



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. D06M 23/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년12월08일 10-0654635 2006년11월30일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2005-0043003 2005년05월23일 2005년05월23일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2006-0120822 2006년11월28일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자 전북대학교산학협력단
전라북도 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14 본부별관 3층

(72) 발명자 김학용
전북 전주시 덕진구 덕진동2가 167-141

길 명 섭
전라북도 전주시 완산구 효자3동 효자동1가 660-1 한강아파트103-1601

박 희 천
전라북도 익산시 동산동 667-1 제일2차아파트 203동 1707호

이 봉 석
전북 고창군 고창읍 읍내리 삼영화신 202호

(74) 대리인 조활래

(56) 선행기술조사문헌 JP2004256974 A KR1020050107880 A * 심사관에 의하여 인용된 문헌	KR1020050015610 A US4689186 B
---	----------------------------------

심사관 : 이원재

전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 나노섬유가 코팅된 매트와 이의 제조방법 및 이로 제조된 매트

(57) 요약

본 발명은 나노섬유가 코팅된 매트와 이의 제조방법 및 이로 제조된 매트와 관한 것으로, 고분자 방사용액 주탱크(4)내의 고분자 방사용액을 고전압이 걸려있으며 중공부(中空部)를 갖는 2중관 형태로서 측벽 일부가 절개되어 열려있는 원통형 노즐블럭(2)에 있는 노즐(2a)들을 통해 고전압이 걸려 있으며 상기 원통형 노즐블럭(2)의 중공부(中空部)내에 위치하면서 회전하는 원통형 전도체인 컬렉터(3)위를 통과하는 매트(6)상에 전기방사하여 상기 매트(6)상에 전기방사된 나노섬유를 코팅한 다음, 이송 롤러(8)를 이용하여 권취기(9)에 권취함을 특징으로 한다.

본 발명은 컬렉터의 회전 속도를 달리하므로서 매트 축 방향에 대한 코팅된 나노섬유의 배향각도를 원하는 데로 조절할 수 있다.

또한, 본 발명은 상기의 원통형 노즐블럭(2)의 중공부내에 회전하는 원통형 컬렉터(3)가 위치하기 때문에 매우 좁은 공간 내에 원통형 노즐블럭(2)의 원주방향으로 다량의 노즐을 배열할 수 있어서 단위시간당 생산성(코팅량)을 향상시킬 수 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

고분자 방사용액 주탱크(4)내의 고분자 방사용액을 고전압이 걸려있으며 중공부(中空部)를 갖는 2중관 형태로서 측벽 일부가 절개되어 열려있는 원통형 노즐블럭(2)에 있는 노즐(2a)들을 통해 고전압이 걸려 있으며 상기 원통형 노즐블럭(2)의 중공부(中空部)내에 위치하면서 회전하는 원통형 전도체인 컬렉터(3)위를 통과하는 매트(6)상에 전기방사하여 상기 매트(6)상에 전기방사된 나노섬유를 코팅한 다음, 이송 로울러(8)를 이용하여 나노섬유가 코팅된 매트(7)를 권취기(9)에 권취함을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 2.

1항에 있어서, 나노섬유가 코팅된 매트(7)를 권취하기전에 엠보싱처리 하거나, 건조하는 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 3.

1항에 있어서, 매트(6)가 부직포, 직물, 편물, 멤브레인 및 브레이드 중에서 선택된 하나인 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 4.

1항에 있어서, 매트(6)가 공급로울러(5)로부터 연속적으로 컬렉터(3)상에 공급됨을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 5.

1항에 있어서, 원통형 노즐블럭(2)내에 노즐(2a)들이 원주방향으로 대각선 또는 일렬로 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 6.

1항에 있어서, 원통형 노즐블럭(2)이 1개 또는 2개 이상의 단위블록으로 구성됨을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 7.

1항에 있어서, 원통형 노즐블럭(2)이 컬렉터(3)의 길이방향을 기준으로 상하로 왕복운동 하는 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트 제조방법.

청구항 8.

1항에 있어서, 원통형 전도체인 컬렉터(7)의 수평축과 노즐(2)이 이루는 각도(θ)가 $-30^{\circ} \sim +50^{\circ}$ 인 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 9.

1항에 있어서, 원통형 전도체인 컬렉터(7)의 수평축과 노즐(2)이 이루는 각도(θ)가 $-5^{\circ} \sim +30^{\circ}$ 인 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 10.

1항에 있어서, 노즐이 2중 관형(core-shell) 구조인 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 11.

1항에 있어서, 노즐(2a)들이 원통형 전도체인 컬렉터(3)의 수평축과 노즐(2)이 이루는 각도(θ)가 서로 다르게 상하로 2열 이상 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 12.

1항에 있어서, 고분자 방사용액이 폴리에스테르 수지, 나일론 수지, 폴리설펜 수지, 폴리젯산, 키토산, 콜라겐, 셀룰로오스, 피브리노겐, 금속성분이 포함된 졸-겔(sol-gel), 이들의 공중합체 및 이들의 혼합물로 구성되는 그룹중에서 선택된 성분으로 이루어짐을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 13.

1항에 있어서, 노즐(2) 개수가 1개 이상인 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 14.

1항에 있어서, 노즐(2) 개수가 100개 이상인 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 15.

1항에 있어서 원통형 노즐블럭(2) 및 원통형 전도체인 컬렉터(3) 각각이 비도전체인 분리판에 의해 2층 이상으로 구분되어 있는 다층 형태인 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 16.

15항에 있어서, 다층 형태를 갖는 원통형 노즐블럭(2) 및 원통형 전도체인 컬렉터(3) 각각이 일체형 또는 분리형인 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트 제조방법.

청구항 17.

15항에 있어서, 다층 형태를 갖는 원통형 노즐블럭(2) 및 원통형 전도체인 컬렉터(3) 각각을 구성하는 각층의 높이가 서로 상이한 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 18.

1항에 있어서, 원통형 노즐블럭(2)과 원통형 전도체인 컬렉터(3) 각각을 2개 이상 사용하여 나노섬유가 코팅된 매트 2개 이상을 동시에 제조하는 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 19.

18항에 있어서, 2개 이상의 원통형의 노즐블럭(2) 각각에 서로 다른 2종류 이상의 고분자 방사용액을 공급하는 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 20.

18항에 있어서, 제조된 2매 이상의 나노섬유가 코팅된 매트를 권취전에 라미네이팅 하는 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 21.

18항에 있어서, 2개 이상의 원통상 노즐블럭(2)들 각각의 직경이 서로 상이한 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 22.

18항에 있어서, 2개 이상의 원통형 전도체인 컬렉터(3)들 각각의 직경이 서로 상이한 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법.

청구항 23.

1항 내지 22항의 방법으로 제조되어 매트(6)와 매트(6)상에 코팅되어 있는 나노섬유(2a)들로 구성됨을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트.

청구항 24.

23항에 있어서, 나노섬유들이 중공(中空) 형태 또는 표면에 기공이 형성된 형태인 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트.

청구항 25.

23항에 있어서, 나노섬유들이 매트의 축 방향으로 10° 이하의 각도로 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트.

청구항 26.

23항에 있어서, 나노섬유들 사이에 열가소성 또는 열경화성 수지가 함침되어 있는 것을 특징으로 하는 나노섬유가 코팅된 매트.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 전기방사를 이용하여 나노섬유가 코팅된 매트를 제조하는 방법 및 이로 제조된 매트에 관한 것으로서, 구체적으로는 본 발명은 전기방사를 이용하여 매트상에 나노섬유를 코팅할 때 원통형 노즐 블록을 이용함으로써 단위 공간 내에 다량의 노즐 배열이 가능하여 매우 좁은 장소에서도 단위 시간당 나노섬유 코팅량을 향상시킬 수 있고, 매트 축 방향에 대한 코팅된 나노섬유의 배향각도를 자유롭게 조절할 수 있어서 나노섬유가 코팅된 매트의 성능 및 물성을 용이하게 조절할 수 있는 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 있어서, 나노 섬유란 섬유 직경이 1,000nm 이하인, 보다 바람직하기로 500nm 이하인 섬유를 의미한다.

또한, 본 발명에서 있어서 매트(Mat)란 부직포, 직물, 편물, 멤브레인 및 브레이드등의 2차원 섬유기재를 의미한다.

나노 섬유로 구성된 매트는 일반 의류, 인조피혁, 필터, 기저귀, 생리대, 봉합사, 유착방지제, 와이핑 클로스(Wiping cloth), 인조혈관, 뼈 고정용 기구 등으로 다양하게 활용 가능하며, 특히 인공피혁 제조에 매우 유용하다.

나노섬유가 코팅된 매트를 제조하는 종래기술로서 대한민국 등록특허 제422459호에서는 엔드레스(Endless) 벨트 타입의 컬렉터 위를 통과하는 매트상에 고분자 방사액을 전기방사하는 방법을 제안하고 있다.

구체적으로, 상기 종래기술은 방사액 주탱크 내의 고분자 방사액을 계량 펌프를 통해 높은 전압이 부여되는 다수의 노즐 내로 연속적으로 정량 공급하고, 계속해서 노즐에 공급된 방사액을 노즐을 통해 5kV 이상의 높은 전압이 걸려있는 엔드레스(Endless) 벨트 타입의 컬렉터 위를 통과하는 매트상에 방사, 집속하여 나노섬유가 코팅된 매트를 제조하는 방식이다.

그러나, 상기의 종래방법은 전기방사 과정에서 방사거리(노즐과 컬렉터 사이의 거리)가 매우 짧아서 별도의 물리적 힘을 가하여 연신할 수 있는 방법이 매우 제한적이므로 최종 제품의 기계적 물성이 매우 낮다. 또한 상기 방법은 매트축 방향에 대한 나노섬유들의 배향각도를 조절할 수 없고, 좁은 공간내에 다량의 노즐들을 배열할 수 없어서 단위시간당 생산량(코팅량)이 낮은 문제가 있었다.

한편, 나노 섬유로 구성된 매트를 제조할 때 나노섬유들을 섬유축 방향으로 배열하는 방법으로 석영 등의 비전도체에 상에 도전체 선을 양쪽에 얹어 놓은 다음에 여기에 전기방사를 하면 이들 도전체 선 사이에 섬유가 배열된다는 것은 이미 발표된바 있다[Dan Li, Yuliang Wang, and Younan Xia, Advanced Materials Vol 16(4), pp361-366, 2004]. 그러나 이와 같은 방법으로는 산업화의 가능성이 낮고 또한 연신력을 도입할 수 있는 방법은 아니다.

이상에서 살펴 본바와 같이 지금까지 알려진 종래기술들로는 매트축 방향에 대한 코팅된 나노섬유들의 배향각도를 임의로 조절이 불가능하고, 좁은 공간내에 다량의 노즐들을 배열할 수 없어서 단위시간당 생산량(코팅량)이 낮은 문제가 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 전기방사방식으로 나노섬유가 코팅된 매트를 제조할 때 좁은 공간내에도 다량의 노즐들을 배열할 수 있어서 단위시간당 생산성(코팅량)이 높고, 매트축 방향에 대한 나노섬유의 배향각도를 용이하게 조절할 수 있는 방법을 제공하고자 한다.

또한, 본 발명은 인조피혁은 물론 필터, 기저귀, 생리대, 인조혈관 등의 다양한 산업소재에 적합한 물성을 갖는 나노섬유가 코팅된 매트를 제공하고자 한다.

발명의 구성

이와 같은 과제들을 달성하기 위한 본 발명의 나노섬유가 코팅된 매트의 제조방법은, 고분자 방사용액 주탱크(4)내의 고분자 방사용액을 고전압이 걸려있으며 중공부(中空部)를 갖는 2중관 형태로서 측벽 일부가 절개되어 열려있는 원통형 노즐블럭(2)에 있는 노즐(2a)들을 통해 고전압이 걸려 있으며 상기 원통형 노즐블럭(2)의 중공부(中空部)내에 위치하면서 회전하는 원통형 전도체인 컬렉터(3)위를 통과하는 매트(6)상에 전기방사하여 상기 매트(6)상에 전기방사된 나노섬유를 코팅한 다음, 이송 로울러(8)를 이용하여 나노섬유가 코팅된 매트(7)를 권취기(9)에 권취함을 특징으로 한다.

또한, 본 발명의 연속상 매트는 상기방법으로 제조되어 매트(6)와 상기 매트(6)상에 코팅되어 있는 나노섬유(2a)들로 구성됨을 특징으로 한다.

이하, 첨부한 도면들을 통하여 본 발명을 상세하게 설명한다.

먼저, 본 발명에서는 도1에 도시된 바와 같이 고분자 방사용액 주탱크(4)내의 고분자 방사용액을 원통형 노즐블럭(2)에 있는 노즐(2a)들을 통해서 회전하는 원통형 전도체인 컬렉터(3)위를 통과하는 매트(6)상에 전기방사하여 상기의 매트(6)상에 전기방사된 나노섬유(2b)를 코팅한다.

도1은 본 발명의 공정개략도이다.

상기 원통형 노즐블럭(2)은 도3에 도시된 바와 같이 고전압이 걸려있으며 그 내부 중앙에 중공부(中空部)가 있는 2중관 형태로서 측벽일부는 절개되어 열려있는 형태이다.

도3은 본 발명에서 사용하는 원통형 노즐블럭(2)의 사시 개략도이다.

한편, 상기의 컬렉터(3)는 원통형 전도체로서 원통형 노즐블럭(2)의 중공부(中空部)내에 위치하면서 회전하며 고전압이 걸려있다.

상기 매트(6)는 부직포, 직물, 편물, 멤브레인, 브레이드 등과 같은 2차원 섬유기재로서 공급로울러(5)로부터 상기 컬렉터(3)상에 연속적으로 공급된다.

이와 같이 본 발명은 전기방사시에 앞에서 설명한 원통형 노즐블럭(2)과 회전하는 원통형 컬렉터(3)를 동시에 사용하는 것을 특징으로 한다.

전기방사시 컬렉터(3)위를 통과하는 매트(6)상에 나노섬유를 균일하게 코팅하기 위해 상기의 원통형 노즐블럭(2)은 컬렉터(3)의 길이방향을 기준으로 상하로 왕복운동하는 것이 바람직하다.

다음으로, 이송 로울러(8)를 이용하여 나노섬유가 코팅된 매트(7)를 권취기(9)에 권취한다.

나노섬유가 코팅된 매트(7)를 권취기(9)에 권취하기 전에 엠보싱처리하거나, 건조할 수도 있다.

상기의 원통형 노즐블럭(2)과 원통형 전도체인 컬렉터(3) 각각은 비도체인 분리판에 의해 2층 이상으로 구분되어 있는 다층 형태일 수도 있다.

원통형 노즐블럭(2)과 컬렉터(3)가 다층 형태일 경우 이들은 분리형 또는 일체형이고, 이들을 구성하는 각층의 길이(높이)가 서로 상이할 수도 있다.

한편, 본 발명에서는 원통형 노즐블럭(2)과 컬렉터(3) 각각을 2개이상 사용하여 나노섬유가 코팅된 매트(7) 2개 이상을 동시에 제조할 수도 있다.

이 경우 2개 이상의 원통형 노즐블럭(2) 각각에 동일한 고분자 방사용액을 공급해 줄 수도 있고, 서로 다른 고분자 방사용액을 공급하여 서로 종류가 상이한 나노섬유들이 코팅된 매트들을 생산 하는 것도 가능하다.

상기와 같이 동시에 제조된 다른 종류의 매트들을 권취하기 전에 라미네이팅하여 하이브리드 매트를 제조할 수도 있다.

2개 이상의 원통상 노즐블럭(2)과 컬렉터(3)들은 서로 직경이 동일할 수도 있고, 서로 직경이 상이할 수도 있다.

상기의 원통형 노즐블럭에 배열된 노즐(2a)과 컬렉터(3)들은 고전압 발생장치(1)와 연결되어 고전압이 걸리게 된다.

또한, 상기의 컬렉터(3)의 상부 면에는 컬렉터를 지지함과 동시에 전류 흐름을 차단하는 역할을 하는 비전도체 판이 부착되어 있고, 비전도판은 중심부에 무게를 감소하기 위해서 일정한 공간을 만들어 사용하면 양호한 결과를 얻을 수 있다.

비전도체 판의 재질은 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 테프론 또는 이들이 복합재료인 고분자 등이다. 모터를 통한 회전의 원활성을 기하기 위하여 비전도체 판은 빈공간이 있는 것이 유리하다.

상기의 컬렉터(3)은 회전모터에 의하여 회전한다. 컬렉터를 다층으로 구성하고자 할 경우 전기방사 중 나노섬유의 비산을 방지하고, 다른 층의 컬렉터 위를 통과하는 매트(6)에 전기방사된 섬유가 코팅되는 현상을 없애기 위하여 컬렉터를 구성하는 각층 사이에 비전도체인 분리판(칸막이)를 설치하는 것이 더욱 바람직하다.

또한 컬렉터(3)의 높이는 코팅하고자 하는 매트(6)의 폭에 따라 적절하게 조절한다.

도2는 원통형 노즐블럭(2)과 컬렉터(3) 부분의 평면도이다. 본 발명은 도2와 같이 회전하는 원통형 컬렉터(3)가 원통상 노즐블럭(2)의 중공부(中空部)내에 존재하는 것을 특징으로 하고 있다.

본 발명은 좁은 공간 내에 다량의 노즐을 배열할 수 있어 일반적인 전기방사의 단점인 대량 생산의 한계를 해결할 수 있다. 일반적으로 전기방사에서 한 개의 노즐을 이용하여 전기방사할 경우에 토출량이 0.6-2.0mg/분으로 매우 작은 것이 일반적이다. 따라서 대량으로 양산을 하기 위해서는 좁은 공간내에 다량의 노즐을 배열하여 생산 효율성을 높이는 것이 매우 중요하다. 이러한 점에서 본 발명은 매우 큰 장점을 지닌다.

한편, 본 발명에서는 컬렉터(3)의 회전속도 조절로 매트 축에 대한 코팅된 나노섬유의 배향각도를 조절할 수 있어서, 다양한 용도에 요구되는 물성들을 나노섬유가 코팅된 매트(7)에 부여할 수 있다. 예를 들어, 컬렉터의 회전속도를 5m/초로 조절하면 매트 축 [매트의 진행방향(기계방향)]에 대한 코팅된 나노섬유의 배향각도가 3°이하로 제어되어 나노섬유가 코팅된 매트(7)의 물성이 크게 향상된다.

또한 본 발명은 매트축에 대한 코팅된 나노섬유의 배향각도가 서로 상이한 2개 이상의 매트들을 각각 제조한 후 이들을 적층하면 등방성(isotropic)의 복합매트를 제조할 수도 있다.

도2에 도시된 바와 같이 원통형 노즐블럭(2)내에는 노즐(2a)들이 원주 방향으로 대각선으로 배열되어 있거나, 원주방향으로 일직선으로 배열되어 있다.

본 발명은 좁은 공간에 다량의 노즐을 배열함으로써 단위 시간당 생산량(코팅량)을 높일 수 있다. 원통형 노즐블럭(2)은 1개 또는 2개 이상의 단위 블록으로 구성될 수 있으나, 2개 이상의 단위 블록으로 구성된 경우가 노즐 교체작업이 편리하고, 사용하고자 하는 고분자를 변경할 경우 청소가 용이하다.

한편, 상기의 노즐(2a)들은 도3에 도시된 바와 같이 원통형 노즐블럭(2)에 배열되며 그의 길이나 직경은 코팅하고자 하는 매트(6)의 폭이나 두께 등에 따라서 다양하게 조절이 가능하다. 또한 코팅하고자 하는 매트(6)의 폭이나 두께에 따라서 컬렉터(3)의 길이나 직경을 자유롭게 선택할 수 있다. 원통형 노즐블럭(2)과 컬렉터(3)는 앞에서 설명한 바와 같이 다층으로 구성할 수도 있다. 원통형 노즐블럭(2)을 상하로 두개 층 이상으로 분할하고, 각층에 종류나 농도가 상이한 고분자 방사용액을 각각 공급하면 폴리머의 종류나 나노섬유 굵기가 다른 나노섬유들이 코팅된 매트(이하 "코팅 매트"라고 한다)들을 동시에 제조할 수 있다. 또한 이들을 권취전에 적층하면 하이브리드 매트를 간단하게 제조할 수 있다.

원통형 노즐블럭(2)은 노즐(2a)과 컬렉터(3) 사이의 거리를 임의로 조절할 수 있게끔 일정한 틈에 올려놓는 것이 좋다.

도4는 노즐의 중심선과 컬렉터의 수평축이 이루는 각도(θ)를 나타낸 모식도이다. 노즐과 컬렉터의 수평축과의 이루는 각도(θ)가 $-30^{\circ} \sim +50^{\circ}$, 보다 바람직하기로는 $-5^{\circ} \sim +30^{\circ}$ 인 것이 좋다. $+50^{\circ}$ 를 초과할 경우에는 컬렉터와 노즐 사이의 거리의 조절이 용이하지 못하여 전기방사 효율성이 낮아지며, -30° 미만인 경우에는 전기방사 효율성이 낮아지고 방사용액의 드롭(DROP) 발생이 많아져 나노섬유 형성능이 매우 저하되어 완제품의 품질이 나빠진다.

고분자 방사용액으로는 폴리에스테르 수지, 나일론 수지, 폴리설폰 수지, 폴리젓산, 키토산, 콜라겐, 셀룰로오스, 피브리노겐, 이들의 공중합체, 금속성분이 포함된 졸-겔(Sol-gel), 이들의 공중합체 및 이들의 혼합물로 구성되는 그룹에서 선택된 성분 등이 사용될 수 있다.

본 발명의 요지는 원통형 노즐블럭(2)이 외부에 위치하고 원통형 노즐블럭(2)의 중공부(中空部)내에 회전하는 원통형 컬렉터(3)가 위치하여 컬렉터(3)의 회전선속도에 따라서 매트축 축방향에 대한 코팅된 나노섬유의 배향각도를 자유롭게 조절함으로써 매트의 물성을 용이하게 제어하는 것이다.

일반적으로 전기방사 과정 동안에 전기방사되는 나노섬유에 별도의 물리적 힘 등을 가할 수 있는 시스템을 갖추기가 매우 어렵다. 그 이유는 노즐과 컬렉터 사이의 거리가 30cm 이하로 매우 협소하기 때문에 좁은 공간에 기계적인 힘을 가하기가 매우 어렵다.

본 발명에서는 회전하는 컬렉터(3)의 원심력을 이용하여 나노섬유들을 매트축 방향으로 배열시킨다.

본 발명은 원통형 노즐블럭(2)에 배열된 다수의 노즐을 통해 회전하는 컬렉터(3)위를 통과하는 매트(6)상에 고분자 방사용액을 전기방사하여 나노섬유를 매트(6)상에 나란히 배열한다.

전기방사하여 제조한 섬유는 재료의 특성에 따라 결정화가 상당 부분 진행되는 것이 일반적인 현상이다. 또한 매트축에 대한 나노섬유의 배향도가 매우 낮기 때문에 기계적 물성이 매우 낮게 되며 별도의 연신 공정을 통하여 물성을 높이는 것이 매우 어렵다. 그 이유는 이미 결정이 생성되어 연신성이 현저하게 저하되며 매트축 방향에 대한 배향도가 낮아서 기계적 물성이 매우 낮을 수밖에 없다. 그러나, 전기방사 과정 중에 결정 형성을 억제하고 매트 축 방향으로 일정하게 전기방사된 섬유를 배열하면 기계적 물성이 매우 뛰어난 코팅 매트의 제조가 가능하게 된다. 전기방사에서 만들어진 나노섬유를 회전하는 원통형 회전체인 컬렉터(3)위를 통과하는 매트(6)상에 집속할 경우에 결정 형성을 억제할 수가 있을 뿐만 아니라 매트축에 대하여 나노섬유를 일렬로 배열할 수 있으므로 기계적 물성이 우수한 코팅 매트의 제조가 가능하게 된다. 컬렉터의 회전선속도가 너무 낮은 경우에는 결정 생성을 억제하기가 힘들 뿐만 아니라 매트 축에 대하여 코팅된 나노섬유를 일렬로 배향시킬 수가 없다. 본 발명에서는 재료에 따라서는 결정성이 낮거나 또는 부분/완전 연신된 나노섬유들이 매트축에 대하여 잘 배향된 코팅 매트를 얻을 수가 있다. 따라서 기계적 물성이 멜트 브라운이나 스핀본드 방식으로 얻어진 물성 보다 매우 뛰어난 물성을 얻을 수가 있으며, 필요에 따라서 연신이 필요할 경우에는 로울러의 선속도 차이를 이용하여 연신을 행함으로써 기계적 물성이 뛰어난 코팅 매트를 제조할 수가 있다.

다양한 폭이나 또는 2종류 이상의 고분자로 이루어진 하이브리드 형태의 매트를 제조하고자 할 경우에는 앞에서 설명한 다층의 원통형 노즐블럭과 이에 해당하는 다층의 원통형 컬렉터를 이용하면 간단하게 제조가 가능하다.

본 발명은 다층 원통형 노즐 블록과 다층 원통형 컬렉터들을 구성하는 각층의 길이(높이)를 달리하여 매트 폭이 다른 2종류의 이상의 코팅 매트(7)를 제조할 수 있다. 또한 2종류 이상의 고분자를 사용하여 직경이 다른 나노섬유들이 코팅된 매트(7)를 동시에 제조할 수도 있다.

한편, 본 발명에서는 2개 이상의 원통형 노즐블럭(2)과 2개 이상의 컬렉터(3)를 사용하여 2매 이상의 나노섬유가 코팅된 매트(7)를 동시에 제조한 후 이들을 적층하여 하이브리드 매트를 제조할 수 있다.

이때, 각각의 원통형 노즐블럭(2)들에 폴리머 종류 또는 농도가 서로 다른 고분자 방사용액을 공급하면 하이브리드(Hybrid) 매트(7)를 용이하게 제조할 수 있다.

농도가 상이한 동일 고분자의 방사용액을 2개 이상의 원통형 노즐블럭(2)에 각각 공급하면 굽기가 다른 2종 이상의 나노섬유들이 코팅된 매트(7)의 제조가 가능하다.

또한 고분자 종류가 다른 방사용액을 각각 공급하면 고분자 종류 차이로 나노섬유의 직경이 달라져 직경과 고분자 종류가 상이한 2종 이상의 나노섬유가 코팅된 매트를 제조할 수 있다.

예들 들면, 나일론 6인 경우에 일반적으로 제조된 나노섬유의 직경은 100-300nm 정도이고, 폴리우레탄인 경우에는 200-500nm 정도이다. 따라서 매우 손쉽게 나노섬유의 직경뿐만 아니라 종류가 다른 2종류의 나노섬유가 코팅된 하이브리드 매트를 제조할 수 있다.

또한 본 발명에서는 동일 노즐블럭내에서 2종류 이상의 고분자 방사용액들을 상하로 1열이상 배열되어 있는 각각의 다른 노즐들을 통해 전기 방사하여 서로 다른 나노섬유들이 규칙되게 코팅된 사이드 바이 사이드(SIDE BY SIDE) 형태의 하이브리드 매트를 제조하는 방법을 포함한다.

상기 노즐(2)은 2중 관형(core-shell) 구조 일 수도 있다.

상기 노즐(2)의 개수는 1개이상, 보다 바람직하기로는 100개 이상이다.

다음으로는, 연속해서 도1에 도시된 바와 같이 나노섬유가 코팅된 매트(7)를 이송 로울러(8)를 이용하여 권취기(9)에 감는다. 나노섬유가 코팅된 매트(7)를 권취하기 전에 건조기를 이용하여 건조하거나, 엠보싱 로울러를 이용하여 엠보싱 처리할 수도 있다. 또한, 제조된 상기 매트(7)에 열가소성 수지 또는 열경화성 수지 등을 함침시킬 수도 있다.

이상에서 설명한 본 발명의 제조방법으로 제조된 본 발명의 나노섬유가 코팅된 매트(7)는 매트(6)와 상기 매트(6)상에 코팅되어 있는 나노섬유(2a)들로 구성되는 것을 특징으로 한다.

매트(6)에 코팅된 나노섬유는 중공(中空) 형태 또는 표면에 기공이 형성된 형태로서 매트(6) 축 방향으로 10°이하의 배향 각도로 배열되어 있어서 코팅 매트(7)의 물성이 매우 뛰어나다.

이하, 실시예 및 비교 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 살펴본다. 그러나, 본 발명은 하기 실시예에 의해 그 보호 범위가 한정 되는 것은 아니다.

실시예 1

96% 황산용액에서 상대 점도가 3.0인 나일론 66 수지를 개미산/아세트산(체적비:70/30)에 15중량% 농도로 용해하여 고분자 방사용액을 제조 하였다. 상기 고분자 방사용액의 표면장력은 37mN/m, 용액점도는 상온에서 420센티포아즈, 전기 전도도는 340mS/m 이었다.

상기와 같이 제조된 방사용액을 도1과 같이 고전압이 걸려있으며 중공부를 갖는 2중관 형태이며 측벽일부가 절개되어 열려있는 원통형 노즐블럭(2)에 있는 노즐(2a)들을 통해 고전압이 걸려 있고 상기 원통형 노즐블럭(2)의 중공부내에 위치하면서 30m/분의 회전선속도로 회전하는 원통형 형태의 전도체(스테인레스스틸) 컬렉터(3)위를 30m/분의 속도로 통과하는 부직포(중량:15g/m²)상에 전기방사하여 상기 부직포 위에 전기방사된 나노섬유(2b)를 코팅하였다. 컬렉터의 길이(높이)는 1.8m 이었으며, 내부에는 지지층으로 폴리프로필렌 재료를 이용하였다.

상기 컬렉터는 연결봉에 의해 회전모터와 연결하여 회전되며, 반경이 1.85m이었다. 원통형 노즐블럭(2)은 반경이 2.0m이고, 길이(높이)가 1.8m이고, 두 개의 단위블록으로 구분되고, 노즐을 대각선 방향으로 배열하였으며, 매트가 송출되도록 하기 위하여 측벽 일측을 80cm 절개하여 열어 놓았다. 원통형 노즐블럭(2)을 구성하는 1개의 단위블럭에는 9,600개의 노즐들을 행렬로 배열하여, 원통형 노즐블럭(2)내 총 노즐개수는 19,200개로 하였다. 노즐과 컬렉터의 중심축이 이루는 각도(θ)는 +5°로 하였다. 전기방사시 원통형 노즐블럭(2)을 상하로 10m/분의 속도로 왕복운동 시켜 나노섬유 적층 밀도를 균일하게 하였다. 노즐의 직경은 1mm이고, 전압은 35kV로 하였으며 방사거리는 15cm로 행하였다.

다음으로, 이송로울러(8)를 이용하여 나노섬유가 코팅된 부직포(7)를 권취기(9)에 권취하여 평균직경이 180nm인 나노섬유들이 0.48g/m²의 코팅량으로 되어 있는 폭 1.5m의 매트를 제조하였다.

제조된 매트의 각종 물성을 평가한 결과는 표1과 같다.

실시예 2

수평균 분자량이 140,000인 폴리스타이렌 수지(Aldrich CO.제품)을 테트라하이드로퓨란에 45중량% 용해하여 고분자 방사용액을 제조 하였다.

상기와 같이 제조된 방사용액을 도1과 같이 고전압이 걸려있으며 중공부를 갖는 2중관 형태이며 측벽일부가 절개되어 열려있는 원통형 노즐블럭(2)에 있는 노즐(2a)들을 통해 고전압이 걸려 있고 상기 원통형 노즐블럭(2)의 중공부내에 위치하면서 60m/분의 회전선속도로 회전하는 원통형 형태의 전도체(스테인레스스틸) 컬렉터(3)위를 60m/분의 속도로 통과하는 부직포(중량:15g/m²)상에 전기방사하여 상기 부직포위에 전기방사된 나노섬유(2b)를 코팅하였다. 컬렉터의 길이(높이)는 1.8m 이었으며, 내부에는 지지층으로 폴리프로필렌 재료를 이용하였다.

상기 컬렉터는 연결봉에 의해 회전모터와 연결하여 회전되며, 반경이 1.85m이었다. 원통형 노즐블럭(2)은 반경이 2.0m이고, 길이(높이)가 1.8m이고, 두 개의 단위블록으로 구분되고, 노즐을 대각선 방향으로 배열하였으며, 매트가 송출되도록 하기 위하여 측벽 일측을 80cm 절개하여 열어 놓았다. 원통형 노즐블럭(2)을 구성하는 1개의 단위블럭에는 9,600개의 노즐들을 행렬로 배열하여, 원통형 노즐블럭(2)내 총 노즐개수는 19,200개로 하였다. 노즐과 컬렉터의 중심축이 이루는 각도(θ)는 +5°로 하였다. 전기방사시 원통형 노즐블럭(2)을 상하로 10m/분의 속도로 왕복운동 시켜 나노섬유 적층 밀도를 균일하게 하였다. 노즐의 직경은 1mm이고, 전압은 35kV로 하였으며 방사거리는 20cm로 행하였다.

다음으로, 이송로울러(8)를 이용하여 나노섬유가 코팅된 부직포(7)를 권취기에 권취하여 평균직경이 480nm인 나노섬유들이 2.4g/m²의 코팅량으로 코팅되어 있는 폭 1.5m의 매트를 제조하였다. 제조된 매트의 각종 물성을 평가한 결과는 표1과 같다.

<표 1> 물성평가결과

구분	실시예 1	실시예 2
공기투과도 (Air Permeability) (cc/cm ² /초)	11.7	12.5
압력 손실 (Pressure Drop) (mmH ₂ O)	6.4	6.0
여과 효율 (Filtration Efficiency) (%)	99.999	99.999

본 발명에 있어서 나노섬유가 코팅된 매트(코팅 매트)의 각종 물성은 아래와 같은 방법으로 평가 하였다.

· 공기투과도 [Air Permeability : cc/cm²/초]

KSK 0570 방법에 따라 측정하였다.

측정기기로는 텍테스트(Textest) 회사의 Fx 330 시험기를 사용하였으며, 압력은 125 Pa로 하였고, 측정면적은 38cm²로 하였다.

· 압력손실 [Pressure Drop : mmH₂O]

TST회사의 TSI 8110 측정기로 측정하였다.

시료 100㎢의 면적에 분당 32ℓ의 유량을 통과시켰을 때 시료통과전의 압력과 시료 통과후의 압력간의 차이를 압력손실로 나타내었다.

발명의 효과

본 발명은 전기방사 방식으로 매트상에 나노섬유들을 코팅할 때 좁은 공간내에도 다량의 노즐들을 배열할 수 있어서 단위 시간당 생산량(코팅량)을 크게 향상 시킬 수 있고, 매트 축 방향에 대한 코팅된 나노섬유의 배향각도를 용이하게 조절함으로써 나노섬유가 코팅된 매트의 물성을 다양하게 조절할 수 있다.

본 발명으로 제조되어 나노섬유들이 코팅되어 있는 매트(7)는 수처리 필터, 공기청정용 필터, 인조피혁, 와이핑 클로스, 골프장갑, 가발 등의 일상용품은 물론 인공투석용 필터, 인조혈관, 유착방지제, 인공뼈, 바닥장식재, 복합재료 응용분야 등의 다양한 산업분야 소재로 유용하다.

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명에 따른 연속상 매트의 제조공정 개략도.

도2는 도1중 원통형 노즐블럭과 컬렉터 부분의 평면도.

도3은 본 발명에 따른 원통형 노즐블럭(2)의 사시 개략도.

도4는 노즐과 컬렉터의 수평축이 이루는 각도(θ)를 나타내는 모식도.

*도면중 주요 부분에 대한 부호 설명

1 : 고전압 발생장치 2 : 원통형 노즐블럭

2a : 노즐 2b : 나노섬유

3 : 컬렉터 4 : 고분자 방사용액 주탱크

5 : 매트 공급로울러 6 : 매트

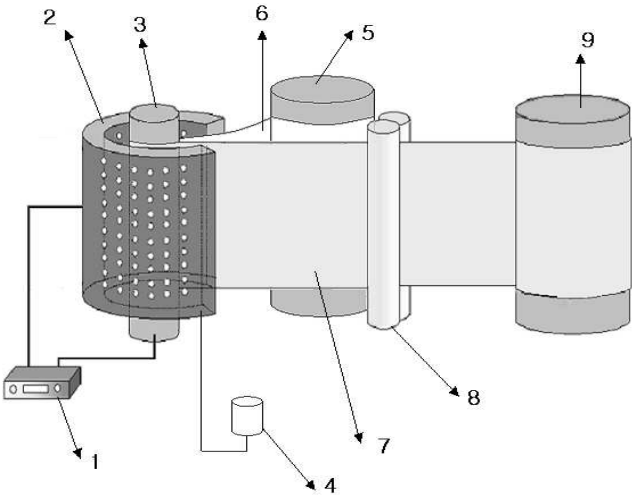
7 : 나노섬유가 코팅된 매트 8 : 이송 로울러

9 : 권취기

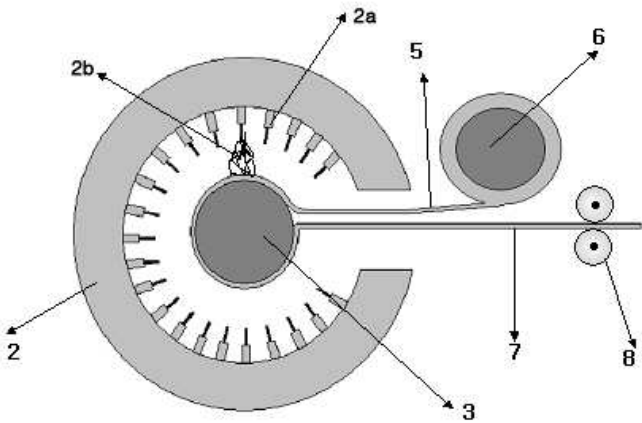
θ : 노즐(2)과 컬렉터(7)의 수평축이 이루는 각도.

도면

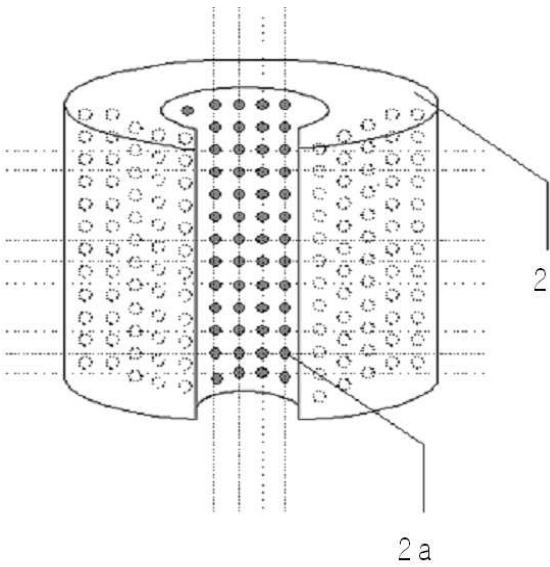
도면1



도면2



도면3



도면4

