



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년08월13일
 (11) 등록번호 10-0851663
 (24) 등록일자 2008년08월05일

(51) Int. Cl.

B01D 53/54 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-7011187
 (22) 출원일자 2003년08월26일
 심사청구일자 2007년01월25일
 번역문제출일자 2003년08월26일
 (65) 공개번호 10-2004-0010598
 (43) 공개일자 2004년01월31일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2002/005617
 국제출원일자 2002년02월25일
 (87) 국제공개번호 WO 2002/68097
 국제공개일자 2002년09월06일

(30) 우선권주장

09/793,448 2001년02월26일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US05474751 A1*

US04160009 A

US04285838 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

에이비아비이 러머스 글로벌 인코포레이티드
 미합중국뉴저지주부루우드시부로오
 드스트리트1515

(72) 발명자

플라트보에트, 어윈, 엠., 제이.
 미합중국뉴저지07306저지시티아파트피에이치-비십
 에비뉴57

(74) 대리인

이철우

전체 청구항 수 : 총 15 항

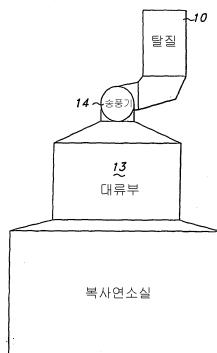
심사관 : 장성원

(54) 가스내의 질소산화물 함량을 줄이기 위한 반응기 및 그 방법

(57) 요약

가스 스트림에서 질소산화물의 선택적 촉매 환원을 위한 병렬흐름 반응기는 내부 공간을 둘러싸고 있는 셀을 포함하고 있고, 셀 내부에는 대략 복수개의 병렬 평판 촉매층이 위치하고 있으며, 각 촉매층은 질소산화물의 선택적 전환을 위한 촉매를 함유하고 있다. 촉매층 사이의 공간에 존재하는 변류기는 촉매층을 통과하는 가스의 흐름 방향을 조절한다. 촉매층 상류단의 분사기는 암모니아와 같은 환원제를 유입가스 스트림으로 도입한다. 각 촉매층은 단일층 또는 미세화된 촉매를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1A



특허청구의 범위

청구항 1

가스 스트림 내에 질소산화물의 화학적 전환을 위한 병렬흐름 기상 반응기에 있어서:

- a) 내부와 외부 표면, 질소산화물의 초기 농도를 갖는 유입가스 스트림을 받는 가스 스트림 입구, 상기 유입가스 스트림보다 상대적으로 질소산화물의 농도가 감소된 처리된 가스가 방출되는 가스 스트림 출구를 갖는 반응기 셀;
- b) 환원제를 상기 유입가스 스트림내에 도입하는 분사기; 및
- c) 상기 반응기 셀내의 대략 평판인 복수개의 촉매층들, 각 촉매층은 상기 유입가스 스트림에서 질소산화물의 선택적 촉매 환원을 통하여 감소된 질소산화물 농도를 가진 처리된 가스를 공급하기 위한 적어도 하나의 질소산화물 전환 촉매를 포함하며, 상기 촉매층은 대체로 평행하게 배열되어 있고, 서로 상기 각 촉매층은 분리되어 있고, 상기 반응기 셀의 상기 내부 표면과 분리되어 그들 사이에 가스 흐름 통로들을 가지며, 상기 각 가스 흐름 통로는 하류단과 상류단을 가지며 상기 일 촉매층의 상기 하류단의 가장자리에서 인접한 다른 촉매층의 상기 상류단의 가장자리로 연결되어 처리된 가스가 가스 스트림 출구로 향하도록 하는 가스 스트림 변류기(deflector)를 포함하고, 각 촉매층은 단일층 또는 85% 이상의 공극율을 갖는 메쉬형 구조 위에 담지된 촉매를 포함하는 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

청구항 2

제 1항 있어서,

상기 분사기는 상기 반응기 셀 내의 상기 가스 스트림 입구의 상류측에 위치한 분사기 격자인 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

청구항 3

제 1항 있어서,

상기 반응기 셀 내에 유입 가스 스트림의 압력을 증가시키기 위한 팬을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

청구항 4

삭제

청구항 5

가스 스트림 내에 질소산화물의 화학적 전환을 위한 병렬흐름 기상 반응기에 있어서:

- a) 내부와 외부 표면, 질소산화물의 초기 농도를 갖는 유입가스 스트림을 받는 가스 스트림 입구, 상기 유입가스 스트림보다 상대적으로 질소산화물의 농도가 감소된 처리된 가스가 방출되는 가스 스트림 출구를 갖는 반응기 셀;
- b) 환원제를 상기 유입가스 스트림내에 도입하는 분사기; 및
- c) 상기 반응기 셀내의 대략 평판인 복수개의 촉매층들, 각 촉매층은 상기 유입가스 스트림에서 질소산화물의 선택적 촉매 환원을 통하여 감소된 질소산화물 농도를 가진 처리된 가스를 공급하기 위한 적어도 하나의 질소산화물 전환 촉매를 포함하며, 상기 촉매층은 대체로 평행하게 배열되어 있고, 서로 상기 각 촉매층은 분리되어 있고, 상기 반응기 셀의 상기 내부 표면과 분리되어 그들 사이에 가스 흐름 통로들을 가지며, 상기 각 가스 흐름 통로는 하류단과 상류단을 가지며 상기 하류단 및 상류단중의 하나는 열려있고 상기 하류단 및 상류단의 나머지는 막혀있으며 그 밖의 모든 가스 흐름 통로는 상기 하류단에서 막히도록 하여 처리된 가스가 가스 스트림 출구로 향하도록 하는 가스 스트림 변류기(deflector)를 포함하고, 각 촉매층은 단일층 또는 85% 이상의 공극율을 갖는 메쉬형 구조 위에 담지된 촉매를 포함하는 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

청구항 6

제 1항 있어서,

- d) 질소 산화물을 함유한 배연가스를 생성하는 로; 및
- e) 상기 로에서 배연가스를 상기 반응기 셀의 가스 스트림 입구로 이송하기 위한 판을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

청구항 7

제 1항 있어서,

상기 각 촉매층은 단일체인 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

청구항 8

제 1항 있어서,

상기 각 촉매층은 85%이상의 공극율을 가지는 메쉬형 구조에 담지된 촉매를 포함하는 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

청구항 9

가스속에서 질소산화물의 선택적 촉매 환원 방법에 있어서:

- a) 환원제를 포함하는 가스 스트림은 상기 환원제에 의해 질소 산화물의 촉매 환원을 할 수 있도록 충분히 온도를 유지하고, 질소 산화물을 함유한 가스 스트림 속으로 환원제를 도입하는 단계; 및
- b) 환원제를 포함하는 가스 스트림은 대략 평판인 복수개의 촉매층을 통과하는 단계, 각 촉매층은 환원제 존재 하에서 질소산화물의 선택적 촉매 환원에 효과적인 적어도 하나의 질소산화물 전환 촉매를 포함하며, 여기서 가스 스트림은 복수개의 부분으로 분기되며, 각 부분은 해당되는 각 촉매층을 통과하며, 각 촉매층은 단일체 또는 85% 이상의 공극율을 가지는 메쉬형 구조에 담지된 촉매를 포함하는 것을 특징으로 하는 질소 산화물의 선택적 촉매 환원 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

각 촉매층은 단일체인 것을 특징으로 하는 질소 산화물의 선택적 촉매 환원 방법.

청구항 11

제 9항에 있어서,

각 촉매층은 85% 이상의 공극율을 가지는 메쉬형 구조에 담지된 촉매를 포함하는 것을 특징으로 하는 질소 산화물의 선택적 촉매 환원 방법.

청구항 12

제 5항 있어서,

상기 분사기는 상기 반응기 셀 내의 상기 가스 스트림 입구의 상류측에 위치한 분사기 격자인 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

청구항 13

제 5항 있어서,

상기 반응기 셀 내에 유입 가스 스트림의 압력을 증가시키기 위한 팬을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

청구항 14

제 5항에 있어서,

- d) 질소 산화물을 함유한 배연가스를 생성하는 로; 및
- e) 상기 로에서 배연가스를 상기 반응기 셀의 가스 스트림 입구로 이송하기 위한 관을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

청구항 15

제 5항 있어서,

상기 각 촉매층은 단일체인 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

청구항 16

제 5항 있어서,

상기 각 촉매층은 85%이상의 공극율을 가지는 메쉬형 구조에 담지된 촉매를 포함하는 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 연료의 연소시 발생되는 가스, 특히 배연 가스 또는 굴뚝 가스 내의 질소산화물 함량을 촉매를 이용하여 줄이기 위한 화학 반응기 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 각종 산업용 공정에서 연료의 연소는 종종 바람직하지 못한 질소산화물(NO_x)을, 통상 일산화질소(NO) 및 이산화질소(NO_2)의 형태로 생성한다. 연소 온도가 높을수록 더 많은 질소산화물(NO_x)이 배출되는 경향이 있다. 질소산화물(NO_x) 환경에 유해하므로, 연료의 연소를 포함하는 산업용 공정, 특히 발전소, 열분해로(thermal cracking furnace), 소각로, 내연기관, 야금공장, 비료공장 및 화학공장의 가동으로부터 생성되는 배연가스 내에서 질소산화물의 배출을 감소하기 위한 노력이 진행되어 왔다.

<3> 배연가스 내의 질소산화물 함량을 선택적으로 줄이기 위한 여러 가지 방법들이 알려져 있다. 일반적으로, 그러한 방법은 환원제, 선택적으로 촉매의 존재하에서 질소산화물의 반응을 포함한다. 암모니아 또는 요소와 같은 환원제를 이용한 질소산화물의 선택적 비촉매 환원(selective non-catalytic reduction, "SNCR")은 상대적으로 고온, 즉 약 1600°F 내지 약 2100°F 범위를 요한다.

<4> 대안으로서, 암모니아를 이용한 질소산화물의 환원은 선택적 촉매 환원(selective catalytic reduction, "SCR")으로 알려진 공정에서 상대적으로 저온, 즉 약 500°F 내지 약 950°F 범위에서 촉매 하에서 진행될 수 있다.

<5> 종래의 SCR 방법 및 장치를 사용하는 배기 가스 처리에 관련되는 한 가지 문제는 질소산화물을 만족한 수준으로 제거하기 위해 장치의 무게와 크기가 커야하고, 따라서 그 장치는 지상 레벨에 위치해야 한다. 많은 산업용 공장은 보다 강화된 정부의 규정 조건을 만족하기 위해 탈질(de NO_x) 설비를 갖추어야 한다. 그러나, 탈질시스템의 외형 크기 때문에 배연 가스는 처리를 위해 지상 레벨로 우회되어야 하고, 대기로 배출시키기 위해 굴뚝으로 다시 보내져야 한다.

<6> 따라서 본 발명의 일 목적은 그와 같은 시스템의 고비용 구조를 피하기 위해, 굴뚝에 직접 설치될 수 있는 상대적으로 경량의 탈질 설비를 제공하는 것이다.

<7> 본 발명의 다른 목적은 가스 스트림 내에 질소산화물의 화학적 전환을 위한 병렬흐름 기상 반응기를 제공하는 것이다.

<8> 본 발명의 또 다른 목적은 가스 스트림 내에 질소산화물의 화학적 전환을 위한 병렬흐름 기상 반응 방법을 제공하는 것이다.

<9> 본 발명의 또 다른 목적은 병렬흐름내의 바람직한 촉매 배열 방법을 제공하는 것이다.

발명의 상세한 설명

- <10> 상술한 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 가스 스트림 내에 질소산화물의 화학적 전환을 위한 병렬흐름 기상 반응기에 있어서:
- <11> a) 내부와 외부 표면, 질소산화물의 초기 농도를 갖는 유입가스 스트림을 받는 가스 스트림 입구, 상기 유입가스 스트림보다 상대적으로 질소산화물의 농도가 감소된 처리된 가스가 방출되는 가스 스트림 출구를 갖는 반응기 셀;
- <12> b) 환원제를 상기 유입가스 스트림내에 도입하는 분사기; 및
- <13> c) 상기 반응기 셀내의 대체로 평판인 복수개의 촉매층들, 각 촉매층은 상기 유입가스 스트림에서 질소산화물의 선택적 촉매 환원을 통하여 감소된 질소산화물 농도를 가진 처리된 가스를 공급하기 위한 적어도 하나의 질소산화물 전환 촉매를 포함하며, 상기 촉매층은 대체로 평행하게 배열되어 있고, 서로 상기 각 촉매층은 분리되어 있고, 상기 반응기 셀의 상기 내부 표면과 분리되어 그들 사이에 가스 흐름 통로들을 가지며, 상기 통로들의 각각은 적어도 하나의 촉매층을 통하여 유입 가스 스트림 및 처리된 가스가 가스 스트림 출구로 향하도록 내부에 가스 스트림 변류기(deflector)를 포함하고, 각 촉매층은 단일층 또는 85% 이상의 공극율을 갖는 폐쇄형 구조 위에 담지된 촉매를 포함하는 것을 특징으로 하는 병렬흐름 기상 반응기를 제공한다.
- <14> 본 발명에서 병렬흐름 기상 반응기는 가스, 특히 로에서 화석 연료의 연소에 의해 생성된 배연가스내의 질소산화물의 선택적 촉매 환원을 위하여 상대적으로 경량의 장치를 제공한다. 또한 본 반응기는 종래 설계된 굴뚝이 있는 로에 쉽게 결합되며, 기존 장치를 쉽게 개량하여 설치할 수 있다.
- <15> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예들에 따른 가스 스트림 내에 질소산화물의 화학적 전환을 위한 병렬흐름 기상 반응기 및 그 방법을 첨부한 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다.

실시예

- <30> 여기에 사용되는 용어 "굴뚝" 및 "연관"은 동의어로 사용된다. 모든 물리량은 "약" 또는 "대략"이라는 용어로 변경될 수 있다. 성분의 백분율은 달리 명시되지 않으면 중량비이다.
- <31> 여기에서 사용되는 "질소산화물 (nitrogen oxide)"은 NO, NO₂, N₂O₄, N₂O 및 그들의 혼합물과 같은 질소의 산화물을 지칭하며, 달리 "NO_x"로 명명된다.
- <32> 본 발명에서 질소산화물의 선택적 촉매 환원을 위한 반응기 및 방법은 환원제로 바람직하게는 암모니아를 사용한다. 질소산화물은 촉매하에서 암모니아와 반응하여 다음식 (화학양론적으로 평형은 아님)에서 나타나는 바와 같이 질소와 물을 생성한다.
- <33>
$$\text{NO}_x + \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- <34> 여기에서 기술된 병렬 기상 반응기 및 탈질방법은 질소산화물 함량을 줄이기 위하여 질소산화물을 포함한 가스의 처리하는 모든 곳에 사용할 수 있다. 고농도의 질소산화물을 생성하는 전형적인 연소 장치는 발전소, 유동상 촉매 분해 (fluid catalytic cracking; FCC) 재생기, 유리 용해로, 열분해기 및 동종기기를 포함한다. 여기에서 탈질방법은 에탄, 프로판, 나프타 및 동종물과 같은 포화 탄화수소로부터 올레핀 (예를 들어, 에틸렌, 프로필렌, 부틸렌 등)을 생산하기 위한 열분해 장치와 관련되어 기술된다. 그러나, 상기 반응기 및 방법은 질소산화물을 규정치 이상 함유한 배연가스를 생성하는 다른 연소장치 및 공정에 사용될 수 있다.
- <35> 도 1A 및 1B를 참조하면, 병렬기상 탈질반응기(10)는 연료의 분해를 위해 2200°F에서 가동되는 복사 연소실을 구비한 로쌍(11, 12)를 채용한 열분해시스템과 관련되어 기술된다. 각 로는 각각의 굴뚝을 통해 배출되는 배연가스를 생성한다. 통상 각 굴뚝에서 배연가스의 유속은 약 100,000-300,000 lbs/hr이다. 배연가스는 통상 다음 성분을 포함한다.

| | | |
|------|-------|-------------|
| <36> | 질소 | 60-80 vol % |
| <37> | 산소 | 1-4 vol % |
| <38> | 수증기 | 10-25 vol % |
| <39> | 이산화탄소 | 2-20 vol % |

<40>

질소산화물

50~300 ppm

<41>

복사 연소실에서 배출되는 배연가스의 온도는 통상 약 1800°F이다. 각 굴뚝은 선택적으로 연소가스가 통과할 때 열 회수를 위한 열교환 설비를 포함하는 대류부(13)를 포함한다. 배연가스는 통상 약 300°F~500°F 온도로 대류부에서 배출되지만, 열 회수 공정은 약 300°F~500°F 온도 범위에서 벗어나게 조절될 수 있다. 그후 각 굴뚝의 배연가스는 합해지고, 송풍기(14)에 의해 탈질 시스템(10)으로 이동된다. 송풍기(14)는 배연가스가 탈질 시스템(10)을 통과하도록 배연가스의 압력을 증가시킨다.

<42>

도 2를 참조하면, 일 실시예로서, 병렬 기상 반응기(20)는 내면(21a) 및 외면(21b)를 갖는 반응기 셀(21)을 포함한다. 상기 반응기 셀(21)은 질소산화물의 초기 농도를 포함하는 유입 가스를 유입하는 배연가스 스트림(stream) 입구(21c), 질소산화물의 감소된 농도를 포함한 처리된 가스를 배출하는 배연가스 스트림 출구(21d) 및 처리된 배연가스의 통과를 위해 제공되는 배연가스 스트림 출구(21d)와 연결되는 통로(21e)를 포함한다.

<43>

분사기(injector, 22)는 환원제를 도입하는 곳으로, 알려진 종래의 어떤 형태의 분사기가 될 수 있다. 통상 상기 분사기는 촉매층의 상류측으로 유입 배연가스 스트림 상에 위치하는 격자형상부분(grid-like portion)을 포함한다. 상기 격자형상부분은 분사 노즐이 가지런히 분포된 형태로 배열된 살포기(sparger) 튜브의 집합체를 포함한다. 일반적으로 환원제는 유입배연가스의 흐름과 반대 방향으로 분사된다. 환원제는 암모ニア가 바람직하지만, 대안으로 또는 추가적으로 요소(urea), 알킬 아민(alkyl amine) 또는 다른 적절한 환원제가 포함될 수 있다. 분사기(22)는 입구(21c) 내부 또는 입구(21c)의 상류측에 위치할 수 있다.

<44>

반응기는 적어도 두개의 촉매층(23)을 포함하고, 각 층은 질소산화물의 선택적 환원을 위해 적어도 하나의 촉매를 포함한다. 선택적 촉매 환원 반응을 위한 바람직한 온도는 약 380°F 내지 약 550°F 범위를 가지며, 보다 바람직하게는 약 400°F 내지 약 450°F 범위를 가진다. 일반적으로 온도가 낮을수록 설정된 질소산화물 변환 수준을 달성하기 위해 더 많은 양의 촉매가 필요하다. 배연가스 온도가 부적절하게 낮은 경우, 버너(burner) 또는 다른 열원이 배연가스의 온도를 증가시키기 위해 사용될 수 있다. 대안으로, 로 시스템의 대류부(13)는 질소산화물의 선택적 촉매 환원에 적절한 온도를 가진 배연가스를 공급하도록 형성될 수 있다.

<45>

환원제 존재하에 질소산화물의 선택적 환원을 위한 촉매는 종래에 알려져 있다. 대표적인 촉매로는 바나듐 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 텉스텐 산화물 및 몰리브덴 산화물을 포함하나, 이에 국한되지 않는다. 또한 제올라이트(zeolite)도 사용될 수 있다. 제올라이트는 양성자(proton), 또는 구리, 코발트, 은, 아연 또는 백금 양이온 또는 그들의 조합에 의해 변형된 ZSM-5를 포함한다. 그러나 본 발명의 범위는 특정 SCR 촉매 또는 촉매조성에 국한되지 않는다.

<46>

도 2에 도시된 바와 같이, 복수개의 촉매층(23a, 23b, 23c, 23d, 23e 및 23f)은 각각 분리되어 있고, 거의 평행하게 수직 배향으로 배열되어 있다. 촉매층 사이의 간격들(spaces)은 배연가스 스트림 흐름을 위한 통로들(passageways)이다. 박막 금속과 같은 가스 불침투성 재질로 형성된 가스 스트림 변류기(deflector)는 환원제를 포함하는 유입 가스가 촉매층을 통하여 측면으로 병렬 흐름이 되도록 촉매층 사이에 경사지게 배열시킨다. 예를 들어, 변류기(24a)는 촉매층(23a)의 상부 가장자리에서 인접 촉매층(23b)의 하부 가장자리로 연결되어 있다. 변류기(24b)는 촉매층(23b)의 상부 가장자리에서 인접 촉매층(23c)의 하부 가장자리로 연결되어 있다. 유사하게, 변류기들(24a, 24d 및 24e)도 각 촉매층 사이에 경사지게 위치하며, 하나의 촉매층 상부 가장자리에서 인접 촉매층 하부 가장자리로 연결되어 있다. 변류기(24f)는 촉매층(23f)의 상부 가장자리에서 반응기 셀의 내부 표면(21a)까지 연결되어 있다. 벽(24g)은 촉매층(23a)의 하부 가장자리에서 거의 수평으로 반응기 셀의 내부 표면(21a)까지 연결되어 있어 유입 가스 스트림이 촉매층을 우회하지 못하도록 방지한다..

<47>

반응기(20)의 촉매층 배열의 일부분을 나타낸 도 4A를 참조하면. 환원제를 함유한 유입 가스 스트림(G)은 촉매층들(23a, 23b, 23c 및 23d) 사이의 각각 공간에 들어간다. 가스 스트림은 각 공간을 통하여 상승하고, 경사진 변류기들(24a, 24b, 24c 및 24d)에 의해 각 촉매층을 통하여 흐름이 측면으로 평행하게 바뀌게 되고, (도시처럼) 원편으로 분산된다. 여기서 처리된 가스는 촉매층의 반대측으로 배출되고, 촉매층의 반대측에 인접한 공간을 통하여 상부 방향으로 이동한다. 상기 촉매층의 반대측에 인접한 공간은 가스 스트림 출구(21d)가 되는 통로(21e)의 영역이 된다. 가스 스트림은 같은 방향으로 각 촉매층을 통한다.

<48>

도 3을 참조하면, 다른 반응기 구조가 명시되어 있고, 그 반응기(30)는 내부 표면을 감싸는 반응기 셀(31)을 포함한다. 셀(31)은 각각 내부 및 외부 표면(31a, 31b)를 포함하고, 입구(31c), 출구(31d) 및 출구(31d)와 연결되어 있는 처리된 가스의 통로로 제공하는 통로(31e)를 포함한다. 분사기(22)는 입구(31c) 내부

또는 입구의 상류측에 위치시킬 수 있다. 분사기(22)에 관한 상기 설명은 다른 분사기(32)에 적용할 수 있다.

<49>

도 3에 도시된 바와 같이, 복수개의 촉매층(33a, 33b, 33c, 33d, 33e 및 33f)은 각각 분리되어 있고, 거의 평행하게 수직으로 배열되어 있다. 각 촉매층 사이의 간격은 배연가스 스트림 흐름을 위한 통로이다. 촉매층(33a)과 셀의 내부 표면(31a) 사이의 공간(31e)은 통로(31e)의 일부분이며, 처리된 가스를 출구(31d)에 보내기 위한 것이다. 촉매층(33a)과 촉매층(33b) 사이의 공간(35a)은 환원제를 함유하는 유입가스 스트림의 일부를 받는다. 촉매층(33b)과 촉매층(33c) 사이의 공간(31e")은 통로(31e)의 일부분이면, 처리된 가스의 통로를 위하여 제공되고, 처리된 가스는 출구(31d)로 보내진다. 촉매층(33c)과 촉매층(33d) 사이의 공간(35b)은 환원제를 함유하는 유입가스 스트림의 다른 일부분을 받는다. 촉매층(33d)과 촉매층(33e) 사이의 공간(31e'')은 통로(31e)의 일부분이면, 처리된 가스의 통로를 위하여 제공되고, 처리된 가스는 출구(31d)로 보내진다. 촉매층(33e)과 촉매층(33f) 사이의 공간(35c)은 환원제를 함유하는 유입가스 스트림의 또 다른 일부분을 받는다. 촉매층(33f)과 셀의 내부 표면(31a) 사이의 공간(31e'')은 통로(31e)의 일부분이면, 처리된 가스의 통로를 위하여 제공되고, 처리된 가스는 출구(31d)로 보내진다.

<50>

박막 금속과 같은 가스 불침투성 재질로 형성된 가스 스트림 변류기(deflector)는 환원제를 포함하는 유입 가스가 촉매층을 통하여 측면으로 병렬흐름이 되도록 촉매층 사이에 위치시킨다. 예를 들어, 변류기(34a)는 촉매층(33a)의 상부 가장자리에서 인접 촉매층(33b)의 상부 가장자리로 연결되어 있다. 변류기(34c)는 촉매층(33c)의 상부 가장자리에서 인접 촉매층(33d)의 상부 가장자리로 연결되어 있다. 변류기(34e)는 촉매층(33e)의 상부 가장자리에서 인접 촉매층(33f)의 상부 가장자리로 연결되어 있다. 변류기(34a, 34c, 34e)는 가스를 각 촉매층 측면으로 향하도록 한다. 벽(34f)은 셀의 내부표면(31a)에서 수평으로 촉매층(33a) 하부 가장자리로 연결되며, 환원제를 포함하는 유입가스 스트림이 공간(31e')를 통하여 직접 통로(31e)로 들어가는 것을 방지한다. 벽(34b)은 촉매층(33b)의 하부 가장자리로부터 촉매층(33c) 하부 가장자리로 수평으로 연결되며, 환원제를 포함하는 유입가스 스트림이 공간(31e")를 통하여 직접 통로(31e)로 들어가는 것을 방지한다. 벽(34d)은 촉매층(33d)의 하부 가장자리로부터 촉매층(33e) 하부 가장자리로 수평으로 연결되며, 환원제를 포함하는 유입가스 스트림이 공간(31e'')를 통하여 직접 통로(31e)로 들어가는 것을 방지한다. 벽(34g)은 셀의 내부표면(31a)에서 수평으로 촉매층(33f) 하부 가장자리로 연결되며, 환원제를 포함하는 유입가스 스트림이 공간(31e'')를 통하여 직접 통로(31e)로 들어가는 것을 방지한다.

<51>

반응기(30)의 촉매층 배열의 일부분을 나타낸 도 4B를 참조하면, 환원제를 함유한 유입 가스 스트림(G)은 촉매층들(33c, 33d) 사이의 공간(35b)에 들어간다. 가스 스트림은 공간(35b)을 통하여 상승하고, 변류기(34c)에 의해 (도시처럼) 원쪽, 오른쪽으로 분산되고, 인접 평행한 촉매층(33c, 33d)을 측면으로 평행하게 통과하게 된다. 처리된 가스는 촉매층(33c, 33d)의 반대측으로 배출되고, 공간(31e'', 31e'')으로 이동한다.

<52>

상기 SCR 촉매는 미립체, 단일체, 또는 MEC(microengineered catalyst) 형태로 될 수 있고, 티타니아(titania), 제올라이트(zeolite), 탄소(carbon), 지르코니아(zirconia), 세라믹(ceramic) 또는 실리카(silica)-알루미나(alumina)와 같은 물질에 담지될 수 있다.

<53>

도 5A-5D를 참조하면, 촉매는 다수의 적층형 블록형 유니트(51)를 포함할 수 있는 단일체(50) 형태로 될 수 있다. 단일체 촉매(50)는 다수의 병렬 경로를 포함한다. 도 5c에 나타내는 것처럼 단일체(52)는 육각 경로(53)를 갖춘 별집구조로 되어 있다. 그러나 상기 경로는 정방형, 삼각형, T형, 그리고 그 유사형 등의 다른 적절한 형태로 만들어 질 수 있다. 도 5D는 원형 경로(55)를 지난 단일체(54)를 나타낸다. 단일체는 소결 또는 종래에 당업자에게 알려진 다른 방법으로 성형될 수 있다. 통상 SCR 촉매는 단일체 지지물 내에 충진되고, 가스 스트림이 처리를 위해 훌러 채널의 내면을 덮도록 되어있다.

<54>

다른 대안으로, 촉매층은 SCR 촉매가 85% 이상의 다공을 지닌 메쉬형 구조체상에 담지되어 있는 MEC(microengineered catalyst)를 포함할 수 있다.

<55>

상기 MEC는 대리인 사건번호 415000-530으로 2000. 7. 31 출원된 미국특허출원 번호 *****에 기재되며, 그 내용은 전체적으로 여기에 참고로 병합된다.

<56>

메쉬형 소재는 선재(wire)나 섬유재(fiber) 메쉬(mesh), 금속펠트(metal felt) 또는 쇠그물, 금속섬유필터 또는 동종품과 같은 섬유재(fiber) 또는 선재(wire)로 구성된다. 메쉬형 구조는 단일층으로 구성될 수 있고, 하나 이상의 선재층 (예를들어, 편조선재 구조 또는 직조선재 구조)을 포함할 수도 있으며, 바람직하게는 소재의 삼차원 네트워크(망상체)를 형성하도록 다수층의 선재나 섬유재로 구성된다. 바람직한 실시예로서 지지

물 구조체는 층내에서 임의의 방향을 향하는 다수의 섬유층으로 구성된다. 금속메쉬를 형성하는데 있어 하나 또는 다수의 금속이 사용될 수 있다. 대안으로 메쉬섬유는 금속에 추가되는 소재를 포함할 수 있다.

<57> 바람직한 실시예에서 메쉬형 구조체는 소재의 삼차원 망상체를 형성하도록 다수의 섬유층으로 구성되는데, 그러한 지지물의 두께는 적어도 $5\mu\text{m}$ 이고 일반적으로 10mm 를 초과하지 않는다. 바람직한 실시예에서 망상체의 두께는 적어도 $50\mu\text{m}$, 보다 바람직하게는 $100\mu\text{m}$ 이고, 일반적으로 2mm 를 초과하지 않는다.

<58> 일반적으로 다수의 섬유층을 형성하는 섬유질의 두께 또는 직경은 약 $500\mu\text{m}$ 이하, 바람직하게는 $150\mu\text{m}$ 이하, 더욱 바람직하게는 $30\mu\text{m}$ 이하이다. 바람직한 실시예에서 섬유질의 두께 또는 직경은 약 8에서 약 $25\mu\text{m}$ 이다.

<59> 3차원 메쉬형 구조체는 미국특허번호 5,304,330호, 5,080,962호, 5,102,745호 또는 5,096,663호 중의 어느 것과 같은 공지의 방법으로 형성될 수 있으며, 그 내용은 전체적으로 참고로 병합된다. 그러나 그러한 메쉬형 구조체는 전기의 특허에서 개시되는 것과 다른 방식으로 형성될 수 있다.

<60> 본 발명에서 채용된 메쉬형 구조체는 (메쉬 상에 담지되는 촉매가 없을때) 85% 이상, 더욱 바람직하게는 90% 이상의 다공성 또는 공극율(void volume)을 지닌다. 여기에 사용되는 "공극율"이라는 용어는 비어있는 구조체의 부피를 구조체(다공 및 메쉬 구조)의 전체 부피로 나누고 100을 곱하여 산출된다.

<61> 일 실시예에서 촉매는 미립자 담체를 사용하지 않고 메쉬형 소재상에 담지된다. 일 실시예에서 질소산화물을 변환하기 위한 촉매는 메쉬형 소재상에 담지되는 미립자 지지물 상에 담지된다. 여기에 사용되는 "미립자(particulate)"라는 용어는 구형 미립자, 늘린 미립자, 섬유질 등을 포함한다. 일반적으로 촉매가 담지되는 미립자의 평균입도는 $200\mu\text{m}$ 을 초과하지 않고 통상 $50\mu\text{m}$ 이하인데, 대부분의 경우 $20\mu\text{m}$ 초과하지 않는 평균입도를 지닌다. 보편적으로 그러한 미립자의 평균입도는 적어도 $0.002\mu\text{m}$, 더 보편적으로 적어도 $0.5\mu\text{m}$ 이다. 미립자 담체 상에 담지되는 촉매가 메쉬에 코팅될 때 촉매 지지물의 평균입도는 통상 $10\mu\text{m}$ 을 초과하지 않으며, 반면 메쉬에 수용될 때에는 통상 $150\mu\text{m}$ 을 초과하지 않는다.

<62> 본 발명의 일 실시예에서 촉매의 담체 역할을 하는 메쉬형 구조체는 패킹(packing) 형태로 되어 있다. 이러한 패킹은 예시된 실시예에서 후술되는 것처럼 반응기에서 촉매상으로 기상류의 난류를 제공하도록 형성될 수 있다. 메쉬형 촉매 담체 구조체는 이하 보다 상세하게 설명하는 것처럼 난류 흐름이 증가되도록 적절한 물결 모양을 구비할 수 있다. 대안으로서 메쉬형 구조체는 역시 이후에 나타낸 것처럼 난류를 제공하도록 날개 또는 와류 발생기를 포함할 수 있다. 난류 발생기의 존재로 메쉬를 가로질러 국부적인 입력차를 발생하고 그리하여 유동을 위한 구동력이 발생됨에 따라 반경(및 길이) 방향으로 혼합이 증대되고, 메쉬에 코팅되거나 수용된 촉매로의 접근성이 향상된다. 구조화된 패킹은 튜브내에 위치하는 하나 또는 다수 박판(sheet)의 룰과 같은 모듈의 형태로 될 수 있으며, 그와 같이 하여 도둘내의 경로가 튜브의 길이 방향으로 따르도록 한다. 룰은 평평하거나, 물결형상지거나, 과형이거나, 그 조합된 형태의 박판으로 이루어지며, 박판은 혼합을 촉진하도록 편이나 구멍을 포함할 수 있다. 박판도 또한 평판편(flat sheet)에 의해 상호 이격되는 물결형상편(corrugated strip) 형태로 성형될 수 있다. 평판편은 튜브의 크기와 정확하게 일치하며, 용접, 와이어, 통형 평판시트 또는 그 조합물에 의해 상호 지탱된다.

<63> 촉매를 지지하는 메쉬형 구조체는 구조화된 박판과 다른 형태로 채용될 수 있다. 예를 들어, 메쉬형 구조체는 고리, 미립자, 리본 등으로 형성되고 반응기 내에 충전층(packed bed) 형태로 채용될 수 있다.

<64> 메쉬형 구조체에 담지되는 촉매는 메쉬형 구조체의 형태인 선재(wire) 또는 파이버(fiber)위에 코팅되어 메쉬형 구조체위에 나타날 수 있고, 메쉬형 구조체의 갈라진 틈에 유지되어 나타날 수 있다.

<65> 촉매는 담금법(dipping) 또는 스프레이법(spraying)과 같은 여러 가지 기술에 의해 메쉬형 구조에 위에 코팅되어 진다. 촉매 입자들은 메쉬형 구조체와 액상에 분산된 입자가 포함된 액상 코팅 성분(바람직하게 코팅 배쓰(bath) 형태로) 접촉으로 메쉬형 구조체 상에 담지된다. 따라서 코팅 성분은 메쉬형 구조체에 들어가고, 메쉬 구조체의 내부 및 외부에 다공성으로 코팅되게 된다.

<66> 촉매는 질소산화물을 전환할 수 있는 효과적인 양으로 메쉬형 구조에 담지된다. 보통, 메쉬에 대비하여 촉매는 무게 기준으로 적어도 약 5%의 양을 포함되며, 바람직하게는 최소 10%의 양을 포함하고, 60%를 초과하지 않으며, 일반적으로 40%를 초과하지 않는다. 일 실시예에 따르면, 메쉬형 구조체의 공극율(porosity 또는 void volume)은 촉매가 담지되기 전에 약 87%이면, 담지된 촉매의 무게비는 약 5%에서 약 40%이고, 공극율이 90%이상이면, 담지된 촉매의 무게비는 약 5%에서 약 80%이다.

<67> 구조 패킹의 여러 가지 실시예들이 이하 설명된다. 도 6에 있어서, 패킹(2)는 다공성 메쉬 물질의 복수개의 병렬 물결판(이하 "MEC 물질")을 도시적으로 나타낸 것이다. 도 6에서 물결형상(corrugation, 6)은 흐름 f의 수직 방향에서 a각도에 있는 대각선들에 의해 표시된다. 도 6A은 물결(6)의 단면을 표시한다. 인접한 물결면(8)은 서로 90° 로 교변된다.

<68> 도 7에서 종래의 단일체 벌집 구조(9B)는 질소산화물의 SCR 전환을 위하여 결합된 촉매층 구조를 갖도록 본 발명의 MEC 메쉬 물질(9A)과 결합된다. 상기 결합된 구조는 전환율을 증가시킨다. 전환율의 증가는 하류 측에 단일층 벌집구조를 갖는 구조로의 변경으로 혼합을 향상시킴에 기인한다.

<69> 도 8을 참조하면, 상기 MEC 메쉬 물질은 박막 물질 요소들(826)로 구성될 수 있고, 가스 흐름의 와류를 증가시키기 위해 와류 생성기(vortex generators)를 선택적으로 포함할 수 있다. 도 8에서, 선택적인 와류 생성기(846, 848)는 삼각으로 이루어져 있으며, 박막 물질 요소(826)의 면을 기준으로 구부려져 있다. 와류 생성기(846, 848)는 교대교대로 배치하고 도 8에 잘 나타난 것처럼 박판 물질 면에 놓여 있다. 물결은 폭(w)를 갖는다. 와류 생성기는 추가로 와류를 공급하여, 양단에 걸리는 압력차에 의해 MEC 물질의 공극을 통하여 유체 흐름을 향상시킨다. 요소(826)의 측벽은 약 90° 의 각도(β)로 기울어져 있다. 아래와 꼭대기는 선형방향으로 더 늘어날 수 있다.

<70> 아래의 실시예는 본 발명의 축흐름 기상반응기 및 탈질 방법의 동작을 설명한다.

실시예

<72> 도 2에 나타난 병렬흐름 기상 반응기가 다음 배연가스 조건 하에 있는 두 개의 로에서 생성된 배연가스 스트림의 질소산화물의 선택적 촉매 반응을 위해 사용된다.

<73> 유속 = 360,000 lbs/hr

<74> 온도 = 360°F (182°C)

<75> 질소산화물 함량 = 100ppm

<76> 충분한 양의 암모니아가 질소산화물을 충분히 환원시키기 위해 배연가스에 더해진다. 적용된 촉매는 $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ 에 코팅된 MEC 촉매이다. 90%에서 10ppm까지 질소산화물 환원을 원활시 MEC 촉매는 약 $54\text{m}^3\text{가}$ 필요하다. 이 부피는 각 촉매층의 두께 0.5m, 각 촉매층 사이 간격 0.15m의 8개의 병렬촉매층으로 이루어진다. 상기 촉매층들은 폭 3m 및 길이 6m를 가진다. 결합된 층의 높이는 약 5m이다. 속도의 이상 분포를 보상하기 위한 추가적인 촉매 부피는 없다.

<77> 처리를 위해 배연가스가 반드시 통과하여야 할 효과적인 촉매층 길이는 단지 약 0.6m이다. 촉매층 통과 시 압력 손실은 약 0.07인치 H_2O 이고, 유체 방향 변경으로 압력 강하는 0.2인치 H_2O 로 증가된다.

<78> 본 실시예의 병렬류 흐름 반응기와 반대로, 질소산화물의 90%를 환원시키기 위해 축흐름 반응기는 $3 \times 6 \times 4\text{m}$ 촉매층 및 유입부에서 이상 속도 분포(maldistribution)를 보상하기 위해 10% 내지 20% 추가적인 촉매양이 필요하다. 반응기 촉매층을 통한 압력 감소는 약 5인치 H_2O 이며, 이는 본 발명의 반응기 실시예 대비 약 25배 규모이다.

<79> 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용 가능성

<80>

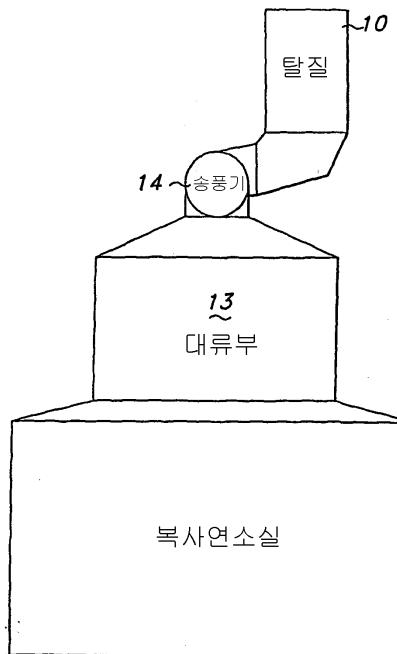
도면의 간단한 설명

<16> 본 발명의 병렬흐름 반응기 및 반응기 내의 바람직한 촉매 배열의 다양한 실시예가 다음 도면을 참조하여 설명된다.

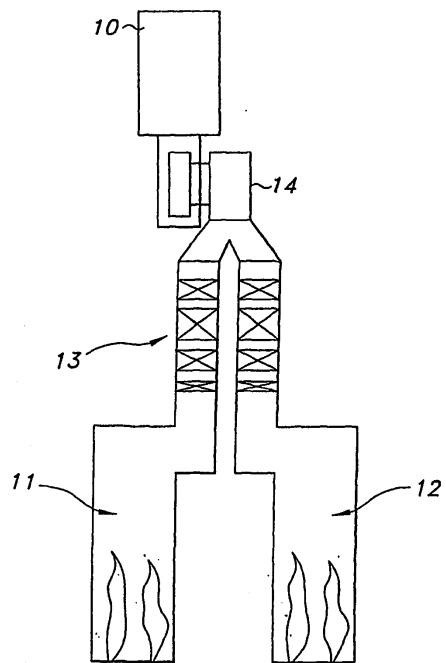
- <17> 도 1A는 공지의 로장치(furnace system)와 본 발명의 병렬류 반응기를 굴뚝 영역에 일체화한 도식도;
- <18> 도 1B는 도 1A의 측면도;
- <19> 도 2는 병렬류 반응기의 도식도;
- <20> 도 3은 병렬류 반응기의 다른 실시예의 도식도;
- <21> 도 4A는 도2 반응기의 병렬촉매층의 상세도;
- <22> 도 4B는 도3 반응기의 병렬촉매층의 상세도;
- <23> 도 5A는 벽돌형 유니트로 구성된 단일체 촉매층의 예시도;
- <24> 도 5B는 도 5A의 단일체 촉매층을 구성하는 벽돌형 유니트 사시도;
- <25> 도 5C 및 5D는 단일체 촉매의 다른 실시예의 예시도;
- <26> 도 6C은 본 발명의 작동을 설명하기 위한 패킹 구조의 투상 도식도;
- <27> 도 6A은 물결진 패킹 재료의 변수를 설명하기 위한 그림;
- <28> 도 7은 미세 촉매 및 단일체 촉매를 조합한 도식도; 그리고
- <29> 도 8은 패킹 요소 부분의 말단도이다.

도면

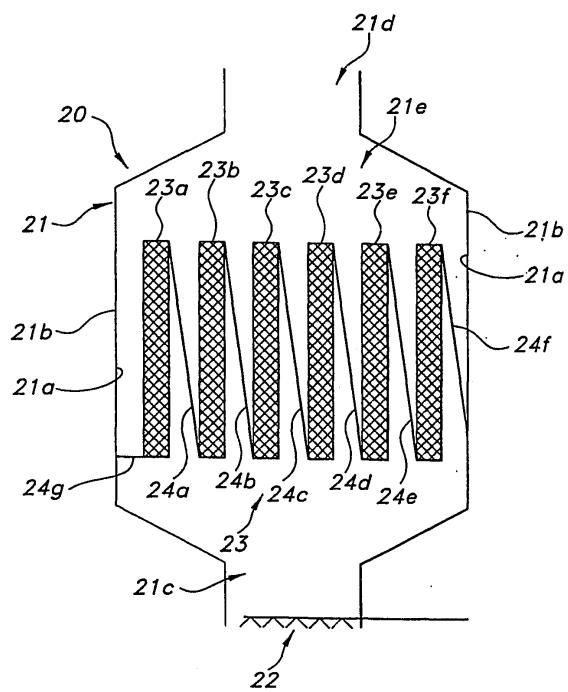
도면1A



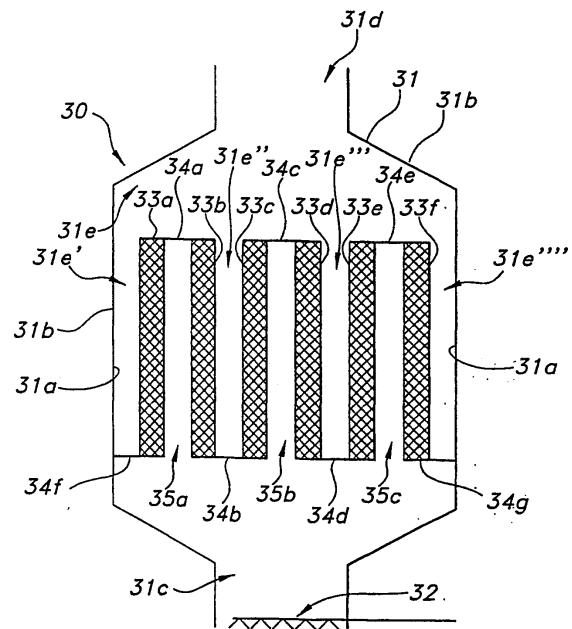
도면1B



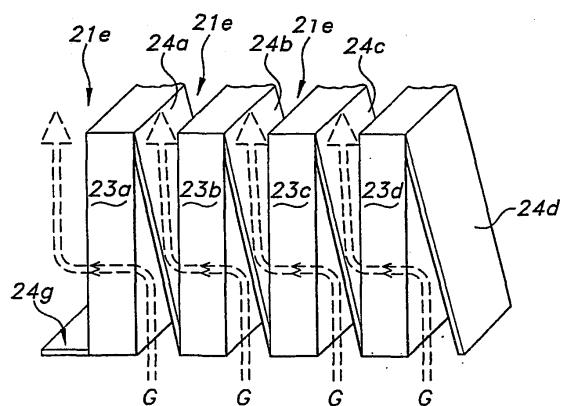
도면2



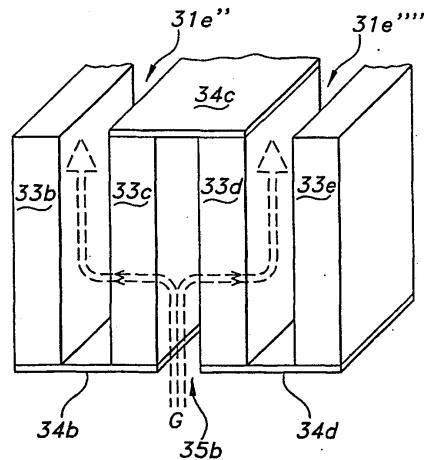
도면3



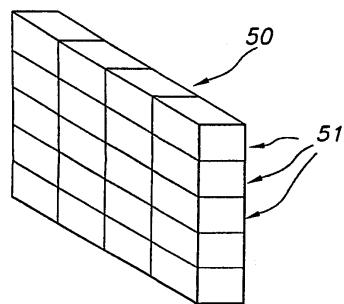
도면4A



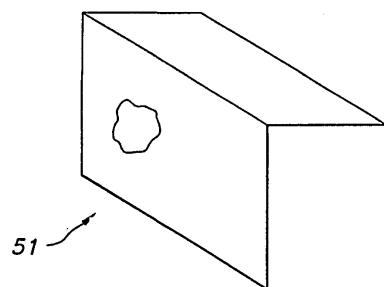
도면4B



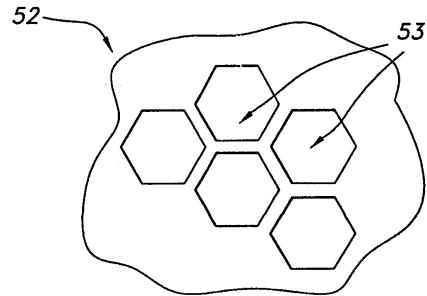
도면5A



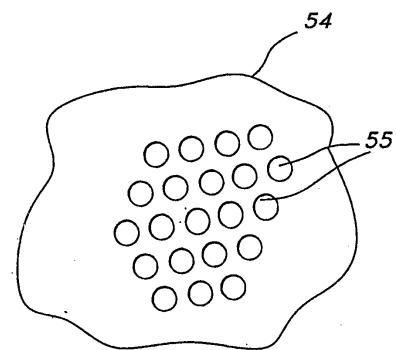
도면5B



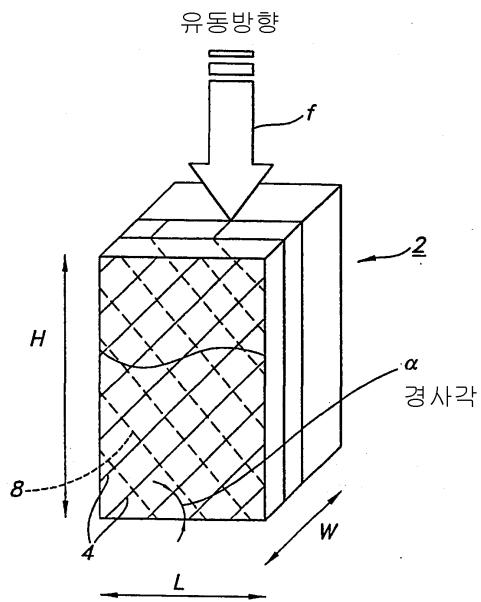
도면5C



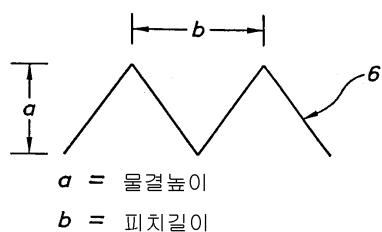
도면5D



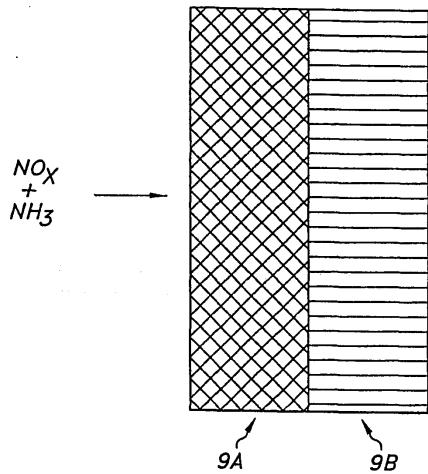
도면6



도면6A



도면7



도면8

