(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0117559
(43) 공개일자 2020년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 53/88 (2006.01) *B01D 53/04* (2006.01)
B01J 20/08 (2006.01) *B01J 23/42* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 53/88 (2013.01)
B01D 53/0438 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0039835
(22) 출원일자 2019년04월04일
심사청구일자 2019년04월04일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
최준환
경상남도 창원시 성산구 원이대로 774, 305동 1004호
(74) 대리인
이인행

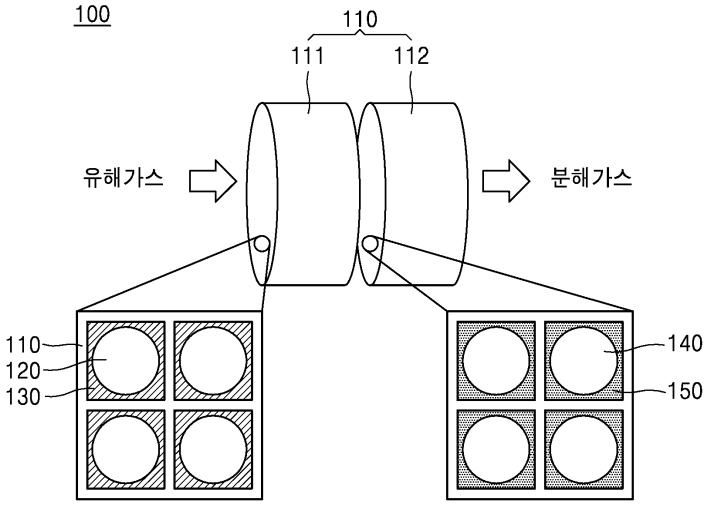
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈 및 이를 이용한 유해가스 제거 방법**

(57) 요 약

본 발명은 휘발성유기화합물, 산화질소(NOx), 악취, 각종 탄화수소(C_xH_y), 일산화탄소(CO), 오존, 유해 라디칼(수산화라디칼 등), 병원균 및 바이러스 등을 포함하는 각종 유해가스를 효과적으로 제거하기 위한 것으로서, 유해가스의 흡착 및 산화/환원 반응이 담체 내에서 통합적으로 이루어질 질 수 있는 촉매 모듈 및 이를 포함하는 촉매 시스템의 제공을 목적으로 한다. 본 발명의 일 관점에 따르면, 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈이 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈은, 전기 저항에 의해 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로를 포함하는 담체; 및 상기 유로 내면의 적어도 일부분에 형성되는 흡착-촉매 영역;을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01J 20/08 (2013.01)
B01J 23/42 (2013.01)
B01D 2253/102 (2013.01)
B01D 2253/104 (2013.01)
B01D 2253/106 (2013.01)
B01D 2253/108 (2013.01)
B01D 2253/1124 (2013.01)
B01D 2255/20 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 PNK6190
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 국가과학기술연구회
연구사업명 재료연구소 운영비지원사업
연구과제명 저온 촉매 응용 유해활성종 제거 소재 개발(1/5)
기 여 율 1/1
과제수행기관명 한국기계연구원부설재료연구소
연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로를 포함하는 담체; 및

상기 유로 내면의 적어도 일부분에 형성되는 흡착-촉매 영역;을 포함하며,

상기 흡착-촉매 영역은,

상기 유로를 통과하는 유해가스를 흡착하는 흡착물질 및 상기 유해가스의 분해 반응을 촉진하는 촉매물질을 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 흡착-촉매 영역은,

상기 흡착물질을 포함하고 상기 담체의 유로 내면의 적어도 일부분에 형성된 흡착층; 및

상기 촉매물질을 포함하고 상기 담체의 유로 내면 중 상기 흡착층이 형성된 영역 이외의 영역 중에서 적어도 일부에 형성된 촉매층;을 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 담체는 서로 분리 가능한 제 1 담체 및 제 2 담체를 포함하고,

상기 흡착-촉매 영역은,

상기 흡착물질을 포함하고 상기 제 1 담체의 유로 내면의 적어도 일부분에 형성된 흡착층; 및

상기 촉매물질을 포함하고 상기 제 2 담체의 유로 내면의 적어도 일부분에 형성된 촉매층;을 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 흡착-촉매 영역은,

상기 촉매물질을 포함하고 상기 유로의 내면의 적어도 일부 영역을 형성하는 촉매층; 및

상기 흡착물질을 포함하고 상기 촉매층 상부 표면의 적어도 일부 영역을 형성하는 흡착층;

을 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 흡착-촉매 영역은,

상기 흡착물질을 포함하고 상기 유로의 내면의 적어도 일부 영역을 형성하는 흡착층; 및

상기 촉매물질을 포함하고 상기 흡착층 상부 표면의 적어도 일부 영역을 형성하는 촉매층;

을 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 흡착-촉매 영역은,

상기 흡착물질과 상기 촉매물질이 혼합된 혼합체로 이루어진 혼합체층을 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 담체의 일부 영역과 연결된 전극;을 더 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 담체는 SiC계 화합물, AlN계 화합물, $BaTiO_3$계 화합물, 니켈-크롬계 합금, 철-니켈계 합금, 철-크롬계 합금 및 스테인레스강 중 어느 하나 이상을 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 담체는 일 단부에서 타 단부로 연장되는 복수의 유로를 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 담체는 다공질 금속(metal foam)을 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 흡착물질은 알루미나(Al_2O_3), 금속산화물계, 실리카겔(Silicagel), 제올라이트(zeolite) 및 활성탄 중 어느 하나 이상을 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 촉매물질은, Pt, Pd, Rh, Fe, Cu, Ni, Mn, Co, Ag, Au, V, Ti 및 Mo을 포함하는 금속, 또는 상기 금속을 하나 이상 포함하는 화합물 또는 산화물을 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 촉매물질은, MnO_2, CeO_2, TiO_2, CuO, V_2O_5, ZnO, SnO_2, SiO_2, 및 Al_2O_3 중 어느 하나 이상을 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 CeO_2 및 MnO_2는 다른 원소가 도핑된 것인,

유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈.

청구항 15

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 하나의 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈;

상기 흡착-촉매 모듈에 전력을 공급하는 전력공급원; 및

상기 전력공급원으로부터 상기 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈로 투입되는 전력의 파형을 제어하는 전력제어부;를 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 시스템.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 전력제어부는 상기 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈의 온도를 입력받고 상기 입력된 온도에 따라 상기 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈로 투입되는 전력의 전력값 또는 전력 파형을 제어하는 온도제어모듈을 더 포함하는,

유해가스 제거용 흡착-촉매 시스템.

청구항 17

흡착모듈에 포함된 흡착물질을 이용하여 유해가스를 흡착시키는 단계;

상기 흡착모듈을 가열하여 상기 흡착물질에 흡착된 유해가스를 탈착시키는 단계; 및

상기 탈착된 유해가스를 가열된 촉매모듈에서 분해시키는 단계;를 포함하고,

상기 흡착모듈 및 상기 촉매모듈은 각각 전기 저항에 의해 가열이 가능한 발열체로 이루어진 담체를 포함하고,

상기 흡착모듈 및 촉매모듈의 가열은 상기 각각의 담체로 전력을 인가하여 수행하는 것인,

유해가스 제거 방법.

청구항 18

흡착물질을 이용하여 유해가스를 흡착시키는 단계;

상기 흡착물질을 가열하여 흡착된 유해가스를 탈착시키는 단계; 및

상기 탈착된 유해가스를 가열된 촉매물질을 이용하여 분해시키는 단계;를 포함하고,

상기 흡착물질 및 촉매물질은 전기 가열이 가능한 발열체로 이루어진 담체의 내부에 형성된 하나 이상의 유로 내면의 적어도 일부에 형성된 흡착-촉매 영역에 포함되며,

상기 흡착물질 및 촉매물질의 가열은 담체로 전력을 인가하여 수행하는 것인,

유해가스 제거 방법.

청구항 19

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 담체로 인가되는 전력은 펄스 형태의 파형을 가지는 것인,

유해가스 제거 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인체에 유해한 유해가스를 제거하기 위한 촉매 모듈에 대한 것으로서, 더 상세하게는 상기 유해가스의 흡착과, 산화 및 환원 반응이 자체 발열되는 담체 내에서 수행되게 하는 흡착-촉매 모듈, 이를 포함하는 시스템 및 이를 이용한 유해가스 제거 방법에 대한 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 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds: VOCs), 자동차나 보일러 등에서 배출되어 온실효과 및 산성비의 원인이 되는 산화질소(NOx), 각종 악취 및 오존(Ozone) 등을 포함한다. 예를 들어, 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 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 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 발명은 휘발성유기화합물이나 오존과 같은 각종 유해가스를 효과적으로 제거하기 위한 것으로서, 유해가스의 흡착 및 산화/환원 반응이 담체 내에서 통합적으로 이루어질 질 수 있는 촉매 모듈 및 이를 포함하는 촉매 시스템의 제공을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 관점에 따르면, 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈이 제공된다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈은, 전기 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로를 포함하는 담체; 및 상기 유로 내면의 적어도 일부분에 형성되는 흡착-촉매 영역;을 포함한다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 흡착-촉매 영역은, 상기 유로를 통과하는 유해가스를 흡착하는 흡착물질 및 상기 유해가스의 분해반응을 촉진하는 촉매물질을 포함할 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 흡착-촉매 영역은, 상기 흡착물질을 포함하고 상기 담체의 유로 내면의 적

어도 일부분에 형성된 흡착층; 및 상기 촉매물질을 포함하고 상기 담체의 유로 내면 중 상기 흡착층이 형성된 영역 이외의 영역 중에서 적어도 일부에 형성된 촉매층;을 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 담체는 서로 분리 가능한 제 1 담체 및 제 2 담체를 포함하고, 상기 흡착-촉매 영역은, 상기 흡착물질을 포함하고 상기 제 1 담체의 유로 내면의 적어도 일부분에 형성된 흡착층; 및 상기 촉매물질을 포함하고 상기 제 2 담체의 유로 내면의 적어도 일부분에 형성된 촉매층;을 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 흡착-촉매 영역은, 상기 촉매물질을 포함하고 상기 유로의 내면의 적어도 일부 영역을 형성하는 촉매층; 및 상기 흡착물질을 포함하고 상기 촉매층 상부 표면의 적어도 일부 영역을 형성하는 흡착층;을 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 흡착-촉매 영역은, 상기 흡착물질을 포함하고 상기 유로의 내면의 적어도 일부 영역을 형성하는 흡착층; 및 상기 촉매물질을 포함하고 상기 흡착층 상부 표면의 적어도 일부 영역을 형성하는 촉매층;을 포함한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 흡착-촉매 영역은, 상기 흡착물질과 상기 촉매물질이 혼합된 혼합체로 이루어진 혼합체층을 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈은 상기 담체의 일부 영역과 연결된 전극;을 더 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 담체는 전도성 SiC계 화합물, AlN계 화합물, $BaTiO_3$계 화합물, 니켈-크롬계 합금, 철-니켈계 합금, 철-크롬계 합금 및 스테인레스강 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 담체는 일 단부에서 타 단부로 연장되는 복수의 유로를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 담체는 다공질 금속(metal foam)을 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 흡착물질은 알루미나(Al_2O_3), 금속산화물, 실리카겔(Silicagel), 제올라이트(zeolite) 및 활성탄 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 촉매물질은, Pt, Pd, Rh, Fe, Cu, Ni, Mn, Co, Ag, Au, V, Ti 및 Mo을 포함하는 금속, 또는 상기 금속을 하나 이상 포함하는 화합물 또는 산화물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 산화물로는 MnO_2, CeO_2, TiO_2, CuO, V_2O_5, ZnO, SnO_2 SiO_2 및 Al_2O_3 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다. 상기 CeO_2와 MnO_2의 경우 다른 원소가 도핑된 CeO_2와 MnO_2를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 다른 관점에 의하면, 유해가스 제거용 흡착-촉매 시스템이 제공된다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유해가스 제거용 흡착-촉매 시스템은 상술한 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈; 상기 흡착-촉매 모듈에 전력을 공급하는 전력공급원; 및 상기 전력공급원으로부터 상기 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈로 투입되는 전력의 파형을 제어하는 전력제어부;를 포함할 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 전력제어부는 상기 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈의 온도를 입력받고 상기 입력된 온도에 따라 상기 유해가스 제거용 흡착-촉매 모듈로 투입되는 전력의 전력값 또는 전력 파형을 제어하는 온도제어모듈을 더 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 또 다른 관점에 의하면, 유해가스 제거 방법이 제공된다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유해가스 제거 방법은, 흡착모듈에 포함된 흡착물질을 이용하여 유해가스를 흡착시키는 단계; 상기 흡착모듈을 기 설정된 온도로 가열하여 상기 흡착제에 흡착된 유해가스를 탈착시키는 단계; 및 상기 탈착된 유해가스를 기 설정된 온도로 가열된 촉매모듈에서 분해시키는 단계;를 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 흡착모듈 및 상기 촉매모듈은 각각 전기 저항에 의해 가열이 가능한 발열체로 이루어진 담체를 포함하고, 상기 흡착모듈 및 촉매모듈의 가열은 상기 각각의 담체로 전력를 인가하여 수행할 수 있다.

[0025] 본 발명의 또 다른 관점에 따르면, 흡착물질을 이용하여 유해가스를 흡착시키는 단계; 상기 흡착물질을 가열하여 흡착된 유해가스를 탈착시키는 단계; 및 상기 탈착된 유해가스를 가열된 촉매물질을 이용하여 분해시키는 단계;를 포함하고, 상기 흡착물질 및 촉매물질은 전기 가열이 가능한 발열체로 이루어진 담체의 내부에 형성된 하나 이상의 유로 내면의 적어도 일부에 형성된 흡착-촉매 영역에 포함되며, 상기 흡착물질 및 촉매물질의 가열은

담체로 전력을 인가하여 수행하는 것인 유해가스 제거 방법이 제공된다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 담체로 전력을 인가하는 단계는, 펄스 형태의 파형을 가지는 전력을 인가하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0027] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 담체의 가열은 외부의 열원에 의한 것이 아니라 담체가 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.

[0028] 또한, 펄스 파형의 전력을 반복적으로 투입함으로써 빠른 시간 내에 흡착된 유해가스를 탈착 및 분해하는 과정을 반복하여 빠른 시간 내에 유해가스를 효과적으로 처리할 수 있다.

[0029] 또한, 유체 내 유해가스의 농도가 낮더라도 이를 1차적으로 흡착모듈에서 충분히 흡착하여 고농도 축적하는 단계를 거친 후, 이를 짧은 시간 내에 탈착시켜 고농도화한 후 이를 촉매모듈로 투입시키게 된다. 따라서 초기 유체 내 유해가스의 농도가 낮은 값을 갖더라도 효율적인 촉매 반응을 유도할 수 있는 효과가 있다.

[0030] 또한, 흡착모듈와 촉매모듈을 컴팩트하게 배치하거나 일체화함으로써 유해가스 제거 시스템을 저비용으로 소형화/범용화 할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1 내지 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 흡착-촉매 모듈의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 흡착-촉매 시스템의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 흡착-촉매 모듈의 각 단계별 온도 및 공급 전력의 파형을 예시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있는 것으로, 이하의 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 또한 설명의 편의를 위하여 도면에서는 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다.

[0033] 도 1에는 본 발명의 제 1 실시예를 따르는 흡착-촉매 모듈의 형태가 개략적으로 도시되어 있다. 도 1을 참조하면, 제 1 실시예를 따르는 흡착-촉매 모듈(100)은 제 1 담체(111) 및 제 2 담체(112)를 포함하는 담체(110)를 포함한다. 제 1 담체(111) 및 제 2 담체(112)는 모두 내부에 유체가 유동할 수 있는 유로(120, 140)를 포함한다. 유로(120, 140)의 일 단부는 유체가 투입되는 투입구일 수 있으며, 타 단부는 유체가 배출되는 배출구일 수 있다.

[0034] 제 1 담체(111) 및 제 2 담체(112)는 도 1에 도시된 것과 같이 담체의 일 단부에서 타 단부로 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, 담체의 내부로 유체를 유동시킬 수 있는 유로이면 어떠한 형상도 가능하다.

[0035] 제 1 담체(111) 및 제 2 담체(112)는 서로 근접하여 배치되거나 서로 직접 접촉되어 연결되는 구조를 가질 수 있다. 이를 통해 제 1 담체(111)에 형성된 유로(120)의 타 단부는 제 2 담체(112)에 형성된 유로(140)의 일 단부와 서로 연결되며, 제 1 담체(111)의 유로(120)로부터 배출된 유체는 제 2 담체(112)의 유로(140)로 투입될 수 있게 된다.

[0036] 상기 유체는 제거의 대상이되는 유해가스를 포함할 수 있다. 상기 유해가스로는 휘발성유기화합물, 산화질소(NOx), 악취, 각종 탄화수소(C_xH_y), 일산화탄소(CO), 오존 및 유해 라디칼(수산화라디칼 등) 등을 포함하며, 더 나아가 병원균, 바이러스 등도 포함할 수 있다.

[0037] 담체 구조의 다른 예로서, 담체(110)는 내부에 다수의 빈 공간을 포함하고, 상기 빈 공간들이 서로 연결되어 유로를 형성하는 다공성 물질, 예를 들어 다공성 금속도 가능하다. 이는 다른 실시예에서도 마찬가지로 적용될 수

있다.

[0038] 제 1 실시예에 있어서, 담체(110)는 전력이 인가될 경우 전기 저항에 의해 자체적으로 발열이 가능한 전기 발열체로 구성된다. 예를 들어 담체(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 등을 포함할 수 있다.

[0039] 제 1 담체(111) 내부에 형성된 유로(120) 내면의 적어도 일부 영역에는 유체 내에 포함된 유해가스를 흡착할 수 있는 흡착층(130)이 형성되고, 제 2 담체(112) 내부에 형성된 유로(140) 내면의 적어도 일부 영역에는 유해가스의 분해 반응을 촉진시키기 위한 촉매층(150)이 형성된다. 따라서 제 1 담체(111)는 흡착모듈로 기능하고, 제 2 담체(112)는 촉매모듈로 기능한다.

[0040] 흡착층(130)에 사용되는 흡착물질로는, 알루미나(Al_2O_3), 기타 금속산화물계, 실리카겔(Silicagel), 제올라이트(zeolite, molecular sieve), 활성탄 등을 포함한다.

[0041] 촉매층(150)에 사용되는 촉매물질로는 Pt, Pd, Rh, Fe, Cu, Ni, Mn, Co, Ag, Au, V, Ti 및 Mo을 포함하는 금속, 또는 이러한 금속을 하나 이상 포함하는 화합물 또는 산화물을 포함한다. 상기 산화물로는 MnO_2, CeO_2, TiO_2, CuO, V_2O_5, ZnO, SnO_2, SiO_2, Al_2O_3 등을 포함할 수 있다. 상기 CeO_2와 MnO_2의 경우 다른 원소가 도핑된 CeO_2와 MnO_2를 포함할 수 있다.

[0042] 제 1 담체(111) 및 제 2 담체(112) 중 어느 하나 이상에는 외부에서 전력을 인가할 수 전극 구조(미도시)가 형성된다. 예를 들어 제 1 담체(111) 및 제 2 담체(112)의 일 단부 및 타 단부의 특정 영역에 각각 전도성 페이스트를 도포함으로서 외부의 전력선과 연결되는 전극 구조를 형성할 수 있다. 다른 예로는 전도성 금속부재를 제 1 담체(111) 및 제 2 담체(112)의 일 단부 및 타 단부의 특정 영역에 각각 결합시킴으로써 전극 구조를 형성할 수 있다.

[0043] 도 4에는 흡착-촉매 모듈을 이용한 흡착-촉매 시스템이 도시되어 있다. 도 4를 참조하면, 흡착-촉매 시스템(400)은 흡착-촉매 모듈(410), 흡착-촉매 모듈(410)에 전력을 공급하는 전력공급원(420) 및 흡착-촉매 모듈로 투입되는 전력을 제어하는 전력제어부(430)을 포함한다. 전력제어부(430)에 의해 예를 들어, 공급되는 전력값 또는 전력의 파형이 제어될 수 있다.

[0044] 전력제어부(430)는 흡착-촉매 모듈(410)의 온도를 입력받고 상기 입력된 온도에 따라 흡착-촉매 모듈로 투입되는 전력을 제어하는 온도제어모듈(미도시)을 더 포함할 수 있다.

[0045] 흡착-촉매 모듈(410)이 제 1 실시예를 따르는 형태일 경우 전력공급원(420)으로부터의 전력은 전력제어부(430)의 제어에 의해 제 1 담체(111) 및 제 2 담체(112) 중 어느 하나 이상에 공급되도록 제어될 수 있다. 전력을 공급받은 담체는 자체 발열에 의해 가열될 수 있으며, 이때 자체 발열되는 담체의 온도가 소정 범위에서 유지될 수 있도록 전력제어부(430)에 의해 투입되는 전력값 또는 파형이 제어될 수 있다.

[0046] 도 5에는 담체에 전력이 공급되는 시간적 순서에 따른 흡착-촉매 모듈(100)의 작동 단계가 도시되어 있다. 구체적으로 도 5의 (a)는 흡착모듈인 제 1 담체(111)에 인가되는 펄스 형태의 전력 파형을 예시한 것이며, 이에 따른 제 1 담체(111)의 온도 변화를 도 5의 (b)에 표시하였다. 도 5의 (c)는 촉매모듈인 제 2 담체(112)에 인가되는 펄스 형태의 전력 파형을 예시한 것이며, 이에 따른 제 2 담체(111)의 온도 변화를 도 5의 (d)에 표시하였다.

[0047] 도 1, 도 4 및 도 5을 참조하여, 제 1 실시예를 따르는 흡착-촉매 모듈(100)을 포함하는 흡착-촉매 시스템(400)을 이용한 유해가스 제거 방법을 설명한다.

[0048] 흡착모듈인 제 1 담체(111)를 저온, 예를 들어 상온으로 유지된 상태에서 유해가스를 포함하는 유체를 제 1 담체(111)의 일 단부로 투입한다. 투입된 유체는 유로(120)를 따라 유동하며, 유체 내 유해가스는 유로(120)의 내면에 도포된 흡착층(130)에 흡착되게 된다. 도 5의 (a)에 표시된 "흡착단계"에 해당된다. 유해가스가 제거된 유체는 후단의 제 2 담체(112)를 통해 외부로 배출된다. 유해가스를 포함하는 유체가 제 1 담체(111)로 계속 공급됨에 따라 흡착층(130)에서의 흡착은 연속적으로 계속 일어나게 된다.

[0049] 소정의 시간 동안 흡착을 수행하여 흡착층(130)에 흡착된 유해가스의 농도가 포화되는 정도에 이를 경우, 전력공급부(420)로부터 제 1 담체(111)에 전력을 공급하여 제 1 담체(111)을 가열한다. 제 1 담체(111)의 온도가 증

가하면 흡착층(130)에 흡착되어 있던 유해가스는 탈착되기 시작한다. 이는 도 5(a)에 표시된 "탈착단계"에 해당된다.

[0050] 본 발명의 실시예를 따르는 흡착-촉매 모듈의 경우, 담체의 가열은 외부의 열원에 의한 것이 아니라 전기 저항 발열체인 담체가 자체적으로 가열됨으로써 구현된다. 즉 담체에 직접 전력을 인가하여 담체를 가열하게 된다. 따라서 본 발명의 실시예를 따르는 흡착-촉매 모듈은, 종래의 외부에서 투입되는 열에너지에 의해 가열되는 경우에 비해 전력 투입에 따른 온도 변화의 응답성이 현저하게 빠른 특징을 가진다. 이에 따라 담체에 투입되는 전력의 파형을 제어함에 따라 담체를 급속하게 가열하는 것이 가능하게 된다. 예를 들어, 도 5의 (a)와 같이 전력이 전력공급부(430)를 통해 제 1 담체(111)에 짧은 시간 동안 펄스 형태로 공급할 경우, 제 1 담체(111) 또한 도 5의 (b)와 같이 펄스 형태로 온도 변화를 나타내게 된다. 따라서 제 1 담체(111)에서의 탈착단계는 짧은 시간 동안 급격하게 일어나게 된다. 이에 따라 제 1 담체(111) 내 유로 내에는 흡착층(130)으로부터 탈착된 유해가스의 농도가 급격하게 증가하게 된다.

[0051] 제 1 담체(111)로부터 유해가스가 탈착되는 단계에서 제 1 담체(111)의 후단에 위치한 제 2 담체(112)에 전력이 공급되며, 따라서 제 2 담체(112)도 자체 가열에 의해 가열될 수 있다. 기 설정된 전력 공급값에 의해 제 2 담체(112)의 온도는 촉매가 효율적으로 작동할 수 있는 작동 범위에서 빠른 속도로 승온되어 유지될 수 있다. 따라서 제 1 담체(111)의 유로에 존재하던 고농도의 탈착된 유해가스는 제 2 담체(112)의 유로로 투입된 후 제 2 담체(112)의 유로를 따라 유동된다. 이러한 과정 중에 유해가스는 촉매층(150)에 의해 분해반응이 촉진되면서 분해될 수 있다. 이는 도 5(c)에 표시된 "반응단계"에 해당된다. 예를 들어 유해가스가 휘발성유기화합물일 경우에는 촉매층(150)에서 산화 반응이 촉진되면서 CO_2 가스와 수증기(H_2O)로 분해되어 제 2 담체(112)의 타 단부의 유로를 통해 외부로 배출되게 된다.

[0052] 본 발명의 제 1 실시예에 의할 경우, 제거 대상이 되는 유해가스는 1차적으로 흡착모듈 내에 소정 시간 동안 흡착되어 축적된 후 짧은 시간 동안 탈착되어 높은 농도로 촉매모듈로 투입되게 된다. 따라서 촉매모듈에서는 유해가스의 농도가 충분히 높은 상태이므로 화학평형의 관점에서 유해가스의 분해반응 속도가 더욱 촉진될 수 있다.

[0053] 촉매를 이용한 유해가스의 분해방법에 있어서는 유체 내 제거대상이 되는 유해가스의 농도가 낮을 경우에는 화학평형의 관점에서 분해반응이 효율적으로 일어나지 않는다. 따라서 분해반응을 활성화하기 위해 촉매의 작동온도를 증가시키거나 유해가스성분의 농도를 증가시키는 등의 다른 조치가 필요할 수 있다. 이에 비해 본 발명의 실시예를 따르는 흡착-촉매 모듈에 의할 경우에는 유체 내 유해가스의 농도가 낮더라도 유해가스를 1차적으로 흡착모듈에서 충분히 흡착하여 고농도 축적하는 단계를 거친 후, 이를 짧은 시간 내에 탈착시켜 고농도화한 후 이를 촉매모듈로 투입시키게 된다. 따라서 초기 유체 내 유해가스의 농도가 낮은 값을 갖더라도 효율적인 촉매반응을 유도할 수 있는 효과가 있다.

[0054] 한편, 상기 담체는 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, 흡착모듈의 경우, 빠른 속도로 다시 가열 전 온도로 환원됨에 따라 다시 흡착기능을 수행하게 된다. 또한 촉매모듈이 경우에는 다시 가열전 온도로 환원된 후 흡착모듈과 함께 가열될 때까지 대기하게 된다.

[0055] 제 1 실시예는 유로에 흡착층이 도포된 제 1 담체와 촉매층이 도포된 제 2 담체가 서로 별개로 서로 인접하거나 직접 접촉하여 배치되는 구조를 가지나, 이의 변형예로서 하나의 담체 내에 형성된 유로의 영역별로 구분하여 흡착층과 촉매층이 도포되는 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 유해가스가 투입되는 쪽에 형성된 유로의 일 단부 부근의 내면에는 흡착층이 도포되고, 유해가스가 분해되어 발생한 가스가 배출되는 쪽에 형성된 유로의 타 단부 부근에는 촉매층이 도포될 수 있다. 이러한 변형예는 하나의 담체 내에 흡착모듈과 촉매모듈이 일체화된 형태로 이해될 수 있다.

[0056] 본 변형예를 따르는 흡착-촉매 모듈에 있어서는, 상온으로 유지되는 담체의 일 단부로 투입된 유해가스는 흡착층에 의해 흡착되며, 탈착단계에서 담체가 가열될 경우 흡착층으로부터 탈착된다. 탈착된 고농도의 유해가스는 유로를 통해 촉매층이 도포된 담체의 타 단부로 이동하게 된다. 담체는 탈착단계에서 촉매의 작동 범위로 가열될 수 있으며, 탈착된 고농도의 유해가스는 유로의 타 단부에 도포된 촉매층을 지나면서 분해되며, 분해의 결과물은 담체의 타 단부의 유로를 통해 배출되게 된다. 일체화된 담체에 펄스 형태의 전력을 반복적으로 인가함에 따라 상기 담체 내에서 유해가스의 탈착 및 분해가 반복적으로 일어나게 된다.

[0057] 도 2에는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 흡착-촉매 모듈이 도시되어 있다. 도 2를 참조하면, 제 2 실시예를 따

르는 흡착-촉매 모듈(200)은 자체 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로(220)를 포함하는 담체(210)를 포함한다. 제 2 실시예에 의할 경우, 유로(220)의 내면에 형성되는 흡착-촉매 영역은 유로(220)의 내면의 적어도 일부 영역을 도포하는 촉매층(230) 및 촉매층(230) 상부 표면의 적어도 일부 영역을 도포하는 흡착층(240)을 포함한다.

[0058] 상기 제 2 실시예는 동일한 담체 내에 흡착물질 및 촉매물질을 모두 포함하는 구조이며, 도 6의 (a)는 담체(210)에 인가되는 펄스 형태의 전력 파형을 예시한 것이며, 이에 따른 담체(210)의 온도 변화를 도 6의 (b)에 표시하였다.

[0059] 도 2, 도 4 및 도 6을 참조하여, 제 2 실시예를 따르는 흡착-촉매 모듈(200)을 포함하는 흡착-촉매 시스템(400)을 이용한 유해가스 제거 방법을 설명한다. 이하 유해가스 제거 방법의 설명 중 이미 위에서 설명한 부분은 중복된 부분이므로 설명을 생략하도록 한다.

[0060] 담체(210)를 상온으로 유지된 상태에서 유해가스를 담체(210)의 일 단부로 투입한다. 투입된 유해가스는 유로(220)를 따라 유동하면서 유로(220)의 내면에 도포된 흡착층(240)에 흡착되게 된다. 도 6(a)에 표시된 "흡착단계"에 해당된다.

[0061] 유해가스가 담체(210)로 계속 공급됨에 따라 흡착층(240)에서의 흡착은 연속적으로 계속 일어나게 된다. 소정의 시간 동안 흡착을 수행하여 흡착층(240)에 흡착된 유해가스의 농도가 포화되는 정도에 이를 경우, 전력공급부(420)로부터 담체(210)에 전력을 공급하여 담체(210)를 가열한다. 담체(210)의 온도가 증가하면 흡착층(240)에 흡착되어 있던 유해가스는 탈착되기 시작한다.

[0062] 흡착층(240)으로부터 탈착된 고농도의 유해가스는 흡착층(240)을 확산하여 흡착층(240) 하부의 촉매층(230)에 도달하게 된다. 상술한 제 1 실시예의 변형예에서와 같이 탈착단계에서 담체(210)는 촉매의 작동 반응이 가능한 온도 범위로 이미 세팅되어 있다. 따라서 촉매층(230)에 도달한 유해가스의 분해가 촉진되게 된다. 유해가스 분해의 결과로 생성된 결과물은 흡착층(240)을 확산하여 다시 유로(220)로 나오게 되며, 담체(210)의 타 단부의 유로를 통해 배출되게 된다.

[0063] 즉, 본 실시예에 의할 경우에는 담체(210)를 펄스 형태로 급속하게 가열되는 동안 유해가스의 탈착 및 반응에 의한 분해 단계가 수행되게 되며, 이는 도 6(a)에 표시된 "탈착/반응단계"에 해당된다. 일체화된 담체에 펄스형태의 전력을 반복적으로 인가함에 따라 상기 담체 내에서 유해가스의 탈착 및 분해가 반복적으로 일어나게 된다.

[0064] 제 2 실시예의 변형예로서 흡착층과 촉매층의 적층 순서가 서로 뒤바뀔 수 있다. 편의상 도 2를 다시 참조하여 설명하면, 유로(220)의 내면에 형성되는 흡착-촉매 영역은 유로(220)의 내면의 적어도 일부 영역을 도포하는 흡착층(230) 및 흡착층(230) 상부 표면의 적어도 일부 영역을 도포하는 촉매층(240)을 포함한다. 본 변형예에서는 상부의 촉매층(240)을 통해 유해가스가 확산하여 촉매층(240) 하부의 흡착층(230)에 도달하여 흡착된다. 다음, 흡착단계가 종료되면 담체(210)를 가열하여 유해가스를 흡착층(230)부터 탈착시킨다. 탈착된 고농도의 유해가스는 다시 촉매층(240)을 확산하면서 분해되며, 분해의 결과물은 촉매층(240)을 빠져나와 담체(210)의 타 단부의 유로를 통해 배출되게 된다.

[0065] 도 3에는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 흡착-촉매 모듈이 도시되어 있다. 도 3을 참조하면, 제 3 실시예를 따르는 흡착-촉매 모듈(300)은 자체 가열이 가능한 발열체로 이루어지며, 내부에 하나 이상의 유로(320)를 포함하는 담체(310)를 포함한다. 제 3 실시예에 의할 경우, 유로(220)의 내면에 형성되는 흡착-촉매 영역은 흡착물과 촉매물질이 혼합된 혼합체로 이루어진 혼합체층(330)을 포함한다.

[0066] 혼합체층(330)은 예를 들어 분말 형태의 흡착층 및 촉매층 물질을 소정 비율로 혼합한 후 용매에 분산시켜 슬러리를 제조하고, 이를 담체(310)의 유로(320)의 내면에 도포하여 제조할 수 있다.

[0067] 도 3, 도 4 및 도 6을 참조하여, 제 3 실시예를 따르는 흡착-촉매 모듈(300)을 포함하는 흡착-촉매 시스템(400)을 이용한 유해가스 제거 방법을 설명한다.

[0068] 담체(310)를 상온으로 유지된 상태에서 유해가스를 담체(310)의 일 단부로 투입한다. 투입된 유해가스는 유로(320)를 따라 유동하면서 유로(320)의 내면에 도포된 혼합체층(330) 내의 흡착물질에 흡착되게 된다. 도 6(a)에 표시된 "흡착단계"에 해당된다. 다음, 흡착단계가 종료되면 담체(310)를 가열하여 유해가스를 혼합체층(330) 내 흡착물질으로부터 탈착시킨다. 상술한 제 1 실시예의 변형예에서와 같이 탈착단계에서 담체(310)는 촉매의 작동 반응이 가능한 온도 범위로 이미 세팅되어 있다. 탈착된 고농도의 유해가스는 혼합체층(330) 내 촉매물질에 의

해 분해 반응이 촉진되면서 분해된다. 분해반응의 결과물은 혼합체층(330)을 빠져나와 담체(310)의 타 단부의 유로를 통해 배출되게 된다.

[0069] 본 실시예의 경우 혼합체층(330) 내부에 흡착층과 촉매층물질이 공존하고 있으므로 가열에 의해 탈착이 일어남과 거의 동시에 촉매층에 활성화된 유해가스의 분해반응이 일어나게 된다. 이는 도 6(a)에 표시된 "탈착/반응단계"에 해당된다. 따라서 일체화된 담체에 펄스형태의 전력을 반복적으로 인가함에 따라 상기 담체 내에서 유해가스의 탈착 및 분해가 반복적으로 일어나게 된다.

[0070] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0071] 100 : 흡착-촉매 모듈

110 : 담체

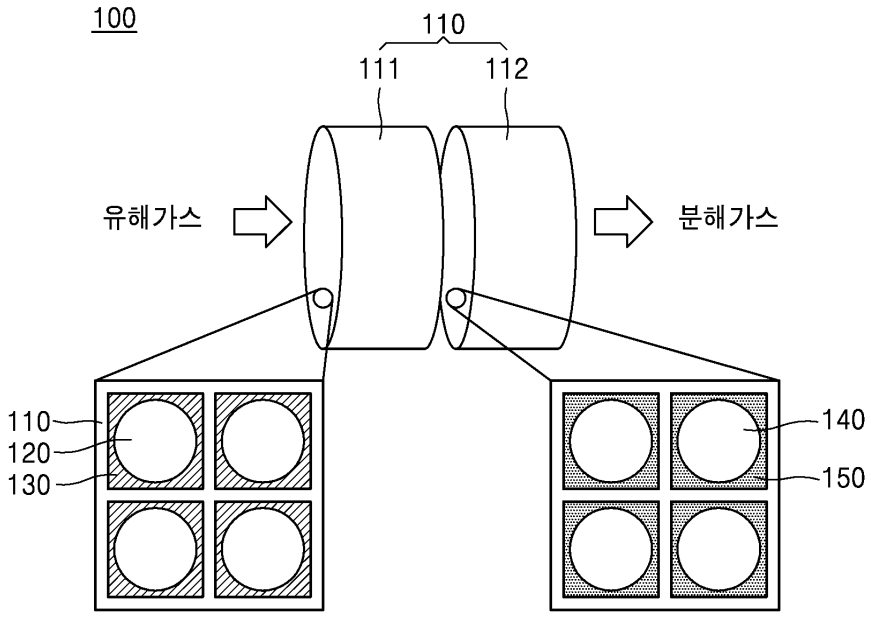
120, 140 : 유로

130: 흡착층

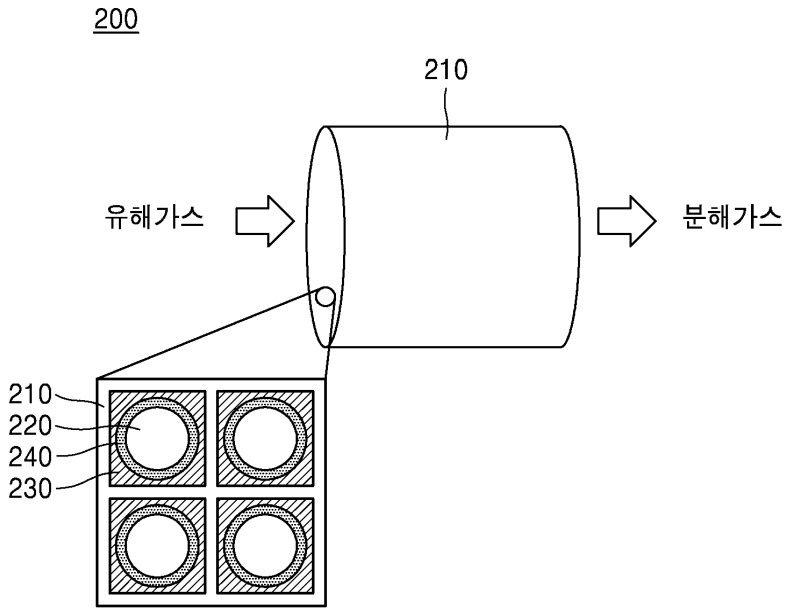
150: 촉매층

도면

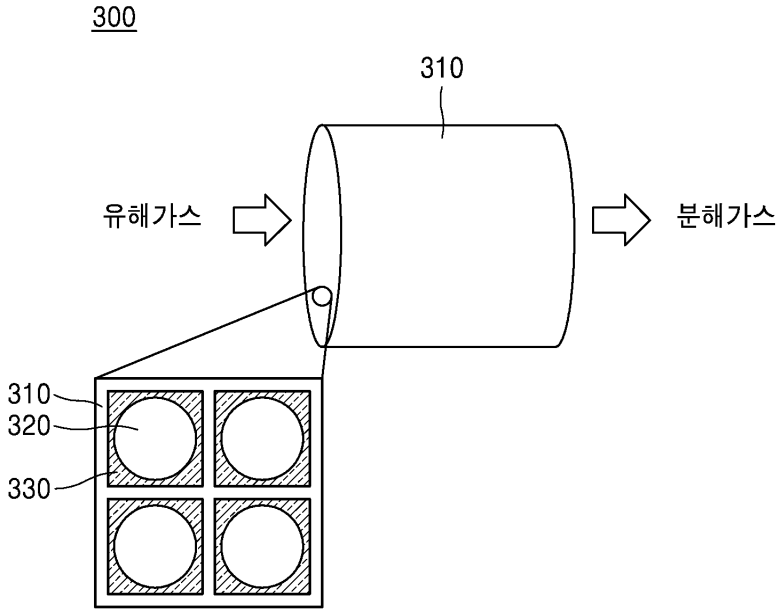
도면1



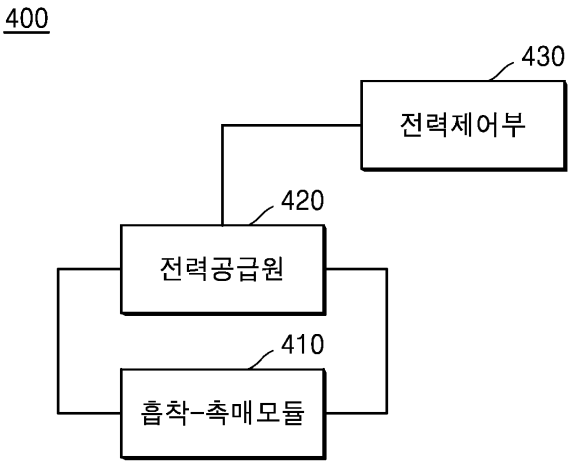
도면2



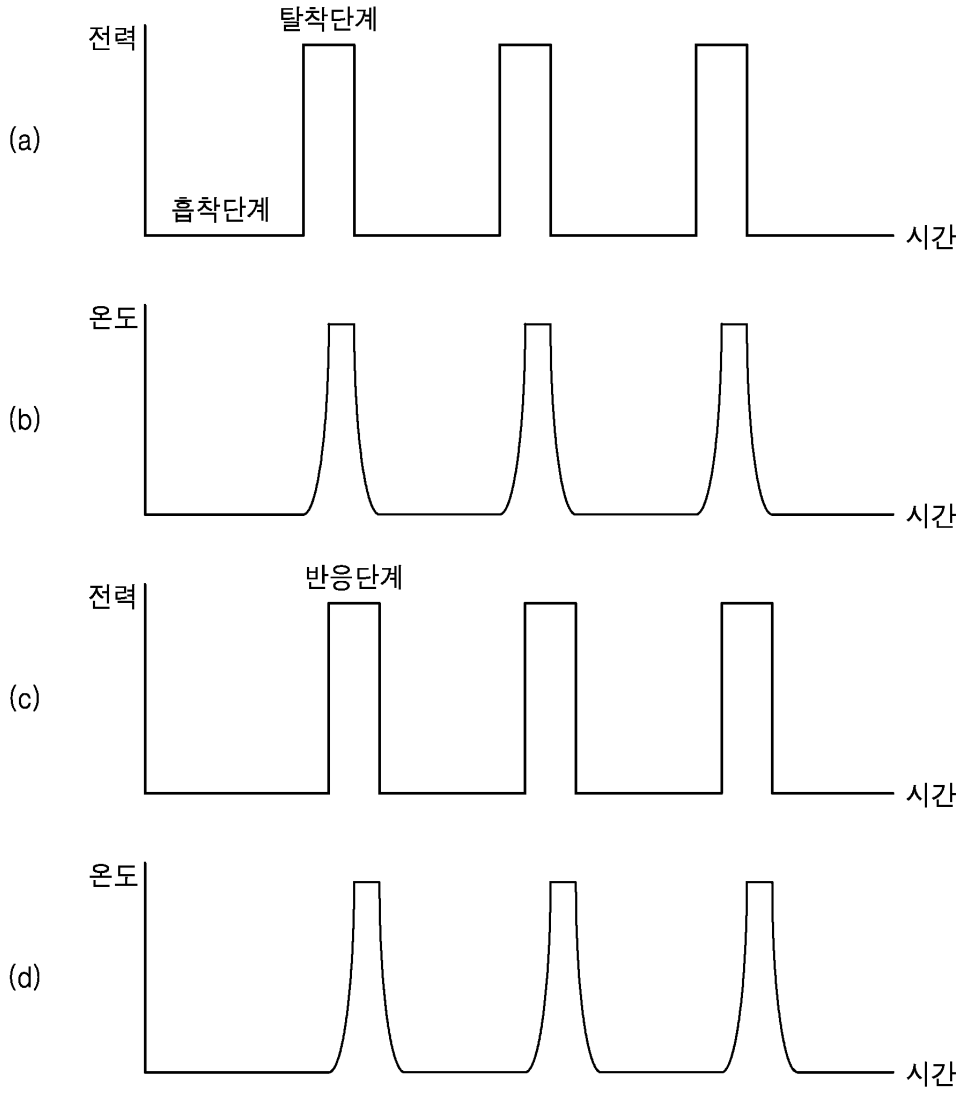
도면3



도면4


400
430
전력제어부
420
전력공급원
410
흡착-촉매모듈

도면5


(a)
전력
탈착단계
흡착단계
시간
(b)
온도
시간
(c)
전력
반응단계
시간
(d)
온도
시간

도면6

