

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2020-0087414
(43) 공개일자 2020년07월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 39/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01D 39/14 (2013.01)

B01D 2239/025 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0003652

(22) 출원일자 2019년01월11일

심사청구일자 2019년01월11일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

나정효

대전광역시 유성구 죽동로 321, 101동 1703호(죽동, 금성백조예미지)

이민형

경기도 화성시 동탄청계로 303-33, 1103동 201호(청계동, 모아미래도아파트)

이솔

대전광역시 유성구 문화원로 111, 405호(봉명동)

(74) 대리인

특허법인충정

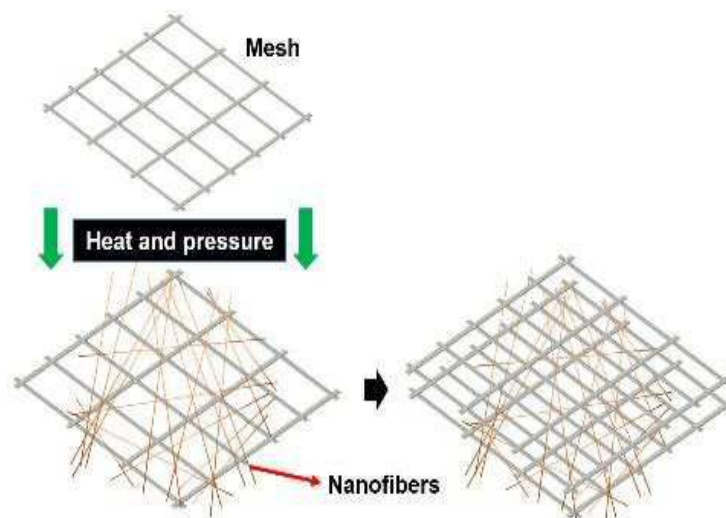
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 메쉬(mesh) 구조의 제1기재층; 상기 제1기재층 상에 전기방사(electrospinning)된 나노섬유층; 및 상기 나노섬유층이 형성된 면에 접착된 메쉬 구조의 제2기재층을 포함하는 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터로, 접착제를 사용하지 않아도 강한 강도를 가지며, 수회 세척 이후에도 내구성이 유지되고 차단 효율의 감소 없이 재사용 가능한 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 2239/0631 (2013.01)

B01D 2239/0668 (2013.01)

B01D 2239/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1485015243

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 환경산업선진화기술개발사업

연구과제명 압전 나노파이버 및 마찰대전충 통한 자연환기시스템용 창문형 필터개발

기 여 율 1/2

주관기관 충남대학교 산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2017R1A4A1015744

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 집단연구지원

연구과제명 Industry 4.0 산업용 무선 시스템 구축을 위한 기초 연구실

기 여 율 1/2

주관기관 충남대학교 산학협력단

연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

메쉬(mesh) 구조의 제1기재층;

상기 제1기재층 상에 전기방사(electrospinning)된 나노섬유층; 및

상기 나노섬유층이 형성된 면에 접착된 메쉬 구조의 제2기재층;을 포함하는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 접착은 열 및 압력을 통해 이루어진 것인, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 열은 100 내지 140 °C로 가해지는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 압력은 0.2 내지 0.25 Mpa로 가해지는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 접착은 100 내지 140 °C로 열을 가하고 0.2 내지 0.25 Mpa로 압력을 가해 이루어진 것인, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전기방사된 나노섬유는,

폴리벤지미다졸(Polybenzimidazole) 나노섬유, 폴리(비닐리덴플루오라이드-코-트리플루오로에틸렌)(Poly(vinylidene fluoride-co-trifluoroethylene)) 나노섬유, 나일론 6(Nylon 6), 나일론 11(Nylon 11)로 구성되는 군에서 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전기방사된 나노섬유는 폴리벤지미다졸(Polybenzimidazole) 나노섬유인 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 메쉬(mesh) 구조의 제1기재층 및 제2기재층은 각각,

불소섬유, 유리섬유, 폴리염화비닐(Poly(vinyl chloride) 코팅 유리섬유, 폴리프로필렌(Polypropylene)섬유, 폴리에스테르(Polyester)계 섬유, 나일론(Nylon) 섬유, 스틸(Steel)섬유 및 알루미늄(Aluminium)섬유로 구성되는 군에서 선택되는 1종 이상으로 제조되는 것을 특징으로 하는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터.

청구항 9

(a) 메쉬(mesh) 구조의 제1기재층 상에 전기방사(electrospining)된 나노섬유층을 형성하는 단계; 및

(b) 상기 나노섬유층이 형성된 면에, 메쉬 구조의 제2기재층을 접착하는 단계;를 포함하는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터의 제조 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 (b) 단계는 열 및 압력을 가하여 접착하는 것을 특징으로 하는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터의 제조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 열은 100 내지 140 °C로 가해지는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터의 제조 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 압력은 0.2 내지 0.25 Mpa로 가해지는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터의 제조 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 접착은 100 내지 140 °C로 열을 가하고 0.2 내지 0.25 Mpa로 압력을 가해 이루어진 것인, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터의 제조 방법.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 전기방사된 나노섬유는,

폴리벤지미다졸(Polybenzimidazole) 나노섬유, 폴리(비닐리덴플루오라이드-코-트리플루오로에틸렌)(Poly(vinylidene fluoride-co-trifluoroethylene)) 나노섬유, 나일론 6(Nylon 6), 나일론 11(Nylon 11)로 구성되는 군에서 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터의 제조 방법.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 전기방사된 나노섬유는 폴리벤지미다졸(Polybenzimidazole) 나노섬유인, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터의 제조 방법.

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 메쉬(mesh) 구조의 제1기재층 및 제2기재층은 각각,

불소섬유, 유리섬유, 폴리염화비닐(Poly(vinyl chloride) 코팅 유리섬유, 폴리프로필렌(Polypropylene) 섬유, 폴리에스테르(Polyester)계 섬유, 나일론(Nylon) 섬유, 스틸(Steel) 섬유 및 알루미늄(Aluminium)섬유로 구성되는 군에서 선택되는 1종 이상으로 제조되는 것을 특징으로 하는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터의 제조 방법.

청구항 17

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항의 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터를 이용하여 제조된 휴대용 마스크.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 메쉬구조의 기재층 사이에 나노섬유층을 구비하고, 강도를 보강하는 공정을 진행한 미세먼지 포집용 필터에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 미세먼지는 particulate matter를 통해 정의되는데, particulate matter는 '입자상 물질'이라는 뜻으로, 입자의 직경 크기가 10 μm 이하(PM 10)이면 미세먼지, 2.5 μm 이하(PM 2.5)이면 초미세먼지를 지칭한다. 미세먼지는 아황산가스, 질소 산화물(nitrogen oxide), 납(lead) 오존(ozone), 일산화 탄소(carbon monoxide) 등과 함께 수많은 대기오염물질을 포함하는데, 이 미세먼지는 입자직경이 작아 사람의 폐나 기관지로 들어갈 경우 호흡기 질환을 유발할 수 있어 차단이 필요성이 대두된다.

[0004] 때문에 미세먼지 차단을 위한 필터의 개발이 최근 활발하게 진행되고 있으나, 현재 상용화되고 있는 개인용 마스크에 구비된 필터는 재사용이 불가능하여 때문에 비용 및 환경적으로 문제가 되고 있다.

[0005] 한국 등록특허 10-1668395는 나노섬유를 구비한 재사용 가능 필터를 개시하고 있으나, 직물구조의 기재와 나노섬유를 고정하기 위해 사용하는 접착제로 인해 필터의 전면과 후면 사이에 압력차가 발생하여 호흡이 어려워지고, 제조 시 공정이 복잡하며 제조 비용이 상승하는 단점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) KR 10-1668395B

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하고자 하는 것으로, 메쉬(mesh) 구조의 제1기재층 상에 나노섬유물질을 전기방사(electrospinning)하고, 이를 통해 제조된 나노섬유에 제2기재층을 라미네이션(lamination)한 필터를 제조하여, 강도가 보강되고 세척을 통해 재사용이 가능한 필터 및 그 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은, 메쉬(mesh) 구조의 제1기재층; 상기 제1기재층 상에 전기방사(electrospinning)된 나노섬유층; 및 상기 나노섬유층이 형성된 면에 접착된 메쉬 구조의 제2기재층;을 포함하는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터를 제공한다.

[0011] 본 발명에서 상기 나노섬유층 및 제2기재층 간의 접착은 열 및 압력을 통해 이루어진 것을 특징으로 한다. 구체적으로, 상기 접착은 100 내지 140 °C로 열을 가하고 0.2 내지 0.25 Mpa로 압력을 가해 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명에서 전기방사되는 나노섬유는 특히, 폴리벤지미다졸 나노섬유인 미세먼지 포집용 필터를 제공한다.

[0014] 본 발명은 또한, a) 메쉬(mesh) 구조의 제1기재층 상에 전기방사(electrospinning)된 나노섬유층을 형성하는 단계; 및 (b) 상기 나노섬유층이 형성된 면에, 메쉬 구조의 제2기재층을 접착하는 단계;를 포함하는, 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터의 제조 방법을 제공한다. 상기 나노섬유층 및 제2기재층을 접착하는 단계는, 열 및 압력을 가하여 접착하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명은 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터에 관한 것으로, 접착제를 사용하지 않아도 강한 강도를 가지며, 수 회 세척 이후에도 내구성이 유지되고 차단 효율의 감소 없이 재사용 가능한 것을 특징으로 한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 필터를 제조하는 방법을 간략히 도시한 것이다.

도 2는 라미네이션 전후 필터 앞뒷면의 압력차를 비교한 것이다.

도 3은 나노섬유가 있는 경우(a), 나노섬유 없이 메쉬만 존재하는 경우(b) 각각을 라미네이션 한 후의 SEM 사진이다.

도 4는 필터의 세척 횟수에 따른 미세먼지 제거 효율을 나타낸 것이다.

도 5는 세척 전후의 필터를 전자현미경으로 관측한 사진이다.

도 6은 세 가지 나노 섬유(PBI, Nylon 6, PVA) 필터에 대한 먼지 제거 효율과 압력차를 나타낸 것이다.

도 7은 세 가지 나노 섬유(PBI, Nylon 6, PVA) 필터의 세척 횟수에 따른 미세먼지 제거 효율을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 명세서 및 특허청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해서 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있

다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 하나의 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.

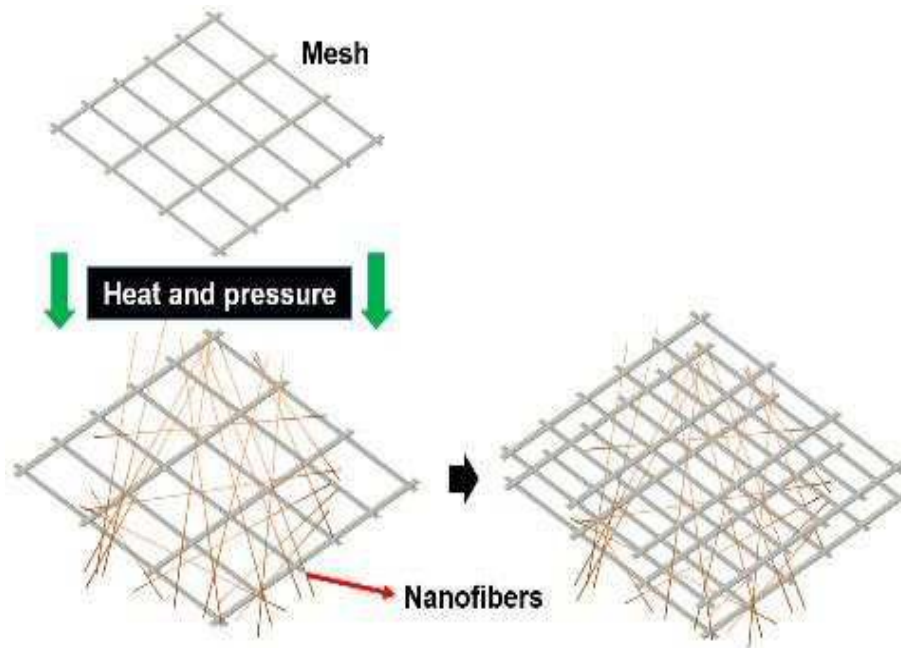
- [0021] 본 발명은 재사용 가능한 미세먼지 포집용 필터에 관한 것으로, 접착제를 사용하지 않아도 강한 강도를 가지며, 세척에 의해서도 내구성이 유지되고 효율의 감소 없이 재사용 가능한 것을 특징으로 한다.
- [0022] 본 발명의 미세먼지 포집용 필터는, 메쉬(mesh) 구조의 제1기재층; 상기 제1기재층 상에 전기방사(electrospinning)된 나노섬유층; 및 상기 나노섬유층이 형성된 면에 접착된 메쉬 구조의 제2기재층;으로 구성된다. 즉, 메쉬 구조의 제1기재층 및 제2기재층 사이에 나노섬유층이 형성되어 있는 구조이다.
- [0023] 제1기재층 상에 형성되는 나노섬유층은 전기방사 방식을 통해 형성되며, 나노섬유층과 제2기재층은 라미네이션(lamination) 공정을 통해, 즉 열 및 압력을 가하여 접착된다.
- [0024] 상기 라미네이션 과정에서 열은 100℃ 내지 140℃로 가하는 것이 바람직하며, 100℃ 미만인 경우 기재와 나노섬유가 잘 접착되지 않고 따라서 필터의 강도 보강이 충분히 되지 않으며, 140℃를 초과하는 경우 기재나 나노섬유가 손상되는 문제가 있다.
- [0025] 또한, 상기 라미네이션 과정에서 압력은 0.2 ~ 0.25 MPa를 가하는 것이 바람직하며, 0.2 MPa(또는 2 kgf/cm²)를 가하는 것이 더욱 바람직하다. 압력이 0.25 Mpa 이상으로 가해질 경우 필터 여재에 손상을 줄 가능성이 있고 0.2 Mpa보다 더 낮은 압력을 가할 경우에는 라미네이션 과정이 원활히 이루어지지 않을 수 있다.
- [0027] 본 발명은 상기 라미네이션 과정을 통해 나노섬유의 강도를 보강하며, 기존 발명과 달리 접착제 없이 열과 압력으로 부착하는 것으로, 필터 전면과 후면 사이에 압력차가 발생하지 않아 호흡이 훨씬 용이한 장점이 있다. 즉, 종래에는 기재층에 나노섬유층을 전기방사하고, 전기방사된 나노섬유의 탈락을 방지하기 위해 접착제를 사용하여 내구성 및 강도를 높였는데, 이 과정에서 필터의 전면과 후면 사이에 압력차가 발생하여 호흡이 곤란한 단점이 있었다. 그러나, 본 발명은 접착제를 사용하지 않아 이러한 단점이 없고, 또한 제조 공정을 단순화하고 제조 비용을 절감할 수 있다.
- [0029] 본 발명은 제1기재층에 나노섬유물질을 전기방사하고, 열과 압력을 가해 제2기재층을 접착하여 제조된 것으로, 상기 제1기재층 및 제2기재층은 각각, 불소섬유, 유리섬유, PVC(Poly(vinyl chloride)) 코팅 유리섬유, 폴리프로필렌(Polypropylene)섬유, 폴리에스테르(Polyester)계 섬유, 나일론(Nylon) 섬유, 스틸(Steel)섬유 및 알루미늄(Aluminium)섬유로 구성되는 군에서 선택되는 1종 이상으로 제조되나 이에 한정되지 않는다. 본 발명의 통상의 기술자는 용도에 따라 폴리머 계열 혹은 금속 계열을 적절히 선택하여 사용할 수 있다. 특히 폴리머 계열 중 폴리에스테르계 섬유는 상기 기재된 압력 및 온도조건에서 최적화된 섬유이다.
- [0031] 또한, 본 발명에서 상기 나노섬유는, PBI(폴리벤지미다졸, Polybenzimidazole) 나노섬유, PVDF-TrFE(Poly(vinylidene fluoride-co-trifluoroethylene)) 나노섬유, Nylon 6, Nylon 11로 구성되는 군에서 선택되는 1종 이상일 수 있으나, 후술할 바와 같이 특히 PBI를 사용하는 것이 바람직하다. PBI는 높은 온도특성과 큰 기계적 강도를 나타내고 있어 섬유의 손상이 거의 없어 본 발명의 라미네이션 필터로써 가장 적합하다.
- [0033] 본 발명의 미세먼지 포집용 필터는, 메쉬(mesh) 구조의 제1기재층 상에 전기방사(electrospinning)된 나노섬유층을 형성하는 단계; 및 상기 나노섬유층이 형성된 면에, 메쉬 구조의 제2기재층을 접착하는 단계;를 통해 제조된다.
- [0034] 상기 제조 단계에서 접착은, 접착제를 사용하지 않으며, 열 및 압력을 가하는 라미네이션(lamination) 공정을 통해 이루어진다(도 1 참조). 이를 통해 필터 전면과 후면 간 압력차의 변화 없이 나노섬유의 강도를 보강할 수 있다. 도 2는 접착제를 사용하는 공정과 달리, 라미네이션 공정을 진행한 경우 그 전후의 압력차 변화가 거의

발생하지 않는다는 것을 보여준다.

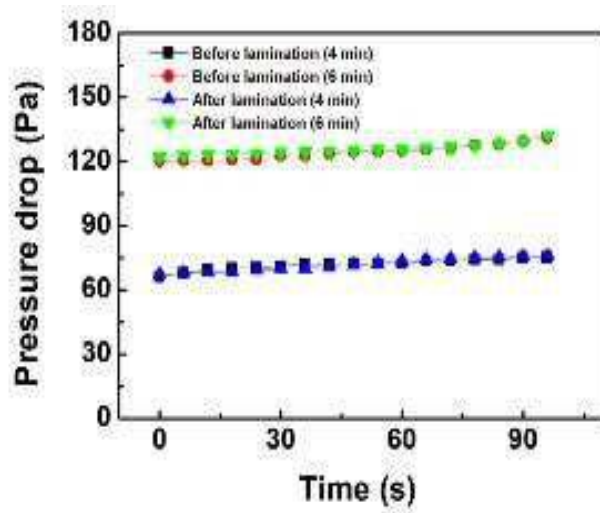
- [0035] 라미네이션 공정에서 열은 100 내지 140 °C로 가하는 것이 바람직하다. 100 °C 미만인 경우 기재와 나노섬유가 잘 접촉되지 않고 따라서 필터의 강도 보강이 충분히 되지 않으며, 140 °C를 초과하는 경우 기재나 나노섬유가 손상되는 문제가 있다.
- [0037] 한편, 도 3은 나노섬유가 있는 경우(a), 메쉬만 존재하는 경우(b) 각각을 라미네이션 한 후의 SEM 사진을 나타낸다. 이를 통해, 라미네이션 공정은 전기방사방식으로 제조된 나노섬유를 손상하지 않으며, 라미네이션 공정을 거친 후에도 기재와 기재 사이에 형성된 나노섬유가 라미네이션 공정 전과 동일한 형태를 유지하는 것을 확인할 수 있다.
- [0039] 또한, 본 발명의 미세먼지 포집용 필터는 아세트산(Acetic acid)을 일정량 포함한 세척 용액에 담그면 간단히 세척하여 재사용할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0040] 아세트산을 포함한 세척 용액에 약 10초간 침지한 후 미세먼지 제거 효율을 측정한 결과, 무기물인 KCl(Potassium chloride, 염화칼륨) 및 유기물인 DOP(Dioctyl phthalate, 프탈산 다이옥틸) 모두에 대하여 초기와 거의 동일하게 제거 효율을 유지함을 확인할 수 있다(도 4 참조).
- [0041] 먼지 등을 포집한 후 전자현미경을 통해 본 발명의 필터를 관측하면 무기물은 알맹이 형태로 포집되며(도 5(a) 참조) 유기물은 막 형태로 포집되는(도 5(b) 참조) 것을 확인할 수 있는데, 세척을 진행하면 각 경우 모두에서 다시 포집 전 상태와 동일한 형태가 되는 것을 알 수 있다.
- [0042] 따라서, 본 발명은 포집된 유기물, 무기물 모두 간단한 세척을 통해 제거할 수 있으며, 세척 후에도 그 성능이 유지되어 재사용이 가능한 필터를 제조할 수 있다.
- [0044] 한편, 본 발명에서 나노 섬유는 PBI를 사용하는 것이 가장 바람직하다. PBI를 사용한 필터는 일반적으로 사용하는 Nylon 6 또는 PVA에 비해 먼지 제거 효율이 매우 높으며, 수회 세척 후에도 초기와 거의 동일하게 제거 효율을 유지할 수 있다. 또한, 필터 전면과 후면 간 압력차도 미소하게 낮아 개선된 사용감을 나타낼 수 있다.
- [0045] 구체적으로, 도 6을 참조하면, Nylon 6, PVA를 전기방사한 나노섬유 필터에 비해 PBI를 전기방사한 나노섬유 필터가 무기물(KCL, 좌측 도시) 및 유기물(DOP, 우측 도시) 각각에 대하여 현저히 높은 제거효율을 나타낸다는 것을 확인할 수 있다. 특히 무기물에 대한 제거효율은 거의 100%에 가깝다. 또한, 필터 전면과 후면 간 압력차도 PBI 나노섬유 필터가 미소하게 낮음을 확인할 수 있다.
- [0046] 또한, 도 7을 참조하면, PVA를 전기방사한 나노섬유 필터는 세척 시 모두 필터가 손상되어 그 효율 측정이 불가능하였으나, Nylon 6를 전기방사한 나노섬유 필터에 비해 PBI를 전기방사한 나노섬유 필터가 매 회 세척 시마다 더 높은 세척 효율을 나타내며, 수회 세척을 거듭하여도 그 제거 효율이 크게 감소하지 않음을 확인할 수 있다.
- [0048] 본 발명은 미세먼지를 포집하는 용도라면 어떠한 형태로도 사용할 수 있으나, 세척이 간편하고, 압력차가 거의 없어 호흡이 용이하다는 점에서 휴대용 마스크(mask)에 사용하는 것이 더욱 바람직하다.

도면

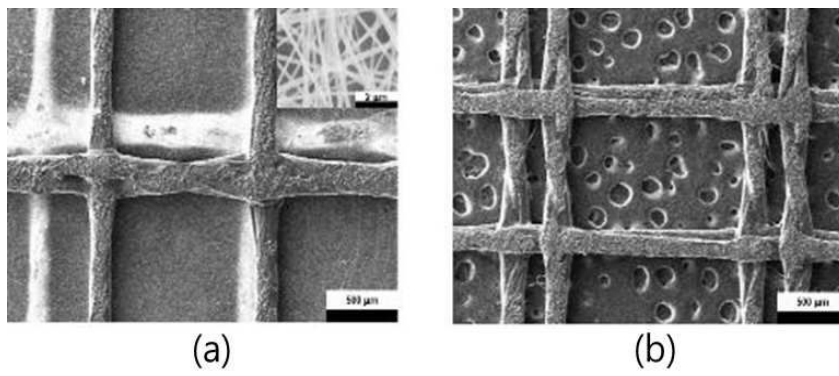
도면1



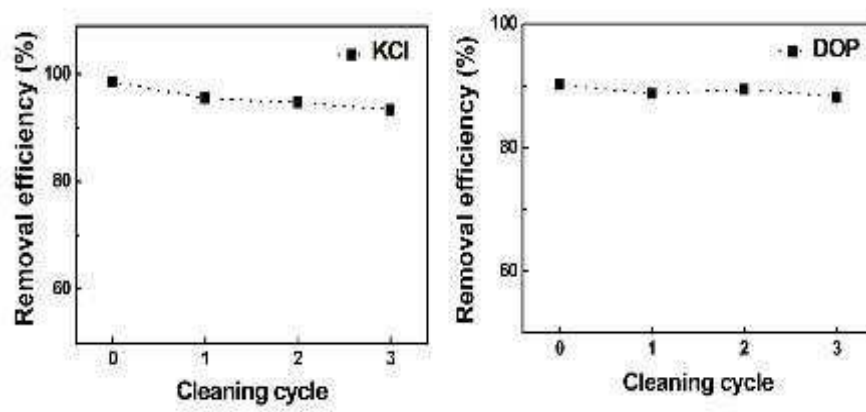
도면2



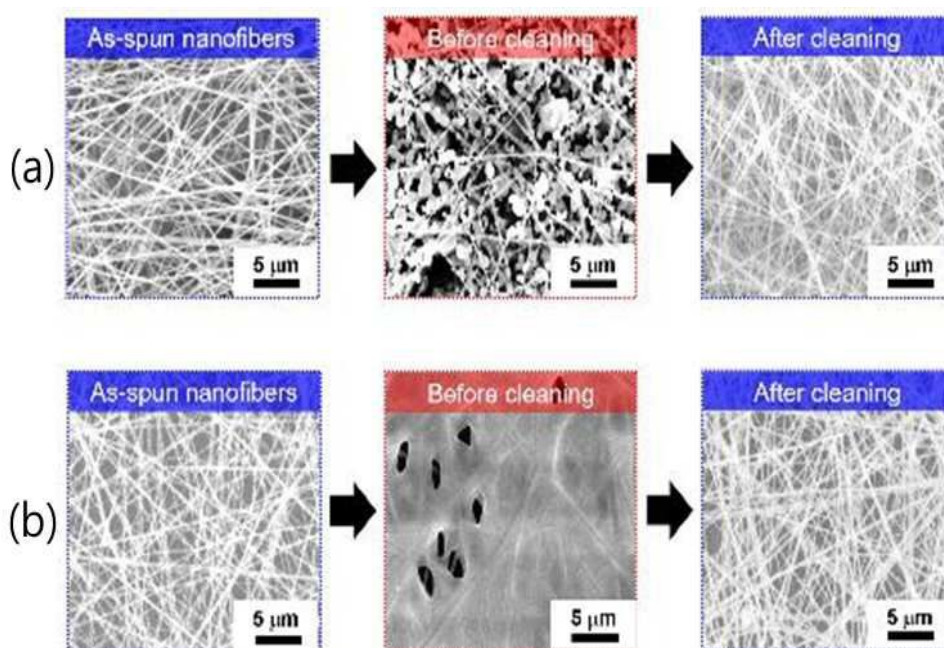
도면3



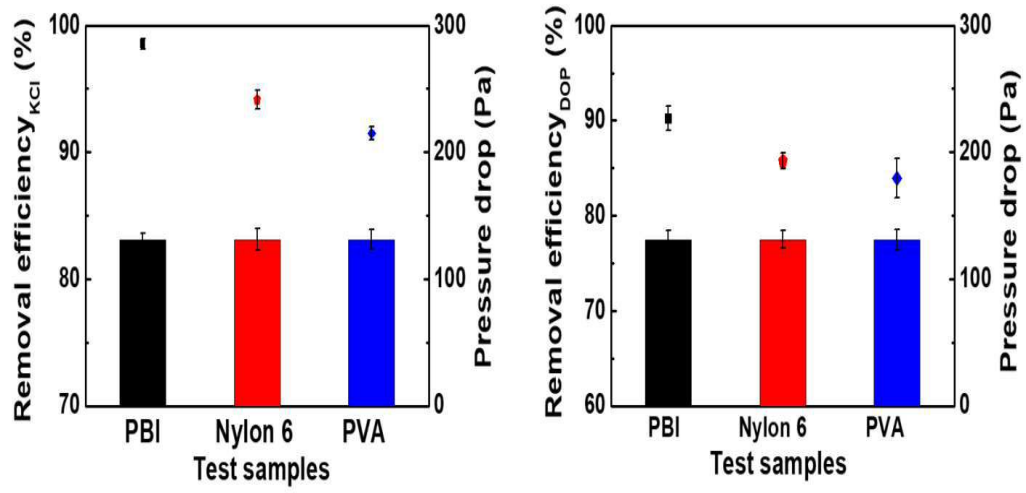
도면4



도면5



도면6



도면7

