



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월17일  
(11) 등록번호 10-1758204  
(24) 등록일자 2017년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

D02G 3/26 (2006.01) D01D 5/42 (2006.01)  
D02G 1/02 (2006.01) D02G 3/04 (2006.01)  
D02G 3/22 (2006.01) D04H 1/728 (2012.01)  
D04H 3/16 (2006.01)

(52) CPC특허분류

D02G 3/26 (2013.01)  
D01D 5/42 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0106652

(22) 출원일자 2015년07월28일

심사청구일자 2015년07월28일

(65) 공개번호 10-2017-0014063

(43) 공개일자 2017년02월08일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110047340 A\*

JP04144868 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 아모그린텍

경기도 김포시 통진읍 김포대로1950번길 91

에코융합섬유연구원

전라북도 익산시 서동로 594 (석암동)

(72) 발명자

김찬

광주광역시 남구 광복마을길 75 (진월동)

이승훈

경기도 파주시 한빛로 70 한빛마을 5단지 521동  
1704호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이재화

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 박영민

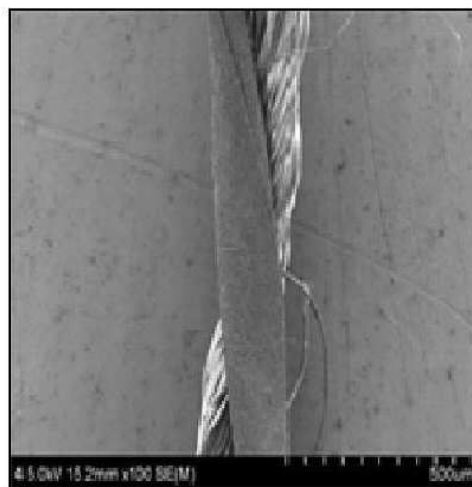
(54) 발명의 명칭 나노섬유 기반 복합 가연사 및 그의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 전기방사하여 제조된 나노섬유 멤브레인을 정밀 슬리팅하여 나노섬유 테이프사를 제조한 후, 나노섬유 테이프사를 연사하여 얻어진 나노섬유 단독 연사물 또는 나노섬유 단독 연사물과 천연섬유 또는 합성섬유와 복합 연사하여 얻어지는 나노섬유 기반 복합 가연사 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

상기 나노섬유 기반 복합 가연사는 적어도 하나의 접합부를 포함하는 나노섬유 테이프사 또는 상기 나노섬유 테이프사를 가연한 가연사; 및 상기 나노섬유 테이프사 또는 가연사와 복합가연되는 천연섬유사 또는 합성섬유사를 포함하며, 상기 나노섬유 테이프사는 섬유 성형성 고분자 물질로 이루어지며, 평균직경 1 $\mu$ m 미만의 고분자 나노섬유가 집적되어 미세 기공을 갖는 나노섬유 웹으로 이루어진 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

*D02G 1/02* (2013.01)

*D02G 3/04* (2013.01)

*D02G 3/22* (2013.01)

*D04H 1/728* (2013.01)

*D04H 3/16* (2013.01)

(72) 발명자

**석중수**

경기도 수원시 권선구 매실로 61, 107-1405

**류중재**

광주광역시 북구 서강로 155, 301동 1502호

**김도환**

전라북도 전주시 완산구 구이로 2094, 108동 1005호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 S2130981

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 중소기업기술개발사업(기술혁신개발사업)

연구과제명 나노섬유 복합 장섬유 제조기술 및 액체필터용 섬유사 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)아모그린텍

연구기간 2013.11.01 ~ 2015.10.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

섬유 성형성 고분자 물질을 용매에 용해하여 방사용액을 제조하는 단계;

상기 방사용액을 전기방사하여 평균직경 1 $\mu$ m 미만으로 구성되는 고분자 나노섬유 웹을 얻는 단계;

상기 나노섬유 웹을 라미네이팅하여 고분자 나노섬유 멤브레인 롤을 얻는 단계;

상기 고분자 나노섬유 멤브레인 롤을 1차 슬리팅하여 복수의 슬리팅롤로 만드는 단계;

상기의 복수의 슬리팅롤 사이에 나노섬유 멤브레인을 접합하여 대구경 슬리팅롤을 형성하는 단계;

상기 대구경 슬리팅롤을 복수개로 2차 슬리팅하여 복수의 나노섬유 테이프사를 얻는 단계;

상기 나노섬유 테이프사를 가연(加燃)하여 얻어진 가연사를 천연섬유사 또는 합성섬유사와 복합가연하여 복합가연사를 얻는 단계; 및

상기 복합 가연사의 꼬임이 풀리는 것을 방지하도록 복합 가연사를 열연신 또는 열고정하는 단계;를 포함하며,

상기 열연신 또는 열고정 단계는 상기 고분자의 유리전이온도(Tg)와 용융온도(Tm) 사이의 온도범위에서 실시하는 것을 특징으로 하는 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 1차 슬리팅된 나노섬유 멤브레인의 폭은 2차 슬리팅이 이루어지는 정밀 슬리터의 폭과 동일하게 설정되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수의 슬리팅롤 사이에 접합되는 나노섬유 멤브레인의 접합부는 0.5 내지 1mm 범위로 설정되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 복수의 슬리팅롤 사이에 접합되는 나노섬유 멤브레인의 접합은 열접합, 초음파 접합, 가압 및 롤링 중 어느 하나의 방법으로 수행되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 대구경 슬리팅롤은 500M 이상의 길이로 이루어진 것을 특징으로 하는 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 나노섬유 테이프사는 평량 0.5 내지 100gsm, 폭이 0.1 내지 5mm 범위로 설정되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 가연사는 나노섬유 테이프사 단독의 우연사 내지는 좌연사, 상기 우연사와 좌연사를 복합연사하여 얻어진 2합사 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 가연사는 T/M(twisting/meter) 500 내지 T/M 2500 범위에서 가연된 것을 특징으로 하는 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법.

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

삭제

#### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 복합 가연사의 열연신은 업디스크와 다운디스크의 속도를 달리하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법.

#### 청구항 12

제1항 내지 제8항 및 제11항 중 어느 한 항의 방법으로 제조된 나노섬유 기반 복합 가연사.

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

삭제

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001]

본 발명은 전기방사하여 제조된 나노섬유 멤브레인을 정밀 슬리팅하여 나노섬유 테이프사를 제조한 후, 나노섬유 테이프사를 연사하여 얻어진 나노섬유 단독 연사물 또는 나노섬유 단독 연사물과 천연섬유 또는 합성섬유와 복합 연사하여 얻어지는 나노섬유 기반 복합 가연사 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002]

일반적으로 섬유산업에서 나노섬유(nanofiber)는 섬유의 직경이 기존 방사(spinning) 공정의 한계 직경인 1 $\mu$ m 이하인 섬유를 의미한다. 나노섬유의 제조방법으로는 연신법(drawing), 수형법(template synthesis), 자기 조립법(self-assembly), 화학 기상 증착법(chemical vapor deposition, CVD), 상 분리법(phase separation), 전기 방사법(electrospinning) 및 기존 방사공정과 하이브리드(hybrid)화 등 다양한 방법으로 시도되고 있다. 상기 제조방법 중 전기방사법은 양산성이나 취급성, 다양한 원료 물질의 선택, 폭넓은 응용 및 가공 측면에서 가장 광범위하게 연구 개발되고 있는 분야이며, 대량 생산의 성공 및 기존 소재와의 융복합화를 통해 산업화 초기 단계에 있는 방법이다.

[0003]

전기방사(electrospinning) 기술은 고분자 용액이나 용융물에 고전압을 가해 마이너스(-) 극이나 접지(earth)로

대전된 표면에 고분자 용액이 스프레이 되는 과정에서 용매가 휘발되면서 집전판(collector)에 나노섬유상 물질이 웹(Web)이나 부직포(non-woven) 상태로 적층되어 제조되는 방법이다. 이러한 나노섬유 웹은 섬유의 직경이 1  $\mu\text{m}$  미만으로 구성된 부직포상으로 섬유의 직경과 두께에 따라 기공도가 60~90%, 평균 기공사이즈(Average pore size)가 0.2~1.0  $\mu\text{m}$ 로 구성되어 제조된다. 그러나, 나노섬유 웹은 통상적으로 산업상 적용시 취급성이 불량하고, 장력이나 인장강도와 같은 물리적 성질이 취약해 기존소재와 복합화하여 2차 전지 분리막 소재, 환경정화용 필터소재, 의류용 멤브레인 소재, 의료용 메디컬(medical) 소재 등으로 용도전개가 가능하지만, 나노섬유로 구성된 부직포 고유의 물성을 고려하면 고강도용 소재나 다양한 응용분야에 걸쳐 광범위하게 사용되는 데는 한계가 있었다.

[0004] 따라서, 나노섬유로 구성된 필라멘트(filament)사를 제조하게 되면 제직이나 편직, 메쉬, 로프 등 다양한 2차 가공물을 제조하는 것이 가능하게 되어 나노섬유의 용도를 크게 확장시킬 수 있게 된다.

[0005] 합성섬유나 천연섬유는 꼬임(twisting)을 주어 실의 강력을 증가시키고, 촉감이나 탄성, 실에 집속성을 부여하여 제직과 편직성을 향상시키기 위해 실시한다. 합성섬유의 경우 단섬유(mono filament)나 멀티 필라멘트(multi filament) 상태, 천연섬유는 방적사 형태로 실에 꼬임을 부여하며 재질과 꼬임수에 따라 감연사(甘燃絲)에서 극강연사로 구분하여 실시할 수 있다.

[0006] 그러나, 이러한 합성섬유나 천연섬유의 경우 섬유의 직경이 수~수십  $\mu\text{m}$ 로 구성되어 있어, 전기방사된 나노섬유와 비교할 경우 수십~수천 배 굵은 특징이 있다. 따라서 동일소재, 동일두께로 꼬임을 줄 경우 나노섬유의 경우 기공도(porosity)가 높아 제직, 편직물 등의 구조물의 경우 경량화가 쉽고, 높은 표면적을 이용하여 접촉면적을 향상시킬 수 있으며, 투습방수 등 기능화를 편리하게 할 수 있는 특징이 있다.

[0007] 따라서 나노섬유로 구성된 복합 가연사를 제조하게 되면 제직이나 편직, 메쉬, 로프 등 다양한 형태의 2차 가공물 또는 구조물을 제조하는 것이 가능하게 되어 나노섬유의 용도를 산업 전반에 걸쳐 기반소재로서 크게 확장시킬 수 있게 된다.

[0008] 이러한 복합 가연사에 관한 종래기술로서 한국 공개특허공보 제10-2011-0047340호(특허문헌 1)에는 나노섬유 복합사의 제조방법에 대해서 개시하고 있다. 상기 특허문헌 1의 경우 본 발명자에 의해 제안된 기술로 섬유직경 1  $\mu\text{m}$  미만의 고분자 나노섬유로 구성된 방사 웹을 라미네이팅한 후 슬리팅하여 나노섬유 테이프사를 제조하고 이를 합사, 연사기에 의해 연사하여 나노섬유가 함유된 나노섬유 복합사의 제조방법이 제안되어 있다. 특허문헌 1은 나노섬유 단독의 복합사 제조 및 커버링사 제조방법에 대한 기술이 개념적으로 한정되어 있다.

[0009] 본 발명자는 상기 특허문헌 1에 제안된 나노섬유 복합사의 제조기술을 보다 혁신적으로 개선시켜 나노섬유 기반 가연사의 연속 생산성과 실용성을 향상시키고, 나노섬유사 단독 연사물과 기존 방적사 내지는 합성섬유사와 융복합화를 통해 나노섬유가 갖는 경량성, 넓은 비표면적, 투습방수성, 기능화 등의 장점을 살리고, 기존소재가 갖는 물리, 화학적 성능 등의 장점을 동시에 구현할 수 있도록 하여 본 발명을 완성하게 되었다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) : 한국 공개특허공보 제10-2011-0047340호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 나노섬유사 단독 내지는 기존 섬유사를 융복합화함으로써 기존 소재가 갖는 종래의 물성을 향상시키기 위해 제안된 것으로, 나노섬유는 제조시 전기방사하여 건조 및 캘린더 공정을 거친 후 와인딩하여 롤(Roll) 형태로 제조된다. 이때 제조된 롤의 형태는 취급 및 공정 특성상 대부분 500M 내외의 길이로 제조되어 가연사 제조를 위한 정밀 슬리팅 공정(2차 슬리팅) 전 슬리터 폭에 맞도록 1차 슬리팅을 하게 된다.

[0012] 상기 1차 슬리팅된 샘플을 정밀 슬리팅하게 되면 작업이 수분 내에 종료되는 단점이 있어 작업의 연속성이 떨어지고 공정로스가 발생하며, 작업성 및 품질 향상을 위해서는 1차 슬리팅된 샘플을 접합하여 최대한 길이를 연장할 필요성이 있으며, 접합부가 후속하는 공정시 절단되지 않도록 할 필요가 있다.

- [0013] 따라서, 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 그 목적은 나노섬유 가연사의 연속제조를 위해 1차 슬리팅된 나노섬유를 접합하여 연속공정이 가능하도록 하는 고분자 나노섬유 기반 복합 가연사 및 그의 제조방법을 제공하는 데 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 목적은 나노섬유 테이프사 내지는 가연사를 열고정 내지는 열연신함에 의해 강신도 등의 물성이 향상되어 제직 및 편직성이 우수하여 산업분야의 기반소재로서 사용할 수 있는 고분자 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법을 제공하는 데 있다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 목적은 기존소재와의 융합화를 통해 물성을 향상시킴에 따라 나노섬유의 용도를 더욱 확장할 수 있는 나노섬유 기반 복합 가연사 및 그의 제조방법을 제공하는 데 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0016] 이와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 의하면, 섬유 성형성 고분자 물질을 용매에 용해하여 방사용액을 제조하는 단계; 상기 방사용액을 전기방사하여 평균직경  $1\mu\text{m}$  미만으로 구성되는 고분자 나노섬유 웹을 얻는 단계; 상기 나노섬유 웹을 라미네이팅하여 고분자 나노섬유 멤브레인을 얻는 단계; 상기 고분자 나노섬유 멤브레인을 1차 슬리팅하여 복수의 슬리팅물로 만드는 단계; 상기의 복수의 슬리팅물 사이에 나노섬유 멤브레인을 접합하여 대구경 슬리팅물을 형성하는 단계; 상기 대구경 슬리팅물을 2차 슬리팅하여 나노섬유 테이프사를 얻는 단계; 및 상기 나노섬유 테이프사 또는 나노섬유 테이프사를 가연하여 얻어진 가연사를 천연섬유사 또는 합성섬유사와 복합가연하여 복합 가연사를 얻는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법을 제공한다.
- [0017] 이하, 본 발명의 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0018] 먼저, 섬유 성형성 고분자 물질을 적당한 용매에 용해하여 방사가 가능한 농도로 만든 다음, 전기방사장치를 사용하여 직경  $1\mu\text{m}$  미만인 나노섬유를 평량 0.5 내지 100gsm(gram per square meter)이 되도록 트랜스퍼 시트 위에 전기방사하여 나노섬유 웹을 제조한다. 여기서 평량이란 단위 면적당 고분자의 방사량으로 정의된다.
- [0019] 본 발명에서 사용 가능한 고분자로는 예를 들면, PVdF(polyvinylidene fluoride), 나일론(nylon), 니트로셀룰로오스(nitrocellulose), PU(polyurethane), PC(polycarbonate), PS(polystyrene), PAN(polyacrylonitrile), PLA(polylactic acid), PLGA,(polylactic-co-glycolic acid), PEI(polyethyleneimine), PPI(polypropyleneimine), PMMA(polymethylmethacrylate), PVC(polyvinylchloride), PVAc(polyvinylacetate), 폴리스티렌 디비닐벤젠 공중합체(polystyrene divinylbenzene copolymer), PVC(polyvinyl chloride), PVA(poly vinyl alcohol), PVAc(polyvinyl acetate), PVP(poly vinyl pyrrolidone) 등을 단독 내지 2종 이상으로 복합화하여 구성될 수 있으며, 전기방사에 의해 섬유상으로 제조가 가능한 섬유 성형성 고분자라면 열가소성 또는 열경화성 고분자를 불문한다. 따라서 본 발명에서 사용 가능한 고분자는 특별히 상기한 고분자 물질로 제한되지 않는다.
- [0020] 또한, 본 발명에서 사용 가능한 용매는 디메틸 포름아미드(di-methylformamide, DMF), 디메틸 아세트아마이드(di-methylacetamide, DMAc), THF(tetrahydrofuran), 아세톤(acetone), 알코올(alcohol)류, 클로로포름(chloroform), DMSO(dimethyl sulfoxide), 디클로로메탄(dichloromethane), 초산(acetic acid), 개미산(formic acid), NMP(N-Methylpyrrolidone), 불소계 알콜류 및 물로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상을 사용할 수 있다.
- [0021] 이때 사용되는 고분자의 평량이 0.5gsm 미만으로 되면 취급성이 떨어지고 슬리팅 공정이 불안정하게 이루어지는 경향이 있으며, 100gsm을 초과하면 후속하는 라미네이팅 공정이 원활하게 이루어지지 않고, 공정비용이 상승하는 문제점이 있으며, 가연 공정 후 얻어지는 최종 섬유의 직경이 굵어지는 단점이 있다.
- [0022] 상기 나노섬유 웹을 라미네이팅하여 나노섬유 멤브레인을 얻는 방법은 가압, 캘린더링, 열처리, 롤링, 열접합, 초음파 접합 중의 적어도 어느 하나의 방법에 의해 이루어질 수 있다.
- [0023] 상기 라미네이팅에 의해 얻어진 나노섬유 멤브레인은 와인더 및 리와인더 장비를 사용하여 나노섬유 멤브레인과 트랜스퍼 시트를 포함하여 와인딩하거나 나노섬유 멤브레인과 트랜스퍼 시트를 분리하여 나노섬유 멤브레인만을 단독으로 와인딩하여 롤형태의 나노섬유 멤브레인을 얻는다. 이렇게 얻어진 나노섬유 멤브레인을 정밀 슬리터의 폭에 맞도록 1차 슬리팅하여 복수의 슬리팅물을 형성하고 정밀 슬리팅 작업의 연속성을 위해 슬리팅물과 슬리팅물을 접합하여 하나의 롤에 와인딩함에 의해 길이가 최소 500M 이상의 대구경 슬리팅물을 형성한다.



- [0024] 이때 1차 슬리팅된 슬리팅롤 사이의 나노섬유 멤브레인간 접합부는 가능한 한 좁은 범위로 접합하는 것이 바람직하며, 접합방법으로는 열접합, 초음파 접합, 가압, 롤링 등의 다양한 방법에 의해 이루어질 수 있다. 접합부의 폭은 0.5mm 내지 1mm 범위에서 사용하는 것이 바람직하다. 0.5mm 미만으로 접합할 경우 후속하는 정밀 슬리팅 및 가연공정시 사절의 원인이 될 수 있으며, 1mm를 초과할 경우 가연시 접합부가 돌출되어 상품성이 떨어질 가능성이 있다.
- [0025] 1차 슬리팅된 후 대형화된 대구경 슬리팅롤은 정밀 슬리터에 맞도록 고정된 후 2차 슬리팅하여 나노섬유로 구성된 테이프사를 얻는다. 상기 나노섬유 테이프사의 제조는 커팅, 슬리팅 등 다양한 방법으로 진행할 수 있으며, 나노섬유 테이프사의 폭은 0.1mm 내지 5mm 범위로 설정되는 것이 바람직하다.
- [0026] 상기 나노섬유 테이프사의 폭을 0.1mm 미만으로 슬리팅을 할 경우 원활하게 절단하기 곤란할 뿐만 아니라 장력 및 꼬임 부여시 사절이 발생할 확률이 높아진다. 또한, 나노섬유 테이프사의 폭을 5mm를 초과하여 슬리팅할 경우, 가연 단계시 꼬임이 불균일하게 발생할 확률이 높아진다. 따라서, 상기 나노섬유 테이프사는 평량 0.5 내지 100gsm, 폭이 0.1 내지 5mm인 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0027] 상기 가연은 투포원 연사기(two-for-one twister), 펜시 연사기, 복합연사기, 커버링 연사기 등을 사용하여 나노섬유나 기존 섬유사가 사절되지 않는 범위에서 T/M(twisting/meter)을 500 내지 2500 범위로 설정하여 최종 목적에 맞도록 가연하는 것이 바람직하다.
- [0028] 특히, 복합 가연사의 경우 면, 실크, 양모, 한지 등의 천연섬유와 복합 가연하거나, PET, 나일론, PP, PU, PLA, PLGA 등의 합성섬유와 복합 가연하여 용도에 맞도록 다양한 종류의 실을 사용할 수 있으며, 특별히 한정되는 것은 아니다.
- [0029] 상기 나노섬유 테이프사 내지는 가연사, 복합 가연사에 장력을 부여하여 연신하는 방법으로는 업디스크 텐서와 다운디스크 텐서 사이로 나노섬유 테이프사 내지는 가연사를 통과시켜 장력을 부여할 수 있으며, 이때, 가연 후 풀림을 방지하기 위하여 소재의 용점 이하의 온도에서 열처리 등을 실시하여 연신과 열고정을 동시에 실시할 수 있다.
- [0030] 상기 제조방법에 따라 얻어진 나노섬유 기반 복합 가연사는 적어도 하나의 접합부를 포함하는 나노섬유 테이프사 또는 상기 나노섬유 테이프사를 가연한 가연사; 및 상기 나노섬유 테이프사 또는 가연사와 복합가연되는 천연섬유사 또는 합성섬유사;를 포함하며, 상기 나노섬유 테이프사는 섬유 성형성 고분자 물질로 이루어지며, 평균직경 1 $\mu$ m 미만의 고분자 나노섬유가 집적되어 미세 기공을 갖는 나노섬유 웹으로 이루어진 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

- [0031] 상기한 바와 같이, 본 발명에서는 나노섬유 가연사의 연속제조를 위해 1차 슬리팅된 슬리팅롤과 슬리팅롤 사이의 나노섬유 멤브레인을 접합하여 연속공정이 가능하여 생산성을 개선할 수 있다.
- [0032] 또한, 본 발명에서는 나노섬유 테이프사 내지는 가연사를 열고정 내지는 열연신하여 강신도 등의 물성이 향상되어 제직 및 편직성이 우수하여 산업분야의 기반소재로서 사용할 수 있다.
- [0033] 즉, 본 발명에 의한 나노섬유 기반 복합 가연사는 단위면적당 기공도가 높아 제직 및 편직 등 가공물 제조시 경량화가 가능하며, 표면적이 높아 접촉면적을 확대시킬 수 있으며, 약물 담지 등 다양한 기능화가 가능하여 산업 전반에 걸쳐 기본소재로서 기능을 제공하는 효과가 있다.
- [0034] 더욱이, 본 발명에서는 기존소재와의 융합화를 통해 물성을 향상시킴에 따라 나노섬유의 용도를 더욱 확장할 수 있다. 본 발명에서는 나노섬유 가연사를 천연섬유나 합성섬유와 복합연사함으로써 인장강도, 탄성, 굽기 등 다양한 형태와 기능을 갖는 고기능의 필라멘트사를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 본 발명에 따른 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법을 나타낸 공정 순서도이다.
- 도 2는 실시예 1에 따라 얻어진 PVDF 나노섬유 웹의 주사전자 현미경 사진이다.
- 도 3의 (a)는 도 2의 PVDF 나노섬유 웹을 캘린더링하여 얻어진 PVDF 나노섬유 멤브레인을 롤링한 사진, (b)는 1차 슬리터를 이용하여 롤형 나노섬유 멤브레인을 1차 슬리팅하는 과정을 나타낸 사진, (c)는 슬리팅롤과 슬리팅롤 사이의 나노섬유 멤브레인을 접합하여 대구경 슬리팅롤이 얻어지는 과정을 나타낸 개념도, (d)는 대구경 슬

리팅롤의 사진이다.

도 4의 (a)는 정밀 슬리터를 이용한 대구경 슬리팅롤의 2차 슬리팅 과정을 나타낸 사진, (b)는 평보빈에 권선된 나노섬유 테이프사, (c)는 나노섬유 테이프사의 주사전자 현미경 사진, (d)는 "H" 보빈에 권선된 나노섬유 테이프사의 사진이다.

도 5의 (a)는 투포원 연사기를 사용하여 제조되는 투포원 가연사의 콘 샘플 사진, (b)는 투포원 가연사의 주사전자 현미경 사진이다.

도 6의 (a)는 우연(S연)과 좌연(Z연)을 각각 T/M 500으로 가연된 나노섬유 가연사를 복합연사기를 사용하여 T/M 1000의 조건으로 복합연사하여 얻어진 나노섬유 단독 복합 가연사의 샘플 사진, (b)는 나노섬유 복합 가연사(2합사)의 주사전자 현미경 사진이다.

도 7의 (a)는 천연 및 합성섬유와 나노섬유 테이프사의 복합 가연사 제조공정에 대한 모식도, (b)는 PVDF 나노섬유 테이프사와 나일론 20d 모노 필라멘트사를 T/M 1000의 조건으로 복합가연을 실시하여 얻어진 복합 가연사의 주사전자 현미경 사진이다.

도 8은 PVDF 나노섬유 테이프사와 먼 60 번수를 복합가연하여 얻어진 복합 가연사의 주사전자 현미경 사진이다.

도 9의 (a)는 PVDF 나노섬유 테이프사의 열연신 모식도를 나타내며, (b)는 1.5mm로 슬리팅된 PVDF 나노섬유 테이프사를 온도 150℃ 온도에서 업디스크와 다운디스크의 속도를 달리하여 열연신하는 공정을 나타내는 공정도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 구성요소의 크기나 형상 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시될 수 있다.
- [0037] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 나노섬유가 함유된 복합 가연(加燃)사의 제조방법은 먼저, 섬유 성형성 고분자를 적절한 용매에 용해하여 방사 가능한 농도로 용액을 제조하고, 전기방사장치의 방사구로 이송한 후 노즐에 고전압을 인가하여 평량 0.5~100gsm이 되도록 전기방사를 하고, 이를 라미네이팅한 후 1차 슬리팅하고, 폭이 0.1~5mm가 되도록 2차 정밀 슬리팅하여 나노섬유로 구성된 나노섬유 테이프사를 얻는다.
- [0038] 이렇게 얻어진 나노섬유 테이프사를 기존 연사기 등을 사용하여 우연(S연) 내지는 좌연(Z연)하여 나노섬유로 구성된 가연사를 얻는다.
- [0039] 그후, 상기 나노섬유 가연사를 기존 소재와 복합연사하여 나노섬유 기반 복합 가연사를 제조한다. 상기 제조된 나노섬유 테이프사 내지는 나노섬유 단독 가연사 등을 후처리 공정을 통해 꼬임이 풀리지 않도록 열고정시키거나 열연신하여 나노섬유의 물성을 향상시킨다.
- [0040] 도 1에는 본 발명에 따른 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조방법의 전체적인 순서도를 나타낸 것이다.
- [0041] 이하 각 단계별로 상세히 설명한다.
- [0042] (방사용액의 제조)
- [0043] 고분자를 적당한 용매를 사용하여 방사 가능한 농도로 용해하여 방사용액을 준비한다(S11). 본 발명에 있어서 고분자 물질로는 열경화성이나 열가소성 고분자를 전기방사하여 나노섬유가 형성되는 고분자라면 특별히 제한되지 않는다.
- [0044] 방사용액 제조에 있어서 고분자 물질의 함량은 약 5 내지 50중량%가 적당하며, 5중량% 미만의 경우 나노섬유를 형성하기 보다는 비드(bead)상으로 분사되어 멤브레인을 구성하기 어려우며, 50중량% 초과인 경우에는 방사용액의 점도가 너무 높아 방사성이 불량하여 섬유를 형성하기 곤란한 경우가 있다. 따라서 방사용액의 제조는 특별한 제약은 없으나, 섬유상 구조를 형성하기 쉬운 농도로 하여 섬유의 형상(morphology)을 제어하는 것이 바람직하다.
- [0045] (나노섬유 웹의 형성)
- [0046] 상기 방사용액을 정량펌프를 사용하여 방사팩(spin pack)으로 이송하고, 이때 고전압 조절장치를 사용하여 방사팩에 전압을 인가하여 전기방사를 실시한다(S12). 이때 사용되는 전압은 0.5kV 내지 100kV까지 조절하는 것이 가능하며, 콜렉터(collector)은 접지를 하거나 (-)극으로 대전하여 사용할 수 있다. 콜렉터의 경우 방사시 섬유



의 집속을 원활하게 하기 위해 포집장치(suction collector)를 부착하여 사용하는 것이 좋다.

- [0047] 또한, 방사팩과 콜렉터까지의 거리는 5~50cm로 조절하는 것이 바람직하다. 방사시 토출량은 정량펌프를 사용하여 균일하게 토출하여 방사하고, 방사시 온도 및 습도를 조절할 수 있는 챔버(chamber)내에서 상대습도 30~80%의 환경에서 방사하는 것이 바람직하다.
- [0048] 본 발명에서는 전사방법을 이용하여 방사팩으로부터 방사용액을 하측의 콜렉터를 따라 이송되는 트랜스퍼 시트(transfer sheet)(또는 지지체)의 일면에 나노섬유를 전기방사하여 고분자 나노섬유로 이루어진 나노섬유 웹을 형성한다. 트랜스퍼 시트에 포집된 고분자 나노섬유 웹은 고분자 나노섬유가 집적되어 3차원 미세 기공을 갖는다.
- [0049] 상기 트랜스퍼 시트는 예를 들어, 종이(박리지), 또는 방사용액의 방사시에 이에 포함된 용매에 의해 용해가 이루어지지 않는 고분자 재료로 이루어진 부직포, PE, PP 등의 폴리올레핀계 필름을 사용할 수 있다.
- [0050] 고분자 나노섬유 웹 자체만으로 이루어진 경우 인장강도가 낮아서 높은 이송속도를 가지고 이송되면서 건조 공정, 라미네이팅 공정 및 권선 공정이 이루어지는 것이 어렵다. 또한, 고분자 나노섬유 웹을 제조한 후 후속된 공정을 높은 이송속도를 가지고 연속적으로 실행되기 어려우나 상기한 트랜스퍼 시트를 이용하는 경우 충분한 인장강도를 제공함에 따라 공정처리 속도를 크게 높일 수 있다.
- [0051] 또한, 고분자 나노섬유 웹만을 사용하는 경우 정전기로 인하여 타 물체에 들러붙는 현상이 발생하여 작업성이 떨어지게 되나, 트랜스퍼 시트를 이용하는 경우 이러한 문제를 해결할 수 있다.
- [0052] 더욱이, 전기방사되는 나노섬유는 콜렉터에서 집적 현상이 일어나며 집적부의 패턴을 따라가며 적층되는 현상이 있다. 따라서, 균일도(기공크기, 통기도, 두께, 중량 등)가 좋은 나노섬유의 다공성 고분자 나노섬유 웹을 만들기 위해서는 종이와 같은 트랜스퍼 시트에 방사하여 후속공정 처리후에 박리하는 것이 바람직하다.
- [0053] (나노섬유 웹의 라미네이팅)
- [0054] 상기 제조된 고분자 나노섬유 웹을 압착, 롤링, 열접합, 초음파 접합, 캘린더 접합 등의 다양한 방법으로 라미네이팅하여 평량 0.5 내지 100gsm이 되도록 나노섬유 멤브레인을 제조한다(S13). 본 발명에서 라미네이팅은 방사된 개개의 나노섬유가 단독으로 움직이지 못하도록 열처리나 초음파 등의 방법으로 압착 고정하여 나노섬유 웹을 필름화하는 단계이다.
- [0055] 평량이 0.5gsm 미만의 경우 취급시 또는 슬리팅시 불량률이 발생할 확률이 높고, 100gsm을 초과할 경우 제조비용이 상승하므로, 평량은 0.5 내지 100gsm이 적당하다.
- [0056] 또한, 라미네이팅은 열처리를 동반하면서 수행할 수 있는데 사용된 고분자가 용융되지 않는 범위인 50 내지 250℃의 온도범위에서 실시하는 것이 바람직하다. 50℃ 미만의 경우 열처리 온도가 너무 낮아 나노섬유간 융착이 불안정하거나 유리전이 온도가 높은 고분자의 경우 나노섬유간 융착이 거의 일어나지 않아 후속하는 테이프사 제조시 슬리팅이 원활하게 진행되지 않을 가능성이 높다. 또한 열처리 온도가 250℃를 초과하는 경우 나노섬유를 구성하는 고분자가 용융되어 섬유상 구조를 상실할 가능성이 높기 때문에 바람직하지 않다.
- [0057] (나노섬유 멤브레인 와인딩 및 1차 슬리팅)
- [0058] 나노섬유 멤브레인은 나노섬유 웹을 제조할 때 트랜스퍼 시트(transfer sheet)상에 제조되므로 라미네이팅 후 나노섬유 멤브레인을 트랜스퍼 시트와 동시에 와인딩하여 롤링하거나, 트랜스퍼 시트를 분리하면서 나노섬유 멤브레인 단독으로 와인딩 및 언와인딩을 통해 롤링하여 롤형으로 제조한다. 이때 롤형으로 제조된 나노섬유 멤브레인의 폭은 방사장비에 따라 500~2,000mm로 다양하게 제조가능하나 길이는 대략 500M 내외로 제조된다. 롤형 나노섬유 멤브레인을 보빈과 함께 정밀 슬리터 폭에 맞도록 도 3(b)와 같은 장비를 사용하여 1차 슬리팅하여 복수의 슬리팅롤을 형성한다(S14).
- [0059] 1차 슬리팅된 복수의 슬리팅롤은 정밀 슬리터에서의 2차 슬리팅 작업이 생산성 향상을 위해 일정시간 동안 연속적으로 이루어지도록 복수의 슬리팅롤의 사이의 나노섬유 멤브레인을 접합을 통해 와인딩 및 언와인딩을 통해 길이가 500M 이상, 적어도 1,000M 이상으로 롤링하여 대구경의 슬리팅롤을 형성한다(S15).
- [0060] (나노섬유 2차 슬리팅을 통한 나노섬유 테이프사의 제조)
- [0061] 1차 슬리팅된 복수의 슬리팅롤을 대형화하여 얻어진 대구경의 슬리팅롤을 커터나 슬리터 등의 정밀 슬리터를 이용하는 다양한 방법으로 폭 0.1 내지 5mm가 되도록 슬리팅하여 나노섬유 멤브레인으로 구성된 나노섬유 테이프

사를 제조한다(S16).

- [0062] 슬리팅된 나노섬유 테이프사의 폭을 0.1 mm 미만으로 하고자 할 경우에는 폭이 너무 작아 슬리터를 사용하여 원활하게 절단하기 곤란할 뿐만 아니라 장력 및 꼬임 부여시 사절이 발생할 확률이 높아진다. 또한, 그 폭을 5mm 초과로 슬리팅할 경우 연사 단계에서 꼬임이 불균일하게 발생할 확률이 높아지고 연사물의 두께가 굵어져 섬유 사로서 상품성이 떨어진다. 따라서 나노섬유 테이프사는 평량 0.5 내지 100gsm, 폭이 0.1 내지 5mm가 되도록 하는 것이 바람직하다.
- [0063] (고분자 나노섬유 가연사의 제조)
- [0064] 제조된 나노섬유 테이프사를 연사장치를 통해 나노섬유 테이프사에 우연(S연) 내지는 좌연(Z연)을 주어 나노섬유 테이프사에 꼬임을 부여한다(S17). 이때 꼬임 (T/M twisting/meter)은 고분자 종류나 최종 목적에 맞도록 T/M(twisting/meter)을 500 내지 2500 범위로 설정하여 실시할 필요가 있다.
- [0065] 또한, 나노섬유 테이프사에 장력을 부여하는 방법으로는 업디스크 텐서와 다운디스크 텐서 사이로 나노섬유 테이프사를 통과시켜 장력을 부여할 수 있으며, 고분자 종류에 따라 유리전이온도(Tg)와 용융온도(Tm) 사이의 온도범위에서 열연신 또는 열고정을 실시할 수 있다.
- [0066] 더욱이, 상기 우연(S연) 내지는 좌연(Z연)을 주어 꼬아진 나노섬유 가연사 2가닥을 서로 합사하여 복합연사함에 의해 나노섬유로 구성된 2합사를 제조할 수 있다(S17).
- [0067] 한편, 나노섬유 테이프사와 나노섬유 테이프사를 각각 합사하여 연속적으로 연사단계를 거칠 수도 있다. 이때 나노섬유 테이프사는 동종의 고분자를 사용하는 것은 물론 이종의 나노섬유 테이프사를 각각 합사하는 것도 가능하다.
- [0068] (나노섬유 복합 가연사의 제조)
- [0069] 상기 제조된 나노섬유 가연사(S연, Z연, 2합사)를 천연섬유나 합섬섬유와 복합가연하여 복합 가연사를 제조할 수 있다(S18). 이때 천연섬유로는 면, 실크, 모, 셀룰로오스 등을 최종 목적에 맞도록 선택할 수 있으며, 합섬섬유로는 PET, 나일론(Nylon), PP, PE, PVC, PU, PTFE, PVDF 등을 최종 목적에 맞도록 선택하여 복합가연할 수 있으며 특정한 소재에 한정하지는 않는다.
- [0070] (나노섬유 가연사의 후처리)
- [0071] 상기 제조된 나노섬유 단독 가연사 내지는 복합 가연사를 열연신, 열고정 등의 방법으로 꼬임이 풀리지 않도록 하거나 강력을 부여하기 위해 실시할 수 있다(S19). 연신 방법으로는 열연신, 냉연신 등 다양한 방법을 이용할 수 있으며, 열고정은 사용된 소재에 따라 꼬임이 풀리지 않는 온도범위에서 사용하는 것이 바람직하다. 바람직한 열연신, 열고정은 사용된 고분자의 유리전이온도(Tg)와 용융온도(Tm) 사이의 온도범위에서 실시한다. 또한, 상기 열연신, 열고정 공정은 복합가연의 후공정 뿐 아니라 전공정에서 진행할 수 있다.
- [0072] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 그러나 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것으로 본 발명의 범위가 이러한 실시예에 의해 제한되어서는 아니될 것이다.
- [0073] [실시예]
- [0074] (실시예 1) PVDF 나노섬유 웹 제조 및 1차 슬리팅
- [0075] PVDF 고분자를 혼합용매(DMAc/Acetone=90/10 wt.%)에 20wt.% 가 되도록 용해하여 방사용액을 제조한다. 이 방사용액을 정량펌프를 이용하여 방사노즐로 이송하고 인가전압 25kV, 방사구와 집전체와의 거리 20cm, 토출량 분당 0.05cc/g·hole으로 30℃, 상대습도 60%, 상압의 조건에서 방사를 실시하여 나노섬유 웹을 얻었다.
- [0076] 도 2는 본 실시예에 따라 얻어진 PVDF 나노섬유 웹의 주사전자 현미경 사진을 나타낸 것으로, 평균직경 약 300 nm인 균일한 PVDF 나노섬유로 이루어져 있는 것을 알 수 있다.
- [0077] 상기 나노섬유 웹의 평량은 약 5gsm이었으며, 상기 나노섬유 웹에 대해 150℃로 가열된 롤러를 이용하여 100g/cm<sup>2</sup>의 압력으로 캘린더링을 실시하여 길이 약 500M, 두께 10μm의 PVDF 나노섬유 멤브레인을 얻은 후 PVDF 나노섬유 멤브레인 단독으로 롤링하였다. 이렇게 얻어진 나노섬유 멤브레인을 2차 정밀 슬리터 폭에 맞도록 1차 슬리팅하여, 복수의 슬리팅롤을 준비한 후, 슬리팅롤 사이에 나노섬유 멤브레인간 초음파 접합기를 통해 접합면이 1mm가 되도록 접합하고, 리와인딩하여 길이 500M 이상의 길이를 갖는 대구경 슬리팅롤을 얻었다.
- [0078] 도 3(a)에는 도 2의 PVDF 나노섬유 웹을 캘린더링하여 얻어진 PVDF 나노섬유 멤브레인을 롤링한 사진, 도 3(b)

는 1차 슬리터를 이용하여 롤형 나노섬유 멤브레인을 1차 슬리팅하는 과정을 나타낸 사진, 도 3(c)는 슬리팅롤과 슬리팅롤 사이의 나노섬유 멤브레인을 접합하여 대구경 슬리팅롤이 얻어지는 과정을 나타낸 개념도, 도 3(d)는 대구경 슬리팅롤의 사진을 나타내었다.

[0079] (실시예 2) PVDF 나노섬유 테이프사 제조

[0080] 상기 실시예 1에서 제조된 대구경 슬리팅롤을 나이프 간격이 1.5mm이고, 12개 나이프를 갖는 2차 정밀 슬리터를 이용하여(도 4(a) 참조) 2차 슬리팅한 후, 평보빈 및 H 보빈(도 4(b), 도 4(d) 참조)에 롤링하여 나노섬유 멤브레인으로 구성된 PVDF 나노섬유 테이프사를 얻었다. 도 4(c)는 나노섬유 테이프사의 주사전자 현미경 사진을 나타낸 것으로, 폭 1.5mm로 정밀 슬리팅된 것을 확인할 수 있었다.

[0081] (실시예 3) 나노섬유 가연사 및 복합 가연사 제조

[0082] 상기 실시예 2에서 제조된 나노섬유 테이프사를 투포원 연사기를 사용하여 T/M 500으로 우연(S연)을 실시하여 나노섬유 단독의 가연사를 제조하였다.

[0083] 도 5(a) 및 도 5(b)에는 각각 투포원 연사기를 사용하여 제조된 투포원 가연사의 콘 샘플 사진 및 투포원 가연사의 주사전자 현미경 사진을 나타내었다. 도 5(b)의 주사전자 현미경 사진에서 보는 바와 같이 나노섬유 단독으로 구성된 가연사를 확인할 수 있었다.

[0084] 또한, 상기 실시예 2에서 제조된 PVDF 나노섬유 테이프사를 우연(S연)과 좌연(Z연)을 각각 T/M 500으로 가연된 나노섬유 가연사를 복합연사기를 사용하여 T/M 1000의 조건으로 복합연사하여 나노섬유 단독의 복합 가연사를 제조하였다.

[0085] 도 6(a)는 우연(S연)과 좌연(Z연)을 각각 T/M 500으로 가연된 나노섬유 가연사를 복합연사기를 사용하여 T/M 1000의 조건으로 복합연사하여 얻어진 나노섬유 단독 복합 가연사의 샘플 사진, 도 6(b)는 나노섬유 복합 가연사(2합사)의 주사전자 현미경 사진을 나타내었다. 도 6(b)에서와 같이 나노섬유 테이프사가 복합으로 2합사된 것을 확인할 수 있었다.

[0086] (실시예 4) 나노섬유와 합성섬유의 복합 가연사 제조

[0087] 상기 실시예 2에 의해 제조된 PVDF 나노섬유 테이프사를 나일론 20d 모노 필라멘트사와 T/M 1000의 조건으로 복합가연을 실시하여 나노섬유와 합성섬유의 복합 가연사를 제조하였다.

[0088] 도 7(a)는 천연 및 합성섬유(Synthetic fiber)와 나노섬유(Nanofiber) 테이프사의 복합 가연사 제조공정에 대한 모식도, 도 7(b)는 PVDF 나노섬유 테이프사와 나일론 20d 모노 필라멘트사를 T/M 1000의 조건으로 복합가연을 실시하여 얻어진 복합 가연사의 주사전자 현미경 사진을 나타내었다. 도 7(b)에서와 같이 나노섬유와 합성섬유 간 복합 가연이 이루어짐을 확인할 수 있었다.

[0089] (실시예 5) 나노섬유와 천연섬유의 복합 가연사 제조

[0090] 상기 실시예 2에 의해 제조된 PVDF 나노섬유 테이프사와 면 60번수를 상기 실시예 4의 방법과 동일한 방법으로 복합가연하여 나노섬유(Nanofiber)와 천연섬유(Natural fiber)가 복합가연된 복합 가연사를 얻을 수 있었다. 도 8에는 PVDF 나노섬유 테이프사와 면 60번수가 복합가연된 복합 가연사의 주사전자 현미경 사진을 나타냈다.

[0091] (실시예 6) 나노섬유 테이프사 및 가연사의 후처리

[0092] 상기 실시예 2에 의해 제조된 1.5mm로 슬리팅된 PVDF 나노섬유 테이프사를 150℃ 온도에서 업디스크와 다운디스크의 속도를 달리하여 열연신하였다. 도 9(a)는 열연신 모식도이며, 도 9(b)는 열연신 공정을 나타내는 공정사진이다.

[0093] 도 9(b)와 같이 열연신 공정을 수행하면 열연신되어 나노섬유 테이프사가 가늘어지는 것을 확인할 수 있었다.

[0094] 인장강신도 분석

[0095] 이하에 실시예 2의 PVDF 나노섬유 테이프사(슬리팅사), 실시예 2의 PVDF 나노섬유 테이프사를 투포원 연사기를 사용하여 T/M 500으로 우연(S연)을 실시하여 얻어진 실시예 3의 나노섬유 단독의 가연사(투포원연사), 실시예 2의 PVDF 나노섬유 테이프사를 우연(S연)과 좌연(Z연)을 각각 T/M 500으로 가연된 나노섬유 가연사를 복합연사기를 사용하여 T/M 1000의 조건으로 복합연사하여 얻어진 나노섬유 단독의 복합 가연사(복합연사)를 대상으로 하기 표 1에 기재한 KSK0412의 시험규격에 따라 인장강도를 실험하고, 그 결과를 하기 표 2에 기재하였다.

표 1

연사종류	시험기 종류	클램프 사이의 거리	인장속도	시료수	시험규격	번수(D)
슬리팅사	정속 인장식	25cm	$30 \pm 2$ (cm/min)	5개	KSK0412	211.32
투포원연사						208.26
복합연사						468

표 2

연사종류	최대하중 (N)	최대하중시의 신장(mm)	최대하중의 강 도 (gf/den)	파단(표준)시 의 강도 (gf/den)	파단(표준)시 의 인장변형(%)	최대하중시의 인장변형(%)
슬리팅사	1.12	257.43994	0.54215	-0.02684	108.91198	102.97598
투포원사	1.05	177.43597	0.51641	-0.02206	75.59679	70.97439
복합연사	2.36	331.33062	0.51421	-0.0082	140.74104	132.53225

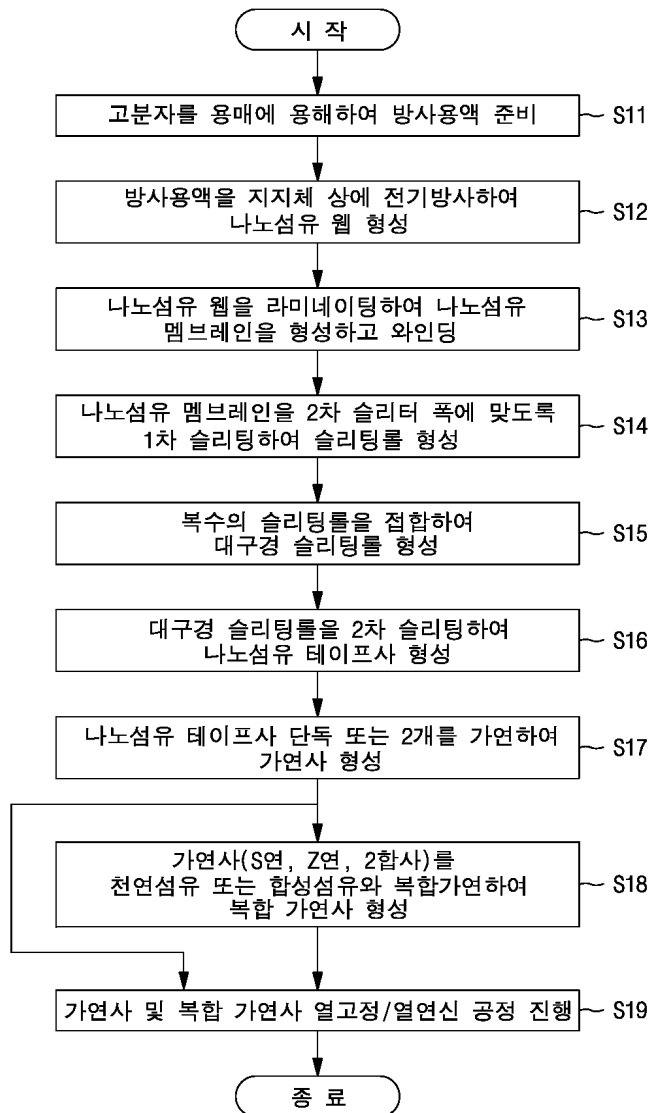
이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예를 예를 들어 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

#### 산업상 이용가능성

본 발명은 나노섬유 테이프사를 연사하여 얻어진 나노섬유 단독 연사물 또는 나노섬유 단독 연사물과 천연섬유 또는 합성섬유와 복합 연사하여 얻어지는 나노섬유 기반 복합 가연사의 제조에 적용될 수 있다.

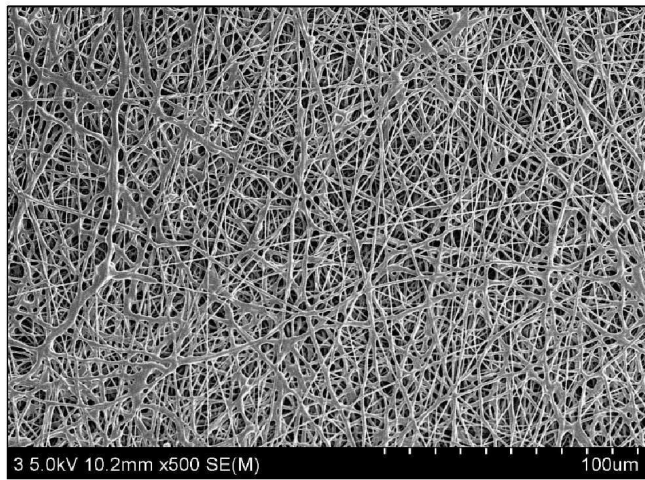
도면

도면1

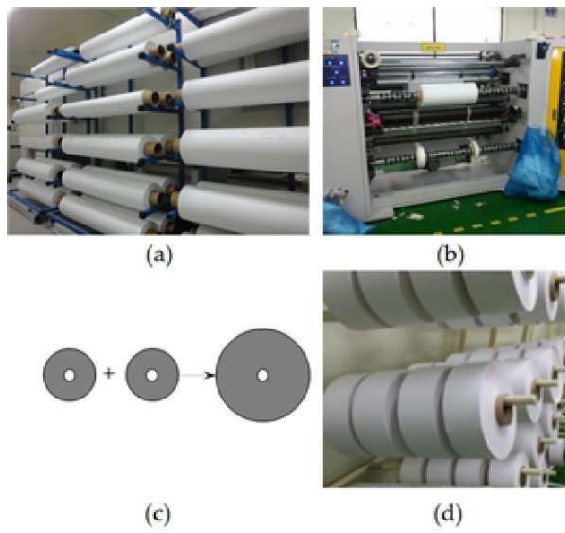




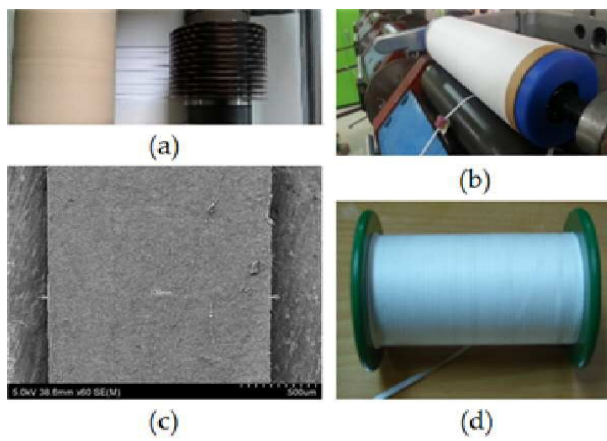
도면2



도면3

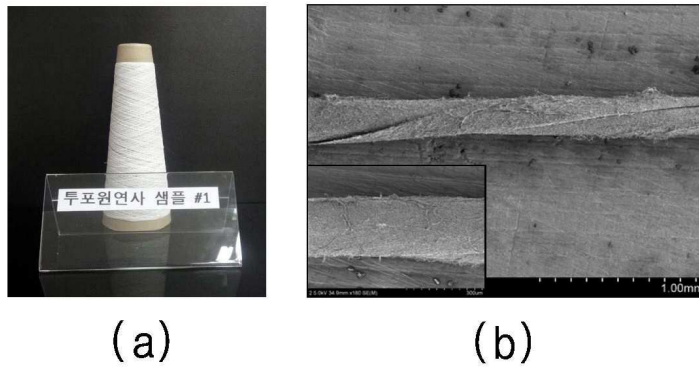


도면4

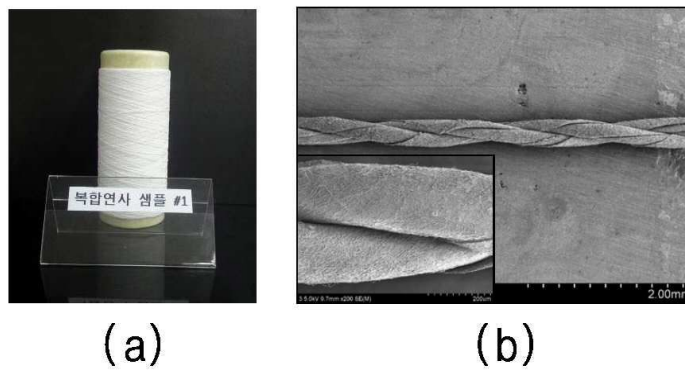




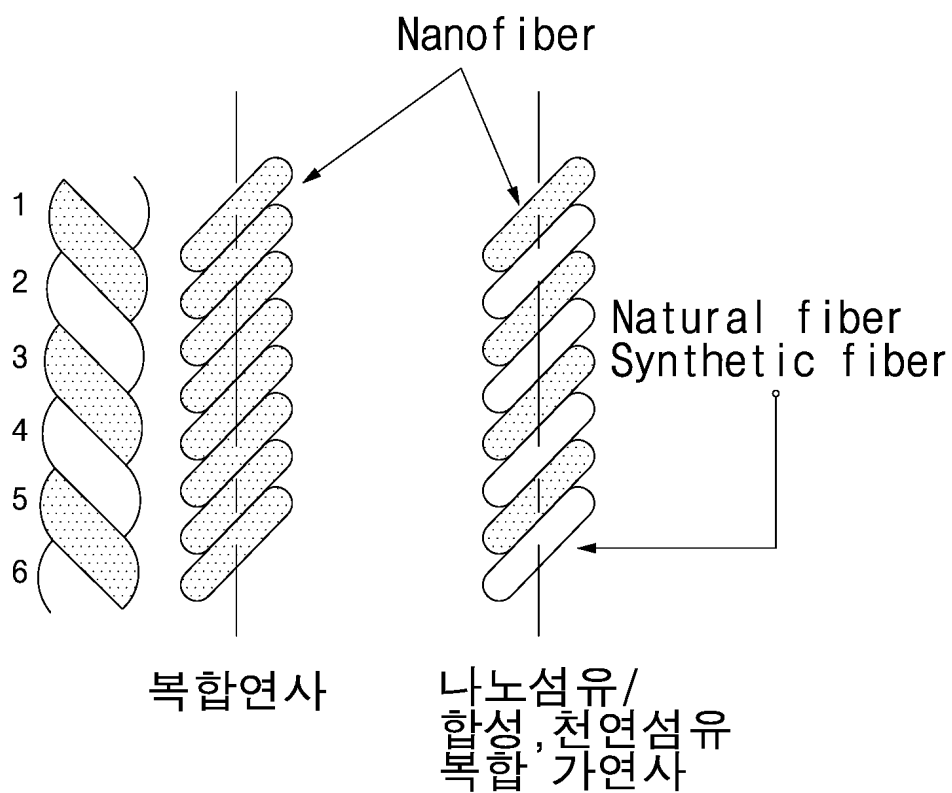
도면5



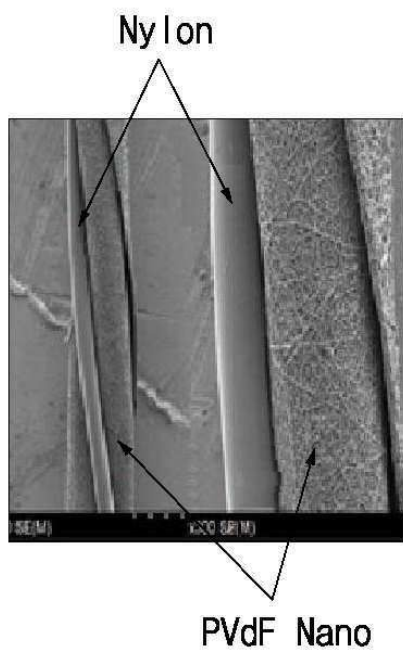
도면6



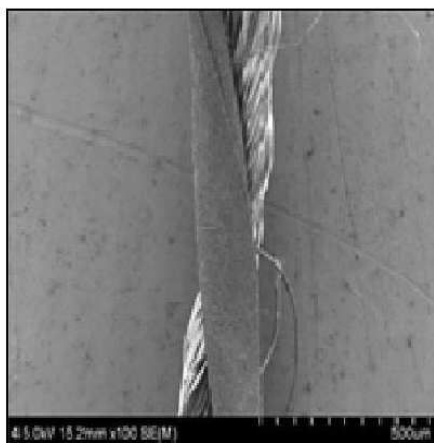
도면7a



도면7b



도면8



도면9

