



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월21일
 (11) 등록번호 10-1235078
 (24) 등록일자 2013년02월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 D04H 1/4382 (2012.01) D04H 1/542 (2012.01)
 D04H 1/728 (2012.01) D02G 3/04 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0048263
 (22) 출원일자 2012년05월07일
 심사청구일자 2012년05월07일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2012-016014 2012년01월29일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020070047873 A*
 KR1020110139133 A*
 JP2011214177 A
 JP2011214170 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
신슈 다이가쿠
 일본 나가노켄 마쓰모토시 아사히 3쵸메 1반 1고
주식회사 토타
 경상북도 구미시 산동면 산호대로 1105-65
 (72) 발명자
김익수
 T.3868567 나가노현 우에다시 토키타 3-15-1 국립
 대학법인신주대학 섬유학부소속
김병석
 T.3868567 나가노현 우에다시 토키타 3-15-1 국립
 대학법인신주대학 섬유학부소속
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
오종환

전체 청구항 수 : 총 9 항

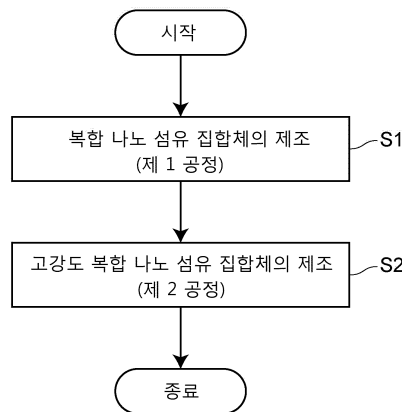
심사관 : 권용경

(54) 발명의 명칭 **고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법**

(57) 요약

본 발명은 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법 및 고강도 복합 나노 섬유 집합체에 관한 것으로서, 제1 용점을 가진 제1 폴리머와, 제1 용점보다 낮은 제2 용점을 가진 제2 폴리머를 포함하는 복합 나노 섬유 집합체를 제조하는 제1 공정(S1)과, 제1 용점보다 낮고 제2 용점보다 높은 온도로 복합 나노 섬유 집합체를 가열하는 것에 의해 제1 나노 섬유들이 상기 제 2 폴리머에 의해 부분적으로 결합된 구조를 가진 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 제조하는 제2 공정(S2)을 이 순서로 포함하며, 종래보다 높은 기계적 강도를 가진 복합 나노 섬유 부직포를 제조할 수 있는 복합 나노 섬유 부직포의 제조 방법을 제공하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

사토 슈이치

T.3868567 나가노현 우에다시 토키타 3-15-1 국립
대학법인신주대학 섬유학부소속

이재환

경상북도 구미시 산동면 봉산리 366 (주)툽텍

특허청구의 범위

청구항 1

제1 용점을 가진 제1 폴리머와, 상기 제 1 용점보다 낮은 제2 용점을 가진 제2 폴리머를 포함하는 복합 나노 섬유 집합체를 제조하는 제1 공정, 및

상기 제 1 용점보다 낮고 상기 제 2 용점보다 높은 온도로 상기 복합 나노 섬유 집합체를 가열함으로써, 상기 제 1 폴리머로 이루어진 제1 나노 섬유들이 상기 제 2 폴리머에 의해 부분적으로 결합된 구조를 가진 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 제조하는 제2 공정을 이 순서로 포함하되,

상기 제 1 공정에서는 상기 복합 나노 섬유 집합체로서 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포를 작성하고,

상기 제 2 공정에서는 상기 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포를 꼬임과 연신(延伸)을 실시하면서 가열하는 것에 의해, 상기 고강도 복합 나노 섬유 집합체로서의 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트를 제조하는 것을 특징으로 하는 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 공정에서는 상기 제 1 폴리머와 상기 제 2 폴리머를 함유하는 폴리머 용액을 이용하여 전계 방사함으로써 상기 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 것을 특징으로 하는 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 공정에서는 상기 제 1 폴리머와 상기 제 2 폴리머를 함유하는 폴리머 용액을 이용하여 전계 방사함으로써 상기 복합 나노 섬유 부직포를 제조하고, 그 후, 상기 복합 나노 섬유 부직포를 절단하여 상기 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 것을 특징으로 하는 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 공정에서는 상기 제 1 폴리머와 상기 제 2 폴리머를 함유하는 폴리머 용액을 이용하여 띠형상으로 전계 방사함으로써 상기 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 것을 특징으로 하는 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법.

청구항 7

제 1 항, 제 3 항, 제 5 항 및 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복합 나노 섬유 집합체가 함유하는 상기 제 1 나노 섬유의 중량을 "M1"로 하고, 상기 복합 나노 섬유 집합체가 함유하는 상기 제 2 폴리머로 이루어진 제2 나노 섬유의 중량을 "M2"로 할 때, 「 $0.01 \leq M2 / (M1 + M2) \leq 0.40$ 」의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법.

청구항 8

제 1 항, 제 3 항, 제 5 항 및 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 나노 섬유의 평균 직경을 "D1"로 하고, 상기 제 2 폴리머로 이루어진 제2 나노 섬유의 평균 직경을 "D2"로 할 때, 「 $0.01 \leq D2/D1 \leq 0.50$ 」의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법.

청구항 9

제 1 항, 제 3 항, 제 5 항 및 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 용점을 "T1"로 하고, 상기 제 2 용점을 "T2"로 할 때, 「 $T1-T2 \geq 10^{\circ}\text{C}$ 」의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법.

청구항 10

제 1 항, 제 3 항, 제 5 항 및 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 폴리머와 상기 제 2 폴리머는 다른 재질의 폴리머인 것을 특징으로 하는 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법.

청구항 11

제 1 항, 제 3 항, 제 5 항 및 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 폴리머와 상기 제 2 폴리머는 동일한 재질이고, 또한 다른 수평균 분자량을 갖는 폴리머인 것을 특징으로 하는 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법.

청구항 12

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래, 2 종류 이상의 나노 섬유를 포함하는 복합 나노 섬유 부직포를 제조하기 위한 복합 나노 섬유 부직포 제조 장치가 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

[0003] 도 10은 종래의 복합 나노 섬유 부직포 제조 장치(900)를 설명하기 위해 도시한 도면이다. 종래의 복합 나노 섬유 부직포 제조 장치(900)는 도 10(특허문헌의 도 1)에 도시한 바와 같이, 다른 종류(종류 A 및 종류 B라고 함) 중에 종류 A의 폴리머 용액을 저장하는 폴리머 용액 탱크(910)와, 종류 B의 폴리머 용액을 저장하는 폴리머 용액 탱크(920)와, 종류 A의 폴리머 용액을 토출하는 복수의 제1 노즐(930) 및 종류 B의 폴리머 용액을 토출하는 복수의 제2 노즐(940)을 구비한 노즐 유닛(950)과, 노즐 유닛(950)으로부터 전계 방사되는 나노 섬유를 집적하는 컬렉터(960)와, 노즐 유닛(950)과 컬렉터(960)의 사이에 고전압을 인가하는 전원 장치(970)를 구비한다.

[0004] 종래의 복합 나노 섬유 부직포 제조 장치(900)에 의하면, 2 종류(종류 A 및 종류 B)의 폴리머 용액을 동시에 전계 방사하는 것이 가능해지므로, 2 종류의 나노 섬유를 포함하는 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 것이 가능해진다. 이 때, 종래의 복합 나노 섬유 부직포 제조 장치(900)에 의해 제조되는 복합 나노 섬유 부직포는 각각이 다른 성질을 가진 2 종류의 나노 섬유를 포함하는 것이므로, 단일 나노 섬유로 이루어진 일반 나노 섬유 부직포와 비교하여 다양한 특성을 갖게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공표특허공보 제2009-510272호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그러나, 산업계에서는 항상 종래보다 높은 기계적 강도를 가진 소재가 요구되고 있으며, 복합 나노 섬유 부직포에 있어서도 예외가 아니다. 또한, 이와 같은 요구는 복합 나노 섬유 부직포에만 존재하는 요구가 아니며, 복합 나노 섬유 필라멘트를 비롯하여 복합 나노 섬유 집합체 전체에 있어서 존재하는 요구이다.

[0007] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 종래보다 높은 기계적 강도를 가진 복합 나노 섬유 집합체를 제조할 수 있는 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 종래보다 높은 기계적 강도를 가진 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] [1] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법은 제1 용점을 가진 제1 폴리머와, 상기 제 1 용점보다 낮은 제2 용점을 가진 제2 폴리머를 포함하는 복합 나노 섬유 집합체를 제조하는 제1 공정과, 상기 제 1 용점보다 낮고 상기 제 2 용점보다 높은 온도로 상기 복합 나노 섬유 집합체를 가열함으로써 상기 제 1 폴리머로 이루어진 제1 나노 섬유들이 상기 제 2 폴리머에 의해 부분적으로 결합된 구조를 가진 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 제조하는 제2 공정을 이 순서로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 의하면, 제1 용점을 가진 제1 폴리머와, 상기 제 1 용점보다 낮은 제2 용점을 가진 제2 폴리머를 포함하는 복합 나노 섬유 집합체를 제조하는 제1 공정과, 상기 제 1 공정에 의해 제조된 복합 나노 섬유 집합체를 가압하면서 제1 용점보다 낮고 제2 용점보다 높은 온도로 가열하는 것에 의해 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 제조하는 제2 공정을 포함하므로, 제2 공정에 의해 제조된 고강도 복합 나노 섬유 집합체는 제1 폴리머로 이루어진 제1 나노 섬유들이 제2 폴리머에 의해 부분적으로 결합된 구조를 갖는 고강도 복합 나노 섬유 집합체가 된다. 이 때문에, 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 의해 제조된 고강도 복합 나노 섬유 집합체는 종래보다 높은 기계적 강도를 가진 복합 나노 섬유 집합체가 된다.

[0010] 또한, 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 의해 제조된 고강도 복합 나노 섬유 집합체는 제 1 나노 섬유들이 부분적으로 결합되어 있을 뿐이므로, 고강도 복합 나노 섬유 집합체 전체가 경직화되지 않고, 복합 나노 섬유 집합체로서의 「유연함」을 어느 정도 유지한 채 고강도의 복합 나노 섬유 집합체로 할 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명에서 「고강도 복합 나노 섬유 집합체」란, 제1 공정에서 제조된 복합 나노 섬유 집합체보다 고강도화된 복합 나노 섬유 집합체를 말한다. 후술하는 「고강도 복합 나노 섬유 부직포」 및 「고강도 복합 나노 섬유 필라멘트」도 마찬가지이다.

[0012] [2] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 있어서, 상기 제 1 공정에서는 상기 복합 나노 섬유 집합체로서 복합 나노 섬유 부직포를 작성하고, 상기 제 2 공정에서는 상기 복합 나노 섬유 부직포를 가압하면서 가열하는 것에 의해 상기 고강도 복합 나노 섬유 집합체로서 고강도 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 것이 바람직하다.

[0013] 이와 같은 방법으로 함으로써, 종래보다 높은 기계적 강도를 가진 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 것이 가능해진다.

[0014] [3] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 있어서, 상기 제 1 공정에서는 상기 제 1 폴리머와 상기 제 2 폴리머를 함유하는 폴리머 용액을 이용하여 전계 방사하는 것에 의해 상기 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 것이 바람직하다.

[0015] 이와 같은 방법으로 함으로써, 제1 폴리머로 이루어진 제1 나노 섬유와 제2 폴리머로 이루어진 제2 나노 섬유를 혼합시킨 복합 나노 섬유 부직포를 제조할 수 있다.

- [0016] [4] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 있어서, 상기 제 1 공정에서는 상기 복합 나노 섬유 집합체로서 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포를 작성하고, 상기 제 2 공정에서는 상기 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포를 꼬임과 연신(延伸)을 실시하면서 가열하는 것에 의해, 상기 고강도 복합 나노 섬유 집합체로서의 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트를 제조하는 것이 바람직하다.
- [0017] 이와 같은 방법으로 함으로써, 종래보다 높은 기계적 강도를 가진 복합 나노 섬유 필라멘트를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0018] [5] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 있어서, 상기 제 1 공정에서는 상기 제 1 폴리머와 상기 제 2 폴리머를 함유하는 폴리머 용액을 이용하여 전계 방사함으로써 상기 복합 나노 섬유 부직포를 제조하고, 그 후, 상기 복합 나노 섬유 부직포를 절단하여 상기 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 것이 바람직하다.
- [0019] 이와 같은 방법으로 함으로써, 복합 나노 섬유 부직포를 그대로 사용하는 경우와, 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포를 사용하는 경우 중 어느 경우에도 대응할 수 있다.
- [0020] [6] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 있어서, 상기 제 1 공정에서는 상기 제 1 폴리머와 상기 제 2 폴리머를 함유하는 폴리머 용액을 이용하여 띠형상으로 전계 방사함으로써 상기 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 것이 바람직하다.
- [0021] 이와 같은 방법으로 함으로써, 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포를 높은 생산성으로 효율적으로 제조하는 것이 가능해진다. 또한, 처음부터 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포로 되어 있으므로, 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포로 하기 위한 절단 장치가 불필요해지는 효과도 얻어진다.
- [0022] [7] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에서는 상기 복합 나노 섬유 집합체가 함유하는 상기 제 1 나노 섬유의 중량을 "M1"로 하고, 상기 복합 나노 섬유 집합체가 함유하는 상기 제 2 폴리머로 이루어진 제2 나노 섬유의 중량을 "M2"로 할 때, 「 $0.01 \leq M2/(M1+M2) \leq 0.40$ 」의 관계를 만족하는 것이 바람직하다.
- [0023] 이와 같은 관계를 만족하는 것이 바람직한 이유로서는, $M2/(M1+M2)$ 가 0.01 미만이면, 용융한 제2 폴리머에 의한 제1 나노 섬유들의 결합이 불충분해지는 경우가 있기 때문이고, $M2/(M1+M2)$ 가 0.40을 초과하면, 복합 나노 섬유 집합체로서의 특성이 저하될 가능성도 있기 때문이다. 이 관점에서 말하면, 「 $0.02 \leq M2/(M1+M2) \leq 0.20$ 」의 관계를 만족하는 것이 바람직하다. 특히, 제1 폴리머에 의한 제1 나노 섬유를 주로 한 복합 나노 섬유를 제조할 경우에는 상기 관계를 만족하는 것이 더 바람직하다.
- [0024] [8] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에서는 상기 제 1 나노 섬유의 평균 직경을 "D1"로 하고, 상기 제 2 폴리머로 이루어진 제2 나노 섬유의 평균 직경을 "D2"로 할 때, 「 $0.01 \leq D2/D1 \leq 0.50$ 」의 관계를 만족하는 것이 바람직하다.
- [0025] 이와 같은 관계를 만족하는 것이 바람직한 이유로서는, $D2/D1$ 가 0.01 미만인 경우에는 용융한 제2 폴리머에 의한 제1 나노 섬유들의 결합이 불충분해지는 경우가 있기 때문이며, $D2/D1$ 가 0.50을 초과하면, 복합 나노 섬유 집합체로서의 특성이 저하될 가능성도 있기 때문이다. 이 관점에서 말하면, 「 $0.02 \leq D2/D1 \leq 0.20$ 」의 관계를 만족하는 것이 바람직하다. 특히, 제1 폴리머로 이루어진 제1 나노 섬유를 주로 한 복합 나노 섬유를 제조할 경우에는 상기 관계를 만족하는 것이 더 바람직하다.
- [0026] [9] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에서는 상기 제 1 용점을 "T1"로 하고, 상기 제 2 용점을 "T2"로 할 때, 「 $T1-T2 \geq 10^{\circ}\text{C}$ 」의 관계를 만족하는 것이 바람직하다.
- [0027] 이것은 제1 용점(T1)과 제2 용점(T2)은 10°C 이상의 차가 있는 것이 바람직한 것이다. 이와 같은 관계를 만족하는 것이 바람직한 이유로서는, 제1 용점(T1)과 제2 용점(T2)의 차가 10°C 미만이면, 제1 나노 섬유를 잔존시킨 상태로 제2 나노 섬유만이 용융하는 온도 설정이 어렵고, 용융한 제2 폴리머에 의해 제1 나노 섬유들을 결합시키는 것이 곤란해지기 때문이다.
- [0028] [10] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에서는 상기 제 1 폴리머와 상기 제 2 폴리머는 다른 재질의 폴리머라도 좋다.
- [0029] 이것은 예를 들면, 제1 폴리머로서는 폴리우레탄을 이용하고, 제2 폴리머로서는 폴리불화비닐리덴을 이용하는 것이다. 이 경우, 제1 폴리머의 용점과 제2 폴리머의 용점 등 본 발명을 실시하는데 있어서 필요한 여러 가지 조건을 만족하는 것이 바람직하다.

[0030] [11] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에서는 상기 제 1 폴리머와 상기 제 2 폴리머는 동일한 재질이고, 또한 다른 수평균 분자량을 가진 폴리머라도 좋다.

[0031] 이것은 제1 폴리머와 제2 폴리머가 동일한 재질이라도 수평균 분자량이 다른 것에 의해, 융점 등을 다르게 할 수 있기 때문이며, 본 발명에서는 이와 같은 폴리머도 이용하는 것이 가능하다. 이 경우도, 본 발명을 실시하는데 있어서 필요한 여러 가지 조건을 만족하는 것이 바람직하다.

[0032] [12] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체는 제1 융점을 가진 제1 폴리머와, 상기 제 1 융점보다 낮은 제2 융점을 가진 제2 폴리머를 포함하는 복합 나노 섬유 집합체로 제조된 고강도 복합 나노 섬유 집합체로서,

[0033] 상기 제 1 폴리머로 이루어진 제1 나노 섬유들이 상기 제 2 폴리머에 의해 부분적으로 결합된 구조를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0034] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체는, 높은 기계적 강도를 가진 고강도 복합 나노 섬유 집합체이므로, 필터 등 산업 자재, 2차 전지의 세퍼레이터, 콘덴서의 세퍼레이터, 각종 촉매의 담체, 각종 센서 재료 등의 전자·기계 재료, 재생 의료재료, 바이오메디칼 재료, 의료용 MEMS 재료, 바이오센서 재료 등의 의료 재료, 와이핑 크로스, 고기능·고감성 텍스타일 등의 의료품, 헬스케어, 스킨 케어 등 미용 관련 용품 이외의 폭넓은 용도로 사용 가능해진다.

발명의 효과

[0035] 본 발명은 종래보다 높은 기계적 강도를 가진 복합 나노 섬유 집합체를 제조 할 수 있는 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법을 제공하며, 또한, 종래보다 높은 기계적 강도를 가진 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법을 설명하는 플로우차트이다.
- 도 2는 실시형태 1에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법의 각 공정을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- 도 3은 실시형태 1에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- 도 4는 실시형태 1에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- 도 5는 실시형태 1에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- 도 6은 실시형태 2에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- 도 7은 실시형태 2에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- 도 8은 실시형태 2에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- 도 9는 실시형태 3에 따른 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- 도 10은 종래의 복합 나노 섬유 부직포 제조 장치(900)를 설명하기 위해 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 이하, 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법 및 고강도 복합 나노 섬유 집합체에 대해 설명한다. 실시형태를 설명하기 전에, 우선 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 있어서의 기본적인 공정에 대해 설명한다.

[0038] 도 1은 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법의 각 공정을 설명하는 플로우차트이다. 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법은 도 1에 도시한 바와 같이, 제1 융점을 가진 제1 폴리머와, 제1 융점보다 낮은 제2 융점을 가진 제2 폴리머를 포함하는 복합 나노 섬유 집합체를 제조하는 제1 공정(단계 S1)과, 제1 융점보다 낮고 제2 융점보다 높은 온도로 상기 복합 나노 섬유 집합체를 가열하는 것에 의해 제1 폴리머로 이루어진 제1 나노 섬유들이 제2 폴리머에 의해 부분적으로 결합된 구조를 가진 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 제조하는 제2 공정(단계 S21)을 포함한다.

[0039] 또한, 제1 융점(T1)과 제2 융점(T2)은 10℃ 이상의 차가 있는 것이 바람직하다. 이것은 제1 융점(T1)과 제2 융점(T2)의 차가 10℃ 미만이면, 제1 나노 섬유를 잔존시킨 상태로 제2 나노 섬유만이 용융하는 온도 설정이 어렵

고, 용융한 제2 폴리머에 의해 제1 폴리머들을 결합시키는 것이 곤란해지기 때문이다.

- [0040] 또한, 제1 공정에 의해 제조된 복합 나노 섬유 집합체는, 상기 복합 나노 섬유 집합체가 함유하는 제1 나노 섬유의 중량을 "M1"로 하고, 복합 나노 섬유 집합체가 함유하는 제2 나노 섬유의 중량을 "M2"로 할 때, 「 $0.01 \leq M2/(M1+M2) \leq 0.40$ 」의 관계를 만족하는 것이 바람직하다.
- [0041] 이와 같은 관계를 만족하는 것이 바람직한 이유로서는, $M2/(M1+M2)$ 가 0.01 미만이면, 제2 폴리머에 의한 제1 나노 섬유들의 결합이 불충분해지는 경우가 있기 때문이고, $M2/(M1+M2)$ 가 0.40을 초과하면, 복합 나노 섬유 집합체로서의 특성이 저하될 가능성이 있기 때문이다. 이 관점에서 말하면, 「 $0.02 \leq M2/(M1+M2) \leq 0.20$ 」의 관계를 만족하는 것이 바람직하다. 특히, 제1 폴리머에 의한 제1 나노 섬유를 주로 한 복합 나노 섬유 집합체를 제조할 경우에는 상기 관계를 만족하는 것이 더 바람직하다.
- [0042] 또한, 제1 공정에 의해 제조된 복합 나노 섬유 집합체는 제1 나노 섬유의 평균 직경을 "D1"로 하고, 상기 제2 나노 섬유의 평균 직경을 "D2"로 할 때, 「 $0.01 \leq D2/D1 \leq 0.50$ 」의 관계를 만족하는 것이 바람직하다.
- [0043] 이와 같은 관계를 만족하는 것이 바람직한 이유로서는, $D2/D1$ 가 0.01 미만인 경우에는 제2 폴리머에 의한 제1 나노 섬유들의 결합이 불충분해지는 경우가 있기 때문이며, $D2/D1$ 가 0.50을 초과하면, 복합 나노 섬유 집합체로서의 특성이 저하될 가능성이 있기 때문이다. 이 관점에서 말하면, 「 $0.02 \leq D2/D1 \leq 0.20$ 」의 관계를 만족하는 것이 바람직하다. 특히, 제1 폴리머에 의한 제1 나노 섬유를 주로 한 복합 나노 섬유 집합체를 제조할 경우에는 상기 관계를 만족하는 것이 더 바람직하다.
- [0044] 이상 설명한 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 있어서의 각 공정은 이하에 설명하는 각 실시형태에서 공통이다. 또한, 이하에 나타내는 각 실시형태의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에서는 제1 폴리머로서 폴리에탄올을 이용하고, 제2 폴리머로서는 폴리불화비닐리덴을 이용한다.
- [0045] 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 의하면, 필터 등 산업 자재, 2차 전지의 세퍼레이터, 콘덴서의 세퍼레이터, 각종 촉매의 담체, 각종 센서 재료 등의 전자·기계 재료, 재생 의료 재료, 바이오메디칼 재료, 의료용 MEMS 재료, 바이오센서 재료 등의 의료 재료, 와이핑크로스, 고기능·고감성 텍스타일 등의 의약품, 헬스케어, 스킨케어 등 미용 관련 용품 그 외의 폭넓은 용도로 사용 가능한 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 제조할 수 있다.
- [0046] 또한, 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 의해 제조된 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체(고강도 복합 나노 섬유 부직포, 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트)는, 높은 기계적 강도를 가진 고강도 복합 나노 섬유 집합체이므로, 상기와 같이 넓은 용도로 사용 가능해진다.
- [0047] [실시형태 1]
- [0048] 도 2 내지 도 5는 실시형태 1에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 또한, 도 2는 실시형태 1에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법의 제1 공정을 실시하기 위한 복합 나노 섬유 집합체의 제조 장치(이하, 「복합 나노 섬유 집합체 제조 장치」라고 표기하는 경우도 있음)(11)의 구성도이다. 도 2에서 일부의 부재는 단면도로서 나타내고 있다. 도 3은 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(11)에 의해 제조된 복합 나노 섬유 부직포를 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 3의 (a)는 복합 나노 섬유 부직포의 일부를 도시한 사시도이고, 도 3의 (b)는 복합 나노 섬유 부직포의 일부를 확대하여 도시한 모식도이다. 도 4는 도 1에 도시한 제2 공정을 실시하기 위한 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 장치(이하, 「고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치」라고 표기하는 경우도 있음)(51)를 모식적으로 도시한 도면이다. 도 4의 (a)는 정면도이고, 도 4의 (b)는 평면도이다. 도 5는 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(51)에 의해 제조된 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 일부를 확대하여 도시한 모식도이다.
- [0049] 실시형태에 따른 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(11)는 도 2에 도시한 바와 같이, 반송 장치(10)와 전계 방사 장치(20)를 구비한다.
- [0050] 반송 장치(10)는 장척 시트(W)를 투입하는 투입 롤러(101)와, 장척 시트(W)를 감는 감기 롤러(102)와, 투입 롤러(101)와 감기 롤러(102)의 사이에 위치하는 보조 롤러(103, 104)를 구비하고, 장척 시트(W)를 소정의 반송 속도로 화살표(a) 방향(반송 방향(a)라고 함)으로 반송한다. 또한, 투입 롤러(101) 및 감기 롤러(102)는 도시하지 않은 구동 모터에 의해 회전 구동되는 구조로 되어 있다.
- [0051] 전계 방사 장치(20)는 도 2에 도시한 바와 같이, 도전성을 가진 하우징체(100), 노즐 유닛(110), 컬렉터(150),

전원 장치(160), 보조 벨트 장치(170), 폴리머 용액 탱크(200), 및 폴리머 용액 공급 장치(210)를 구비한다.

- [0052] 폴리머 용액 탱크(200)는 제1 폴리머로서의 폴리우레탄과 제2 폴리머로서의 폴리불화비닐리덴을 용매에 용융시킨 「제1 폴리머와 제2 폴리머를 포함하는 폴리머 용액」을 저장하는 것이다. 또한, 「제1 폴리머와 제2 폴리머를 포함하는 폴리머 용액」을 이하에서는 단지 「폴리머 용액」이라고 한다. 폴리머 용액 탱크(200)에는 폴리머 용액을 교반하는 교반 장치(도시하지 않음)를 설치하는 것이 바람직하다.
- [0053] 또한, 폴리머 용액으로 하기 위한 용매로서는 예를 들면, 디클로로메탄, 디메틸포름아미드, 디메틸설폭사이드, 메틸에틸케톤, 클로로포름, 아세톤, 물, 포름산, 아세트산, 시클로헥산, THF 등을 이용할 수 있다. 복수 종류의 용매를 혼합하여 이용해도 좋다. 또한, 폴리머 용액에는 도전성 향상제 등의 첨가제를 함유시켜도 좋다.
- [0054] 폴리머 용액 공급 장치(210)는 폴리머 용액의 공급량을 제어 가능한 밸브(214)와 폴리머 용액을 노즐 유닛(110)까지 유통시키는 유통 파이프(212)를 구비하고 있다.
- [0055] 폴리머 용액 탱크(200) 및 폴리머 용액 공급 장치(210)에는 폴리머 용액을 소정 온도(예를 들면 60℃~80℃)로 보온하기 위한 보온 장치(도시하지 않음)를 설치하는 것이 바람직하다.
- [0056] 노즐 유닛(110)은 복수의 노즐(120)과 폴리머 용액 공급로(122)를 갖는다. 또한, 노즐(120)로부터 오버플로우한 폴리머 용액을 회수하는 폴리머 용액 회수로(도시하지 않음)를 설치하도록 해도 좋다. 실시형태 1에 따른 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(11)에서는 노즐 유닛(110)으로서 여러 가지 크기 및 여러 가지 형상을 가진 노즐 유닛을 이용할 수 있지만, 노즐 유닛(110)은 예를 들면, 상면에서 봤을 때 한 번이 0.5m~3m의 장방형(정방형을 포함)으로 보이는 크기 및 형상을 갖는다.
- [0057] 복수의 노즐(120)은 예를 들면, 1.5cm~6.0cm의 피치로 노즐 유닛(110)의 평면상에 2 차원적으로 배열되어 있다. 복수의 노즐(120)의 수는 예를 들면, 36개(중형 동수로 배열한 경우, 6개×6개)~21904개(중형 동수로 배열한 경우, 148개×148개)로 할 수 있다.
- [0058] 노즐(120)의 내부는 공동(空洞)으로 되어 있고, 상기 공동은 폴리머 용액 공급로(122) 내의 공동과 연통되어 있다. 노즐(120)은 폴리머 용액을 토출구로부터 상부 방향으로 토출한다. 또한, 노즐(120)은 도전체로 이루어지며, 예를 들면, 구리, 스텐레스강, 알루미늄 등을 이용할 수 있다. 노즐 유닛도 도전체로 이루어지며, 노즐(120)과 동일한 재료를 이용할 수 있다.
- [0059] 폴리머 용액 공급로(122)는 내부가 공동으로 되어 있고, 폴리머 용액 공급 장치(210)의 유통 파이프(212)가 접속되어 있다. 이것에 의해, 폴리머 용액 탱크(200)에 저장되어 있는 폴리머 용액은, 유통 파이프(212)를 유통하여 폴리머 용액 공급로(122)로 유입된 후 각 노즐(120)에 공급된다.
- [0060] 컬렉터(150)는 복수의 노즐(120)과 대향하는 위치에 배치되어 있다. 컬렉터(150)는 도전체로 이루어지고, 도 2에 도시한 바와 같이, 절연 부재(152)를 통해 하우징체(100)에 장착되어 있다.
- [0061] 전원 장치(160)는 노즐(120)과 컬렉터(150)의 사이에 고전압을 인가한다. 전원 장치(160)의 양극은 컬렉터(150)에 접속되고, 전원 장치(160)의 음극은 하우징체(100)를 통해 노즐 유닛(110)에 접속되어 있다.
- [0062] 보조 벨트 장치(170)는 장척 시트(W)의 반송 속도에 동기하여 회전하는 보조 벨트(172)와, 보조 벨트(172)의 회전을 돕는 5개의 보조 벨트용 롤러(174)를 갖는다. 5개의 보조 벨트용 롤러(174) 중 1개 또는 2개 이상의 보조 벨트용 롤러는 구동 롤러이고, 나머지 보조 벨트용 롤러는 종동 롤러이다. 컬렉터(150)와 장척 시트(W)의 사이에 보조 벨트(172)가 설치되어 있으므로, 장척 시트(W)는 양의 고전압이 인가되어 있는 컬렉터(150)에 당겨지지 않고 원활하게 반송되게 된다.
- [0063] 이와 같이 구성된 전계 방사 장치(20)는 복수의 노즐(120)의 토출구로부터 폴리머 용액을 오버플로우시키면서 토출하고, 폴리머 용액에 포함되는 제1 폴리머로 이루어진 제1 나노 섬유(310) 및 제2 폴리머로 이루어진 제2 나노 섬유(320)를 장척 시트(W)에 퇴적시킨다.
- [0064] 이상 설명한 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(11)를 이용함으로써, 도 1의 제1 공정(단계 S1)을 실시할 수 있고, 그것에 의해 복합 나노 섬유 집합체로서의 복합 나노 섬유 부직포(300A)(도 3 참조)를 제조할 수 있다.
- [0065] 복합 나노 섬유 부직포(300A)는 도 3에 도시한 바와 같이, 제1 용점(T1)을 가진 제1 폴리머(폴리우레탄)로 이루어진 제1 나노 섬유(310)와, 제2 용점(T2)을 가진 제2 폴리머(폴리불화비닐리덴)로 이루어진 제2 나노 섬유(320)를 가진 복합 나노 섬유 부직포이다. 상기 복합 나노 섬유 부직포(300A)의 두께는 1 μ m~100 μ m의 범위 내이고, 예를 들면, 50 μ m이다. 또한, 도 3에서는 장척 시트(W)가 도시되어 있지만, 장척 시트(W)를 박리한 상태로

한 것이라도 좋다.

- [0066] 또한, 이 명세서에서는 장척 시트(W)를 포함하는 제1 나노 섬유(310) 및 제2 나노 섬유(320)로 이루어진 복합 나노 섬유를 「복합 나노 섬유 부직포」라고 부르는 경우도 있고, 장척 시트(W)가 박리된 상태의 제1 나노 섬유(310) 및 제2 나노 섬유(320)로 이루어진 복합 나노 섬유에 대해서도 「복합 나노 섬유 부직포」라고 부르는 경우도 있다.
- [0067] 또한, 제1 나노 섬유(310)의 평균 직경은 500nm~3000nm의 범위 내이고, 예를 들면, 900nm이다. 또한, 제2 나노 섬유(320)의 평균 직경은 50nm~1000nm의 범위 내이고, 예를 들면, 100nm이다. 제1 나노 섬유(310) 및 제2 나노 섬유(320)의 평균 직경을 이와 같이 설정하는 것에 의해, 「 $0.01 \leq D2/D1 \leq 0.50$ 」의 관계를 만족할 수 있다.
- [0068] 또한, 복합 나노 섬유 부직포(300A)는 상기 복합 나노 섬유 부직포(300A)가 함유하는 제1 나노 섬유의 중량(M1)과 제2 나노 섬유의 중량(M2)이 「 $0.01 \leq M2/(M1+M2) \leq 0.40$ 」의 관계를 만족하는 것이 바람직하다.
- [0069] 이상과 같이 복합 나노 섬유 부직포(300A)가 제조되면, 도 4에 도시한 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(51)를 이용하여, 복합 나노 섬유 부직포(300A)로 고강도 복합 나노 섬유 부직포를 제조하기 위한 제 2 공정을 실시한다.
- [0070] 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(51)는 도 4에 도시한 바와 같이, 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 반송 방향(a)을 따라서 반송하는 반송 장치(60)와, 반송 장치(60)에 의해 반송되어 가는 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 가압하면서 가열하는 가압·가열 장치(70)를 구비하고 있다.
- [0071] 반송 장치(60)는 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 투입하는 투입 롤러(601)와, 가압·가열 장치(70)에 의해 고강도화된 복합 나노 섬유 부직포(고강도 복합 나노 섬유 부직포(300B)라고 함)를 감는 감기 롤러(602)와, 투입 롤러(601)와 감기 롤러(602)의 사이에 설치되어 있는 보조 롤러(603, 604)를 구비하고 있다. 또한, 반송 장치(60)는 이들 구성 요소 이외에도 투입 롤러(601) 및 감기 롤러(602)를 구동하는 구동부 등 여러 가지 구성 요소가 존재하지만, 이와 같은 도시는 생략한다.
- [0072] 가압·가열 장치(70)는 반송되어 가는 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 가압하면서 가열하는 것에 의해 고강도 복합 나노 섬유 부직포로 하는 것이다. 또한, 가압 장치로서는 캘린더롤(701)을 이용할 수 있다. 또한, 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 가열하는 가열 장치는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 캘린더롤(701) 내에 히터 기능(도시하지 않음)을 넣도록 해도 좋고, 또한, 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 직접 가열하는 가열 장치(도시하지 않음)를 설치하도록 해도 좋다. 이 외에 가열 장치로서는 예를 들면, 저항 가열기, 적외선 가열기, 연소 가열기, 건조기, 열풍 발생기 등을 이용하는 것도 가능하다.
- [0073] 또한, 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 가열할 때의 가열 온도(T3)는 제1 용점(T1)과 제2 용점(T2)의 거의 중간 정도의 온도로 하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 제1 용점(T1)이 200도, 제2 용점(T1)이 140도이면, 가열 온도(T3)는 170도 정도로 하는 것이 바람직하다.
- [0074] 또한, 도 4에서 캘린더롤(701)은 상하 1 개씩의 롤러에 의해 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 끼우는 구성을 예시했지만, 이와 같은 구성에 한정되지 않고, 상하 2 개씩의 롤러가 존재하는 것 등 여러 가지 구성을 가진 캘린더롤을 사용할 수 있다.
- [0075] 이와 같이 하여 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 가압·가열 장치(70)에 의해 가압하면서 가열 온도(T3)로 가열하는 것에 의해, 도 5에 도시한 고강도 복합 나노 섬유 부직포(300B)를 제조할 수 있다. 또한, 도 5의 (a)는 제2 나노 섬유(320)의 대부분이 용융된 경우를 나타내고, 도 5의 (b)는 제2 나노 섬유(320)가 잔존하는 경우를 나타내고 있다.
- [0076] 즉, 가압·가열 장치(70)에 의해 가압·가열할 때의 가열 온도(T3)가 제1 용점(T1)보다 낮고, 제2 용점(T2)보다 높은 온도이므로, 제2 폴리머로 이루어진 제2 나노 섬유(320)는 용융된다. 이 때, 복합 나노 섬유 부직포(300A)가 가압되는 것에 의해, 용융된 제2 나노 섬유(320)는 도 5의 (a)에 도시한 바와 같이, 영커 있는 복수의 제1 나노 섬유(310, 310, ...)의 각 교점에 있어서 제1 나노 섬유(310) 사이에 들어간 상태가 되고, 그 상태로 고화되면, 제1 나노 섬유(310)들이 각 교점에 있어서 제2 나노 섬유(320)에 의해 결합된 상태가 된다.
- [0077] 도 5에 있어서, 해칭을 실시한 부분은 용융된 제2 나노 섬유가 제1 나노 섬유의 교점에서 고화된 상태를 나타내고 있다. 이것에 의해, 제1 나노 섬유(310)들이 제2 나노 섬유(320)에 의해 부분적으로 결합된 상태가 된다. 또한, 제1 나노 섬유(310)들이 제2 나노 섬유(320)에 의해 부분적으로 결합된 상태로 되어 있는 부분을 「결합

부(C)」라고 한다.

- [0078] 이와 같이, 제1 나노 섬유(310, 310, ...)의 각 교점에서는 용융된 제2 나노 섬유(320)에 의해 결합부(C)가 형성되므로, 높은 기계적 강도를 가진 고강도 복합 나노 섬유 부직포(300B)를 제조하는 것이 가능해진다. 또한, 실시형태 1에 따른 고강도 복합 나노 섬유 부직포의 제조 방법에 의해 제조된 고강도 복합 나노 섬유 부직포(300B)는 제1 나노 섬유(310)들의 결합부(C)가 부분적으로 존재할 뿐이므로, 고강도 복합 나노 섬유 부직포(300B) 전체가 경직화되지 않고, 복합 나노 섬유 부직포로서의 「유연함」을 어느 정도 유지한 채 고강도의 복합 나노 섬유 부직포로 할 수 있다.
- [0079] 또한, 도 5의 (a)에서는 제1 나노 섬유(310, 310, ...)의 각 결합부(C) 이외의 제2 나노 섬유(320)는 완전히 용해된 경우를 나타냈지만, 가열 온도를 소정 온도로 설정하는 것에 의해, 제1 나노 섬유(310, 310, ...)의 각 결합부(C) 이외의 제2 나노 섬유(320)를 잔존시키는 것도 가능하다.
- [0080] 예를 들면, 가열 온도를 용점(T2)과 거의 동일한 정도의 온도로 설정하면, 제2 나노 섬유(320)는 완전히 용융되지 않고, 일부가 잔존할 가능성이 높아진다. 단, 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 가압하면, 제1 나노 섬유(310, 310, ...)의 각 교점에는 다른 부분보다 더 큰 가압력이 가해지므로, 상기 교점에서는 제2 나노 섬유(320)가 용융하기 쉬워지고, 각 교점에서는 결합부(C)의 형성이 가능하다.
- [0081] 이것에 의해, 예를 들면, 도 5의 (b)에 도시한 바와 같이, 제1 나노 섬유(310, 310, ...)의 각 결합부(C) 이외의 제2 나노 섬유는 완전히 용융되지 않고, 일부가 잔존하며, 또한 제1 나노 섬유(310, 310, ...)의 각 교점에서는 결합부(C)가 형성된 상태의 고강도 복합 나노 섬유 부직포(300C)를 제조할 수 있다. 또한, 이 경우, 잔존하는 제2 나노 섬유(320)는 원래의 제2 나노 섬유(320)(도 3의 (b) 참조)에 비해, 가늘어지거나 끊어진 상태가 된다.
- [0082] 이와 같이, 제2 나노 섬유가 잔존한 상태의 고강도 복합 나노 섬유 부직포(300C)는, 제2 나노 섬유가 완전히 용해된 상태의 고강도 복합 나노 섬유 부직포(300B)와는 다른 성질을 가진 고강도 복합 나노 섬유 부직포로 할 수 있다.
- [0083] 또한, 이상 설명한 실시형태 1에 따른 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법의 제2 공정에서는 장척 시트(W)의 존재에 대해서는 명기하지 않았지만, 제2 공정을 실시할 때, 장척 시트(W)가 존재한 상태라도 좋고, 또한, 장척 시트(W)를 박리한 상태로 해도 좋다. 이것은 제조하는 고강도 복합 나노 섬유 부직포의 종류 등에 따라서 임의로 선택할 수 있다.
- [0084] [실시형태 2]
- [0085] 상기 실시형태 1 및 실시형태 2에서는 고강도 복합 나노 섬유 집합체로서 고강도 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 경우에 대해 설명했지만, 고강도 복합 나노 섬유 집합체로서 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트를 제조할 수 있다. 이 경우에도 도 1에서 설명한 제1 공정(단계 S1)과 제2 공정(단계 S2)을 실시한다. 단, 실시형태 2에 따른 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 있어서 제1 공정에서는 우선 띠형상의 복합 나노 섬유 부직포(띠형상 복합 나노 섬유 부직포라고 함)를 작성하고, 제2 공정에서는 상기 띠형상 복합 나노 섬유 부직포를 꼬임과 연신을 실시하면서 가열하는 것에 의해, 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트를 제조한다.
- [0086] 도 6 내지 도 8은 실시형태 2에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 6은 실시형태 3에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법의 제1 공정을 실시하기 위한 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(12)의 요부 구성을 모식적으로 나타내는 도면으로서, 도 6의 (a)는 정면도, 도 6의 (b)는 평면도이다. 도 7은 실시형태 3에 따른 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법의 제2 공정을 실시하기 위한 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(52)의 구성을 모식적으로 도시한 도면이다. 또한, 도 8은 고강도 복합 나노 섬유 집합체로서의 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트를 제조하는 것을 도시한 도면이다. 또한, 도 8에서는 복수의 띠형상 복합 나노 섬유 부직포 중 한 개의 띠형상 복합 나노 섬유 부직포로 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트를 제조하는 것을 도시하고 있다.
- [0087] 도 6에 도시한 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(12)가 도 2에 도시한 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(11)와 다른 것은, 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(12)에서는 전계 방사 장치(20)와 감기 롤러(102)의 사이에, 복합 나노 섬유 부직포로부터 박리된 장척 시트(W)를 감는 장척 시트(W) 감기 롤러(105)와, 장척 시트(W)가 박리된 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 띠형상으로 하기 위한 절단 장치(80)가 설치되어 있는 점이며, 그 외의 구성요소, 도 2에 도시한 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(11)와 동일하므로, 동일한 구성요소에는 동일한 부호가 붙여져 있다. 또한, 도 6에서 전계 방사 장치(20)는 도 2에 도시한 전계 방사 장치(20)와 동일한 구성을 갖고 있

다.

- [0088] 절단 장치(80)는 복합 나노 섬유 부직포의 폭방향을 따라서 소정 간격마다 복수의 절단 날(801)이 설치되어 있고, 복합 나노 섬유 부직포(300A)가 반송 방향(a)으로 반송되어 가는 것에 의해, 각각의 절단 날(801)이 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 반송 방향(a)을 따라서 절단해 가는 구조로 되어 있다. 또한, 절단 후의 각각의 띠형상 복합 나노 섬유 부직포의 폭(d)은 각 절단 날(801)의 간격을 조정하는 것에 의해, 예를 들면, 1mm~100mm의 범위 내의 임의의 폭으로 설정할 수 있도록 되어 있다.
- [0089] 이와 같이 구성된 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(13)에 의해, 띠형상 복합 나노 섬유 부직포를 제조하기 위한 제 1 공정을 실시할 수 있다. 즉, 전계 방사 장치(20)에 의해 전계 방사함으로써 장척 시트(W)에는 제1 나노 섬유 및 제2 나노 섬유가 퇴적되어 복합 나노 섬유 부직포(300A)가 제조된다. 계속해서, 상기 복합 나노 섬유 부직포(300A)로부터 장척 시트(W)를 박리한 후, 장척 시트(W)가 박리된 복합 나노 섬유 부직포(300A)에 대해, 도 6의 (b)에 도시한 바와 같이, 절단 장치(80)의 각 절단 날(801)이 절단하는 동작을 실시한다.
- [0090] 이것에 의해, 소정의 폭(d)을 가진 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...라고 함)가 제조되고, 상기 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)는 감기 롤러(102)에 감긴다.
- [0091] 이와 같이 띠형상 복합 나노 섬유 부직포가 제조되면, 계속해서 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(52)에 의해 제2 공정을 실시한다. 제2 공정에서는 띠형상 복합 나노 섬유 부직포를 꼬임과 연신을 실시하면서 가열하는 것에 의해, 고강도 복합 나노 섬유 집합체로서의 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트를 제조한다.
- [0092] 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(52)는 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)를 꼬임과 연신을 실시하면서 가열하는 것에 의해, 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트(300F1, 300F2, ...)를 제조하는 것이다.
- [0093] 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(52)는 도 7에 도시한 바와 같이, 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)를 투입하는 투입 롤러(521)와, 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)를 꼬아 꼬임사로 하는 것에 의해 「복합 나노 섬유 필라멘트」로 하는 꼬임사 장치(520)와, 꼬임사 장치(520)에 의해 실을 이송하면서 연신하는 과정에서 「복합 나노 섬유 필라멘트」를 가열하는 가열 장치(530)와, 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트(300F1, 300F2, ...)를 감는 감기 롤러(527)를 구비하고 있다. 또한, 꼬임사 장치(520), 가열 장치(530)는 도 7에서는 도시되어 있지 않지만, 각 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)에 대응하여 각각 설치되어 있다.
- [0094] 꼬임사 장치(520)는 도 8에 상세히 도시한 바와 같이, 주 꼬임사부(521)와 2개의 실 이송장치(522, 523)를 구비하며, 주 꼬임사부(521)에 의해 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(예를 들면, 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1)라고 함)를 꼬임사화하여 복합 나노 섬유 필라멘트로 한 후, 실 이송장치(522, 523)에 의해 도 8의 좌측에서 우측으로 꼬면서 실을 보낸다. 그리고, 실을 보내는 과정에서 복합 나노 섬유 필라멘트를 가열 장치(530)에 의해 가열한다.
- [0095] 이것에 의해, 강고하게 꼬임사화된 「고강도 복합 나노 섬유 필라멘트(F1)」를 연속적으로 제조할 수 있다. 또한, 실 이송장치(522, 523)에 의해 실을 보낼 때, 실 이송 장치(523)의 실 이송 속도(V1)를 실 이송장치(522)의 실 이송 속도(V2) 보다 빠르게 하고 있다. 이것에 의해, 복합 나노 섬유 필라멘트를 실을 보내면서 연신할 수 있다.
- [0096] 이와 같이 구성된 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(52)에 의하면, 강고하게 꼬임사된 「고강도 복합 나노 섬유 필라멘트(300F1, 300F2, ...)」를 연속적으로 제조할 수 있다.
- [0097] 그러나, 가열 장치(530)는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들면, 레이저광 조사 장치 등을 이용할 수 있다. 레이저광 조사 장치로부터 출력되는 레이저광을 예를 들면 꼬임사 장치(520)에 의해 꼬임사가 된 「복합 나노 섬유 필라멘트」에 조사하면, 레이저광이 조사된 영역(R1)(도 8 참조)에서는 상기 복합 나노 섬유 필라멘트가 가열된다.
- [0098] 여기서, 영역(R1)의 복합 나노 섬유 필라멘트의 온도(가열 온도)(T3)가 제1 용점(T1) 및 제2 용점(T2)에 있어서, $T1 > T3 > T2$ 가 되도록 레이저광 조사 장치를 조정하면, 제2 폴리머로 이루어진 제2 나노 섬유(320)만이 용융한다. 이 때, 복합 나노 섬유 필라멘트는 꼬임사화되고, 또한 연신된 상태로 되어 있으므로, 가압된 것과의 거의 동일한 상태가 되기 때문에, 실시형태 1에서 설명한 바와 같이 엉켜 있는 복수의 제1 나노 섬유(310, 310, ...)의 각 교점에서는 용융한 제2 나노 섬유(320)가 고화하는 것에 의한 결합부(C)(도 5 참조)가 형성된다.
- [0099] 또한, 이 경우도 가열 온도(T3)를 선택하는 것에 의해, 제2 폴리머로 이루어진 제2 나노 섬유(320)를 도 5의

(a)에 도시한 바와 같이, 결합부(C) 이외에 있어서 완전히 용해하는 것도 가능하고, 또한, 도 5의 (b)에 도시한 바와 같이, 일부를 잔존시키는 것도 가능하다.

- [0100] 이상의 공정을 실시하는 것에 의해, 제조된 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트(300F1, 300F2, ...)는 제1 나노 섬유(310, 310, ...)의 각 교점에 있어서 제2 나노 섬유(320)에 의해 제1 나노 섬유들이 부분적으로 결합된 상태가 되므로, 상기 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트(300F1, 300F2, ...)에 인장 응력이 가해져도 제1 나노 섬유들에 슬라이딩이 생기기 어려워지고, 종래의 나노 섬유 필라멘트에 비해 보다 고강도의 나노 섬유 필라멘트로 할 수 있다.
- [0101] 또한, 실시형태 3에 따른 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에 의해 제조된 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트(300F1, 300F2, ...)는 제1 나노 섬유(310)들의 결합부(C)가 부분적으로 존재할 뿐이므로, 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트 전체가 경직화되지 않고, 복합 나노 섬유 필라멘트로서의 「유연함」을 어느 정도 유지한 채, 고강도의 복합 나노 섬유 필라멘트로 할 수 있다.
- [0102] [실시형태 3]
- [0103] 상기 실시형태 2에서는 제1 공정(띠형상 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 공정)을 실시하기 위한 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(13)는 우선 시트상의 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 제조하고, 상기 시트상의 복합 나노 섬유 부직포(300A)를 절단 장치(80)로 절단하는 것에 의해, 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)를 제조하는 것이었지만, 실시형태 3에서는 전계 방사법에 의해, 처음부터 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)를 제조한다.
- [0104] 도 9는 실시형태 3에 따른 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 9의 (a) 및 도 9의 (b)는 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(13)를 이용하여 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)를 제조하는 것을 각각 다른 각도로 본 경우를 모식적으로 도시한 도면이고, 도 9의 (c)는 드럼 형상 컬렉터(400)로 제조된 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...) 중 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1)를 나타내는 도면이다.
- [0105] 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(13)는, 전계 방사 장치(20)의 컬렉터로서 드럼 외주면에 둘레 방향으로 뻗어 나가는 띠형상 컬렉터(401)가 형성된 드럼 형상 컬렉터(400)를 구비하고 있다. 그리고, 상기 드럼 형상 컬렉터(400)의 띠형상 컬렉터(401)와 폴리머 용액을 토출하는 노즐(120)과의 사이에 고전압이 인가된 상태로 전계 방사를 실시함으로써, 제1 나노 섬유와 제2 나노 섬유로 이루어진 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)를 제조 가능하게 한다.
- [0106] 또한, 도 9에서는 노즐(120)은 1 개만이 도시되어 있지만, 실제로는 복수의 노즐(120)이 존재한다.
- [0107] 또한, 드럼 형상 컬렉터(400)는 도전체의 회전축(402)에 소정의 두께를 갖는 원반 형상의 도전체 디스크(403)와, 소정의 두께를 갖는 원반 형상의 비도전체 디스크(404)를 교대로 적층한 구성으로 되어 있고, 이들 도전체 디스크(403) 및 비도전체 디스크(404)는 회전축(402)과 함께 회전하도록 되어 있다. 또한, 회전축(402)의 한쪽 측은 베어링(405)를 통해 모터(406)에 접속되고, 회전축(402)의 다른쪽 측은 전원 장치(160)와 접속되어 있다. 또한, 베어링(405)는 모터(406)와 회전축(402)를 전기적으로 절연할 수 있도록 구성되어 있다.
- [0108] 이와 같이 구성된 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(13)를 이용하여 띠형상 복합 나노 섬유 부직포를 제조하기 위한 제 1 공정을 설명한다.
- [0109] 드럼 형상 컬렉터(400)의 띠형상 컬렉터(401)와 노즐(120)과의 사이에 고전압을 인가하여 전계 방사를 실시하면, 띠형상 컬렉터(401)상에 제1 나노 섬유 및 제2 나노 섬유로 이루어진 복합 나노 섬유가 퇴적된다. 이 때, 도 9의 (b)에 도시한 바와 같이, 드럼 형상 컬렉터(400)를 도 9의 (b)에 도시한 회살포(c) 방향으로 저속으로 회전시키면서 전계 방사를 실시하는 것에 의해, 드럼 형상 컬렉터(400)의 띠형상 컬렉터(401)의 외주면에 제1 나노 섬유 및 제2 나노 섬유로 이루어진 복합 나노 섬유를 둘레 방향으로 연속해서 퇴적시킬 수 있다.
- [0110] 이와 같은 전계 방사를 실시하는 한편, 퇴적된 제1 나노 섬유 및 제2 나노 섬유로 이루어진 나노 섬유를 보조 롤러(407, 408)를 통해 감기 롤러(409)에 감는 것에 의해, 제1 나노 섬유 및 제2 나노 섬유로 이루어진 복합 나노 섬유를 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)로 하여 연속으로 회수할 수 있다.
- [0111] 실시형태 3에 따른 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 방법의 제1 공정에 의하면, 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)를 높은 생산성으로 효율적으로 제조하는 것이 가능해진다. 또한, 처음부터 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)로 되어 있으므로, 띠형상 복합 나노 섬유 부직포로 하기 위한 절단 장치가

불필요해진다.

- [0112] 이상에 나타내는 제1 공정에 의해 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)를 제조할 수 있다. 그리고, 상기 띠형상 복합 나노 섬유 부직포(300A1, 300A2, ...)를 이용하여, 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 제조하기 위한 제 2 공정을 실시하는 것에 의해 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트를 제조할 수 있다. 또한, 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 제조하기 위한 제 2 공정은 실시형태 2에 따른 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 방법에서 설명한 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(52)(도 7 참조)를 이용하여, 도 8에서 설명한 것과 동일하게 실시할 수 있으므로, 여기서는 그 설명은 생략한다.
- [0113] 이상, 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 방법을 상기 각 실시형태에 기초하여 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않고, 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 실시하는 것이 가능하고, 예를 들면, 다음과 같은 변형도 가능하다.
- [0114] (1) 상기 각 실시형태에서는 제1 폴리머로서는 폴리우레탄, 제2 폴리머로서는 폴리불화비닐리덴을 이용한 경우를 예시했지만, 이것에 한정되지 않고, 용점 등 상기 실시형태에서 설명한 각종의 조건을 만족하면, 다른 재질의 폴리머를 이용하는 것도 가능하다. 예를 들면, 폴리락트산(PLA), 폴리프로필렌(PP), 폴리아세트산비닐(PVAc), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리부틸렌테레프탈레이트(PBT), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리아미드(PA), 폴리비닐알콜(PVA), 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리에테르이미드(PEI), 폴리카프로락톤(PCL), 폴리락트산글리콜산(PLGA), 실크, 셀룰로스, 키토산 등을 이용할 수 있다.
- [0115] (2) 상기 각 실시형태에서는 제1 폴리머와 제2 폴리머는 재질이 다른 폴리머를 이용했을 경우를 예시했지만, 제1 폴리머 및 제2 폴리머로서는 각각이 다른 재질의 것에 한정되지 않고, 동일한 재질의 폴리머이고, 또한 다른 수평균 분자량을 가진 폴리머라도 좋다. 예를 들면, 폴리머로서 폴리우레탄을 이용하는 경우, 다른 수평균 분자량을 가진 2개의 폴리머를 제1 폴리머와 제2 폴리머로서 이용하는 것도 가능하다. 이것은 제1 폴리머와 제2 폴리머가 동일한 재질이라도, 수평균 분자량이 다른 것에 의해, 용점 등을 다르게 할 수 있기 때문이며, 본 발명에서는 이와 같은 폴리머도 이용하는 것이 가능하다.
- [0116] (3) 실시형태 1에서는 장척 시트(W)에 제1 나노 섬유(310) 및 제2 나노 섬유(320)를 퇴적시키도록 하여 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(11)를 예시했지만, 이와 같은 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치에 한정되지 않고, 장척 시트(W)를 이용하지 않고 컬렉터에 직접 제1 나노 섬유(310) 및 제2 나노 섬유(320)를 퇴적시키도록 하여 복합 나노 섬유 부직포를 제조하는 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치라도 좋다. 이것은 실시형태 2의 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(12)에서도 동일하다. 이 경우는 장척 시트(W)를 감는 장척 시트(W) 감기 롤러(105) 등은 불필요해진다.
- [0117] (4) 상기 각 실시형태에서는 제1 공정을 실시하기 위한 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치와, 제2 공정을 실시하기 위한 고강도 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치는 각각 다른 장치로서 설명했지만, 이것들을 1 개의 장치 내에 조립한 것도 가능하다. 이와 같이 하는 것에 의해, 제1 공정과 제2 공정을 1 개의 장치로 작업적으로 실시할 수 있다.
- [0118] (5) 상기 실시형태 1의 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치(11)는 전계 방사 장치(20)가 1대인 경우를 예시했지만, 장척 시트(W)의 반송 방향(a)을 따라서 복수대의 전계 방사 장치(20)를 갖는 구성으로 해도 좋다. 이와 같은 구성으로 하는 것에 의해, 복합 나노 섬유 부직포의 두께를 여러 가지 두께로 하는 것이 가능해진다.
- [0119] (6) 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 2차 전지의 세퍼레이터로서 이용하는 경우에는, 제2 폴리머의 제2 용점을 150℃~180℃의 범위 내로 설정하는 것이 바람직하다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 세퍼레이터의 온도가 150℃~180℃로 상승했을 때 제2 폴리머가 용융하여 세퍼레이터의 세공(細孔)이 막히게 되므로, 세퍼레이터의 섫다운 기능을 유효하게 기능시킬 수 있다. 또한, 이 경우에는 제1 나노 섬유의 중량을 "M1"으로 하고, 제2 나노 섬유의 중량을 "M2"로 할 때, 「 $0.40 \leq M2 / (M1 + M2)$ 」의 관계를 만족하는 것이 바람직하다. 또한, 이 경우에는 제1 폴리머의 제1 용점을 200℃ 이상의 온도로 설정하는 것이 바람직하다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 세퍼레이터의 온도가 150℃~180℃로 상승하여 제2 폴리머가 용융한 경우에도 제1 폴리머는 용융되지 않으므로, 세퍼레이터의 열 수축을 작게 억제할 수 있다.
- [0120] (7) 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 2차 전지의 세퍼레이터로서 이용하는 경우에는, 제1 폴리머의 제1 용점을 150℃~180℃의 범위 내로 설정하는 것도 바람직하다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 세퍼레이터의 온도가 150℃~180℃로 상승했을 때 제1 폴리머 및 제2 폴리머가 용융하여 세퍼레이터의 세공이 확실히 막히게 되므로, 세퍼레이터의 섫다운 기능을 유효하게 기능시킬 수 있다.

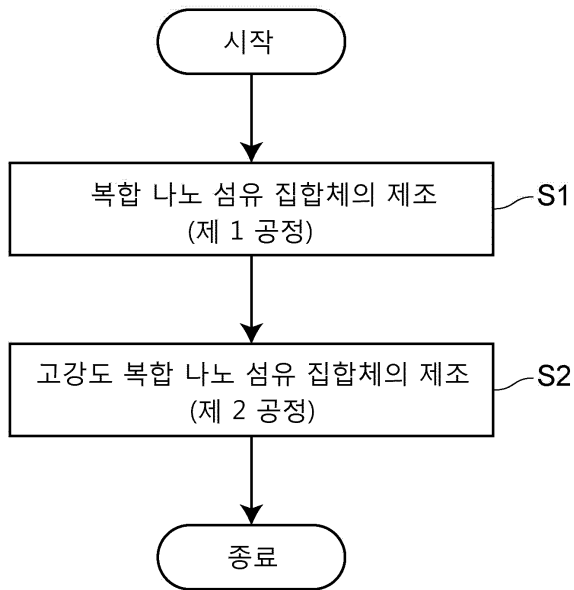
[0121] (8) 본 발명의 고강도 복합 나노 섬유 집합체를 차재용 2차 전지의 세퍼레이터로서 이용하는 경우에는, 제1 폴리머의 제1 용점 및 제2 폴리머의 제2 용점을 모두 200℃ 이상으로 설정하는 것도 바람직하다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 2차 전지의 온도가 예를 들면 150℃ 정도의 온도로 상승했을 때에도 세퍼레이터가 열화되지 않게 되고, 신뢰성이 높은 세퍼레이터를 구성할 수 있다.

부호의 설명

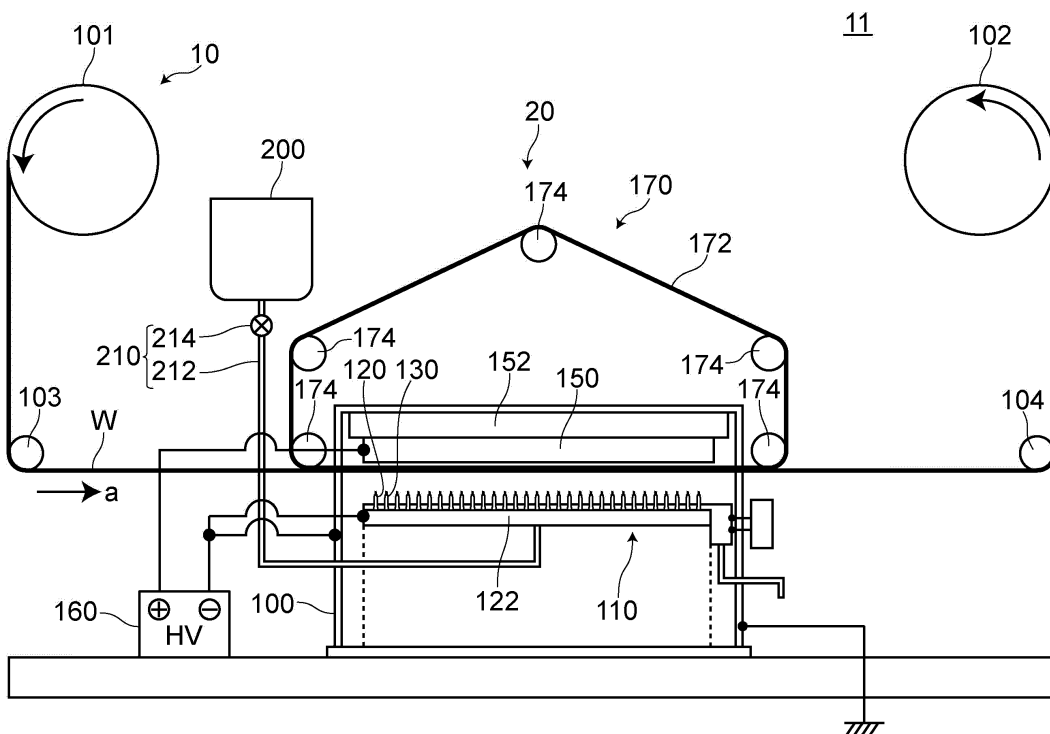
- [0122]
- 10, 60 : 반송 장치
 - 11, 12, 13 : 복합 나노 섬유 집합체 제조 장치
 - 20 : 전계 방사 장치
 - 51, 52 : 고강도 복합 나노 섬유 집합체의 제조 장치
 - 70 : 가압·가열 장치
 - 80 : 절단 장치
 - 101 : 투입 롤러
 - 102 : 감기 롤러
 - 110 : 노즐 유닛
 - 120 : 노즐
 - 170 : 보조 벨트 장치
 - 200 : 폴리머 용액 탱크
 - 300A : 복합 나노 섬유 부직포
 - 300A1, 300A2 : 띠형상 복합 나노 섬유 부직포
 - 300B : 고강도 복합 나노 섬유 부직포
 - 300F1, 300F2 : 고강도 복합 나노 섬유 필라멘트
 - 400 : 드럼 형상 컬렉터
 - 401 : 띠형상 컬렉터
 - 402 : 회전축
 - 403 : 도전체 디스크
 - 404 : 비도전체 디스크
 - 520 : 꼬임사 장치
 - 521 : 주 꼬임사부
 - 522, 523 : 실 이송장치
 - 530 : 가열 장치
 - 701 : 캘린더롤
 - 801 : 절단 날
 - a : 반송 방향
 - W : 장척 시트

도면

도면1

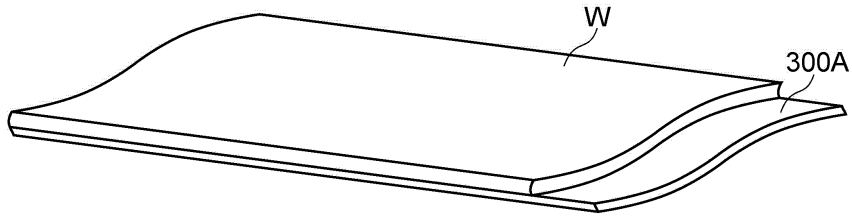


도면2

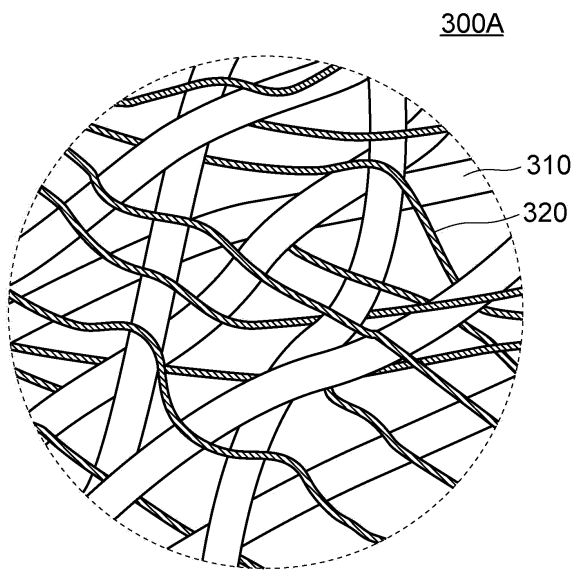


도면3

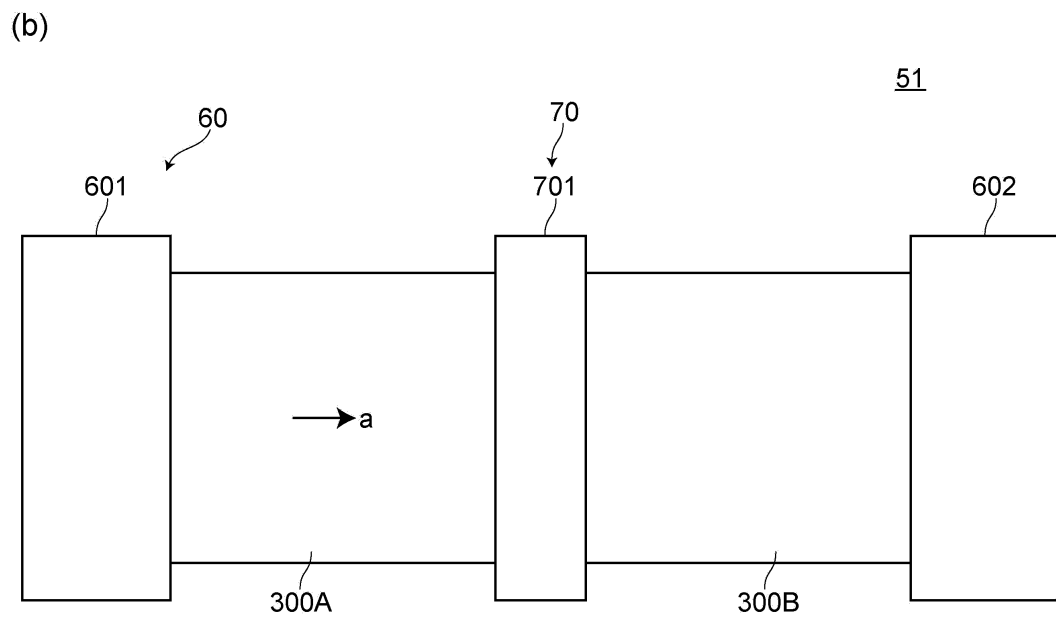
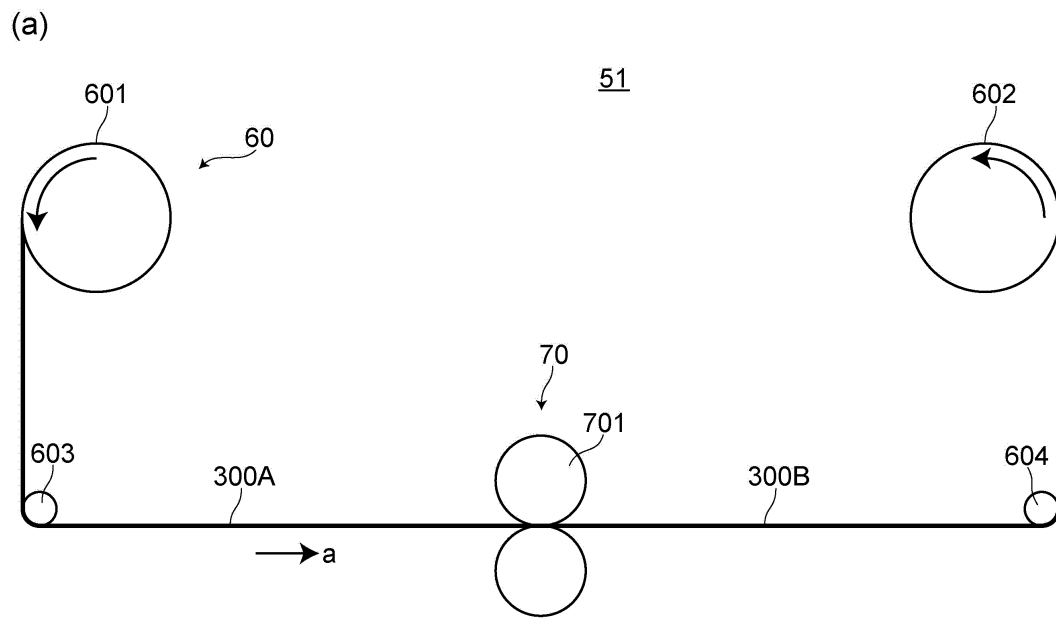
(a)



(b)

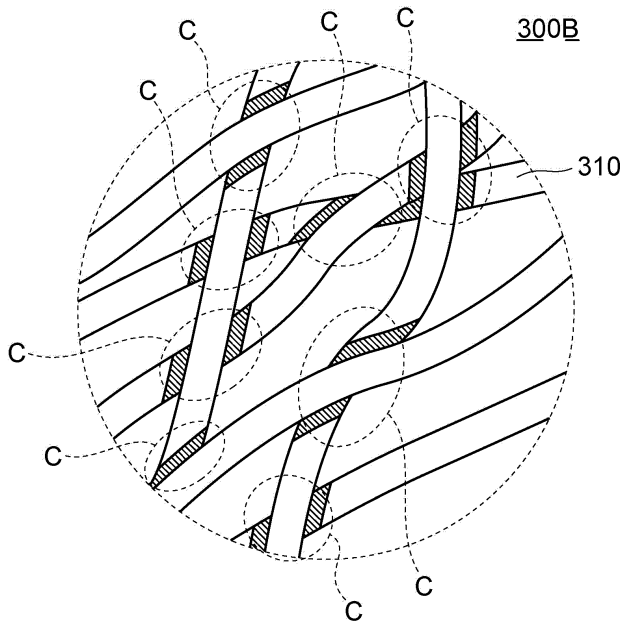


도면4

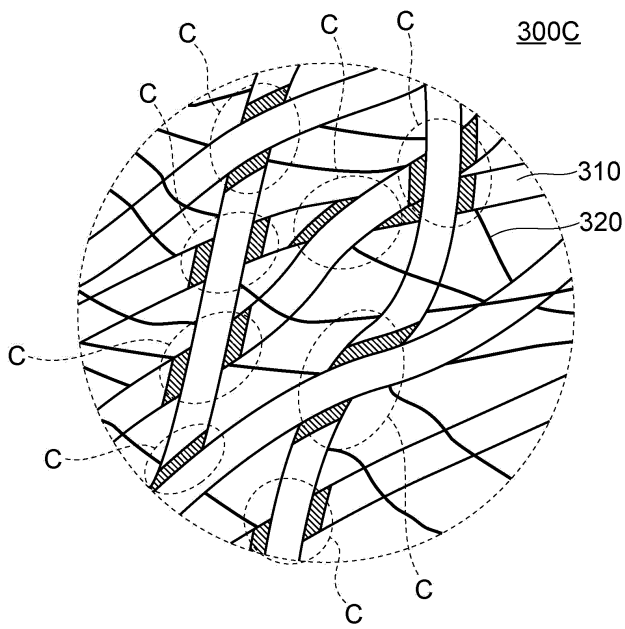


도면5

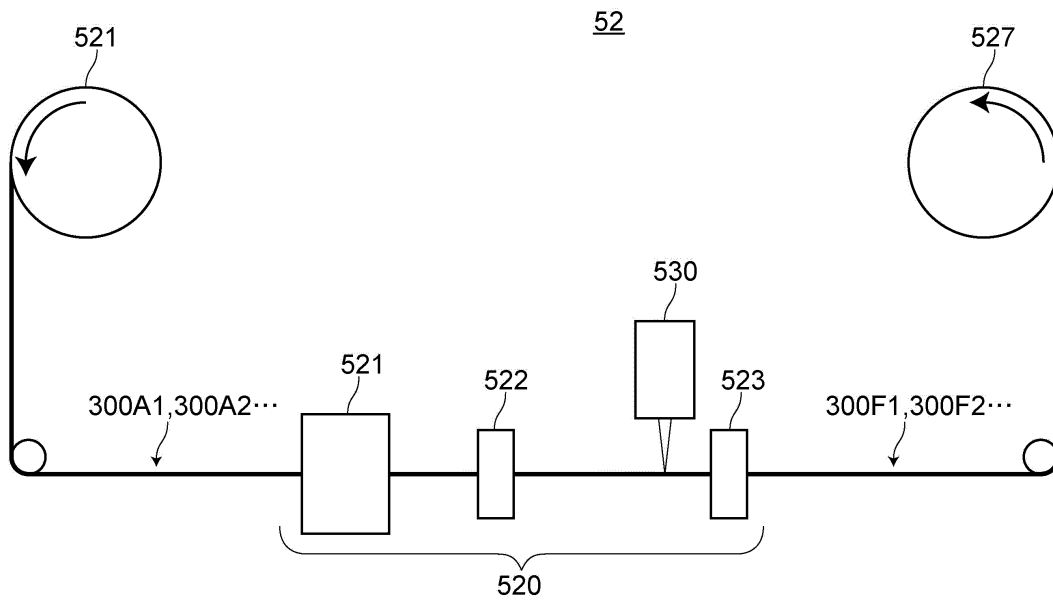
(a)



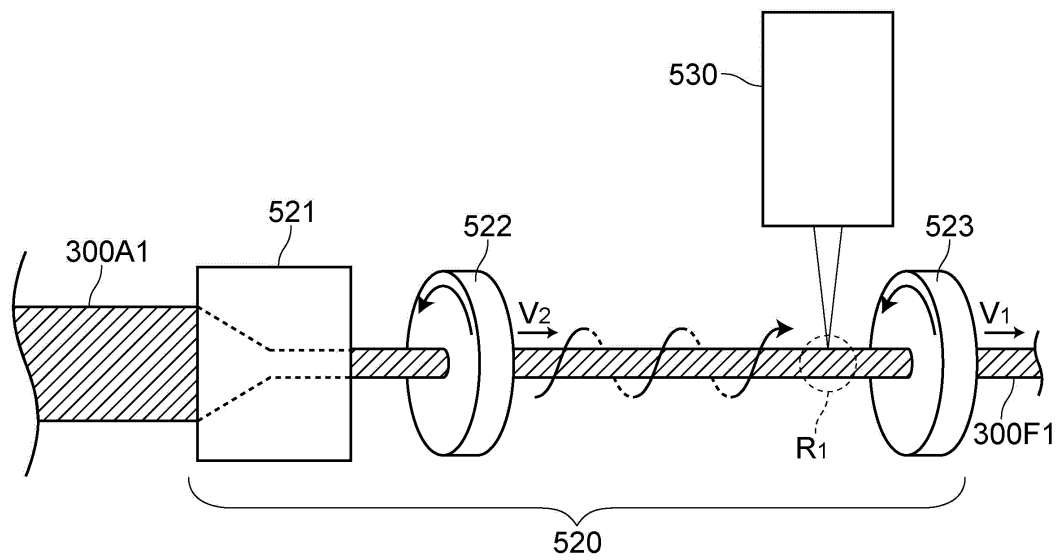
(b)



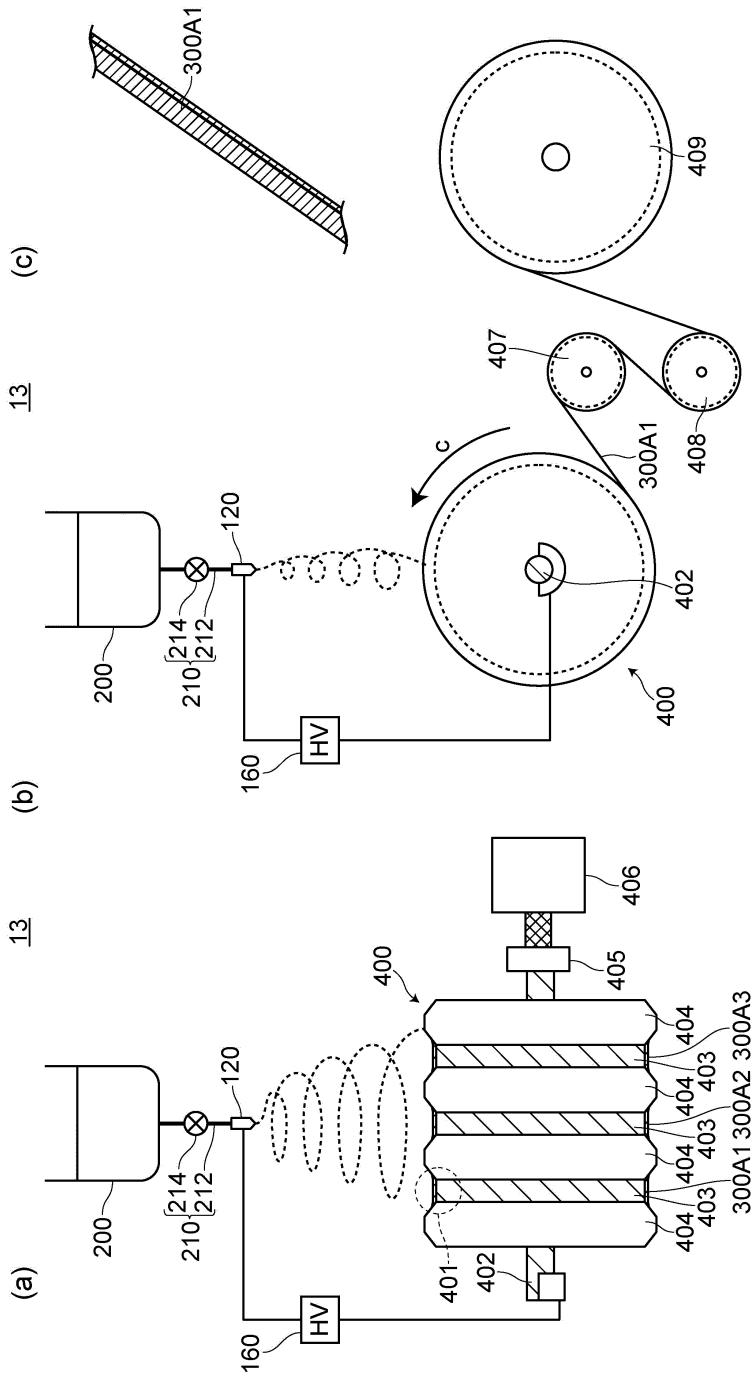
도면7



도면8



도면9



도면10

