(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0086066
(43) 공개일자 2008년09월25일

(51) Int. Cl.
B01D 39/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0027705
(22) 출원일자 2007년03월21일
심사청구일자 2007년03월21일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
김상섭
전라남도 순천시 조례동 1607 동신아파트 204-1504
박재영
광주 북구 두암1동 894-34
(74) 대리인
특허법인아이엠

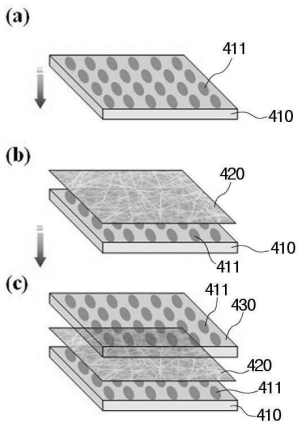
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터, 그 제조방법및 그를 이용한 공기정화장치

(57) 요 약

금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법 및 그를 이용한 공기정화장치를 제공한다. 상기 광촉매 필터의 제조방법은 복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제1기판을 제공하는 단계, 전기방사를 이용하여 상기 제1기판 상에 금속산화물 나노섬유(nanofiber)를 형성하는 단계, 형성된 상기 금속산화물 나노섬유를 하소(calcination)하는 단계 및 하소된 상기 금속산화물 나노섬유 상에 복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제2기판을 덮는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명은 전기방사에 의해 형성된 금속산화물 나노섬유를 이용함으로써 광촉매 필터 시편의 제조가 매우 간단하고 저렴할 뿐만 아니라 재현성이 높은 효과를 제공한다. 또한, 본 발명은 금속산화물 나노섬유가 다공성을 이루기 때문에 표면적이 커서 광촉매 필터의 공기정화 성능을 향상시킬 수 있는 이점을 제공한다.

대 표 도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제1기판을 제공하는 단계;

전기방사를 이용하여 상기 제1기판 상에 금속산화물 나노섬유(nanofiber)를 형성하는 단계;

형성된 상기 금속산화물 나노섬유를 하소(calcination)하는 단계; 및

하소된 상기 금속산화물 나노섬유 상에 복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제2기판을 덮는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전기방사를 이용하여 상기 제1기판 상에 금속산화물 나노섬유를 형성하는 단계는

상기 제1기판 상에 가로방향 또는 세로방향으로 정렬(align)된 제1금속산화물 나노섬유를 전기방사하는 단계; 및

상기 제1금속산화물 나노섬유 상에 제2금속산화물 나노섬유를 전기방사하되, 상기 제1금속산화물 나노섬유의 정렬방향과 직교하는 방향으로 정렬되도록 전기방사하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 금속산화물 나노섬유는 산화아연(ZnO) 나노섬유 또는 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유인 것을 특징으로 하는 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 산화아연 나노섬유를 형성하는 단계는 전구체로서 Zinc acetate($(CH_3CO_2)_2Zn$)와 PVA(Polyvinyl alcohol)을 사용하고, 용매로서 증류수를 사용하여 준비한 방사용액을 전기방사하여 형성하는 것을 특징으로 하는 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 산화티타늄 나노섬유를 형성하는 단계는 전구체로서 PVP(Polyvinyl pyrrolidon)과 Ti tetraisopropoxide($Ti(O\mathit{i}pr)_4$)을 사용하고, 용매로서 아세트산과 에탄올을 사용하여 준비한 방사용액을 전기방사하여 형성하는 것을 특징으로 하는 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 산화아연(ZnO) 나노섬유 또는 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유를 하소하는 단계는 300 내지 600℃의 온도에서 30분 내지 6시간 동안 하소하는 것을 특징으로 하는 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 산화아연(ZnO) 나노섬유 또는 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유를 하소하는 단계는 공기, 아르곤(Ar), 질소(N_2)

및 산소(O_2)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 분위기에서 하소하는 것을 특징으로 하는 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법.

청구항 8

복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제1기판;

전기방사 및 하소공정에 의해 상기 제1기판 상에 형성된 금속산화물 나노섬유; 및

상기 금속산화물 나노섬유 상에 형성되어 있는 복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제2기판;을 포함하는 것을 특징으로 하는 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제1기판 상에 형성된 금속산화물 나노섬유는

상기 제1기판 상에 가로방향 또는 세로방향으로 정렬된 제1금속산화물 나노섬유; 및

상기 제1금속산화물 나노섬유 상에 구비되며, 상기 제1금속산화물 나노섬유의 정렬방향과 직교하는 방향으로 정렬된 제2금속산화물 나노섬유;를 구비하는 것을 특징으로 하는 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터.

청구항 10

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 금속산화물 나노섬유는 산화아연(ZnO) 나노섬유 또는 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유인 것을 특징으로 하는 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터.

청구항 11

유해가스가 유입되는 유입구와 정화된 가스가 배출되는 배출구를 구비하는 본체;

상기 본체의 유입구와 배출구 사이에 적어도 하나 이상 구비되는 제 8 항의 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터; 및

상기 본체의 외부에 구비되며, 상기 광촉매 필터에 자외선을 조사하는 자외선광원;을 포함하는 것을 특징으로 하는 공기정화장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<12> 본 발명은 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터, 그 제조방법 및 그를 이용한 공기정화장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전기방사와 하소공정을 거쳐 형성된 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터, 그 제조방법 및 그를 이용한 공기정화장치에 관한 것이다.

<13> 현대 도시인들은 생활 속에서 직·간접적으로 다양한 종류의 화학 물질 및 유해가스 등에 노출되어 생활하고 있으며, 그 결과 인체와 지구 환경 및 지구 생태계에 미치는 영향에 대한 관심이 증대되고 있다.

<14> 최근 휘발성 유기화합물(volatile organic compound:VOCs)은 그 자체가 가지는 유해성뿐만 아니라, 대기 중에서 광화학 반응을 통하여 광화학 옥시던트와 대기 에어로졸을 생성하는데 직접적으로 관여하여 2차 오염을 일으키는 전구 물질로 작용하기 때문에 대기환경 개선의 관점에서 대단히 중요한 위치를 차지하고 있다. 세계 각국에서는 유기화합물(VOCs)의 배출 저감을 위한 다각적인 검토가 진행되고 있다. 이러한 유기화합물은 비록 낮은 농도로 실내에 존재할지라도 오염된 공기환경에서 대부분의 시간을 생활하는 사람들에게 실내 환경에 대한 불만족 요소로 작용할 뿐만 아니라 건강에도 직접적으로 나쁜 영향을 미치게 된다.

<15> 유기화합물(VOCs) 등의 유해가스의 제어 기술로는 연소, 촉매산화, 바이오 필터, 흡착, 흡수, 광촉매 등 다양한 방법이 제안되고 있다. 이러한 유해가스의 제어기술중 광촉매 산화 처리에 관한 반도체 광촉매 분해 메커니즘 등의 연구분야에서 상당히 많은 연구 결과가 보고되고 있으며, 또한 실용화가 이루어지고 있는 실정이다.

<16> 현재 개발되었거나 실제 응용 또는 상업화에 이용되고 있는 대부분의 반도체 광촉매는 금속산화물 계통으로서 TiO_2(3.2eV), WO_3(2.8eV), $SrTiO_3$(3.2eV), α-Fe_2O_3(3.1eV), ZnO(3.2eV) 등이 이용되고 있으며, 금속황화물 계통으로서 ZnS(3.6eV) 등이 이용되고 있다.

<17> 일반적으로 우수한 반도체 광촉매로서 가져야 할 기준은 산화환원 전위가 산화/환원시키고자 하는 물질의 띠 간격 영역 안에 존재해야 한다는 점과 장시간 안정해야 한다는 것이다. 이런 관점에서 볼 때 금속황화물 반도체는 일반적으로 광 부식이 쉽게 발생하는 등 안정도가 떨어지는 단점이 있다. 다양한 형태를 지닌 철산화물(α-Fe_2O_3, α-FeOOH, β-FeOOH, δ-FeOOH, γ-FeOOH) 역시 경제성은 있으나 광 부식이 쉽게 발생하므로 적절하지 못하다.

<18> ZnO의 경우 용액 속에 존재할 때 ZnO 표면에서 $Zn(OH)_2$를 형성하여 일정 시간 후에는 불활성화가 발생한다는 단점이 있으나, 광촉매로서 가능성이 있는 물질로서 주목을 받고 있으며 이에 관한 연구가 꾸준히 진행되어 지고 있다.

<19> 반면 TiO_2는 생물학적 혹은 화학적으로 불활성이고, 광 부식이나 화학적 부식에 대해 안정할 뿐만 아니라 값이 저렴하다는 장점이 있다. 또한, 산화물 반도체의 광산화 반응 활성도에 있어서도 TiO_2(anatase) > TiO_2(tutile) > ZnO > ZrO_2 > SnO_2 > V_2O_3의 순으로 TiO_2가 가장 큰 활성도를 보이고 있다. 이러한 TiO_2 나노입자는 대표적인 광촉매용 재료로 알려져 있는데, 자외선을 에너지원으로 이용하여 유해성분의 분해, 향균, 탈취 및 자기 정화성 등의 특성을 지닌 공업재료로 이용하기 위한 재료 및 용도의 개발이 급속하게 진행되고 있다.

<20> 하지만 대부분의 실용화단계에서 사용되고 있는 재료는 대부분 광촉매 나노분말이나 나노입자이며, 이러한 광촉매 나노분말이나 나노입자은 무기재료공학적 측면에서 볼 때 크게 분할법과 조립법을 이용하여 제조된다. 이러한 방법을 이용하여 나노분말이나 나노입자의 크기, 형상, 그리고 결정상을 제어하여 나노크기의 고순도 TiO_2 입자를 합성하고, 또한 이를 이용한 정화시스템을 구현하고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<21> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 상술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 전기방사에 의해 형성된 금속산화물 나노섬유를 이용함으로써 필터시편의 제조가 간단하고 저렴하며, 재현성이 높을 뿐만 아니라 표면적이 커서 필터 특성이 우수한 광촉매 필터를 제공하는데 그 목적이 있다. 또한, 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법 및 그를 이용한 공기정화장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

<22> 상기 기술적 과제들을 이루기 위하여 본 발명의 일 측면은 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법을 제공한다. 상기 제조방법은 복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제1기판을 제공하는 단계; 전기방사를 이용하여 상기 제1기판 상에 금속산화물 나노섬유(nanofiber)를 형성하는 단계; 형성된 상기 금속산화물 나노섬유를 하소(calcination)하는 단계; 및 하소된 상기 금속산화물 나노섬유 상에 복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제2기판을 덮는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<23> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 전기방사를 이용하여 상기 제1기판 상에 금속산화물 나노섬유를 형성하는 단계는 상기 제1기판 상에 가로방향 또는 세로방향으로 정렬(align)된 제1금속산화물 나노섬유를 전기방사하는 단계; 및 상기 제1금속산화물 나노섬유 상에 제2금속산화물 나노섬유를 전기방사하되, 상기 제1금속산화물 나노섬유의 정렬방향과 직교하는 방향으로 정렬되도록 전기방사하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

<24> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 금속산화물 나노섬유는 산화아연(ZnO) 나노섬유 또는 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유일 수 있다.

<25> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 산화아연(ZnO) 나노섬유를 형성하는 단계는 전구체로서 Zinc acetate($(CH_3CO_2)_2Zn$)와 PVA(Polyvinyl)을 사용하고, 용매로서 증류수를 사용하여 준비한 방사용액을 전기방사하

여 형성할 수 있다.

<26> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유를 형성하는 단계는 전구체로서 PVP(Polyvinyl pyrrolidon)과 Ti tetraisopropoxide(Ti(O*i*pr)$_4$)을 사용하고, 용매로서 아세트산과 에탄올을 사용하여 준비한 방사용액을 전기방사하여 형성할 수 있다.

<27> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 산화아연(ZnO) 나노섬유 또는 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유를 하소하는 단계는 300 내지 600℃의 온도에서 30분 내지 6시간 동안 하소하는 것이 바람직하다.

<28> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 산화아연(ZnO) 나노섬유 또는 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유를 하소하는 단계는 공기, 아르곤(Ar), 질소(N_2) 및 산소(O_2)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 분위기에서 하소할 수 있다.

<29> 상기 기술적 과제들을 이루기 위하여 본 발명의 다른 일 측면은 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터를 제공한다. 상기 광촉매 필터는 복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제1기판; 전기방사 및 하소공정에 의해 상기 제1기판 상에 형성된 금속산화물 나노섬유; 및 상기 금속산화물 나노섬유 상에 형성되어 있는 복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제2기판;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<30> 상기 기술적 과제들을 이루기 위하여 본 발명의 다른 일 측면은 공기정화 장치를 제공한다. 상기 공기정화 장치는 유해가스가 유입되는 유입구와 정화된 가스가 배출되는 배출구를 구비하는 본체; 상기 본체의 유입구와 배출구 사이에 적어도 하나 이상 구비되는 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터; 및 상기 본체의 외부에 구비되며, 상기 광촉매 필터에 자외선을 조사하는 자외선광원;을 포함하는 것을 특징으로 한다. 상기 공기정화 장치에 구비된 광촉매 필터는 복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제1기판; 전기방사 및 하소공정에 의해 상기 제1기판 상에 형성된 금속산화물 나노섬유; 및 상기 금속산화물 나노섬유 상에 형성되어 있는 복수 개의 구멍이 형성되어 있는 제2기판;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<31> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제1기판 상에 형성된 금속산화물 나노섬유는 상기 제1기판 상에 가로방향 또는 세로방향으로 정렬된 제1금속산화물 나노섬유; 및 상기 제1금속산화물 나노섬유 상에 구비되며, 상기 제1금속산화물 나노섬유의 정렬방향과 직교하는 방향으로 정렬된 제2금속산화물 나노섬유;를 구비할 수 있다.

<32> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 금속산화물 나노섬유는 산화아연(ZnO) 나노섬유 또는 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유일 있다.

<33> 이하, 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조 번호는 동일한 구성 요소를 나타낸다.

<34> 도 1은 본 발명에 따른 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법을 설명하는 공정도이다.

<35> 도 1을 참조하면, 먼저 금속산화물 나노섬유를 제조하기 위한 방사용액을 준비한다(S1). 즉, 전구체와 용매를 혼합시켜 전기방사에 적절한 방사용액을 준비한다. 이어서, 광촉매 필터의 몸체가 되는 제1기판 상에 상기 방사용액을 전기방사하여 금속산화물 나노섬유를 직접 형성시킨다(S2). 이어서, 형성된 금속산화물 나노섬유를 하소(calcination)한다(S3). 마지막으로 금속산화물 나노섬유 상에 광촉매 필터의 몸체가 되는 제2기판을 덮어 광촉매 필터 제작을 완성한다(S4).

<36> 각각의 제조단계를 상세히 설명하면 다음과 같다.

<37> 먼저, 금속산화물 나노섬유를 제조하기 위한 방사용액을 준비한다(S1). 본 발명에서는 금속산화물 중에서 대표적인 광촉매 재료인 산화아연(ZnO)과 산화티타늄(TiO_2)을 이용하여 광촉매 필터를 제작한다.

<38> 산화아연(ZnO) 나노섬유를 제조하기 위한 전구체로서 Zinc acetate($(CH_3CO_2)_2Zn$)와 polyvinyl alcohol(PVA, Mw ~80,000g/mol)을 사용하며, 용매로는 증류수(distilled water)를 사용한다. 점성을 갖는 PVA 방사용액을 제조하기 위해 상기 PVA와 증류수를 중량비로 혼합하여 5 내지 15 wt%까지 조절한 후, 약 65 내지 70℃에서 4시간 동안 교반한다. 이렇게 제조된 20g의 상기 PVA 용액에 1g의 zinc acetate를 첨가하여 65 내지 70℃에서 6시간 동안 교반시켜 상기 PVA와 상기 zinc acetate가 혼합된 점성의 방사용액을 준비한다.

<39> 또한, 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유를 제조하기 위한 전구체로서 polyvinyl pyrrolidon (PVP Mw ~ 1,300,000

g/mol) 과 Ti tetraisopropoxide ($Ti(Oipr)_4$)를 사용하며, 용매로는 아세트산 (acetic acid (27 wt%)) 과 에탄올(ethanol (73 wt%))을 혼합용매를 사용한다. 7.5 wt% PVP를 준비해둔 아세트산과 에탄올의 혼합 용매에 용해시키기 위해 65 내지 70℃에서 4시간 동안 교반한다. 여러 가지 농도의 $Ti(Oipr)_4$(5 내지 15wt%)를 미리 준비해둔 PVP/아세트산/에탄올 혼합용액에 첨가하여 70℃에서 6시간 동안 교반함으로써 방사용액을 준비한다.

<40> 이어서, 광촉매 필터의 몸체가 되는 제1기판 상에 상기 준비된 방사용액을 전기방사하여 산화아연(ZnO) 나노섬유 또는 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유를 직접 형성시킨다(S2). 이때, 기판은 제조되는 광촉매 필터의 내구성 등을 감안하여 사용하는 것이 바람직하며, 상기 광촉매 필터가 설치되는 기기 및 설치 위치 등을 고려하여 복수 개의 구멍을 구비한 형상, 판상체 또는 메쉬 형상 등의 여러 가지 형태로 하는 것이 물론 가능하다.

<41> 산화아연(ZnO) 나노섬유를 전기방사하는 과정을 살펴보면, 준비된 PVA 용액을 용량이 15ml인 유리 주사기에 주입시킨다. 방사 노즐은 21 게이지(guage)이고, 노즐의 길이는 1cm인 스테인리스강 재질의 바늘을 사용하고, 집적판과의 방사각도는 25° 이다. 실린지펌프(syring pump, KDS-200)를 사용하여 1ml/h의 일정한 유량의 방사용액을 흘러준다. DC 전원 공급장치를 이용하여 유리 주사기 끝의 바늘에 10 내지 15kV(+) 전압을 인가하고, 집적판으로 사용한 알루미늄 판금에는 10kV의 (-) 전압을 인가한다. 주사기 바늘과 알루미늄 판금과의 방사거리를 20cm로 고정시켜, 1kV/cm의 전기장을 형성시킨다. 알루미늄 판금위에 상기 제1기판을 부착시켜 전기방사된 산화아연(ZnO)을 포집한다.

<42> 이어서, 제1기판 상에 형성된 산화아연(ZnO) 나노섬유 또는 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유를 하소(calcination)한다(S3).

<43> 상기 전기방사단계(S3)에서 전기방사된 나노섬유는 공기, Ar, N_2, 또는 O_2등의 다양한 분위기 하에서, 300 내지 600℃의 하소온도와 30분 내지 6시간의 하소시간 동안 하소한다. 이로써 순수한 산화아연(ZnO) 상을 가진 산화아연(ZnO) 나노섬유를 얻어낼 수 있다. 이때, 하소 공정의 승온율은 1 내지 5℃/min로 한다.

<44> 마지막으로 하소된 산화아연(ZnO) 나노섬유 또는 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유 상에 광촉매 필터의 몸체가 되는 제2기판을 덮어 광촉매 필터 제작을 완성한다(S4).

<45> 도 2는 본 발명에 따른 전기방사에 의해 형성된 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유의 사진이다.

<46> 도 2(a)는 전기방사한 후 산소(O_2) 분위기에서 600℃로 6시간 동안 하소하여 얻어낸 산화아연 나노섬유의 FE-SEM사진이고, 삽입된 사진은 확대된 FE-SEM사진이다.

<47> 도 2(b)는 전기방사한 후 산소(O_2) 분위기에서 600℃로 6시간 동안 하소하여 얻어낸 단일 가닥의 산화아연 나노선(nanowire)의 횡단면 FE-SEM사진이다. 도 2(b)에서 알 수 있는 바와 같이 상기 산화아연 나노선을 이루고 있는 산화아연 입자들은 밀집하여 형성되어 있고, 산화아연 입자들의 직경은 10 내지 20nm로서 나노입자를 형성하고 있음을 알 수 있다.

<48> 도 2(c)는 전기방사한 후 산소(O_2) 분위기에서 600℃로 6시간 동안 하소하여 얻어낸 단일 가닥의 산화아연 나노선의 TEM사진(명시야상, bright-field image)이다. 도 2(c)에서 알 수 있는 바와 같이 상기 산화아연 나노선은 나노사이즈의 입자들로 형성되어 있음을 알 수 있으며, 다공성(porous)을 이루고 있음을 알 수 있다.

<49> 따라서, 다공성을 이루는 산화아연 나노섬유는 표면적이 매우 크기 때문에 많은 유해가스를 달라붙게 할 수 있어 공기정화기능을 향상시킬 수 있다.

<50> 도 3은 본 발명에 따른 전기방사에 의해 형성된 산화아연(ZnO) 나노섬유의 사진이다.

<51> 도 3(a)는 전기방사한 후 산소(O_2) 분위기에서 600℃로 6시간 동안 하소하여 얻어낸 산화티타늄 나노섬유의 FE-SEM사진이고, 삽입된 사진은 확대된 FE-SEM사진이다.

<52> 도 3(b)는 전기방사한 후 산소(O_2) 분위기에서 600℃로 6시간 동안 하소하여 얻어낸 단일 가닥의 산화티타늄 나노선(nanowire)의 횡단면 FE-SEM사진이다. 도 3(b)에서 알 수 있는 바와 같이 상기 산화티타늄 나노선을 이루고 있는 산화티타늄입자들은 밀집하여 형성되어 있고, 산화아연 입자들의 직경은 5 내지 10nm로서 나노입자를 형성하고 있음을 알 수 있다.

<53> 도 3(c)는 전기방사한 후 산소(O_2) 분위기에서 600℃로 6시간 동안 하소하여 얻어낸 단일 가닥의 산화티타늄 나노선의 TEM사진(명시야상, bright-field image)이다. 이때, 방사용액은 Ti tetraisopropoxide (Ti(O*i*pr)$_4$) 2g과 PVP 1.5g을 혼합한 방사용액을 사용하였다. 도 3(c)에서 알 수 있는 바와 같이 상기 산화티타늄 나노선은 나노사이즈의 입자들로 형성되어 있음을 알 수 있으며, 다공성(porous)을 이루고 있음을 알 수 있다.

<54> 따라서, 다공성을 이루는 산화티타늄 나노섬유는 표면적이 매우 크기 때문에 많은 유해가스를 달라붙게 할 수 있어 공기정화기능을 향상시킬 수 있다.

<55> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 시편 제조방법을 설명하는 도면이다.

<56> 도 4를 참조하면, 먼저 제1기판(410)을 제공한다. 상기 제1기판(410)은 다양한 형상의 기판을 사용할 수 있으며, 본 실시예에서는 복수 개의 구멍(411)이 형성되어 있는 제1기판(410)을 사용하였다.

<57> 이어서, 상기 복수 개의 구멍(411)이 형성되어 있는 제1기판(410) 상에 전기방사를 이용하여 금속산화물 나노섬유(420)를 직접 형성한다. 상기 금속산화물 나노섬유(420)는 전기방사를 복수 회 실시하여 복수 층으로 형성할 수 있으며, 필요에 따라 적절한 두께로 형성할 수도 있다.

<58> 이때 전기방사되는 상기 금속산화물 나노섬유(420)는 불규칙하게 포집되며, 상기 도 2 및 도 3에서 살펴본 바와 같이 다공성을 이루면서 형성된다. 본 발명에서는 광촉매 나노분말을 사용하지 않고 전기방사를 이용하여 기판상에 직접 나노섬유를 형성하기 때문에 구멍이 형성되어 있는 기판상에도 용이하게 금속산화물 나노섬유를 제조할 수 있다.

<59> 이어서, 상기 제1기판(410)상에 형성된 상기 금속산화물 나노섬유(420)를 하소한다.

<60> 마지막으로 하소된 상기 금속산화물 나노섬유(420) 상에 복수 개의 구멍(411)이 형성되어 있는 제2기판(430)을 덮어 광촉매 필터의 시편제작을 완성한다.

<61> 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 시편 제조방법을 설명하는 도면이다.

<62> 도 5를 참조하면, 먼저 복수 개의 구멍(511)이 형성되어 있는 제1기판(510)을 제공한다.

<63> 이어서, 상기 복수 개의 구멍(511)이 형성되어 있는 제1기판(510) 상에 전기방사를 이용하여 제1금속산화물 나노섬유(520)를 직접 형성한다. 이때 형성되는 상기 제1금속산화물 나노섬유(520)는 가로방향 또는 세로방향으로 규칙적으로 정렬된다. 즉, 전기방사되는 나노선들을 한 방향으로 규칙적으로 정렬하여 형성한다.

<64> 이어서, 상기 제1금속산화물 나노섬유(520) 상에 제2금속산화물 나노섬유(530)를 전기방사하여 형성한다. 이때, 형성되는 상기 제2금속산화물 나노섬유(530)은 상기 제1금속산화물 나노섬유(520)의 정렬방향과 직교하는 방향으로 정렬되도록 전기방사되는 나노선들을 정렬한다. 본 발명의 실시예에서는 금속산화물 나노섬유를 복수 층으로 형성하되 정렬방향으로 교차로 하여 형성함으로써 필터 성능을 향상시키고 있다. 또한, 상기 제1, 제2금속산화물 나노섬유(520, 530)는 전기방사를 복수 회 실시하여 복수 층으로 형성할 수 있으며, 필요에 따라 적절한 두께로 형성할 수도 있다.

<65> 이어서, 상기 제1기판(510)상에 형성된 상기 제1 및 제2금속산화물 나노섬유(520, 530)를 하소한다. 마지막으로 하소된 상기 제2금속산화물 나노섬유(520) 상에 복수 개의 구멍(511)이 형성되어 있는 제2기판(540)을 덮어 광촉매 필터의 시편제작을 완성한다.

<66> 본 실시예에서는 복수 개의 구멍을 가진 기판을 사용하여 광촉매 필터 시편을 제조하는 것을 도시 및 설명하였지만 본 발명은 이에 한정되지 않으며 다양한 형태의 기판을 사용할 수 있고, 또한 다양한 방법으로 금속산화물 나노섬유를 전기방사하여 광촉매 필터 시편을 제조할 수 있다.

<67> 도 6은 본 발명에 따른 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터를 적용한 공기정화장치를 설명하는 도면이다.

<68> 도 6을 참조하면, 상기 공기정화장치(600)은 유해가스가 유입되는 유입구(611)와 정화된 가스가 배출되는 배출구(612)를 구비하는 본체(610)가 구비되어 있으며, 상기 본체(610)의 유입구(611)와 배출구(612) 사이 내부에는 다수개의 필터(630)가 구비되어 있다.

<69> 상기 필터(630)로서 필요에 따라 다양한 기능을 가지는 필터를 사용할 수 있으며, 본 발명의 실시예에 따른 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터(620)를 적어도 하나 이상 포함하여 구비할 수 있다.

<70> 상기 본체(610)의 외부에는 자외선광원(640)이 구비되어 있다. 상기 자외선광원(640)은 상기 광촉매 필터(620)에 자외선을 조사하여 에너지를 발생시키고, 발생되는 에너지는 유해가스를 걸러준다. 상기 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터(620)는 상술한 바와 같이 표면적이 매우 커서 공기정화 성능이 매우 뛰어나다.

<71> 본 실시예에서는 공기정화장치에 본 발명에 따른 광촉매필터를 사용하는 것을 도시 및 설명하였지만 본 발명은 이에 한정되지 않으며 에어콘에 사용하는 것도 물론 가능하다. 또한 진공청소기나 팬히터 등의 가전제품에 본 발명에 따른 광촉매필터를 사용하는 것도 물론 가능하다.

발명의 효과

<72> 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 광촉매 필터 및 공기정화장치를 제조함에 있어서 전기방사에 의해 형성된 금속산화물 나노섬유를 이용함으로써 광촉매 필터 시편의 제조가 매우 간단하고 저렴할 뿐만 아니라 재현성이 높은 효과를 제공한다. 또한, 본 발명은 금속산화물 나노섬유가 다공성을 이루기 때문에 표면적이 커서 광촉매 필터의 공기정화 성능을 향상시킬 수 있는 이점을 제공한다.

<73> 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명에 따른 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 제조방법을 설명하는 공정도이다.

<2> 도 2는 본 발명에 따른 전기방사에 의해 형성된 산화아연(ZnO) 나노섬유의 사진이다.

<3> 도 3은 본 발명에 따른 전기방사에 의해 형성된 산화티타늄(TiO_2) 나노섬유의 사진이다.

<4> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 시편 제조방법을 설명하는 도면이다.

<5> 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터의 시편 제조방법을 설명하는 도면이다.

<6> 도 6은 본 발명에 따른 금속산화물 나노섬유를 이용한 광촉매 필터 시편을 적용한 공기정화장치를 설명하는 도면이다.

<7> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<8> 410, 510 : 제1기판 420 : 금속산화물 나노섬유

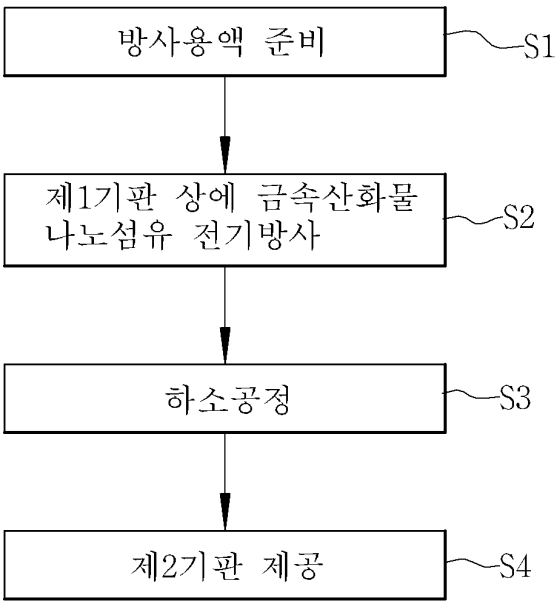
<9> 430, 540 : 제2기판 520 : 제1금속산화물 나노섬유

<10> 530 : 제2금속산화물 나노섬유 600 : 공기정화장치

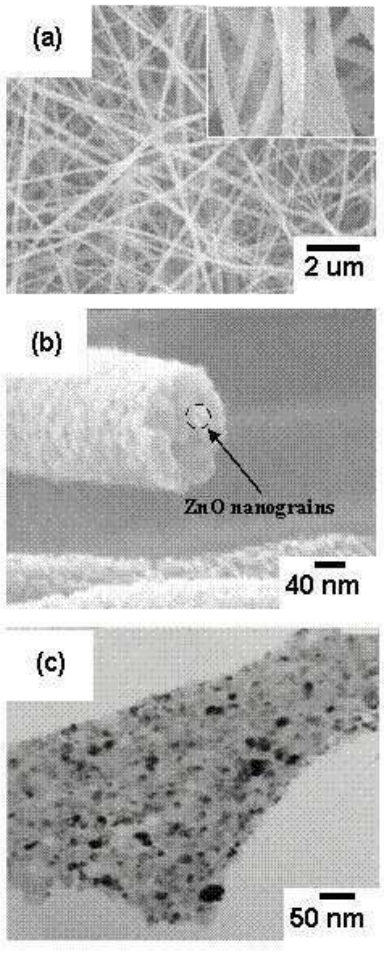
<11> 620 : 광촉매 필터

도면

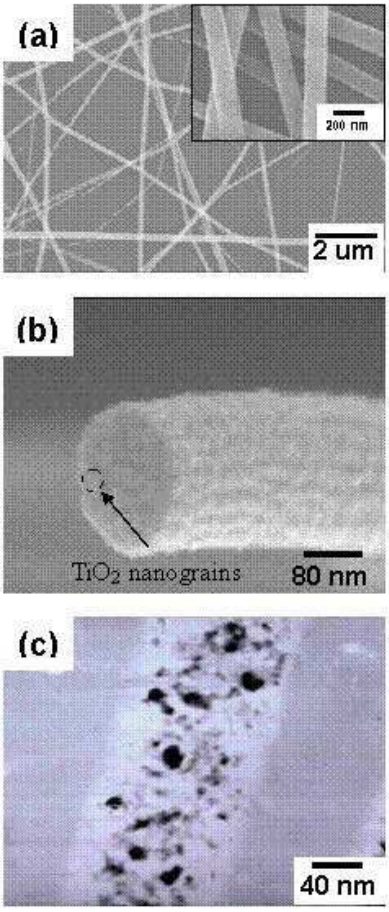
도면1


방사용액 준비
S1
제1기판 상에 금속산화물 나노섬유 전기방사
S2
하소공정
S3
제2기판 제공
S4

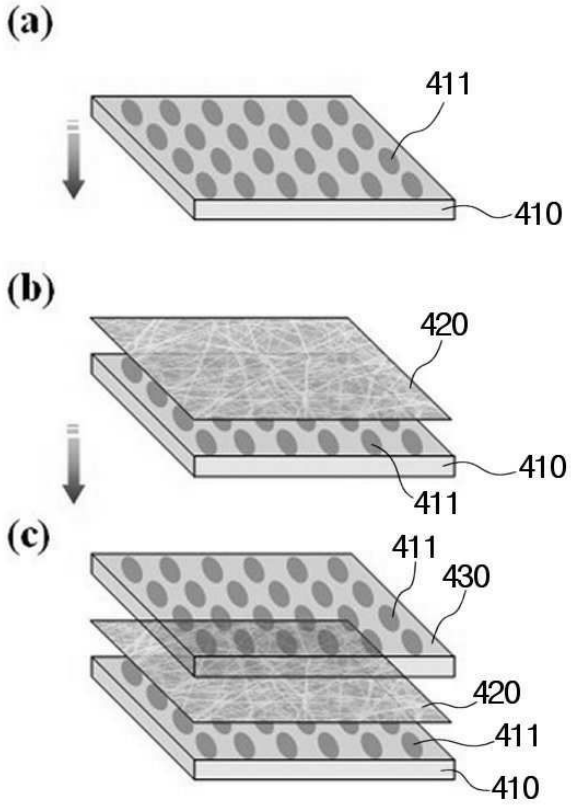
도면2


(a)
2 um
(b)
ZnO nanograins
40 nm
(c)
50 nm

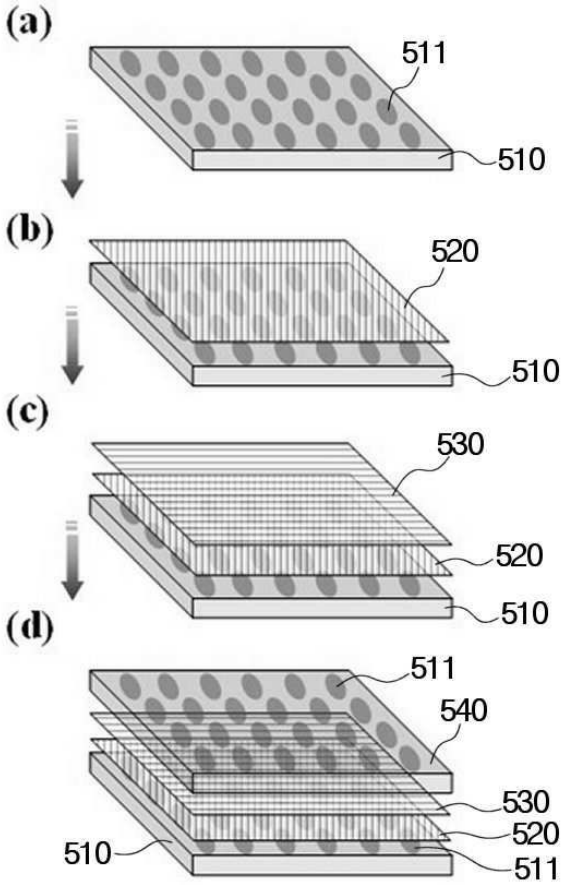
도면3



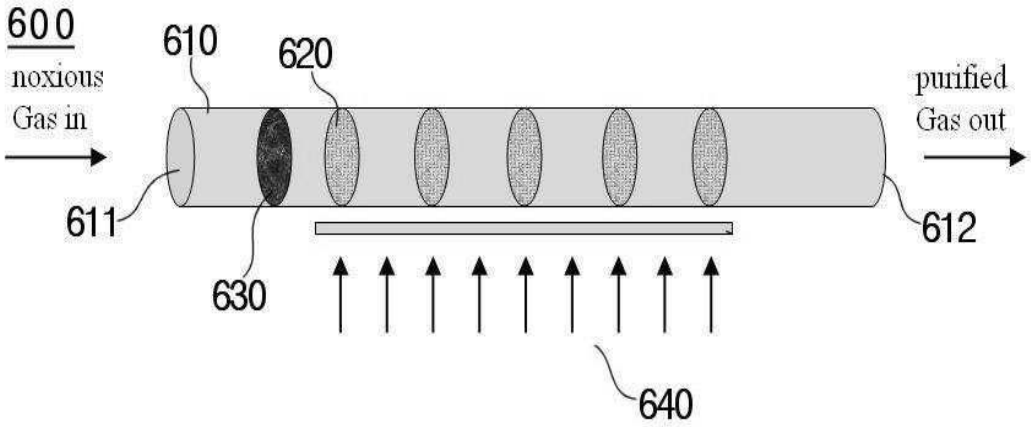
도면4



도면5


(a)
511
510
(b)
520
510
(c)
530
520
510
(d)
511
540
530
520
510
511

도면6


600
610
620
noxious
Gas in
purified
Gas out
611
612
630
640