



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월24일  
(11) 등록번호 10-0816508  
(24) 등록일자 2008년03월18일

(51) Int. Cl.

B01D 53/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0004284

(22) 출원일자 2007년01월15일

심사청구일자 2007년01월15일

(56) 선행기술조사문헌

JP2004148304 A

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

변정훈

충남 천안시 두정동 1221 두정e-편한세상 아파트 105동 201호

박재홍

서울 용산구 이태원동 200-5번지 국민주택 42호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

장한특허법인

전체 청구항 수 : 총 6 항

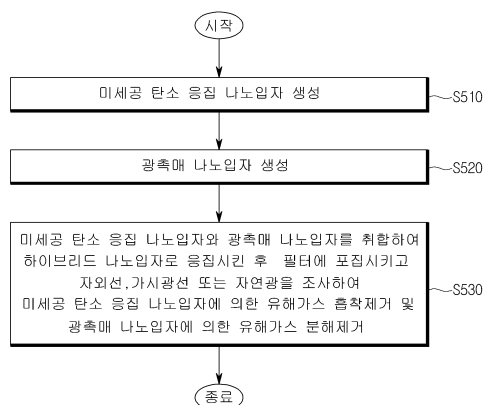
심사관 : 김선희

#### (54) 기능성 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법

#### (57) 요약

본 발명은, 필터가 구비된 공조장치 내의 유해가스를 제거하는 방법에 있어서, 1차 미세공 탄소 나노입자를 생성시킨 후 급냉각시켜 미세공 탄소 응집 나노입자를 생성하는 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계; 미세공 탄소 응집 나노입자를 필터에 공급 및 포집시켜 필터 주변의 유해가스를 미세공 탄소 응집 나노입자에 의해 흡착 제거하는 유해가스 흡착제거 단계를 포함하는 미세공 탄소 응집 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법과, 1차 금속계 나노입자를 생성하여 급가열시킨 후 고온환경에서 1차 금속계 나노입자를 산소와 반응시켜 금속산화물 나노입자인 광촉매 나노입자를 생성하는 광촉매 나노입자 생성 단계; 광촉매 나노입자를 필터에 공급 및 포집시키고 자외선, 가시광선 또는 자연광을 조사하여 필터 주변의 유해가스를 분해 제거하는 유해가스 분해제거 단계를 포함하는 광촉매 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법과, 미세공 탄소 응집 나노입자와 광촉매 나노입자를 병합 이용한 유해가스 제거 방법이 제공된다. 개시된 유해가스 제거 방법에 따르면, 미세공 탄소 나노입자 및 광촉매 나노입자의 지속적 공급을 이용한 유해가스의 흡착 및 분해제거가 가능하여 고성능의 유해가스 제거효율의 유지가 가능하다.

대표도 - 도5



(72) 발명자	(56) 선행기술조사문헌
<b>윤기영</b>	KR1020070027098 A
서울 강남구 개포2동 주공아파트 317동 108호	JP2003225561 A
<b>황정호</b>	KR100656985 B1
서울 용산구 이촌동 411번지 동아그린아파트 105동	US5626650 A
1304호	KR200396959 Y1

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

필터가 구비된 공조장치 내의 유해가스를 제거하는 방법에 있어서,

1차 미세공 탄소 나노입자를 생성시킨 후 급냉각시켜 미세공 탄소 응집 나노입자를 생성하는 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계; 및

상기 미세공 탄소 응집 나노입자를 상기 필터에 공급 및 포집시켜 상기 필터 주변의 유해가스를 상기 미세공 탄소 응집 나노입자에 의해 흡착 제거하는 유해가스 흡착제거 단계를 포함하는 미세공 탄소 응집 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계는,

상기 탄소로 이루어진 양 탄소전극에 고전압을 인가하여 스파크를 발생시키고, 상기 스파크로 발생되는 고열에 의해 상기 탄소전극이 탄소증기로 기화된 후, 공급된 비활성 기체 또는 질소를 따라 스파크 영역을 벗어나면서 응축되어 1차 미세공 탄소 나노입자로 형성되는 1차 미세공 탄소 나노입자 형성 단계;

냉각소자에 의해 상기 1차 미세공 탄소 나노입자 간에 응집이 이루어지는 과정에서, 상기 1차 미세공 탄소 나노입자 간에 응집 미세공이 형성되어 미세공 탄소 응집 나노입자가 생성되는 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계;

상기 공급된 비활성기체 또는 질소의 흐름을 따라 상기 미세공 탄소 응집 나노입자가 이동되는 미세공 탄소 응집 나노입자 이동 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 미세공 탄소 응집 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법.

### 청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 스파크 동작에 의해 감소되는 탄소전극의 크기를 실시간 감지하고, 감지된 크기정보를 이용하여 상기 양 탄소전극의 위치를 이동시키는 탄소전극 간 거리 유지단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세공 탄소 응집 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법.

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

필터가 구비된 공조장치 내의 유해가스를 제거하는 방법에 있어서,

1차 미세공 탄소 나노입자를 생성시킨 후 급냉각시켜 미세공 탄소 응집 나노입자를 생성하는 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계;

1차 금속계 나노입자를 생성하여 급가열시킨 후 고온환경에서 상기 1차 금속계 나노입자를 산소와 반응시켜 금속산화물 나노입자인 광촉매 나노입자를 생성하는 광촉매 나노입자 생성 단계; 및

상기 미세공 탄소 응집 나노입자와 상기 광촉매 나노입자를 상호 취합하여 하이브리드 나노입자로 응집시킨 후 상기 필터에 공급 및 포집시키고, 자외선, 가시광선 또는 자연광을 조사하여, 상기 하이브리드 나노입자 중의 미세공 탄소 응집 나노입자를 이용한 유해가스의 흡착제거 및 상기 광촉매 나노입자를 이용한 유해가스의 분해

제거가 동시에 이루어지는 유해가스 흡착/분해 제거 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법.

## 청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계는,

상기 탄소로 이루어진 양 탄소전극에 고전압을 인가하여 스파크를 발생시키고, 상기 스파크로 발생되는 고열에 의해 상기 탄소전극이 탄소증기로 기화된 후, 공급된 비활성 기체 또는 질소를 따라 스파크 영역을 벗어나면서 응축되어 1차 미세공 탄소 나노입자로 형성되는 1차 미세공 탄소 나노입자 형성 단계;

냉각소자에 의해 상기 1차 미세공 탄소 나노입자 간에 응집이 이루어지는 과정에서, 상기 1차 미세공 탄소 나노입자 간에 응집 미세공이 형성되어 미세공 탄소 응집 나노입자가 생성되는 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계;

상기 공급된 비활성기체 또는 질소의 흐름을 따라 상기 미세공 탄소 응집 나노입자가 이동되는 미세공 탄소 응집 나노입자 이동 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법.

## 청구항 9

제 7항 또는 제 8항에 있어서, 상기 금속은,

티타늄(Ti), 우라늄(W), 철(Fe), 니켈(Ni) 중 선택된 하나 또는 그 이상의 조합이며,

상기 광촉매 나노입자 생성 단계는,

상기 금속으로 이루어진 양 금속전극에 사이에, 산소를 포함한 비활성 기체 또는 산소를 포함한 질소가 공급되는 상태에서 고전압을 인가하여 스파크를 발생시키고, 상기 스파크로 발생되는 고열에 의해 상기 금속전극이 금속증기로 기화된 후, 상기 산소와 일부 결합한 상태로 응축되어 1차 금속계 나노입자로 생성되는 1차 금속계 나노입자 생성 단계;

상기 1차 금속계 나노입자 간 서로 충돌 및 응집되어 금속계 응집 나노입자가 생성되는 금속계 응집 나노입자 생성 단계;

상기 양 금속전극 사이에 공급되는 상기 산소에 의해 상기 금속계 응집 나노입자가 산화되어, 금속산화물 나노입자인 광촉매 나노입자를 형성하는 광촉매 나노입자 형성 단계;

가열소자를 이용하여 상기 금속계 응집 나노입자의 산화를 촉진시키는 금속계 응집 나노입자 가열 단계; 및

상기 공급된 비활성 기체 또는 질소의 흐름을 따라 상기 생성된 광촉매 나노입자가 이동되는 광촉매 나노입자 이동 단계를 포함하며,

상기 유해가스 흡착/분해 제거 단계는,

상기 이동된 미세공 탄소 응집 나노입자와 상기 광촉매 나노입자를 취합관을 통해 각각 취합 이송받아 가열에 의해 상호 응집을 촉진하여 하이브리드 나노입자를 형성시킨 후 상기 필터에 공급 및 포집시키는 하이브리드 나노입자 형성 단계;

상기 필터 주변의 유해가스가 상기 하이브리드 나노입자 중 미세공 탄소 응집 나노입자에 의해 흡착 제거되는 미세공 탄소 응집 나노입자의 유해가스 흡착 단계;

상기 하이브리드 나노입자에 자외선, 가시광선 또는 자연광을 조사하여, 상기 하이브리드 나노입자 중 광촉매 나노입자와 상기 자외선, 가시광선 또는 자연광 간의 반응에 의해 OH라디칼이 생성되는 반응활성종 생성 단계; 및

상기 미세공 탄소 응집 나노입자에 흡착된 유해가스가 상기 광촉매 나노입자로 이동되거나 또는 필터 주변의 유해가스가 광촉매 나노입자에 흡착되어 상기 OH라디칼에 의해 분해 제거되는 하이브리드 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법.

## 명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <18> 본 발명은 기능성 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 미세공 탄소 나노입자와 광촉매 나노입자를 스파크 방전 및 급냉 또는 급열 환경을 이용하여 생성하고, 이를 통해 유해가스를 지속적으로 흡착 또는 분해 제거하기 위한 기능성 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법에 관한 것이다.
- <19> 산업시설 이외의 유해가스 저감 대상은 대부분 악취, 오존, 휘발성 유기 화합물 등의 ppb(Part Per Billion) 수준의 저농도 유해가스 환경이지만 이러한 환경은 실제 사람과 직접 연결된 환경이므로 지속적이고 활용이 용이하며 효과적인 유해가스 저감 및 항균 시스템이 요구되는 실정이다.
- <20> 현재 사용되고 있는 공조장치 등에 설치된 유해가스 저감 및 항균 시스템은 대부분 일정시간 사용 후 교체가 필요하여 시스템 성능 유지와 같은 지속성 문제에 있어서 편리성이 떨어지는 단점이 있다.
- <21> 또한, 상기 지속성의 문제는 사람의 건강에 직접적인 영향을 주어 그에 따른 대안기술이 요구되고 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <22> 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로서, 유해가스를 저감하는 기술로 흡착 또는 분해의 방법을 사용함에 있어서 그 역할을 담당하는 기능성 물질인 나노입자의 지속적인 공급을 통해 지속적인 유해가스 저감에 관한 안정성 및 유지의 편리성을 향상시키는 기능성 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- <23> 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기에 설명될 것이며, 본 발명의 실시예에 의해 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허청구범위에 나타난 수단 및 조합에 의해 실현될 수 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

- <24> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 미세공 탄소 응집 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법은, 필터가 구비된 공조장치 내의 유해가스를 제거하는 방법에 있어서, 1차 미세공 탄소 나노입자를 생성시킨 후 급냉각시켜 미세공 탄소 응집 나노입자를 생성하는 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계; 및 상기 미세공 탄소 응집 나노입자를 상기 필터에 공급 및 포집시켜 상기 필터 주변의 유해가스를 상기 미세공 탄소 응집 나노입자에 의해 흡착 제거하는 유해가스 흡착제거 단계를 포함한다.
- <25> 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 광촉매 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법은, 필터가 구비된 공조장치 내의 유해가스를 제거하는 방법에 있어서, 1차 금속계 나노입자를 생성하여 급가열시킨 후 고온환경에서 상기 1차 금속계 나노입자를 산소와 반응시켜 금속산화물 나노입자인 광촉매 나노입자를 생성하는 광촉매 나노입자 생성 단계; 및 상기 광촉매 나노입자를 상기 필터에 공급 및 포집시키고 자외선, 가시광선 또는 자연광을 조사하여 필터 주변의 유해가스를 분해 제거하는 유해가스 분해제거 단계를 포함한다.
- <26> 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 하이브리드 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법은, 1차 미세공 탄소 나노입자를 생성시킨 후 급냉각시켜 미세공 탄소 응집 나노입자를 생성하는 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계; 1차 금속계 나노입자를 생성하여 급가열시킨 후 고온환경에서 상기 1차 금속계 나노입자를 산소와 반응시켜 금속산화물 나노입자인 광촉매 나노입자를 생성하는 광촉매 나노입자 생성 단계; 및 상기 미세공 탄소 응집 나노입자와 상기 광촉매 나노입자를 상호 취합하여 하이브리드 나노입자로 응집시킨 후 상기 필터에 공급 및 포집시키고, 자외선, 가시광선 또는 자연광을 조사하여, 상기 하이브리드 나노입자 중의 미세공 탄소 응집 나노입자를 이용한 유해가스의 흡착제거 및 상기 광촉매 나노입자를 이용한 유해가스의 분해제거가 동시에 이루어지는 유해가스 흡착/분해 제거 단계를 포함한다.
- <27> 이하 첨부된 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적인 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

- <28> 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- <29> 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 미세공 탄소 응집 나노입자 발생을 이용한 유해가스 흡착 제거 방법의 흐름도, 도 2a 내지 도 2b는 도 1의 방법을 위한 개략 구성도, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 광촉매 나노입자 발생을 이용한 유해가스 분해 제거 방법의 흐름도, 도 4a 내지 도 4b는 도 3의 방법을 위한 개략 구성도, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 나노입자 발생을 이용한 유해가스 흡착 및 분해 제거 방법의 흐름도, 도 6은 도 5의 방법을 위한 개략 구성도이다.
- <30> 본 발명에 따르면, 필터(11)가 구비된 공조장치(10) 내의 유해가스를 제거하는 방법에 관한 것으로서, 지속적으로 기능성 나노입자를 공급하여 필터(11) 주변의 유해가스를 흡착 또는 분해 제거하는 것에 의해 유해가스의 저감 효율을 향상시키고 상기 공조장치(10)의 유지관리가 용이할 수 있다. 여기서, 상기 공조장치(10)는 오존, 악취, 휘발성 유기 화합물 등의 저농도 유해가스의 저감이 장기간 요구되는 어떠한 대상공간(예를 들어, 자동차, 선박, 철도, 차량, 항공기 등)에 설치되어도 무방하다.
- <31> 이하에서는, 도 1 내지 도 2a를 참고로, 본 발명의 실시예에 따른 '미세공 탄소 응집 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법'에 관하여 상세히 설명하고자 한다.
- <32> 먼저, 1차 미세공 탄소 나노입자(19)를 생성시킨 후 급냉각시켜, 상기 1차 미세공 탄소 나노입자(19) 간 응집 제어에 이루어진 균분산된 미세공 탄소 응집 나노입자(20)를 발생시킨다(S110).
- <33> 이러한 상기 1차 미세공 탄소 나노입자(19)를 급냉각하여 상기 미세공 탄소 응집 나노입자(20)를 생성시키는 단계(S110)는 도 2a 내지 도 2b를 참고로 하여 다음과 같이 세분화될 수 있다.
- <34> 우선, 상기 탄소로 이루어진 양 탄소전극(30)에 고전압 발생장치를 이용하여 고전압을 인가하여 양 탄소전극(30) 간에 스파크(31)를 발생시키고, 상기 스파크(31)로 발생되는 고열에 의해 상기 탄소전극(30)이 탄소증기(34)로 기화된 후, 공급된 비활성 기체 또는 질소와 같은 캐리어 가스를 따라 스파크(31) 영역을 벗어나면서 응축되어, 에어로졸 상태의 1차 미세공 탄소 나노입자(19)로 형성된다(제1a단계; 1차 미세공 탄소 나노입자 형성).
- <35> 여기서, 상기 미세공(미도시)은 상기 탄소증기(34)가 응축되는 과정에서 상기 1차 미세공 탄소입자(19)상에 형성되는 미세 공간을 의미한다. 또한, 상기 탄소증기(34)는 상기 스파크(31)에 비해 낮은 온도를 갖는 스파크(31) 외부 영역의 환경 온도에 의해 냉각되어 응축될 수 있다.
- <36> 한편, 상기 캐리어 가스의 조성은, 생성되는 1차 미세공 탄소 나노입자(19)의 미세공 생성을 증대시키기 위해, 상기 비활성 기체와 질소 외에 일정량의 수분과 오존 등을 더 포함할 수 있으며 이의 조성비는 특정한 값으로 한정되지 않는다.
- <37> 그리고, 상기 양 탄소전극(30) 간의 간격은 0.5mm 내지 10mm 범위의 수 밀리미터(mm) 단위일 수 있다. 예를 들어 탄소전극(30) 간 간격이 1mm 인 경우 2.5kV 내지 3kV의 고전압 인가시 5000℃ 내외의 고열이 발생되면서 상기 탄소전극(30)의 탄소증기(34)가 응축되어 상기 1차 미세공 탄소 나노입자(19)로 형성될 수 있다.
- <38> 또한, 도2a의 고전압 발생장치의 전원은 직류 또는 교류일 수 있고, 교류인 경우 사각파, 삼각파, 오프셋 조절 등의 상기 전원 적용에는 보다 다양할 수 있다.
- <39> 그런 다음, 상기 탄소전극(30) 주변에 설치된 냉각소자(32)에 의해 상기 1차 미세공 탄소 나노입자(19)의 응집 정도를 제어하여, 상기 1차 미세공 탄소 나노입자(19) 간에 응집이 이루어지는 과정에서, 상기 1차 미세공 탄소 나노입자(19) 간에 응집 미세공(21)이 형성되어 미세공 탄소 응집 나노입자(20)가 생성된다(제1b단계; 미세공 탄소 응집 나노입자 생성).
- <40> 여기서 상기 냉각소자(32)의 냉각온도는 상온 이하의 -40℃ 내지 10℃일 수 있으나 이는 단지 일 실시예에 불과하며 반드시 이에 한정되지 않는다.
- <41> 그리고, 상기 1차 미세공 탄소 나노입자(19)의 크기는 상기 제1a단계에서 1차적으로 기화된 후 응축되어 10nm 내외로 형성될 수 있고, 제1b단계에서 1차 미세공 탄소 나노입자(19) 간의 충돌에 의해 응집이 이루어짐에 따라 상기 1차 크기보다 큰 크기의 미세공 탄소 응집 나노입자(20)로 형성될 수 있다.
- <42> 한편, 이러한 제1b단계의 냉각에 의한 저온환경의 조성은 상기 제1a단계가 시행되는 동안 또는 그 제1a단계 직후에 시행되어도 무방하며, 상기 저온환경에 의해 1차 미세공 탄소 나노입자(19) 간의 응집을 제어하여 균일한



크기의 미세공 탄소 응집 나노입자(20)를 생성하는 동시에 1차 미세공 탄소 나노입자(19) 간에도 응집 미세공 (21)이 형성되도록 유도할 수 있다.

- <43> 그리고 이후에는, 공급된 미량의 수분 및 오존을 포함한 상기 비활성기체 또는 질소( $N_2$ ), 즉 캐리어 가스의 흐름을 따라 상기 미세공 탄소 응집 나노입자(20)가 이동된다(제1c단계; 미세공 탄소 응집 나노입자 이동).
- <44> 상기 제1c단계 또한 상기 제1a단계 및 제1b단계와 동시 진행될 수 있다. 즉, 이상과 같은 제1a단계 내지 제1c단계는 설명의 편의를 구하고자 각 단계로 구분하였으나 상호 시간적인 구분 없이 동시 진행될 수 있음은 물론이다.
- <45> 한편, 상기 비활성기체는 아르곤(Ar), 헬륨(He), 네온(Ne), 크립톤(Kr), 크세논(Xe), 라돈(Ra) 등일 수 있다. 이러한, 상기 비활성기체 또는 질소는 주변의 다른 원소 등과의 화학 반응성이 낮은 안정적인 물질로서 추후 상기 미세공 탄소 응집 나노입자(20)를 안정적으로 이동시킬 수 있다.
- <46> 한편, 상기 1차 미세공 탄소 나노입자(19)가 응집되어 성장되는 크기는, 상기 공급되는 비활성기체 또는 질소의 유량 또는 유속에 따라 수 나노미터 단위에서 수백 나노미터 단위의 광범위한 입경으로 조절될 수 있다. 예를 들어, 상기 공급되는 비활성기체 또는 질소의 유량(또는 유속)이 증가되는 경우, 상기 1차 미세공 탄소 나노입자(19)의 농도가 감소됨에 따라 입자 간의 응집현상 또한 감소되게 되고, 이러한 과정을 통해 상기 응집되는 미세공 탄소 응집 나노입자(20)의 크기 또한 감소될 수 있다. 물론, 상기 미세공 탄소 응집 나노입자(20)의 응집 정도와 농도의 조절은 스파크 생성조건인 고전압발생장치의 인가전압, 주파수, 전류, 저항, 커패시턴스값 또는 상기 비활성 기체의 종류 및 조성, 탄소전극(30)의 형상, 급냉각온도 등에 의해 변경될 수 있다.
- <47> 이상과 같은 상기 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계(S110) 이후에는, 상기 균분산된 미세공 탄소 응집 나노입자(20)를 상기 필터(11)에 공급 및 포집시켜 상기 필터(11) 주변의 유해가스, 악취, 휘발성 유기 화합물 등을 미세공 탄소 응집 나노입자(20)에 의해 흡착 제거한다(S120).
- <48> 여기서, 상기 미세공 탄소 응집 나노입자(20) 자체에 형성된 응집 미세공(21)을 통해 흡착 제거 성능이 부여될 수 있다.
- <49> 또한, 여기서 상기 미세공 탄소 응집 나노입자(20)가 상기 공조장치(10) 내에서 상기 필터(11)에 포집되기 전, 즉 운송 중인 상황에서 유해가스가 존재하는 경우에도 공기 중의 유해가스 성분을 이동 중에서 흡착 제거하는 능동적 제거 방법으로도 적용됨을 물론이다.
- <50> 이상과 같은 본 발명의 나노입자의 급냉반응을 이용한 유해가스 제거 방법에 따르면, 기존에 단순히 필터(11)만을 이용한 경우에 비하여, 상기 필터(11)뿐만 아니라 상기 미세공 탄소 응집 나노입자(20)에 의한 이중적인 유해가스 제거 효과가 있어 유해가스의 제거 효율이 증대되며 그 제거 성능의 지속성이 확보될 수 있다.
- <51> 여기서, 상기 필터(11)의 입자 포집은 입자의 개수 기준으로 99.9997% 이상의 포집효율을 갖는 것이 바람직하며, 이러한 필터(11)의 조성은 활성탄 섬유, 유리섬유, 부직포, 셀룰로오스, 세라믹, 금속메쉬, 폴리머 메쉬 중 선택된 어느 하나 또는 상술한 물질 중 일부를 혼합하여 사용할 수 있다.
- <52> 한편, 본 발명에 따르면, 상기 스파크(31) 동작에 의해 감소되는 탄소전극(30)의 크기를 실시간 감지하고, 감지된 크기정보를 이용하여 상기 양 탄소전극(30)의 위치를 이동시키는 탄소전극 간 거리 유지단계를 더 포함할 수 있다.
- <53> 즉, 상기 스파크(31) 동작에 의해 탄소전극(30)의 탄소증기이 점차로 기화됨에 따라 상기 탄소전극(30)의 크기는 점점 감소되게 되고, 이러한 탄소전극(30) 크기의 감소는 곧, 상기 탄소전극(30) 간 거리의 증대를 의미한다.
- <54> 여기서, 상기 탄소전극(30) 간 거리가 증대되는 경우 상기 스파크(31)의 방전 효율 및 그에 따른 1차 미세공 탄소 나노입자(19) 또는 미세공 탄소 응집 나노입자(20)의 생성 특성이 변화될 수 있으므로, 상기 탄소전극(30) 간 거리의 일정한 유지 및 그에 따른 상기 탄소전극(30)의 안정된 방전이 지속될 수 있도록 탄소전극(30)의 크기가 실시간 감지되는 것이 바람직하다.
- <55> 이러한 탄소전극(30)의 크기 감지는 별도의 스파크 전압/전류 모니터(미도시) 또는 비전카메라(미도시) 등에 의해 이루어질 수 있으나 반드시 이에 한정되지 않는다. 또한, 상기 탄소전극(30)의 각 외측에는 상기 스파크 전압/전류 모니터(미도시) 또는 비전카메라(미도시)의 감지된 크기정보에 따라 이동되는 별도의 이동스테이지(미도시)가 더 구비될 수 있음은 물론이다.

- <56> 한편, 이하에서는 도 3 내지 도 4b를 참고로, 본 발명의 실시예에 따른 '광촉매 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법'에 관하여 설명하고자 한다.
- <57> 먼저, 1차 금속계 나노입자(40)를 생성하여 급가열시킨 후 고온환경에서 상기 1차 금속계 나노입자(40)를 산소와 반응시켜 금속산화물 나노입자인 광촉매 나노입자(50)를 생성한다(S310).
- <58> 여기서, 상기 금속은 추후 광촉매로 작용될 수 있는 티타늄(Ti), 우라늄(W), 철(Fe), 니켈(Ni) 중 선택된 하나 또는 그 이상의 조합으로 이루어질 수 있으나, 금속의 종류가 반드시 이에 한정되지는 않고, 보다 다양한 종류가 적용될 수 있다.
- <59> 이러한 상기 광촉매 나노입자 생성 단계(S310)는 도 4a 내지 도 4b를 참고로 하여 다음과 같이 세분화될 수 있다.
- <60> 우선, 상기 금속으로 이루어진 양 금속전극(60) 사이에, 산소를 포함한 비활성 기체 또는 산소( $O_2$ )를 포함한 질소( $N_2$ ) 즉, 산소를 포함한 캐리어 가스가 공급되는 상태에서 고전압을 인가하여 스파크(61)를 발생시키고, 상기 스파크(61)로 발생하는 고열에 의해 상기 금속전극(60)이 금속증기(63)로 기화된 후, 상기 캐리어 가스 중 산소와 일부 결합한 상태로 응축되어 에어로졸 상태의 1차 금속계 나노입자(40)로 생성된다(제2a단계; 1차 금속계 나노입자 생성).
- <61> 여기서, 상기 양 금속전극(60) 간의 간격은 상기 탄소전극(30)에 관한 실시예와 같이 0.5mm 내지 10mm 범위의 수 밀리미터(mm) 단위일 수 있고, 예를 들어 금속전극(60) 간 간격이 1mm 인 경우 2.5kV 내지 3kV의 고전압 인가시 5000℃ 내외의 고열이 발생되면서 금속증기(63)로 기화된 후 캐리어 가스 중 산소와 일부 결합한 상태로 응축되어 상술한 1차 금속계 나노입자(40)로 형성될 수 있다.
- <62> 한편 상기 제2a단계에서, 상기 1차 금속계 나노입자(40)의 크기는 상기 금속증기(63)가 1차적으로 캐리어 가스 중 산소와 일부 결합한 상태로 응축되어 10nm 내외로 형성될 수 있고, 1차 금속계 나노입자(40) 간의 충돌에 의해 응집이 이루어짐에 따라 상기 1차 크기보다 큰 크기의 금속계 응집 나노입자(41)가 생성될 수 있다(제2b단계; 금속계 응집 나노입자 생성).
- <63> 그런 다음, 캐리어 가스 중 잔여 산소( $O_2$ )가 스파크(61) 이후 영역에 조성된 고온 환경에서 공급됨에 따라 상기 금속계 응집 나노입자(41)가 산화되어, 금속산화물 나노입자인 광촉매 나노입자(50)를 형성하게 된다(제2c단계; 광촉매 나노입자 형성)
- <64> 즉, 상기 양 금속전극(60) 사이에 공급되는 상기 산소에 의해 상기 1차 금속계 나노입자(40)가 산화됨에 따라 광촉매 나노입자(50)를 형성할 수 있다.
- <65> 이러한 상기 산화된 광촉매 나노입자(50)는 상기 금속의 종류에 따라  $TiO_2$ ,  $WO_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $WO_3-TiO_2$ , NiO 등일 수 있다.
- <66> 그리고, 상기 제2c단계(광촉매 나노입자 생성 단계)가 시행되는 동안에는, 도 4a 같이 가열소자(62)를 이용하여 상기 금속계 응집 나노입자(41)의 산화를 촉진시킨다(제2d단계; 금속계 응집 나노입자 가열). 이러한 상기 제2d단계는, 일반적으로 온도가 높아질수록 산화 반응이 촉진되는 원리를 이용한 것이며, 가열온도는 1000℃ 내지 2000℃일 수 있으나 반드시 이에 한정되지 않는다.
- <67> 상기와 같은 제2a단계 내지 제2d단계는 설명의 편의를 구하고자 각 단계로 구분하였으나 상호 시간적인 구분 없이 동시 진행될 수 있음은 물론이다.
- <68> 그리고, 상기 공급된 미량의 산소를 포함한 상기 비활성 기체 또는 질소의 흐름을 따라 상기 생성된 광촉매 나노입자(50)가 이동된다(제2e단계; 광촉매 나노입자 이동).
- <69> 한편, 상기 1차 금속계 나노입자(40)가 응집되어 성장되는 크기는, 상기 공급되는 비활성기체 또는 질소의 유량 또는 유속, 스파크(61)의 생성조건, 금속전극(60) 형상 등에 따라 수 나노미터 단위에서 수백 나노미터 단위의 광범위한 입경으로 조절될 수 있으며, 그러한 원리는 앞서 상기 1차 미세공 탄소 나노입자(19)의 경우와 동일하므로 상세한 설명은 생략하고자 한다.
- <70> 이상 상술한 바와 같은 상기 광촉매 나노입자 생성 단계(S310) 이후에는, 상기 광촉매 나노입자(50)를 상기 필터(11)에 공급 및 포집시키고 광선조사부(12)를 이용하여 자외선, 가시광선 또는 자연광을 조사하여 필터(11)



주변의 유해가스를 분해 제거한다(S320).

- <71> 여기서, 상기 광촉매 나노입자(50)가 상기 공조장치(10) 내에서 상기 필터(11)에 포집되기 전, 즉 운송 중인 상황에서 유해가스가 존재하는 경우에도 공기 중의 유해가스 성분을 이동 중에 분해 제거하는 능동적 제거방법으로도 적용되는 물론이다.
- <72> 여기서, 이러한 상기 유해가스 분해 제거 단계(S320) 또한 도 4b를 참고로 아래와 같이 세분화될 수 있다.
- <73> 우선, 상기 필터(11)에 공급되는 상기 광촉매 나노입자(50)에 상기 광선조사부(12)를 이용하여 자외선, 가시광선 또는 자연광을 조사하여 반응활성종인 OH라디칼을 생성시킨다(제2f단계; 반응활성종 생성).
- <74> 즉, 상기 광촉매 나노입자(50)는 자외선, 가시광선 또는 자연광에 노출되면서 전자와 정공의 해리에 의해 반응활성종인 OH라디칼을 생성하게 된다.
- <75> 여기서, 상기 자외선이 이용되는 경우, 상기 광선조사부(12)는 UV 램프, UV LED(Light-Emitting Diode), 자외선 조사용 광섬유(Optical Fiber) 등일 수 있고, 상기 광섬유는 케이블 형태로서 필터(11) 부분의 공간이 협소한 경우 설치가 용이한 이점이 있다.
- <76> 이후에는, 상기 필터(11) 주변의 유해가스가 상기 OH라디칼에 의해 분해 제거된다(제2g단계; 유해가스 분해)
- <77> 즉, 상기 OH라디칼에 의하면 상기 필터(11) 주변의 유해가스인 악취, 오존, 휘발성 유기 화합물 등의 물질을 분해시켜 인체에 무해한 물(H<sub>2</sub>O)과 탄산가스(CO<sub>2</sub>), 질소가스(N<sub>2</sub>) 등으로 변환되도록 한다.
- <78> 물론, 상기 광선조사부(12)의 자외선, 가시광선 또는 자연광이 이용되는 경우, 필터(11)에 부착된 세균 또한 저감될 수 있는 효과가 있다.
- <79> 이상과 같은 원리를 갖는 상기 광촉매 나노입자 발생을 이용한 나노입자의 유해가스 제거 방법에 의하면 공조장치(10) 내부의 필터(11) 주변의 오염된 공기를 쾌적한 상태로 정화 또는 항균시킬 수 있다.
- <80> 한편, 본 발명에 따르면, 상기 스파크(61) 동작에 의해 감소되는 금속전극(60)의 크기를 실시간 감지하고, 감지된 크기정보를 이용하여 상기 양 금속전극(60)의 위치를 이동시키는 금속전극 간 거리 유지단계를 더 포함할 수 있으며, 상세한 원리는 앞서 탄소전극(30)의 경우와 동일하므로 생략하고자 한다.
- <81> 이하에서는, 도 5 내지 도 6을 참고로, 상기 미세공 탄소 응집 나노입자(20) 발생 및 상기 광촉매 나노입자(50) 발생을 병용한, 하이브리드 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법에 관하여 상세히 설명하고자 한다.
- <82> 먼저, 도 2a 내지 도 2b의 방법을 통해 1차 미세공 탄소 나노입자(19)를 생성시킨 후 급냉각시켜 상기 1차 미세공 탄소 나노입자(19) 간의 응집이 제어된 미세공 탄소 응집 나노입자(20)를 발생시킨다(S510).
- <83> 여기서, 상기 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계(S510)의 세부 진행단계는 앞서 상술한, 상기 제1a단계(1차 미세공 탄소 나노입자 형성), 제1b단계(미세공 탄소 응집 나노입자 생성), 제1c단계(미세공 탄소 응집 나노입자 이동)와 동일하므로 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- <84> 다음으로, 상기 미세공 탄소 응집 나노입자 생성 단계(S510)와 동시에, 도 4a 내지 도 4b의 방법을 통해, 1차 금속계 나노입자(40)를 생성하여 급가열시킨 후, 고온환경에서 상기 1차 금속계 나노입자(40)를 산소와 반응시켜 금속산화물 나노입자인 광촉매 나노입자(50)를 생성한다(S520).
- <85> 여기서, 상기 광촉매 나노입자 형성 단계(S520)의 세부 진행단계 또한, 앞서 상술한 제2a단계(1차 금속계 나노입자 생성), 제2b단계(금속계 응집 나노입자 생성), 제2c단계(광촉매 나노입자 형성), 제2d단계(금속계 응집 나노입자 가열), 제2e단계(광촉매 나노입자 이동)와 동일하므로 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- <86> 상기 광촉매 나노입자 생성 단계(S530) 이후에는, 상기 미세공 탄소 응집 나노입자(20)와 상기 광촉매 나노입자(50)를 상호 취합하여 하이브리드 나노입자(70)로 응집시킨 후 상기 필터(11)에 공급 및 포집시키고, 자외선, 가시광선 또는 자연광을 조사하여, 상기 하이브리드 나노입자(70) 중의 미세공 탄소 응집 나노입자(20)를 이용한 유해가스의 흡착제거 및 상기 광촉매 나노입자(50)를 이용한 유해가스의 분해제거가 동시에 이루어진다(S530).
- <87> 여기서, 이러한 상기 유해가스 흡착/분해 제거 단계(S530)는 도 6을 참고로 하여 아래와 같이 세분화될 수 있다.
- <88> 상기 이동된 미세공 탄소 응집 나노입자(20)와 상기 광촉매 나노입자(50)를 취합관(80)을 통해 각각 취합 이송

받아 가열수단(71)의 가열작용에 의해 상호 응집을 촉진하여 하이브리드 나노입자(70)를 형성시킨 후 상기 필터(11)에 공급 및 포집시킨다(제3a단계;하이브리드 나노입자 형성).

<89> 여기서, 상기 하이브리드 나노입자(70)의 응집 촉진을 위한 가열온도는 100℃ 내지 2000℃ 범위일 수 있으나 반드시 이에 한정되지 않는다.

<90> 상기 제3a단계(하이브리드 나노입자 형성) 이후, 상기 필터(11) 주변의 유해가스가 상기 하이브리드 나노입자(70) 중 미세공 탄소 응집 나노입자(20)에 의해 흡착 제거된다(제3b단계;미세공 탄소 응집 나노입자의 유해가스 흡착제거)

<91> 그리고, 상기 하이브리드 나노입자(70)에 광선조사부(12)의 자외선, 가시광선 또는 자연광을 조사하여, 상기 하이브리드 나노입자(70) 중 광촉매 나노입자(50)와 상기 자외선, 가시광선 또는 자연광 간의 반응에 의해 OH라디칼이 생성된다(제3c단계;반응활성종 생성).

<92> 여기서, 상기 미세공 탄소 응집 나노입자(20)에 흡착된 유해가스가 광촉매 나노입자(50)로 이동되거나 또는 필터(11) 주변의 유해가스가 광촉매 나노입자(50)에 흡착되어 상기 OH라디칼에 의해 분해 제거된다(제3d단계;유해가스 분해제거).

<93> 이러한 상기 유해가스의 흡착 및 분해제거에 관한 각 원리 및 효과는 앞서 상술한 바와 동일하다.

<94> 여기서, 상기 유해가스 흡착/분해 제거 단계(S530)의 세부단계 중 유해가스흡착제거, 반응활성종 생성, 유해가스 분해단계인 상기 제3b단계 내지 제3d단계는 시간에 따라 구분되는 것이 아닌 동시 진행가능함은 물론이다.

<95> 이상과 같이 본 발명에 따르면, 오존, 악취, 휘발성 유기 화합물 등의 저농도 유해가스의 저감 및 향균이 장기간 요구되는 대상공간에 설치된 공조장치(10)의 필터(11) 내부에, 유해가스 흡착성질의 미세공 탄소 응집 나노입자(20) 및 유해가스 분해성질의 광촉매 나노입자(50)를 지속적으로 공급함에 따라 지속적인 고효율의 공기 정화뿐 아니라 상기 필터(11)의 교환시기가 연장될 수 있고 그에 따른 상기 공조장치(10)의 유지관리를 용이하게 할 수 있다.

<96> 또한, 본 발명에서는 건식 에어로졸 상태에서 각 기능성 나노입자인 미세공 탄소 응집 나노입자, 광촉매 나노입자 또는 하이브리드 나노입자를 생성하므로 폐수 등이 발생될 염려가 없고 친환경적이다.

<97> 그리고, 기능성 나노입자 생성에 있어서 액상화학공정 또는 임계조건이 크게 필요치 않아 공정이 간단하고 나노입자의 생성 특성을 용이하게 조절할 수 있다.

<98> 이러한 본 발명에 의해 형성되는 미세공 탄소 응집 나노입자 또는 광촉매 나노입자는 다양한 소재의 절대입자필터(Absolute Particulate Filter)와 조합됨에 따라 유해가스 저감 또는 향균 기능을 더욱 증강시킬 수 있다.

<99> 한편, 나노입자가 전기적으로 생성되므로, 나노입자 생성 조절의 제어가 용이하고 시스템의 자동화에 적합함은 물론이며, 공조장치 이외에 가전, 의료, 바이오 등의 유관산업에 적용가능하다.

<100> 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 특허청구범위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

### 발명의 효과

<101> 본 발명에 따른 기능성 나노입자 발생을 이용한 유해가스 제거 방법에 따르면, 오존, 악취, 휘발성 유기화합물 등의 저농도 유해가스의 저감 및 향균이 장기간 요구되는 대상공간에 설치된 공조장치의 필터 내부에, 유해가스 흡착성질의 미세공 탄소 응집 나노입자 및 유해가스 분해성질의 광촉매 나노입자를 지속적으로 공급해줌에 따라 지속적이고 효과적인 공기 정화뿐만 아니라 그에 따른 상기 공조장치의 유지관리를 용이하게 한다.

### 도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 미세공 탄소 응집 나노입자 발생을 이용한 유해가스 흡착 제거 방법의 흐름도,

<2> 도 2a 내지 도 2b는 도 1의 방법을 위한 개략 구성도,

<3> 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 광촉매 나노입자 발생을 이용한 유해가스 분해 제거 방법의 흐름도,

<4> 도 4a 내지 도 4b는 도 3의 방법을 위한 개략 구성도,

- <5> 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 나노입자 발생을 이용한 유해가스 흡착 및 분해 제거 방법의 흐름도,

<6> 도 6은 도 5의 방법을 위한 개략 구성도이다.

<7> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<8> 10...공조장치    11...필터

<9> 12...광선조사부                                      19...1차 미세공 탄소 나노입자

<10> 20...미세공 탄소 응집 나노입자    21...응집 미세공

<11> 30...탄소전극                                         31...스파크

<12> 32...냉각소자                                        34...탄소증기

<13> 40...1차 금속계 나노입자                        41...금속계 응집 나노입자

<14> 50...광촉매 나노입자                            60...금속전극

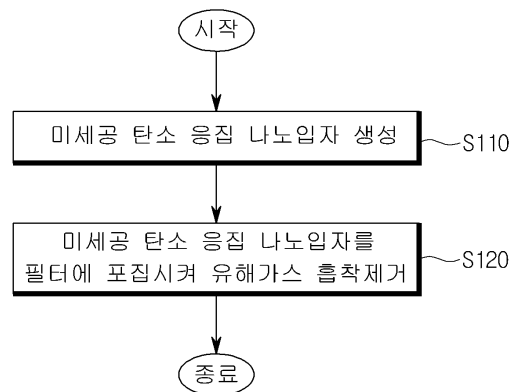
<15> 61...스파크    62...가열소자

<16> 63...금속증기                                        70...하이브리드 나노입자

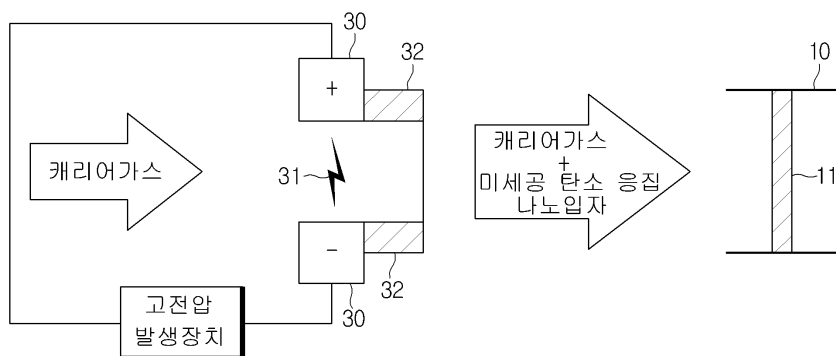
<17> 71...가열수단                                        80...취합관

도면

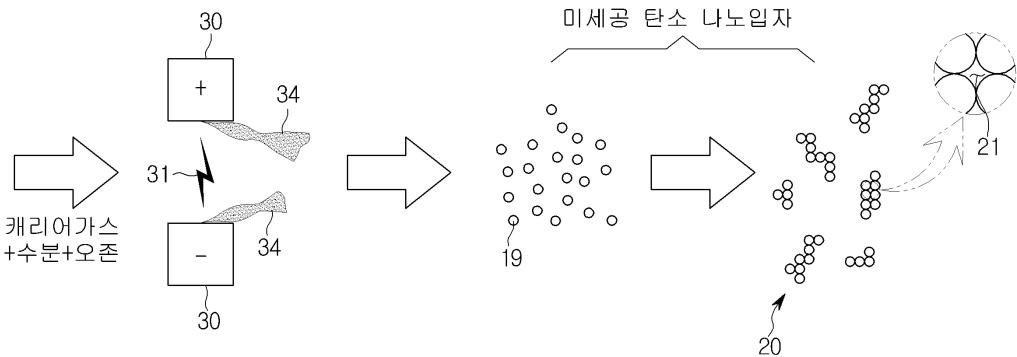
도면1



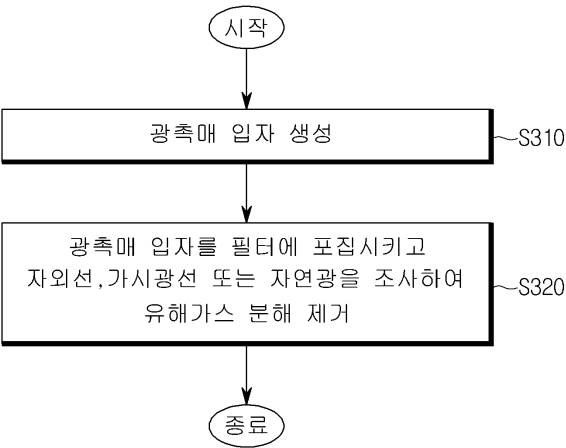
도면2a



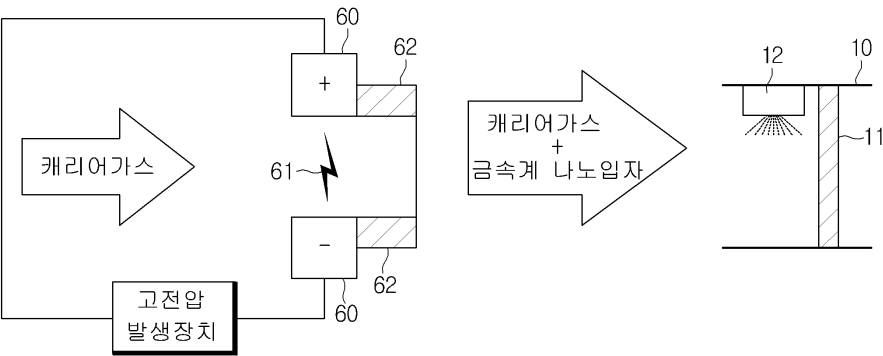
도면2b



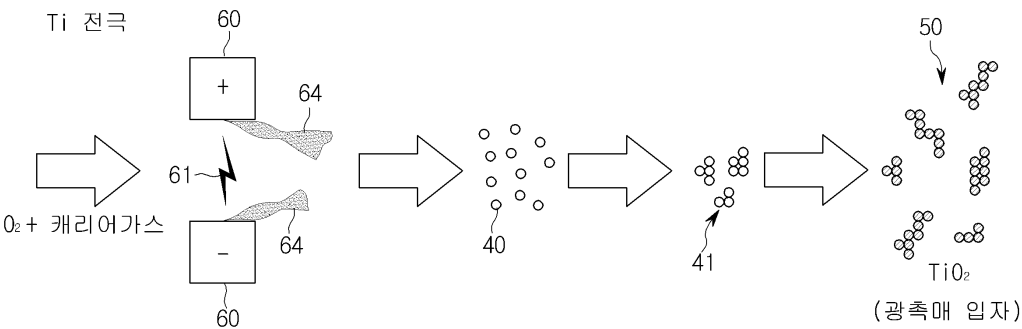
도면3



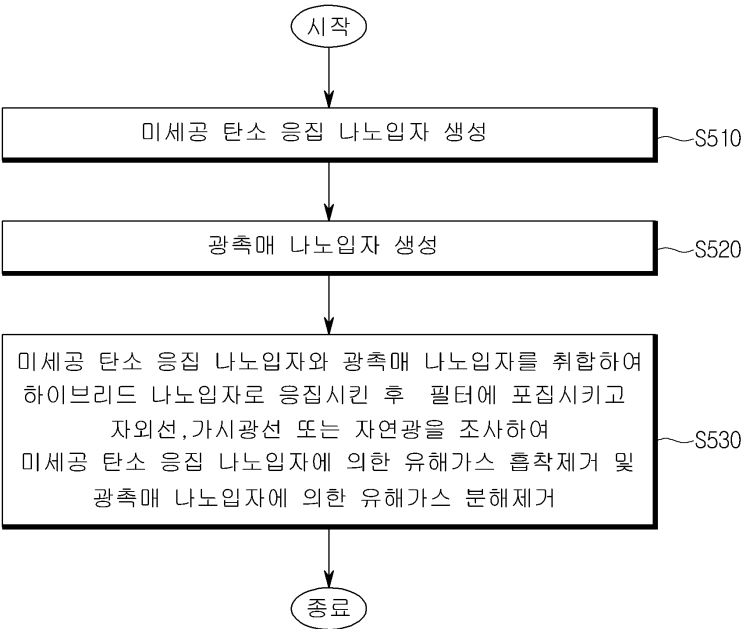
도면4a



도면4b



도면5



도면6

