(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0064752
(43) 공개일자 2020년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/42 (2014.01) *H01M 10/058* (2010.01)
H01M 2/02 (2015.01) *H01M 2/34* (2006.01)
H01M 4/131 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01M 10/4235 (2013.01)
H01M 10/058 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2018-0151258
(22) 출원일자 2018년11월29일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
주식회사 엘지화학
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
우선확
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원 내
오세운
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원 내
윤여경
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원 내
(74) 대리인
특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 10 항

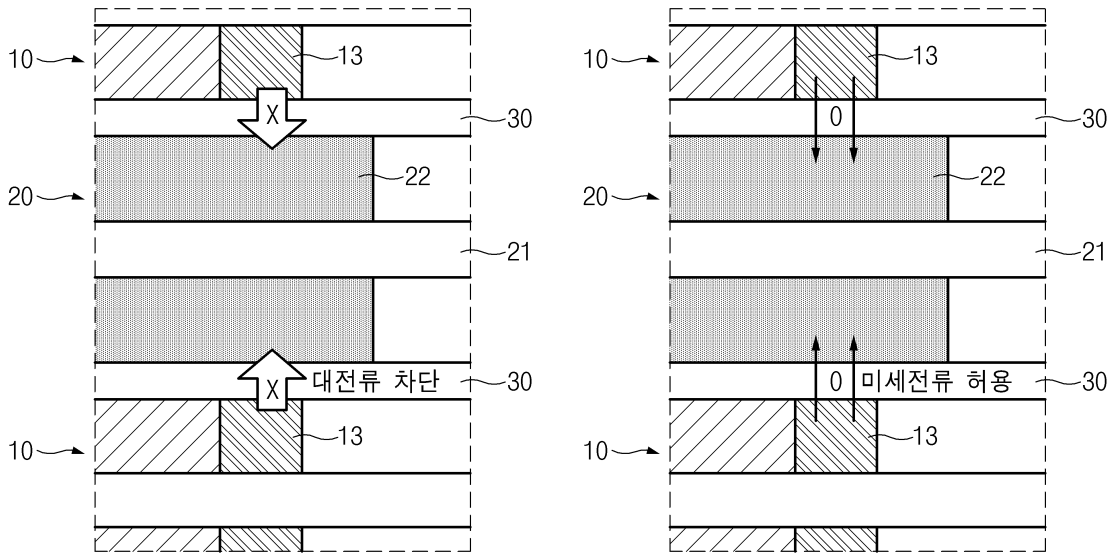
(54) 발명의 명칭 **양극 및 상기 양극을 포함하는 전극조립체**

(57) 요 약

본 발명에 따른 양극은, 음극 및 분리막과 함께 적층되어 전극조립체를 구성하는 양극으로써, 판 모양의 양극집전체; 양극집전체의 표면에 도포되는 양극활물질; 및 상기 양극활물질이 표면에 도포된 유지부와 미도포된 무지부의 경계에 접착되는 절연코팅부;를 포함하고, 상기 절연코팅부는 순간적으로 발생하는 단락전류의 흐름은 방지

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도5



하되, 과충전에 의한 미세전류의 흐름은 허용한다.

본 발명에 따른 전극조립체는, 양극집전체의 표면에 양극활물질이 도포된 유지부와 미도포된 무지부의 경계에서 상기 양극집전체의 표면에 절연코팅부가 부착된 양극; 음극집전체의 표면에 음극활물질이 도포된 음극; 및 상기 양극과 음극 사이에 적층되는 분리막;을 포함하고, 온도상승에 따른 분리막의 수축에 의해서 상기 양극의 절연코팅부에 상기 음극이 접촉하게 되면 상기 음극과 양극 사이로 미세전류가 흘러 충전량(SOC: State of charge)이 감소되는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류
H01M 2/0275 (2013.01)
H01M 2/34 (2013.01)
H01M 4/131 (2013.01)
H01M 2200/00 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

음극 및 분리막과 함께 적층되어 전극조립체를 구성하는 양극에 있어서,

판 모양의 양극집전체;

양극집전체의 표면에 도포되는 양극활물질; 및

상기 양극활물질이 표면에 도포된 유지부와 미도포된 무지부의 경계에 접착되는 절연코팅부;를 포함하고,

상기 절연코팅부는 순간적으로 발생하는 단락전류의 흐름은 방지하되, 과충전에 의한 미세전류의 흐름은 허용하는 것을 특징으로 하는 양극.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 절연코팅부는 전도성이 없는 폴리머와 전도성을 갖는 폴리머가 혼합되어 제조되는 것을 특징으로 하는 양극.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 양극활물질은 니켈, 코발트, 망간, 알루미늄이 혼합되어 제조된 것을 특징으로 하는 양극.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 양극활물질은 니켈, 코발트, 망간, 알루미늄 중 니켈의 함유율이 가장 높은 것을 특징으로 하는 양극.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 절연코팅부가 양극집전체의 표면에 접착됐을 때의 높이는 상기 양극집전체의 표면에 양극활물질이 도포된 높이 보다 낮거나 같은 것을 특징으로 하는 양극.

청구항 6

양극집전체의 표면에 양극활물질이 도포된 유지부와 미도포된 무지부의 경계에서 상기 양극집전체의 표면에 절연코팅부가 부착된 양극;

음극집전체의 표면에 음극활물질이 도포된 음극; 및

상기 양극과 음극 사이에 적층되는 분리막;을 포함하고,

온도상승에 따른 분리막의 수축에 의해서 상기 양극의 절연코팅부에 상기 음극이 접촉하게 되면 상기 음극과 양

극 사이로 미세전류가 흘러 충전량이 감소되는 것을 특징으로 하는 전극조립체.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 양극은 분리막과 적층될 때, 절연코팅부가 상기 분리막과 맞닿은 상태로 적층이 이뤄지는 것을 특징으로 하는 전극조립체.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 음극은 양극 보다 더 긴 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 전극조립체.

청구항 9

제 6 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항의 전극조립체가 파우치에 내장되는 이차전지.

청구항 10

제 9 항의 이차전지 복수 개가 서로 간에 전기적으로 연결되도록 구성된 이차전지모듈.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 이차전지에 내장되는 전극조립체 및 상기 전극조립체를 구성하는 양극에 관한 것으로써, 더욱 상세하게는 니켈 함량이 높은 NCMA(Nickel-Cobalt-Manganese-Aluminum) 양극활물질을 사용할 때 발생할 수 있는 열폭주 현상을 방지할 수 있는 양극 및 상기 양극을 포함하는 전극조립체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 개인 휴대단말, 전기 자동차 분야를 포함하여 여러 분야에서 에너지원으로서 이차전지의 수요가 급격히 증가하고 있다.

[0004] 일차전지와는 달리 충방전이 가능한 이차전지는 디지털 기기 뿐만 아니라 전기 자동차 등과 같은 운송수단용으로도 개발이 이뤄지고 있다.

[0005] 이차전지는 양극과 음극의 재질 및 외부 형상에 따라 다양하게 분류될 수 있으나, 이 중에서 리튬 화합물 재질을 사용하는 리튬 이차전지는 용량이 크고 자가 방전율이 적어 다양한 기기의 전원장치로써 널리 사용되고 있다.

[0006] 그리고, 상기 리튬 이차전지는 다양한 형태로 제조 가능한데, 대표적으로 원통형(cylinder type), 각형(prismatic type), 파우치형(pouch type)으로 구분될 수 있다.

[0007] 위와 같은 분류는 케이스의 형태에 따라서 나눠지되, 케이스의 형태와 상관없이 이차전지는 케이스 내부에 전기에너지를 충방전하는 전극조립체가 내장되는 구조를 갖는다. 상기 전극조립체는 음극, 분리막, 양극이 반복적층되는 구조를 가지며, 전해액과 함께 케이스(파우치 또는 원통케이스 등)에 함께 내장된다.

[0008] 상기 양극, 음극, 분리막 각각의 재료는 전지수명, 충방전 용량, 온도특성 및 안정성 등을 고려하여 선택되며, 리튬 이온이 양극의 리튬 금속 산화물로부터 음극으로 삽입(Intercalation) 및 탈리(Deintercalation)되는 과정이 반복되면서, 리튬 이차 전지의 충방전이 진행된다.

[0009] 한편, 상기 전극조립체는 대표적으로 권취형(젤리롤형), 적층형(스택형), 스택앤폴딩형 등으로 구분되어 제조된다. 이중 적층형 전극조립체는 금속 호일로 제조되는 집전체의 표면에 활물질을 코팅하고 건조 및 프레싱한 후, 요구되는 폭과 길이를 갖도록 재단하여 음극과 양극을 제조한 다음에 상기 음극과 양극 사이에 분리막을 적층하여 제조된다.

[0010] 즉, 양극을 제조공정 중 노칭가공된 후 개별 양극(1)으로 절단되기 전의 모습이 도시된 도 1 에 도시된 바와 같이, 양극집전체가 연속적으로 공급되는 동안 상기 양극집전체의 표면에는 양극활물질(1a)이 도포되어 상기 양극활물질(1a)이 도포된 유지부와 미도포된 무지부(도 3 에 표시된 유지부와 무지부 참조)로 나눠지고, 상기 무지부는 전극탭(1b)으로 가공된다.

[0011] 그리고, 무지부와 유지부의 경계 부근에서 전극탭(1b)에는 양극활물질(1a)의 탈리를 방지하고 단락 발생 가능성을 낮추기 위해 상기 양극활물질(1a)의 도포와 함께(또는 양극활물질의 도포 전후에) 절연물질(1c)이 코팅되거나 절연테이프가 접착되었다. 이와 같이 가공된 후, 적절한 크기로 절단되어 개별 양극들(1)로 제조가 이뤄진다.

[0012] 한편, 전기자동차용으로 사용되는 중대형 리튬이온전지의 경우, 부피당 에너지 밀도 증가를 위해 니켈(Ni) 함량이 높은 NCMA(Nickel-Cobalt-Manganese-Aluminum) 양극활물질이 도포된 양극이 사용된다.

[0013] 하지만, 니켈이 고함량 함유된 NCMA 양극활물질은 열안정성(thermal stability) 측면에서 매우 불안정한 측면이 있다. 가령, 차량의 운행조건을 고려해 차량에 탑재되는 이차전지는 150℃ 에서 2시간 이상 작동이 가능한 상태를 유지하여야 한다.

[0014] 이때, 양극에 접착된 절연물질(1c) 또는 절연테이프는 하드쇼트(hard short : 양극과 음극이 직접적으로 맞닿아 저항이 낮아지며 순간적으로 고전류가 흘러 발생하는 단락)에 의한 단락 발생을 방지하더라도, 이차전지 내부에서 이러한 고온에서는 온도상승에 따라 양극의 자가발열, 분리막 수축에 의한 하드쇼트등이 발생할 가능성을 완전하게 차단하긴 어려웠다.

[0015] 특히, 이러한 문제는 이차전지가 만충전 상태일 때(SOC[State of charge]가 1[100%] 일때) 또는 SOC 가 1을 초과한 과충전 상태일 때 발생가능성이 급격히 상승하는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 따라서, 본 발명은 용량 증대를 위해 니켈이 고함량 함유된 NCMA 양극활물질을 사용하더라도 SOC 를 1 미만으로 의도적으로 낮춰서 열안정성을 높일 수 있는 양극 및 상기 양극을 포함하는 전극조립체를 제공하는 것에 주목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0019] 전술한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 음극 및 분리막과 함께 적층되어 전극조립체를 구성하는 양극에 있어서, 판 모양의 양극집전체; 양극집전체의 표면에 도포되는 양극활물질; 및 상기 양극활물질이 표면에 도포된 유지부와 미도포된 무지부의 경계에 접착되는 절연코팅부;를 포함하고, 상기 절연코팅부는 순간적으로 발생하는 단락전류의 흐름은 방지하되, 과충전에 의한 미세전류의 흐름은 허용하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 상기 절연코팅부는 전도성이 없는 폴리머와 전도성을 갖는 폴리머가 혼합되어 제조된다.

[0021] 그리고, 상기 양극활물질은 니켈, 코발트, 망간, 알루미늄이 혼합되어 제조되되, 니켈, 코발트, 망간, 알루미늄 중 니켈의 함유율이 가장 높게 제조된다.

[0022] 아울러, 상기 절연코팅부가 양극집전체의 표면에 접착됐을 때의 높이는 상기 양극집전체의 표면에 양극활물질이 도포된 높이 보다 낮거나 같게 구성된다.

[0023] 또한, 본 발명은 위와 같은 양극을 포함하는 전극조립체를 추가적으로 제공한다. 본 발명에 따른 전극조립체는 양극집전체의 표면에 양극활물질이 도포된 유지부와 미도포된 무지부의 경계에서 상기 양극집전체의 표면에 절

연코팅부가 부착된 양극; 음극집전체의 표면에 음극활물질이 도포된 음극; 및 상기 양극과 음극 사이에 적층되는 분리막;을 포함하고, 온도상승에 따른 분리막의 수축에 의해서 상기 양극의 절연코팅부에 상기 음극이 접촉하게 되면 상기 음극과 양극 사이로 미세전류가 흘러 충전량(SOC: State of charge)이 감소되는 것을 특징으로 한다.

[0024] 상기 양극은 분리막과 적층될 때, 절연코팅부가 상기 분리막과 맞닿은 상태로 적층이 이뤄진다. 그리고, 상기 음극은 양극 보다 더 긴 길이를 갖는다.

[0025] 이와 같은 전극조립체는 파우치에 내장되어 이차전지로 제조될 수 있으며, 상기 이차전지들은 복수 개가 서로 간에 전기적으로 연결되어 이차전지모듈로 제조될 수 있다.

발명의 효과

[0027] 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명은 절연코팅부가 순간적으로 발생하는 단락전류의 흐름은 방지하면서도 과충전에 의한 미세전류의 흐름은 허용함으로써 위험온도에 도달하기 전에 SOC 가 감소되어 열폭주 현상발생을 방지할 수 있다.

[0028] 상기 절연코팅부는 종래에 사용되던 전도성이 없는 폴리머에 전도성을 갖는 폴리머를 첨가하여 제조될 수 있으므로 종래의 생산공정을 그대로 사용할 수 있다. 즉, 생산공정의 변경없이 제조되므로 생산비 증가를 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1 은 양극 제조 공정 중 노칭가공된 후 개별 양극으로 절단되기 전의 모습이 도시된 평면도.

도 2 는 본 발명의 제1실시예에 따른 양극의 평면도.

도 3 은 본 발명의 제1실시예에 따른 양극의 측면도.

도 4 는 본 발명의 제2실시예에 따른 전극조립체 일부분의 측면도.

도 5 는 도 4 의 'A' 부분 확대도로써, 절연코팅부가 대전류의 흐름은 차단하고, 미세전류의 흐름은 허용하는 것을 표시한 도면.

도 6 은 본 발명에 따른 양극이 적층된 전극조립체에서 과충전이 발생했을 때 SOC 가 하강하여 온도가 떨어지는 것이 표시된 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 첨부된 도면에 의거하여 본 발명에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[0032] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.

[0033] 또한, 본 명세서 및 특허청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 안되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0034] 본 발명은 용량 증대를 위해 니켈이 고함량으로 함유된 양극활물질을 사용하더라도 열안정성을 높일 수 있는 양극(10) 및 상기 양극을 포함하는 전극조립체에 관한 것이다. 본 발명은 양극을 제1실시예로 제공하고, 상기 양극이 포함된 전극조립체를 제2실시예로 제공한다. 이하, 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 보다 더 상세하게 설명한다.

[0036] 제1실시예

[0038] 본 발명은 전극조립체에 적층되는 양극(10)을 제1실시예로 제공한다. 도 2 와 도 3 은 본 발명의 제1실시예에 따른 양극(10)의 평면도와 측면도를 도시하였다.

[0039] 도면을 참조하면, 상기 양극(10)은 사각형 판 모양의 양극집전체(11)의 양면 각각의 표면에 양극활물질(12)이 도포되고 절연코팅부(13)가 도포 또는 코팅된다. 이때, 상기 절연코팅부(13)는 양극활물질(12)이 표면에 도포된 양극집전체(11)의 유지부와 양극활물질(12)이 표면에 미도포된 무지부의 경계를 이루는 위치(도 3 에 도시된 바와 같이 상면 또는 하면은 무지부에 접하고 측면은 양극활물질에 접하는 위치)에 배치된다. 상기 절연코팅부(13)는 분리막의 수축이 발생하더라도 양극집전체(11)가 음극집전체에 직접적으로 맞닿아 저항이 낮아지며 대전류가 흐름으로써 순간적으로 발생하는 하드쇼트(hard short)를 방지하는 기능을 제공한다.

[0040] 하지만, 본 발명에 따른 상기 절연코팅부(13)는 순간적으로 발생하는 단락전류의 흐름은 방지하되, 과충전에 의한(또는 만충전 상태일 때) 미세전류의 흐름은 허용하도록 구성된다.

[0041] 다른 조합들도 가능할 것이나, 이 실시예에서 상기 절연코팅부(13)는 전기 전도성이 없는 폴리머와 전기 전도성을 갖는 폴리머가 혼합되어 제조된다. 이때, 전도성 폴리머와 비전도성폴리머의 혼합비 및 혼합방법은 반복 실험 등을 통해 최적의 값으로 선정될 수 있다.

[0042] 아울러, 도 3 에 도시된 바와 같이 이 실시예에서 상기 절연코팅부(13)가 양극집전체(11)의 표면에 접착됐을 때의 높이는 상기 양극집전체(11)의 표면에 양극활물질(12)이 도포된 높이와 같게 구성되거나 약간 낮게 구성될 수 있다.

[0044] 제2실시예

[0046] 본 발명은 위와 같은 양극(10)을 포함하는 전극조립체를 제2실시예로 제공한다.

[0047] 도 4 는 본 발명의 제2실시예에 따른 전극조립체 일부분의 측면도이고, 도 5 는 도 4 의 'A' 부분 확대도로써, 절연코팅부가 대전류의 흐름은 차단하고(A), 미세전류의 흐름은 허용하는 것(B)을 표시한 도면이다. 도 4, 5 를 참조하면, 본 발명에 따른 전극조립체는 양극집전체(11)의 표면에 양극활물질(12)이 도포된 유지부와 미도포된 무지부의 경계에서 상기 양극집전체(11)의 표면에 절연코팅부(13)가 부착된 양극(10); 음극집전체(21)의 표면에 음극활물질(22)이 도포된 음극(20); 및 상기 양극(10)과 음극(20) 사이에 적층되는 분리막(30);을 포함하여 적층되는 구조를 갖는다.

[0048] 그리고, 이때, 온도상승에 따른 분리막(30)의 수축에 의해서 상기 양극(10)의 절연코팅부(13)에 상기 음극(20)이 접촉하게 되면 상기 음극(20)과 양극(10) 사이로 미세전류가 흘러 충전량(SOC: State of charge)이 감소된다.

[0049] 상기 양극(10)은 분리막(30)과 적층될 때, 절연코팅부(13)가 상기 분리막(30)과 맞닿은 상태로 적층이 이뤄지고, 상기 음극(20)은 양극(10) 보다 더 긴 길이를 갖는다. 상기 분리막(30)은 고온이 발생하면 수축이 발생할 수 있으며, 수축이 이뤄질 때 절연코팅부(13)는 음극(20)의 음극활물질(22) 또는 음극집전체(21)에 맞닿을 수 있다.

[0050] 이와 같은 전극조립체는 파우치에 내장되어 이차전지로 제조될 수 있으며, 상기 이차전지들은 복수 개가 서로 간에 전기적으로 연결되어 이차전지모듈로 제조될 수 있다.

[0052] 한편, 본 발명의 실시예1, 2 에서 상기 양극활물질(12)은 니켈, 코발트, 망간, 알루미늄이 혼합되어 제조되되, 이 중 니켈의 함유율이 가장 높게 제조된다. 즉, 상기 양극활물질(12)은 NCMA(니켈-코발트-망간-알루미늄)양극재이다. NCMA 양극재는 NCM(니켈-코발트-망간)양극재에 알루미늄을 추가로 첨가하는 대신 코발트의 비중을 10% 이하로 낮춘 양극재로써 부피당 에너질 밀도가 증가되는 장점을 갖는다.

[0053] 하지만, 일반적으로 NCMA 양극재는 니켈 함량이 높아 에너지 밀도가 증가하여 배터리 성능이 향상되고 비싼 코

발트 비중이 낮아져 생산원가가 낮아지는 장점을 가지나, 니켈 함량이 증가할 수록 열안정성(thermal stability)이 불안정해지는 단점이 있다.

[0054] 그러나, 본 발명이 적용되는 이차전지는 과충전 또는 만충전 상태일때(SOC 가 1 이상일 때) 양극과 음극 사이의 미세전류의 흐름을 허용하여 충전전압을 낮춤으로써 SOC 를 1 미만으로 떨어뜨려 열적안정성을 확보할 수 있다.

[0055] 즉, 양극활물질(12)에 니켈이 높게 함유될 경우 종래 구조에서는 이차전지가 대략 150℃ 이상까지 도달한 후, 10분 전후로 자가 발열에 의해 발화가 발생하는 경우가 많았다. 하지만, 본 발명에 따른 양극이 적층된 전극조립체에서는 양극활물질(12)에 동일비율로 니켈이 함유된 경우라도 도 6 에 도시된 바와 같이, 150℃ 근방에서 SOC가 떨어지는 효과로 150℃ 에 도달 후에도 꾸준히 SOC가 빠지면서 발화가 발생하지 않았다. 즉, 미세전류가 흐름에 따라 충전전류가 소모되면서 충전전압이 낮아지고 시간이 지남에 따라 전극조립체 바디 자체의 온도가 완만하게 하강하게 된다.

[0056] 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명은 절연코팅부(13)가 순간적으로 발생하는 단락전류의 흐름은 방지하면서도 과충전에 의한 양극(10)과 음극(20) 사이의 미세전류의 흐름은 허용함으로써 위험온도에 도달하기 전에 SOC 가 감소되어 열폭주 현상발생을 방지할 수 있다.

[0057] 상기 절연코팅부(13)는 종래에 사용되던 전도성이 없는 폴리머에 전도성을 갖는 폴리머를 첨가하여 제조될 수 있으므로 종래의 생산공정을 그대로 사용할 수 있다. 즉, 생산공정의 변경없이 제조되므로 생산비 증가를 억제할 수 있다.

[0058] 이상에서 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술사상과 아래에 기재될 특허청구범위의 균등범위 내에서 다양한 실시가 가능하다.

부호의 설명

[0060] 10 : 양극

11 : 양극집전체

12 : 양극활물질

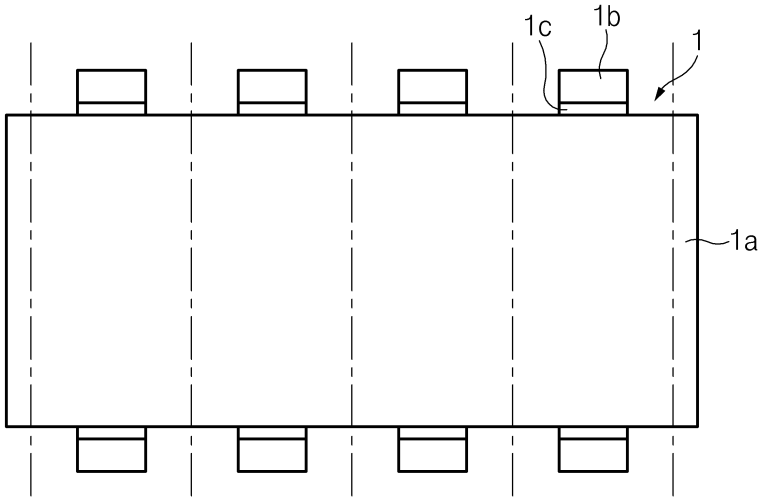
13 : 절연코팅부

20 : 음극

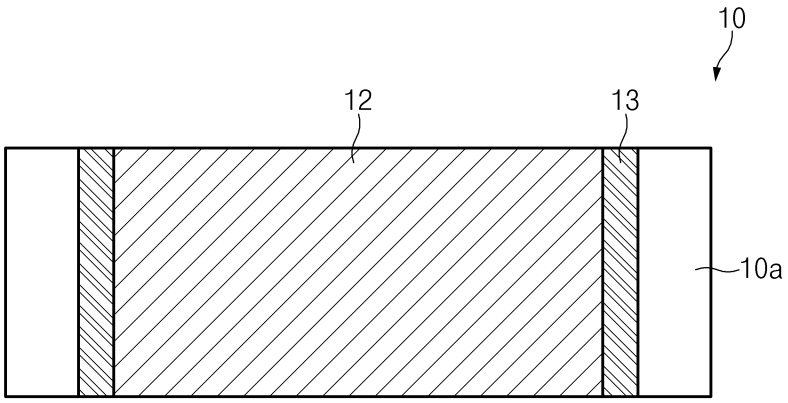
30 : 분리막

도면

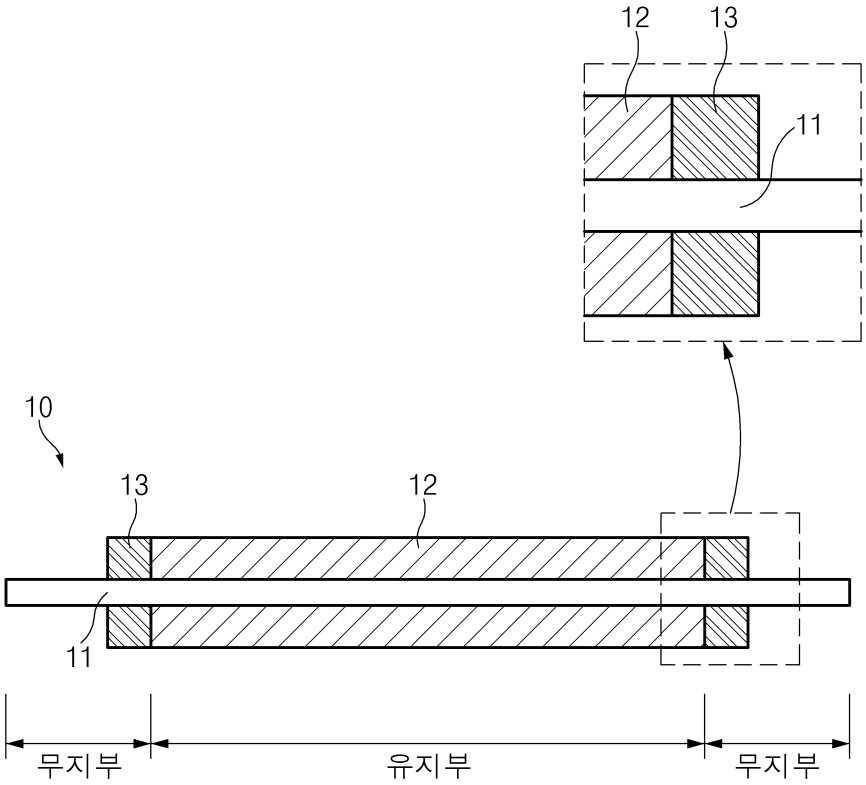
도면1



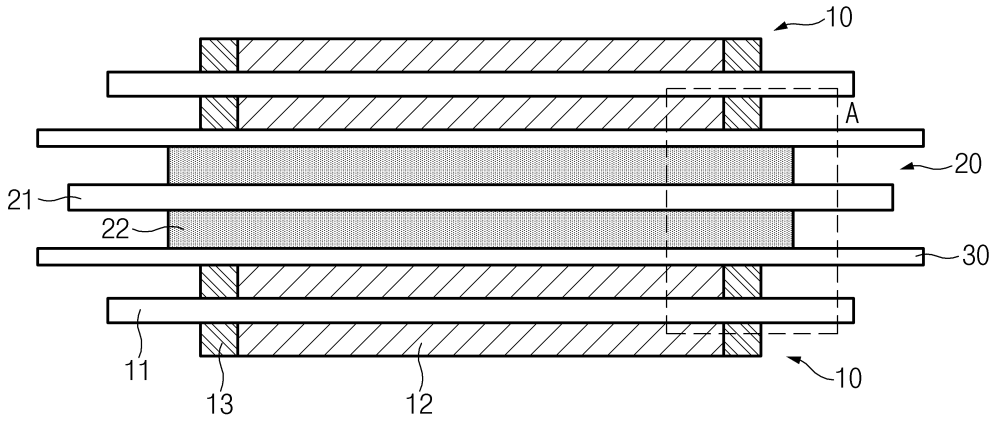
도면2



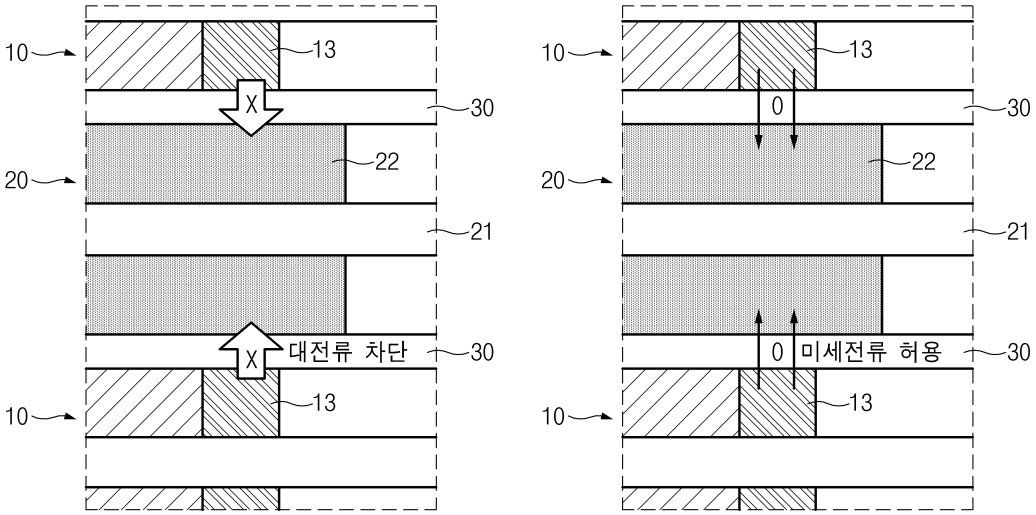
도면3



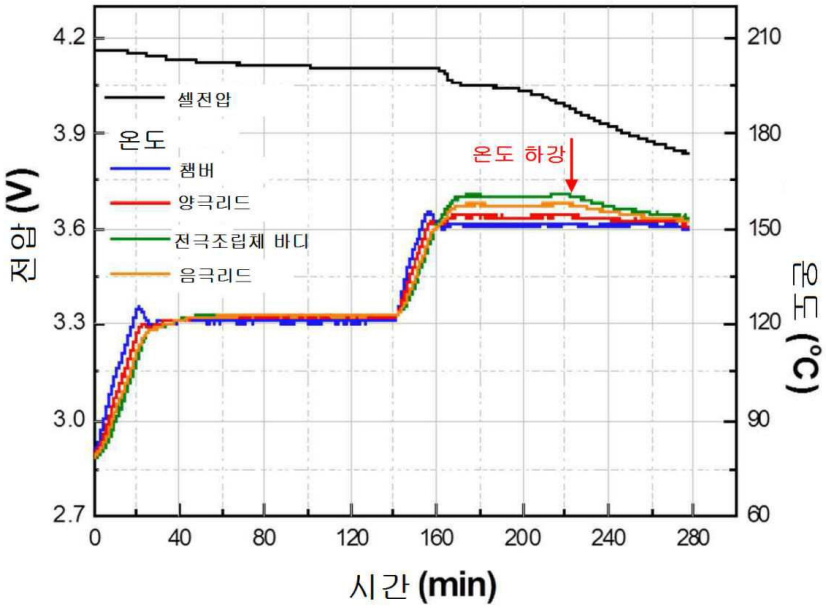
도면4



도면5


10
13
X
30
20
22
21
대전류 차단
10
13
< A >
10
13
0
30
20
22
21
0 미세전류 허용
10
13
< B >

도면6


4.2
3.9
3.6
3.3
3.0
2.7
전압 (V)
셀전압
온도
챔버
양극리드
전극조립체 바디
음극리드
온도 하강
210
180
150
120
90
60
온도 (°C)
0
40
80
120
160
200
240
280
시간 (min)