

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. ⁷ B01D 53/86		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2005년10월18일 10-0522515 2005년10월11일
(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2002-0020829 2002년04월17일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2002-0088349 2002년11월27일
(30) 우선권주장	JP-P-2001-00148427	2001년05월17일	일본(JP)
(73) 특허권자	가부시키가이샤 도시바 일본국 도쿄도 미나토구 시바우라 1쵸메 1방 1고		
(72) 발명자	세가와노보루 일본가나가와켄요코하마시츠루미쿠스에히로초2-4, 게이힌사업소내 우치다유타카 일본가나가와켄요코하마시이소고쿠신스기타초8, 가부시키가이샤도시바 요코하마사업소내 이마무라다케시 일본가나가와켄요코하마시츠루미쿠스에히로초2-4, 게이힌사업소내 시무라나오히코 일본가나가와켄요코하마시츠루미쿠스에히로초2-4, 게이힌사업소내		
(74) 대리인	김명신		

심사관 : 고영수

(54) 방전전극과 광촉매 반응장치

요약

본 발명은 방전전극과 광촉매 반응장치에 관한 것으로서, 방전전극은 입체형상의 전극이고, 도전성의 박(箔)으로 허니컴(honeycomb)형상으로 형성된 전극본체(3)이며, 정면 및 배면에서 본 형상이 허니컴형상이고, 정면에서 배면방향으로 유해물질을 포함하는 기체가 통과할 수 있도록 되어 있으며, 전극의 측면은 도전성 외부틀(4)로 덮여 있고, 전극의 정면에서 배면방향으로 소정의 내부길이폭을 갖는다. 또 광촉매반응장치는 3차원 그물코 구조의 세라믹기체에 광촉매를 담지(擔持)한 적어도 1개의 광촉매 모듈(6)과, 상기 광촉매 모듈(6)을 끼우는 한쌍의 전극 중 적어도 한쪽이 도전성 외부 틀(4)과 허니컴 형상의 전극 본체(3)로 구성되는 허니컴 전극(5)를 갖는 단위 구조체(2)를 적어도 1세트 구비하여 효과적이고 안정적으로 방전하는 입체형상의 방전전극과, 그 방전전극으로부터의 방전광과 광촉매의 관계를 이용하여 효율적으로 장기간에 걸쳐 안정적으로 유해물질을 제거하는 것을 특징으로 한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 도전성 외부 틀과 허니컴 전극 및 광촉매 모듈과, 그것들을 수납하는 광주리체로 구성되는 광촉매 반응장치를 나타내는 도면,

도 2는 도 1의 광촉매 반응장치와 고압 전원부로 구성되는 광촉매 반응장치의 모식도,

도 3은 복수 적층한 단위 구조체와 고압 전원부로 구성되는 광촉매 반응장치의 모식도,

도 4는 단위 구조체와 고압 전원부 및 오존 분해 촉매로 구성되는 광촉매 반응장치의 모식도,

도 5는 복수 적층한 단위 구조체와 고압 전원부 및 오존 분해 촉매로 구성되는 광촉매 반응장치의 모식도,

도 6은 단위 구조체와 고압 전원부 및 송풍기로 구성되는 광촉매 반응장치의 모식도,

도 7은 단위 구조체와 고압 전원부, 송풍기 및 필터로 구성되는 광촉매 반응장치의 모식도,

도 8은 전극의 구조의 차이에 따른 발광 강도의 차를 나타내는 도면,

도 9는 종래형의 박막 전극의 발광 강도의 분포를 나타내는 도면,

도 10은 허니컴 전극의 발광 강도의 분포를 나타내는 도면,

도 11은 셀 사이즈와 박(箔) 두께의 설명도,

도 12는 셀 사이즈와 발광 강도의 관계를 나타내는 도면,

도 13은 박 두께와 발광 강도의 관계를 나타내는 도면,

도 14는 방전광의 도달 거리(광촉매 모듈의 두께)와 그 발광강도의 관계를 나타내는 도면 및

도 15는 종래의 전극과 광촉매를 이용한 광촉매 반응장치의 모식도이다.

*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

1, 101 : 광촉매 반응장치 2 : 단위 구조체

3 : 전극 본체 4 : 도전성 외부 틀

5 : 허니컴(honeycomb) 전극 6 : 광촉매 모듈

7, 102 : 광주리체 8, 105 : 고압 전원부

9 : 오존 분해 촉매 10 : 송풍기

11 : 필터 12 : 셀 사이즈

13 : 박(箔) 두께 103 : 광촉매

104 : 전극

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 효과적이고 안정적으로 방전하는 입체 형상의 방전전극과, 그 전극으로부터의 방전광(자외선)과 광촉매의 관계를 이용하여 효율적으로 안정되게 물질을 제거할 수 있는 광촉매 반응장치에 관한 것이다.

대기중에 포함되는 다이옥신류나 NOx 등의 유해물질, 오수(汚水)중의 유해물질 등에 의한 환경 오염이 사회 문제로 되고 있는 것은 주지의 사실이며, 이것들의 유해물질을 효과적으로 제거하는 수법의 연구, 개발이 활발히 실시되고 있다. 또, 최근에는 냉장고내의 부패가스인 에틸렌 가스, 식하우스증후군의 원인이라고 일컬어지는 포름알데히드, 톨루엔, 크실렌, 파라디클로로벤젠, 실내나 차내의 담배냄새 등, 밀폐된 공간내의 유해물질 대책이 문제로 되고 있다.

종래, 상술한 유해물질을 제거하는 수법의 일례로서, 방전을 이용한 방전 처리 장치에 의한 것이나, 광촉매를 이용한 광촉매 반응장치에 의한 것이 알려져 있다.

도 15는 종래의 광촉매 반응장치의 일례를 나타내고 있다.

이 광촉매 반응장치(101)는 도 15에 도시한 바와 같이 광주리체(102)내에 수납되어 산화티타늄을 담지(擔持)하는 광촉매(103)와 이 광촉매를 끼워 대향 배치된 한쌍의 박막형상의 전극(104) 및 전극(104)에 고전압을 인가시키는 고압 전원부(105)를 구비하며, 전극(104)에 인가된 고전압에 의해 양 전극(104)사이에 방전을 발생시키고, 이 방전에 의해 발생된 자외선에 의해 광촉매(103)(산화티타늄(TiO₂))를 활성화시켜 가스중에 포함되는 유해물질을 제거한다. 이 때, 전극(104)의 방전에 의해 발생한 자외선에 의해 활성화된 광촉매(103)는 히드록시라디칼($\cdot\text{OH}$)과 슈퍼옥시사이드 음이온($\cdot\text{O}_2^-$)을 생성하는데, 그 중 히드록시라디칼은 강한 산화력이 있어 각 물질의 분자 결합을 분단할 수 있다. 이 히드록시라디칼의 산화력을 이용하여 유해물질을 화학반응에 의해 제거한다.

그러나, 종래의 전극의 방전광을 이용한 광촉매 반응장치는 이하와 같은 문제가 있었다.

종래 사용되던 전극(104)은 박막형상이므로 유해물질 중 부식성 가스, 예를 들면 황화수소, 아황산, 아질산, 염소, 암모니아 등의 물질에 대해서는 전극이 부식되어 버려 내구성이 부족했다.

또, 전극이 일단 부식되어 버리면 그 부식된 부분에서는 방전이 실시되지 않게 되어 전극 전체에서 균일한 방전광을 발생시킬 수 없었다. 부식된 부분이 넓어지면 도통이 차단되어 버리는 부분이 발생하여 전극이 있는 일부에서는 광촉매를 활성화시킬 정도의 방전광을 조사할 수 있었지만, 다른 부분에서는 광촉매를 활성화시키는 등의 방전광을 조사할 수 없는 “불균형”을 발생시켜 기대하는 촉매 효과를 얻을 수 없었다.

또, 양 전극(104)은 박막형상이므로 설치에 관해 불안정했다. 촉매 효과를 효율적으로 얻기 위해서는 양 전극(104)을 평행 상태로 유지하는 것이 필요한데, 부착 방법이나 유입되는 유해 물질의 상태, 예를 들면 유속이 매우 빠른 경우나 티끌이나 먼지 등을 많이 포함한 경우에는 설치 장소의 불균형이나 전극의 변형, 파손 등이 생겨, 방전광을 광촉매에 안정되게 조사할 수 없는 경우가 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 효과적이고 안정적으로 방전하는 입체형상의 방전전극과, 그 방전전극으로부터의 방전광과 광촉매의 관계를 이용하여 효율적으로 안정되게 유해물질을 제거할 수 있는 광촉매 반응장치를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위해 본원 발명은 청구항 1에서는, 방전전극은 입체 형상의 전극으로서, 도전성의 박에 의해 정면 및 배면 형상이 허니컴 형상, 격자 형상, 또는 그물코 형상으로 형성되고, 또 정면에서 배면 방향으로 소정의 내부길이 폭을 갖는 전극 본체와, 상기 전극 본체의 측면을 덮는 도전성 외부 틀로 구성되는 것을 특징으로 하고 있다.

청구항 2에서는 청구항 1에 기재된 방전전극에 있어서, 상기 전극 본체를 형성하는 박의 배치 간격(셀 사이즈)이 5mm 이상이고, 박 두께가 1mm이하, 바람직하게는 0.1에서 0.2mm인 것을 특징으로 하고 있다.

청구항 3에서는 광촉매 반응에 의한 탈취 및 가스 정화를 실시하는 장치에 있어서, 광촉매를 3차원 그물코 구조의 세라믹 기체에 담지한 적어도 1개의 광촉매 모듈과, 상기 광촉매 모듈을 끼우는 한쌍의 전극 중, 적어도 한쪽이 청구항 1에 기재된 방전전극인 방전전극부로 구성되는 것을 특징으로 하고 있다.

청구항 4에서는 청구항 3에 기재된 광촉매 반응장치에 있어서, 광촉매 모듈의 두께는 광촉매의 활성화에 필요한 10^{-6}W/cm^2 이상의 발광 강도를 가진 방전광이 광촉매 전체에 걸쳐 도달되는 거리 이하인 것을 특징으로 하고 있다.

청구항 5에서는 청구항 3에 기재된 광촉매 반응장치에 있어서, 상기 광촉매 모듈과 상기 방전 전극부로 이루어진 단위 구조체를 복수개 적층하여 이루어진 것을 특징으로 하고 있다.

청구항 6에서는 청구항 3 또는 청구항 5에 기재된 광촉매 반응장치에 있어서, 오존 분해 촉매부를 구비하고 있는 것을 특징으로 하고 있다.

청구항 7에서는 청구항 3 내지 청구항 6에 기재된 광촉매 반응장치에 있어서, 송풍기를 구비하고 있는 것을 특징으로 하고 있다.

청구항 8에서는 청구항 3 내지 청구항 7에 기재된 광촉매 반응장치에 있어서, 기체 유입부에 티끌 제거용 필터를 구비하고 있는 것을 특징으로 하고 있다.

청구항 9에서는 청구항 3 내지 청구항 8에 기재된 광촉매 반응장치에 있어서, 10kHz이상의 고주파 교류 전원을 간헐 동작시키는 고압 전원부를 구비하고 있는 것을 특징으로 하고 있다.

(발명의 실시형태)

본 발명인 광촉매 반응장치에 대해 도 1에서 도 7에 기초하여 설명한다.

(제 1 실시형태)

우선, 도 1 및 도 2에 기초하여 본원 발명의 광촉매 반응장치의 최소 구성 단위에 대해 설명한다. 도 2는 도 1의 광촉매 반응장치의 모식도이다.

도 1에 있어서, 광촉매 반응장치(1)(도 2 중, 광촉매 반응장치(1A))는 단위 구조체(2)와 그것을 수납하는 광주리체(7)로 구성되어 있다. 광주리체(7)는 통형상의 구조를 이루고 있으며, 유해물질을 포함하는 기체가 통과할 수 있도록 유입구와 배출구를 구비하고 있다. 단위 구조체(2)는 한쌍의 허니컴 전극(5)과 그것들에 끼워지는 광촉매 모듈(6)로 구성되며, 한쌍의 허니컴 전극(5)은 도시하지 않은 고압 전원부(도 2 중, 고압 전원부(8))에 접속되어 있다.

허니컴 전극(5)은 입체 형상의 전극으로서, 도전성의 박으로 허니컴 형상으로 형성되며, 정면 및 배면에서 본 형상이 허니컴 형상으로 되어 있는 전극 본체(3)와 도전성 외부 틀(4)로 구성되며, 정면에서 내부길이 방향에 걸쳐 허니컴 형상으로 관통되어 있고, 유해물질을 포함하는 기체가 통과할 수 있도록 되어 있다. 전극 본체(3)의 측면은 도전성 외부 틀(4)로 덮여 있고, 전극의 정면에서 배면 방향으로 소정의 내부길이 폭을 갖고 있다.

도 2에 있어서, 허니컴 전극(5)은 고압 전원부(8)로부터 공급되는 전력에 의해 방전을 실시한다. 이 허니컴 전극(5)을 구성하는 전극 본체(3)와 도전성 외부 틀(4)에는 황화수소 등의 부식성 가스에 대해 내성이 있는 스텐레스가 사용된다.

방전에 의해 발생한 방전광 중, 185nm의 파장을 갖는 자외선은 대기중의 산소에서 오존을 생성해버린다. 오존은 탈취, 탈색, 살균, 감균작용을 갖고, 황화수소나 암모니아와 같은 유해물질을 분해 제거할 수도 있지만 동시에 그 강한 산화력 때문에 전극의 금속도 산화해버린다.

또, 유해물질 중, 부식성 가스 예를 들면 황화수소, 아황산, 아질산, 염소, 암모니아 등의 물질에 의해서도 전극은 부식되어 버리므로 전극에 사용되는 금속으로는 내식성이 있는 것이나 내식성의 코팅 처리를 실시한 것이 선정될 필요가 있다.

전극 본체(3)와 도전성 외부 틀(4)에 사용되는 재질로는 스테레스외에도 알루미늄, 구리 등의 금속에 코팅 처리를 실시한 것이나, 하스테로이, 백금, 금 등의 내식성이 강한 금속(합금)을 예로 들 수 있다.

또, 이 허니컴 전극(5)의 경우, 셀 사이즈가 5mm이상이며, 박 두께가 1mm이하, 바람직하게는 0.1에서 0.2mm인 것이 필요해진다(그 이유에 대해서는 후술).

허니컴 전극(5)에 끼워지는 광촉매 모듈(6)은 3차원 그물코 구조의 세라믹 기체이며, 기체 표면에 광촉매 작용을 갖는 반도체(TiO_2)의 미립자를 담지하고 있다. 또 광촉매 모듈(6)의 두께는 15mm이하인 것이 필요해진다(그 이유에 대해서는 후술).

광촉매 작용을 가진 반도체 미립자로는 여러가지의 것을 예로 들 수 있다. 광촉매 작용을 갖는 대표적인 반도체는 산화티타늄(TiO_2)(anatase형, rutile형, brookite형)이지만, 그외에도 $SrTiO_3$, ZnO , $BaTiO_3$, V_2O_5 , SnO_2 등의 금속 산화물 반도체나 Si , $GaAs$, CdS , ZnS 등의 단체 반도체나 화합물 도체를 예로 들 수 있다.

허니컴 전극(5)에 전력을 공급하는 고압 전원부(8)는 설치 환경에 따라서 여러가지 종류를 생각할 수 있다. 직류 전원, 충격비(duty) 0.5이하의 단(短) 펄스를 출력하는 펄스 전원, 주파수 10kHz 이상의 교류 전원 등을 예로 들 수 있다. 또 각 종류의 고압 전원에 파고치(波高値)의 50~90%에 상당하는 직류 바이어스를 중첩하거나 간헐 동작하는 기능을 부가해도 좋다.

본원 발명에 있어서 고압 전원부(8)에 직류 전원을 이용한 경우, 전원부 구성이 단순하고 완료 장치 비용을 낮게 억제할 수 있다. 또 직류 방전의 경우, 방전에 수반되는 동작음이 매우 작아 정숙한 동작이 요구되는 경우에 바람직하다.

또, 펄스 전원을 이용한 경우, 직류 동작에 비해 큰 에너지 투입을 용이하게 실시할 수 있어 장치의 소형화가 가능하다. 전원부 구성이 단순하고 완료 장치 비용을 낮게 억제할 수도 있다. 또 직류 방전에 비해 투입 에너지를 크게 하는 것이 용이하고, 저가격, 중간 규모의 장치를 구성하는 경우에 바람직하다.

또, 주파수 10kHz 이상의 고주파 교류 전원을 이용한 경우, 동작 주파수의 증가에 따라 투입 에너지를 증대하는 것이 가능하고, 큰 에너지 투입을 할 수 있다. 대용량의 탈취 처리나 고농도의 대상에 대응하는 경우는 유효한 수법이 된다.

또, 직류 바이어스를 중첩한 경우, 펄스 전원을 단독으로 이용하는 경우에 비해 펄스 전압을 저감할 수 있고, 전원 장치를 소형화할 수 있다. 또, 방전발생의 근원이 되는 우존(偶存) 전자의 갯수가 안정되므로 스파크 이행 전압의 편차가 적어져 안정 동작을 확보할 수 있다.

도 1에서 도 7의 광촉매 반응장치에 있어서, 펄스 전원 또는 교류 전원을 이용한 경우, 1 펄스당, 또는 1주기당 방전 입력 에너지는 가스 조성, 전극형상, 전극 간격 등의 방전부 매개변수에 의해 일의적으로 정해져버린다.

1펄스 또는 1주기당 방전 입력 에너지가 $E[J]$ 이고, 반복 주기가 $r[pps]$ 또는 $[Hz]$ 이면 투입 전력은 $E \times r[W]$ 으로 정의되지만, 이를 반복수 또는 주기에 따르지 않고 일정하게 하기 위해 간헐 동작을 실시한다.

간헐 동작에 대한 동작·비동작의 비(변조도)는 필요해지는 투입 전력을 “P”, 1펄스(주기)당 투입 에너지가 “E”, 반복수가 “F”이면 변조도는,

$$P/(E \times F)$$

로 나타내어진다.

투입전력10[W], 1펄스 당 투입 에너지가 50[mJ], 반복수가 20[kHz]이면 변조도는 하기 수학식 1이 된다.

$$\text{수학식 1} \\ 10/(50 \times 10^{-3} \times 20 \times 10^3) = 0.01$$

이 경우, 1초 당 10밀리초간 만큼 동작하는 모드가 필요해진다.

이 동작 모드는 「1초당 10밀리초 동작」에 한정되지 않고, 예를 들면 「2초에 1도 20밀리초 동작」이나 「1초에 2도 5밀리초 동작」등이라도 좋다.

또, 직류 전원을 이용한 경우도 투입 전력은 방전부 매개변수에 의해 거의 일의적으로 정해지므로 간헐동작을 실시하는 것에 의해 전압을 변화시키지 않고 연속 동작의 경우 보다도 저전력으로 동작시킬 수 있다.

이상, 도 1(도 2)의 구성에 있어서, 고압 전원부(8)로부터 허니컴 전극(5)으로 고전압이 인가되면 허니컴 전극(5)은 방전을 개시하고, 이 방전에 의해 발생한 방전광(자외선)은 광촉매 모듈(6)에 균일하게 조사되어 광촉매를 활성화시킨다. 이 활성화된 광촉매는 화학적으로 반응성이 우수한 히드록시라디칼($\cdot\text{OH}$)을 생성하고, 또 방전광에 의해 오존이 생성된다. 이들 활성화 화학종의 히드록시라디칼, 오존과 화학 반응하는 것에 의해 단위 구조체(2)에 유입되는 유해물질은 분해 제거된다.

이 제 1 실시형태에서는 허니컴 전극(5)은 도전성 외부 틀(4)로 덮여지는 것에 의해, 또 내부길이 폭을 갖는 것에 의해 종래의 박막 전극 보다 내식성이 향상되므로 전극 전체면에 안정된 균일한 방전광을 장기간에 걸쳐 얻을 수 있는 효과를 갖는다.

또, 기계적 정밀도, 강도를 충분히 확보할 수 있기 때문에 전극간의 거리를 장기간에 걸쳐 일정하게 유지할 수 있으므로 방전광을 균일하게, 또 효과적으로 광촉매 모듈(6)에 조사할 수 있고, 종래의 박막 전극 보다 높은 물질 분해 성능을 효율적으로 장기간 안정되게 얻을 수 있는 효과를 갖는다.

또, 방전에 의해 발생한 오존이 광촉매 모듈(6)로 처리할 수 없었던 유해물질과 화학반응하는 것에 의해 분해 제거된다. 이 오존의 산화력에 의해 광촉매 반응장치의 분해 효율이 촉진되는 효과를 갖는다.

또, 고압 전원부(8)가 직류 전원과 같이 전극이 극성을 갖는 경우, 유해물질의 유입방향은 그 전극의 양극측, 음극측 중 어디라도 좋고, 동일한 효과를 얻을 수 있다.

(제 2 실시형태)

도 3은 도 1(도 2)에 도시된 단위 구조체(2)를 복수 적층한 것이다.

도 3의 광촉매 반응장치(1B)는 4개의 단위 구조체(2)와 그것들을 수납하는 광주리체(7)와 고압 전원부(8)로 구성되어 있다. 단위 구조체(2)는 한쌍의 허니컴 전극(5)과 그것들에 끼워지는 광촉매 모듈(6)로 구성되며, 허니컴 전극(5)은 각각 고압 전원부(8)에 접속되어 있다.

본 실시형태에서는 4개의 단위 구조체(2)를 나열한 것에 의해 인접하는 전극을 각 단위 구조체(2) 사이에서 공유하는 상태로 되어 있다. 전극을 교대로 배치하는 것에 의해 전극 양 면이 발광하게 되어 효과적으로 방전광을 얻을 수 있다.

또, 허니컴 전극(5)의 구성, 구조 및 전극에 사용되는 재질, 광촉매 모듈(6)의 구조 및 모듈에 사용되는 반도체 미립자의 재질 및 고압 전원부(8)는 제 1 실시형태와 동일하므로 설명은 생략한다.

이상, 도 3의 구성에 있어서, 고압 전원부(8)로부터 허니컴 전극(5)에 고전압이 인가되면 허니컴 전극(5)은 방전을 개시하고, 이 방전에 의해 발생한 방전광(자외선)은 광촉매 모듈(6)에 균일하게 조사되어 광촉매를 활성화시킨다. 이 활성화된 광촉매는 화학적으로 반응성이 우수한 히드록시라디칼($\cdot\text{OH}$)을 생성하고, 또 방전광에 의해 오존이 생성된다. 이들 활성화 화학종인 히드록시라디칼, 오존과 화학 반응하는 것에 의해 단위 구조체(2)에 유입되는 유해물질은 분해 제거된다.

이 제 2 실시형태에서 허니컴 전극(5)이 제 1 실시형태와 동일한 내식성 및 기계적 정밀도, 강도를 갖는 것에 의해 동일한 효과를 얻고, 또 4개의 단위 구조체를 적층함으로써 제 1 실시형태와 비교하여 4배의 물질 분해 성능을 얻을 수 있는 효과를 갖는다.

또, 제 1 실시형태 보다도 전극이 많아지는 만큼, 방전에 의해 발생한 오존도 많아지므로 제 1 실시형태와 비교하여 오존의 산화력에 의한 유해물질의 분해 효율도 더 촉진되는 효과를 갖는다.

(제 3 실시형태)

도 4는 도 1(도 2)의 광촉매 반응장치(1)(1A)에 오존 분해 촉매(9)를 부가한 것이다.

도 4의 광촉매 반응장치(1C)는 단위 구조체(2)와 오존 분해 촉매(9)를 수납한 광주리체(7) 및 고압 전원부(8)로 구성되어 있다.

단위 구조체(2)는 한쌍의 허니컴 전극(5)과 그것들에 끼워지는 광촉매 모듈(6)로 구성되며, 한쌍의 허니컴 전극(5)은 고압 전원부(8)에 접속되어 있다. 또 오존 분해 촉매(9)는 단위 구조체(2)보다 기체의 유입방향에 대해 하류측에 배치된다.

또, 허니컴 전극(5)의 구성, 구조 및 전극에 이용되는 재질, 광촉매 모듈(6)의 구조 및 모듈에 이용되는 반도체 미립자의 재질 및 고압 전원부(8)는 제 1 실시형태와 동일하므로 설명은 생략한다.

제 1 실시형태나 제 2 실시형태에 있어서, 방전광에 의해 발생된 오존은 그 산화력으로 유해물질을 분해 제거하지만, 유해물질과 반응하지 않은 오존은 그대로 방출되어 버린다. 그러나, 오존은 통상 대기중에 그대로 방출되면 인체에 있어 유해하므로 경우에 따라서는 분해하지 않으면 안된다. 오존 분해 촉매(9)는 미반응의 오존을 무해한 산소로 분해 처리한다.

또, 오존을 분해하는 방법으로는 사용 상황에 따라서 여러가지를 생각할 수 있는데, 대표적인 것으로서, 활성탄 흡착 분해법, 가열분해법, 접촉분해법, 물세정법, 약액 세정법(알칼리 세정법), 약액 환원법 등을 예로 들 수 있다.

이상, 도 4의 구성에 있어서, 고압 전원부(8)로부터 허니컴 전극(5)에 고전압이 인가되면 허니컴 전극(5)은 방전을 개시하고, 이 방전에 의해 발생한 방전광(자외선)은 광촉매 모듈(6)에 균일하게 조사되어 광촉매를 활성화시킨다. 이 활성화된 광촉매는 화학적으로 반응성이 우수한 히드록시라디칼($\cdot\text{OH}$)을 생성하고, 또 방전광에 의해 오존이 생성된다. 이들 활성화 화학종인 히드록시라디칼, 오존과 화학반응하는 것에 의해 단위 구조체(2)에 유입되는 유해물질은 분해 제거된다. 또 오존 분해 촉매(9)에서 미반응의 오존은 무해한 산소로 분해 처리된다.

이 제 3 실시형태에서는 제 1 실시형태와 동일한 물질 분해 성능을 얻을 수 있다. 또, 오존 분해 촉매(9)로 유해물질과 반응하지 않은 오존을 분해 처리함으로써 대기중에 인체에 유해한 오존을 방출하지 않도록 할 수 있는 효과를 갖는다.

또, 본 실시형태에서는 오존 분해 촉매(9)는 최하류부에 1개 설치했지만, 배(排)오존을 효율적으로 제거할 수 있는 것이라면 특별히 배치위치 및 수를 한정하지 않는다.

(제 4 실시형태)

도 5는 도 3의 광촉매 반응장치(1B)에 오존 분해 촉매(9)를 부가한 것이다.

도 5의 광촉매 반응장치(1D)는 4개의 단위 구조체(2)와 오존 분해 촉매(9)를 수납한 광주리체(7) 및 고압 전원부(8)로 구성되어 있다. 단위 구조체(2)는 한쌍의 허니컴 전극(5)과 그것들에 끼워지는 광촉매 모듈(6)로 구성되며, 허니컴 전극(5)은 각각 고압 전원부(8)에 접속되어 있다. 또 오존 분해 촉매(9)는 단위 구조체(2)보다 기체의 유입방향에 대해 하류측에 배치된다.

또, 단위 구조체(2)의 구성, 허니컴 전극(5)의 구성, 구조 및 전극에 이용되는 재질, 광촉매 모듈(6)의 구조 및 모듈에 이용되는 반도체 미립자의 재질 및 고압 전원부(8)는 제 2 실시형태와 동일하므로 설명은 생략한다.

이상, 도 5의 구성에 있어서, 고압 전원부(8)로부터 허니컴 전극(5)에 고전압이 인가되면 허니컴 전극(5)은 방전을 개시하고, 이 방전에 의해 발생한 방전광(자외선)은 광촉매 모듈(6)에 균일하게 조사되어 광촉매를 활성화시킨다. 이 활성화된

광촉매는 화학적으로 반응성이 우수한 히드록시라디칼($\cdot\text{OH}$)을 생성하고, 또 방전광에 의해 오존이 생성된다. 이들 활성화 화학종인 히드록시라디칼, 오존과 화학반응하는 것에 의해 단위 구조체(2)에 유입되는 유해물질은 분해 제거된다. 또 오존 분해 촉매(9)로 미반응의 오존은 무해한 산소로 분해 처리된다.

이 제 4 실시형태에서는 제 2 실시형태와 동일한 물질 분해 성능을 얻을 수 있다. 또 오존 분해 촉매(9)로 유해물질과 반응하지 않은 오존을 분해 처리함으로써 대기중에 인체에 유해한 오존을 방출하지 않도록 할 수 있는 효과를 갖는다.

또, 본 실시형태에서 오존분해촉매(9)는 최하류부에 1개 설치했지만, 배(排) 오존을 효율적으로 제거할 수 있으면 특별히 배치 위치 및 수를 한정하지 않는다.

(제 5 실시형태)

도 6은 도 1(도 2)의 광촉매 반응장치(1)(1a)에 송풍기(10)를 부가한 것이다.

도 6의 광촉매 반응장치(1E)는 단위 구조체(2)와 송풍기(10) 및 그것들을 수납하는 광주리체(7)와 고압 전원부(8)로 구성되어 있다. 단위 구조체(2)는 한쌍의 허니컴 전극(5)과 그것들에 끼워지는 광촉매 모듈(6)로 구성되며, 한쌍의 허니컴 전극(5)은 고압 전원부(8)에 접속되어 있다.

단위 구조체(2)는 한쌍의 허니컴 전극(5)과 그것들에 끼워지는 광촉매 모듈(6)로 구성되며, 한쌍의 허니컴 전극(5)은 고압 전원부(8)에 접속되어 있다. 또 송풍기(10)는 기체 유입부에 설치되어 있다.

또, 허니컴 전극(5)의 구성, 구조 및 전극에 사용되는 재질, 광촉매 모듈(6)의 구조 및 모듈에 사용되는 반도체 미립자의 재질 및 고압 전원부(8)는 제 1 실시형태와 동일하므로 설명은 생략한다.

송풍기(10)는 유해물질을 포함하는 기체의 유속이 느린 경우나 기류의 강제 순환을 필요로 하는 경우에 사용된다. 자연 대류에 의해 기체의 순환을 실시하고 있는 경우는 상황에 따라서는 대류가 멈추는 경우를 생각할 수 있다. 이 때, 송풍기(10)를 사용함으로써 강제적으로 대류를 일으켜 어느 정도의 유속을 확보한다.

설치장소는 기체 유입부 또는 기체 배출부를 예로 들 수 있는데, 특별히 장치의 출입구에 한정되지 않는다. 단위 구조체(2)를 복수 적층한 경우, 각 단위 구조체의 사이나 장치의 설치 환경에 따라서는 방전전극과 광촉매 모듈(6)의 사이나 오존 분해 촉매 앞에 설치해도 좋다.

이상, 도 6의 구성에 있어서, 송풍기(10)에 의해 유해물질을 포함하는 유체는 강제적으로 광주리체(7)로 보내진다. 또, 고압 전원부(8)로부터 허니컴 전극(5)에 고전압이 인가되면, 허니컴 전극(5)은 방전을 개시하고, 이 방전에 의해 발생한 방전광(자외선)은 광촉매 모듈(6)에 균일하게 조사되어 광촉매를 활성화시킨다. 이 활성화된 광촉매는 화학적으로 반응성이 우수한 히드록시 라디칼($\cdot\text{OH}$)을 생성하고, 또 방전광에 의해 오존이 생성된다. 이들 활성화 화학종인 히드록시 라디칼, 오존과 화학 반응함으로써 단위 구조체(2)에 유입되는 유해물질은 분해 제거된다.

이 제 5 실시형태에서는 제 1 실시형태와 동일한 물질 분해 성능을 얻을 수 있다. 또, 송풍기를 이용함으로써 어느 정도의 유속을 확보할 수 있고, 일정한 처리 능력을 단속하여 얻는 것이 가능해지고, 본 실시형태의 광촉매 반응장치(1E)의 물질 분해 성능을 장기간 유지시키는 효과를 갖는다.

(제 6 실시형태)

도 7은 도 6의 광촉매 반응장치(1E)에 필터(11)를 부가한 것이다.

도 7의 광촉매 반응장치(1F)는 단위 구조체(2)와 송풍기(10) 및 필터(11)와 그것들을 수납하는 광주리체(7)와 고압 전원부(8)로 구성되어 있다. 단위 구조체(2)는 한쌍의 허니컴 전극(5)과 그것들에 끼워지는 광촉매 모듈(6)로 구성되어 고압 전원부(8)에 접속되어 있다.

단위구조체(2)는 한쌍의 허니컴전극(5)과 그것들에 끼워지는 광촉매 모듈(6)로 구성되며, 한쌍의 허니컴 전극(5)은 고압 전원부(8)에 접속되어 있다. 또, 송풍기(10)는 기체 유입부에 설치되고, 필터(11)는 송풍기(10)의 유입측에 설치되어 있다.

또, 허니컴전극(5)의 구성, 구조 및 전극에 사용되는 재질, 광촉매 모듈(6)의 구조 및 모듈에 사용되는 반도체미립자의 재질 및 고압 전원부(8)는 제 1 실시형태와 동일하므로 설명은 생략한다.

먼지나 티끌이 많은 환경에서의 사용은 광촉매 모듈(6)이나 허니컴 전극(5)의 막힘이나 파손을 일으킬 가능성을 충분히 생각할 수 있다. 먼지나 티끌은 전극이나 광촉매를 덮어 그것들의 성능을 저하시키거나 기능을 저해하는 것, 본 실시형태에서는 분해 처리할 수 없는 것을 우선 필터(11)를 이용하여 제거하여 계속해서 안정된 물질 분해 성능을 확보한다.

이상, 도 7의 구성에 있어서, 필터(11)에 의해 티끌이나 먼지 등을 제거한 유해물질을 포함하는 유체는 송풍기(10)에 의해 강제적으로 광주리체(7)로 보내진다. 또 고압 전원부(8)로부터 허니컴 전극(5)에 고전압이 인가되면 허니컴 전극(5)은 방전을 개시하고, 이 방전에 의해 발생한 방전광(자외선)은 광촉매 모듈(6)에 균일하게 조사되어 광촉매를 활성화시킨다. 이 활성화된 광촉매는 화학적으로 반응성이 우수한 히드록시라디칼($\cdot\text{OH}$)을 생성하고, 또 방전광에 의해 오존을 생성시킨다. 이들 활성 화학종인 히드록시라디칼, 오존과 화학 반응하는 것에 의해 단위 구조체(2)에 유입되는 유해물질은 분해 제거된다.

이 제 6 실시형태에서는 제 1 실시형태와 동일한 물질 분해 성능을 얻을 수 있다. 또, 필터(11)를 이용하여 미리 유해물질 중의 본원 발명에서는 분해할 수 없는 것을 제거하는 것에 의해 물질 분해 성능을 안정적으로 확보하는 것이 가능해지며, 본 실시형태의 광촉매 반응장치(IF)의 물질 분해 성능을 장기간 유지시키는 효과를 갖는다.

(다른 구성예)

여기까지는 허니컴 전극을 이용한 예를 나타냈지만, 본원 발명은 이 예에 한정되지 않는다.

도 2나 도 4에 있어서, 한쪽의 전극에 종래의 박막형상 전극을 이용하는 것이 가능하며, 또 도 3이나 도 5에 있어서 서로 다른 형상의 전극을 이용하는 것도 가능하다.

또, 청구항 1에 기재된 허니컴 형상의 전극, 격자형상의 전극, 그물코 형상의 전극을 사용하는 경우, 양극, 음극 전극에 동일한 것을 사용할 필요없이 한쪽은 허니컴 형상의 전극, 다른 한쪽은 격자형상의 전극의 조합도 생각할 수 있다.

또, 양극, 음극의 전극에 셀사이즈가 다른 것을 이용하는 것도 사용법으로서 생각할 수 있다. 예를 들면, 양극은 셀사이즈 5mm의 허니컴 형상의 전극, 음극은 셀 사이즈 10mm의 격자 형상의 전극의 조합도 가능하다.

한편, 도 7의 필터(11)이외에 다른 종류의 촉매나 흡착제라는 특정 물질을 제거하는 것을 더 조합하여 사용하는 것도 생각할 수 있다. 어느 특정 물질을 다른 촉매나 흡착제로 제거하고, 잔존물질을 본원발명에서 분해 제거하는 경우나 본원 발명에서 분해 제거할 수 없었던 잔존 물질을 다른 촉매나 흡착제로 제거하는 경우도 사용방법으로서 충분히 생각할 수 있다. 본원 발명의 성능을 향상시키는 수단으로서 유효하다.

본원 발명의 용도로는 도 2나 도 3의 광촉매 반응장치로는 산업용 배기가스 처리기나 공기 청정기 등이 상정된다. 또, 도 4나 도 5의 광촉매 반응장치로는 실내용 에어컨, 차재용 에어컨, 청소기, 냉장고 등에 조립되는 것이 상정된다. 또, 도 6의 경우에 있어서는 자연대류의 냉장고 등에 조립되는 것이 상정되며, 도 7의 경우에 있어서는 실내용 공기 청정기(이 경우 오존 분해 촉매 부착으로 사용됨)나 분연기 등이 상정된다.

(실시예)

〈허니컴 전극의 설명〉

여기서, 청구항 1 및 청구항 2에 기재된 방전전극, 특히 허니컴 전극의 특성을 검출하기 위해 실시한 시험 결과에 대해 설명한다. 또 비교 시험은 도 1에 도시한 단위 구조체(2)를 이용하여 실시했다.

〈종래품과의 성능 비교〉

(1) 전극구조의 차이에 따른 발광강도의 비교

광촉매를 이용하여 높은 물질 분해 성능을 얻기 위해서는 광촉매를 활성화하기 위해 강한 방전광(자외선, 파장 380nm)을 발생하는 광원이 필요하다. 방전은 전계가 강할수록 발생하기 쉬워지고, 전계는 전극의 형상에 크게 의존하는 것이 알려져 있다.

도 9는 동일 전원(입력 에너지가 동일)을 사용하여 동일 면적의 방전광의 발광 강도를 비교한 것이다. 도 9에서 알 수 있는 바와 같이, 본원 발명품은 종래형에 비해 1.5배에서 2배 정도의 강한 방전광을 발생했다. 즉, 동일 전력으로 1.5배에서 2배 정도 높은 물질 분해 성능을 얻을 수 있었다.

(2) 전극구조의 차이에 따른 발광강도의 분포비교

도 10 및 도 11은 동일 전원(입력 에너지가 동일)을 사용하여 동일 면적의 방전광의 발광 강도를 면내의 분포로서 나타낸 것이다.

도 10에서는 전극의 주변부에서는 광촉매를 활성화시키기 위해 필요 충분한 발광 강도를 얻었지만 중앙부에서는 광촉매를 활성화시킬만큼의 발광강도는 얻어지지 않았다. 이와 같이 편차가 생기므로 충분한 촉매효과를 얻을 수 없었다.

역으로 도 11에서는 전극 전체면에 걸쳐 균일한 발광 강도가 얻어졌다. 이 때문에 종래품에 비해 안정된 촉매 효과를 기대할 수 있고, 높은 물질 분해 성능을 얻을 수 있다.

〈셀의 형상에 대해〉

(1) 셀사이즈의 차이에 따른 성능 비교

허니컴 형상의 전극을 사용하는 경우, 허니컴의 셀사이즈(12)(셀의 크기(도 12))의 차이에 따라 방전광의 발광강도에 차이를 생기게 한다. 도 13은 셀사이즈(12)와 발광강도의 관계를 나타낸 것이다. 셀사이즈(12)가 5mm 이상이 되면 급격히 방전광의 발광강도가 증가하여 높은 물질 분해 성능을 얻을 수 있었다.

(2) 박의 두께의 차이에 따른 성능 비교

허니컴 전극(5)을 사용하는 경우, 허니컴을 구성하는 금속박의 두께의 차이에 따라 방전광의 발광강도에 차이를 생기게 한다. 도 13은 박두께(13)와 발광강도의 관계를 나타낸 도면이다. 박 두께(13)가 0.1~0.2mm이면 급격히 방전광의 강도가 증가하여 높은 물질 분해 성능을 얻을 수 있었다.

〈방전광의 도달거리〉

광촉매를 이용하여 높은 물질 분해 성능을 얻기 위해서는 광촉매를 활성화시키는 방전광을 촉매면에 균일하게, 또 광촉매의 내부까지 조사할 필요가 있다. 도 14는 광촉매 모듈(6)의 표면에 방전광을 조사했을 때의 발광강도와 도달 거리의 관계를 나타낸 것이다.

일반적으로 광촉매의 활성화에 필요한 발광강도는 10^{-6}W/cm^2 로 되어 있다. 도 14에서 명확해진 바와 같이, 15mm보다 두꺼운 부분에 대해서는 광촉매를 활성화시킬 만큼의 방전광이 도달하지 않는 것을 알았다. 따라서 광촉매를 끼우는 본원 발명의 구성에서는 광촉매 모듈(6)의 두께는 15mm이하로 하여 광촉매 전체에 걸쳐 높은 물질 분해 성능을 얻을 수 있었다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이 본원 발명에 의하면 청구항 1 및 청구항 2에서는, 허니컴 전극은 도전성 외부틀로 덮여지는 것에 의해, 또 내부길이 폭을 갖는 것에 의해 종래의 박막 전극 보다 내식성이 향상되므로, 전극 전체면에 안정된 균일한 방전광을 장기간에 걸쳐 얻을 수 있다.

또, 기계적 정밀도, 강도를 충분히 확보할 수 있기 때문에, 전극간의 거리를 장기간에 걸쳐 일정하게 유지할 수 있으므로, 방전광을 균일하게 효과적으로 광촉매 모듈에 조사할 수 있어, 종래의 박막 전극 보다 높은 물질 분해 성능을 효율적으로, 장기간 안정적으로 얻을 수 있다.

청구항 3 내지 청구항 5에서는 청구항 1 및 청구항 2에 기재된 방전전극을 이용하여 유해물질을 포함한 유체 중에 방전을 실시하는 것에 의해, 방전광은 광촉매를 여기시켜 활성 화학종(히드록시라디칼)을 생성하고, 광촉매 모듈 표면에 있어서 유해물질과 활성 화학종을 화학 반응시키는 것에 의해 유해물질을 제거할 수 있다.

또, 청구항 1 및 청구항 2에 기재된 방전전극을 이용한 단위 구조체를 복수 적층하는 것에 의해 더 높은 물질 분해 성능을 계속해서, 또 안정적으로 얻을 수 있다.

또, 방전에 의해 생긴 활성 화학종 중 오존은 광촉매 모듈 표면 및 방전 전극 표면에 있어서 유해물질과 반응하는 것에 의해 광촉매 모듈로 처리할 수 없었던 유해물질을 확실히 처리하여 광촉매 반응장치의 처리 효율을 향상시킬 수 있다.

또, 청구항 6에서는 오존 분해촉매로 유해물질과 반응하지 않았던 오존을 분해 처리함으로써 인체에 유해한 오존을 대기 중에 방출하지 않도록 할 수 있다.

또, 청구항 7에서는 송풍기를 이용하는 것에 의해 장치내에서 어느 정도의 유속을 확보할 수 있고, 일정한 처리 능력을 단속해서 얻는 것이 가능해져 광촉매 반응장치의 성능을 장기간 유지시키는 수단으로서 유효하다.

또, 청구항 8에서는 필터를 이용하여 미리 유해물질 중의 본원발명에서는 분해할 수 없는 것을 제거하는 것에 의해 물질 분해 성능을 안정적으로 확보하는 것이 가능해져 광촉매 반응장치의 성능을 장기간 유지시키는 수단으로서 유효하다.

또, 청구항 9에서는 고주파 교류전원을 간헐동작시키는 것에 의해 전력을 효율적으로 투입할 수 있어 연속동작의 경우보다 저전력으로 방전을 실시할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

입체 형상의 전극으로서,

도전성의 박에 의해 정면 및 배면 형상이 허니컴 형상, 격자 형상, 또는 그물코 형상으로 형성되는 전극 본체; 및

상기 전극 본체의 측면을 덮는 도전성의 외부 틀로 구성되는 것을 특징으로 하는 방전전극.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 전극 본체를 형성하는 박의 배치 간격(셀 사이즈)이 5mm이상이고, 박 두께가 0초과 1mm이하인 것을 특징으로 하는 방전전극.

청구항 3.

광촉매 반응에 의한 탈취 및 가스 정화를 실시하는 장치에 있어서,

광촉매를 3차원 그물코 구조의 세라믹 기체(基體)에 담지한 적어도 1개의 광촉매 모듈; 및

상기 광촉매 모듈을 끼우는 한쌍의 전극 중, 적어도 한쪽이 청구항 1에 기재된 방전전극인 방전전극부로 구성되는 것을 특징으로 하는 광촉매 반응장치.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 광촉매 모듈의 두께는 0초과 15mm이하인 것을 특징으로 하는 광촉매 반응장치.

청구항 5.

제 3 항에 있어서,

상기 광촉매 모듈과 상기 방전 전극부로 이루어진 둘 이상의 단위 구조체를 적층하여 이루어진 것을 특징으로 하는 광촉매 반응장치.

청구항 6.

제 3 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서,

오존 분해 촉매부를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 광촉매 반응장치.

청구항 7.

제 3 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서,

송풍기를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 광촉매 반응장치.

청구항 8.

제 3 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서,

기체 유입부에 먼지 제거용 필터를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 광촉매 반응장치.

청구항 9.

제 3 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서,

10kHz이상의 고주파 교류 전원을 간헐 동작시키는 고압 전원부를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 광촉매 반응장치.

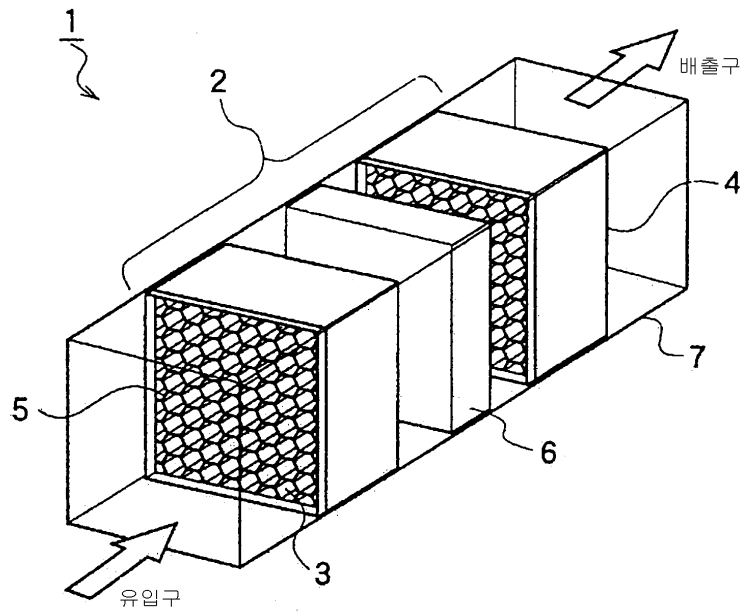
청구항 10.

제 2 항에 있어서,

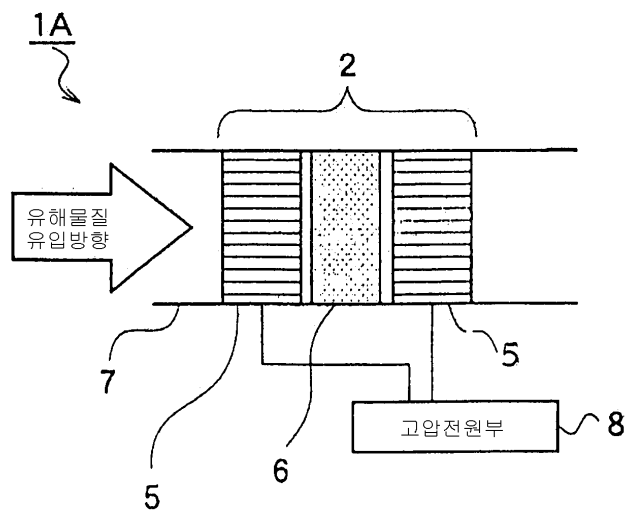
상기 박 두께가 0.1mm에서 0.2mm인 것을 특징으로 하는 방전전극.

도면

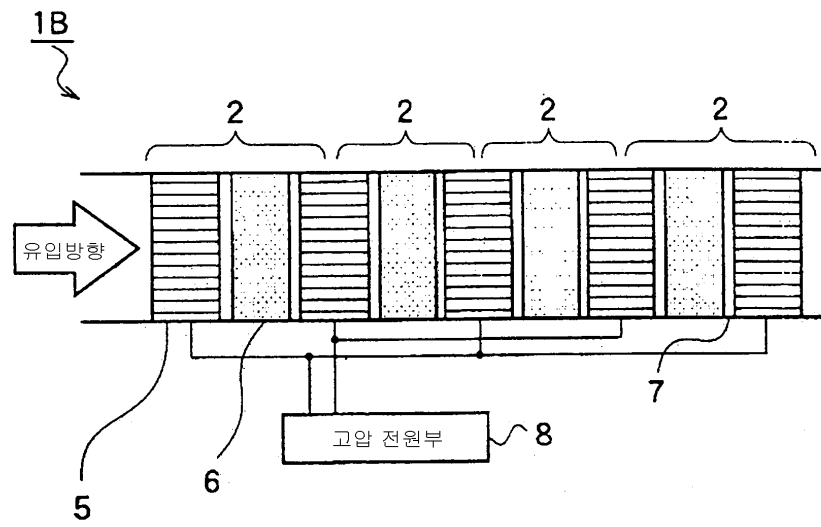
도면1



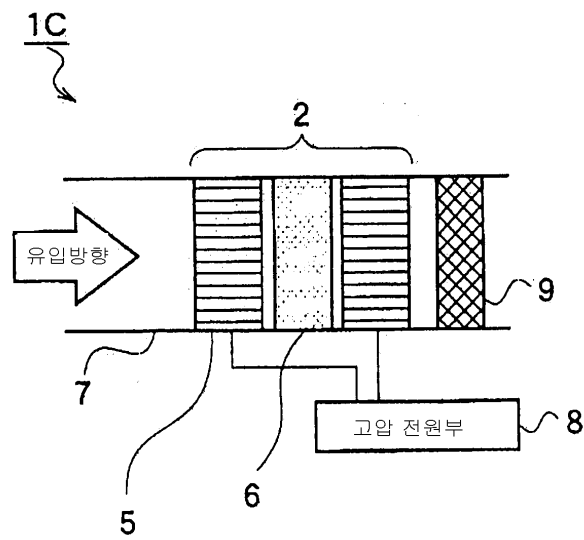
도면2



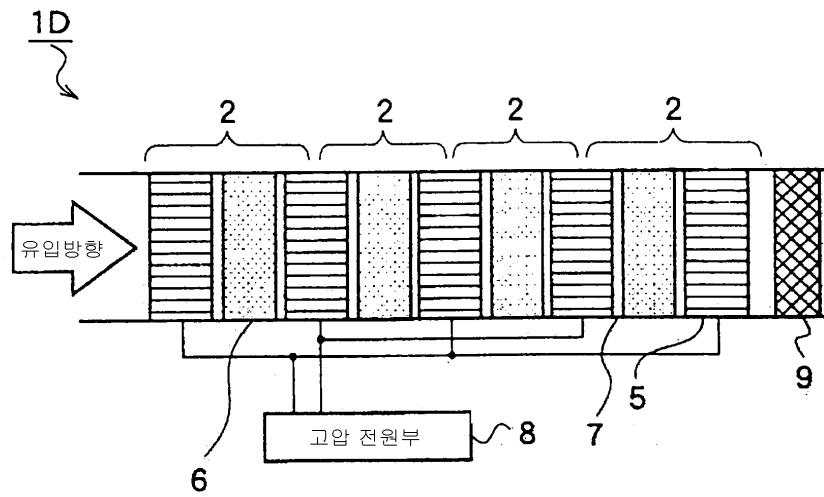
도면3



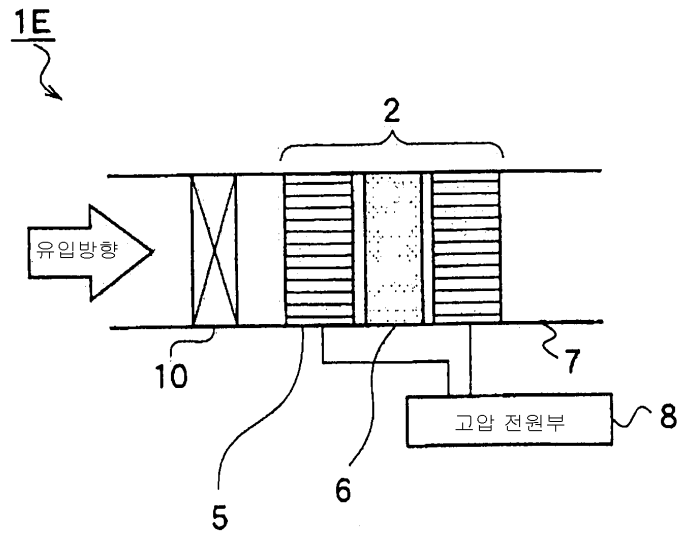
도면4



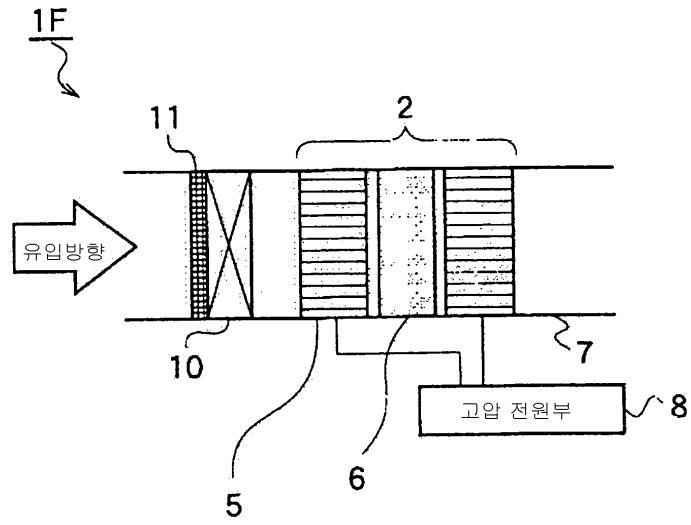
도면5



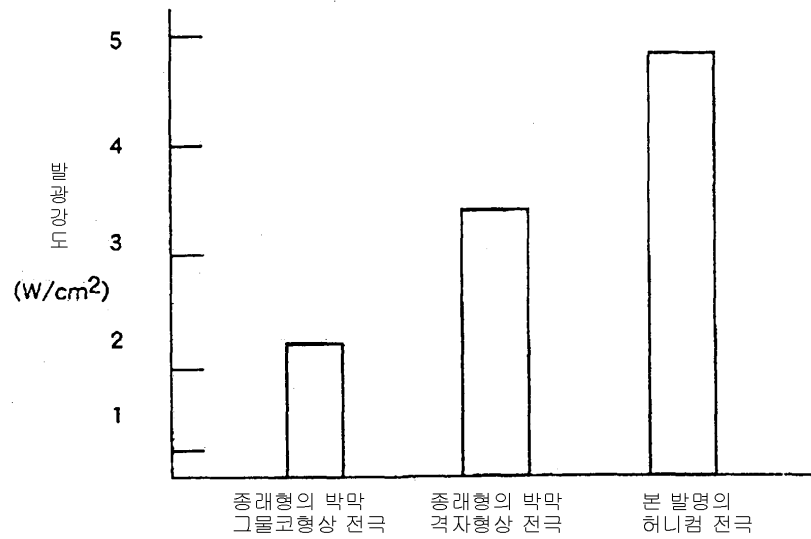
도면6



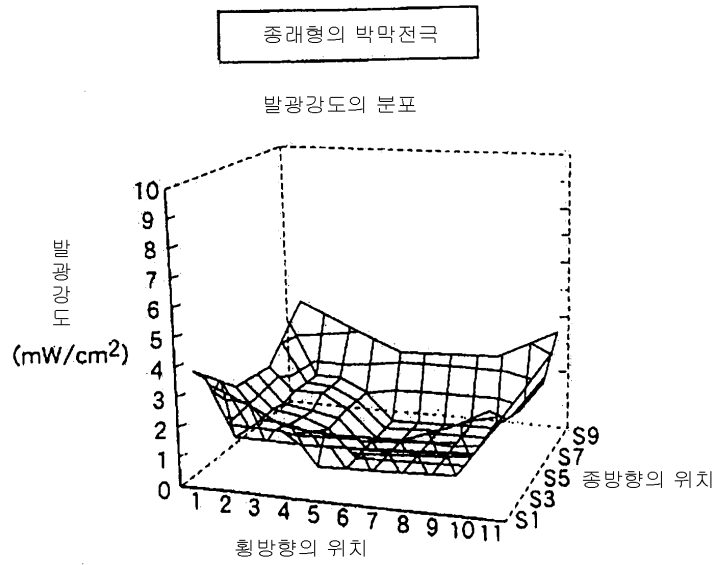
도면7



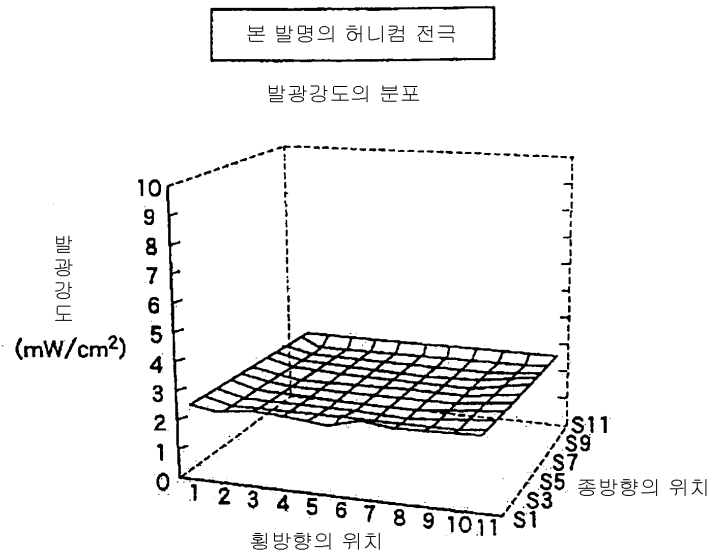
도면8



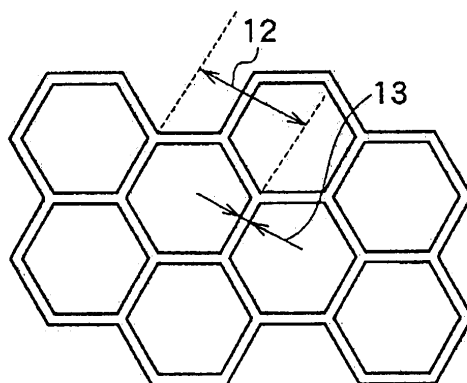
도면9



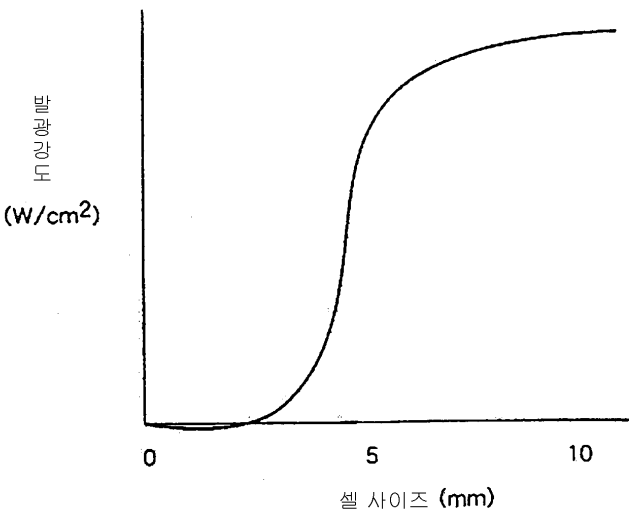
도면10



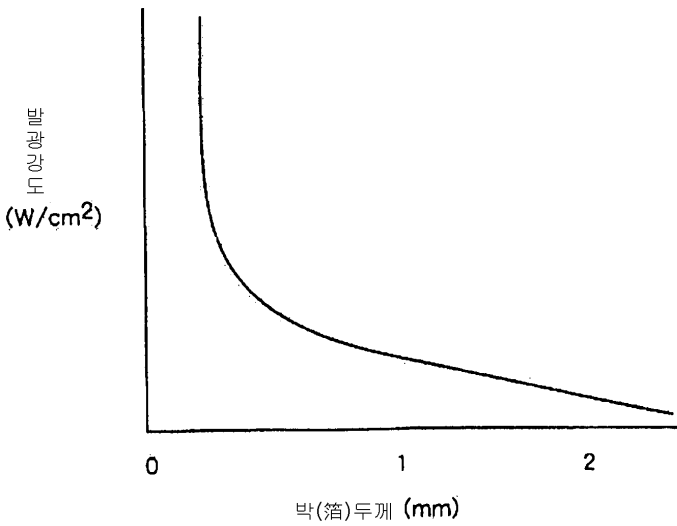
도면11



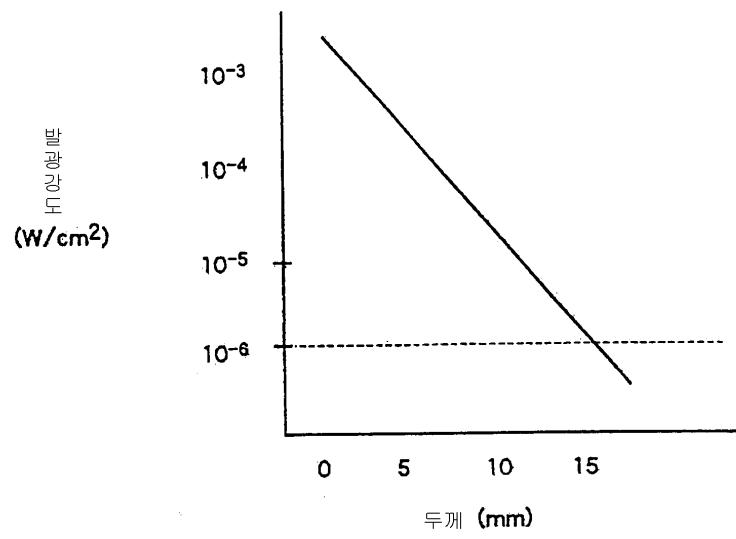
도면12



도면13



도면14



도면15

