



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.

G01N 31/00 (2006.01)

G01N 33/50 (2006.01)

G01N 31/20 (2006.01)

G01N 37/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년05월08일

(11) 등록번호 10-0715557

(24) 등록일자 2007년04월30일

(21) 출원번호 10-2006-0039167

(65) 공개번호

(22) 출원일자 2006년05월01일

(43) 공개일자

심사청구일자 2006년05월01일

(30) 우선권주장 1020060018530 2006년02월25일 대한민국(KR)

(73) 특허권자 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 이미혜
서울 성북구 안암동5가 고려대학교 지구환경과학과

최종호
서울 성북구 돈암동 609-1 한신아파트 110동 1505호

(74) 대리인 현종철

(56) 선행기술조사문헌
JP2005192901 A

US20050058569 A1

심사관 : 김명희

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) OH 라디칼 발생장치

(57) 요약

OH 라디칼 발생장치가 제공된다.

본 발명의 OH 라디칼 발생장치는 OH 라디칼과 오염물질을 반응시키는 반응챔버, 오염된 공기를 상기 챔버에 공급하는 에어펌프, 상기 에어펌프의 유량을 조절하는 유량제어기, 상기 챔버의 일측면에 장착되며 챔버내에서 OH 라디칼을 발생시키는 캡부재, 및 상기 캡부재에 전류를 공급하는 전원공급장치를 포함하고 있다. 따라서, 본 발명에 의하면 기체상의 거의 모든 물질과 반응하며 반응성이 매우 큰 OH 라디칼을 공기 중 포함량이 가장 많은 수증기를 이용함으로써 용이하게 발생시킬 수 있을 뿐만 아니라, 그를 이용하여 유해물질의 제거효율을 높임으로써 오염된 대기중에 포함된 유해물질을 신속하게 제거할 수 있다. 또한, 실외 또는 실내 등 대상지역에 따라 크기를 다양화할 수 있을 뿐만 아니라 제작이 간단하면서도 저가로 제조할 수 있다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

오염된 공기가 유입되는 유입구, 정화된 공기가 유출되는 유출구, 발생된 OH 라디칼이 오염물질과 반응하는 내부공간, 및 일측면에 형성된 개구부를 구비한 반응챔버;

외부면에 설치된 한 쌍의 전극, 상기 전극과 통전되어 내부면에 돌출되도록 설치된 한 쌍의 전극봉, 상기 각 전극봉의 단부에 각각 설치된 한 쌍의 연결구, 및 상기 연결구들 사이에 설치된 필라멘트를 구비하여, 상기 반응챔버의 내부공간에 OH 라디칼을 발생시키도록 상기 반응챔버의 개구부에 장착되는 캡부재; 및

상기 캡부재의 외부면에 설치된 전극을 통하여 상기 필라멘트에 전류를 공급하는 전원공급장치; 를 포함하는 OH 라디칼 발생장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 필라멘트는 열발생에 의하여 공기중에 포함된 수증기를 열분해시키기 위한 수증기의 열분해용인 것을 특징으로 하는 OH 라디칼 발생장치.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 필라멘트는 알루멜 와이어(alumel wire)인 것을 특징으로 하는 OH 라디칼 발생장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 반응챔버에는 반응온도를 최적으로 유지할 수 있도록 챔버내부의 반응온도를 측정하기 위한 온도센서가 설치되는 것을 특징으로 하는 OH 라디칼 발생장치.

청구항 5.

오염된 공기가 유입되는 유입구, 정화된 공기가 유출되는 유출구, 발생된 OH 라디칼이 오염물질과 반응하는 내부공간, 및 일측면에 형성된 개구부를 구비한 반응챔버;

외부의 오염된 공기를 상기 반응챔버의 유입구로 가압하여 공급하도록 상기 유입구에 연결된 에어펌프;

상기 펌프에서 반응챔버로 공급되는 공기량을 조절하도록 상기 펌프에 연결된 유량제어기;

외부면에 설치된 한 쌍의 전극, 상기 전극과 통전되어 내부면에 돌출되도록 설치된 한 쌍의 전극봉, 상기 각 전극봉의 단부에 각각 설치된 한 쌍의 연결구, 및 상기 연결구들 사이에 설치된 필라멘트를 구비하여, 상기 반응챔버의 내부공간에 OH 라디칼을 발생시키도록 상기 반응챔버의 개구부에 장착되는 캡부재; 및

상기 캡부재의 외부면에 설치된 전극을 통하여 상기 필라멘트에 전류를 공급하는 전원공급장치; 를 포함하는 OH 라디칼 발생장치.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 필라멘트는 열발생에 의하여 공기중에 포함된 수증기를 열분해시키기 위한 수증기의 열분해용인 것을 특징으로 하는 OH 라디칼 발생장치.

청구항 7.

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 필라멘트는 알루멜 와이어(alumel wire)인 것을 특징으로 하는 OH 라디칼 발생장치.

청구항 8.

제5항에 있어서, 상기 반응챔버에는 반응온도를 최적으로 유지할 수 있도록 챔버내부의 반응온도를 측정하기 위한 온도센서가 설치되는 것을 특징으로 하는 OH 라디칼 발생장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 OH 라디칼 발생장치에 관한 것으로서, 더욱 자세하게는 대기중에 존재하는 수증기를 열분해하여 생성되는 OH 라디칼을 이용하여 대기중의 유해물질을 제거시키는 장치에 관한 것이다.

인위적인 영향으로 가속화된 대기의 화학조성과 주요성분의 지화학적 순환과정의 변화는 전지구적인 환경변화를 초래하고 있는데, 지구에서 방출되는 적외선 복사에너지를 흡수하는 CO₂, N₂O, CH₄, CFCs 등의 증가로 지구 표층대기의 온도가 증가되었고, 이들 기체 중 N₂O와 CFCs는 성층권의 오존을 파괴하여 지구표층으로 유입되는 유해 자외선의 양을 증가시키게 하였으며, 황화합물의 배출로 인해 야기된 산성비의 증가는 국지적으로 생태계를 교란시키는 결과를 가져왔다.

특히, 인간이 거주하는 대도시지역의 대류권에 있어서는 NO_x의 증가와 더불어 오존량의 급격한 증가 등 대기의 질 저하가 큰 문제로 대두되고 있다.

또한, 공장시설 내부와 같은 실내환경에서 유해물질이 방출될 경우 실내 공기가 급속히 오염됨에 따라 작업자들에게 치명적인 영향을 끼치게 된다.

현재 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로서, 실외 또는 실내 공기 중 악취유발 또는 유해 휘발성 유기화합물(VOCs) 등을 포함한 비교적 반응성이 큰 유해물질을 제거하기 위하여 여러 종류의 흡착제 또는 촉매를 이용하거나, 전자빔을 이용하여 상기 유해물질의 분자 사이의 결합을 끊음으로써 제거시키는 방법 등을 이용하고 있다.

그러나, 이와 같은 방법들은 각각의 특징이 있기는 하지만 대부분 공업용으로서 크기가 대형이거나 장비 가격이 고가이며 유지비용이 과다하게 소요되는 문제점이 있었다.

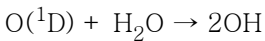
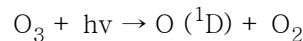
오염물질은 미량일 경우라도 대기 중에 방출된 그대로 변화하지 않고 존재한다면 이들 오염 기체들의 농도가 계속 높아지게 될 뿐 아니라 이들 기체의 반응으로 만들어지는 2차 오염물질, 대표적인 예로 오존과 미세먼지 등의 농도도 증가하여 대기환경은 점차 악화될 것이다. 하지만 다행스럽게도 이런 현상은 대기중에서 일어나는 산화작용에 의해 방지된다. 즉,

이들 기체들은 대기 중에서 산화과정을 거침으로써 쉽게 제거될 수 있는 형태로 변환된다. 따라서, 인위적인 활동의 결과로 대기로 배출되는 모든 유해물질들의 수명과 분포는 대기 중에 유용한 산화제의 종류와 양에 의해 결정되며 그 역 또한 성립한다.

OH 라디칼은 대기중의 가장 중요한 산화제로서 대기과 전 지구적인 환경변화에 중요한 영향을 미치지만 그 존재는 비교적 최근에 확인되었다. 1880년대 중반 OH 라디칼의 전구물질인 오존이 대기 중에 존재한다는 사실이 밝혀졌고, 1950년대에 이르러서 OH의 존재 가능성이 처음 제시되었다. 1970년대 초반 HOx 라디칼을 포함한 대류권 광화학의 기본 개념이 정립되면서부터 OH 라디칼의 중요성이 인식되어 OH를 포함한 대기 중 미량성분의 화학반응에 대한 관심이 계속 증가되어 왔다.

대류권으로 배출되는 대부분의 환원상태의 화합물들은 OH에 의해 산화되어 대기 중에서 제거되므로 OH를 대기의 세제(detergent)라고 표현하기도 하는데, OH는 하기에 표현된 반응식 1에서와 같이 O₃의 광분해에 의해 생성된다.

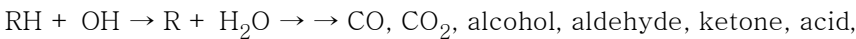
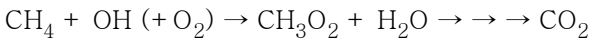
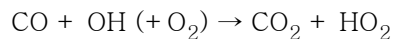
반응식 1



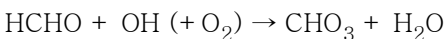
이와 같이 생성되는 OH 라디칼이 대기중의 화합물들과 반응하는 기작을 간단히 설명하면 다음과 같다.

도 1에 도시된 바와 같이 OH 라디칼은 대기중으로 방출된 각종 오염물질과 반응하여 HO₂로 변화되는 라디칼 고리반응(chain reaction)에 의해 생성과 소멸이 반복하는데, 이에 대한 반응기작을 식으로 표현하면 하기의 반응식 2와 같다.

반응식 2



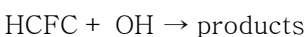
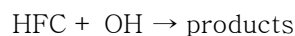
peroxide, aerosols (R is an organic free radical)



대기 중의 주요 온실기체인 CH₄도 대부분 위에 나타난 반응기작에 의해 OH 라디칼과 반응하여 대기에서 제거된다.

또한, CO₂나 유기산의 형태로 산화되는 여러 가지의 휘발성 유기탄소화합물(VOC)의 산화도 역시 OH 라디칼에 의해 시작되고, CFC의 대체물질인 HCFC도 하기 반응식 3에서와 같은 반응기작에 의해 대기중에서의 체류기간이 OH 라디칼에 의해 결정된다.

반응식 3



이와 같이 OH 라디칼은 대기로 배출되는 대부분의 환원상태의 화합물들을 산화시켜 대기 중에서 제거하는 역할을 하므로, 이러한 원리를 이용하여 오염된 공기를 정화시키는 장치의 개발이 필요하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 발명의 기술적 과제는 기체상의 거의 모든 물질과 반응하며 반응성이 매우 큰 OH 라디칼을 공기 중 포함량이 가장 많은 수증기를 이용함으로써 용이하게 발생시킬 수 있을 뿐만 아니라, 그를 이용하여 유해물질의 제거효율을 높임으로써 오염된 대기중에 포함된 유해물질을 신속하게 제거할 수 있는 OH 라디칼 발생장치를 제공하는 데 있다.

또한, 실외 또는 실외 등 대상지역에 따라 크기를 다양화할 수 있을 뿐만 아니라 제작이 간단하면서도 저가로 제조할 수 있는 OH 라디칼 발생장치를 제공하는 데 있다.

발명의 구성

상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은,

오염된 공기가 유입되는 유입구, 정화된 공기가 유출되는 유출구, 발생된 OH 라디칼이 오염물질과 반응하는 내부공간, 및 일측면에 형성된 개구부를 구비한 반응챔버;

외부면에 설치된 한 쌍의 전극, 상기 전극과 통전되어 내부면에 돌출되도록 설치된 한 쌍의 전극봉, 상기 각 전극봉의 단부에 각각 설치된 한 쌍의 연결구, 및 상기 연결구들 사이에 설치된 필라멘트를 구비하여, 상기 반응챔버의 내부공간에 OH 라디칼을 발생시키도록 상기 반응챔버의 개구부에 장착되는 캡부재; 및

상기 캡부재의 외부면에 설치된 전극을 통하여 상기 필라멘트에 전류를 공급하는 전원공급장치; 를 포함하는 OH 라디칼 발생장치를 제공한다.

또한 본 발명은, 외부의 오염된 공기를 상기 반응챔버의 유입구로 가압하여 공급하도록 상기 유입구에 연결된 에어펌프; 및

상기 펌프에서 반응챔버로 공급되는 공기량을 조절하도록 상기 펌프에 연결된 유량제어기; 를 더 포함할 수 있다.

뿐만 아니라, 상기 반응챔버내에는 반응온도를 최적으로 유지할 수 있도록 챔버내부의 반응온도를 측정하기 위한 온도센서를 설치할 수 있다.

이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 OH 라디칼 발생장치에 대하여 상세히 설명한다.

도 2는 본 발명의 OH 라디칼 발생장치에 대한 일실시예의 구성을 개략적으로 도시한 구성도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의하여 필라멘트를 설치한 캡부재를 도시한 사진이고, 도 4는 본 발명의 OH 라디칼 발생장치를 OH 라디칼 측정모듈에 설치한 상태를 보여주는 사진이며, 도 5는 본 발명의 OH 라디칼 발생장치에 의하여 발생한 OH 라디칼의 스펙트럼값과 시뮬레이션에 의한 이론적인 스펙트럼값을 비교한 그래프이다.

도 2와 도 3을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 OH 라디칼 발생장치의 구성을 설명하면 다음과 같다.

본 발명의 OH 라디칼 발생장치는 OH 라디칼과 오염물질을 반응시키는 반응챔버(30), 상기 챔버(30)의 일측면에 장착되며 챔버(30)내에서 OH 라디칼을 발생시키는 캡부재(32), 및 상기 캡부재(32)에 전류를 공급하는 전원공급장치(40)를 포함하고 있다.

또한, 여기에 오염된 공기를 상기 챔버(30)에 공급하는 에어펌프(20)와 상기 에어펌프(20)의 유량을 조절하는 유량제어기(10)를 더 포함할 수 있는데, 이는 오염물질이 제거되어야 할 공간의 크기 및 오염의 정도에 따라 추가될 수 있다.

상기 반응챔버(30)는 OH 라디칼이 오염물질과 반응할 수 있는 내부공간(31)을 구비하고, 일측에는 오염된 공기가 유입될 수 있는 유입구(1)를 구비하며, 타측에는 정화된 공기가 유출될 수 있는 유출구(2)를 구비하고 있다. 상기 반응챔버(30)는 처리하고자 하는 시료의 양과 성질에 따라 크기를 다르게 할 수 있다.

또한, 상기 반응챔버(30)의 유입구(1)에는 외부의 오염된 공기를 상기 반응챔버(30)의 유입구(1)로 가압하여 공급하기 위한 에어펌프(20)가 연결될 수 있고, 상기 에어펌프(20)에는 반응챔버(30)로 공급되는 공기량을 조절하기 위한 유량제어기(10)가 설치될 수 있다.

따라서, 상기의 에어펌프(20)와 유량제어기(10)가 설치된 경우 오염된 공기는 에어펌프(20)에 의해 유입구(10)를 통하여 반응챔버(30)내로 유입되며, 상기 에어펌프(20)에 설치된 유량제어기(10)에 의해 에어펌프(20)의 송출유량을 조절할 수 있다.

한편, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 캡부재(32)는 외부면에 설치된 한 쌍의 전극(33), 상기 전극(33)과 통전되어 내부면에 돌출되도록 설치된 한 쌍의 전극봉(34), 상기 한쌍의 전극봉(34)의 각 단부에 설치된 한 쌍의 연결구(35), 및 상기 연결구(35)들 사이에 설치된 필라멘트(36)를 구비하고 있으며, 상기 반응챔버(30)의 개구부(38)에 장착되어 반응챔버(30)의 내부공간(31)에서 OH 라디칼을 발생시킨다.

상기 필라멘트(36)는 열발생에 의하여 공기중에 포함된 수증기를 열분해시키기 위한 것으로서, 알루멜 와이어(alumel wire)를 사용하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 캡부재(32)를 반응챔버(30)의 개구부(38)에 장착시키기 위한 수단은 볼트와 너트 등 통상적으로 사용하는 수단에 의하여 장착시킬 수 있다.

상기 전원공급장치(40)는 캡부재(32)의 외부면에 설치된 전극(33)을 통하여 필라멘트(36)에 전류를 공급하기 위한 장치로서, 필라멘트(36)로 흐르는 전압과 전류를 일정하게 유지시키는 역할을 한다.

또한, 상기 반응챔버(30)내에는 반응온도를 최적으로 유지할 수 있도록 챔버(30)의 내부공간(31)의 반응온도를 측정하기 위하여 온도센서(37)를 설치할 수 있다.

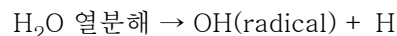
이와 같이 구성된 본 발명의 일실시예에 의한 OH 라디칼 발생장치의 작용을 설명하면 다음과 같다.

먼저, 공기정화가 요구되는 위치에 본 발명의 OH 라디칼 발생장치를 배치시키고 전원을 인가한다. 상기 전원공급장치(40)로부터 전극(33)을 통하여 전극봉(34)에 전류가 공급되면, 양쪽 전극봉(34)사이에 설치되어 있는 필라멘트(36)를 통하여 전류가 흐르게 되어 열이 발생한다.

다음으로, 에어펌프(20)와 유량제어기(10)가 설치된 경우 유량조절기(10)에 의해 에어펌프(20)로부터 송출되는 공기의 유량을 일정값으로 조절하여 상기 에어펌프(20)를 작동시키면 상기 반응챔버(30)의 유입구(1)를 통하여 오염된 공기가 챔버(30)의 내부공간(31)으로 유입된다.

이 때, 상기 내부공간(31)으로 유입된 오염된 공기는 상기 필라멘트(36) 주위로 흐르게 되고, 공기내에 포함된 수증기는 필라멘트(36)에 의해 열분해되는데, 이는 하기 반응식 4와 같은 반응기작에 의해 OH 라디칼을 발생시킨다.

반응식 4

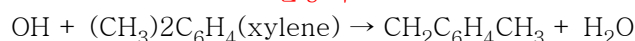


상기와 같이 발생한 OH 라디칼은 발생과 동시에 반응챔버내에 유입된 오염된 공기속에 포함되어 있는 오염물질과 반응하며 이는 CO₂ 등 극히 일부를 제외하고 공기중의 대부분의 물질들과 빠르게 반응하여 공기를 정화시킨다. 이와 같은 반응물질들 중 톨루엔(toluene)과 자일렌(xylene)의 반응기작을 예시하면 하기 반응식 5와 반응식 6과 같다.

반응식 5



반응식 6



또한, 온도센서(37)를 통해 반응챔버(30) 내부의 온도변화를 감지함으로써 발열량과 공기유입량을 조절하여 반응에 적합한 온도를 유지시킬 수 있다.

실시예

반응챔버는 200mm 길이의 스테인레스 스틸 실린더(내경: 75mm)로 제작되었다. 반응챔버의 내부압력은 로터리펌프(4AB-1-G48X, Gast)를 이용하여 약 2 torr를 유지하도록 하였다. OH는 깨끗한 공기(zero air)가 워터 버블러(water bubbler)(1L, Saville)를 통과하여 포화상태로 머금은 수증기를 알루미나 필라멘트(alumina filament)로 열분해시킴으로써 생성된다. 사용한 필라멘트는 1.5mm(O.D.)×25 mm(length)의 코일이고, 코일의 재료는 알루미나 와이어(alumina wire)로서 굵기는 0.2mm, 성분은 Al:1.50중량%, Mn:1.70중량%, Ca:0.50중량%, Ni: Balance 로 구성되었다. 이 필라멘트에 DC 전원(2V, 16A)을 공급하여 열분해를 시도하였다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 의한 OH 라디칼 발생장치가 OH 라디칼 측정모듈에 장착된 상태를 보여주는 사진이다. OH 라디칼은 공기청정기에서의 살균을 위한 목적 등으로 관심의 대상이 되고 있지만, 이의 활용이 어려웠던 가장 큰 이유는 OH 라디칼의 발생여부를 확인할 수 있는 측정기기가 부재하기 때문이었다. 사진에 보여지는 OH 라디칼 측정모듈(3)은 OH 라디칼의 발생여부를 확인하기 위하여 직접제작한 모듈이다.

본 발명의 일실시예에 의한 OH 라디칼 발생장치에서 발생하는 OH를 측정모듈을 이용하여 직접 확인할 수 있었으며, 그 측정결과에 대한 그래프가 도 5에 도시되어 있다. 도면 중 그래프의 위부분은 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 이론적인 스펙트럼값을 도시하고 있고, 그래프의 아랫부분은 본 발명의 일실시예에 의한 OH 라디칼 발생장치에서 발생한 OH 라디칼의 스펙트럼값을 도시하고 있다.

본 실험에서 구축한 OH 라디칼 측정모듈(3)을 이용하여 측정한 결과, 도면에서 알 수 있는 바와 같이 OH 라디칼이 성공적으로 검출됨을 알 수 있었다. 즉, 그래프 위부분에 도시된 이론적으로 계산된 OH 라디칼의 전자전이 피크(peak) 위치가 그래프 아랫부분에 도시된 실험적으로 검출된 피크 위치와 일치하며, 특히 Q₁(2) 피크가 가장 크게 나타남을 알 수 있었다.

발명의 효과

위에 설명한 바와 같이 구성된 본 발명의 OH 라디칼 발생장치에 의하면 기체상의 거의 모든 물질과 반응하며 반응성이 매우 큰 OH 라디칼을 공기 중 포함량이 가장 많은 수증기를 이용함으로써 용이하게 발생시킬 수 있을 뿐만 아니라, 그를 이용하여 유해물질의 제거효율을 높임으로써 오염된 대기중에 포함된 유해물질을 신속하게 제거할 수 있는 효과가 있다.

또한, 실외 또는 실내 등 대상지역에 따라 크기를 다양화할 수 있을 뿐만 아니라 제작이 간단하면서도 저가로 제조할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 생성된 OH 라디칼이 대기중의 CO, 휘발성 유기화합물 (VOCs), 포름알데하이드 (CH₂O) 등을 포함하는 라디칼 고리 반응에 의해 생성과 소멸을 반복하는 것과 그 역할을 보여주는 화학반응의 모식도이다.

도 2는 본 발명의 OH 라디칼 발생장치에 대한 일실시예의 구성을 개략적으로 도시한 구성도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 의하여 필라멘트를 설치한 캡부재를 도시한 사진이다.

도 4는 본 발명의 OH 라디칼 발생장치를 OH 라디칼 측정모듈에 설치한 상태를 보여주는 사진이다.

도 5는 본 발명의 OH 라디칼 발생장치에 의하여 발생한 OH 라디칼의 스펙트럼값과 시뮬레이션에 의한 이론적인 스펙트럼값을 비교한 그래프이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

1 : 유입구 2 : 유출구

3 : OH 라디칼 측정모듈 10 : 유량제어기

20 : 에어펌프 30 : 반응챔버

31 : 내부공간 32 : 캡부재

33 : 전극 34 : 전극봉

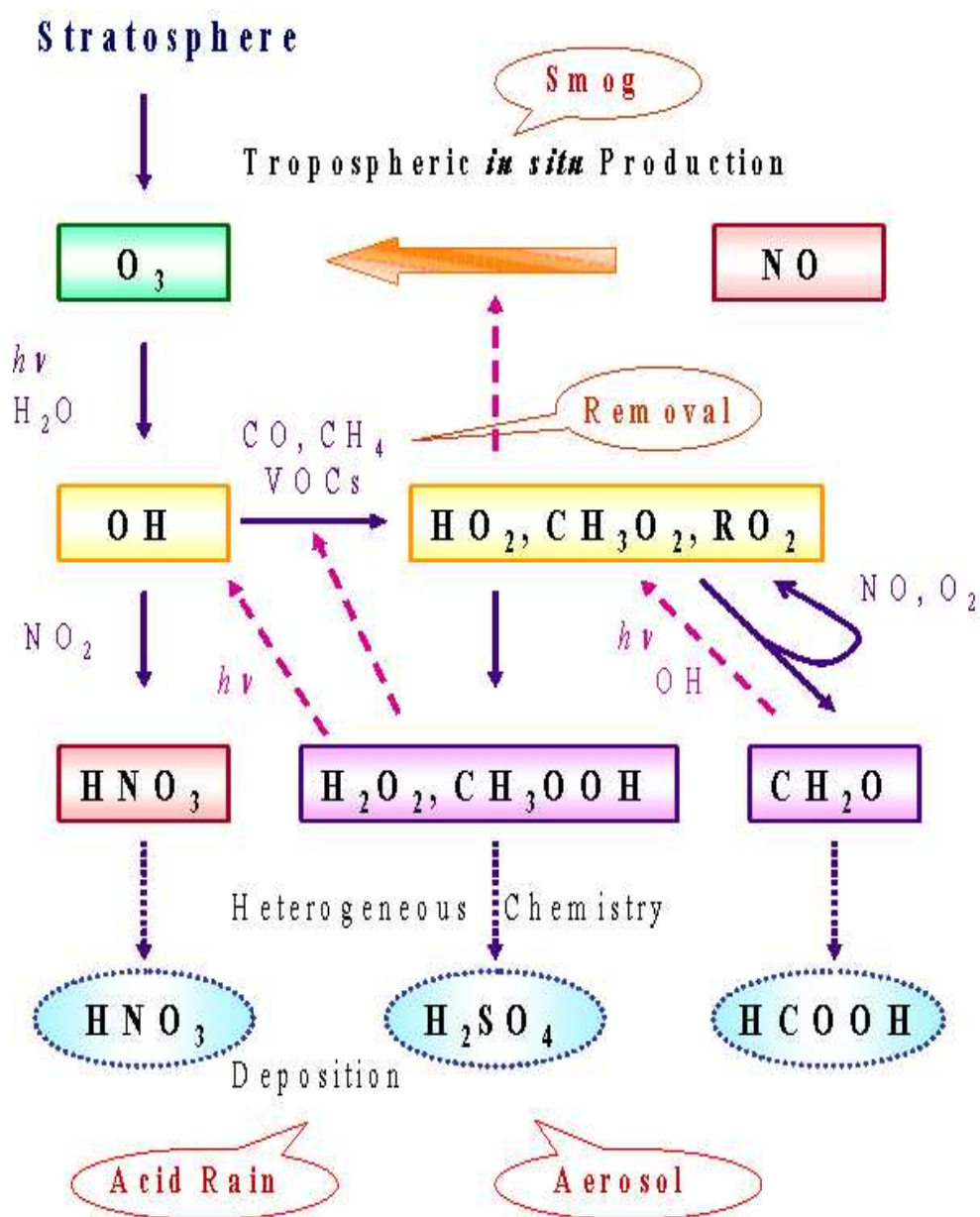
35 : 연결구 36 : 필라멘트

37 : 온도센서 38 : 개구부

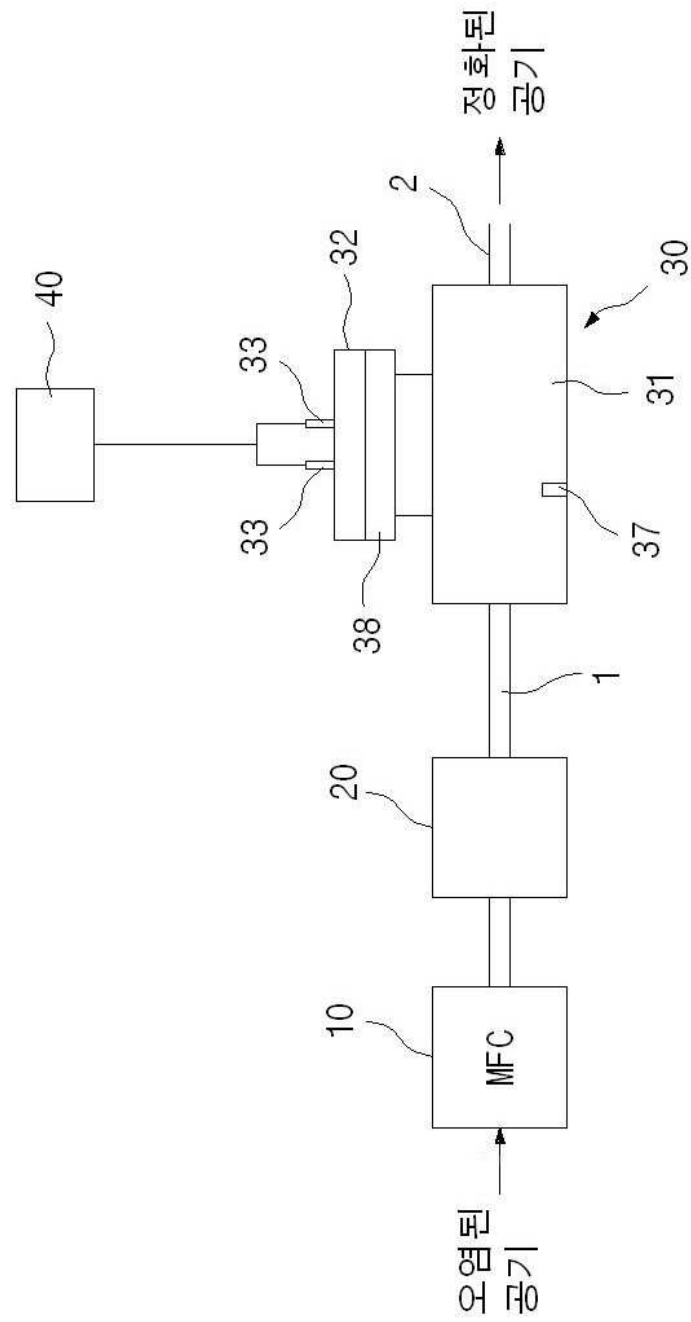
40 : 전원공급장치

도면

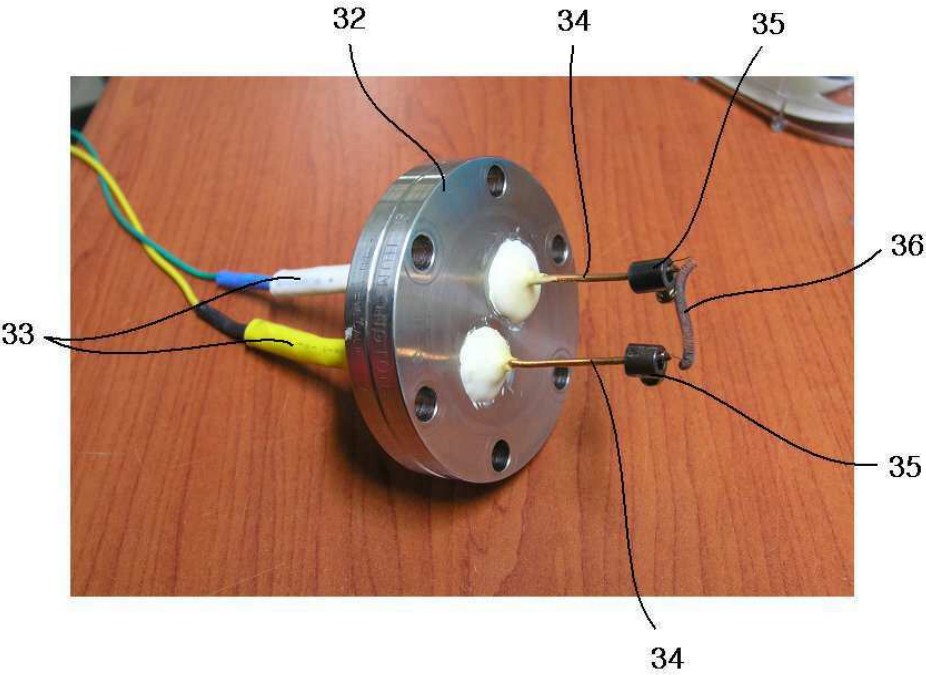
도면1



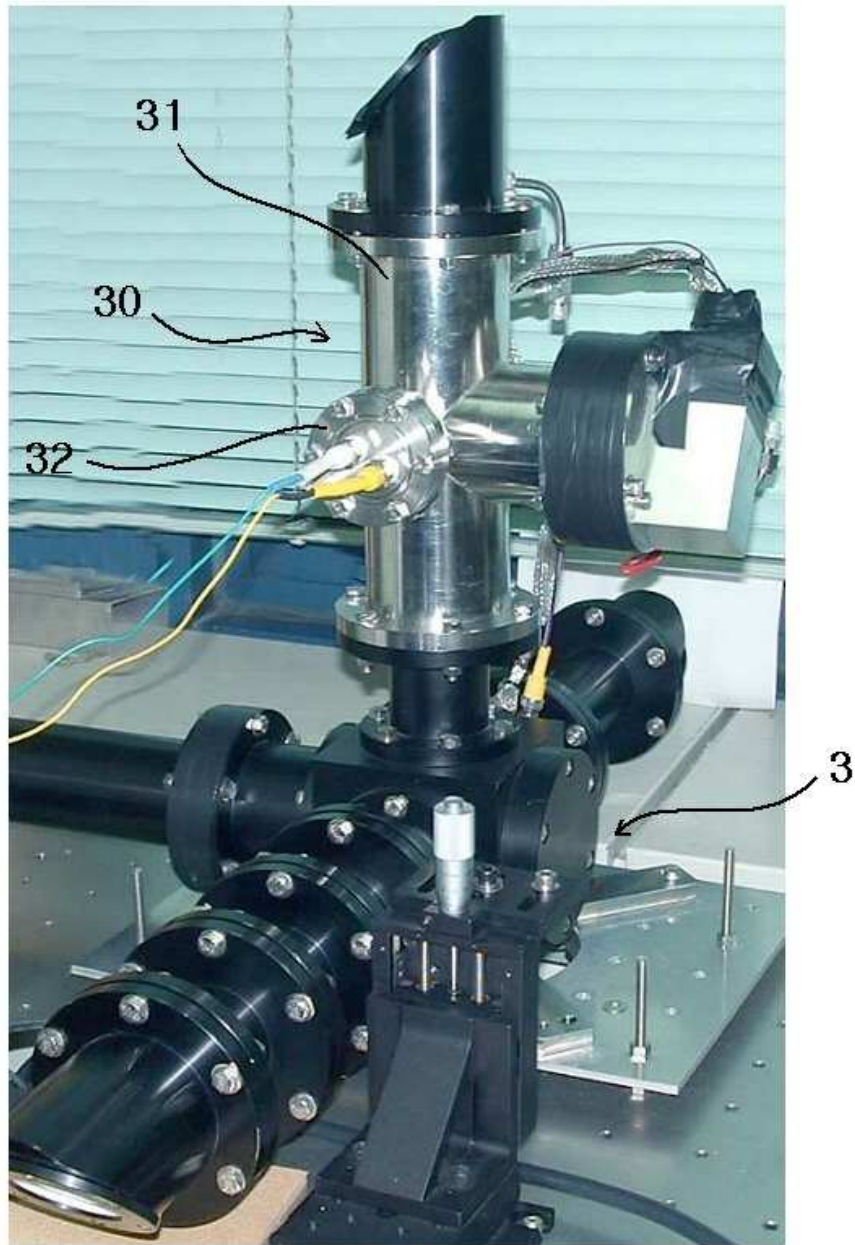
도면2



도면3



도면4



도면5

