(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0138926
(43) 공개일자 2021년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 39/18 (2006.01) *B60H 3/06* (2006.01)
E06B 9/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 39/18 (2013.01)
B60H 3/0658 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0056989
(22) 출원일자 2020년05월13일
심사청구일자 2020년05월13일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
최택집
서울특별시 송파구 양재대로 1218 올림픽선수기자촌아파트 136동 1602호
이호진
서울특별시 광진구 면목로 27, 304호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인이상

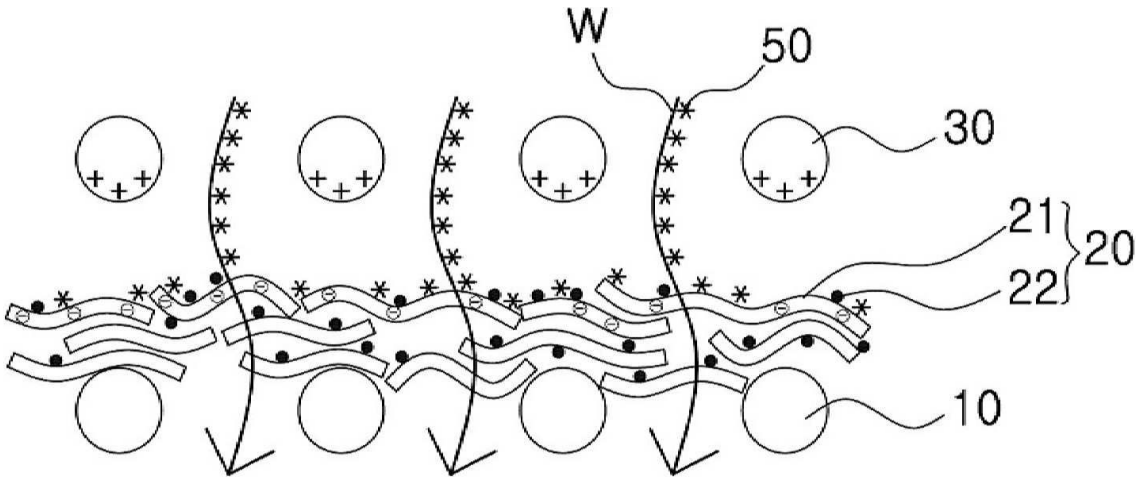
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **미세먼지 포집용 에어필터**

(57) 요 약

미세먼지 포집용 에어필터를 제공한다. 상기 에어필터는 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비하는 제1 메쉬를 구비한다. 상기 제1 메쉬 상에 필터층이 배치된다. 상기 필터층은 고분자 섬유가 불규칙하게 배열된 고분자 섬유웹을 구비한다. 상기 제1 메쉬 상에 상기 필터층을 바라보도록 제2 메쉬가 배치된다. 상기 제2 메쉬는 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비한다.

대 표 도 - 도4b



(52) CPC특허분류
E06B 9/52 (2013.01)
B01D 2239/025 (2013.01)
B01D 2239/0435 (2013.01)
B01D 2239/0492 (2013.01)
B01D 2239/10 (2013.01)
B01D 2259/804 (2013.01)
(72) 발명자
이상우
서울시 광진구 면목로1길 13-13
이준봉
서울시 중랑구 봉화산로30길 15, 다동 302호

명 세 서

청구범위

청구항 1

서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들(opening)을 구비하는 제1 메쉬(mesh);

상기 제1 메쉬 상에 배치되고, 고분자 섬유가 불규칙하게 배열된 고분자 섬유웹을 구비하는 필터층; 및

상기 제1 메쉬 상에 상기 필터층을 바라보도록 배치되고 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비하는 제2 메쉬를 포함하는 에어필터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 메쉬와 상기 제2 메쉬는 금속 메쉬, 고분자 메쉬, 혹은 유리 메쉬인 에어필터.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 메쉬와 상기 제2 메쉬는 서로 다른 재질로 형성되는 에어필터.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 메쉬 내에서 상기 그물눈의 형태와 크기는 균일하고,

상기 제2 메쉬 내에서 상기 그물눈의 형태와 크기는 균일한 에어필터.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 메쉬의 그물눈과 상기 제2 메쉬의 그물눈은 서로에 관계없이 수백 마이크로 미터 (several hundreds of micrometers) 내지 수 미리미터(several millimeters)의 크기를 갖는 에어필터.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 고분자 섬유는 셀룰로오스 나노섬유(cellulose nanofiber)인 에어필터.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 필터층은 상기 고분자 섬유 표면에 배치된 금속산화물을 더 포함하는 에어필터.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 금속산화물은 광촉매 특성을 나타내는 전이금속 산화물인 에어필터.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 금속산화물은 상기 고분자 섬유 상에 코팅된 금속산화물막이거나 또는 금속산화물 입자들인 에어필터.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 에어필터는 상기 제2 메쉬와 상기 필터층 사이에 발생된 마찰전기에 의해 대전된 상기 필터층 내에 미세입자들이 정전기적 인력에 의해 포집되는 에어필터.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 에어필터는 방충망, 자동차 에어컨 필터, 공기정화기의 필터, 혹은 진공청소기의 필터인 에어필터.

청구항 12

서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들(opening)을 구비하는 제1 메쉬(mesh); 상기 제1 메쉬 상에 배치되고, 고분자 섬유가 불규칙하게 배열된 고분자 섬유웹을 구비하는 필터층; 및 상기 제1 메쉬 상에 상기 필터층을 바라보도록 배치되고 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비하는 제2 메쉬를 포함하는 에어필터를 공기 유로 상에 설치하는 단계;

상기 에어필터를 투과하는 공기의 흐름에 의해 상기 제2 메쉬와 상기 필터층 사이에 마찰전기를 발생시켜 상기 제2 메쉬와 상기 필터층을 대전시키는 단계; 및

상기 대전된 필터층에 미세입자들이 정전기적 인력에 의해 포집되는 단계를 포함하는 공기 중 미세먼지 제거 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 필터층은 상기 고분자 섬유 표면에 배치된 금속산화물을 더 포함하고,

상기 미세입자가 포집된 에어필터에 자외선(UV)을 가하여 상기 미세입자들을 제거하는 단계를 더 포함하는 공기 중 미세먼지 제거 방법.

청구항 14

서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비하는 제1 메쉬를 제공하는 단계;

상기 제1 메쉬 상에 고분자 섬유가 분산된 분산액을 제공하여 상기 고분자 섬유가 불규칙하게 배열된 고분자 섬유웹을 구비하는 필터층을 형성하는 단계; 및

상기 필터층 상에 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비하는 제2 메쉬를 제공하는 단계를 포함하는 에어필터 제조방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 분산액은

금속산화물 전구체 용액 내에 상기 고분자 섬유를 분산시키는 단계; 및

상기 금속산화물 전구체로부터 졸-겔 반응을 통해 금속산화물을 합성하여 상기 고분자 표면 상에 상기 금속산화물은 배치하는 단계를 포함하여 얻는 에어필터 제조방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 금속산화물 전구체는 탄소수 1 내지 4의 알콕사이드를 구비하는 금속알콕사이드인 에어필터 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 필터에 관한 것으로, 구체적으로는 에어필터에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 중국발 황사, 그리고 중국의 급진적 산업화로 인한 산업배기가스 및 국내 자동차 배기가스 등의 인위적 오염에 의해 배출되는 물질들이 합해져 미세 먼지를 구성하며 그 농도가 점차 증가하고 있는 추세이다. 이러한 미세 먼지는 그 직경에 따라 PM10 (2.5㎛<직경≤10㎛)과 PM2.5 (직경≤2.5㎛)로 구분되고, 일반적으로 PM2.5를 초미세 먼지로 명명하고 있으며, 이러한 초미세 먼지는 약 0.1 내지 2.5㎛의 직경을 가진다. 초미세 먼지(PM2.5)는 폐 속 깊이 침투해 폐포에 흡착하여 폐포를 손상시킴에 따라, 천식이나 폐질환의 유병률, 조기사망률 증가에 영향을 줄 수 있다고 알려져 있다.

[0003] 이러한 미세 먼지를 포함한 공기 중의 오염 물질을 제거하는 일반적인 방법은 필터를 사용하여 여과하는 것이다. 이 때, 여과란 입자의 크기 차이를 이용하여 기체로부터 고체 입자를 물리적으로 분리하는 과정으로, 미세 먼지와 같이 크기가 매우 작은 먼지를 여과를 통해 제거하기 위해서는 필터의 기공이 미세 먼지의 직경에 비해 작아야 한다. 그러나, 필터의 기공이 작을수록 공기저항이 커지는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 공기저항을 증가시키지 않으면서도 미세먼지 제거효율을 향상시킬 수 있는 에어필터를 제공함에 있다.

[0005] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 일 측면은 에어필터를 제공한다. 상기 에어필터는 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비하는 제1 메쉬를 구비한다. 상기 제1 메쉬 상에 필터층이 배치된다. 상기 필터층은 고분자 섬유가 불규칙하게 배열된 고분자 섬유웹을 구비한다. 상기 제1 메쉬 상에 상기 필터층을 바라보도록 제2 메쉬가 배치된다. 상기 제2 메쉬는 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비한다.

[0007] 상기 제1 메쉬와 상기 제2 메쉬는 금속 메쉬, 고분자 메쉬, 혹은 유리 메쉬일 수 있다. 상기 제1 메쉬와 상기 제2 메쉬는 서로 다른 재질로 형성될 수 있다. 상기 제1 메쉬 내에서 상기 그물눈의 형태와 크기는 균일하고, 상기 제2 메쉬 내에서 상기 그물눈의 형태와 크기는 균일할 수 있다. 상기 제1 메쉬의 그물눈과 상기 제2 메쉬의 그물눈은 서로에 관계없이 수백 마이크로 미터 (several hundreds of micrometers) 내지 수 미리미터 (several millimeters)의 크기를 가질 수 있다.

[0008] 상기 고분자 섬유는 셀룰로오스 나노섬유(cellulose nanofiber)일 수 있다.

[0009] 상기 필터층은 상기 고분자 섬유 표면에 배치된 금속산화물을 더 포함할 수 있다. 상기 금속산화물은 광촉매 특성을 나타낼 수 있다. 상기 금속산화물은 상기 고분자 섬유 상에 코팅된 금속산화물막이거나 또는 금속산화물 입자들일 수 있다.

[0010] 상기 에어필터는 상기 제2 메쉬와 상기 필터층 사이에 발생된 마찰전기에 의해 대전된 상기 필터층 내에 미세입자들이 정전기적 인력에 의해 포집되는 것일 수 있다. 상기 에어필터는 방충망, 자동차 에어컨 필터, 공기정화기의 필터, 혹은 진공청소기의 필터일 수 있다.

[0011] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 다른 일 측면은 공기 중 미세먼지 제거 방법을 제공한다. 먼저, 서로 연

결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비하는 제1 메쉬; 상기 제1 메쉬 상에 배치되고, 고분자 섬유가 불규칙하게 배열된 고분자 섬유웹을 구비하는 필터층; 및 상기 제1 메쉬 상에 상기 필터층을 바라보도록 배치되고 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비하는 제2 메쉬를 포함하는 에어필터를 공기 유로 상에 설치한다. 상기 에어필터를 투과하는 공기의 흐름에 의해 상기 제2 메쉬와 상기 필터층 사이에 마찰전기를 발생시켜 상기 제2 메쉬와 상기 필터층을 대전시킨다. 상기 대전된 필터층에 미세입자들이 정전기적 인력에 의해 포집된다.

[0012] 상기 필터층은 상기 고분자 섬유 표면에 배치된 금속산화물을 더 포함하고, 상기 미세입자가 포집된 에어필터에 자외선(UV)을 가하여 상기 미세입자들을 제거할 수 있다.

[0013] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 다른 일 측면은 에어필터 제조방법을 제공한다. 먼저, 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비하는 제1 메쉬를 제공한다. 상기 제1 메쉬 상에 고분자 섬유가 분산된 분산액을 제공하여 상기 고분자 섬유가 불규칙하게 배열된 고분자 섬유웹을 구비하는 필터층을 형성한다. 상기 필터층 상에 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비하는 제2 메쉬를 제공한다.

[0014] 상기 분산액은, 금속산화물 전구체 용액 내에 상기 고분자 섬유를 분산시키는 단계; 및 상기 금속산화물 전구체로부터 졸-겔 반응을 통해 금속산화물을 합성하여 상기 고분자 표면 상에 상기 금속산화물은 배치하는 단계를 포함하여 얻을 수 있다. 상기 금속산화물 전구체는 탄소수 1 내지 4의 알콕사이드를 구비하는 금속알콕사이드일 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따르면, 미세먼지는 필터층 내의 고분자 섬유들 사이의 공간인 기공에 의해서도 물리적으로 필터링되고, 또한 상기 기공에 의한 필터링 외에 상기 마찰전기를 이용한 정전기적 인력에 의해서도 포집될 수 있다. 이에 따라, 기공 사이즈보다 더 작은 미세입자들 또한 포집가능하므로, 상기 에어필터를 통과하는 공기저항을 증가시키지 않으면서도 미세입자를 효율적으로 포집할 수 있다.

[0016] 그러나, 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 에어필터를 나타낸 사시도이고, 도 2는 도 1의 절단선 I-I′ 를 따라 취해진 단면도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 에어필터를 나타낸 단면도이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 에어필터를 사용하여 미세먼지를 포집하는 과정을 보여주는 단면도들이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 에어필터에 포집된 미세입자를 제거하는 과정을 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 6은 코팅액 제조예들 1 내지 4에 따른 코팅액들을 촬영한 SEM 사진들이다.

도 7은 코팅액 제조예들 5 내지 8에 따른 코팅액들을 촬영한 SEM 사진들이다.

도 8은 에어필터 제조예들 1 및 2에 따른 필터층이 형성된 메쉬의 단면을 촬영한 SEM 사진들을 보여준다.

도 9는 에어필터 제조예들 3 내지 6에 따른 에어필터들에서 생성된 마찰전기를 측정한 그래프이다.

도 10은 에어필터에 의한 미세먼지 제거정도를 분석하기 위한 장비를 나타낸 개략도이다.

도 11은 에어필터 제조예들 3 내지 6에 따른 에어필터들 및 에어필터 비교예에 따른 에어필터를 도 10의 장비 내에 설치한 후 에어필터를 투과한 공기 내 미세먼지 입자밀도를 시간에 따라 분석한 그래프이다.

도 12는 에어필터 제조예들 7 내지 22에 따른 에어필터들 및 에어필터 비교예에 따른 에어필터를 도 10의 장비 내에 설치한 후 24시간 동안 에어필터를 투과한 공기 내 미세먼지 입자밀도를 분석한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 도면들에 있어서, 층이 다른 층 또는 기판 "상"에 있다고 언급되어지는 경우에 그것은 다른 층 또는 기판 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 층이 개재될 수도 있다. 본 실시예들에서 "제1", "제2", 또는 "제3"는 구성요소들에 어떠한 한정을 가하려는 것은 아니며, 다만 구성요소들을 구별하기 위한 용어로서 이해되어야 할 것이다.

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 에어필터를 나타낸 사시도이고, 도 2는 도 1의 절단선 I-I′ 를 따라 취해진 단면도이다.

[0021] 도 1 및 도 2를 참조하면, 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들(opening)을 구비하는 제1 메쉬(mesh, 10)가 제공된다. 상기 제1 메쉬(10)는 금속 메쉬, 고분자 메쉬, 혹은 유리 메쉬일 수 있다. 상기 금속 메쉬는 알루미늄, 알루미늄 합금, 철, 철 합금, 구리, 구리 합금, 티타튬, 또는 티타늄 합금 메쉬일 수 있다. 철 합금은 스테인레스 스틸일 수 있다. 상기 고분자 메쉬는 PET(polyethylene terephthalate) 메쉬 일 수 있다.

[0022] 상기 그물눈의 크기는 수백 마이크로 미터(several hundreds of micrometers) 내지 수 미리미터(several millimeters), 일 예로서 수 미리미터일 수 있다. 그물눈의 크기는 그물눈이 다각형인 경우 대각선의 길이일 수 있고, 그물눈이 원형인 경우에는 지름의 길이일 수 있다. 상기 제1 메쉬(10) 내에서 상기 그물눈의 형태와 크기는 균일하거나 혹은 불균일할 수 있다. 상기 제1 메쉬(10)를 구성하는 스트랜드(strand)의 직경 또한 수백 마이크로 미터 내지 수 미리미터일 수 있다.

[0023] 상기 제1 메쉬(10) 상에 필터층(20)이 배치될 수 있다. 상기 필터층(20)은 상기 제1 메쉬(10)를 구성하는 스트랜드뿐 아니라 그물눈의 상부에도 배치될 수 있다. 상기 필터층(20)은 고분자 섬유(21)가 불규칙하게 배열된 고분자 섬유웹(polymer fiber web)일 수 있다. 상기 고분자 섬유(21)는 천연 고분자 섬유 혹은 합성 고분자 섬유일 수 있다. 상기 고분자 섬유(21)의 직경은 수 내지 수백 나노미터일 수 있다.

[0024] 상기 천연 고분자 섬유는 셀룰로오스 섬유 구체적으로, 셀룰로오스 나노섬유(cellulose nanofiber)일 수 있다. 상기 셀룰로오스 나노섬유는 평균 직경이 나노미터 사이즈 일 예로서 수 내지 수백 나노미터이고, 전체적으로 파이버(fiber) 형태를 갖는 종횡비가 매우 큰 셀룰로오스일 수 있다. 상기 셀룰로오스 나노섬유는 6탄당의 글루코오스가 β-1,4 글리코사이드 결합으로 연결된 반복단위들을 구비하는 셀룰로오스 사슬이 다발을 이루며, 사슬간 수소결합을 통해 결합한 섬유 중 평균 직경이 나노미터 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 또한, 상기 셀룰로오스 나노섬유는 수소결합에 의해 상기 셀룰로오스 사슬들이 정렬된 결정영역들(crystalline regions)와 상기 셀룰로오스 사슬들이 정렬되지 않은 비결정영역들(noncrystalline regions)을 길이 방향 즉, 섬유의 종축을 따라 반복해서 구비하는 것일 수 있다.

[0025] 상기 필터층(20) 내의 기공의 평균크기는 나노미터 사이즈 일 예로서 수 내지 수백 나노미터 구체적으로 수 나노미터일 수 있다. 또한, 상기 필터층(20)의 두께는 수 내지 수십 마이크로미터일 수 있다.

[0026] 상기 필터층(20)은 상기 고분자 섬유(21) 표면에 배치된 구체적으로 물리적 또는 화학적으로 부착된 금속산화물(22)을 더 포함할 수 있다. 상기 금속산화물 (22)이 표면 상에 부착된 상기 고분자 섬유(21)은 고분자-금속산화물 복합체로 명명할 수도 있다. 상기 금속산화물은 상기 고분자 섬유(21) 상에 코팅된 코팅막일 수도 있고, 도시된 바와 같이 입자형태를 가질 수도 있다. 상기 금속산화물 코팅막의 두께는 수 내지 수백 나노미터일 수 있고 상기 금속산화물 입자의 직경은 수 내지 수백 나노미터일 수 있다. 상기 금속산화물은 전이금속의 산화물로서 일 예로서, TiO_2, ZnO, ZrO_2, 또는 WO_3을 포함할 수 있다. 상기 금속산화물은 광촉매로 명명할 수도 있다.

[0027] 상기 필터층(20)은 상기 금속산화물(22)이 표면 상에 부착된 고분자 섬유(21) 다시 말해서, 고분자-금속산화물 복합체가 분산된 분산액을 상기 제1 메쉬(10) 상에 코팅하여 형성할 수 있다. 상기 코팅은 스프레이 코팅일 수 있다.

[0028] 상기 고분자-금속산화물 복합체는 금속산화물 전구체 용액 내에 상기 고분자 섬유를 분산시킨 후 졸-겔 반응을 통해 상기 금속산화물 전구체로부터 상기 금속산화물을 합성하는 방법 또는 금속산화물 전구체 용액으로부터 졸

-겔 반응을 통해 금속산화물을 합성한 후 여기에 상기 고분자 섬유를 분산시키는 방법을 사용하여 얻을 수 있다. 상기 금속산화물 전구체는 탄소수 1 내지 4의 알콕사이드를 구비하는 금속알콕사이드일 수 있다. 상기 고분자 섬유는 상기 금속산화물 전구체 100 중량부에 대해 약 10 내지 500 중량부, 약 50 내지 400 중량부, 약 75 내지 300 중량부, 일 예로서, 약 100 내지 200 중량부로 함유될 수 있다.

[0029] 상기 분산액은 분산매로서 수성용매 일 예로서, 물, 알코올 또는 이들의 혼합액을 포함할 수 있다. 또한, 상기 분산액은 상기 필터층(20)을 상기 제1 메쉬(10) 상에 바인딩하거나 혹은 상기 필터층(20) 내의 상기 다수의 고분자 섬유(21)를 서로 바인딩하는 바인더를 더 포함할 수 있다. 상기 바인더는 바니시(varnish)일 수 있다. 이 경우, 상기 필터층(20) 내에 상기 바인더가 잔존할 수 있다.

[0030] 그러나, 위 서술에 한정되지 않고 금속산화물(22)은 생략될 수도 있다. 이 경우, 상기 필터층(20)은 상기 고분자 섬유(21)가 분산된 분산액을 상기 제1 메쉬(10) 상에 코팅하여 형성할 수 있다.

[0031] 상기 필터층(20)이 형성된 제1 메쉬(10) 상에 상기 필터층(20)을 바라보는 제2 메쉬(30)가 제공될 수 있다. 다시 말해서, 상기 제1 메쉬(10)와 상기 제2 메쉬(30)는 서로 마주보도록 제공될 수 있고, 상기 제1 메쉬(10)가 상기 제2 메쉬(30)를 바라보는 면 상에 상기 필터층(20)이 제공될 수 있다. 상기 제2 메쉬(30) 또한, 상기 제1 메쉬(10)와 마찬가지로 서로 연결되거나 혹은 교차하는 다수의 스트랜드들과 상기 스트랜드들 사이에 그물눈들을 구비할 수 있다. 상기 제2 메쉬(30)는 상기 제1 메쉬(10)에 관계없이 금속 메쉬, 고분자 메쉬, 혹은 유리 메쉬일 수 있다. 상기 금속 메쉬는 알루미늄, 알루미늄 합금, 철, 혹은 철 합금 메쉬일 수 있다. 철 합금은 스테인레스 스틸일 수 있다. 상기 고분자 메쉬는 PET(polyethylene terephthalate) 메쉬 일 수 있다. 일 예로서, 상기 제1 메쉬(10)와 상기 제2 메쉬(30)는 서로 다른 재질로 제공될 수 있다.

[0032] 상기 제2 메쉬(30)의 그물눈의 크기는 상기 제1 메쉬(10)에 관계없이 수백 마이크로 미터(several hundreds of micrometers) 내지 수 미리미터(several millimeters), 일 예로서 수 미리미터일 수 있다. 상기 제2 메쉬(30)를 구성하는 스트랜드(strand)의 직경은 상기 제1 메쉬(10)에 관계없이 또한 수백 마이크로 미터내지 수 미리미터일 수 있다.

[0034] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 에어필터를 나타낸 단면도이다. 본 실시예에 따른 에어필터는 후술하는 것을 제외하고는 도 2를 참조하여 설명한 에어필터와 유사할 수 있다.

[0035] 도 3을 참조하면, 금속산화물(22)이 표면 상에 부착된 고분자 섬유(21)를 구비하는 필터층(20)은 제1 메쉬(10) 내의 스트랜드의 적어도 일부를 둘러싸는 형태를 갖도록 형성될 수 있다. 이 경우, 제1 메쉬(10) 내의 그물눈의 적어도 일부분은 상기 필터층(20)에 의해 덮히지 않고 뚫린 상태를 유지할 수 있다. 이를 위해 상기 제1 메쉬(10)를 상기 금속산화물(22)이 표면 상에 부착된 고분자 섬유(21) 다시 말해서, 고분자-금속산화물 복합체가 분산된 분산액 내에 디핑하는 방법을 사용하여 상기 필터층(20)을 형성할 수 있다.

[0037] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 에어필터를 사용하여 미세먼지를 포집하는 과정을 보여주는 단면도들이다. 본 실시예에서는 도 2를 참조하여 설명한 에어필터를 사용하여 미세먼지 포집과정을 보여주나 도 3을 참조하여 설명한 에어필터를 사용하여서도 미세먼지를 포집할 수 있다.

[0038] 도 4a를 참조하면, 도 2를 참조하여 설명한 에어필터를 향해 미세먼지(50)를 함유하는 공기의 흐름인 바람(W)이 유입될 수 있다. 이를 위해 상기 에어필터를 공기 유로 상에 설치할 수 있다. 이 경우, 에어필터의 제2 메쉬(30)와 제1 메쉬(10)는 필터층(20)을 사이에 두고 서로 접촉과 분리가 반복될 수 있다. 이 때, 상기 제2 메쉬(30)와 상기 필터층(20) 사이에 전자의 이동이 일어나 마찰전기가 발생하여, 상기 제2 메쉬(30)와 상기 필터층(20)은 반대 전하로 대전될 수 있다. 일 예로서, 상기 필터층(20)이 상기 제2 메쉬(30)에 비해 전기음성도가 큰 경우, 상기 제2 메쉬(30)로부터 상기 필터층(20) 구체적으로, 고분자 섬유(21)로 전자가 이동하여 상기 필터층(20)은 음전하를 띠고 상기 제2 메쉬(30)는 양전하를 띨 수 있다.

[0039] 상기 마찰전기의 발생을 용이하게 하기 위해 제1 메쉬(10)와 제2 메쉬(30)는 최소한 고정되어 상대적인 이동정도가 크게 배치될 수 있다.

[0040] 도 4b를 참조하면, 공기 흐름 내의 미세먼지(50)는 상기 대전된 필터층(20) 또는 제2 메쉬(30)에 정전기적 인력에 의해 부착될 수 있다. 한편, 미세먼지는 상기 필터층(20) 내의 상기 고분자 섬유(21)들 사이의 공간인 기공에 의해서도 물리적으로 필터링될 수도 있다. 그러나, 본 발명에서는 상기 기공에 의한 필터링 외에 상기 마

찰전기를 이용한 정전기적 인력에 의한 미세먼지 포집을 가능함에 따라, 기공 사이즈보다 더 작은 미세입자들 또한 포집가능할 수 있다. 이로 인해 상기 에어필터를 통과하는 공기저항을 증가시키지 않으면서도 미세입자를 효율적으로 포집할 수 있다.

[0041] 이에 더하여, 사이즈가 작은 미세먼지(50)는 산화질소류(Nitrogen oxides, NOx), 황화질소류(Sulphur oxides, SOx), 암모늄염(Ammonium salt, NHx) 등의 이온성 입자가 대부분인데, 본 실시예에 따른 에어필터는 이러한 이온성 입자를 정전기적 인력에 의해 효율적으로 필터링 할 수 있다.

[0043] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 에어필터에 포집된 미세입자를 제거하는 과정을 개략적으로 나타낸 단면도이다.

[0044] 도 5를 참조하면, 미세입자가 포집된 에어필터에 자외선(UV)을 가할 수 있다. 이 경우, 상기 필터층(20) 내에 함유된 금속산화물(22)의 표면에 라디칼 일 예로서, 하이드록시 또는 초과산화물 라디칼 등이 발생되고 이 라디칼은 포집된 미세입자 및 공기중에 포함된 바이러스 등을 분해하는 광촉매 반응이 일어날 수 있다.

[0046] 이러한 에어필터는 태양광을 받는 창문등에 방충망 대신 설치된 창문용 필터일 수 있다. 이 경우, 공기의 흐름을 크게 방해하지 않으면서도 미세먼지를 충분히 포집함에 따라 미세먼지가 많은 날 창문을 열어놓는 경우에도 깨끗한 실내 공기 분위기를 유지할 수 있다. 또한, 태양광에 포함된 자외선으로 인해 미세먼지가 자동분해될 수 있고 나아가 공기중에 포함된 바이러스 등도 제거될 수 있다.

[0047] 한편, 상기 포집된 미세먼지는 물을 사용하여 제거할 수도 있다. 이러한 장점은 기존 에어필터로 사용되던 일렉트릿 필터의 경우 수분으로 인해 정전기력을 잃는 것에 반해, 본 실시예의 에어필터의 경우 물을 사용하여 세척한 후 다시 설치하면 마찰전기에 의해 다시 대전될 수 있어 미세먼지 포집이 가능한 장점이 있다. 나아가, 상기 필터층(20) 내에 미세먼지 입자가 다량 포집되어 그 기능을 상실하는 경우, 이 필터층(20)은 물에 의해 제거할 수 있다. 이 후, 상기 필터층(20)은 앞서 설명한 방법을 통해 다시 형성할 수도 있다.

[0048] 이러한 에어필터는 앞서 설명한 바와 같이 창문등에 설치할 수도 있지만 이에 한정되지 않고, 자동차 에어컨 필터, 공기정화기의 필터, 혹은 진공청소기의 필터등에도 사용될 수 있다.

[0050] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실험예(example)를 제시한다. 다만, 하기의 실험예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐, 본 발명이 하기의 실험예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0052] **코팅액 제조예들 1 내지 4**

[0053] TTIP (titanium isopropoxide), 분산제인 톨루엔, 및 이소프로판올을 각각 1 ㎖, 40 ㎖, 및 40 ㎖의 비율로 혼합하였다. 이 후, 염산 수용액(농도 30%)을 넣어 pH를 2로 낮춰 TTIP의 가수분해와 축합반응을 진행하여 TiO_2 나노입자들을 형성하여, TiO_2 나노입자 분산액을 얻었다. 이 TiO_2 나노입자 분산액 내에 셀룰로오스 나노파이버 젤 (젤 상태의 CNF로서 water base를 2 wt% 함유하고 CNF의 직경은 50 nm 임)을 하기 표 1에 기재된 량만큼 혼합한 후, 셀룰로오스- TiO_2 나노입자 분산액인 코팅액들을 얻었다.

[0055] **코팅액 제조예들 5 내지 8**

[0056] TTIP (titanium isopropoxide), 분산제인 톨루엔, 및 이소프로판올을 각각 1 ㎖, 40 ㎖, 및 40 ㎖의 비율로 혼합한 후, 이 TTIP 용액 81 ㎖ 내에 셀룰로오스 나노파이버 젤 (젤 상태의 CNF로서 water base를 2 wt% 함유하고 CNF의 직경은 50 nm 임)을 하기 표 1에 기재된 량만큼 혼합하였다. 이 결과물 내에 염산 수용액(농도 30%)을 넣어 pH를 2로 낮춰 TTIP의 가수분해와 축합반응을 진행시켜 셀룰로오스 나노파이버 표면 상에 TiO_2 나노입자들을 형성하였다. 그 결과, 셀룰로오스- TiO_2 나노입자 분산액인 코팅액들을 얻었다.

[0058] **코팅액 제조예 9**

[0059] 코팅액 제조예 3에 따른 코팅액 약 81 g과 바인더로서 바니시(varnish) 약 81 g을 혼합하여 교반한 후, 에탄올 300 ㎖를 추가하여 코팅액을 얻었다.

[0061] **코팅액 제조예 10**

[0062] 코팅액 제조예 7에 따른 코팅액 약 81 g과 바인더로서 바니시(varnish) 약 81 g을 혼합하여 교반한 후, 에탄올 300 ㎖를 추가하여 코팅액을 얻었다.

표 1

[0064]

	TTIP : CNF 함량비 (중량기준)	CNF 함량 (g)	CNF 추가시 TiO_2 나노입자 형성 여부	바인더
코팅액 제조예 1	2:1	0.5	TiO_2 나노입자 형성된 상태	-
코팅액 제조예 2	1:1	1		-
코팅액 제조예 3	1:2	2		-
코팅액 제조예 4	1:4	4		-
코팅액 제조예 5	2:1	0.5	TiO_2 나노입자 형성 전 TiO_2 전구체 (TTIP) 상태	-
코팅액 제조예 6	1:1	1		-
코팅액 제조예 7	1:2	2		-
코팅액 제조예 8	1:4	4		-
코팅액 제조예 9	1:2	2	TiO_2 나노입자 형성된 상태	바니시
코팅액 제조예 10	1:2	2	TiO_2 나노입자 형성 전 TiO_2 전구체 (TTIP) 상태	바니시

[0065] 도 6은 코팅액 제조예들 1 내지 4에 따른 코팅액들을 촬영한 SEM 사진들이다.

[0066] 도 6을 참조하면, 셀룰로오스 함량이 0.5g일 경우(코팅액 제조예 1) TiO_2의 과성장으로 인해 셀룰로오스 나노파이버 형상이 보이지 않았으며(a), 셀룰로오스 함량이 4g일 경우(코팅액 제조예 4) TiO_2가 명확하게 나타나지 않았다(d). 또한, 셀룰로오스 함량이 1 또는 2g일 경우(코팅액 제조예들 2 및 3)에도 TiO_2는 셀룰로오스 나노파이버의 표면에 코팅된 형태를 갖는 것으로 나타났다(b, c). 이러한 형태는 TiO_2 나노입자가 형성된 상태의 분산액 내에 셀룰로오스 나노파이버를 분산시켰기 때문으로 추정되었다.

[0068] 도 7은 코팅액 제조예들 5 내지 8에 따른 코팅액들을 촬영한 SEM 사진들이다.

[0069] 도 7을 참조하면, 셀룰로오스 함량이 0.5g일 경우(코팅액 제조예 5) TiO_2의 과성장으로 인해 TiO_2와 셀룰로오스 나노파이버가 충분히 혼합되지 못한 것으로 보이며(a), 반대로 셀룰로오스 함량이 4g일 경우(코팅액 제조예 8)에는 셀룰로오스 함량이 너무 많아 셀룰로오스 나노파이버가 충분히 혼합되지 못한 것으로 보인다(d). 한편, 셀룰로오스 함량이 1 또는 2g일 경우(코팅액 제조예들 6 및 7)에는 TiO_2 입자들이 셀룰로오스 나노파이버의 표면에 균질하게 부착된 형태를 갖는 것으로 나타났다(b, c). 이러한 형태는 TiO_2 나노입자 형성 TiO_2 전구체 (TTIP) 상태의 용액 내에 셀룰로오스 나노파이버를 분산시켰기 때문으로 추정되었다.

[0071] **에어필터 제조예들 1 내지 22**

[0072] 코팅액 제조예들 2, 3, 6, 7, 9 및 10에 따른 코팅액들을 하기 표 2에 기재된 재질의 제1 메쉬 상에 압출식 스프레이를 사용하여 코팅하여, 상기 제1 메쉬 상에 필터층을 형성하였다. 이 후, 하기 표 2에 기재된 재질의 제2 메쉬를 상기 제1 메쉬와 겹치게 배열시키되, 상기 제1 메쉬와 상기 제2 메쉬 사이에 상기 필터층이 개재되도록

배열시켜 에어필터들을 제조하였다.

표 2

[0074]

	제1 메쉬	코팅액	제2 메쉬
에어필터 제조예 1	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 9	-
에어필터 제조예 2	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 10	-
에어필터 제조예 3	알루미늄	코팅액 제조예 2	알루미늄
에어필터 제조예 4	알루미늄	코팅액 제조예 3	알루미늄
에어필터 제조예 5	알루미늄	코팅액 제조예 6	알루미늄
에어필터 제조예 6	알루미늄	코팅액 제조예 7	알루미늄
에어필터 제조예 7	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 2	알루미늄
에어필터 제조예 8	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 3	알루미늄
에어필터 제조예 9	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 6	알루미늄
에어필터 제조예 10	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 7	알루미늄
에어필터 제조예 11	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 2	스테인레스 스틸
에어필터 제조예 12	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 3	스테인레스 스틸
에어필터 제조예 13	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 6	스테인레스 스틸
에어필터 제조예 14	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 7	스테인레스 스틸
에어필터 제조예 15	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 2	유리
에어필터 제조예 16	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 3	유리
에어필터 제조예 17	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 6	유리
에어필터 제조예 18	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 7	유리
에어필터 제조예 19	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 2	PET
에어필터 제조예 20	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 3	PET
에어필터 제조예 21	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 6	PET
에어필터 제조예 22	스테인레스 스틸	코팅액 제조예 7	PET

[0075] **에어필터 비교예**

[0076] 아무런 코팅처리되지 않은 두 장의 알루미늄 메쉬들을 겹치게 배열시켜 에어필터를 제조하였다.

[0078] 도 8은 에어필터 제조예들 1 및 2에 따른 필터층이 형성된 메쉬의 단면을 촬영한 SEM 사진들을 보여준다.

[0079] 도 8을 참조하면, 스테인레스 메쉬 상에 필터층이 형성된 것을 알 수 있다. 다만, 셀룰로오스 나노파이버 분산 후 TiO_2 입자를 성장시킨 경우(b) TiO_2 입자들이 더 명확하게 보이는 것을 알 수 있다.

[0081] 도 9는 에어필터 제조예들 3 내지 6에 따른 에어필터들에서 생성된 마찰전기를 측정한 그래프이다. 마찰전기는 제1 메쉬와 제2 메쉬에 오실로스코프의 양극과 음극에 전기적으로 연결한 후, 제1 메쉬와 제2 메쉬를 접촉과 분리를 반복 수행한 상태에서 측정하였다.

[0082] 도 9를 참조하면, 에어필터 제조예들 3 내지 6에 따른 에어필터들의 각각에서 제1 메쉬와 제2 메쉬를 접촉과 분리가 반복됨에 따라 마찰전기가 발생함을 알 수 있다.

[0084] **에어필터에 의한 미세먼지 제거정도 분석**

[0085] 도 10은 에어필터에 의한 미세먼지 제거정도를 분석하기 위한 장비를 나타낸 개략도이다.

[0086] 도 10을 참조하면, 공기 유입구와 공기 유출구를 구비하는 아크릴 관 내에 에어필터를 삽입할 수 있는 샘플 홀더가 배치될 수 있다. 상기 아크릴 관의 공기 유출구에는 약 1 fit^2 면적을 갖는 아크릴 챔버가 연결되고, 아크릴 챔버로 유입된 공기는 팬에 의해 외부로 유출될 수 있다. 입자 계수기를 사용하여 아크릴 챔버 내의 입자를 계수7할 수 있다. 이 때, 입자 계수기가 측정할 수 있는 입자의 직경은 0.5 내지 25 ㎛였다.

[0087]

[0088] 도 11은 에어필터 제조예들 3 내지 6에 따른 에어필터들 및 에어필터 비교예에 따른 에어필터를 도 10의 장비 내에 설치한 후 에어필터를 투과한 공기 내 미세먼지 입자밀도를 시간에 따라 분석한 그래프이다.

[0089] 도 11을 참조하면, 에어필터 제조예 6에 따른 에어필터가 약 20%의 미세먼지 감소를 나타내어 가장 우수한 미세먼지 흡착성능을 나타낸 것을 알 수 있다. 이는 셀룰로오스 나노파이버 함량이 비교적 많으면서도 셀룰로오스 나노파이버 상에 TiO_2가 코팅층이 아닌 입자들로 형성된 것이 더 우수한 미세먼지 흡착성능을 나타내는 것을 의미할 수 있다.

[0091] 도 12는 에어필터 제조예들 7 내지 22에 따른 에어필터들 및 에어필터 비교예에 따른 에어필터를 도 10의 장비 내에 설치한 후 24시간 동안 에어필터를 투과한 공기 내 미세먼지 입자밀도를 분석한 그래프이다.

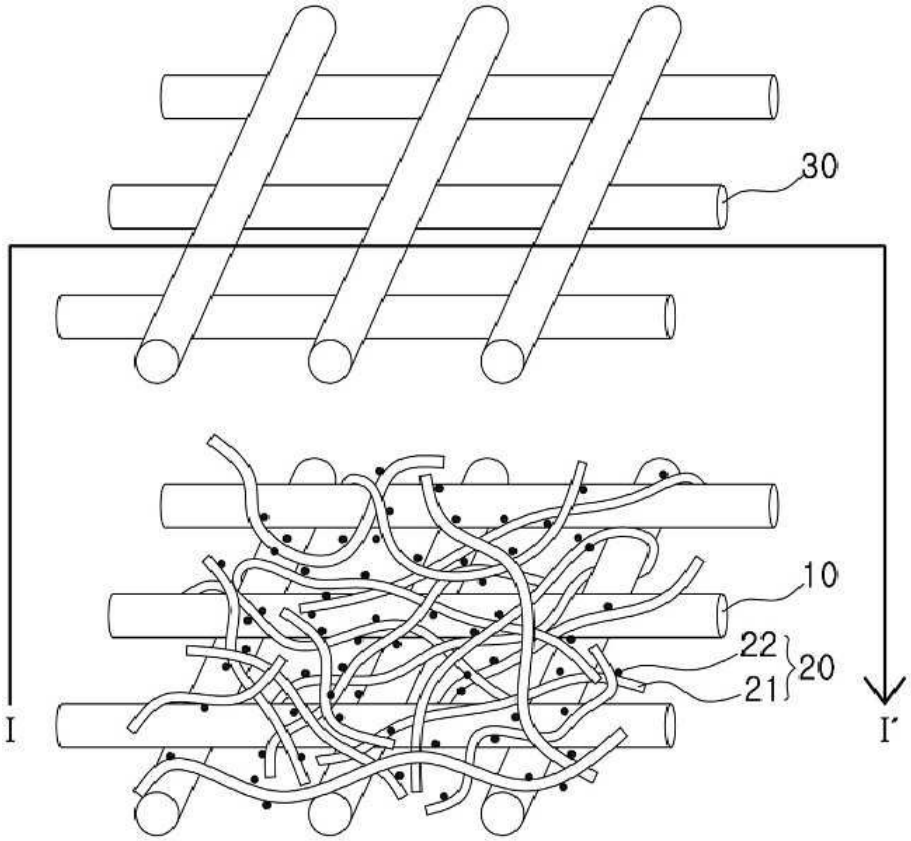
[0092] 도 12를 참조하면, 도 11과 마찬가지로 모든 예들에서 코팅액 제조예 7을 사용한 경우(에어필터 제조예들 10, 14, 18, 및 22)가 다른 경우에 비해 필터를 투과한 미세먼지의 량이 가장 적어 우수한 미세먼지 흡착성능을 나타내었는데, 이는 도 11에서 설명한 것과 마찬가지로 셀룰로오스 나노파이버 함량이 비교적 많으면서도 셀룰로오스 나노파이버 상에 TiO_2가 코팅층이 아닌 입자들로 형성된 것이 더 우수한 미세먼지 흡착성능을 나타내는 것을 의미할 수 있다.

[0093] 이에 더하여, 제1 매쉬와 제2 메쉬가 스테인레스 스틸로 동일한 에어필터 제조예들 11-14에 따른 에어필터들에 비해 제1 매쉬와 제2 메쉬가 서로 다른 재질로 이루어진 에어필터 제조예들 7-10 및 15-22에 따른 에어필터들은 더 우수한 미세먼지 흡착성능을 나타내었다. 이는 제1 매쉬와 제2 메쉬가 서로 다른 재질로 이루어질 때 마찰전기가 발생하기 용이하기 때문으로 추정되었다.

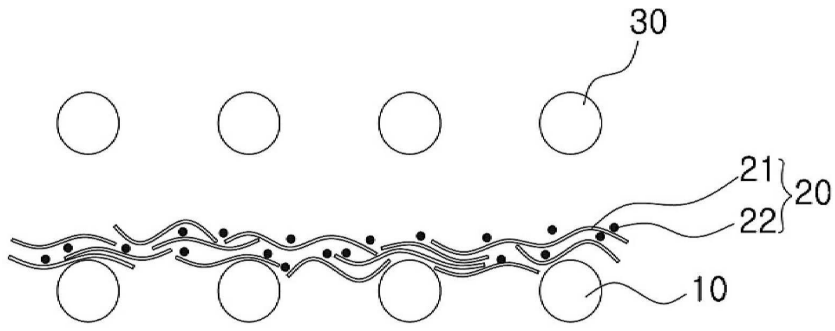
[0095] 이상, 본 발명을 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상 및 범위 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러가지 변형 및 변경이 가능하다.

도면

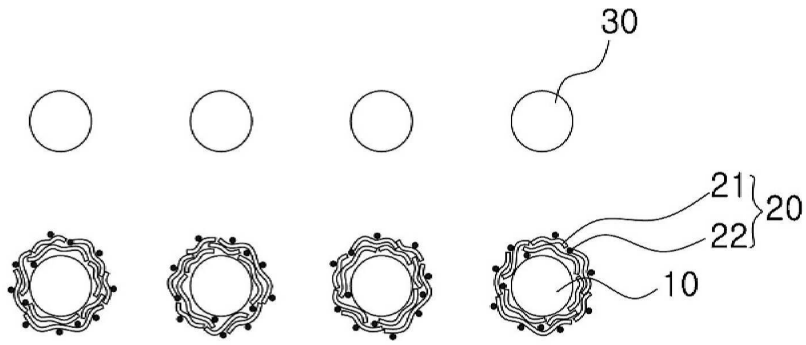
도면1



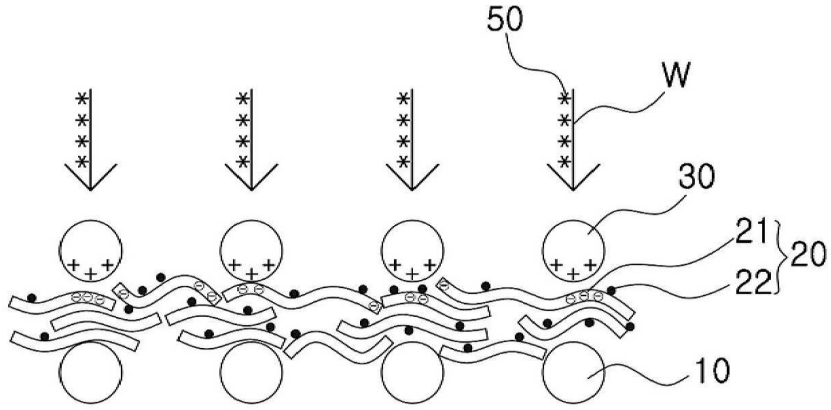
도면2



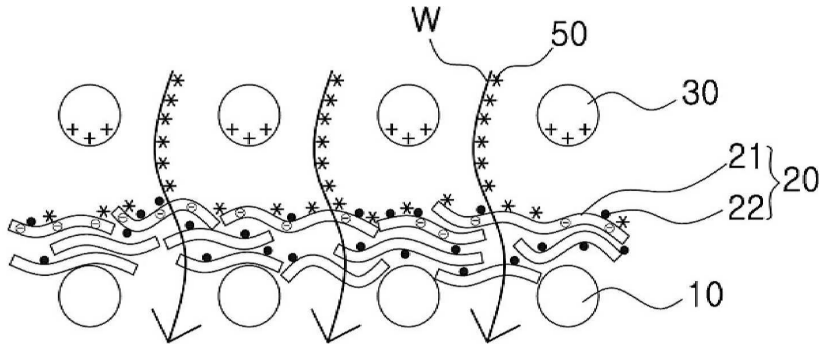
도면3



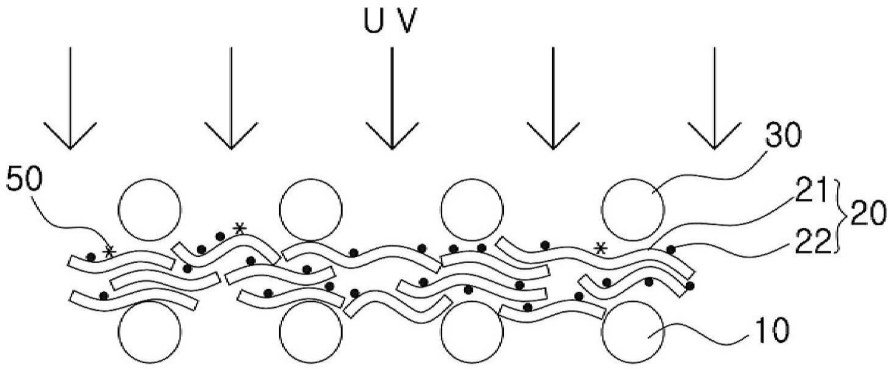
도면4a



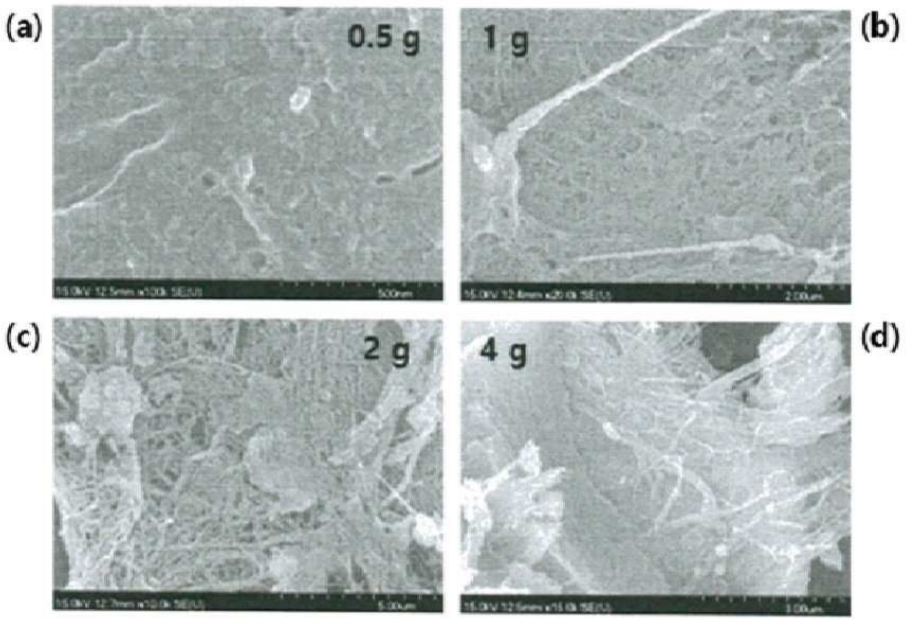
도면4b



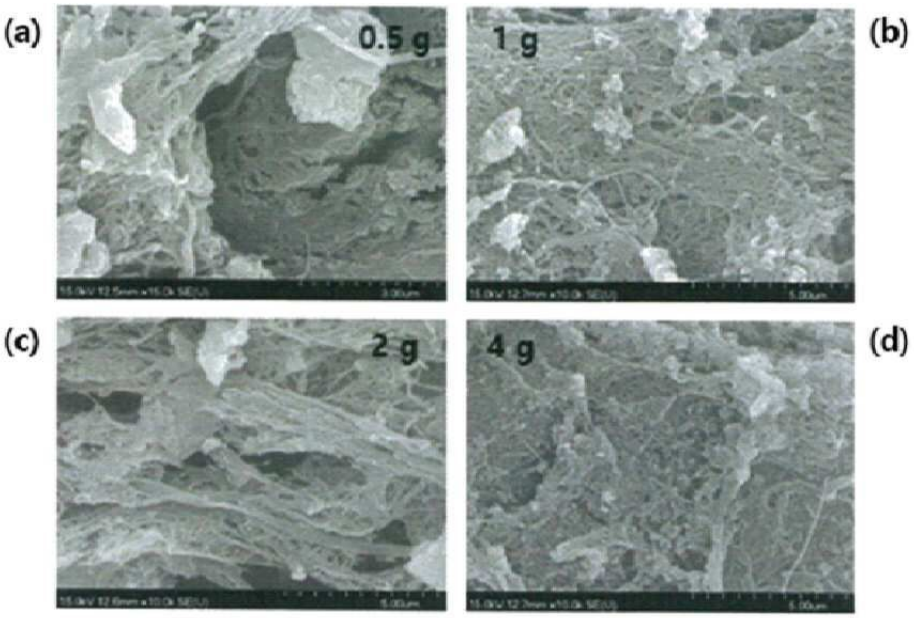
도면5



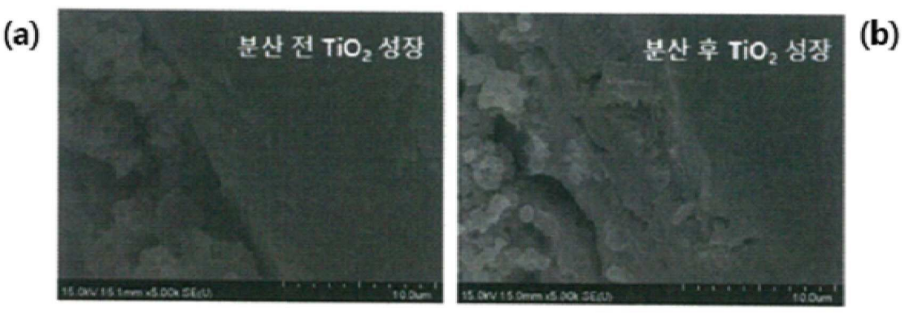
도면6



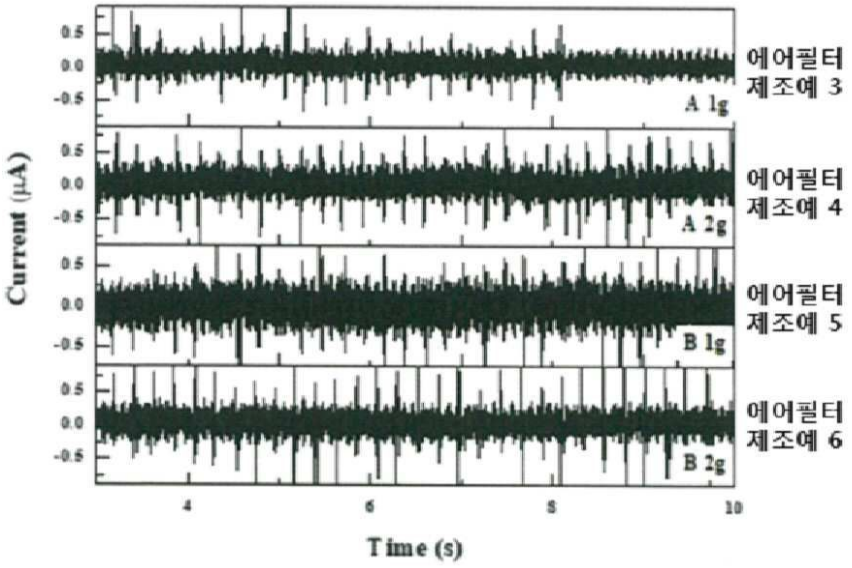
도면7



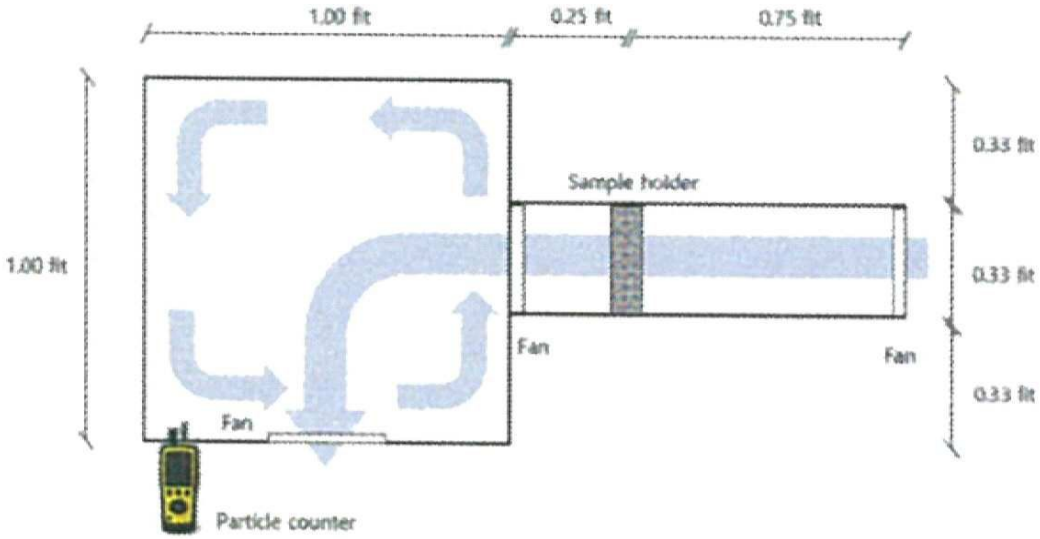
도면8



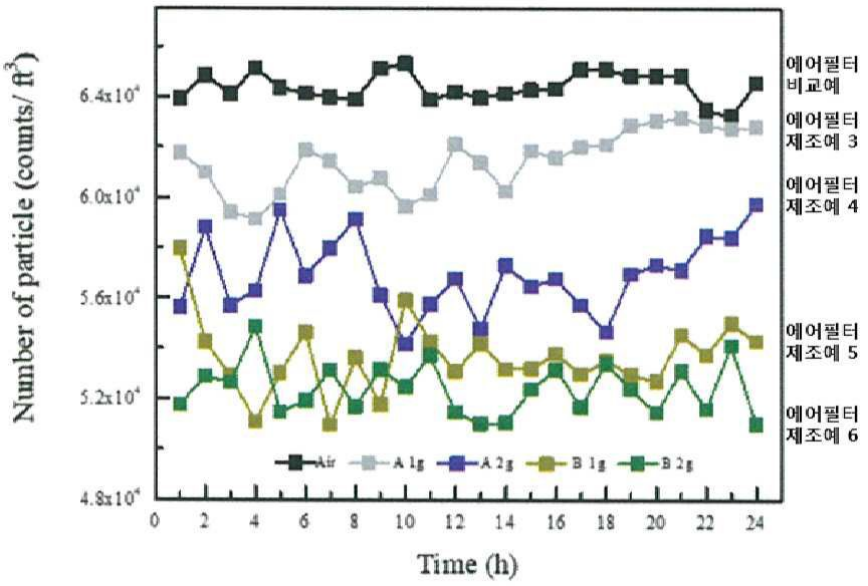
도면9


Current (μA)
0.5
0.0
-0.5
A 1g
A 2g
B 1g
B 2g
에어필터 제조예 3
에어필터 제조예 4
에어필터 제조예 5
에어필터 제조예 6
4
6
8
10
Time (s)

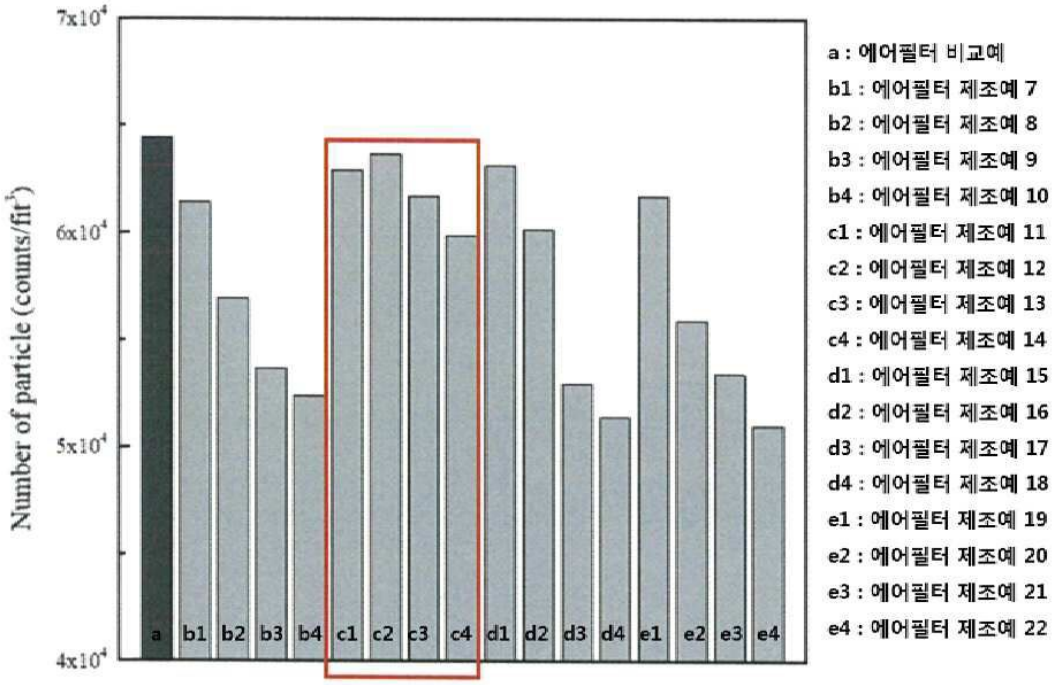
도면10


1.00 ft
0.25 ft
0.75 ft
0.33 ft
0.33 ft
0.33 ft
1.00 ft
Sample holder
Fan
Fan
Fan
Particle counter

도면11


Number of particle (counts/ ft3)
6.4x10⁴
6.0x10⁴
5.6x10⁴
5.2x10⁴
4.8x10⁴
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
Time (h)
Air
A 1g
A 2g
B 1g
B 2g
에어필터 비교예
에어필터 제조예 3
에어필터 제조예 4
에어필터 제조예 5
에어필터 제조예 6

도면12


Number of particle (counts/fit³)
7x10⁴
6x10⁴
5x10⁴
4x10⁴
a
b1
b2
b3
b4
c1
c2
c3
c4
d1
d2
d3
d4
e1
e2
e3
e4
a : 에어필터 비교예
b1 : 에어필터 제조예 7
b2 : 에어필터 제조예 8
b3 : 에어필터 제조예 9
b4 : 에어필터 제조예 10
c1 : 에어필터 제조예 11
c2 : 에어필터 제조예 12
c3 : 에어필터 제조예 13
c4 : 에어필터 제조예 14
d1 : 에어필터 제조예 15
d2 : 에어필터 제조예 16
d3 : 에어필터 제조예 17
d4 : 에어필터 제조예 18
e1 : 에어필터 제조예 19
e2 : 에어필터 제조예 20
e3 : 에어필터 제조예 21
e4 : 에어필터 제조예 22