



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0037803
(43) 공개일자 2016년04월06일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/0525 (2010.01) H01M 10/058 (2010.01)
H01M 2/16 (2006.01) H01M 4/587 (2010.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01M 10/0525 (2013.01)
H01M 10/058 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-0136547
(22) 출원일자 2015년09월25일
심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2014-198068 2014년09월29일 일본(JP)
JP-P-2015-170742 2015년08월31일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
가부시키키가이샤 지에스 유아사
일본국 교토후 교토시 미나미쿠 킷쇼인 니시노쇼 이노바바쵸 1</p> <p>(72) 발명자
미야자키 아키히코
일본 교토후 교토시 미나미쿠 킷쇼인 니시노쇼 이노바바쵸 1 가부시키키가이샤 지에스 유아사내
모리 스미오
일본 교토후 교토시 미나미쿠 킷쇼인 니시노쇼 이노바바쵸 1 가부시키키가이샤 지에스 유아사내
가코 도모노리
일본 교토후 교토시 미나미쿠 킷쇼인 니시노쇼 이노바바쵸 1 가부시키키가이샤 지에스 유아사내</p> <p>(74) 대리인
유미특허법인</p> |
|--|---|

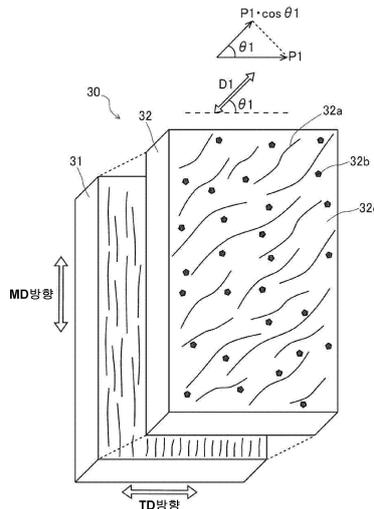
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 축전 소자 및 축전 소자의 제조 방법

(57) 요약

리튬 이온 전지 등의 축전 소자의 제조에 있어서, 선펴레이터에 발생할 수 있는 변형이나 단열 등의 문제점을 해소하고, 내구성 및 신뢰성이 우수한 축전 소자를 제공한다. 플러스극 활물질을 포함하는 플러스극 합제층(12)이 형성된 플러스극(10)과, 마이너스극 활물질을 포함하는 마이너스극 합제층(22)이 형성된 마이너스극(20)과, 플러스극(10)과 마이너스극(20)을 격리하는 선펴레이터(30)를 구비한 축전 소자(100)로서, 선펴레이터(30)는, 1축 연신된 시트형의 기재(31)와, 기재(31) 중 적어도 한쪽 면을 피복하는 피복층(32)을 구비하고, 피복층(32)은, 기재(31)의 연신 방향과는 상이한 방향으로 배향된 이방성 구조를 가진다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

H01M 2/1686 (2013.01)

H01M 4/587 (2013.01)

Y02E 60/122 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

플러스극 활물질(活物質)을 포함하는 플러스극 합제층(合劑層)이 형성된 플러스극;
 마이너스극 활물질을 포함하는 마이너스극 합제층이 형성된 마이너스극; 및
 상기 플러스극과 상기 마이너스극을 격리하는 세퍼레이터(separator);
 를 포함하는 축전 소자로서,
 상기 세퍼레이터는, 1축 연신(延伸)된 시트형(sheet type)의 기재(基材)와, 상기 기재의 적어도 한쪽 면을 피복하는 피복층을 구비하고,
 상기 피복층은, 상기 기재의 연신 방향과는 상이한 방향으로 배향된 이방성(異方性) 구조를 가지는,
 축전 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 피복층은, 상기 이방성 구조로서, 상기 기재의 연신 방향에 수직인 방향으로 배향된 수직 배향 구조를 가지는, 축전 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 피복층은, 상기 이방성 구조로서, 상기 기재의 연신 방향으로부터 보았을 때 선대칭으로 되는 대칭 배향 구조를 가지는, 축전 소자.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 세퍼레이터는, 상기 기재의 연신 방향에 수직인 방향에서의 인장(引張) 강도 S_{TD} 와, 상기 기재의 연신 방향에서의 인장 강도 S_{MD} 와의 비(S_{TD}/S_{MD})가 0.3 이상으로 조정되어 있는, 축전 소자.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 세퍼레이터는, 상기 기재의 연신 방향에 수직인 방향에서의 인장 강도 S_{TD} 가 40 N/mm² 이상으로 조정되어 있는, 축전 소자.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 피복층은, 배향성을 가지는 섬유, 필러 및 바인더를 포함하는 복합 재료로 구성되는, 축전 소자.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 마이너스극 활물질은, 입자 직경(d_{50})이 2 μ m~8 μ m의 하드 카본인, 축전 소자.

청구항 8

플러스극 활물질을 포함하는 플러스극 합제층이 형성된 플러스극과, 마이너스극 활물질을 포함하는 마이너스극 합제층이 형성된 마이너스극을 세퍼레이터로 격리하여 적층하는 축전 소자의 제조 방법으로서,

상기 세퍼레이터는, 1축 연신되어 시트형의 기재를 형성하는 기재 형성 단계; 및

상기 기재의 적어도 한쪽 면에 수지를 포함하는 재료를 도공(塗工)하여 피복층을 형성하는 피복층 형성 단계;

를 포함하고,

상기 피복층 형성 단계에서, 상기 수지를 포함하는 재료는, 상기 기재의 연신 방향과는 상이한 방향으로 도공되는,

축전 소자의 제조 방법.

청구항 9

플러스극 활물질을 포함하는 플러스극 합제층이 형성된 플러스극;

마이너스극 활물질을 포함하는 마이너스극 합제층이 형성된 마이너스극; 및

상기 플러스극과 상기 마이너스극을 격리하는 세퍼레이터;를 포함하는 축전 소자로서,

상기 세퍼레이터는, 시트형의 기재와, 상기 기재의 적어도 한쪽 면을 피복하는 피복층을 구비하고,

상기 피복층은, 상기 기재의 연신 방향과는 상이한 방향으로 배향된 이방성 구조를 가지는,

축전 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 플러스극 활물질(活物質)을 포함하는 플러스극 합제층(合劑層)이 형성된 플러스극과, 마이너스극 활물질을 포함하는 마이너스극 합제층이 형성된 마이너스극과, 플러스극과 마이너스극을 격리하는 세퍼레이터(separator)를 구비한 축전 소자 및 상기 축전 소자의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 대표적인 축전 소자인 리튬 이온 전지는, 밴드형의 기재(基材)에 플러스극 합제 또는 마이너스극 합제를 도공(塗工)하여 플러스극 및 마이너스극을 형성하고, 이 플러스극 및 마이너스극을 세퍼레이터로 격리하여 적층한 적층체를 구비하고 있다. 여기서, 리튬 이온 전지의 제조 단계에서, 플러스극, 세퍼레이터, 및 마이너스극으로 되는 적층체를 권취 장치에 의해 감아올려 발전 요소(要素)를 형성하는 단계이다. 이 때, 세퍼레이터에는 권취 작업에 의한 인장력(引張力)이 걸리게 된다. 따라서, 세퍼레이터에는 권취 작업에 견딜 수 있는 일정 이상의 강도가 요구된다.

[0003] 축전 소자의 세퍼레이터는, 수지 재료를 1축 연신(延伸)한 것이 사용되는 경우가 있다. 그러므로, 세퍼레이터는, 통상, 연신 방향인 길이 방향으로 수지가 배향된 것으로 되어 있다. 따라서, 세퍼레이터는, 연신 방향인 MD 방향에 대해서는, 비교적 높은 강도를 가지고 있다. 한편, 연신 방향과 직교하는 TD 방향(폭 방향)에 대해서는, 수지가 배향되어 있지 않으므로, MD 방향과 비교하면 강도가 저하되는 경향이 있다. 적층체의 권취 작업을 행하는 데 있어서, 예를 들면, 권취 장치에 의한 권취 시에, TD 양 단부에서의 장력 밸런스가 약간 무너진 경우, 적층체 중의 세퍼레이터에 작용하는 인장력의 밸런스가 좌우에서 무너지게 되어, MD 방향뿐 아니라, TD 방향으로도 인장력(응력)이 발생하는 경우가 있다. 이 경우, 1축 연신 세퍼레이터는, TD 방향 장력에 의해 MD 방향으로 평행하게 단열(斷裂)될 우려가 있었다.

[0004] 축전 소자를 제조하는 데 있어서, 세퍼레이터의 변형이나 단열을 방지하기 위해서는, 세퍼레이터의 강도를 향상시킬 필요가 있다. 그 하나의 수단으로서, 예를 들면, 세퍼레이터를 다층화하는 것을 생각할 수 있다. 종래의 리튬 이온 전지에 사용되는 세퍼레이터로서, 예를 들면, 기재로 되는 다공질 수지층 상에 필러 및 섬유상물을 함유하는 제2 다공질층을 형성한 것이 있었다(예를 들면, 특허 문헌 1을 참조). 특허 문헌 1에, 제2 다공질층에는 필러와 함께 섬유상물이 첨가되어 있으므로, 세퍼레이터의 형상 안정성이나 유연성이 확보되는 것으로 설명

되어 있다.

[0005] 또한, 2층 구조를 가지는 세퍼레이터에 있어서, 제1 층을 다공질 수지로 구성하고, 제2 층으로서 입자 및 피브릴(fibril)을 포함하는 다공질막을 형성한 것이 있었다(예를 들면, 특허 문헌 2를 참조). 특허 문헌 2에, 제2 층에 포함되는 피브릴화는 상호 연속적으로 연결된 3차원적인 네트워크 구조를 가지고 있으므로, 세퍼레이터에 유연성 등을 부여할 수 있는 것으로 설명되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 공개특허 제2011-146365호 공보
 (특허문헌 0002) 일본 공개특허 제2010-205719호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 그러나, 특허 문헌 1에 기재되어 있는 제2 다공질층은, 리튬 이온 전지의 충방전 시에서의 세퍼레이터의 열수축을 억제함으로써 단락(短絡)을 방지하고, 리튬 이온 전지의 안정성을 향상시키도록 하는 것이다. 또한, 특허 문헌 2에 기재되어 있는 제2 층은, 충방전 시에 오염이나 덴드라이트(dendrite)의 발생에 의해 세퍼레이터가 파단(破斷)된 경우라도, 세퍼레이터에 유연성을 갖게 함으로써, 세퍼레이터를 오염이나 덴드라이트의 형상에 추종시켜, 절연성을 확보하여 리튬 이온 전지의 안전성을 향상시키기 위해 형성된 것이다. 이와 같이, 종래의 기술은, 주로 리튬 전지의 사용 시에 있어서, 세퍼레이터의 안정성의 향상을 도모하는 것을 염두에 두고 개발된 것이며, 리튬이온 전지의 제조 단계에서 발생할 수 있는 세퍼레이터의 문제점에 주목하고, 내구성(耐久性)이나 신뢰성을 향상시킨다는 개념은 보여지지 않았다.

[0008] 본 발명은, 상기 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것이며, 특히, 리튬 이온 전지 등의 축전 소자의 제조에 있어서, 세퍼레이터에 발생할 수 있는 변형이나 단열 등의 문제점을 해소하고, 내구성 및 신뢰성이 우수한 축전 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 그와 같은 내구성 및 신뢰성이 우수한 축전 소자의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 관한 축전 소자의 특징적 구성은,
 [0010] 플러스극 활물질을 포함하는 플러스극 합체층이 형성된 플러스극;
 [0011] 마이너스극 활물질을 포함하는 마이너스극 합체층이 형성된 마이너스극; 및 상기 플러스극과 상기 마이너스극을 격리하는 세퍼레이터;
 [0012] 를 포함하는 축전 소자로서,
 [0013] 상기 세퍼레이터는, 1축 연신된 시트형(sheet type)의 기재와, 상기 기재의 적어도 한쪽 면을 피복하는 피복층을 구비하고,
 [0014] 상기 피복층은, 상기 기재의 연신 방향과는 상이한 방향으로 배향된 이방성(異方性) 구조를 가지는 것에 있다.
 [0015] 전술한 바와 같이, 세퍼레이터의 변형이나 단열은, 기재의 연신 방향으로 관계되어 있다. 1축 연신된 시트형의 기재에서는, 연신 방향인 MD 방향에 대해서는 일정한 강도를 유지할 수 있지만, 연신 방향과 직교하는 TD 방향에 대해서는 충분한 강도를 유지할 수 없는 경우가 있다. 그래서, 본 발명자들은, 예의 연구의 결과, 기재 상에 형성하는 피복층의 구성을 연구함으로써, 세퍼레이터 전체의 강도를 향상시키는 것에 성공하여, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.
 [0016] 즉, 본 구성의 축전에 의하면, 세퍼레이터를 구성하는 기재의 적어도 한쪽의 면에, 상기 기재의 연신 방향과는 상이한 방향으로 배향된 이방성 구조를 가지는 피복층을 구비하고 있다. 이 경우, 피복층은, MD 방향 이외의 방향에 대하여 기재를 보강하도록 기능하므로, 세퍼레이터에 MD 방향 이외의 방향으로 응력이 작용해도, 피복층의

이방성 구조가 상기 응력을 부담하여, 세퍼레이터의 변형이나 단열을 억제할 수 있다. 그 결과, 내구성 및 신뢰성이 우수한 축전 소자를 제공하는 것이 가능해진다.

- [0017] 본 발명에 관한 축전 소자에 있어서,
- [0018] 상기 피복층은, 상기 이방성 구조로서, 상기 기재의 연신 방향에 수직인 방향으로 배향된 수직 배향 구조를 가지는 것이 바람직하다.
- [0019] 본 구성의 축전 소자에 의하면, 피복층이 기재의 연신 방향에 수직인 방향으로 배향된 수직 배향 구조를 가지므로, 세퍼레이터의 TD 방향으로 인장력(引張力)이 작용한 경우, 피복층의 수직 배향 구조가 상기 인장력을 확실하게 부담하여, 세퍼레이터의 변형이나 단열을 방지할 수 있다.
- [0020] 본 발명에 관한 축전 소자에 있어서,
- [0021] 상기 피복층은, 상기 이방성 구조로서, 상기 기재의 연신 방향으로부터 보았을 때 선대칭으로 되는 대칭 배향 구조를 가지는 것이 바람직하다.
- [0022] 본 구성의 축전 소자에 의하면, 피복층이 기재의 연신 방향으로부터 보았을 때 선대칭으로 되는 대칭 배향 구조를 가지므로, 세퍼레이터의 MD 방향 이외의 방향으로 응력이 작용한 경우, 피복층의 대칭 배향 구조가 상기 응력을 세퍼레이터의 양측으로 분산시켜, 양호한 밸런스로 부담할 수 있다. 그 결과, 세퍼레이터의 변형이나 단열을 방지할 수 있다.
- [0023] 본 발명에 관한 축전 소자에 있어서,
- [0024] 상기 세퍼레이터는, 상기 기재의 연신 방향에 수직인 방향에 있어서의 인장 강도 S_{TD} 와, 상기 기재의 연신 방향에 있어서의 인장 강도 S_{MD} 와의 비(S_{TD}/S_{MD})가 0.3 이상으로 조정되어 있는 것이 바람직하다.
- [0025] 본 구성의 축전 소자에 의하면, 인장 강도 S_{TD} /인장 강도 S_{MD} 를 0.3 이상으로 조정함으로써, 인장 강도 S_{TD} 가 일정 이상으로 유지되므로, 기재만으로는 강도를 유지하기 어려운 세퍼레이터의 TD 방향이 피복층에 의해 밸런스를 양호하게 보장되어, 세퍼레이터의 변형이나 단열을 방지할 수 있다.
- [0026] 본 발명에 관한 축전 소자에 있어서,
- [0027] 상기 세퍼레이터는, 상기 기재의 연신 방향에 수직인 방향에서의 인장 강도 S_{TD} 가 40 N/mm² 이상으로 조정되어 있는 것이 바람직하다.
- [0028] 본 구성의 축전 소자에 의하면, 인장 강도 S_{TD} 를 40 N/mm² 이상으로 조정함으로써, 기재만으로는 강도를 유지하기 어려운 세퍼레이터의 TD 방향이 피복층에 의해 확실하게 보장되어, 세퍼레이터의 변형이나 단열을 방지할 수 있다.
- [0029] 본 발명에 관한 축전 소자에 있어서,
- [0030] 상기 피복층은, 배향성을 가지는 섬유, 필러, 및 바인더를 포함하는 복합 재료로 구성
- [0031] 되는 것이 바람직하다.
- [0032] 본 구성의 축전 소자에 의하면, 피복층의 구성 재료를, 배향성을 가지는 섬유, 필러, 및 바인더를 포함하는 복합 재료로 함으로써, 기재가 효과적으로 보장되어 세퍼레이터 전체의 강도를 향상시킬 수 있다. 특히, 배향성을 가지는 섬유를 배합함으로써, 피복층 중에 이방성(異方性) 구조를 확실하게 발현(發現)시킬 수 있다.
- [0033] 본 발명에 관한 축전 소자에 있어서,
- [0034] 상기 마이너스극 활물질(活物質)은, 입자 직경(d50)이 2 μ m~8 μ m의 하드 카본인 것이 바람직하다.
- [0035] 본 구성의 축전 소자에 의하면, 마이너스극의 마이너스극 합제층(合劑層)에 포함되는 마이너스극 활물질로서, 입자 직경(d50)이 2 μ m~8 μ m의 하드 카본을 사용함으로써, 마이너스극의 체적이 쉽게 팽창되지 않으므로, 제조 시뿐 아니라 사용 시에 있어서도 전극 표면의 평탄성을 유지할 수 있다. 따라서, 세퍼레이터와 마이너스극을 적층하여 피복층과 마이너스극 합제층이 면한 상태로 되어도, 마이너스극으로부터 세퍼레이터에 무리한 응력이 작용하지 않는다. 그 결과, 피복층의 이방성 구조에 의한 기재의 보강과 상승적(相乘的)으로, 세퍼레이터의 변형이나 단열을 확실하게 방지하는 것이 가능해진다.

- [0036] 상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 관한 축전 소자의 제조 방법의 특징적 구성은,
- [0037] 플러스극 활물질을 포함하는 플러스극 합제층이 형성된 플러스극과, 마이너스극 활물질을 포함하는 마이너스극 합제층이 형성된 마이너스극을 세퍼레이터에 의해 격리하여 적층하는 축전 소자의 제조 방법으로서,
- [0038] 상기 세퍼레이터는, 다공질 재료를 1축 연신하여 시트형의 기재를 형성하는 기재 형성 단계; 및 상기 기재의 적어도 한쪽 면에 수지를 포함하는 재료를 도공하여 피복층을 형성하는 피복층 형성 단계;를 포함하고, 상기 피복층 형성 단계에서, 상기 수지를 포함하는 재료는, 상기 기재의 연신 방향과는 상이한 방향으로 도공되는 것에 있다.
- [0039] 본 구성의 축전 소자의 제조 방법에 의하면, 피복층 형성 단계에서, 수지를 포함하는 재료는, 기재의 연신 방향과는 상이한 방향으로 도공되므로, 피복층은 기재의 연신 방향과는 상이한 방향으로 배향되고, 그 결과, MD 방향 이외의 방향에서 기재를 보강하도록 기능한다. 따라서, 세퍼레이터에 MD 방향 이외의 방향으로 응력이 작용해도, 배향된 피복층이 상기 응력을 부담하여, 세퍼레이터의 변형이나 단열을 억제할 수 있다. 그 결과, 내구성 및 신뢰성이 우수한 축전 소자를 제공하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

- [0040] 도 1은, 리튬 이온 전지의 일부 절결(切缺) 사시도이다.
- 도 2는, 도 1에 나타난 리튬 이온 전지에 있어서, 전지 케이스에 수용되어 있는 발전 요소의 사시도이다.
- 도 3은, 리튬 이온 전지의 주요부로 되는 발전 요소의 구성을 모식적으로 나타난 단면도(斷面圖)이다.
- 도 4는, 도 3의 파선원(破線圓) 내를 확대한 것이며, 세퍼레이터의 구성을 모식적으로 나타난 단면도이다.
- 도 5는, 제1 실시형태에 관한 세퍼레이터의 구성을 모식적으로 나타난 분해사시도이다.
- 도 6은, 제2 실시형태에 관한 세퍼레이터의 구성을 모식적으로 나타난 분해사시도이다.
- 도 7은, 제3 실시형태에 관한 세퍼레이터의 구성을 모식적으로 나타난 분해사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0041] 이하, 본 발명의 축전 소자에 관한 실시형태를 도 1~도 7에 기초하여 설명한다. 본 발명의 축전 소자의 제조 방법에 대해서는, 축전 소자에 관한 실시형태의 설명 중에서 병행하여 설명한다. 그리고, 이하의 실시형태에서는, 축전 소자로서, 특히 리튬 이온 전지를 예로 들어 설명한다. 단, 본 발명은, 이하의 실시형태나 도면에 기재되는 구성에 한정되는 것을 의미하지 않는다.
- [0042] [리튬 이온 전지]
- [0043] 도 1은, 본 실시형태의 리튬 이온 전지(100)의 일부 절결 사시도이다. 도 2는, 도 1에 나타난 리튬 이온 전지(100)에 있어서, 전지 케이스(60)에 수용되어 있는 발전 요소(50)의 사시도이다. 도 2에서는, 발전 요소(50)의 구성을 알기 쉽게 설명하기 위해, 권취 상태의 발전 요소(50)를 일부 되감은 상태로 나타내고 있다. 그리고, 도 1 및 도 2는, 모두 개략적으로 나타난 것이며, 본 발명의 설명에 불필요한 세부의 구성은 생략하고 있다.
- [0044] 도 1에 나타난 바와 같이, 리튬 이온 전지(100)는, 플러스극 단자(61) 및 마이너스극 단자(62)를 구비한 케이스(60)로서의 전지 케이스(60)에 발전 요소(50)를 수용하고, 또한 전지 케이스(60) 내에 비수(非水) 전해질을 포함하는 전해액(E)을 충전함으로써 구성된다. 발전 요소(50)는, 도 2에 나타난 바와 같이, 세퍼레이터(30), 플러스극(10), 세퍼레이터(30), 및 마이너스극(20)을 순차로 적층하여 적층물을 구성하여, 상기 적층물을 권취한 것이다. 이 적층물에 있어서, 플러스극(10)과 마이너스극(20)은 인접하는 세퍼레이터(30)에 의해 격리되어 있으므로, 적층물을 권취한 상태에서도 플러스극(10)과 마이너스극(20)이 서로 접되지 않고, 양자는 물리적으로 절연되어 있다. 발전 요소(50)는, 플러스극(10)이 플러스극 단자(61)에, 마이너스극(20)이 마이너스극 단자(62)에 각각 접속된다. 전지 케이스(60)에 충전된 전해액(E)은, 발전 요소(50)를 구성하는 플러스극(10), 마이너스극(20), 및 세퍼레이터(30)에 의해 흡수되고, 발전 요소(50)는 습윤 상태로 된다. 그 결과, 전해액(E) 중의 Li 이온은, 세퍼레이터(30)를 통하여, 플러스극(10)과 마이너스극(20)과의 사이에서 이동 가능한 상태로 된다. 전지 케이스(60)에 대한 전해액(E)의 충전량, 적어도 발전 요소(50)가 전해액(E)을 흡수하여 거의 완전히 습윤 상태로 될 정도이면 되지만, 발전 요소(50)를 구성하는 플러스극(10) 및 마이너스극(20)은 충전 과정에 의해 체적 변화를 따르는 경우가 있으므로, 도 1에 나타난 바와 같이, 전지 케이스(60) 내에서 발전 요소(50)의 일부

가 침지(沈漬)되는 정도까지 잉여의 전해액(E)을 충전해 두는 것이 바람직하다. 전지 케이스(60)에의 전해액(E)의 충전량은, 발전 요소(50)에 있어서의 액흐트리지 방지와, 전지 케이스 내의 압력과 밸런스를 고려하여 적절하게 조정할 수 있다. 이하, 리튬 이온 전지(100)의 구성에 대하여, 상세하게 설명한다.

[0045] [발전 요소(要素)]

[0046] 도 3은, 리튬 이온 전지(100)의 주요부로 되는 발전 요소(50)의 구성을 모식적으로 나타낸 단면도이다. 발전 요소(50)는, 기본 구성으로서, 플러스극(10), 마이너스극(20), 및 세퍼레이터(30)를 구비하고 있다.

[0047] <플러스극>

[0048] 플러스극(10)은, 플러스극 집전체(11)의 표면에 플러스극 합체층(12)을 형성한 것이다. 플러스극 집전체(11)는, 도전성 재료로 이루어지는 박(箔) 또는 필름이 사용된다. 도전성 재료로서는, 알루미늄, 티탄, 니켈, 탄탈, 은, 동, 백금, 금, 철, 스테인레스, 탄소, 및 도전성 폴리머 등을 들 수 있다. 플러스극 집전체(11)의 바람직한 형태는, 알루미늄박이다. 알루미늄박은, 통상, 표면이 산화물(알루미나)로 피복된 안정적인 상태로 되어 있고, 또한 절곡이나 권취 등의 가공이 용이하므로, 리튬 이온 전지의 플러스극용 부재로서 바람직하다. 플러스극 집전체(11)는, 다른 도전성 재료로 표면 처리한 것이라도 상관없다. 플러스극 집전체(11)의 두께는, 10 μ m~30 μ m이며, 바람직하게는 12~20 μ m이다. 플러스극 집전체(11)의 두께가 10 μ m 미만인 경우, 플러스극(10)의 기계적 강도가 부족하게 될 우려가 있다. 플러스극 집전체(11)의 두께가 30 μ m를 넘으면, 리튬 이온 전지 전체의 용량이나 중량이 증가하여, 패키지 효율이 저하된다.

[0049] 플러스극 합체층(12)은, 플러스극 활물질과 결합제(結着劑)를 포함한다. 플러스극 활물질은, Li 이온을 흡장(吸藏) 또는 흡착 가능한 동시에, Li 이온을 방출 가능한 재료가 사용된다. 플러스극 활물질로서, 예를 들면, 일반식 $LiMPO_4$ (M은, 천이(遷移) 금속 중에서 선택되는 적어도 일종)로 표현되는 올리빈형(olivine type) 인산 리튬 화합물, 스피넬형(spinel type) 리튬 천이 금속 화합물인 $LiMn_2O_4$ 등을 들 수 있다. 올리빈형 인산 리튬 화합물을 예시하면, $LiFePO_4$, $LiMnPO_4$, $LiNiPO_4$, 및 $LiCoPO_4$ 등의 천이 금속 인산 리튬 화합물을 들 수 있다. 이 중, $LiFePO_4$ 는, 자원으로 풍부하게 존재하는 철을 재료의 일부로 사용하면서, 종래의 리튬 이온 전지와 동등한 에너지 밀도를 기대할 수 있으므로, 플러스극 활물질로서 바람직하게 사용할 수 있다. 또한, 예를 들면, 조성식 $Li_xMn_aNi_bCo_cO_4$ ($0 < x < 1.3$, $a + b + c = 1$, $1.7 \leq d \leq 2.3$)로 구성되는 플러스극 활물질이라도 된다.

[0050] 결합제는, 플러스극 활물질을 결합하는 바인더이며, 친수성 바인더 또는 소수성 바인더를 사용할 수 있다. 친수성 바인더로서, 예를 들면, 폴리아크릴산(PAA), 카르복시메틸셀룰로오스(CMC), 폴리비닐알코올(PVA), 폴리에틸렌 옥사이드(PEO), 및 이들의 폴리머의 염 또는 유도체를 들 수 있다. 상기한 친수성 바인더는, 단독으로 사용 가능하지만, 2종 이상의 혼합물로서 사용하는 것도 가능하다. 소수성 바인더로서, 예를 들면, 폴리불화 비닐리덴(PVDF), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 에틸렌프로필렌디엔 삼원 공중합체(EPDM), 술폰화 에틸렌 프로필렌 고무, 스티렌 부타디엔 고무(SBR), 불소 고무, 및 이들의 폴리머의 염 또는 유도체를 들 수 있다. 상기 소수성 바인더는, 단독으로 사용 가능하지만, 2종 이상의 혼합물로서 사용하는 것도 가능하다.

[0051] 플러스극 집전체(11)의 표면에 플러스극 합체층(12)을 형성하는 데 있어서는, 바인더를 용매에 용해 또는 분산시키고, 바인더 용액(분산체)과 플러스극 활물질을 혼합하는 등을 행하여, 조제한 플러스극용 페이스트가 사용된다. 플러스극용 페이스트의 조제에 사용되는 용매는, 플러스극 활물질과 조합시키는 바인더의 종류에 따라 결정된다. 플러스극용 페이스트의 조제에 친수성 바인더가 사용되는 경우, 용매로서, 예를 들면, 물, 알코올, 아세트산 등의 수용성 용매가 사용된다. 소수성 바인더가 사용되는 경우, 용매로서, 예를 들면, N-메틸-2-피롤리돈(NMP), 크실렌, 및 톨루엔 등의 친유성 용매가 사용된다.

[0052] 플러스극(10)의 도전성을 높이기 위해, 플러스극용 페이스트에 도전조제(導電助劑)를 첨가하여 둘 수가 있다. 도전조제는, 전지 성능에 악영향을 주지 않는 전자 전도성 재료가 사용된다. 그와 같은 도전조제로서, 예를 들면, 아세틸렌 블랙, 케첸 블랙, 카본 블랙, 카본 휘스커, 탄소 섬유, 천연 흑연, 인조 흑연, 금속분(金屬粉), 및 도전성 세라믹스 등을 들 수 있다. 상기한 도전조제는, 단독으로 사용 가능하지만, 2종 이상의 혼합물로서 사용하는 것도 가능하다.

[0053] 플러스극 집전체(11)의 표면으로의 플러스극용 페이스트의 도공은, 바 코터(bar coater), 롤 코터, 다이 코터, 및 그라비아 코터 등의 도공 장치를 사용하여 실시할 수 있다. 페이스트의 점도가 충분히 작은 경우에는, 분무기를 사용하여, 플러스극 집전체(11)의 표면에 플러스극용 페이스트를 스프레이함으로써 도공할 수도 있다. 도

공된 플러스극용 페이스트를 건조시킴으로써, 페이스트에 포함되는 용매를 휘발시켜 제거한다. 그 후, 프레스기 등을 사용하여 플러스극(10)을 소정의 두께로 압연(壓延)한다.

- [0054] <마이너스극>
- [0055] 마이너스극(20)은, 마이너스극 집전체(21)의 표면에 마이너스극 합제층(22)을 형성한 것이다. 마이너스극 집전체(21)의 재질 및 두께는, 플러스극(10)에 사용하는 플러스극 집전체(11)와 같다. 따라서, 상세한 설명은 생략한다.
- [0056] 마이너스극 합제층(22)은, 마이너스극 활물질과 결합제(結着劑)를 포함한다. 마이너스극 활물질은, Li 이온을 흡장(吸藏) 또는 흡착 가능한 동시에, Li 이온을 방출 가능한 재료가 사용된다. 마이너스극 활물질로서, 예를 들면, 하드 카본, 소프트 카본, 그래파이트, 및 스피넬형(spinel type) 결정(結晶) 구조를 가지는 티탄산 리튬 등을 들 수 있다. 본 발명에서는, 후술하는 바와 같이 마이너스극의 체적 팽창을 억제하는 관점에서, 마이너스극 활물질로서 하드 카본을 사용하는 것이 바람직하다. 여기서, 입자 직경의 측정에 있어서는, 예를 들면, 레이저 회절(回折) 산란법(散亂法)으로 측정하고, D50은, 레이저 회절 산란법으로 측정되는 입자의 체적 분포 상에서 50%의 체적에 해당하는 입자 직경을 나타낸다.
- [0057] 결합제는, 마이너스극 활물질을 결합하는 바인더이며, 친수성 바인더 또는 소수성 바인더를 사용할 수 있다. 결합제의 종류 및 선택은, 플러스극(10)에 사용하는 결합제와 같다. 따라서, 상세한 설명은 생략한다.
- [0058] 마이너스극 집전체(21)의 표면에 마이너스극 합제층(22)을 형성하는 데 있어서는, 마이너스극 활물질과 바인더와의 혼합물에 용매를 첨가하고, 이것을 혼합하여 조제한 마이너스극용 페이스트가 사용된다. 마이너스극용 페이스트의 조제에 사용되는 용매는, 마이너스극 활물질과 조합시키는 바인더의 종류에 따라 결정되고, 이것은 플러스극용 페이스트의 조제에 사용되는 용매와 같다. 따라서, 상세한 설명은 생략한다.
- [0059] 마이너스극 집전체(21)의 표면으로의 마이너스극용 페이스트의 도공은, 플러스극용 페이스트의 도공에 사용하는 도공 장치와 같은 장치를 사용할 수 있다. 따라서, 상세한 설명은 생략한다.
- [0060] <세퍼레이터>
- [0061] 세퍼레이터(30)는, 플러스극(10)과 마이너스극(20)을 격리하는 동시에, 전해액(E)에 포함되는 비수(非水) 전해질을 투과시키는 기능을 가진다. 도 4는, 도 3의 파선원(X) 내를 확대한 것이며, 세퍼레이터(30)의 단면(斷面)의 구성을 모식적으로 나타낸 단면도이다. 세퍼레이터(30)는, 시트형의 기재(31)와, 기재(31)를 피복하는 피복층(32)을 구비한다.
- [0062] 기재(31)는, 길이 방향(즉, MD 쪽)에서의 강도를 향상시키기 위해, 1축 연신된 것이 사용된다. 기재(31)의 연신 비율은, 예를 들면, 110%~300%, 바람직하게는 150%~200%로 조정된다. 또한, 기재(31)는, 다공질 시트나 부직포 등의 다공질 재료로 구성된다. 다공질 재료는, 세퍼레이터(30)에 의한 전해액(E)의 흡상(吸上) 능력을 충분히 확보하기 위해, JIS P 8117에 준거하여 측정되는 투기도(透氣度)로서, 150초/cc 이상의 성능을 가지는 것이 바람직하다. 기재(31)의 재질로서는, 폴리에틸렌(PE) 및 폴리프로필렌(PP) 등의 폴리올레핀계 수지, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 및 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT) 등의 폴리에스테르계 수지, 폴리아크릴로니트릴계 수지, 폴리페닐렌 설파이드계 수지, 폴리이미드계 수지, 및 불소 수지 등을 들 수 있다. 기재(31)는, 계면활성제 등으로 표면 처리한 것이라도 상관없다.
- [0063] 피복층(32)은, 기재(31)를 보강하는 기능을 가지고, 기재(31) 중 적어도 한쪽 면에 형성된다. 도 4에서는, 기재(31) 중, 마이너스극(20)에 면하는 측에 피복층(32)을 형성한 것을 예시하고 있다. 피복층(32)에 의한 기재(31)의 보강에 대해서는, 후술하는 「세퍼레이터의 이방성 구조」의 항목에서 상세하게 설명한다. 피복층(32)은, 섬유(32a), 필러(32b), 및 바인더(32c)를 포함하는 복합 재료로 구성된다. 복합 재료로 함으로써, 기재(31)가 효과적으로 보강되어, 세퍼레이터(30) 전체의 강도를 향상시킬 수 있다. 섬유(32a)는, 배향성을 가지는 것이 사용된다. 여기서, 「배향성」이란, 섬유(32a)가 섬유 직경보다 큰 섬유 길이를 가지고 있고[어스펙트비가 큰: 어스펙트비는 2차원 형상의 물체의 장변(長邊)과 단변(短邊)의 길이의 비율을 나타냄], 섬유 길이의 방향을 대략 정돈된 상태로 배열 가능한 성질을 의미한다. 예를 들면, 섬유(32a)를 수지에 혼합하고, 상기 수지를 연신 배율 120%로 1축 연신한 경우, 수지 중의 섬유(32a)의 30% 이상이 섬유 길이를 대략 평행하게 하여 배열하고 있으면, 상기 섬유(32a)는 배향성을 가지는 것이라고 볼 수가 있다. [예를 들면, 어스펙트비가 소정값 이상(예를 들면, 5 이상)을 섬유라고 정의하고, 그 섬유의 30% 이상이 기재의 MD 방향과 30° 이상의 각도를 가지는 것이라고 생각해도 된다.] 섬유(32a)의 섬유 직경은, 평균 섬유 직경으로서 2nm~200nm가 바람직하고, 20nm~150nm가 더욱 바람직하다. 섬유 직경이 2nm 미만인 경우, 섬유 자체의 강도가 부족하여, 섬유(32a)를 배향시켜도 상기 배향

방향으로 충분한 강도가 발현하지 않을 우려가 있다. 한편, 섬유 직경이 200nm를 넘으면, 섬유(32a)의 강직성이 높아지므로, 섬유(32a)를 배향시키는 것이 곤란해지는 경우가 있다. 배향성을 가지는 섬유(32a)로서는, 예를 들면, 셀룰로오스 섬유, 아라미드(aramid) 섬유, 유리 섬유 등을 들 수 있다. 이들 섬유(32a)는, 바인더(32c)와의 친화성을 높이므로, 표면 수식 등의 표면 처리를 한 것이라도 상관없다. 필러(32b)는, 피복층(32) 중에서의 섬유(32a)의 과도한 미끄러짐을 억제하기 위해 첨가된다. 섬유(32a)의 사이에 필러(32b)를 존재하게 해주면, 섬유(32a)를 배향시킬 때 섬유(32a)의 사이에 적절한 저항이 발생하여, 필러(32b)를 통하여 섬유(32a)끼리의 결합력을 높일 수 있다. 그 결과, 피복층(32) 자체의 강도를 향상시킬 수 있다. 필러(32b)로서는, 예를 들면, 무기 입자가 바람직하다. 예를 들면, 산화물 입자, 질화물 입자, 이온 결정 입자, 공유 결합성 결정 입자, 점토 입자, 광물자원 유래 물질 또는 이들의 인조 물질의 입자 등을 들 수 있다. 산화물 미립자로서는, 예를 들면, 산화철, SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, BaTiO₂, ZrO, 알루미늄-실리카 복합 산화물 등의 입자를 들 수 있다. 질화물 입자로서는, 예를 들면, 질화 알루미늄, 질화 규소 등의 입자를 들 수 있다. 이온 결정 입자로서는, 예를 들면, 불화 칼슘, 불화 바륨, 황산 바륨 등의 입자를 들 수 있다. 공유 결합성 결정 입자로서는, 예를 들면, 실리콘, 다이아몬드 등의 입자를 들 수 있다. 점토 입자로서는, 예를 들면, 탈크(talc), 몬모릴로나이트 등의 입자를 들 수 있다. 광물자원 유래 물질 또는 이들의 인조 물질의 입자로서는, 예를 들면, 마이트(알루미나 수화물), 제올라이트, 아파타이트(apatite), 카올린(kaolin), 물라이트(mullite), 스피넬, 올리빈, 견운모, 벤트나이트, 운모 등의 입자를 들 수 있다. 필러(32b)의 사이즈는, 평균 입자 직경으로서 2nm~3000nm가 바람직하고, 10nm~500nm가 더욱 바람직하다. 필러(32b)의 사이즈가 2nm 미만인 경우, 섬유(32a)가 배향되었을 때 필러(32b)가 섬유(32a)의 사이를 빠져나가기 쉬워, 섬유(32a)끼리의 결합력을 충분히 높일 수 없게 될 우려가 있다. 한편, 필러(32b)의 사이즈가 3000nm를 넘으면, 필러(32b)의 분산성이 악화되어 균질한 피복층(32)을 형성할 수 없게 될 우려가 있다. 또한, 필러(32b)가 기재(31)의 다공질 구조에 들어간 경우, 전해액(E)의 투과를 방해할 가능성도 있다. 바인더(32c)는, 섬유(32a)와 필러(32b)를 접착 가능한 것이면 되므로, 플러스극(10) 또는 마이너스극(20)의 제작에 사용한 것과 동일한 친수성 바인더 또는 소수성 바인더를 사용할 수 있다. 그리고, MD 방향과 각도를 가지고 섬유를 배향시키는 방법으로서, 예를 들면, 배향된 섬유를 존재시킨 용기에 롤러의 일부를 침지(浸漬)시켜, 배향된 섬유를 골라내어 그라비아 도공시키면 되지만, 그 이외의 방법이라도 된다. 예를 들면, 도공 용액 중의 섬유를 용기 내에서 배향시켜도 되고 판오목부(板凹部)의 치수를 가로 방향으로 약간 길게 하여 배향시켜도 되고, 이들에 한정되지 않는다. 그리고, 세퍼레이터의 구성을 기재와 피복층에 의해 구성하는 예를 기술하였으나, 본 발명의 작용 및 효과로부터, 그 구성에 한정할 필요는 없다. 예를 들면, 폴리에틸렌을 폴리프로필렌으로 상하로부터 끼워넣은 3층 구조 세퍼레이터(접합시켜 세퍼레이터)라도 된다. 또한, 기재를 아라미드로 코팅한 구성(피복층이 아라미드 섬유)이라도 된다. 또한, 세퍼레이터가 전극과 접촉하는 접촉 세퍼레이터라도 된다. 세퍼레이터가 단층(單層)이라도 전해질이 폴리머 또는 폴리머 겔인 경우에, 세퍼레이터와 전해질의 조합으로, 구조적으로 세퍼레이터와 전해질의 배향이 이방적(異方的)으로 되는 경우도 포함된다. 그리고, 세퍼레이터의 제법은 용제를 사용하는 습식, 용제를 이용하지 않는 건식 중 어느 것이라도 된다.

[0064] [전해액]

[0065] Li 이온의 이동을 매개하는 전해액(E)은, 비수 용매에 전해질염을 용해시킨 것이다. 비수 용매로서는, 예를 들면, 프로필렌 카보네이트, 에틸렌 카보네이트, 부틸렌 카보네이트, 클로로에틸렌 카보네이트, 및 비닐렌 카보네이트 등의 환형(環形) 카보네이트류, γ -부티로락톤, 및 γ -발레로락톤 등의 환형 에스테르류, 디메틸카보네이트, 디에틸카보네이트, 및 에틸메틸카보네이트 등의쇄상(鎖狀) 카보네이트류를 들 수 있다. 이들 비수 용매는, 단독으로 사용 가능하지만, 2종 이상의 혼합물로서 사용하는 것도 가능하다. 전해질염으로서, Li 이온염이 사용되고, 예를 들면, LiPF₆, LiClO₄, LiBF₄, LiAsF₆, 및 LiSbF₆ 등을 들 수 있다. 이들 전해질염은, 단독으로 사용 가능하지만, 2종 이상의 혼합물로서 사용하는 것도 가능하다.

[0066] [세퍼레이터의 이방성 구조]

[0067] 리튬 이온 전지(100)를 제조하는 데 있어서는, 플러스극(10)과 마이너스극(20)을 세퍼레이터(30)에 의해 격리하여 적층한 적층체를 권취 장치에 의해 감아올려 발전 요소(50)로 한다. 세퍼레이터(30)는, 다공질 재료를 1축 연신하여 시트형의 기재(31)를 형성하는 기재 형성 단계와, 기재(31) 중 적어도 한쪽 면에 수지를 포함하는 재료[섬유(32a), 필러(32b), 및 바인더(32c)]를 포함하는 복합 재료를 도공하여 피복층(32)을 형성하는 피복층 형성 단계에 의해 형성된다. 이 때, 세퍼레이터(30)가 변형되거나, 단열되거나 하는 원인은, 세퍼레이터(30)의 제작에 사용하는 기재(31)가 특정한 방향으로 연신되어 있는 것에 관계되어 있다. 기재 형성 단계에서, 다공질 재료를 1축 연신하여 시트형의 기재(31)를 형성하면, 기재(31)는 연신 방향인 MD 방향의 강도가 높아져, 권취 작업에 견딜 수 있는 것으로 된다. 그런데, 기재(31)의 연신 방향과 직교하는 TD 방향에 대해서는, 연신의 효과가

얻어지지 않으므로, 충분한 강도를 유지할 수 없는 경우가 있다.

- [0068] 그래서, 본 발명자들은, 기재(31)의 TD 방향에 대해서도 충분한 강도를 발현시키기 위해, 예의(銳意) 연구를 행했던 바, 기재(31) 상에 복합 재료를 도공하여 피복층(32)을 형성하는 피복층 형성 단계를 실행하는 데 있어서, 상기 복합 재료를 기재(31)의 연신 방향(MD 방향)과는 상이한 방향으로 도공하면, 피복층(32)이 배향된 것으로 되고, 기재(31)와 피복층(32)을 구비한 세퍼레이터(30)의 강도를 전체로서 향상시키는 것이 가능해지는 것을 발견하였다. 그리고, 이 때 기재(31) 상에 형성된 피복층(32)은, 기재(31)의 연신 방향과는 상이한 방향으로 배향된 특이한 구조를 구비한 것임을 확인하였다. 본 명세서에서는, 이 피복층(32)이 가지는 특이적인 구조를 「이방성 구조」라고한다. 피복층(32)의 이방성 구조는, 주로, 복합 재료에 포함되는 섬유(32a)가 배향됨으로써 발현하는 것이다. 따라서, 복합 재료에 사용하는 섬유(32a)에는, 전술한 배향성을 가지는 섬유가 바람직하게 사용된다.
- [0069] 기재(31)와 이방성 구조를 가지는 피복층(32)을 적층한 세퍼레이터(30)는, 기재(31)만으로는 강도를 유지하기 어려운 세퍼레이터의 TD 방향이 피복층(32)에 의해 양호한 밸런스로 보강된 것으로 된다. 여기서, 기재(31)의 연신 방향에 수직인 방향(TD 방향)에 있어서의 인장 강도 S_{TD} 와, 기재(31)의 연신 방향(MD 방향)에 있어서의 인장 강도 S_{MD} 와의 비(S_{TD}/S_{MD})가 0.3 이상으로 조정되는 것이 바람직하다. 또한, 인장 강도 S_{MD} 가 40 N/mm² 이상으로 조정되는 것이 바람직하다. 이와 같이 인장 강도를 조정함으로써, 세퍼레이터(30)의 TD 방향에서의 인장 강도 S_{TD} 가 일정 이상으로 유지되게 되므로, 세퍼레이터의 변형이나 단열을 확실하게 방지할 수 있다.
- [0070] 본 발명의 축전 소자에 있어서 독특한 특징을 가지는 이방성 구조를 구비한 세퍼레이터(30)에 대하여, 대표적인 3가지의 실시형태를 설명한다.
- [0071] <제1 실시형태>
- [0072] 도 5는, 제1 실시형태에 관한 세퍼레이터(30)의 구성을 모식적으로 나타낸 분해사시도이다. 세퍼레이터(30)는, 1축 연신된 기재(31)와, 기재(31)의 표면을 피복하는 피복층(32)을 구비하고 있다. 기재(31)는, 도 5에 나타낸 바와 같이, MD 방향[지면(紙面)의 세로 방향]으로 연신되어 있다. 따라서, 기재(31)는, MD 방향에서는 강도가 높여져 있지만, TD 방향에서는 변형이나 단열이 발생하기 쉽게 되어 있다. 피복층(32)은, 섬유(32a), 필러(32b), 및 바인더(32c)를 포함하는 복합 재료를, 화살표 D1 방향으로 도공하여 형성되어 있다. D1 방향은, 기재의 연신 방향인 MD 방향과는 상이한 방향이다. 그러므로, 피복층(32) 중의 섬유(32a)는, 대략 D1 방향으로 배향된 것으로 되어 있다. 따라서, 피복층(32)은, D1 방향으로 배향된 이방성 구조를 가진다.
- [0073] 여기서, 제1 실시형태의 세퍼레이터(30)에 있어서, 예를 들면, 기재(31)에 TD 방향의 인장력 P1이 작용한 경우에 대하여 검토한다. TD 방향의 인장력 P1은, 기재(31)와 함께 피복층(32)에도 작용하게 되지만, 상기 인장력 P1은 피복층(32)의 섬유(32a)에 의해 일부를 경감시킬 수 있다. 제1 실시형태의 경우, D1 방향과 TD 방향이 이루는 각도를 $\theta 1$ 으로 하면, 피복층(32)의 섬유(32a)는, 인장력 P1을 D1 방향으로 분산시킨 벡터 성분인 $P1 \cdot \cos \theta 1$ 의 힘을 부담할 수 있다. 따라서, 기재(31)에 인장력 P1의 전부가 작용하지 않는다. 이와 같이, 이방성 구조를 가지는 피복층(32)은, MD 방향 이외의 방향에 대하여 기재(31)를 보강하도록 기능하므로, 세퍼레이터(30)의 변형이나 단열을 억제할 수 있다.
- [0074] <제2 실시형태>
- [0075] 도 6은, 제2 실시형태에 관한 세퍼레이터(30)의 구성을 모식적으로 나타낸 분해사시도이다. 세퍼레이터(30)는, 1축 연신된 기재(31)와, 기재(31)의 표면을 피복하는 피복층(32)을 구비하고 있다. 기재(31)는, 제1 실시형태의 것과 동일한 구조를 가지고 있고, 상세한 설명은 생략한다. 피복층(32)은, 섬유(32a), 필러(32b), 및 바인더(32c)를 포함하는 복합 재료를, 화살표 D2 방향으로 도공하여 형성되어 있다. D2 방향은, 기재의 연신 방향인 MD 방향에 수직인 방향, 즉 TD 방향에 거의 일치한다. 그러므로, 피복층(32) 중의 섬유(32a)는, 대략 D2 방향으로 배향된 것으로 되어 있다. 따라서, 피복층(32)은, D2 방향으로 배향된 이방성 구조를 가진다. 이 경우의 이방성 구조를, 특히 「수직 배향 구조」라고 한다.
- [0076] 여기서, 제2 실시형태의 세퍼레이터(30)에 있어서, 제1 실시형태와 마찬가지로, 기재(31)에 TD 방향의 인장력 P2가 작용한 경우에 대하여 검토한다. TD 방향의 인장력 P2는, 기재(31)와 함께 피복층(32)에도 작용하게 되지만, 상기 인장력 P2는 피복층(32)의 섬유(32a)에 의해 대부분을 경감시킬 수 있다. 제2 실시형태의 경우, D2 방향과 TD 방향이 거의 일치하므로, 피복층(32)의 섬유(32a)는, 인장력 P2를 그대로 부담할 수 있다. 따라서, 인장력 P2의 대부분은 기재(31)에는 작용하지 않는다. 이와 같이, 수직 배향 구조를 가지는 피복층(32)은, TD 방

향에 있어서 기재(31)를 확실하게 보강할 수 있으므로, 세퍼레이터(30)의 변형이나 단열을 방지할 수 있다.

[0077] <제3 실시형태>

[0078] 도 7은, 제3 실시형태에 관한 세퍼레이터(30)의 구성을 모식적으로 나타낸 분해사시도이다. 세퍼레이터(30)는, 1축 연신된 기재(31)와, 기재(31)의 표면을 피복하는 피복층(32)을 구비하고 있다. 기재(31)는, 제1 실시형태의 것과 동일한 구조를 가지고 있고, 상세한 설명은 생략한다. 피복층(32)은, 섬유(32a), 필터(32b), 및 바인더(32c)를 포함하는 복합 재료를 2회로 나누어 도공함으로써 형성된다. 1회째의 도공에서는 복합 재료를 화살표 D3 방향으로 도공하고, 2회째의 도공에서는 복합 재료를 화살표 D4 방향으로 도공한다. 이로써, 기재(31) 상에 제1 피복층(32A)과 제2 피복층(32B)이 형성된다. 그러므로, 제1 피복층(32A) 중의 섬유(32a)는, 대략 D3 방향으로 배향되고, 제2 피복층(32B) 중의 섬유(32a)는, 대략 D4 방향으로 배향된 것으로 되어 있다. 따라서, 피복층(32)은, 제1 피복층(32A)이 D3 방향으로 배향된 이방성 구조를 가지고, 제2 피복층(32B)이 D4 방향으로 배향된 이방성 구조를 가진다. 여기서, D3 방향과 D4 방향은, 기재(31)의 연신 방향인 MD 방향으로부터 보았을 때 선대칭의 관계에 있다. 그래서, 이 경우의 이방성 구조를, 특히 「대칭 배향 구조」라고 한다.

[0079] 여기서, 제3 실시형태의 세퍼레이터(30)에 있어서, 제1 실시형태와 마찬가지로, 기재(31)에 TD 방향의 인장력 P3가 작용한 경우에 대하여 검토한다. TD 방향의 인장력 P3은, 기재(31)와 함께 피복층(32)에도 작용하게 되지만, 상기 인장력 P3은 피복층(32)의 섬유(32a)에 의해 일부를 경감시킬 수 있다. 제3 실시형태의 경우, D3 방향과 TD 방향이 이루는 각도를 θ_2 로 하고, D4 방향과 TD 방향이 이루는 각도를 θ_3 로 하면, 제1 피복층(32A)의 섬유(32a)는, 인장력 P3을 D3 방향으로 분산시킨 벡터 성분인 $P3 \cdot \cos\theta_2$ 의 힘을 부담할 수 있다. 또한, 제2 피복층(32B)의 섬유(32a)는, 인장력 P3을 D4 방향으로 분산시킨 벡터 성분인 $P3 \cdot \cos\theta_3$ 의 힘을 부담할 수 있다. D3 방향과 D4 방향은, 전술한 바와 같이 기재(31)의 연신 방향인 MD 방향으로부터 보았을 때 선대칭의 관계에 있으므로, θ_2 와 θ_3 는 각도가 형성되는 측은 반대이지만, 그 크기는 같아진다. 그러므로, $P3 \cdot \cos\theta_2$ 와 $P3 \cdot \cos\theta_3$ 은 크기가 같게 되고, 양자는 세퍼레이터(30)의 양측으로 양호한 밸런스로 분산되게 된다. 따라서, 인장력 P3의 대부분은 기재(31)에는 작용하지 않는다. 이와 같이, 대칭 배향 구조를 가지는 피복층(32)은, TD 방향에 있어서 기재(31)를 양호한 밸런스로 보강할 수 있으므로, 세퍼레이터(30)의 변형이나 단열을 방지할 수 있다.

[0080] 그리고, 제3 실시형태에서는, 피복층(32)을 2층으로 구성하였지만, 피복층(32)을 3층 이상으로 구성하는 것도 가능하다. 피복층(32)이 3층 이상의 경우에 대해서도, 2개 이상의 층의 사이에서 대칭 배향 구조를 가지도록, 기재(31)에 복합 재료가 도공되어 있으면 된다.

[0081] <다른 실시형태>

[0082] 제1 실시형태 내지 제3 실시형태에서 설명한 세퍼레이터(30)는, 기재(31) 상에 이방성 구조를 가지는 피복층(32)을 적층함으로써 기재(31)를 보강하고, 세퍼레이터(30)의 변형이나 단열을 방지하는 것이었지만, 전극층의 연구에 의해서도 세퍼레이터(30)의 변형이나 단열을 방지할 수 있다. 발전 요소(50)에 있어서, 세퍼레이터(30) 및 마이너스극(20)은, 세퍼레이터(30) 측의 피복층(32)과 마이너스극(20) 측의 마이너스극 합제층(22)이 면하도록 배치되어 있지만, 예를 들면, 리튬 이온 전지(100)의 사용 시에 발생할 수 있는 마이너스극(20)의 체적 팽창을 억제할 수 있어, 마이너스극(20)의 표면의 평탄성이 유지되므로, 세퍼레이터(30)가 마이너스극(20)으로부터 과도하게 압박받지 않아, 세퍼레이터(30)의 변형이나 단열의 방지에 효과적이다. 이 점에 대하여, 여러 가지 검토를 행했던 바, 마이너스극(20)의 마이너스극 활물질로서, 입자 직경(d50)이 $2\mu\text{m} \sim 8\mu\text{m}$ 의 하드 카본을 사용한 경우, 마이너스극(20)의 체적 팽창을 효과적으로 억제할 수 있는 것이 판명되었다. 따라서, 세퍼레이터(30)와 입자 직경(d50)이 $2\mu\text{m} \sim 8\mu\text{m}$ 의 하드 카본을 포함하는 마이너스극(20)을 적층하면 피복층(32)과 마이너스극 합제층(22)이 면한 상태로 되어도, 마이너스극(20)으로부터 세퍼레이터(30)에 과잉의 응력이 작용하지 않아, 제1 실시형태 내지 제3 실시형태에서 설명한 피복층(32)의 이방성 구조에 의한 기재(31)의 보강과 상승적(相乘的)으로, 세퍼레이터(30)의 변형이나 단열을 확실하게 방지하는 것이 가능해진다.

[0083] 본 발명은, 주로, 전기 자동차(EV), 하이브리드 카(HEV), 플러그인 하이브리드 카(PHEV) 등의 차량탑재용 전원으로 사용되는 2차 전지(리튬 이온 전지 등)에 적용할 수 있지만, 휴대 전화기, 스마트 폰 등의 이동체 통신 단말기, 태블릿형(tablet type) 컴퓨터, 노트북 등의 정보 단말기의 구동 전원으로 사용되는 2차 전지(리튬 이온 전지 등)에 있어서도 적용할 수 있다.

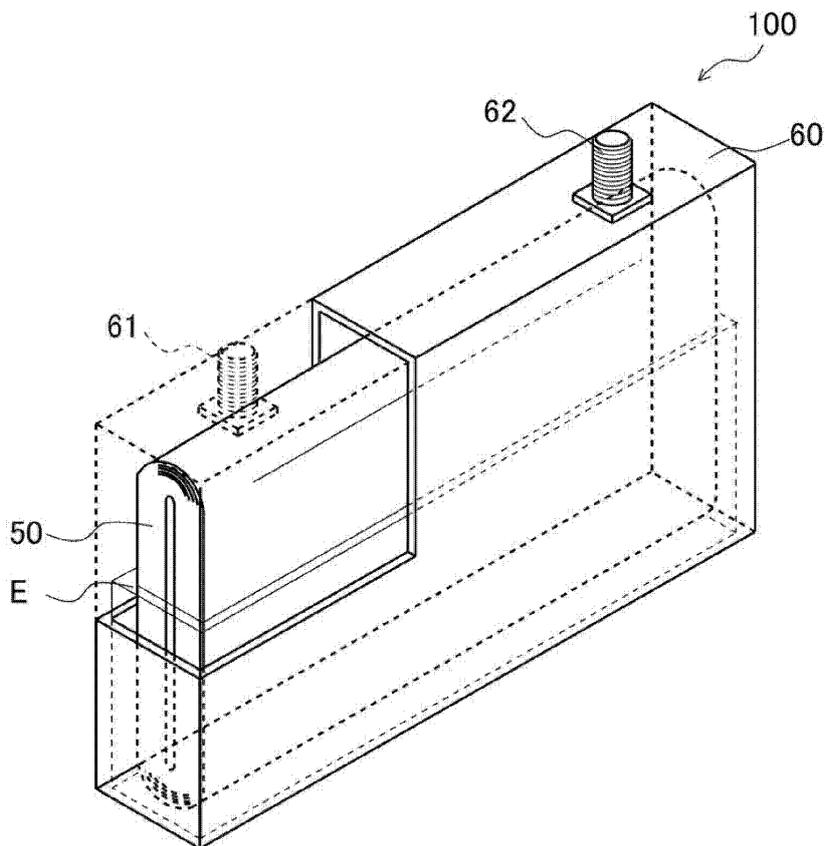
부호의 설명

[0084]

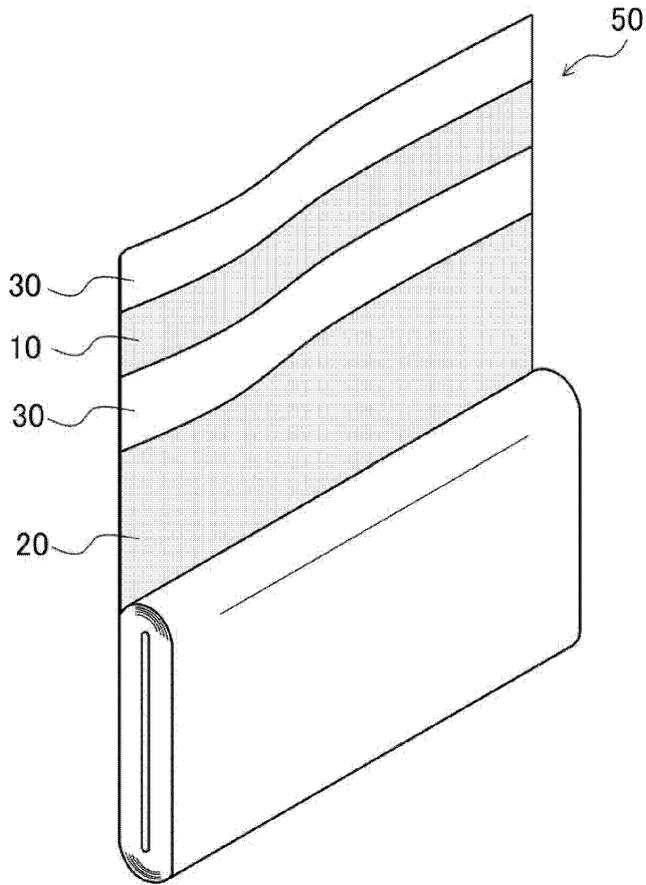
- 10; 플러스극
- 12; 플러스극 합제층
- 20; 마이너스극
- 22; 마이너스극 합제층
- 30; 세퍼레이터
- 31; 기재
- 32; 피복층
- 32a; 섬유
- 32b; 필터
- 32c; 바인더
- 100; 리튬 이온 전지(축전 소자)

도면

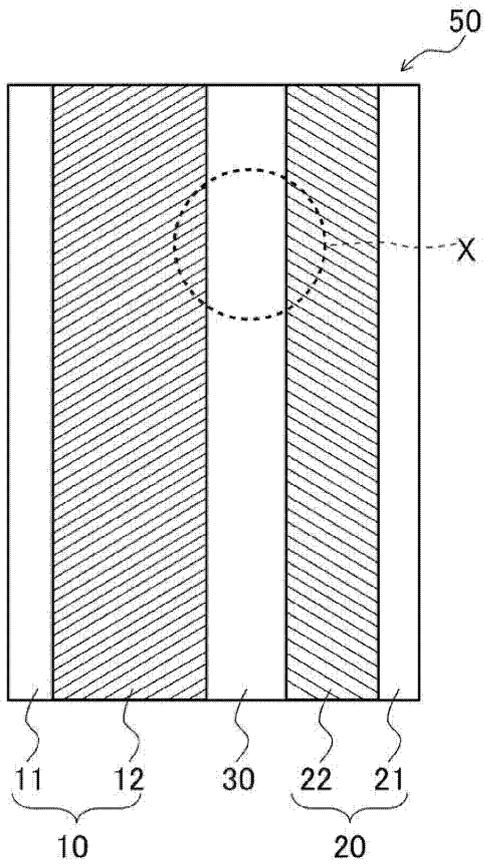
도면1



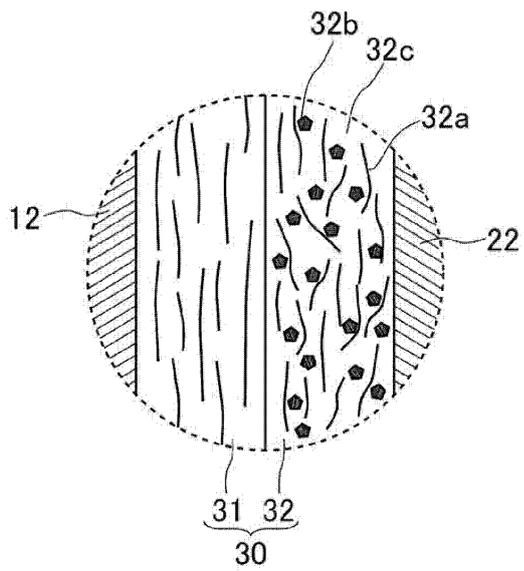
도면2



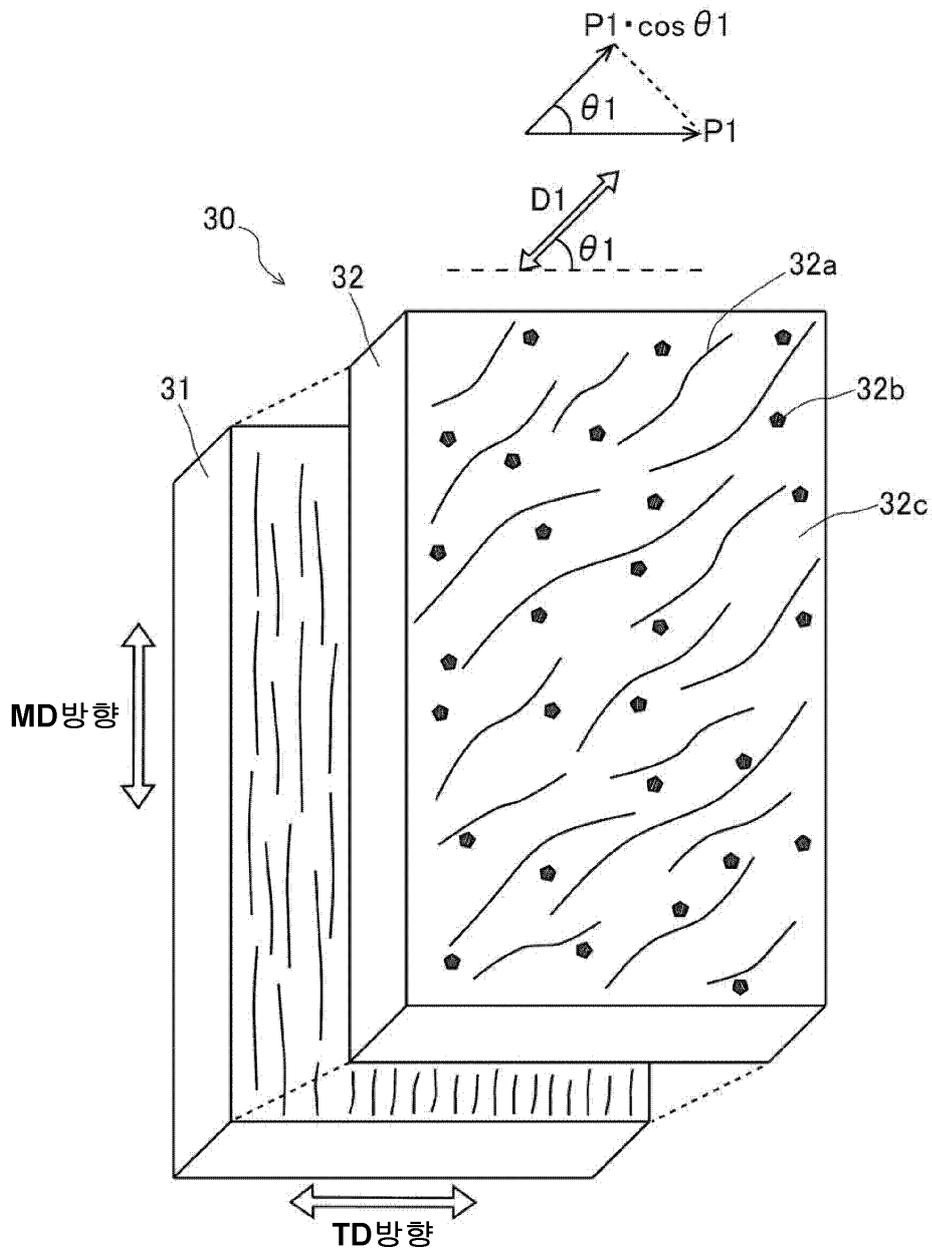
도면3



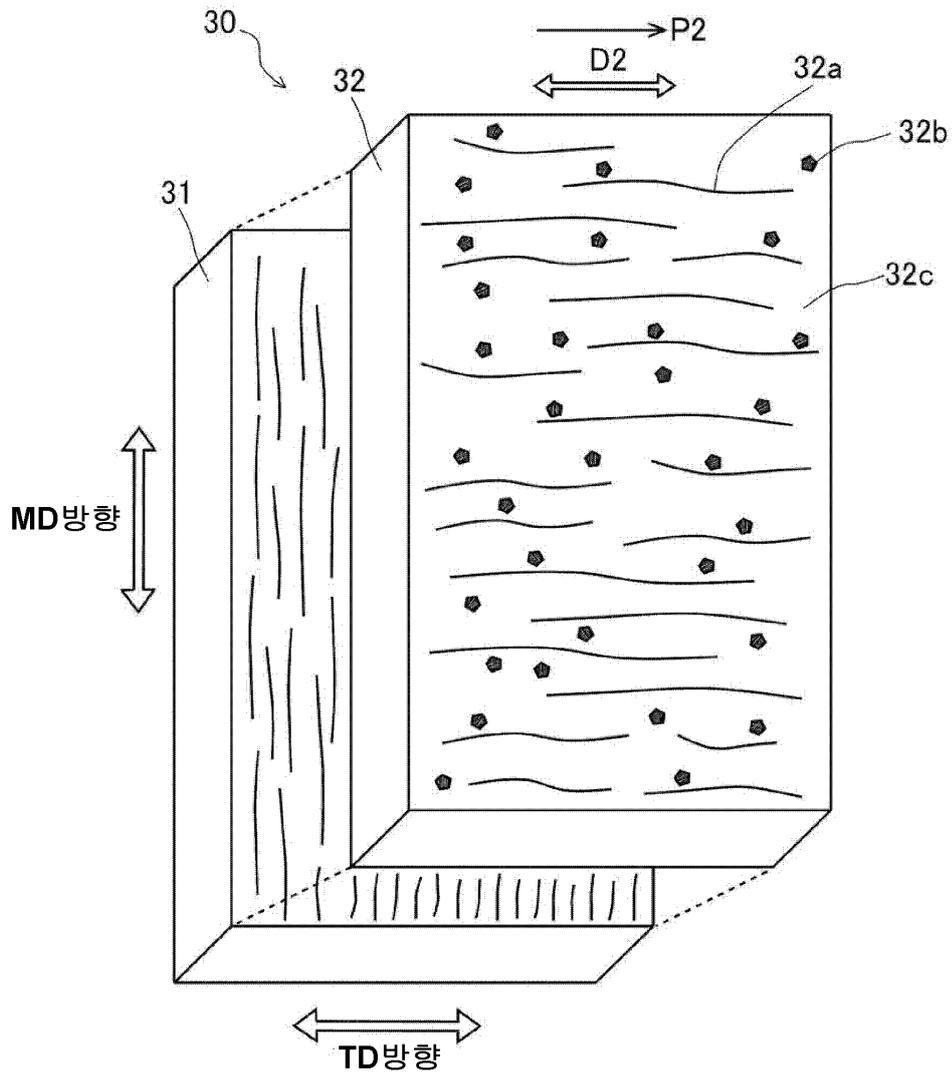
도면4



도면5



도면6



도면7

