



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월07일
 (11) 등록번호 10-1392416
 (24) 등록일자 2014년04월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01M 2/16 (2006.01) H01M 10/058 (2010.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0091195
 (22) 출원일자 2012년08월21일
 심사청구일자 2012년08월21일
 (65) 공개번호 10-2013-0134992
 (43) 공개일자 2013년12월10일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2012-123719 2012년05월30일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020120052100 A
 JP2010044935 A
 KR1020080013209 A

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

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 민인규

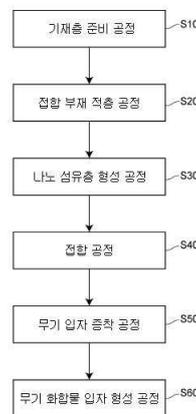
(54) 발명의 명칭 **세퍼레이터의 제조 방법, 세퍼레이터 제조 장치 및 이 방법을 이용해 제조된세퍼레이터**

(57) 요약

본 발명은 세퍼레이터의 제조 방법, 세퍼레이터 제조 장치 및 세퍼레이터에 관한 것으로서,

기재층을 준비하는 기재층 준비 공정(S10)과, 기재층의 한쪽 면에 나노 섬유로 이루어진 나노 섬유층을 형성하는 나노 섬유층 형성 공정(S30)과, 나노 섬유층에 무기 입자를 증착하는 것에 의해 나노 섬유층의 나노 섬유의 표면의 적어도 일부에 무기 입자를 피복하는 무기 입자 증착 공정(S50)과, 무기 입자를 화합시켜 무기 화합물 입자를 형성하는 것에 의해, 나노 섬유층을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층으로 하는 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)을 이 순서로 포함하고, 종래의 세퍼레이터의 제조 방법과 마찬가지로 높은 전해액 흡수성, 낮은 저항성 및 높은 텐드라이트 내성을 갖고, 또한, 총 두께가 얇은 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능하며, 또한 종래의 세퍼레이터 보다도 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능한 세퍼레이터 제조 방법을 제공하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

이향두

경북 구미시 산동면 산호대로 1105-65, (주)톱텍

황도혁

경북 구미시 산동면 산호대로 1105-65, (주)톱텍

특허청구의 범위

청구항 1

기재층을 준비하는 기재층 준비 공정,

상기 기재층의 한쪽 면에 나노 섬유로 이루어진 섬유층을 형성하는 나노 섬유층 형성 공정,

상기 나노 섬유층에 무기 입자를 증착하는 것에 의해, 상기 나노 섬유층에 있어서의 상기 나노 섬유의 표면의 적어도 일부에 상기 무기 입자를 피복하는 무기 입자 증착 공정, 및

상기 무기 입자를 화합시켜 상기 무기 화합물 입자를 형성하는 것에 의해, 상기 나노 섬유층을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층으로 하는 무기 화합물 입자 형성 공정을 이 순서로 포함하는 세퍼레이터 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 무기 화합물 입자 형성 공정에서는, 상기 무기 입자를 산화 또는 질화시키는 것에 의해 상기 무기 화합물 입자를 형성하는 것인 세퍼레이터 제조 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기재층 준비 공정과 상기 나노 섬유층 형성 공정 사이에,

상기 기재층의 한쪽 면에 열가소성 또는 열경화성 폴리머로 이루어진 접합 부재를 적층하는 접합 부재 적층 공정을 추가로 포함하고,

상기 나노 섬유층 형성 공정은 상기 접합 부재의 한쪽 면에 나노 섬유로 이루어진 나노 섬유층을 형성하고,

상기 나노 섬유층 형성 공정과 상기 무기 입자 증착 공정 사이에 상기 접합 부재의 일부를 용융시키는 것에 의해, 상기 기재층과 상기 나노 섬유층을 접합하는 접합 공정을 추가로 포함하는 것인 세퍼레이터 제조 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 접합 부재 적층 공정은, 상기 접합 부재로서 열가소성 또는 열경화성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 형성된 접합용 나노 섬유로 이루어진 접합용 나노 섬유층을 적층하는 것인 세퍼레이터 제조 방법.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 나노 섬유층 형성 공정은, 상기 나노 섬유층으로서 열가소성 또는 열경화성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 접합용 나노 섬유를 함유하는 나노 섬유층을 형성하고,

상기 나노 섬유층 형성 공정과 상기 무기 입자 증착 공정 사이에,

상기 접합용 나노 섬유의 일부를 용융하는 것에 의해, 상기 기재층과 상기 나노 섬유층을 접합하는 접합 공정을 추가로 포함하는 것인 세퍼레이터 제조 방법.

청구항 6

기재층을 소정의 방향을 따라서 반송하는 반송 기구,

상기 기재층의 반송 방향을 따라서 배치되고, 상기 기재층의 한쪽 면에 나노 섬유로 이루어진 나노 섬유층을 형성하는 제 1 전계 방사 장치,

상기 나노 섬유층에 무기 입자를 증착하는 것에 의해, 상기 나노 섬유층의 상기 나노 섬유의 표면의 적어도 일

부를 상기 무기 입자에 의해 피복하는 무기 입자 증착 장치, 및

상기 무기 입자를 화합시켜 상기 무기 화합물 입자를 형성하는 것에 의해, 상기 나노 섬유층을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층으로 하는 무기 화합물 입자 형성 장치를 구비하는 것인 세퍼레이터 제조 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 무기 화합물 입자 형성 장치는, 상기 무기 입자를 산화시키는 산화 장치, 또는 상기 무기 입자를 질화시키는 질화 장치인 것인 세퍼레이터 제조 장치.

청구항 8

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 기재층의 반송 방향을 따르는 방향의 상기 제 1 전계 방사 장치의 전단에 배치되고, 상기 기재층의 한쪽 면에 열가소성 또는 열경화성 폴리머로 이루어진 접합 부재를 적층하는 접합 부재 적층 장치, 및

상기 기재층의 반송 방향을 따르는 방향의 상기 전계 방사 장치와 상기 무기 입자 증착 장치 사이에 배치되고, 상기 접합 부재의 일부를 용융시키는 것에 의해 상기 기재층과 상기 나노 섬유층을 접합하는 접합 장치를 추가로 구비하는 것인 세퍼레이터 제조 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 접합 부재 적층 장치로서, 열가소성 또는 열경화성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 접합용 나노 섬유층을 형성하는 제 2 전계 방사 장치를 구비하는 것인 세퍼레이터 제조 장치.

청구항 10

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 제 2 전계 방사 장치는, 열가소성 또는 열경화성 폴리머를 전계 방사하여 접합용 나노 섬유를 함유하는 나노 섬유층을 형성하는 전계 방사 장치이고,

상기 기재층의 반송 방향을 따르는 방향의 상기 제 1 전계 방사 장치와 상기 무기 입자 증착 장치의 사이에는 상기 접합용 나노 섬유의 일부를 용융시키는 것에 의해, 상기 기재층과 상기 나노 섬유층을 접합하는 접합 장치를 추가로 구비하는 것인 세퍼레이터 제조 장치.

청구항 11

기재층, 및

상기 기재층의 한쪽 면에 형성되고, 표면의 적어도 일부가 무기 화합물 입자에 의해 피복된 나노 섬유로 이루어진 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층을 가진 세퍼레이터에 있어서,

제 1 항 또는 제 2 항 중 어느 하나에 기재된 세퍼레이터의 제조 방법을 이용하여 제조되는 것인 세퍼레이터.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 세퍼레이터의 제조 방법, 세퍼레이터 제조 장치 및 세퍼레이터에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래, 기재층과, 나노 섬유를 포함하는 나노 섬유층을 가진 세퍼레이터의 제조 방법이 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

- [0003] 종래의 세퍼레이터의 제조 방법은 기재층을 준비하는 기재층 준비 공정과, 기재층의 한쪽면에 나노 섬유로 이루어진 나노 섬유층을 형성하는 나노 섬유층 형성 공정을 이 순서로 포함한다.
- [0004] 종래의 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 기재층과, 상기 기재층과는 다른 성질을 가진 나노 섬유층을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해지므로, 다양한 성질을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0005] 또한, 종래의 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 나노 섬유층 형성 공정을 포함하므로, 기재층이 가진 성질에 나노 섬유층이 가진 성질(넓은 표면적이거나 미세한 틈 등)을 부가하는 것이 가능해지고, 더 다양한 성질을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0006] 또한, 종래의 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 일반적인 섬유층과 비교하여 섬유의 평균 직경이나 틈이 미세한 나노 섬유층을 형성하는 나노 섬유층 형성 공정을 포함하므로, 높은 전해액 흡수성, 낮은 이온 저항성 및 높은 텐드라이트 내성을 갖고, 또한 총 두께가 얇은 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0007] 또한, 「기재층」이란, 나노 섬유층을 형성하기 위한 기재가 되는 층을 말한다. 또한, 「나노 섬유」란, 폴리머 재료로 이루어지고, 평균 직경이 수nm~수천nm의 섬유를 말한다. 또한, 「세퍼레이터」란, 전지(1차 전지 및 2차 전지를 포함)나 콘덴서(캐퍼시터라고도 함) 등에 이용하는 분리막(칸막이)을 말한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 제2010-103050호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 그러나, 세퍼레이터의 기술 분야에서는, 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터가 항상 요구되고 있다.
- [0010] 따라서, 본 발명은 종래의 세퍼레이터의 제조 방법과 마찬가지로 높은 전해액 흡수성, 낮은 이온 저항성 및 높은 텐드라이트 내성을 갖고, 또한 총 두께가 얇은 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능하며, 또한 종래의 세퍼레이터 보다 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능한 세퍼레이터의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 상기와 같은 세퍼레이터의 제조 방법에 이용하는 것이 가능한 세퍼레이터 제조 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 상기와 같은 세퍼레이터의 제조 방법에 의해 제조된 세퍼레이터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] [1] 본 발명의 세퍼레이터의 제조 방법은 기재층을 준비하는 기재층 준비 공정과, 상기 기재층의 한쪽 면에 나노 섬유로 이루어진 나노 섬유층을 형성하는 나노 섬유층 형성 공정과, 상기 나노 섬유층에 무기 입자를 증착하는 것에 의해 상기 나노 섬유층에 있어서의 상기 나노 섬유의 표면의 적어도 일부에 상기 무기 입자를 피복하는 무기 입자 증착 공정과, 상기 무기 입자를 화합시켜 상기 무기 화합물 입자를 형성하는 것에 의해, 상기 나노 섬유층을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층으로 하는 무기 화합물 입자 형성 공정을 이 순서로 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 본 발명의 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 나노 섬유의 표면의 적어도 일부를 피복하는 무기 화합물 입자가 높은 열적 안정성을 가지므로, 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0013] 또한, 본 발명의 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 무기 입자를 증착하는 것에 의해 나노 섬유의 표면의 적어도 일부에 무기 입자를 피복시키고, 그 후 상기 무기 입자를 화합시켜 무기 화합물 입자를 형성하는 것에 의해 나노 섬유층을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층으로 하고 있다.
- [0014] 이 때문에, 무기 화합물을 도포한 경우와 비교하여, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층에 있어서의 깊은 깊이 위치의 나노 섬유까지 무기 화합물 입자에 의해 피복하는 것이 가능해진다. 그 결과, 더 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다. 또한, 무기 화합물 입자를 분산한 폴리머 용액을 전계 방사하여 무기 화합물 입자를 함유하는 나노 섬유층을 가진 세퍼레이터를 제조한 경우와 비교하여, 무기 화합물 입자를

폴리머 용액에 분산시킬 때의 용매의 특성 및 용매와의 상성(相性)이나 전계 방사 시에 노즐이 무기 입자에 의해 막히는 것을 고려할 필요도 없어진다. 그 결과, 나노 섬유층의 표면에 무기 입자를 피복하는 것이 용이해지고, 높은 생산성으로 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.

- [0015] 또한, 본 발명의 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 나노 섬유로 이루어진 나노 섬유층을 형성하는 나노 섬유층 형성 공정을 포함하므로, 종래의 세퍼레이터의 제조 방법과 마찬가지로 높은 전해액 흡수성, 낮은 이온 저항성 및 높은 텐드라이트 내성을 갖고, 또한 층 두께가 얇은 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0016] [2] 본 발명의 세퍼레이터의 제조 방법에서는, 상기 무기 화합물 입자 형성 공정에 있어서 상기 무기 입자를 산화 또는 질화시키는 것에 의해 상기 무기 화합물 입자를 형성하는 것이 바람직하다.
- [0017] 이와 같은 방법으로 함으로써, 무기 입자를 용이하게 세퍼레이터에 적합한 무기 화합물 입자로 하는 것이 가능해진다.
- [0018] [3] 본 발명의 세퍼레이터의 제조 방법에서는, 상기 기재층 준비 공정과 상기 나노 섬유층 형성 공정의 사이에, 상기 기재층의 한쪽 면에 열가소성 또는 열경화성 폴리머로 이루어진 접합 부재를 적층하는 접합 부재 적층 공정을 추가로 포함하고, 상기 나노 섬유층 형성 공정은 상기 접합 부재의 한쪽 면에 나노 섬유로 이루어진 나노 섬유층을 형성하고, 상기 나노 섬유층 형성 공정과 상기 무기 입자 증착 공정 사이에 상기 접합 부재의 일부를 용융시키는 것에 의해, 상기 기재층과 상기 나노 섬유층을 접합하는 접합 공정을 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0019] 이와 같은 방법으로 함으로써, 기재층과 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층을 높은 밀착성으로 접합하는 것이 가능해진다. 그 결과, 높은 생산성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0020] [4] 본 발명의 세퍼레이터의 제조 방법에서 상기 접합 부재 적층 공정은, 상기 접합 부재로서 열가소성 또는 열경화성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 형성된 접합용 나노 섬유로 이루어진 접합용 나노 섬유층을 적층하는 것이 바람직하다.
- [0021] 이와 같은 방법으로 함으로써, 접합 부재의 접합용 나노 섬유가 매우 미세하므로, 접합 후에 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층의 나노 섬유들의 틈이 메워지는 억제하는 것이 가능해진다. 그 결과, 세퍼레이터의 통액성이 저하하는 것을 억제하는 것이 가능하고, 종래의 세퍼레이터 보다 높은 전해액 흡수성이나 낮은 이온 저항을 실현하는 것이 가능한 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0022] [5] 본 발명의 세퍼레이터의 제조 방법에서 상기 나노 섬유층 형성 공정은, 상기 나노 섬유층으로서 열가소성 또는 열경화성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 접합용 나노 섬유를 함유하는 나노 섬유층을 형성하고, 상기 나노 섬유층 형성 공정과 상기 무기 입자 증착 공정의 사이에, 상기 접합용 나노 섬유의 일부를 용융하는 것에 의해, 상기 기재층과 상기 나노 섬유층을 접합하는 접합 공정을 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0023] 이와 같은 방법으로 함으로써, 접합용 나노 섬유가 매우 미세하므로, 접합 후에 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층의 나노 섬유들의 틈이 메워지는 것을 억제하는 것이 가능해진다. 그 결과, 세퍼레이터의 통액성이 저하하는 것을 억제하는 것이 가능하고, 종래의 세퍼레이터 보다 높은 전해액 흡수성이나 낮은 이온 저항을 실현하는 것이 가능한 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0024] [6] 본 발명의 세퍼레이터 제조 장치는, 기재층을 소정의 방향을 따라서 반송하는 반송 기구와, 상기 기재층의 반송 방향을 따라서 배치되고, 상기 기재층의 한쪽 면에 상기 나노 섬유로 이루어진 나노 섬유층을 형성하는 제 1 전계 방사 장치와, 상기 나노 섬유층에 무기 입자를 증착하는 것에 의해, 상기 나노 섬유층의 상기 나노 섬유의 표면의 적어도 일부를 상기 무기 입자에 의해 피복하는 무기 입자 증착 장치와, 상기 무기 입자를 화합시켜 상기 무기 화합물 입자를 형성하는 것에 의해, 상기 나노 섬유층을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층으로 하는 무기 화합물 입자 형성 장치를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 본 발명의 세퍼레이터 제조 장치에 의하면, 상기 본 발명의 세퍼레이터의 제조 방법을 이용하여 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0026] [7] 본 발명의 세퍼레이터 제조 장치에서 상기 무기 화합물 입자 형성 장치는, 상기 무기 입자를 산화시키는 산화 장치, 또는 상기 무기 입자를 질화시키는 질화 장치인 것이 바람직하다.
- [0027] 이와 같은 방법으로 함으로써, 무기 입자를 용이하게 세퍼레이터에 적합한 무기 화합물 입자로 하는 것이 가능해진다.
- [0028] [8] 본 발명의 세퍼레이터 제조 장치에서는, 상기 기재층의 반송 방향을 따르는 방향의 상기 제 1 전계 방사 장

치의 전단에 배치되고, 상기 기재층의 한쪽 면에 열가소성 또는 열경화성 폴리머로 이루어진 접합 부재를 적층하는 접합 부재 적층 장치와, 상기 기재층의 반송 방향을 따르는 방향의 상기 전계 방사 장치와 상기 무기 입자 증착 장치의 사이에 배치되고, 상기 접합 부재의 일부를 용융시키는 것에 의해 상기 기재층과 상기 나노 섬유층을 접합하는 접합 장치를 더 구비하는 것이 바람직하다.

[0029] 이와 같은 방법으로 함으로써, 기재층과 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층을 높은 밀착성으로 접합하는 것이 가능해진다. 그 결과, 높은 밀착성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.

[0030] [9] 본 발명의 세퍼레이터 제조 장치에서는 상기 접합 부재 적층 장치로서, 열가소성 또는 열경화성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 접합용 나노 섬유층을 형성하는 제 2 전계 방사 장치를 구비하는 것이 바람직하다.

[0031] 이와 같은 방법으로 함으로써, 접합 부재의 접합용 나노 섬유가 매우 미세하므로, 접합 후에 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층의 나노 섬유들의 틈이 메워지는 것을 억제하는 것이 가능해진다. 그 결과, 세퍼레이터의 통액성이 저하하는 것을 억제하는 것이 가능하고, 종래의 세퍼레이터 보다 높은 전해액 흡수성이나 낮은 이온 저항을 실현하는 것이 가능한 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.

[0032] [10] 본 발명의 세퍼레이터 제조 장치에서 상기 제 2 전계 방사 장치는, 열가소성 또는 열경화성 폴리머를 전계 방사하여 접합용 나노 섬유를 함유하는 나노 섬유층을 형성하는 전계 방사 장치이고, 상기 기재층의 반송 방향을 따르는 방향의 상기 제 1 전계 방사 장치와 상기 무기 입자 증착 장치의 사이에는 상기 접합용 나노 섬유의 일부를 용융시키는 것에 의해, 상기 기재층과 상기 나노 섬유층을 접합하는 접합 장치를 더 구비하는 것이 바람직하다.

[0033] 이와 같은 구성으로 함으로써, 접합용 나노 섬유가 매우 미세하므로 접합 후에 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층의 나노 섬유들의 틈이 메워지는 것을 억제하는 것이 가능해진다. 그 결과, 세퍼레이터의 통액성이 저하하는 것을 억제하는 것이 가능하고, 종래의 세퍼레이터 보다 높은 전해액 흡수성이나 낮은 이온 저항을 실현하는 것이 가능한 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.

[0034] [11] 본 발명의 세퍼레이터는 기재층과, 상기 기재층의 한쪽 면에 형성되고, 표면의 적어도 일부가 무기 화합물 입자에 의해 피복된 나노 섬유로 이루어진 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층을 가진 세퍼레이터로서, [1] 내지 [5] 중 어느 하나에 기재된 세퍼레이터의 제조 방법을 이용하여 제조되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0035] 본 발명의 세퍼레이터에 의하면, 나노 섬유의 표면의 적어도 일부를 피복하는 무기 화합물 입자가 높은 열적 안정성을 가지므로, 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다.

[0036] 또한, 본 발명의 세퍼레이터에 의하면, 무기 입자를 증착하는 것에 의해 나노 섬유의 표면의 적어도 일부에 무기 입자를 피복시키고, 그 후 무기 입자를 화합시켜 무기 화합물 입자를 형성하는 것에 의해 나노 섬유층을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층으로 하고 있다. 이 때문에, 무기 화합물을 도포한 경우와 비교하여 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층의 깊은 깊이 위치의 나노 섬유까지 무기 화합물 입자에 의해 피복된 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다. 그 결과, 더 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다.

[0037] 또한, 본 발명의 세퍼레이터에 의하면, 높은 전해액 흡수성, 낮은 이온 저항성 및 높은 덴드라이트 내성을 갖고, 또한 총 두께가 얇은 세퍼레이터로 하는 것이 가능하며, 또한 종래의 세퍼레이터 보다 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다.

발명의 효과

[0038] 본 발명은 종래의 세퍼레이터의 제조 방법과 마찬가지로 높은 전해액 흡수성, 낮은 이온 저항성 및 높은 덴드라이트 내성을 갖고, 또한 총 두께가 얇은 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능하며, 또한 종래의 세퍼레이터 보다 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능한 세퍼레이터의 제조 방법을 제공한다. 또한, 상기 와 같은 세퍼레이터의 제조 방법에 이용하는 것이 가능한 세퍼레이터 제조 장치를 제공하며, 또한, 상기와 같은 세퍼레이터의 제조 방법에 의해 제조된 세퍼레이터를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)의 정면도이다.

- 도 3은 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법의 플로우차트이다.
- 도 4는 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 실시형태 1의 접합 공정(S40)을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- 도 6은 실시형태 1의 증착 공정(S50) 및 산화 공정(S60)을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- 도 7은 변형예에 따른 세퍼레이터를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 실시형태 2에 따른 세퍼레이터 제조 장치(102)의 정면도이다.
- 도 10은 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법의 플로우차트이다.
- 도 11은 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 12는 실시형태 2의 접합 공정(S40)을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- 도 13은 실시형태 2의 증착 공정(S50) 및 산화 공정(S60)을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 이하, 본 발명의 세퍼레이터의 제조 방법, 세퍼레이터 제조 장치 및 세퍼레이터에 대해, 도면에 도시한 실시형태에 기초하여 설명한다.
- [0041] [실시형태 1]
- [0042] 1. 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)의 구성
- [0043] 우선, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)의 구성을 설명한다.
- [0044] 도 1은 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)를 설명하기 위한 도면이다. 도 1의 (a)는 심재(부호를 도시하지 않음)에 감은 상태의 세퍼레이터(1)의 사시도이고, 도 1의 (b)는 세퍼레이터(1)의 확대 단면도이며, 도 1의 (c)는 도 1의 (b)의 파선 테두리(A)로 나타내는 범위를 더 확대하여 도시한 모식도이다.
- [0045] 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)는 도 1에 도시한 바와 같이, 기재층(10)과, 접합 부재로서의 접합용 나노 섬유층(20), 및 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)을 갖고, 기재층(10), 접합용 나노 섬유층(20) 및 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)이, 이 순서로 적층되어 있다.
- [0046] 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)에서는 도 1의 (c)에 도시한 바와 같이, 기재층(10)과 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)은, 일부가 용융한 접합용 나노 섬유(22)에 의해 접합되어 있다. 또한, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)의 나노 섬유(32)의 표면의 적어도 일부는, 무기 화합물 입자(34)에 의해 피복되어 있다.
- [0047] 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)는, 후술하는 바와 같이 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)를 이용하여 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법에 의해 얻을 수 있다.
- [0048] 기재층(10)은 장척 시트의 형태를 취하고 있다. 기재층(10)으로서는 각종 재료로 이루어진 부직포, 직물, 편물, 종이 등 통기성(통액성)이 있는 것을 이용할 수 있다. 실시형태 1에서는 기재층(10)으로서 섬유질의 기재층을 이용하고, 도 1의 (c) 중, 도면부호 "12"로 나타내는 것은 기재층(10) 중의 섬유이다. 또한, 기재층(10)으로서는 섬유질 이외의 것(예를 들면, 다공성 필름)도 이용할 수 있다. 기재층(10)의 두께는 1 μ m~90 μ m의 범위 내이고, 예를 들면 50 μ m이다. 기재층(10)의 길이는 10m~10km의 범위 내이고, 예를 들면 100m이다.
- [0049] 접합용 나노 섬유층(20)은, 열가소성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 형성된 접합용 나노 섬유(22)로 이루어지고, 접합용 나노 섬유(22)의 일부를 용융시키는 것에 의해 기재층(10)과 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)을 접합하고 있다. 접합용 나노 섬유층(20)의 두께는 1 μ m~50 μ m의 범위 내이고, 예를 들면 20 μ m이다. 접합용 나노 섬유(22)의 평균 직경은 50nm~1000nm의 범위 내이고, 예를 들면 100nm이다. 또한, 열경화성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 형성하여 접합용 나노 섬유를 형성해도 좋다.
- [0050] 접합용 나노 섬유(22)를 구성하는 폴리머의 용점은, 기재층(10) 중의 섬유(12)를 구성하는 폴리머의 용점 및 나노 섬유(32)를 구성하는 폴리머의 용점 중 어느 것 보다 낮고, 바람직하게는 어느 용점 보다 10도 이상 낮다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 온도를 적절히 조정하는 것에 의해 접합용 나노 섬유(22)만을 선택적으로 용융하

는 것이 가능해진다.

- [0051] 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)은 나노 섬유(32), 나노 섬유(32)를 피복하고 있는 무기 화합물 입자(34)로 이루어진다.
- [0052] 나노 섬유(32)는 폴리머 용액을 전계 방사하는 것에 의해 형성되어 있다. 나노 섬유(32)의 평균 직경은 집합용 나노 섬유(22)의 평균 직경 보다 크고, 또한 80nm~3000nm의 범위 내이며, 예를 들면 1000nm이다. 이와 같은 구성으로 함으로써 기재층(10)과 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층을 충분한 강도로 집합하고, 또한 세퍼레이터의 통액성이 저하하는 것을 억제하는 것이 가능해진다.
- [0053] 무기 화합물 입자(34)는, 무기 입자(34') (도 6 참조)를 나노 섬유(32)의 표면에 증착시킨 후, 산화시키는 것에 의해 형성되어 있다. 이것에 대해서는 후술한다.
- [0054] 무기 화합물 입자(34)는 전해액에 대해 용해도가 낮고, 팽윤되기 어려운 것을 적합하게 이용할 수 있다. 실시 형태 1에서는 알루미늄을 이용하지만, 실리카 및 이산화티탄 등을 이용해도 좋다. 무기 화합물 입자(34)의 평균 입자 직경은 1nm~800nm의 범위 내이고, 예를 들면 50nm이다.
- [0055] 2. 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)의 구성
- [0056] 계속해서, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)의 구성을 설명한다.
- [0057] 도 2는 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)의 정면도이다. 또한, 도 2에서는 일부의 부재(하우징체(200)나 원료 탱크(232) 등)는 단면도로서 도시하고 있다.
- [0058] 세퍼레이터 제조 장치(100)는 반송 기구(110), 집합 부재 적층 장치(120), 제 전계 방사 장치(130), 집합 장치(140), 무기 입자 증착 장치(150), 및 무기 화합물 입자 형성 장치로서의 산화 장치(160)를 구비한다.
- [0059] 반송 기구(110)는 기재층(10)을 소정의 반송 속도로 반송한다. 반송 기구(110)는 기재층(10)을 투입하는 투입 롤러(111), 기재층(10)을 감는 감기 롤러(112), 기재층(10)의 당김을 조정하는 텐션 롤러(113, 118) 및 투입 롤러(111)와 감기 롤러(112)의 사이에 위치하는 보조 롤러(114)를 구비한다. 투입 롤러(111) 및 감기 롤러(112)는, 도시하지 않은 구동 모터에 의해 회전 구동되는 구조로 되어 있다.
- [0060] 집합 부재 적층 장치(120)는 기재층(10)의 반송 방향을 따르는 방향에 있어서, 제 1 전계 방사 장치(130)의 전단에 배치되고, 기재층(10)의 한쪽 면에 열가소성 폴리머로 이루어진 집합용 나노 섬유층(20')을 적층한다. 구체적으로는 집합 부재 적층 장치(120)는 열가소성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 집합용 나노 섬유층(20')을 형성하는 것으로 특화된 전계 방사 장치이고, 이하, 제 2 전계 방사 장치(120)라고도 한다.
- [0061] 또한, 「집합용 나노 섬유층(20')」은 열 압착에 의한 집합 공정을 실시하기 전의 집합용 나노 섬유층인 것을 나타내고, 「집합용 나노 섬유층(20)」은 집합 공정이 실시된 것에 의해, 일부가 용융한 상태가 된 집합용 나노 섬유층인 것을 나타내는 것으로 한다. 따라서, 도 1의 집합용 나노 섬유층(20)은 일부가 용융한 상태가 된 집합용 나노 섬유층이다.
- [0062] 집합 부재 적층 장치(제 2 전계 방사 장치)(120)는, 도 2에 도시한 바와 같이 하우징체(200), 노즐 유닛(210), 폴리머 용액 공급부(230), 컬렉터(250), 전원 장치(260) 및 보조 벨트 장치(270)를 구비한다. 집합 부재 적층 장치(120)는 복수의 상부 방향 노즐(220)의 토출구로부터 폴리머 용액을 토출하여 집합용 나노 섬유층(20)을 형성한다.
- [0063] 하우징체(200)는 도전체로 이루어진다. 노즐 유닛(210)은 복수의 상부 방향 노즐(220)을 구비한다.
- [0064] 상부 방향 노즐(220)은, 폴리머 용액 공급부(230)로부터 공급되는 집합용 나노 섬유(22)의 원료를 용해한 폴리머 용액을 분사구로부터 분사하는 노즐이다. 상부 방향 노즐(220)은 폴리머 용액을 토출구로부터 상부 방향으로 토출한다. 상부 방향 노즐(220)은, 예를 들면 1.5cm~6.0cm의 피치로 배열되어 있다. 상부 방향 노즐(220)의 수는, 예를 들면 36개(중형 동수로 배열한 경우, 6개×6개)~21904개(중형 동수로 배열한 경우, 148개×148개)로 할 수 있다.
- [0065] 폴리머 용액 공급부(230)는 집합용 나노 섬유(22)의 원료를 용해한 폴리머 용액을 노즐 유닛(210)에 공급한다. 폴리머 용액 공급부(230)는 원료 탱크(232), 교반 장치(233) 및 공급 장치(234)를 구비한다.
- [0066] 컬렉터(250)는 노즐 유닛(210)의 상방에 배치되어 있다. 컬렉터(250)는 도전체로 이루어지고, 도 2에 도시한 바와 같이, 절연 부재(252)를 통해 하우징체(200)에 장착되어 있다. 전원 장치(260)는 상부 방향 노즐(220)과,

컬렉터(250)의 사이에 고전압을 인가한다. 전원 장치(260)의 양극은 컬렉터(250)에 접속되고, 전원 장치(260)의 음극은 하우징체(200)를 통해 노즐 유닛(210)에 접속되어 있다.

- [0067] 보조 벨트 장치(270)는, 장척 시트(W)의 반송 속도에 동기하여 회전하는 보조 벨트(272)와, 보조 벨트(272)의 회전을 돕는 5개의 보조 벨트용 롤러(274)를 구비한다. 5개의 보조 벨트용 롤러(274) 중 1개 또는 2개 이상의 보조 벨트용 롤러가 구동 롤러이고, 나머지 보조 벨트용 롤러가 중동 롤러이다. 컬렉터(250)와 기재층(10)의 사이에 보조 벨트(272)가 설치되어 있으므로, 기재층(10)은 양의 고전압이 인가되어 있는 컬렉터(250)로 당겨지지 않고 원활하게 반송되게 된다.
- [0068] 제 1 전계 방사 장치(130)는 기재층(10)의 반송 방향을 따라서 배치되고, 기재층(10)의 한쪽 면에 나노 섬유(32)로 이루어진 나노 섬유층(30')을 형성한다. 여기서, 「나노 섬유층(30')」은 상기 나노 섬유층(30')에 있어서의 나노 섬유(32)의 표면의 적어도 일부에 무기 입자(34')가 증착되기 전의 나노 섬유층인 것을 나타내고 있다. 이하, 「제 1 전계 방사 장치(130)」를 단지 「전계 방사 장치(130)」라고 하는 경우도 있다.
- [0069] 또한, 전계 방사 장치(130)의 기본적인 기계적 구성은 접합 부재 적층 장치(제 2 전계 장치)(120)와 동일하지만, 나노 섬유층(30')을 형성하는 것으로 특화된 전계 방사 장치이므로 세부 구조가 다르다. 또한, 전계 방사 장치(130)의 원료 탱크(232)에는 나노 섬유(32)의 원료를 용해한 폴리머 용액이 들어간다. 또한, 도 2의 전계 방사 장치(130)의 각 구성 요소 중, 접합 부재 적층 장치(120)와 기본적인 구성 및 역할이 동일한 구성 요소에 대해서는 상기 접합 부재 적층 장치(120)에 있어서 상당하는 구성 요소와 동일한 부호를 붙이고 있다.
- [0070] 접합 장치(140)는 기재층(10), 접합용 나노 섬유층(20) 및 나노 섬유층(30')이 적층된 적층체(40)를 열 압착하는 것에 의해 접합용 나노 섬유(22)의 일부를 용융시켜 기재층(10)과 나노 섬유층(30')을 접합한다. 구체적으로 접합 장치(140)는 접합용 나노 섬유(22)를 구성하는 폴리머의 용점 보다 높고, 기재층(10) 중의 섬유(12)를 구성하는 폴리머의 용점 및 나노 섬유(32)를 구성하는 폴리머의 용점 중 어느 것 보다도 낮은 온도(예를 들면, 150℃)로 적층체(40)를 가열하면서 롤러로 누르는 것에 의해 접합용 나노 섬유(22)의 일부를 용융시켜 기재층(10)과 나노 섬유층(30')을 접합한다.
- [0071] 무기 입자 증착 장치(150)는 무기 입자(34')(예를 들면, 알루미늄)를 나노 섬유층(30')에 증착시키는 것에 의해, 나노 섬유(32)의 표면의 적어도 일부를 무기 입자(34')에 의해 피복한다. 구체적으로 무기 입자 증착 장치(150)는 진공으로 한 용기 중에서 무기 입자(34')의 재료가 되는 물질을 가열하는 것에 의해 증기로 하여 나노 섬유층(30')의 나노 섬유(32)에 접촉시키고 있다. 나노 섬유(32)에 접촉한 상기 증기는 온도가 내려가고, 그것에 의해 나노 섬유(32)를 피복하는 무기 입자(34')가 된다.
- [0072] 산화 장치(160)는 나노 섬유(32)를 피복하는 무기 입자(34')를 산화시켜 무기 화합물 입자(34)(예를 들면, 알루미늄)로 한다. 구체적으로 산화 장치(160)는 나노 섬유(32)에 무기 입자(34')가 피복되어 있는 적층체를 산소 분위기의 공간을 통과시키는 것에 의해, 무기 입자(34')를 산화시켜 무기 화합물 입자(34)를 얻는다.
- [0073] 3. 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법
- [0074] 계속해서, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법을 설명한다.
- [0075] 도 3은 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법의 플로우차트이다.
- [0076] 도 4는 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 4의 (a) 내지 도 4의 (c)는 각 공정도이다.
- [0077] 도 5는 실시형태 1의 접합 공정(S40)을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 5의 (a)는 접합 공정(S40)을 실시하기 전의 확대 모식도이고, 도 5의 (b)는 접합 공정(S40)을 실시한 후의 확대 모식도이다.
- [0078] 도 6은 실시형태 1의 무기 입자 증착 공정(S50) 및 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 6의 (a)는 무기 입자 증착 공정(S50)을 실시한 후의 확대 모식도이고, 도 6의 (b)는 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)을 실시한 후의 확대 모식도이다.
- [0079] 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법은, 도 3에 도시한 바와 같이 기재층 준비 공정(S10), 접합 부재 적층 공정(S20), 나노 섬유층 형성 공정(S30), 접합 공정(S40), 무기 입자 증착 공정(S50) 및 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)을 이 순서로 포함한다. 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법은 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)를 이용하여 실시한다.

- [0080] (1) 기재층 준비 공정(S10)
- [0081] 기재층 준비 공정(S10)은 기재층(10)을 준비하는 공정이다. 구체적으로는 장척 시트인 기재층(10)을 반송 기구(110)에 설정하고, 기재층(10)(도 4의 (a) 참조)을 투입 롤러(111)로부터 소정의 반송 속도로 반송시킨다.
- [0082] (2) 접합 부재 적층 공정(S20)
- [0083] 접합 부재 적층 공정(S20)은, 반송 기구(110)에 의해 반송되어 오는 기재층(10)의 한쪽 면에 열가소성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 접합용 나노 섬유(22)로 이루어진 접합용 나노 섬유층(20')(열 압착에 의한 접합 공정을 실시하기 전의 접합용 나노 섬유층)을 형성하는 공정이다. 이 접합 부재 적층 공정(S20)을 실시하는 것에 의해, 기재층(10)의 한쪽 면에는 접합용 나노 섬유층(20')이 적층된 상태가 된다.
- [0084] 구체적으로는, 우선 접합용 나노 섬유(22)를 구성하는 폴리머 용액을, 접합 부재 적층 장치(120)의 폴리머 용액 공급부(230)를 통해 노즐 유닛(210)으로 공급한다. 계속해서, 컬렉터(250)와 노즐 유닛(210)의 사이에 전압을 가해, 상부 방향 노즐(220)로부터 폴리머 용액을 상부 방향으로 분사시키고, 기재층(10)의 한쪽 면측(하측)에 접합용 나노 섬유층(20')을 형성한다(도 4의 (b) 참조).
- [0085] (3) 나노 섬유층 형성 공정(S30)
- [0086] 나노 섬유층 형성 공정(S30)은, 접합 부재(접합용 나노 섬유층(20'))의 한쪽 면에 나노 섬유(32)로 이루어진 나노 섬유층(30')을 형성하는 공정이다. 구체적으로는 우선 나노 섬유(32)를 구성하는 폴리머 용액을, 전계 방사 장치(130)의 폴리머 용액 공급부(230)를 통해 노즐 유닛(210)으로 공급한다. 계속해서, 컬렉터(250)와 노즐 유닛(210)의 사이에 전압을 가해, 상부 방향 노즐(220)로부터 폴리머 용액을 토출시키고, 이미 형성되어 있는 접합용 나노 섬유층(20')의 한쪽 면에 나노 섬유층(30')을 형성하여 적층체(40)로 한다.
- [0087] 또한, 「나노 섬유층(30')」은, 후술하는 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)에 의해 무기 입자(34')를 화합시켜 무기 화합물 입자(34)를 형성하기 전의 나노 섬유층인 것을 나타내고 있다.
- [0088] (4) 접합 공정(S40)
- [0089] 접합 공정(S40)은, 접합 부재(접합용 나노 섬유층(20'))의 일부를 용융시키는 것에 의해, 기재층(10)과 나노 섬유층(30')을 접합하는 공정이다. 접합 공정(S40)은 접합 장치(140)에 의해 실시된다. 구체적으로는 접합용 나노 섬유(22)를 구성하는 폴리머의 용점 보다 높고, 기재층(10) 중의 섬유(12)를 구성하는 폴리머의 용점 및 나노 섬유(32)를 구성하는 폴리머의 용점 중 어느 것 보다 낮은 온도(예를 들면, 150 ℃)로 적층체(40)를 가열하면서 롤러로 누르는 것에 의해 접합용 나노 섬유(22)의 일부를 용융시켜 기재층(10)과 나노 섬유층(30')을 접합한다(도 5 참조).
- [0090] 또한, 도 5의 (a)는 접합 공정 전의 상태이고, 접합용 나노 섬유층은 용융하기 전의 상태이므로, 「접합용 나노 섬유층(20')」으로 도시되어 있다. 또한, 도 5의 (b)는 접합 공정 후의 상태이고, 접합용 나노 섬유층은 일부가 용융한 상태로 되어 있으므로, 「접합용 나노 섬유층(20)」으로서 도시되어 있다.
- [0091] (5) 무기 입자 증착 공정(S50)
- [0092] 무기 입자 증착 공정(S50)은, 나노 섬유층(30')에 무기 입자(34')를 증착시키는 것에 의해, 나노 섬유층(30')에 있어서의 나노 섬유(32)의 표면의 적어도 일부에 무기 입자(34')를 피복하는 공정이다.
- [0093] 상기 무기 입자 증착 공정(S50)은, 무기 입자 증착 장치(150)에 의해 실시된다. 구체적으로는 진공으로 한 용기 중에서 무기 입자(34')의 재료가 되는 물질을 가열하는 것에 의해 증기로 하여 나노 섬유층(30')의 나노 섬유(32)에 접촉시킨다. 그리고, 나노 섬유(32)에 접촉한 상기 증기는 온도가 내려가고, 그것에 의해 나노 섬유(32)를 피복하는 무기 입자(34')가 된다(도 6의 (a) 참조).
- [0094] (6) 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)
- [0095] 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)은, 무기 입자(34')를 화합시켜 무기 화합물 입자(34)를 형성하는 것에 의해, 나노 섬유층(30')을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)으로 하는 공정이다.
- [0096] 상기 무기 화합물 입자 형성 공정은, 산화 장치(160)에 의해 실시된다. 구체적으로는 나노 섬유(32)에 무기 입자(34')가 피복되어 있는 적층체를 산소 분위기의 공간을 통과시키는 것에 의해, 무기 입자(34')를 산화시키는 것에 의해 무기 화합물 입자(34)를 형성하고, 나노 섬유층(30')을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)으로 한다(도 6의 (b) 참조).

- [0097] 이와 같이 제조된 세퍼레이터(1)는 감기 롤러(112)에 감긴다.
- [0098] 이하, 실시형태 1의 방사 조건을 예시적으로 나타낸다.
- [0099] 접합용 나노 섬유(22)를 구성하는 폴리머로서는, 예를 들면 폴리프로필렌(PP), 폴리아세트산비닐(PVAc), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리부틸렌테레프탈레이트(PBT), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리아미드(PA), 폴리우레탄(PUR), 폴리비닐알콜(PVA), 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리에테르이미드(PEI), 폴리카프로락톤(PCL), 폴리락트산(PLA), 폴리락트산글리콜산(PLGA), 폴리불화비닐리덴(PVDF) 등의 수지를 이용할 수 있다.
- [0100] 나노 섬유(32)를 구성하는 폴리머로서는 예를 들면, 폴리프로필렌(PP), 폴리아세트산비닐(PVAc), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리부틸렌테레프탈레이트(PBT), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리아미드(PA), 폴리우레탄(PUR), 폴리비닐알콜(PVA), 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리에테르이미드(PEI), 폴리카프로락톤(PCL), 폴리락트산(PLA), 폴리락트산글리콜산(PLGA), 실크, 셀룰로스, 키토산, 폴리불화비닐리덴(PVDF) 등 여러 가지 수지를 이용할 수 있다.
- [0101] 각종 폴리머 용액을 제조하기 위한 용매로서는, 예를 들면 디클로로메탄, 디메틸포름아미드, 디메틸설폭시드, 메틸에틸케톤, 클로로포름, 아세톤, 물, 포름산, 아세트산, 시클로헥산, THF 등을 이용할 수 있다. 복수 종류의 용매를 혼합하여 이용해도 좋다. 폴리머 용액에는 도전성 향상제 등의 첨가제를 함유시켜도 좋다.
- [0102] 방사 속도는 예를 들면 0.2m/분~100m/분으로 설정할 수 있다. 노즐과 컬렉터(250)와 노즐 유닛(210)에 인가하는 전압은, 예를 들면 10kV~80kV로 설정할 수 있고, 50kV 부근으로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0103] 방사 구역의 온도는 예를 들면 10℃~40℃로 설정할 수 있다. 방사 구역의 습도는 예를 들면 10%~50%로 설정할 수 있다.
- [0104] 4. 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100) 및 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)의 효과
- [0105] 이하, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100) 및 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)의 효과를 기재한다.
- [0106] 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 나노 섬유(32)의 표면의 적어도 일부를 피복하는 무기 화합물 입자(34)가 높은 열적 안정성을 가지므로, 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0107] 또한, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 나노 섬유층(30')에 무기 입자(34')를 증착시키는 것에 의해, 나노 섬유층(30')의 나노 섬유(32)의 표면의 적어도 일부에 무기 입자(34')를 피복시키고, 그 후 상기 무기 입자(34')를 화합시켜 무기 화합물 입자(34)를 형성하는 것에 의해, 나노 섬유층(30')을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)으로 하고 있다.
- [0108] 이 때문에, 무기 화합물을 도포한 경우와 비교하여, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)의 깊은 깊이 위치의 나노 섬유(32)까지 무기 화합물 입자(34)에 의해 피복하는 것이 가능해진다. 그 결과, 보다 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0109] 또한, 무기 화합물 입자(34)를 분산한 폴리머 용액을 전계 방사하여 무기 화합물 입자(34)를 함유하는 나노 섬유층(30')을 가진 세퍼레이터를 제조한 경우와 비교하여, 무기 화합물 입자(34)를 폴리머 용액에 분산시킬 때의 용매의 특성 및 용매와의 상성이나 전계 방사 시에 노즐이 무기 입자에 의해 막히는 것을 고려할 필요도 없어진다. 그 결과, 나노 섬유(32)의 표면에 무기 입자(34')를 피복하는 것이 용이해지고, 높은 생산성으로 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0110] 또한, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 나노 섬유(32)로 이루어진 나노 섬유층(30')을 형성하는 나노 섬유층 형성 공정(S30)을 포함하므로, 종래의 세퍼레이터의 제조 방법과 마찬가지로 높은 전해액 흡수성, 낮은 이온 저항성 및 높은 텐드라이트 내성을 갖고, 또한 총 두께가 얇은 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0111] 또한, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 무기 입자(34')를 용이하게 세퍼레이터에 적합한 무기 화합물 입자(34)로 하는 것이 가능해진다.
- [0112] 또한, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 기재층(10)과 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층

을 높은 밀착성으로 접합하는 것이 가능해진다. 그 결과, 높은 밀착성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.

- [0113] 또한, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 접합 부재(접합용 나노 섬유층(20'))의 접합용 나노 섬유가 매우 미세하므로, 접합 후에 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층의 나노 섬유들의 틈이 메워지는 것을 억제하는 것이 가능해진다. 그 결과, 세퍼레이터의 통액성이 저하하는 것을 억제하는 것이 가능하고, 종래의 세퍼레이터 보다 높은 전해액 흡수성이나 낮은 이온 저항을 실현하는 것이 가능한 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0114] 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)에 의하면, 상기한 본 발명의 세퍼레이터의 제조 방법을 이용하여 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0115] 또한, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)에 의하면, 무기 입자(34')를 용이하게 세퍼레이터에 적합한 무기 화합물 입자(34)로 하는 것이 가능해진다.
- [0116] 또한, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)에 의하면, 기재층과 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층을 높은 밀착성으로 접합하는 것이 가능해진다. 그 결과, 높은 밀착성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0117] 또한, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)에 의하면, 접합 부재의 접합용 나노 섬유가 매우 미세하므로, 접합 후에 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층의 나노 섬유들의 틈이 메워지는 것을 억제하는 것이 가능해진다. 그 결과, 세퍼레이터의 통액성이 저하하는 것을 억제하는 것이 가능하고, 종래의 세퍼레이터 보다도 높은 전해액 흡수성이나 낮은 이온 저항을 실현하는 것이 가능한 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0118] 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)에 의하면, 나노 섬유(32)의 표면의 적어도 일부를 피복하는 무기 화합물 입자(34)가 높은 열적 안정성을 가지므로, 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다.
- [0119] 또한, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)에 의하면, 나노 섬유층(30')에 무기 입자(34')를 증착시키는 것에 의해, 상기 나노 섬유층(30')에 있어서의 나노 섬유(32)의 표면의 적어도 일부에 무기 입자(34')를 피복시키고, 그 후 상기 무기 입자(34')를 화합시켜 무기 화합물 입자(34)를 형성하는 것에 의해 나노 섬유층(30')을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)으로 하고 있다.
- [0120] 이 때문에, 무기 화합물을 도포한 경우와 비교하여, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)의 깊은 깊이 위치의 나노 섬유(32)까지 무기 화합물 입자(34)에 의해 피복한 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다. 그 결과, 보다 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다.
- [0121] 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)에 의하면, 높은 전해액 흡수성, 낮은 이온 저항성, 및 높은 텐트라이트 내성을 갖고, 또한 층 두께가 얇은 세퍼레이터로 하는 것이 가능하며, 또한 종래의 세퍼레이터 보다 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다.
- [0122] [변형예 1]
- [0123] 도 7은 변형예에 따른 세퍼레이터(1a)를 설명하기 위한 도면이다. 도 7의 (a)는 심재(부호를 도시하지 않음)에 감은 상태의 세퍼레이터(1a)의 사시도이고, 도 7의 (b)는 세퍼레이터(1a)의 확대 단면도이며, 도 7의 (c)는 도 7의 (b)의 "A"로 나타내는 범위를 더 확대하여 도시한 모식도이다.
- [0124] 변형예 1에 따른 세퍼레이터(1a)에서는 도 7의 (a) 및 도 7의 (b)에 도시한 바와 같이, 나노 섬유층(30')의 한 쪽 면측에 무기 화합물 입자(34)로 이루어진 증착층(50)이 형성되어 있다. 또한, 도 7에서는 무기 화합물 입자(34)는 도시가 생략되어 있다.
- [0125] 변형예에 따른 세퍼레이터(1a)가 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)와 다른 것은, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)가 도 1의 (c)에 도시한 바와 같이, 나노 섬유층(30')을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)으로 하고 있는 것에 대해, 변형예에 따른 세퍼레이터(1a)는 도 7의 (c)에 도시한 바와 같이, 무기 화합물 입자(34)를 증착시키지 않은 상태(나노 섬유층(30')) 그대로의 상태)이고, 상기 나노 섬유층(30')의 표면에 무기 화합물 입자(34)로 이루어진 증착층(50)을 형성한 점이다.
- [0126] 또한, 변형예에 따른 세퍼레이터(1a)의 증착층(50)은, 무기 입자 증착 공정(S50)에 있어서, 무기 입자(34')(도 6 참조)를 층 형상이 되기까지 증착시킨 후, 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)에 있어서, 무기 입자(34')를 화합시켜 무기 화합물 입자(34)로 하는 것에 의해 형성한다.

- [0127] 이와 같이, 나노 섬유층(30')의 한쪽 면측에 무기 화합물 입자(34)로 이루어진 증착층(50)이 형성되어 있는 구조의 세퍼레이터(1a)라도 나노 섬유(32)의 표면의 적어도 일부를 피복하는 무기 화합물 입자(34)가 높은 열적 안정성을 가지므로, 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다.
- [0128] 또한, 변형예 1에 따른 세퍼레이터(1a)에 의하면, 나노 섬유(32)로 이루어진 나노 섬유층(30')을 형성하는 나노 섬유층 형성 공정(S30)을 포함하므로, 종래의 세퍼레이터의 제조 방법과 마찬가지로 높은 전해액 흡수성, 낮은 이온 저항성 및 높은 텐드라이트 내성을 갖고, 또한 층 두께가 얇은 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다.
- [0129] 또한, 변형예에 따른 세퍼레이터(1a)는, 나노 섬유층(30')이 도 7의 (c)에 도시한 바와 같이, 무기 화합물 입자(34)를 증착시키지 않은 상태(나노 섬유층(30') 그대로의 상태)이고, 상기 나노 섬유층(30')의 표면에 무기 화합물 입자(34)로 이루어진 증착층(50)을 형성한 구조로 했지만, 이것에 한정되지 않는다. 즉, 변형예에 따른 세퍼레이터(1a)에서도 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)와 마찬가지로, 나노 섬유층(30')을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)으로 하고 나서, 또한 상기 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(30)의 한쪽 면측에 무기 화합물 입자(34)로 이루어진 증착층(50)을 형성한 구조로 해도 좋다.
- [0130] [실시형태 2]
- [0131] 1. 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)의 구성
- [0132] 도 8은 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)를 설명하기 위한 도면이다. 도 8의 (a)는 심재(부호를 도시하지 않음)에 감은 상태의 세퍼레이터(2)의 사시도이고, 도 8의 (b)는 세퍼레이터(2)의 확대 단면도이며, 도 8의 (c)는 도 8의 (b)의 파선 테두리(A)로 나타내는 범위를 더 확대하여 도시한 모식도이다.
- [0133] 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)는, 기본적으로는 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)과 동일한 구성을 갖지만, 접합 부재(실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)의 접합용 나노 섬유층(20)에 상당하는 부재)를 갖고 있지 않은 점이 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)의 경우와 다르다. 즉, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)는, 도 8의 (a)에 도시한 바와 같이 기재층(10)과, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(50)을 갖고, 기재층(10)과, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)은 이 순서로 적층되어 있다.
- [0134] 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)에서는, 도 8의 (c)에 도시한 바와 같이, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)에는 나노 섬유(62)로서 열가소성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 형성된 나노 섬유(62)(이하, 접합용 나노 섬유(62)라고 함)가 포함되어 있고, 상기 접합용 나노 섬유(62)의 일부를 용융하는 것에 의해, 기재층(10)과 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)이 접합되어 있다. 접합용 나노 섬유(62)를 구성하는 폴리머는, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)에 있어서 접합용 나노 섬유(22)를 구성하는 폴리머와 동일한 폴리머를 이용할 수 있다.
- [0135] 또한, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)은, 접합용 나노 섬유(62)를 함유하는 나노 섬유층(접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60'))이라고 함)에 무기 입자(64')를 증착시키는 것에 의해, 상기 접합용 나노 섬유(62)의 표면의 적어도 일부에 무기 입자(64')(도 13의 (a) 참조)를 피복시키고, 그 후, 상기 무기 입자를 화합시켜 무기 화합물 입자(64)(도 13의 (b) 참조)를 형성하는 것에 의해, 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)으로 한 것이다. 이와 같은 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)을 제조하는 공정에 대해서는 후술한다.
- [0136] 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)는 후술하는 바와 같이, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터 제조 장치(102)를 이용하여, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법에 의해 얻을 수 있다.
- [0137] 이와 같이, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)는 접합 부재(실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)의 접합용 나노 섬유층(20)에 상당하는 부재)를 갖고 있지 않은 점에서, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)의 경우와는 다르지만, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)의 경우와 마찬가지로 나노 섬유(실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)에서는 접합용 나노 섬유(62))의 표면의 적어도 일부를 피복하는 무기 화합물 입자(34)가 높은 열적 안정성을 가지므로, 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0138] 또한, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)에 의하면, 무기 입자(64')를 증착하는 것에 의해 나노 섬유(접합용 나노 섬유(62))의 표면의 적어도 일부에 무기 입자(64')를 피복시키고, 그 후 상기 무기 입자(64')를 화합시켜 무기 화합물 입자(64)를 형성하는 것에 의해, 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)으로 하고 있다.
- [0139] 이 때문에, 무기 화합물을 도포한 경우와 비교하여, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)의 깊은 깊이 위치

의 나노 섬유(접합용 나노 섬유(62))까지 무기 화합물 입자(34)에 의해 피복한 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다. 그 결과, 더 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다.

[0140] 또한, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)에 의하면, 높은 전해액 흡수성, 낮은 이온 저항성 및 높은 텐드라이트 내성을 갖고, 또한 총 두께가 얇은 세퍼레이터로 하는 것이 가능하며, 또한 종래의 세퍼레이터 보다 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터로 하는 것이 가능해진다.

[0141] 또한, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)는, 접합 부재를 갖고 있지 않은 점 이외의 점에서는 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)와 동일한 구성을 가지므로, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)가 가지는 효과 중 해당하는 효과를 가진다.

[0142] 2. 실시형태 2에 따른 세퍼레이터 제조 장치(102)

[0143] 도 9는 실시형태 2에 따른 세퍼레이터 제조 장치(102)의 정면도이다.

[0144] 실시형태 2에 따른 세퍼레이터 제조 장치(102)는, 기본적으로는 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)와 동일한 구성을 갖지만, 접합 부재 적층 장치(120)(도 2 참조)를 구비하고 있지 않은 점이 실시형태 1에 따른 세퍼레이터(1)의 경우와 다르다. 즉, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터(2)는, 도 9에 도시한 바와 같이 반송 기구(110), 전계 방사 장치(130a), 접합 장치(140), 무기 입자 증착 장치(150) 및 산화 장치(160)를 구비한다.

[0145] 전계 방사 장치(130a)는, 열가소성 폴리머를 전계 방사하여 접합용 나노 섬유(62)를 함유하는 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')을 형성하는 전계 방사 장치이다. 또한, 「접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')」은, 상기 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')의 접합용 나노 섬유(62)의 표면의 적어도 일부에 무기 입자(64')가 증착되기 전의 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층이고, 상기 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')의 표면의 적어도 일부에 무기 입자(64')를 피복시킨 후, 상기 무기 입자(64')를 화합시켜 무기 화합물 입자를 형성하는 것에 의해, 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')은 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)이 된다.

[0146] 또한, 전계 방사 장치(130a)는, 기본적인 구성은 전계 방사 장치(130)와 동일하지만, 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')을 형성하는 것으로 특화된 전계 방사 장치이므로 세부 구조가 다르다. 전계 방사 장치(130)의 원료 탱크(232)에는, 나노 섬유(접합용 나노 섬유(62))의 원료를 용해한 폴리머 용액이 들어간다.

[0147] 또한, 도 9의 전계 방사 장치(130a)의 각 구성 요소 중, 도 2의 전계 방사 장치(130)와 기본적인 구성 및 역할이 동일한 구성 요소에 대해서는, 상기 전계 방사 장치(130)에 있어서 상당하는 구성 요소와 동일한 부호를 붙이고 있다.

[0148] 이와 같이, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터 제조 장치(102)는 접합 부재 적층 장치(120)를 구비하고 있는 점에서 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(102)의 경우와는 다르지만, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)의 경우와 마찬가지로 본 발명의 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.

[0149] 또한, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터 제조 장치(102)에 의하면, 접합용 나노 섬유(62)가 매우 미세하므로, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)의 나노 섬유들의 틈이 메워지는 것을 억제하는 것이 가능해진다. 그 결과, 세퍼레이터의 통액성이 저하하는 것을 억제하는 것이 가능하고, 종래의 세퍼레이터 보다 높은 전해액 흡수성이거나 낮은 이온 저항을 실현하는 것이 가능한 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.

[0150] 또한, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터 제조 장치(102)는, 접합 부재 적층 장치(120)를 구비하고 있지 않은 점 이외의 점에서는 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)와 동일한 구성을 가지므로, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터 제조 장치(100)가 가지는 효과 중 해당하는 효과를 가진다.

[0151] 3. 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법

[0152] 계속해서, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법을 설명한다.

[0153] 도 10은 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법의 플로우차트이다.

[0154] 도 11은 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 11의 (a) 내지 도 11의 (b)는 각 공정도이다.

[0155] 도 12는 실시형태 2의 접합 공정(S40)을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 12의 (a)는 접합 공정(S40)을 실시하기 전의 확대 모식도이고, 도 12의 (b)는 접합 공정(S40)을 실시한 후의 확대 모식도이다.

- [0156] 도 13은 실시형태 2의 무기 입자 증착 공정(S50) 및 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 13의 (a)는 무기 입자 증착 공정(S50)을 실시한 후의 확대 모식도이고, 도 13의 (b)는 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)을 실시한 후의 확대 모식도이다.
- [0157] 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법은 기본적으로는 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법과 동일한 구성을 갖지만, 접합 부재 적층 공정(도 3의 접합 부재 적층 공정(S20))을 포함하지 않은 점이 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법의 경우와 다르다. 즉, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법은, 도 10에 도시한 바와 같이 기재층 준비 공정(S10), 나노 섬유층 형성 공정(S30), 접합 공정(S40), 무기 입자 증착 공정(S50), 및 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)을 이 순서로 포함한다.
- [0158] (1) 기재층 준비 공정(S10)
- [0159] 기재층 준비 공정(S10)은 기재층(10)(도 11의 (a) 참조)을 준비하는 공정이다. 기재층(10)을 준비하는 공정은, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법과 동일한 공정이다.
- [0160] (2) 나노 섬유층 형성 공정(S30)
- [0161] 나노 섬유층 형성 공정(S30)은, 접합용 나노 섬유(62)를 함유하는 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')을 형성하는 공정이다. 구체적으로는 열가소성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 형성된 접합용 나노 섬유(62)를 함유하는 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')을 형성한다.
- [0162] (3) 접합 공정(S40)
- [0163] 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')의 접합용 나노 섬유(62)의 일부를 용융시키는 것에 의해, 기재층(10)과 나노 섬유층(60')을 접합하는 공정이다. 접합 공정(S40)은 접합 장치(140)에 의해 실시된다. 구체적으로는 접합용 나노 섬유(62)를 구성하는 폴리머의 용점 보다 높고, 기재층(10) 중의 섬유(12)를 구성하는 폴리머의 용점 및 나노 섬유(62)를 구성하는 폴리머의 용점 중 어느 것 보다도 낮은 온도(예를 들면, 150℃)로 적층체를 가열하면서 롤러로 누르는 것에 의해 접합용 나노 섬유(62)의 일부를 용융시켜 기재층(10)과 나노 섬유층(60')을 접합한다(도 12 참조).
- [0164] (4) 무기 입자 증착 공정(S50)
- [0165] 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')의 접합용 나노 섬유(62)에 무기 입자(64')를 증착하는 것에 의해, 나노 섬유(접합용 나노 섬유(62))의 표면의 적어도 일부에 무기 입자(64')를 피복하는 공정이다(도 13의 (a) 참조).
- [0166] (5) 무기 화합물 입자 형성 공정(S60)
- [0167] 무기 입자(64')를 화합시켜 무기 화합물 입자(64)를 형성하는 것에 의해, 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)으로 하는 공정이다(도 13의 (b) 참조).
- [0168] 이와 같이, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법은, 접합 부재 적층 공정을 포함하지 않은 점에서 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법의 경우와는 다르지만, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법의 경우와 마찬가지로 나노 섬유(접합용 나노 섬유(62))의 표면의 적어도 일부를 피복하는 무기 화합물 입자(64)가 높은 열적 안정성을 가지므로, 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0169] 또한, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 무기 입자(64)를 증착하는 것에 의해 나노 섬유(접합용 나노 섬유(62))의 표면의 적어도 일부에 무기 입자(64')를 피복시키고, 그 후 상기 무기 입자(64')를 화합시켜 무기 화합물 입자(64)를 형성하는 것에 의해 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')을 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)으로 하고 있다.
- [0170] 이 때문에, 무기 화합물을 도포한 경우와 비교하여, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)의 깊은 깊이 위치의 나노 섬유(접합용 나노 섬유(62))까지 무기 화합물 입자(64)에 의해 피복하는 것이 가능해진다. 그 결과, 더 높은 열적 안정성을 가진 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0171] 또한, 무기 화합물 입자(64)를 분산한 폴리머 용액을 전계 방사하여 무기 화합물 입자(64)를 함유하는 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')을 가진 세퍼레이터를 제조한 경우와 비교하여, 무기 화합물 입자(64)를 폴리머 용액에 분산시킬 때의 용매의 특성 및 용매와의 상성이나 전계 방사시에 노즐이 무기 입자에 의해 막히는 것을 고려할 필요도 없어진다. 그 결과, 나노 섬유(접합용 나노 섬유(62))의 표면에 무기 입자(64')를 피복하는

것이 용이해지고, 높은 생산성으로 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.

- [0172] 또한, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 나노 섬유(접합용 나노 섬유(62))를 함유하는 접합용 나노 섬유 함유 나노 섬유층(60')을 형성하는 나노 섬유층 형성 공정(S30)을 포함하므로, 종래의 세퍼레이터의 제조 방법과 마찬가지로 높은 전해액 흡수성, 낮은 이온 저항성 및 높은 텐드라이트 내성을 갖고, 또한 총 두께가 얇은 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0173] 또한, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법에 의하면, 접합용 나노 섬유(62)가 매우 미세하므로, 접합 후에 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)의 나노 섬유들의 틈이 메워지는 것을 억제하는 것이 가능해진다. 그 결과, 세퍼레이터의 통액성이 저하하는 것을 억제하는 것이 가능하고, 종래의 세퍼레이터 보다 높은 전해액 흡수성이나 낮은 이온 저항을 실현하는 것이 가능한 세퍼레이터를 제조하는 것이 가능해진다.
- [0174] 또한, 실시형태 2에 따른 세퍼레이터의 제조 방법은, 접합 부재 적층 공정을 포함하지 않는 점 이외의 점에서는 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법과 동일한 구성을 가지므로, 실시형태 1에 따른 세퍼레이터의 제조 방법이 가진 효과 중 해당하는 효과를 가진다.
- [0175] 이상, 본 발명을 상기 실시형태에 기초하여 설명했지만, 본 발명은 상기 실시형태에 한정되지 않는다. 그 취지를 이탈하지 않는 범위에서 여러 가지 형태로 실시하는 것이 가능하고, 예를 들면 다음과 같은 변형도 가능하다.
- [0176] (1) 상기 각 실시형태의 각 구성 요소의 수, 위치 관계, 크기는 예시이고, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.
- [0177] (2) 상기 실시형태 2에 있어서, 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층(60)의 한쪽 면에 추가로 무기 화합물 입자(64)로 이루어진 증착층(50)을 형성해도 좋다.
- [0178] (3) 상기 각 실시형태에서는, 각 실시형태에 따른 세퍼레이터 제조 장치를 이용하여 실시하는 것으로 했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면 반송 기구, 접합 부재 적층 장치, 전계 방사 장치, 접합 장치, 무기 입자 증착 장치 및 무기 화합물 입자 형성 장치가, 각각 별체 또는 일부가 별체로 되어 있는 세퍼레이터 제조 장치의 경우에도 본 발명을 적용 가능하다.
- [0179] (4) 상기 각 실시형태에서는, 접합 부재 적층 공정은 기재층의 한쪽 면에 열가소성 또는 열경화성 폴리머로 이루어진 접합 부재를 형성하는 공정인 경우를 예로 들어 본 발명을 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 접합 부재 적층 공정은 미리 제조된 접합 부재를 기재층(10)에 적층하는 공정인 경우에도 본 발명을 적용 가능하다.
- [0180] (5) 상기 각 실시형태에서는, 열가소성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 형성된 접합용 나노 섬유의 경우를 예로 들어 본 발명을 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 열경화성 폴리머를 전계 방사하는 것에 의해 형성된 접합용 나노 섬유를 이용한 경우에도 본 발명을 적용 가능하다.
- [0181] (6) 상기 실시형태 1에서는, 접합용 나노 섬유로 이루어진 접합 부재를 이용한 경우를 예로 들어 본 발명을 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면 열가소성 폴리머 또는 열경화성 폴리머로 이루어진 접합 부재를 이용한 경우에도 본 발명은 적용 가능하다.
- [0182] (7) 상기 각 실시형태에서는, 전계 방사 장치 및 접합 부재 적층 장치를 각각 1 대씩 구비하는 세퍼레이터 제조 장치의 경우를 예로 들어 본 발명을 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 전계 방사 장치 또는 접합 부재 적층 장치를 2 대 이상 구비한 세퍼레이터 제조 장치의 경우에도 본 발명에 적용 가능하다.
- [0183] (8) 상기 각 실시형태에서는, 반송 기구(110)로서 장척 시트의 형태를 취하고 있는 기재층(10) 그 자체를 반송하는 반송 장치인 경우를 예로 들어 본 발명을 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면 반송 기구(110)로서 장척 시트의 한쪽 면에 기재층(10)을 형성하여 반송하는 반송 장치인 경우에도 본 발명을 적용 가능하다. 또한, 이 경우, 기재층의 형상은 장척 시트의 형태에 한정되지 않고, 직사각형 평판의 형태나 원형 평판의 형태라도 좋다.

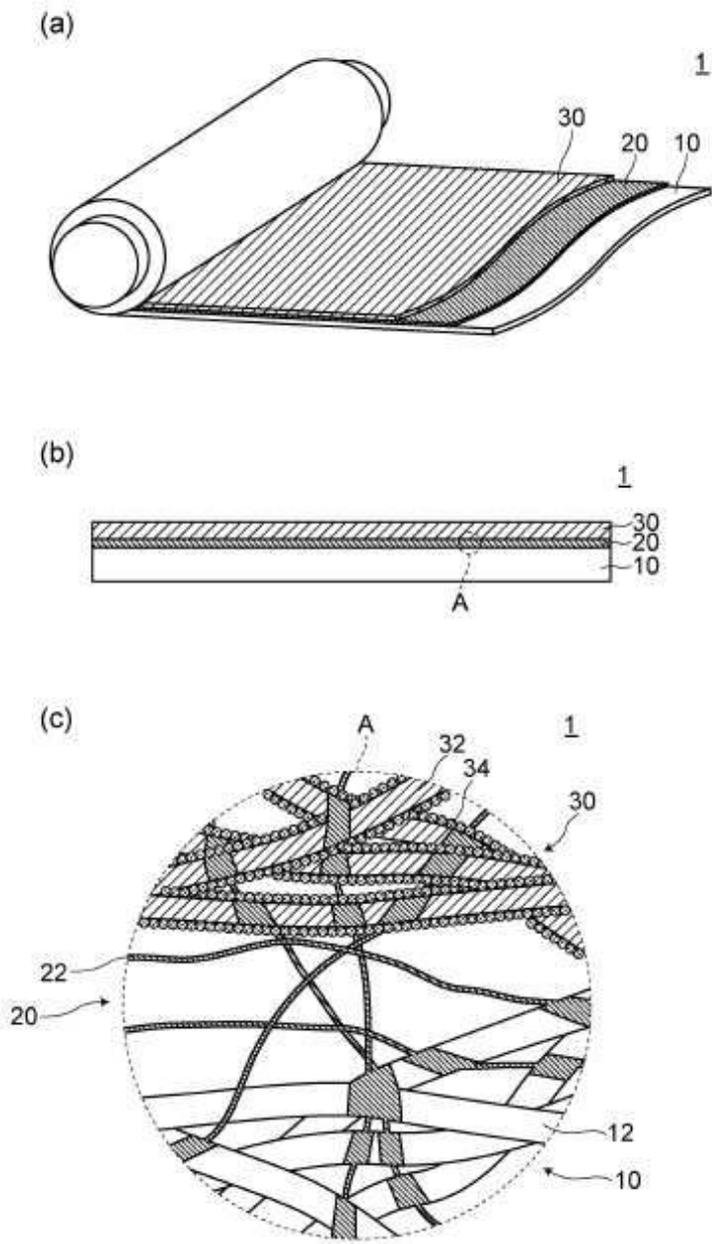
부호의 설명

- [0184] 1, 2 : 세퍼레이터
- 10 : 기재층

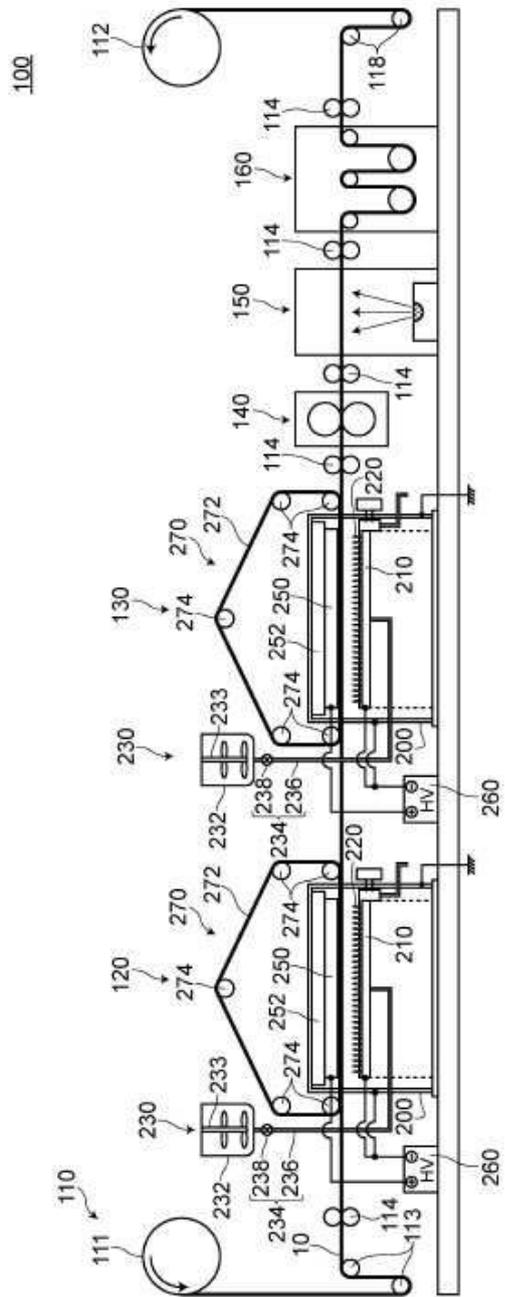
- 12 : 기재 섬유
- 20 : 접합용 나노 섬유층
- 20' : 접합 공정을 실시하기 전의 접합용 나노 섬유층
- 22 : 접합용 나노 섬유
- 30, 60 : 무기 화합물 입자 피복 나노 섬유층
- 32 : 나노 섬유
- 34, 64 : 무기 입자
- 40 : 적층체
- 50 : 증착층
- 100, 102 : 세퍼레이터 제조 장치
- 110 : 반송 기구
- 111 : 투입 롤러
- 112 : 감기 롤러
- 113, 118 : 텐션 롤러
- 114 : 보조 롤러
- 120 : 접합 부재 적층 장치
- 130, 130a : 전계 방사 장치
- 140 : 접합 장치
- 150 : 증착 장치
- 160 : 산화 장치
- 200 : 하우징체
- 210 : 노즐 유닛
- 220 : 상부 방향 노즐
- 250 : 컬렉터
- 252 : 절연체
- 260 : 전원 장치
- 270 : 보조 벨트 장치
- 272 : 보조 벨트
- 274 : 보조 벨트용 롤러

도면

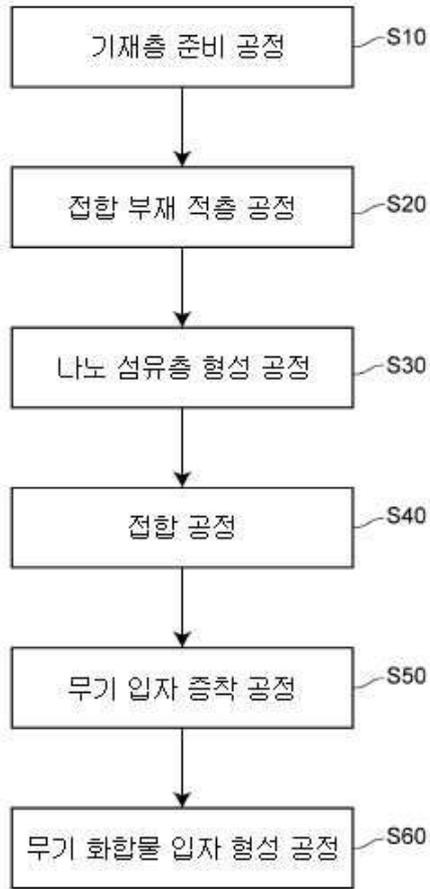
도면1



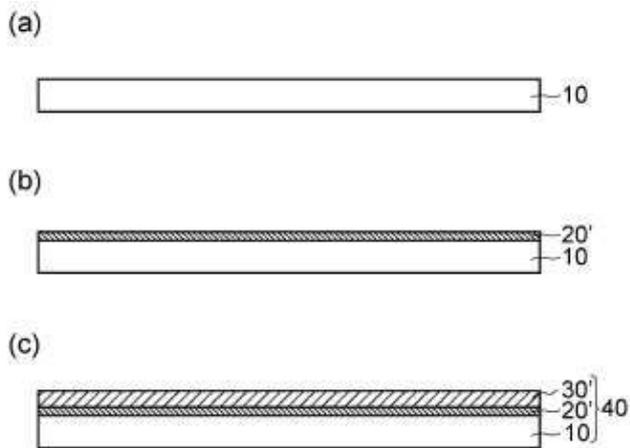
도면2



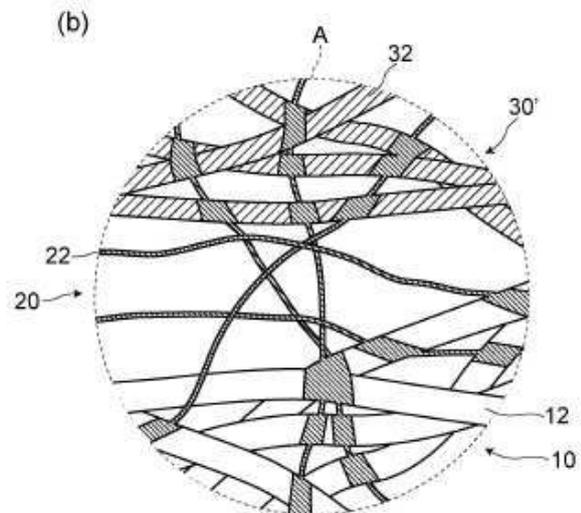
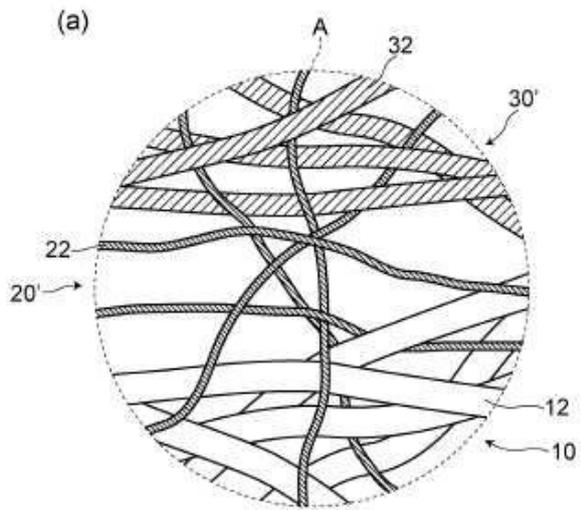
도면3



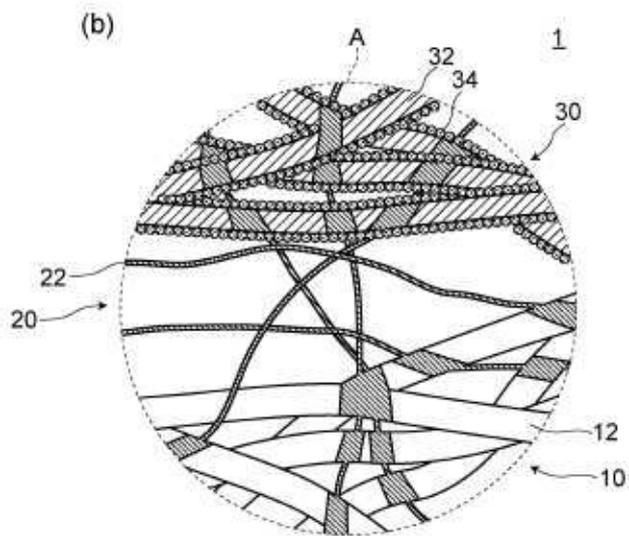
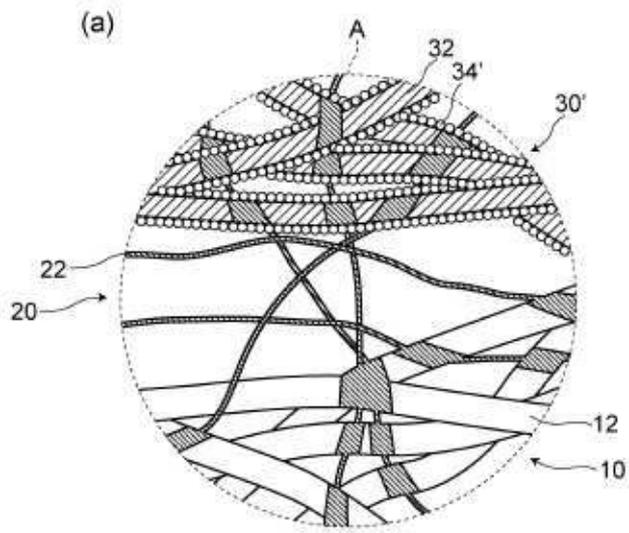
도면4



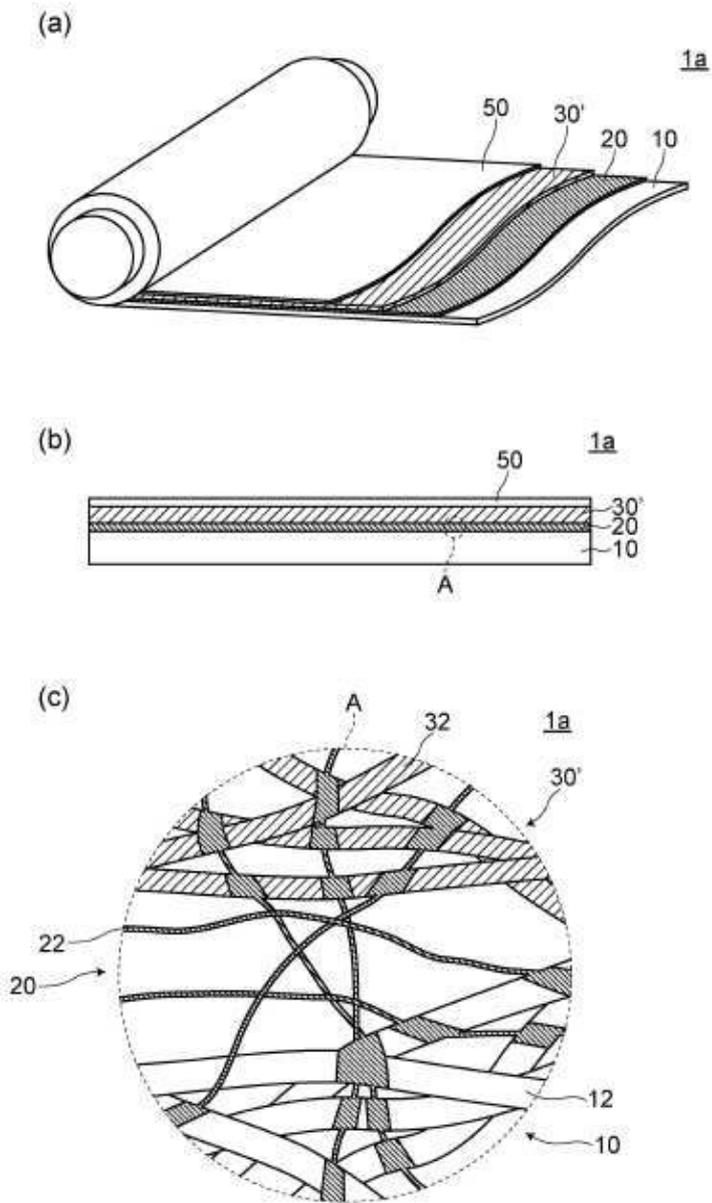
도면5



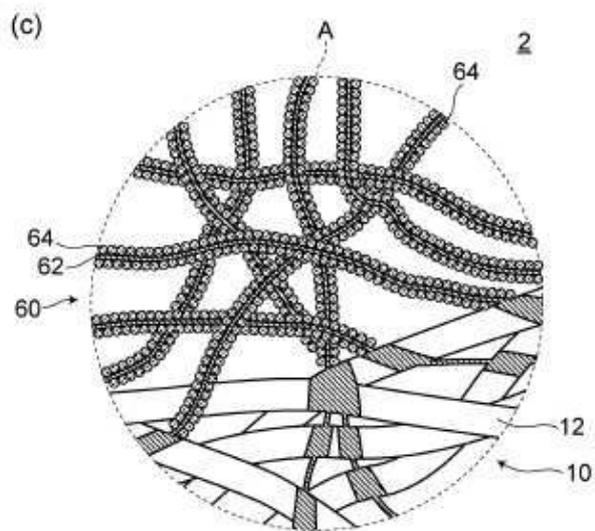
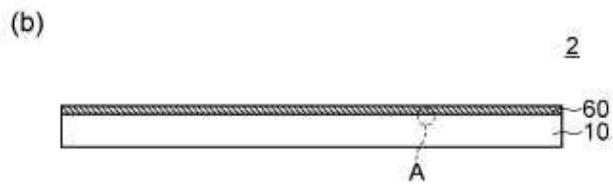
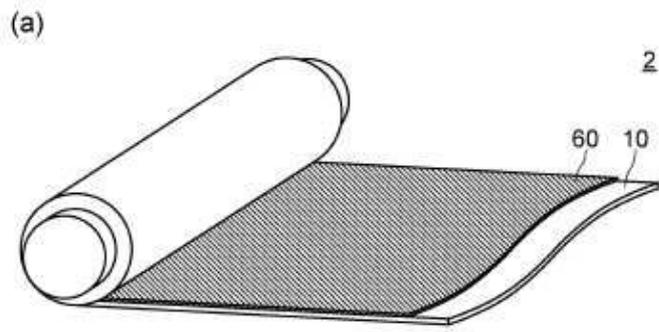
도면6



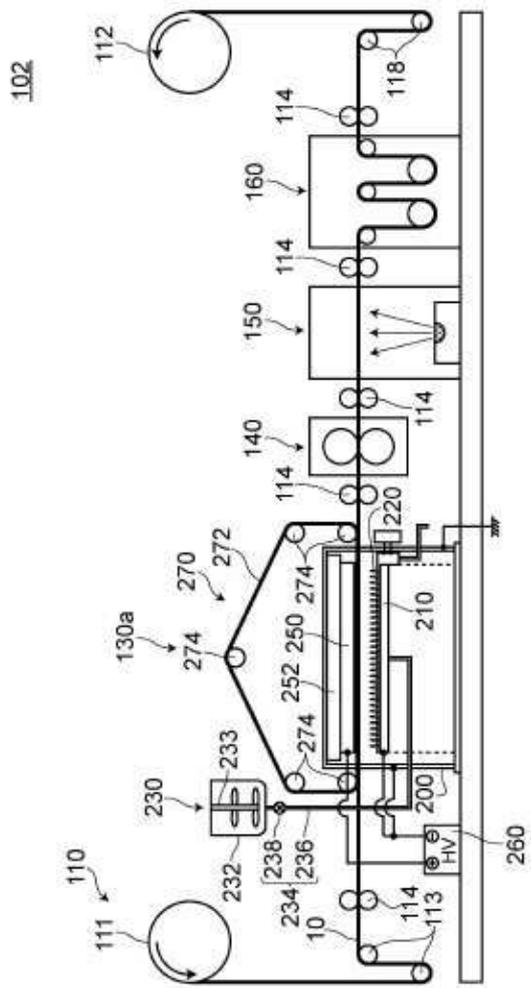
도면7



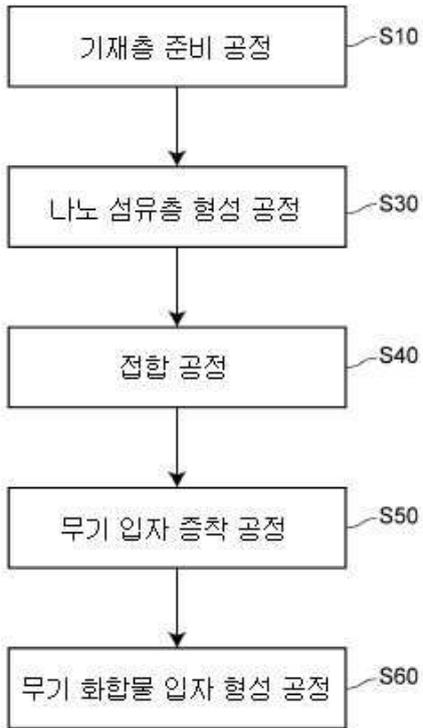
도면8



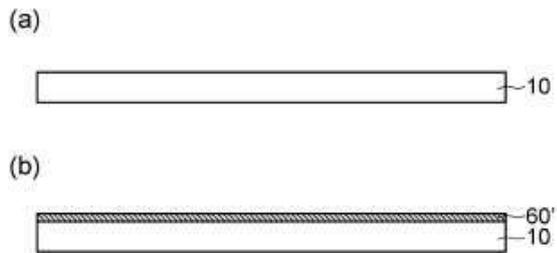
도면9



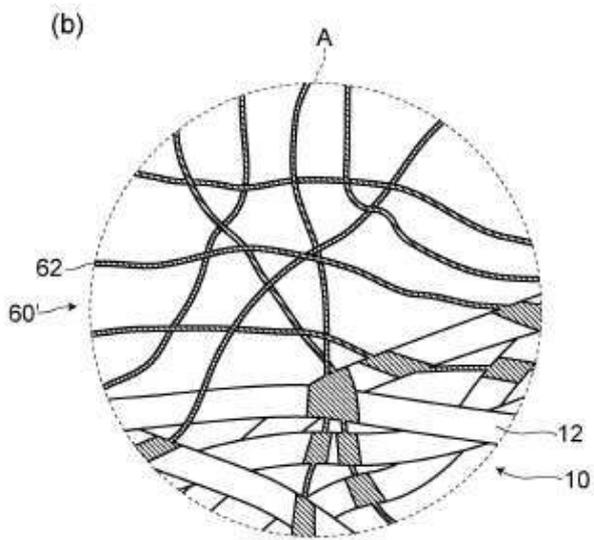
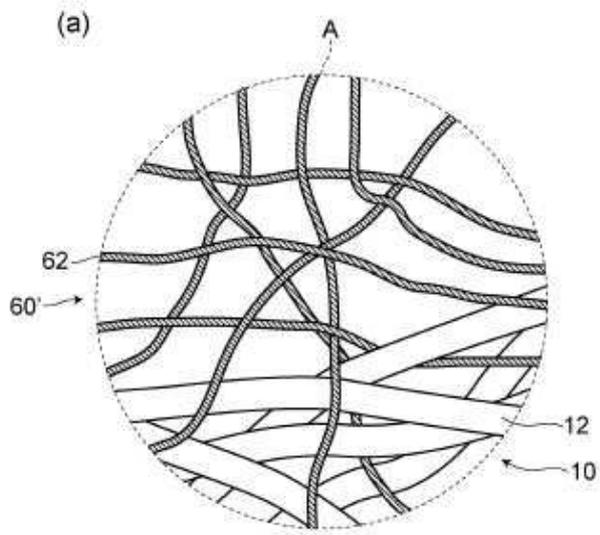
도면10



도면11



도면12



도면13

