



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0089532
(43) 공개일자 2017년08월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D01D 5/00 (2006.01) D04H 1/728 (2012.01)
B82Y 40/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
D01D 5/0069 (2013.01)
D01D 5/003 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0009865
(22) 출원일자 2016년01월27일
심사청구일자 2016년01월27일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
이경진
대전광역시 유성구 어은로 57, 101동 401호(어은동, 한빛아파트)
길만재
대전광역시 유성구 대학로 99, W3-451
문성준
대전광역시 동구 계족로469번길 20-7, 401호 (용전동, 햇님빌라)
(74) 대리인
유철현

전체 청구항 수 : 총 10 항

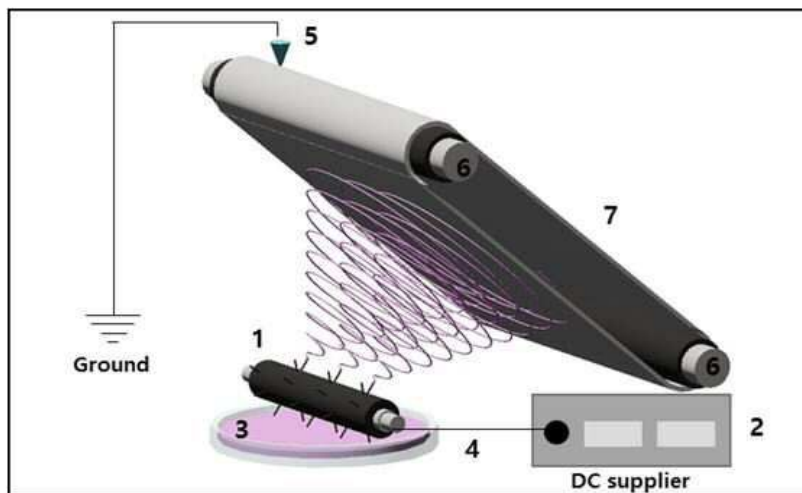
(54) 발명의 명칭 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치 및 이를 이용한 고분자 나노 섬유 생산 시스템

(57) 요약

본 발명은 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치 및 이를 이용한 고분자 나노 섬유 생산 시스템에 관한 것이다.

보다 구체적으로 본 발명의 일실시예에 따르면, 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치는, 액체 형태의 고분자 물질을 분사하여 전기방사를 수행하는 하나 이상의 탐침 및 미리 정해진 속도로 360도 회전 가능하며 상기 하나 이상의 탐침을 포함하여 이루어지는 탐침봉을 포함하되, 상기 하나 이상의 탐침 각각은 미리 정해진 거리만큼 서로 이격되어 위치하며, 상기 하나 이상의 탐침 각각의 이격은 나선 형태로 이루어질 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

D01D 5/0076 (2013.01)

D01D 5/0092 (2013.01)

D04H 1/728 (2013.01)

B82Y 40/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013R1A1A1004609

부처명 한국연구재단 (미래창조부)

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자(신진연구)지원사업

연구과제명 스마트 직조물 개발용 다실구조 마이크로 섬유 의 제조

기 여 율 1/1

주관기관 충남대학교

연구기간 2013.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치에 있어서,
액체 형태의 고분자 물질을 분사하여 전기방사를 수행하는 하나 이상의 탐침; 및
미리 정해진 속도로 360도 회전 가능하며 상기 하나 이상의 탐침을 포함하여 이루어지는 탐침봉;을 포함하되,
상기 하나 이상의 탐침 각각은 미리 정해진 거리만큼 서로 이격되어 위치하며, 상기 하나 이상의 탐침 각각의 이격은 나선 형태로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 하나 이상의 탐침 각각에 연결되어 상기 전기방사 장치에 가해지는 전압이 상기 하나 이상의 탐침 각각에 유도되도록 제어하는 전도성 라인을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 탐침봉은 액체 형태의 고분자 물질이 포함되어 있는 용액 저장부와 연결되어 있고,
상기 액체 형태의 고분자 물질은 상기 탐침봉에 방울(drop) 형태로 전달되어 상기 전기방사에 이용되는 것을 특징으로 하는, 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 탐침봉은, 상기 전기방사에 필요한 전압을 상기 용액 저장부 내 액체 형태의 고분자 물질에 담지되어 미리 정해진 전압을 공급하는 전원 공급부로부터 공급받는 것을 특징으로 하는, 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서
상기 하나 이상의 탐침이 전기방사를 위해 수행하는 상기 액체 형태의 고분자 물질의 분사는, 상기 탐침봉이 360도로 회전 하고 있는 동안 상기 탐침봉에 포함된 상기 하나 이상의 탐침 각각이 미리 정해진 분사 지점에 위치하게 되는 순간마다 이루어지는 것을 특징으로 하는, 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
상기 미리 정해진 분사 지점은 상기 탐침봉의 수직 방향을 기준으로 할 때 미리 정해진 각도 범위만큼 기울어져 있는 것을 특징으로 하는, 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 미리 정해진 각도 범위는 45도 내지 60도 인 것을 특징으로 하는, 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 하나 이상의 탐침으로부터 분사된 액체 형태의 고분자 물질은 일정한 속도로 회전하는 전도성 컨베이어 벨트에 의해 포집되고,

상기 전도성 컨베이어 벨트는 상기 탐침봉의 수직 방향을 기준으로 할 때 상기 미리 정해진 각도 범위만큼 기울어져 위치하고 있는 것을 특징으로 하는, 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서

상기 탐침봉은 부도체인 것을 특징으로 하는, 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치.

청구항 10

나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치를 포함하는 고분자 나노 섬유를 생산 시스템에 있어서,

액체 형태의 고분자 물질이 포함되어 있는 용액 저장부;

상기 용액 저장부 내 액체 형태의 고분자 물질에 담지되어 미리 정해진크기의 전압을 공급하는 전원 공급부; 및

상기 용액 저장부 안쪽에 장착되어 상기 용액 저장부에 포함된 액체 형태의 고분자 물질을 방울 형태로 끌어 올리는 탐침봉;

상기 탐침봉에 결합되어 있고 상기 액체 형태의 고분자 물질을 분사하여 전기방사를 수행하는 하나 이상의 탐침; 및

상기 하나 이상의 탐침으로부터 분사되는 고분자 물질을 포집하여 나노섬유를 생성하는 전도성 컨베이어 벨트;를 포함하여 이루어지고,

상기 하나 이상의 탐침 각각은 미리 정해진 거리만큼 서로 이격되어 위치하며, 상기 하나 이상의 탐침 각각의 이격은 나선 형태로 이루어지고,

상기 하나 이상의 탐침이 전기방사를 위해 수행하는 상기 액체 형태의 고분자 물질의 분사는, 상기 탐침봉이 360도로 회전 하고 있는 동안 상기 탐침봉에 포함된 상기 하나 이상의 탐침 각각이 미리 정해진 분사 지점에 위치하게 되는 순간마다 이루어지는 것을 특징으로 하는, 고분자 나노 섬유 생산 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치 및 이를 이용한 고분자 나노 섬유 생산 시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 하나 이상의 탐침 각각이 미리 정해진 거리만큼 서로 이격되어 위치하며, 상기 하나 이상의 탐침 각각의 이격은 나선 형태로 이루어진 전기방사용 탐침봉 및 이를 이용한 고분자 나노 섬유 생산 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현대사회의 산업화 이후, 나노-바이오 기술의 비약적인 발전이 있었고, 이에 힘입어 이러한 나노-바이오 기술들을 일반 산업에 적용시키는데 그치지 않고 첨단 산업 분야로 확대 적용하기 위한 시도가 활발하게 이루어지고 있다.

[0003] 이와 관련하여 대표적인 것이 바로 섬유를 제작하는 전기방사 공정이라고 할 수 있는데, 위와 같은 전기방사 공정에 따라 생성되는 전기방사 섬유는 단위 부피당 매우 큰 표면적을 가지며, 적용되는 고분자 물질에 따라 다양한 물성을 갖도록 응용될 수 있어 나노 섬유와 같은 특수 섬유 등의 제작에 광범위하게 활용되고 있다.

[0004] 한편, 상기 전기방사 공정은 그 과정이 매우 간단하면서도 전기장을 이용하기 때문에 일반 방사공정에서 제작하기 힘든 나노 크기의 섬유를 제작할 수 있다는 장점이 존재하고 있다.

- [0005] 이에 따라, 상기 나노 크기의 섬유의 생산을 위해 전기방사 공정에서 활용되는 탐침봉의 탐침 개 수(number)를 하나가 아닌 여러 개로 늘리려는 시도가 이루어졌으나, 상기 전기방사 공정에서 활용되는 탐침봉의 탐침을 여러 개로 하는 경우 일반적으로 하나 이상의 탐침(needle)이 소정 간격으로 직선 형태로 배치되어 있는 구조로 이루어지고 있다.
- [0006] 그러나, 이와 같은 경우 상기 각 탐침마다 유도되는 전기장들 간에 전기적 상호작용이 이루어져 오히려 전기방사의 효율성이 떨어지게 되는 문제점이 존재하며, 이에 따라 많은 수의 탐침을 탐침봉에 한번에 배치하여 나노 크기의 섬유를 제작하는 것이 어렵다는 추가적인 문제점이 존재하고 있다.
- [0007] 또한, 무바늘(needle-less) 전기방사 공정의 경우 위에서 아래 즉, 수직 방향으로 방사가 이루어지는 것이 일반적인데, 이와 같이 수직 방향으로 방사가 진행되는 과정에서는 중력을 이겨내기 위해 약 30 ~ 60 Kv(킬로볼트)의 높은 전압을 이용하게 된다. 따라서, 상대적으로 높은 전압으로 전기방사가 이루어져 공정에 과대한 비용이 발생할 수 있다는 문제점이 존재하고 있다.
- [0008] 이에 따라, 위와 같은 문제점을 해결하기 위한 방법이 요구되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 10-2008-7000423호 (08.1.7 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 목적은, 상기 문제점을 해결하기 위해 탐침 간의 전기적 상호작용을 감소시켜 연속적으로 많은 양의 나노섬유를 제조할 수 있도록 나선형으로 탐침이 부착된 전기방사용 탐침봉을 제공하는데 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 목적은, 그라운드를 소정 각도로 눕히고 탐침봉의 회전 속도 향상을 통해 원심력을 발생시켜, 낮은 전압에서도 많은 양의 나노 섬유를 제조할 수 있는 전기방사용 탐침봉을 제공하는데 있다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 목적은, 전압의 손실을 최소화하여 전기적 효율을 상승시킬 수 있도록 별도의 전도(conduction)를 형성하는 전기방사용 탐침봉을 제공하는데 있다.
- [0013] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치는, 액체 형태의 고분자 물질을 분사하여 전기방사를 수행하는 하나 이상의 탐침 및 미리 정해진 속도로 360도 회전 가능하며 상기 하나 이상의 탐침을 포함하여 이루어지는 탐침봉을 포함하되, 상기 하나 이상의 탐침 각각은 미리 정해진 거리만큼 서로 이격되어 위치하며, 상기 하나 이상의 탐침 각각의 이격은 나선 형태로 이루어질 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치는, 상기 하나 이상의 탐침 각각에 연결되어 상기 전기방사 장치에 가해지는 전압이 상기 하나 이상의 탐침 각각에 유도되도록 제어하는 전도성 라인을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치에 있어서, 상기 탐침봉은 액체 형태의 고분자 물질이 포함되어 있는 용액 저장부와 연결되어 있고, 상기 액체 형태의 고분자 물질은 상기 탐침봉에 방울(drop) 형태로 전달되어 상기 전기방사에 이용될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치에 있어서, 상기 탐침봉은, 상기 전기방사에 필요한 전압을 상기 용액 저장부 내 액체 형태의 고분자 물질에 담지되어 미리 정해진 전압을 공급하는

전원 공급부로부터 공급받을 수 있다.

- [0018] 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치에 있어서, 상기 하나 이상의 탐침이 전기방사를 위해 수행하는 상기 액체 형태의 고분자 물질의 분사는, 상기 탐침봉이 360도로 회전 하고 있는 동안 상기 탐침봉에 포함된 상기 하나 이상의 탐침 각각이 미리 정해진 분사 지점에 위치하게 되는 순간마다 이루어질 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치에 있어서, 상기 미리 정해진 분사 지점은 상기 탐침봉의 수직 방향을 기준으로 할 때 미리 정해진 각도 범위만큼 기울어져 있을 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치에 있어서, 상기 미리 정해진 각도 범위는 45도 내지 60도 일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치에 있어서, 상기 하나 이상의 탐침으로부터 분사된 액체 형태의 고분자 물질은 일정한 속도로 회전하는 전도성 컨베이어 벨트에 의해 포집되고, 상기 전도성 컨베이어 벨트는 상기 탐침봉의 수직 방향을 기준으로 할 때 상기 미리 정해진 각도 범위만큼 기울어져 위치하고 있을 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치에 있어서, 상기 탐침봉은 부도체일 수 있다.
- [0023] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치를 포함하는 고분자 나노 섬유를 생산 시스템은, 액체 형태의 고분자 물질이 포함되어 있는 용액 저장부, 상기 용액 저장부 내 액체 형태의 고분자 물질에 담지되어 미리 정해진크기의 전압을 공급하는 전원 공급부 및 상기 용액 저장부 안쪽에 장착되어 상기 용액 저장부에 포함된 액체 형태의 고분자 물질을 방울 형태로 끌어 올리는 탐침봉, 상기 탐침봉에 결합되어 있고 상기 액체 형태의 고분자 물질을 분사하여 전기방사를 수행하는 하나 이상의 탐침 및 상기 하나 이상의 탐침으로부터 분사되는 고분자 물질을 포집하여 나노섬유를 생성하는 전도성 컨베이어 벨트를 포함하여 이루어지되, 상기 하나 이상의 탐침 각각은 미리 정해진 거리만큼 서로 이격되어 위치하며, 상기 하나 이상의 탐침 각각의 이격은 나선 형태로 이루어지고, 상기 하나 이상의 탐침이 전기방사를 위해 수행하는 상기 액체 형태의 고분자 물질의 분사는, 상기 탐침봉이 360도로 회전 하고 있는 동안 상기 탐침봉에 포함된 상기 하나 이상의 탐침 각각이 미리 정해진 분사 지점에 위치하게 되는 순간마다 이루어질 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 상기와 같은 본 발명에 따르면 아래에 기재된 효과를 얻을 수 있다. 다만, 본 발명을 통해 얻을 수 있는 효과는 이에 제한되지 않는다.
- [0025] 첫째, 본 발명에 따르면 나선형으로 탐침이 부착된 전기방사용 탐침봉이 제공됨에 따라 탐침 간의 전기적 상호작용이 감소되어 연속적으로 많은 양의 나노섬유를 제조할 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 둘째, 본 발명에 따르면 그라운드를 소정 각도로 눕히고 탐침봉의 회전 속도가 향상된 전기방사용 탐침봉이 제공됨에 따라 탐침봉의 원심력에 의해 낮은 전압에서도 많은 양의 나노 섬유를 제조할 수 있는 효과가 있다.
- [0027] 셋째, 본 발명에 따르면 별도의 전도(conduction)를 형성하는 전기방사용 탐침봉이 제공됨에 따라 회전하는 탐침봉의 전압 손실을 최소화하여 탐침봉의 전기적 효율을 상승시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0028] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 탐침봉에 1개의 바늘을 포함하고 있는 전기방사장치의 전기방사 결과를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 탐침봉에 2개의 바늘을 포함하고 있는 전기방사장치의 전기방사 결과를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 탐침봉에 3개의 바늘을 포함하고 있는 전기방사장치의 전기방사 결과를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치의 탐침봉을 예시하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치의 전기방사 결과를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다.
- [0031] 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전히 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0032] 몇몇의 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.
- [0033] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함(comprising 또는 including)"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0034] 또한, 명세서에 기재된 "...부"의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 나아가, "일(a 또는 an)", "하나(one)", 및 유사 관련어는 본 발명을 기술하는 문맥에 있어서 본 명세서에 달리 지시되거나 문맥에 의해 분명하게 반박되지 않는 한, 단수 및 복수 모두를 포함하는 의미로 사용될 수 있다.
- [0035] 아울러, 본 발명의 실시예들에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [0036] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다.
- [0037] 도 1 내지 도 3은 각각 탐침봉에 1개 내지 3개의 탐침을 포함하고 있는 전기방사 장치의 전기방사 결과를 설명하기 위한 도면이다.
- [0038] 이하에서 설명할 상기 전기방사 장치는 탐침봉, 상기 탐침봉에 결합되어 있는 탐침(needle), 상기 탐침봉에 전기방사를 위한 고분자 물질을 공급하기 위한 용액 저장소, 상기 전기방사에 요구되는 전압을 공급하는 전원 공급부 및 상기 탐침이 고분자 물질을 분사함에 따라 방사되는 섬유를 포집하기 위한 포집부를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0039] 먼저, 도 1을 참고하면, 1개의 탐침이 포함되어 있는 탐침봉의 구조를 도시한 도 1(a)와 이를 이용하여 전기방사를 수행한 결과인 도 1(b)가 도시되어 있으며, 도 1(c)에는 상기 1개의 탐침이 포함되어 있는 탐침봉을 이용하여 수행한 전기방사 결과를 현미경으로 관찰한 화면이 도시되어 있다.
- [0040] 도 1(b)에 도시된 바와 같이 1개의 탐침이 포함되어 있는 탐침봉(도 1(a))을 이용하여 전기방사를 수행하는 경우, 특정 영역에만 집중된 형태로 방사가 이루어지는 것을 확인할 수가 있으며, 도 1(c)에 도시된 바와 같이 현미경으로 관찰할 경우 방사된 섬유(fiber)의 형태(morphology)가 서로 뭉쳐있지 않고 분리된 상태로 포집되어 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0041] 다음으로, 도 2를 참고하면, 도 2(a)에는 2개의 탐침이 포함되어 있는 탐침봉의 구조가 도시되어 있고, 이를 이용하여 전기방사를 수행한 결과인 도 2(b)가 도시되어 있으며, 도 2(c)에는 상기 2개의 탐침이 포함되어 있는 탐침봉을 이용하여 수행한 전기방사 결과를 현미경으로 관찰한 화면이 도시되어 있다.
- [0042] 여기에서 도 2(b)를 참고하면, 앞서 1개의 탐침이 포함되어 있는 탐침봉을 이용한 전기방사 수행 결과를 도시한

도 2(b)와 비교할 때, 방사가 특정 영역에만 집중되어 있지 않고 서로 다른 2개의 영역으로 나뉘어져 이루어져 있다는 점을 확인할 수 있으며, 그 뿐만 아니라 방사 된 영역 내에 일부 덩어리가 포함되어 있는 것을 확인할 수가 있다. 또한, 도 2(c)에서도 방사된 섬유(fiber)의 형태(morphology)가 서로 일부 뭉쳐있는 상태로 포집되어 있는 것을 확인할 수 있어, 앞서 분리된 상태로 포집된 도 1(c)와는 다른 형태로 포집되어 있는 점을 확인할 수 있다.

[0043] 또한, 도 3을 참고하면, 도 3(a)는 3개의 탐침이 포함되어 있는 탐침봉의 구조가 도시되어 있고, 도 3(b)에서는 이를 이용하여 전기방사를 수행한 결과가 도시되어 있으며, 도 3(c)에는 상기 3개의 탐침이 포함되어 있는 탐침봉을 이용하여 수행한 전기방사 결과를 현미경으로 관찰한 화면이 도시되어 있다.

[0044] 도 3(b)를 참고하면, 앞서 도 1(b) 및 도 2(b)에서 살펴본 1개 또는 2개의 탐침이 포함되어 있는 탐침봉을 이용한 전기방사 수행 결과와 비교할 때, 방사가 특정 영역에 집중되어 있으면서도 서로 다른 2개의 영역으로 나뉘어져 있는 것을 확인할 수가 있으며, 도 3(c)에서는 섬유(fiber)의 형태(morphology)가 어느 하나의 특징을 갖고 일관적이며 포집된 도 1(c) 또는 도 2(c)와는 달리, 섬유의 일부가 분리되어 포집되어 있기도 하며 서로 뭉쳐있는 상태로도 포집되어 있는 것을 확인할 수 있어 일관성 없이 여러 형태로 포집되어 있음을 확인할 수 있다.

[0045] 앞서 도 1 내지 도 3을 통해 1개 내지 3개의 탐침이 포함되어 있는 탐침봉을 이용하여 전기방사를 수행한 결과를 살펴본 결과, 탐침봉에 탐침의 개수가 적을수록 방사가 좁은 범위에서 이루어진다는 것을 확인할 수 있으며, 나아가 탐침봉에 탐침의 개수가 많을수록 섬유의 포집이 뭉치거나 혹은 어그러지는 형태로 이루어진다는 것을 확인할 수가 있다.

[0046] 이와 같이, 탐침봉에 포함되어 있는 탐침의 개수에 따라 전기방사에 따른 섬유의 포집 형태가 달라지는 것은, 상기 각 탐침마다 유도되는 전기장들 간에 전기적 상호작용이 이루어져 전기방사의 효율성이 떨어지게 되기 때문이다.

[0047] 보다 구체적으로, 상기 1개 내지 3개의 탐침이 탐침봉에 포함되어 있는 경우, 상기 각 탐침은 정방향으로 배치되어 있는 것이 일반적이다. 따라서, 전도성 물질로 이루어진 상기 탐침봉에 전기방사를 위한 전류가 흘러 각 탐침마다 전기장이 유도되는 경우, 상기 각 탐침에서 유도된 전기장들은 전기적 상호작용을 일으키게 되어 서로에게 영향을 주게 되며, 이러한 영향에 따라 탐침봉 내 양 끝 말단의 탐침에서만 방사가 이루어지는 등 각각의 탐침에 의해 수행되는 전기방사에 영향을 미치게 된다.

[0048] 따라서, 하나의 탐침봉에 포함되는 탐침의 개수가 많아지게 되면, 상기 탐침봉 내 각각의 탐침 간의 이격 거리는 줄어들 수 밖에 없게 되어 각 탐침 간의 거리는 가까워지게 된다. 그리하여 결국 상기 하나의 탐침봉에 많은 수의 탐침이 포함되게 되면, 상기 탐침 간에는 전기적 상호작용에 따른 영향력이 매우 크게 작용될 수 밖에 없기 때문에 상기 탐침봉에 의한 전기방사의 효율성 또한 매우 크게 떨어지게 된다는 문제점이 존재하고 있다.

[0049] 이에 따라, 본 발명에서는 상기 문제점을 해결하기 위해 탐침 간의 전기적 상호작용을 감소시켜 연속적으로 많은 양의 나노섬유를 제조할 수 있도록 나선형으로 탐침이 부착된 전기방사용 탐침봉을 설명하기로 하며, 이에 대해서는 이하 도 4 및 도 5를 통해 상세히 설명하기로 한다.

[0050] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치를 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치의 탐침봉을 예시하는 도면이다.

[0051] 먼저 도 4를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치는 하나 이상의 탐침을 포함하는 탐침봉(1), 상기 전기방사 장치의 전기방사에 요구되는 전압을 공급하는 전원 공급부(2), 상기 탐침봉에 전기방사를 위한 고분자 물질을 공급하기 위한 용액 저장소(3), 상기 전원 공급부와 상기 용액 저장소 사이에 연결되어 상기 전원 공급부에서 공급하는 전압을 상기 용액 저장소에 공급하기 위한 도선(4), 접지를 수행하기 위한 접지봉(5), 상기 탐침이 고분자 물질을 분사함에 따라 방사되는 섬유를 포집하기 위한 전도성 컨베이어 벨트(포집부)와 상기 전도성 컨베이어 벨트의 회전을 유도하는 회전봉(5, 6)을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0052] 다만, 도 4에 도시된 것과는 달리 상기 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치는 앞서 설명한 구성 외에 다른 구성이 더 포함될 수도 있으며, 이와는 달리 앞서 설명한 구성 중 일부가 생략되어 구현될 수도 있다.

- [0053] 다시 도 4를 참고하면, 상기 탐침봉(1)은 하나 이상의 탐침을 포함할 수 있다. 이하에서는, 설명의 편의를 위해 도 5에 도시된 바와 같이 상기 탐침봉이 복 수의 탐침(8)을 포함하는 것으로 전제하기로 하나, 이와 달리 본 발명의 일실시예에 따르면 상기 탐침봉은 하나의 탐침을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0054] 이 때, 상기 탐침봉(1)은 액체 형태의 고분자 물질이 포함되어 있는 용액 저장부(3)에 구조 중 일부가 담지되어 있을 수 있으며, 이에 따라 상기 용액 저장부(3)에 포함된 상기 액체 형태의 고분자 물질을 끌어 올릴 수 있다. 이 때, 상기 액체 형태의 고분자 물질은 상기 탐침봉(1)에 의해 방울 형태로 끌어 올려질 수 있으며, 이에 따라 테일러 콘(Taylor Cone) 형성을 유도할 수 있다.
- [0055] 한편, 상기 탐침봉(1)은 복 수의 탐침을 포함할 수 있으며, 상기 복 수의 탐침은 상기 탐침봉(1)이 상기 용액 저장소(3)로부터 방울 형태로 끌어올린 상기 고분자 물질을 분사하여 전기방사를 수행할 수 있다.
- [0056] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 상기 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치는, 앞서 설명한 문제점을 해결하기 위해 도 5에 도시된 바와 같이 상기 복 수의 탐침(8) 각각이 미리 정해진 거리만큼 서로 이격되어 위치할 수 있으며, 상기 복 수의 탐침(8) 각각의 이격은 나선 형태로 이루어질 수 있다.
- [0057] 이와 같이, 상기 복 수의 탐침(8) 간 소정의 이격 거리를 두되 이들을 나선 형태로 이격 시켜 배치하는 경우, 상기 복 수의 탐침(8) 간 전기적 상호작용이 감소될 수 있으며, 이에 따라 하나의 탐침봉에 더욱 많은 수의 탐침을 포함시키게 될 수 있으므로, 탐침의 개 수가 많을수록 더 큰 효율성을 보이는 전기방사가 더욱 효과적으로 이루어질 수 있어 보다 많은 나노 섬유를 제작할 수 있게 된다는 효과가 있다.
- [0058] 또한, 기존의 탐침봉 혹은 기존의 무바늘(needleless) 전기방사의 경우 탐침봉 또는 회전하는 봉의 소재가 메탈(metal)과 같은 도전체로 이루어지는 경우가 일반적이었으며, 이에 따라 상기 탐침봉 또는 회전하는 봉에 의한 전압의 손실이 발생하여 전기방사의 효율성이 다소 떨어진다는 문제점이 존재하였다.
- [0059] 그러나, 본 발명의 일실시예에 따른 상기 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치의 경우, 상기 탐침봉이 부도체로 이루어질 수 있으며, 상기 탐침봉(1)에 포함된 상기 복 수의 탐침(8) 각각은 전도성 라인(9)으로 연결될 수 있다.
- [0060] 이 때, 상기 전도성 라인(9)은 상기 복 수의 탐침(8) 각각에 연결되어 상기 전기방사 장치에 가해지는 전압이 상기 복 수의 탐침(8) 각각에 유도되도록 제어하는 역할을 수행할 수 있다.
- [0061] 이처럼 상기 전도성 라인(9)을 통해 상기 복 수의 탐침(8) 각각을 연결하는 경우 상기 탐침봉(1)에 가해지는 전압이 상기 복 수의 탐침(8) 각각에 집중될 수 있으므로, 본 발명의 일실시예에 따른 상기 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치의 효율성을 더 증대시킬 수 있게 된다.
- [0062] 다시 도 4를 참고하면, 상기 복 수의 탐침은 앞서 언급한 바와 같이 상기 탐침봉(1)이 상기 용액 저장소(3)로부터 방울 형태로 끌어올린 상기 고분자 물질을 분사하여 전기방사를 수행할 수 있다.
- [0063] 이 때, 상기 탐침봉(1)은 미리 정해진 속도로 360도 회전하는 것이 가능하며, 상기 탐침봉이 360도로 회전 하고 있는 동안 상기 탐침봉(1)에 포함된 상기 복 수의 탐침 각각은 미리 정해진 분사 지점에 위치하게 되는 순간마다 상기 액체 형태의 고분자 물질을 분사하여 상기 전기방사를 수행하게 된다.
- [0064] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 미리 정해진 분사 지점은 상기 탐침봉의 수직 방향을 기준으로 할 때 미리 정해진 각도 범위만큼 기울어져 있을 수 있으며, 상기 미리 정해진 각도 범위는 상기 탐침봉의 수직 방향을 기준으로 할 때 45도 내지 60도일 수 있다.
- [0065] 또한, 이 때, 상기 복 수의 탐침으로부터 상기 미리 정해진 분사지점에서 분사된 액체 형태의 고분자 물질은, 회전봉(6)에 의해 일정한 속도로 회전하는 전도성 컨베이어 벨트(7) 혹은 상기 전도성 컨베이어 벨트에 별도로 구비된 포집부 등에 포집될 수 있으며, 상기 전도성 컨베이어 벨트는 상기 탐침봉의 수직 방향을 기준으로 할 때 상기 분사가 이루어지는 각도 범위인 45도 내지 60도만큼 기울어져 위치하고 있을 수 있다.
- [0066] 예를 들어, 상기 복 수의 탐침 각각이 상기 액체 형태의 고분자 물질을 분사하여 상기 전기방사를 수행하는 분사 지점이 상기 탐침봉의 수직 방향을 기준으로 할 때 45도의 각도 범위인 경우, 상기 전도성 컨베이어 벨트는 상기 분사가 이루어지는 각도 범위인 상기 탐침봉의 수직 방향을 기준으로 할 때 45도의 각도 범위에 위치할 수 있다.
- [0067] 즉, 기존의 무바늘 전기방사 장치의 경우 전기방사의 방향이 수직(아래에서 위로)으로 이루어지기 때문에, 중력을 이겨내기 위해 약 30~60kV(킬로볼트)의 높은 전압을 이용하여 전기방사를 수행하는 것이 일반적이며, 이에

따라 전기 방사를 위해 높은 전압이 필요하다는 문제점이 존재하였다.

그러나, 본 발명의 일실시예에 따른 상기 전기방사 장치의 경우 앞서 설명한 바와 같이 상기 탐침봉의 수직 방향을 기준으로 할 때 45도 내지 60도 만큼 기울어져 있는 특정 지점에서 상기 복 수의 탐침 각각이 상기 액체 형태의 고분자 물질을 분사하여 상기 전기방사를 수행하기 때문에, 상기 탐침봉(1)의 회전에서 유도되는 원심력으로 인해 보다 낮은 전압(약 15~18kV)으로 전기방사를 수행할 수 있게 된다. 따라서, 상대적으로 낮은 전압으로 전기방사를 수행할 수 있게 되므로, 같은 전압으로 더욱 많은 양의 나노 섬유를 제조할 수 있어 전기방사 공정에 대한 효율성을 증대시킬 수 있고, 전기방사 공정에 대한 비용을 절감할 수 있는 효과가 있다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치의 전기방사 결과를 설명하기 위한 도면이다.

도 6을 참고하면, 도 6(a)에서는 복 수의 탐침이 정방향으로 일렬로 배치된 탐침봉을 이용하여 수행한 전기방사에 따라 생성된 폴리메틸메타크릴레이트(Poly(methyl methacrylate): PMMA) 고분자의 현미경 관찰 결과가 도시되어 있으며, 도 6(b)에서는 본 발명의 일실시예에 따라 복 수의 탐침이 소정의 이격 거리를 두되 나선 형태로 이격 되어 배치된 탐침봉을 이용하여 수행한 전기방사에 따라 생성된 폴리메탈메타크릴레이트(PMMA) 고분자의 현미경 관찰 결과가 도시되어 있다.

상기 도 6(a)에 도시된 PMMA 고분자와 상기 도 6(b)에 도시된 PMMA 고분자 각각은 상기 탐침봉에 포함된 복 수의 탐침의 배치만을 달리할 뿐 그 외 다른 조건(예를 들어, PMMA 10% THF(Tetrahydrofuran) 용매)은 모두 동일함을 전제하기로 한다.

도 6(a)를 참고하면, 상기 복 수의 탐침이 정방향으로 일렬로 배치되어 포함된 탐침봉에 전기방사를 위한 전류가 흘러 각 탐침마다 전기장이 유도되는 경우, 상기 각 탐침에서 유도된 전기장들은 전기적 상호작용을 일으키게 되어 서로에게 영향을 주게 되며, 이러한 영향에 따라 각각의 탐침에 의해 수행되는 전기방사에 영향을 미치게 되기 때문에, 도 6(a)에 도시된 섬유는 뭉쳐있거나 어그러져있는 형태를 나타내는 것을 확인할 수 있다.

그러나, 도 6(a)를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 전기방사장치, 즉, 상기 복 수의 탐침이 소정의 이격 거리를 두되 나선 형태로 이격 되어 배치된 탐침봉을 이용하여 전기방사를 수행하여 생성된 것으로서, 도 6(b)에 도시된 섬유는 뭉쳐있거나 어그러짐 없이 서로 잘 구분된 형태를 나타내는 것을 확인할 수 있다.

이와 같이, 본 발명의 일실시예와 같이 상기 복 수의 탐침 간 소정의 이격 거리를 두되 이들을 나선 형태로 이격시켜 배치하는 경우, 상기 복 수의 탐침 간 전기적 상호작용이 감소될 수 있으며, 생성된 섬유의 질(quality)도 더욱 향상될 수 있다는 효과가 있다.

본원 발명의 실시예들과 관련된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기 기재의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 개시된 방법들은 한정적인 관점이 아닌 설명적 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 발명의 상세한 설명이 아닌 특허청구 범위에 나타나며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

산업상 이용가능성

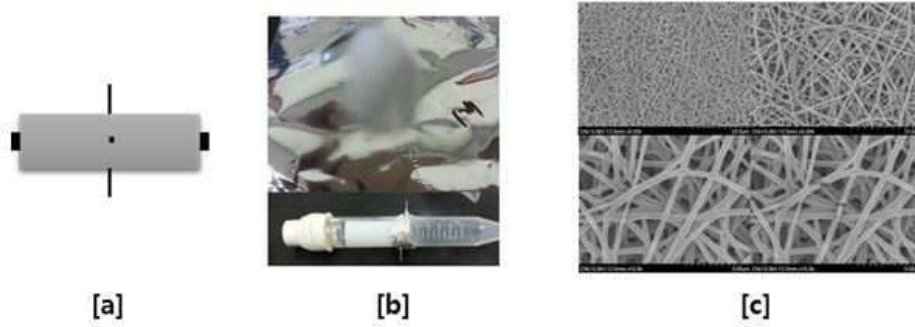
본 발명인 나선형 탐침을 이용한 연속공정 전기방사 장치 및 이를 이용한 고분자 나노 섬유 생산 시스템은 전기방사를 수행하는 다양한 장치 및 고분자 나노 섬유를 생산하는 다양한 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

부호의 설명

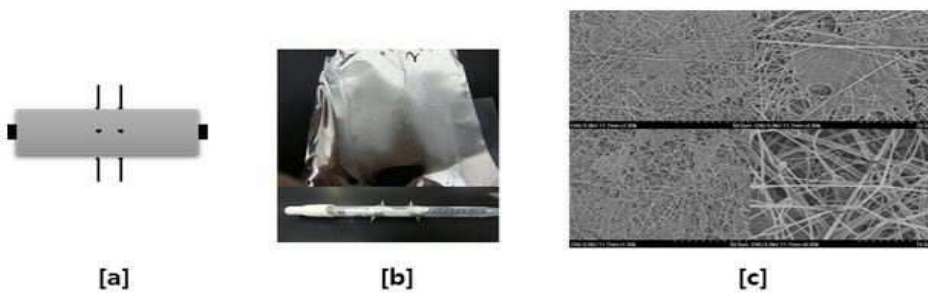
1 : 탐침봉 2 : 전원 공급부
3 : 용액 저장부 4 : 도선
5 : 접지봉 6 : 회전봉
7 : 전도성 컨베이어 벨트 8 : 복 수의 탐침
9 : 전도성 라인

도면

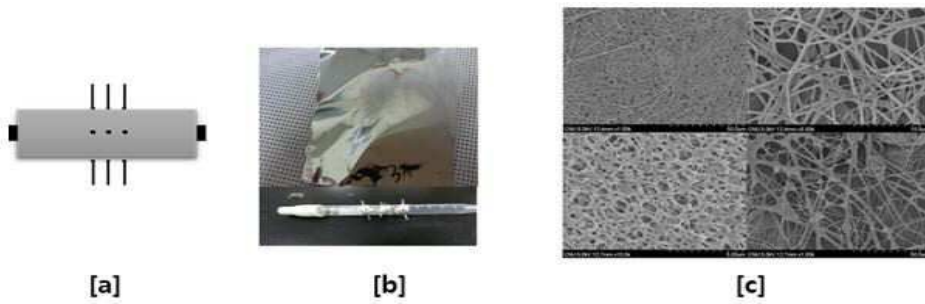
도면1



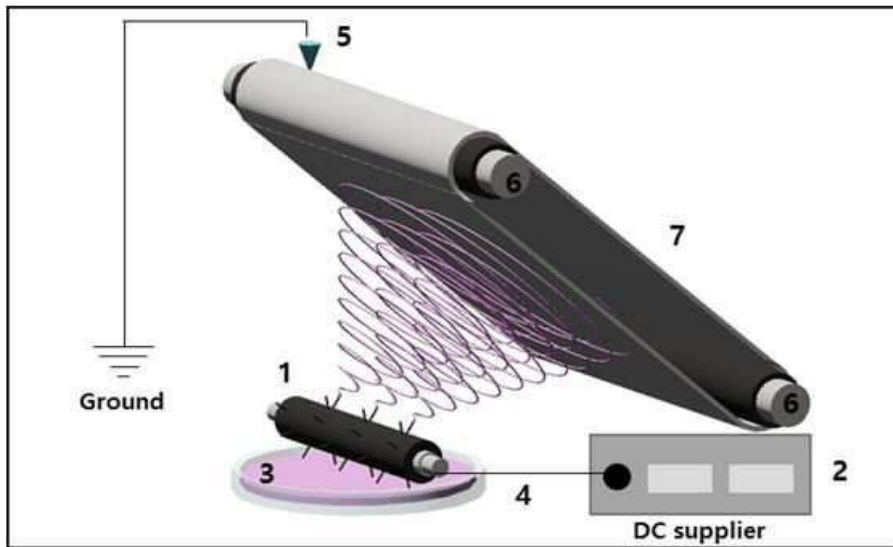
도면2



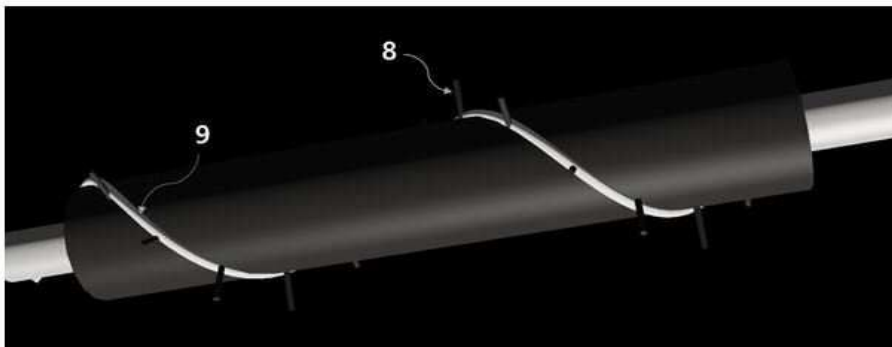
도면3



도면4



도면5



도면6

