



등록특허 10-2085544



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월06일
(11) 등록번호 10-2085544
(24) 등록일자 2020년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 39/16 (2006.01) B01D 46/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 39/16 (2013.01)
B01D 46/0039 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0032708
(22) 출원일자 2019년03월22일
심사청구일자 2019년03월22일
(56) 선행기술조사문헌
JP2009119448 A*
JP2018509499 A*
KR101603645 B1*
KR1020140120603 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
최원산
전라북도 완주군 봉동읍 둔산1로 107, 102동 100
4호 (라송 센트럴카운티)
한나라
대전광역시 서구 문정로 90번길 60, 107동 701호
(탄방동, 한우리아파트)
(74) 대리인
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 13 항

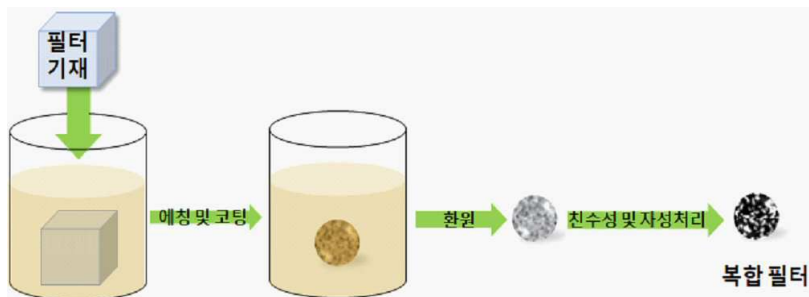
심사관 : 문지희

(54) 발명의 명칭 유동형 미세먼지 필터 탑재 공기청정기

(57) 요약

본 발명은 미세먼지 필터 및 이를 탑재한 공기청정기에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 우수한 미세먼지 제거효율을 나타내며 재사용이 가능한 복합 필터를 이동형 필터로 포함하며, 높은 유속에서도 낮은 압력강하를 유지하며 빠르게 미세먼지의 제거가 가능한 고성능 공기청정기에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 46/0056 (2013.01)

B01D 2239/0471 (2013.01)

B01D 2239/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711012135

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진교수연구지원사업(이공분야)

연구과제명 고분자전해질을 이용한 나노구조체 합성 및 환경정화 응용기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한밭대학교

연구기간 2014.05.01 ~ 2017.04.30

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

- a) 필터기재를 금속 전구체 수용액에 투입하여 에칭하는 것과 동시에 상기 금속 전구체를 코팅하는 단계; 및
- b) 상기 필터기재에 코팅된 금속 전구체를 금속 입자로 환원시키는 단계;
- c) 상기 b)단계에서 제조된 금속 입자가 코팅된 필터기재에 친수성 처리 및 자성 처리하는 단계를 포함하는 복합 필터의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 필터기재는 멜라민 수지 발포체인 복합 필터의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 금속 전구체는 귀금속류에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속의 수산화물, 할로겐화물 또는 질산화물인 것인 복합 필터의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 금속 전구체는 은, 백금 및 팔라듐 전구체의 혼합 전구체인 복합 필터의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 금속 전구체 수용액 내 금속 전구체 고형분의 함량은 1 내지 300 μM 인 복합 필터의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 a) 단계의 에칭은 상기 필터기재를 구형으로 에칭시키는 것을 특징으로 하는 복합 필터의 제조방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

에칭된 표면에 은, 백금 및 팔라듐에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합금속 입자가 코팅되며, 친수성 및 자성으로 처리된 것인 복합 필터.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서,
상기 복합 필터는 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5)의 제거효율이 85% 이상인 복합 필터.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 복합 필터는 1 내지 500 mm의 지름을 갖는 구형인 것을 특징으로 하는 복합 필터.

청구항 12

공기정화용 필터를 포함하는 공기청정기에 있어서,

상기 공기정화용 필터가 제8항에 따른 복합 필터인 공기청정기.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 공기청정기는 공기 유입부, 상기 복합 필터를 탑재한 챔버 및 공기 배출부를 포함하며, 상기 복합 필터는 유입되는 공기의 흐름에 의해 유동성을 가지는 이동형 필터인 공기청정기.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 공기청정기는 유입되는 공기에 의해 상기 복합 필터가 회전하는 것을 특징으로 하는 로또 머신형인 공기청정기.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 공기청정기는 50 Pa 이하의 압력 강하(ΔP)에서 1.0 m/s 이상의 필터 속도로 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5)의 제거가 가능한 공기청정기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미세먼지 필터 및 이를 탑재한 공기청정기에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 우수한 미세먼지 제거 효율을 나타내며 재사용이 가능한 복합 필터를 이동형 필터로 포함하며, 높은 유속에서도 낮은 압력강하를 유지하며 빠르게 미세먼지의 제거가 가능한 고성능 공기청정기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 자동차 및 공장에서 배출되는 매연뿐 아니라, 인접한 중국 발 오염물질의 유입으로 인한 미세먼지가 우리나라의 심각한 국가적, 사회적, 환경적 문제로 대두되고 있다.

[0003] 미세먼지(Particulate Matter, PM)는 황산염, 질산염, 염소, 탄소, 철 및 중금속 등으로 구성되며, 이들의 크기에 따라 공기역학적 입경이 10 μm 인 경우 PM10, 2.5 μm 이하의 초미세먼지인 경우 PM2.5로 분류된다. 이러한 미세먼지는 입자가 매우 작아 사람의 기관지로 쉽게 침투가 가능하며, 호흡계 질환, 심혈관계 질환, 심지어 암까지 유발한다.

[0004] 미세먼지를 제거하기 위하여 종래 프리필터, 카본필터, HEPA필터(High Efficiency Particulate Air Filter, HEPA) 및 섬유 구조의 극성 멤브레인(membrane)과 같은 다양한 필터가 개발되고 있다.

[0005] 그러나, 현재까지 개발된 미세먼지 필터는 제작 및 처리 과정에서 고에너지의 정밀공정을 거쳐야 한다는 단점이 있다.

[0006] 또한, 상기 필터는 미세먼지를 영구적으로 제거하는 것이 아니라 단지 미세먼지를 포집하는 것으로서, 일정시간 후에는 미세먼지 제거효율이 감소하게 되는 문제점이 있다. 구체적으로, 필터의 미세먼지 포집량이 증가하면 할수록 필터에 걸러진 미세먼지가 남아 제거효율이 감소하게 되고, 결국 새로운 필터로 교체하여 사용해야 하는 경제적인 문제점이 있다.

- [0007] 한편, 미세먼지 제거효율을 향상시키기 위하여, 필터의 구조를 복잡하게 만들거나 두께를 증가시킴으로써 공기가 필터를 통과함에 따라 흡착되는 미세먼지의 양을 증가시켜 효율을 향상시키는 방법이 이용되고 있다.
- [0008] 그러나 상기 방법의 경우, 공기가 복잡하고 두꺼운 필터를 통과함에 따라 필터에 높은 압력강하($\Delta P: P_{in_put} - P_{out_put}$)가 발생하여 높은 에너지 소비가 불가피하다. 또한, 고속 필터 시에는 압력강하가 현저히 증가하고 제거효율이 낮기 때문에 일반적으로 0.1 내지 0.5 m/s의 낮은 필터 속도를 유지할 수밖에 없으며, 제거효율의 향상 또한 한계가 있는 실정이다.
- [0009] 뿐만 아니라, 종래 미세먼지 필터는 모두 공기청정기 내부에 고정되어 있는 고정형 필터로서, 공기가 필터에 유입될 때 이러한 고정형 필터에 의해 공기의 흐름이 방해되어 수백 Pa의 높은 압력강하가 발생된다.
- [0100] 이에, 낮은 압력강하에서도 고속 및 고성능으로 미세먼지의 제거가 가능한 이동형의 필터, 구체적으로는 공기 흐름에 의해 유동성을 가지며, 재사용이 가능한 미세먼지 제거용 필터의 개발이 절실히 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 10-2013-0096105호 (2013.08.29.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명의 목적은 우수한 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5) 제거효율을 가지며, 세척하여 재사용하여도 높은 미세먼지 제거효율을 나타내는 복합 필터 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.
- [0013] 또한 본 발명의 목적은 공기 흐름에 의하여 유동성을 가짐에 따라 이동형상 필터로 사용이 가능한 복합 필터를 제공하는 것이다.
- [0014] 또한 본 발명의 목적은 이동형 필터를 포함하며, 낮은 압력강하를 유지하며 빠르게 미세먼지 제거가 가능한 동시에 높은 미세먼지 제거효율을 갖는 공기청정기에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 a) 필터기재를 금속 전구체 수용액에 투입하여 에칭하는 것과 동시에 상기 금속 전구체를 코팅하는 단계; 및 b) 상기 필터기재에 코팅된 금속 전구체를 금속입자로 환원시키는 단계;를 포함하는 복합 필터의 제조방법을 제공한다.
- [0016] 본 발명의 일 양태에서, 상기 필터기재는 멜라민 수지 발포체일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 양태에서, 상기 금속 전구체는 귀금속류에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속의 수산화물, 할로겐화물 또는 질산화물인 것일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 양태에서, 상기 금속 전구체는 은, 백금 및 팔라듐 전구체의 혼합 전구체일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 양태에서, 상기 금속 전구체 수용액 내 금속 전구체 고형분의 함량은 1 내지 300 μM 인 것일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 양태에서, 상기 a) 단계의 에칭은 상기 필터기재를 구형으로 에칭시키는 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 양태에서, 상기 b) 단계 이후에 금속 입자가 코팅된 필터기재에 친수성 처리 및 자성 처리하는 단계를 더 포함하는 것일 수 있다.
- [0022] 또한 본 발명은 에칭된 표면에 은, 백금 및 팔라듐에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합금속 입자가 코팅된 복합 필터를 제공한다.
- [0023] 본 발명의 일 양태에서, 상기 복합 필터는 상기 복합 필터는 친수성 및 자성 처리된 것일 수 있다.

- [0024] 본 발명의 일 양태에서, 상기 복합 필터는 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5)의 제거효율이 85% 이상인 것일 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 양태에서, 상기 복합 필터는 1 내지 500 mm의 지름을 갖는 구형인 것을 특징으로 하는 것일 수 있다.
- [0026] 또한 본 발명은 상기 복합 필터를 공기정화용 필터로 포함하는 공기청정기를 제공한다.
- [0027] 본 발명의 일 양태에서, 상기 공기청정기는 공기 유입부, 상기 복합 필터를 탑재한 챔버 및 공기 배출부를 포함하며, 상기 복합 필터는 유입되는 공기의 흐름에 의해 유동성을 가지는 이동형 필터일 수 있다.
- [0028] 본 발명의 일 양태에서, 상기 공기청정기는 유입되는 공기에 의해 상기 복합 필터가 회전하는 것을 특징으로 하는 로또 머신형인 것일 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일 양태에서, 상기 공기청정기는 50 Pa 이하의 압력 강하(ΔP)에서 1.0 m/s 이상의 필터 속도로 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5)의 제거가 가능한 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명에 따른 미세먼지 필터는 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5)에 대한 제거효율이 우수하고, 탄성 및 기계적 물성이 우수하며, 세척하여 재사용이 가능한 장점이 있다.
- [0031] 본 발명에 따른 미세먼지 필터는 공기에 의해 유동성을 가지며 이동형 필터로 적용이 가능하여 필터에 발생하는 압력강하가 낮은 장점이 있다.
- [0032] 본 발명에 따른 미세먼지 필터를 포함하는 공기청정기는 50 Pa 이하의 낮은 압력강하(ΔP)에서 고속으로 미세먼지의 제거가 가능할 뿐만 아니라, 단시간 내 공기질을 현저히 개선시킬 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 본 발명의 일 양태에 따른 복합필터 제조방법의 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 양태에 따른 로또 머신형의 이동형 공기청정기의 도식도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 양태에 따른 예칭된 발포체의 육안 사진이다.
- 도 4는 본 발명의 일 양태에 따른 복합 필터의 육안 사진이다.
- 도 5는 본 발명의 일 양태에 따른 복합필터 표면의 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM) 분석 사진이다.
- 도 6은 본 발명의 일 양태에 따른 복합필터의 에너지 분산 스펙트럼(Energy Dispersive Spectrometer, EDS) 분석 결과이다.
- 도 7은 본 발명의 일 양태에 따른 로또 머신형의 이동형 공기청정기의 육안 사진이다.
- 도 8은 본 발명의 일 양태에 따른 복합필터의 미세먼지 및 초미세먼지 제거효율을 나타낸 그래프이다.
- 도 9는 본 발명의 일 양태에 따른 복합필터의 크기에 따른 미세먼지 및 초미세먼지 제거효율을 나타낸 그래프이다.
- 도 10은 본 발명의 일 양태에 따른 복합필터의 정전기 전압 측정 그래프이다.
- 도 11은 본 발명의 일 양태에 따른 복합필터의 반복 사용에 따른 미세먼지 및 초미세먼지 제거효율을 나타낸 그래프이다.
- 도 12는 본 발명의 일 양태에 따른 고정형 공기청정기의 육안 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 이하 첨부된 도면들을 포함한 구체예 또는 실시예를 통해 본 발명을 더욱 상세히 설명한다. 다만 하기 구체예 또는 실시예는 본 발명을 상세히 설명하기 위한 하나의 참조일 뿐 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 여러 형태로 구현될 수 있다.

- [0035] 또한 달리 정의되지 않는 한, 모든 기술적 용어 및 과학적 용어는 본 발명이 속하는 당업자 중 하나에 의해 일반적으로 이해되는 의미와 동일한 의미를 갖는다. 본 발명에서 설명에 사용되는 용어는 단지 특정 구체예를 효과적으로 기술하기 위함이고 본 발명을 제한하는 것으로 의도되지 않는다.
- [0036] 또한 명세서 및 첨부된 특허청구범위에서 사용되는 단수 형태는 문맥에서 특별한 지시가 없는 한 복수 형태도 포함하는 것으로 의도할 수 있다.
- [0037] 본 발명은 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5)에 대한 제거효율이 우수하며 이동형 필터로 사용이 가능한 복합 필터의 제조방법에 관한 것으로, 구체적으로 a) 필터기재를 금속 전구체 수용액에 투입하여 에칭하는 것과 동시에 상기 금속 전구체를 코팅하는 단계; 및 b) 상기 필터기재에 코팅된 금속 전구체를 금속입자로 환원시키는 단계;를 포함하는 복합 필터의 제조방법을 제공한다.
- [0038] 본 발명에 따른 필터의 제조방법을 구체적으로 살펴보면, 상기 a) 단계에서 필터기재를 금속 전구체 수용액에 투입하여 교반함에 따라, 상기 금속 전구체가 필터기재를 에칭시키며, 이와 동시에 금속 전구체가 에칭된 필터기재의 표면에 코팅될 수 있다.
- [0039] 또한, 상기 필터기재 표면에 코팅된 금속 전구체는 b) 단계에서 환원됨에 따라 금속 입자가 코팅된 복합 필터를 제조할 수 있다.
- [0040] 본 발명의 일 양태에서, 상기 필터기재는 먼지, 미세먼지 및 초미세먼지 등 공기 중의 오염물질을 흡착하여 제거할 수 있는 공지의 필터 소재라면 제한 없이 사용될 수 있으며, 구체적으로 예를 들면, 면 섬유 및 수지 발포체에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물일 수 있다.
- [0041] 또한, 상기 수지 발포체로서 예를 들면, 폴리우레탄 발포체, 우레아 발포체, 폴리염화비닐 발포체, 폴리프로필렌 발포체, 폴리에틸렌 발포체, 폴리비닐아세테이트 발포체, 멜라민 수지 발포체, 페놀 수지 발포체 및 이들의 유도체 수지의 발포체에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상이 적층 또는 접합된 것을 들 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0042] 본 발명의 필터기재로서 바람직하게는 멜라민 수지 발포체를 사용하는 것일 수 있으며, 가장 바람직하게는 상기 멜라민 수지 발포체로서 멜라민 포름알데히드 발포체를 사용하는 것일 수 있다. 상기 멜라민 포름알데히드 발포체의 형상은 옷감 혹은 천의 형태를 가질 수 있으며, 바람직하게는 스폰지 형태일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기의 멜라민 수지 발포체는 a) 단계에서 금속 전구체에 의해 효과적으로 에칭될 수 있을 뿐 아니라, 공기청정을 위한 필터 소재로서 적합한 탄성 및 기계적 물성을 나타낼 수 있다.
- [0043] 또한, 이 후 b) 단계를 통해 상기 멜라민 수지 발포체의 에칭된 표면에 금속 입자를 코팅시킴으로써 미세먼지 및 초미세먼지를 흡착시키는 효과가 향상되어 우수한 제거효율을 갖는 장점이 있다.
- [0044] 일반적으로, 시간이 지남에 따라 필터에 흡착되는 오염물질의 양이 증가하여 필터의 성능이 저하되는데, 상기 멜라민 수지 발포체로 제조된 본 발명의 복합 필터를 사용하는 경우, 세척하여 재사용이 가능할 뿐만 아니라 재사용하여도 높은 제거효율이 그대로 유지되는 효과가 우수하다.
- [0045] 본 발명의 일 양태에서, 상기 금속 전구체는 필터기재의 일부를 에칭, 즉 제거함으로써 필터기재의 표면적을 높이고, 코팅되는 금속의 접착성을 향상시키기 위한 것으로서, 귀금속류에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속의 수산화물(hydroxide), 할로겐화물(halide) 또는 질산화물(nitrate)일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0046] 구체적으로 예를 들면, 상기 금속 전구체로서 은, 금, 백금, 팔라듐, 마그네슘, 동, 니켈 및 지르코늄 등을 들 수 있으며, 바람직하게는 은, 백금 및 팔라듐에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속의 수산화물, 할로겐화물 또는 질산화물의 수용액을 사용하여 상기 필터기재를 에칭하는 것과 동시에 금속 전구체로 코팅시킬 수 있다.
- [0047] 상기 금속 전구체로서 보다 구체적으로 예를 들면, 질산은, 백금염화수소산 및 질산팔라듐에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 사용하는 것일 수 있으며, 이 경우 필터기재를 보다 효과적으로 에칭시킬 수 있을 뿐만 아니라, 필터기재 표면에 코팅되기 매우 용이하다.
- [0048] 본 발명의 금속 전구체로서 가장 바람직하게는 은, 백금 및 팔라듐의 서로 다른 3종의 혼합 전구체를 사용하는 것일 수 있으며, 상기 3종의 혼합 전구체를 사용함에 따라 필터기재를 구형으로 에칭시킬 수 있다.
- [0049] 이를 구체적으로 살펴보면, 금속 전구체 수용액으로서 질산은 수용액, 백금염화수소산 수용액 및 질산팔라듐 수

용액의 혼합 전구체 용액을 사용하는 경우, a) 단계에서 투입된 필터기재가 정구형의 형태로 에칭되는 효과가 우수하며, 이에 따라 제조되는 복합 필터는 금속 입자가 코팅된 구형의 복합 필터로 제조될 수 있다.

- [0050] 본 발명의 일 양태에서, 상기 a) 단계의 에칭은 상기 필터기재를 구형으로 에칭시키는 것을 특징으로 하는 것이다.
- [0051] 구체적으로, 본 발명의 a) 단계는 필터기재를 금속 전구체로서 에칭시킴에 따라 다양한 형태로 에칭된 복합 필터를 제조할 수 있는데, 상기 금속 전구체로서 은, 백금 및 팔라듐의 서로 다른 3종의 혼합 전구체를 사용하는 경우, 구형의 복합 필터로 제조가 가능하다.
- [0052] 이에 따라, 복합 필터의 표면적이 향상되어 보다 많은 양의 오염물질, 즉 미세먼지 및 초미세먼지를 흡착하여 제거함으로써 제거효율이 현저히 증대될 수 있다.
- [0053] 또한, 상기 구형의 복합 필터를 공기청정기에 적용하는 경우, 공기청정기 내부로 유입되는 공기의 흐름에 의해 구형의 필터가 용이하게 회전함에 따라 이동형 필터로서 미세먼지를 빠르게 제거할 수 있는 장점이 있다.
- [0054] 특히, 본 발명의 펠라민 수지 발포체를 필터기재로 사용하여 에칭하는 경우, 다양한 크기를 갖는 구형의 복합 필터로 제조가 가능하며, 탄성 및 내충격성이 우수하여 높은 제거효율을 유지하며 오랫동안 사용할 수 있어 경제적이다.
- [0055] 뿐만 아니라, 종래 고정형 필터의 경우 공기청정기 내부에 고정되어 있어 유입되는 공기의 흐름을 방해함에 따라, 압력강하($\Delta P: P_{in\ put} - P_{out\ put}$)가 현저히 높고 고속 필터가 불가능하였으나, 본 발명의 필터는 구형의 이동형 필터로서 낮은 압력강하에서 작동 가능하며 제거효율의 저하 없이 고속으로 필터가 가능하다.
- [0056] 본 발명의 일 양태에서, 상기 금속 전구체 수용액 내 금속 전구체 고형분의 함량은 1 내지 300 μM , 구체적으로 2 내지 100 μM , 보다 구체적으로 5 내지 60 μM 인 것일 수 있으며, 상기 금속 전구체 수용액의 pH는 pH 1 내지 7, 구체적으로 pH 2 내지 5일 수 있으나, 상기 범위로 제한되는 것은 아니다.
- [0057] 상기 범위의 함량 및 pH 범위를 모두 만족하는 경우, 필터기재가 구형으로 에칭되는 효과가 뛰어나고, 이 후 b) 단계에서 금속 전구체의 환원을 통해 제조된 복합 필터가 현저히 향상된 미세먼지 및 초미세먼지 제거효율을 나타낸다.
- [0058] 본 발명의 a) 필터기재를 에칭 및 금속 전구체 코팅시키는 단계에서 상기 필터기재를 금속 전구체 수용액에 투입하는 방법은 구체적으로, 1 내지 500 mm, 구체적으로 1 내지 50 mm의 정육면체 모양으로 절단한 필터기재 1 내지 100 개를 금속 전구체 수용액 50 내지 1,000 mL에 침지하는 것일 수 있으며, 예를 들어 디핑(dipping), 분무, 이머징(immersing), 퀀칭(quenching) 등 필터기재 표면에 금속 전구체 수용액을 접촉시킬 수 있는 모든 방법을 의미한다.
- [0059] 또한 필터기재를 에칭하는 방법은 구체적으로, 필터기재를 금속 전구체 수용액에서 10 내지 60℃의 온도에서 1 내지 96 시간, 구체적으로 20 내지 40℃의 온도에서 24 내지 72 시간 교반하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 온도 및 시간 범위에서 필터기재를 에칭시킴으로써 정구형의 복합 필터로 제조하기에 용이하다.
- [0060] 다음으로, 본 발명의 b) 단계는 a) 단계에서 에칭된 필터기재 표면에 코팅된 금속 전구체를 금속 입자로 환원시키는 단계로서, 공지의 환원제를 이용한 환원방법으로 수행될 수 있다.
- [0061] 상기 환원제로서 예를 들면, 수소화붕소나트륨(sodium borohydride), 에틸렌글리콜(ethylene glycol), 디에틸렌글리콜(diethylene glycol), 트리에틸렌글리콜(triethylene glycol), 테트라에틸렌글리콜(tetraethylene glycol), 디프로필렌글리콜(dipropylene glycol), 프로판디올(propandiol) 및 부탄디올(butanediol)과 같은 알콜류 및 포름알데히드와 같은 알데히드류에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물의 수용액일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0062] 또한, 상기 환원제 수용액 내 환원제 고형분의 함량은 0.1 내지 20 mM, 구체적으로 1 내지 10 mM인 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0063] 상기 범위의 환원제 수용액을 a) 단계 반응이 끝난 후 투입하여 10 내지 60 분간 교반하여 금속 입자가 코는 증류수를 이용하여 세척함으로써 미반응물을 제거하는 단계 및 오븐 건조 등 공지의 건조 방법으로 건조시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0064] 본 발명의 일 양태에서, 상기 b) 단계 이후에 금속 입자가 코팅된 복합 필터에 친수성 처리 및 자성 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0065] 상기 a) 및 b) 단계를 통해 에칭된 표면에 금속 입자가 코팅된 복합 필터는 상기의 친수성 처리 및 자성 처리하는 단계를 포함함에 따라 표면에 친수성 및 자성을 부여할 수 있다.
- [0066] 상기 친수성 처리로서 구체적으로 예를 들면, 에틸렌글리콜, 디에틸렌글리콜 및 중량평균분자량 100 내지 1,000 g/mol, 구체적으로 200 내지 500 g/mol의 폴리에틸렌글리콜에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물인 유체를 사용하여 복합 필터의 표면에 친수성을 부여하는 것일 수 있으며, 바람직하게는 에틸렌글리콜을 사용하는 것일 수 있다.
- [0067] 또한, 상기 자성 처리로서 구체적으로 예를 들면 철 입자를 복합 필터의 표면에 코팅시켜 자성을 부여하는 것일 수 있다.
- [0068] 상기 친수성 및 자성 처리하는 방법으로 예를 들면, 상기 유체에 공지의 철 전구체 및 이의 환원제를 용해시킨 후, 150 내지 250℃의 고온에서 1 내지 12 시간 열처리한 후, 이를 세척하고 건조시켜 친수성의 자성 입자를 얻을 수 있다. 이어서, 상기 친수성 자성 입자를 에탄올에 분산시킨 후, 앞서 제조된 복합 필터를 투입하여 1 내지 60 분간, 구체적으로 10 내지 30 분간 초음파 처리하여 복합 필터에 친수성 및 자성을 부여하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0069] 상기 철 전구체 및 환원제로서 특별히 제한되는 것은 아니나, 바람직하게는 철 전구체로서 염화제2철 및 브롬화제2철 등 공지의 할로겐화철의 수화물을 사용하는 것일 수 있으며, 환원제로서 아세트산나트륨을 사용하는 것일 수 있다.
- [0070] 또한, 상기 철 전구체 및 환원제의 고형분 함량은 유체 100 중량부에 대하여 각각 1 내지 20 중량부, 구체적으로 2 내지 10 중량부로 사용하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0071] 일반적으로, 미세먼지 및 초미세먼지는 극성을 띄며 공기 중의 수증기를 끌어당기는 성질을 가지고 있는데, 본 발명의 친수성 자성 입자가 코팅된 복합 필터를 사용하여 이를 제거하는 경우, 상기 친수성 자성 입자로 인해 필터의 극성 성질이 향상되어, 미세먼지를 흡착시키는 효과가 뛰어나다.
- [0072] 특히, 상기 자성 처리에 사용되는 철 입자로 인하여 복합 필터의 표면 거칠기가 증가하여 복합 필터에 흡착되는 미세먼지와 초미세먼지의 양을 현저히 향상시킴으로써, 보다 높은 제거효율을 나타낼 수 있는 장점이 있다.
- [0073] 또한, 본 발명의 친수성 및 자성 처리된 복합 필터는 정전기적 인력에 의한 미세먼지 및 초미세먼지 흡착 효과가 뛰어나며, 구체적으로는 정전기 전압이 400 V 이상, 보다 구체적으로 500 V 내지 800 V의 높은 정전기 전압을 나타냄에 따라 미세먼지 흡착 성능이 매우 우수하다.
- [0074] 또한, 상기 복합 필터를 이동형 공기청정기 필터로 사용하는 경우, 압력강하의 증가 없이 빠른 속도로 미세먼지가 필터에 다량 흡착될 수 있어, 고속 및 고성능의 공기청정기의 구현이 가능한 장점이 있다.
- [0075] 뿐만 아니라, 상기 철 입자로 인하여 자성을 나타냄에 따라 공기정화용 필터 외에 분리막 등 다양한 분야로 적용될 수 있는 장점이 있다.
- [0076] 본 발명은 상기의 제조방법으로 제조되며, 에칭된 표면에 은, 백금 및 팔라듐에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합금속 입자가 코팅된 복합 필터에 관한 것이다.
- [0077] 본 발명에 따른 복합 필터는 에칭된 표면에 상기 금속 입자가 코팅된 복합 필터로서, 우수한 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5) 제거효율을 가지며, 세척하여 재사용하여도 높은 미세먼지 제거효율을 나타내는 장점이 있다.
- [0078] 상기 복합 필터의 기재로서 예를 들면, 폴리우레탄 발포체, 우레아 발포체, 폴리염화비닐 발포체, 폴리프로필렌 발포체, 폴리에틸렌 발포체, 폴리비닐아세테이트 발포체, 멜라민 수지 발포체, 페놀 수지 발포체 및 이들의 유도체 수지의 발포체에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상이 적층 또는 접합된 것일 수 있으며, 바람직하게는 멜라민 수지 발포체, 보다 바람직하게는 멜라민 폼알데하이드 발포체일 수 있다.
- [0079] 또한, 상기 금속 입자로서 바람직하게는 은, 백금 및 팔라듐의 혼합 금속이 구형으로 에칭된 발포체의 표면에 코팅되어 코팅층을 형성하는 것일 수 있다.
- [0080] 이에 따라, 복합 필터는 보다 많은 양의 오염물질, 즉 미세먼지 및 초미세먼지를 흡착하여 제거함으로써 제거효

율이 현저히 우수하며, 낮은 압력강하에서도 제거효율의 저하 없이 고속으로 필터가 가능한 장점이 있다.

[0081] 또한, 상기 복합 필터는 상기 복합 필터는 친수성 및 자성 처리된 것일 수 있다.

[0082] 본 발명의 복합 필터가 친수성 및 자성 처리되어 상기 필터에 친수성 및 자성층을 더 포함하는 경우, 필터가 정전기적 인력에 의해 미세먼지를 흡착하는 성능이 현저히 우수하며, 정전기 전압이 향상되어 빠른 속도로 다량의 미세먼지를 흡착할 수 있는 장점이 있다.

[0083] 본 발명에 따른 복합 필터는 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5)의 제거효율이 85% 이상, 구체적으로 95% 이상, 보다 구체적으로 99% 이상인 것일 수 있다.

[0084] 이 때, 상기 제거효율은 하기 식 1에 따라 계산될 수 있다.

[식 1]

[0086] $\text{제거효율(\%)} = [(\text{필터 전 미세먼지 농도} - \text{필터 후 미세먼지 농도}) / \text{필터 전 미세먼지 농도}] \times 100$

[0087] 또한, 상기 복합 필터는 다양한 크기 및 형태를 가질 수 있는데, 바람직하게는 1 내지 20 mm, 구체적으로 2 내지 10 mm의 지름을 갖는 구형인 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 크기는 투입되는 필터기재

[0088] 또한, 본 발명은 상기 복합 필터를 공기정화용 필터로 포함하는 공기청정기에 관한 것이다.

[0089] 본 발명의 공기청정기는 도 2에 도시된 바와 같이, 공기 유입부, 복합 필터가 탑재된 챔버 및 공기 배출부를 포함하며, 구체적으로, 상기 챔버에 탑재된 복합 필터가 공기 유입부를 통해 유입되는 공기의 흐름에 의해 유동성을 가지는 이동형 필터일 수 있다. 이 때, 공기청정기는 향을 태워 포집한 미세먼지 입자가 유입되는 미세먼지 유입부를 더 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0090] 또한, 상기 챔버는 복합 필터를 탑재할 수 있는 것이라면 제한 없이 사용할 수 있으며, 예를 들어 유리, 플라스틱, 금속 및 세라믹 등의 소재로 이루어진 것일 수 있다.

[0091] 또한, 본 발명의 공기청정기는 유입되는 공기에 의해 상기 복합 필터가 회전하는 것을 특징으로 하는 로또 머신형인 것일 수 있다.

[0092] 구체적으로, 본 발명의 복합 필터는 공기 흐름에 의하여 유동성을 가짐에 따라 이동형 필터로 적용이 가능한 것으로, 상기 공기 유입부 또는 미세먼지 유입부를 통해 유입되는 공기로 인해 구형의 복합 필터가 회전하면서 표면에 미세먼지 및 초미세먼지를 흡착시킬 수 있다.

[0093] 본 발명의 일 양태에서, 상기 공기청정기는 50 Pa 이하의 압력 강하(ΔP)에서 1.0 m/s 이상의 필터 속도로 미세먼지 및 초미세먼지의 제거가 가능한 것일 수 있으며, 구체적으로 25 Pa 이하의 압력 강하(ΔP)에서 2.0 m/s 이상의 필터 속도, 보다 구체적으로 6 내지 20 Pa의 압력 강하(ΔP)에서 2.5 내지 9.0 m/s의 필터 속도로 미세먼지 및 초미세먼지의 제거할 수 있다.

[0094] 구체적으로, 본 발명에 따른 공기청정기가 상기 복합 필터를 이동형 필터로 포함함에 따라, 필터에서 발생하는 압력강하가 낮으며, 보다 구체적으로 상기 범위의 낮은 압력 강하(ΔP)에서 상기 범위의 빠른 속도로 미세먼지의 제거가 가능하여, 단시간 내 공기질을 현저히 개선시킬 수 있는 장점이 있다.

[0096] 이하 실시예 및 비교예를 바탕으로 본 발명을 더욱 상세히 설명한다. 다만 하기 실시예 및 비교예는 본 발명을 더욱 상세히 설명하기 위한 하나의 예시일 뿐, 본 발명이 하기 실시예 및 비교예에 의해 제한되는 것은 아니다.

[0098] (평가)

[0099] 1. 미세먼지 제거효율(removal efficiency, E)

[0100] niusiwen사의 HT-9600를 이용하여 하기 식 1에 따라 측정하였다.

[0101] [식 1]

[0102] $\text{미세먼지 제거효율(E)} = [(\text{필터 전 미세먼지 농도} - \text{필터 후 미세먼지 농도}) / \text{필터 전 미세먼지 농도}] \times 100 (\%)$

[0103] 2. 정전기 전압(voltage, V)

[0104] CRenvis사의 HSK-5008L를 이용하여 측정하였다.

[0105] 3. 품질인자(Quality Factor, QF)

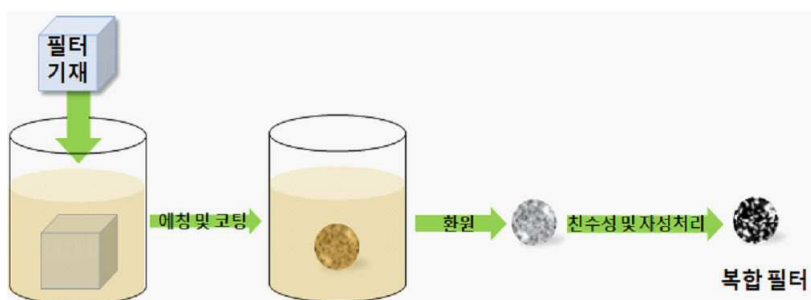
- [0106] 하기 식 2에 따라 측정하였다.
- [0107] [식 2]
- [0108] $QF = [\ln(1-E)/\Delta P] \text{ (Pa}^{-1}\text{)}$
- [0109] (이 때, 상기 E는 미세먼지 제거효율이며, ΔP 는 압력강하이다.)
- [0110] 4. 속도에 따른 품질인자(modified-Quality Factor, m-QF)
- [0111] [식 3]
- [0112] $m\text{-}QF = \text{품질인자} \times \text{공기 주입 속도 (m/s} \cdot \text{Pa)}$
- [0114] [실시에 1 내지 4]
- [0115] 53.5 μM 의 질산은 수용액 30 mL, 9.01 μM 의 백금염화수소산 수용액 30 mL 및 8.98 μM 의 질산팔라듐 수용액 30 mL을 1 분간 교반하여 금속 전구체 수용액을 제조하였다. 이 때, 상기 금속 전구체 수용액의 pH는 2.1 이었다. 이어서, 멜라민-포름알데히드 설레이트 발포체(Basf사 Basotect)를 0.5 X 0.5 X 0.5 cm^3 내지 1.3 X 1.3 X 1.3 cm^3 크기의 정육면체 형태로 절단한 것을 100 개 준비하였다. 절단된 발포체를 상기 금속 전구체 수용액에 투입하고 25℃에서 각각 10 시간(실시에 1), 24 시간(실시에 2), 48 시간(실시에 3) 및 72 시간(실시에 4) 교반하여 에칭된 표면에 금속 전구체가 코팅된 발포체를 얻었다.
- [0116] 그 결과, 도 3에 도시된 바와 같이 에칭된 표면에 금속 전구체가 코팅된 실시에 1 내지 3의 발포체는 정육면체 형태이고, 실시에 4의 경우 구형인 것을 확인하였다.
- [0117] 이어서, 상기 발포체를 증류수로 세척한 후, 5 mM의 수소화붕소나트륨 수용액 50 mL을 이용하여 30 분간 금속 이온을 환원시킨 후, 증류수를 이용하여 세척하고 50℃에서 30 분간 건조시켜 에칭된 발포체 표면에 금속 입자가 코팅된 복합 필터를 제조하였다. 제조된 실시에 4의 복합필터를 도 4에 도시하였으며, 그 결과 지름 3 내지 9 mm의 다양한 크기를 갖는 복합필터가 제조된 것을 확인하였다.
- [0118] 또한, 제조된 실시에 4의 복합 필터를 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)을 이용하여 표면 거칠기를 관찰한 결과, 도 5에 도시된 바와 같이 표면이 거친 것을 확인하여 복합 필터의 표면으로 미세먼지 등 오염물질의 흡착이 보다 용이하게 일어날 수 있음을 확인하였다.
- [0119] 또한, 제조된 실시에 4의 코팅된 금속 입자를 에너지 분산 스펙트럼(Energy Dispersive Spectrometer, EDS)을 이용하여 확인한 결과, 도 6에 도시된 바와 같이, 백금 45.53%, 은 31.49% 및 팔라듐 22.98%로 이루어진 것을 확인하였다.
- [0120] 또한, 도 7에 도시된 바와 같이, 미세먼지 유입부, 공기 유입부 및 정화된 공기가 배출되는 배출부를 포함하는 공기청정기에 제조된 실시에 4의 구형의 복합 필터를 이동형 필터로서 탑재하였다. 상기 공기청정기는 공기 유입부를 통해 유입되는 공기(Air flow in)에 의하여 복합 필터가 회전함에 따라 로또 머신 내 볼과 유사한 움직임 을 나타내었으며, 상기 필터가 미세먼지 유입부를 통해 유입(PM in)시킨 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5)를 흡착시켜 제거함으로써 정화된 공기를 배출부로 배출하였다.
- [0121] 상기 배출부를 통해 배출된 미세먼지의 농도를 측정(PM detection)하여 미세먼지 제거효율을 계산한 결과 도 8에 도시된 바와 같이 현저히 높은 제거효율을 나타내며, 구체적으로 2.5 m/s의 공기 주입 속도에서 미세먼지(PM10) 제거효율 98.1% 및 초미세먼지(PM2.5) 제거효율 96.2%를 나타내는 것을 확인하였다.
- [0123] [실시에 5]
- [0124] 상기 실시에 4에서 금속 전구체 수용액으로서 9.01 μM 의 백금염화수소산 수용액 45 mL 및 8.98 μM 의 질산팔라듐 수용액 45 mL을 사용한 것을 제외하고는 실시에 4와 동일하게 실시하여 복합 필터를 제조한 결과, 제조된 복합 필터는 정육면체 형태를 갖는 것을 확인하였다.
- [0126] [실시에 6]
- [0127] 상기 실시에 4에서 금속 전구체 수용액으로서 53.5 μM 의 질산은 수용액 45 mL 및 8.98 μM 의 질산팔라듐 수용액 45 mL을 사용한 것을 제외하고는 실시에 4와 동일하게 실시하여 복합 필터를 제조한 결과, 제조된 복합 필터는 정육면체 형태를 갖는 것을 확인하였다.

- [0129] [실시예 7]
- [0130] 상기 실시예 4에서 금속 전구체 수용액으로서 53.5 μM 의 질산은 수용액 45 mL 및 9.01 μM 의 백금염화수소산 수용액 45 mL을 사용한 것을 제외하고는 실시예 4와 동일하게 실시하여 복합 필터를 제조한 결과, 제조된 복합 필터는 정육면체 형태를 갖는 것을 확인하였다.
- [0132] [실시예 8]
- [0133] 상기 실시예 4에서 금속 전구체 수용액으로 질산은 수용액만을 사용한 것을 제외하고는 실시예 4와 동일하게 실시하여 복합 필터를 제조한 결과, 제조된 복합 필터는 정육면체 형태를 갖는 것을 확인하였다.
- [0135] [실시예 9]
- [0136] 상기 실시예 4에서 금속 전구체 수용액으로 백금염화수소산 수용액만을 사용한 것을 제외하고는 실시예 4와 동일하게 실시하여 복합 필터를 제조한 결과, 제조된 복합 필터는 정육면체 형태를 갖는 것을 확인하였다.
- [0138] [실시예 10]
- [0139] 상기 실시예 4에서 금속 전구체 수용액으로 질산팔라듐 수용액만을 사용한 것을 제외하고는 실시예 4와 동일하게 실시하여 복합 필터를 제조한 결과, 제조된 복합 필터는 정육면체 형태를 갖는 것을 확인하였다.
- [0141] [실시예 11]
- [0142] 염화제2철 6수화물 0.9 g 및 아세트산나트륨 2.4 g을 에틸렌글리콜 30 mL에 용해시킨 후, 고압멸균기를 이용하여 200℃에서 8 시간 열처리하였다. 이어서, 에탄올과 증류수로 각각 3회씩 세척하여 친수성 자성 입자를 얻었다. 얻어진 친수성 자성입자 100 mg을 에탄올 50 mL에 분산시킨 후, 상기 실시예 4에서 제조된 복합 필터 100 개를 투입하여 30 분간 초음파 처리하여 친수성 및 자성을 부여하였다. 이어서, 상기 복합 필터를 에탄올로 세척한 후, 50℃에서 30 분간 건조시켜 구형의 복합 필터를 제조하였다.
- [0143] 제조된 복합 필터를 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)을 이용하여 표면 거칠기를 관찰한 결과, 도 5에 도시된 바와 같이 표면이 매우 거친 것을 확인하여 복합 필터의 표면으로 미세먼지 등 오염물질의 흡착이 더욱 용이하게 일어날 수 있음을 확인하였다.
- [0144] 또한, 코팅된 금속 입자를 에너지 분산 스펙트럼(Energy Dispersive Spectrometer, EDS)을 이용하여 확인한 결과, 도 6에 도시된 바와 같이, 철 52.87%, 은 35.56%, 팔라듐 6.49% 및 백금 5.08%로 이루어진 것을 확인하였다.
- [0145] 또한, 제조된 복합 필터를 도 7의 공기청정기에 이동형 필터로서 탑재하여 미세먼지 제거효율을 확인하였다. 이때 복합 필터는 유입된 공기에 의해 로또머신 내 볼과 같이 회전하였으며, 제거효율 계산 결과, 도 8에 도시된 바와 같이 2.5 m/s의 공기 주입 속도에서 미세먼지(PM10) 제거효율이 99.7%이며 초미세먼지(PM2.5)의 제거효율이 98.8%인 것을 확인하였고, 9.5 m/s의 높은 속도에서도 미세먼지(PM10) 제거효율이 85.3%로 높게 나타나는 것을 확인하였다.
- [0146] 구체적으로, 0.9, 2.0, 2.5, 4.5 및 9.5 m/s의 속도에서 각각 미세먼지 제거효율을 측정한 결과, 모든 속도에서 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5)의 제거효율이 높게 유지되는 것을 확인하였으며, 이때 압력강하(ΔP) 값이 모두 20 Pa 이하로 현저히 낮은 것을 확인하였다.
- [0147] 또한, 2.5 m/s 및 9.5 m/s의 주입속도에서 각각 QF 및 m-QF 값을 계산한 결과, 상기 2.5 m/s의 속도에서 미세먼지(PM10)의 QF 값이 0.9202 Pa^{-1} 이고, m-QF 값이 2.301 $\text{m/s} \cdot \text{Pa}$ 이었고, 초미세먼지(PM2.5)의 QF 값이 0.737 Pa^{-1} 이고, m-QF 값이 1.843 $\text{m/s} \cdot \text{Pa}$ 이었으며, 9.5 m/s의 속도에서 미세먼지(PM10)의 QF 값이 0.099 Pa^{-1} 이고, m-QF 값이 0.941 $\text{m/s} \cdot \text{Pa}$ 인 것을 확인하였다.
- [0148] 이를 통해, 본 발명에 따른 복합필터가 고효율의 필터 성능을 나타낼 뿐만 아니라, 주입된 속도에 대비하여도 현저히 우수한 필터 성능을 갖는 것을 확인하였다.
- [0149] 또한, 도 9에 도시된 바와 같이, 제조된 실시예 11의 필터 중 지름 3, 5, 7 및 9 mm의 필터를 크기별로 분류하여 미세먼지 제거효율을 측정한 결과, 다양한 크기에서 모두 높은 제거효율을 가지며, 구체적으로 지름 3 내지 7 mm 필터 사용 시 미세먼지(PM10) 및 초미세먼지(PM2.5)의 제거효율이 모두 95% 이상 나타나는 것을 확인하였다.

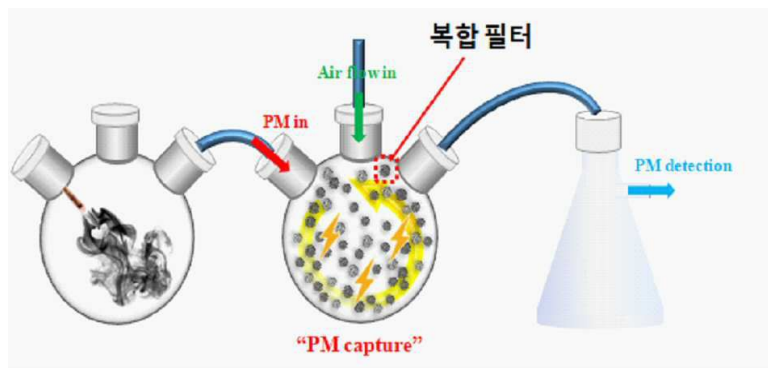
- [0150] 또한, 공기 유입부를 통해 유입되는 공기 속도를 조절하여 정전기 전압을 측정한 결과, 도 10에 도시된 바와 같이, 1 내지 10 m/s의 속도에서 전압이 400 V 이상으로 높게 유지되는 것을 확인하였다. 이를 통해, 정전기로 인한 미세먼지 흡착 성능이 매우 우수한 것을 알 수 있었다.
- [0151] 또한, 2.5 m/s의 속도로 공기를 주입하여 1 cycle 당 평균 4,000 mg/m³의 미세먼지 및 평균 1,000 mg/m³ 초미세먼지를 제거하는 것을 300 회까지 반복하였을 경우, 도 11에 도시된 바와 같이 필터의 반복사용에 따른 미세먼지 및 초미세먼지 제거효율의 저하 없이 우수한 제거성능을 유지하는 것을 확인하였다.
- [0152] 또한, 2.5 m/s의 속도로 10,000 mg/m³의 미세먼지(PM10) 및 3,000 mg/m³의 초미세먼지(PM2.5)를 주입시킨 후 필터시킨 경우, 15 분 만에 공기청정기 내부에 미세먼지(PM10)가 24 mg/m³ 및 초미세먼지(PM2.5)가 12 mg/m³ 잔존하는 것을 확인하였다. 상기 잔존량은 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 가이드라인(Air Quality Guideline)인 PM10 30 mg/m³ 미만 및 PM2.5 15 mg/m³ 미만에 따른 “좋음” 수준으로서, 단 시간 내에 공기질이 좋음 수준으로 개선되는 것을 확인하였다.
- [0153] 한편, 도 12와 같이 미세먼지를 포함하는 공기가 유입되는 공기 유입부 및 정화된 공기가 배출되는 배출부를 포함하는 공기청정기에 제조된 실시예 11의 복합 필터를 고정형 필터로 적용하여 미세먼지(PM10) 제거효율을 측정한 결과, 95% 이상의 제거효율을 나타내는 것을 확인하였으며, 2.5 m/s의 속도로 10,000 mg/m³의 미세먼지(PM10) 및 3,000 mg/m³의 초미세먼지(PM2.5)를 주입시킨 후 필터시킨 경우, 23분 만에 “좋음” 수준으로 공기질을 개선하는 것을 확인하였다.
- [0155] [비교예 1]
- [0156] 멜라민-포름알데히드 설페이트 발포체를 지름 5 mm의 구형으로 절단하여 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)을 이용하여 표면 거칠기를 관찰한 결과, 도 5에 도시된 바와 같이 거친 표면을 갖지 않는 것을 확인하였다.
- [0157] 또한, 도 7의 공기청정기에 제조된 복합 필터를 이동형 필터로서 탑재하여 미세먼지 제거효율을 계산한 결과, 도 8에 도시된 바와 같이, 미세먼지 및 초미세먼지 제거효율이 매우 낮은 것을 확인하였다.
- [0158] 또한, 100 회 이상 반복 사용 시 미세먼지 제거효율이 현저하게 감소하여, 필터 사용에 따라 미세먼지 제거효율이 낮아지는 것을 알 수 있었다.

도면

도면1



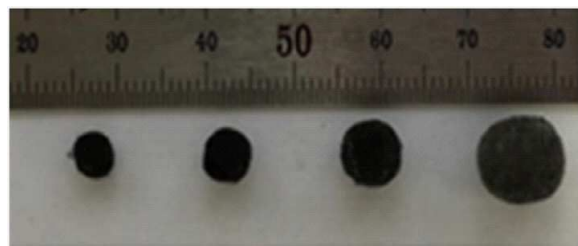
도면2



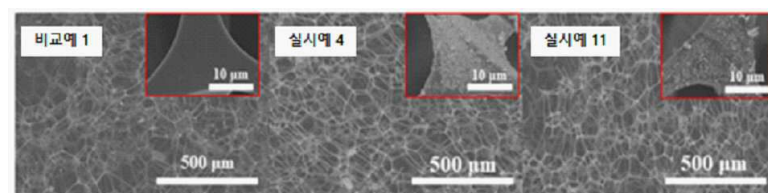
도면3



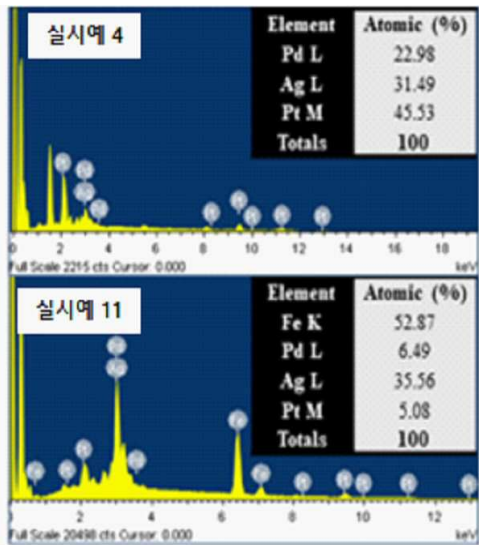
도면4



도면5



도면6



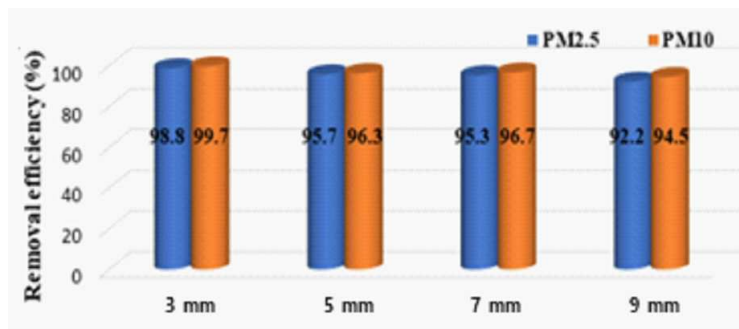
도면7



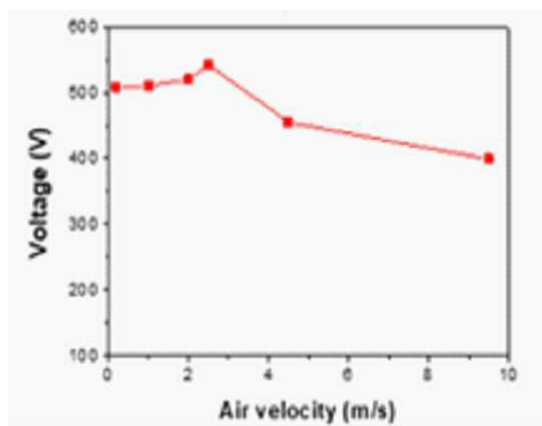
도면8



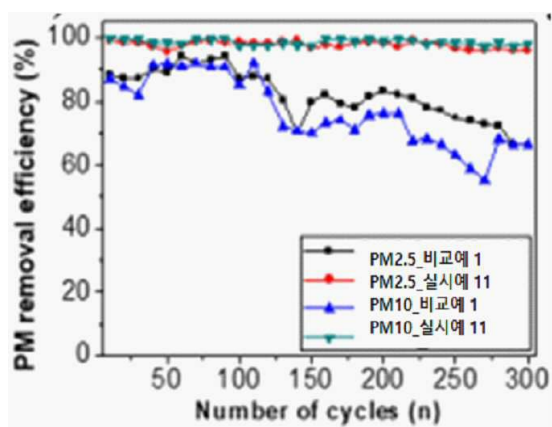
도면9



도면10



도면11



도면12

