



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0031185
(43) 공개일자 2018년03월28일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>A61L 9/20</i> (2006.01) <i>B01D 53/86</i> (2006.01)
 <i>B01J 21/06</i> (2006.01) <i>B01J 35/00</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>A61L 9/205</i> (2013.01)
 <i>B01D 53/86</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-0119225
 (22) 출원일자 2016년09월19일
 심사청구일자 2016년09월19일</p> | <p>(71) 출원인
 울산과학기술원
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(72) 발명자
 장재성
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
 김정현
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(74) 대리인
 특허법인 무한</p> |
|---|---|

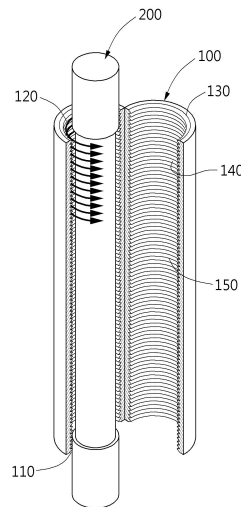
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **광촉매 유닛 및 이를 포함하는 공기 정화 장치**

(57) 요약

본 발명은 광촉매 유닛 및 이를 포함하는 공기 정화 장치에 관한 것으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 광촉매 유닛은, 공기 유입부 및 공기 배출부가 형성되어 있고, 나선형의 요홈이 형성된 내벽에 광촉매 물질이 코팅된 중공 원통 형상의 본체; 상기 본체의 중앙에 배치되어 상기 본체의 내벽에 진공 자외선(Vacuum Ultraviolet; VUV), 자외선 C(Ultraviolet C; UVC) 또는 이 둘을 조사하는 원통형 자외선 램프;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01J 21/063 (2013.01)

B01J 35/004 (2013.01)

A61L 2209/12 (2013.01)

A61L 2209/134 (2013.01)

A61L 2209/16 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

공기 유입부 및 공기 배출부가 형성되어 있고, 나선형의 요홈이 형성된 내벽에 광촉매 물질이 코팅된 중공 원통형상의 본체;

상기 본체의 중앙에 배치되어 상기 본체의 내벽에 진공 자외선(Vacuum Ultraviolet; VUV), 자외선 C(Ultraviolet C; UVC) 또는 이 둘을 조사하는 원통형 자외선 램프;

를 포함하는, 광촉매 유닛.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자외선 램프는 상기 본체의 중앙에 수직 방향으로 배치된 것인, 광촉매 유닛.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자외선 램프는, 100 nm 내지 200 nm의 파장 범위의 진공 자외선(VUV) 및 200 nm 내지 280 nm의 파장 범위의 자외선 C(UVC)를 포함하는 것인, 광촉매 유닛.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 자외선 램프는, 6.20 eV 내지 12.40 eV 범위의 진공 자외선(VUV) 광자 에너지 및 4.43 eV 내지 6.20 eV 범위의 자외선 C(UVC)의 광자 에너지를 포함하는 것인, 광촉매 유닛.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 내벽과 상기 자외선 램프 사이의 간격은 3 mm 내지 10 mm인 것인, 광촉매 유닛.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 나선형의 요홈은 상기 본체의 수직방향을 따라 1 mm 내지 5 mm 간격으로 형성된 것인, 광촉매 유닛.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 공기 유입부를 통해 유입된 공기는 상기 나선형의 요홈에 의해 선회하면서 와류를 형성하는 것인, 광촉매

유닛.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 광촉매 물질은, 이산화티타늄(TiO_2), 산화아연(ZnO), 산화주석(SnO_2), 산화텅스텐(WO_3), 산화텅스텐-이산화티타늄($\text{WO}_3\text{-TiO}_2$), 황화아연(ZnS), 산화니켈(NiO) 및 산화철(Fe_2O_3)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나의 물질을 포함하는 것인, 광촉매 유닛.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 내벽의 코팅은, 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti), 백금(Pt), 로듐(Rh), 금(Au), 은(Ag), 텅스텐(W), 니켈(Ni), 코발트(Co), 크롬(Cr), 망간(Mn) 및 바륨(Ba)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나의 금속을 포함하는 것인, 광촉매 유닛.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 공기 유입부 및 상기 공기 배출부 중 적어도 어느 하나에 연결된 송풍부;를 더 포함하는, 광촉매 유닛.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 광촉매 유닛을 포함하는, 공기 정화 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 공기 정화 장치는, 유입된 공기 중 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2), 휘발성유기화합물질(Volatile Organic Compounds; VOCs), 곰팡이, 박테리아 및 바이러스로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 제거하는 것인, 공기 정화 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광촉매 유닛 및 이를 포함하는 공기 정화 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 공기의 정화방법으로는 활성탄과 같은 필터를 이용하는 방법, 식물을 이용하는 방법, 공기를 순환시키는 방법 등이 있으며, 이에 더하여 광촉매 필터를 이용하는 방법이 있다. 공기 중에서의 광촉매 반응의 핵심은 광촉매 필터에 빛을 조사시킴으로써 빛에 의해 공기 중의 물과 산소가 분해되면서 히드록실 라디칼, 산소 산화 물질(oxygen species) 및 오존이 발생하는 것이다. 이와 같은 물질들은 불안정하기 때문에 오염물질과 반응하거나 시간이 지나면 산화력을 잃게 된다. 새집 증후군의 원인 물질로 알려진 벤젠, 톨루엔, 포름알데히드, 바이러스 및 박테리아가 환기가 잘 되지 않는 실내공간에서 노출될 경우, 필터를 통해서 깨끗한 공기를 거르는

방법 이외에 화학 및 물리적인 방법으로는 처리 및 제거가 쉽지 않다. 고농도의 오존을 주입해서 실내공기오염 물질을 제거하는 기술도 있으나, 오존의 강한 살균력은 인체에 해로운 영향을 줄 수 있다. 병원이나 식당의 벽면에서 사용되는 자외선 살균 램프는 빠른 유속 조건에서는 공기 중 오염물질의 제거 효율이 낮으므로, 신속한 환기 능력을 요구하는 공기 정화 장치의 조건을 만족할 수 없다. 처리 이후에 잔류 오존이 나오는 음이온식 공기청정기나, 자외선 램프 단독으로 오존 저감 기술 없이 공기청정기에 사용한다면 오존의 강한 살균력과 특유의 비릿한 냄새 때문에 실내공기의 2차 오염원이 될 수 있다. 빠르게 유입되는 공기의 흐름이 광촉매 전면에서 고루 퍼져 흐르도록 하여 공기 정화 효율을 향상시키기 위한 공기 정화 장치가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0003] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은, 빠른 유속 조건에서도 유입된 공기가 광촉매 전면에서 충분히 반응하여 오염물질 및 오존을 동시에 신속히 제거하고, 공기 정화 효율을 향상시키는 광촉매 유닛 및 이를 포함하는 공기 정화 장치를 제공하는 것에 있다.
- [0004] 그러나, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0005] 일 실시예에 따르면, 공기 유입부 및 공기 배출부가 형성되어 있고, 나선형의 요홈이 형성된 내벽에 광촉매 물질이 코팅된 중공 원통 형상의 본체; 상기 본체의 중앙에 배치되어 상기 본체의 내벽에 진공 자외선(Vacuum Ultraviolet; VUV), 자외선 C(Ultraviolet C; UVC) 또는 이 둘을 조사하는 원통형 자외선 램프;를 포함하는, 광촉매 유닛을 제공한다.
- [0006] 일 측에 따르면, 상기 자외선 램프는 상기 본체의 중앙에 수직 방향으로 배치된 것일 수 있다.
- [0007] 일 측에 따르면, 상기 자외선 램프는, 100 nm 내지 200 nm의 파장 범위의 진공 자외선(VUV) 및 200 nm 내지 280 nm의 파장 범위의 자외선 C(UVC)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0008] 일 측에 따르면, 상기 자외선 램프는, 6.20 eV 내지 12.40 eV 범위의 진공 자외선(VUV) 광자 에너지 및 4.43 eV 내지 6.20 eV 범위의 자외선 C(UVC)의 광자 에너지를 포함하는 것일 수 있다.
- [0009] 일 측에 따르면, 상기 내벽과 상기 자외선 램프 사이의 간격은 3 mm 내지 10 mm인 것일 수 있다.
- [0010] 일 측에 따르면, 상기 나선형의 요홈은 상기 본체의 수직방향을 따라 1 mm 내지 5 mm 간격으로 형성된 것일 수 있다.
- [0011] 일 측에 따르면, 상기 공기 유입부를 통해 유입된 공기는 상기 나선형의 요홈에 의해 선회하면서 와류를 형성하는 것일 수 있다.
- [0012] 일 측에 따르면, 상기 광촉매 물질은, 이산화티타늄(TiO_2), 산화아연(ZnO), 산화주석(SnO_2), 산화텅스텐(WO_3), 산화텅스텐-이산화티타늄($\text{WO}_3\text{-TiO}_2$), 황화아연(ZnS), 산화니켈(NiO) 및 산화철(Fe_2O_3)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나의 물질을 포함하는 것일 수 있다.
- [0013] 일 측에 따르면, 상기 내벽의 코팅은, 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti), 백금(Pt), 로듐(Rh), 금(Au), 은(Ag), 텅스텐(W), 니켈(Ni), 코발트(Co), 크롬(Cr), 망간(Mn) 및 바륨(Ba)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나의 금속을 포함하는 것일 수 있다.
- [0014] 일 측에 따르면, 상기 공기 유입부 및 상기 공기 배출부 중 적어도 어느 하나에 연결된 송풍부를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 다른 실시예에 따르면, 일 실시예에 따른 광촉매 유닛을 포함하는, 공기 정화 장치를 제공한다.
- [0016] 일 측에 따르면, 상기 공기 정화 장치는, 상기 공기 유입부로 유입된 공기 중 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2), 휘발성유기화합물질(Volatile Organic Compounds; VOCs), 곰팡이, 박테리아 및 바이러스로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 제거하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0017] 일 실시예에 따른 광촉매 유닛 및 이를 포함하는 공기 정화 장치는 진공 자외선을 이용함으로써 빠른 유속 조건에서도 유입된 공기가 나선형 내벽에 걸쳐 골고루 지나면서 정화되도록 하여 오염물질 및 오존을 동시에 신속히 제거하고 공기의 정화 효율을 향상시키는 탁월한 효과가 있다. 어린이집, 병원, 지하철 플랫폼 등과 같이 어린이, 환자, 유동인구가 많은 환기 장치에 설치하여 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2), 휘발성유기화합물질(Volatile Organic Compounds; VOCs), 박테리아 및 바이러스 등의 유해 물질을 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광촉매 유닛을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 나선형의 요홈이 형성된 내벽에 코팅된 광촉매 코팅층과 진공 자외선 사이의 공기 흐름을 나타내는 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화티타늄(TiO_2) 광촉매에 코팅된 팔라듐(Pd)의 광촉매 반응 메커니즘을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 MS2 바이러스 비활성화 및 오존 분해 효율을 비교하기 위한 셋업 장치를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 UV_{254nm} 살균 램프를 포함하는 공기 정화 장치(비교예 1) 및 나선형의 요홈에 코팅된 Pd-TiO₂ 광촉매 + VUV_{185+254 nm} 램프를 포함하는 공기 정화 장치(실시예) 각각을 이용한 MS2 바이러스 비활성화 효율을 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 나선형의 요홈에 코팅된 Pd-TiO₂ 광촉매 + VUV_{185+254 nm} 램프 (실시예), 플레이트 Pd-TiO₂ 광촉매 + VUV_{185+254 nm} 램프 (비교예 2) 및 플레이트 TiO₂ 광촉매 + VUV_{185+254 nm} 램프 (비교예 3)를 포함하는 공기 정화 장치 각각을 이용한 오존 분해 효율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0020] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0021] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0022] 이하, 본 발명의 광촉매 유닛 및 이를 포함하는 공기 정화 장치에 대하여 실시예 및 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나, 본 발명이 이러한 실시예 및 도면에 제한되는 것은 아니다.

[0023] 일 실시예에 따르면, 공기 유입부 및 공기 배출부가 형성되어 있고, 나선형의 요홈이 형성된 내벽에 광촉매 물질이 코팅된 중공 원통 형상의 본체; 상기 본체의 중앙에 배치되어 상기 본체의 내벽에 진공 자외선(Vacuum Ultraviolet; VUV), 자외선 C(Ultraviolet C; UVC) 또는 이 둘을 조사하는 원통형 자외선 램프;를 포함하는, 광촉매 유닛을 제공한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광촉매 유닛을 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 광촉매 유닛은, 공기 유입부(110), 공기 배출부(120), 내벽(130), 나선형의 요홈(140) 및 광촉매 코팅층(150)을 포함하는 본체(100); 및 자외선 램프(200)를 포함한다.

[0025] 일 측에 따르면, 중공 원통 형상의 본체(100)는, 공기 유입부(110) 및 공기 배출부(120)가 형성되어 있고, 나선

형의 요홈(140)이 형성된 내벽(130)에 광촉매 물질이 코팅된 광촉매 코팅층(150)을 포함할 수 있다.

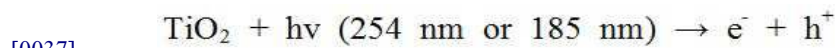
- [0026] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 나선형의 요홈이 형성된 내벽에 코팅된 광촉매 코팅층과 진공 자외선 사이의 공기 흐름을 나타내는 단면도이다. 도 2를 참조하면, 하부의 공기 유입부(110)를 통해 유입된 공기, 즉 더러운 공기는 상기 나선형의 요홈(140)에 의해 선회하면서 와류를 형성하고, 진공 자외선(VUV), 자외선 C(UVC) 또는 이 둘에 반응하는 광촉매 코팅층(150)을 지나 상부의 공기 배출부(120)를 통해 깨끗한 공기가 배출되는 것일 수 있다. 상기 본체(100)의 내벽(130)은 나선형의 요홈(140)이 나선형으로 연속 연결되게 구성되는 것이므로 나선형의 요홈(140)에 코팅된 광촉매 코팅층(150)과 공기와의 접촉 면적을 증가시켜 반응 면적이 증대되는 것일 수 있다. 공기 유입부(110)로 유입된 공기가 나선형으로 된 내벽(130)의 나선형의 요홈(140)을 따라 와류를 형성하여 통과하면서 공기 배출부(120)로 배출됨에 따라, 공기의 통과거리가 길어지고, 이로 인해 통과시간이 오래 걸려 공기와 광촉매 코팅층(150)의 접촉 시간이 연장되므로 공기 정화 효율이 향상되는 것일 수 있다.
- [0027] 일 측에 따르면, 상기 자외선 램프(200)는 상기 본체(100)의 중앙에 수직 방향으로 배치된 것일 수 있다. 자외선 램프(200)는 본체(100)의 내벽(130)에 코팅된 광촉매 물질의 활성화에 필요한 광원을 제공하여 살균작용이 이루어지도록 할뿐만 아니라, 상기 자외선 램프(200) 주위를 흐르는 공기에 대해서는 직접적으로 살균작용을 하는 역할을 수행하여, 상기 자외선 램프(200)와 가까운 부분과 먼 부분 모두에 대해 살균작용을 할 수 있다는 이점이 있게 된다.
- [0028] 일 측에 따르면, 상기 자외선 램프(200)는, 100 nm 내지 200 nm의 파장 범위의 진공 자외선(VUV) 및 200 nm 내지 280 nm의 파장 범위의 UVC(Ultraviolet C)를 포함하는 것일 수 있다. 자외선은 그 파장 범위에 따라 자외선 A (Ultraviolet A; UVA), 자외선 B(Ultraviolet B; UVB), 자외선 C(Ultraviolet C; UVC) 및 진공 자외선 (Vacuum Ultraviolet; VUV)으로 나뉘고, 파장이 짧아질수록 큰 광자 에너지 갖는다. 바람직하게는, 상기 진공 자외선(VUV) 185 nm 및 자외선 C(UVC) 254 nm의 이중 파장이 조사되는 것일 수 있다. 185 nm의 진공 자외선(VUV) 및 254 nm의 자외선 C(UVC)는 VUV_{185+254 nm}로 나타낼 수 있다.
- [0029] 일 측에 따르면, 진공 자외선(VUV)의 185 nm 파장과 공기 중의 산소가 반응하여 발생하는 오존은 불완전한 기체 분자로서 작은 충격에도 산소로 환원되려는 성질이 있다. 이러한 과정에서 강력한 에너지를 발생하여 미생물 및 바이러스의 세포막을 파괴하며, 산화 작용에 의하여 악취분자의 결합구조를 무취분자로 정화시키고, 발생된 음이온은 먼지를 (-)로 대전하여 (+)이온과 미세 먼지를 집진하여 NO₂, SO₂, NH₃와 같은 유해 물질을 정화시키도록 형성될 수 있다. 자외선 C(UVC)의 254 nm 파장이 곰팡이, 미생물, 병원균, 바이러스 등에 조사되면 세포내의 DNA를 손상시킴으로써 이들의 증식능력을 억제시킬 수 있다.
- [0030] 일 측에 따르면, 상기 자외선 램프(200)는, 6.20 eV 내지 12.40 eV 범위의 진공 자외선(VUV) 광자 에너지 및 4.43 eV 내지 6.20 eV 범위의 자외선 C(UVC)의 광자 에너지를 포함하는 것일 수 있다. 진공 자외선(VUV)의 185 nm 파장은 6.70 eV 광자 에너지를 가지고 있으며, 자외선 C(UVC)의 254 nm 파장은 4.88 eV 광자 에너지를 가지는 것일 수 있다. UVA(Ultraviolet A)의 광자 에너지는 3.10 eV 내지 3.94 eV이고, UVB(Ultraviolet B)의 광자 에너지는 3.94 eV 내지 4.30 eV인 것일 수 있다. 진공 자외선(VUV)은 짧은 파장을 가지고 있으며, 대부분 오염 물질의 화학 결합을 분해할 수 있는 큰 광자 에너지를 가지고 있다. 자외선 램프(200)가 진공 자외선(VUV) 및 자외선 C(UVC)를 조사함에 따라 빠른 유속 조건에서도 공기 중 오염 물질의 제거 효과 및 효율이 향상될 수 있다. 여기에 오존을 동시에 제거하기 위해서 촉매를 사용하는 것일 수 있다.
- [0031] 일 측에 따르면, 상기 내벽(130)과 상기 자외선 램프(200) 사이의 간격은 3 mm 내지 10 mm인 것일 수 있다. 상기 간격은 내벽(130)의 나선형의 요홈(140)의 돌출된 산 부분과 들어간 골 부분의 평균위치와 상기 자외선 램프(200) 표면 간의 거리이다. 상기 내벽(130)과 상기 자외선 램프(200) 사이의 간격이 너무 가깝거나 너무 멀어도 나선형의 요홈에 코팅된 광촉매 코팅층(150)이 진공 자외선(VUV), 자외선 C(Ultraviolet C) 또는 이 둘을 포함하는 광에 충분히 반응하지 못하게 될 수 있어, 충분한 광촉매 반응을 위해 상기 간격은 3 mm 내지 10 mm인 것일 수 있다.
- [0032] 일 측에 따르면, 상기 자외선 램프(200)의 진공 자외선(VUV), 자외선 C(Ultraviolet C) 또는 이 둘은 외측으로 방사되어 상기 내벽(130)의 나선형의 요홈(140)의 돌출된 산 부분과 들어간 골 부분과 부딪혀 광촉매 반응 면적을 최적화하기 위해 상기 나선형의 요홈(140)은 상기 본체(100)의 수직방향을 따라 1 mm 내지 5 mm 간격으로 형성된 것일 수 있다.
- [0033] 일 측에 따르면, 상기 광촉매 물질은, 이산화티타늄(TiO₂), 산화아연(ZnO), 산화주석(SnO₂), 산화텅스텐(WO₃),

산화텅스텐-이산화티타늄(WO₃-TiO₂), 황화아연(ZnS), 산화니켈(NiO) 및 산화철(Fe₂O₃)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나의 물질을 포함하는 것일 수 있다. 상기 광촉매 물질은 광촉매제로서 본체(100)의 내벽(130) 전체에 코팅되어 진공 자외선(VUV)의 조사에 의해 금속 표면에 전자-정공을 생성하며 이들은 공기중의 수산기(H₂O)와 반응을 일으켜 수산화물 라디칼(OH)을 생성하게 된다. 이러한 수산화물 라디칼(OH)은 매우 강력한 산화제로써 살균 및 다양한 종류의 유기화합물의 분해를 담당할 수 있다.

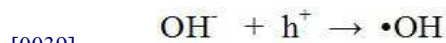
[0034] 일 측에 따르면, 상기 내벽의 코팅은, 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti), 백금(Pt), 로듐(Rh), 금(Au), 은(Ag), 텅스텐(W), 니켈(Ni), 코발트(Co), 크롬(Cr), 망간(Mn) 및 바륨(Ba)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나의 금속을 포함하는 것일 수 있다. 상기 금속은 소재 촉매제로써 일부 취약한 촉매 성능을 상호 보완하며 오염된 실내공기와 반응(살균, 탈취, 정화 등 화학반응)하도록 형성될 수 있다.

[0035] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화티타늄(TiO₂) 광촉매에 코팅된 팔라듐(Pd)의 광촉매 반응 메커니즘을 나타내는 도면이다. 도 3 및 하기의 [반응식 1] 내지 [반응식 13]을 통하여 이산화티타늄(TiO₂) 광촉매에 코팅된 팔라듐(Pd)의 광촉매 반응 메커니즘을 설명한다. 이산화티타늄(TiO₂) 표면에서의 광촉매 반응은 하기의 [반응식 1] 내지 [반응식 5]에 나타난 바와 같다.

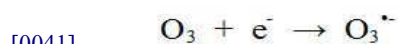
[0036] [반응식 1]



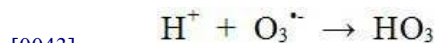
[0038] [반응식 2]



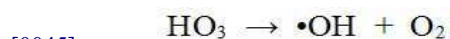
[0040] [반응식 3]



[0042] [반응식 4]

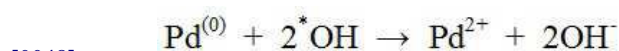


[0044] [반응식 5]



[0046] 일 측에 따르면, 이산화티타늄(TiO₂)은 밴드갭 에너지(bandgap energy)가 3.2 eV인 반도체이다. 밴드갭(band gap) 이상의 진공 자외선(VUV) 광 에너지를 받은 티타늄은 표면에서 전자(e⁻)가 전자대(valence band)에서 전도대(conduction band)로 여기되면서 전자 홀(h⁺)을 형성하고 수산화물 라디칼(Hydroxyl radical), 산소 종(Oxygen species)과 같은 강력한 산화물을 형성한다. 이산화티타늄(TiO₂)은 루틸(rutile), 아나타제(anatase), 브루카이트(brookite) 상으로 존재하며, 이중 아나타제 TiO₂가 광촉매 활성을 나타낸다.

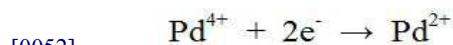
[0047] [반응식 6]



[0049] [반응식 7]



[0051] [반응식 8]



- [0053] [반응식 9]
- [0054]
$$\text{O}_3 + \text{e}^- \rightarrow \text{O}_3^{\bullet-} (\text{on the PdO}_x \text{ surface})$$
- [0055] [반응식 10]
- [0056]
$$\text{O}_3^{\bullet-} \xrightarrow{h\nu} \text{O}_2 + \text{O}^{2-}$$
- [0057] [반응식 11]
- [0058]
$$\text{O}_3^{\bullet-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^- + \bullet\text{OH}$$
- [0059] [반응식 12]
- [0060]
$$\text{O}^{\bullet-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^- + \bullet\text{OH}$$
- [0061] [반응식 13]
- [0062]
$$\bullet\text{OH} + \text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{HO}_2^{\bullet} (\text{on the PdO}_x \text{ surface})$$
- [0063] 일 측에 따르면, 상기의 [반응식 6] 내지 [반응식 8]에서와 같이, 이산화티타늄(TiO_2) 표면에 코팅된 팔라듐(Pd) 입자는 진공 자외선(VUV) 광에 의해서 산화된다. 상기의 [반응식 9] 내지 [반응식 13]에서와 같이, 광촉매 반응 시 여기된 전자가 팔라듐(Pd) 표면에서 오존과 반응하고 분해하여 전자의 재결합을 막아 광촉매의 효율을 향상시키는 역할을 한다.
- [0064] 일 측에 따르면, 상기 공기 유입부(110) 및 상기 공기 배출부(120) 중 적어도 어느 하나에 연결된 송풍부(미도시);를 더 포함할 수 있다. 상기 송풍부는 일반적으로 모터에 의해 구동하는 팬이 적용될 수 있으나, 송풍을 발생시키는 수단이라면 어떠한 장치라도 사용 가능하다. 상기 송풍부는 선회류의 흐름을 유지시킬 수 있도록 공기 유입부(110) 측에 연결되어 사용될 수 있지만, 공기 배출부(120) 측에 연결되어 사용될 수도 있다. 상기 광촉매 유닛을, 예를 들어, 가정용 공기청정기에 사용하기 위해서는 실내 분위기에 요구되는 풍량을 발생시키도록 $1 \text{ m}^3/\text{min}$ 내지 $50 \text{ m}^3/\text{min}$ 범위의 정격 풍량으로 작동되도록 구성할 수 있다.
- [0065] 일 측에 따르면, 일반적인 광촉매 유닛은 필터를 추가하거나 장시간 사용 시 집진 효율 증가에 따라 압력 강하를 받아 에너지 소모가 증가하는 문제점이 있다. 그러나, 본 발명의 광촉매 유닛은 팬 후단에서 내벽(130)의 나선형의 요홈(140)에 코팅된 광촉매 간극 사이로 유체 흐름에 따라 공기가 흐르기 때문에 장치 추가로 인한 압력 강하 문제가 적을 수 있다.
- [0066] 다른 실시예에 따르면, 일 실시예에 따른 광촉매 유닛을 포함하는, 공기 정화 장치를 제공한다. 기본형 또는 복합형의 광촉매 유닛이 하나 이상 결합되는 형태로 팬 후단에 설치되는 것일 수 있다. 이러한 광촉매 유닛이 하나 이상 결합될 수도 있고, 또한 광촉매 유닛과 함께 분진 제거 등의 일반 필터를 채용한 다양한 유닛도 함께 결합되도록 함으로써 복합 공기 정화 기능을 갖도록 할 수 있다.
- [0067] 일 측에 따르면, 상기 공기 정화 장치는, 상기 공기 유입부로 유입된 공기 중 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2), 휘발성유기화합물질(Volatile Organic Compounds; VOCs), 곰팡이, 박테리아 및 바이러스로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 제거하는 것일 수 있다. 수산화물 라디칼, 과산화수소, 활성산소이온, 음이온 등을 발생하여 오염물질을 수소와 산소로 환원하여 살균, 탈취할 수 있다.
- [0068] 이하, 하기 실시예를 참조하여 본 발명을 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명의 기술적 사상이 그에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.
- [0069] [실시예 1]
- [0070] 내벽과 자외선 램프 사이의 간격은 5 mm 이고, 나선형의 요홈은 본체의 수직방향을 따라 2 mm 간격을 가지는 중공 원통 형상의 본체 및 본체의 중앙에 배치된 $\text{VUV}_{185+254 \text{ nm}}$ 의 자외선 램프를 포함하는 광촉매 유닛을 포함하는 공기 정화 장치를 준비하였다.
- [0071] [비교예 1]

- [0072] 나선행의 요홈이 형성되지 않은 중공 원통 형상의 본체 및 UV_{254 nm}의 자외선 램프를 포함하는 광촉매 유닛을 포함하는 공기 정화 장치를 준비하였다.
- [0073] 0.1 초의 짧은 반응시간 조건에서 UV_{254 nm} 살균 램프를 단독으로 사용 (비교예 1)했을 때, 나선행의 팔라듐(Pd)-코팅된 이산화티타늄(TiO₂) 광촉매와 VUV_{185+254 nm} 램프를 함께 사용 (실시예)했을 때의 MS2 바이러스 비활성도를 비교하였다 (RH: 45%, [MS2]_{inlet}: 2.5×10^3 PFU, 반응시간: 0.1초).
- [0074] 도 4는 본 발명의 MS2 바이러스 비활성화 및 오존 분해 효율을 비교하기 위한 셋업 장치를 나타낸 도면이다. 광촉매 유닛은 원통형으로서 반응기 안쪽 표면에 촉매를 밀착 하여 고정시켰으며, 그 중간에 11 W의 진공 자외선 램프를 설치하여 촉매 표면에 빛이 고르게 조사되도록 구성하였다. 실험에 필요한 공기는 필터와 건조기를 통해 전처리 되어 주입하였으며, 가스 질량 유량기 (MFC 5850E, Brooks)와 가스 질량 유량 조절기(GMC 1200, ATOVAC)를 통해 건조 공기, 수분 공기, 바이러스 분사기로 각각 주입하였다. 수분 공기는 20℃ 항온기 내부에 증류수를 채운 인핀저를 넣어 45% 상대 습도가 유지되도록 하면서 건조 공기를 통과 시켰으며, 바이러스가 포함된 공기는 3 제트 충돌 네블라이저(3-jet Collison Nebulizer, BGI, Waltham)에 건조공기를 통과시켜 분사하였다. 총 가스 유량은 28 L/min로서 진공자외선 램프의 VUV 빛이 반응기 안에서 바이러스와 반응하는 시간은 0.1 초였다. 반응 후 발생하는 오존은 반응기 후단에서 실시간으로 오존분석기(49i, Thermo Electron)를 이용해 측정하였다. MS2 바이러스가 포함된 샘플은 20 ml 1× PBS가 포함된 바이오 샘플러 (SKC Inc) 인핀저에 12.5 L/min 유량의 샘플을 10 분 동안 포집한 후 아가 플레이트(Agar plate)에서 배양하여 측정하였다. 모든 실험은 3회 이상 측정과 실험을 통해서 수행하였다.
- [0075] 도 5는 본 발명의 UV_{254nm} 살균 램프를 포함하는 공기 정화 장치(비교예1) 및 나선행의 요홈에 코팅된 Pd-TiO₂ 광촉매 + VUV_{185+254 nm} 램프를 포함하는 공기 정화 장치(실시예) 각각을 이용한 MS2 바이러스 비활성화 효율을 나타낸 그래프이다. 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 나선행의 요홈에 코팅된 Pd-TiO₂ 광촉매 + VUV_{185+254 nm} 램프를 포함하는 공기 정화 장치를 사용했을 경우에, 비교예에 비하여 매우 높은 MS2 바이러스 비활성화 효율을 보인 것을 확인할 수 있다.
- [0076] **[비교예 2]**
- [0077] 나선행의 요홈이 형성되지 않은 필름형태의 플레이트 팔라듐(Pd)-코팅된 이산화티타늄(TiO₂) 광촉매를 포함하는 중공 원통 형상의 본체 및 VUV_{185+254 nm}의 자외선 램프를 포함하는 광촉매 유닛을 포함하는 공기 정화 장치를 준비하였다.
- [0078] **[비교예 3]**
- [0079] 필름형태의 플레이트 이산화티타늄(TiO₂) 광촉매를 포함하는 중공 원통 형상의 본체 및 VUV_{185+254 nm}의 자외선 램프를 포함하는 광촉매 유닛을 포함하는 공기 정화 장치를 준비하였다.
- [0080] 0.1 초의 짧은 반응시간 조건에서 나선행의 팔라듐(Pd)-코팅된 이산화티타늄(TiO₂) 광촉매와 VUV_{185+254 nm} 램프를 함께 사용했을 때 (실시예), 플레이트 Pd-TiO₂ 광촉매와 VUV_{185+254 nm} 램프를 함께 사용했을 때 (비교예 2), 플레이트 TiO₂ 광촉매와 VUV_{185+254 nm} 램프를 함께 사용했을 때 (비교예 3) 오존 분해 효율을 비교하였다 (RH:45%, [O₃]_{VUV}: 2,540 ppb, 반응시간: 0.1초). 오존 분해 효율은 도 4의 셋업 장치를 이용하였다.
- [0081] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 나선행의 요홈에 코팅된 Pd-TiO₂ 광촉매 + VUV_{185+254 nm} 램프 (실시예), 플레이트 Pd-TiO₂ 광촉매 + VUV_{185+254 nm} 램프 (비교예 2) 및 플레이트 TiO₂ 광촉매 + VUV_{185+254 nm} 램프 (비교예 3)를 포함하는 공기 정화 장치 각각을 이용한 오존 분해 효율을 나타낸 그래프이다. 필름형태의 플레이트 촉매를 사용했을 경우보다 나선행의 Pd-TiO₂ 촉매를 사용했을 때 높은 오존 분해 효율을 나타내는 것을 확인할 수 있다.
- [0082] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 제한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

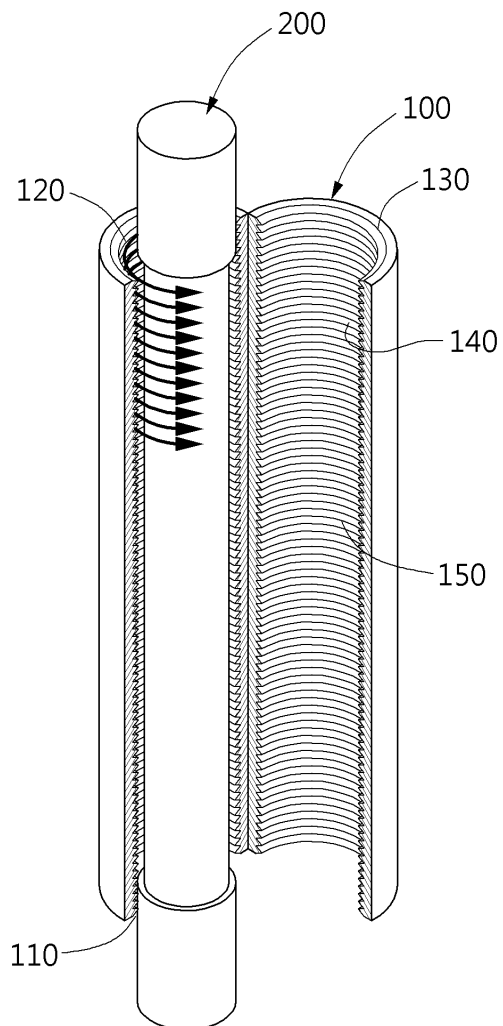
부호의 설명

[0083]

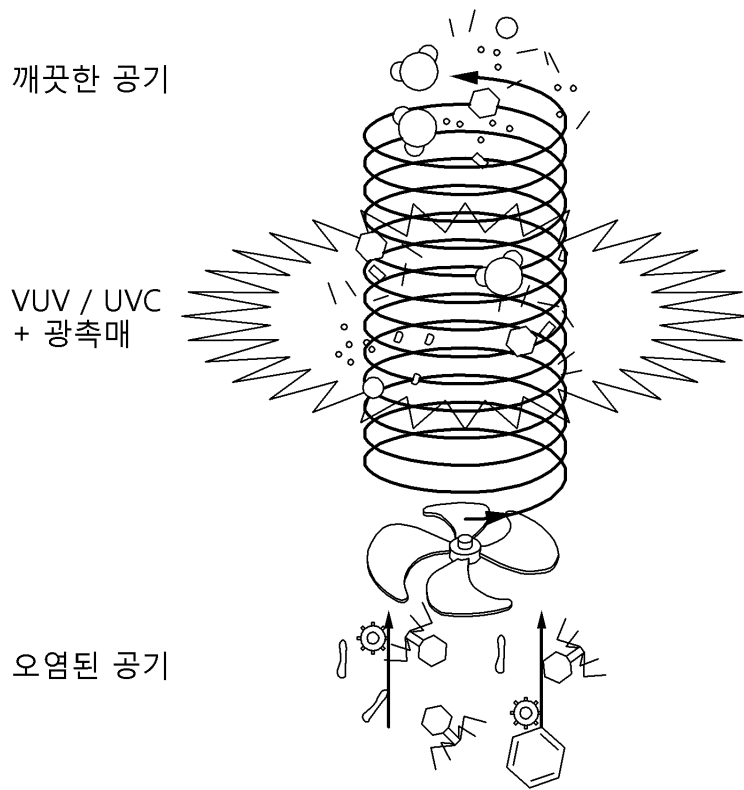
- 100: 중공 원통 형상의 본체
- 110: 공기 유입부
- 120: 공기 배출부
- 130: 내벽
- 140: 나선형의 요홈
- 150: 광촉매 코팅층
- 200: 자외선 램프

도면

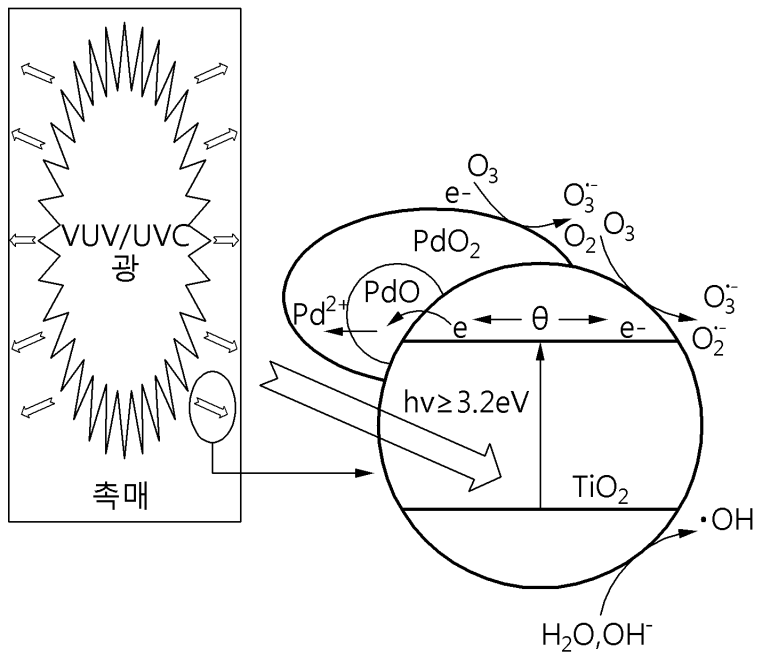
도면1



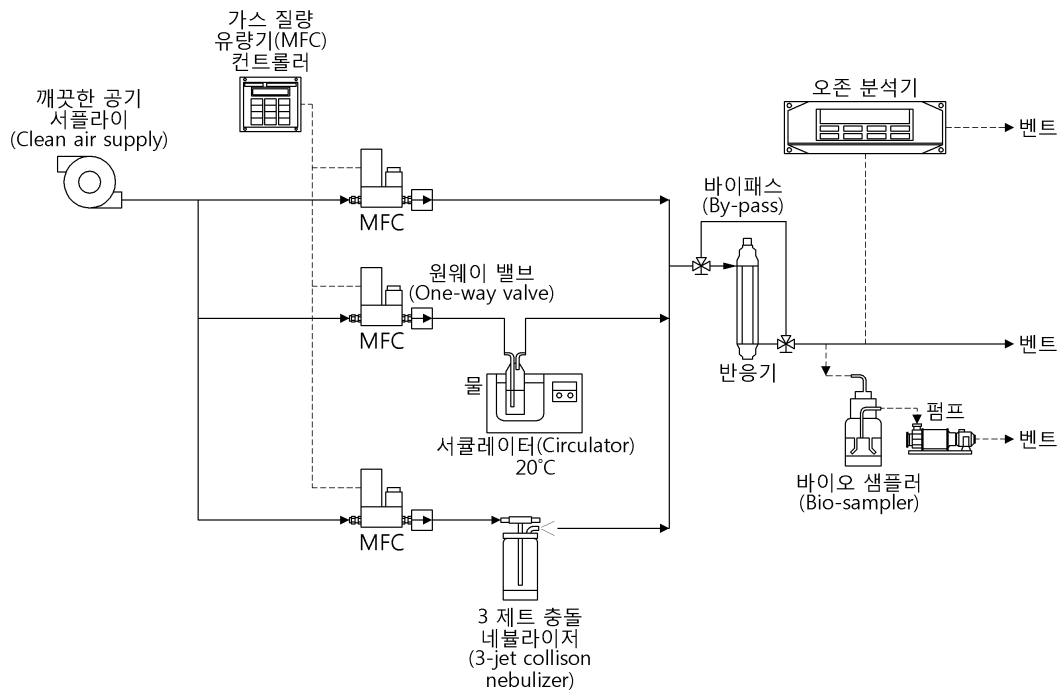
도면2



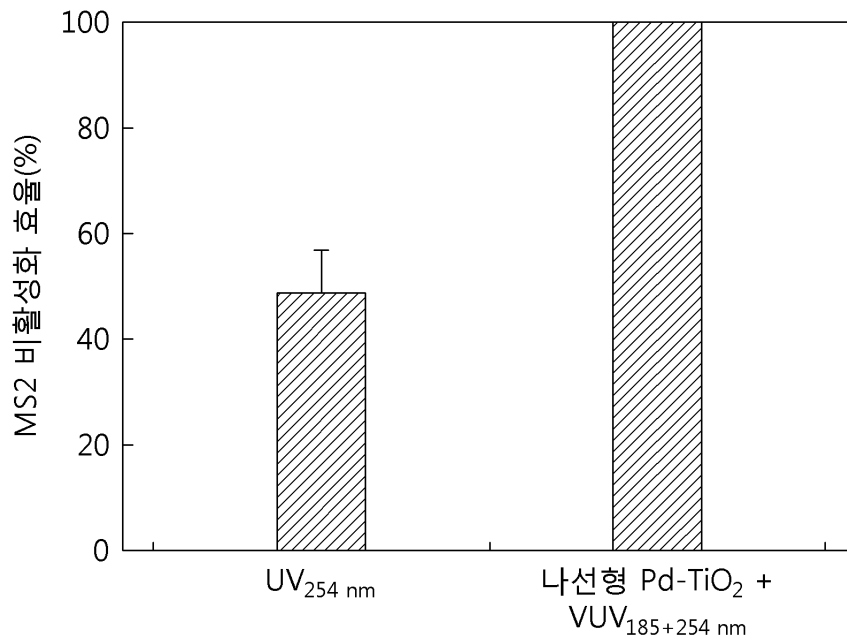
도면3



도면4



도면5



도면6

