



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년01월05일

(11) 등록번호 10-2622086

(24) 등록일자 2024년01월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 53/32 (2006.01) B01D 53/62 (2006.01)

H05H 1/48 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01D 53/323 (2013.01)

B01D 53/62 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0101602

(22) 출원일자 2023년08월03일

심사청구일자 2023년08월03일

(56) 선행기술조사문헌

CN219375583 U*

KR1020140128476 A*

JP2008248852 A*

KR101039069 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 엔알씨

부산광역시 기장군 일광읍 해빛5로 14, 107동 40
2호 (일광 대성베르힐)

이재호

부산광역시 기장군 일광읍 해빛5로 14, 107동 40
2호(일광 대성베르힐)

(뒷면에 계속)

(72) 발명자

이용희

충청북도 충주시 봉계1길 7, 104동 1104호(봉
방동, 충주푸르지오)

박성철

대전광역시 유성구 상대로 16, 511동 2503호 (상
대동, 도안신도시 5단지 트리폴시아파트)

이재호

부산광역시 기장군 일광읍 해빛5로 14, 107동 40
2호(일광 대성베르힐)

(74) 대리인

민병오

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 김훈석

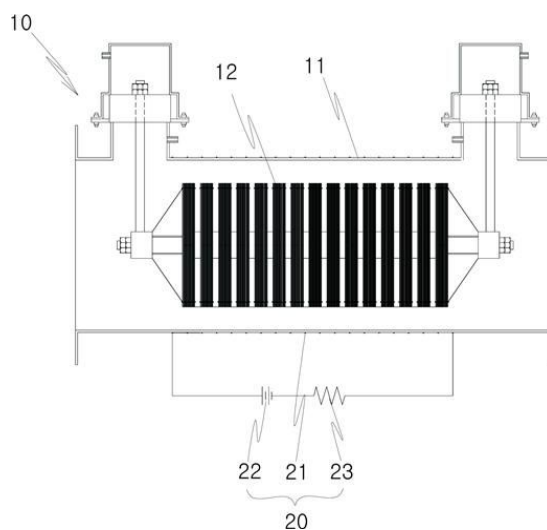
(54) 발명의 명칭 토카막 기술이 적용된 플라스마를 이용한 유해 환경물질 제거 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 글라이딩 아크 플라스마 장치를 이용하여 실내 대기를 처리하여 공기중의 유해물질은 물론, 미생물, 생물균을 박멸시켜 깨끗한 공기를 공급할 수 있게 한 플라스마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 지하 공간 내에서 실내 순환형으로 사용하거나 외부 공기를 흡입하기 위하여 별도로 외기 흡입

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



관로에 직접 설치하여 공기를 반응기 내로 통과시키므로 오염된 공기를 정화한 대용량의 신선한 공기를 대규모 지하공간에 공급할 수 있게 하였을 뿐만 아니라, 장치를 직렬과 병렬로 조합하여 실시간과 처리 용량과 안정된 저감율로 운전할 수 있으며 별도의 화학적 분해를 위한 첨가물을 사용하지 않음에 따라 2차 오염을 방지할 수 있으며, 100 μ m 이하의 미세먼지입자를 걸러냄은 물론, 자동차 공해물질인 질소산화물(No_x), 황산화물(So_x), 미연 탄소인 탄화수소를 처리할 수 있어 자동차 전용도로의 터널에 설치되는 공기순환장치에 적용할 수 있는 토카막 기술이 적용된 플라스마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치 및 방법에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

H05H 1/482 (2023.08)

B01D 2257/502 (2013.01)

B01D 2257/504 (2013.01)

B01D 2259/818 (2013.01)

Y02C 20/40 (2020.08)

(73) 특허권자

박남규

대전광역시 유성구 봉명서로 11-10, 301호 (봉명동)

박정규

대전광역시 유성구 월드컵대로351번길 27, 202호 (구암동)

이재훈

충청북도 충주시 봉계1길 7, 101동 2501호 (봉방동, 충주푸르지오)

김상오

전라북도 전주시 덕진구 세병로 90, 302동 2701호 (송천동2가, 에코시티데시앙네스트3블럭)

김준영

인천광역시 중구 흰바위로 277, 257동 804호 (운남동, 운서역 푸르지오 더 스카이)

박성철

대전광역시 유성구 상대로 16, 511동 2503호 (상대동, 도안신도시 5단지 트리폴시티아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

원통형 외부전극(11)과, 상기 외부전극의 내부에 설치되어 외부전극과의 사이에 반응공간(10a)을 갖는 내부전극(12)으로 이루어진 플라즈마 발생기(10)를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치로,

상기 반응공간(10a)의 내부에 집단적 행동을 하는 전기적 준 중성인 기체를 만들기 위해 원통형 외부전극의 외부에 직류고전압 공급을 위한 고전압공급장치(20)를 더 설치하여, 반응공간에 처리하고자 하는 대기를 통과시키고 통과되는 대기 중에 포화된 유해가스인 일산화탄소, 이산화탄소, 미연탄소를 분해하며,

상기 고전압공급장치(20)는 장치 내로 통과되는 오염 물질을 처리하는 장치 운전 중에 플라즈마를 만들기 위해 글라이딩 아크를 발생하는 과정에서 일시적으로 플라즈마 상태가 사라지는 것을 방지하기 위해 설치되고,

상기 고전압공급장치(20)는 상기 외부전극의 외주에 감기고, 외장 피복을 가진 전기 절연 연동선(21)과,

상기 연동선에 직류 전기를 공급하는 직류전원(22)과; 상기 직류전원에 직렬 연결된 가변저항(23)으로 이루어진 것을 특징으로 하는 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 외부전극(11)은 외장은 알루미늄 도금이 되고, 내부전극(12)은 철심 강판이 내장되어 있는 특수강판으로 만들어진 것을 특징으로 하는 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 내부전극(12)은 글라이딩 아크를 발생하기 위해 전극의 단면을 칼날 형으로 제작하여 아크의 길이가 길게 만들어지게 하여 처리하고자 하는 물질에 반응시간을 높인 것을 특징으로 하는 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치.

청구항 5

제1항, 제2항 및 제4항 중 어느 한항의 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치를 이용한 유해 환경 물질 제거 방법에 있어서,

상기 고전압공급장치로 직류고전압을 인가하여 이온화를 시키고 전자가 양극으로 가속되면서 2차적인 전자가 방출되고, 상대적으로 높은 에너지를 띠게 된 전자들이 다시 기체를 이온화시키어 더 많은 이온을 만들어 맨에 의해 글라이딩 아크가 일어나게 하는 것을 특징으로 하는 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 반응공간 내부에는 CO₂, Steam, CH₄ 혼합기체를 더 공급하여 H₂ 와 CO₂ 로 개질(Reforming)하여 사슬 모양 탄화수소를 고리모양 탄화수소로 변화시킬 수 있게 한 것을 특징으로 하는 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 변화된 고리 모양 탄화수소 중에서 H_2 를 분리 및 압축하여 차량을 포함하는 회전기관의 연료로 사용할 수 있게 한 것을 특징으로 하는 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 변화된 고리 모양 탄화수소는 냉장고나 저온 냉장 설비에 부착하여 식물의 성장 발육을 억제하거나 화훼농가에서 꽃의 만개를 일시적으로 늦추고 형태 보존을 연장할 목적으로 사용하거나 이를 포장하는 비닐 용기 내 공기로 사용할 수 있게 한 것을 특징으로 하는 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 충분한 에너지를 가진 원자나 분자가 충돌하여 여기 상태를 만들어 들뜬상태가 되면 분자들은 진동 회전에너지로 변화되며 바닥상태로 전이될 때 방출되는 자외선부터 가시광선까지 넓은 파장의 빛을 세균 박멸과 박테리아 증식 배양억제와 병원균 및 곰팡이균 제거와 향균에 사용할 수 있게 하는 것을 특징으로 하는 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치 및 방법에 관한 것으로 상세하게는 글라이딩 아크 플라즈마 장치를 이용하여 실내 대기를 처리하여 공기중의 유해물질은 물론, 미생물, 생물균을 박멸시켜 깨끗한 공기를 공급할 수 있게 한 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치 및 방법에 관한 것이다.
- [0002] 특히 본 발명은 지하 공간 내에서 실내 순환형으로 사용하거나 외부 공기를 흡입하기 위하여 별도로 외기 흡입관로에 직접 설치하여 공기를 반응기 내로 통과시키므로 오염된 공기를 정화한 대용량의 신선한 공기를 대규모 지하공간에 공급할 수 있게 한 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치 및 방법에 관한 것이다.
- [0003] 보다 상세하게 본 발명은 장치를 직렬과 병렬로 조합하여 실시간과 처리 용량과 안정된 저감율로 운전할 수 있으며 별도의 화학적 분해를 위한 첨가물을 사용하지 않음에 따라 2차 오염을 방지할 수 있으며, $100\mu m$ 이하의 미세먼지입자를 걸러냄은 물론, 자동차 공해물질인 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x), 미연탄소인 탄화수소를 처리할 수 있어 자동차 전용도로의 터널에 설치되는 공기순환장치에 적용할 수 있는 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0004] 산업의 발전과 인구의 폭발적인 증가로 인하여 인류의 에너지 소모는 날이 갈수록 급증하고 있고, 현재 사용되고 있는 주된 에너지 생산방식인 화력 및 원자력 발전의 원료인 화석연료와 천연자원은 한정된 매장량으로 인하여 고갈되고 있으며, 이들 발전의 부산물로서 다양한 온실기체 및 유해 물질을 배출 하는 문제점이 있다.
- [0005] 또한 최근 주목받고 있는 대체 에너지인 태양광, 풍력, 조력 등의 경우 많은 연구가 이루어졌음에도 불구하고 아직까지 상용적 가치가 있을 만큼의 충분한 에너지 생산효율이나 발생된 전기 에너지의 질을 보장하지 못하고 있다.
- [0006] 반면, 초고온 플라즈마 상태에서 두 개 이상의 수소 원자가 결합하여 하나의 헬륨 원자로 바뀔 때 발생 되는 질량결손으로부터 막대한 에너지를 생산할 수 있는 핵융합 기술은 미래의 에너지 대안으로 평가되고 있으며, 수십 년에 걸쳐 역동적인 연구가 진행되고 있는 분야이다.

- [0007] 핵융합 장치는 초고온의 플라즈마를 발생시키고 안정적으로 시스템을 운전하는 방법에 따라 다양한 형태가 있지만, 그중에서도 자기장을 이용하여 초고온의 플라즈마를 가두고 제어할 수 있는 토카막(Tokamak) 장치가 미래의 상용 발전로로서 가능성을 크게 인정받고 있다.
- [0008] 토카막 장치는 핵융합 플라즈마의 발생, 환상 고리의 자기장에 가둠과 제어가 용이하여 전력생산을 위한 핵융합 플라즈마뿐만이 아니라, 환경, 기계, 재료 기술 등 다양한 산업적 응용에 이용될 수 있는 상용 플라즈마의 발생에 활용될 수 있어서 그 파급효과가 큰 기술 분야이다.
- [0009] 현대 인류는 산업과 기술의 발달로 인하여 풍요롭고 편리한 삶을 영위하고 있지만, 환경 오염원이 없었던 산업화 이전의 시대와는 달리 각종 유해 기체로 인한 문제가 발생하고 있다.
- [0010] 특히, 화석연료의 연소로 인한 다량의 이산화탄소 배출은 지구 온난화로 인한 기후변화를 일으켜 인류의 생존에 큰 위협이 되고 있으며 각종 유해 기체 및 대기 중 미생물의 농도 상승으로 인해 질병의 발생과 생명의 위협과 같은 심각한 환경 문제에 인류는 직면해 있다.
- [0011] 앞서 언급하였듯이 핵융합 에너지는 이산화탄소와 같은 온실기체의 발생이 없어서 청정에너지로 주목받고 있으며, 다양한 유해 기체 발생의 경우 여러 환경 기술의 발달로 인해 그 피해를 줄일 수 있다.
- [0012] 특히, 대기 오염으로 인한 환경 문제는 공간적으로 폐쇄되어 있어 대기순환이 잘 일어나지 않는 지하 공간에서 그 문제가 심각히 대두되고 있으며, 오염 물질의 발생과 인체에 미치는 영향은 아래의 표와 같다.

오염 물질	주요 발생원	인체 영향
분진	대기 중 분진이 실내로 유입, 실내 바닥의 먼지, 담뱃재 등	규폐증, 진폐증, 탄폐증, 석면폐증 등
담배 연기 (각종가스, HC, PAH, 분진, HCHO, 니코틴 등)	담배, 파이프 담배 등	두통, 피로감, 기관지염, 폐렴, 기관지천식, 폐암 등
연소가스 (CO, NO ₂ , SO ₂ 등)	각종 난로(연탄, 가스, 석유)벽난로, 연료 연소, 가스레인지 등	만성 폐 질환, 기도 저항 증가, 중추신경 영향 등
라돈	흙, 바위, 지하수, 화강암, 콘크리트 등	폐암 등
포름알데히드	각종 합판, 보드, 가구, 단열재, 소취제, 담배 연기, 화장품, 옷감 등	눈, 코, 목 자극 증상, 기침, 설사, 어지러움, 구토, 피부질환, 비염, 정서불안, 기억력 상실 등
석면	단열재, 절연재, 석면타일, 석면 브레이크, 방열재 등	피부질환, 호흡기 질환, 석면증, 폐암, 중피증, 편평상피 등
미생물 성 물질 (곰팡이, 박테리아, 바이러스, 꽃가루 등)	가습기, 냉방장치, 냉장고, 애완 동물	알레르기성 질환, 호흡기 질환 등
유기용제(벤젠, 톨루엔, 스티렌, 알데히드, 케톤 등)	페인트, 접착제, 스프레이, 연소 과정, 세탁소, 의복, 방향제, 건축자재, 왁스 등	피로감, 정신착란, 두통, 구역, 현기증, 중추신경 억제 작용 등
악취	외부 악취가 실내로 유입 체취, 담배의 흡연 등	식욕감퇴, 구토, 불면, 알레르기증, 정신신경증 등

- [0013]
- [0014] 이러한 심각한 문제를 해결하기 위하여 다양한 기술이 적용되고 있으나, 산업의 발달에 따라 오염원이 점점 증가하고 있기 때문에 보다 효율적이고 영구적인 기체 처리 장치에 대한 사회적 요구가 강하게 일어나고 있다.
- [0015] 특히, 현대인은 하루 중 거의 80~90% 이상을 실내의 인공 환경에서 생활하는 것으로 조사되고 있으며, 재실자의 건강을 위해서는 쾌적한 실내 환경의 조성이 필요하다. 세계보건기구(WHO)의 2014년 발표 자료에 의하면 실내공기 오염에 의한 사망자가 연간 430만 명에 이르고, 실내 오염 물질이 실외 오염 물질에 비해 폐에 전달될 확률이 약 천배 정도 높다고 발표하고 있다.
- [0016] 실내 대기의 오염원 중 세균, 진균, 바이러스와 같은 미생물 오염은 특히 공중보건학적 관점에서 중요하다. 실내 환경은 실외 환경과 비교하여 공기의 순환이 제한적이고 햇빛의 자외선에 대한 노출이 적어서 상대적으로 실

내 대기 미생물의 장기간 생존이 가능한 것으로 알려져 있다.

- [0017] 따라서 미생물 감염 및 확산을 방지하기 위해서는 실내 대기 미생물을 적극적으로 제거하기 위한 처리 장치가 필요한 상황이다.
- [0018] 한편, 기체가 초고온 상태로 가열되어 전자와 양전하를 가진 이온으로 분리되는 현상인 플라즈마(Plasma)를 이용한 다양한 기술이 사용되고 있다.
- [0019] 플라즈마는 이온화된 기체로 전자, 이온, 중성 기체분자 등으로 이루어져 있다. 학술적 정의는 집단행동(collective behavior)을 하는 전기적 준 중성(quasi-neutral)인 기체로 정의할 수 있다. 직류 고압 방전은 플라즈마를 얻는 방법으로는 두 전도성 전극 사이에 기체를 (처리하고자 하는 지하 공간의 공기) 주입하고 낮은 압력을 유지(상온 상압)하고 직류고전압을 인가하면 DC 방전이 이루어지며 플라즈마가 발생한다.
- [0020] 인가되는 직류고전압 특정 전압 V_b , 문턱전압(threshold)에 이르게 되면 폭발적인 이온화가 일어나게 된다. 전압이 올라가면 전자가 양극으로 가속되면서 기를 이온화시킨다. 이러한 과정을 거치면서 전류는 지수함수적으로 증가하고 이차적인 전자 방출이 일어나게 된다. 이온화로 만들어진 이온 음극으로 끌려가서 음극을 때리게 되고 이로 인해 이차전자들이 방출되는 것이다. 방출된 이차전자는 높은 에너지를 띠고 있어서 기체들과 충돌하며 많은 이온과 전자들을 만들게 된다 이렇게 생성된 이온들은 다시 음극 쪽으로 가속되어 이차전자를 만들어내고, 여기서 나온 전자들이 다시 기체를 이온화시켜 이온이 더 많이 만들어지게 되는 것이다.
- [0021] 이런 과정이 반복되면 전류가 지수함수보다 더 빠른 속도로 증가하게 되는데 이를 일컬어 전자 사태(break down)라고 한다 전자 사태가 일어나면 나면서 글루우(기체 타기) 방전 상태로 전이 되면서 글라이딩 아크가 일어난다. 글라이딩 아크 상태에서 이온화는 이차전자가 방출로 생긴 전자가 표류나 확산을 통해서 플라즈마를 빠져나가고 벽에서 이온과 재결합 한다, 어떤 경우에는 전자가 음이온을 형성하면서 플라즈마에서 사라지기도 하는데 전 지역 이온이 손실되는 속도와 이온화를 통해 전자와 이온이 생성되는 속도가 같아지면, 플라즈마가 평형에 도달하게 되고 스스로 유지된다.
- [0022] 이 영역에서 기체가 글라이딩 아크가 일어나며 글루우가 시작되며 극판 전압이 떨어지며 전류는 급격히 증가하게 된다 이 영역을 유지하는데 필요한 전압 V_b 를 방전전압(break down voltage)이라고 한다. 글루우가 시작되며 글라이딩 아크에서 생기는 많은 빛은 분자나 원자의 여기 상태에서 나오는 것이다.
- [0023] 이러한 토카막 핵융합 기술을 활용한 파생 플라즈마 기술은 에너지 생산뿐 아니라 환경, 기계, 재료 기술 등 다양한 산업적 응용에 이용될 수 있는데, 장치의 구성 및 작동원리가 간단하여 실용화 시스템으로서 가능성이 높은 글라이딩 아크(Gliding Arc) 장치를 구축하고, 미생물을 처리하여 살균 효율을 정량적으로 판정할 수 있는 기술의 확보가 동시에 필요한 상황이다.
- [0024] 물질 상태를 네 가지 상태로 나눌 수 있는데 고체, 액체, 기체, 플라즈마 이다. 기체 상태에 있는 물질에 충분한 에너지가 공급되면 기체들이 매우 높은 에너지를 가지고 서로 충돌하게 된다. 이때 공급되는 에너지가 이온화 에너지보다 더 높아지면 원자 분자의 전자가 원자로부터 떨어져 나오게 된다. 전자가 떨어진 원자 분자는 이온이 되고 이를 이온화라고 하고 이렇게 전자와 이온이 분리된 상태를 플라즈마라고 한다.
- [0025] 초고온 플라즈마 상태에서 두 개 이상의 수소 원자가 결합하여 하나의 헬륨 원자로 바뀔 때 발생 되는 질량결손으로부터 막대한 에너지를 생산할 수 있는 핵융합 장치는 초고온의 플라즈마를 발생시키고 안정적으로 시스템을 운전하는 방식에 따라 다양한 상태가 있지만 자기장을 이용하여 플라즈마를 가두고 제어하는 토카막 방식이 크게 인정받고 있다. 이 토카막 장치는 도너츠 형태의 마그넷을 환상형으로 배열하고 그 내부에 가두어 두고 전력 생산을 위한 주목적으로 사용하였지만, 토카막 응용기술은 환경, 기계, 재료 기술 등 다양한 산업적 응용에 확산되고 있다.
- [0026] 이러한 플라즈마를 이용한 공기 정화장치에는 다양한 것이 있고, 그 예로 특허문헌 1 내지 3이 있으나, 이들은 플라즈마가 발생한 공간 내에 플라즈마가 순간적으로 발생함에 따라 이 반응공간을 통과하는 과정에서의 공기 정화 기능이 떨어지는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0027] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1590989호

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-2033472호

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 제10-2260282호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0028] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 개발된 것으로, 밀폐 및 밀집된 공간 등과 같이 산소 농도가 낮아 호흡에 불편을 초래할 수 있는 대기 중에서 산소를 생성하여 적절한 수준의 산소 농도를 유지할 수 있게 함에 따라 인체의 건강 개선의 효과를 줄 수 있는 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0029] 본 발명은 병원, 지하철 또는 기차 역사와 같은 다중이용시설에서 설치하여 유해 물질 및 유해균을 제거하여 깨끗한 공기를 제공할 수 있는 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0030] 특히 본 발명은 오염 물질을 분해할 때 플라즈마가 일시적으로 사라지는 것을 방지할 수 있도록 플라즈마를 가둘 수 있게 함에 따라 오염된 공기가 플라즈마를 통과하는 시간을 길게 하여 유해물질 및 유해균을 제거 효율을 높인 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0031] 상기와 같은 목적을 해결하기 위한 본 발명에 따른 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치는 원통형 외부 전극과 상기 외부 전극의 내부에 설치되어 외부 전극과의 사이에 반응공간을 갖는 내부 전극으로 이루어진 플라즈마 발생기를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치로, 상기 반응공간의 내부에 집단적 행동을 하는 전기적 준 중성인 기체를 만들기 위해 원통형 외부 전극의 외부에 직류고전압 공급을 위한 고전압 공급장치를 더 설치하여, 반응공간에 처리하고자 하는 대기를 통과시키고 통과되는 대기 중에 포화된 유해가스인 일산화탄소, 이산화탄소, 미연탄소를 분해하는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 상기 외부 전극은 외장은 알루미늄 도금이 되고, 내부전극은 철심 강판이 내장되어 있는 특수강판으로 만들어진 것이 바람직하다.
- [0033] 상기 고전압 공급장치는 장치 내로 통과되는 오염 물질을 처리하는 장치 운전 중에 플라즈마를 만들기 위해 글라이딩 아크를 발생하는 과정에서 일시적으로 플라즈마 상태가 사라지는 것을 방지하기 위해 설치되고, 상기 고전압 공급장치는 상기 외부 전극의 외주에 감기고, 외장 피복을 가진 전기 절연 연동선과; 상기 연동선에 직류 전기를 공급하는 직류전원과; 상기 직류전원에 직렬 연결된 가변저항으로 이루어진 것이 바람직하다.
- [0034] 상기 내부 전극은 글라이딩 아크를 발생하기 위해 전극의 단면을 칼날 형으로 제작하여 아크의 길이가 길게 만 들어지게 하여 처리하고자 하는 물질에 반응시간을 높인 것이 바람직하다.
- [0035] 본 발명에 따른 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치를 이용한 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 방법은 상기 고전압 공급장치로 직류고전압을 인가하여 이온화를 시키고 전자가 양극으로 가속되면서 2차적인 전자가 방출되고, 상대적으로 높은 에너지를 띠게 된 전자들이 다시 기체를 이온화시키어 더 많은 이온을 만들어 맨에 의해 글라이딩 아크가 일어나게 하는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 상기 반응공간 내부에는 CO₂, Steam, CH₄ 혼합기체를 더 공급하여 H₂ 와 CO₂ 로 개질하여 사슬 모양 탄화수소를 고리 모양 탄화수소로 변화시킬 수 있게 한 것이 바람직하다.
- [0037] 변화된 고리 모양 탄화수소 중에서 H₂ 를 분리 및 압축하여 차량을 포함하는 회전기관의 연료로 사용할 수 있게 한 것이 바람직하다.
- [0038] 변화된 고리 모양 탄화수소는 냉장고나 저온 냉장 설비에 부착하여 식물의 성장 발육을 억제하거나 화훼농가에서 꽃의 만개를 일시적으로 늦추고 형태 보존을 연장할 목적으로 사용하거나 이를 포장하는 비닐 용기 내 공기로 사용할 수 있게 한 것이 바람직하다.

[0039] 충분한 에너지를 가진 원자나 분자가 충돌하여 여기 상태를 만들어 들뜬상태가 되면 분자들은 진동 회전에너지로 변화되며 바닥 상태로 전이될 때 방출되는 자외선부터 가시광선까지 넓은 파장의 빛을 세균 박멸과 박테리아 증식 배양억제와 병원균 및 곰팡이균 제거와 항균에 사용할 수 있게 하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0040] 본 발명에 따른 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치 및 방법은 보다 효과적으로 공기를 정화하여 공기 중의 유해 물질을 제거할 수 있는 효과가 있다.

[0041] 특히, 본 발명은 반응공간에 발생된 플라즈마를 가두어 이 반응 공간을 통과하는 공기 중의 유해물질은 물론, 세균을 살균하여 공기 정화 효과를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0042] 도 1은 본 발명에 따른 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치의 일예의 사시도
 도 2는 본 발명에 따른 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치의 일예의 측면도
 도 3은 본 발명에 따른 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치의 일예의 단면도
 도 4는 본 발명에 따른 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치의 다른 일예의 사시도
 도 5는 본 발명에 따른 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치의 또 다른 일예의 사시도
 도 6은 발생 방법 및 열평형 상태에 따른 다양한 종류의 대기압 플라즈마 사진
 도 7은 플라즈마 발생기의 전극 구조

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 본 발명은 다양한 변경을 가하여 실시할 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고, 상세한 설명을 통해 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0044] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0046] 본 발명은 보다 효율적으로 유해물질 및 세균을 제거하여 깨끗한 공기를 제공할 수 있다.

[0047] 본 발명에 따른 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 장치는 도 1내지 도 4에 도시한 바와 같이, 원통형 외부전극(11)과, 상기 외부전극의 내부에 설치되어 외부전극과의 사이에 반응공간(10a)을 갖는 내부전극(12)으로 이루어진 장치이다.

[0048] 이러한 본 발명의 유해 환경 물질 제거 장치는 토카막 핵융합의 파생기술로서 다양한 대기압 상태의 플라즈마가 환경, 기계, 재료 등의 산업분야에서 응용되고 있다.

[0049] 이러한 대기압 상태의 플라즈마는 그 특성에 따라 여러 종류로 구분될 수 있는데, 방전 방법이나 열평형(Thermodynamic Equilibrium) 상태 혹은 온도에 따라 도 5 및 아래의 표와 같이 열 플라즈마, 글라이딩 아크, 펄스 코로나 방전(Pulsed Corona Discharge, PCD) 또는 유전체 장벽 방전(Dielectric Barrier Discharge, DBD)으로 구분될 수 있다.

구 분	열 플라즈마	글라이딩 아크	펄스 코로나, 유전체 장벽 방전
방전 방법	대전류 - 저전압의 아크 혹은 고주파	제한된 전류-고전압의 아크	펄스 고전압, 유전체 간 고전압
출력	고출력 (~ 수 MW)	저출력(~ 수 kW)	저출력 (~ 1 kW)
플라즈마 특성	국소열평형 (LTE) 초고온 (~ 20,000°C)	열평형의 천이 고온 (~ 1,000°C)	비평형(non-Equilibrium), 상온
응용 분야	기계가공, 재료 합성 폐기물 용융, 열분해	기체 및 액체 상태의 유해 물질 처리, 가스	유해 기체 처리, 표면처리

[0052]

[0053] 이러한 플라즈마 중 열 플라즈마는 수 kW에서 수 MW에 이르는 대전력의 아크 또는 고주파를 이용하여 발생시키기 때문에, 최고 20,000도에 이르는 높은 온도를 달성할 수 있어, 세라믹 코팅, 용접, 절단 등의 기계가공, 신물질 합성, 폐기물의 용융 및 열분해와 같은 다양한 방면에 적용이 가능하지만 기본적으로 대출력 장치이기 때문에, 특수한 분야 이외에는 상업적으로 적용되기 어려운 단점이 있다.

[0054] 또한 펄스 코로나 방전이나 유전체 장벽 방전의 경우, 펄스나 고주파의 고전압 전원을 이용하여 대기압 중에서 단속적이고 반복적으로 방전을 일으켜 플라즈마를 생성하기 때문에 낮은 출력으로 운전이 가능하지만 좁은 방전 공간으로 인하여 그 응용에 제한이 있는 단점이 있다.

[0055] 반면 글라이딩 아크는 전원의 특성이나 아크의 길이에 따라 온도의 변화 및 열평형 상태의 천이가 일어나는 플라즈마로서, 열 플라즈마와는 달리 화학적 선택성이 있고, PCD나 DBD와 같은 일반적인 비평형 플라즈마와 비교하여 높은 전자밀도를 얻을 수 있으며, 부분적으로 고온의 특성을 나타내기 때문에 경제적이면서도 다양한 산업 분야에 이용될 수 있고, 본 발명은 이러한 글라이딩 아크를 이용한 것이다.

[0056] 글라이딩 아크는 도 5의 (b)에서 보는 바와 같이, 고전압이 인가된 두 전극 사이에서 방전이 일어나며 시간에 따라서 그 길이를 달리한다.

[0057] 우선 두 전극 사이에 고전압을 인가하면, 방전전압과 압력 및 방전 거리에 대해 정리된 파셴(Pachen) 곡선에 따른 원리에 의해 두 전극간 거리가 가장 가까운 곳에서 방전이 일고, 점화된 플라즈마 상태의 방전 채널은 외부기체의 주입이나 그 자체의 밀도 감소로 인해 위로 상승하면서 그 길이가 길어지게 됨에 따라 인가전압이 커지면서 전기적 성질이 달라진다.

[0058] 이러한 천이 구간을 거쳐 글라이딩 아크는 완전한 비평형 플라즈마의 특성을 가지게 되고, 방전 채널의 길이가 일정 거리 이상이 되면 전원에서 더 이상 충분한 전압을 공급하지 못하므로 방전은 중단되지만 여전히 고전압이 전극에 인가되어 있으므로 방전 거리가 가장 가까운 전극 아래 부분에서 재점화가 일어나게 되고, 앞서 설명한 바와 같은 천이를 계속해서 반복하면서 플라즈마 상태를 유지하게 된다.

[0059] 이에 따라서 글라이딩 아크는 고온, 높은 전자밀도의 열 플라즈마적인 특성과 상온, 높은 전자에너지의 비평형 플라즈마적인 요소를 같이 가질 수 있다.

[0060] 글라이딩 아크는 전원 시스템의 공급 전류에 따라 HCGA (High-Current Gliding Arc)와 LCGA (Low-Current Gliding Arc)로 구분되며, 제작과 관리가 비교적 간단하며 단일 방전 주기에서 대부분의 시간 및 전력이 비평형 상태에 있는 LCGA ($I \leq 1A$)가 주로 이용된다.

[0061] 글라이딩 아크는 비료 산업에 1900년대 초반부터 이용되어 왔으며, 최근에는 CO₂ 나 Steam을 CH₄ 와 함께 방전 기체로 사용하여 H₂ 와 CO를 생산하는 Gas Reforming에 이용되거나 H₂ S(황화수소), VOC(휘발성유기화합물) 등의 유해기체 처리에도 이용된다. 또한 글라이딩 아크에서는 오존과 같은 화학적 활성종(라디칼, Radical)을 다량으로 발생시키는데, 이로부터 생물학적 처리도 가능한 장점이 있다.

[0062] 글라이딩 아크는 초기 점화를 위해 전극 간 거리가 가까운 곳이 있어야 하며, 방전 채널의 길이를 늘리면서 방전을 지속하기 때문에, 앞서 설명하였듯이 그림 7의 (a)와 같은 칼날형 구조의 전극을 주로 사용한다. 하지만 이 경우 처리 대상인 기체와 플라즈마 사이의 반응 면적이나 시간이 제한되기 때문에 변형된 형태의 글라이딩 아크 장치에 관한 연구를 해 왔고, 도 6의 (b)와 같은 토네이도 형이 개발되었다.

- [0063] 토네이도 글라이딩 아크는 플라스마 형성 기체를 시스템 외부에서 와류(Swirl Flow)를 주어 강제적으로 공급하여, 아크의 길이를 늘린 다음 방전을 유지하는 형태의 장치임에 따라 처리 대상 기체가 방전 내부에서 플라스마와 반응하는 시간과 면적이 늘어나는 장점이 있다.
- [0064] 전기장을 형성한 반응기 내의 화학반응은 플라스마 내에서 전자들은 전기장으로부터 에너지를 얻어서 이온화와 해리 등으로 플라스마를 만들고 유지시키고, 전자에서 원자 분자로 에너지 전달은 주로 비탄성 충돌에 의해 이루어지며, 이러한 비탄성 충돌은 다양한 화학반응과 연결되는 반응을 한다.
- [0066] 여기 (excitation)
- [0067]
$$e + F \rightarrow F^* + e^-$$
- [0068]
$$F^* \rightarrow F + h\nu$$
- [0069] 충분한 에너지를 가진 전자가 원자 또는 분자와 충돌하게 되면 전자는 위와 같이 원자나 분자를 여기 상태로 만들고, 원자/분자의 들뜬 상태는 진동, 회전, 전자에너지 준위 변화로 나타낸다.
- [0070] 원자의 원자는 단지 전자의 들뜬 상태만 가능하지만 분자들은 회전운동이나 진동에너지로 들뜬 상태가 변할 수도 있다.
- [0071] 들뜬상태에서 바닥상태로 전이되면 빛이 방출되는데 플라스마에서는 자외선부터 가시광선에 이르기까지 넓은 파장의 빛이 나온다.
- [0073] 해리 흡착(dissociative attachment)
- [0074]
$$e + SF_6 \rightarrow SF_6^-$$
- [0075] 할로젠 원소와 음전성 기체들은 낮은 에너지의 전자들을 원자/분자에 흡착하여 해리된다. 이때 전자가 포획되어 음이온이 만들어지고, 해리 포획과정에서 양이온/음이온 생성보다 음이온이 만들어진다.
- [0076]
$$e + A \rightarrow A^+ + A^- + e$$
- [0077]
$$e + AB \rightarrow A^+ + B^- + e$$
- [0078]
$$e + O_2 \rightarrow 2 O + e O + O^-$$
- [0080] 이온화 (ionization)
- [0081] 원자 분자에서의 이온화는 주로 전자 충돌에서 생기며 그 결과로 양이온, 음이온, 원자, 분자 이온을 만든다.
- [0082]
$$e + O_2 \rightarrow O_2^+ + 2e$$
- [0083]
$$e + CF_4 \rightarrow CF_3^+ + F + 2e$$
- [0084]
$$e + O_2 \rightarrow O^+ + 2e$$
- [0085] 전자기장을 과도 응답상태를 만들기 위해 공급전압을 직류 100볼트를 인가할 경우 자기장이 강해져서 큰 자기장이 존재하게 되고 이 자기장은 전자와 핵 사이를 정전기적 인력 때문에 생기는 전기장을 압도하게 되며, 이러한 경우 화염전파 현상이 일어나며 인입 된 기체 내의 가스 분자와 미 세입자들은 순간적 연소와 고리가 분리된다.
- [0086] 본 발명은 상기한 바와 같은 글라이딩 아크 기술을 이용한 것으로, 상기 반응공간(10a)의 내부에 집단적 행동을 하는 전기적 준 중성인 기체를 만들기 위해 원통형 외부전극의 외부에 직류고전압 공급을 위한 고전압공급장치(20)를 더 설치하였다.
- [0087] 본 발명의 장치는 반응공간에 처리하고자 하는 대기를 통과시키고, 통과되는 대기 중에 포화된 유해가스인 일산화탄소, 이산화탄소, 미연탄소를 분해한다.
- [0088] 상기 플라스마발생기(10)는 도 1내지 도 4에 도시한 바와 같이 원통형으로 이루어진 것으로, 원통형 외부전극(11)의 내부 중심에 내부전극(120)을 설치하여 구성된다.
- [0089] 이러한 플라스마 발생기(10)는 특허 제10-0459712호를 포함하는 다양한 기술에 의해 이미 공지된 기술로 이에

대한 상세한 설명은 생략한다.

- [0090] 본 발명은 상기한 바와 같이 구성된 플라즈마발생기(10)의 외부전극(11)을 구성하는 원통형 통체의 외부에 고전압공급장치를 설치하여 외부전극과 내부전극 사이의 반응공간(10a)에 발생된 플라즈마가 고전압공급장치를 통해 발생된 자기장에 의해 가두어지게 함에 의해 오염된 공기가 반응공간을 통과할 때 보다 긴 시간동안 플라즈마가 오염된 공기에 작용하게 한 것이다.
- [0091] 상기 고전압공급장치(20)는 장치 내로 통과되는 오염 물질을 처리하는 장치 운전 중에 플라즈마를 만들기 위해 글라이딩 아크를 발생하는 과정에서 일시적으로 플라즈마 상태가 사라지는 것을 방지하는 기능을 한다.
- [0092] 즉, 본 발명의 장치가 작동하여 글루우 방전이 시작되어 글라이딩 아크가 발생되어 오염 물질을 분해할 때 플라즈마가 일시적으로 사라지게 되는데 고정압공급장치를 이용하여 토카막 공법인 플라즈마 가두기를 직류자장을 만들어 쓰게 되면 중심 전극부에서 일어나는 전자 상태를 연속적으로 유지되고, 플라즈마 상태가 안정하게 보관되어 라디칼 반응이 끊이지 않게 일어나게 하며 특히 유해가스 분자 분해와 분자의 전자 이동에 필요한 해리 현상 만족스럽게 유지하는 인큐베이터 역할을 한다.
- [0093] 상온 상압 구조에서 일어나는 플라즈마는 인입 되는 기체의 습도와 기체 내에 포화 되어 있는 불순물 농도에 따라 고려할 수 있다.
- [0094] 상기 고전압공급장치(20)는 상기 외부전극의 외주에 감기고, 외장 피복을 가진 전기 절연 연동선(21)과;
- [0095] 상기 고전압공급장치(20)는 상기한 바와 같이 자기장을 발생시켜 플라즈마를 유지시키기 위한 것으로, 도 1에 도시한 바와 같이, 외부전극의 외주에 감기고, 외장 피복을 가진 전기 절연 연동선(21); 상기 연동선에 직류 전기를 공급하는 직류전원(22)과; 상기 직류전원에 직렬 연결된 가변저항(23)으로 이루어진다.
- [0096] 상기 연동선(21)은 외곽에 전기용 비닐 절연전선 피복이 코팅된 도전성 전선으로, 직경 1.5 ~ 2.5mm 연동 연선을 기체 인입구에서 출구 방향을 중심으로 오른쪽 방향으로 정렬 권선법으로 160 ~ 250회 감아 설치된다.
- [0097] 상기 연동선(21)과 직렬로 상기 직류전원(22)과 가변저항(23)이 설치되어 있다.
- [0098] 상기 직류전원은 24V의 전압을 갖는다.
- [0099] 상기 가변저항(23)은 100Ω에서 1000Ω의 가변저항으로, 상기 직류전원과 직렬로 연결되어 있으며, 직류전원의 24볼트의 전압을 인가하면 연동선(21)에 자화가 일어나고, 토카막과 같은 자기장이 형성되어 플라즈마를 아주 순간적으로 가둘 수 있다.
- [0100] 상기 외부전극(11)은 외장은 알루미늄이 도금된 강판으로 제작하고, 내부전극(12)은 철심 강판이 내장되어있는 특수강판으로 만들어졌다.
- [0101] 상기 내부전극(12)은 도 2에 도시한 바와 같이, 글라이딩 아크를 발생하기 위해 전극의 단면을 칼날 형으로 제작하여 아크의 길이가 길게 만들어지게 하여 처리하고자 하는 물질에 반응시간을 높였다.
- [0102] 즉, 내부전극(12)는 철심 강판이 내장되어있는 강판을 다수 적층하여 구성하되 각 강판의 외주단부에 톱니 형태의 칼날부를 형성하여 반응시간을 상승시켰다.
- [0103] 본 발명에 따른 토카막 기술이 적용된 플라즈마를 이용한 유해 환경 물질 제거 방법은 상기 고전압공급장치로 직류고전압을 인가하여 이온화를 시키고 전자가 양극으로 가속되면서 2차적인 전자가 방출되고, 상대적으로 높은 에너지를 띠게 된 전자들이 다시 기체를 이온화시키어 더 많은 이온을 만들어 맨에 의해 글라이딩 아크가 일어나게 한다.
- [0104] 상기 반응공간 내부에는 CO₂, Steam, CH₄ 혼합기체를 더 공급하여 H₂ 와 CO₂ 로 개질(Reforming)하여 사슬 모양 탄화수소를 고리모양 탄화수소로 변화시킬 수 있게 하는 것이 바람직하다.
- [0105] 변화된 고리 모양 탄화수소 중에서 H₂ 를 분리 및 압축하여 차량을 포함하는 회전기관의 연료로 사용할 수 있게 할 수 있다.
- [0106] 충분한 에너지를 가진 원자나 분자가 충돌하여 여기 상태를 만들어 들뜬상태가 되면 분자들은 진동 회전에너지로 변화되며 바닥상태로 전이될 때 방출되는 자외선부터 가시광선까지 넓은 파장의 빛을 세균 박멸과 박테리아 증식 배양억제와 병원균 및 곰팡이균 제거와 향균에 사용할 수 있게 할 수 있다.
- [0107] 또한 본 발명은 장치를 운전하여 고리 모양 탄화수소로 변화시키어 CO₂ 를 생산하여 냉장고나 저온 냉장 설비에

부착하여 식물의 성장 발육을 억제하거나 화훼농가에서 꽃의 만개를 일시적으로 늦추고 형태 보존을 연장할 목적으로 사용하거나 이를 포장하는 비닐 용기 내 공기로 사용할 수 있게 할 수 있다.

- [0108] 또한 본 발명은 지하 공간 및 터널 등에서 산소 농도가 18% 이하로 현저히 떨어진 공기질에서 산소복구 및 공기 질 내에 있는 황화수소와 휘발성 유기화합물의 혼합 유해가스를 정화목적으로 사용할 수 있다.
- [0109] 충분한 에너지를 가진 원자나 분자가 충돌하여 여기 상태를 만들어 들뜬상태가 되면 분자들은 진동 회전에너지로 변화되며 바닥상태로 전이되면 빛이 방출되는데 자외선부터 가시광선까지 넓은 파장의 빛이 발산하는 것을 이용하여 세균 박멸과 박테리아 증식 배양억제와 병원균 및 곰팡이균 제거와 항균 목적의 공기조화기에 적용할 수 있다.
- [0110] 미생물의 번식을 막을 목적으로 습도가 높은 지하 공간 내에 공기 주입 관에 부착하거나 공기 순환하는 운전 장치에 부착하여 사용할 수 있다.
- [0111] 또한 본 발명은 전기장을 과도 응답상태를 만들기 위하여 과도한 직류 전압을 일시적으로 인가하여 큰 자기장을 만들어서 전자와 핵 사이를 정전기 전력이 압도하게 만들며 화염전과 현상이 일어나게 되는데 이때 미소립자 및 특정 불순물은 탄화되게 할 수 있다.
- [0112] 장치의 운전 중에 발생 되는 정전기력에 의해 PM10의 입자상 물질과 중금속 등이 흡착되어 고형화로 처리한 후 고형화물을 휴지 기간에 제거하여 처리함으로 간편한 운전기술을 갖게 된다.
- [0113] 또한 본 발명은 곰팡이, 세균, 박테리아 등의 부유 미생물과 포름알데히드, 아세트알데히드, 탄화수소, 이산화탄소, 질소산화물, 복합가스 등 화석연료 연소과정에 발생하는 혼합된 다종 유해가스 처리에 사용할 수 있다.
- [0114] 장치 내에서 글라이딩 아크가 발생하면서 발생한 자외선 및 가시광선 불꽃이 토네이도 형태를 띠며 회오리 형태로 방사형 불꽃이 연속적으로 이어지는 것이 바람직하다.
- [0115] 대기 상압 상태에서 습도가 높을 경우, 운전 에너지 소비가 적어져 소비전력이 감소하지만 복합 혼합물질 처리에 전기적 절연내력이 감소하는 효과와 수분의 효과로 장치의 효율을 결정하는 정전기력 발생이 높아져 고효율 성능을 가진다.
- [0116] 글라이딩 아크 시에도 플라스마 꺼짐 현상이 없음으로 순간적 배출을 하였던 종래 기술과 달리 안정화된 미세한 유해가스 저감을 제공할 수 있다.
- [0117] 상기한 바와 같은 본 발명은 아래와 같은 효과가 있다.
- [0119] 1. 글라이딩 아크 장치 효과
- [0120] 대기 미생물의 제거 효과를 비교하기 위해 두 가지 형태의 플라스마 처리 장치가 제작되었다.
- [0121] 첫 번째 장치는 100 LPM (liter per minute)의 일정한 유속으로 실내 대기가 글라이딩 아크 플라스마 방전부를 거쳐 임팩터(impactor)에 포집되는 장치(흐름식 플라스마 처리 장치; 도 8 (a))였다.
- [0122] 이 장치를 이용하여 전극의 수(예를 들면, 1쌍과 4쌍)를 변화시켜 실내 대기 미생물의 처리 효과를 살펴보았다. 두 개의 임팩터를 이용하여 플라스마를 처리한 대기 시료와 처리하지 않은 대기 시료를 각각 포집(500L)하여 비교·분석하였다.
- [0123] 두 번째 장치는 220L의 챔버(chamber)를 이용하여 실내 대기를 순환(30 LPM) 시키면서 플라스마 전극(4쌍)을 반복적으로 통과시키는 장치였다 (순환식 플라스마 처리 장치; 도 8 (b)). 플라스마를 처리하지 않고 순환시킨 대기를 포집(200L)하여 대조 구로 설정하였고, 플라스마에 의한 대기 미생물 처리 효과를 비교·평가하였다.
- [0125] 가. 흐름식 플라스마 처리 장치(도 8(a))
- [0126] 1쌍의 전극을 장착한 흐름식 플라스마 처리 장치를 이용하여 실내 대기를 처리한 결과 68CFU/500L의 개체 수를 보여, 처리하지 않은 시료(80CFU/500L)에 비해 15% 감소된 결과를 보였다(실험 1 : 도 9 (a)).
- [0127] 또 다른 실내에서 수행된 실험에서 플라스마 장치를 이용하여 실내 대기를 처리한 결과 26CFU/500L의 개체 수를 보여, 처리하지 않은 시료(43CFU/500L)에 비해 40% 감소된 결과를 보였다. (실험 2 : 도 9 (a)).
- [0128] 전극을 4쌍으로 증가시켜 플라스마 장치를 처리한 결과 26CFU/500L의 개체 수를 보여, 처리하지 않은 시료(37 CFU/500 L)에 비해 30% 감소된 결과를 보였다. (실험 1 : 도 9 (b)), 또 다른 실내에서 수행된 실험에서 플라스마 장치를 이용하여 실내 대기를 처리한 결과 22CFU/500L의 개체수를 보여, 처리하지 않은 시료 (44 CFU/500L)

에 비해 50% 감소된 결과를 보였다(실험 2 : 도 9 (b)).

[0129] 결과적으로 전극의 수를 증가시킬 경우 실내 대기 미생물 처리 효과가 15-40%에서 30-50%로 증가하기는 하였으나 그 증가 폭은 전극 수의 증가에 비해 다소 낮은 편이었다.

[0131] 나. 순환식 플라즈마 처리 장치(도 8(b))

[0132] 순환식 플라즈마 처리 장치를 이용하여 실내 대기를 10분 동안 처리한 결과 대기 미생물의 개체수는 49CFU/200L에서 8CFU/200L로 83.7% 감소하는 결과를 얻었다(아래 표). 처리 시간을 30분으로 증가시킨 경우, 대기 미생물의 개체수는 2CFU/200L로 처리 전에 비해 95.9%가 감소되는 결과를 보였다. 이러한 결과는 순환식 플라즈마 처리 장치가 흐름식 플라즈마 처리 장치에 비해 실내 대기 미생물 처리에 있어서 보다 효과적인 가능성을 보여준다.

[0133] 순환식 플라즈마 처리 장치를 이용하여 측정된 대기 미생물의 개체 수

[0134] 및 플라즈마 처리시간에 따른 미생물 살균 효율.

플라즈마 처리시간 (분)	대기 미생물의 개체 수 (Numbers of colonies / 200 LI)	대기미생물 살균효율 (%)
0	49	-
10	8	83.7
30	2	95.9

[0135]

[0136] 2. 적정 산소공급 장치 효과

[0137] 적정 산소 (Oxygenation)은 산소공급을 향상 시켜서 인체의 기능과 건강에 긍정적인 영향을 주는 개념으로 적정 산소가 충분히 공급되면 일반적으로 다음과 같은 효과를 가져올 수 있으며 개인의 신체 특성에 따라 다를 수 있다.

[0138] *에너지 생산 증가 : 산소는 우리 몸의 대사 과정에서 에너지를 생성하는 데 필요하다. 충분한 산소공급은 신진 대사를 촉진 시켜 에너지 생산을 증가시키고, 활동성과 체력을 향상시킬 수 있다.

[0139] *면역력 강화 : 적정 산소공급은 면역 체계를 강화시키고, 항산화 효과를 촉진하여 산소 자유 라디칼에 의한 셀 손상을 예방하며 이는 질병 예방과 회복력 향상에 도움을 줄 수 있다.

[0140] *뇌 기능 향상 : 뇌는 우리 몸의 산소를 많이 소비하는 기관 중 하나이며 충분한 산소공급은 뇌 기능 향상과 집중력, 기억력, 인지 능력 등을 증진시킬 수 있다.

[0141] *운동 성능 향상: 적정 산소공급은 운동 시에 근육에 산소를 공급하여 지구력을 향상과 근육 피로를 감소시키므로 이는 운동 성능 개선과 회복력 증진에 도움을 줄 수 있다.

[0142] *숙면 촉진 : 충분한 산소공급은 수면 질을 향상시키고, 수면 중 깊은 숙면 단계에 도달할 수 있게 도와준다.

부호의 설명

[0144] 10: 플라즈마 발생기

11: 외부전극 12: 내부전극

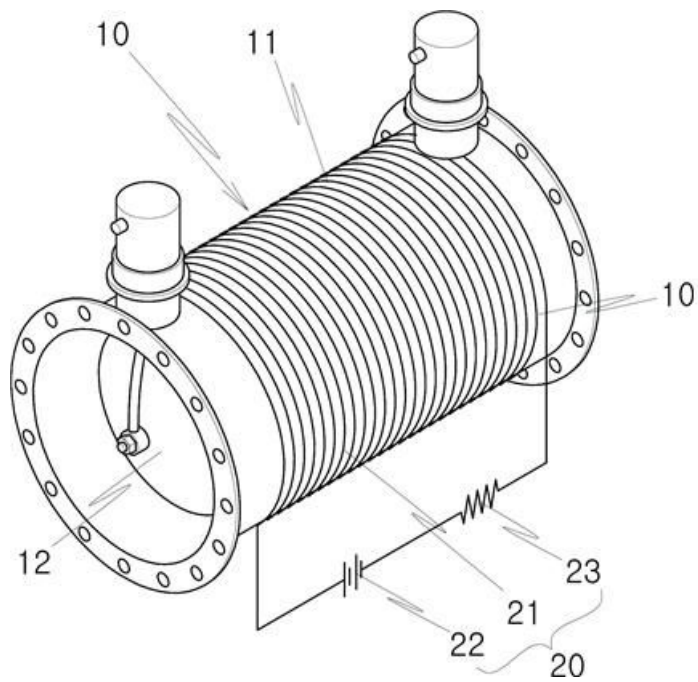
20: 고전압공급장치

21: 절연 연동선 22: 직류전원

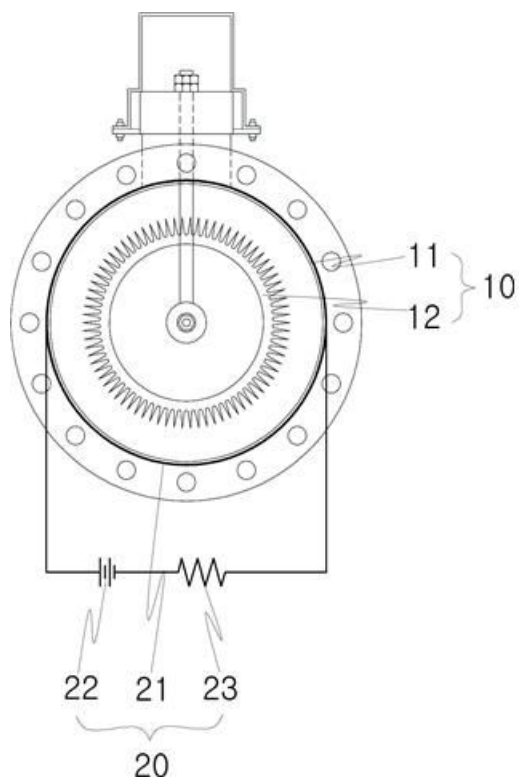
23: 가변저항

도면

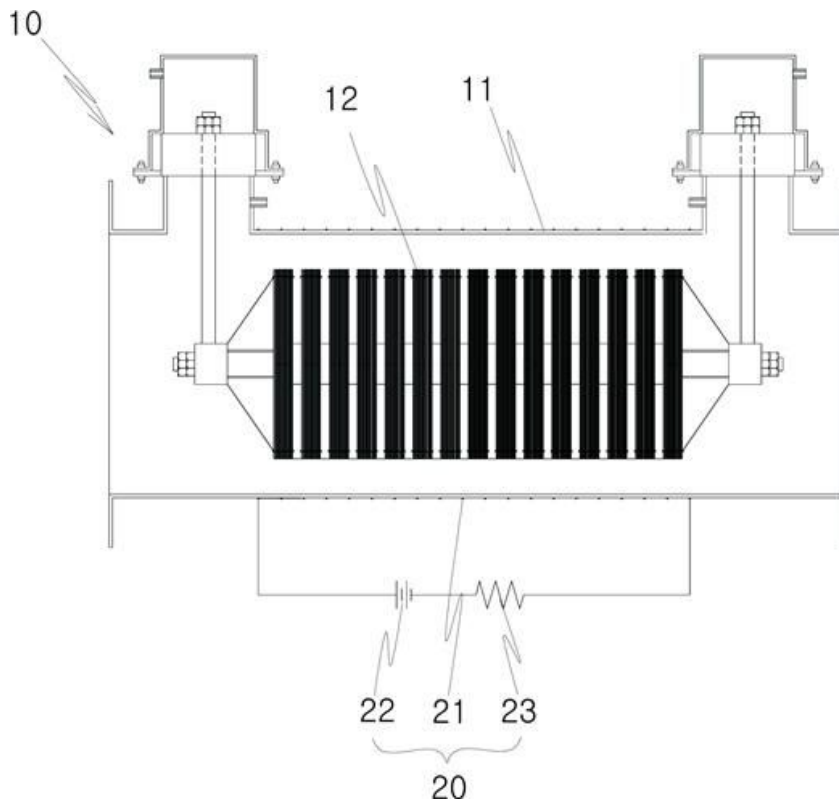
도면1



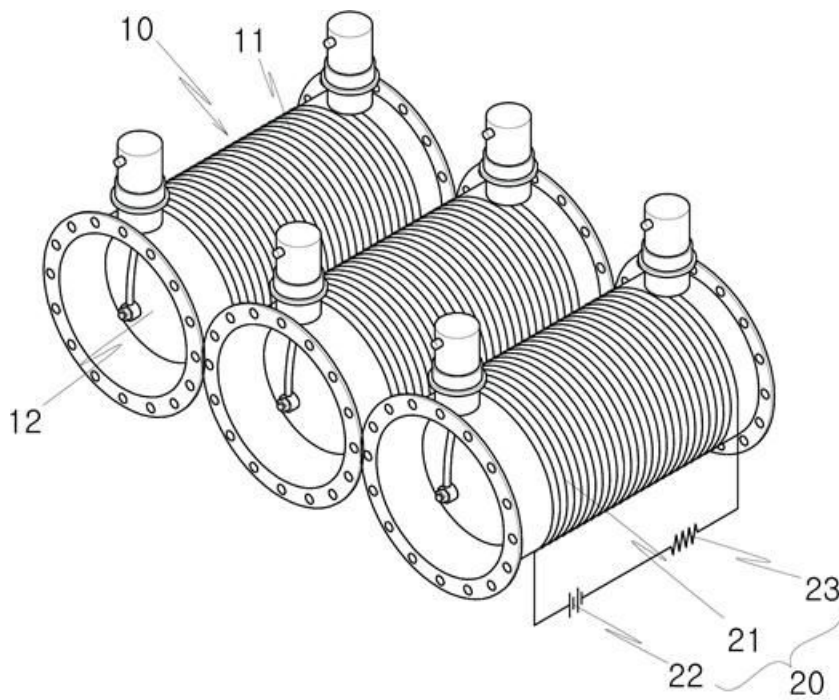
도면2



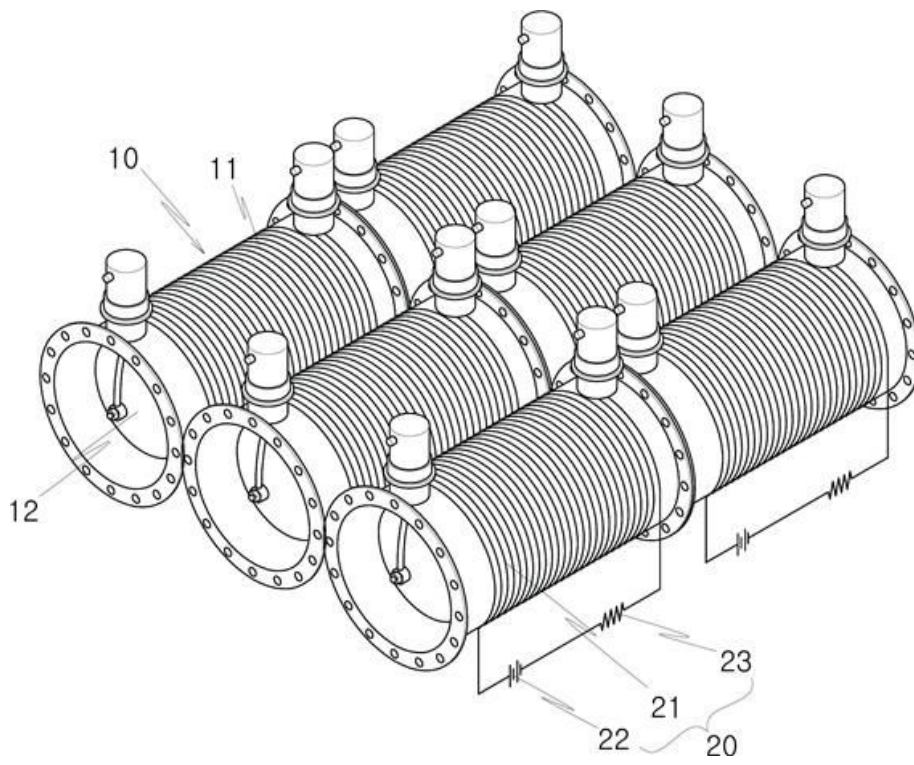
도면3



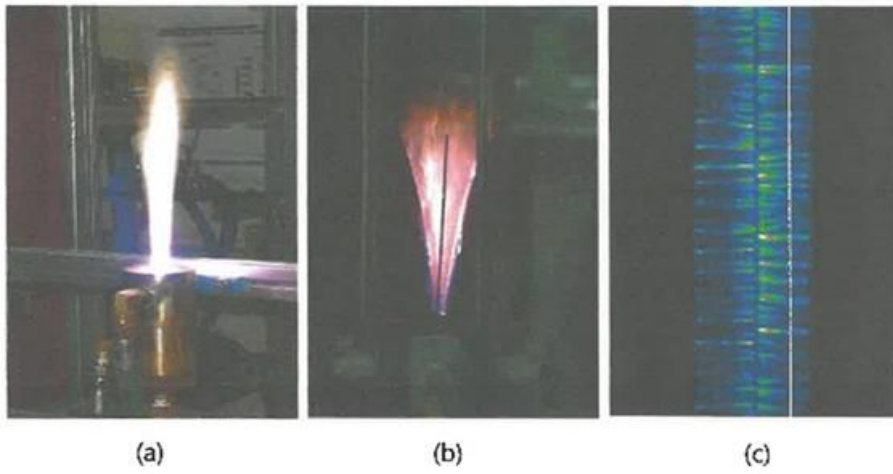
도면4



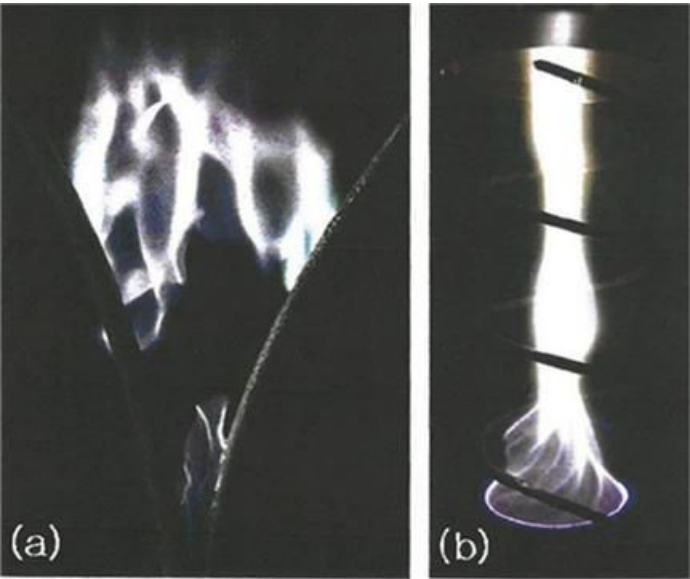
도면5



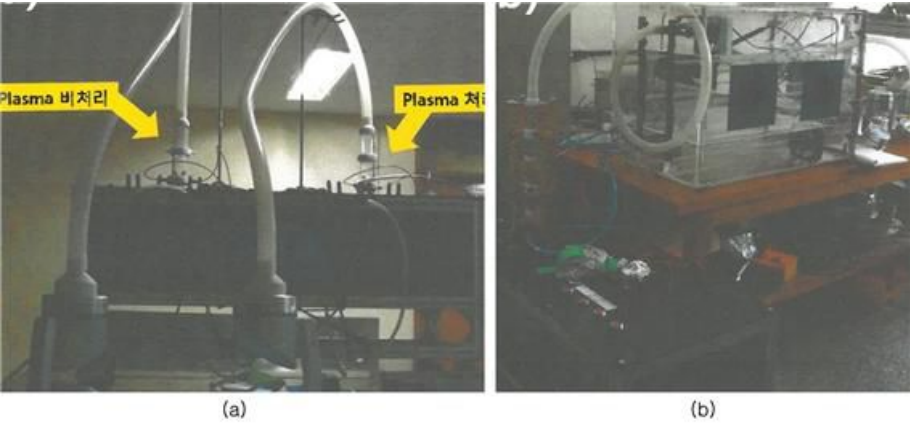
도면6



도면7



도면8



도면9

