

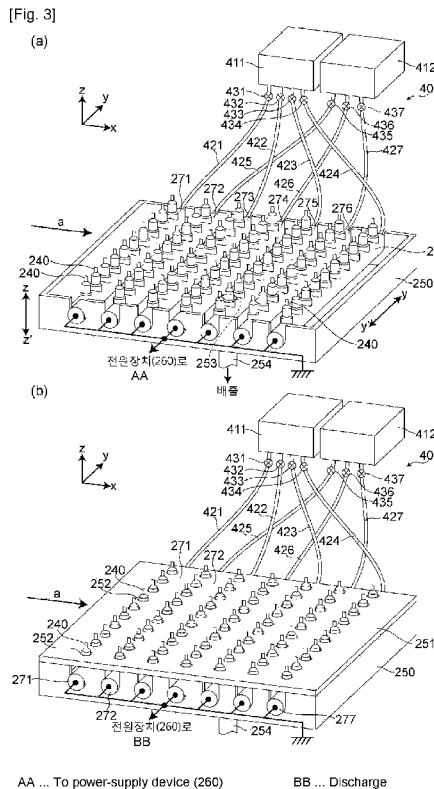


- (51) 국제특허분류:
D01D 4/06 (2006.01) D04H 1/728 (2012.01)
D01D 4/00 (2006.01) D01D 5/00 (2006.01)
D01D 13/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/000847
- (22) 국제출원일: 2012년 2월 6일 (06.02.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
2011-030312 2011년 2월 15일 (15.02.2011) JP
10-2011-0125755 2011년 11월 29일 (29.11.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 주식회사 톱텍 (TOPTEC COMPANY LIMITED) [KR/KR]; 경상북도 구미시 산동면 봉산리 366번지, 730-853 Gyeongsangbuk-do (KR). 신슈 다이가쿠 (SHINSHU UNIVERSITY) [JP/JP]; 나가노현 마즈모토시 아사히 3-1-1, 386-8567 Nagano (JP).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 이재환 (LEE, Jaehwan) [KR/KR]; 경상북도 구미시 산동면 봉산리 366 (주)톱텍, 730-853 Gyeongsangbuk-do (KR).
- (74) 대리인: 오종환 (OH, Jong Hwan); 서울특별시 서초구 양재동 2-11 번지 단성빌딩 402, 137-130 SEOUL (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: ELECTROSPINNING APPARATUS, AND APPARATUS FOR MANUFACTURING NANOFIBERS

(54) 발명의 명칭 : 전기 방사 장치 및 나노 섬유 제조 장치



(57) Abstract: The present invention relates to an electrospinning apparatus and to an apparatus for manufacturing nanofibers. The electrospinning apparatus comprises: a nozzle block (250) in which a plurality of nozzles (240) are two-dimensionally arranged; and a device (400) for supplying polymer solutions. The electrospinning apparatus discharges the polymer solutions onto an elongate sheet so as to deposit the nanofibers. The device (400) for supplying the polymer solutions includes: polymer-solution tanks (411, 412) for storing a plurality of types of polymer solutions that comprise different components therein; and polymer-solution flow pipes (421 to 427) for enabling the plurality of types of polymer solutions to flow therethrough. The nozzle block (250) has tubular bodies (271 to 277), one end of each of which is closed and the other end of each of which serves as a port for supplying the polymer solutions. Each tubular body has a pre-determined number of nozzles (240) arranged in the lengthwise direction of each tubular body. Polymer-solution flow pipes (431 to 437) for enabling the polymer solutions to flow therethrough are connected to the respective ports for supplying the polymer solutions of the tubular bodies. Thus, nozzles can be easily managed, and various methods for supplying polymer solutions can be set.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

AA ... To power-supply device (260)

BB ... Discharge



ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

본 발명은 전계 방사 장치 및 나노 섬유 제조 장치에 관한 것으로서, 복수의 노즐(240)이 2 차원적으로 배치된 노즐 블록(250)과, 폴리머 용액 공급 장치(400)를 구비하고, 장척 시트에 폴리머 용액을 토출함으로써 나노 섬유를 퇴적시키는 전계 방사 장치로서, 폴리머 용액 공급 장치(400)는 성분이 다른 복수 종류의 폴리머 용액을 저류하는 폴리머 용액 탱크(411, 412)와, 폴리머 용액을 종류마다 유통시키는 폴리머 용액 유통 파이프(421~427)를 구비하고, 노즐 블록(250)은 한쪽의 단부가 폐쇄단으로 다른쪽 단부가 폴리머 용액 공급구로 되어 있는 관체 (271~277)를 구비하고, 또한 각 관체에는 노즐(240)이 각 관체의 길이 방향을 따라서 소정수씩 장착되어 있고, 또한 각 관체의 각 폴리머 용액 공급구에는 폴리머 용액을 유통시키기 위한 폴리머 용액 유통 파이프(431~437)가 접속되어 있으며, 노즐의 관리를 용이하게 하고, 또한 폴리머 용액의 공급 방법을 다양하게 설정 가능하게 하는 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 명칭: 전계 방사 장치 및 나노 섬유 제조 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 전계 방사 장치 및 나노 섬유 제조 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 종래, 장척(長尺) 시트의 반송 방향을 따라서 설치된 전계 방사 장치에 의해 전계 방사를 실시함으로써 나노 섬유를 제조하는 나노 섬유 제조 장치가 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).
- [3] 도 9는 종래의 나노 섬유 제조 장치(900)를 설명하기 위해 도시한 도면이다. 종래의 나노 섬유 제조 장치(900)는 도 9에 도시한 바와 같이, 장척 시트(W)를 소정의 반송 방향을 따라서 반송하는 반송 장치(910)와, 상기 반송 장치(910)에 의해 반송되어 가는 장척 시트(W)에 폴리머 용액을 토출하는 것에 의해 장척 시트(W)를 전계 방사하는 전계 방사 장치(920)를 구비하고 있다.
- [4] 전계 방사 장치(920)는 컬렉터(930)와, 컬렉터(930)에 대향하는 위치에 설치되고, 폴리머 용액을 토출하는 복수의 노즐(940)이 소정의 배열 피치로 2 차원적으로 배치된 노즐 블록(950)과, 컬렉터(930)와 노즐 블록(950) 사이에 고전압을 인가하는 전원 장치(960)를 구비한다.
- [5] 종래의 나노 섬유 제조 장치(900)에서 복수의 노즐(940)은 노즐 블록(950)에 직접적으로 장착되어 있고, 폴리머 용액 탱크(970)에 저류(貯留)되어 있는 폴리머 용액이 노즐 블록(950)에 유입된 후에 각 노즐(940)에 공급되도록 되어 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 종래의 나노 섬유 제조 장치(900)에서는 상기한 바와 같이 복수의 노즐(940)은 노즐 블록(950)에 직접적으로 장착되어 있고, 폴리머 용액은 노즐 블록(950)을 통해 각 노즐(940)에 공급되도록 구성되어 있다.
- [7] 이 때문에, 노즐(940)의 보수나 교환 등을 실시하는 경우, 상황에 따라서는 노즐 블록(950) 전체를 전계 방사 장치(920)로부터 분리할 필요가 생기는 경우도 있고, 관리가 용이하지 않은 과제가 있으며, 또한 폴리머 용액의 공급 방법을 다양하게 설정할 수 없는 과제도 있다.
- [8] 따라서, 본 발명은 노즐의 관리를 용이하게 하고, 또한 폴리머 용액의 공급 방법을 다양하게 설정 가능하게 하는 전계 방사 장치 및 나노 섬유 제조 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [9] [1] 본 발명의 전계 방사 장치는 컬렉터와, 상기 컬렉터에 대향하는 위치에 설치되어 폴리머 용액을 토출하는 복수의 노즐이 2 차원적으로 배치된 노즐

블록과, 상기 폴리머 용액을 상기 노즐에 공급하는 폴리머 용액 공급 장치와, 상기 컬렉터와 상기 노즐의 사이에 고전압을 부여하는 전원 장치를 구비하고, 상기 컬렉터와 상기 노즐의 사이를 소정의 반송 방향으로 반송되어 가는 장치 시트에 상기 폴리머 용액을 토출하는 것에 의해 나노 섬유를 퇴적시키는 전계 방사 장치로서, 상기 폴리머 용액 공급 장치는 성분이 다른 복수 종류의 폴리머 용액을 저류하는 폴리머 용액 탱크와, 상기 복수 종류의 폴리머 용액을 폴리머 용액의 종류마다 유통시키는 복수의 폴리머 용액 유통 파이프를 구비하고, 상기 노즐 블록은 상기 장치 시트의 폭방향을 따라서 설치되고, 한쪽의 단부가 폐색단(閉塞端)으로 되어 있고 다른쪽 단부가 폴리머 용액 공급구로 되어 있는 관체(管體)를 상기 장치 시트의 반송 방향을 따라서 복수개 구비하고, 상기 복수의 관체의 각 관체에는 상기 노즐이 상기 각 관체의 길이 방향을 따라서 소정 수씩 장착되어 있고, 또한 상기 각 관체의 각 폴리머 용액 공급구에는 상기 관체에 할당된 종류의 폴리머 용액이 공급되도록, 상기 관체에 할당된 종류의 폴리머 용액을 유통시키는 폴리머 용액 유통 파이프가 접속되어 있는 것을 특징으로 한다.

[10] 본 발명의 전계 방사 장치에 의하면, 노즐 블록의 내부에 설치된 복수의 관체에 노즐을 장착한 구성으로 되어 있다. 따라서, 노즐의 보수나 교환 등을 실시하는 경우, 관체 단위로 노즐의 보수나 교환 등을 실시할 수 있으므로 노즐의 관리를 용이하게 할 수 있다. 또한 예를 들면, 장치 시트의 폭방향을 따라서 나열되어 있는 노즐마다 폴리머 용액의 공급량을 제어하거나, 장치 시트의 폭방향을 따라서 나열되어 있는 노즐마다 다른 종류의 폴리머 용액을 공급하도록, 폴리머 용액의 공급 방법을 다양하게 설정할 수 있다.

[11] [2] 본 발명의 전계 방사 장치에서 상기 각 관체는 상기 노즐 블록에 대해 착탈 자유롭게 장착되어 있는 것이 바람직하다.

[12] 이것에 의해, 각 관체를 노즐 블록으로부터 용이하게 꺼낼 수 있고, 노즐의 보수나 교환 등을 실시하는 경우, 관체 단위로 노즐의 보수나 교환 등을 용이하게 실시할 수 있다.

[13] [3] 본 발명의 전계 방사 장치에서 상기 폴리머 용액 유통 파이프에는 상기 각 관체마다 폴리머 용액의 공급량의 제어를 가능하게 하는 폴리머 용액 공급량 제어 밸브가 상기 각 관체에 대응하여 설치되어 있는 것이 바람직하다.

[14] 이와 같은 구성을 갖는 것에 의해, 각 관체마다 폴리머 용액의 공급량의 제어를 가능하게 할 수 있다. 또한, 예를 들면, 각 관체마다 폴리머 용액의 종류가 할당되어 있는 경우, 각 관체에 할당되어 있는 종류의 폴리머 용액의 공급량을 각 관체마다 제어할 수 있으므로, 종류가 다른 폴리머 용액의 배분 등을 다양하게 설정할 수 있다. 또한, 본 발명에서, 「폴리머 용액의 공급량의 제어를 가능하게 한다」라고 하는 것은, 폴리머 용액 공급량 제어 밸브의 개량(開量)을 제로에서 최대까지 제어 가능하게 하는 것을 의미하고 있다. 이것에 의해, 폴리머 용액의 공급량을 제로에서 최대값까지의 사이에서 임의로 제어

가능하게 한다.

- [15] [4] 본 발명의 전계 방사 장치에서 상기 폴리머 용액 유통 파이프에는 상기 폴리머 용액의 종류마다 상기 폴리머 용액의 공급량을 일괄 제어 가능하게 하는 폴리머 용액 공급량 제어 밸브가 설치되어 있는 것이 바람직하다.
- [16] 이와 같은 구성을 갖는 것에 의해, 폴리머 용액의 종류마다 공급량의 제어를 일괄하여 실시할 수 있으므로, 종류가 다른 폴리머 용액의 배분 등을 간편히 변경할 수 있다.
- [17] [5] 본 발명의 전계 방사 장치에서 상기 폴리머 용액 탱크는 상기 폴리머 용액의 종류마다 개별로 설치되어 있는 것이 바람직하다.
- [18] 이와 같은 구성으로 함으로써, 복수 종류의 폴리머 용액을 각 종류의 폴리머 용액마다 저류할 수 있다.
- [19] [6] 본 발명의 전계 방사 장치에서 상기 폴리머 용액 탱크는 상기 복수 종류의 폴리머 용액을 상기 폴리머 용액의 종류마다 저류 가능하게 하는 복수의 폴리머 용액 저류실이 형성되도록 내부가 분할되어 있는 것을 특징으로 하는 전계 방사 장치.
- [20] 이와 같은 구성으로 하는 것에 의해서도 복수 종류의 폴리머 용액을 각 종류의 폴리머 용액마다 저류할 수 있다.
- [21] [7] 본 발명의 전계 방사 장치에서 상기 각 관체에 장착되어 있는 노즐은, 상기 노즐 블록을 상기 반송 방향을 따라서 보았을 때는 동일한 종류의 폴리머 용액이 할당되어 있는 각 관체에 장착되어 있는 각 노즐에 의한 반송 방향의 열이, 상기 장치 시트의 면과 평행한 평면상에서 상기 반송 방향에 대해 소정 각도의 기울기를 가진 직선상에 나열하도록 상기 각 관체에 장착되어 있는 것이 바람직하다.
- [22] 각 관체에 장착되는 노즐을 이와 같은 배열로 함으로써, 각 관체의 길이 방향(장치 시트의 폭 방향)의 노즐의 장착 위치가 동일한 종류의 폴리머 용액이 할당되어 있는 관체 중 인접하는 관체에 있어서 서로 어긋난 위치가 된다. 이것에 의해 반송 방향을 따라서 반송되어 가는 장치 시트에 대해 각 종류의 폴리머 용액으로 이루어진 나노 섬유를 각각 불균형없이 균일하게 퇴적시킬 수 있다.
- [23] [8] 본 발명의 전계 방사 장치에서는 상기 노즐 및 각 관체는 도전성 부재로 이루어지고, 상기 전원 장치의 양전극 및 음전극 중 한쪽의 전극은 상기 컬렉터에 접속되며, 상기 전원 장치의 양전극 및 음전극 중 다른쪽 전극은 상기 각 관체에 접속되고, 상기 각 관체의 측을 접지 전위로 하고 있는 것이 바람직하다.
- [24] 이와 같이 각 관체측을 접지 전위로 하고 있으므로, 각 관체에 전기적으로 접속되어 있는 구성요소(예를 들면, 노즐 블록, 하우징체를 비롯하여 「노즐로부터 토출되기 전의 폴리머 용액」, 「폴리머 용액을 각 관체에 공급하기 위한 폴리머 용액 공급 장치」 등) 전체가 접지 전위가 되므로, 이들

각 구성요소를 고내전압 사양으로 할 필요가 없어진다. 따라서, 이들 각 구성요소를 고전압 사양으로 하는 것에 기인하여 전계 방사 장치의 기구가 복잡화되지 않게 된다.

- [25] 또한, 「폴리머 용액을 각 관체에 공급하기 위한 폴리머 용액 공급 장치」에는 폴리머 용액 탱크, 폴리머 용액 유통 파이프 및 폴리머 용액 공급량 제어 밸브 등이 포함되어 있다.
- [26] [9] 본 발명의 전계 방사 장치에서는 상기 장척 시트의 폭방향을 따라서 상기 노즐 블록을 소정의 주기로 왕복 운동시키는 왕복 운동 구동부를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [27] 이와 같은 왕복 운동 구동부를 구비하는 것에 의해, 노즐 블록을 장척 시트의 폭방향을 따라서 왕복 운동시킬 수 있다. 이 경우, 왕복 운동 주기를 적절한 주기가 되도록 제어하면, 반송 방향으로 반송되어 가는 장척 시트에 대해, 각 노즐의 토출 위치가 다른 노즐의 토출 위치에 가능한 한 중복되지 않도록 할 수 있다. 이것에 의해 장척 시트(W)의 폴리머 섬유의 퇴적량을 균일화할 수 있다.
- [28] [10] 본 발명의 전계 방사 장치에서는 상기 노즐 블록과 상기 컬렉터의 간격을 조정 가능하도록 상기 노즐 블록을 구동시키는 간격 조정 구동부를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [29] 이와 같은 간격 조정 구동부를 구비함으로써 노즐 블록과 컬렉터의 간격을 조정할 수 있다. 이 경우, 전계 방사를 개시하기 전에 컬렉터와 노즐 블록의 간격을 최적의 간격으로 조정해 두면, 노즐 블록과 컬렉터의 거리가 최적으로 설정된 상태에서 전계 방사를 실시할 수 있다. 또한, 컬렉터와 노즐 블록의 간격은 전계 방사 장치의 방사 조건, 폴리머 용액의 종류, 나노 섬유의 평균 직경, 나노 섬유 부직포의 두께 등을 고려하여 결정할 수 있다.
- [30] [11] 본 발명의 나노 섬유 제조 장치는 장척 시트를 소정의 반송 방향으로 반송하는 반송 장치와, 상기 소정의 반송 방향으로 반송되어 가는 장척 시트를 전계 방사하는 전계 방사 장치를 구비한 나노 섬유 제조 장치로서, 상기 전계 방사 장치는 [1] 내지 [10] 중 어느 하나에 기재된 전계 방사 장치인 것을 특징으로 한다.
- [31] 본 발명의 나노 섬유 제조 장치에 의하면, 본 발명의 전계 방사 장치를 구비하므로 원하는 성능을 가진 나노 섬유를 안정적으로 생산하는 것이 가능해진다.
- [32] [12] 본 발명의 나노 섬유 제조 장치에서 상기 반송 장치는 상기 장척 시트를 공급하는 공급 롤러와, 상기 장척 시트를 소정의 반송 속도로 반송시키고, 또한 상기 전계 방사 장치에서 나노 섬유가 퇴적된 장척 시트를 감는 감기 롤러와, 상기 감기 롤러를 구동하는 감기 롤러 구동부와, 상기 전계 방사 장치보다 상기 공급 롤러측 및 상기 감기 롤러측에 각각 설치되고, 상기 장척 시트에 소정의 장력을 부여하기 위한 제 1 텐션 롤러 및 제 2 텐션 롤러를 구비하는 것이 바람직하다.

- [33] 이와 같은 구성을 가지는 것에 의해, 장척 시트를 반송 방향을 따라서 적절한 장력으로 반송시킬 수 있다.
- [34] [13] 본 발명의 나노 섬유 제조 장치에서 상기 제 1 텐션 롤러는 상기 제 1 텐션 롤러의 한쪽의 단부 및 다른쪽 단부의 수직 방향 및 수평 방향의 적어도 한쪽의 위치를 각 단부마다 독립하여 조정 가능하게 하는 제 1 텐션 롤러 위치 조정 기구를 구비하고, 상기 제 2 텐션 롤러는 상기 제 2 텐션 롤러의 한쪽의 단부 및 다른쪽 단부의 수직 방향 및 수평 방향의 적어도 한쪽의 위치를 각 단부마다 독립하여 조정 가능하게 하는 제 2 텐션 롤러 위치 조정 기구를 구비하는 것이 바람직하다.
- [35] 이와 같은 구성을 가지는 것에 의해, 장척 시트의 반송 방향의 오차를 수정할 수 있고, 또한 적절한 장력이 되도록 장력의 조정도 용이하게 실시할 수 있다.
- [36] [14] 본 발명의 나노 섬유 제조 장치에서 상기 반송 장치는 상기 감기 롤러의 상기 나노 섬유가 퇴적된 장척 시트의 감기량을 나타내는 감기량 계측 정보를 출력하는 감기량 계측 정보 출력장치와, 상기 감기량 계측 정보 출력장치로부터 출력된 감기량 계측 정보에 기초하여 상기 감기 롤러 구동부를 제어하는 반송 속도 제어장치를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [37] 이와 같은 구성으로 하는 것에 의해, 감기 롤러의 「나노 섬유가 퇴적된 장척 시트」의 감기량이 변화해도 장척 시트의 반송 속도를 항상 일정하게 유지할 수 있다.
- [38] [15] 본 발명의 나노 섬유 제조 장치에서 상기 반송 장치는 상기 전계 방사 장치와 감기 롤러 사이의 소정 위치에 설치되고, 상기 나노 섬유가 퇴적된 장척 시트를 상기 장척 시트의 폭방향을 따라서 절단하기 위한 절단 장치를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [39] 이와 같은 구성을 가지는 것에 의해, 「나노 섬유를 퇴적시킨 장척 시트」를 감기 롤러에 의해 소정량 감으면, 상기 「나노 섬유를 퇴적시킨 장척 시트」를 소정 위치에서 절단할 수 있다. 이 경우, 「나노 섬유를 퇴적시킨 장척 시트」를 감지 않은 감기 롤러를 새로 장착하고, 후속(後續)의 「나노 섬유를 퇴적시킨 장척 시트」의 선단을 상기 감기 롤러에 장착한다. 이와 같은 조작을 반복함으로써 「나노 섬유를 퇴적시킨 장척 시트」를 소정의 감기량마다 용이하게 꺼낼 수 있다.
- [40] 또한, 본 발명의 나노 섬유 제조 장치에 의하면, 고기능·고감성 텍스타일 등의 의료품(衣料品), 헬스케어, 스킨 케어 등 미용 관련 용품, 와이핑클로스, 필터 등 산업 자재, 2차 전지의 세퍼레이터, 콘덴서의 세퍼레이터, 각종 촉매의 담체, 각종 센서 재료 등의 전자·기계 재료, 재생 의료(醫療) 재료, 바이오메디칼 재료, 의료용 MEMS 재료, 바이오센서 재료 등의 의료 재료 그 외의 폭넓은 용도로 사용 가능한 나노 섬유를 제조할 수 있다.

발명의 효과

- [41] 본 발명은 노즐의 관리를 용이하게 하고, 또한 폴리머 용액의 공급 방법을 다양하게 설정할 수 있는 전계 방사 장치 및 나노 섬유 제조 장치를 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [42] 도 1은 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치(1)를 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [43] 도 2는 도 1의 전계 방사 장치(200)를 꺼내 도시한 확대도이다.
- [44] 도 3은 노즐 블록(250)을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [45] 도 4는 노즐(240)의 배열을 모식적으로 도시한 도면이다.
- [46] 도 5는 주 제어장치(300)의 구성을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [47] 도 6은 폴리머 용액 공급 장치(400)의 제 1 변형예를 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [48] 도 7은 폴리머 용액 공급 장치(400)의 제 2 변형예를 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [49] 도 8은 폴리머 용액 공급 장치(400)의 제 3 변형예를 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [50] 도 9는 종래의 나노 섬유 제조 장치(900)의 정면도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [51] 이하, 본 발명의 나노 섬유 제조 장치에 대해, 도면에 도시한 실시형태에 기초하여 설명한다.
- [52] 1. 실시형태에 따른 전계 방사 장치 및 나노 섬유 제조 장치
- [53] 도 1은 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치(1)를 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 1의 (a)는 나노 섬유 제조 장치(1)의 정면도이고, 도 1의 (b)는 나노 섬유 제조 장치(1)의 평면도이다. 또한, 도 1에서는 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치를 구성하는 하우징체 등의 도시는 생략되어 있다. 또한 도 1의 (a)에서 일부의 부재는 단면도로 도시하고 있다.
- [54] 도 2는 도 1의 전계 방사 장치(200)를 꺼내 도시한 확대도이다.
- [55] 도 3은 노즐 블록(250)을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 3의 (a)는 노즐 블록(250)의 덮개체(251)를 분리한 경우의 사시도이고, 도 3의 (b)는 노즐 블록(250)의 덮개체(251)를 장착한 경우의 사시도이다. 도 4는 노즐(240)의 배열을 모식적으로 도시한 도면이다. 도 5는 주 제어장치(300)를 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [56] 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치(1)는 도 1에 도시한 바와 같이, 장척 시트(W)를 소정의 반송 방향(a)으로 반송하는 반송 장치(100)와, 반송 방향(a)을 따라서 반송되어 가는 장척 시트(W)를 전계 방사하는 전계 방사 장치(200)와, 반송 장치(100)의 각 동작부(후술함) 및 전계 방사 장치(200)의 각 동작부를 제어하는 주 제어장치(300)를 구비한다.

- [57] 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치(1)는 상기한 각 구성요소 이외에도 장척 시트(W)에 나노 섬유를 퇴적시킬 때 발생하는 휘발성 성분을 연소하여 제거하는 VOC 처리 장치와, 전계 방사 장치(200)에 이상이 검출된 경우, 전계 방사 장치(200)의 전계 방사실(212)에 불활성 가스를 공급하는 불활성 가스 공급 장치 등을 구비하지만, 이들 도시는 생략한다.
- [58] 반송 장치(100)는 도 1에 도시한 바와 같이, 전계 방사되기 전의 장척 시트(W)를 공급하는 공급 롤러(101)와, 나노 섬유를 퇴적시킨 장척 시트(W)를 가열하는 가열 장치(117)와, 가열 장치(117)로 가열된 「나노 섬유를 퇴적시킨 장척 시트(W)」를 감는 감기 롤러(102)를 구비한다. 또한, 가열 장치(117)의 가열 온도는 장척 시트(W)나 나노 섬유의 종류에 따라서 다르지만, 예를 들면, 「장척 시트(W)」를 50°C~300°C의 온도로 가열할 수 있다. 또한 「나노 섬유를 퇴적시킨 장척 시트(W)」를 가열한 상태의 것을 나노 섬유 부직포라고 부르기도 한다.
- [59] 또한 반송 장치(100)는 공급 롤러(101)와 감기 롤러(102) 사이에 설치되는 보조 롤러(103, 104, 105, 106)와, 전계 방사 장치(200)보다 공급 롤러(101)측 및 감기 롤러(102)측에 각각 설치되고, 장척 시트(W)에 소정의 장력을 부여하기 위한 제 1 텐션 롤러(107) 및 제 2 텐션 롤러(108)와, 제 1 텐션 롤러(107)의 한쪽의 단부 및 다른쪽 단부에 각각 설치되고, 제 1 텐션 롤러(107)의 위치 조정을 실시하기 위한 제 1 텐션 롤러 위치 조정 기구(109a, 109b)와, 제 2 텐션 롤러(108)의 한쪽의 단부 및 다른쪽 단부에 각각 설치되고, 제 2 텐션 롤러(108)의 위치 조정을 실시하기 위한 제 2 텐션 롤러 위치 조정 기구(110a, 110b)를 구비한다.
- [60] 또한 반송 장치(100)는 감기 롤러(102)를 구동하는 감기 롤러 구동부(111)와, 감기 롤러(102)의 감기량을 계측하기 위한 정보(감기량 계측 정보라고 함)를 출력하는 감기량 계측 정보 출력장치(112)와, 가열 장치(117)와 감기 롤러(102)의 사이에 설치되고, 가열 장치(117)로 가열된 「나노 섬유를 퇴적시킨 장척 시트(W)」, 즉 나노 섬유 부직포를 한쪽의 면측(하면측)으로부터 지지하는 지지대(113)와, 지지대(113)상에 존재하는 나노 섬유 부직포를 상기 나노 섬유 부직포의 폭방향을 따라서 절단하기 위한 절단 장치(114)를 구비하고 있다.
- [61] 감기량 계측 정보 출력장치(112)로서는 예를 들면, 레이저 거리 센서 등을 이용할 수 있다. 감기량 계측 정보 출력장치(112)로서 레이저 거리 센서를 이용하는 경우, 레이저 거리 센서에 의해 감기 롤러(102)에 감긴 나노 섬유 부직포의 직경을 계측하고, 그 계측 결과를 감기량 계측 정보로서 주 제어장치(300)의 반송 속도 제어부(310)(도 5 참조)에 보낸다. 또한 절단 장치(114)는 나노 섬유 부직포를 절단 할 때, 나노 섬유 부직포를 지지대(113)상에서 누르는 누름판(115)과, 나노 섬유 부직포를 상기 나노 섬유 부직포의 폭방향으로 절단하는 커터(116)를 구비하고 있다.
- [62] 제 1 텐션 롤러 위치 조정 기구(109a, 109b)는 제 1 텐션 롤러(107)의 한쪽의 단부 및 다른쪽 단부의 수직 방향 및 수평 방향의 적어도 한쪽의 위치를 각

- 단부마다 독립하여 조정 가능하게 하는 기구를 구비하고 있다.
- [63] 제 2 텐션 롤러 위치 조정 기구(110a, 110b)는 제 2 텐션 롤러(108)의 한쪽의 단부 및 다른쪽 단부의 수직 방향 및 수평 방향의 적어도 한쪽의 위치를 각 단부마다 독립하여 조정 가능하게 하는 기구를 구비하고 있다.
- [64] 제 1 텐션 롤러 위치 조정 기구(109a, 109b)는 제 1 텐션 롤러(10)의 한쪽의 단부 및 다른쪽 단부마다 설치된 핸들 등의 조작부를 조작하는 것에 의해, 제 1 텐션 롤러(107)의 각 단부를 각 단부마다 독립하여 수직 방향 및 수평 방향의 적어도 한쪽 방향으로 각 단부를 이동시킬 수 있고, 그것에 따라서 제 1 텐션 롤러(107)의 기울기를 소정 범위로 조정 가능하게 하는 것이다. 제 1 텐션 롤러 위치 조정 기구(109a, 109b)도 제 2 텐션 롤러(108)에 대해 동일한 조작을 실시할 수 있다.
- [65] 제 1 텐션 롤러(107) 및 제 2 텐션 롤러(108)에 이와 같은 제 1 텐션 롤러 위치 조정 기구(109a, 109b) 및 제 2 텐션 롤러 위치 조정 기구(110a, 110b)가 설치되어 있는 것에 의해, 전계 방사 장치(200)를 통과하는 장척 시트(W)의 장력을 적절한 장력으로 할 수 있다. 또한 반송 방향(a)에 대한 장척 시트(W)의 폭방향의 「오차」, 즉, 장척 시트(W)가 폭방향(y축을 따르는 방향)으로 어긋난 경우의 「오차」를 보정할 수 있다. 이것에 의해, 장척 시트(W)를 전계 방사하는데 최적의 반송 상태로 반송시킬 수 있다.
- [66] 반송 속도 제어부(310)는 감기량 계측 정보에 기초하여 장척 시트(W)의 반송 속도가 소정 속도(일정 속도)가 되도록 감기 롤러 구동부(111)를 제어한다. 즉, 반송 속도 제어부(310)는 감기량 계측 정보 출력장치(112)로부터 보내져 온 감기량 계측 정보에 기초하여 장척 시트(W)의 반송 속도가 소정 속도(일정 속도)가 되도록 감기 롤러 구동부(111)를 제어한다.
- [67] 전계 방사 장치(200)는 도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이, 도전성을 갖는 하우징체(210)와, 장척 시트(W)가 반송되는 것을 보조하는 보조 벨트 장치(220)와, 하우징체(210)에 절연부재(211)를 통해 장착된 컬렉터(230)와, 컬렉터(230)에 대향하는 위치에 설치되어 폴리머 용액을 토출하는 복수의 노즐(240)을 구비한 노즐 블록(250)과, 컬렉터(230)와 노즐(240) 사이에 고전압(예를 들면, 10kV~80kV)을 인가하는 전원 장치(260)와, 컬렉터(230)와 노즐 블록(250)을 덮는 소정의 공간을 형성하는 전계 방사실(212)을 구비한다.
- [68] 또한 전계 방사 장치(200)는 도 1 및 도 2에는 도시되어 있지 않지만, 폴리머 용액을 노즐(240)에 공급하는 폴리머 용액 공급 장치(400)를 구비하고 있다(도 3 참조).
- [69] 또한, 절연부재(211)는 예를 들면, 폴리아미드, 폴리아세탈, 폴리카보네이트, 변성 폴리페닐렌에테르, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 비정(非晶) 폴리아릴레이트, 폴리설폰, 폴리에테르설폰, 폴리페닐렌설파이드, 폴리에테르에테르케톤, 폴리이미드, 폴리에테르이미드, 불소 수지, 액정 폴리머, 폴리프로필렌, 고밀도 폴리에틸렌 또는 폴리에틸렌을 바람직하게 이용할 수 있다.

- [70] 보조 벨트 장치(220)는 도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이, 장척 시트(W)의 반송 속도에 동기하여 회전하는 보조 벨트(221)와, 보조 벨트(221)를 회전 구동시키는 구동 롤러(222)와, 구동 롤러(222)에 의해 보조 벨트(221)가 회전하는 것에 의해서 회전하는 종동 롤러(223)를 구비하고 있다.
- [71] 또한, 도 1 및 도 2에서는 좌측 롤러를 구동 롤러(222)로 하고, 우측 롤러를 종동 롤러(223)로 하고 있지만, 반대라도 좋고, 또한 2개의 롤러의 회전을 동기 시킬 수 있으면, 양쪽 모두 구동 롤러로 해도 좋다.
- [72] 보조 벨트(221)는 절연성, 또 다공성 엔드리스 벨트로 이루어진다. 또한 보조 벨트(221)는 0.7mm~10.0mm의 두께를 가진 폴리머 기재로 이루어지는 것이 바람직하다. 폴리머로서는, 폴리에틸렌, 폴리아세틸렌, 폴리우레탄, 폴리프로필렌, 나일론 등의 폴리아미드, 폴리아세탈, 폴리카보네이트, 변성 폴리페닐렌에테르, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 비정 폴리아릴레이트, 폴리설폰, 폴리에테르설폰, 폴리페닐렌설파이드, 폴리에테르에테르케톤, 폴리아미드, 폴리에테르이미드, 불소 수지, 액정 폴리머 등을 바람직하게 이용할 수 있다.
- [73] 보조 벨트 장치(220)는 보조 벨트(221)가 컬렉터(230)를 둘러싸도록 설치되어 있다. 그리고, 장척 시트(W)는 보조 벨트(221)의 외주측에 접촉된 상태로 구동 롤러(222)측에서 접혀 반송된다.
- [74] 이와 같이, 컬렉터(230)와 장척 시트(W)의 사이에 보조 벨트(221)가 설치되어 있는 것에 의해, 장척 시트(W)는 양측의 고전압이 인가되어 있는 컬렉터(230)에 당겨지지 않고 원활하게 반송되게 된다. 또한 보조 벨트(221)는 절연성 또 다공성 엔드리스 벨트로 이루어지므로, 컬렉터(230)와 노즐(240) 사이에 형성되는 전계 분포에 큰 영향을 미치지 않는다.
- [75] 또한 보조 벨트(221)의 폭은 컬렉터(230)의 폭보다 넓은 것을 이용한다. 이것에 의해, 장척 시트(W)와 컬렉터(230)의 사이에 보조 벨트(221)가 확실하게 존재하게 되고, 장척 시트(W)가 컬렉터(230)에 당겨지거나, 장척 시트(W)의 원활한 반송이 방해받는 것을 확실하게 방지하는 것이 가능해진다.
- [76] 노즐 블록(250)은 도 3에 도시한 바와 같이, 한쪽 단부가 폐색단으로 되어 있고, 다른쪽 단부가 폴리머 용액 공급구로 되어 있는 복수개(7개로 함)의 관체(271~277)를 구비하고 있다. 관체(271~277)는 각각의 관체가 장척 시트(W)의 폭방향을 따라서 설치되어 있다. 즉, 관체(271~277)는 각각의 관체가 도 3의 y-y' 방향을 따라서 설치되어 있다. 또한, 관체(271~277)는 각 관체가 노즐 블록(250)에 대해 착탈 자유롭게 장착되어 있다.
- [77] 이들 관체(271~277)에는 각 관체마다 상기 관체의 길이 방향을 따라서 소정수의 노즐(240)이 소정 피치마다 장착되어 있다. 또한, 노즐(240) 및 관체(271~277)는 예를 들면, 구리, 스텐레스강, 알루미늄 등 도전 부재로 이루어지고, 노즐(240)은 관체(271~277)에 대해 전기적으로 접속된 상태로 관체(271~277)에 장착되어 있다.

- [78] 폴리머 용액 공급 장치(400)는 도 3에 도시한 바와 같이, 성분이 다른 복수 종류(종류 A 및 종류 B의 2종류로 함)의 폴리머 용액을 저류하는 2개의 폴리머 용액 탱크(411, 412)(이하, 제 1 폴리머 용액 탱크(411), 제 2 폴리머 용액 탱크(412)라고 함)와, 종류 A의 폴리머 용액 및 종류 B의 폴리머 용액을 이들 폴리머 용액의 종류마다 각 관체(271~277)까지 유통시키는 7개의 폴리머 용액 유통 파이프(421~427)를 구비한다. 또한, 제 1 폴리머 용액 탱크(411) 및 제 2 폴리머 용액 탱크(412)에 저류되어 있는 폴리머 용액을 각 관체(271~277)에 소정의 압력을 가한 상태로 공급 가능하게 하기 위한 폴리머 용액 공급 펌프(도시하지 않음)도 설치되어 있다.
- [79] 또한, 실시형태에 따른 전계 방사 장치(200)에서는 제 1 폴리머 용액 탱크(411)는 종류 A의 폴리머 용액을 저류하는 폴리머 용액 탱크이고, 제 2 폴리머 용액 탱크(412)는 종류 B의 폴리머 용액을 저류하는 폴리머 용액 탱크로 한다. 또한, 폴리머 용액 유통 파이프(421~427) 중 폴리머 용액 유통 파이프(421~424)는 종류 A의 폴리머 용액을 유통시키는 폴리머 용액 유통 파이프이고, 폴리머 용액 유통 파이프(425~427)는 종류 B의 폴리머 용액을 유통시키는 폴리머 용액 유통 파이프로 한다.
- [80] 그리고, 종류 A의 폴리머 용액을 유통시키는 폴리머 용액 유통 파이프(421~424)는 관체(271~277) 중 관체(271, 273, 275, 277)의 각 폴리머 용액 공급구에 접속되고, 종류 B의 폴리머 용액을 유통시키는 폴리머 용액 유통 파이프(425~427)는 관체(271~277) 중 관체(272, 274, 276)의 각 폴리머 용액 공급구에 접속되어 있다.
- [81] 또한, 폴리머 용액 유통 파이프(421~427)에는 폴리머 용액의 공급량의 제어를 가능하게 하기 위한 폴리머 용액 공급량 제어 밸브(431~437)가 설치되어 있다. 또한, 「폴리머 용액의 공급량의 제어를 가능하게 한다」라고 하는 것은, 폴리머 용액 공급량 제어 밸브(431~437)의 개량(開量)을 제로에서 최대까지 제어 가능하게 하는 것을 의미하고 있다. 이것에 의해, 폴리머 용액의 공급량을 제로에서 최대값까지의 사이에서 임의로 제어 가능하게 한다.
- [82] 또한, 도 3에 있어서, 노즐(240)을 나타내는 부호는 도면의 간소화를 위해, 각 일부의 노즐에만 부여되어 있다.
- [83] 또한 각 관체(271~277)에 장착되어 있는 노즐(240)은 노즐 블록(250)을 반송 방향(a)을 따라서 봤을 때는, 동일한 종류의 폴리머 용액이 할당되어 있는 각 관체에 장착되어 있는 각 노즐에 의한 반송 방향의 열이, 장착 시트(W)의 면과 평행한 평면상에 있어서 반송 방향(a)에 대해 소정 각도의 기울기를 가진 직선상에 나열하도록 각 관체에 장착되어 있다.
- [84] 즉, 실시형태에 따른 전계 방사 장치(200)에서는 도 4에 도시한 바와 같이, 종류 A의 폴리머 용액이 할당되어 있는 각 관체(271, 273, 275, 277)에 장착되어 있는 노즐(240)의 반송 방향(a)의 열이, 장착 시트(W)의 면과 평행한 평면상에 있어서 반송 방향(a)에 대해 소정 각도($\theta 1$)의 기울기를 가진 직선(L1)으로 나열하도록 각

관체(271, 273, 275, 277)에 장착되어 있고, 또한 종류 B의 폴리머 용액이 할당되어 있는 각 관체(272, 274, 276)에 장착되어 있는 노즐(240)의 반송 방향(a)의 열이, 장치 시트(W)의 면과 평행한 평면상에서 반송 방향(a)에 대해 소정 각도(θ)의 기울기를 가진 직선(L2)으로 나열하도록 각 관체(272, 274, 276)에 장착되어 있다.

[85] 또한, 도 4에서 종류 A의 폴리머 용액이 할당되어 있는 각 관체(271, 273, 275, 277)에 장착되어 있는 노즐(240)은 백색 동그라미로 나타내고, 종류 B의 폴리머 용액이 할당되어 있는 각 관체(272, 274, 276)에 장착되어 있는 노즐(240)은 회색 동그라미로 나타내고 있다.

[86] 각 노즐(240)이 이와 같은 배열이 되도록 각 노즐(240)을 각 관체(271~277)에 장착하는 것에 의해, 동일한 종류의 폴리머 용액이 할당되어 있는 관체의 길이 방향(장치 시트(W)의 폭방향)의 노즐(240)의 장착 위치가 인접하는 관체에 있어서 서로 어긋난 위치가 되므로, 반송 방향(a)을 따라서 반송되어 가는 장치 시트(W)에 대해 종류 A의 폴리머 용액으로 이루어진 나노 섬유 및 종류 B의 폴리머 용액으로 이루어진 나노 섬유를 각각 불균형 없이 균일하게 퇴적시킬 수 있다.

[87] 또한 노즐 블록(250)은 도 2에 도시한 바와 같이, 폴리머 용액을 각 노즐(240)의 토출구로부터 상부 방향으로 토출하도록 전계 방사 장치(200)의 전계 방사실(212)에 설치되어 있다. 그리고, 각 노즐(240)의 토출구로부터 폴리머 용액을 오버플로우시키면서 각 노즐(240)의 토출구로부터 소정의 폴리머 용액을 토출하여 장치 시트(W)를 전계 방사하여 장치 시트(W)에 나노 섬유를 퇴적시킨다.

[88] 이 때문에, 노즐 블록(250)은 오버플로우한 폴리머 용액을 저류할 수 있는 용기형상을 이루고 있으며, 노즐 블록(250)의 저면에는 폴리머 용액을 배출하기 위한 폴리머 용액 배출구(253)(도 3 참조)가 설치되어 있다. 이 폴리머 용액 배출구(253)에는 폴리머 용액 배출용 파이프(254)가 접속되어 있다. 또한, 폴리머 용액 배출구로부터 배출된 폴리머 용액을 폴리머 용액의 종류마다 회수하면, 각 종류의 폴리머 용액을 재이용하는 것도 가능하다.

[89] 또한 노즐 블록(250)은 도 3의 (b)에 도시한 바와 같이, 상단 개구면이 덮개체(251)에 의해 덮인 상태로 이용된다. 또한, 덮개체(251)에는 각 노즐(240)을 상방으로 돌출시키기 위한 노즐 관통구멍(252)이 각 노즐(240)에 대응하여 설치되어 있다.

[90] 또한 노즐 블록(250)은 왕복 운동 구동부(255)(도 5 참조)에 의해 장치 시트(W)의 폭방향으로 왕복 운동가능하게 되어 있고, 또한 간격 조정 구동부(256)(도 5 참조)에 의해 컬렉터(230)의 간격을 조정 가능하게 하고 있다. 이들 왕복 운동 구동부(255) 및 간격 조정 구동부(256)는 주 제어장치(300)에 의해 제어된다. 또한, 노즐 블록(250)을 장치 시트(W)의 폭방향으로 왕복 운동시키기 위한 기구 및 컬렉터(230)의 간격을 조정하기 위한 기구는 공지된

기구를 이용할 수 있으므로, 이들 각 기구의 구체적인 구조 등은 도시 및 설명을 생략한다.

- [91] 그러나, 전원 장치(260)는 컬렉터(230)와 각 노즐(240)의 사이에 소정의 전압을 부여하지만, 컬렉터(230)와 각 노즐(240)의 사이에 소정의 전압을 부여하기 위해 실시형태에 따른 전계 방사 장치(200)에서는 전원 장치(260)의 한쪽의 전극(양극으로 함)은 컬렉터(230)에 접속하고, 다른쪽 전극(음극으로 함)은 노즐(240)이 아니라 관체(271~277)에 접속하도록 되어 있다. 그리고, 노즐(240)측, 즉 관체(271~277)측이 접지 전위가 되도록 하고 있다.
- [92] 또한, 노즐 블록(250)이 도전성을 가진 부재로 이루어지고, 또한 상기 노즐 블록(250)과 관체(271~277)가 전기적으로 접속된 상태로 되어 있으면, 전원 장치(260)의 음극은 노즐 블록(250)에 접속하도록 해도 좋고, 또한 노즐 블록(250)과 하우징체(210)가 전기적으로 접속된 상태로 되어 있으면, 전원 장치(260)의 음극은 하우징체(210)에 접속하도록 해도 좋다. 어느 경우에도 노즐(240)측, 즉 관체(271~277)측, 노즐 블록(250)측 또는 하우징체(210)측이 접지 전위가 되도록 한다.
- [93] 이와 같이, 노즐(240)측, 즉 관체(271~277)측, 노즐 블록(250)측 또는 하우징체(210)측이 접지 전위가 되도록 하는 것에 의해, 노즐(240), 관체(271~277), 노즐 블록(250) 및 하우징체(210)를 비롯하여 노즐(240)로부터 토출되기 전의 폴리머 용액, 폴리머 용액 공급 장치(400) 전부가 접지 전위가 된다.
- [94] 이것에 의해, 전계 방사 장치(200) 및 나노 섬유 제조 장치(1)를 조작하는 조작자의 안전을 확보할 수 있고, 또한 폴리머 용액 공급 장치(400)를 고내전압 사양으로 할 필요가 없어진다.
- [95] 상기와 같이 구성된 전계 방사 장치(200)는 온도 20°C~40°C, 습도 20%~60%의 분위기로 조정된 방에 설치되는 것이 바람직하다.
- [96] 주 제어장치(300)는 전계 방사 장치(200) 및 반송 장치(100)을 제어하는 기능을 갖고 있다. 구체적으로는 도 5에 도시한 바와 같이, 감기량 계측 정보에 기초하여 반송 속도를 제어하는 반송 속도 제어부(310)와, 노즐 블록(250)을 왕복 운동시키기 위한 왕복 운동 구동부(255)를 제어하는 왕복 운동 제어부(320)와, 노즐 블록(250)의 간격 조정을 실시하기 위한 간격 조정 구동부(256)를 제어하는 간격 조정 제어부(330)를 구비한다.
- [97] 또한 주 제어장치(300)는 이와 같은 제어 외에 전계 방사 장치(200)에서는 전원 장치(260) 및 보조 벨트 장치(220)의 제어를 실시하는 기능을 갖고, 반송 장치(100)에서는 가열 장치(117)를 제어하는 기능을 갖고 있다. 또한 나노 섬유 제조 장치(1) 전체를 고려한 경우에는 VOC 처리 장치(도시하지 않음), 불활성 가스 제어장치(도시하지 않음) 등을 제어하는 기능도 갖고 있다.
- [98] 또한 제 1 텐션 롤러 위치 조정 기구(109a, 109b), 제 2 텐션 롤러 위치 조정 기구(110a, 110b), 절단 장치(114) 등에 모터 등의 구동부를 설치하면, 제 1 텐션

롤러(107), 제 2 텐션 롤러(108)의 위치 제어 및 절단 장치(114)의 절단 제어를 주 제어장치(300)에 의해 실시하는 것도 가능하다. 또한, 절단 장치(114)의 절단 제어를 실시할 경우에는 나노 섬유 부직포의 감기량이 소정량에 이르면, 전계 방사 장치(200)에 의한 전계 방사 동작을 정지하고, 또한 감기 롤러(102)에 의한 나노 섬유 부직포의 감기 등 장치 시트(W)의 반송 동작을 정지한 상태로 누름판(115) 및 커터(116)를 동작시키기 위한 신호를 출력한다. 커터(116)에 의해 나노 섬유 부직포를 절단할 때는 누름판(115)으로 나노 섬유 부직포를 누른 상태로 하여 커터(116)에 의해 나노 섬유 부직포를 절단한다.

[99] 2. 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치를 이용한 나노 섬유 제조 방법

[100] 이하, 상기와 같이 구성된 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치(1)를 이용하여 나노 섬유 부직포를 제조하는 방법에 대해 설명한다.

[101] 우선, 장치 시트(W)를 반송 장치(100)에 설정하고, 그 후, 장치 시트(W)를 공급 롤러로부터 공급하면서 감기 롤러(102)로 감는 것에 의해, 소정의 반송 속도로 반송시킨다. 그리고, 전계 방사 장치(200)에 있어서, 각 관체(271~277)에 장착되어 있는 각 노즐(240)로부터 장치 시트(W)에 폴리머 용액을 토출하는 것에 의해 나노 섬유를 순차 퇴적시킨다.

[102] 또한, 이와 같은 동작을 개시하기 전에, 컬렉터(230)와 노즐 블록(250)의 간격을 간격 조정 구동부(256)에 의해 최적의 간격으로 조정할 수 있다. 컬렉터(230)와 노즐 블록(250)의 간격은 전계 방사 장치(200)의 방사 조건, 폴리머 용액의 종류, 나노 섬유의 평균 직경, 제조해야 할 나노 섬유 부직포의 두께 등을 고려하여 결정할 수 있다. 이것에 의해, 노즐 블록(250)과 컬렉터(230)의 간격이 최적으로 설정된 상태하에서 전계 방사를 실시할 수 있다.

[103] 그러나, 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치(1)에서는 제 1 폴리머 용액 탱크(411)에는 종류 A의 폴리머 용액이 저류되어 있고, 제 2 폴리머 용액 탱크(412)에는 종류 B의 폴리머 용액이 저류되어 있다. 그리고, 종류 A의 폴리머 용액은 폴리머 용액 유통 파이프(421~424)를 유통하여 관체(271, 273, 275, 277)에 공급되고, 종류 B의 폴리머 용액은 폴리머 용액 유통 파이프(425~427)를 유통하여 관체(272, 274, 276)에 공급된다.

[104] 이 때문에, 반송 방향(a)을 따라서 반송되어 가는 장치 시트(W)에 대해, 각 관체(271~277)의 각 노즐(240)로부터는 종류 A의 폴리머 용액과 종류 B의 폴리머 용액이 번갈아 토출된다. 이것에 의해 장치 시트(W)에는 종류 A의 폴리머 용액과 종류 B의 폴리머 용액이 혼합된 상태의 나노 섬유를 퇴적시킬 수 있다.

[105] 또한 장치 시트(W)에 나노 섬유를 순차 퇴적시키는 동작을 실시할 때, 왕복 운동 구동부(255)에 의해 노즐 블록(250)을 장치 시트(W)의 폭방향으로 왕복 운동시키면서 장치 시트(W)에 폴리머 용액을 토출하는 동작을 실시한다. 또한, 왕복 운동 구동부(255)의 왕복 운동 주기는 노즐(240)의 배열 피치와 장치 시트(W)의 반송 속도에 기초하여 설정한다. 즉, 반송 방향(a)으로 반송되어 가는

장척 시트(W)에 대해, 각 노즐(240)의 토출 위치가 다른 노즐의 토출 위치와 가능한 한 중복되지 않도록 왕복 운동 주기를 설정한다. 이것에 의해 장척 시트(W)의 폴리머 섬유의 퇴적량을 균일화할 수 있다.

- [106] 이와 같이 하여 장척 시트(W)에 폴리머 섬유를 퇴적시킨 후, 「나노 섬유를 퇴적시킨 장척 시트(W)」를 가열 장치(117)로 가열하는 것에 의해 나노 섬유 부직포를 제조할 수 있다. 또한, 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치(1)에서는 상기한 바와 같이, 장척 시트(W)에는 다른 종류의 폴리머 용액이 혼합된 상태의 나노 섬유를 퇴적시킬 수 있고, 그것을 가열하는 것에 의해 제조된 나노 섬유 부직포는 한 종류의 폴리머 용액에 의해 제조된 나노 섬유 부직포와는 다른 품질의 나노 섬유 부직포가 되고, 보다 폭넓은 용도로 사용 가능해진다.
- [107] 이와 같이 제조된 나노 섬유 부직포는 감기 롤러(102)에 의해 감긴다. 이 때, 감기량 계측 정보 출력장치(112)가 감기 롤러(102)에 감긴 나노 섬유 부직포의 감기량을 계측하고, 그 계측 결과를 감기량 계측 정보로서 주 제어장치(300)의 반송 속도 제어부(310)에 출력한다. 반송 속도 제어부(310)는 감기량 계측 정보에 기초하여 장척 시트(W)의 반송 속도가 일정 속도가 되도록 감기 롤러 구동부(111)를 제어한다.
- [108] 또한 감기량이 소정량이 된 경우에는 절단 장치(114)에 의해 나노 섬유 부직포를 절단할 수 있다. 절단 장치(114)에 의해 나노 섬유 부직포를 절단할 때는 누름판(115)에 의해 나노 섬유 부직포를 누른 상태로 커터(116)에 의해 절단한다. 나노 섬유 부직포를 절단할 때는 전계 방사 장치(200)에 의한 전계 방사 동작을 정지하고, 또한 감기 롤러(102)에 의한 나노 섬유 부직포의 감기 등 장척 시트(W)의 반송 동작을 정지한 상태로 실시한다.
- [109] 이것에 의해, 감기 롤러(102)에는 소정량의 나노 섬유 부직포가 감긴 상태가 된다. 그리고, 나노 섬유 부직포가 감기지 않은 감기 롤러(102)를 설정하고, 후속의 나노 섬유 부직포의 선단을 감기 롤러(102)에 감고, 순차적으로 제조되어 오는 나노 섬유 부직포를 감아 간다. 이와 같은 조작을 순차적으로 실시함으로써 소정의 감기량만큼 감긴 나노 섬유 부직포를 계속해서 제조할 수 있다.
- [110] 또한, 절단 장치(114)에 의한 절단 동작은 주 제어장치(300)에 의해 자동적으로 절단 동작시키는 것도 가능하다. 즉, 주 제어장치(300)에서는 나노 섬유 부직포의 감기량이 소정량에 이르면, 전계 방사 장치(200)에 의한 전계 방사 동작을 정지하고, 또한 감기 롤러(102)에 의한 나노 섬유 부직포의 감기 등 장척 시트(W)의 반송 동작을 정지한 상태로 누름판(115) 및 커터(116)를 동작시키기 위한 신호를 출력한다. 커터(116)에 의해 나노 섬유 부직포를 절단할 때는 누름판(115)으로 나노 섬유 부직포를 누른 상태로 커터(116)에 의해 나노 섬유 부직포를 절단한다. 이것에 의해, 절단 동작을 자동적으로 실시할 수 있다.
- [111] 또한 나노 섬유 부직포의 제조를 실시하고 있는 도중에 장척 시트(W)의 장력의 조정이나 장척 시트(W)의 폭방향의 위치를 조정할 필요가 생긴 경우에는, 제 1 텐션 롤러 위치 조정 기구(109a, 109b) 및 제 2 텐션 롤러 위치 조정 기구(110a,

110b)를 적절히 조정함으로써 장척 시트(W)를 최적의 장력으로 할 수 있고, 또한 장척 시트(W)의 폭방향의 위치를 최적의 위치로 할 수 있다.

- [112] 여기서, 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 방법의 방사 조건을 예시적으로 도시한다. 장척 시트(W)로서는 각종 재료로 이루어진 부직포, 직물, 편물 등을 이용할 수 있다. 장척 시트(W)의 두께는, 예를 들면 $5\mu\text{m}$ ~ $500\mu\text{m}$ 의 것을 이용할 수 있다.
- [113] 나노 섬유의 원료가 되는 폴리머로서는, 예를 들면 폴리락트산(PLA), 폴리프로필렌(PP), 폴리아세트산비닐(PVAc), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리아미드(PA), 폴리우레탄(PU), 폴리비닐알콜(PVA), 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리에테르이미드(PEI), 폴리카프로락톤(PCL), 폴리락트산글리콜산(PLGA), 폴리불화비닐리덴(PVDF), 실크, 셀룰로스, 키토산 등을 이용할 수 있다.
- [114] 폴리머 용액에 이용하는 용매로서는, 예를 들면 디클로로메탄, 디메틸포름아미드, 디메틸설폭시드, 메틸에틸케톤, 클로로포름, 아세톤, 물, 포름산, 아세트산, 시클로헥산, THF, 데카히드로나프탈렌(Decalin), 디메틸포름아미드(DMAc) 등을 이용할 수 있다. 복수 종류의 용매를 혼합하여 이용해도 좋다. 폴리머 용액에는 도전성 향상제 등의 첨가제를 함유시켜도 좋다.
- [115] 또한 장척 시트(W)의 반송 속도는, 예를 들면 5mm/분~10m/분으로 설정할 수 있다. 노즐과 컬렉터(230)와 노즐 블록(250)에 인가하는 전압은 10kV~80kV로 설정할 수 있다.
- [116] 또한 전계 방사 장치(200)의 전계 방사실(212)의 온도는, 예를 들면 20°C ~ 40°C 로 설정할 수 있다. 전계 방사실(212)의 습도는, 예를 들면 20%~60%로 설정할 수 있다.
- [117] 그러나, 전계 방사를 실시했을 때, 노즐(240)로부터 오버플로우한 폴리머 용액은 폴리머 용액 배출구(253)로부터 폴리머 용액 배출용 파이프(254)를 통해 배출되지만, 배출된 폴리머 용액을 회수하여 나노 섬유의 원료로서 재이용하는 경우에는 도시하지 않은 폴리머 용액 회수 장치를 설치하는 것에 의해 재이용할 수 있다.
- [118] 이 경우, 종류 A의 폴리머 용액과 종류 B의 폴리머 용액을 별도로 회수하는 것이 바람직하다. 그리고, 회수한 종류 A의 폴리머 용액은 폴리머 용액 회수 장치의 종류 A용 재생 탱크에 이송하고, 또한 회수한 종류 B의 폴리머 용액은 폴리머 용액 회수 장치의 종류 B용 재생 탱크로 이송하고, 그 후 회수한 종류 A 및 종류 B의 각각의 폴리머 용액의 조성을 측정하고, 상기 측정 결과에 따라서 종류 A 및 종류 B의 폴리머 용액에 용매 이외의 필요한 성분을 각각 첨가하는 처리를 실시한다.
- [119] 이와 같은 처리를 실시하여 회수한 종류 A 및 종류 B의 폴리머 용액을 원래의 종류 A 및 종류 B의 폴리머 용액, 즉 제 1 폴리머 용액 탱크(411)에 저류되어 있는

종류 A의 폴리머 용액 및 제 2 폴리머 용액 탱크(412)에 저류되어 있는 종류 B의 폴리머 용액의 조성과 동일하거나 매우 가까운 조성을 가진 폴리머 용액으로 재생하는 것이 가능해진다.

- [120] 이것을 실현하기 위해서는 노즐 블록(250)은 내부를 각 관체(271~277)에 대응하여 나누고, 각 관체(271~277)에 대응한 폴리머 용액 회수실을 형성하며, 또한 각 관체(271~277)에 대응한 폴리머 용액 회수실 각각에 폴리머 용액 배출구(253)를 설치한다. 그리고, 이들 각 폴리머 용액 배출구에는 각각 폴리머 용액 배출용 파이프(254)를 접속하고, 각 폴리머 용액 배출용 파이프를 통해 배출되는 종류 A 및 종류 B의 폴리머 용액을 각각 대응하는 종류의 재생 탱크에 공급한다. 이와 같은 구성으로 함으로써 오버플로우한 폴리머 용액을 종류마다 회수하여 종류마다 재생 가능하게 할 수 있다.

[121] 3. 실시형태에 따른 전계 방사 장치 및 나노 섬유 제조 장치의 효과

- [122] 실시형태에 따른 전계 방사 장치(200)에 의하면, 각 노즐(240)은 노즐 블록(250)에 직접적으로 장착되는 것이 아니라 소정 수씩 각 관체(271~277)에 장착되어 있다. 이 때문에, 노즐(240)의 보수나 교환 등을 실시하는 경우에는 노즐의 보수나 교환을 실시해야 하는 관체만을 노즐 블록(250)으로부터 분리하여 실시하면 좋다. 이것에 의해 관체 단위로 노즐의 보수나 교환이 가능해지므로 관리가 용이해진다. 또한 예를 들면, 장치 시트(W)의 폭방향으로 배열되어 있는 관체마다 폴리머 용액의 공급량을 제어하거나 각 관체(271~277)마다 다른 종류의 폴리머 용액을 공급할 수 있다.

- [123] 각 관체(271~277)마다 폴리머 용액의 공급량을 제어할 때는 각 관체(271~277)에 대응하여 설치되어 있는 폴리머 용액 공급량 제어 밸브(431~437)에 의해 용이하게 실시할 수 있다. 또한, 필요에 따라서, 어느 특정의 관체에 대해서는 폴리머 용액을 공급하지 않도록 하는 것도 가능하다.

- [124] 또한, 상기 실시형태에서 설명한 바와 같이, 관체(271, 273, 275, 277)에는 종류 A의 폴리머 용액을 공급하고, 관체(272, 274, 276)에는 종류 B의 폴리머 용액을 공급하도록 관체마다 다른 종류의 폴리머 용액을 공급할 수 있다. 이것에 의해 장치 시트(W)에는 종류 A의 폴리머 용액과 종류 B의 폴리머 용액이 혼합된 상태의 복합 나노 섬유를 퇴적시킬 수 있고, 그것을 가열하는 것에 의해 제조된 나노 섬유 부직포는 한 종류의 폴리머 용액에 의해 제조된 나노 섬유 부직포와는 다른 품질의 나노 섬유 부직포가 되고, 보다 폭 넓은 용도로 사용 가능해진다.

- [125] 이와 같이, 실시형태에 따른 전계 방사 장치(200)에 의하면, 폴리머 용액의 공급 방법을 다양하게 설정할 수 있다.

- [126] 또한, 노즐(240)이 소정 수씩 각 관체(271~277)에 장착되어 있는 것에 의해, 노즐(240)의 보수나 교환 등을 실시하는 경우에는 노즐의 보수나 교환을 실시해야 하는 관체만을 노즐 블록(250)으로부터 분리하여 실시하면 되고, 관체 단위로 노즐의 보수나 교환이 가능해지므로 관리가 용이해지는 효과도 얻어진다.

- [127] 또한 각 관체(271~277)에 장착되는 각 노즐(240)은 도 4에 도시한 바와 같이, 반송 방향(a)에 대해 소정 각도($\theta 1$, θ)의 기울기를 가진 직선(L1, L2)으로 나열하도록 각 관체(271~277)에 장착되어 있다. 이 때문에, 노즐(240)은 각 관체(271~277)의 길이 방향에 있어서 서로 어긋난 위치가 되므로, 장척 시트(W)에 불균형없이 폴리머 용액을 토출할 수 있고, 균일한 두께를 가진 고품질의 나노 섬유를 제조할 수 있다.
- [128] 또한, 실시형태에 따른 전계 방사 장치(200)에 의하면, 노즐(240)측, 즉 관체(271~277)측, 노즐 블록(250)측 또는 하우징체(210)측을 접지 전위로 하고 있으므로 노즐 블록(250), 하우징체(210)을 비롯하여 각 노즐(240)로부터 토출되기 전의 폴리머 용액, 폴리머 용액 공급 장치(400) 전부가 접지 전위가 된다. 이 때문에 전계 방사 장치(200) 및 나노 섬유 제조 장치(1)를 조작하는 조작자의 안전을 확보할 수 있고, 또한 이들 각 구성요소를 고내전압 사양으로 할 필요가 없어진다.
- [129] 또한, 실시형태에 따른 전계 방사 장치(200)에 의하면, 장척 시트(W)의 폭방향을 따라서 노즐 블록(250)을 소정의 주기로 왕복 운동 가능하게 하고 있으므로, 장척 시트(W)의 나노 섬유의 퇴적량을 균일화하는 것이 가능해진다. 또한 노즐 블록(250)과 컬렉터(230)의 간격을 조정 가능하게 하므로, 최적의 조건으로 전계 방사를 실시하는 것이 가능해진다.
- [130] 또한 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치(1)에 의하면, 제 1 텐션 롤러(107) 및 제 2 텐션 롤러(108)의 각 단부의 위치를 조정 가능하게 하므로, 제 1 텐션 롤러(107)와 제 2 텐션 롤러(108) 사이의 장척 시트(W)의 장력을 적절한 장력으로 설정하는 것이 가능한 것은 물론, 반송 방향(a)에 대한 장척 시트(W)의 폭방향을 「오차」 등의 수정도 용이하게 실시할 수 있고, 장척 시트(W)를 항상 적절한 상태로 반송시킬 수 있다. 그것에 의해 균일한 두께를 가진 고품질의 나노 섬유 부직포를 제조할 수 있다.
- [131] 또한 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치(1)에 의하면, 감기 롤러(102)에 감긴 나노 섬유 부직포의 감기량을 계측하고, 계측된 감기량에 기초하여 반송 속도를 제어하도록 하고 있으므로, 전계 방사 장치(200)를 통과하는 장척 시트(W)의 반송 속도를 일정한 속도로 유지할 수 있고, 그것에 의해 균일한 두께를 가진 고품질의 나노 섬유 부직포를 제조할 수 있다.
- [132] 또한 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치(1)에 의하면, 가열 장치(117)와 감기 롤러(102)의 사이에 절단 장치(114)가 설치되어 있으므로 감기 롤러에 소정량의 나노 섬유 부직포가 감기면, 상기 나노 섬유 부직포를 절단할 수 있다. 이 경우, 나노 섬유 부직포가 감기지 않은 감기 롤러를 장착하고, 후속의 나노 섬유 부직포의 선단을 상기 감기 롤러에 접속한다. 이와 같은 조작을 반복함으로써 소정량의 감기가 종료된 나노 섬유 부직포를 용이하게 꺼낼 수 있다.
- [133] 4. 폴리머 용액 공급 장치(400)의 변형예
- [134] 도 6은 폴리머 용액 공급 장치(400)의 제 1 변형예를 설명하기 위해 도시한

도면이다. 또한, 도 6의 (a)는 관체(271~277)를 2개의 그룹으로 나눈 경우를 나타내고, 도 6의 (b)는 관체(271~277)를 3개의 그룹으로 나눈 경우를 나타내고 있다.

[135] 도 7은 폴리머 용액 공급 장치(400)의 제 2 변형예를 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 8은 폴리머 용액 공급 장치(400)의 제 3 변형예를 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[136] 또한, 도 6 내지 도 8에서는 폴리머 용액 공급 장치(400) 및 관체(271~277)를 간략화하여 모식적으로 도시하고 있다. 또한, 각 관체(271~277)에 장착되어 있는 각 노즐(240)은 도시를 생략하고 있다.

[137] [제 1 변형예]

[138] 폴리머 용액 공급 장치(400)의 제 1 변형예는 도 6의 (a)에 도시한 바와 같이, 반송 방향(a)을 따라서 나열되어 있는 소정 수의 관체를 1개의 그룹으로서 관체(271~277)을 나누고, 각 그룹마다 종류가 다른 폴리머 용액을 공급하는 구성으로 한 것이다. 도 6의 (a)에 도시한 예에서는 관체(271~277) 중 관체(271~274)를 제 1 그룹(G1)으로 하고, 관체(271~277) 중 관체(275~277)를 제 2 그룹(G2)으로 하여 제 1 그룹(G1)의 관체(271~274)에는 종류 A의 폴리머 용액을 공급하고, 제 2 그룹(G2)의 관체(275~277)에는 종류 B의 폴리머 용액을 공급하는 구성으로 하고 있다.

[139] 또한, 그룹의 수 및 각 그룹의 관체의 갯수는 임의이다. 예를 들면, 관체의 갯수가 실시형태와 같이 7개(관체(271~277))라고 하면, 도 6의 (b)에 도시한 바와 같이, 전체를 3개의 그룹(G1, G2, G3)으로 나누고, 제 1 그룹(G1)은 2개(관체(271, 272))로 하고, 제 2 그룹(G2)은 3개(관체(273~275))로 하며, 제 3 그룹(G3)은 2개(관체(276, 277))로 하여 제 1 그룹의 관체(271, 272)에는 종류 A의 폴리머 용액을 공급하고, 제 2 그룹의 관체(273~275)에는 종류 B의 폴리머 용액을 공급하며, 제 3 그룹의 관체(276, 277)에는 종류 A의 폴리머 용액을 공급하는 것도 가능하다.

[140] 또한, 종류 A 및 종류 B와는 다른 종류 C의 폴리머 용액도 사용 가능하게 하면, 제 3 그룹의 관체(276, 277)에는 종류 C의 폴리머 용액을 공급하는 것도 가능하다.

[141] 제 1 변형예에 의하면, 도 6의 (a)에 의해 제조되는 나노 섬유 부직포는 장척 시트(W)의 표면에 종류 A의 폴리머 용액으로 이루어진 나노 섬유가 퇴적되고, 그 위에 종류 B의 폴리머 용액으로 이루어진 나노 섬유가 퇴적되게 되며, 또한, 도 6의 (b)에 의해 제조되는 나노 섬유 부직포는 폴리머 용액으로서 종류 A 및 종류 B의 폴리머 용액에 첨가하여 종류 C의 폴리머 용액을 사용했다고 하면, 장척 시트(W)의 표면에 종류 A의 폴리머 용액으로 이루어진 나노 섬유가 퇴적되고, 그 위에 종류 B의 폴리머 용액으로 이루어진 나노 섬유가 퇴적되며, 또한 그 위에 종류 C의 폴리머 용액으로 이루어진 나노 섬유가 퇴적된다.

[142] [제 2 변형예]

- [143] 폴리머 용액 공급 장치(400)의 제 2 변형예는 도 7에 도시한 바와 같이, 각 관체(271~277)의 각 폴리머 용액 공급구에 접속되어 있는 종류 A의 폴리머 용액을 유통시키는 폴리머 용액 유통 파이프(421~424) 및 종류 B의 폴리머 용액을 유통시키는 폴리머 용액 유통 파이프(421~424)를, 각각 도중에 한 개의 폴리머 용액 유통 파이프(420A, 420B)로 하여, 상기 폴리머 용액 유통 파이프(420A)는 제 1 폴리머 용액 탱크(411)에 접속하고, 상기 폴리머 용액 유통 파이프(420B)는 제 2 폴리머 용액 탱크(412)에 접속하는 구성으로 한 것이다.
- [144] 폴리머 용액 공급 장치(400)를 도 7과 같은 구성으로 한 경우, 폴리머 용액 공급량 제어 밸브(431~437)(도 7에서는 도시하지 않음)는, 도 3과 마찬가지로 각 관체(271~277)에 대응하여 폴리머 용액 유통 파이프(421~427)에 설치하도록 해도 좋은 것은 물론이지만, 폴리머 용액의 종류마다 일괄하여 공급량을 제어 가능하게 하면 좋은 경우에는, 도 7에 도시한 바와 같이, 폴리머 용액 유통 파이프(420A)에는 종류 A의 폴리머 용액의 공급량을 제어하기 위한 폴리머 용액 공급량 제어 밸브(430A)를 설치하고, 폴리머 용액 유통 파이프(420B)에는 종류 B의 폴리머 용액의 공급량을 제어하기 위한 폴리머 용액 공급량 제어 밸브(430B)를 설치하는 것도 가능하다. 이와 같은 구성으로 하는 것에 의해, 폴리머 용액의 종류마다 공급량을 일괄 제어할 수 있다.
- [145] 또한, 제 2 변형예에 나타낸 폴리머 용액 유통 파이프의 구성은 도 6에 도시한 제 1 변형예에 나타내는 폴리머 용액 공급 장치(400)에서도 적용 가능한 것은 물론이다.
- [146] [제 3 변형예]
- [147] 폴리머 용액 공급 장치(400)의 제 3 변형예는 도 8에 도시한 바와 같이, 1개의 탱크(폴리머 용액 탱크(413)라고 함)의 내부를 나눠 복수의 폴리머 용액 저류실을 설치하는 구성으로 한 것이다. 즉, 상기 실시형태에 따른 나노 섬유 제조 장치(1)에서는 폴리머 용액의 종류는 2 종류(종류 A의 폴리머 용액 및 종류 B의 폴리머 용액)로 하고 있으므로, 폴리머 용액 탱크(413)의 내부에 2개의 폴리머 용액 저류실(413A, 413B)(이하, 제 1 폴리머 용액 저류실(413A), 제 2 폴리머 용액 저류실(413B)이라고 함)을 설치한다. 또한, 제 1 폴리머 용액 저류실(413A)은 종류 A의 폴리머 용액을 저류하는 폴리머 용액 저류실이고, 제 2 폴리머 용액 저류실(413B)은 종류 B의 폴리머 용액을 저류하는 폴리머 용액 저류실이라고 한다.
- [148] 제 1 폴리머 용액 저류실(413A) 및 제 2 폴리머 용액 저류실(413B)로부터 각 관체(271~277)로의 폴리머 용액 유통 파이프(421~427)의 배관 방법은 상기 실시형태에서 설명한 것과 마찬가지로(도 3 참조), 종류 A의 폴리머 용액과 종류 B의 폴리머 용액을 각 관체(271~277)에 번갈아 공급하도록 해도 좋고, 제 1 변형예(도 6 참조) 또는 제 2 변형예(도 7 참조)에 나타낸 공급 방법이라도 좋다.
- [149] 이상, 본 발명을 상기 실시형태에 기초하여 설명했지만, 본 발명은 상기 실시형태에 한정되지 않고, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 여러 가지 변형

실시가 가능하며, 예를 들면, 하기에 나타내는 변형도 가능하다.

- [150] (1) 상기 실시형태에서는 폴리머 용액의 종류를 2 종류(종류 A의 폴리머 용액 및 종류 B의 폴리머 용액)의 경우에 대해 설명했지만, 폴리머 용액의 종류는 2 종류에 한정되지 않고, 3 종류 이상이라도 좋다.
- [151] (2) 상기 실시형태에서는 관체의 수는 7개(관체(271~277))로 했지만, 7개에 한정되지 않는다. 또한 각 관체에 장착되는 노즐의 수는 반드시 각 관체에서 동일한 수일 필요도 없다.
- [152] (3) 상기 실시형태에서는 각 관체(271~277)는 장척 시트(W)와 평행한 평면상에서 반송 방향(a)에 대해 반드시 직교하도록 설치할 필요가 없고, 반송 방향(a)에 대해 다소의 기울기를 가진 상태로 설치하도록 해도 좋다.
- [153] (4) 상기 실시형태에서는 전계 방사 장치(200)가 1대인 경우를 예를 들어 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 2대 이상의 전계 방사 장치를 구비해도 좋다.
- [154] (5) 상기 실시형태에서는 노즐(240)이 상부 방향으로 되어 있는 노즐 블록(250)을 구비한 전계 방사 장치(200)를 이용하여 본 발명의 나노 섬유 제조 장치를 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 노즐이 하부 방향으로 되어 있는 노즐 블록을 가진 전계 방사 장치나 노즐이 가로 방향으로 되어 있는 노즐 블록을 가진 전계 방사 장치를 구비한 나노 섬유 제조 장치에 본 발명을 적용할 수도 있다.
- [155] (6) 상기 실시형태에서는 전원 장치(260)의 양극이 컬렉터(230)에 접속되고, 전원 장치(260)의 음극이 관체(271~277)에 접속된 경우를 예를 들어 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 전원 장치(260)의 음극이 컬렉터(230)에 접속되고, 전원 장치(260)의 양극이 관체(271~277)에 접속되어 있어도 좋다.
- [156] (7) 상기 실시형태에서는 전계 방사를 실시할 때의 이상 발생시의 대처 방법에 대해서는 언급하지 않았지만, 장시간에 걸쳐 전계 방사 장치(200)를 연속해서 운전하는 중에 전계 방사 장치(200)에 이상이 발생한 경우에는, 상기 이상을 즉시 검출 가능하게 하는 기능을 갖게 하는 것도 가능하다.
- [157] 예를 들면, 전원 장치(260)에는 전류량을 계측하고, 상기 계측값을 주 제어장치(300)로 송신하는 기능을 갖게 하며, 또한 주 제어장치(300)에는 전원 장치(260)의 전류량이 이상값인 경우에는 전원 장치(260)를 제어하는 기능을 갖게 하도록 하는 것도 가능하다.
- [158] 이것에 의해, 컬렉터(230)와 관체(271~277)의 사이에 소정 전압을 인가한 상태로 전계 방사를 실시할 때, 전계 방사 장치(200)에 상한 이상의 전류가 전원 장치(260)로부터 공급되고 있는 것을 검지했을 때, 주 제어장치(300)는 전류 공급을 정지시키도록 전원 장치(260)를 제어하는 것이 가능해진다. 또한 반대로 전계 방사 장치(200)에 하한 이하의 전류가 전원 장치(260)로부터 공급되어 있는 것을 검지했을 때, 주 제어장치(300)는 이상이라는 경고 신호를 내도록 전원

장치(260)를 제어하는 것도 가능하다.

- [159] 또한, 주 제어장치(300)가 전원 장치(260)에 대해 전류 공급을 정지시키도록 제어한 경우에 주 제어장치(300)는 도시하지 않는 불활성 가스 공급 장치에 대해 불활성 가스를 전계 방사 장치(200)의 전계 방사실(212)에 공급시키는 신호를 송신해도 좋다. 이것에 의해, 화재 등의 사고를 미리 막을 수 있어 보다 안전성이 높은 나노 섬유 제조 장치를 실현하는 것이 가능해진다.
- [160] (8) 상기 실시형태에서는 노즐(240)의 형상 등에 대해서는 언급하지 않았지만, 예를 들면, 노즐 선단부가 노즐(240)의 중심 축에 비스듬히 교차하는 평면을 따라서 절단한 형상으로 되어 있는 노즐을 이용하는 것도 가능하다. 노즐 선단부를 이와 같은 형상으로 하는 것에 의해, 노즐 선단부로부터 오버플로우하는 폴리머 용액이 노즐 선단부에서 체류하지 않고 신속히 흘러 떨어지게 된다. 이 때문에 전계 방사하는 과정에서 폴리머 용액으로부터 용매가 휘발되는 양을 매우 적게 할 수 있고, 또한 노즐(240)의 토출구의 근방에서 생성하는 폴리머 고화물의 양을 매우 적게 할 수 있다.
- [161] (9) 상기 실시형태에서는 감기 롤러(102)에 감긴 나노 섬유 부직포의 감기량에 의해 반송 속도를 제어하는 것에 의해, 장척 시트(W)의 반송 속도를 일정한 속도가 되도록 했지만, 감기량에 의한 반송 속도의 제어 뿐만 아니라 예를 들면, 퇴적된 나노 섬유의 통기도 또는 퇴적된 나노 섬유의 두께를 계측하고, 그 계측 결과에 기초하여 반송 속도를 적절히 제어할 수도 있다. 이 경우, 퇴적된 나노 섬유의 통기도 또는 퇴적된 나노 섬유의 두께가 소정의 값에 가능한 한 근접하도록 반송 속도를 제어한다. 이것에 의해, 균일한 통기도 또는 두께를 가진 나노 섬유 부직포를 생산하는 것이 가능해진다.
- [162] 또한, 이 경우의 나노 섬유의 통기도란, 장척 시트(W)상에 퇴적시킨 나노 섬유층과 장척 시트(W)가 적층된 상태로 통기도를 계측한 경우의 통기도를 말한다. 또한 나노 섬유의 두께란, 장척 시트(W)상에 퇴적시킨 나노 섬유층과 장척 시트(W)가 적층된 상태로 두께를 계측한 경우의 두께를 말한다.
- [163] (10) 상기 실시형태에서는 1개의 전계 방사 장치(200)에 1개의 노즐 블록이 설치된 경우를 예시했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않고, 예를 들면, 1개의 전계 방사 장치(200)에 2개 이상의 노즐 블록을 가진 구성이라도 좋다. 이 경우, 각 노즐 블록에는 상기 실시형태에서 설명한 바와 같이 소정 수의 노즐을 장착한 소정 갯수의 관체가 배열된다. 또한 각 노즐 블록마다 왕복 운동 및 컬렉터(230)의 사이의 간격 조정을 실시하도록 하는 것도 가능하다.
- [164] 또한, 각 노즐 블록마다 왕복 운동시키는 경우에는 각 노즐 블록을 같은 주기로 왕복 운동시킬 수도 있고, 각 노즐 블록을 다른 주기로 왕복 운동시킬 수도 있다. 또한 각 노즐 블록마다 컬렉터(230) 사이의 간격 조정을 실시하는 경우에는 각 노즐 블록을 같은 간격으로 할 수도 있고, 각 노즐 블록마다 다른 간격으로 설정할 수도 있다.
- [165] (11) 폴리머 용액 공급 장치(400)의 구성은 상기 실시형태에 나타내는 구성(도 3

참조), 제 1 변형예에 나타내는 구성(도 6 참조) 및 제 2 변형예에 나타내는 구성(도 7 참조)에 한정되지 않고, 여러 가지 변형 실시가 가능하다.

- [166] (12) 상기 실시형태에서는 반응 장치(100)에는 가열 장치(117)를 설치한 경우를 예시했지만, 제조하는 나노 섬유의 종류나 나노 섬유 제조 장치의 기종 등에 따라서는 가열 장치를 설치할 필요가 없는 경우도 있다.

[167]

청구범위

- [청구항 1] 컬렉터와, 상기 컬렉터에 대향하는 위치에 설치되어 폴리머 용액을 토출하는 복수의 노즐이 2 차원적으로 배치된 노즐 블록과, 상기 폴리머 용액을 상기 노즐에 공급하는 폴리머 용액 공급 장치와, 상기 컬렉터와 상기 노즐의 사이에 고전압을 부여하는 전원 장치를 구비하고, 상기 컬렉터와 상기 노즐의 사이를 소정의 반송 방향으로 반송되어 가는 장치 시트에 상기 폴리머 용액을 토출하는 것에 의해 나노 섬유를 퇴적시키는 전계 방사 장치에 있어서,
상기 폴리머 용액 공급 장치는,
성분이 다른 복수 종류의 폴리머 용액을 저류하는 폴리머 용액 탱크와, 상기 복수 종류의 폴리머 용액을 폴리머 용액의 종류마다 유통시키는 복수의 폴리머 용액 유통 파이프를 구비하고,
상기 노즐 블록은,
상기 장치 시트의 폭방향을 따라서 설치되고, 한쪽의 단부가 폐색단(閉塞端)으로 되어 있고 다른쪽 단부가 폴리머 용액 공급구로 되어 있는 관체(管體)를 상기 장치 시트의 반송 방향을 따라서 복수개 구비하고, 상기 복수의 관체의 각 관체에는 상기 노즐이 상기 각 관체의 길이 방향을 따라서 소정 수씩 장착되어 있고, 또한 상기 각 관체의 각 폴리머 용액 공급구에는 상기 관체에 할당된 종류의 폴리머 용액이 공급되도록 상기 관체에 할당된 종류의 폴리머 용액을 유통시키는 폴리머 용액 유통 파이프가 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 전계 방사 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 각 관체는 상기 노즐 블록에 대해 착탈 자유롭게 장착되어 있는 것을 특징으로 하는 전계 방사 장치.
- [청구항 3] 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 폴리머 용액 유통 파이프에는 상기 각 관체마다 폴리머 용액의 공급량의 제어를 가능하게 하는 폴리머 용액 공급량 제어 밸브가 상기 각 관체에 대응하여 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 전계 방사 장치.
- [청구항 4] 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 폴리머 용액 유통 파이프에는 상기 폴리머 용액의 종류마다 상기 폴리머 용액의 공급량을 일괄 제어 가능하게 하는 폴리머 용액 공급량 제어 밸브가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 전계 방사 장치.
- [청구항 5] 제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 폴리머 용액 탱크는 상기 폴리머 용액의 종류마다 개별로 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 전계 방사 장치.
- [청구항 6] 제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 폴리머 용액 탱크는 상기 복수 종류의 폴리머 용액을 상기 폴리머 용액의 종류마다 저류 가능하게 하는 복수의 폴리머 용액 저류실이 형성되도록 내부가 분할되어 있는 것을 특징으로 하는 전계 방사 장치.
- [청구항 7] 제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 각 관체에 장착되어 있는 노즐은, 상기 노즐 블록을 상기 반송 방향을 따라서 보았을 때는 동일한 종류의 폴리머 용액이 할당되어 있는 각 관체에 장착되어 있는 각 노즐에 의한 반송 방향의 열이, 상기 장치 시트의 면과 평행한 평면상에서 상기 반송 방향에 대해 소정 각도의 기울기를 가진 직선상에 나열하도록 상기 각 관체에 장착되어 있는 것을 특징으로 하는 전계 방사 장치.
- [청구항 8] 제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 각 노즐 및 각 관체는 도전성 부재로 이루어지고, 상기 전원 장치의 양전극 및 음전극 중 한쪽의 전극은 상기 컬렉터에 접속되고, 상기 전원 장치의 양전극 및 음전극 중 다른쪽 전극은 상기 각 관체에 접속되며, 상기 각 관체의 측을 접지 전위로 하고 있는 것을 특징으로 하는 전계 방사 장치.
- [청구항 9] 제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 장치 시트의 폭방향을 따라서 상기 노즐 블록을 소정의 주기로 왕복 운동시키는 왕복 운동 구동부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 전계 방사 장치.
- [청구항 10] 제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 노즐 블록과 상기 컬렉터의 간격을 조정 가능하도록 상기 노즐 블록을 구동시키는 간격 조정 구동부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 전계 방사 장치.
- [청구항 11] 장치 시트를 소정의 반송 방향으로 반송하는 반송 장치와, 상기 소정의 반송 방향으로 반송되어 가는 장치 시트를 전계 방사하는 전계 방사 장치를 구비한 나노 섬유 제조 장치로서,
상기 전계 방사 장치는 제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 하나에 기재된 전계 방사 장치인 것을 특징으로 하는 나노 섬유 제조 장치.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서,
상기 반송 장치는,
상기 장치 시트를 공급하는 공급 롤러,
상기 장치 시트를 소정의 반송 속도로 반송시키고, 또한 상기 전계 방사 장치에서 나노 섬유가 퇴적된 장치 시트를 감는 감기 롤러,

상기 감기 롤러를 구동하는 감기 롤러 구동부, 및
상기 전계 방사 장치보다 상기 공급 롤러측 및 상기 감기 롤러측에
각각 설치되고, 상기 장척 시트에 소정의 장력을 부여하기 위한 제
1 텐션 롤러 및 제 2 텐션 롤러를 구비하는 것을 특징으로 하는
나노 섬유 제조 장치.

[청구항 13]

제 12 항에 있어서,
상기 제 1 텐션 롤러는, 상기 제 1 텐션 롤러의 한쪽의 단부 및
다른쪽 단부의 수직 방향 및 수평 방향의 적어도 한쪽의 위치를 각
단부마다 독립하여 조정 가능하게 하는 제 1 텐션 롤러 위치 조정
기구를 구비하고,
상기 제 2 텐션 롤러는, 상기 제 2 텐션 롤러의 한쪽의 단부 및
다른쪽 단부의 수직 방향 및 수평 방향의 적어도 한쪽의 위치를 각
단부마다 독립하여 조정 가능하게 하는 제 2 텐션 롤러 위치 조정
기구를 구비하는 것을 특징으로 하는 나노 섬유 제조 장치.

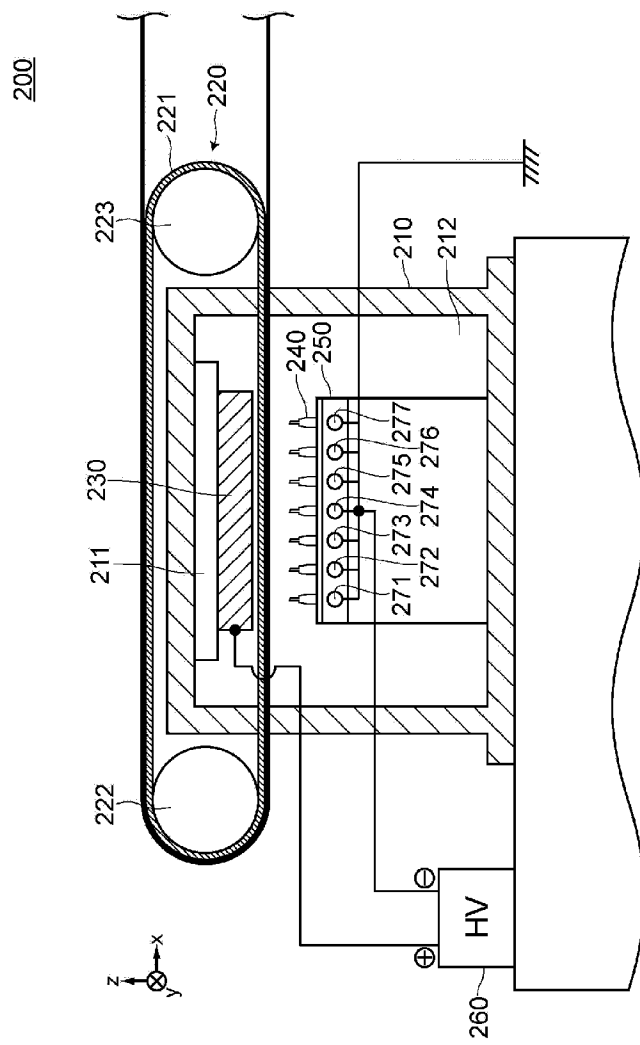
[청구항 14]

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서,
상기 반송 장치는,
상기 감기 롤러의 상기 나노 섬유가 퇴적된 장척 시트의 감기량을
나타내는 감기량 계측 정보를 출력하는 감기량 계측 정보
출력장치, 및
상기 감기량 계측 정보 출력장치로부터 출력된 감기량 계측
정보에 기초하여 상기 감기 롤러 구동부를 제어하는 반송 속도
제어장치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 나노 섬유 제조 장치.

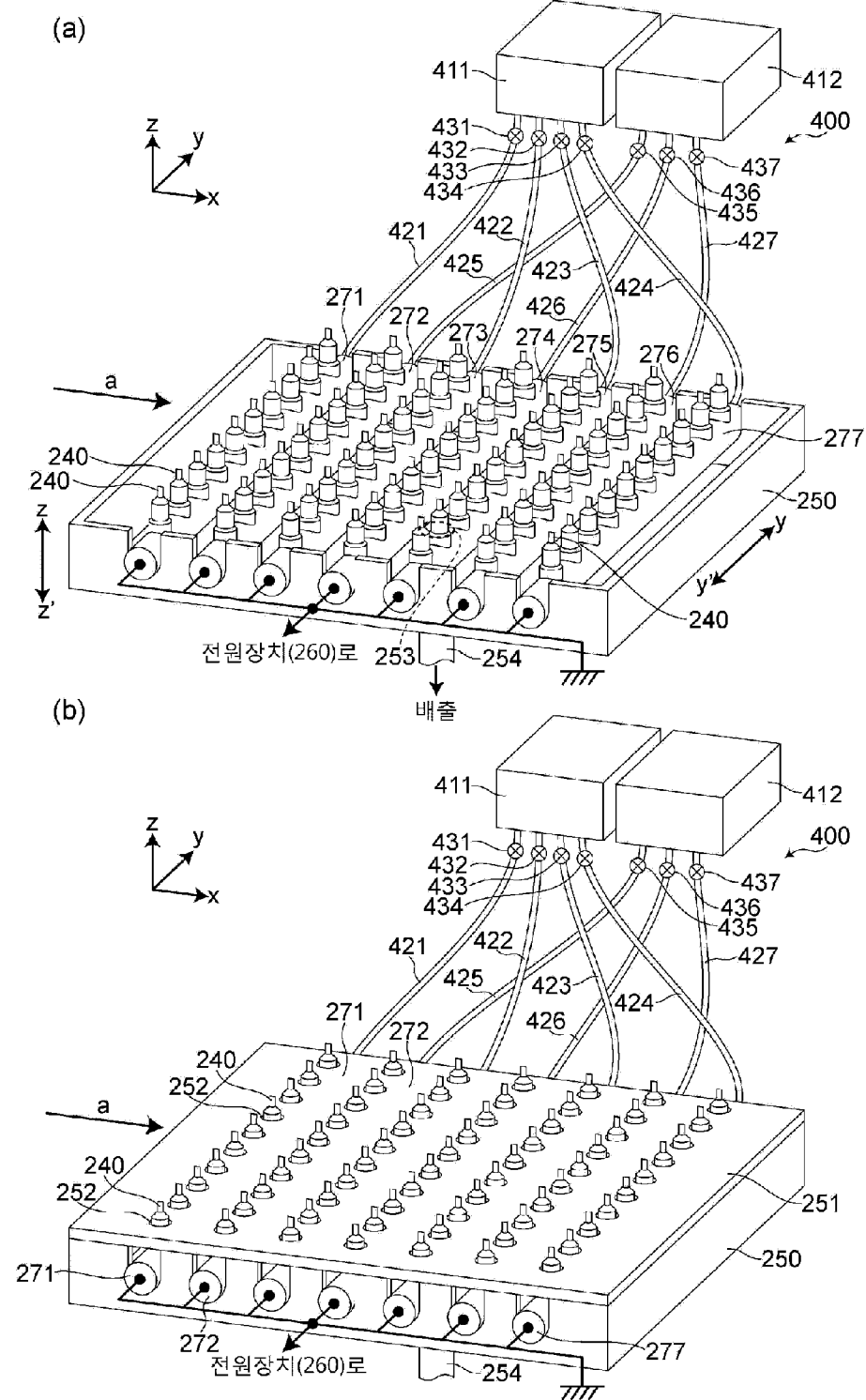
[청구항 15]

제 12 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 반송 장치는,
상기 전계 방사 장치와 감기 롤러 사이의 소정 위치에 설치되고,
상기 나노 섬유가 퇴적된 장척 시트를 상기 장척 시트의 폭방향을
따라서 절단하기 위한 절단 장치를 더 구비하는 것을 특징으로
하는 나노 섬유 제조 장치.

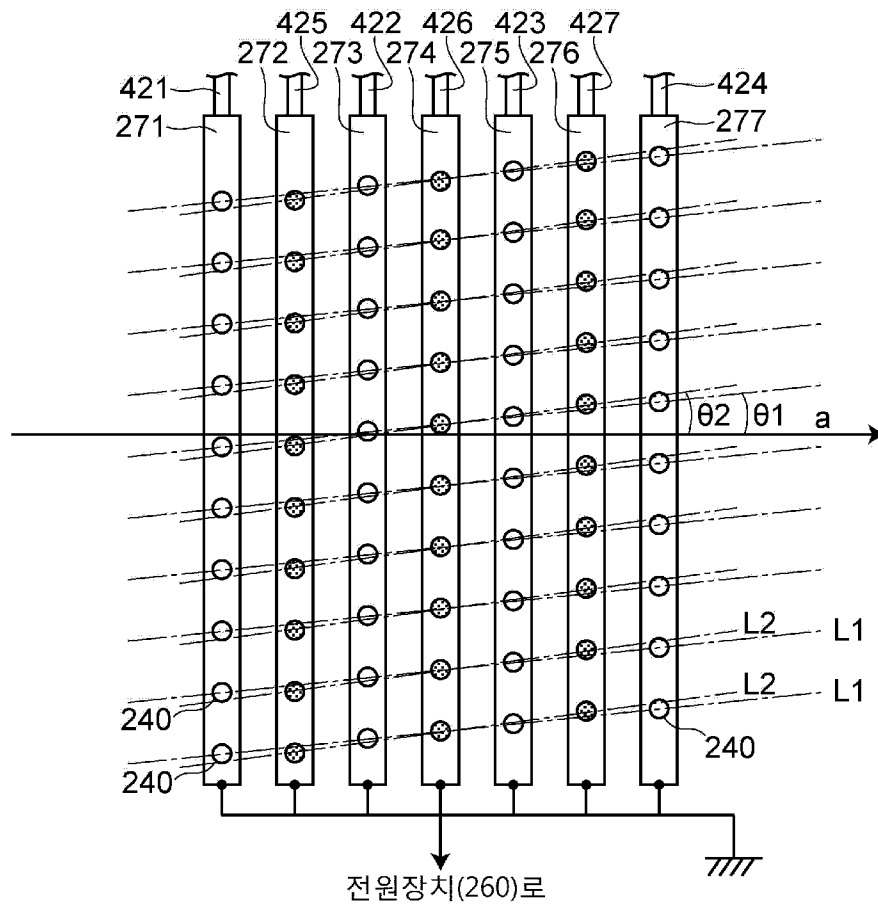
[Fig. 2]



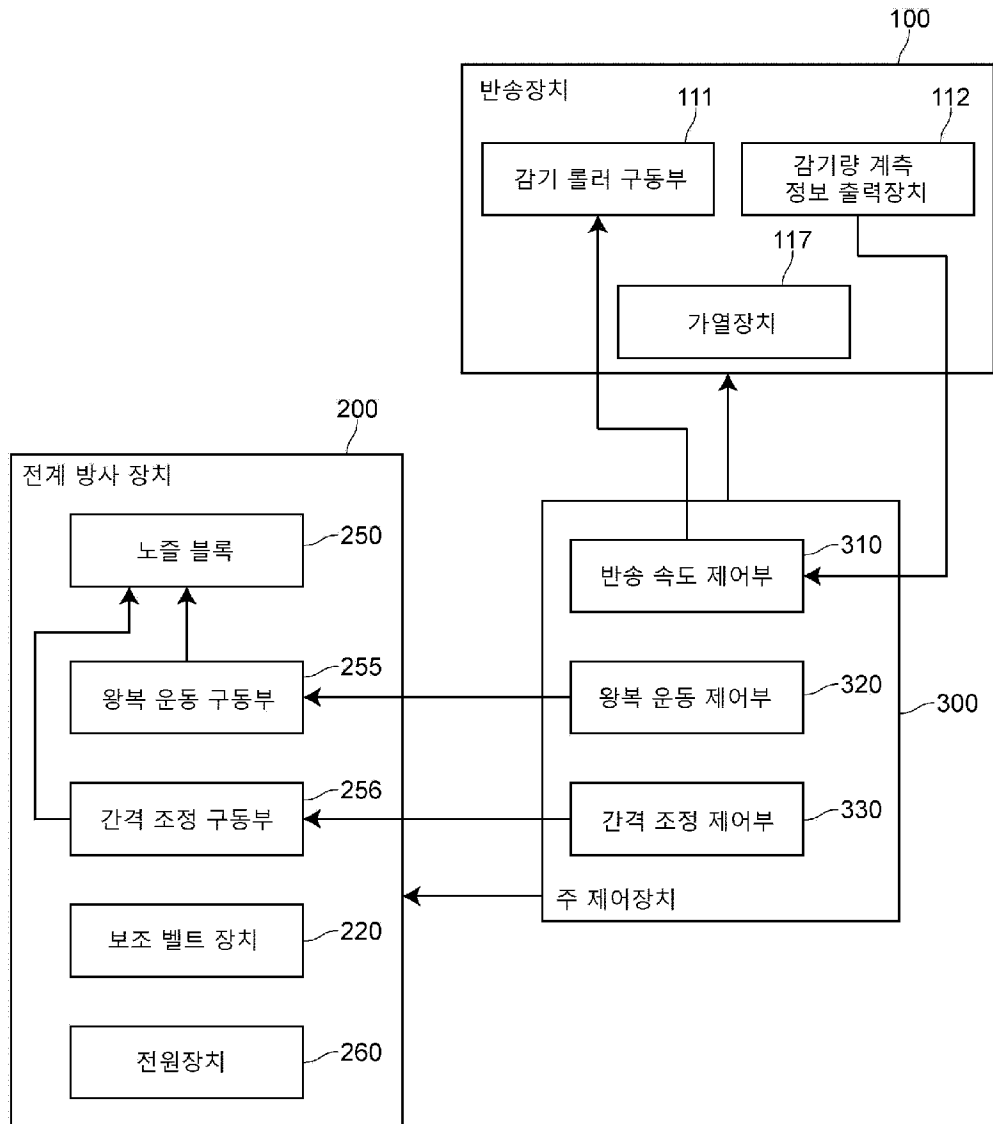
[Fig. 3]



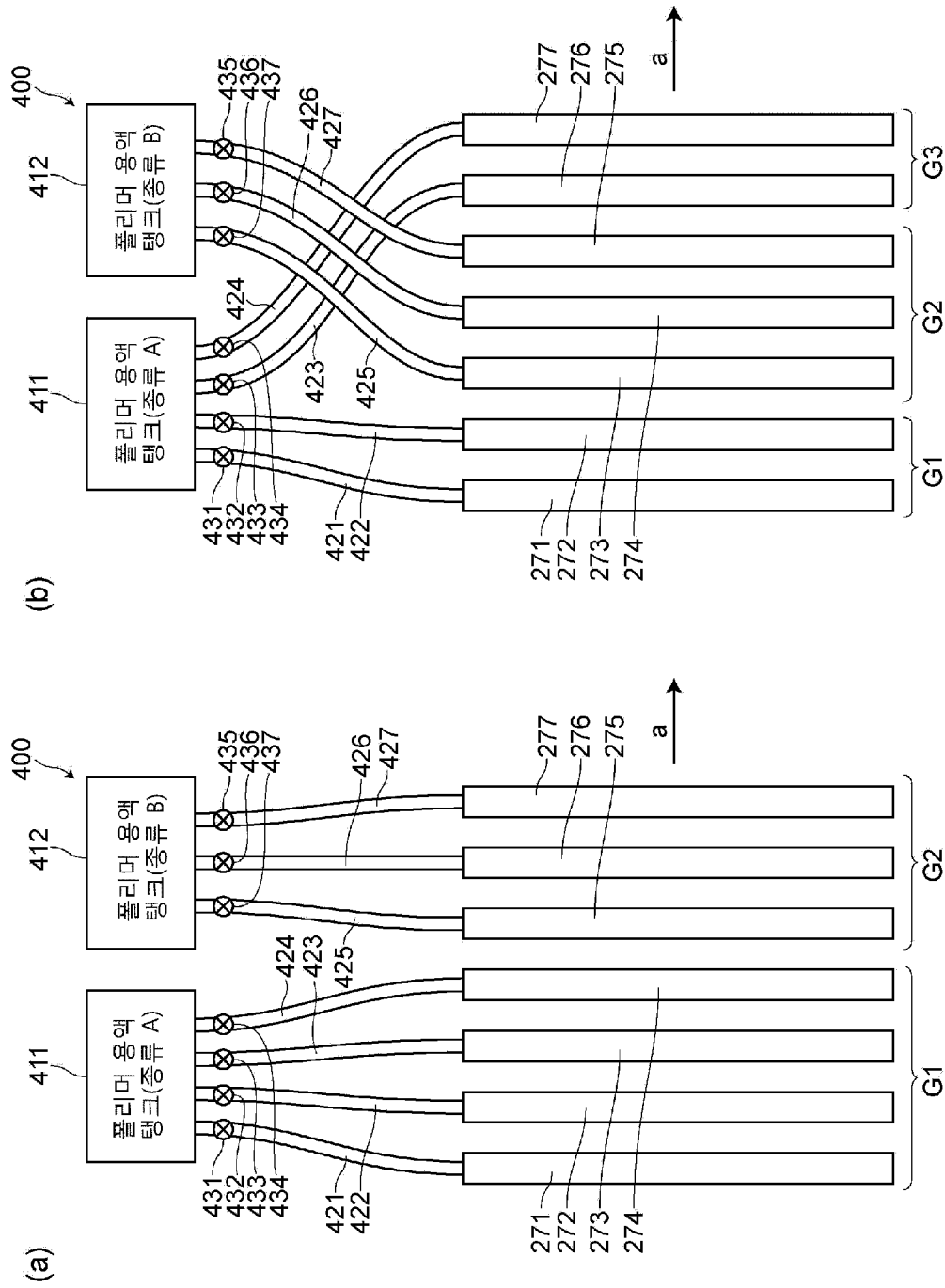
[Fig. 4]



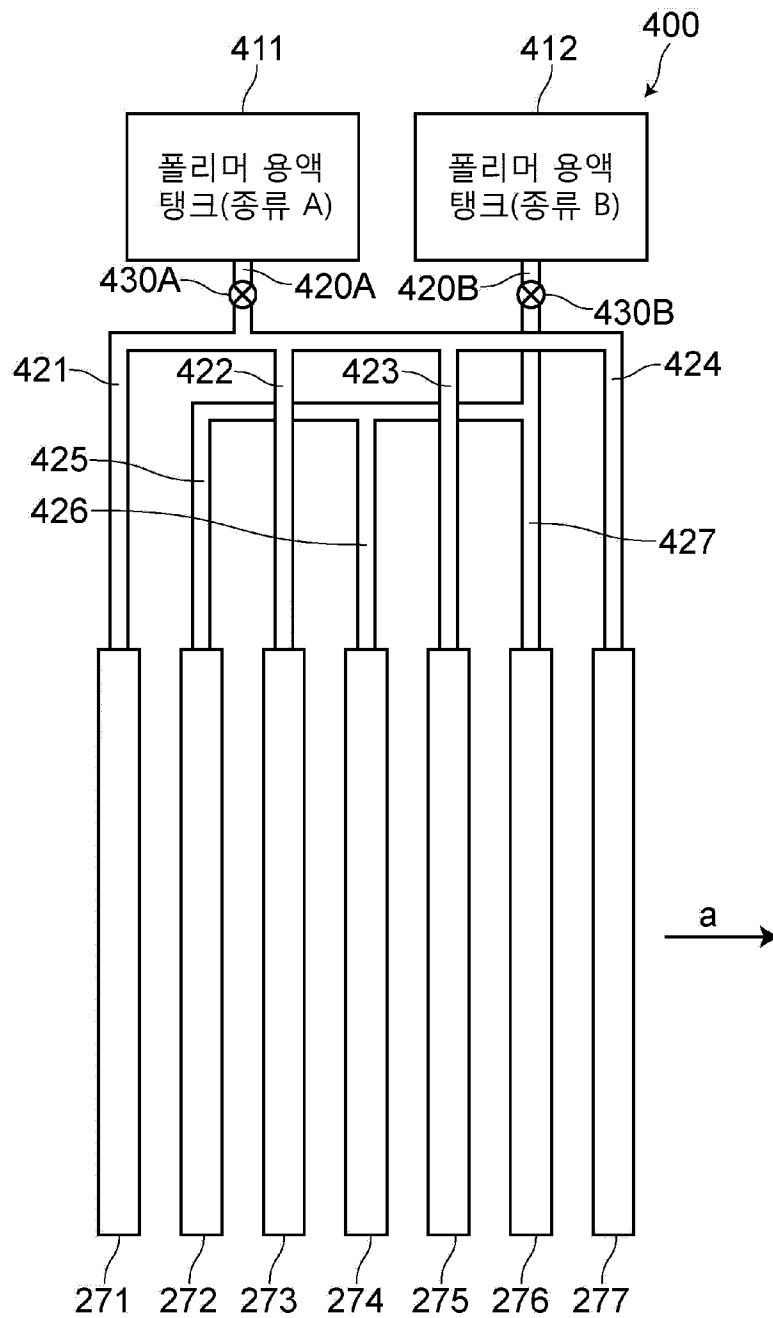
[Fig. 5]



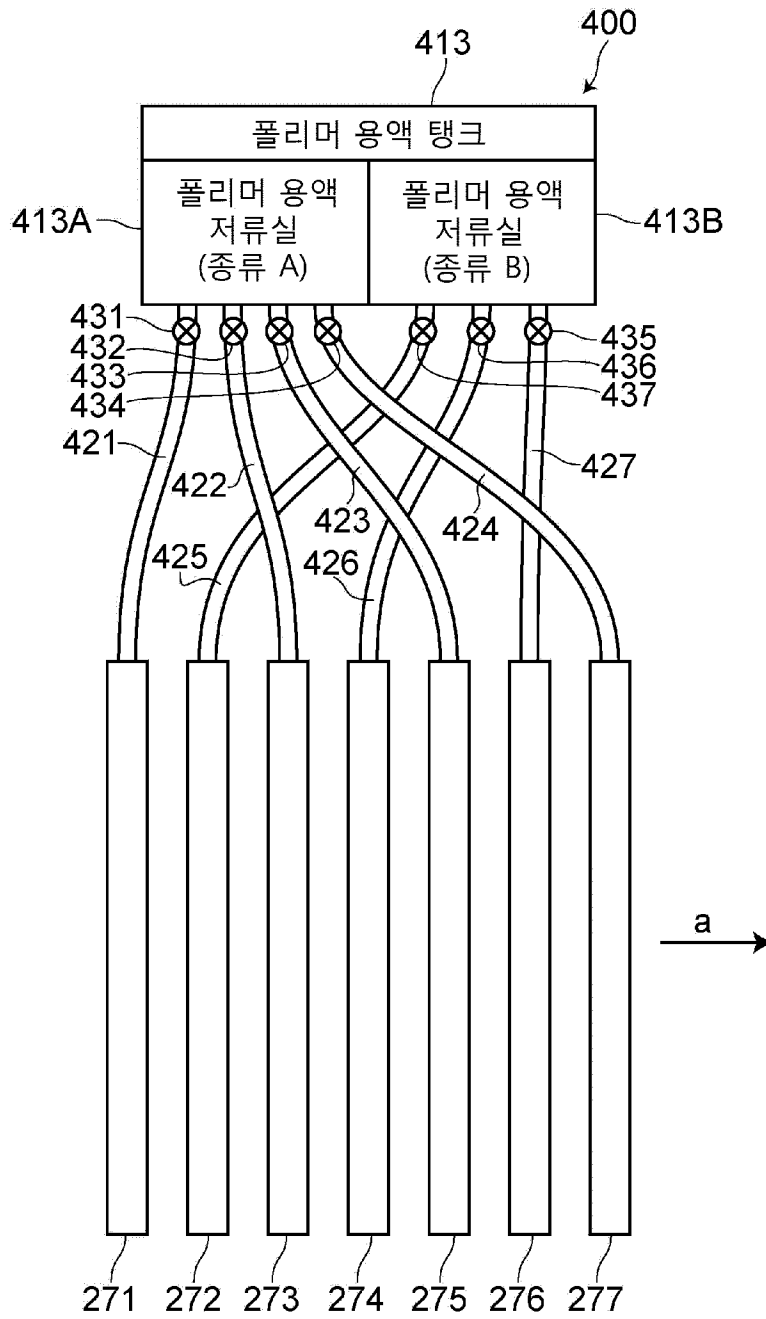
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]

