(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0060631
(43) 공개일자 2022년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 53/75 (2006.01) *A61L 9/015* (2006.01)
B01D 53/86 (2006.01) *B01D 53/88* (2006.01)
B01J 37/02 (2006.01) *B01J 37/08* (2006.01)
C01B 13/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 53/75 (2013.01)
A61L 9/015 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0146377
(22) 출원일자 2020년11월04일
심사청구일자 2020년11월04일

(71) 출원인
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
(72) 발명자
최준환
경상남도 창원시 성산구 원이대로863번길 7
(74) 대리인
이인행

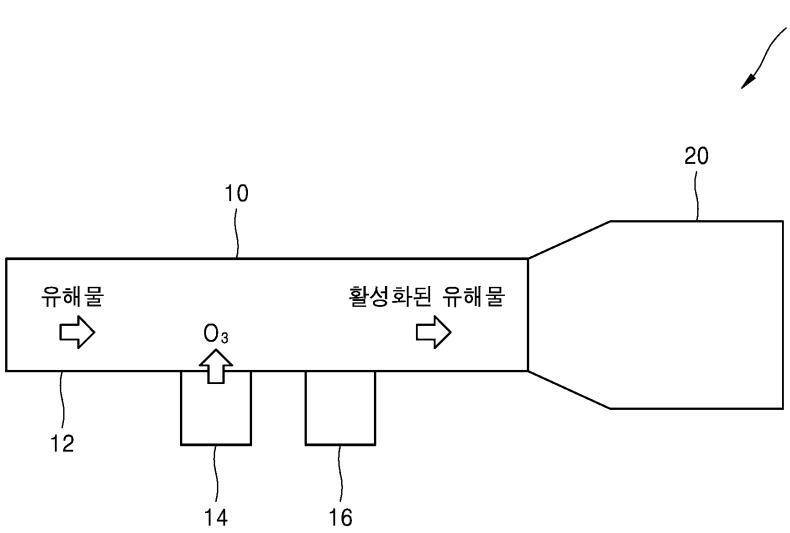
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치, 그 제조 방법, 및 이를 포함하는 유해물 제거 시스템**

(57) 요 약

본 발명은, 오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치, 그 제조 방법, 및 이를 포함하는 유해물 제거 시스템을 제공한다. 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유해물 제거장치는, 오존을 발생하여 상온에서 유해물을 활성화하는 상온 오존 활성화 모듈; 및 상기 상온 오존 활성화 모듈에서 발생한 상기 오존에 의하여 활성화된 상기 유해물을 제거하는 유해물 제거 촉매 모듈;을 포함하고, 상기 유해물 제거 촉매 모듈은, 전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로를 구비하고, 기공을 구비하는 다공성 구조를 가지는, 발열담체; 및 상기 유로가 구비된 상기 발열담체의 표면의 적어도 일부분에 형성되고, 상기 유로를 통과하는 상기 유해물 및 잔류 오존의 분해 반응을 촉진하는 촉매물질을 포함하는 촉매 영역;을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01D 53/8675 (2013.01)
B01D 53/88 (2013.01)
B01J 37/02 (2013.01)
B01J 37/08 (2013.01)
C01B 13/10 (2013.01)
B01D 2255/10 (2013.01)
B01D 2255/20 (2013.01)
B01D 2255/30 (2013.01)
B01D 2255/40 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711120161
과제번호	PNK6770
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	국가과학기술연구회
연구사업명	재료연구소 운영비지원사업
연구과제명	저온 촉매 응용 유해활성종 제거 소재 개발(2/5)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

오존을 발생하여 상온에서 유해물을 활성화하는 상온 오존 활성화 모듈; 및

상기 상온 오존 활성화 모듈에서 발생한 상기 오존에 의하여 활성화된 상기 유해물을 제거하는 유해물 제거 촉매 모듈;을 포함하고,

상기 유해물 제거 촉매 모듈은,

전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로를 구비하고, 기공을 구비하는 다공성 구조를 가지는, 발열담체; 및

상기 유로가 구비된 상기 발열담체의 표면의 적어도 일부분에 형성되고, 상기 유로를 통과하는 상기 유해물 및 잔류 오존의 분해 반응을 촉진하는 촉매물질을 포함하는 촉매 영역;을 포함하는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 촉매 영역은,

상기 발열담체의 상기 기공 내에 제1 촉매물질 담지량을 가지는 제1 촉매층; 및

상기 발열담체의 내부 표면 상에 도포되고, 상기 제1 촉매물질 담지량에 비하여 높은 제2 촉매물질 담지량을 가지는 제2 촉매층;을 포함하는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제1 촉매물질 담지량은 0 g/L 초과 내지 50 g/L의 범위인,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제2 촉매물질 담지량은 10 g/L 내지 220 g/L의 범위인,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 제1 촉매층은 상기 발열담체의 내부 표면 상에 도포되고,

상기 제2 촉매층은 상기 제1 촉매층의 표면 상에 도포되는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 발열담체는 20 부피% 내지 70 부피% 범위의 기공도를 가지는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 유해물 제거 촉매 모듈은, 0.1 Ω 내지 1000 Ω 범위의 저항을 가지는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 발열담체의 일부 영역과 연결된 전극;을 더 포함하는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 발열담체는 SiC계 화합물, AlN계 화합물, $BaTiO_3$계 화합물, 니켈-크롬계 합금, 철-니켈계 합금, 철-크롬계 합금, 스테인레스강, 및 칸탈계 합금 중 적어도 어느 하나를 포함하는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 발열담체는 일단부에서 타단부로 연장되는 복수의 유로를 포함하는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 발열담체는 다공질 금속(metal foam)을 포함하는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 촉매물질은, Pt, Pd, Rh, Ru, Fe, Cu, Ni, Mn, Co, Ag, Au, V, Ti 및 Mo 중 적어도 어느 하나를 포함하는 금속, 상기 금속을 하나 이상 포함하는 화합물 또는 상기 금속을 하나 이상 포함하는 산화물을 포함하거나, 또는 MnO_2, Mn_2O_3, MnO, Mn_3O_4, CeO_2, TiO_2, CuO, V_2O_5, ZnO, SnO_2, SiO_2, 제올라이트 및 Al_2O_3 중 적어도 어느 하나를 포함하는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 촉매물질은 도핑된 원소를 더 포함하는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 촉매 영역은 촉매 활성을 가속하는 조촉매 및 상기 발열담체와의 부착력을 제공하는 결합제를 더 포함하는,

오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치.

청구항 15

상온 오존 활성화 모듈에서 활성화된 유해물 및 잔류 오존을 제거하는 유해물 제거 촉매 모듈을 제조하는 유해물 제거장치의 제조 방법으로서,

전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로를 구비하고, 기공을 구비하는 다공성 구조를 가지는, 발열담체를 제공하는 단계;

상기 발열담체의 상기 기공의 적어도 일부를 충진하고, 제1 촉매물질 담지량을 가지는 제1 촉매층을 형성하는 단계; 및

상기 발열담체의 내부 표면 상에 도포되고, 상기 제1 촉매물질 담지량에 비하여 높은 제2 촉매물질 담지량을 가지는 제2 촉매층을 형성하는 단계;를 포함하는,

유해물 제거장치의 제조 방법.

청구항 16

상온 오존 활성화 모듈에서 활성화된 유해물 및 잔류 오존을 제거하는 유해물 제거 촉매 모듈을 제조하는 유해물 제거장치의 제조 방법으로서,

전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로를 구비하고, 기공을 구비하는 다공성 구조를 가지는, 발열담체를 제공하는 단계;

상기 유로의 내면에 형성된 상기 기공의 적어도 일부 영역을 유체를 이용하여 충진하는 단계;

상기 유로의 외부에 배치된 촉매 용액을 압력 차이를 이용하여 상기 유로의 내부로 도입시켜 상기 유로의 내면에 상기 촉매 용액을 코팅하는 단계; 및

코팅된 상기 촉매 용액을 건조시켜 상기 유로의 내면에 촉매층을 형성하는 단계;를 포함하는,

유해물 제거장치의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 기술적 사상은 인체에 유해한 유해물을 제거하는 유해물 제거장치에 대한 것으로서, 보다 상세하게는 오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치, 그 제조 방법, 및 이를 포함하는 유해물 제거 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 환경에 대한 관심이 증가하면서 유해한 환경으로부터 생활환경을 보호하기 위한 기술들이 크게 주목받고 있다. 특히 인체에 대한 독성을 가지고 있거나 대기 환경을 크게 변화시키는 유해가스들을 효과적으로 제거하기 위한 기술들이 최근 활발하게 연구되고 있다. 이러한 유해가스들은 화학공정에 사용되며 인체에 치명적인 독성을 가지는 다양한 물질들 및 생명체들을 포함한다. 예를 들어, 상기 유해가스 중에서 휘발성유기화합물은 세계보건기구(WHO) 지정 1급 발암물질이 다수 포함되어 장기간 노출 시 면역력 저하에 따른 감기, 천식, 기관지염 등의 호흡기질환과 심혈관질환, 피부질환, 안구질환 등 각종 중증 질병을 야기한다. 또한 미세먼지의 대표 전구물질로, 배출 후 대기 중에서 2차 미세먼지를 형성하여 건강을 위협하고 대기질을 저하시키는 문제점이 있다.

[0003] 유해가스를 화학적으로 분해하여 제거하는 기술은 분해반응을 촉진하기 위해 촉매를 사용한다. 촉매를 이용한 반응에서는 촉매 효율을 극대화하기 위하여 통상 작동 온도 범위로 가열하여 사용한다. 일반적으로 가열원은 촉매모듈의 외부에 배치되며, 외부 가열을 이용하는 경우에는 에너지 손실이 커서 낮은 에너지를 필요로 하는 분

야에서는 적합하지 않다. 또한 기존 유해가스를 저감하는 기술의 경우, 대부분 집중화된 대형 저감설비를 통해 이루어지며, 유해가스가 비교적 높은 농도로 발생하는 산업 현장에 주로 설치되고 있어, 국민들의 실거주 환경에 직접 적용하기는 어려운 문제점이 있다. 더 나아가 펠렛 또는 파우더 형의 촉매에서는 간단한 구조로 대규모 유해물질 제거 장치에 사용하지만 다량의 촉매 사용에 따른 고비용화 및 주기적 교체가 필요하다는 점에서 실내에서 소형화/범용화된 저감 장치의 기술 개발이 시급한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는 메탄 등의 탄화수소, 산화질소(NO_x), 휘발성유기화합물이나 각종 악취와 같은 각종 유해가스를 효과적으로 제거하기 위한 것으로서, 유해가스의 산화 반응 또는 환원 반응이 자체 발열되는 발열모노리스 촉매 내에서 수행되는 오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치, 그 제조 방법, 및 이를 포함하는 유해물 제거 시스템을 제공하는 것이다.

[0005] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 관점에 의하면, 오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치, 그 제조 방법, 및 이를 포함하는 유해물 제거 시스템을 제공한다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치는, 오존을 발생하여 상온에서 유해물을 활성화하는 상온 오존 활성화 모듈; 및 상기 상온 오존 활성화 모듈에서 발생한 상기 오존에 의하여 활성화된 상기 유해물을 제거하는 유해물 제거 촉매 모듈;을 포함하고, 상기 유해물 제거 촉매 모듈은, 전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로를 구비하고, 기공을 구비하는 다공성 구조를 가지는, 발열담체; 및 상기 유로가 구비된 상기 발열담체의 표면의 적어도 일부분에 형성되고, 상기 유로를 통과하는 상기 유해물 및 잔류 오존의 분해 반응을 촉진하는 촉매물질을 포함하는 촉매 영역;을 포함할 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 촉매 영역은, 상기 발열담체의 상기 기공 내에 제1 촉매물질 담지량을 가지는 제1 촉매층; 및 상기 발열담체의 내부 표면 상에 도포되고, 상기 제1 촉매물질 담지량에 비하여 높은 제2 촉매물질 담지량을 가지는 제2 촉매층;을 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 제1 촉매물질 담지량은 0 g/L 초과 내지 50 g/L의 범위일 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 제2 촉매물질 담지량은 10 g/L 내지 220 g/L의 범위일 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 제1 촉매층은 상기 발열담체의 내부 표면 상에 도포되고, 상기 제2 촉매층은 상기 제1 촉매층의 표면 상에 도포될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 발열담체는 20 부피% 내지 70 부피% 범위의 기공도를 가질 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유해물 제거 촉매 모듈은, 0.1 Ω 내지 1000 Ω 범위의 저항을 가질 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 발열담체의 일부 영역과 연결된 전극;을 더 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 발열담체는 SiC계 화합물, AlN계 화합물, $BaTiO_3$계 화합물, 니켈-크롬계 합금, 철-니켈계 합금, 철-크롬계 합금, 스테인레스강, 및 칸탈계 합금 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 발열담체는 일단부에서 타단부로 연장되는 복수의 유로를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 발열담체는 다공질 금속(metal foam)을 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 촉매물질은, Pt, Pd, Rh, Ru, Fe, Cu, Ni, Mn, Co, Ag, Au, V, Ti 및 Mo 중 적어도 어느 하나를 포함하는 금속, 상기 금속을 하나 이상 포함하는 화합물 또는 상기 금속을 하나 이상 포함하는 산화물을 포함하거나, 또는 MnO_2, Mn_2O_3, MnO, Mn_3O_4, CeO_2, TiO_2, CuO, V_2O_5, ZnO, SnO_2, SiO_2, 제올라이트 및 Al_2O_3 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 촉매물질은 도핑된 원소를 더 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 촉매 영역은 촉매 활성을 가속하는 조촉매 및 상기 발열담체와의 부착력을 제공하는 결합제를 더 포함할 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유해물 제거장치의 제조 방법은, 상온 오존 활성화 모듈에서 활성화된 유해물 및 잔류 오존을 제거하는 유해물 제거 촉매 모듈을 제조하는 유해물 제거장치의 제조 방법으로서, 전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로를 구비하고, 기공을 구비하는 다공성 구조를 가지는, 발열담체를 제공하는 단계; 상기 발열담체의 상기 기공의 적어도 일부를 충진하고, 제1 촉매물질 담지량을 가지는 제1 촉매층을 형성하는 단계; 및 상기 발열담체의 내부 표면 상에 도포되고, 상기 제1 촉매물질 담지량에 비하여 높은 제2 촉매물질 담지량을 가지는 제2 촉매층을 형성하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 제1 촉매층을 형성하는 단계는, 상기 발열담체를 상기 제1 촉매물질 담지량을 가지는 제1 촉매 용액에 침지하여 수행하거나, 또는 상기 발열담체에 상기 제1 촉매 용액을 에어건을 이용하여 분사하여 수행할 수 있다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 제2 촉매층을 형성하는 단계는, 상기 유로의 외부에 배치된 상기 제2 촉매물질 담지량을 가지는 제2 촉매 용액을 압력 차이를 이용하여 상기 유로의 내부에 도입시켜, 상기 유로의 내면에 상기 제2 촉매 용액을 코팅하는 단계; 및 코팅된 상기 제2 촉매 용액을 건조시켜 상기 유로의 내면에 상기 제2 촉매층을 형성하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유해물 제거장치의 제조 방법은, 상온 오존 활성화 모듈에서 활성화된 유해물 및 잔류 오존을 제거하는 유해물 제거 촉매 모듈을 제조하는 유해물 제거장치의 제조 방법으로서, 전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로를 구비하고, 기공을 구비하는 다공성 구조를 가지는, 발열담체를 제공하는 단계; 상기 유로의 내면에 형성된 상기 기공의 적어도 일부 영역을 유체를 이용하여 충진하는 단계; 상기 유로의 외부에 배치된 촉매 용액을 압력 차이를 이용하여 상기 유로의 내부로 도입시켜 상기 유로의 내면에 상기 촉매 용액을 코팅하는 단계; 및 코팅된 상기 촉매 용액을 건조시켜 상기 유로의 내면에 촉매층을 형성하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0025] 본 발명의 일 관점에 의하면, 유해물 제거 시스템이 제공된다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유해물 제거 시스템은, 상기 유해물 제거 촉매 모듈; 상기 유해물 제거 촉매 모듈에 전력을 공급하는 전력공급원; 및 상기 전력공급원으로부터 상기 유해물 제거 촉매 모듈로 투입되는 전력의 파형을 제어하는 전력제어부;를 포함할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 전력제어부는 상기 유해물 제거 촉매 모듈의 온도를 입력받고 상기 입력된 온도에 따라 상기 유해물 제거 촉매 모듈로 투입되는 전력의 전력값 또는 전력 파형을 제어하는 온도제어모듈;을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명의 기술적 사상에 의할 경우, 유해물 제거장치는 상온 오존 활성화 모듈에서 오존을 발생하여 상온에서 유해물을 활성화하고, 유해물 제거 촉매 모듈에서 상기 활성화된 유해물을 분해하여 제거할 수 있다. 상기 유해물 제거 촉매 모듈은 기공을 가지는 다공성 구조를 가지는 발열담체와 상기 기공 내에 형성된 제1 촉매층과 상기 발열담체의 내부 표면 상에 도포된 제2 촉매층을 포함하여 구성됨으로써, 촉매 영역의 표면적을 증가시켜 활성화된 유해물 및 잔류 오존을 더 효율적으로 제거할 수 있다. 이와 같이 오존에 의하여 유해물을 활성화하여 제거하므로, 낮은 온도에서 적은 에너지로 유해물 제거를 구현할 수 있다. 또한, 상기 상온에서 오존이 유해물을 활성화시키게 되므로, 더 많은 유해물을 활성화시킬 수 있다.

[0029] 또한, 부가적인 가열장치가 요구되지 않으므로 열에너지 이용 효율이 높고, 촉매-가스 간 열교환 효율이 우수하고, 촉매모듈을 컴팩트하게 배치하거나 일체화함으로써 유해물 제거 장치를 저비용으로 소형화/범용화 할 수 있다. 추가적인 흡착제를 사용하지 않고 활성화된 유해물을 직접 분해하여 제거가능하며, 상온 잔류 오존에 대하여도 자체 발열을 통하여 가스의 승온이 가능하므로 제거 처리할 수 있다. 추가적인 잔류 오존 제거장치 없이 잔류 오존을 제거 처리할 수 있다.

[0030] 상기 발열담체의 가열은 외부의 열원에 의한 것이 아니라 발열담체가 가지는 전기 저항에 의해 자체적으로 가열되며, 따라서 본 발명의 실시예는 외부에서 투입되는 열에너지에 의해 가열되는 경우에 비해 전력 투입에 따른

온도 변화의 응답성이 현저하게 빠른 특징을 가진다. 또한, 펄스 파형의 전력을 반복적으로 투입함으로써 빠른 시간 내에 유해물을 분해하는 과정을 반복하여 빠른 시간 내에 활성화된 유해물 및 잔류 오존을 효과적으로 처리할 수 있다.

[0031] 상술한 본 발명의 효과들은 예시적으로 기재되었고, 이러한 효과들에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 일실시예를 따른 오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치를 도시하는 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치의 유해물 제거 촉매 모듈을 도시하는 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치의 제조 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 4 내지 도 6은 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치의 유해물 제거 촉매 모듈을 제조하는 공정에 따라 도시하는 개략도들이다.

도 7은 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치의 제조 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 8은 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치의 유해물 제거 촉매 모듈의 제조 방법을 수행하는 유해물 제거 촉매 모듈의 제조 장치를 도시하는 개략도이다.

도 9는 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치를 이용하여 구성한 유해물 제거 시스템을 도시하는 개략도이다.

도 10은 본 발명의 일실시예를 따른 도 9의 유해물 제거 시스템의 작동 방법을 설명하는 그래프이다.

도 11은 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치를 이용하여 잔류 오존을 제거한 결과로서, 시간에 따른 오존 농도를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 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 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.

[0034] 도 1은 본 발명의 일실시예를 따른 오존 활성화를 이용한 유해물 제거장치(1)를 도시하는 개략도이다.

[0035] 도 1을 참조하면, 유해물 제거장치(1)는, 오존을 발생하여 상온에서 유해물을 활성화하는 상온 오존 활성화 모듈(10); 및 상온 오존 활성화 모듈(10)에서 발생한 상기 오존에 의하여 활성화된 상기 유해물을 제거하는 유해물 제거 촉매 모듈(20);을 포함한다.

[0036] 상온 오존 활성화 모듈(10)은, 유해물이 인입하여 유해물 제거 촉매 모듈(20)을 향하여 유동하는 유해물 유동부(12) 및 오존을 발생시켜 유해물 유동부(12)에 오존을 제공하는 오존 발생부(14)를 포함할 수 있다. 오존 발생부(14)에서 발생한 오존은 유해물 유동부(12)에 주입되어 상온에서, 예를 들어 0℃ 내지 40℃ 범위의 온도에서 상기 유해물을 활성화할 수 있다.

[0037] 오존 발생부(14)로부터 유해물 제거 촉매 모듈(20) 사이의 거리는 상기 유해물이 상기 오존에 의하여 충분한 활성화가 구현되는 길이를 가지는 것이 바람직하다. 여기에서 충분한 활성화는 상기 유해물의 10% 내지 100%가 오존에 의하여 활성화되는 것을 의미할 수 있다.

[0038] 또한, 상온 오존 활성화 모듈(10)은 상기 유해물 제거를 위한 자외선 발생부(16)를 더 포함할 수 있다. 자외선 발생부(16)에서 자외선을 발생하여 유해물의 일부를 제거하는 기능을 수행한다. 자외선 발생부(16)는 오존 발생부(14)의 전측(前側) 또는 후측(後側)에 배치될 수 있다. 오존이 자외선을 지나게 되면, 오존보다 산화력이 더 강한 라디칼인 수산화 라디칼로 전환되어 유해물의 활성화 또는 제거를 더 용이하게 할 수 있다.

[0039] 상기 오존(O_3)은 폐기물 및 음료수의 처리, 멸균 및 탈취를 위한 강한 산화제로서 알려져 있다. 이것은 2 원자 동소체인 산소 기체(O_2)에 비하여 불안정한 산소의 동소체이며, 대기 중이나 고온에서 산소로 분해된다. 상기 오존은 산소에 비하여 강한 산화력을 가지며, 또한 산소 라디칼을 방출하며, 이러한 산소 라디칼은 유해물에 부착되어 활성화할 수 있다. 유해물이 활성화되면, 낮은 온도에서 적은 에너지를 사용하여 제거할 수 있다.

[0040] 또한, 상기 오존은 온도가 높아질수록 생존 시간이 짧아지지만, 본 발명에서는 상온에서 상기 오존이 유해물과 반응하므로, 상기 오존의 생존 기간이 길어지게 되어, 더 많은 양의 유해물을 활성화시킬 수 있다.

[0041] 상기 유해물은 제거의 대상이 되는 유해가스를 포함할 수 있다. 상기 유해물로는, 예를 들어 메탄(CH_4)을 포함하는 각종 탄화수소(C_xH_y), 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds: VOCs), 자동차나 보일러 등에서 배출되어 온실효과 및 산성비의 원인이 되는 산화질소(NO_x), 각종 악취, 병원균 및 바이러스 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 그러나, 이는 예시적이며 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.

[0042] 상기 유해물 중에서도 메탄은 450℃ 이상의 높은 반응온도가 요구되고, 메탄산화반응의 활성을 위하여, 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 코발트(Co), 로듐(Rh), 페르브스카이트(perovskite) 구조의 산화물 등과 같이 극히 제한된 금속 및 산화물 촉매가 필요하므로, 메탄의 제거는 일반적으로 어렵다. 본 발명의 기술적 사상에 따르면, 상온에서 오존을 사용하여 메탄을 활성화시켜 메탄의 효율적인 제거가 가능하다. 다시 말하면, 본 발명의 기술적 사상은, 오존을 이용하여 메탄을 더 분해가 용이한 상태(성분)으로 활성화 시키고, 상온 또는 저온의 유해가스를 메탄 전환 온도로 가열하기 위해 추가 외부 가열장치가 필요없이 자체 발열되는 촉매를 사용하는 기술적 특징을 가진다. 참고로, 종래의 외부 가열장치로서, 대표적인 것이 천연가스(메탄)을 원료로 사용하는 버너인데 이 메탄 버너를 사용하여 가열하면 이것으로부터도 잔류 메탄(메탄 슬립)이 발생하여 추가적인 메탄 발생이 생길 수 있어서 바람직하지 않지만 기존 기술에서는 가열 방법으로 산업체에서 주로 버너를 사용하게 된다..

[0043] 유해물 제거 촉매 모듈(20)은 상온 오존 활성화 모듈(10)에서 활성화된 유해물과 잔류 오존을 분해하는 기능을 수행한다. 유해물 제거 촉매 모듈(20)은 유해물 제거 기술, 잔류 오존 분해용 저온 활성 기술, 발열담체 적용 촉매 반응 제어 기술, 및 잔류 오존-라디칼-촉매 간의 반응 기술 등을 접목할 수 있다.

[0044] 도 1의 유해물 제거장치(1)에 도시된 상온 오존 활성화 모듈(10)과 유해물 제거 촉매 모듈(20)의 형상은 예시적이며, 본 발명의 기술적 사상은 이러한 형상에 한정되는 것은 아니다. 다시 말하면, 본 발명의 기술적 사상에 따른 유해물 제거장치(1)는, 상온 오존 활성화 모듈(10)에 의하여 발생하는 잔류 오존을 유해물 제거 촉매 모듈(20)에서 제거할 수 있는 기능을 달성할 수 있는 다양한 구조와 배치를 포함할 수 있다.

[0045] 유해물 제거장치(1)는 상온 오존 활성화 모듈(10)에서 발생한 오존을 이용하여 유해물을 활성화하며, 상기 활성화된 유해물과 잔류하는 잔류 오존이 외부로 방출되지 않도록 유해물 제거 촉매 모듈(20)에서 제거될 수 있다. 또한, 상온 오존 활성화 모듈(10)과 유해물 제거 촉매 모듈(20)의 접촉 영역은 밀봉될 수 있다. 유해물 제거장치(1)는, 바람직하게는 잔류 오존을 0.1 ppm 이하로 제어할 수 있고, 더 바람직하게는 잔류 오존을 0.05 ppm 이하로 제어할 수 있다.

[0046] 또한, 유해물 제거장치(1)는 산업 시설의 배기 시스템 및 다중 이용시설의 공조에 적용할 수 있도록, 고유량 및 고풍속 조건 하에서 제한된 공간 내에 적용이 가능할 수 있는 콤팩트한 저배압 모노리스 촉매를 사용할 수 있다. 이러한 콤팩트한 촉매를 구현하기 위하여, 발열 발열담체를 사용하며, 대면적 발열담체에 적용하기 위한 코팅 기술과 촉매 반응 제어 기술을 적용한다.

[0047] 유해물 제거장치(1)는 유해가스 제거에 적용될 수 있다. 대기 환경을 크게 변화시키는 유해가스들을 효과적으로 제거하기 위한 기술들이 최근 활발하게 연구되고 있다. 이러한 유해가스들은 화학공정에 사용되며 인체에 치명적인 독성을 가지는 다양한 물질들 및 생명체들을 포함한다. 예를 들어, 상기 유해가스 중에서 휘발성유기화합물은 세계보건기구(WHO) 지정 1급 발암물질이 다수 포함되어 장기간 노출 시 면역력 저하에 따른 감기, 천식, 기관지염 등의 호흡기질환과 심혈관질환, 피부질환, 안구질환 등 각종 중증 질병을 야기한다. 또한 미세먼지의 대표 전구물질로, 배출 후 대기 중에서 2차 미세먼지를 형성하여 건강을 위협하고 대기질을 저하시키는 문제점이 있다. 유해가스를 화학적으로 분해하여 제거하는 기술은 분해반응을 촉진하기 위해 촉매를 사용한다. 촉매를 이용한 반응에서는 촉매 효율을 극대화하기 위하여 통상 작동 온도 범위로 가열하여 사용한다. 일반적으로 가열원은 촉매모듈의 외부에 배치되며, 외부 가열을 이용하는 경우에는 에너지 손실이 커서 낮은 에너지를 필요로 하는 분야에서는 적합하지 않다. 또한 기존 유해가스를 저감하는 기술의 경우, 대부분 집중화된 대형 저감설비를 통해 이루어지며, 유해가스가 비교적 높은 농도로 발생하는 산업 현장에 주로 설치되고 있어, 국민들의 실거

주 환경에 직접 적용하기는 어려운 문제점이 있다. 더 나아가 펠렛 또는 파우더 형의 촉매에서는 간단한 구조로 대규모 유해물질 제거 장치에 사용하지만 다량의 촉매 사용에 따른 고비용화 및 주기적 교체가 필요하다는 점에서 실내에서 소형화/범용화된 저감 장치의 기술 개발이 시급한 실정이다.

[0048] 도 2는 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치의 유해물 제거 촉매 모듈(20)을 도시하는 개략도이다.

[0049] 도 2를 참조하면, 유해물 제거 촉매 모듈(20)은 발열담체(110) 및 촉매 영역(130)을 포함한다.

[0050] 발열담체(110)는 전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 유체가 유동할 수 있는 하나 이상의 유로(120)를 구비하고, 복수의 기공을 구비하는 다공성 구조를 가질 수 있다. 발열담체(110)는 일단부에서 타단부로 연장되는 복수의 유로(120)를 포함할 수 있다.

[0051] 유로(120)의 일단부는 유체가 투입되는 투입구일 수 있으며, 타단부는 유체가 배출되는 배출구일 수 있다. 발열담체(110)는 일단부에서 타단부로 사각형의 단면을 가지는 유로가 인접하여 복수 개로 형성된 것일 수 있다. 다른 예로서 유로의 단면이 정육각형인 허니컴(honeycomb) 형태일 수 있다. 그 외 삼각형, 원형 등 단면 형상에 특별한 한정은 없으며, 발열담체의 내부로 유체를 유동시킬 수 있는 유로이면 어떠한 형상도 가능하다. 발열담체(110)의 구조의 다른 예로서, 발열담체(110)는 내부에 다수의 빈 공간을 포함하고, 상기 빈 공간들이 서로 연결되어 유로를 형성하는 다공성 물질, 예를 들어 다공성 금속도 가능하다.

[0052] 발열담체(110)는 전력이 인가될 경우 전기 저항에 의해 자체적으로 발열이 가능한 전기 발열체로 구성된다. 예를 들어 발열담체(110)의 재료로는 전도성 세라믹 또는 금속 소재가 사용될 수 있다. 전도성 세라믹 소재로는 SiC계 화합물, AlN계 화합물, $BaTiO_3$계 화합물 등을 포함할 수 있다. 금속 소재로는 예를 들어, 니켈-크롬계 합금, 철-니켈계 합금, 철-크롬계 합금, 스테인레스강, 칸탈계 합금 등을 포함할 수 있다.

[0053] 상기 유체는 제거의 대상이 되는 활성화된 유해물 및 잔류 오존을 포함할 수 있다. 상기 유해물로는, 예를 들어 각종 탄화수소(C_xH_y), 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds: VOCs), 자동차나 보일러 등에서 배출되어 온실효과 및 산성비의 원인이 되는 산화질소(NO_x), 각종 악취, 일산화탄소(CO), 병원균, 세균 및 바이러스 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 그러나, 이는 예시적이며 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.

[0054] 유로(120)가 구비된 발열담체(110)의 표면의 적어도 일부분에 형성되고, 유로(120)를 통과하는 활성화된 유해물 및 잔류 오존의 분해 반응을 촉진하는 촉매물질을 포함하는 촉매 영역(130)이 형성된다. 촉매 영역(130)에 사용되는 촉매물질로는 Pt, Pd, Rh, Ru, Fe, Cu, Ni, Mn, Co, Ag, Au, V, Ti 및 Mo 중 적어도 어느 하나를 포함하는 금속, 상기 금속을 하나 이상 포함하는 화합물 또는 상기 금속을 하나 이상 포함하는 산화물을 포함할 수 있다. 상기 산화물로는 MnO_2, Mn_2O_3, MnO, Mn_3O_4, CeO_2, TiO_2, CuO, V_2O_5, ZnO, SnO_2, SiO_2, 제올라이트 및 Al_2O_3 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 상기 촉매물질은 도핑된 원소를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 촉매물질은 상기 CeO_2 에 다른 원소인 지르코늄이 도핑된 $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ 를 포함할 수 있다. 또한, 촉매 영역(130)은 촉매 활성을 가속하는 금속이나 산화물 조촉매를 더 포함할 수 있다. 또한, 촉매 영역(130)은 발열담체(110)와의 부착력을 제공하는 결합제를 더 포함할 수 있다. 상기 결합제는, 예를 들어 알루미늄화합물(보에마이트, Boemite), SiO_2, TiO_2, 점토계 물질 등을 포함할 수 있다. 촉매 영역(130)에 대하여는 하기에 상세하게 설명하기로 한다.

[0055] 발열담체(110)에는 외부에서 전력을 인가할 수 전극 구조(미도시)가 형성된다. 상기 전극 구조는 발열담체(110)의 측면이나 전단 및 후단에 형성될 수 있다. 예를 들어 발열담체(110)의 일단부 및 타단부의 특정 영역에 각각 전도성 페이스트를 도포함으로써, 외부의 전력선과 연결되는 전극 구조를 형성할 수 있다. 다른 예로는 전도성 금속부재를 발열담체(110)의 일단부 및 타단부의 특정 영역에 각각 결합시킴으로써 전극 구조를 형성할 수 있다. 유해물 제거 촉매 모듈(20)은, 예를 들어 0.1 Ω 내지 1000 Ω 범위, 예를 들어 0.5 Ω 내지 500 Ω 범위, 예를 들어 예를 들어 1 Ω 내지 100 Ω 범위의 저항을 가질 수 있다. 상기 저항은 유해물 제거 촉매 모듈(20)의 크기에 따라 변화될 수 있다. 상기 저항은 유해물 제거 촉매 모듈(20)을 구성하는 발열담체(110)에서 주로 나타나는 저항으로서, 이러한 저항에 따라 발열이 유도된다.

[0056] 도 3은 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치의 제조 방법(S100)을 도시하는 흐름도이다.

[0057] 도 3을 참조하면, 유해물 제거장치의 제조 방법(S100)은 상온 오존 활성화 모듈에서 활성화된 유해물 및 잔류 오존을 제거하는 유해물 제거 촉매 모듈을 제조할 수 있다. 유해물 제거장치의 제조 방법(S100)은, 전기 가열이

가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로를 구비하고, 기공을 구비하는 다공성 구조를 가지는, 발열담체를 제공하는 단계(S110); 상기 발열담체의 상기 기공 내에 제1 촉매물질 담지량을 가지는 제1 촉매층을 형성하는 단계(S120); 및 상기 발열담체의 내부 표면 상에 도포되고, 상기 제1 촉매물질 담지량에 비하여 높은 제2 촉매물질 담지량을 가지는 제2 촉매층을 형성하는 단계(S130);를 수행하여 형성될 수 있다.

[0058] 도 4 내지 도 6은 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치(1)의 유해물 제거 촉매 모듈(20)을 제조하는 공정에 따라 도시하는 개략도들이다.

[0059] 도 3 및 도 4를 참조하면, 발열담체(110)는 복수의 기공(115)을 포함하여 형성될 수 있다. 발열담체(110)는 예를 들어 20 부피% 내지 70 부피% 범위의 기공도를 가질 수 있고, 예를 들어 30 부피% 내지 60 부피% 범위의 기공도를 가질 수 있다. 기공(115)은 유로(120)를 향하여 개방될 수 있다.

[0060] 도 3 및 도 5를 참조하면, 발열담체(110)의 기공(115)의 적어도 일부를 충진하는 제1 촉매층(132)을 형성한다. 또한, 제1 촉매층(132)은 발열담체(110)의 내부 표면에 접촉하도록 발열담체(110)의 내부 표면 상에 더 도포될 수 있다.

[0061] 제1 촉매층(132)은 상술한 바와 같은 촉매물질(139)을 포함할 수 있다. 제1 촉매층(132)은 제1 촉매물질 담지량을 가질 수 있다. 상기 제1 촉매물질 담지량은 발열담체(110)의 전체 겉보기 부피에 대한 제1 촉매물질의 중량으로 나타낼 수 있다. 본 명세서에서 지칭되는 겉보기 부피는, 발열담체(110)의 내부의 유로들 및 기공들에 의한 빈 공간을 고려하지 않도록 상기 유로들과 상기 기공들이 충전된 상태로 가정하고, 발열담체(110)의 외견 상의 전체 부피를 의미한다.

[0062] 상기 제1 촉매물질 담지량은 발열담체(110)에 담지되는 상기 제1 촉매물질의 양을 의미한다. 상기 제1 촉매물질 담지량은, 예를 들어 0 g/L 초과 내지 50 g/L 범위일 수 있다. 즉, 상기 제1 촉매물질 담지량은 1 L의 발열담체(110)의 겉보기 부피에 대하여 상기 제1 촉매물질이 50g 이하일 수 있다. 또는, 상기 제1 촉매물질 담지량은 발열담체(110)의 내부에 코팅되는 제1 촉매물질의 코팅량으로 표현될 수 있다.

[0063] 제1 촉매층(132)을 형성하는 단계는, 발열담체(110)를 상기 제1 촉매물질 담지량을 가지는 제1 촉매 용액에 침지하여 수행하거나, 또는 발열담체(110)에 상기 제1 촉매 용액을 에어건을 이용하여 분사하여 수행할 수 있다.

[0064] 상기 제1 촉매 용액은 슬러리의 형태를 가질 수 있다. 상기 제1 촉매 용액에서의 상기 제1 촉매물질의 농도는 상기 제1 촉매 용액의 총 중량에 대하여 0 중량% 초과 내지 20 중량% 이하의 범위일 수 있다.

[0065] 도 3 및 도 6을 참조하면, 발열담체(110)의 내부 표면 상에 도포되는 제2 촉매층(134)을 형성한다. 제2 촉매층(134)은 발열담체(110)의 내부 표면에 접촉하도록 도포되거나, 또는 상기 제1 촉매층(132)의 표면 상에 도포될 수 있다.

[0066] 제2 촉매층(134)은 상술한 바와 같은 촉매물질(139)을 포함할 수 있다. 제1 촉매층(132)에 포함된 촉매물질(139)과 제2 촉매층(134)에 포함된 촉매물질(139)은 동일한 물질이거나 다른 물질일 수 있다. 제2 촉매층(134)은 제2 촉매물질 담지량을 가질 수 있다. 상기 제2 촉매물질 담지량은 발열담체(110)의 전체 겉보기 부피에 대한 제2 촉매물질의 중량으로 나타낼 수 있다. 상기 제2 촉매물질 담지량은 발열담체(110)에 담지되는 상기 제2 촉매물질의 양을 의미한다. 상기 제2 촉매물질 담지량은, 예를 들어 10 g/L 내지 220 g/L 범위일 수 있다. 즉, 상기 제2 촉매물질 담지량은 1 L의 발열담체(110)의 겉보기 부피에 대하여 상기 제2 촉매물질이 10 g 초과 내지 220 g 이하일 수 있다. 또는, 상기 제2 촉매물질 담지량은 발열담체(110)의 내부에 코팅되는 제2 촉매물질의 코팅량으로 표현될 수 있다.

[0067] 상기 제2 촉매층(134)을 형성하는 단계는, 유로(120)의 외부에 배치된 상기 제2 촉매물질 담지량을 가지는 제2 촉매 용액을 압력 차이를 이용하여 유로(120)의 내부에 도입시켜, 유로(120)의 내면에 상기 제2 촉매 용액을 코팅하는 단계; 및 코팅된 상기 제2 촉매 용액을 건조시켜 유로(120)의 내면에 제2 촉매층(134)을 형성하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0068] 구체적으로, 제2 촉매층(134)을 형성하는 단계는, 발열담체(110)의 일단부를 상기 제2 촉매물질 담지량을 가지는 제2 촉매 용액에 접촉시키고, 발열담체(110)의 타단부를 감압함으로써 발생하는 압력 차이를 이용하여, 상기 제2 촉매 용액을 상기 발열담체 내부로 흡입하여 수행할 수 있다. 상기 감압에 의하여, 상기 일단부와 상기 타단부는 압력 차이가 발생하여 상기 제2 촉매 용액이 발열담체 내부의 유로(120)를 통하여 흡입될 수 있다. 상기 감압은 진공 펌프를 이용하여 수행될 수 있다.

[0069] 상기 제2 촉매 용액은 슬러리의 형태를 가질 수 있다. 상기 제2 촉매 용액에서의 상기 제2 촉매물질의 농도는

상기 제2 촉매 용액의 총 중량에 대하여 10 중량% 이상 내지 60 중량% 이하의 범위일 수 있다.

[0070] 또한, 제1 촉매 용액을 대신하여 촉매 물질을 포함하지 않는 물과 같은 유체를 이용하여 상기 유해물 제거 촉매 모듈을 제조할 수 있다. 이 경우에는, 상기 유체가 발열담체(110)에 형성된 기공을 충진하고, 이에 따라 목표하는 압력 차이를 상기 일단부와 상기 타단부 사이를 유지하게 함으로써, 유로(120) 내로 제2 촉매 용액을 용이하게 흡입시킬 수 있다.

[0071] 도 7은 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치의 제조 방법(S200)을 도시하는 흐름도이다.

[0072] 도 7을 참조하면, 유해물 제거장치의 제조 방법(S200)은 상온 오존 활성화 모듈에서 활성화된 유해물 및 잔류 오존을 제거하는 유해물 제거 촉매 모듈을 제조할 수 있다. 유해물 제거장치의 제조 방법(S200)은, 전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로(120)를 구비하고, 기공(115)을 구비하는 다공성 구조를 가지는, 발열담체(110)를 제공하는 단계(S210); 유로(120)의 내면에 형성된 기공(115)의 적어도 일부 영역을 유체를 이용하여 충진하는 단계(S220); 유로(120)의 외부에 배치된 촉매 용액을 압력 차이를 이용하여 유로(120)의 내부로 도입시켜 유로(120)의 내면에 상기 촉매 용액을 코팅하는 단계(S230); 및 코팅된 상기 촉매 용액을 건조시켜 유로(120)의 내면에 촉매층을 형성하는 단계(S240);를 포함한다.

[0073] 상기 기공(115)을 충진하는 유체는 물을 포함할 수 있다. 이러한 경우, 상기 유체는 상기 촉매 용액에 포함된 것과 같은 촉매 물질을 포함하지 않을 수 있다. 경우에 따라서는, 상기 촉매 용액에 포함된 촉매 물질이 확산 등에 의하여 상기 기공(115)을 충진한 유체로 이동할 수 있다.

[0074] 도 8은 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치의 유해물 제거 촉매 모듈의 제조 방법을 수행하는 유해물 제거 촉매 모듈의 제조 장치(200)를 도시하는 개략도이다.

[0075] 도 8을 참조하면, 유해물 제거 촉매 모듈의 제조 장치(200)는 촉매 코팅공정이 요구되는 발열담체(110)를 밀착시켜 고정하고 내부 공간에 진공 분위기를 조성한 후, 진공 분위기를 해지함에 따라 압력 차이로 인하여 발열담체(110) 내부로 상기 제2 촉매 용액에 해당되는 슬러리(S)가 관통하도록 함으로써 촉매 코팅이 가능하도록 하는 장치이다. 이를 위해 유해물 제거 촉매 모듈의 제조 장치(200)는 발열담체(110)가 밀착 고정되는 랙(210)과, 촉매물질이 포함된 슬러리(S)를 저장하고 발열담체(110)에 선택적으로 공급하는 호퍼(220)와, 랙(210)과 연통하여 발열담체(110) 및 랙(210)을 관통한 슬러리(S)의 유동 방향을 안내하는 공급관(230)과, 발열담체(110) 및 공급관(230)을 순차적으로 통과한 슬러리(S)를 저장하는 챔버(240)와, 챔버(240) 내부의 기체를 선택적으로 배출하는 배출관(250)과, 공급관(230)과 배출관(250)을 선택적으로 차폐하는 밸브(260)와, 밸브(260)의 개방 여부에 따라 챔버(240) 내부에 진공 분위기를 조성하는 진공펌프(270)와, 진공펌프(270)를 경유한 기체를 외부로 배기하는 배기관(280)과, 밸브(260) 및 진공펌프(270)의 동작을 제어하는 제어부(290)를 포함하여 구성된다.

[0076] 상기한 구성들 중 대부분은 내부가 비어있는 직육면체 형상의 케이스(미도시) 내부에 내장되며, 코팅 작업의 편이를 위해 랙(210) 및 호퍼(220)는 상기 케이스의 상측에 노출되어 있다. 즉, 상기 케이스의 상면에는 상기 케이스 내부와 관통하는 관형상을 갖도록 랙(210)이 형성되며, 랙(210)에는 발열담체(110)가 안착 및 고정된다.

[0077] 본 발명의 실시예에서 발열담체(110)는 세라믹으로 형성되어 있으나, 다양한 재질로 변경 적용 가능함은 물론이다.

[0078] 랙(210)은 개구된 상부의 형상이 발열담체(110)의 외형과 대응되도록 구성되어 발열담체(110)를 내부에 수용할 수 있게 되며, 랙(210) 내부에 삽입된 발열담체(110)는 내부가 랙(210) 내부와 연통하게 된다. 발열담체(110)의 상측에는 호퍼(220)가 구비된다. 호퍼(220)는 촉매물질을 포함하는 슬러리(S)가 보관되는 공간을 형성하는 구성으로, 랙(210)과 같이 발열담체(110)의 상측에 하부가 밀착 결합될 수 있도록 구성되며, 상부는 소정의 깊이로 함몰되어 슬러리(S)의 보관이 가능하다. 그리고, 호퍼(220)의 개구된 상부 공간은 하방향으로 개구되어 상부에 보관된 슬러리(S)가 발열담체(110) 내부로 유입될 수 있도록 구성된다.

[0079] 랙(210)의 하부에는 공급관(230)이 구비된다. 공급관(230)은 호퍼(220)에 보관되어 있던 슬러리(S)가 발열담체(110) 및 랙(210) 내부를 관통한 후 이동할 수 있는 경로를 만들어주는 구성으로, 챔버(240)의 내부와 연통되도록 결합된다. 따라서, 발열담체(110) 내부를 통과하면서 코팅되고 남은 슬러리(S)는 공급관(230)을 통해 챔버(240) 내부로 유입됨으로써 보관 가능하게 된다.

[0080] 챔버(240)는 잉여의 슬러리(S)를 보관할 수 있도록 구성되므로 슬러리(S)의 선택적인 배출이 가능하도록 구성된다. 즉, 챔버(240)는 슬러리(S)를 보관할 수 있도록 용기 형상을 가지는 용기부(242)와, 용기부(242)를 선택적으로 차폐하기 위한 차폐부(244)로 이루어진다. 본 발명의 실시예에서, 용기부(242)는 차폐부(244)로부터 용이

하게 착탈 가능하도록 구성되며, 공급관(230)은 차폐부(244)에 연결되어 차폐부(244)와 용기부(242)가 밀폐된 상태로 결합시에 공급관(230)은 용기부(242) 내부 공간에 슬러리(S)를 안내할 수 있게 된다.

[0081] 챔버(240)의 일측 방향으로는 배출관(250)이 구비된다. 배출관(250)은 챔버(240) 내부 공간과 연통하도록 결합되어 챔버(240) 내부의 기체가 외부로 배출될 수 있도록 하는 구성이다. 즉, 챔버(240) 내부로 슬러리(S)와 외부의 기체가 유입되었을 때 기체만 선택적으로 배출될 수 있도록 하는 구성이다.

[0082] 챔버(240)는 전술한 밸브(260)와 진공펌프(270)의 작용에 의해 선택적으로 진공 분위기가 조성될 수 있도록 구성된다. 즉, 공급관(230)의 일측에는 제1 밸브(262)가 구비되고, 배출관(250)의 일측에는 제2 밸브(264)가 구비되어, 제1 밸브(262)와 제2 밸브(264)의 동작에 의해 공급관(230)과 배출관(250)이 차폐됨으로써 챔버(240)의 밀폐가 가능하며, 배출관(250)만 개방된 상태에서 진공펌프(270)가 동작시에 챔버(240) 내부에는 진공분위기가 조성될 수 있다. 그리고, 제1 밸브(262)와 제2 밸브(264)는 타이머기능을 내장하여 미리 설정된 시간 동안 개방 또는 차폐 가능하도록 구성된다. 또한 제1 밸브(262)와 제2 밸브(264)는 제어부에 의해 선택적으로 제어되어 개도가 조절될 수 있도록 구성된다. 이것은, 진공펌프(270) 동작시에 챔버(240) 내부의 과도한 진공 분위기 조성을 미연에 차단하기 위함이다.

[0083] 배출관(250)의 일측에는 제1 필터(252)와 제2 필터(254)가 내장된다. 제1 필터(252)와 제2 필터(254)는 챔버(240) 내부에서 배출관(250)을 통해 배출될 수 있는 오일이나 이물을 걸러내어 진공펌프(270) 내부로 유입되는 것을 방지하기 위한 구성이다. 즉, 제1 필터(252)는 챔버(240)에 인접하게 위치하여 챔버(240) 내부로부터 배출되는 공기 중의 이물을 제거하는 역할을 수행하며, 제2 필터(254)는 진공펌프(270)에 인접하도록 배치되어 진공펌프(270) 내부로 유입될 수 있는 오일을 제거하게 된다.

[0084] 한편, 챔버(240)의 일측 즉, 차폐부(244)에는 압력센서(246)가 구비된다. 압력센서(246)는 챔버(240) 내부에 조성된 진공 분위기의 압력을 측정하기 위한 구성으로, 상기 제어부에 이러한 측정 압력을 제공하는 역할을 수행한다.

[0085] 유해물 제거 촉매 모듈의 제조 장치(200)는 제어부(미도시)를 더 포함할 수 있고, 상기 제어부는, 압력센서(246)로부터 제공받은 챔버(240) 내부의 진공도를 미리 설정된 설정압력 범위와 비교하여 진공펌프(270)의 동작을 제어함은 물론, 제1 밸브(262) 및 제2 밸브(264)의 개도, 개방 시간 등을 설정할 수 있도록 함으로써, 유해물 제거 촉매 모듈의 제조 장치(200)의 전반적인 동작 조작을 가능케하는 구성이다.

[0086] 이하에서는, 유해물 제거 촉매 모듈의 제조 장치(200)을 이용하여 발열담체(110)에 촉매물질을 코팅하는 방법을 설명한다.

[0087] 먼저, 랙(210)에 발열담체(110)를 밀착 고정하고 발열담체(110)에 촉매물질을 포함하는 슬러리(S)를 공급하는 호퍼(220)에 슬러리(S)를 준비한다. 이 과정에서는, 발열담체(110), 슬러리(S) 등을 준비하고 유해물 제거 촉매 모듈의 제조 장치(200)에 세팅하는 과정으로서, 발열담체(110)는 내부가 랙(210) 내부와 연통하도록 안착하고, 발열담체(110)의 상부에는 호퍼(220)를 안착하며, 호퍼(220) 내부에는 슬러리(S)를 주입하여 보관하고 있는 상태가 된다. 그리고, 랙(210) 내부와 챔버(240) 내부는 단절된 상태가 된다. 즉, 제1 밸브(262)를 동작시켜 공급관(230) 내부를 차폐하고, 제2 밸브(264)는 개방하여 챔버(240)와 진공펌프(270)가 연통하는 상태가 되도록 준비하게 된다.

[0088] 이어서, 발열담체(110)를 관통하여 빠져나온 슬러리(S)를 보관하기 위한 챔버(240) 내부에 진공 분위기를 조성한다. 이 과정에서는, 진공펌프(270)를 동작시켜 흡입력을 발생하고, 이러한 흡입력이 배출관(250)을 통해 챔버(240)에 전달되도록함으로써, 챔버(240) 내부에 진공 분위기가 조성될 수 있도록 강제하는 과정이다. 이때 배출관(250)은 선택적으로 차폐되어 챔버(240) 내부의 진공도가 일정하게 유지될 수 있도록 한다. 즉, 진공펌프(270)의 동작에 의해 챔버(240) 내부의 진공도가 상승하게 되는데, 이러한 진공도가 미리 설정된 설정진공도 범위 내에 도달시에 압력센서(246)는 이를 감지하여 제어부에 제공함으로써 상기 제어부는 제2 밸브(264)를 차폐하여 챔버(240) 내부의 진공도를 유지하게 된다. 이와 동시에 상기 제어부는 진공펌프(270)에 인가되는 전원을 차단함이 바람직하다.

[0089] 이어서, 챔버(240)와 발열담체(110) 내부를 개방하여 진공 분위기를 해지함으로써 발열담체(110) 내부로 슬러리(S)를 관통시켜 슬러리(S)를 코팅한다. 이 과정에서는, 실질적으로 발열담체(110) 내부에 촉매물질이 코팅되는 단계로서, 공급관(230)을 개방함으로써 완료된다. 보다 구체적으로 살펴보면, 챔버(240)는 진공 분위기가 조성되어 있으므로, 상기 제1 밸브(262)를 개방하게 되면 챔버(240)는 공급관(230)과 랙(210), 발열담체(110)에 흡입력을 제공하게 되며, 이러한 흡입력은 슬러리(S)를 발열담체(110) 내부로 흡입하게 된다. 발열담체(110)로 흡

입된 슬러리(S) 중 일부는 발열담체(110) 내부를 경유하면서 벽면에 코팅되며, 코팅되지 않은 나머지 슬러리(S)는 랙(210)과 공급관(230)을 따라 아래로 유동하여 챔버(240) 내부로 유입되어 보관된다. 따라서, 슬러리(S)는 제1 밸브(262)의 순간적인 개방 작동에 의해 발열담체(110) 내부에 코팅될 수 있게 된다.

[0090] 상기 과정을 거치면, 촉매물질의 코팅은 완료되며, 이후 제2 밸브(264)는 개방하고, 제1 밸브(262)는 차폐하며, 진공펌프(270)는 동작되어 챔버(240) 내부의 압력이 설정된 압력의 범위 내의 값에 도달할 때까지 작동하게 된다. 이러한 과정과 함께 챔버(240) 내부는 다시 진공을 형성한다. 물론, 진공을 다시 형성하기 전에 코팅이 요구되는 다른 발열담체(110)의 한쪽 면은 랙(210)에 안착되고, 상기 발열담체(110)의 다른 면은 호퍼(220)가 안착되어 촉매물질의 코팅을 위한 준비를 한다.

[0091] 도 9는 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치를 이용하여 구성한 유해물 제거 시스템(400)을 도시하는 개략도이다.

[0092] 도 9를 참조하면, 유해물 제거 시스템(400)은 유해물 제거 촉매 모듈(410), 유해물 제거 촉매 모듈(410)에 전력을 공급하는 전력공급원(420) 및 유해물 제거 촉매 모듈(410)로 투입되는 전력을 제어하는 전력제어부(430)을 포함한다. 전력제어부(430)에 의해 예를 들어, 공급되는 전력값 또는 전력의 파형이 제어될 수 있다. 또한, 유해물 제거 시스템(400)은 상온 오존 활성화 모듈(450)을 더 포함할 수 있다.

[0093] 유해물 제거 촉매 모듈(410)과 상온 오존 활성화 모듈(450)은 도 1을 참조하여 상술한 방식으로 연결될 수 있다.

[0094] 유해물 제거 촉매 모듈(410)은 도 1을 참조하여 상술한 유해물 제거 촉매 모듈(20)에 상응할 수 있다. 상온 오존 활성화 모듈(450)이 도 1을 참조하여 상술한 상온 오존 활성화 모듈(10)에 상응할 수 있다.

[0095] 전력제어부(430)는, 유해물 제거 촉매 모듈(410)의 온도를 입력받고 상기 입력된 온도에 따라 유해물 제거 촉매 모듈(410)로 투입되는 전력의 전력값 또는 전력 파형을 제어하는 온도제어모듈(440)을 더 포함할 수 있다.

[0096] 전력공급원(420)으로부터의 전력은 전력제어부(430)의 제어에 의해 유해물 제거 촉매 모듈(410)을 구성하는 발열담체에 공급되도록 제어될 수 있다. 상기 전력을 공급받은 상기 발열담체는 자체 발열에 의해 가열될 수 있으며, 이때 자체 발열되는 상기 발열담체의 온도가 소정 범위에서 유지될 수 있도록 전력제어부(430)에 의해 투입되는 전력값 또는 파형이 제어될 수 있다.

[0097] 도 10은 본 발명의 일실시예를 따른 도 9의 유해물 제거 시스템(400)의 작동 방법을 설명하는 그래프이다.

[0098] 도 10을 참조하면, 유해물 제거 촉매 모듈(410)을 구성하는 발열담체에 전력이 공급되는 시간적 순서에 따른 유해물 제거 시스템(400)의 작동 방법이 도시되어 있다. 구체적으로, 상기 발열담체에 인가되는 펄스 형태의 전력 파형 및, 이에 따른 상기 발열담체의 온도 변화가 도시되어 있다.

[0099] 도 1 내지 도 10을 참조하여, 유해물 제거 시스템(400)을 이용한 유해물 제거 방법을 설명한다.

[0100] 발열담체(110)에 전력이 공급되면, 발열담체(110)가 자체 가열에 의해 가열될 수 있다. 기 설정된 전력 공급값에 의해 발열담체(110)의 온도는 촉매물질이 효율적으로 작동할 수 있는 작동 범위에서 빠른 속도로 승온되어 유지될 수 있다.

[0101] 본 발명의 실시예를 따르는 유해물 제거 시스템(400)에서, 발열담체(110)의 가열은 외부의 열원에 의한 것이 아니라 전기 저항 발열체인 발열담체(110)가 자체적으로 가열됨으로써 구현된다. 즉 발열담체(110)에 직접 전력을 인가하여 발열담체(110)를 가열하게 된다. 따라서 종래의 외부에서 투입되는 열에너지에 의해 가열되는 경우에 비하여, 전력 투입에 따른 온도 변화의 응답성이 현저하게 빠른 특징을 가진다. 이에 따라 발열담체(110)에 투입되는 전력의 파형을 제어함에 따라 발열담체(110)를 급속하게 가열하는 것이 가능하게 된다. 예를 들어, 전력이 전력공급부(430)를 통해 발열담체(110)에 짧은 시간 동안 펄스 형태로 공급할 경우, 발열담체(110) 또한 펄스 형태로 온도 변화를 나타내게 된다.

[0102] 한편, 발열담체(110)는 펄스 형태의 전력이 인가될 경우에 급속히 빠른 속도로 가열될 수 있을 뿐 아니라 인가되는 전력이 제거되면 방냉 또는 공냉 등에 의해 빠른 속도로 냉각될 수 있다. 예를 들어, 촉매모듈은 다시 가열 전 온도로 환원된 후 가열될 때까지 대기하게 된다.

[0103] 유해물은 상온 오존 활성화 모듈(10)에서 오존에 의하여 활성화되고, 이와 같이 활성화된 유해물은 가열된 발열담체(110)의 유로(120)로 투입된 후, 발열담체(110)의 유로를 따라 유동된다. 상기 유해물과 함께 잔류 오존이 유동할 수 있다. 이러한 과정 중에 상기 유해가스는 촉매 영역(130)에 의해 분해반응이 촉진되면서 분해될 수

있다. 이는 도 10에 표시된 "반응단계"에 해당된다. 예를 들어 유해가스가 휘발성유기화합물일 경우에는 촉매 영역(130)에서 산화 반응이 촉진되면서 이산화탄소(CO_2) 가스와 수증기(H_2O)로 분해되어 발열담체(110)의 타단부의 유로(120)를 통해 외부로 배출되게 된다. 또한, 상기 잔류 오존은 촉매 영역(130)에서 산소 가스(O_2) 등으로 분해되어 발열담체(110)의 타단부의 유로(120)를 통해 외부로 배출되게 된다.

[0104] 이하에서는, 본 발명의 기술적 사상에 따른 유해물 제거장치를 구성하는 유해물 제거 촉매 모듈의 실험예를 설명하기로 한다.

[0105] 상기 유해물 제거 촉매 모듈의 실험 조건으로서, 30V 내지 50V의 전압, 20 A의 전류, 12,000/h의 공간속도(GHSV), 3.6 cm^2 의 단면적과 5 cm의 길이의 발열담체를 사용하였다. 유해가스로서, PGMEA (Propylene glycol methyl ether acetate)를 사용하였다, 6 L/분 의 유체 속도의 상기 PGMEA와 4L/분 유체 속도의 공기와 혼합하여 주입하였다. 상기 PGMEA는 135.02 ppm의 주입량으로 주입되었고, 촉매 반응 후에는 0.71 ppm으로, 99.47%의 분해 효율을 나타내었다. 또한, TVOC (전체 휘발성유기화합물)은 136.64 ppm의 주입량으로 주입되었고, 촉매 반응 후에는 0.83 ppm으로, 99.39%의 분해 효율을 나타내었다.

[0106] 도 11은 본 발명의 일실시예를 따른 유해물 제거장치(1)를 이용하여 잔류 오존을 제거한 결과로서, 시간에 따른 오존 농도를 나타내는 그래프이다.

[0107] 도 11을 참조하면, 오존 농도가 초기에는 약 0.5 ppm이었으나, 약 2분이 지난 후에는 0.01 ppm 이하로 감소됨을 알 수 있다. 이러한 지연은 반응기 구조 및 분석기 때문에 지체되는 것으로 실제는 거의 즉시 감소된다.

[0108] 참고로, 도 11의 제조 조건 및 실험 조건은 다음과 같다. 발열담체는 SiC 를 사용하였고, 촉매는 Pd/Al_2O_3 를 사용하였고, 촉매 물질의 총 담지량은 70 g/L 이었고, 발열담체의 부피는 53.76 cm^3 이었다. 배출 가스의 온도는 70℃ 내지 75℃ 이었고, 공간속도(GHSV)는 12,000 /h 및 30,000/h 이었고, 초기 잔류 오존 농도는 0.5 ppm 이었다.

[0109] 이하에서는, 본 발명의 기술적 사상에 따른 유해물 제거장치의 실험예를 설명하기로 한다.

[0110] 상기 유해물 제거장치에서 유해물 제거 촉매 모듈은 원형과 사각형으로 형성하여 각각 실험하였다. 실시예는 상온 오존 활성화 모듈을 포함하여 상기 유해물 제거장치를 구성함으로써 오존에 의해 유해물을 활성화하였고, 비교예는 상온 오존 활성화 모듈을 포함하지 않고 유해물 제거장치를 구성하였다.

[0111] 상기 유해물 제거장치에 주입되는 가스의 공간 속도(space velocity)는 50,000 /hour 로서 총 유량으로 환산하면 10.7 liter/min 이었다. 주입한 유해물은 2000 ppm CH_4와 200 ppm CO를 공기에 포함하여 주입하였다. 오존을 포함하는 실시예의 경우에는, 상기 오존의 농도 및 유량은 1 liter/min 유량에 약 1% ~ 2%의 오존 농도로 설정하였다. 따라서, 오존 주입 여주에 무관하게 총 유량과 공간 속도는 동일하게 설정하였다.

[0112] 표 1은 본 발명의 일실시예에 따른 유해물 제거장치를 이용하여 유해물을 제거한 결과를 비교예와 비교한 표이다. 비교예1과 실시예1에 코팅된 촉매소재는 동일한 것을 사용하였고, 비교예2와 실시예2에 코팅된 촉매소재도 동일한 것을 사용하였다.

표 1

[0113]

구분	담체 형상	유해물 종류	수증기 함량	유해물 전환율 온도(℃)				
				T10	T20	T50	T80	T90
비교예1	원형	CH_4	2%	353	367	393	-	-
실시예1	원형	CH_4	없음	193	212	259	-	-
비교예2	원형	CH_4	없음	255	269	292	-	-
실시예2	사각형	CH_4	없음	215	250	280	-	-
비교예2	원형	CO	없음	-	-	91	108	114
실시예2	사각형	CO	없음	-	-	< 43	< 43	82

[0114] 표 1을 참조하면, "T10"은 주입된 메탄(CH_4)이 10%가 제거되는 온도(즉, 메탄 전환율 온도)이고, "T20"은 주입

된 메탄(CH_4)이 20%가 제거되는 온도이고, "T50"은 주입된 메탄(CH_4)이 50%가 제거되는 온도이고, "T80"은 주입된 메탄(CH_4)이 80%가 제거되는 온도이고, "T90"은 주입된 메탄(CH_4)이 90%가 제거되는 온도이다. 온도가 낮을수록 유해물 제거장치의 성능이 우수함을 의미한다.실시예1은, T10, T20, 및 T50에서 모두 비교예1에 비하여 매우 낮은 메탄 전환율 온도를 나타내었다. 따라서, 원형의 발열담체에 촉매가 코팅된 발열모노리스 촉매 모듈을 포함하는 유해물 제거장치의 성능이 매우 우수함을 알 수 있다.

[0115] 실시예2은, T10, T20, 및 T50에서 모두 비교예2에 비하여 낮은 메탄 전환율 온도를 나타내었으나, 실시예1의 경우에 비하여는 그 차이가 작게 나타났다. 또한, 실시예2에서는, 일산화탄소(CO) 유해물에 대한 전환율 온도가 비교예2에 비하여 매우 낮게 나타났다.

[0116] 이러한 결과로부터, 본 발명의 기술적 사상에 따른 유해물 제거장치는 메탄(CH_4)과 일산화탄소(CO)를 상온 활성화 오존을 이용하여 효과적으로 제거할 수 있다.

[0117] 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

[0118] 1: 유해물 제거장치,

10: 상온 오존 활성화 모듈, 20: 유해물 제거 촉매 모듈,

14: 오존 발생부, 16: 자외선 발생부,

110: 발열담체, 115: 기공,

120; 유로, 130 촉매 영역,

132: 제1 촉매층, 134: 제2 촉매층,

139: 촉매물질,

200: 유해물 제거 촉매 모듈의 제조 장치,

210: 랙, 220: 호퍼,

230: 공급관, 240: 챔버,

242: 용기부, 244: 차폐부,

246: 압력센서, 250: 배출관,

252: 제1 필터, 254: 제2 필터,

260: 밸브, 262: 제1 밸브,

264: 제2 밸브, 270: 진공펌프,

280: 배기관, S: 슬러리,

400: 유해물 제거 시스템,

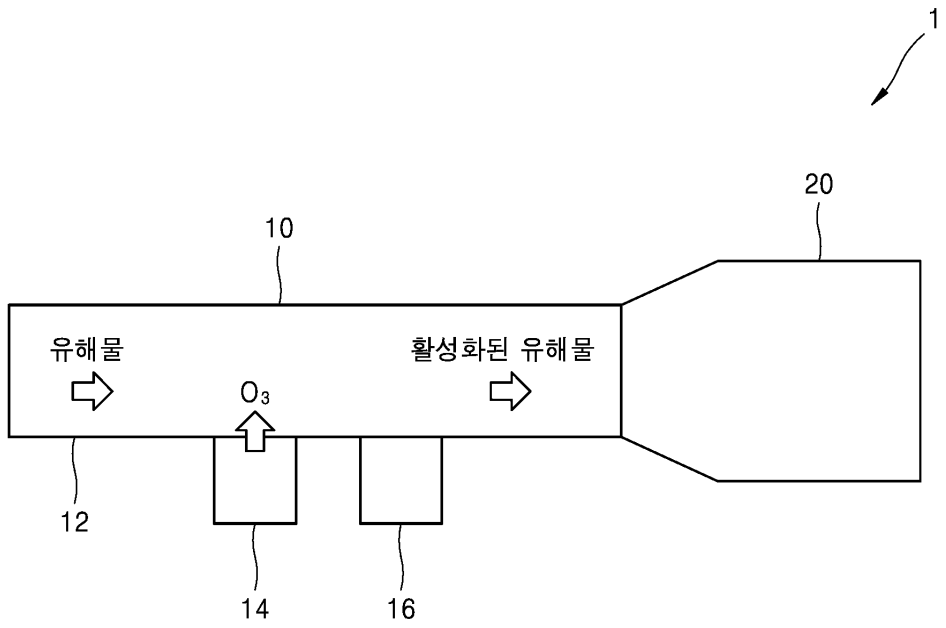
410: 유해물 제거 촉매 모듈, 420: 전력공급원,

430: 전력제어부, 440: 온도제어모듈,

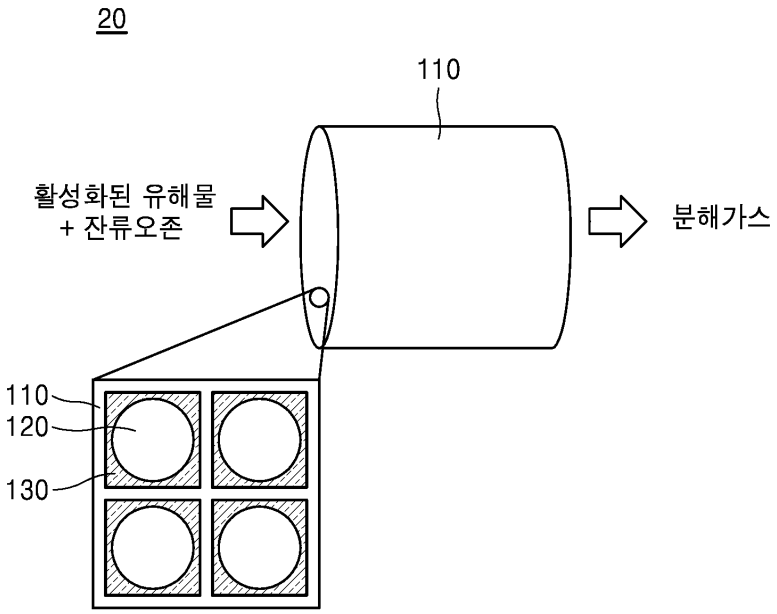
450: 상온 오존 활성화 모듈

도면

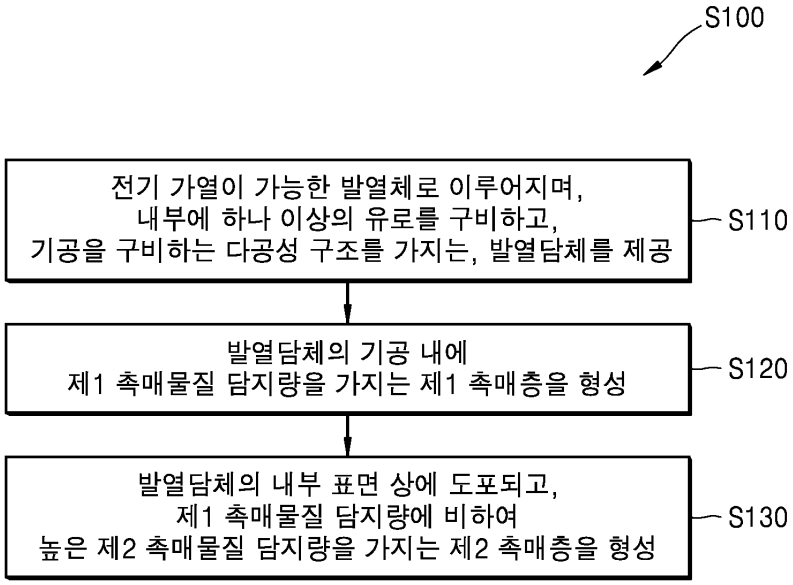
도면1


1
20
10
유해물
활성화된 유해물
O_3
12
14
16

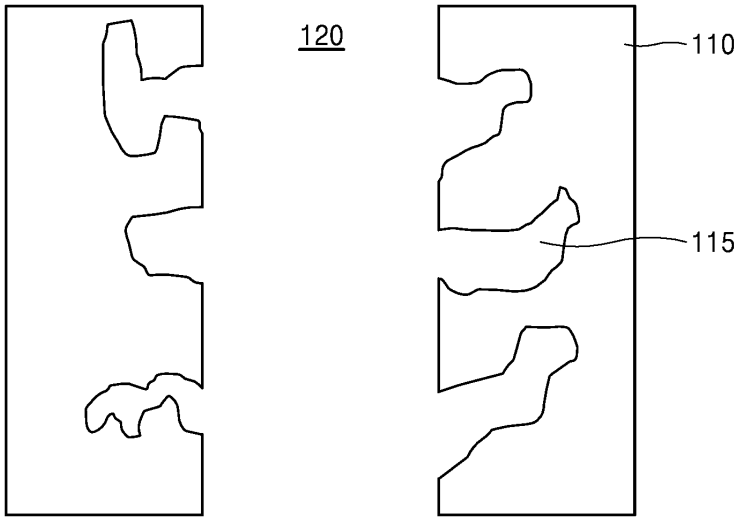
도면2


20
110
활성화된 유해물
+ 잔류오존
분해가스
110
120
130

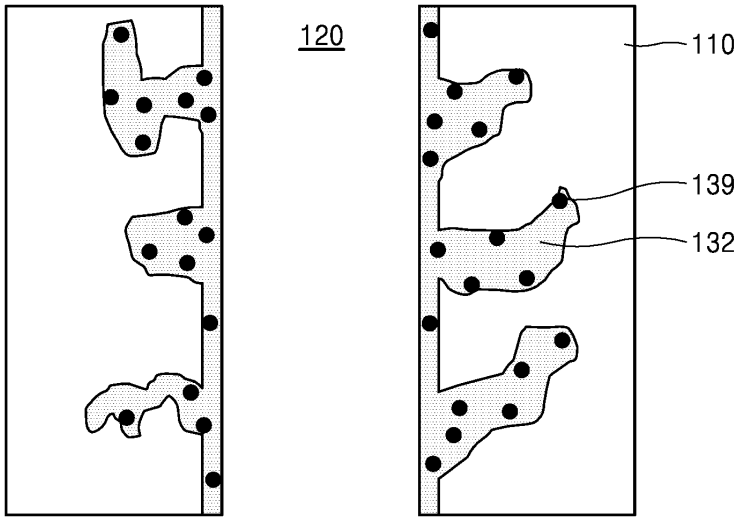
도면3


S100
전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며,
내부에 하나 이상의 유로를 구비하고,
기공을 구비하는 다공성 구조를 가지는, 발열담체를 제공
S110
발열담체의 기공 내에
제1 촉매물질 담지량을 가지는 제1 촉매층을 형성
S120
발열담체의 내부 표면 상에 도포되고,
제1 촉매물질 담지량에 비하여
높은 제2 촉매물질 담지량을 가지는 제2 촉매층을 형성
S130

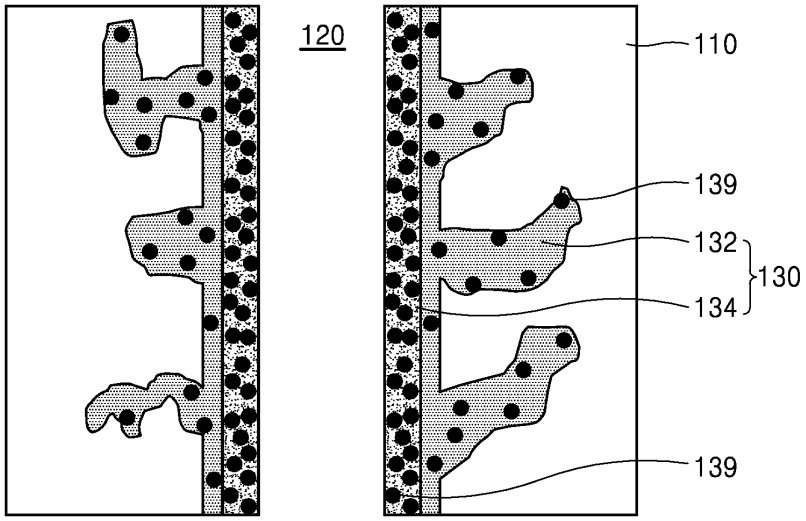
도면4


120
110
115

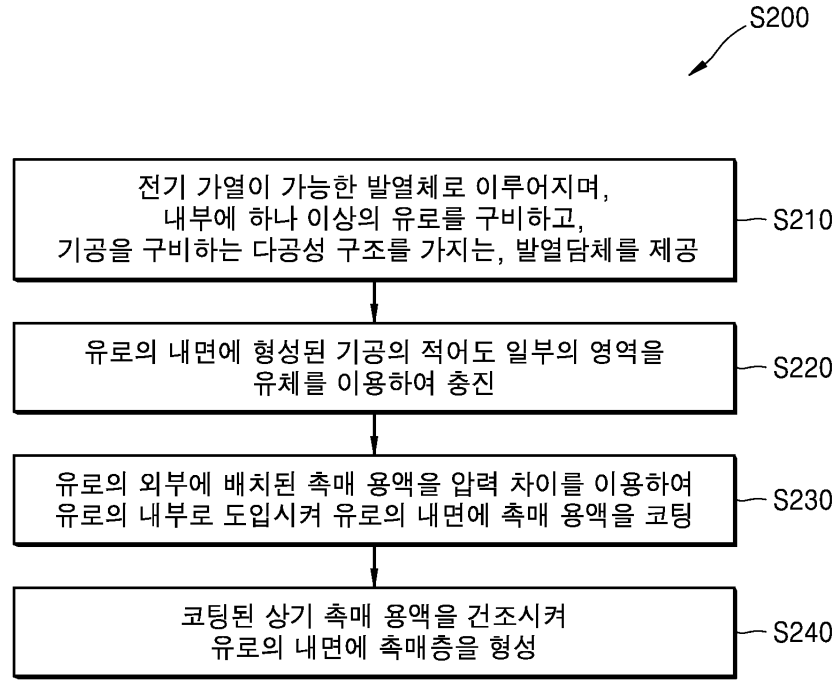
도면5



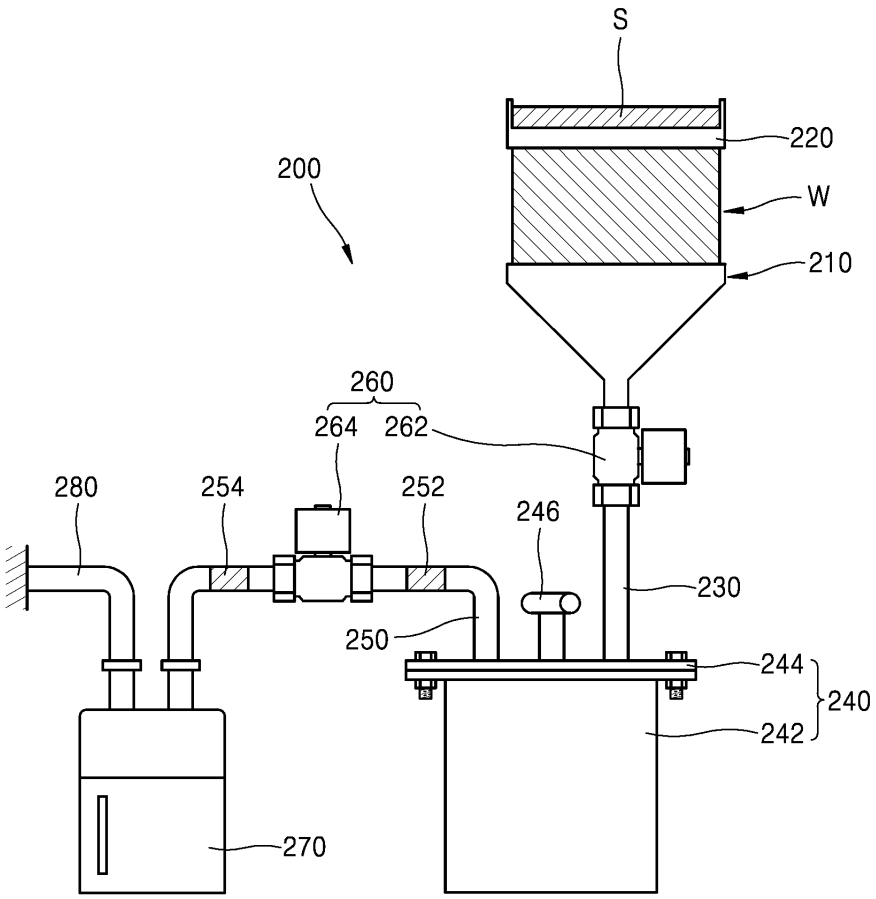
도면6



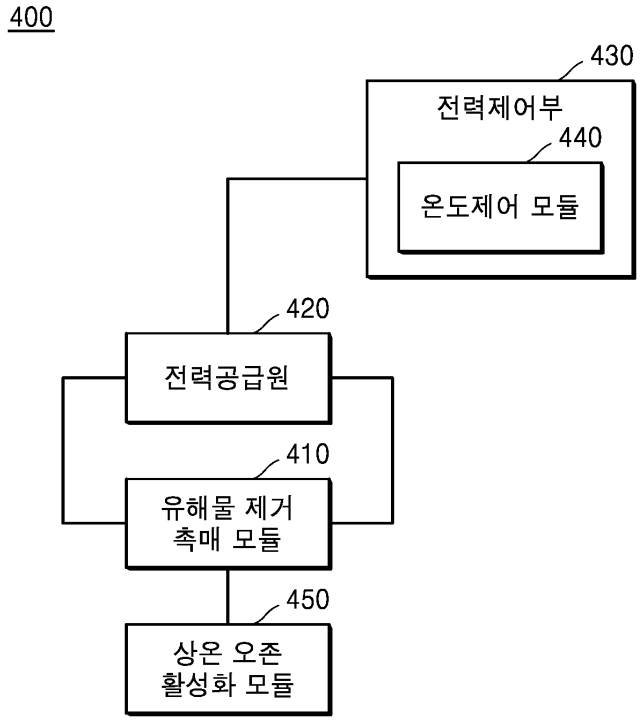
도면7


S200
전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며,
내부에 하나 이상의 유로를 구비하고,
기공을 구비하는 다공성 구조를 가지는, 발열담체를 제공
S210
유로의 내면에 형성된 기공의 적어도 일부의 영역을
유체를 이용하여 충진
S220
유로의 외부에 배치된 촉매 용액을 압력 차이를 이용하여
유로의 내부로 도입시켜 유로의 내면에 촉매 용액을 코팅
S230
코팅된 상기 촉매 용액을 건조시켜
유로의 내면에 촉매층을 형성
S240

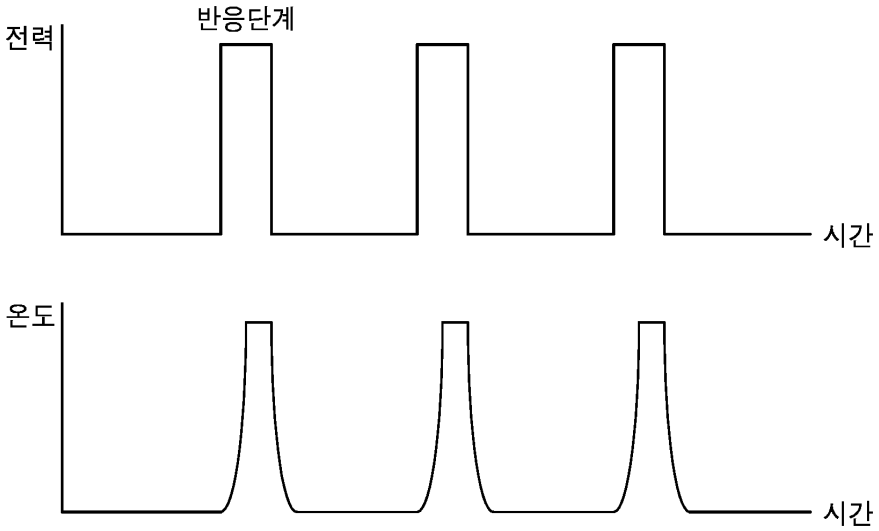
도면8


S
220
W
210
200
260
264
262
280
254
252
246
230
250
244
240
242
270

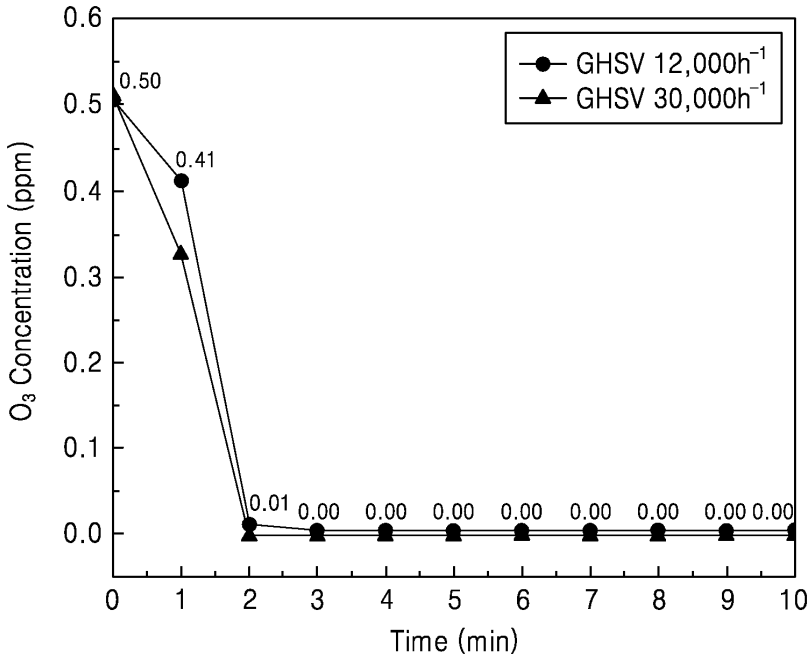
도면9


400
430
전력제어부
440
온도제어 모듈
420
전력공급원
410
유해물 제거
촉매 모듈
450
상온 오존
활성화 모듈

도면10


반응단계
전력
시간
온도
시간

도면11


GHSV 12,000h-1
GHSV 30,000h-1
O3 Concentration (ppm)
Time (min)
0.50
0.41
0.01
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10