예들은 증유, 등유, 액화석유가스(LPG) 및 제조 가스와 같은 연료로부터 휘발된 물질들 및 연료의 연소 동안 불연소 가스를 더 포함할 수 있다. 추가 예들은 농산물로부터 생성된 에틸렌을 포함할 수 있다. 또한, 이의 예들은 차량의 인테리어 재료, 거주용 빌딩 재료 및 인테리어 재료 및 전자제품의 하우징 및 부재와 같은 재료로부터 휘발된 물질들을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 처리될 가스는 일산화탄소는 공장 또는 부엌 또는 가정 가열 기구에서 연소 과정에서 불완전 연소에 의해 생성된다. 이런 처리될 가스를 함유하는 가스는 촉매체(100)를 통해 흐르고 동시에 플라즈마에 영향을 받는다. 따라서, 처리될 가스는 산화 분해에 의해 가열 없이 무해하게 될 CO₂로 효과적으로 전환되고, 무해 가스는 공기로 방출될 수 있다.

[0084] 본 실시태양은 가스 처리 장치(200)에 독립 촉매체(100)로서 촉매(1)가 제공되도록 기술되었다. 그러나, 본 발명은 본 실시태양에 제한되지 않는다. 플라즈마-생성 장치는 촉매체와 통합되도록 구성될 수 있다. 구체적으로, 촉매(1)는 촉매 미세 입자들(1-a)이 인가 전극(11), 접지 전극(12) 또는 유전 재료(13)의 표면에 고정되도록 구성될 수 있다. 구성들은 결합될 수 있다.

[0085] 본 실시태양은 유전 재료(13)가 접지 전극(12)과 가깝게 접촉하도록 구성되었으나, 본 발명은 본 실시태양에 제한되지 않는다. 본 발명은 플라즈마가 생성될 수 있는 한 제한되지 않으며, 유전 재료(13)는 인가 전극(11)과 접지 전극(12)의 적어도 하나와 가깝게 접촉할 수 있다. 또한, 유전 재료(13)는 인가 전극(11)과 가깝게 접촉하도록 배치될 수 있고 다른 유전 재료(13)는 접지 전극(12)과 가깝게 접촉하도록 배치될 수 있고, 촉매체(100)는 두 유전 재료(13) 사이에 배치될 수 있다.

[0086] 본 실시태양은 촉매체(100)가 인가 전극(11) 및 유전 재료(13) 사이에 배치되도록 기술되었으나, 본 발명은 이 실시태양에 제한되지 않는다. 촉매체(100)가 플라즈마가 가스 흐름 채널에 존재하는 위치에 존재할 때, 처리될 가스가 산화 분해에 의해 CO₂로 전환되는 반응은 가속될 수 있다. 이런 이유로, 촉매체(100)는 가스 흐름 방향으로 인가 전극(11), 유전 재료(13) 및 접지 전극(12)을 포함하는 플라즈마 생성 장치의 하부면 상에 배치될 수 있다.

[0087] 본 실시태양은 인가 전극(11)이 가스 흐름 방향에서 상부면에 배치되도록 기술되었으나, 본 발명은 이 실시태양

에 제한되지 않는다. 가스는 접지 전극(12) 쪽으로부터 흐를 수 있다.

- [0088] 본 실시태양은 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지하는 담체 미세 입자들(1-b)이 실레인 모노머(2)와 같은 실레인 화합물에 의해 고정되도록 기술되었으나, 본 발명은 이 실시태양에 제한되지 않는다. 담체 미세 입자들(1-b)은 일반적인 수지를 포함하는 접합제에 의해 고정될 수 있다. 반테르 바알스 힘 및 물리적 흡착과 같은 공지된 고정 방법이 화학 결합 이외에 사용될 수 있다.
- [0089] 상기 본 실시태양의 가스 처리 장치(200)에서, 처리될 가스는 처리될 가스가 산화되고 분해되는 반응을 가속하기 위한 플라즈마와 촉매체(100)의 조합에 의해 효과적으로 산화되고 분해될 수 있다. 또한, 촉매(1)가 분해 처리의 공정에 위치하는 경우에도, 촉매(1)는 플라즈마에 의해 세척된다. 따라서, 촉매체(100)의 촉매 활성은 오랜 기간 동안 유지될 수 있다. 본 실시태양에 따른 가스 처리 장치(200)에서, 처리될 가스는 오랜 기간 동안 산화 분해가 안정적으로 일어날 수 있다. 또한, 본 실시태양에서, 기질(10)에 결합된 담체 미세 입자들(1-b)이 실레인 모노머(2)를 통해 기질(10)에 결합되는 경우, 촉매(1)는 기질(10)에 강하게 고정된다. 따라서, 분리는 억제될 수 있다. 따라서, 촉매(1)가 떨어지는 것이 예방될 수 있으며, 처리될 가스의 산화 분해 성능은 오랜 기간 동안 유지될 수 있다.
- [0090] (제 2 실시태양)
- [0091] 제 2 실시태양은 다음에 기술될 것이다. 도 3은 본 실시태양에 따른 촉매체(100)의 단면의 일부를 개략적으로 도시하는 도면이다. 이하에서, 제 1 실시태양의 구성요소들과 동일한 구성요소들의 설명은 동일한 부호로 표시함으로써 생략될 것이다.
- [0092] 본 실시태양의 촉매체(100)에서, 촉매 미세 입자들(1-a)은 반테르 바알스 힘, 물리적 흡착 또는 기타 등등에 의해 기질(10)의 표면에 고정된다. 본 실시태양의 촉매 미세 입자들(1-a)은 무기 미세 입자들에 고정되지 않으나 기질(10)의 표면에 직접 고정된다. 촉매 미세 입자들(1-a)의 입자 지름은 제 1 실시태양의 입자 지름과 동일한 것이 바람직하다.
- [0093] 기질(10)에 의해 지지될 촉매 미세 입자들(1-a)의 양은 기질(10)의 양에 대해 바람직하게는 0.5 내지 20질량%, 더욱 바람직하게는 0.5 내지 10질량%이다. 이것은 양이 20질량% 이상인 경우, 촉매 미세 입자들(1-a)은 합쳐져서 촉매 활성을 감소시킨다.
- [0094] 기질(10) 상에 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지하는 방법은 특히 제한되지 않는다. 이 방법의 구체적인 예들은 공동침전 방법, 증착-침전 방법, 솔-겔 방법, 적하를 사용하는 중화-침전 방법, 환원제 첨가 방법, pH-제어를 사용하는 중화-침전 방법, 및 카복실산 금속염 첨가 방법을 포함할 수 있다. 상기 방법들은 담체의 종류에 따라 적절하게 사용될 수 있다.
- [0095] 이하에서, 본 발명의 촉매체를 조절하는 방법은 증착-침전 방법을 참조하여 구체적으로 기술될 것이다. 증착-침전 방법에서, 그 안에 용해된 금 화합물을 함유하는 수용액이 20 내지 90℃의 온도, 바람직하게는 교반하면서 50 내지 70℃의 온도에서 먼저 가열되면서, 용액의 pH는 알칼리성 용액으로 3 내지 10, 바람직하게는 5 내지 8로 조절된다. 조절된 용액은 기질(10)에 첨가된 후, 100 내지 200℃에서 건조되었다.
- [0096] 금 화합물 수용액의 예들은 $\text{HAuCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, NH_4AuCl_4 , $\text{KAuCl}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{KAu}(\text{CN})_4$, Na_2AuCl_4 , $\text{KAuBr}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 및 NaAuBr_4 를 포함할 수 있다. 금 화합물의 농도는 바람직하게는 1×10^{-2} 내지 1×10^{-5} mol/L이다.
- [0097] 본 실시태양에 따라, 촉매 미세 입자들(1-a)은 기질(10)에 직접 고정된다. 따라서, 기질 자체가 담체로 작용한다. 또한, 담체 미세 입자들은 필수적이지 않으며, 촉매 미세 입자들의 합쳐짐 억제 효과가 얻어질 수 있다.
- [0098] 본 실시태양에 따라, 촉매 미세 입자들(1-a)은 프로모터를 가진 혼합 입자들 또는 복합 입자들일 수 있다.
- [0099] 촉매체(100)에서, 촉매 미세 입자들(1-a) 이외에, 망간, 코발트 또는 기타 등등의 산화물의 미세 입자들이 기질(10)의 표면상에 추가로 지지될 수 있다. 이것은 산화물 미세 입자들이 오랜 기간 동안 촉매 활성을 안정적으로 유지하도록 촉매 미세 입자들(1-a)에 대한 유해 물질의 접촉을 억제하기 때문이다. 특히, 산화물 미세 입자들은 플라즈마에 의해 분해되지 않는 무기 물질의 유해 물질이 촉매 미세 입자들(1-a)에 부착되는 것을 예방할 수 있으며, 따라서, 효과적이다. 본 실시태양에서, 금(Au)이 촉매 미세 입자들(1-a)로 사용된다. 그러나, 제 1 실시태양에 예시한 Pt, CeO_2 , PdO 또는 기타 등등이 사용되는 경우에도, 촉매체(100)는 유사하게 제조될 수 있다.
- [0100] (제 3 실시태양)

- [0101] 다음으로, 제 3 실시태양이 기술될 것이다. 도 4는 본 실시태양에 따른 촉매체(100)의 단면의 일부를 개략적으로 도시하는 도면이다. 제 3 실시태양의 촉매체(100)에서, 환기 방향으로 투과성인 용기는 촉매 미세 입자들(1-a)이 고정되는 다량의 무기 입자들(1-c)로 채워진다. 처리될 가스를 함유하는 가스가 도 4에 도시된 환기 방향으로 흐를 때, 가스는 무기 입자들(1-c) 사이의 공간을 통과하여 무기 입자들(1-c) 상의 촉매 미세 입자들(1-a)과 접촉하게 된다. 그 결과, 산화 분해 반응은 처리될 가스를 CO₂로 전환하도록 가속된다. 본 실시태양의 촉매 미세 입자들(1-a)을 지지하는 무기 입자들(1-c)을 위한 용기는 투과성이 유지되고 무기 입자들(1-c)이 외부로 새지 않는 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 이 구조에서, 가스가 이를 통해 안으로 통과하는 면 및 가스가 이를 통해 밖으로 통과하는 면은 무기 입자들(1-c)의 입자 지름보다 더 작은 크기를 가진 구멍을 가질 수 있다. 용기를 위한 재료는 특히 제한되지 않으며, 상기 실시태양에서 기질(10)을 위한 재료가 사용될 수 있다.
- [0102] 본 실시태양의 무기 입자들(1-c)을 위한 재료로서, 무기 입자들(1-b)의 물질과 동일한 물질이 사용될 수 있다. 사용될 재료는 분해될 가스의 종류에 따라 선택된다. 무기 입자들(1-c)의 평균 입자 지름은 100 μ m 이상 및 5,000 μ m 이하, 바람직하게는 100 μ m 내지 1,000 μ m일 수 있다. 무기 입자들은 단독으로 사용될 수 있거나 이의 둘 이상의 종류가 혼합물로 사용될 수 있다.
- [0103] 촉매 미세 입자들(1-a)은 무기 입자들(1-c)의 표면에 고정된다. 무기 입자들(1-c) 및 촉매 미세 입자들(1-a)의 복합 입자들(다른 기능성 미세 입자들과 조합으로 사용될 때, 기본 입자들로서 무기 입자들(1-c)의 복합 입자들, 촉매 미세 입자들(1-a) 및 다른 기능성 미세 입자들이 제조된다)을 제조하는 방법은 무기 입자들(1-c)이 촉매 미세 입자들(1-a)과 결합될 수 있는 한 특히 제한되지 않는다. 예를 들어, 무기 입자들(1-c) 및 하부 입자들(촉매 미세 입자들(1-a))이 막대사발에서 혼합될 때, 촉매 미세 입자들(1-a)이 무기 입자들(1-c)에 삽입되는 복합 입자들이 형성될 수 있다. 또한, 복합 입자들은 기계화학적 방법에 의해 형성될 수 있다. 기계화학적 방법의 예들은 무기 입자들(1-c)이 촉매 미세 입자들(1-a)과 충돌하여 무기 입자들(1-c)을 하부 입자들에 기계적으로 결합하는 고속 기류 충돌 방법 및 고압이 무기 입자들(1-c)과 촉매 미세 입자들(1-a)에 인가되어 발생된 에너지에 의해 무기 입자들(1-c)을 촉매 미세 입자들(1-a)에 결합하는 표면 융합 방법을 포함할 수 있다.
- [0104] 고정을 위해 무기 입자들(1-c)에 촉매 미세 입자들(1-a)을 삽입함으로써 복합 입자들을 형성할 수 있는 장치로서, 일반적인 목적의 볼 밀이 예시된다. 장치의 추가 예들은 카와타 엠에프귀사에 의해 제조된 슈퍼 믹서를 포함하는 회전 블레이드 형태 장치 및 아사다 아이론 워크사에 의해 제조된 페인트 셰이커(PAINT SHAKER)를 포함하는 진동 형태 장치를 포함할 수 있다. 또한, 나라 머시너리사에 의해 제조된 하이브리드제이션 시스템(등록 상표), 호소카와 마이크로론사에 의해 제조된 메카노퓨전(등록 상표) 및 매질 슬러리 건조기가 예시될 수 있다. 그러나, 장치는 상기 장치에 특별히 제한되지는 않는다.
- [0105] 다른 혼합 방법에서, 예를 들어, 텀블링 볼 밀, 고속 회전 분쇄기, 고속 기류 충돌 형태 분쇄기, 매질 교반 밀 또는 기계적 융합 장치가 사용될 수 있다. 고속 회전 분쇄기, 교반 속도, 매질량, 교반 시간 및 기타 등등의 작동 인자가 조절된다. 조절에 의해, 무기 입자들(1-c)에 촉매 미세 입자들(1-a)을 삽입하는 정도(깊이)가 조절될 수 있다. 고속 기류 충돌 형태 분쇄기의 작동 인자로서, 담체 가스의 압력, 잔류 시간 및 기타 등등이 조절된다. 조절에 의해, 무기 입자들(1-c)에 촉매 미세 입자들(1-a)을 삽입하는 정도가 조절될 수 있다.
- [0106] 조합 공정에서, 무기 입자들(1-c) 및 촉매 미세 입자들(1-a)은 상기한 대로 복합 미세 입자들을 제조할 수 있는 조합된 장치에 공급되어 무기 입자들(1-c)에 대한 촉매 미세 입자들(1-a)의 비는 0.5질량% 이상 및 40질량% 미만이다. 장치를 사용하는 조합 공정에서, 부드러운 표면을 가진 항바이러스체의 복합 미세 입자들은 교반 시간 또는 기타 등등의 조절에 의해 형성될 수 있다. 조합 공정에서, 촉매 미세 입자들(1-a)이 무기 입자들(1-c)에 삽입된다. 형성된 복합 미세 입자들은 서로 충돌하여 촉매 미세 입자들(1-a)을 무기 입자들(1-c)에 더욱 깊이 삽입한다. 그 결과, 부드러운 표면이 형성되어 촉매 미세 입자들(1-a)이 무기 입자들(1-c)의 표면으로부터 돌출되지 않는다.
- [0107] 본 실시태양에 따라, 촉매 미세 입자들(1-a)은 비교적 큰 입자 지름을 가진 무기 입자들(1-c)에 의해 지지된다. 이런 이유로, 촉매 미세 입자들(1-a)은 합쳐지지 않는다. 또한, 입자 지름이 크기 때문에, 입자들은 흩어지지 않을 것이다. 따라서, 촉매 미세 입자들이 기질에 고정되는 것이 필수적이지 않다.
- [0108] (제 4 실시태양)
- [0109] 제 4 실시태양이 다음에 기술될 것이다. 도 5는 본 실시태양에 따른 촉매체(100)의 단면의 일부를 개략적으로 도시하는 도면이다. 본 실시태양의 촉매체(100)에서, 촉매 미세 입자들(1-a)이 다공성 산화물 막의 미세구들 내부에 고정된다.

- [0110] 본 실시태양의 촉매체(100)에서, 산화물 막(4)이 기질(10)의 표면에 형성된다. 산화물 막(4)에, 여러 미세구(5)가 형성된다. 산화물 막(4)에 형성된 미세구들(5)의 각각은 촉매 미세 입자들(1-a)로 채워진다. 촉매체(100)는 투과성일 필요가 있기 때문에, 촉매체(100)를 통과하는 복수의 구멍이 펀칭에 의해 형성된다. 본 발명의 실시태양의 촉매체(100)는 산화물 막(4) 면 상의 촉매체(100)가 전극과 대치되며 가스 처리 장치(200)에 기류 방향의 상부면 쪽으로 향하도록 배치되는 것이 바람직하다.
- [0111] 촉매체(100)에서, 금속판은 양극 산화 처리를 받아 산화물 막을 형성하며, 부착에 의해 제 1 실시태양에 예시된 임의의 재료들로부터 형성된 기질(10)의 표면에 고정된다. 선택적으로, 기질(10)로서 금속판은 산화되어 기질(10)의 표면에 산화물 막(4)을 형성한다. 금속판의 예들은 알루미늄, 탄탈륨, 니오븀, 티타늄, 하프늄, 지르코늄, 아연, 텅스텐, 비스무트 및 안티몬을 포함할 수 있다. 미세구는 양극 산화에 의해 쉽게 형성되기 때문에, 알루미늄 및 티타늄이 바람직하다. 비록 금속판의 형태는 특별히 제한되지는 않으나, 이의 전체 두께는 바람직하게는 0.05 내지 1.0mm, 더욱 바람직하게는 0.08 내지 0.35mm 및 더욱 바람직하게는 0.1 내지 0.3mm이다.
- [0112] 산화 방법으로서, 임의의 공지된 방법이 사용될 수 있다. 예를 들어, 전류가 1 내지 10질량%의 산 농도를 가진 용액에서 산화물이 위에 양극으로 형성되어 있는 금속판을 통과하는 방법이 사용될 수 있다. 양극 산화 처리에 사용된 용액으로서, 예를 들어, 인산, 크롬산, 옥살산, 황산, 시트르산, 말론산 또는 타르타르산의 수용액이 사용될 수 있다. 결정성을 제어하기 위해서, 열 처리가 실행될 수 있다. γ -알루미나 또는 α -알루미나와 같은 결정성을 가진 산화물 막이 형성될 때, 스파크 방전이 탄산나트륨 또는 인산나트륨을 함유하는 수용액에서 알루미늄 상에 실행되는 방법 또는 황산수소나트륨 및 황산수소암모늄을 함유하는 용융 염에서 양극 산화를 실행하는 방법이 사용될 수 있다. 금속판의 금속 재료에 따라, 미세구들(5)이 양극 산화에 의해 형성된다. 산화에서 인가된 전압, 공정 온도, 공정 시간 및 기타 등등과 같은 조건들에 따라, 미세구들(5)의 지름, 미세구들 사이의 거리, 막 두께 및 기타 등등이 조절될 수 있다.
- [0113] 촉매 미세 입자들(1-a)은 산화물 막(4)의 표면에 흡착된다. 또한, 촉매 미세 입자들(1-a)은 산화물 막(4)에 고정되어 입자들은 처리될 가스와의 접촉에도 탈착되지 않는다. 촉매 미세 입자들(1-a)을 산화물 막(4)에 고정하는 방법은 특별히 제한되지는 않으며, 증착-침전 방법, 증착-환원 방법, 침지 방법, 이온 교환 방법, 공동침전 방법, 증착 방법, 반죽 방법, 수열 합성 방법 및 가스상 합성 방법과 같은 공지된 방법이 사용될 수 있다.
- [0114] 본 실시태양에 따라, 촉매 미세 입자들(1-a)이 금속 재료에 고정될 때, 입자들은 산화물 막(4)의 표면에 고정된다. 따라서, 강한 고정 효과가 얻어질 수 있다. 특히, 촉매 미세 입자들(1-a)이 양극 산화 처리에 의해 형성된 미세구들(5) 내부에 고정될 때, 입자들은 촉매체(100)에 더욱 강하게 고정된다. 따라서, 촉매 미세 입자들(1-a)이 떨어지는 것이 예방될 수 있고 촉매 효과는 오랜 기간 동안 안정하게 얻을 수 있다.
- [0115] 본 실시태양은 촉매 미세 입자들(1-a)이 산화물 막(4)에 직접 지지되도록 기술되었으나, 본 발명은 이 실시태양에 제한되지 않는다. 담체 미세 입자들(1-b)은 산화물 막(4)의 표면에 침전될 수 있고, 촉매 미세 입자들(1-a)은 담체 미세 입자들(1-b)의 표면에 의해 지지될 수 있다. 그러나, 촉매 미세 입자들(1-a)이 산화물 막(4)에 의해 직접 지지되는 방법을 사용하는 제조는 쉽다.
- [0116] (제 5 실시태양)
- [0117] 제 5 실시태양이 다음에 기술될 것이다. 도 6은 본 실시태양의 가스 처리 장치(300)의 개략도이다. 본 실시태양은 가스 처리 장치의 다른 실시태양이다. 구체적으로, 본 실시태양의 가스 처리 장치(300)는 제 1 실시태양에 기술된 복수의 가스 처리 장치(200)가 처리될 가스의 흐름 방향으로 적층되는 구조를 가진다.
- [0118] 본 실시태양에서, 가스 처리 장치(300)는 복수의 인가 전극(11), 복수의 접지 전극(12), 복수의 유전 재료(13), 복수의 촉매체(100) 및 전원(14)을 가진다. 본 실시태양의 가스 처리 장치(300)에서, 저온 플라즈마 반응층(8)은 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)가 교대로 배열됨으로써 구성된다. 촉매 미세 입자들을 지지하는 촉매체(100)의 각각은 저온 플라즈마 반응층(8)에서 인가 전극(11)과 접지 전극(12) 사이에 배치된다. 인가 전극(11), 촉매체(100), 유전 재료(13) 및 접지 전극(12)의 한 세트는 제 1 실시태양의 가스 처리 장치(200)에 해당한다. 복수의 인가 전극(11) 또는 복수의 접지 전극(12)이 제 1 전극으로 작용하고 다른 것이 제 2 전극으로 작용한다. 다른 복수의 인가 전극(11), 복수의 접지 전극(12), 복수의 유전 재료(13) 및 전원(14)이 플라즈마 생성 장치를 구성한다.
- [0119] 처리될 가스는 화살표 방향으로 가스 처리 장치(300) 속으로 흐르며, 분해된 가스는 화살표 b 방향으로 장치로부터 배출된다. 가스 처리 장치(300)에서, 플라즈마 반응층(8)은 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 촉매체(100)가 적층되는 다층 구조를 가진다. 촉매를 지지하는 촉매체(100)의 각각이 층들의 각각에 제공되어, 다층 구조

를 형성한다. 따라서, 처리될 가스 또는 기타 등등은 전극들 사이에서 강하게 산화될 수 있고 분해될 수 있다.

[0120] 본 실시태양에 따라, 다층 구조 때문에 다량의 가스가 효과적으로 산화되고 분해될 수 있다.

[0121] (제 6 실시태양)

[0122] 제 6 실시태양이 다음에 기술될 것이다. 도 7은 본 실시태양의 가스 처리 장치(400)의 개략도이다. 도 8은 본 실시태양의 가스 처리 장치(400)의 단면의 개략도이다. 도 7은 도 8에 도시된 구조를 가진 가스 처리 장치(400)를 확대한 상태를 도시하는 확대 투시도이다. 가스 처리 장치(400)에서, 인가 전극(11) 및 접지 전극(12)이 판 형태 또는 시트 형태 유전 재료(13)의 한 면과 다른 면에, 각각 제공된다. 이 구조에서, 전기 방전이 일어나서 유전 재료(13)의 양 면들에서 플라즈마를 생성한다. 본 실시태양의 가스 처리 장치(400)는 처리될 가스가 촉매체(100)의 면을 따라 흐른 후, 처리가 이어지는 점에서 가스 처리 장치(200) 및 가스 처리 장치(300)과 다르다. 이하에서, 본 실시태양의 가스 처리 장치(400)의 구성이 설명될 것이며, 상기 실시태양들의 구성요소들과 동일한 구성요소들의 설명은 동일한 부호들을 표시함으로써 생략될 것이다.

[0123] 본 실시태양의 인가 전극(11) 및 접지 전극(12)은 각각 다수의 전극으로 형성되는 빗-치아-형태 전극이다. 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)는 유전 재료(13)가 인가 전극(11)과 접지 전극(12)의 적어도 하나와 접촉하도록 배열된다. 따라서, 모든 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)가 가깝게 적층될 수 있다. 인가 전극(11) 및 접지 전극(12)은 촉매체(100)가 플라즈마 존재 영역(9)에 해당할 때 얇은 것이 바람직하다.

[0124] AC 고전압이 인가 전극(11) 및 접지 전극(12) 사이에 인가될 때, 연면 방전은 인가 전극(11)과 유전 재료(13) 사이에서 유전 재료(13) 상에서 발생하여 플라즈마를 생성한다. 유사하게, 연면 방전은 접지 전극(12)과 유전 재료(13) 사이에서 유전 재료(13)의 표면상에서 발생하여 플라즈마를 생성한다.

[0125] 촉매체(100)는 상기한 실시태양들에서 촉매체와 동일한 구성을 가진다. 도 7에 도시된 대로, 본 실시태양의 촉매체(100)는 인가 전극(11)과 접지 전극(12) 외부에 배치된다. 상기한 대로, 가스 처리 장치(400)에서, 처리될 가스는 촉매체(100)를 통해 흐르지 않으나, 촉매체(100)를 따라 흘러 CO₂로의 산화 분해 반응을 가속시킨다. 따라서, 본 실시태양의 촉매체(100)는 가스 처리 장치(200 및 300)에 사용된 투과성 구조 또는 투과성이 없는 시트 형태 구조 또는 판 형태 구조를 가질 수 있다.

[0126] 촉매체(100)가 불투과성 구조를 가질 때, 울통불통함이 엠보싱에 의해 표면상에 형성될 수 있다. 울통불통함이 촉매체(100)의 표면상에 형성될 때, 흐르는 가스와 접촉하는 면적은 증가한다. 또한, 처리될 가스의 CO₂로의 산화 분해 반응은 가속될 수 있다.

[0127] 도 7에 도시된 대로(화살표 c-d), 가스는 본 실시태양의 구조를 가진 가스 처리 장치(400)에서 가스의 처리 동안 빗-치아를 따라 인가 전극(11)의 빗-치아 사이에 흐른다. 가스가 접지 전극(12)의 면상에서 흐를 때, 빗-치아 형태 전극은 투과성일 수 있다. 가스는 인가 전극(11)의 빗-치아의 방향을 따라 투과성인 접지 전극(12)을 따라 흐른다(접지 전극(12) 면 상에 화살표 c-d로 도시됨). 이런 경우에, 촉매체(100)가 투과성일 때, 가스는 인접 촉매체(100)를 통해 전극면들로부터 통과할 수 있으며 가스는 전극들을 통해 촉매체(100)로부터 통과할 수 있다.

[0128] 전극들이 얇을 때, 플라즈마 존재 지역(9)은 도 8에 도시된 촉매체(100) 외부에 존재한다. 도 7의 화살표 a-b에 도시된 대로, 가스는 촉매체(100)의 외부로 흐를 수 있다. 따라서, 가스가 흐르는 동안 가스는 인가 전극(11)과 접지 전극(12) 외부에 배치된 촉매체(100)와 접촉한다. 이것이 처리될 가스의 CO₂로의 산화 분해 반응을 가속한다. 또한, 인가 전극(11)과 유전 재료(13) 사이의 전기 방전에 의해 생성된 플라즈마 및 접지 전극(12)과 유전 재료(13) 사이의 전기 방전에 의해 생성된 플라즈마는 CO의 CO₂로의 산화 분해 반응을 가속한다.

[0129] 본 실시태양은 가스가 촉매체(100)의 표면을 따라 흐른 후 처리될 때에도 처리될 가스를 함유하는 가스를 CO₂ 및 기타 등등으로 효과적으로 산화하고 분해하기 위해 처리될 가스의 CO₂로의 산화 분해 반응을 가속할 수 있는 가스 처리 장치(400)를 제공할 수 있다. 특히, 가스는 촉매체(100)의 표면을 따라 흐르기 때문에, 가스와 촉매체(100)의 접촉 시간은 증가하며, 촉매체(100)에 의한 반응 가속 효과는 처리될 가스의 CO₂로의 산화 분해 반응에서 얻을 수 있다.

[0130] 본 실시태양에서, 플라즈마는 유전 재료(13)의 두 면에서 전기 방전에 의해 생성될 수 있으며 가스는 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)의 한 세트에 의해 효과적으로 처리될 수 있다.

- [0131] 본 실시태양은 가스 처리 장치(400)로서, 인가 전극(11)이 유전 재료(13)의 한 면의 측면 상에 배치되며, 접지 전극(12)이 유전 재료(13)의 다른 면의 측면 상에 배치되며 촉매체(100)가 전극들의 외부에 배치되도록 기술되었다. 그러나, 본 발명은 이 실시태양에 제한되지 않는다. 가스 처리 장치는 촉매체(100)가 처리될 가스와 접촉하며, 가스가 플라즈마가 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)에 의해 생성되는 공간을 통해 흘러서, 플라즈마가 처리될 가스에 작용하는 구조를 가질 수 있다. 구체적으로, 촉매 미세 입자들(1-a)이 유전 재료의 표면에 고정되고, 유전 재료(13)가 촉매체(100)로서의 기능을 가질 때, 촉매체(100)는 생략될 수 있다. 또한, 촉매체(100)의 외부에 전극을 배치하는 방법, 전극의 표면에 촉매체(100)를 고정하는 방법 또는 이의 둘 이상의 종류의 조합이 채택될 수 있다. 촉매체(100) 및 유전 재료(13)가 투과성일 때, 처리될 가스는 빗-치아를 따르지 않으며 촉매체(100) 또는 유전 재료(13)의 표면에 수직인 방향으로 흐를 수 있다.
- [0132] (제 7 실시태양)
- [0133] 제 7 실시태양이 다음에 기술될 것이다. 도 9는 본 실시태양의 가스 처리 장치(500)를 개략적으로 도시하는 도면이다. 본 실시태양의 가스 처리 장치(500)는 제 6 실시태양의 가스 처리 장치(400)의 변형예이다.
- [0134] 가스 처리 장치(500)는 적층 전극(11 및 12) 및 유전 재료(13)의 방향으로 제 6 실시태양의 복수의 가스 처리 장치(400)를 적층함으로써 구성된다. 가스 처리 장치(500)에서, 처리될 가스는 가스 처리 장치(400)의 가스 흐름 채널과 유사하게 촉매체(100)를 통해 전극들의 빗-치아 사이의 공간으로부터 흐른다. 선택적으로, 가스 처리 장치들(400)이 적층될 때, 장치들 사이에 간격이 제공되어 플라즈마 존재 지역은 차단되지 않고 가스는 이 간격을 통해 흐른다. 촉매체(100)와 플라즈마의 사용은 처리될 가스의 CO₂로의 산화 분해 반응을 가속한다.
- [0135] 본 실시태양에 따라, 가스 처리 장치(500)는 복수의 가스 처리 장치들(400)을 적층함으로써 구성된다. 따라서, 처리될 가스가 효과적으로 산화되고 분해될 수 있는 효과가 얻어질 수 있다.
- [0136] (제 8 실시태양)
- [0137] 제 8 실시태양이 다음에 기술될 것이다. 도 10은 본 실시태양의 한 예로서 가스 처리 장치(600)의 단면의 일부를 개략적으로 도시하는 도면이다. 본 실시태양의 가스 처리 장치(600)에서, 플라즈마는 무성 방전에 의해 생성된다.
- [0138] 가스 처리 장치(600)에서, 저온 플라즈마 반응층에 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)가 제공되며 이에 의해 플라즈마는 고전압 전원(14)에 의해 인가된 전압에 의해 생성되며, 촉매체(100)가 두 전극 사이에 제공된다. 전극들, 유전 재료(13) 및 촉매체(100)는 가깝게 적층된다. 도 10에서, 인가 전극(11)과 접지 전극(12)이 적층되어 각각은 유전 재료(13)와 가깝게 접촉한다. 그러나, 유전 재료(13)는 이들 중 단지 임의의 하나에 제공될 수 있다.
- [0139] 촉매체(100)는 유전 재료(13)와 가깝게 접촉되거나 되지 않을 수 있다. 촉매체가 두 측면에서 유전 재료와 가깝게 접촉할 때, 촉매체(100)는 투과성일 필요가 있다. 촉매체(100)가 적어도 하나의 유전 재료(13)와 가깝게 접촉하지 않을 때, 촉매체(100)는 투과성이 아닐 수 있다. 본 실시태양의 가스 처리 장치(600)에서, 가스는 도 10의 화살표 방향으로 유입되며 가스는 화살표 b 방향으로 다른 말단면으로부터 배출된다. 따라서, 가스가 분해된다. 가스 처리 장치(600)가 다층 구조를 가질 때, 가스 처리 장치(600)가 제공되어 다량의 가스가 효과적으로 분해될 수 있고 처리될 가스는 처리될 가스의 양 및 유속과 같은 사용 조건에 따라 효과적으로 산화되고 분해될 수 있다. 촉매체(100)는 단층 또는 다층일 수 있으며, 선택적으로 세트될 수 있다.
- [0140] (제 9 실시태양)
- [0141] 제 9 실시태양이 다음에 기술될 것이다. 도 11은 본 실시태양의 가스 처리 장치(700)의 단면의 일부를 개략적으로 도시하는 도면이다. 본 실시태양의 가스 처리 장치(700)에서, 플라즈마는 무성 방전에 의해 생성되어 가스를 분해한다.
- [0142] 가스 처리 장치(700)는 원통 인가 전극(11), 원통 접지 전극(12) 및 원통 촉매체(100)가 환상 고리 형태로 반지름 방향으로 외부로 적층되는 원통 구조를 가진다. 저온 플라즈마 반응층(8)에 인가 전극(11), 접지 전극(12) 및 유전 재료(13)가 제공되며 이에 의해 플라즈마는 고전압 전원(14)에 의해 인가된 전압에 의해 생성되며, 촉매체(100)가 두 전극 사이에 제공된다. 도 11에서, 인가 전극(11)과 접지 전극(12)이 적층되어 각각은 유전 재료(13)와 가깝게 접촉한다. 그러나, 유전 재료(13)는 이들 중 단지 임의의 하나에 제공될 수 있다.
- [0143] 촉매체(100)는 유전 재료(13)와 가깝게 접촉되거나 되지 않을 수 있다. 가스 처리 장치(700)에서, 가스는 두 원

통 말단의 한 측면으로부터 유입되며 가스는 다른 측면으로부터 배출된다. 따라서, 가스가 분해된다. 가스 처리 장치(700)의 플라즈마 반응층(8)은 환상 고리 형태 다층 구조를 가질 수 있다. 다층 구조에서, 다량의 가스가 제 5 실시태양의 가스 처리 장치(300)(도 6) 또는 제 7 실시태양의 가스 처리 장치(500)(도 9)의 다층 구조와 유사하게 효과적으로 분해될 수 있다. 플라즈마 반응층(8)이 제공되어 처리될 가스는 처리될 가스의 양 및 유속과 같은 사용 조건에 따라 효과적으로 산화되고 분해될 수 있다. 이 경우에, 촉매체(100)의 하나 이상의 환상 고리 형태의 층들은 선택적으로 세트될 수 있다.

[0144] (제 10 실시태양)

[0145] 제 10 실시태양이 다음에 기술될 것이다. 도 12는 본 실시태양의 가스 처리 장치(800)의 구성을 도시하는 개략도이다. 본 실시태양의 가스 처리 장치(800)는 제 9 실시태양에 기술된 4개의 원통 가스 처리 장치(700)의 조합으로 구성된다. 따라서, 복수의 원통 가스 처리 장치(700)가 조합되어, 다량의 가스가 처리될 수 있다.

[0146] 도 12의 가스 처리 장치(800)에서, 가스 처리 장치(700)는 2행과 2열로 배열된다. 본 발명은 이런 배열에 제한되지 않는다. 가스 처리 장치(700)는 가스 처리 장치(800)가 배치되는 장소의 형태에 따라 적절하게 배열될 수 있다. 예를 들어, 복수의 가스 처리 장치(700)가 1행 또는 1열로 배열될 수 있거나 가스 처리 장치(800)의 단면이 직사각형, 사다리꼴 및 삼각형과 같은 다각형 또는 원형이게 배열될 수 있다.

[0147] 실시예들

[0148] 이하에서, 본 발명은 실시예들을 참조하여 더욱 구체적으로 기술될 것이다. 그러나, 본 발명은 이런 실시예들에 제한되지 않는다.

[0149] (촉매체(1)의 제조)

[0150] 알루미늄 우븐 직물(100mm x 100mm, NITIVY사로부터 구입가능)의 표면을 알칼리성 세제로 세척한 후 이온 교환수로 세척하였다. 알루미늄 우븐 직물을 메탄올에 담근 후 건조기로 건조하였다. 그런 후에 알루미늄 우븐 직물을 알루미늄 솔(니산 케미컬 인터스트리사로부터 구입가능)에 담그고, 과량의 알루미늄 솔을 송풍기로 제거하였다. 직물을 2분 동안 110℃에서 일시적으로 건조한 후, 2시간 동안 1,300℃에서 구웠다. 백금 나노입자들의 콜로이드 용액(TOKURIKI HONTEN사로부터 구입가능)을 분사에 의해 처리된 알루미늄 우븐 직물에 도포하였다. 다음으로, 알루미늄 우븐 직물을 4시간 동안 600℃에서 건조하여 백금을 지지하는 α -알루미나층(제 2 실시태양의 촉매체에 해당)을 가진 알루미늄 우븐 직물(촉매체)를 제조하였다. 이때에, 지지된 백금의 양은 ICP로 측정하였고, 1.5중량%인 것으로 확인되었다.

[0151] (촉매체(2)의 제조)

[0152] 막자사발에서 0.5중량%의 백금 비스(아세틸아세토네이트)를 500 μ m의 지름과 99.99중량%의 순도를 가진 α -알루미나 비드(타이메이 케미컬사로부터 구입가능)에 혼합하여 알루미늄 비드의 표면에 백금 아세틸아세토네이트를 지지시켰다. 다음으로, 백금 아세틸아세토네이트를 지지하는 알루미늄 비드를 전기로에서 4시간 동안 450℃에서 구워 0.9중량%의 백금을 지지하는 촉매체(제 3 실시태양의 촉매체에 해당)를 얻었다. 촉매는 입자들이었다. 따라서, 촉매가 촉매체로 실제 사용될 때, 용기에 촉매를 채워서 입자들이 누출되지 않으면서 투과성은 유지되어 처리될 가스가 촉매를 통과하게 하고 플라즈마가 존재하게 한다. 실시예들에서, 도 10에 도시된 장치는 하기한 대로 가스 처리 장치로서 사용하였다. 따라서, 촉매를 투과성 메시로 감싼 후 촉매체로서 사용하였다.

[0153] (촉매체(3)의 제조)

[0154] 0.2mm의 두께를 가진 99.7중량%의 알루미늄 판(100mm x 100mm)을 NaHSO₄와 NH₄HSO₄를 1:1의 중량비로 혼합하고 혼합물을 170℃에서 가열하여 제조된 용융 염에 담갔다. SUS304를 카운터 전극으로 사용하고, 담겨진 알루미늄을 양극으로 사용하고, 170V의 전위를 인가하여 다공성 α -알루미나로 제조한 산화물 막을 형성하였다. 다음으로, 막을 물로 세척하고 건조하였다. Pt(NO₂)₂(NH₃)₂의 2.0중량%의 수용액을 분사하여 막에 도포하고, 전기로에서 4시간 동안 450℃에서 구워 1.2g/m² 백금을 지지하는 판 형태 촉매체(제 4 실시태양의 촉매체에 해당)를 얻었다.

[0155] (저온 플라즈마 반응기(가스 처리 장치))

[0156] 실시예들에서, 저온 플라즈마를 생성하는 장치로서, 도 10에 도시된 저온 플라즈마 인가 장치가 제공된 가스 처

리 장치(600)를 사용하였다. 접지 전극(12)을 알루미늄 판으로 형성하였고, 인가 전극(11)을 유전 재료(13)의 외부에 구리 테이프로 형성하였다. 유전 재료(13)는 α -알루미나이었다. 반응에 사용된 백금 지지 촉매체(100)를 인가 전극(11)과 접촉하는 유전 재료(13) 및 접지 전극(12)과 접촉하는 다른 유전 재료(13) 사이의 간격(1mm)에 배치하였다. 촉매체(100)는 상기한 대로 제조된 촉매체의 3종류의 각각이다.

[0157] 가스 처리 장치(600)에서, 처리될 가스는 도 10의 화살표 방향으로 유입되고 화살표 b 방향으로 배출되기 때문에(따라서 가스는 화살표 b 방향 이외의 방향으로부터 누출되지 않는다), 가스 흐름 방향에 평행한 두 측면에 있는 면들(도 10의 종이 표면상의 앞 측면 및 더 깊은 측면에서 촉매체(100)의 면들)를 바이닐 클로라이드로 제조된 하우징으로 코팅한다.

[0158] 가스 처리 장치(600)에 의해 전압을 인가 전극(11)과 접지 전극(12) 사이에 인가하여 인가 전극(11)과 접지 전극(12)에 의해 형성된 플라즈마 반응층에 플라즈마를 생성하였다. 에틸렌(C_2H_4) 가스를 처리될 가스로 흐르게 하여, 실온에서 C_2H_4 를 제거(분해)하는 테스트를 실행하였다.

[0159] 플라즈마의 생성을 위해, 함수 발생기와 고전압 증폭기가 제공된 AC 고전압 전원을 사용하였다. 인가된 전압을 0 내지 20kVpk-pk의 범위로 설정하였다. 방전 출력을 V-Q 리사주 방법에 의해 측정하였다.

[0160] C_2H_4 산화 테스트에서, C_2H_4 가스의 최초 농도와 유속을 각각 50ppm 및 200mL/min로 조절하여, C_2H_4 가스가 가스 처리 장치(600)를 통해 흐르게 하였다. 가스 처리 장치(600)를 통과하는 가스를 2.4m의 광 경로 길이를 가진 가스 셀이 장착된 FTIR을 사용하여 가스 분석하였고 C_2H_4 , CO 및 CO_2 의 정량 분석을 실행하였다.

[0161] C_2H_4 가스가 가스 처리 장치(600)를 통해 흐르게 하고 플라즈마를 인가하였다. 플라즈마 인가 15분 후 C_2H_4 , CO 및 CO_2 의 농도를 반응 후 가스 농도로 사용하였다. C_2H_4 제거율, CO 발생율 및 CO_2 발생율을 다음과 같이 측정하였다.

[0162] C_2H_4 제거율(%) = $\{(C_2H_4 \text{의 최초 농도} - \text{반응 후 } C_2H_4 \text{의 농도}) / C_2H_4 \text{의 최초 농도}\} \times 100$

[0163] CO 발생율(%) = $[(\text{반응 후 CO의 농도}) / \{(C_2H_4 \text{의 최초 농도}) \times 2\}] \times 100$

[0164] CO_2 발생율(%) = $[(\text{반응 후 } CO_2 \text{의 농도}) / \{(C_2H_4 \text{의 최초 농도}) \times 2\}] \times 100$

[0165] 분해된 에틸렌으로부터 발생된 CO 또는 CO_2 이외의 반응 중간체의 비율을 다음과 같이 측정하였다.

[0166] 반응 중간체 발생율(%) = $C_2H_4 \text{ 제거율(}\%) - CO \text{ 발생율(}\%) - CO_2 \text{ 발생율(}\%)$

[0167] 실시예 1 내지 21

[0168] 촉매 미세 입자들로서, Pt 이외에 CeO_2 , PdO, 및 Au를 사용하였다. 표 1에서, 촉매체의 형태로서, 촉매체(1)의 제조에서 제조된 α -알루미나 층에 의해 형성된 알루미늄 우븐 직물의 형태(우븐 직물 형태)는 a로 나타내어진다. 촉매체(2)의 제조에서 제조된 500 μ m의 평균 입자 지름을 가진 α -알루미나 입자들의 형태(비드 형태)는 b로 나타내어진다. 촉매체(3)의 제조에서 유사하게 제조된 다공성 α -알루미나로 형성된 산화물 막을 가진 알루미늄 판(판 형태)은 c로 나타내어진다. 전원(14)에 의한 방전 출력은 0.5, 1.0 및 3.0W이었고, 전원의 출력 주파수는 0.05, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 5.0, 7.0, 및 9.0 kHz이었다.

[0169] 비교예 1 및 2

[0170] 비교예 1에서, Pt를 촉매로 사용하였고, (우븐 직물 형태)를 촉매의 형태로 사용하였고 에틸렌 가스가 (단지 촉매를 사용하여) 플라즈마의 인가 없이 흐르게 하였다. 비교예 2에서, 촉매를 사용하지 않았고, 플라즈마를 1.0W의 방전 출력과 1.0kHz의 전원을 출력 주파수로 인가하였다.

[0171] 실시예 및 비교예의 조건의 세부 사항 및 에틸렌의 분해 결과는 표 1에 도시된다.

표 1

	촉매 구성요소	촉매체	방전 출력 (W)	주파수 (kHz)	에틸렌 제거율 (%)	CO ₂ 발생율 (%)	CO 발생율 (%)	중간체 발생율 (%)	생성된 오존 농 도(ppm)
실시예 1	Pt/Al ₂ O ₃	a	0.5	0.5	90.4	90.4	0.0	0.0	N.D. ¹⁾
실시예 2				0.75	88.2	88.2	0.0	0.0	DITTO
실시예 3				1.0	86.1	86.1	0.0	0.0	DITTO
실시예 4				1.5	84.3	84.3	0.0	0.0	DITTO
실시예 5	Pt/Al ₂ O ₃	a	1.0	0.75	93.3	93.3	0.0	0.0	DITTO
실시예 6				1.0	90.0	90.0	0.0	0.0	DITTO
실시예 7				1.5	87.2	87.2	0.0	0.0	DITTO
실시예 8				2.0	81.3	81.3	0.0	0.0	DITTO
실시예 9				3.0	72.1	72.1	0.0	0.0	DITTO
실시예 10	Pt/Al ₂ O ₃	b	1.0	1.0	87.5	87.5	0.0	0.0	DITTO
실시예 11		c		1.0	86.8	86.8	0.0	0.0	DITTO
실시예 12	CeO ₂	a	1.0	1.0	79.1	79.1	0.0	0.0	DITTO
실시예 13	Pt/Al ₂ O ₃			1.0	67.2	67.2	0.0	0.0	DITTO
실시예 14	Pt/Al ₂ O ₃			1.0	58.5	58.5	0.0	0.0	DITTO
실시예 15	Pt/Al ₂ O ₃	a	3.0	1.0	85.3	85.3	0.0	0.0	DITTO
실시예 16				3.0	79.7	79.7	0.0	0.0	DITTO
실시예 17				5.0	51.9	51.9	0.0	0.0	DITTO
실시예 18				7.0	29.1	29.1	0.0	0.0	DITTO
실시예 19	Pt/Al ₂ O ₃	a	0.5	0.05	78.4	76.1	2.3	0.0	23.0
실시예 20			1.0	0.05	92.9	83.0	9.9	0.0	104.0
실시예 21			3.0	9	0.0	0.0	0.0	0.0	N.D
비교예 1	Pt/Al ₂ O ₃	a	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	N.D
비교예 2	-	-	1.0	1.0	97.3	17.3	24.8	55.2	206.0

1) N.D(탐지되지 않음) : 탐지 한계보다 낮다

상기 결과들로부터, 에틸렌은 촉매만을 사용하여 분해되지 않았다는 것을 확인하였다(비교예 1). 또한, 에틸렌은 분해되었으나, 플라즈마만을 사용하여 CO₂로 완전히 산화되고 분해되지 않았다는 것을 확인하였다(비교예 2). 또한 다량의 CO가 잔존하였고 다량의 중간체 및 오존이 발생되었다는 것을 확인하였다. 또한, 에틸렌은 0.5kHz 미만의 주파수에서 CO₂로 완전히 분해되지 않았고, CO가 잔존하였고, 오존이 발생되었다는 것을 확인하였다. 7kHz 초과 주파수에서, 에틸렌의 제거율은 현저하게 감소하였다는 것을 확인하였다.

처리될 가스로서 CO 가스가 가스 처리 장치(600)를 통과하게 하였고, 플라즈마를 인가하였다. 플라즈마 인가 15분 후 CO 및 CO₂의 농도를 반응 후 가스 농도로 사용하였다. CO 제거율 및 CO₂ 발생율을 다음과 같이 측정하였다.

CO 제거율(%) = {(CO의 최초 농도 - 반응 후 CO의 농도)/CO의 최초 농도} x 100

CO₂ 발생율(%) = [(반응 후 CO₂의 농도)/(CO의 최초 농도)] x 100

실시예 22 내지 23

촉매 미세 입자들로서, Au를 사용하였다. 지지된 지르코늄을 사용하였다. 전원(14)에 의한 방전 출력은 0.5, 1.0 및 3.0W이었고 전원의 출력 주파수는 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 및 15 kHz이었다.

비교예 3 및 4

비교예 3에서, Au를 촉매로 사용하였고, (우븐 직물 형태)를 촉매의 형태로 사용하였고 CO 가스를 (촉매만을 사

용하여) 플라즈마의 인가 없이 흐르게 하였다. 비교예 4에서, 촉매를 사용하지 않았고, 플라즈마를 1.0W의 방전 출력과 1.0kHz의 전원의 출력 주파수에서 인가하였다.

[0182] 실시예 및 비교예의 조건의 세부 사항 및 CO 가스 처리의 결과는 표 2에 도시된다.

표 2

[0183]

	촉매 구성요소	촉매체	방전 출력 (W)	주파수 (kHz)	CO 제거율 (%)	CO ₂ 발생율 (%)	중간체 발생율 (%)	생성된 오존 농도(ppm)
실시예 22	Au/ZrO ₂	a	0.5	6.0	90.7	90.7	0.0	N.D. ¹⁾
실시예 23				7.0	90.6	90.6	0.0	DITTO
실시예 24				8.0	91.2	91.2	0.0	DITTO
실시예 25			1.0	9.0	90.4	90.4	0.0	DITTO
실시예 26				11.0	89.8	89.8	0.0	DITTO
실시예 27				12.0	90.5	90.5	0.0	DITTO
실시예 28			3.0	13.0	91.4	91.4	0.0	DITTO
실시예 29				14.0	90.7	90.7	0.0	DITTO
실시예 30				15.0	90.0	90.0	0.0	DITTO
실시예 31	Au/ZrO ₂	a	0.5	0.05	90.2	90.2	0.0	321.0
실시예 32			1.0	0.1	91.6	91.6	0.0	524.0
실시예 33			3.0	0.05	91.8	91.8	0.0	1134.0
비교예 3	Au/ZrO ₂	a	-	-	85.8	85.8	0.0	N.D
비교예 4	-	-	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	352.0

[0184] 1) N.D(탐지되지 않음) : 탐지 한계보다 낮다

[0185] 상기 결과로부터, 중간체의 발생은 CO 가스의 CO₂로의 산화 동안 확인되지 않았다. CO는 촉매만을 사용하여 플라즈마의 인가 없이 산화되었다(비교예 3). 그러나, 플라즈마와 촉매를 조합하여 사용하는 경우에, CO 제거율의 증가가 확인되었다. 플라즈마만을 사용하는 경우(비교예 4), CO의 산화는 확인되지 않았다. 또한, CO는 0.5kHz 미만의 주파수에서 CO₂로 완전히 분해되지 않았고(실시예 31 내지 33), CO가 잔존하였고, 오존이 발생되었다는 것을 확인하였다.

[0186] 뒤이어, CO 가스를 흐르게 하고 CO 산화 테스트를 시간에 따른 실온에서 실행하였다. CO 산화 테스트에서, CO 가스의 최초 농도와 유속을 각각 1,000ppm 및 500mL/min로 조절하여, CO 가스가 가스 처리 장치(600)를 통해 흐르게 하였다. 가스 처리 장치(600)를 통과하는 가스를 2.4m의 광 경로 길이를 가진 가스 셀이 장착된 FTIR을 사용하여 가스 분석하였고 CO 및 CO₂의 정량 분석을 실행하였다.

[0187] 실시예 34

[0188] 실시예 22와 유사하게, Au/ZrO₂를 촉매 미세 입자로 사용하였다. 촉매체의 형태는 (우븐 직물 형태)이었고, 전원(14)에 의한 방전 출력은 0.5W이었고, 전원의 출력 주파수는 6kHz이었다.

[0189] 비교예 5

[0190] Au를 촉매로 사용하였고, 촉매의 형태는 (우븐 직물 형태)이었고, 플라즈마를 인가하지 않았다.

[0191] 실시예 및 비교예의 조건의 세부 사항 및 시간에 따른 CO 산화 테스트의 결과는 표 3에 도시된다.

표 3

[0192]

	촉매 구성요소	촉매체	방전 출력 (W)	주파수 (kHz)	CO 제거율(%)	
					가스 흐름 시간(hr)	
					0	20
실시예 34	Au/ZrO ₂	a	0.5	6.0	90.7	87.7

비교예 5	Au/ZrO ₂	a	-	-	85.3	60.3
-------	---------------------	---	---	---	------	------

[0193] 플라즈마를 사용하지 않는 경우에(비교예 5), CO 제거율의 감소가 확인되었다.

[0194] MEK(CH₃COC₂H₅) 가스가 가스 처리 장치(600)를 통해 흐르게 하였고, 플라즈마를 인가하였다. 플라즈마 인가 15분 후 MEK, CO 및 CO₂의 농도를 반응 후 가스 농도로 사용하였다. MEK 제거율, CO 발생율 및 CO₂ 발생율을 다음과 같이 측정하였다.

[0195] MEK 제거율(%) = {(MEK의 최초 농도 - 반응 후 MEK의 농도)/MEK의 최초 농도} x 100

[0196] CO 발생율(%) = [(반응 후 CO의 농도)/{(MEK의 최초 농도) x 4}] x 100

[0197] CO₂ 발생율(%) = [(반응 후 CO₂의 농도)/{(MEK의 최초 농도) x 4}] x 100

[0198] 분해된 MEK로부터 발생된 CO 또는 CO₂ 이외의 반응 중간체의 비율을 다음과 같이 측정하였다.

[0199] 반응 중간체 발생율(%) = MEK 제거율(%) - CO 발생율(%) - CO₂ 발생율(%)

[0200] 실시예 35 내지 46

[0201] 촉매 미세 입자들로서, CeO₂를 사용하였다. 전원(14)에 의한 방전 출력은 1.0, 2.0, 5.0 및 7.0W이었고 전원의 출력 주파수는 0.05, 1, 3, 5, 6, 8, 10, 15, 및 20 kHz이었다.

[0202] 비교예 6 및 7

[0203] 비교예 6에서, CeO₂를 촉매로 사용하였고, 촉매의 형태는 (우분 식물 형태)이었고, MEK 가스를 (촉매만을 사용하여) 플라즈마의 인가 없이 흐르게 하였다. 비교예 7에서, 촉매를 사용하지 않았고, 플라즈마를 1.0W의 방전 출력과 1.0kHz의 전원의 출력 주파수에서 인가하였다.

[0204] 실시예 및 비교예의 조건의 세부 사항 및 MEK의 분해 결과는 표 4에 도시된다.

표 4

	촉매 구성요소	촉매 체	방전 출력 (W)	주파수 (kHz)	MEK 제거율 (%)	CO ₂ 발생율 (%)	CO 발생율 (%)	중간체 발생율 (%)	생성된 오존 농 도(ppm)
실시예 35	CeO ₂	a	2.0	1.0	80.3	80.3	0.0	0.0	N.D. ¹⁾
실시예 36				3.0	74.8	74.8	0.0	0.0	DITTO
실시예 37				5.0	54.2	54.2	0.0	0.0	DITTO
실시예 38			5.0	3.0	91.3	91.3	0.0	0.0	DITTO
실시예 39				6.0	68.1	68.1	0.0	0.0	DITTO
실시예 40				8.0	55.5	55.5	0.0	0.0	DITTO
실시예 41			7.0	8.0	91.5	91.5	0.0	0.0	DITTO
실시예 42				10.0	70.4	70.4	0.0	0.0	DITTO
실시예 43				15.0	51.1	51.1	0.0	0.0	DITTO
실시예 44	CeO ₂	a	1.0	0.05	14.8	5.1	7.2	2.5	326.0
실시예 45			5.0	0.05	78.4	76.1	2.3	0.0	1432.0
실시예 46			1.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	N.D
비교예 6	CeO ₂	a	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	DITTO
비교예 7	-	-	1.0	1.0	33.2	3.5	13.3	16.4	296.0

[0206] 1) N.D(탐지되지 않음) : 탐지 한계보다 낮다

[0207] 상기 결과들로부터, MEK 가스는 촉매만을 사용하여 분해되지 않았다는 것을 확인하였다(비교예 6). 또한, 플라즈마만을 사용하는 경우(비교예 7), MEK 가스는 분해되었으나, CO₂로 완전히 산화되고 분해되지 않았고, 다량의

CO가 잔존하였고 다량의 중간체 및 오존이 발생되었다는 것을 확인하였다. 또한, MEK 가스는 0.5kHz 미만의 주파수에서 완전히 분해되지 않았고, CO가 잔존하였고, 오존이 발생되었다는 것을 확인하였다. 15kHz 초과 주파수에서, MEK 가스는 전혀 분해되지 않았다는 것을 확인하였다.

[0208] 뒤이어, 톨루엔(C_7H_8) 가스가 가스 처리 장치(600)를 통해 흐르게 하고 플라즈마를 인가하였다. 플라즈마 인가 15분 후 C_7H_8 , CO 및 CO_2 의 농도를 반응 후 가스 농도로 사용하였다.

[0209] C_7H_8 제거율, CO 발생율 및 CO_2 발생율을 다음과 같이 측정하였다.

[0210] C_7H_8 제거율(%) = $\{(C_7H_8 \text{의 최초 농도} - \text{반응 후 } C_7H_8 \text{의 농도}) / C_7H_8 \text{의 최초 농도}\} \times 100$

[0211] CO 발생율(%) = $[(\text{반응 후 CO의 농도}) / \{(C_7H_8 \text{의 최초 농도}) \times 7\}] \times 100$

[0212] CO_2 발생율(%) = $[(\text{반응 후 } CO_2 \text{의 농도}) / \{(C_7H_8 \text{의 최초 농도}) \times 7\}] \times 100$

[0213] 분해된 C_7H_8 로부터 발생된 CO 또는 CO_2 이외의 반응 중간체의 비율을 다음과 같이 측정하였다.

[0214] 반응 중간체 발생율(%) = C_7H_8 제거율(%) - CO 발생율(%) - CO_2 발생율(%)

[0215] 실시예 47 내지 51

[0216] 촉매 미세 입자들로서, PdO를 사용하였다. 표 1에서, 촉매체의 형태로서, 촉매체(1)의 제조에서 제조된 α -알루미나 층에 의해 형성된 알루미나 우븐 직물의 형태(우븐 직물 형태)는 a로 나타내어진다. 촉매체(2)의 제조에서 제조된 $500\mu m$ 의 평균 입자 지름을 가진 α -알루미나 입자들의 형태(비드 형태)는 b로 나타내어진다. 촉매체(3)의 제조에서 유사하게 제조된 다공성 α -알루미나로 형성된 산화물 막을 가진 알루미나 판(판 형태)은 c로 나타내어진다. 전원(14)에 의한 방전 출력은 1.0, 5.0 및 7.0W이었고, 전원의 출력 주파수는 0.5, 6.0, 및 15.0 kHz이었다.

[0217] 비교예 8 및 9

[0218] PdO를 촉매로 사용하였고, 촉매의 형태는 (우븐 직물 형태)이었고, 전원의 출력 주파수는 0.5W이었다.

[0219] 실시예 및 비교예의 조건의 세부 사항 및 C_7H_8 의 분해 결과는 표 5에 도시된다.

표 5

	촉매 구성요소	촉매 체	방전 출력 (W)	주파수 (kHz)	C_7H_8 제거율 (%)	CO_2 발생율 (%)	CO 발생율 (%)	중간체 발생율 (%)	생성된 오존 농 도(ppm)
실시예 47	PdO/ZrO ₂	a	1.0	0.5	77.4	77.4	0.0	0.0	N.D. ¹⁾
실시예 48			5.0	6.0	83.5	83.5	0.0	0.0	DITTO
실시예 49			7.0	15.0	85.2	85.2	0.0	0.0	DITTO
실시예 50	PdO/ZrO ₂	a	1.0	0.1	25.2	11.1	10.8	3.3	324.0
실시예 51			7.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	N.D
비교예 8	PdO/ZrO ₂	a	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	DITTO
비교예 9	-	-	1.0	0.5	25.6	11.2	5.0	9.4	523.0

[0221] 1) N.D(탐지되지 않음) : 탐지 한계보다 낮다

[0222] 상기 결과들로부터, C_7H_8 가스는 촉매만을 사용하여 분해되지 않았다는 것을 확인하였다(비교예 8). 또한, 플라즈마만을 사용하여(비교예 9) C_7H_8 가스는 분해되었으나, CO_2 로 완전히 산화되고 분해되지 않았고, 다량의 CO가 잔존하였고 다량의 중간체 및 오존이 발생되었다는 것을 확인하였다. 또한, C_7H_8 가스는 0.5kHz 미만의 주파수에서 완전히 분해되지 않았고, CO가 잔존하였고, 오존이 발생되었다는 것을 확인하였다. 15kHz 초과 주파수에서, C_7H_8 가스는 전혀 분해되지 않았다는 것을 확인하였다.

[0223] 비교예 10에서, PET 논우븐 직물을 실시예 30의 촉매체로서 알루미나 우븐 직물 대신 사용하였다. 실시예 30 및

비교예 10의 촉매체를 사용하였고, CO 가스를 흐르게 하고, 플라즈마를 4시간 동안 인가하였다. 기질의 상태가 관찰될 때, 알루미나 우븐 직물(실시예 30)의 변화가 발견되지 않았다. 그러나, PET 논우븐 직물(비교예 10)은 품질이 떨어졌고 낮은 플라즈마 내성이 확인되었다.

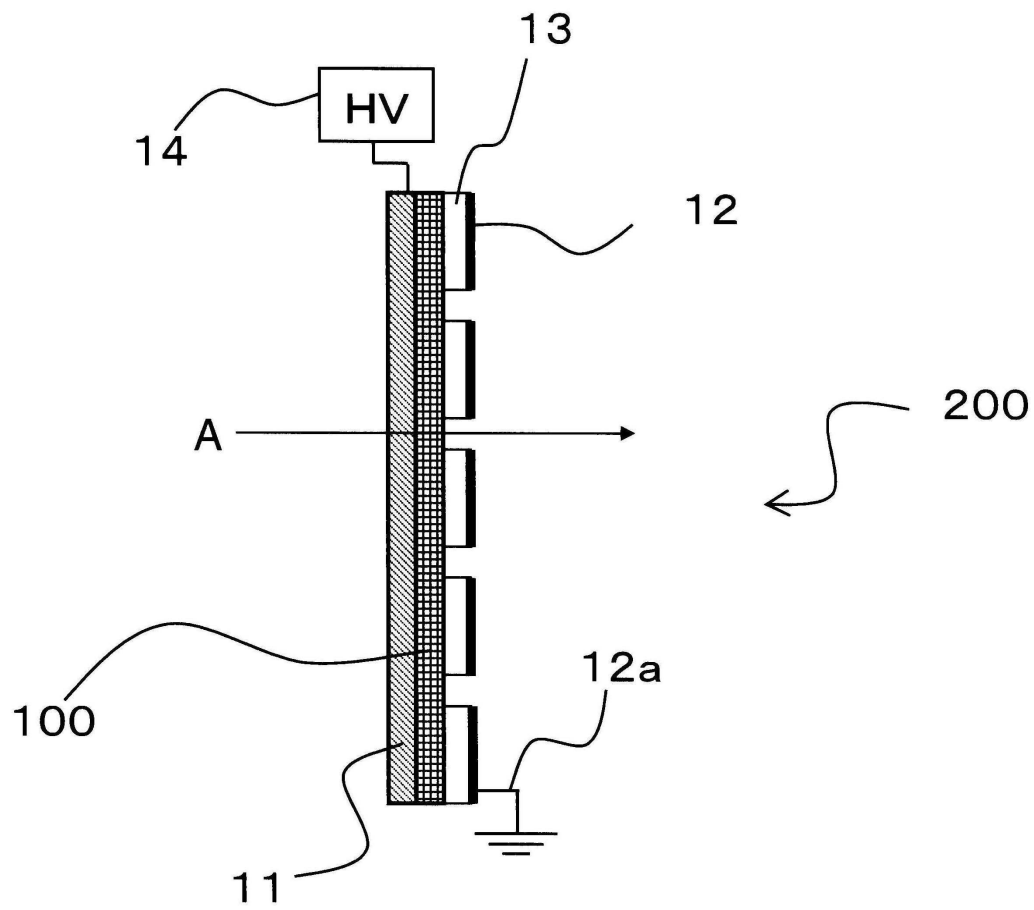
부호의 설명

[0224]

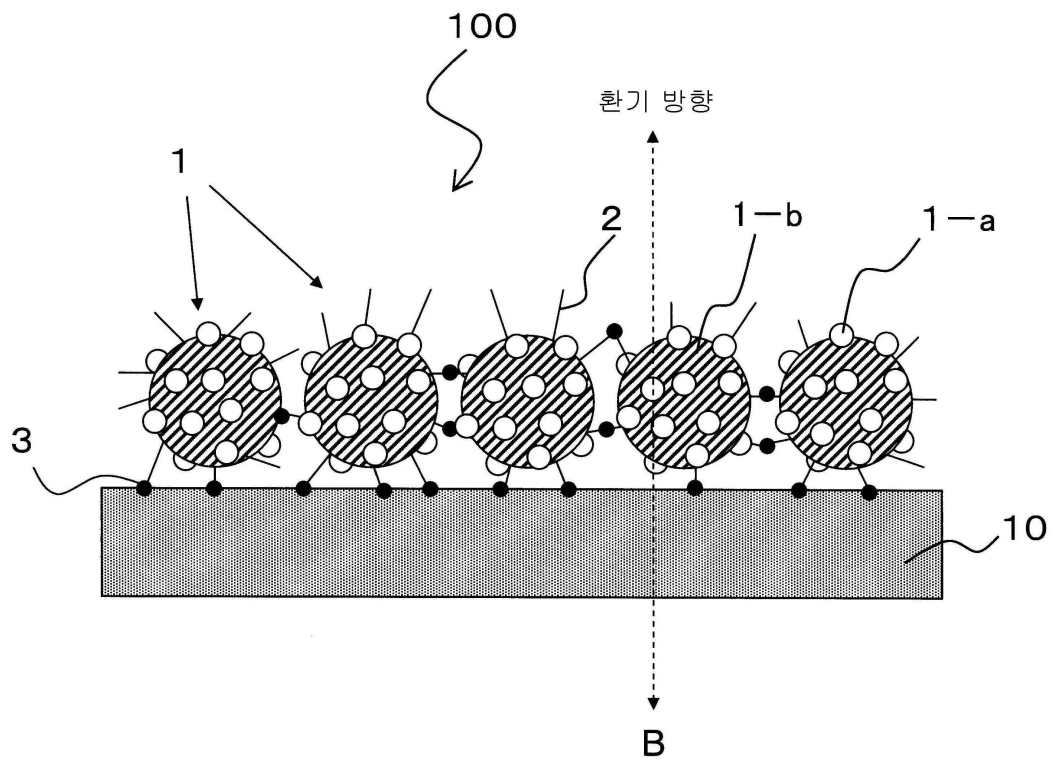
100	촉매체
200	가스 처리 장치
300	다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치
400	다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치
500	다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치
600	다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치
700	다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치
800	다른 실시태양에 따른 가스 처리 장치
1-a	촉매 미세 입자
1-b	무기 미세 입자
1-c	무기 입자
2	실레인 모노머
3	화학 결합
4	산화물 막
5	미세구
8	방전 공간
9	플라즈마 존재 지역
10	기질
11	인가 전극
12	접지 전극
13	유전 재료
14	전원

도면

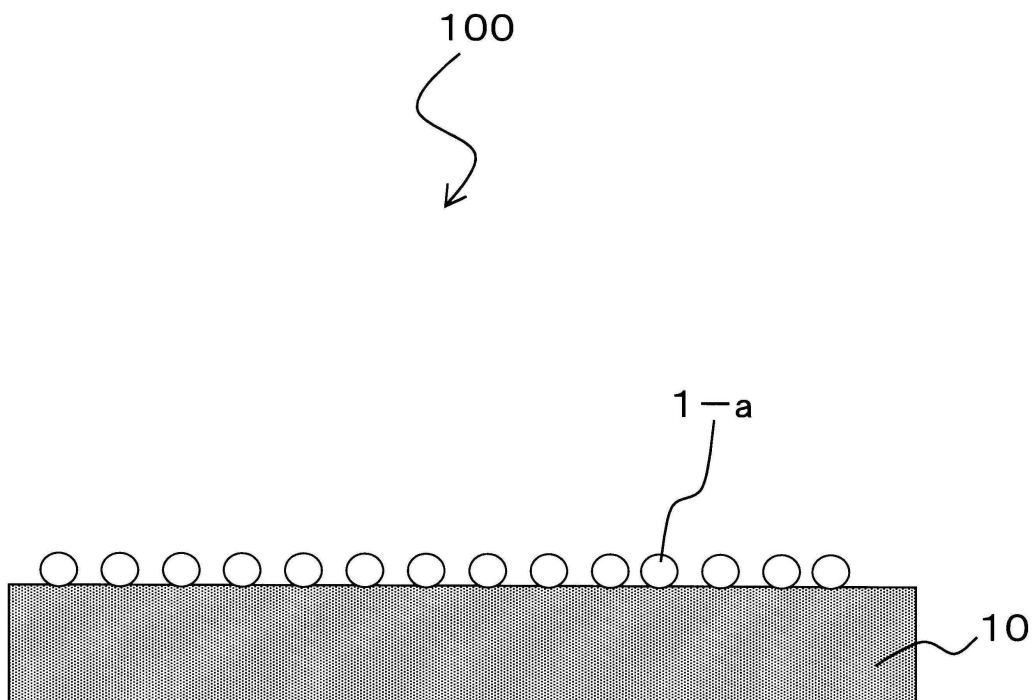
도면1



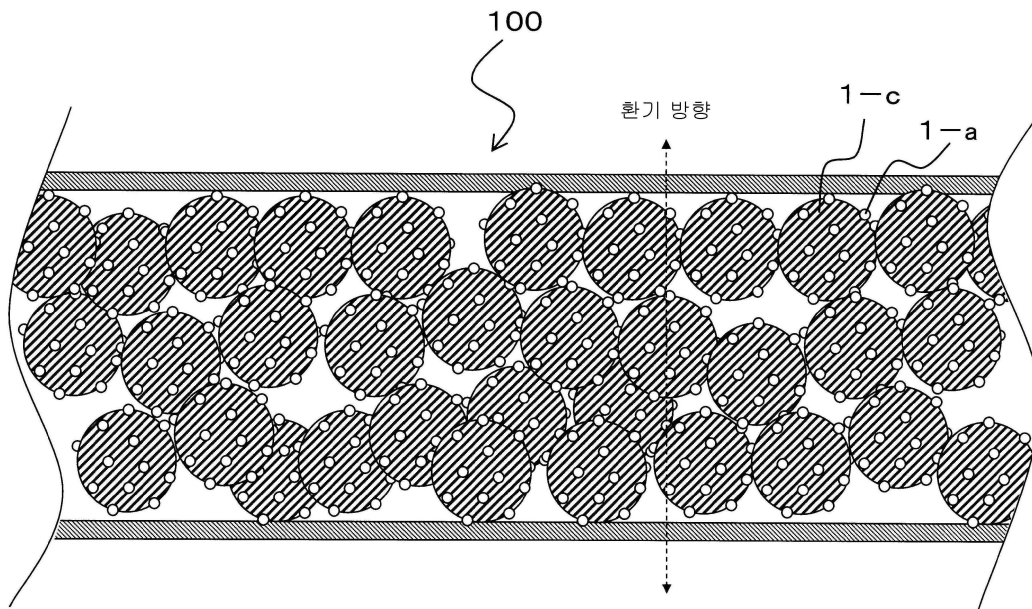
도면2



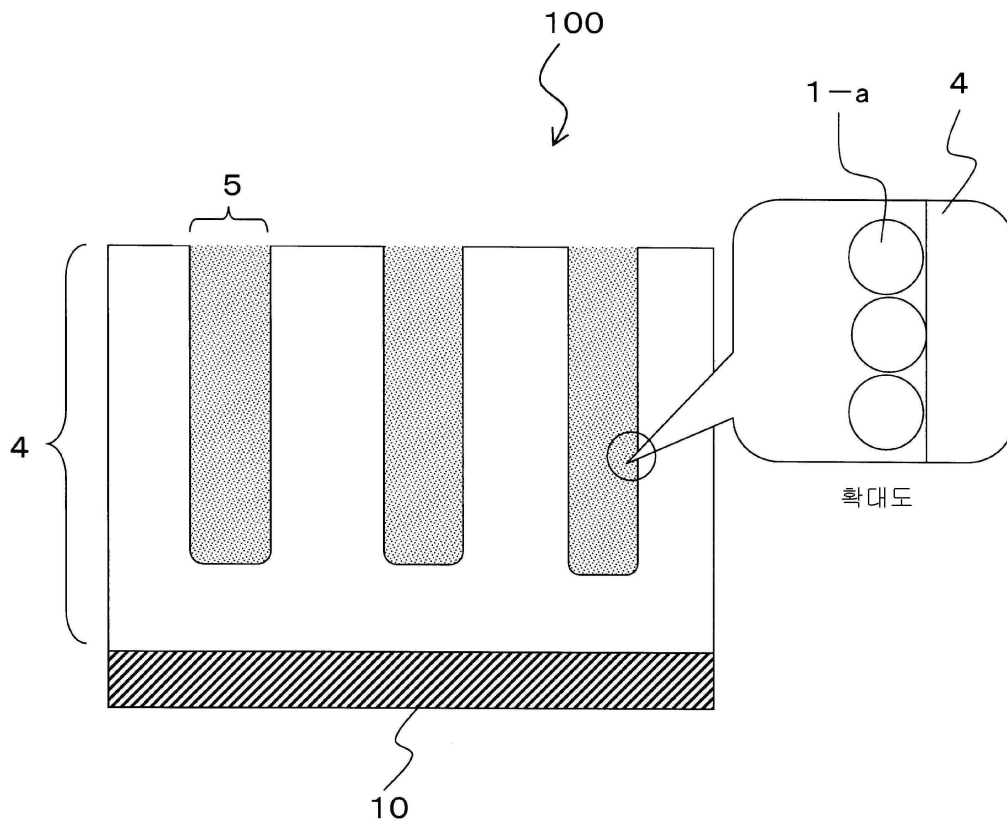
도면3



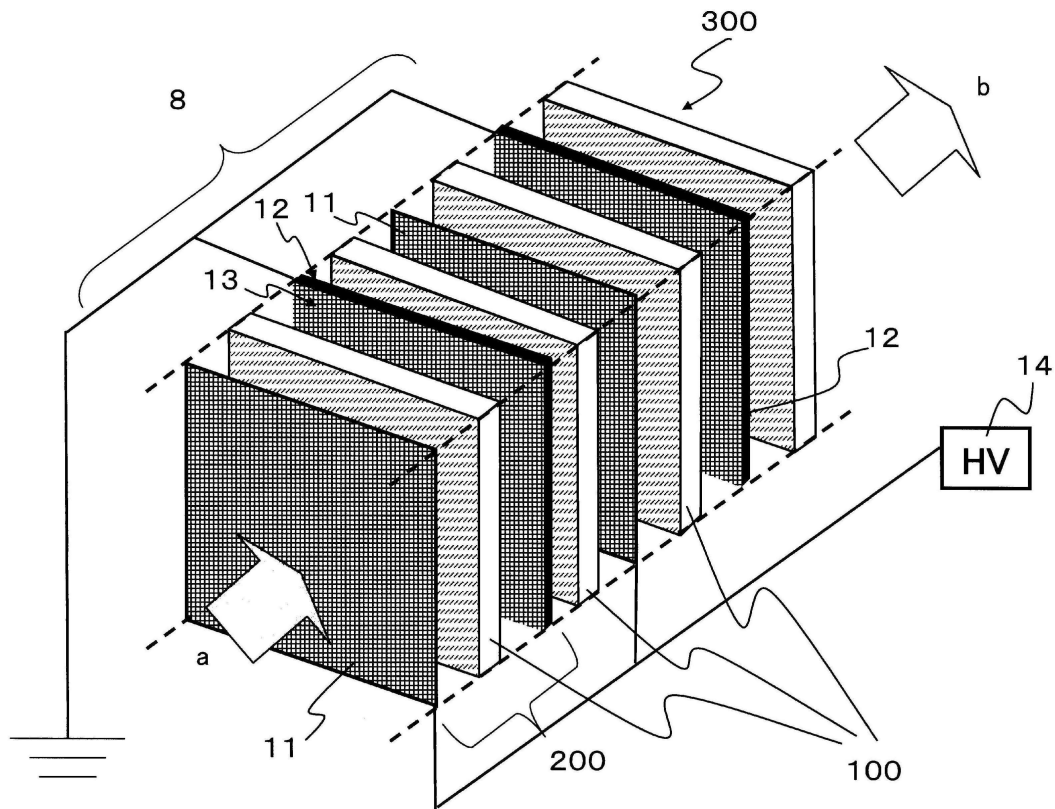
도면4



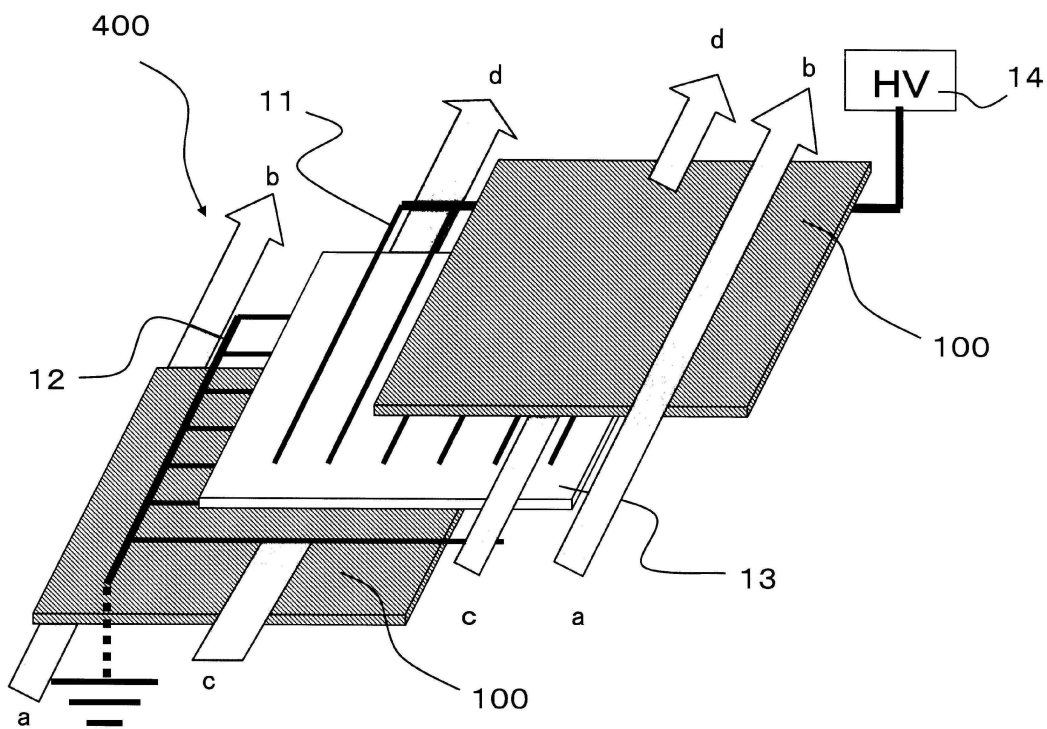
도면5



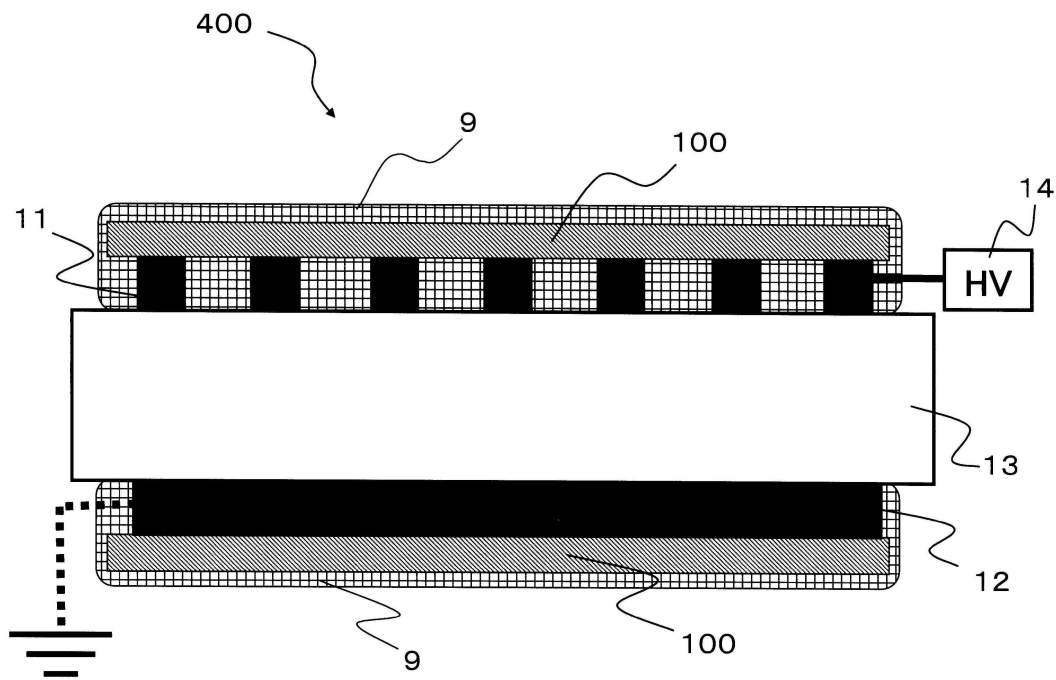
도면6



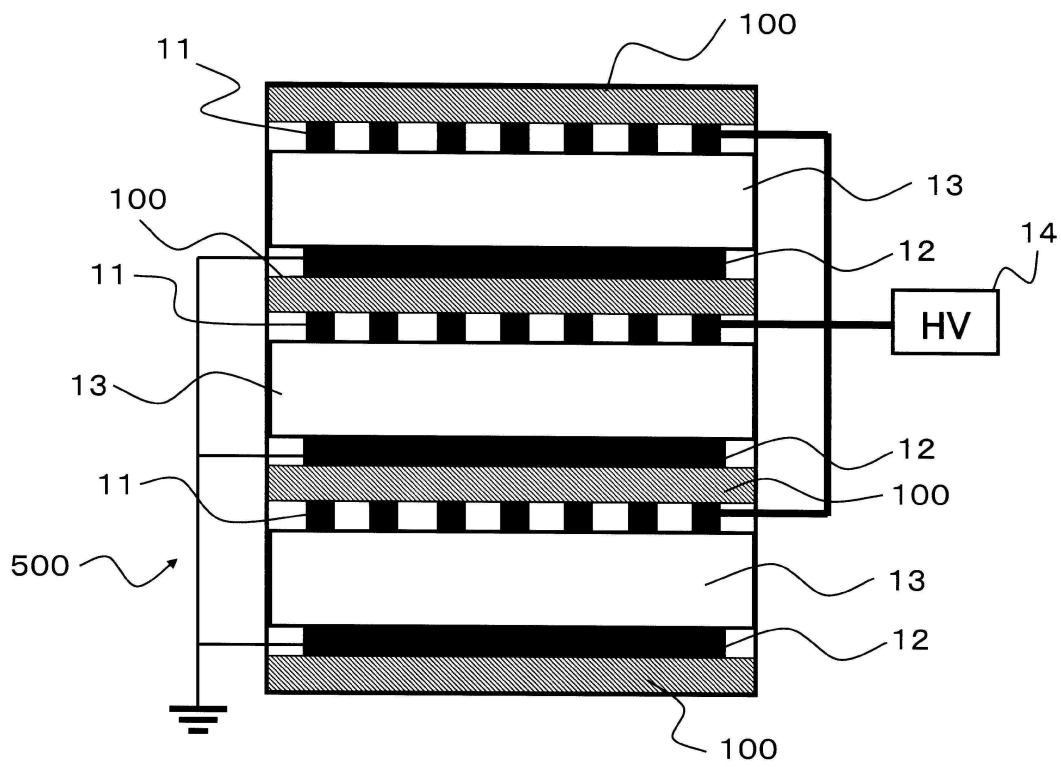
도면7



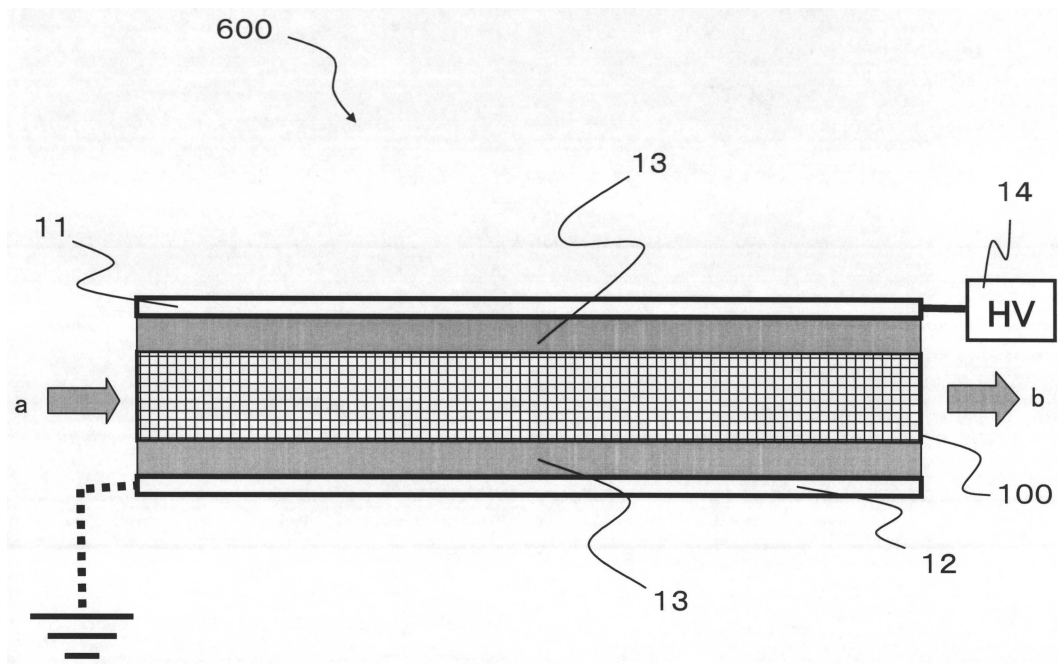
도면8



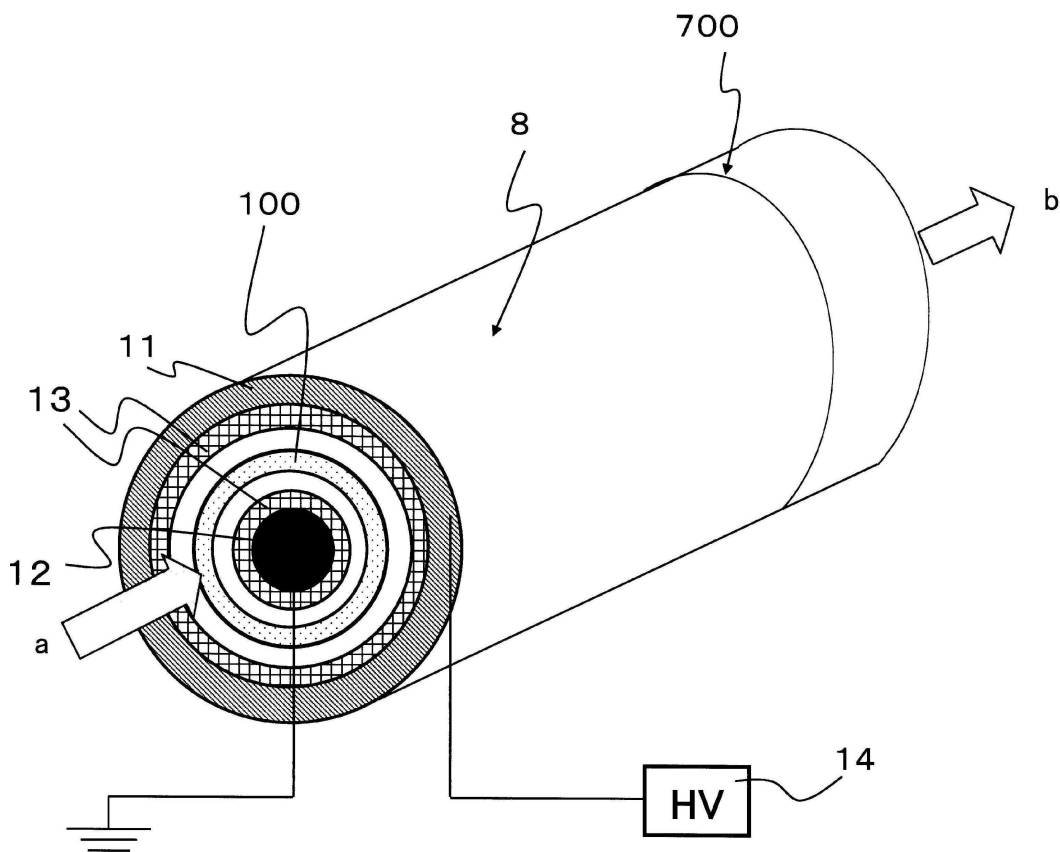
도면9



도면10



도면11



도면12

