(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0148604
(43) 공개일자 2024년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 46/00 (2022.01) *B01D 39/16* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 46/001 (2013.01)
B01D 39/1623 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0044210
(22) 출원일자 2023년04월04일
심사청구일자 2023년04월04일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
나정효
대전광역시 유성구 대덕대로541번길 99 (가정동, 도룡포레미소지움 아파트)
김창근
대전광역시 유성구 대학로81번길 62, 406호 (궁동, 정&이)
(74) 대리인
한상수

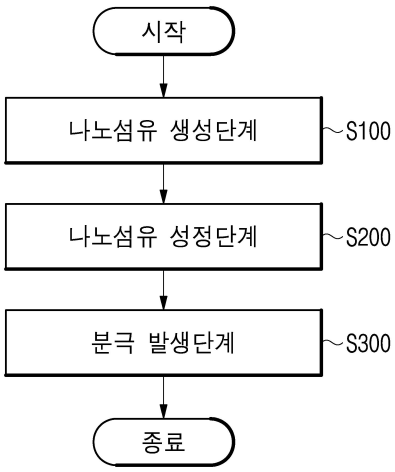
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **항균성 에어 필터의 제조방법 및 항균성 에어 필터**

(57) 요 약

본 발명은 금속 산화물 나노입자가 강유전성 고분자와 중합되어 나노섬유를 생성하는 나노섬유 생성단계; 및 상기 나노섬유를 반응용액에 투입시킨 후 열수공정을 통하여 상기 나노입자를 성장시키는 나노입자 성장단계;를 포함하고, 상기 나노입자 성장단계에서는, 상기 나노입자를 감싸고 있는 계면활성제에 의해 상기 나노섬유 내의 상기 나노입자가 상기 나노섬유와 상기 반응용액의 계면으로 이동됨으로써 필터 성능과 항균성을 동시에 향상시킬 수 있는 항균성 에어 필터의 제조방법 및 항균성 에어 필터를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01D 46/0028 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711167159
과제번호 2019R1A2C1010384
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)
연구과제명 마찰표면 대전도 및 유전체 분극 조절기술에 의한 에너지 수확 소자 성능 향상 및 응용 센서 개발
기 여 율 1/1
과제수행기관명 충남대학교
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

금속 산화물 나노입자가 강유전성 고분자와 중합되어 나노섬유를 생성하는 나노섬유 생성단계; 및

상기 나노섬유를 반응용액에 투입시킨 후 열수공정을 통하여 상기 나노입자를 성장시키는 나노입자 성장단계;를 포함하고,

상기 나노입자 성장단계에서는,

상기 나노입자를 감싸고 있는 계면활성제에 의해 상기 나노섬유 내의 상기 나노입자가 상기 나노섬유와 상기 반응용액의 계면으로 이동되는 것을 특징으로 하는 항균성 에어 필터의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 반응용액은 리튬이 도핑된 것을 특징으로 하는 항균성 에어 필터의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 나노입자 성장단계는,

상기 열수공정의 온도가 상기 강유전성 고분자의 유리전이 온도 이상인 것을 특징으로 하는 항균성 에어 필터의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 나노입자 성장단계는,

상기 열수공정을 1시간 초과 3시간 미만 수행하는 것을 특징으로 하는 항균성 에어 필터의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 금속 산화물은 산화아연(ZnO)인 것을 특징으로 하는 항균성 에어 필터의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 강유전성 고분자는 폴리비닐리덴 플루오라이드-트리플루오로에틸렌(PVDF-TrFE)인 것을 특징으로 하는 항균성 에어 필터의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 계면활성제는 DTAB, TTAB, CTAB 중 하나인 것을 특징으로 하는 항균성 에어 필터의 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 나노입자가 성장된 상기 나노섬유에 전기장을 인가하여 분극 효과를 발생시키는 분극 발생단계;를 더 포함

하는 것을 특징으로 하는 항균성 에어 필터의 제조방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 분극 발생단계는 2kV/cm 초과 7kV/cm 미만의 전계로 전기장을 인가하는 것을 특징으로 하는 항균성 에어 필터의 제조방법.

청구항 10

계면활성제로 감싸진 산화아연(ZnO) 나노입자가 폴리비닐리덴 플루오라이드-트리플루오로에틸렌(PVDF-TrFE)와 중합되어 형성된 나노섬유; 및

상기 나노입자가 상기 나노섬유의 표면에서 성장되어 형성되는 나노로드;를 포함하며,

상기 나노로드는 상기 나노섬유가 리튬이 도핑된 반응용액에 투입되고 열수공정을 통하여 성장되고,

상기 나노입자가 성장된 상기 나노섬유는 전기장이 인가되어 분극 효과가 발생되는 것을 특징으로 하는 항균성 에어 필터.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 항균성 에어 필터의 제조방법 및 항균성 에어 필터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 항균성을 가지는 항균성 에어 필터의 제조방법 및 항균성 에어 필터에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 자동차 배기가스, 공장이나 발전소 등에서 석탄·석유 등 화석연료를 태울 때 발생하는 매연, 건설 현장과 같은 작업장에서 발생하는 날림 먼지, 소각 시 발생하는 소각 연기 등으로 인한 미세먼지와 황사로 인해 대기오염이 심해져, 미세먼지나 황사 등에 의한 실내 대기 오염을 막기 위해 일반 가정집이나 사무실, 병원 등의 각종 건물에서는 창문이나 출입문 등에 가시광선 투과율이 소정 비율 이상인 가시광선 투과성 미세먼지 차단용 시설을 설치하고 있다.

[0003] 이와 같은 미세먼지 차단용 시설에는 필터 방식, 스크러버 방식, 전기집진기 방식이 있으며, 이 중 필터를 사용한 미세먼지 차단 필터망은 미세먼지를 관성, 차단, 확산, 중력의 효과에 의해 물리적으로 포집하고/하거나 정전기에 의해 전기적으로 포집할 수 있다.

[0004] 한편 COVID19 팬데믹 이후, 많은 임상 사례에서 바이러스와 박테리아의 공동감염은 치사율을 증가로 이어짐이 확인되었다. 이러한 공동감염을 예방하기 위해 항균성을 가지는 에어 필터가 요구되고 이에 따라 에어 필터에 항균제를 합성 및 코팅하는 등의 접근법들이 시도되고 있으나, 이러한 방식은 항균성만 부여할 뿐 필터의 성능 향상에는 기여하지 못한다.

[0005] 따라서, 항균성뿐 아니라 물리적인 여과 효율도 향상된 에어 필터의 제조방법이 필요한 실상이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 10-2374762(2022.03.10 등록, 발명의 명칭 : 초미세먼지 필터의 제조 방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 필터 성능과 항균성을 동시에 향상시킬 수 있는 항균성 에어 필터의 제조방법 및 항균성 에어 필터를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법은, 금속 산화물 나노입자가 강유전성 고분자와 중합되어 나노섬유를 생성하는 나노섬유 생성단계; 및 상기 나노섬유를 반응용액에 투입시킨 후 열수공정을 통하여 상기 나노입자를 성장시키는 나노입자 성장단계;를 포함하고, 상기 나노입자 성장단계에서는, 상기 나노입자를 감싸고 있는 계면활성제에 의해 상기 나노섬유 내의 상기 나노입자가 상기 나노섬유와 상기 반응용액의 계면으로 이동되는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법에 있어서, 상기 반응용액은 리튬이 도핑된 용액일 수 있다.

[0010] 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법에 있어서, 상기 나노입자 성장단계는, 상기 열수공정의 온도가 상기 강유전성 고분자의 유리전이 온도 이상일 수 있다.

[0011] 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법에 있어서, 상기 나노입자 성장단계는, 상기 열수공정을 1시간 초과 3시간 미만 수행할 수 있다.

[0012] 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법에 있어서, 상기 금속 산화물은 산화아연(ZnO)일 수 있다.

[0013] 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법에 있어서, 상기 강유전성 고분자는 폴리비닐리덴 플루오라이드-트리플루오로에틸렌(PVDF-TrFE)일 수 있다.

[0014] 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법에 있어서, 상기 계면활성제는 DTAB, TTAB, CTAB 중 하나일 수 있다.

[0015] 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법에 있어서, 상기 나노입자가 성장된 상기 나노섬유에 전기장을 인가하여 분극 효과를 발생시키는 분극 발생단계;를 더 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법에 있어서, 상기 분극 발생단계는 2kV/cm 초과 7kV/cm 미만의 전계로 전기장을 인가할 수 있다.

[0017] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터는, 계면활성제로 감싸진 산화아연(ZnO) 나노입자가 폴리비닐리덴 플루오라이드-트리플루오로에틸렌(PVDF-TrFE)와 중합되어 형성된 나노섬유; 및 상기 나노입자가 상기 나노섬유의 표면에서 성장되어 형성되는 나노로드;를 포함하며, 상기 나노로드는 상기 나노섬유가 리튬이 도핑된 반응용액에 투입되고 열수공정을 통하여 성장되고, 상기 나노입자가 성장된 상기 나노섬유는 전기장이 인가되어 분극 효과가 발생되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 항균성 에어 필터의 제조방법 및 항균성 에어 필터에 따르면, 산화아연(ZnO)을 사용하여 항균성을 가짐과 동시에, 리튬이 도핑된 반응용액에서 열수공정을 통하여 나노로드가 성장되고 전기장을 인가하여 분극 효과를 발생시킴으로써 필터링 효율 또한 향상되는 효과가 있다.

[0019] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법을 나타낸 순서도이고,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법의 나노입자 성장단계를 나타낸 모식도이고,

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법의 나노입자 성장단계의 과정을 전자현미경으로 분석한 사진이고,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 열수공정의 시간에 따른 에어 필터의 압력강하와 정전기전압계(Electrostatic voltmeter, ESVM)를 나타낸 도면이고,

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 열수공정의 시간에 따른 나노입자가 나노로

드로 성장된 모습을 촬영한 사진이고,

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법의 분극 발생단계를 나타낸 모식도이고,

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 분극 발생단계 전후의 각 필터들의 정전기전압계(Electrostatic voltmeter, ESVM)를 나타낸 도면이고,

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 각 필터들의 β상 비율 변화를 나태난 도면이고,

도 9 및 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법의 분극 발생단계에서 전계에 따른 필터링 효율을 나태난 도면이고,

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 각 필터들의 필터링 효율을 나타낸 도면이고,

도 12는 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 각 필터들의 Quality Factor(QF)를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하 상술한 해결하고자 하는 과제가 구체적으로 실현될 수 있는 본 발명의 바람직한 실시예들이 첨부된 도면을 참조하여 설명된다.

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법을 나타낸 순서도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법의 나노입자 성장단계를 나타낸 모식도이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법의 나노입자 성장단계의 과정을 전자현미경으로 분석한 사진이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 열수공정의 시간에 따른 에어 필터의 압력강하와 정전기전압계(Electrostatic voltmeter, ESVM)를 나타낸 도면이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 열수공정의 시간에 따른 나노입자가 나노로드로 성장된 모습을 촬영한 사진이고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법의 분극 발생단계를 나타낸 모식도이고, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 분극 발생단계 전후의 각 필터들의 정전기전압계(Electrostatic voltmeter, ESVM)를 나타낸 도면이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 각 필터들의 β상 비율 변화를 나태난 도면이고, 도 9 및 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법의 분극 발생단계에서 전계에 따른 필터링 효율을 나태난 도면이고, 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 각 필터들의 필터링 효율을 나타낸 도면이고, 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법에서 각 필터들의 Quality Factor(QF)를 나타낸 도면이다.

[0023] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 향균성 에어 필터의 제조방법은, 나노섬유 생성단계(S100), 나노입자 성장단계(S200) 및 분극 발생단계(S300)를 포함할 수 있다.

[0024] 나노섬유 생성단계(S100)는 금속 산화물 나노입자가 강유전성 고분자와 중합되어 나노섬유를 생성하는 단계로, 상기 금속 산화물은 산화아연(ZnO)일 수 있고, 상기 강유전성 고분자는 폴리비닐리덴 플루오라이드-트리플루오로에틸렌(PVDF-TrFE)일 수 있다.

[0025] 산화아연(ZnO)은 항균물질이면서 간단한 화학 반응을 통해 쉽게 나노구조체로 성장될 수 있다. 즉, 산화아연(ZnO)을 사용하여 항균성뿐만 아니라 나노구조체로 성장시켜 에어 필터의 물리적인 필터 효율 향상으로 이어지는 효과가 있다.

[0026] 폴리비닐리덴 플루오라이드-트리플루오로에틸렌(PVDF-TrFE)은, α상, β상 및 γ상의 3가지 상이한 상을 나타내고, 그 중에서도 β상과 γ상은 강유전성 거동을 나타내며, 상대적으로 높은 전기 쌍극자 모멘트를 갖는 β상에 분극 효과를 통해 전기적으로 활성화시켜 에어 필터의 성능을 향상시킬 수 있는데, 이는 후술하기로 한다.

[0027] 나노입자 성장단계(S200)는 나노섬유를 반응용액에 투입시킨 후 열수공정을 통하여 나노입자를 성장시키는 단계로, 나노입자 성장단계(S200)에서는 나노입자를 감싸고 있는 계면활성제에 의해 나노섬유 내의 나노입자가 나노섬유와 반응용액의 계면으로 이동되어 상기 계면에서 나노로드로 성장될 수 있다.

[0028] 구체적으로 도 2 및 도 3을 참조하면, 나노섬유 생성단계(S100)를 통해 내부에 금속 산화물 나노입자가 중합되어 있는 나노섬유를 반응용액에 투입시킨 후 열수공정을 진행한다.

[0029] 여기서, 열수공정의 온도는 강유전성 고분자의 유리전이 온도 이상일 수 있다. 나노섬유가 반응용액에 투입되면, 나노입자는 나노입자를 감싸고 있는 계면활성제의 친수성과 소수성을 동시에 가지는 특성에 의해 나노섬유와 반응용액의 계면으로 이동하려고 하지만, 강유전성 고분자에 강하게 붙잡혀 있기 때문에 이동되지 못할 수 있다.

[0030] 이때, 강유전성 고분자의 유리전이 온도보다 높은 온도로 열수공정을 수행하면, 강유전성 고분자의 상이 변하면서 나노입자는 움직일 수 있는 자유도를 가질 수 있고 이로 인해, 나노입자는 나노섬유와 반응용액의 계면으로 이동될 수 있다.

[0031] 다시 말해, 강유전성 고분자의 유리전이 온도보다 높은 온도로 열수공정을 수행하여 나노입자는 자유도를 가질 수 있고, 나노섬유를 감싸고 있는 계면활성제에 의해 나노섬유 내의 나노입자가 나노섬유와 반응용액의 계면으로 이동되될 수 있다.

[0032] 여기서 계면활성제는 친수성과 소수성을 동시에 가지는 DTAB, TTAB, CTAB 중 하나일 수 있어 소수성의 계면과 친수성의 계면인 나노섬유와 반응용액의 계면으로 나노섬유를 이동시킬 수 있다.

[0033] 이렇게 나노입자가 나노섬유와 반응용액의 계면으로 이동되면, 나노입자는 반응용액과 반응되어 나노로드로 성장될 수 있다. 이때, 반응용액은 리튬이 도핑된 용액일 수 있다. 리튬이 도핑된 반응용액에서 성장되는 나노로드는 후술하는 분극 발생단계(S300)를 통해 더 높은 표면전위를 가질 수 있는데 이는 후술하기로 한다.

[0034] 한편, 열수공정은 1시간 초과 3시간 미만 수행될 수 있다.

[0035] 도 4 및 도 5를 참조하면, 열수공정이 너무 적은 시간 수행되면 나노입자는 충분한 성장을 하지 못하여 도 5의 (a)와 같이 나노섬유 주위로 나노로드가 너무 적게 형성될 수 있다. 이 경우, 에어 필터는 너무 낮은 표면전위를 가지게 되어 여과 효율이 떨어질 수 있다.

[0036] 그리고, 열수공정이 너무 많은 시간 수행되면, 나노입자가 너무 많이 성장되어 도 5의 (c)와 같이 나노섬유 주위로 나노로드가 너무 빽빽하게 형성될 수 있다. 이 경우, 에어 필터는 너무 높은 압력강하를 가지게 되어 필터의 효율이 떨어지고 수명이 적은 문제가 있다.

[0037] 따라서, 열수공정은 1시간 초과 3시간 미만 수행되는 것이 바람직하고, 더 바람직하게 열수공정은 2시간 수행되는 것이며, 이 경우 도 5의 (b)와 같이 나노섬유 주위로 나노로드가 적당하게 형성되어 필터의 압력강하와 여과 효율을 모두 고려한 최적화된 필터를 제작할 수 있다.

[0038] 도 6을 참조하면, 분극 발생단계(S300)는 나노입자가 성장된 나노섬유에 전기장을 인가하여 분극 효과를 발생시키는 단계로, 강유전성 고분자인 폴리비닐리덴 플루오라이드-트리플루오로에틸렌(PVDF-TrFE)의 강유전성 및 마찰 전기 특성에 의해 나노섬유와 나노로드를 전기적으로 활성화하여 필터링 성능을 향상시킬 수 있다.

[0039] 구체적으로, 나노입자가 성장된 나노섬유에 외부에서 강한 전기장이 인가가 되면 유전체 내부의 다이폴들은 전기장 방향을 따라 정렬되게 된다. 상유전성 물질과 달리 폴리비닐리덴 플루오라이드-트리플루오로에틸렌(PVDF-TrFE)와 같은 강유전성 물질은 이러한 전기장이 사라져도 그 정렬을 유지하여 전하를 유도할 수 있다.

[0040] 아때, 나노섬유뿐 아니라 금속 산화물 나노입자가 성장된 나노로드도 리튬이 도핑된 반응용액에서 성장되었기 때문에 강유전성을 가질 수 있어 외부 전기장이 사라져도 전기장 방향을 따라 정렬을 유지하여 전하를 유도할 수 있다.

[0041] 즉, 도 7에서와 같이 리튬이 도핑된 반응용액에서 성장된 나노로드는 높은 표면 전위를 가질 수 있다.

[0042] 한편 도 8을 참조하면, 폴리비닐리덴 플루오라이드-트리플루오로에틸렌(PVDF-TrFE)의 상대적으로 높은 전기 쌍극자 모멘트를 갖는 β상은 나노입자 성장단계(S200)에서 열수공정이 수행되면 열수공정의 온도에 의해 비율이 감소되기 때문에, 강유전성 고분자는 강유전성이 일부 소실될 수 있다.

[0043] 이때, 리튬이 도핑된 반응용액에서 성장된 나노로드가 강유전성을 가지기 때문에 분극 발생단계(S300)를 수행함으로써, 더 높은 β상 비율을 가지는 것을 확인할 수 있다.

[0044] 그리고 도 9 및 도 10을 참조하면, 분극 발생단계(S300)에서는 2kV/cm 초과 7kV/cm 미만의 전계로 전기장을 인가할 수 있다.

[0045] 너무 낮은 전계로 전기장을 인가하면 분극이 너무 적게 발생되어 효과적인 필터링 효율이 떨어질 수 있고, 너무 높은 전계로 전기장을 인가하면 나노섬유가 높은 전계의 전기장에 의해 손상되어 마찬가지로 필터링 효율이 떨

어질 수 있다.

[0046] 따라서, 분극 발생단계(S300)에서는 2kV/cm 초과 7kV/cm 미만의 전계로 전기장을 인가하는 것이 바람직하고, 더 바람직하게 5kV/cm의 전계로 전기장을 인가하는 것이며, 이 경우 필터의 필터링 효율이 가장 우수한 필터를 제작할 수 있다.

[0047] 이상, 본 발명에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법을 설명하였으며, 이하 본 발명에 따른 항균성 에어 필터를 설명한다.

[0048] 본 발명에 따른 항균성 에어 필터는, 계면활성제로 감싸진 산화아연(ZnO) 나노입자가 폴리비닐리덴 플루오라이드-트리플루오로에틸렌(PVDF-TrFE)와 중합되어 형성된 나노섬유 및 상기 나노입자가 상기 나노섬유의 표면에서 성장되어 형성되는 나노로드를 포함한다.

[0049] 여기서, 나노로드는 나노섬유가 리튬이 도핑된 반응용액에 투입되고 열수공정을 통하여 성장되고, 나노입자가 성장된 나노섬유는 전기장이 인가되어 분극 효과가 발생된다.

[0050] 이와 같은 항균성 에어 필터는 제조방법에서 설명한 것처럼 산화아연(ZnO)을 사용하여 항균성을 가짐과 동시에, 리튬이 도핑된 반응용액과 분극 발생효과로 인해 필터링 효율 역시 향상되는 효과가 있다.

[0051] 도 11을 참조하면, 1.0 μm 이하의 극초미세먼지에 대해서 본 발명에 따른 에어 필터가 리튬이 도핑된 반응용액에서의 나노로드 성장과 분극 효과의 발생으로 인해 필터링 성능이 가장 우수한 것을 확인할 수 있다.

[0052] 또한 도 12를 참조하면, 필터의 압력강하와 필터링 효율을 모두 고려한 성능 지표인 Quality Factor(QF)에서 본 발명에 따른 에어 필터가 가장 우수한 것을 확인할 수 있다.

[0053] 이상, 본 발명에 따른 항균성 에어 필터의 제조방법 및 항균성 에어 필터에 따르면, 산화아연(ZnO)을 사용하여 항균성을 가짐과 동시에, 리튬이 도핑된 반응용액에서 열수공정을 통하여 나노로드가 성장되고 전기장을 인가하여 분극 효과를 발생시킴으로써 필터링 효율 역시 향상되는 효과가 있다.

[0054] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예 및 변형례에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

부호의 설명

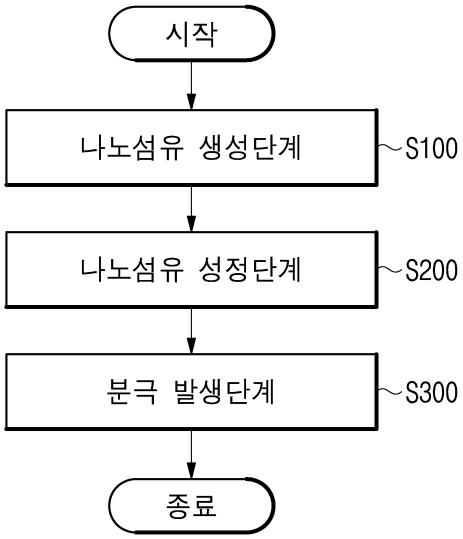
[0055] S100 : 나노섬유 생성단계

S200 : 나노입자 성장단계

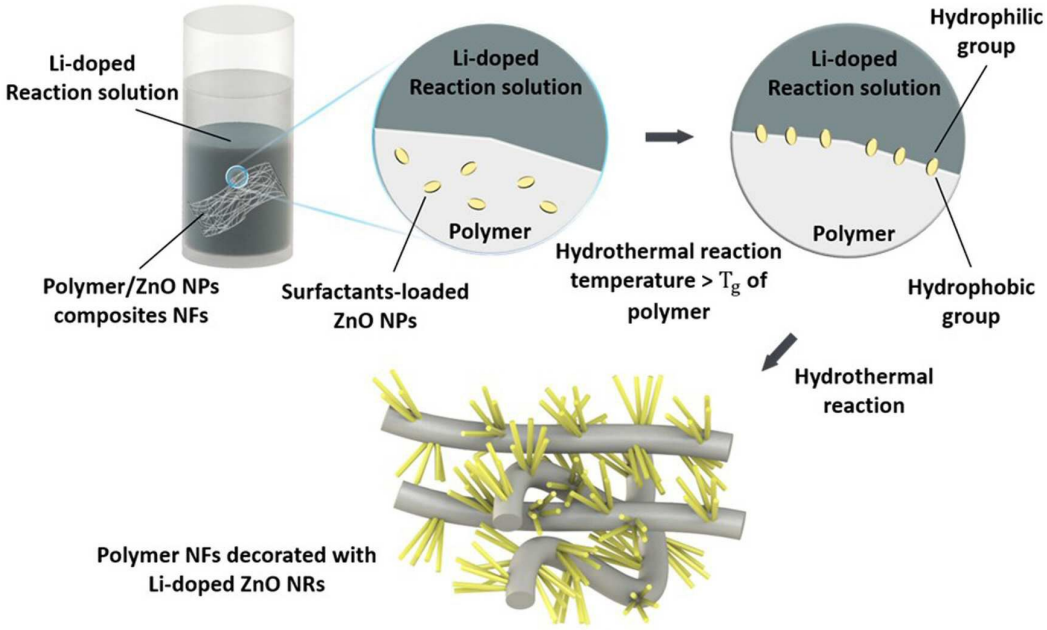
S300 : 분극 발생단계

도면

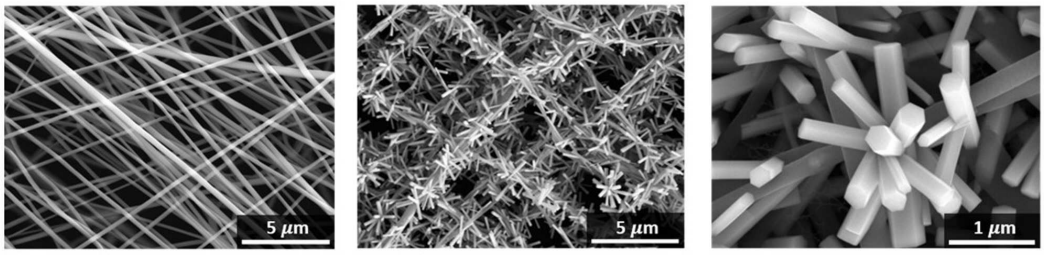
도면1


시작
나노섬유 생성단계
S100
나노섬유 성정단계
S200
분극 발생단계
S300
종료

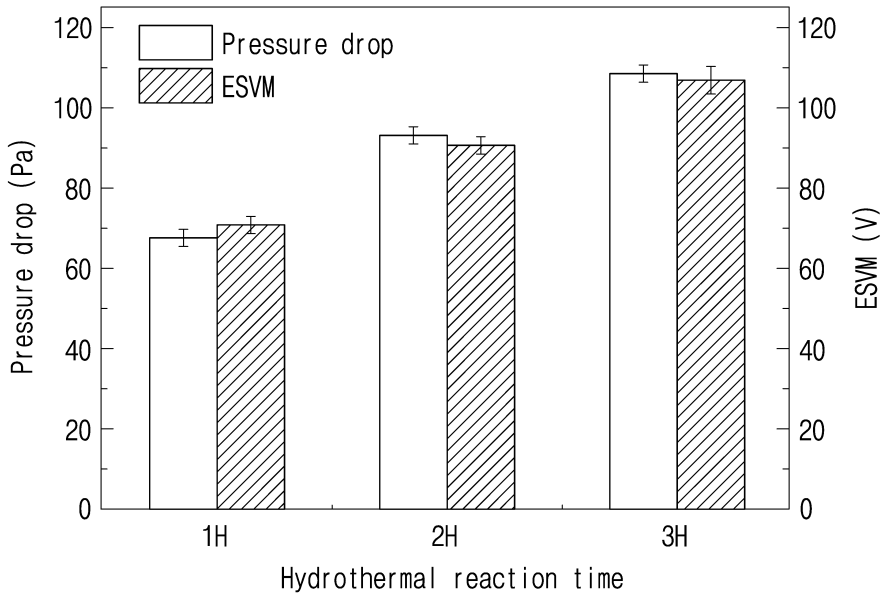
도면2


Li-doped
Reaction solution
Polymer/ZnO NPs
composites NFs
Surfactants-loaded
ZnO NPs
Li-doped
Reaction solution
Polymer
Hydrothermal reaction
temperature > T_g of
polymer
Li-doped
Reaction solution
Polymer
Hydrophilic
group
Hydrophobic
group
Hydrothermal
reaction
Polymer NFs decorated with
Li-doped ZnO NRs

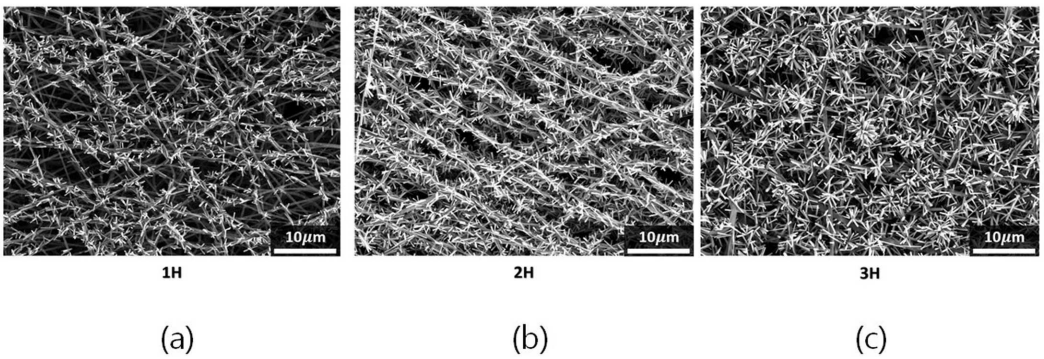
도면3


5 μm
5 μm
1 μm
PVDF-TrFE
PVDF-TrFE NFs decorated with Li-doped ZnO NRs
Li-doped ZnO NRs at a high magnification

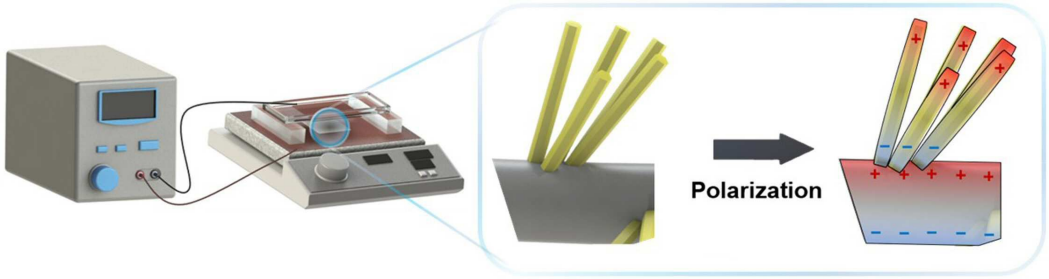
도면4


Pressure drop
ESVM
Pressure drop (Pa)
ESVM (V)
0
20
40
60
80
100
120
1H
2H
3H
Hydrothermal reaction time

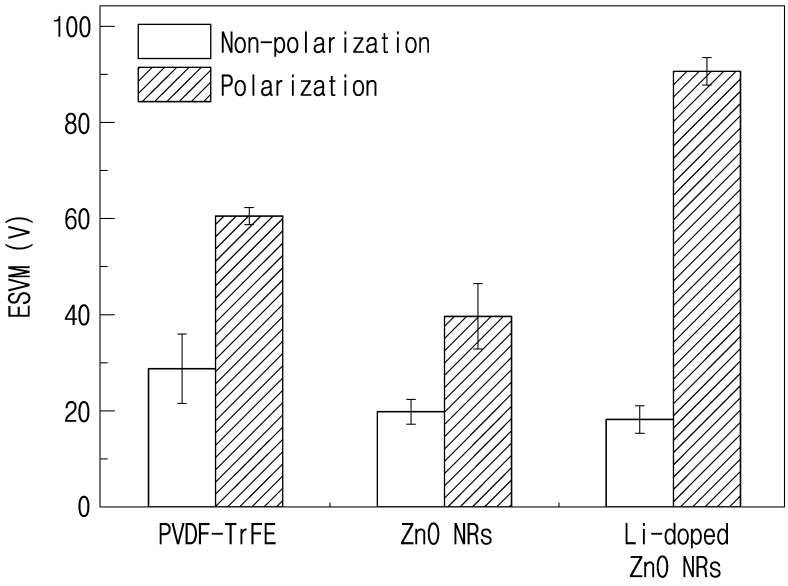
도면5


10μm
10μm
10μm
1H
2H
3H
(a)
(b)
(c)

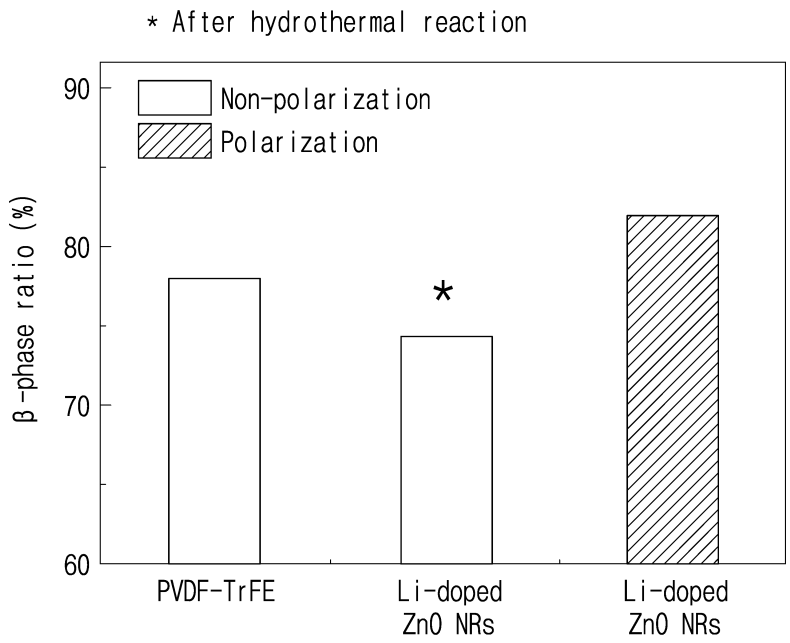
도면6


Polarization

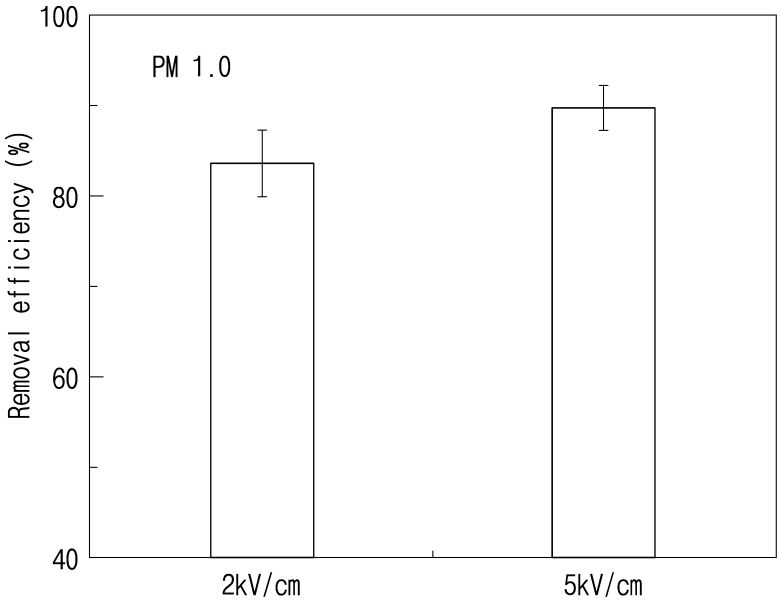
도면7


100
80
60
40
20
0
ESVM (V)
Non-polarization
Polarization
PVDF-TrFE
ZnO NRs
Li-doped
ZnO NRs

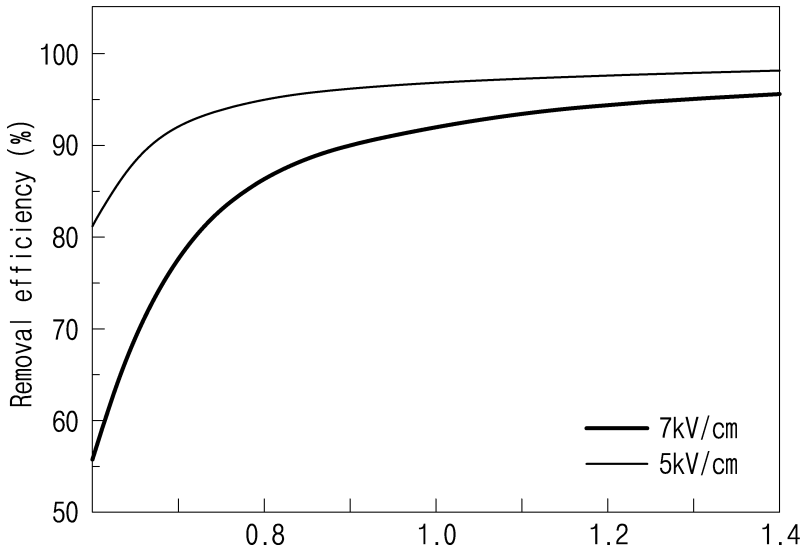
도면8


* After hydrothermal reaction
Non-polarization
Polarization
β-phase ratio (%)
90
80
70
60
*
PVDF-TrFE
Li-doped ZnO NRs
Li-doped ZnO NRs

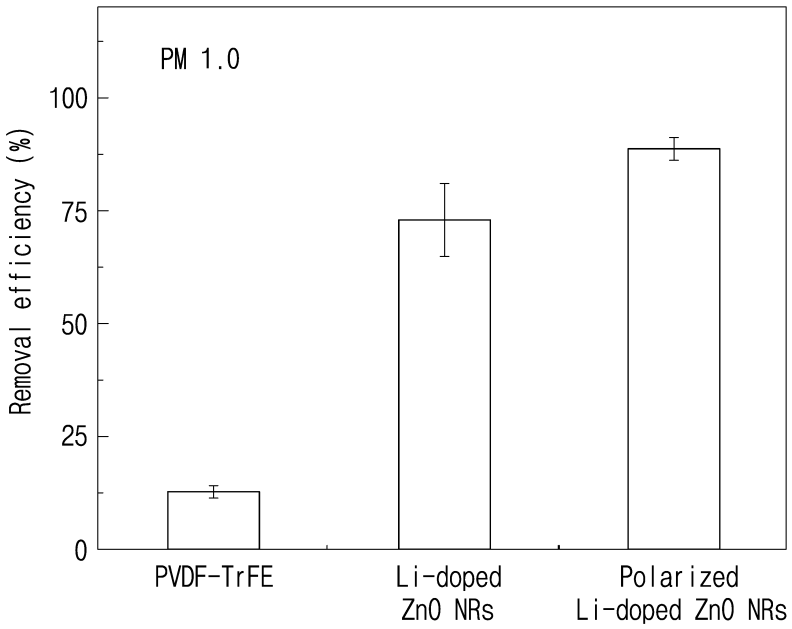
도면9


PM 1.0
Removal efficiency (%)
100
80
60
40
2kV/cm
5kV/cm

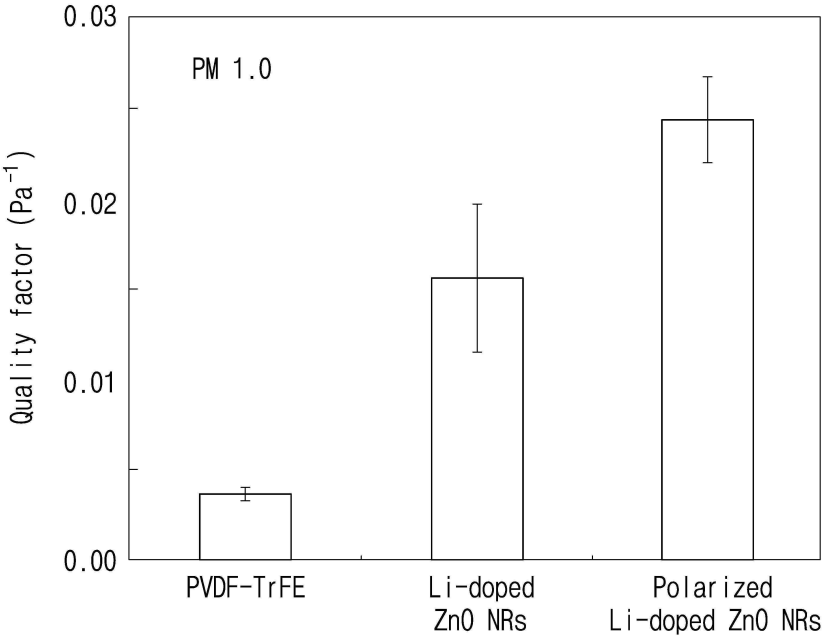
도면10


Removal efficiency (%)
100
90
80
70
60
50
0.8
1.0
1.2
1.4
7kV/cm
5kV/cm

도면11


PM 1.0
Removal efficiency (%)
100
75
50
25
0
PVDF-TrFE
Li-doped ZnO NRs
Polarized Li-doped ZnO NRs

도면12


0.03
0.02
0.01
0.00
PM 1.0
Quality factor (Pa-1)
PVDF-TrFE
Li-doped
ZnO NRs
Polarized
Li-doped ZnO NRs