



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0105148
(43) 공개일자 2022년07월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/04 (2015.01) H01M 10/0587 (2010.01)
H01M 50/528 (2021.01) H01M 50/533 (2021.01)
H01M 50/538 (2021.01) H01M 50/56 (2021.01)
(52) CPC특허분류
H01M 10/0431 (2013.01)
H01M 10/0587 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0008152
(22) 출원일자 2022년01월19일
심사청구일자 2022년03월18일
(30) 우선권주장
1020210007278 2021년01월19일 대한민국(KR)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
주식회사 엘지에너지솔루션
서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1 (여의
도동, 파크원)
(72) 발명자
임혜진
대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기
술연구원)
공진학
대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기
술연구원)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인필앤은지

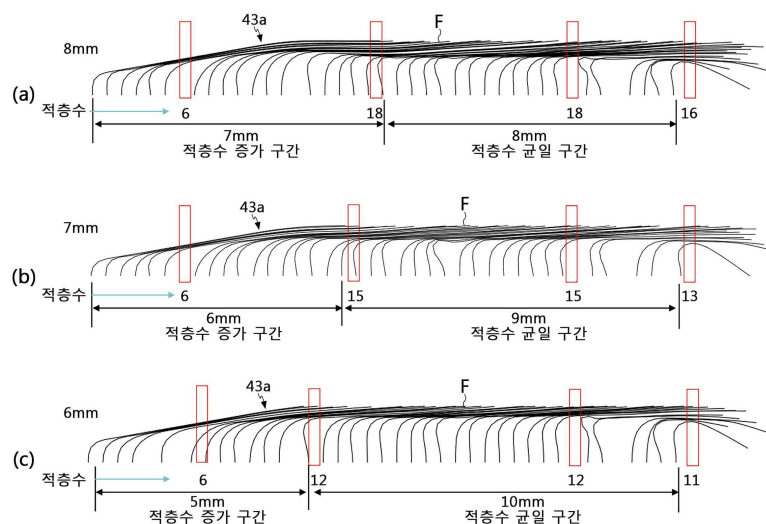
전체 청구항 수 : 총 78 항

(54) 발명의 명칭 전극 조립체, 배터리 및 이를 포함하는 배터리 팩 및 자동차

(57) 요약

본 발명은 전극 조립체, 배터리, 및 이를 포함하는 배터리 팩 및 자동차를 개시한다. 전극 조립체는, 제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 하나의 축을 중심으로 권취되어 코어와 외주면을 정의하는 전극 조립체로서, 상기 제1전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 무지부를 포함하고, 상기 무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되어 절곡 표면영역을 형성하고, 상기 절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 전극 조립체의 권취 축 방향으로 상기 무지부의 적층수가 10 이상일 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01M 50/528 (2021.01)
H01M 50/533 (2021.01)
H01M 50/538 (2021.01)
H01M 50/56 (2021.01)
H01M 2220/20 (2013.01)

(72) 발명자

이순오

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

최규현

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

김도균

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

최수지

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

황보광수

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

민건우

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

조민기

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

임재원

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

김학균

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

이제준

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

정지민

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

김재웅

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

박종식

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

최유성

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

이병구

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

류덕현

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술 연구원)

이관희

(30) 우선권주장

1020210022881	2021년02월19일	대한민국(KR)
1020210022891	2021년02월19일	대한민국(KR)
1020210022894	2021년02월19일	대한민국(KR)
1020210022897	2021년02월19일	대한민국(KR)
1020210024424	2021년02월23일	대한민국(KR)
1020210030291	2021년03월08일	대한민국(KR)
1020210030300	2021년03월08일	대한민국(KR)
1020210046798	2021년04월09일	대한민국(KR)
1020210058183	2021년05월04일	대한민국(KR)
1020210077046	2021년06월14일	대한민국(KR)
1020210084326	2021년06월28일	대한민국(KR)
1020210131205	2021년10월01일	대한민국(KR)
1020210131207	2021년10월01일	대한민국(KR)
1020210131208	2021년10월01일	대한민국(KR)
1020210131215	2021년10월01일	대한민국(KR)
1020210131225	2021년10월01일	대한민국(KR)
1020210137001	2021년10월14일	대한민국(KR)
1020210137856	2021년10월15일	대한민국(KR)
1020210142196	2021년10월22일	대한민국(KR)
1020210153472	2021년11월09일	대한민국(KR)
1020210160823	2021년11월19일	대한민국(KR)
1020210163809	2021년11월24일	대한민국(KR)
1020210165866	2021년11월26일	대한민국(KR)
1020210172446	2021년12월03일	대한민국(KR)
1020210177091	2021년12월10일	대한민국(KR)
1020210194572	2021년12월31일	대한민국(KR)
1020210194593	2021년12월31일	대한민국(KR)
1020210194610	2021년12월31일	대한민국(KR)
1020210194611	2021년12월31일	대한민국(KR)
1020210194612	2021년12월31일	대한민국(KR)
1020220001802	2022년01월05일	대한민국(KR)

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술
연구원)

이재은

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술
연구원)

강보현

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술
연구원)

박필규

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술
연구원)

명세서

청구범위

청구항 1

제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 축을 중심으로 권회되어 코어와 외주면을 정의한 전극 조립체에 있어서,

상기 제1전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 무지부를 포함하고,

상기 무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡됨으로써 상기 무지부의 중첩 레이어들을 포함하는 절곡 표면영역을 형성하고, 상기 절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 전극 조립체의 권취 축 방향으로 상기 무지부의 적층수가 10 이상인 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1전극의 총 권회턴수를 n_1 이라고 정의하고, k 번째 권회턴 위치에서 권회턴 인덱스 $k(1 \sim n_1$ 의 자연수)를 총 권회턴수 n_1 로 나눈 몫 연산한 값을 권회턴 인덱스 k 에 대한 상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 라고 정의하면, 무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{1,k}$ 의 반경 방향 구간의 길이 비율이 무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간 대비 적어도 30% 이상인 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 3

제2항에 있어서,

무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{1,k}$ 의 반경 방향 구간 길이 비율이 무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간 대비 30% 내지 85%인 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 무지부를 포함하고,

상기 무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡됨으로써 상기 무지부의 중첩 레이어들을 포함하는 절곡 표면영역을 형성하고, 상기 절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 전극 조립체의 권취 축 방향으로 상기 무지부의 적층수가 10 이상인 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2전극의 총 권회턴수를 n_2 라고 정의하고, k 번째 권회턴 위치에서 권회턴 인덱스 $k(1 \sim n_2$ 의 자연수)를 총 권회턴수 n_2 로 나눈 몫 연산한 값을 권회턴 인덱스 k 에 대한 상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 라고 정의하면, 무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{2,k}$ 의 반경 방향 구간의 길이 비율이 상기 무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간

대비 적어도 30% 이상인 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 6

제5항에 있어서,

무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{2,k}$ 의 반경 방향 구간의 길이 비율이 상기 무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간 대비 30% 내지 85%인 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 제1전극의 권회 구조에 있어서 첫번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 미리 설정된 k *번째 권회턴의 제1 상대 반경 위치 $R_{1,k*}$ 까지 구간의 무지부 높이가 권회턴수 $k*+1$ 의 상대 반경 위치 $R_{1,k*+1}$ 내지 상대 반경 위치 1까지 구간의 무지부 높이보다 작은 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 제1전극의 권회 구조에 있어서, 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 미리 설정된 k *번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 $R_{1,k*}$ 까지 구간의 무지부는 그 높이가 절곡된 무지부들이 중첩되어 형성하는 상기 절곡 표면영역보다 낮은 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 제1전극의 권회 구조에 있어서, 첫 번째 권회턴에 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 k *번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 $R_{1,k*}$ 까지의 구간은 전극 조립체의 코어를 향해 절곡되지 않는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 10

제5항에 있어서,

제2전극의 권회 구조에 있어서 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 미리 설정된 k *번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 $R_{2,k*}$ 까지 구간의 무지부 높이가 $k*+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k*+1}$ 내지 상대 반경 위치 1까지 구간의 무지부 높이보다 작은 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 11

제5항에 있어서,

첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 미리 설정된 k *번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 $R_{2,k*}$ 까지의 구간에서 무지부는 그 높이가 절곡된 무지부들이 중첩되어 형성하는 절곡 표면영역보다 낮은 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 12

제5항에 있어서,

첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 미리 설정된 k *번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지 구간의 무지부는 전극 조립체의 코어를 향해 절곡되지 않는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 13

제1항 또는 제4항에 있어서,

상기 제1전극 또는 제2전극의 무지부는 서로 독립적으로 절곡 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 14

제13항에 있어서,

복수의 분절편 각각은 절곡 라인을 밀변으로 하는 기하학적 도형의 형태를 가지며,

상기 기하학적 도형은 하나 이상의 직선, 하나 이상의 곡선 또는 이들이 조합이 연결된 것임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 기하학적 도형은 밀변으로부터 상부로 가면서 폭이 단계적으로 또는 연속적으로 감소하는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 기하학적 도형의 밀변과 이것과 교차하는 측면 사이의 하부 내각은 60도 내지 85도임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 복수의 분절편은 상기 하부 내각이 상기 전극 조립체의 권회 방향과 평행한 일 방향을 따라 단계적으로 또는 점진적으로 증가하는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 18

제14항에 있어서,

복수의 분절편 각각은 절곡 라인을 밀변으로 하는 사다리꼴 도형의 형태를 가지며,

상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 분절편이 배치된 권회턴의 반경을 r , 분절편의 하부에 대응되는 권회턴의 원호 길이를 L_{arc} , 반경이 r 인 권회턴에 인접 배치된 분절편 쌍의 측면이 서로 평행하다는 가정이 적용될

때의 분절편 하부 내각을 $\Theta_{\text{assumption}}$ 이라고 할 때, 상기 인접 배치된 분절편 쌍의 실제 하부 내각 Θ_{real} 는 하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 하는,

$$\Theta_{\text{real}} > \Theta_{\text{assumption}}$$

$$\Theta_{\text{assumption}} = 90^\circ - 360^\circ * (L_{\text{arc}} / 2 \pi r) * 0.5$$

전극 조립체.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 상기 분절편의 하부에 대응되는 권회턴의 원호 길이 L_{arc} 에 대응되는 원주각이 45도 이하임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 반경이 r 인 권회턴에 배치된 인접하는 분절편들의 중첩율을 수식 ($\Theta_{\text{real}} / \Theta_{\text{assumption}} - 1$) 으로 정의할 때, 분절편의 중첩율은 0보다 크고 0.05 이하임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 21

제14항에 있어서,

상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 반경이 r 인 권회턴에 배치된 인접하는 분절편 쌍을 통과하는 가상의 원을 그렸을 때, 각 분절편을 통과하는 원호의 쌍이 서로 중첩되는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 22

제21항에 있어서,

각 분절편을 통과하는 원호의 길이 대비 중첩되는 원호의 길이 비율을 분절편의 중첩율로 정의할 때, 분절편의 중첩율은 0보다 크고 0.05 이하임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 23

제2항에 있어서,

상기 제1전극의 권회 구조에 있어서 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 k 번째 권회턴의 제1 상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지 구간의 무지부는 그 높이가 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1까지 구간의 무지부 높이보다 작고 코어측을 향해 절곡되지 않는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 24

제23항에 있어서,

상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 $R_{1,k}$ 까지에 대응되는 상기 제1전극의 길이는 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 1까지에 대응되

는 상기 제1전극의 길이 대비 1% 내지 30%임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 25

제2항에 있어서,

상기 제1전극의 권회 구조에 있어서, $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 의 무지부 절곡 길이 $fd_{1,k+1}$ 는 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 내지 k 번째 상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지의 반경 방향 길이보다 짧은 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 26

제2항에 있어서,

상기 제1전극의 권회 구조에 있어서, 상기 전극 조립체의 코어 반경을 r_c 라고 정의할 때, 코어의 중심부터 $0.90r_c$ 구간이 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 1의 구간에 위치하는 무지부의 절곡부에 의해 차폐되지 않는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 27

제26항에 있어서,

$k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 의 무지부 절곡 길이 $fd_{1,k+1}$, 코어의 반경 r_c 및, 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 이 전극 조립체의 중심으로부터 이격된 거리 $d_{1,k+1}$ 은 하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 하는,

$$fd_{1,k+1} + 0.90 \cdot r_c \leq d_{1,k+1}$$

전극 조립체.

청구항 28

제5항에 있어서,

상기 제2전극의 권회 구조에 있어서 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 내지 k 번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지 구간의 무지부는 그 높이가 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1까지 구간의 무지부 높이보다 작고 코어측을 향해 절곡되지 않는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 29

제28항에 있어서,

상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 $R_{2,k}$ 까지에 대응되는 상기 제2전극의 길이는 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 1까지에 대응되는 상기 제2전극의 길이 대비 1% 내지 30%임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 30

제5항에 있어서,

상기 제2전극의 권회구조에 있어서, $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 에 위치하는 무지부의 절곡 길이

$fd_{2,k+1}$ 는 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 내지 k *번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지의 반경 방향 길이보다 짧은 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 31

제5항에 있어서,

상기 제2전극의 권취구조에 있어서, 상기 전극 조립체의 코어 반경을 r_c 라고 정의할 때, 코어의 중심부터 $0.90r_c$ 구간이 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1의 구간에 위치하는 제2전극의 무지부의 절곡부에 의해 차폐되지 않는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 32

제31항에 있어서,

$k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 의 무지부 절곡 길이 $fd_{2,k+1}$, 코어의 반경 r_c 및, 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 이 전극 조립체의 중심으로부터 이격된 거리 $d_{2,k+1}$ 은 하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 하는,

$$fd_{2,k+1} + 0.90 \cdot r_c \leq d_{2,k+1}$$

전극 조립체.

청구항 33

제2항에 있어서,

상기 제1전극의 권회 구조에 있어서 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 미리 설정된 k 번째 권회턴의 제2상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지 구간의 무지부는 복수의 분절편으로 분할되어 있고 그 높이가 권취 방향과 평행한 일 방향을 따라 점진적으로 또는 단계적으로 증가하는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 34

제33항에 있어서,

상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 $R_{1,k}$ 까지 구간의 반경 방향 길이는 코어를 제외한 제1전극의 권회 구조의 반경 대비 1% 내지 56%임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 35

제2항에 있어서,

상기 제1전극의 권회 구조에 있어서 미리 설정된 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 제1전극의 무지부는 복수의 분절편으로 분할되어 있고, 복수의 분절편 높이는 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 실질적으로 동일한 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 36

제5항에 있어서,

상기 제2전극의 권회 구조에 있어서 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 미리 설정된 k 번째 권회턴의 제2상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지 구간의 무지부는 복수의 분절편으로 분할되어 있고 그 높이가 권회 방향과 평행한 일 방향을 따라 단계적으로 또는 점진적으로 증가하는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 37

제36항에 있어서,

상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 $R_{2,k}$ 까지 구간의 반경 방향 길이는 코어를 제외한 제2전극의 권회 구조의 반경 대비 1% 내지 56%임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 38

제5항에 있어서,

상기 제2전극의 권회 구조에 있어서 $k+1$ 번째 권회턴의 제2상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 제2전극의 무지부는 복수의 분절편으로 분할되어 있고, 복수의 분절편 높이는 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 실질적으로 동일한 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 39

제1항에 있어서,

상기 제1전극의 권회 구조에 있어서, 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되는 무지부는 독립적으로 절곡 가능한 복수의 분절편으로 분할되고,

복수의 분절편의 권취 축 방향의 높이 및 권취 방향의 폭 중 적어도 하나는 개별적으로 또는 그룹별로 권회 방향과 평행한 일 방향을 따라 점진적으로 또는 단계적으로 증가하는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 40

제4항에 있어서,

상기 제2전극의 권회 구조에 있어서, 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되는 무지부는 독립적으로 절곡 가능한 복수의 분절편으로 분할되고,

복수의 분절편의 권취 축 방향의 높이 및 권취 방향의 폭 중 적어도 하나는 개별적으로 또는 그룹별로 권회 방향과 평행한 일 방향을 따라 점진적으로 또는 단계적으로 증가하는 것을 특징으로 하는 전극 조립체

청구항 41

제13항에 있어서,

복수의 분절편 각각은, 권취 방향에서 1 내지 11mm의 폭 조건; 권취 축 방향에서 2 내지 10mm의 높이 조건; 및 권취 방향에서 0.05 내지 1mm의 이격 피치 조건 중에서 적어도 하나 이상의 조건을 충족하는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 42

제13항에 있어서,

상기 복수의 분절편 사이에는 절단홈이 개재되고,

상기 절단홈의 하단과 상기 제1전극 또는 상기 제2전극의 활물질층 사이에 소정의 갭이 구비되는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 43

제32항에 있어서,

상기 갭의 길이는 0.2 내지 4mm임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 44

제13항에 있어서,

복수의 분절편은 상기 전극 조립체의 권취 방향을 따라 복수의 분절편 그룹을 형성하며, 동일한 분절편 그룹에 속한 분절편들은 권취 방향의 폭, 권취 축 방향의 높이 및 권취 방향의 이격 피치 중 적어도 하나 이상이 서로 실질적으로 동일한 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 45

제44항에 있어서,

동일한 분절편 그룹에 속한 분절편들은 상기 전극 조립체의 권취 방향과 평행한 일 방향으로 가면서 권취 방향의 폭, 권취 축 방향의 높이 및 권취 방향의 이격 피치 중 적어도 하나가 점진적으로 또는 단계적으로 증가하는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 46

제44항에 있어서,

복수의 분절편 그룹 중에서 적어도 일부는 전극 조립체의 동일한 권회턴에 배치되는 것을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 47

제1항에 있어서,

상기 제1전극의 무지부에 의해 형성되는 절곡 표면영역은, 상기 전극 조립체의 외주측으로부터 코어측으로 적층수 증가구간과 적층수 균일구간을 포함하고,

상기 적층수 증가구간은 무지부의 적층수가 전극 조립체의 코어를 향해 증가하는 구간으로 정의되고, 상기 적층수 균일구간은 상기 무지부의 적층수 증가가 멈추는 위치부터 상기 무지부의 절곡이 시작되는 반경 위치까지의 구간으로 정의되고,

상기 적층수 균일구간의 반경 방향 길이는 무지부의 절곡이 시작된 권회턴부터 무지부의 절곡이 끝나는 권회턴까지의 반경 방향 길이 대비 30% 이상임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 48

제5항에 있어서,

상기 제2전극의 무지부에 의해 형성되는 절곡 표면영역은, 상기 전극 조립체의 외주측으로부터 코어측으로 적층

수 증가구간과 적층수 균일구간을 포함하고,

상기 적층수 증가구간은 무지부의 적층수가 전극 조립체의 코어를 향해 증가하는 구간으로 정의되고, 상기 적층수 균일구간은 상기 무지부의 적층수 증가가 멈추는 위치부터 상기 무지부의 절곡이 시작되는 반경 위치까지의 구간으로 정의되고,

상기 적층수 균일구간의 반경 방향 길이는 무지부의 절곡이 시작된 권회턴부터 무지부의 절곡이 끝나는 권회턴까지의 반경 방향 길이 대비 30% 이상임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 49

제4항에 있어서,

상기 제1전극 및 상기 제2전극의 두께는 80um 내지 250um이고,

상기 전극 조립체의 반경 방향으로 인접하는 권회턴에 위치한 무지부 간격은 200um 내지 500um임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 50

제1항에 있어서,

상기 제1전극의 무지부의 두께는 10um 내지 25um임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 51

제4항에 있어서,

상기 제2전극의 무지부의 두께는 5um 내지 20um임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 52

제1항에 있어서,

상기 제1전극의 무지부에 의해 형성된 절곡 표면영역의 일부 영역은 무지부의 중첩 레이어들의 총 적층 두께가 100um 내지 975um임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 53

제52항에 있어서,

상기 제1전극의 무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제1전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 1.0% 내지 16.3%임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 54

제4항에 있어서,

상기 제2전극의 무지부에 의해 형성된 절곡 표면영역의 일부 영역은 무지부의 중첩 레이어들의 총 적층 두께가 50um 내지 780um임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 55

제54항에 있어서,

상기 제2전극의 무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제2전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 0.5% 내지 13.0%임을 특징으로 하는 전극 조립체

청구항 56

제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 축을 중심으로 권취되어 코어와 외주면을 정의한 전극 조립체에 있어서,

상기 제1전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 제1무지부를 포함하고,

상기 제1무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되어 제1절곡 표면영역을 형성하고, 상기 제1절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 제1무지부의 적층 두께가 100 um 내지 975um임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 57

제56항에 있어서,

상기 제1전극의 제1무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제1전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 1.0% 내지 16.3%임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 58

제56항에 있어서,

상기 제2전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 제2무지부를 포함하고,

상기 제2무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되어 제2절곡 표면영역을 형성하고,

상기 제2절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 제2무지부의 적층 두께가 50 um 내지 780um임을 특징으로 하는 전극 조립체.

청구항 59

제58항에 있어서,

상기 제2전극의 제2무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제2전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 0.5% 내지 13.0%임을 특징으로 하는 전극 조립체

청구항 60

제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 축을 중심으로 권취되어 코어와 외주면을 정의한 전극 조립체로서, 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 적어도 하나는 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 무지부를 포함하고, 상기 무지부의 적어도 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되어 절곡 표면영역을 형성하고, 상기 절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 무지부의 적층수가 10 이상인 것인 전극 조립체;

상기 전극 조립체가 수납되며, 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 하나와 전기적으로 연결되어 제1극성을 띠는 전지 하우징;

상기 전지 하우징의 개방단을 밀봉하는 밀봉체;

상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 다른 하나와 전기적으로 연결되고, 표면이 외부로 노출된 제2극성을 띠는 단자; 및

상기 절곡 표면영역에 용접되고, 상기 전지 하우징 또는 상기 단자 중 어느 하나에 전기적으로 연결되는 집전체를 포함하고,

상기 집전체의 용접 영역은 상기 무지부의 적층수가 10 이상인 절곡 표면영역과 중첩되는 것을 특징으로 하는 배터리.

청구항 61

제60항에 있어서,

상기 제1전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 제1무지부를 포함하고,

상기 제1전극의 총 권회턴수를 n_1 이라고 정의하고, k 번째 권회턴 위치에서 권회턴 인덱스 $k(1 \sim n_1)$ 의 자연수를 총 권회턴수 n_1 로 나눴셈 연산한 값을 권회턴 인덱스 k 에 대한 상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 라고 정의하면, 상기 제1무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{1,k}$ 의 반경 방향 구간의 길이 비율이 상기 제1무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간 대비 적어도 30% 이상임을 특징으로 하는 배터리.

청구항 62

제60항에 있어서,

상기 제2전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 제2무지부를 포함하고,

상기 제2전극의 총 권회턴수를 n_2 라고 정의하고, k 번째 권회턴 위치에서 권회턴 인덱스 $k(1 \sim n_2)$ 의 자연수를 총 권회턴수 n_2 로 나눴셈 연산한 값을 권회턴 인덱스 k 에 대한 상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 라고 정의하면, 상기 제2무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{2,k}$ 의 반경 방향 구간의 길이 비율이 상기 제2무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간 대비 적어도 30% 이상인 것을 특징으로 하는 배터리.

청구항 63

제60항에 있어서,

상기 집전체의 용접 영역은 상기 무지부의 적층수가 10 이상인 절곡 표면영역과 50% 이상 중첩되는 것을 특징으로 하는 배터리.

청구항 64

제63항에 있어서,

상기 집전체의 용접 영역은 용접 강도가 $2\text{kgf}/\text{cm}^2$ 이상임을 특징으로 하는 배터리.

청구항 65

제60항에 있어서,

상기 용접 영역은 상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 반경 방향으로 4mm 이상 및 상기 전극 조립체 반경의 50% 이하의 거리로 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 배터리.

청구항 66

제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 축을 중심으로 권취되어 코어와 외주면을 정의한 전극 조립체로서, 상기 제1전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 제1무지부를 포함하고, 상기 제1무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되어 제1절곡 표면영역을 형성하고, 상기 제1절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 제1무지부의 적층 두께가 100 um 내지 975um인 것인 전극 조립체;

상기 전극 조립체가 수납되며, 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 하나와 전기적으로 연결되어 제1극성을 띠는 전지 하우징;

상기 전지 하우징의 개방단을 밀봉하는 밀봉체;

상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 다른 하나와 전기적으로 연결되고, 표면이 외부로 노출된 제2극성을 띠는 단자; 및

상기 제1절곡 표면영역에 용접되고, 상기 전지 하우징 또는 상기 단자 중 어느 하나에 전기적으로 연결되는 제1 집전체를 포함하고,

상기 제1집전체의 용접 영역은 상기 제1무지부의 적층 두께가 100um 내지 975um인 상기 제1절곡 표면영역의 일부 영역과 중첩되는 것을 특징으로 하는 배터리.

청구항 67

제66항에 있어서,

상기 제1전극의 제1무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제1전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 제1절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 제1절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 1.0% 내지 16.3%임을 특징으로 하는 배터리.

청구항 68

제66항에 있어서,

제1집전체의 용접 영역은 용접 강도가 $2\text{kgf}/\text{cm}^2$ 이상임을 특징으로 하는 배터리.

청구항 69

제66항에 있어서,

상기 제2전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 제2무지부를 포함하고, 상기 제2무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되어 제2절곡 표면영역을 형성하고, 상기 제2절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 제2무지부의 적층 두께가 50 um 내지 780um이고,

상기 제2절곡 표면영역에 용접되고, 상기 전지 하우징 또는 상기 단자 중 다른 하나에 전기적으로 연결되는 제2집전체를 포함하고,

상기 제2집전체의 용접 영역은 상기 제2무지부의 적층 두께가 50um 내지 780um인 상기 제2절곡 표면영역의 일부 영역과 중첩되는 것을 특징으로 하는 배터리.

청구항 70

제69항에 있어서,

상기 제2전극의 제2무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제2전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 제2절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 제2절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 0.5% 내지 13%임을 특징으로 하는 배터리

청구항 71

제69항에 있어서,

상기 제2집전체의 용접 영역은 용접 강도가 $2\text{kgf}/\text{cm}^2$ 이상임을 특징으로 하는 배터리.

청구항 72

제66항에 있어서,

상기 제1집전체의 용접 영역은 상기 제1무지부의 적층 두께가 100um 내지 975um인 상기 제1절곡 표면영역의 일부 영역과 50% 이상 중첩되는 것을 특징으로 하는 배터리.

청구항 73

제69항에 있어서,

상기 제2집전체의 용접 영역은 상기 제2무지부의 적층 두께가 50um 내지 780um인 상기 제2절곡 표면영역의 일부 영역과 50% 이상 중첩되는 것을 특징으로 하는 배터리.

청구항 74

제69항에 있어서,

상기 제1집전체의 용접 영역과 상기 제2집전체의 용접 영역은 상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 실질적으로 동일한 거리만큼 이격된 위치로부터 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 연장되어 있는 것을 특징으로 하는 배터리.

청구항 75

제74항에 있어서,

상기 제1집전체의 용접 영역이 연장된 길이가 상기 제2집전체의 용접 영역이 연장된 길이보다 더 긴 것을 특징으로 하는 배터리.

청구항 76

제66항에 있어서,

상기 배터리의 저항은 4 miliohm 이하인 것을 특징으로 하는 배터리.

청구항 77

제60항 내지 제76항 중 어느 한 항에 따른 배터리를 포함하는 배터리 팩.

청구항 78

제77항에 따른 배터리 팩;을 포함하는 자동차.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전극 조립체, 배터리, 및 이를 포함하는 배터리 팩 및 자동차에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 제품 군에 따른 적용 용이성이 높고, 높은 에너지 밀도 등의 전기적 특성을 가지는 이차 전지는 휴대용 기기뿐만 아니라 전기적 구동원에 의하여 구동하는 전기 자동차(EV, Electric Vehicle) 또는 하이브리드 자동차(HEV, Hybrid Electric Vehicle) 등에 보편적으로 응용되고 있다.

[0003] 이러한 이차 전지는 화석 연료의 사용을 획기적으로 감소시킬 수 있다는 일차적인 장점뿐만 아니라 에너지의 사용에 따른 부산물이 전혀 발생되지 않는다는 장점 또한 갖기 때문에 친환경 및 에너지 효율성 제고를 위한 새로운 에너지원으로 주목 받고 있다.

[0004] 현재 널리 사용되는 이차 전지의 종류에는 리튬 이온 전지, 리튬 폴리머 전지, 니켈 카드뮴 전지, 니켈 수소 전지, 니켈 아연 전지 등이 있다. 이러한 단위 이차 전지, 즉, 단위 배터리의 작동 전압은 약 2.5V ~ 4.5V이다. 따라서, 이보다 더 높은 출력 전압이 요구될 경우, 복수 개의 배터리를 직렬로 연결하여 배터리 팩을 구성하기도 한다. 또한, 배터리 팩에 요구되는 충방전 용량에 따라 다수의 배터리를 병렬 연결하여 배터리 팩을 구성하기도 한다. 따라서, 상기 배터리 팩에 포함되는 배터리의 개수 및 전기적 연결 형태는 요구되는 출력 전압 및/또는 충방전 용량에 따라 다양하게 설정될 수 있다.

[0005] 한편, 단위 이차 전지의 종류로서, 원통형, 각형 및 파우치형 배터리가 알려져 있다. 원통형 배터리의 경우, 양극과 음극 사이에 절연체인 분리막을 개재하고 이를 권취하여 젤리롤 형태의 전극 조립체를 형성하고, 이를 전지 하우징 내부에 삽입하여 전지를 구성한다. 그리고 상기 양극 및 음극 각각의 무지부에는 스트립 형태의 전극 탭이 연결될 수 있으며, 전극 탭은 전극 조립체와 외부로 노출되는 전극 단자 사이를 전기적으로 연결시킨다. 참고로, 양극 전극 단자는 전지 하우징의 개방구를 밀봉하는 밀봉체의 캡이고, 음극 전극 단자는 전지 하우징이다. 그런데, 이와 같은 구조를 갖는 종래의 원통형 배터리에 의하면, 양극 무지부 및/또는 음극 무지부와 결합되는 스트립 형태의 전극 탭에 전류가 집중되기 때문에 저항이 크고 열이 많이 발생하며 집전 효율이 좋지 않다는 문제점이 있었다.

[0006] 1865(직경:18mm, 높이:65mm)이나 2170(직경:21mm, 높이:70mm)의 폼 팩터를 가진 소형 원통형 배터리는 저항과 발열이 큰 이슈가 되지 않는다. 하지만, 원통형 배터리를 전기 자동차에 적용하기 위해 폼 팩터를 증가시킬 경우, 급속 충전 과정에서 전극 탭 주변에서 많은 열이 발생하면서 원통형 배터리가 발화하는 문제가 발생할 수

있다.

- [0007] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 젤리를 타입의 전극 조립체의 상단 및 하단에 각각 양극 무지부 및 음극 무지부가 위치하도록 설계하고, 이러한 무지부에 집전체를 용접시켜 집전 효율이 개선된 구조를 갖는 원통형 배터리(소위 탭-리스(Tab-less) 원통형 배터리)가 제시되었다.
- [0008] 도 1 내지 도 3은 탭-리스 원통형 배터리의 제조 과정을 보여주는 도면이다. 도 1은 전극의 구조를 나타내고, 도 2는 전극의 권취 공정을 나타내고, 도 3은 무지부의 절곡 표면영역에 집전체가 용접되는 공정을 나타낸다.
- [0009] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 양극(10)과 음극(11)은 쉬트 모양의 집전체(20)에 활물질(21)이 코팅된 구조를 가지며, 권취 방향(X)을 따라 한쪽 장변 측에 무지부(22)를 포함한다.
- [0010] 전극 조립체(A)는 양극(10)과 음극(11)을 도 2에 도시된 것처럼 2장의 분리막(12)과 함께 순차적으로 적층시킨 후 일방향(X)으로 권취시켜 제작한다. 이 때, 양극(10)과 음극(11)의 무지부는 서로 반대 방향으로 배치된다. 양극(10)과 음극(11)의 위치는 도시된 것과 반대로 변경될 수 있다.
- [0011] 권취 공정 이후, 양극(10)의 무지부(10a)와 음극(11)의 무지부(11a)는 코어측으로 절곡되어 절곡 표면 영역을 형성한다 그 이후에는, 무지부(10a, 11a)에 집전체(30, 31)를 각각 용접시켜 결합시킨다.
- [0012] 양극 무지부(10a)와 음극 무지부(11a)에는 별도의 전극 탭이 결합되어 있지 않으며, 집전체(30, 31)가 외부의 전극 단자와 연결되며, 전류 패스가 전극 조립체(A)의 권취 축 방향(화살표 참조)을 따라 큰 단면적으로 형성되므로 배터리의 저항을 낮출 수 있는 장점이 있다. 저항은 전류가 흐르는 통로의 단면적에 반비례하기 때문이다.
- [0013] 탭-리스 원통형 배터리에서, 무지부(10a, 11a)와 집전체(30, 31)의 용접 특성을 향상시키기 위해서는 무지부(10a, 11a)의 용접 지점에 강한 압력을 가하여 최대한 평평하게 무지부(10a, 11a)를 절곡시켜야 한다.
- [0014] 무지부(10a, 11b)이 절곡될 때 전극 조립체(A)의 코어에 인접한 무지부(32)가 절곡되면서 전극 조립체(A)의 코어에 있는 공동(33)을 전부 또는 상당 부분을 폐색한다. 이 경우, 전해액 주입 공정에서 문제를 일으킨다. 즉, 전극 조립체(A)의 코어에 있는 공동(33)은 전해액이 주입되는 통로로 사용된다. 그런데, 해당 통로가 폐색되면 전해액 주입이 어렵다. 또한, 전해액 주입기가 공동(33)에 삽입되는 과정에서 코어 근처에서 절곡된 무지부(32)와 간섭을 일으켜 무지부(32)가 찢어지는 문제가 발생할 수 있다.
- [0015] 또한, 집전체(30, 31)가 용접되는 무지부(10a, 11a)의 절곡 부위는 여러 겹으로 중첩되어 있어야 하고 빈 공간(빈틈)이 존재하면 안 된다. 그래야만, 충분한 용접 강도를 얻을 수 있고 레이저 용접 등의 최신 기술을 사용하더라도 레이저가 전극 조립체(A) 내부로 침투하여 분리막이나 활물질을 용발시키는 문제를 방지할 수 있다.
- [0016] 무지부(10a, 11a)가 동일한 레이어 수로 중첩되기 위해서는 각 권회 턴의 위치를 기준으로 해당 위치의 무지부(10a, 11a)가 코어측으로 절곡되면서 그 안쪽의 권회 턴에서 절곡된 무지부의 윗면을 덮어야 한다. 또한, 권회 턴 사이의 간격을 d라고 하고, 각 권회턴의 무지부(10a, 11a) 절곡 길이를 e라고 할 때, 절곡 길이 e는 $d \cdot n$ (n은 2 이상의 자연수) 이상의 길이를 가져야 한다. 그래야만 무지부(10a, 11a)가 동일한 수량으로 여러 겹으로 중첩되는 영역이 생긴다. 또한, 무지부(10a, 11a)가 동일한 수로 중첩되는 영역을 전극 조립체의 반경 방향에서 충분히 얻기 위해서는 무지부(10a, 11a)의 길이가 충분히 길어야 한다. 하지만, 소형 원통형 배터리에 포함되어 있는 전극 조립체는 반경이 작아서 무지부(10a, 11a)의 절곡 길이를 충분히 길게 설계하는 개념을 도출할 수 있는 동기를 착상하기 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 배경하에서 창안된 것으로서, 전극 조립체의 양단에 노출된 무지부를 절곡시킬 때 전극 조립체의 반경 방향에서 무지부가 10장 이상 중첩되는 영역을 충분히 확보하여 집전체의 용접 시 분리막이나 활물질층의 손상을 방지할 수 있는 무지부 절곡 구조를 가진 전극 조립체를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0018] 본 발명의 다른 기술적 과제는 무지부가 절곡되더라도 전해액 주입 통로가 폐색되지 않은 전극 조립체를 제공하는데 있다.
- [0019] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 에너지 밀도가 향상되고 저항이 감소된 전극 조립체를 제공하는데 있다.

[0020] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 개선된 구조의 전극 조립체를 포함하는 배터리와 이를 포함하는 배터리 팩, 그리고 배터리 팩을 포함하는 자동차를 제공하는데 있다.

[0021] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 상술한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래 기재된 발명의 설명으로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0022] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 전극 조립체는, 제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 축을 중심으로 권회되어 코어와 외주면을 정의한 전극 조립체에 있어서, 상기 제1전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 무지부를 포함하고, 상기 무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡됨으로써 상기 무지부의 중첩 레이어들을 포함하는 절곡 표면영역을 형성하고, 상기 절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 전극 조립체의 권취 축 방향으로 상기 무지부의 적층수가 10 이상일 수 있다.

[0023] 일 측면에서, 상기 제1전극의 총 권회턴수를 n_1 이라고 정의하고, k 번째 권회턴 위치에서 권회턴 인덱스 $k(1 \sim n_1$ 의 자연수)를 총 권회턴수 n_1 로 나눈 몫 연산한 값을 권회턴 인덱스 k 에 대한 상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 라고 정의하면, 무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{1,k}$ 의 반경 방향 구간의 길이 비율이 무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간 대비 적어도 30% 이상일 수 있다.

[0024] 바람직하게, 무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{1,k}$ 의 반경 방향 구간 길이 비율이 무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간 대비 30% 내지 85%일 수 있다.

[0025] 다른 측면에서, 상기 제2전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 무지부를 포함하고, 상기 무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡됨으로써 상기 무지부의 중첩 레이어들을 포함하는 절곡 표면영역을 형성하고, 상기 절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 전극 조립체의 권취 축 방향으로 상기 무지부의 적층수가 10 이상일 수 있다.

[0026] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 총 권회턴수를 n_2 라고 정의하고, k 번째 권회턴 위치에서 권회턴 인덱스 $k(1 \sim n_2$ 의 자연수)를 총 권회턴수 n_2 로 나눈 몫 연산한 값을 권회턴 인덱스 k 에 대한 상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 라고 정의하면, 무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{2,k}$ 의 반경 방향 구간의 길이 비율이 상기 무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간 대비 적어도 30% 이상일 수 있다.

[0027] 바람직하게, 무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{2,k}$ 의 반경 방향 구간의 길이 비율이 상기 무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간 대비 30% 내지 85%일 수 있다.

[0028] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 권회 구조에 있어서 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 미리 설정된 제1상대 반경 위치 R_{1,k^*} 까지 구간의 무지부 높이가 권회턴수 k^*+1 의 상대 반경 위치 R_{1,k^*+1} 내지 상대 반경 위치 1까지 구간의 무지부 높이보다 작을 수 있다.

[0029] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 권회 구조에 있어서, 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 미리 설정된 k^* 번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 R_{1,k^*} 까지 구간의 무지부는 그 높이가 절곡된 무지부들이 중첩되어 형성하는 상기 절곡 표면영역보다 낮을 수 있다.

[0030] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 권회 구조에 있어서, 첫 번째 권회턴에 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 k^* 번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 R_{1,k^*} 까지의 구간은 전극 조립체의 코어를 향해 절곡되지 않을 수 있다.

[0031] 또 다른 측면에서, 제2전극의 권회 구조에 있어서 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 미리 설정된 k^* 번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 R_{2,k^*} 까지 구간의 무지부 높이가 k^*+1 번째 권회턴의 상대 반경 위치 R_{2,k^*+1} 내지 상대 반경 위치 1까지 구간의 무지부 높이보다 작을 수 있다.

[0032] 또 다른 측면에서, 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 미리 설정된 k^* 번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 R_{2,k^*} 까지의 구간에서 무지부는 그 높이가 절곡된 무지부들이 중첩되어 형성하는 절곡 표면영역보다 낮을 수

있다.

- [0033] 또 다른 측면에서, 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 미리 설정된 k *번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지 구간의 무지부는 전극 조립체의 코어를 향해 절곡되지 않을 수 있다.
- [0034] 바람직하게, 상기 제1전극 또는 제2전극의 무지부는 서로 독립적으로 절곡 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있을 수 있다.
- [0035] 바람직하게, 복수의 분절편 각각은 절곡 라인의 상부 영역이 절곡 라인을 밀변으로 하는 기하학적 도형의 형태를 가지며, 상기 기하학적 도형은 하나 이상의 직선, 하나 이상의 곡선 또는 이들이 조합이 연결된 것일 수 있다.
- [0036] 일 측면에서, 상기 기하학적 도형은 밀변으로부터 상부로 가면서 폭이 단계적으로 또는 연속적으로 감소할 수 있다.
- [0037] 다른 측면에서, 상기 기하학적 도형의 밀변과 이것과 교차하는 측면 사이의 하부 내각은 60도 내지 85도일 수 있다.
- [0038] 또 다른 측면에서, 상기 복수의 분절편은 상기 하부 내각이 상기 전극 조립체의 권회 방향과 평행한 일 방향을 따라 단계적으로 또는 연속적으로 증가할 수 있다.
- [0039] 또 다른 측면에서, 복수의 분절편 각각은 절곡 라인의 상부 영역이 절곡 라인을 밀변으로 하는 사다리꼴 도형의 형태를 가지며, 상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 분절편이 배치된 권회턴의 반경을 r , 분절편의 하부에 대응되는 권회턴의 원호 길이를 L_{arc} , 반경이 r 인 권회턴에 인접 배치된 분절편 쌍의 측면이 서로 평행하다는 가정이 적용될 때의 분절편 하부 내각을 $\theta_{assumption}$ 이라고 할 때, 상기 인접 배치된 분절편 쌍의 실제 하부 내각 θ_{real} 는 하기 수식을 만족할 수 있다.
- [0041] $\theta_{real} > \theta_{assumption}$
- [0042] $\theta_1 = 90^\circ - 360^\circ * (L_{arc} / 2\pi r) * 0.5$
- [0044] 또 다른 측면에서, 상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 상기 분절편의 하부에 대응되는 권회턴의 원호 길이 L_{arc} 에 대응되는 원주각이 45이하일 수 있다.
- [0045] 또 다른 측면에서, 상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 반경이 r 인 권회턴에 배치된 인접하는 분절편들의 중첩율을 수식 $(\theta_{real} / \theta_{assumption} - 1)$ 으로 정의할 때, 분절편의 중첩율은 0보다 크고 0.05 이하일 수 있다.
- [0046] 또 다른 측면에서, 상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 반경이 r 인 권회턴에 배치된 인접하는 분절편 쌍을 통과하는 가상의 원을 그렸을 때, 각 분절편을 통과하는 원호의 쌍이 서로 중첩될 수 있다.
- [0047] 또 다른 측면에서, 각 분절편을 통과하는 원호의 길이 대비 중첩되는 원호의 길이 비율을 분절편의 중첩율로 정의할 때, 분절편의 중첩율은 0보다 크고 0.05 이하일 수 있다.
- [0048] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 권회 구조에 있어서 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 k *번째 권회턴의 제1 상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지 구간의 무지부는 그 높이가 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1까지 구간의 무지부 높이보다 작고 코어측을 향해 절곡되지 않을 수 있다.
- [0049] 또 다른 측면에서, 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 $R_{1,k}$ 까지에 대응되는 상기 제1전극의 길이는 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 1까지에 대응되는 상기 제1전극의 길이 대비 1% 내지 30%일 수 있다.
- [0050] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 권회 구조에 있어서, $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 의 무지부 절곡 길이 $fd_{1,k+1}$ 는 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 내지 k *번째 상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지의 반경 방향 길이보다 짧을 수 있다.

- [0051] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 권회 구조에 있어서, 상기 전극 조립체의 코어 반경을 r_c 라고 정의할 때, 코어의 중심부터 $0.9r_c$ 구간이 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 1의 구간에 위치하는 무지부의 절곡부에 의해 차폐되지 않을 수 있다.
- [0052] 또 다른 측면에서, $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 의 무지부 절곡 길이 $fd_{1,k+1}$, 코어의 반경 r_c 및, 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 이 전극 조립체의 중심으로부터 이격된 거리 $d_{1,k+1}$ 은 하기 수식을 만족할 수 있다.
- [0054] $fd_{1,k+1} + 0.90 \cdot r_c \leq d_{1,k+1}$
- [0056] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 권회 구조에 있어서 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 내지 k 번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지 구간의 무지부는 그 높이가 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1까지 구간의 무지부 높이보다 작고 코어측을 향해 절곡되지 않을 수 있다.
- [0057] 또 다른 측면에서, 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 $R_{2,k}$ 까지에 대응되는 상기 제2전극의 길이는 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 1까지에 대응되는 상기 제2전극의 길이 대비 1% 내지 30%일 수 있다.
- [0058] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 권회구조에 있어서, $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 에 위치하는 무지부의 절곡 길이 $fd_{2,k+1}$ 는 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 내지 k 번째 권회턴의 제1상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지의 반경 방향 길이보다 짧을 수 있다.
- [0059] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 권회구조에 있어서, 상기 전극 조립체의 코어 반경을 r_c 라고 정의할 때, 코어의 중심부터 $0.90r_c$ 구간이 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1의 구간에 위치하는 제2전극의 무지부의 절곡부에 의해 차폐되지 않을 수 있다.
- [0060] 또 다른 측면에서, $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 의 무지부 절곡 길이 $fd_{2,k+1}$, 코어의 반경 r_c 및, 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 이 전극 조립체의 중심으로부터 이격된 거리 $d_{2,k+1}$ 은 하기 수식을 만족할 수 있다.
- [0062] $fd_{2,k+1} + 0.90 \cdot r_c \leq d_{2,k+1}$
- [0064] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 권회 구조에 있어서 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 미리 설정된 k 번째 권회턴의 제2상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지 구간의 무지부는 복수의 분절편으로 분할되어 있고 그 높이가 권회 방향과 평행한 일 방향을 따라 단계적으로 증가할 수 있다.
- [0065] 또 다른 측면에서, 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 $R_{1,k}$ 까지 구간의 반경 방향 길이는 코어를 제외한 제1전극의 권회 구조의 반경 대비 1% 내지 56%일 수 있다.
- [0066] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 권회 구조에 있어서 미리 설정된 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 제1전극의 무지부는 복수의 분절편으로 분할되어 있고, 복수의 분절편 높이는 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0067] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 권회 구조에 있어서 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 미리 설정된 k 번째 권회턴의 제2상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지 구간의 무지부는 복수의 분절편으로 분할되어 있고 그 높이가 권회 방향과 평행한 일 방향을 따라 단계적으로 또는 점진적으로 증가할 수 있다.
- [0068] 또 다른 측면에서, 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 $R_{2,k}$ 까지 구간의 반경 방향 길이는 코어를 제외한 제2전극의 권회 구조의 반경 대비 1% 내지 56%일 수 있다.

- [0069] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 권회 구조에 있어서 $k+1$ 번째 권회턴의 제2상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 제2전극의 무지부는 복수의 분절편으로 분할되어 있고, 복수의 분절편 높이는 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0070] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 권회 구조에 있어서, 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되는 무지부는 독립적으로 절곡 가능한 복수의 분절편으로 분할되고, 복수의 분절편의 권취 축 방향의 높이 및 권취 방향의 폭 중 적어도 하나는 개별적으로 또는 그룹별로 권회 방향과 평행한 일 방향을 따라 단계적으로 증가할 수 있다.
- [0071] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 권회 구조에 있어서, 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되는 무지부는 독립적으로 절곡 가능한 복수의 분절편으로 분할되고, 복수의 분절편의 권취 축 방향의 높이 및 권취 방향의 폭 중 적어도 하나는 개별적으로 또는 그룹별로 권회 방향과 평행한 일 방향을 따라 단계적으로 증가할 수 있다.
- [0072] 또 다른 측면에서, 상기 복수의 분절편 각각은, 권취 방향에서 1 내지 11mm의 폭 조건; 권취 축 방향에서 2 내지 10mm의 높이 조건; 및 권취 방향에서 0.05 내지 1mm의 이격 피치 조건 중에서 적어도 하나 이상의 조건을 충족할 수 있다.
- [0073] 또 다른 측면에서, 상기 복수의 분절편 사이에는 절단홈이 개재되고, 상기 절단홈의 하단과 상기 활물질층 사이에 소정의 갭이 구비될 수 있다.
- [0074] 또 다른 측면에서, 상기 갭의 길이는 0.2 내지 4mm일 수 있다.
- [0075] 또 다른 측면에서, 복수의 분절편은 상기 전극 조립체의 권취 방향을 따라 복수의 분절편 그룹을 형성하며, 동일한 분절편 그룹에 속한 분절편들은 권취 방향의 폭, 권취 축 방향의 높이 및 권취 방향의 이격 피치 중 적어도 하나 이상이 서로 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0076] 또 다른 측면에서, 동일한 분절편 그룹에 속한 분절편들은 상기 전극 조립체의 권취 방향과 평행한 일 방향으로 가면서 권취 방향의 폭, 권취 축 방향의 높이 및 권취 방향의 이격 피치 중 적어도 하나가 단계적으로 증가할 수 있다.
- [0077] 또 다른 측면에서, 복수의 분절편 그룹 중에서 적어도 일부는 전극 조립체의 동일한 권회턴에 배치될 수 있다.
- [0078] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 무지부에 의해 형성되는 절곡 표면영역은, 상기 전극 조립체의 외주측으로부터 코어측으로 적층수 증가구간과 적층수 균일구간을 포함하고, 상기 적층수 증가구간은 무지부의 적층수가 1부터 최대치까지 증가하는 구간으로 정의되고, 상기 적층수 균일구간은 상기 무지부의 적층수가 최대치로 도달된 반경 위치부터 상기 무지부의 절곡이 시작되는 반경 위치까지의 구간으로 정의되고, 상기 적층수 균일구간의 반경 방향 길이는 무지부의 절곡이 시작된 권회턴부터 무지부의 절곡이 끝나는 권회턴까지의 반경 방향 길이 대비 30% 이상일 수 있다.
- [0079] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 무지부에 의해 형성되는 절곡 표면영역은, 상기 전극 조립체의 외주측으로부터 코어측으로 적층수 증가구간과 적층수 균일구간을 포함하고, 상기 적층수 증가구간은 무지부의 적층수가 1부터 최대치까지 증가하는 구간으로 정의되고, 상기 적층수 균일구간은 상기 무지부의 적층수가 최대치로 도달된 반경 위치부터 상기 무지부의 절곡이 시작되는 반경 위치까지의 구간으로 정의되고, 상기 적층수 균일구간의 반경 방향 길이는 무지부의 절곡이 시작된 권회턴부터 무지부의 절곡이 끝나는 권회턴까지의 반경 방향 길이 대비 30% 이상일 수 있다.
- [0080] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극 및 상기 제2전극의 두께는 80um 내지 250um이고, 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 인접하는 권회턴에 위치한 무지부 간격은 200um 내지 500um일 수 있다.
- [0081] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 무지부의 두께는 10um 내지 25um일 수 있다.
- [0082] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 무지부의 두께는 5um 내지 20um일 수 있다.
- [0083] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 무지부에 의해 형성된 절곡 표면영역의 일부 영역은 무지부의 중첩 레이어들의 총 적층 두께가 100um 내지 975um일 수 있다.
- [0084] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제1전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 1.0% 내지 16.3%일 수 있다.

- [0085] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 무지부에 의해 형성된 절곡 표면영역의 일부 영역은 무지부의 중첩 레이어들의 총 적층 두께가 50um 내지 780um일 수 있다.
- [0086] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제2전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 0.5% 내지 13.0%일 수 있다.
- [0087] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 전극 조립체는, 제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 축을 중심으로 권취되어 코어와 외주면을 정의한 전극 조립체에 있어서, 상기 제1전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 제1무지부를 포함하고, 상기 제1무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되어 제1절곡 표면영역을 형성하고, 상기 제1절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 제1무지부의 적층 두께가 100 um 내지 975um일 수 있다.
- [0088] 일 측면에서, 상기 제1전극의 제1무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제1전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 1.0% 내지 16.3%일 수 있다.
- [0089] 다른 측면에서, 상기 제2전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 제2무지부를 포함하고, 상기 제2무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되어 제2절곡 표면영역을 형성하고, 상기 제2절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 제2무지부의 적층 두께가 50 um 내지 780um일 수 있다.
- [0090] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 제2무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제2전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 0.5% 내지 13.0%일 수 있다.
- [0091] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 측면에 따른 배터리는, 제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 축을 중심으로 권취되어 코어와 외주면을 정의한 전극 조립체로서, 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 적어도 하나는 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 무지부를 포함하고, 상기 무지부의 적어도 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되어 절곡 표면영역을 형성하고, 상기 절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 무지부의 적층수가 10 이상인 것인 전극 조립체; 상기 전극 조립체가 수납되며, 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 하나와 전기적으로 연결되어 제1극성을 띠는 전지 하우징; 상기 전지 하우징의 개방단을 밀봉하는 밀봉체; 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 다른 하나와 전기적으로 연결되고, 표면이 외부로 노출된 제2극성을 띠는 단자; 및 상기 절곡 표면영역에 용접되고, 상기 전지 하우징 또는 상기 단자 중 어느 하나에 전기적으로 연결되는 집전체를 포함하고, 상기 집전체의 용접 영역은 상기 무지부의 적층수가 10 이상인 절곡 표면영역과 중첩될 수 있다.
- [0092] 일 측면에서, 상기 제1전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 제1무지부를 포함하고, 상기 제1전극의 총 권회턴수를 n_1 이라고 정의하고, k 번째 권회턴 위치에서 권회턴 인덱스 $k(1 \sim n_1$ 의 자연수)를 총 권회턴수 n_1 로 나눈 몫 연산한 값을 권회턴 인덱스 k 에 대한 상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 라고 정의하면, 상기 제1무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{1,k}$ 의 반경 방향 구간의 길이 비율이 상기 제1무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간 대비 적어도 30% 이상일 수 있다.
- [0093] 다른 측면에서, 상기 제2전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 제2무지부를 포함하고, 상기 제2전극의 총 권회턴수를 n_2 라고 정의하고, k 번째 권회턴 위치에서 권회턴 인덱스 $k(1 \sim n_2$ 의 자연수)를 총 권회턴수 n_2 로 나눈 몫 연산한 값을 권회턴 인덱스 k 에 대한 상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 라고 정의하면, 상기 제2무지부의 적층수가 10 이상인 조건을 만족하는 $R_{2,k}$ 의 반경 방향 구간의 길이 비율이 상기 제2무지부가 절곡된 상대 반경 위치 구간 대비 적어도 30% 이상일 수 있다.
- [0094] 또 다른 측면에서, 상기 집전체의 용접 영역은 상기 무지부의 적층수가 10 이상인 절곡 표면영역과 50% 이상 중첩될 수 있다.

- [0095] 바람직하게, 상기 집전체의 용접 영역은 용접 강도가 $2\text{kgf}/\text{cm}^2$ 이상일 수 있다.
- [0096] 바람직하게, 상기 용접 영역은 상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 반경 방향으로 4mm 이상 및 상기 전극 조립체 반경의 50% 이하의 거리로 이격되어 있을 수 있다.
- [0097] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 측면에 따른 배터리는, 제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 축을 중심으로 권취되어 코어와 외주면을 정의한 전극 조립체로서, 상기 제1전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 제1무지부를 포함하고, 상기 제1무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되어 제1절곡 표면영역을 형성하고, 상기 제1절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 제1무지부의 적층 두께가 100 um 내지 975um인 것인 전극 조립체; 상기 전극 조립체가 수납되며, 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 하나와 전기적으로 연결되어 제1극성을 띠는 전지 하우징; 상기 전지 하우징의 개방단을 밀봉하는 밀봉체; 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 다른 하나와 전기적으로 연결되고, 표면이 외부로 노출된 제2극성을 띠는 단자; 및 상기 제1절곡 표면영역에 용접되고, 상기 전지 하우징 또는 상기 단자 중 어느 하나에 전기적으로 연결되는 제1집전체를 포함하고, 상기 제1집전체의 용접 영역은 상기 제1무지부의 적층 두께가 100um 내지 975um인 상기 제1절곡 표면영역의 일부 영역과 중첩될 수 있다.
- [0098] 또 다른 측면에서, 상기 제1전극의 제1무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제1전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 제1절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 제1절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 1.0% 내지 16.3%일 수 있다.
- [0099] 상기 제1집전체의 용접 영역은 용접 강도가 $2\text{kgf}/\text{cm}^2$ 이상일 수 있다.
- [0100] 바람직하게, 제1집전체의 용접 영역은 용접 강도가 $2\text{kgf}/\text{cm}^2$ 이상일 수 있다.
- [0101] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극은 장변 단부에 상기 전극 조립체의 권취 축 방향을 따라 상기 분리막의 외부로 노출된 제2무지부를 포함하고, 상기 제2무지부의 일부는 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 절곡되어 제2절곡 표면영역을 형성하고, 상기 제2절곡 표면영역의 일부 영역은 상기 제2무지부의 적층 두께가 50 um 내지 780um이고, 상기 제2절곡 표면영역에 용접되고, 상기 전지 하우징 또는 상기 단자 중 다른 하나에 전기적으로 연결되는 제2집전체를 포함하고, 상기 제2집전체의 용접 영역은 상기 제2무지부의 적층 두께가 50um 내지 780um인 상기 제2절곡 표면영역의 일부 영역과 중첩될 수 있다.
- [0102] 또 다른 측면에서, 상기 제2전극의 제2무지부는 서로 독립 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있고 상기 제2전극은 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간과 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 제2절곡 표면영역 중에서 상기 높이 균일 구간에 포함된 분절편이 상기 조립체의 반경 방향을 따라 절곡됨으로써 형성된 영역은 분절편의 높이에 대한 제2절곡 표면영역의 무지부 적층 두께의 비율이 0.5% 내지 13%일 수 있다.
- [0103] 바람직하게, 상기 제2집전체의 용접 영역은 용접 강도가 $2\text{kgf}/\text{cm}^2$ 이상일 수 있다.
- [0104] 또 다른 측면에서, 상기 제1집전체의 용접 영역은 상기 제1무지부의 적층 두께가 100um 내지 975um인 상기 제1절곡 표면영역의 일부 영역과 50% 이상 중첩될 수 있다.
- [0105] 또 다른 측면에서, 상기 제2집전체의 용접 영역은 상기 제2무지부의 적층 두께가 50um 내지 780um인 상기 제2절곡 표면영역의 일부 영역과 50% 이상 중첩될 수 있다.
- [0106] 또 다른 측면에서, 상기 제1집전체의 용접 영역과 상기 제2집전체의 용접 영역은 상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 실질적으로 동일한 거리만큼 이격된 위치로부터 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 연장되어 있을 수 있다.
- [0107] 또 다른 측면에서, 상기 제1집전체의 용접 영역이 연장된 길이가 상기 제2집전체의 용접 영역이 연장된 길이보다 더 길 수 있다.
- [0108] 상기 기술적 과제는 상술한 배터리를 포함하는 배터리 팩과 이를 포함하는 자동차에 의해서도 달성될 수 있다.

발명의 효과

- [0109] 본 발명의 일 측면에 따르면, 전극 조립체의 양단에 노출된 무지부를 절곡시킬 때 전극 조립체의 반경 방향에서

무지부가 10장 이상 중첩되는 영역을 충분히 확보하여 용접 출력을 증가시키더라도 분리막이나 활물질층의 손상을 방지할 수 있다.

[0110] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전극 조립체의 코어에 인접한 무지부 구조를 개선하여 무지부가 절곡될 때 전극 조립체의 코어에 있는 공동이 폐색되는 것을 방지하여 전해액 주입 공정과 전지 하우징과 집전체의 용접 공정을 용이하게 진행할 수 있다.

[0111] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 스트립 형태의 전극 탭을 대신하여 무지부의 절곡 표면영역을 집전체와 직접 용접함으로써 에너지 밀도가 향상되고 저항이 감소된 전극 조립체를 제공할 수 있다.

[0112] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 내부 저항이 낮고, 집전체와 무지부의 용접 강도가 향상된 구조를 갖는 배터리, 이를 포함하는 배터리 팩 및 자동차를 제공할 수 있다.

[0113] 이 밖에도 본 발명은 여러 다른 효과를 가질 수 있으며, 이에 대해서는 각 실시예에서 설명하거나, 통상의 기술자가 용이하게 유추할 수 있는 효과 등에 대해서는 해당 설명을 생략하도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0114] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 후술되는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니된다.

도 1은 종래의 탭-리스 원통형 배터리의 제조에 사용되는 전극판의 구조를 나타내는 평면도이다.

도 2는 종래의 탭-리스 원통형 배터리의 전극판 권취 공정을 나타낸 도면이다.

도 3은 종래의 탭-리스 원통형 배터리에 있어서 무지부의 절곡 표면영역에 집전체가 용접되는 공정을 나타낸다.

도4는 본 발명의 실시예에 따른 전극판의 구조를 나타낸 평면도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 분절편의 폭, 높이 및 이격 피치의 정의를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 분절편의 중첩 조건을 설명하기 위한 도면이다.

도 7a 및 도 7b는 각각 본 발명의 실시예에 따라 무지부의 절곡 구조가 형성되기 전에 전극 조립체의 상부 단면 구조와 하부 단면 구조를 나타낸 도면이다.

도 8a와 도 8b는 각각 본 발명의 실시예에 따라 무지부가 절곡되면서 절곡 표면영역이 형성된 전극 조립체의 단면도와 사시도이다.

도 9a는 4680의 폼 팩터를 가진 원통형 배터리에 포함되는 반경이 22mm인 전극 조립체에 있어서 제1전극의 분절편들이 원주 방향으로 중첩되지 않고 외주측으로부터 코어측으로 절곡되었을 때 반경 방향으로 분절편들이 중첩되면서 형성된 절곡 표면영역을 나타낸 단면도이다.

도 9b는 4680의 폼 팩터를 가진 원통형 배터리에 포함되는 반경이 22mm인 전극 조립체에 있어서 제1전극의 분절편들이 원주 방향으로 중첩되면서 외주측으로부터 코어측으로 절곡되었을 때 반경 방향 및 원주 방향으로 분절편들이 중첩되면서 형성된 절곡 표면영역을 나타낸 단면도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 원통형 배터리를 Y축 방향을 따라 자른 단면도이다.

도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 원통형 배터리를 Y축 방향을 따라 자른 단면도이다.

도 12는 본 발명의 실시예에 따른 제1집전체의 구조를 나타낸 평면도이다.

도 13은 본 발명의 실시예에 따른 제2집전체의 구조를 나타낸 사시도이다.

도 14는 본 발명의 실시예에 따라 복수의 원통형 배터리들이 전기적으로 연결된 상태를 나타낸 평면도이다.

도 15는 도 14에 있어서 복수의 원통형 배터리들의 전기적 연결을 상세하게 보여주는 부분 확대 평면도이다.

도 16은 본 발명의 실시예에 따른 원통형 배터리를 포함하는 배터리 팩을 나타낸 도면이다.

도 17은 본 발명의 실시예에 따른 배터리 팩을 포함하는 자동차를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0115] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 안 되며, 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.
- [0116] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원 시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0117] 2 개의 비교 대상이 동일하다는 언급은 '실질적으로 동일'한 것을 의미한다. 따라서 '실질적 동일'은 당업계에서 낮은 수준으로 간주되는 편차, 예를 들어 5% 이내의 편차를 가지는 경우를 포함할 수 있다. 또한, 소정 영역에서 어떠한 파라미터가 균일하다는 것은 평균적 관점에서 균일하다는 것을 의미할 수 있다.
- [0118] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것으로, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 제1 구성요소는 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.
- [0119] 명세서 전체에서, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 각 구성요소는 단수일 수도 있고 복수일 수도 있다.
- [0120] 구성요소의 "상부 (또는 하부)" 또는 구성요소의 "상 (또는 하)"에 임의의 구성이 배치된다는 것은, 임의의 구성이 상기 구성요소의 상면 (또는 하면)에 접하여 배치되는 것뿐만 아니라, 상기 구성요소와 상기 구성요소 상에 (또는 하에) 배치된 임의의 구성 사이에 다른 구성이 개재될 수 있음을 의미할 수 있다.
- [0121] 또한 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 상기 구성요소들은 서로 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성요소 사이에 다른 구성요소가 "개재"되거나, 각 구성요소가 다른 구성요소를 통해 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0122] 명세서 전체에서, "A 및/또는 B" 라고 할 때, 이는 특별한 반대되는 기재가 없는 한, A, B 또는 A 및 B를 의미하며, "C 내지 D" 라고 할 때, 이는 특별한 반대되는 기재가 없는 한, C 이상이고 D 이하인 것을 의미한다.
- [0123] 설명의 편의상 본 명세서에서 젤리를 형태로 감기는 전극 조립체의 권취축의 길이방향을 따르는 방향을 축방향(Y)이라 지칭한다. 그리고 상기 권취축을 둘러싸는 방향을 원주방향 또는 둘레방향(X)이라 지칭한다. 그리고 상기 권취축에 가까워지거나 권취축으로부터 멀어지는 방향을 반경방향이라 지칭한다. 이들 중 특히 권취축에 가까워지는 방향을 구심방향, 권취축으로부터 멀어지는 방향을 원심방향이라 지칭한다.
- [0124] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 전극 조립체에 관해 설명한다. 전극 조립체는 슈트 형상을 가진 제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 일 축을 중심으로 권취된 구조를 가진 젤리롤 타입의 전극 조립체이다. 하지만 본 발명이 전극 조립체의 구체적인 타입에 의해 한정되는 것은 아니므로 상기 전극 조립체는 당업계에 잘 알려진 어떠한 권취 구조라도 구비할 수 있다.
- [0125] 바람직하게, 제1전극 및 제2전극 중 적어도 하나는 권취 방향의 장변 단부에 활물질이 코팅되지 않은 무지부를 포함한다. 무지부의 적어도 일부는 그 자체로서 전극 탭으로서 사용된다.
- [0126] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 전극(40)의 구조를 나타낸 평면도이다.
- [0127] 도 4를 참조하면, 전극(40)은 금속 포일로 이루어진 집전체(41) 및 활물질층(42)을 포함한다. 금속 포일은 알루미늄 또는 구리일 수 있으며, 전극(40)의 극성에 따라 적절하게 선택된다. 활물질층(42)은 집전체(41)의 적어도 일면에 형성되며, 권취 방향(X)의 장변 단부에 무지부(43)를 포함한다. 무지부(43)는 활물질이 코팅되지 않은 영역이다. 활물질층(42)과 무지부(43)의 경계에는 절연 코팅층(44)이 형성될 수 있다. 절연 코팅층(44)은 적어도 일부가 활물질층(42)과 무지부(43)의 경계와 중첩되도록 형성된다. 절연 코팅층(44)은 고분자 수지를 포함하고, Al_2O_3 와 같은 무기물 필터를 포함할 수 있다. 절연 코팅층(44)이 형성된 무지부(43)의 영역도 활물질층(42)이 없으므로 무지부(43)에 해당한다.
- [0128] 바람직하게, 전극(40)의 무지부(43)에 있어서 절곡되는 부분은 복수의 분절편(61)을 포함할 수 있다. 복수의 분절편(61)은 코어측으로부터 외주측으로 가면서 높이가 단계적으로 증가할 수 있다. 높이가 단계적으로 증가하는 구간은 전극 조립체의 코어측과 인접한 무지부 영역(코어측 무지부 A)을 제외한 나머지 영역이다. 바람직하게,

코어측 무지부(A)는 높이가 다른 부분보다 상대적으로 낮다.

- [0129] 분절편(61)은 레이저로 노칭된 것일 수 있다. 분절편(61)은 초음파 커팅이나 타발 등 공지의 금속박 커팅 공정으로 형성할 수 있다.
- [0130] 전극(40)이 권취 되었을 때, 각 분절편(61)은 절곡 라인(62) 지점에서 전극 조립체의 반경 방향, 예컨대 코어측으로 절곡될 수 있다. 코어는 전극 조립체의 권취 중심에 있는 공동(cavity)을 지칭한다. 각 분절편(61)은 절곡 라인(62)을 밀변으로 하는 기하학적 도형의 형태를 가진다. 기하학적 도형에 있어서, 하부의 폭이 상부의 폭보다 클 수 있다. 또한, 기하학적 도형에 있어서, 하부의 폭이 상부로 갈수록 점진적으로 또는 단계적으로(미도시) 증가할 수 있다. 바람직하게, 기하학적 도형은 사다리꼴 모양을 가질 수 있다.
- [0131] 변형 예에서, 기하학적 도형은 적어도 하나의 직선, 적어도 하나의 곡선 또는 이들의 조합이 연결된 형태를 가질 수 있다. 일 예에서, 기하학적 도형은 삼각형, 사각형, 평행사변형 등의 다각형일 수 있다. 다른 예에서, 기하학적 도형은 반원형, 반타원형 등과 같이 원호 형태를 가질 수 있다.
- [0132] 분절편(61)의 절곡 가공시 활물질층(42) 및/또는 절연 코팅층(44)이 손상되는 것을 방지하기 위해 분절편(61) 사이의 절단홈 하단(도 5의 D4가 지시하는 부분)과 활물질층(42) 사이에 소정의 갭을 두는 것이 바람직하다. 무지부(43)가 절곡될 때 절단홈 하단 근처에 응력이 집중되기 때문이다. 갭은 0.2 내지 4mm인 것이 바람직하다. 갭이 해당 수치범위로 조절되면, 분절편(61)의 절곡 가공시 생기는 응력에 의해 절단홈 하단 근처의 활물질층(42) 및/또는 절연 코팅층(44)이 손상되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 갭은 분절편(61)의 노칭 또는 커팅시 공차로 인한 활물질층(42) 및/또는 절연 코팅층(44)의 손상을 방지한다.
- [0133] 복수의 분절편(61)은 코어측에서 외주측으로 가면서 복수의 분절편 그룹을 이룰 수 있다. 동일한 분절편 그룹에 속한 분절편의 폭, 높이 및 이격 피치는 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0134] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 분절편(61)의 폭, 높이 및 이격 피치의 정의를 나타낸 도면이다.
- [0135] 도 5를 참조하면, 분절편(61)들 사이에는 절단홈(63)이 형성된다. 절단홈(63) 하부의 모서리 부분은 라운드 모양을 가진다. 즉, 절단홈(63)은 실질적으로 직선 형태인 저부(63a)와 라운드부(63c)를 포함한다. 라운드부(63c)는 저부(63a)와 분절편(61)의 측면(63b)을 연결한다. 변형 예에서, 절단홈(63)의 저부(63a)는 원호 모양으로 대체될 수 있다. 이 경우, 분절편(61)의 측면(63b)들은 저부(63a)의 원호 형상에 의해 부드럽게 연결될 수 있다.
- [0136] 바람직하게, 라운드부(63c)의 곡률 반경은 0 초과 0.5mm 이하, 보다 바람직하게는 0 초과 0.1mm이하일 수 있다. 보다 바람직하게, 라운드부(63c)는, 0.01mm 내지 0.05m의 곡률 반경을 가질 수 있다. 라운드부(63c)의 곡률 반경이 상기 수치범위를 충족할 때, 전극(40)이 권취 공정 등에서 수행되는 동안 절단홈(63)의 하부에서 크랙이 생기는 것을 방지할 수 있다.
- [0137] 분절편(61)의 폭(D1), 높이(D2) 및 이격 피치(D3)은 무지부(43)의 절곡 가공 시 무지부(43)가 찢어지는 것을 방지하고 용접 강도 향상을 위해 무지부(43)의 적층수를 충분히 증가시키면서 무지부(43)의 비정상적 변형을 가능한 방지할 수 있도록 설계한다. 비정상적 변형은 절곡 지점 하부의 무지부가 직선 상태를 유지하지 못하고 주저앉으면서 불규칙하게 변형되는 것을 말한다. 절곡 지점은 D4에 의해 지시된 절단홈(63)의 하단으로부터 2mm 이하, 바람직하게는 1mm 이하로 이격된 지점일 수 있다.
- [0138] 분절편(61)의 폭(D1)은 분절편(61)의 양측 측면(63b)로부터 연장된 2개의 직선과 절단홈(63)의 저부(63a)로부터 연장되는 직선이 만나는 두 지점 사이의 길이로 정의된다. 분절편(61)의 높이는 분절편(61)의 최상단 변과 절단홈(63)의 저부(63a)로부터 연장된 직선 사이의 최단 거리로 정의된다. 분절편(61)의 이격 피치(D3)는 절단홈(63)의 저부(63a)로부터 연장된 직선과 상기 저부(63a)와 연결된 2개의 측면(63b)으로부터 연장된 직선들이 만나는 두 지점 사이의 길이로 정의된다. 측면(63b) 및/또는 저부(63a)가 곡선일 때, 직선은 측면(63b) 및/또는 저부(63a)로부터 연장되는 접선으로 대체 가능하다.
- [0139] 바람직하게, 분절편(61)의 폭(D1)은 1mm 내지 11mm의 범위에서 조절할 수 있다. D1이 1mm 미만이면, 분절편(61)이 코어측으로 절곡되었을 때 용접 강도를 충분히 확보할 수 있을 정도로 중첩되지 않는 영역 또는 빈 공간(틈)이 발생한다. 반면, D1이 11mm를 초과하면, 분절편(61)이 절곡될 때 절곡 지점(D4) 근처의 무지부(43)가 응력에 의해 찢어질 가능성이 있다. 절곡 지점(D4)는 절단홈(63)의 저부(63a)로부터 이격될 수 있다. 이격 거리는 2mm 이하, 바람직하게는 1mm이하일 수 있다. 또한, 분절편(61)의 높이는 2mm 내지 10mm의 범위에서 조절할 수 있다. D2가 2mm 미만이면, 분절편(61)이 코어측으로 절곡되었을 때 용접 강도를 충분히 확보할 수 있을 정도로

중첩되지 않는 영역 또는 빈 공간(틈)이 발생한다. 반면, D2가 10mm를 넘으면 권취 방향(X)으로 무지부의 평탄도를 균일하게 유지하면서 전극판을 제조하기 어렵다. 즉, 무지부의 높이가 커져서 너울이 생긴다. 또한, 분절편(61)의 이격 피치(D3)는 0.05mm 내지 1mm의 범위에서 조절할 수 있다. D3이 0.05mm 미만이면, 전극(40)이 권취 공정 등에서 수행될 때 응력에 의해 절단홈(63)의 하단 근처에서 무지부(43)에 크랙이 생길 수 있다. 반면, D3이 1mm를 초과하면 분절편(61)이 절곡되었을 때 용접 강도를 충분히 확보할 수 있을 정도로 분절편(61)들이 서로 중첩되지 않는 영역 또는 빈 공간(틈)이 발생할 수 있다.

- [0140] 한편, 전극(40)의 집전체(41)가 알루미늄으로 이루어질 경우, 이격 피치 D3은 0.5mm 이상으로 설정하는 것이 보다 바람직하다. D3이 0.5mm 이상일 경우, 전극(40)이 권취 공정 등에서 300gf 이상의 장력(tension) 하에서 100mm/sec 이상의 속도로 주행하더라도, 절단홈(63)의 하부에서 크랙이 생기는 것을 방지할 수 있다.
- [0141] 실험 결과에 따르면, 전극(40)의 집전체(41)가 15um 두께의 알루미늄 포일이고, D3이 0.5mm 이상일 경우, 상기 주행 조건 하에서 전극(40)이 주행되었을 때 절단홈(63)의 하부에서 크랙이 생기지 않는다.
- [0142] 다시 도4를 참조하면, 코어측 무지부(A)의 폭(d_A)은 분절편(61)들을 코어측으로 절곡시켰을 때 전극 조립체의 코어를 90% 이상 가리지 않는 조건을 적용하여 설계한다.
- [0143] 일 예에서, 코어측 무지부(A)의 폭(d_A)은 그룹1의 분절편(61)의 절곡 길이에 비례하여 증가할 수 있다. 절곡 길이는 절곡 지점(도 4의 62)을 기준으로 한 분절편(61)의 높이에 해당한다.
- [0144] 구체적인 예에서, 전극(40)이 폼 팩터가 4680인 원통형 배터리의 전극 조립체를 제조하는데 사용되는 경우, 코어측 무지부(A)의 폭(d_A)은 전극 조립체 코어의 직경에 따라 180mm 내지 350mm로 설정할 수 있다.
- [0145] 바람직하게, 전극(40)의 장변 길이(L_e) 대비 코어측 무지부(A)의 폭(d_A)의 비율 d_A/L_e 은 1% 내지 30%일 수 있다. 직경이 46mm 수준의 대형(large size) 원통형 배터리는 전극(40)의 길이가 3000mm 내지 5000mm로서 상당히 길므로, 코어측 무지부(A)를 충분히 길게 설계할 수 있다. 1865이나 2170의 폼 팩터를 가진 원통형 배터리는 전극판의 길이가 600mm 내지 1200mm 수준이다. 통상적인 원통형 배터리에서는 비율 d_A/L_e 을 상기의 수치범위로 설계하는 것이 어렵다.
- [0146] 일 실시예에서, 각 분절편 그룹의 폭은 전극 조립체의 동일한 권취 턴을 구성할 수 있도록 설계될 수 있다.
- [0147] 다른 실시예에서, 각 분절편 그룹의 폭은 전극 조립체의 복수의 권취 턴을 구성할 수 있도록 설계될 수 있다.
- [0148] 일 변형예에서, 동일한 분절편 그룹에 속한 분절편(61)의 폭 및/또는 높이 및/또는 이격 피치는 그룹 내에서 또는 그룹 간에 점진적으로 및/또는 단계적으로 및/또는 불규칙적으로 증가 또는 감소할 수 있다.
- [0149] 그룹1 내지 그룹7은 분절편 그룹의 일 예시에 불과하다. 그룹들의 수와 각 그룹에 포함되는 분절편(61)의 수는 무지부(43)의 절곡 과정에서 응력을 최대한 분산시키고 용접 강도를 충분히 확보할 수 있으며 분절편(61)의 측면(63b) 사이 갭이 최소화되며 분절편(61)이 서로 간섭을 일으키지 않으며 전극 조립체의 반경 방향을 따라 여러 겹으로 중첩되도록 조절될 수 있다.
- [0150] 일 변형예에서, 일부 그룹의 분절편은 제거될 수 있다. 이 경우, 분절편이 제거된 부분의 무지부 높이는 코어측 무지부(A)의 높이와 동일할 수 있다.
- [0151] 바람직하게, 전극(40)은 장변 방향을 따라 분절편(61)의 높이가 변화하는 높이 가변 구간과 분절편(61)의 높이가 균일한 높이 균일 구간으로 구분될 수 있다.
- [0152] 전극(40)에 있어서, 높이 가변 구간은 그룹1 내지 그룹7에 대응되는 구간이고, 높이 균일 구간은 그룹 7보다 외주 측에 위치하는 구간이다.
- [0153] 구체적인 예에서, 코어측 무지부(A)의 폭(d_A)은 180~350mm일 수 있다. 그룹1의 폭은 코어측 무지부(A)의 폭 대비 35~55%일 수 있다. 그룹2의 폭은 그룹1의 폭 대비 120~150%일 수 있다. 그룹3의 폭은 그룹2의 폭 대비 110~135%일 수 있다. 그룹4의 폭은 그룹 3의 폭 대비 75~90%일 수 있다. 그룹5의 폭은 그룹4의 폭 대비 120~150%일 수 있다. 그룹6의 폭은 그룹5의 폭 대비 100~120%일 수 있다. 그룹7의 폭은 그룹6의 폭 대비 90~120%일 수 있다.
- [0154] 그룹1 내지 7의 폭이 일정한 증가 또는 감소 패턴을 보이지 않는 이유는, 분절편의 폭은 그룹1에서 그룹7로 갈수록 점차 증가하지만 그룹 내에 포함되는 분절편의 수는 정수 개로 제한되고 전극(40)의 두께를 권취 방향(X)

을 따라 편차를 가지기 때문이다. 따라서, 특정 분절편 그룹에서는 분절편의 수가 감소될 수 있다. 따라서, 그룹의 폭은 코어측으로부터 외주측으로 가면서 상기의 예시처럼 불규칙한 변화 양상을 나타낼 수 있다.

- [0155] 전극 조립체의 반경 방향에서 연속해서 인접하는 3개의 분절편 그룹 각각에 대한 권취 방향의 폭을 각각 W1, W2 및 W3이라고 했을 때 W2/W1 보다 W3/W2가 작은 분절편 그룹의 조합을 포함할 수 있다.
- [0156] 상기 구체적인 예에서, 그룹4 내지 그룹6이 이에 해당한다. 그룹4에 대한 그룹5의 폭 비율은 120~150%이고, 그룹5에 대한 그룹6의 폭 비율은 100~120%로서 그 값이 120~150%보다 작다.
- [0157] 바람직하게, 복수의 분절편(61)은 코어측으로부터 외주측으로 갈수록 하부 내각(θ)이 증가할 수 있다. 하부 내각(θ)은 절곡 라인(도 4의 62)을 통과하는 직선과 분절편(61)의 측면(63b)로부터 연장된 직선(또는 접선) 사이의 각도에 해당한다. 분절편(61)이 좌우 비대칭일 경우, 좌측 내각과 우측 내각은 서로 다를 수 있다.
- [0158] 전극 조립체의 반경이 증가하면 곡률 반경이 증가한다. 분절편(61)의 하부 내각(θ)이 전극 조립체의 반경이 증가함에 따라 함께 증가하면 분절편(61)이 절곡될 때 반경 방향 및 원주 방향으로 생기는 응력을 완화시킬 수 있다. 또한, 하부 내각(θ)이 증가하면, 분절편(61)이 절곡되었을 때 안쪽의 분절편(61)과 중첩되는 면적 및 분절편(61)의 적층수도 함께 증가함으로써 반경 방향 및 원주 방향에서 용접 강도를 균일하게 확보할 수 있고 절곡 표면영역을 평탄하게 형성할 수 있다.
- [0159] 바람직하게, 전극 조립체의 반경이 증가함에 따라 하부 내각(θ)의 각도를 조절하면, 분절편(61)들이 절곡되었을 때, 전극 조립체의 반경 방향뿐만 아니라 원주 방향에서도 분절편(61)들이 중첩될 수 있다.
- [0160] 도 6의 (a)와 (b)는 코어 중심을 기준으로 반경이 r인 임의의 권회턴에서 전극 조립체의 코어측으로 절곡된 분절편(61)들의 측면이 평행하게 이격된 예와 절곡된 분절편(61)들의 측면이 서로 교차되는 예를 각각 나타낸다.
- [0161] 도 6을 참조하면, 전극 조립체의 코어 중심(O)을 기준으로 반경이 r인 권회턴에 인접하는 분절편(61)의 쌍이 배치되어 있다. 인접하는 분절편(61)들의 폭과 높이는 실질적으로 동일하다.
- [0162] 도 6의 (a)에서, 하부 내각 $\theta_{\text{assumption}}$ 은 분절편(61)의 측면이 실질적으로 평행하다고 가정했을 때의 각도이다. 하부 내각 $\theta_{\text{assumption}}$ 은 분절편(61)의 하부에 대응되는 원호 길이 L_{arc} 에 의해 고유하게 결정될 수 있는 각도이다. 반면, θ_{real} 은 인접하는 분절편(61)의 측면이 서로 교차될 경우의 실제 하부 내각이다.
- [0163] 바람직하게, 하부 내각 $\theta_{\text{assumption}}$ 과 θ_{real} 이 하기 수식1을 만족할 때, 코어 중심(O)을 기준으로 반경 r에 위치한 권회턴에 배치된 분절편(61)들이 원주 방향으로 서로 중첩될 수 있다.
- [0165] <수식1>
- [0166] $\theta_{\text{real}} > \theta_{\text{assumption}}$
- [0167] $\theta_{\text{assumption}} = 90^\circ - 360^\circ * (L_{\text{arc}} / 2 \pi r) * 0.5$
- [0168] $\theta_{\text{real}} > 90^\circ - 360^\circ * (L_{\text{arc}} / 2 \pi r) * 0.5$
- [0169] 여기서, r은 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로 분절편(61)이 배치된 권회턴의 반경이다.
- [0170] L_{arc} 는 r을 반지름으로 하는 원에 있어서 분절편의 하부(점선)에 대응되는 원호(실선)의 길이로서 분절편(61)의 폭(D1)으로부터 고유하게 결정된다.
- [0171] ' $360^\circ * (L_{\text{arc}} / 2 \pi r)$ '은 분절편(61)의 하부(점선)에 대응되는 원호(실선)의 원주각 α 이다.
- [0172] ' $360^\circ * (L_{\text{arc}} / 2 \pi r) * 0.5$ '는 직각 삼각형 OAB에 있어서 선분 OB와 선분 OA 사이의 각도이다.
- [0173] ' $90^\circ - 360^\circ * (L_{\text{arc}} / 2 \pi r) * 0.5$ '는 직각 삼각형 OAB에 있어서 선분 OA와 선분 AB 사이의 각도로서 분절편(61)의 하부 내각($\theta_{\text{assumption}}$)에 근사적으로 대응한다.
- [0174] 바람직하게, 임의의 권회턴 반경 r에서 L_{arc} 의 원주각 α 는 45° 이하일 수 있다. 각 원주각 α 가 45° 를 초과하면 분절편(61)의 절곡이 잘 이루어지지 않는다. 따라서, 임의의 반경 r에서 L_{arc} 는 D1의 하한인 1mm보다 크고

$(45/360) \cdot (2\pi r)$ 이하의 길이를 가진다.

- [0175] 원주각 α 는 분절편(61)이 위치하는 권회턴의 반경에 의존하여 달라질 수 있다. 일 측면에서, 분절편(61)의 원주각 α 는 상기 수치범위 조건을 충족하면서 전극 조립체의 반경 방향을 따라 점진적으로 또는 단계적으로 증가하거나 그 반대(vice versa)일 수 있다. 다른 측면에서, 분절편(61)의 원주각 α 는 상기 수치범위 조건을 충족하면서 전극 조립체의 반경 방향을 따라 점진적으로 또는 단계적으로 증가하다가 점진적으로 또는 단계적으로 감소하거나 그 반대(vice versa)일 수 있다. 또 다른 측면에서, 분절편(61)의 원주각 α 는 상기 수치범위 조건을 충족하면서 전극 조립체의 반경 방향을 따라 실질적으로 동일하게 유지될 수 있다.
- [0176] 바람직하게, 분절편(61)의 권회 방향 폭(D1)이 권회 방향을 따라 변화할 때 분절편(61)의 원주각 α 는 45도 이하이고 분절편(61)의 권회 방향 폭(D1)은 1m 내지 11 mm의 범위에 속할 수 있다.
- [0177] 일 예에서, r 이 20mm이고 원주각 α 가 30° 인 경우, L_{arc} 는 10.5mm이며, $\theta_{assumption}$ 은 약 75도이다. 다른 예로, r 이 25mm이고 원주각 α 가 25° 인 경우, L_{arc} 는 10.9mm이며, $\theta_{assumption}$ 은 약 77.5도이다.
- [0178] 바람직하게, 임의의 권회턴 반경 r 에서, $(\theta_{real}/\theta_{assumption}-1)$ 은 원주 방향에서 분절편(61)의 중첩율로 정의될 수 있다. 분절편(61)의 중첩율은 0보다 크고 0.05 이하인 것이 바람직하다. $\theta_{assumption}$ 은 권회턴 반경 r 에서 원호 L_{arc} 에 의해 고유하게 결정되는 각도이다. 분절편(61)의 중첩율이 0.05보다 커지면, 분절편(61)들이 절곡될 때 측면이 서로 간섭하면서 절곡이 잘 이루어지지 않을 수 있다.
- [0179] 분절편(61)의 중첩 정도는 중첩율에 비례하여 커진다. 분절편들(61)이 권회턴의 원주 방향을 따라 서로 중첩되면, 분절편들(61)이 절곡되었을 때 분절편(61)의 적층수가 더욱 증가될 수 있다. 이에 대한 실시예는 후술한다.
- [0180] 바람직하게, 전극(40)이 폼 팩터가 4680인 원통형 배터리의 전극 조립체를 제조하는데 사용되며, 코어의 반경이 4mm이고, 코어와 가장 인접한 분절편의 높이가 3mm일 경우, 전극 조립체의 반경이 7mm부터 22mm까지 증가할 때 분절편(61)의 하부 내각은 60도 내지 85도 구간에서 단계적으로 증가할 수 있다.
- [0181] 상기 반경 범위와 하부 내각 범위는 폼 팩터 및 코어의 직경, 코어와 가장 인접한 분절편의 높이, 분절편(61)의 폭(D1), 및 중첩율의 설계 사양으로부터 결정될 수 있다.
- [0182] 한편, 분절편이 중첩되는 조건은 다음과 같이 변경될 수 있다. 즉, 도 6의 (b)와 같이 전극 조립체(40)의 코어 중심(0)을 기준으로 이웃하는 분절편(61) 쌍을 통과하는 가상의 원을 그렸을 때 각 분절편을 통과하는 원호 e_1 - e_2 및 e_3 - e_4 가 서로 중첩되면 이웃하는 분절편(61) 쌍이 서로 중첩될 수 있다. 분절편(61)의 중첩율은 반지름이 다른 복수의 가상 원을 그렸을 때 원호 e_1 - e_2 (또는 e_3 - e_4)의 길이 대비 중첩된 원호 e_2 - e_3 의 비율 중 최대값으로 정의될 수 있다. 분절편(61)의 중첩율은 0보다 크고 0.05 이하일 수 있다.
- [0183] 분절편(61)의 형상은 위치에 따라 다르게 변경하는 것도 가능하다. 일 예에서, 응력이 집중되는 구간은 응력 분산에 유리한 라운드 형상(예컨대, 반원형, 반타원형 등)을 적용하고, 응력이 상대적으로 낮은 구간은 면적이 최대한 넓은 다각 형상(예컨대, 사각형, 사다리꼴, 평형 사변형 등)을 적용할 수 있다.
- [0184] 무지부 분절 구조는 코어측 무지부(A)에도 적용이 가능하다. 다만, 코어측 무지부(A)에 분절 구조가 적용되면, 코어의 곡률 반경에 따라 분절편이 절곡될 때 코어측 무지부(A)의 단부가 외주측으로 휘는 역포밍(reverse forming) 현상이 발생할 수 있다. 따라서, 코어측 무지부(A)에는 분절 구조가 없거나, 분절 구조를 적용하더라도 코어의 곡률 반경을 고려하여 분절편(61)의 폭 및/또는 높이 및/또는 이격 피치를 역포밍이 생기지 않는 수준으로 조절하는 것이 바람직하다.
- [0185] 상술한 실시예들(변형예들)의 전극판 구조는 젤리롤 타입의 전극 조립체에 포함된 극성이 다른 제1전극 및/또는 제2전극에 적용될 수 있다. 또한, 제1전극 및 제2전극 중 어느 하나에 실시예들(변형예들)의 전극 구조가 적용될 경우, 다른 하나에는 종래의 전극판 구조가 적용될 수 있다. 또한, 제1전극 및 제2전극에 적용된 전극판 구조는 서로 동일하지 않고 다를 수 있다.
- [0186] 일 예로, 제1전극과 제2전극이 각각 양극 및 음극일 때, 제1전극에는 실시예들(변형예들) 중 어느 하나가 적용되고 제2전극에는 종래의 전극 구조(도1 참조)가 적용될 수 있다.
- [0187] 다른 예로, 제1전극과 제2전극이 각각 양극 및 음극일 때, 제1전극에는 실시예들(변형예들) 중 어느 하나가 선택적으로 적용되고 제2전극에는 실시예들(변형예들) 중 어느 하나가 선택적으로 적용될 수 있다.

- [0188] 본 발명에 있어서, 양극에 코팅되는 양극 활물질과 음극에 코팅되는 음극 활물질은 당업계에 공지된 활물질이라 면 제한없이 사용될 수 있다.
- [0189] 일 예에서, 양극 활물질은 일반 화학식 $A[A_xM_y]O_{2+z}$ (A 는 Li, Na 및 K 중 적어도 하나 이상의 원소를 포함; M 은 Ni, Co, Mn, Ca, Mg, Al, Ti, Si, Fe, Mo, V, Zr, Zn, Cu, Al, Mo, Sc, Zr, Ru, 및 Cr에서 선택된 적어도 하나 이상의 원소를 포함; $x \geq 0$, $1 \leq x+y \leq 2$, $-0.1 \leq z \leq 2$; 화학량론 계수 x , y 및 z 는 화합물이 전기적 중 성을 유지하도록 선택됨)로 표시되는 알칼리 금속 화합물을 포함할 수 있다.
- [0190] 다른 예에서, 양극 활물질은 US6,677,082, US6,680,143 등에 개시된 알칼리 금속 화합물 $xLiM^1O_2 - (1 - x)Li_2M^2O_3$ (M^1 은 평균 산화 상태 3을 갖는 적어도 하나 이상의 원소를 포함; M^2 는 평균 산화 상태 4를 갖는 적어도 하나 이상의 원소를 포함; $0 \leq x \leq 1$)일 수 있다.
- [0191] 또 다른 예에서, 양극 활물질은, 일반 화학식 $Li_aM^1_xFe_{1-x}M^2_yP_{1-y}M^3_zO_{4-z}$ (M^1 은 Ti, Si, Mn, Co, Fe, V, Cr, Mo, Ni, Nd, Al, Mg 및 Al에서 선택된 적어도 하나 이상의 원소를 포함; M^2 는 Ti, Si, Mn, Co, Fe, V, Cr, Mo, Ni, Nd, Al, Mg, Al, As, Sb, Si, Ge, V 및 S에서 선택된 적어도 하나 이상의 원소를 포함; M^3 는 F를 선택적으로 포 함하는 할로겐족 원소를 포함; $0 < a \leq 2$, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y < 1$, $0 \leq z < 1$; 화학량론 계수 a , x , y 및 z 는 화합물이 전기적 중성을 유지하도록 선택됨), 또는 $Li_3M_2(PO_4)_3$ (M 은 Ti, Si, Mn, Fe, Co, V, Cr, Mo, Ni, Al, Mg 및 Al에서 선택된 적어도 하나의 원소를 포함)로 표시되는 리튬 금속 포스페이트일 수 있다.
- [0192] 바람직하게, 양극 활물질은 1차 입자 및/또는 1차 입자가 응집된 2차 입자를 포함할 수 있다.
- [0193] 일 예에서, 음극 활물질은 탄소재, 리튬금속 또는 리튬금속화합물, 규소 또는 규소화합물, 주석 또는 주석 화합 물 등을 사용할 수 있다. 전위가 2V 미만인 TiO_2 , SnO_2 와 같은 금속 산화물도 음극 활물질로 사용 가능하다. 탄 소재로는 저결정 탄소, 고결정성 탄소 등이 모두 사용될 수 있다.
- [0194] 분리막은 다공성 고분자 필름, 예를 들어 에틸렌 단독중합체, 프로필렌 단독중합체, 에틸렌/부텐 공중합체, 에 틸렌/헥센 공중합체, 에틸렌/메타크릴레이트 공중합체 등과 같은 폴리올레핀계 고분자로 제조한 다공성 고분자 필름을 단독으로 또는 이들을 적층하여 사용할 수 있다. 다른 예시로서, 분리막은 통상적인 다공성 부직포, 예 를 들어 고융점의 유리 섬유, 폴리에틸렌테레프탈레이트 섬유 등으로 된 부직포를 사용할 수 있다.
- [0195] 분리막의 적어도 한 쪽 표면에는 무기물 입자의 코팅층을 포함할 수 있다. 또한 분리막 자체가 무기물 입자의 코팅층으로 이루어지는 것도 가능하다. 코팅층을 구성하는 입자들은 인접하는 입자 사이 사이에 인터스티셜 볼 럼(interstitial volume)이 존재하도록 바인더와 결합된 구조를 가질 수 있다.
- [0196] 무기물 입자는 유전율이 5이상인 무기물로 이루어질 수 있다. 비제한적인 예시로서, 상기 무기물 입자는 $Pb(Zr,Ti)O_3$ (PZT), $Pb_{1-x}La_xZr_{1-y}Ti_yO_3$ (PLZT), $PB(Mg_3Nb_{2/3})O_3 - PbTiO_3$ (PMN - PT), $BaTiO_3$, hafnia(HfO_2), $SrTiO_3$, TiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , SnO_2 , CeO_2 , MgO , CaO , ZnO 및 Y_2O_3 로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상의 물질을 포 함할 수 있다.
- [0197] 실시예에 따른 전극 조립체는 실시예의 전극(40)을 제1전극(양극) 및 제2전극(음극)에 적용한 젤리롤 타입의 전 극 조립체(80)이다. 하지만 본 발명이 전극 조립체의 구체적인 타입에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0198] 도 7a 및 도 7b는 각각 본 발명의 실시예에 따라 무지부(43a, 43a')의 절곡 구조가 형성되기 전에 전극 조립체 (80)의 상부 단면 구조와 하부 단면 구조를 나타낸 도면이다. 또한, 도 8a와 도 8b는 각각 본 발명의 실시예에 따라 무지부(43a, 43a')가 절곡되면서 절곡 표면영역(F)이 형성된 전극 조립체(80)의 단면도와 사시도이다.
- [0199] 전극 조립체(80)는 도 2를 통해 설명한 권취 공법으로 제조할 수 있다. 설명의 편의를 위해 분리막 밖으로 연장 된 무지부(43a, 43a')의 돌출 구조를 상세하게 도시하고, 분리막의 권취 구조에 대한 상세한 도시는 생략한다. 전극 조립체(80)의 상부로 돌출된 무지부(43a)는 제1전극(40)으로부터 연장된 것이다. 전극 조립체(80)의 하부 로 돌출된 무지부(43a')는 제2전극(40')으로부터 연장된 것이다. 분리막의 단부 위치는 점선으로 표시하였다.
- [0200] 무지부(43a, 43a')의 높이가 변화하는 패턴은 개략적으로 도시하였다. 즉, 단면이 잘리는 위치에 따라서 무지부 (43a, 43a')의 높이는 불규칙하게 변화할 수 있다. 일 예로, 사다리꼴 모양을 가진 분절편(61)의 사이드들이 잘 리면 단면에서의 무지부 높이는 분절편(61)의 높이(도4의 D2)보다 낮아진다. 또한, 절단홈(도 5의 63)이 잘린

지점에서는 무지부(43a, 43a')가 도시되지 않았다.

- [0201] 이하에서는, 도면을 참조하여, 제1전극(40)의 무지부(43a)에 관한 구조적 특징을 상세하게 설명한다. 바람직하게, 제2전극(40')의 무지부(43a')도 제1전극(40)의 무지부(43a)와 실질적으로 동일한 특징을 구비할 수 있다.
- [0202] 도 7a, 도 7b, 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 제1전극(40) 및 제2전극(40')의 무지부(43a, 43a')는 반경 반향으로 절곡되어 절곡 표면영역(F)을 형성한다.
- [0203] 제1전극(40)의 권회 구조에 있어서, 제1전극(40)의 총 권회턴수를 n_1 이라할 때, k 번째 권회턴의 권회턴수 인덱스 $k(1 \sim n_1$ 의 자연수)를 총 권회턴수 n_1 으로 나눗셈 연산한 값을 k 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 라고 정의할 때, 무지부(43a)의 적층수가 10 이상인 상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 구간의 반경 방향 길이는 분절편이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이 대비 30% 이상이다.
- [0204] 참고로, 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치는 권회턴수 인덱스가 1이므로 $1/n_1$ 이다. k 번째 권회턴의 상대 반경 위치는 k/n_1 이다. 가장 마지막 n_1 번째 권회턴의 상대 반경 위치는 1이다. 즉, 상대 반경 위치는 전극 조립체(80)의 코어측으로부터 외주까지 $1/n_1$ 부터 1까지 증가한다.
- [0205] 제2전극(40')의 권회 구조에 있어서, 제2전극(40')의 총 권회턴수를 n_2 라할 때, k 번째 권회턴수 위치에서 권회턴수 인덱스 $k(1 \sim n_2$ 의 자연수)를 총 권회턴수 n_2 로 나눗셈 연산한 값을 k 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 라고 정의할 때, 무지부 절곡부의 적층수가 10 이상인 상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 구간의 반경 방향 길이는 분절편들이 배치된 권회턴의 반경 방향 길이 대비 30% 이상이다.
- [0206] 참고로, 첫 번째 권회턴의 상대 반경 위치는 권회턴수 인덱스가 1이므로 $1/n_2$ 이다. k 번째 권회턴의 상대 반경 위치는 k/n_2 이다. 가장 마지막 n_2 번째 권회턴의 상대 반경 위치는 1이다. 즉, 상대 반경 위치는 전극 조립체(80)의 코어측으로부터 외주까지 $1/n_2$ 부터 1까지 증가한다.
- [0207] 바람직하게, 제1전극(40) 및 제2전극(40')의 권회턴수 인덱스 k 에는 서로 다른 값이 할당될 수 있는 변수로 이해하여야 한다.
- [0208] 무지부(43a, 43a')가 반경 방향으로 절곡되면, 도 8a 및 도 8b에 도시된 바와 같이, 전극 조립체(80)의 상부 및 하부에 절곡 표면영역(F)이 형성된다.
- [0209] 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 복수의 분절편(61)이 전극 조립체(80)의 코어(C) 측으로 절곡되면서 반경 방향을 따라 여러 겹으로 중첩된다.
- [0210] 분절편(61)들의 적층수는 절곡 표면영역(F) 상의 임의의 반경 지점에서 권취 축 방향(Y)으로 가상의 선을 그었을 때 가상의 선과 교차하는 분절편(61)의 수로 정의될 수 있다.
- [0211] 바람직하게, 분절편(61)들의 적층수는 절곡 표면영역(F)과 집전체 사이의 용접 강도를 충분히 증가시키고 용접 공정 시 분리막과 활물질층이 손상되는 것을 방지하기 위해서 분절편(61)이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이(R_1)를 기준으로 적어도 30% 이상의 반경 구간에서 10장 이상일 수 있다.
- [0212] 집전체는 무지부(43a, 43'a)의 절곡 표면영역(F)에 레이저로 용접될 수 있다. 대안적으로, 저항 용접 등의 다른 공지의 용접 기술이 사용될 수 있다. 레이저 용접이 적용될 때, 용접 강도를 충분히 확보하기 위해 레이저의 출력을 증가시키는 것이 바람직하다. 레이저의 출력이 증가하면, 레이저가 무지부(43a, 43a')가 중첩된 영역을 관통하여 전극 조립체(80)의 내부까지 침투하여 분리막과 활물질층을 손상시킬 수 있다. 따라서, 레이저의 관통을 방지하기 위해서는 용접 영역에서 무지부(43a, 43a')의 적층수를 일정한 수준 이상으로 증가시키는 것이 바람직하다. 무지부(43a, 43a')의 적층수를 증가시키기 위해서는 분절편(61)의 높이를 증가시켜야 한다. 하지만, 분절편(61)의 높이를 증가시키면 전극(40)의 제조 과정에서 무지부(43a, 43a')에 너울이 발생할 수 있다. 따라서, 분절편(61)의 높이는 적절한 수준, 바람직하게 2mm 내지 10mm로 조절하는 것이 바람직하다.
- [0213] 절곡 표면영역(F)에서 분절편(61)의 적층수가 10 이상인 반경 구간을 R_1 대비 30% 이상으로 설계하고, 분절편(61)들이 10장 이상 중첩된 영역과 집전체를 레이저 용접하면 레이저의 출력을 증대시키더라도 무지부의 중첩부위가 레이저를 충분히 마스킹하여 레이저에 의해 분리막과 활물질층이 손상되는 현상을 방지할 수 있다. 또한, 레이저가 조사되는 영역에서 분절편(61)의 적층수가 크므로 용접 비즈가 충분한 볼륨과 두께로 형성된다. 따라

서, 용접 강도가 충분히 확보될 수 있고 용접 계면의 저항도 낮출 수 있다.

- [0214] 집전체의 용접 시 레이저의 출력은 절곡 표면영역(F)과 집전체 사이의 소망하는 용접 강도에 의해 결정될 수 있다. 용접 강도는 무지부(43a, 43a')의 적층수에 비례하여 증가한다. 무지부(43a, 43a')의 적층수가 증가할수록 레이저에 의해 형성되는 용접 비즈의 볼륨이 커지기 때문이다.
- [0215] 바람직하게, 용접 강도는 $2\text{kgf}/\text{cm}^2$ 이상, 더욱 바람직하게는 $4\text{kgf}/\text{cm}^2$ 이상일 수 있다. 용접 강도가 상기 수치범위를 충족할 경우, 권취 축 방향 및/또는 반경 방향을 따라 전극 조립체(80)에 심한 진동이 인가되더라도 용접 계면의 물성이 저하되지 않으며, 용접 비즈의 볼륨이 충분하여 용접 계면의 저항도 감소시킬 수 있다. 상기 용접 강도 조건을 구현하기 위한 레이저의 출력은 레이저 장비에 따라 차이는 있는데, 250W 내지 320W의 범위 또는 레이저 최대 출력 사양의 40% 내지 100% 범위에서 적절하게 조절될 수 있다.
- [0216] 용접 강도는 집전체가 절곡 표면영역(F)으로부터 분리되기 시작할 때 집전체의 단위 면적당 인장력(kgf/cm^2)으로서 정의될 수 있다. 구체적으로, 집전체의 용접을 완료한 후 집전체에 인장력을 가하되 그 크기를 점차 증가시킨다. 인장력이 커지면 용접 계면으로부터 무지부(43a, 43a')가 분리되기 시작한다. 이 때, 집전체에 가해진 인장력을 집전체의 면적으로 나눈 값이 용접 강도이다.
- [0217] 바람직하게, 제1전극(40)은 집전판(포일)(41) 및 그것의 적어도 일면에 형성된 활물질 코팅층(42)을 포함하고, 전극 집전체(41)의 두께는 10um 내지 25um이고, 전극 조립체(80)의 반경 방향으로 인접하는 권회턴 사이의 간격은 200um 내지 500um일 수 있다. 바람직하게, 집전판(41)은 알루미늄으로 이루어질 수 있다.
- [0218] 제2전극(40')은 집전판(포일) 및 그것의 적어도 일면에 형성된 활물질 코팅층을 포함하고, 집전판의 두께는 5 내지 20um이고, 전극 조립체(80)의 반경 방향에서 인접하는 권회턴 사이의 간격은 200 내지 500um일 수 있다. 집전판은 구리일 수 있다.
- [0219] 도 4, 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 제1전극(40)의 권회 구조에 있어서 제1전극(40)의 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 미리 설정된 제1상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지 구간의 무지부 높이가 권회턴수 $k+1$ 의 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1 까지 구간의 무지부 높이보다 작을 수 있다. 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 미리 설정된 제1상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지 구간의 무지부 높이는 코어측 무지부(A)의 무지부 높이에 대응한다(도4 참조).
- [0220] 제1전극(40)의 권회 구조에서, 외주측에 분절편(61)이 포함되지 않은 권회턴이 존재하면, 상대 반경 위치 1은 분절편(61)을 포함하는 최외곽 권회턴의 상대 반경 위치에 대응할 수 있다.
- [0221] 바람직하게, 제1전극(40)의 권회 구조에 있어서, 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 제1상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지 구간의 무지부는 그 높이가 절곡된 무지부들이 중첩되어 형성되는 절곡 표면영역(F)보다 낮을 수 있다.
- [0222] 바람직하게, 제1전극(40)의 권회 구조에 있어서, 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 부터 제1상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지의 구간에서 무지부는 전극 조립체(80)의 코어를 향해 절곡되지 않을 수 있다.
- [0223] 제1전극(40)과 유사하게, 제2전극(40')의 권회 구조에 있어서 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 미리 설정된 제1상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지 구간의 무지부 높이가 권회턴 $k+1$ 의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1 까지 구간의 무지부 높이보다 작을 수 있다.
- [0224] 제2전극(40')의 권회 구조에서, 외주측에 분절편(61)이 포함되지 않은 권회턴이 존재하면, 상대 반경 위치 1은 분절편(61)을 포함하는 최외곽 권회턴의 상대 반경 위치에 대응할 수 있다.
- [0225] 또한, 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 미리 설정된 제1상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지의 구간에서 무지부는 그 높이가 절곡된 무지부들이 중첩되어 형성되는 절곡 표면영역(F)보다 낮을 수 있다.
- [0226] 바람직하게, 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 제1상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지 구간의 무지부는 전극 조립체의 코어를 향해 절곡되지 않을 수 있다.
- [0227] 바람직하게, 제2전극(40')의 권회 구조에 있어서 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 부터 제1 상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지 구간의 무지부는 그 높이가 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1 까지 구간의 무지부 높이보다 작고 코어측을 향해 절곡되지 않을 수 있다.

- [0228] 제1전극(40)의 권회 구조에 있어서, 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 의 무지부 절곡 길이 $fd_{1,k+1}$ 는 상대 반경 위치 $R_{1,1}$ 내지 상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지의 반경 방향 길이보다 짧을 수 있다. 따라서, 전극 조립체(80)의 코어(C)가 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1의 구간에 위치하는 무지부(43a)의 절곡부에 의해 차폐되지 않을 수 있다.
- [0229] 대안적으로, 전극 조립체(80)의 코어(C)는 그것의 반경(r_c)을 기준으로 90% 이상이 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1의 구간에 위치하는 무지부(43a)의 절곡부에 의해 차폐되지 않을 수 있다. 즉, 코어(C)는 적어도 0 내지 $0.9r_c$ 에 해당하는 반경 구간이 무지부(43a)의 절곡부에 의해 차폐되지 않을 수 있다.
- [0230] 바람직하게, 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 에 위치한 무지부(43a)의 절곡 길이 $fd_{1,k+1}$, 코어의 반경(r_c) 및 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 이 코어(C)의 중심으로부터 이격된 거리($d_{1,k+1}$)는 하기 수식 2를 만족할 수 있다.
- [0232] <수식 2>
- [0233] $fd_{1,k+1} + 0.9*r_c \leq d_{1,k+1}$
- [0235] 바람직하게, 제2전극(40')의 권회 구조에 있어서 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 내지 제1상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지 구간의 무지부는 그 높이가 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1 구간의 무지부 높이보다 작고 코어측을 향해 절곡되지 않을 수 있다.
- [0236] 제2전극(40')의 권회구조에 있어서, 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 에 위치하는 무지부의 절곡 길이 $fd_{2,k+1}$ 는 상대 반경 위치 $R_{2,1}$ 내지 제1상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지의 길이보다 짧을 수 있다. 따라서, 전극 조립체(80)의 코어(C)가 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 상대 반경 위치 1의 구간에 위치하는 무지부의 절곡부에 의해 차폐되지 않을 수 있다.
- [0237] 대안적으로, 전극 조립체(80)의 코어(C)는 그것의 반경(r_c)을 기준으로 90% 이상이 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 에 위치하는 무지부(43a')의 절곡부에 의해 차폐되지 않을 수 있다.
- [0238] 바람직하게, 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 에 위치한 무지부(43a')의 절곡 길이 $fd_{2,k+1}$, 코어의 반경(r_c) 및 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 이 코어(C)의 중심으로부터 이격된 거리($d_{2,k+1}$)는 하기 수식 3을 만족할 수 있다.
- [0240] <수식 3>
- [0241] $fd_{2,k+1} + 0.9*r_c \leq d_{2,k+1}$
- [0242] 바람직하게, 제1전극(40)의 권회 구조에 있어서 미리 설정된 $k+1$ 번째 권회턴의 제2상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 제1전극(40)의 무지부는 복수의 분절편(61)으로 분할되어 있고, 복수의 분절편(61) 높이는 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0243] 한편, 제1전극(40)의 권회 구조에 있어서 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 내지 미리 설정된 k 번째 권회턴의 제2상대 반경 위치 $R_{1,k}$ 까지 구간의 무지부(43a)는 복수의 분절편(61)으로 분할되어 있고 그 높이가 외주 측을 향해 단계적으로 또는 점진적으로 증가할 수 있다. 따라서, 상대 반경 위치 $R_{1,k+1}$ 부터 $R_{1,k}$ 까지의 구간은 높이 가변 구간에 해당한다.
- [0244] 예를 들어, 반경이 22mm인 제1전극(40)의 권회 구조에서, 분절편의 높이 가변 구간의 반경 방향 길이를 H_1 이라고 정의하고, 코어(C)를 제외한 제1전극(40)의 권회 구조의 반경($R-r_c$) 대비 H_1 의 비율을 높이 가변 구간 비율($H_1/(R-r_c)$)이라고 정의할 때, 높이 가변 구간 비율은 소수 첫째 자리에서 반올림하여 다음과 같이 계산될 수 있다.

- [0245] 예시1에서, R은 22mm, 코어 반경(r_c)은 5mm, $R-r_c$ 는 17mm일 수 있다. 분절편(61)의 높이는 반경 7mm 내지 15mm 구간에서 2mm 내지 10mm까지 8 단계로 변화할 수 있다. 반경 15mm 이후에는 분절편(61)의 높이는 10mm로 유지된다. H_1 은 8mm이므로 높이 가변 구간 비율은 47%(8mm/17mm)일 수 있다.
- [0246] 예시2에서, R 및 r_c 는 예시1과 동일하다. 분절편(61)의 높이는 반경 7mm 내지 14mm 구간에서 2mm 내지 9mm까지 7 단계로 변화할 수 있다. 반경 14mm 이후에는 분절편(61)의 높이는 9mm로 유지된다. H_1 은 7mm이므로 높이 가변 구간 비율은 41%(7mm/17mm)일 수 있다.
- [0247] 예시3에서, R 및 r_c 는 예시1과 동일하다. 분절편(61)의 높이는 반경 7mm 내지 13mm 구간에서 2mm 내지 8mm까지 6 단계로 단계적으로 변화할 수 있다. 반경 13mm 이후에는 분절편(61)의 높이는 8mm로 유지된다. H_1 은 6mm이므로 높이 가변 구간 비율은 35%(6mm/17mm)일 수 있다.
- [0248] 예시4에서, R 및 r_c 는 예시1과 동일하다. 분절편(61)의 높이는 반경 7mm 내지 12mm 구간에서 2mm 내지 7mm까지 5 단계로 단계적으로 변화할 수 있다. 반경 12mm 이후에는 분절편(61)의 높이는 7mm로 유지된다. H_1 은 5mm이므로 높이 가변 구간 비율은 29%(5mm/17mm)일 수 있다.
- [0249] 예시5에서, R 및 r_c 는 예시1과 동일하다. 분절편(61)의 높이는 반경 7mm 내지 11mm 구간에서 2mm 내지 6mm까지 4 단계로 단계적으로 변화할 수 있다. 반경 11mm 이후에는 분절편(61)의 높이는 6mm로 유지된다. H_1 은 4mm이므로 높이 가변 구간 비율은 24%(4mm/17mm)일 수 있다.
- [0250] 예시6에서, R 및 r_c 는 예시1과 동일하다. 분절편(61)의 높이는 반경 7mm 내지 10mm 구간에서 2mm 내지 5mm까지 3 단계로 단계적으로 변화할 수 있다. 반경 10mm 이후에는 분절편(61)의 높이는 5mm로 유지된다. H_1 은 3mm이므로 높이 가변 구간 비율은 18%(3mm/17mm)일 수 있다.
- [0251] 예시7에서, R 및 r_c 는 예시1과 동일하다. 분절편(61)의 높이는 반경 7mm 내지 9mm 구간에서 2mm 내지 4mm까지 2 단계로 단계적으로 변화할 수 있다. 반경 9mm 이후에는 분절편(61)의 높이는 4mm로 유지된다. H_1 은 2mm이므로 높이 가변 구간 비율은 12%(2mm/17mm)일 수 있다.
- [0252] 예시8에서, R 및 r_c 는 예시1과 동일하다. 분절편(61)의 높이는 반경 7mm 내지 8mm 구간에서 2mm 내지 3mm까지 1 단계로 단계적으로 변화할 수 있다. 반경 8mm 이후에는 분절편(61)의 높이는 3mm로 유지된다. H_1 은 1mm이므로 높이 가변 구간 비율은 6%(1mm/17mm)일 수 있다.
- [0253] 종합하면, R이 22mm, r_c 가 5mm일 때, 반경 7mm 내지 15mm 구간에서 분절편의 높이가 2mm 내지 10mm 범위에서 1 단계 내지 제8단계 중 어느 하나의 단계로 변화할 때, 높이 가변 구간 비율은 6% 내지 47%일 수 있다.
- [0254] 높이 가변 구간 비율의 수치범위는 코어(C)의 반경(r_c)의 크기에 따라 변할 수 있다. 계산 방식은 상기와 유사하므로 결과만 개시한다.
- [0255] 일 예에서, R이 22mm, r_c 가 4mm일 때, 반경 6mm 내지 14mm 구간에서 분절편의 높이가 2mm 내지 10mm 범위에서 1 단계 내지 제8단계 중 어느 하나의 단계로 단계적으로 변화할 때, 높이 가변 구간 비율은 6% 내지 44%일 수 있다.
- [0256] 다른 예에서, R이 22mm, r_c 가 3mm일 때, 반경 5mm 내지 13mm 구간에서 분절편의 높이가 2mm 내지 10mm 범위에서 1단계 내지 제8단계 중 어느 하나로 단계적으로 변화할 때, 높이 가변 구간 비율은 5% 내지 42%일 수 있다.
- [0257] 또 다른 예에서, R이 22mm, r_c 가 2mm일 때, 반경 4mm 내지 12mm 구간에서 분절편의 높이가 2mm 내지 10mm 범위에서 1단계 내지 제8단계 중 어느 하나로 단계적으로 변화할 때, 높이 가변 구간 비율은 5% 내지 40%일 수 있다.
- [0258] 상기의 계산 예들로부터, 코어(C)의 반경(r_c)가 2mm 내지 5mm의 범위에서 변할 때, 높이 가변 구간 비율은 5% 내지 47%이다. 전극 조립체(80)의 반경이 일정할 때, 높이 가변 구간 비율의 하한과 상한은 코어(C)의 반경(r_c)이 감소할수록 그에 따라 감소한다.

- [0259] 한편, 높이 가변 구간 비율의 상한과 하한은, 반경 1mm 증가당 분절편(61)의 높이 변화 폭과 높이 변화 횟수에 의해 변할 수 있다.
- [0260] 일 예에서, 분절편(61)의 높이가 반경 1mm 증가당 0.2mm씩 변화할 때, 비율 높이 가변 구간 비율의 하한과 상한은 각각 1% 및 9%이다.
- [0261] 다른 예에서, 분절편(61)의 높이가 반경 1mm 증가당 1.2mm씩 변화할 때, 높이 가변 구간 비율의 하한과 상한은 각각 6% 및 56%이다.
- [0262] 상술한 예시들로부터 높이 가변 구간 비율은 1% 내지 56%인 것이 바람직하다. 분절편(61)의 높이 가변 구간 비율이 상기 수치범위를 충족하면, 무지부(40)의 적층수가 10 장 이상인 상대 반경 위치의 반경 방향 길이 비율이 분절편(61)을 포함하는 권회턴들의 반경 방향 길이(R_1) 대비 적어도 30% 이상이 될 수 있다. 후술하겠지만, 이러한 구성은 집전체의 용접 강도와 저항 측면에서 유용한 효과를 제공한다.
- [0263] 다시 도4 및 도 7b를 참조하면, 제2전극(40')의 권회 구조에 있어서도 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 내지 미리 설정된 k 번째 권회턴의 제2상대 반경 위치 $R_{2,k}$ 까지 구간의 무지부는 복수의 분절편(61)으로 분할되어 있고 그 높이가 외주 측을 향해 단계적으로 또는 점진적으로 증가할 수 있다. 따라서, 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 부터 $R_{2,k}$ 까지의 구간은 높이 가변 구간에 해당한다.
- [0264] 제2전극(40')의 권회 구조에서, 높이 가변 구간의 반경 방향 길이를 H_2 라고 정의하고, 코어(C)를 제외한 제2전극(40')의 권회 구조의 반경($R-r_c$) 대비 H_2 의 비율을 높이 가변 구간 비율($H_2/(R-r_c)$)이라고 정의할 때, 높이 가변 구간 비율은 제1전극과 마찬가지로 1% 내지 56%인 것이 바람직하다.
- [0265] 무지부(43a')의 분절편(61)에 대한 높이 가변 구간 비율이 상기 수치범위를 충족하면, 무지부(40)의 적층수가 10 장 이상인 상대 반경 위치의 비율이 분절편(61)을 포함하는 권회턴들의 반경 방향 길이(R_2) 대비 적어도 30% 이상이 될 수 있다.
- [0266] 제2전극(40')의 권회 구조에 있어서 $k+1$ 번째 권회턴의 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 제2전극(40')의 무지부는 복수의 분절편(61)으로 분할되어 있고, 복수의 분절편(61) 높이는 상대 반경 위치 $R_{2,k+1}$ 부터 상대 반경 위치 1까지 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0267] 바람직하게, 제1전극(40)의 권회 구조에 있어서, 코어측으로 절곡되는 무지부(43a)는 복수의 분절편(61)으로 분할되고, 복수의 분절편(61)의 권취 축 방향의 높이 및 권취 방향의 폭 중 적어도 하나는 개별적으로 또는 그룹별로 코어측으로부터 외주측으로 갈수록 점진적으로 또는 단계적으로 증가할 수 있다.
- [0268] 유사하게, 제2전극(40')의 권회 구조에 있어서, 코어측으로 절곡되는 무지부(43a')는 복수의 분절편(61)으로 분할되고, 복수의 분절편(61)의 권취 축 방향의 높이 및 권취 방향의 폭 중 적어도 하나는 개별적으로 또는 그룹별로 코어측으로부터 외주측으로 갈수록 점진적으로 또는 단계적으로 증가할 수 있다.
- [0269] 바람직하게, 무지부(43a, 43a')의 절곡 부분이 복수의 분절편(61)으로 분할될 때 복수의 분절편(61) 각각은, 권취 방향에서 1 내지 11mm의 폭(도 5의 D1) 조건; 권취 축 방향에서 2 내지 10mm의 높이(도 5의 D2) 조건; 및 권취 방향에서 0.05 내지 1mm의 이격 피치(D3) 조건 중에서 적어도 하나 이상의 조건을 충족할 수 있다.
- [0270] 바람직하게, 분절편(61)의 절단홈 저부(도 5의 D4로 지시된 부분)와 활물질층(42) 사이에 소정의 갭이 구비될 수 있다. 바람직하게, 갭은 0.2 내지 4mm일 수 있다.
- [0271] 도4를 참조하면, 무지부(43a, 43a')의 절곡 부분이 복수의 분절편(61)으로 분할될 때 복수의 분절편(61)은 코어측으로부터 외주측으로 가면서 복수의 분절편 그룹을 형성하며, 동일한 분절편 그룹에 속한 분절편들은 권취 방향의 폭, 권취 축 방향의 높이 및 권취 방향의 이격 피치 중 적어도 하나 이상이 서로 동일할 수 있다.
- [0272] 바람직하게, 복수의 분절편 그룹 중에서 적어도 일부는 전극 조립체(80)의 동일한 권회턴에 배치될 수 있다. 일 예에서, 각 그룹에 포함된 분절편들은 전극 조립체(80)의 권회 구조에서 적어도 하나 이상의 권회턴을 구성할 수 있다. 다른 예에서, 각 그룹에 포함된 분절편들은 전극 조립체(80)의 권회 구조에서 적어도 2개 이상의 권회턴을 구성할 수 있다.
- [0273] 도 9a는 4680의 폼 팩터를 가진 원통형 배터리에 포함되는 반경이 22mm인 전극 조립체에 있어서 복수의 분절편

(61)으로 분할되어 있는 제1전극(40)의 무지부(43a)가 외주측으로부터 코어측으로 절곡되면서 절곡 표면영역(F)을 형성하고, 절곡 표면영역(F)의 일부는 반경 방향을 따라 무지부(43a)가 10장 이상으로 중첩되고, 전극 조립체(80)의 반경 방향을 따라 적층수 증가구간과 적층수 균일구간이 나타난 모습을 도시한 부분 단면도이다.

- [0274] 도 9a를 참조하면, 절곡 표면영역(F)에서 무지부(43a)의 적층수는 전극 조립체(80)의 외주로부터 코어측으로 갈수록 순차적으로 증가하다가 최대값에 도달되며, 최대값이 소정 반경 구간에서 유지되다가 코어 근처에서 1~2장 감소한다. 코어 근처의 반경 구간은 적층수 감소구간이라고 명명될 수 있다.
- [0275] 이하, 무지부(43a)의 적층수가 전극 조립체(80)의 외주로부터 코어측으로 가면서 최대값까지 순차적으로 증가하는 반경 구간을 적층수 증가구간이라고 정의하고, 무지부(43a)의 적층수가 최대값으로 유지되는 구간과 코어 근처의 나머지 구간을 합하여 적층수 균일구간이라고 정의한다. 적층수 균일구간은 무지부(43a)의 적층수가 최대값으로 유지되는 구간을 포함하므로, 절곡 표면영역(F)이 다른 부분보다 평탄하여 용접 최적 영역에 해당한다.
- [0276] 도 9a에 있어서, 무지부(43a)는 도 5에 도시된 것처럼 사다리꼴 모양의 분절편으로 분할되어 있으며, 무지부(43a)는 절단홈(63)의 저부(63a)를 기준으로 윗부분만을 도시한 것이다. 절단홈(63)의 단면에 대응되는 부분은 무지부(43a)가 도시되지 않았다.
- [0277] 분절편(61)들이 실제로 절곡되는 지점은 완전히 동일하지 않으며, 절단홈(63) 하단으로부터 소정 거리 이격되어 있다. 코어측으로 가면서 무지부(43a)의 중첩수가 늘어나면서 중첩에 대한 저항이 생기므로, 절단홈(63) 하단으로부터 소정 거리 이격된 지점에서 절곡을 진행하는 것이 바람직하다. 이격 거리는 2mm 이하, 바람직하게는 1mm 이하이다. 이격 거리가 존재하면, 반경 방향에서 분절편(61)들의 중첩이 보다 잘 이루어진다.
- [0278] 절곡 표면영역(F)은 서로 다른 권회턴에 위치한 분절편들이 전극 조립체(80)의 반경 방향으로 중첩되면서 형성된 것이다. 도 9a에 도시된 실시예에서, 분절편(61)들은 원주 방향으로 중첩되지 않았다. 즉, 도 6의 (a)와 같이 분절편(61)의 측면 사이에 갭이 존재한다. 갭의 존재 조건은 분절편의 폭, 높이, 이격 피치, 하부 내각 등을 조절하여 충족시킬 수 있다. 분절편들이 원주 방향으로 중첩될 때의 절곡 표면영역(F)에 관해서는 도 9b를 참조하여 후술하기로 한다.
- [0279] 본 실시예에서, 전극 조립체(80)의 코어의 반경(r_c)은 4mm이다. 또한, 분절편의 높이는 3mm로부터 시작한다. 전극 조립체의 반경을 기준으로 4mm 내지 7mm까지는 무지부(43a)에 분절편이 존재하지 않는다. 즉, 전극 조립체의 총 반경 22mm 중에서 반경 7mm 내지 22mm까지의 구간에 분절편이 존재하며, 분절편(61)이 존재하는 반경 구간의 폭은 15mm이다. 만약, 코어의 반경(r_c)을 기준으로 최대 10%가 분절편에 의해 가려진다면, 분절편의 배치가 시작되는 지점은 코어측으로 이동될 수 있다.
- [0280] 권회 구조에 있어서, 대략 반경 7mm 지점의 권회턴부터 3mm의 높이를 가진 분절편이 배치된다. 분절편의 높이는 권회 구조의 반경 7mm부터 코어측으로부터 외주측으로 가면서 반경 1mm 증가당 1mm씩 증가한다. 분절편의 높이가 증가하는 주기는 단위 반경(1mm)당 0.2mm 내지 1.2mm 범위에서 변경이 가능하다.
- [0281] 도 9a의 (a)는 분절편의 최대 높이가 8mm인 경우이다. 이 경우, 전극 조립체의 반경이 코어 중심으로부터 7mm가 되는 지점부터 분절편이 배치된다. 그래야만, 3mm의 높이를 가진 분절편이 코어측으로 절곡되었을 때 반경이 4mm 인 코어를 가리지 않는다. 분절편의 높이는, 반경이 7mm 내지 12mm까지 증가할 때 3mm에서 8mm까지 5단계로 증가한다. 또한, 분절편의 높이는 반경 12mm 내지 22mm까지 8mm로 유지된다. 이러한 실시예에서, 분절편의 높이가 변 구간은 반경 7mm 내지 12mm까지이며, 높이 가변 구간 비율은 28%(5/18, 소수 첫째 자리 반올림, 이하 동일)이다.
- [0282] 도 9a의 (b)는 분절편의 최대 높이가 7mm인 경우이다. 이 경우에도, 전극 조립체의 반경이 코어 중심으로부터 7mm가 되는 지점부터 분절편이 배치된다. 그래야만, 3mm의 높이를 가진 분절편이 코어측으로 절곡되었을 때 반경이 4mm 인 코어를 가리지 않는다. 분절편의 높이는 반경이 7mm 내지 11mm까지 증가할 때 3mm에서 7mm까지 4단계로 증가한다. 또한, 분절편의 높이는 반경 11mm 내지 22mm까지 7mm로 유지된다. 이러한 실시예에서, 분절편의 높이가 변 구간은 반경 7mm 내지 11mm까지이며, 높이 가변 구간 비율은 22%(4/18)이다.
- [0283] 도 9a의 (c)는 분절편의 최대 높이가 6mm인 경우이다. 이 경우에도, 전극 조립체의 반경이 코어 중심으로부터 7mm가 되는 지점부터 분절편이 배치된다. 그래야만, 3mm의 높이를 가진 분절편이 코어측으로 절곡되었을 때 반경이 4mm 인 코어를 가리지 않는다. 분절편의 높이는 반경이 7mm 내지 10mm까지 증가할 때 3mm에서 6mm까지 3단계로 증가한다. 또한, 분절편의 높이는 반경 10mm 내지 22mm까지 6mm로 유지된다. 이러한 실시예에서, 분절편의 높이가 변 구간은 반경 7mm 내지 10mm까지이며, 높이 가변 구간 비율은 17%(3/18)이다.

- [0284] 도 9a의 (a), (b) 및 (c)에 나타난 실시예들에 있어서, 분절편의 높이 가변 구간은 반경 7mm부터 시작한다. 그리고, 높이 가변 구간의 비율은 17% 내지 28%이다. 이러한 비율 범위는 상술한 바람직한 범위 1% 내지 56%에 포함된다.
- [0285] 도 9a를 참조하면, 외주측으로부터 코어측으로 가면서 무지부(43a)의 적층수는 순차적으로 증가하며, 분절편의 최소 길이는 3mm로 동일하더라도 분절편의 최대 길이가 6mm, 7mm 및 8mm로 늘어날수록 적층수의 최대값이 12, 15, 18로 증가하는 것을 알 수 있다. 또한, 절곡 표면영역(F)의 두께는 적층수에 따라 비례적으로 증가한다.
- [0286] 일 예로, 분절편의 최대 높이가 8mm일 때, 무지부(43a)의 적층수는 전극 조립체(80)의 외주 표면으로부터 코어측으로 반경 7mm 구간에서 18장까지 증가하고, 적층수의 증가가 멈추는 반경 지점부터 코어측으로 반경 8mm 구간에서는 무지부(43a)의 적층수가 18장 수준으로 균일하게 유지된다. 본 예에서, 적층수 균일구간은 적층수가 적어도 16 장 이상이며 반경 방향 폭은 8mm이다. 적층수 균일구간의 폭은 분절편을 포함하는 권회턴들의 반경 방향 길이(15mm) 대비 53%(8/15, 소수점 첫째자리 반올림하였으며, 이하 동일)이다.
- [0287] 다른 예로, 분절편의 최대 높이가 7mm일 때, 무지부(43a)의 적층수는 전극 조립체(80)의 외주 표면으로부터 코어측으로 반경 6mm 구간에서 15장까지 증가하고, 적층수의 증가가 멈추는 반경 지점부터 코어측으로 반경 9mm 구간에서는 무지부(43a)의 적층수가 15장 수준으로 균일하게 유지된다. 따라서, 적층수 균일구간의 반경 방향 폭은 9mm이며, 적층수 균일구간은 적층수가 적어도 13 장 이상이다. 적층수 균일구간의 폭은 분절편을 포함하는 권회턴들의 반경 방향 길이(15mm) 대비 60%(9/15)이다.
- [0288] 또 다른 예로, 분절편의 최대 높이가 5mm일 때, 무지부(43a)의 적층수는 전극 조립체(80)의 외주 표면으로부터 코어측으로 반경 5mm 구간에서 12장까지 증가하고, 적층수의 증가가 멈추는 반경 지점부터 코어측으로 반경 10mm 구간에서는 무지부(43a)의 적층수가 12장 수준으로 균일하게 유지된다. 따라서, 적층수 균일구간의 반경 방향 폭은 10mm이며 적층수 균일구간은 적층수가 적어도 11 장 이상이다. 적층수 균일구간의 폭은 분절편을 포함하는 권회턴들의 반경 방향 길이(15mm) 대비 67%(10/15)이다.
- [0289] 실시예에 따르면, 분절편의 최소 길이가 3mm이고, 분절편의 최대 길이가 6mm, 7mm 및 8mm일 때 적층수가 서서히 증가하는 적층수 증가구간의 길이는 각각 5mm, 6mm 및 7mm로 증가하고, 무지부(43a)의 적층수가 10장 이상인 적층수 균일구간의 비율은 53% 내지 67%임을 확인할 수 있다.
- [0290] 한편, 절곡 표면영역(F)의 두께는 무지부(43a)의 적층수에 비례하여 증가한다. 높이 가변 구간에서 분절편의 최소 높이와 최대 높이에 의존하여, 무지부(43a)의 적층수는 10까지 낮아질 수 있으므로 무지부(43a)의 적층수는 10 내지 18이다. 일 예에서, 무지부(43a)가 알루미늄이고 그 두께가 10um 내지 25um일 때, 절곡 표면영역(F)의 두께는 100um 내지 450um일 수 있다. 다른 예에서, 무지부(43a)가 구리이고 그 두께가 5um 내지 20um일 때, 절곡 표면영역(F)의 두께는 50um 내지 360um일 수 있다. 절곡 표면영역(F)의 두께가 상기 수치범위의 조건을 충족하면, 절곡 표면영역(F)에 집전체를 레이저를 이용하여 용접할 때, 절곡 표면영역(F)이 레이저의 에너지를 충분히 흡수한다. 그 결과, 절곡 표면영역(F)에 용접 비즈가 충분한 볼륨으로 형성되어 용접강도가 증가된다. 또한, 용접 부위가 레이저에 의해 천공되면서 절곡 표면영역(F)의 하부에 있는 분리막 등이 손상되는 것을 방지할 수 있다.
- [0291] 바람직하게, 집전체는 절곡 표면영역(F)에 용접될 수 있다. 집전체의 용접 영역은 적어도 일부가 반경 방향을 기준으로 적층수 균일구간과 중첩될 수 있다.
- [0292] 바람직하게, 전극 조립체의 반경 방향에서 집전체의 용접 영역의 50% 내지 100%가 적층수 균일구간과 중첩될 수 있다. 용접 영역의 중첩 비율이 증가할수록 용접 강도의 향상 측면 그리고 용접 비즈 볼륨의 증가 측면에서 바람직하다. 집전체의 용접 영역 중에서 적층수 균일구간과 중첩되지 않는 나머지 영역은 적층수 증가구간과 중첩될 수 있다.
- [0293] 한편, 도 6을 참조하여 설명한 것처럼, 무지부(43a)의 분절편(61)들이 절곡되어 절곡 표면영역(F)을 형성함에 있어서, 각 분절편 그룹에 포함된 분절편의 하부 내각이 수식 1의 조건을 만족하면 동일 권회턴에 위치한 인접 분절편(61)들의 측면이 교차하면서 원주 방향으로 서로 중첩될 수 있다. 이러한 경우, 전극 조립체의 반경 방향에서 무지부(43a)의 적층수가 더욱 증가될 수 있다.
- [0294] 도 9b는 분절편들이 원주 방향으로 중첩될 때 적층수 증가구간과 적층수 균일구간을 예시적으로 나타난 절곡 표면영역(F)의 단면도이다.
- [0295] 도 9b를 참조하면, 외주측으로부터 코어측으로 가면서 무지부(43a)의 중첩 수는 순차적으로 증가한다. 분절편의

높이 가변 구간은 도 9a의 실시예와 동일하게 반경 7mm 부터이다. 분절편의 높이는 3mm로부터 시작하여 반경 1mm 증가당 1mm씩 증가한다. 분절편 높이의 최대값이 6mm, 7mm, 8mm, 9mm 및 10mm로 늘어날수록 적층수 균일구간이 시작되는 반경 위치의 적층수가 18, 22, 26, 30 및 34로 증가한다. 분절편 높이의 최대값이 6mm, 7mm, 8mm 인 동일 조건 하에서, 도 9a의 실시예보다 적층수가 6 내지 8장 더 많다. 이는 분절편들이 원주 방향으로 중첩되었기 때문이다.

[0296] 구체적으로, 분절편 높이의 최대값이 10mm일 때, 무지부(43a)의 적층수는 전극 조립체(80)의 외주 표면으로부터 코어 측으로 반경 9mm 구간(적층수 증가구간)에서 34장까지 증가하고, 적층수의 증가가 멈추는 반경 지점부터 코어측으로 반경 6mm 구간에서는 무지부(43a)의 적층수가 34장으로 유지되다가 코어 근처에서 적층수가 39장까지 더 늘어난다. 코어 근처에서 적층수가 더 늘어나는 것은 원주 방향으로의 분절편 중첩이 코어측으로 갈수록 더 심화되기 때문이다. 적층수가 더 증가하는 코어 근처의 반경 구간은 적층수 추가 증가구간이라고 정의될 수 있다. 본 예에서, 적층수 균일구간은 적층수가 적어도 34장 이상이며 반경 방향 폭은 6mm이다. 적층수 균일구간은 반경 7mm부터 시작하며 분절편이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이(15mm) 대비 40%(6/15, 소수점 첫째자리 반올림하였으며, 이하 동일)이다.

[0297] 다른 예로, 분절편 높이의 최대값이 9mm일 때, 무지부(43a)의 적층수는 전극 조립체(80)의 외주 표면으로부터 코어 측으로 반경 8mm 구간에서 30장까지 증가하고, 적층수의 증가가 멈추는 반경 지점부터 코어측으로 반경 7mm 구간에서는 무지부(43a)의 적층수가 30장으로 유지되다가 코어 근처에서 36장까지 더 늘어난다. 따라서, 적층수 균일구간의 반경 방향 폭은 7mm이며, 적층수 균일구간은 적층수가 적어도 30장 이상이다. 적층수 균일구간은 반경 7mm부터 시작하며 분절편이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이(15mm) 대비 47%(7/15)이다.

[0298] 또 다른 예로, 분절편 높이의 최대값이 8mm일 때, 무지부(43a)의 적층수는 전극 조립체(80)의 외주 표면으로부터 코어 측으로 반경 7mm 구간에서 26장까지 증가하고, 적층수의 증가가 멈추는 반경 지점부터 코어측으로 반경 8mm 구간에서는 무지부(43a)의 적층수가 26장으로 유지되다가 코어 근처에서 28장까지 더 늘어난다. 따라서, 적층수 균일구간의 반경 방향 폭은 8mm이며 적층수 균일구간은 적층수가 적어도 26 장 이상이다. 적층수 균일구간은 반경 7mm부터 시작하며 분절편이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이(15mm) 대비 53%(8/15)이다.

[0299] 또 다른 예로, 분절편 높이의 최대값이 7mm일 때, 무지부(43a)의 중첩 수는 전극 조립체(80)의 외주 표면으로부터 코어 측으로 반경 6mm 구간에서 22장까지 증가하고, 적층수의 증가가 멈추는 반경 지점부터 코어측으로 반경 9mm 구간에서는 무지부(43a)의 적층수가 22장으로 유지되다가 코어 근처에서 23장까지 더 늘어난다. 따라서, 적층수 균일구간의 반경 방향 폭은 9mm이며 적층수 균일구간은 적층수가 적어도 22 장 이상이다. 적층수 균일구간은 반경 7mm부터 시작되며 분절편이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이(15mm) 대비 60%(9/15)에 해당하는 구간이다.

[0300] 또 다른 예로, 분절편 높이의 최대값이 6mm일 때, 무지부(43a)의 중첩 수는 전극 조립체(80)의 외주 표면으로부터 코어 측으로 반경 5mm 구간까지 18장까지 증가하고, 적층수의 증가가 멈추는 반경 지점부터 코어측으로 반경 10mm 구간에서는 무지부(43a)의 적층수가 18장으로 일정 구간 유지되다가 코어 근처에서 20장까지 더 늘어난다. 따라서, 적층수 균일구간의 반경 방향 폭은 10mm이며 적층수 균일구간은 적층수가 적어도 18 장 이상이다. 적층수 균일구간은 반경 7mm부터 시작하며 분절편이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이(15mm) 대비 67%(10/15)에 해당하는 구간이다.

[0301] 도 9b에 나타낸 실시예에 따르면, 분절편 높이의 최소값이 3m이고, 분절편 높이의 최대값이 6mm, 7mm, 8mm, 9mm 및 10mm일 때 적층수가 서서히 증가하는 적층수 증가구간의 길이는 5mm, 6mm, 7mm, 8mm 및 9mm까지 증가한다. 그리고, 적층수가 10장 이상인 적층수 균일구간의 비율은 40% 내지 67%임을 확인할 수 있다.

[0302] 한편, 도 9b의 실시예에서, 절곡 표면영역(F)의 두께는 무지부(43a)의 적층수에 비례하여 증가한다. 무지부(43a)의 적층수는 18 내지 39이다. 일 예에서, 무지부(43a)가 알루미늄이고 그 두께가 10um 내지 25um일 때, 절곡 표면영역(F)의 두께는 180um 내지 975um일 수 있다. 다른 예에서, 무지부(43a)가 구리이고 그 두께가 5um 내지 20um일 때, 절곡 표면영역(F)의 두께는 90um 내지 780um일 수 있다. 절곡 표면영역(F)의 두께가 상기 수치범위의 조건을 충족하면, 절곡 표면영역(F)에 집전체를 레이저를 이용하여 용접할 때, 절곡 표면영역(F)이 레이저의 에너지를 충분히 흡수한다. 그 결과, 절곡 표면영역(F)에 용접 비즈가 충분한 볼륨으로 형성되어 용접강도가 증가된다. 또한, 용접 부위가 레이저에 의해 천공되면서 절곡 표면영역(F)의 하부에 있는 분리막 등이 손상되는 것을 방지할 수 있다.

[0303] 바람직하게, 집전체의 용접 영역은 적어도 일부가 반경 방향을 기준으로 적층수 균일구간과 중첩될 수 있다. 바

람직하게, 전극 집전체(80)의 반경 방향에서 집전체의 용접 영역의 50% 내지 100%가 적층수 균일구간과 중첩될 수 있다. 용접 영역의 중첩 비율이 증가할수록 용접 강도의 측면에서 바람직하다. 집전체의 용접 영역 중에서 적층수 균일구간과 중첩되지 않는 영역은 적층수 증가구간과 중첩될 수 있다.

- [0304] 도 9a 및 도 9b에 나타난 실시예에 있어서, 무지부(43a)의 적층수 균일구간은 전극 조립체의 반경(R), 코어의 반경(r_c), 분절편의 높이 가변 구간에서 분절편 높이의 최소값과 최대값, 그리고 전극 조립체의 반경 방향에서 분절편의 높이 증가 폭에 의해 증감될 수 있다는 것을 당업자는 자명하게 이해할 것이다.
- [0305] 적층수 균일구간의 비율은 코어(r_c)의 반경에 반비례한다. 또한, 적층수 균일구간의 비율은, 분절편의 최소 높이가 동일할 때, 높이 가변 구간의 폭이 작을수록 증가한다. 또한, 적층수 균일구간의 비율은, 분절편의 최대 높이가 동일할 때, 높이 가변 구간의 폭이 작을수록 증가한다.
- [0306] 일 예에서, 전극 조립체의 직경(R)이 22mm, 코어의 반경(r_c)이 2mm, 분절편의 높이 가변 구간에서 분절편의 높이가 반경 9mm부터 12mm까지 7mm부터 10mm까지 변할 때 적층수 균일구간의 비율은 30% 수준까지 감소할 수 있다.
- [0307] 다른 예에서, 전극 조립체의 직경(R)이 22mm, 코어의 반경(r_c)이 2mm, 분절편의 높이 가변 구간에서 분절편의 높이가 반경 5mm부터 6mm까지 3mm부터 4mm까지 변할 때 적층수 균일구간의 비율은 85% 수준까지 증가할 수 있다.
- [0308] 따라서, 적층수 균일구간의 반경 방향 길이는 분절편이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이 대비 30% 이상이고, 바람직하게는 30% 내지 85%일 수 있다.
- [0309] 한편, 도 9a 및 도 9b를 참조하여 설명했듯이, 분절편의 높이 균일 구간에서의 분절편의 최대 높이가 6mm 내지 10mm일 때, 분절편의 최소 높이와 반경 방향으로의 분절편 높이 증가량을 변화시킴으로써 적층수 균일구간에서 무지부(43a)의 적층수는 10 내지 39의 범위로 조절될 수 있다. 절곡 표면영역(F)의 적층수 균일구간은 높이 균일 구간에 포함된 분절편들이 절곡되어 형성된 구간을 포함한다. 절곡 표면영역(F)의 두께는 무지부(43a)를 구성하는 재질의 두께에 따라 달라진다. 무지부(43a)가 알루미늄으로 이루어지고 그 두께가 10um 내지 25um일 때 절곡 표면영역(F)의 무지부 적층 두께는 100um(0.1mm) 내지 975um(0.975mm)이다. 이 경우, 높이 균일 구간에 포함되어 있는 높이 6mm 내지 10mm의 분절편들이 절곡되어 형성된 절곡 표면영역(F)의 부분에서 분절편의 높이 대비 절곡 표면영역(F)의 무지부 적층 두께 비율은 1.0%(0.1mm/10mm) 내지 16.3%(0.975mm/6mm)이다. 다른 예에서, 무지부(43a)가 구리로 이루어지고 그 두께가 5um 내지 20um일 때 절곡 표면영역(F)의 무지부 적층 두께는 50um(0.05mm) 내지 780um(0.780mm)이다. 이 경우, 높이 균일 구간에 포함되어 있는 높이 6mm 내지 10mm의 분절편들이 절곡되어 형성된 절곡 표면영역(F)의 부분에서 분절편의 높이 대비 절곡 표면영역(F)의 무지부 적층 두께 비율은 0.5%(0.05mm/10mm) 내지 13.0%(0.780mm/6mm)이다. 높이 균일 구간에 포함되어 있는 분절편의 높이 대비 절곡 표면영역(F)의 두께 비율이 상기 수치범위를 만족할 때, 해당 절곡 표면영역(F)에 집전체를 용접했을 때 바람직한 용접 강도를 달성할 수 있다.
- [0310] 본 발명의 실시예(변형예)에 따른 다양한 전극 조립체 구조는 젤리를 타입의 원통형 배터리 또는 당업계에 공지된 어떠한 배터리에도 적용될 수 있다.
- [0311] 바람직하게, 원통형 배터리는, 예를 들어 폼 팩터의 비(원통형 배터리의 직경을 높이로 나눈 값, 즉 높이(H) 대비 직경(Φ)의 비로 정의됨)가 대략 0.4 보다 큰 원통형 배터리일 수 있다.
- [0312] 여기서, 폼 팩터란, 원통형 배터리의 직경 및 높이를 나타내는 값을 의미한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 원통형 배터리의 폼 팩터는, 예를 들어 46110, 4875, 48110, 4880, 4680 등일 수 있다. 폼 팩터를 나타내는 수치에서, 앞의 숫자 2개는 배터리의 직경을 나타내고, 나머지 숫자는 배터리의 높이를 나타낸다.
- [0313] 폼 팩터의 비가 0.4를 초과하는 원통형 배터리에 탭-리스 구조를 가진 전극 조립체를 적용할 경우, 무지부를 절곡할 때 반경 방향으로 가해지는 응력이 커서 무지부가 찢어지기 쉽다. 또한, 무지부의 절곡 표면영역에 집전체를 용접할 때 용접 강도를 충분히 확보하고 저항을 낮추기 위해서는 무지부의 적층수를 충분히 증가시켜야 한다. 이러한 요구 조건은 본 발명의 실시예들(변형예들)에 따른 전극판과 전극 조립체에 의해 달성될 수 있다.
- [0314] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리는, 대략 원기둥 형태로서, 그 직경이 대략 46mm이고, 그 높이는 대략 110mm이고, 폼 팩터의 비는 0.418인 원통형 배터리일 수 있다.
- [0315] 다른 실시예에 따른 배터리는, 대략 원기둥 형태로서, 그 직경이 대략 48mm이고, 그 높이는 대략 75mm이고, 폼

팩터의 비는 0.640인 원통형 배터리일 수 있다.

- [0316] 또 다른 실시예에 따른 배터리는, 대략 원기둥 형태로서, 그 직경이 대략 48mm이고, 그 높이는 대략 110mm이고, 폼 팩터의 비는 0.436인 원통형 배터리일 수 있다.
- [0317] 또 다른 실시예에 따른 배터리는, 대략 원기둥 형태로서, 그 직경이 대략 48mm이고, 그 높이는 대략 80mm이고, 폼 팩터의 비는 0.600인 원통형 배터리일 수 있다.
- [0318] 또 다른 실시예에 따른 배터리는, 대략 원기둥 형태로서, 그 직경이 대략 46mm이고, 그 높이는 대략 80mm이고, 폼 팩터의 비는 0.575인 원통형 배터리일 수 있다.
- [0319] 종래에는, 폼 팩터의 비가 대략 0.4 이하인 배터리들이 이용되었다. 즉, 종래에는, 예를 들어 1865 배터리, 2170 배터리 등이 이용되었다. 1865 배터리의 경우, 그 직경이 대략 18mm이고, 그 높이는 대략 65mm이고, 폼 팩터의 비는 0.277이다. 21700 배터리의 경우, 그 직경이 대략 21mm이고, 그 높이는 대략 70mm이고, 폼 팩터의 비는 0.300이다.
- [0320] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 원통형 배터리에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0321] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 원통형 배터리(190)을 Y축 방향을 따라 자른 단면도이다.
- [0322] 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 원통형 배터리(190)은 제1전극, 분리막 및 제2전극을 포함하는 전극 조립체(110), 전극 조립체(110)를 수납하는 전지 하우징(142) 및 전지 하우징(142)의 개방단부를 밀봉하는 밀봉체(143)를 포함한다.
- [0323] 전지 하우징(142)은, 상방에 개구부가 형성된 원통형의 용기이다. 전지 하우징(142)은 알루미늄이나 스틸과 같은 도전성을 갖는 금속 재질로 이루어진다. 전지 하우징(142)은 상단 개구부를 통해 내측 공간에 전극 조립체(110)를 수용하며 전해질도 함께 수용한다.
- [0324] 전해질은 A^+B^- 와 같은 구조를 갖는 염일 수 있다. 여기서, A^+ 는 Li^+ , Na^+ , K^+ 와 같은 알칼리 금속 양이온이나 이들의 조합으로 이루어진 이온을 포함한다. 그리고 B^- 는 F^- , Cl^- , Br^- , I^- , NO_3^- , $N(CN)_2^-$, BF_4^- , ClO_4^- , AlO_4^- , $AlCl_4^-$, PF_6^- , SbF_6^- , AsF_6^- , $BF_2C_2O_4^-$, $BClO_8^-$, $(CF_3)_2PF_4^-$, $(CF_3)_3PF_3^-$, $(CF_3)_4PF_2^-$, $(CF_3)_5PF^-$, $(CF_3)_6P^-$, $CF_3SO_3^-$, $C_4F_9SO_3^-$, $CF_3CF_2SO_3^-$, $(CF_3SO_2)_2N^-$, $(FSO_2)_2N^-$, $CF_3CF_2(CF_3)_2CO^-$, $(CF_3SO_2)_2CH^-$, $(SF_5)_3C^-$, $(CF_3SO_2)_3C^-$, $CF_3(CF_2)_7SO_3^-$, $CF_3CO_2^-$, $CH_3CO_2^-$, SCN^- 및 $(CF_3CF_2SO_2)_2N^-$ 로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 음이온을 포함한다.
- [0325] 전해질은 또한 유기 용매에 용해시켜 사용할 수 있다. 유기 용매로는, 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate, PC), 에틸렌 카보네이트(ethylenecarbonate, EC), 디에틸카보네이트(diethyl carbonate, DEC), 디메틸카보네이트(dimethyl carbonate, DMC), 디프로필카보네이트(dipropyl carbonate, DPC), 디메틸설폭사이드(dimethyl sulfoxide), 아세토니트릴(acetonitrile), 디메톡시에탄(dimethoxyethane), 디에톡시에탄(diethoxyethane), 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran), N-메틸-2-피롤리돈(N-methyl-2-pyrrolidone, NMP), 에틸메틸카보네이트(ethyl methyl carbonate, EMC), 감마 부티로락톤(γ -butyrolactone) 또는 이들의 혼합물이 사용될 수 있다.
- [0326] 전극 조립체(110)는, 젤리롤 형상 또는 당업계에 공지된 형상이라면 어떠한 것이라도 가질 수 있다. 전극 조립체(110)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 하부 분리막, 제1전극, 상부 분리막 및 제2전극을 순차적으로 적어도 1회 적층하여 형성된 적층체를 권취 중심(C)을 기준으로 하여 권취시킴으로써 제조될 수 있다.
- [0327] 제1전극과 제2전극은 극성이 다르다. 즉 하나가 양의 극성을 띠면 다른 하나는 음의 극성을 띤다. 제1전극과 제2전극 중 적어도 하나는 상술한 실시예들(변형예들)에 따른 전극 구조를 가질 수 있다. 또한, 제1전극과 제2전극 중 다른 하나는 종래의 전극 구조 또는 실시예들(변형예들)에 따른 전극 구조를 가질 수 있다.
- [0328] 전극 조립체(110)의 상부와 하부에는 각각 제1전극의 무지부(146a)와 제2전극의 무지부(146b)가 돌출된다.
- [0329] 밀봉체(143)는 캡(143a), 캡(143a)와 전지 하우징(142) 사이에 기밀성을 제공하며 절연성을 가진 제1가스켓(143b) 및 상기 캡(143a)와 전기적으로 및 기계적으로 결합된 연결 플레이트(143c)를 포함할 수 있다.
- [0330] 캡(143a)는 전도성을 갖는 금속 재질로 이루어지는 부품이며, 전지 하우징(142)의 상단 개구부를 커버한다. 캡(143a)는, 제1전극의 무지부(146a)와 전기적으로 연결되며, 전지 하우징(142)과는 제1가스켓(143b)을 통해 전기

적으로 절연된다. 따라서 캡(143a)는, 원통형 배터리(140)의 제1전극 단자로서 기능할 수 있다.

- [0331] 캡(143a)는 전지 하우징(142)에 형성된 비딩부(147) 상에 안착되며, 크럼핑부(148)에 의해 고정된다. 캡(143a)와 크럼핑부(148) 사이에는, 전지 하우징(142)의 기밀성을 확보하고 전지 하우징(142)과 캡(143a) 사이의 전기적 절연을 위해 제1가스켓(143b)이 개재될 수 있다. 캡(143a)는 그 중심부로부터 상방으로 돌출 형성된 돌출부(143d)를 구비할 수 있다.
- [0332] 전지 하우징(142)은 제2전극의 무지부(146b)와 전기적으로 연결된다. 따라서 전지 하우징(142)은 제2전극과 동일한 극성을 갖는다. 만약, 제2전극이 음의 극성을 가지면, 전지 하우징(142) 또한 음의 극성을 가진다.
- [0333] 전지 하우징(142)은 상단에 비딩부(147) 및 크럼핑부(148)를 구비한다. 비딩부(147)는 전지 하우징(142)의 외주면 둘레를 압입하여 형성한다. 비딩부(147)는 전지 하우징(142)의 내부에 수용된 전극 조립체(110)가 전지 하우징(142)의 상단 개구부를 통해 빠져나오지 못하도록 하며, 밀봉체(143)가 안착되는 지지부로서 기능할 수 있다.
- [0334] 크럼핑부(148)는 비딩부(147)의 상부에 형성된다. 크럼핑부(148)는, 비딩부(147) 상에 배치되는 캡(143a)의 외주면, 그리고 캡(143a)의 상면 일부를 감싸도록 연장 및 절곡된 형태를 갖는다.
- [0335] 원통형 배터리(140)은 제1집전체(144) 및/또는 제2집전체(145) 및/또는 인슐레이터(146)를 더 포함할 수 있다.
- [0336] 제1집전체(144)는 플레이트 형상을 가지며 전극 조립체(110)의 상부에 결합된다. 제1집전체(144)는 알루미늄, 구리, 니켈 등과 같은 도전성을 갖는 금속 재질로 이루어지며 제1전극의 무지부(146a)가 절곡되면서 형성된 절곡 표면영역(F_1)에 전기적으로 연결된다.
- [0337] 제1집전체(144)에는 리드(149)가 연결될 수 있다. 리드(149)는 전극 조립체(110)의 상방으로 연장되어 연결 플레이트(143c)에 결합되거나 캡(143a)의 하면에 직접 결합될 수 있다. 리드(149)와 다른 부품의 결합은 용접을 통해 이루어질 수 있다.
- [0338] 바람직하게, 제1집전체(144)는 리드(149)와 일체로 형성될 수 있다. 이 경우, 리드(149)는 제1집전체(144)의 중심부로부터 외측으로 연장된 길다란 플레이트 형상을 가질 수 있다.
- [0339] 무지부(146a)의 절곡 표면영역(F_1)과 제1집전체(144) 간의 결합은 예를 들어 레이저 용접에 의해 이루어질 수 있다. 레이저 용접은, 집전체 모재를 부분적으로 용융시키는 방식으로 이루어질 수 있다. 레이저 용접은 저항 용접, 초음파 용접 등으로 대체 가능하다.
- [0340] 바람직하게, 무지부(146a)는 복수의 분절편으로 분할되어 있으며, 절곡 표면영역(F_1)은 복수의 분절편이 코어(C) 측으로 절곡되면서 형성된 것이다. 절곡 표면영역(F_1)은 무지부(146a)의 적층수가 10장 이상인 반경 방향 길이가, 분절편이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이 대비 30% 이상, 보다 바람직하게는 30% 내지 85%일 수 있다.
- [0341] 무지부(146a)의 절곡 표면영역(F_1)과 제1집전체(144) 사이의 용접영역은 절곡 표면영역(F_1)의 적층수 균일구간(W_1)과 적어도 50% 이상 중첩될 수 있고, 중첩 비율이 높을수록 더욱 바람직하다.
- [0342] 무지부(146a)의 절곡 표면영역(F_1)과 제1집전체(144) 사이의 용접이 레이저로 이루어질 때, 용접 강도는 바람직하게, 2kgf/cm^2 이상, 더욱 바람직하게는 4kgf/cm^2 이상일 수 있다. 용접 강도 상한은 레이저 용접 장비의 사양에 의해 결정될 수 있다. 일 예에서, 용접 강도는 8kgf/cm^2 이하, 또는 6kgf/cm^2 이하일 수 있다. 용접 강도의 구현을 위한 레이저 출력은 레이저 장비에 따라 다르다. 일 예시로, 레이저 출력은 250W 내지 320W일 수 있다. 다른 예로서, 레이저 출력은 레이저 용접 장비의 최대 출력 사양 대비 40% 내지 100% 범위에서 적절하게 조절될 수 있다.
- [0343] 용접 강도가 상기 수치범위를 충족할 경우, 권취 축 방향 및/또는 반경 방향을 따라 전극 조립체(110)에 심한 진동이 인가되더라도 용접 계면의 물성이 저하되지 않으며, 용접 비즈의 볼륨이 충분하여 용접 계면의 저항도 감소시킬 수 있다.
- [0344] 전극 조립체(110)의 하면에는 플레이트 형상을 가진 제2집전체(145)가 결합될 수 있다. 제2집전체(145)의 일 면은 제2전극의 무지부(146b)가 절곡되면서 형성된 절곡 표면영역(F_2)에 용접에 의해 결합되며, 반대쪽 면은 전지

하우징(142)의 내측 바닥 면 상에 용접에 의해 결합될 수 있다.

- [0345] 바람직하게, 무지부(146b)는 복수의 분절편으로 분할되어 있으며, 절곡 표면영역(F_2)은 복수의 분절편이 코어(C) 측으로 절곡되면서 형성된 것이다. 절곡 표면영역(F_2)은 무지부(146b)의 적층수가 10장 이상인 반경 방향 길이가, 분절편이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이 대비 30% 이상, 보다 바람직하게는 30% 내지 85%일 수 있다.
- [0346] 제2집전체(145)와 제2전극의 무지부(146b) 사이의 결합 구조는 제1집전체(144)와 제1전극의 무지부(146a) 사이의 결합 구조와 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0347] 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F_2)과 제2집전체(145) 사이의 용접영역은 적층수 균일구간(W_2)과 적어도 50% 이상 중첩될 수 있고, 중첩 비율이 높을수록 더욱 바람직하다.
- [0348] 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F_2)과 제2집전체(145) 사이의 용접이 레이저로 이루어질 때, 용접 강도는 바람직하게, 2kgf/cm^2 이상, 더욱 바람직하게는 4kgf/cm^2 이상일 수 있다. 용접 강도 상한은 레이저 용접 장비의 사양에 의해 결정될 수 있다. 일 예에서, 용접 강도는 8kgf/cm^2 이하, 또는 6kgf/cm^2 이하일 수 있다. 용접 강도의 구현을 위한 레이저 출력은 레이저 장비에 따라 다르다. 일 예시로, 레이저 출력은 250W 내지 320W일 수 있다. 다른 예로서, 레이저 출력은 레이저 용접 장비의 최대 출력 사양 대비 40% 내지 100% 범위에서 적절하게 조절될 수 있다.
- [0349] 용접 강도가 상기 수치범위를 충족할 경우, 권취 축 방향 및/또는 반경 방향을 따라 전극 조립체(110)에 심한 진동이 인가되더라도 용접 계면의 물성이 저하되지 않으며, 용접 비즈의 볼륨이 충분하여 용접 계면의 저항도 감소시킬 수 있다.
- [0350] 인슐레이터(146)는 제1집전체(144)를 커버할 수 있다. 인슐레이터(146)는 제1집전체(144)의 상면에서 제1집전체(144)를 커버함으로써, 제1집전체(144)와 전지 하우징(142)의 내주면 사이의 직접 접촉을 방지할 수 있다.
- [0351] 인슐레이터(146)는, 제1집전체(144)로부터 상방으로 연장되는 리드(149)가 인출될 수 있도록, 리드 홀(151)을 구비한다. 리드(149)는 리드 홀(151)을 통해 상방으로 인출되어 연결 플레이트(143c)의 하면 또는 캡(143a)의 하면에 결합된다.
- [0352] 인슐레이터(146)의 가장자리 둘레 영역은, 제1집전체(144)와 비딩부(147) 사이에 개재되어, 전극 조립체(110) 및 제1집전체(144)의 결합체를 고정시킬 수 있다. 이에 따라, 전극 조립체(110) 및 제1집전체(144)의 결합체는, 배터리(140)의 높이 방향의 이동이 제한되어 배터리(140)의 조립 안정성이 향상될 수 있다.
- [0353] 인슐레이터(146)는 절연성이 있는 고분자 수지로 이루어질 수 있다. 일 예에서, 인슐레이터(146)는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리이미드 또는 폴리부틸렌테레프탈레이트로 이루어질 수 있다.
- [0354] 전지 하우징(142)은 그 하면에 형성된 벤딩부(152)를 더 구비할 수 있다. 벤딩부(152)는 전지 하우징(142)의 하면 중 주변 영역과 비교하여 더 얇은 두께를 갖는 영역에 해당한다. 벤딩부(152)는, 주변 영역과 비교하여 구조적으로 취약하다. 따라서, 원통형 배터리(190)에 이상이 발생하여 내부 압력이 일정 수준 이상으로 증가하면, 벤딩부(152)가 파열되어 전지 하우징(142)의 내부에 생성된 가스가 외부로 배출될 수 있다.
- [0355] 벤딩부(152)가 전지 하우징(142)의 하면에 원을 그리며 연속적으로 또는 불연속적으로 형성될 수 있다. 변형 예에서, 벤딩부(152)는 직선 패턴 또는 그 밖의 다른 패턴으로 형성될 수 있다.
- [0356] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 원통형 배터리(200)을 Y 축을 따라 자른 단면도이다.
- [0357] 도 11을 참조하면, 원통형 배터리(200)은 도 10에 도시된 원통형 배터리(190)과 비교하여 전극 조립체의 구조는 실질적으로 동일하고, 전극 조립체를 제외한 나머지 구조가 변경된 점에서 차이가 있다.
- [0358] 구체적으로, 원통형 배터리(200)은 단자(172)가 관통 설치된 전지 하우징(171)을 포함한다. 단자(172)는 전지 하우징(171)의 폐쇄면(도면의 상부면)에 설치된다. 단자(172)는 절연성이 있는 제2가스켓(173)이 개재된 상태에서 전지 하우징(171)의 관통 홀에 리벳팅된다. 단자(172)는 중력 방향과 반대 방향을 향해 외부로 노출된다.
- [0359] 단자(172)는, 단자 노출부(172a) 및 단자 삽입부(172b)를 포함한다. 단자 노출부(172a)는, 전지 하우징(171)의 폐쇄면의 외측으로 노출된다. 단자 노출부(172a)는, 전지 하우징(171)의 폐쇄면의 대략 중심부에 위치할 수 있

다. 단자 노출부(172a)의 최대 지름은 전지 하우징(171)에 형성된 관통 홀의 최대 지름보다 더 크게 형성될 수 있다. 단자 삽입부(172b)는, 전지 하우징(171)의 폐쇄면의 대략 중심부를 관통하여 제1전극의 무지부(146a)와 전기적으로 연결될 수 있다. 단자 삽입부(172b)는, 전지 하우징(171)의 내측 면 상에 리벳(rivet) 결합될 수 있다. 즉, 단자 삽입부(172b)의 하부 가장자리는, 전지 하우징(171)의 내측 면을 향해 휘어진 형태를 가질 수 있다. 단자 삽입부(172b)의 단부의 최대 지름은 전지 하우징(171)의 관통 홀의 최대 지름보다 더 클 수 있다.

[0360] 단자 삽입부(172b)의 하단면은 실질적으로 평평하며 제1전극의 무지부(146a)에 연결된 제1집전체(144)의 중앙부에 용접될 수 있다. 제1집전체(144)와 전지 하우징(171)의 내측면 사이에는 절연물질로 이루어진 인슐레이터(174)가 개재될 수 있다. 인슐레이터(174)는 제1집전체(144)의 상부와 전극 조립체(110)의 상단 가장자리 부분을 커버한다. 이로써, 전극 조립체(110)의 외주측에 노출된 무지부(146a)가 다른 극성을 가진 전지 하우징(171)의 내측면과 접촉하여 단락을 일으키는 것을 방지할 수 있다.

[0361] 인슐레이터(174)는 전지 하우징(171)의 폐쇄부 내측면과 접촉하고, 제1집전체(144)의 상부면과 접촉한다. 이를 위해, 인슐레이터(174)는 전지 하우징(171)의 폐쇄부 내측면과 제1집전체(144)의 상부면 사이의 이격 거리에 대응되는 두께 또는 이격 거리보다 약간(slightly) 큰 두께를 가진다.

[0362] 바람직하게, 제1집전체(144)는 무지부(146a)의 절곡 표면영역(F_1)에 레이저 용접될 수 있다. 이 때, 용접은 무지부(146a)의 절곡 표면영역(F_1)에 있어서 무지부(146a)의 적층수가 10장 이상인 적층수 균일구간을 포함하는 영역에서 이루어진다.

[0363] 무지부(146a)의 적층수가 10장 이상인 적층수 균일구간의 반경 방향 길이는 분절편이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이 대비 30% 이상, 보다 바람직하게는 30% 내지 85%일 수 있다.

[0364] 무지부(146a)의 절곡 표면영역(F_1)과 제1집전체(144) 사이의 용접영역은 적층수 균일구간(W_1)과 적어도 50% 이상 중첩될 수 있고, 중첩 비율이 높을수록 더욱 바람직하다.

[0365] 무지부(146a)의 절곡 표면영역(F_1)과 제1집전체(144) 사이의 용접이 레이저로 이루어질 때, 용접 강도는 바람직하게, 2kgf/cm^2 이상, 더욱 바람직하게는 4kgf/cm^2 이상일 수 있다. 용접 강도 상한은 레이저 용접 장비의 사양에 의해 결정될 수 있다. 일 예에서, 용접 강도는 8kgf/cm^2 이하, 또는 6kgf/cm^2 이하일 수 있다. 용접 강도의 구현을 위한 레이저 출력은 레이저 장비에 따라 다르다. 일 예시로, 레이저 출력은 250W 내지 320W일 수 있다. 다른 예로서, 레이저 출력은 레이저 용접 장비의 최대 출력 사양 대비 40% 내지 100% 범위에서 적절하게 조절될 수 있다.

[0366] 용접 강도가 상기 수치범위를 충족할 경우, 권취 축 방향 및/또는 반경 방향을 따라 전극 조립체(110)에 심한 진동이 인가되더라도 용접 계면의 물성이 저하되지 않으며, 용접 비즈의 볼륨이 충분하여 용접 계면의 저항도 감소시킬 수 있다.

[0367] 제2가스켓(173)은 전지 하우징(171)과 단자(172) 사이에 개재되어 서로 반대 극성을 갖는 전지 하우징(171)과 단자(172)가 전기적으로 서로 접촉되는 것을 방지한다. 이로써 대략 플랫폼한 형상을 갖는 전지 하우징(171)의 상면이 원통형 배터리(200)의 제2전극 단자로서 기능할 수 있다.

[0368] 제2가스켓(173)은, 가스켓 노출부(173a) 및 가스켓 삽입부(173b)를 포함한다. 가스켓 노출부(173a)는 단자(172)의 단자 노출부(172a)와 전지 하우징(171) 사이에 개재된다. 가스켓 삽입부(173b)는 단자(172)의 단자 삽입부(172b)와 전지 하우징(171) 사이에 개재된다. 가스켓 삽입부(173b)는, 단자 삽입부(172b)의 리벳팅(reveting) 시에 함께 변형되어 전지 하우징(171)의 내측 면에 밀착될 수 있다. 제2가스켓(173)은, 예를 들어 절연성을 갖는 고분자 수지로 이루어질 수 있다.

[0369] 제2가스켓(173)의 가스켓 노출부(173a)는, 단자(172)의 단자 노출부(172a)의 외주면을 커버하도록 연장된 형태를 가질 수 있다. 제2가스켓(173)이 단자(172)의 외주면을 커버하는 경우 버스바 등의 전기적 연결 부품을 전지 하우징(171)의 상면 및/또는 단자(172)에 결합시키는 과정에서 단락이 발생하는 것을 방지할 수 있다. 도면에 도시되어 있지는 않으나, 가스켓 노출부(173a)는, 단자 노출부(172a)의 외주면뿐만 아니라 상면의 일부도 함께 커버하도록 연장된 형태를 가질 수 있다.

[0370] 제2가스켓(173)이 고분자 수지로 이루어지는 경우에 있어서, 제2가스켓(173)은 열 용착에 의해 전지 하우징(171) 및 단자(172)와 결합될 수 있다. 이 경우, 제2가스켓(173)과 단자(172)의 결합 계면 및 제2가스켓(173)과

전지 하우징(171)의 결합 계면에서의 기밀성이 강화될 수 있다. 한편, 제2가스켓(173)의 가스켓 노출부(173a)가 단자 노출부(172a)의 상면까지 연장된 형태를 갖는 경우에 있어서, 단자(172)는 인서트 사출에 의해 제2가스켓(173)과 일체로 결합될 수 있다.

- [0371] 전지 하우징(171)의 상면 중에서 단자(172) 및 제2가스켓(173)이 차지하는 영역을 제외한 나머지 영역(175)이 단자(172)와 반대 극성을 갖는 제2전극 단자에 해당한다.
- [0372] 제2집전체(176)는, 전극 조립체(110)의 하부에 결합된다. 제2집전체(176)는 알루미늄, 스틸, 구리, 니켈 등의 도전성을 갖는 금속 재질로 이루어지며 제2전극의 무지부(146b)와 전기적으로 연결된다.
- [0373] 바람직하게, 제2집전체(176)는, 전지 하우징(171)과 전기적으로 연결된다. 이를 위해, 제2집전체(176)는 가장자리 부분의 적어도 일부가 전지 하우징(171)의 내측 면과 제1가스켓(178b) 사이에 개재되어 고정될 수 있다.
- [0374] 일 예에서, 제2집전체(176)의 가장자리 부분의 적어도 일부는 전지 하우징(171) 하단에 형성된 비딩부(180)의 하단면에 지지된 상태에서 용접에 의해 비딩부(17)에 고정될 수 있다. 변형예에서, 제2집전체(176)의 가장자리 부분의 적어도 일부는 전지 하우징(171)의 내벽 면에 직접적으로 용접될 수 있다.
- [0375] 바람직하게, 제2집전체(176)와 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F_2)은 용접, 예컨대 레이저 용접에 의해 결합될 수 있다. 이 때, 용접은 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F_2)에 있어서 무지부(146b)의 적층수가 10장 이상인 적층수 균일구간을 포함하는 영역에서 이루어진다.
- [0376] 무지부(146b)의 적층수가 10장 이상인 반경 방향 길이는 분절편이 포함된 권회턴들의 반경 방향 길이 대비 30% 이상, 보다 바람직하게는 30% 내지 85%일 수 있다.
- [0377] 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F_2)과 제2집전체(176) 사이의 용접영역은 적층수 균일구간(W_2)과 적어도 50% 이상 중첩될 수 있고, 중첩 비율이 높을수록 더욱 바람직하다.
- [0378] 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F_2)과 제2집전체(176) 사이의 용접이 레이저로 이루어질 때, 용접 강도는 바람직하게, 2kgf/cm^2 이상, 더욱 바람직하게는 4kgf/cm^2 이상일 수 있다.
- [0379] 용접 강도가 상기 수치범위를 충족할 경우, 권취 축 방향 및/또는 반경 방향을 따라 전극 조립체(110)에 심한 진동이 인가되더라도 용접 계면의 물성이 저하되지 않으며, 용접 비즈의 볼륨이 충분하여 용접 계면의 저항도 감소시킬 수 있다.
- [0380] 전지 하우징(171)의 하부 개방단을 밀봉하는 밀봉체(178)는 캡(178a)와 제1가스켓(178b)을 포함한다. 제1가스켓(178b)은 캡(178a)와 전지 하우징(171)을 전기적으로 분리시킨다. 크립핑부(181)는 캡(178a)의 가장자리와 제1가스켓(178b)을 함께 고정시킨다. 캡(178a)에는 벤트부(179)가 구비된다. 벤트부(179)의 구성은 상술한 실시예(변형예)와 실질적으로 동일하다.
- [0381] 바람직하게, 캡(178a)는 도전성이 있는 금속 재질로 이루어진다. 하지만, 캡(178a)와 전지 하우징(171) 사이에 제1가스켓(178b)이 개재되어 있으므로 캡(178a)는 전기적 극성을 띠지 않는다. 밀봉체(178)는 전지 하우징(171) 하부의 개방단을 밀봉시키고 배터리(200)의 내부 압력이 임계치 이상 증가하였을 때 가스를 배출시키는 기능을 한다.
- [0382] 바람직하게, 제1전극의 무지부(146a)와 전기적으로 연결된 단자(172)는 제1전극 단자로 사용된다. 또한, 제2집전체(176)를 통해 제2전극의 무지부(146b)와 전기적으로 연결된 전지 하우징(171)의 상부 표면 중에서 단자(172)를 제외한 부분(175)은 제1전극 단자와 극성이 다른 제2전극 단자로 사용된다. 이처럼, 2개의 전극 단자가 원통형 배터리(200)의 상부에 위치할 경우, 버스바 등의 전기적 연결 부품을 원통형 배터리(200)의 일 측에만 배치시키는 것이 가능하다. 이는, 배터리 팩 구조의 단순화 및 에너지 밀도의 향상을 가져올 수 있다. 또한, 제2전극 단자로 사용되는 부분(175)은 대략 플랫한 형태를 가지므로 버스바 등의 전기적 연결 부품을 접합시키는 데 있어서 충분한 접합 면적을 확보할 수 있다. 이에 따라, 원통형 배터리(200)는 전기적 연결 부품의 접합 부위에서의 저항을 바람직한 수준으로 낮출 수 있다.
- [0383] 본 발명에 있어서, 무지부(146a, 146b)를 코어측을 향해 절곡시키더라도 전극 조립체(110)의 코어(C)이 폐색되지 않고 상부로 개방될 수 있다.
- [0384] 즉, 도 4에 도시된 것처럼, 제1 및 제2전극의 무지부의 높이, 특히 코어측 무지부(A)의 높이를 낮게 설계하고,

코어측 무지부(A)에 인접시켜 분절편(61)의 높이 가변 구간을 배치하되 코어측 무지부(A)에 가장 인접한 분절편(61)의 높이를 조절함으로써 전극 조립체(110)의 코어 근처에 있는 무지부가 절곡되더라도 전극 조립체(110)의 코어(C)가 폐색되지 않도록 한다.

- [0385] 코어(C)가 폐색되지 않으면, 전해질 주액 공정에 어려움이 없고, 전해액 주액 효율이 향상된다. 또한, 코어(C)에 용접 지그를 삽입하여 집전체(145)와 전지 하우징(142) 바닥 사이의 용접 또는 집전체(144)와 단자(172) 사이의 용접 공정을 용이하게 진행할 수 있다.
- [0386] 무지부(146a, 146b)가 분절 구조를 가지는 경우 분절편들의 폭 및/또는 높이 및/또는 이격 피치를 상술한 실시예의 수치범위를 만족하도록 조절하면, 분절편들이 절곡될 때 분절편들이 용접 강도를 충분히 확보할 수 있을 정도로 여러 겹으로 중첩되며 절곡 표면영역(F_1 , F_2) 상에 빈 공간(빈틈)을 형성하지 않는다.
- [0387] 본 발명에 있어서, 제1집전체(144) 및 제2집전체(176)의 용접 영역은 전극 조립체(110)의 코어(C) 중심을 기준으로 반경 방향으로 4mm 이상 이격되어 있고, 상기 전극 조립체(110) 반경의 50% 이하의 거리로 이격되어 있을 수 있다. 4mm의 이격 거리는 코어(C)의 최소 반경(2mm)과 분절편(61)의 최소 높이(2mm)를 고려하여 결정된 것이다. 상기 전극 조립체(110) 반경의 50% 이하의 거리는 충분한 용접 영역의 확보 측면을 고려하여 설정한 것이다.
- [0388] 또한, 상기 제1집전체(144)의 용접 영역과 상기 제2집전체(176)의 용접 영역은 상기 전극 조립체(110)의 코어(C) 중심을 기준으로 실질적으로 동일한 거리만큼 이격된 위치로부터 상기 전극 조립체의 반경 방향으로 연장되어 있을 수 있다. 이 때, 상기 제1집전체의 용접 영역이 연장된 길이가 상기 제2집전체의 용접 영역이 연장된 길이보다 더 긴 것이 바람직하다.
- [0389] 한편, 제1집전체(144)와 제2집전체(176)는 도 12 및 도 13에 도시된 바와 같은 새로운 구조를 가질 수 있다.
- [0390] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1집전체(144)의 구조를 나타낸 상부 평면도이다.
- [0391] 도 12를 참조하면, 제1집전체(144)은, 테두리부(144a), 제1 무지부 결합부(144b) 및 단자 결합부(144c)를 포함할 수 있다. 상기 테두리부(144a)는, 전극 조립체(110)의 상부에 배치된다. 상기 테두리부(144a)는, 그 내부에 빈 공간(S)이 형성된 대략 림(rim) 형태를 가질 수 있다. 본 발명의 도면에서는 상기 테두리부(144a)가 대략 원형의 림 형태를 갖는 경우만을 도시하고 있으나, 이로써 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 상기 테두리부(144a)는, 도시된 것과는 달리 대략 사각의 림 형태, 육각의 림 형태, 팔각의 림 형태 또는 그 밖의 다른 림 형태를 가질 수도 있는 것이다.
- [0392] 상기 단자 결합부(144c)는, 단자(172)의 바닥면에 형성된 평탄부와 결합을 위한 용접 면적 확보를 위해 상기 단자(172)의 바닥면에 형성된 평탄부의 직경과 동일하거나 더 큰 직경을 가질 수 있다.
- [0393] 상기 제1 무지부 결합부(144b)는, 테두리부(144a)로부터 내측으로 연장되며 무지부(146a)와 결합된다. 상기 단자 결합부(144c)는, 제1 무지부 결합부(144b)와 이격되어 테두리부(144a)의 내측에 위치한다. 상기 단자 결합부(144c)는, 단자(172)와 용접에 의해 결합될 수 있다. 상기 단자 결합부(144c)는, 예를 들어 테두리부(144a)에 의해 둘러싸인 내측 공간의 대략 중심부에 위치할 수 있다. 상기 단자 결합부(144c)는, 전극 조립체(110)의 코어(C)에 형성된 홀과 대응되는 위치에 구비될 수 있다. 상기 단자 결합부(144c)는, 전극 조립체(110)의 코어(C)에 형성된 홀이 단자 결합부(144c)의 외측으로 노출되지 않도록 전극 조립체(110)의 코어(C)에 형성된 홀을 커버하도록 구성될 수 있다. 이를 위해, 상기 단자 결합부(144c)는, 전극 조립체(110)의 코어(C)에 형성된 홀보다 더 큰 직경 또는 폭을 가질 수 있다.
- [0394] 상기 제1 무지부 결합부(144b)와 단자 결합부(144c)는, 직접적으로 연결되지 않고 서로 이격되도록 배치되며 테두리부(144a)에 의해 간접적으로 연결될 수 있다. 이처럼, 상기 제1집전체(144)은, 제1 무지부 결합부(144b)와 단자 결합부(144c)가 서로 직접 연결되어 있지 않고, 테두리부(144a)를 통해서 연결된 구조를 가짐으로써 원통형 배터리(200)에 충격 및/또는 진동이 발생하는 경우 제1 무지부 결합부(144b)와 제1 무지부(146a) 간의 결합 부위와 단자 결합부(144c)와 단자(172) 간의 결합 부위에 가해지는 충격을 분산시킬 수 있다. 본 발명의 도면에서는, 상기 제1 무지부 결합부(144b)가 4개인 경우만이 도시되어 있으나, 이로써 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 상기 제1 무지부 결합부(144b)의 개수는 형상의 복잡성에 따른 제조의 난이도, 전기 저항, 전해액 함침성을 고려한 테두리부(144a) 내측의 공간 등을 고려하여 다양하게 결정될 수 있다.
- [0395] 상기 제1집전체(144)은, 테두리부(144a)로부터 내측으로 연장되며 단자 결합부(144c)와 연결되는 브릿지부(144d)를 더 포함할 수 있다. 상기 브릿지부(144d)는, 적어도 그 일부가 제1 무지부 결합부(144b) 및 테두리부

(144a)와 비교하여 그 단면적이 더 작게 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 브릿지부(144d)는, 적어도 그 일부가 제1 무지부 결합부(144b)와 비교하여 폭 및/또는 두께가 더 작게 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 브릿지부(144d)에서 전기 저항이 증가하고, 따라서 상기 브릿지부(144d)를 통해 전류가 흐를 때 상대적으로 큰 저항이 브릿지부(144d)의 일부에서 과전류 히팅(heating)으로 인한 용융을 일으키고, 이는 과전류를 비가역적으로 차단한다. 상기 브릿지부(144d)는 이러한 과전류 차단 기능을 고려하여 그 단면적이 적절한 수준으로 조절될 수 있다.

[0396] 상기 브릿지부(144d)는, 테두리부(144a)의 내측면으로부터 단자 결합부(144c)를 향하는 방향을 따라 그 폭이 점점 좁아지는 테이퍼부(144e)를 구비할 수 있다. 상기 테이퍼부(144e)가 구비되는 경우, 브릿지부(144d)와 테두리부(144a)의 연결 부위에서 부품의 강성이 향상될 수 있다. 상기 테이퍼부(144e)가 구비되는 경우, 원통형 배터리(200)의 제조 공정에 있어서, 예를 들어 이송 장비 및/또는 작업자가 테이퍼부(144e)를 파지함으로써 제1집전체(144) 및/또는 제1집전체(144)와 전극 조립체(110)의 결합체를 용이하고 안전하게 이송할 수 있다. 즉, 상기 테이퍼부(144e)가 구비되는 경우, 제1 무지부 결합부(144b) 및 단자 결합부(144c)와 같이 다른 부품과 용접이 이루어지는 부분을 파지함으로써 발생할 수 있는 제품의 불량 발생을 방지할 수 있다.

[0397] 상기 제1 무지부 결합부(144b)는, 복수개가 구비될 수 있다. 복수의 상기 제1 무지부 결합부(144b)는, 테두리부(144a)의 연장 방향을 따라 서로 동일 간격으로 배치될 수 있다. 복수의 상기 제1 무지부 결합부(144b) 각각의 연장 길이는 서로 대략 동일할 수 있다. 상기 제1 무지부 결합부(144b)는, 무지부(146a)의 절곡 표면영역(F_1)과 용접에 의해 결합될 수 있다. 제1 무지부 결합부(144b)와 절곡 표면영역(W_1) 사이의 용접에 의해 형성되는 용접 패턴(144f)은 전극 조립체(110)의 반경 방향을 따라 연장될 구조를 가질 수 있다. 용접 패턴(144f)은 라인 패턴 또는 점 패턴의 배열일 수 있다.

[0398] 상기 단자 결합부(144c)는, 복수의 상기 제1 무지부 결합부(144b)에 의해 둘러 싸이도록 배치될 수 있다. 상기 단자 결합부(144c)는, 단자(172)와 용접에 의해 결합될 수 있다. 상기 브릿지부(144d)는, 서로 인접한 한 쌍의 제1 무지부 결합부(144b) 사이에 위치할 수 있다. 이 경우, 상기 브릿지부(144d)로부터 테두리부(144a)의 연장 방향을 따라 상기 한 쌍의 제1 무지부 결합부(144b) 중 어느 하나에 이르는 거리는, 브릿지부(144d)로부터 테두리부(144a)의 연장 방향을 따라 상기 한 쌍의 제1 무지부 결합부(144b) 중 나머지 하나에 이르는 거리와 대략 동일할 수 있다. 복수의 상기 제1 무지부 결합부(144b) 각각의 단면적은 대략 동일하게 형성될 수 있다. 복수의 상기 제1 무지부 결합부(144b) 각각의 폭 및 두께는 대략 동일하게 형성될 수 있다.

[0399] 도면에 도시되지는 않았으나, 상기 브릿지부(144d)는, 복수개가 구비될 수 있다. 복수의 브릿지부(144d) 각각은, 서로 인접한 한 쌍의 제1 무지부 결합부(144b) 사이에 배치될 수 있다. 복수의 상기 브릿지부(144d)는, 테두리부(144a)의 연장 방향을 따라 서로 대략 동일한 간격으로 배치될 수 있다. 복수의 상기 브릿지부(144d) 각각으로부터 테두리부(144a)의 연장 방향을 따라 서로 인접한 한 쌍의 제1 무지부 결합부(144b) 중 어느 하나에 이르는 거리는, 나머지 하나의 제1 무지부 결합부(144b)에 이르는 거리와 대략 동일할 수 있다.

[0400] 상술한 바와 같이 제1 무지부 결합부(144b) 및/또는 브릿지부(144d)가 복수개 구비되는 경우에 있어서, 제1 무지부 결합부(144b)들 간의 거리 및/또는 브릿지부(144d)들 간의 거리 및/또는 제1 무지부 결합부(144b)와 브릿지부(144d) 간의 거리가 일정하게 형성되면, 제1 무지부 결합부(144b)로부터 브릿지부(144d)를 향하는 전류 또는 브릿지부(144d)로부터 제1 무지부 결합부(144b)를 향하는 전류의 흐름이 원활하고 균일하게 형성될 수 있다.

[0401] 한편, 상기 제1집전체(144)와 무지부(146a)의 절곡 표면영역(F_1) 간의 결합은 용접에 의해 이루어질 수 있다. 이 경우, 예를 들어 레이저 용접, 초음파 용접, 스폿 용접 등이 적용될 수 있다. 바람직하게, 용접 영역은 절곡 표면영역(F_1)의 적층수 균일구간(W_1)과 적어도 50% 이상 중첩될 수 있다.

[0402] 브릿지부(144d)는, 브릿지부(144d)의 단면적을 부분적으로 감소시키도록 형성되는 노칭부(N)를 구비할 수 있다. 노칭부(N)의 단면적의 조절은, 예를 들어 브릿지부(144d)의 폭 및/또는 두께의 부분적인 감소를 통해 실현될 수 있다. 노칭부(N)가 구비되는 경우, 노칭부(N)가 형성된 영역에서의 전기 저항이 증가하게 되고, 이로써 과전류 발생 시에 신속한 전류 차단이 가능하게 된다.

[0403] 노칭부(N)는, 파단 시에 발생하는 이물질이 전극 조립체(110)의 내부로 유입되는 것을 방지하기 위해, 전극 조립체(110)의 적층수 균일구간과 대응되는 영역에 구비되는 것이 바람직하다. 이는, 이 영역에서는 무지부(146a)의 분절편들의 적층수가 최대로 유지되고, 이로써 중첩된 분절편들이 마스크(mask)로서 기능할 수 있기 때문이다. 예를 들어, 노칭부(N)는, 적층수 균일구간 중에서 무지부(146a)의 적층수가 최대인 영역에 구비될 수 있다.

다.

[0404] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 제2집전체(176)의 구조를 나타낸 상부 평면도이다.

[0405] 도 13을 참조하면, 제2집전체(176)은, 전극 조립체(110)의 하부에 배치된다. 또한, 상기 제2집전체(176)은, 전극 조립체(110)의 무지부(146b)와 전지 하우징(171)을 전기적으로 연결시키도록 구성될 수 있다. 제2집전체(176)은 도전성을 갖는 금속 재질로 이루어지며 무지부(146b)와 연결된다. 또한, 상기 제2집전체(176)은, 전지 하우징(171)과 전기적으로 연결된다. 상기 제2집전체(176)은, 전지 하우징(171)의 내측 면과 제1가스켓(178b) 사이에 개재되어 고정될 수 있다. 구체적으로, 상기 제2집전체(176)은, 전지 하우징(171)의 비딩부(180)의 하면과 제1가스켓(178b) 사이에 개재될 수 있다. 다만, 이로써 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 이와는 달리, 상기 제2집전체(176)은, 비딩부(180)가 형성되지 않은 영역에서 전지 하우징(171)의 내벽 면에 용접될 수도 있다.

[0406] 상기 제2집전체(176)은, 전극 조립체(110)의 하부에 배치되는 지지부(176a), 상기 지지부(176a)로부터 대략 전극 조립체(110)의 반경 방향을 따라 연장되어 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F_2)에 결합되는 제2 무지부 결합부(176b) 및 상기 지지부(176a)로부터 대략 전극 조립체(110)의 반경 방향을 따라 연장되어 전지 하우징(171)의 내측 면 상에 결합되는 하우징 결합부(176c)를 포함할 수 있다. 상기 제2 무지부 결합부(176b)와 하우징 결합부(176c)는, 지지부(176a)를 통해 간접적으로 연결되며, 서로 직접 연결되지 않는다. 따라서, 본 발명의 원통형 배터리(200)에 외부 충격이 가해졌을 때, 제2집전체(176)과 전극 조립체(110)의 결합 부위 및 제2집전체(176)과 전지 하우징(171)의 결합 부위에 손상 발생 가능성을 최소화할 수 있다. 다만, 본 발명의 제2집전체(176)이 이처럼 제2 무지부 결합부(176b)와 하우징 결합부(176c)가 간접적으로만 연결된 구조를 갖는 경우로 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 제2집전체(176)은, 제2 무지부 결합부(176b)와 하우징 결합부(176c)를 간접적으로 연결시키는 지지부(176a)를 구비하지 않는 구조 및/또는 무지부(146b)와 하우징 결합부(176c)가 서로 직접 연결된 구조를 가질 수도 있는 것이다.

[0407] 상기 지지부(176a) 및 제2 무지부 결합부(176b)는 전극 조립체(110)의 하부에 배치된다. 상기 제2 무지부 결합부(176b)는, 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F_2)과 결합된다. 상기 제2 무지부 결합부(176b) 뿐만 아니라, 상기 지지부(176a) 역시 무지부(146b)와 결합될 수도 있다. 상기 제2 무지부 결합부(176b)와 무지부(146b)는 용접에 의해 결합될 수 있다. 상기 지지부(176a) 및 제2 무지부 결합부(176b)는, 전지 하우징(171)에 비딩부(180)가 형성되는 경우에 있어서 비딩부(180)보다 상부에 위치한다.

[0408] 상기 지지부(176a)는, 전극 조립체(110)의 코어(C)에 형성되는 홀과 대응되는 위치에 형성되는 집전판 홀(176d)을 구비한다. 서로 연통되는 상기 전극 조립체(110)의 코어(C)와 집전판 홀(176d)은, 단자(172)와 제1집전체(144)의 단자 결합부(144c) 간의 용접을 위한 용접봉의 삽입 또는 레이저 빔의 조사를 위한 통로로서 기능할 수 있다. 상기 집전판 홀(176d)은, 전극 조립체(110)의 코어(C)에 형성된 홀과 대략 동일하거나 이보다 더 큰 직경을 가질 수 있다. 상기 제2 무지부 결합부(176b)가 복수 개 구비되는 경우, 복수의 제2 무지부 결합부(176b)들은 제2집전체(176)의 지지부(176a)로부터 대략 방사상으로 전지 하우징(171)의 측벽을 향해 연장된 형태를 가질 수 있다. 상기 복수의 제2 무지부 결합부(176b)들 각각은 지지부(176a)의 둘레를 따라 상호 이격되어 위치할 수 있다.

[0409] 상기 하우징 결합부(176c)는 복수 개가 구비될 수 있다. 이 경우, 복수의 하우징 결합부(176c)들은 제2집전체(176)의 중심부로부터 대략 방사상으로 전지 하우징(171)의 측벽을 향해 연장된 형태를 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 제2집전체(176)과 전지 하우징(171) 간의 전기적 연결은 복수의 지점에서 이루어질 수 있다. 이처럼 복수의 지점에서 전기적 연결을 위한 결합이 이루어짐으로써 결합 면적을 극대화하여 전기 저항을 최소화할 수 있다. 상기 복수의 하우징 결합부(176c)들 각각은 지지부(176a)의 둘레를 따라 상호 이격되어 위치할 수 있다. 서로 이웃하는 제2 무지부 결합부(176b) 사이에는 적어도 하나의 하우징 결합부(176c)가 위치할 수 있다. 상기 복수의 하우징 결합부(176c)들은, 전지 하우징(171)의 내측 면 중, 예를 들어 비딩부(180)에 결합될 수 있다. 상기 하우징 결합부(176c)들은, 특히 비딩부(180)의 하면에 용접을 통해 결합될 수 있다. 용접은, 예를 들어 레이저 용접, 초음파 용접 또는 스폿 용접 등이 적용될 수 있다. 이와 같이 비딩부(180) 상에 하우징 결합부(176c)를 용접 결합시킴으로써 원통형 배터리(200)의 저항 수준을 대략 4 미리옴 이하로 제한할 수 있다. 또한, 비딩부(180)의 하면이 전지 하우징(171)의 상면에 대략 나란한 방향, 즉 전지 하우징(171)의 측벽에 대략 수직인 방향을 따라 연장된 형태를 갖도록 하고 하우징 결합부(176c) 역시 동일한 방향, 즉 반경 방향 및 원주 방향을 따라 연장된 형태를 갖도록 함으로써 하우징 결합부(176c)가 비딩부(180) 상에 안정적으로 접촉하도록 할 수 있다. 또한, 이처럼 상기 하우징 결합부(176c)가 비딩부(180)의 평탄부 상에 안정적으로 접촉됨에 따라 두 부품 간의 용접이 원활하게 이루어질 수 있고, 이로써 두 부품 간의 결합력 향상 및 결합 부위에서의 저항 증가 최소화

화 효과를 얻을 수 있다.

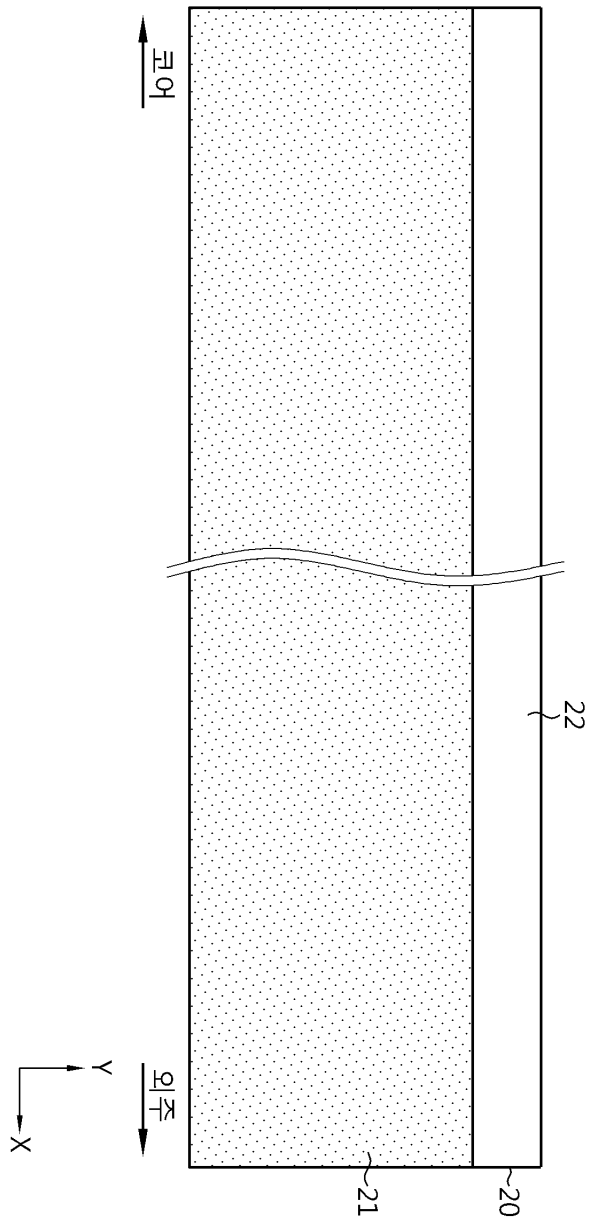
- [0410] 상기 하우징 결합부(176c)는 전지 하우징(171)의 내측 면 상에 결합되는 접촉부(176e) 및 지지부(176a)와 접촉부(176e) 사이를 연결하는 연결부(176f)를 포함할 수 있다.
- [0411] 상기 접촉부(176e)는, 전지 하우징(171)의 내측 면 상에 결합된다. 상기 전지 하우징(171)에 비딩부(180)가 형성되는 경우에 있어서, 상기 접촉부(176e)는 상술한 바와 같이 비딩부(180) 상에 결합될 수 있다. 좀 더 구체적으로, 상기 접촉부(176e)는, 전지 하우징(171)에 형성된 비딩부(180)의 하면에 형성된 평탄부에 전기적으로 결합될 수 있으며, 비딩부(180)의 하면과 제1가스켓(178b) 사이에 개재될 수 있다. 이 경우, 안정적인 접촉 및 결합을 위해 접촉부(176e)는 비딩부(180)에서 전지 하우징(171)의 원주 방향을 따라 소정의 길이로 연장된 형태를 가질 수 있다.
- [0412] 한편, 상기 제2집전체(176)의 중심부에서 전극 조립체(110)의 반경 방향을 따라 제2 무지부 결합부(176b)의 단부에 이르는 최대 거리는, 비딩부(180)가 형성된 영역에서의 전지 하우징(171)의 내경, 즉 전지 하우징(171)의 최소 내경과 동일하거나 이보다 더 작게 형성됨이 바람직하다. 이는, 전지 하우징(171)을 높이 방향을 따라 압축시키는 사이징 공정 진행 시에 비딩부(180)에 의해 제2집전체(176) 간의 간섭이 발생하고 이에 따라 제2집전체(176)에 의해 전극 조립체(110)가 눌리는 현상을 방지하기 위함이다.
- [0413] 제2 무지부 결합부(176b)는 홀(176g)을 포함한다. 홀(176g)은 전해액이 이동할 수 있는 통로로 사용될 수 있다. 제2 무지부 결합부(176b)와 절곡 표면영역(W_2) 사이의 용접에 의해 형성되는 용접 패턴(176h)은 전극 조립체(110)의 반경 방향을 따라 연장될 구조를 가질 수 있다. 용접 패턴(176h)은 라인 패턴 또는 점 패턴의 배열일 수 있다.
- [0414] 본 발명의 실시예에 따른 원통형 배터리(200)는 상부에서 전기적 연결을 수행할 수 있는 이점이 있다.
- [0415] 도 14는 복수의 원통형 배터리(200)들이 전기적으로 연결된 상태를 나타낸 상부 평면도이고, 도 15는 도 14의 부분 확대도이다.
- [0416] 도 14 및 도 15를 참조하면, 복수의 원통형 배터리(200)들은 버스바(210)를 이용하여 원통형 배터리(200)의 상부에서 직렬 및 병렬로 연결될 수 있다. 원통형 배터리(200)들의 수는 배터리 팩의 용량을 고려하여 증감될 수 있다.
- [0417] 각 원통형 배터리(200)에 있어서, 단자(172)는 양의 극성을 가지고 전지 하우징(171)의 단자(172) 주변의 평평한 면(171a)은 음의 극성을 가질 수 있다. 물론, 그 반대도 가능하다.
- [0418] 바람직하게, 복수의 원통형 배터리(200)들은 복수의 열과 행으로 배치될 수 있다. 열은 도면에서 상하 방향이고, 행은 도면에서 좌우 방향이다. 또한, 공간 효율성을 최대화 하기 위해, 원통형 배터리(200)들은 최밀 팩킹 구조(closest packing structure)로 배치될 수 있다. 최밀 팩킹 구조는, 전지 하우징(171)의 외부로 노출된 단자(172)의 중심을 서로 연결했을 때 정삼각형이 만들어질 때 형성된다. 바람직하게, 버스바(210)는, 동일 열에 배치된 원통형 배터리(200)들을 서로 병렬로 연결시키고, 인접하는 2개의 열에 배치된 원통형 배터리(200)들을 서로 직렬로 연결시킨다.
- [0419] 바람직하게, 버스바(210)는, 직렬 및 병렬 연결을 위해 바디부(211), 복수의 제1 버스바 단자(212) 및 복수의 제2 버스바 단자(213)를 포함할 수 있다. 상기 바디부(211)는, 인접하는 단자(172) 사이에서 원통형 배터리(200)들의 열을 따라 연장될 수 있다. 대안적으로, 상기 바디부(211)는, 원통형 배터리(200)들의 열을 따라 연장되지, 지그재그 형상과 같이 규칙적으로 절곡될 수 있다.
- [0420] 복수의 제1 버스바 단자(212)는, 바디부(211)의 일측으로부터 연장되며, 연장 방향에 위치한 원통형 배터리(200)의 단자(172)와 전기적으로 결합될 수 있다. 제1 버스바 단자(212)와 단자(172) 간의 전기적 결합은 레이저 용접, 초음파 용접 등으로 이루어질 수 있다.
- [0421] 복수의 제2 버스바 단자(213)는, 바디부(211)의 타측으로부터 연장되며, 연장 방향에 위치한 단자(172) 주변의 평평한 면(171a)에 전기적으로 결합될 수 있다. 제2 버스바 단자(213)와 평평한 면(171a) 간의 전기적 결합은 레이저 용접, 초음파 용접 등으로 이루어질 수 있다.
- [0422] 바람직하게, 상기 바디부(211), 복수의 제1 버스바 단자(212) 및 복수의 제2 버스바 단자(213)는 하나의 도전성 금속판으로 이루어질 수 있다. 금속판은, 예를 들어 알루미늄 판 또는 구리 판일 수 있는데, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 변형 예에서, 상기 바디부(211), 복수의 제1 버스바 단자(212) 및 제2 버스바 단자(213)는

별개의 피스 단위로 제작한 후 서로 용접 등을 통해 결합될 수도 있다.

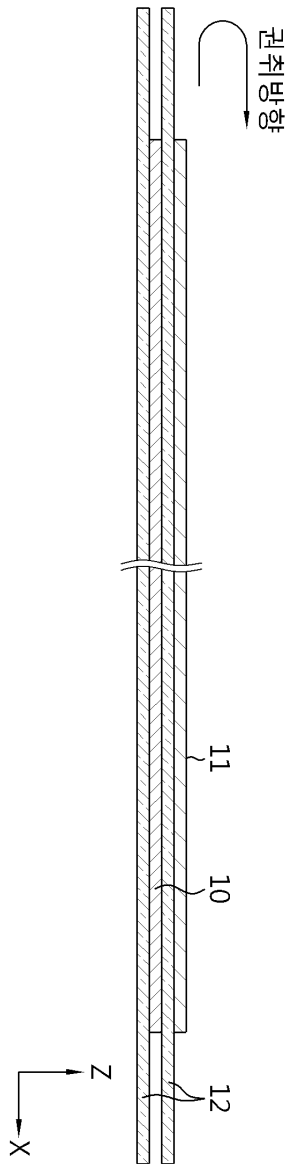
- [0423] 상술한 본 발명의 원통형 배터리(200)은, 절곡 표면영역(F_1 , F_2)을 통한 용접 면적 확대, 제2집전체(176)을 이용한 전류 패스(path)의 다중화, 전류 패스 길이의 최소화 등을 통해 저항이 최소화된 구조를 갖는다. 양극과 음극 사이, 즉 단자(172)와 그 주변의 평평한 면(171a) 사이에서의 저항 측정기를 통해 측정되는 원통형 배터리(200)의 AC 저항은 급속 충전에 적합한 0.5 밀리오hm(miliohm) 내지 4 밀리오hm(miliohm), 바람직하게는 1 밀리오hm(miliohm) 내지 4 밀리오hm(miliohm)일 수 있다.
- [0424] 본 발명에 따른 원통형 배터리(200)은, 양의 극성을 가진 단자(172)와 음의 극성을 가진 평평한 면(171a)이 동일한 방향에 위치하고 있으므로 버스바(210)를 이용하여 원통형 배터리(200)들의 전기적 연결을 용이하게 구현할 수 있다.
- [0425] 또한, 원통형 배터리(200)의 단자(172)와 그 주변의 평평한 면(171a)은 면적이 넓으므로 버스바(210)의 결합 면적을 충분히 확보하여 원통형 배터리(200)를 포함하는 배터리 팩의 저항을 충분히 낮출 수 있다.
- [0426] 상술한 실시예들(변형예들)에 따른 원통형 배터리는 배터리 팩을 제조하는데 사용될 수 있다.
- [0427] 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 배터리 팩의 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0428] 도 16을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 배터리 팩(300)은 원통형 배터리(301)이 전기적으로 연결된 집합체 및 이를 수용하는 팩 하우징(302)을 포함한다. 원통형 배터리(301)은 상술한 실시예들(변형예들)에 따른 배터리 중 어느 하나일 수 있다. 도면에서는, 도면 도시의 편의상 원통형 배터리(301)들의 전기적 연결을 위한 버스바, 냉각 유닛, 외부 단자 등의 부품의 도시는 생략되었다.
- [0429] 배터리 팩(300)은 자동차에 탑재될 수 있다. 자동차는 일 예로 전기 자동차, 하이브리드 자동차 또는 플러그인 하이브리드 자동차일 수 있다. 자동차는 4륜 자동차 또는 2륜 자동차를 포함한다.
- [0430] 도 17은 도 16의 배터리 팩(300)을 포함하는 자동차를 설명하기 위한 도면이다.
- [0431] 도 17을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차(V)는, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 팩(300)을 포함한다. 자동차(V)는, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 팩(300)으로부터 전력을 공급 받아 동작한다.
- [0432] 본 발명의 일 측면에 따르면, 전극 조립체의 양단에 노출된 무지부를 절곡시킬 때 전극 조립체의 반경 방향에서 무지부가 10장 이상 중첩되는 영역을 충분히 확보하여 집전체의 용접 시 분리막이나 활물질층의 손상을 방지할 수 있다.
- [0433] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전극 조립체의 코어에 인접한 무지부 구조를 개선하여 무지부가 절곡될 때 전극 조립체의 코어에 있는 공동이 폐색되는 것을 방지하여 전해액 주입 공정과 전지 하우징과 집전체의 용접 공정을 용이하게 진행할 수 있다.
- [0434] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 스트립 형태의 전극 탭을 대신하여 무지부의 절곡 표면영역을 집전체에 직접 용접함으로써 에너지 밀도가 향상되고 저항이 감소된 전극 조립체를 제공할 수 있다.
- [0435] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 내부 저항이 낮고, 집전체와 무지부 사이의 용접 강도가 향상된 구조를 갖는 원통형 배터리, 이를 포함하는 배터리 팩 및 자동차를 제공할 수 있다.
- [0436] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 청구범위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

도면

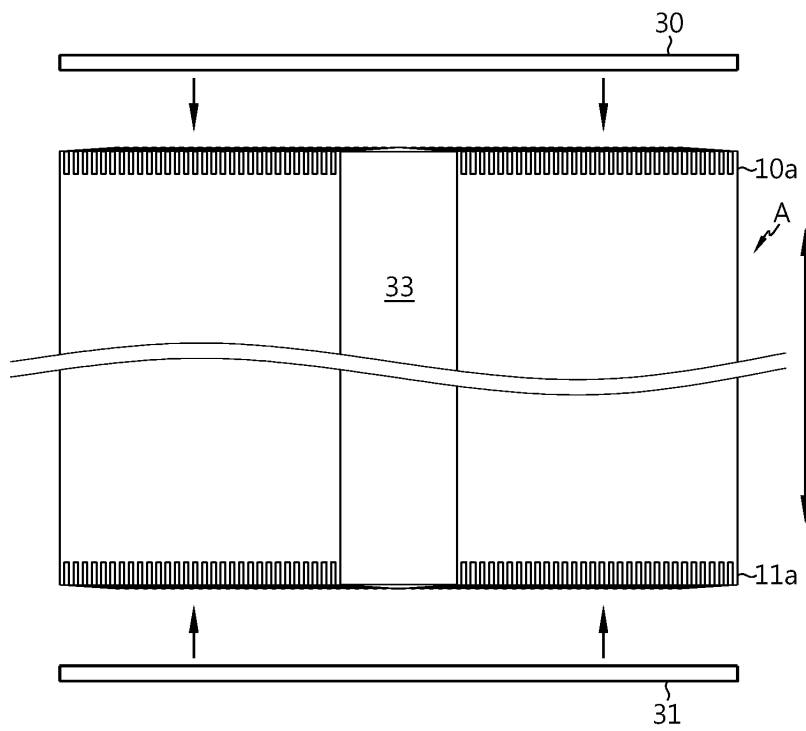
도면1



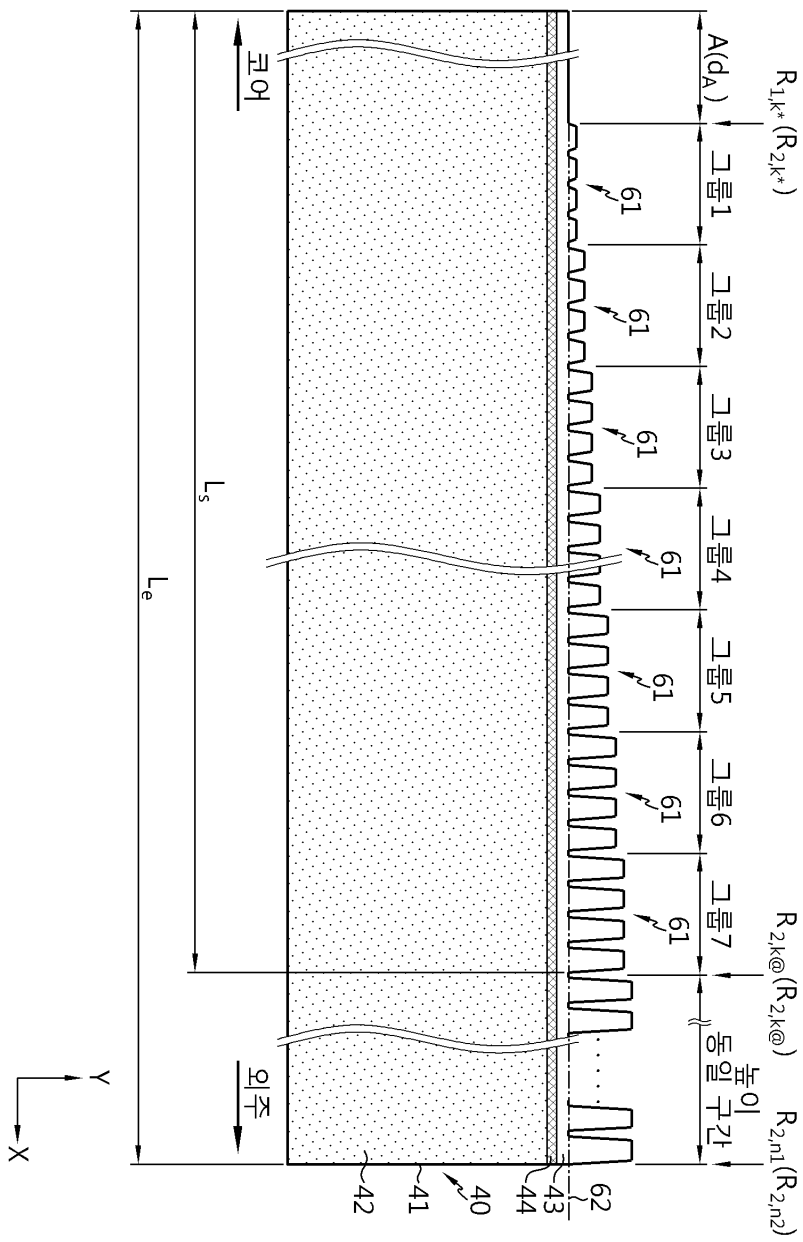
도면2



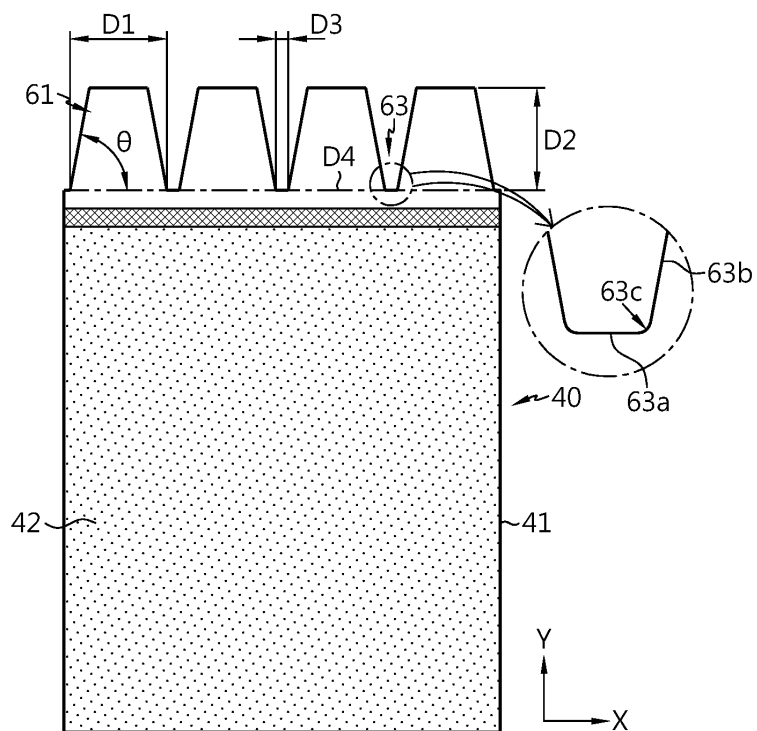
도면3



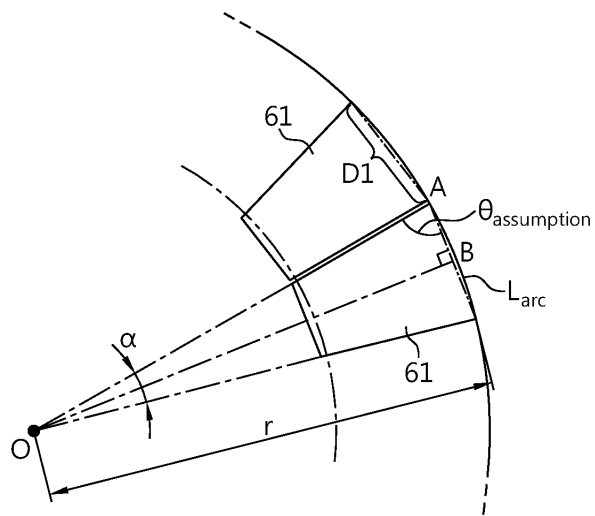
도면4



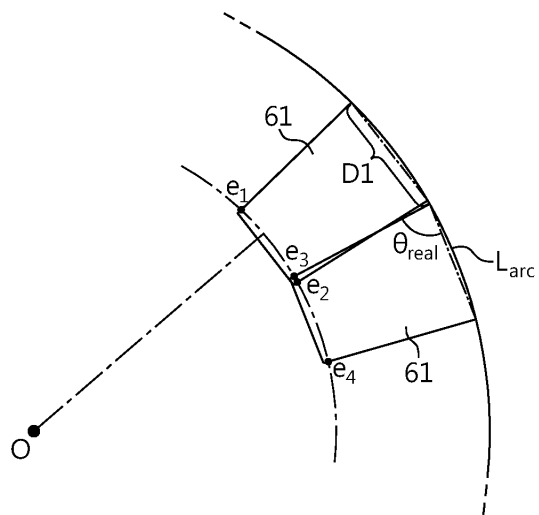
도면5



도면6

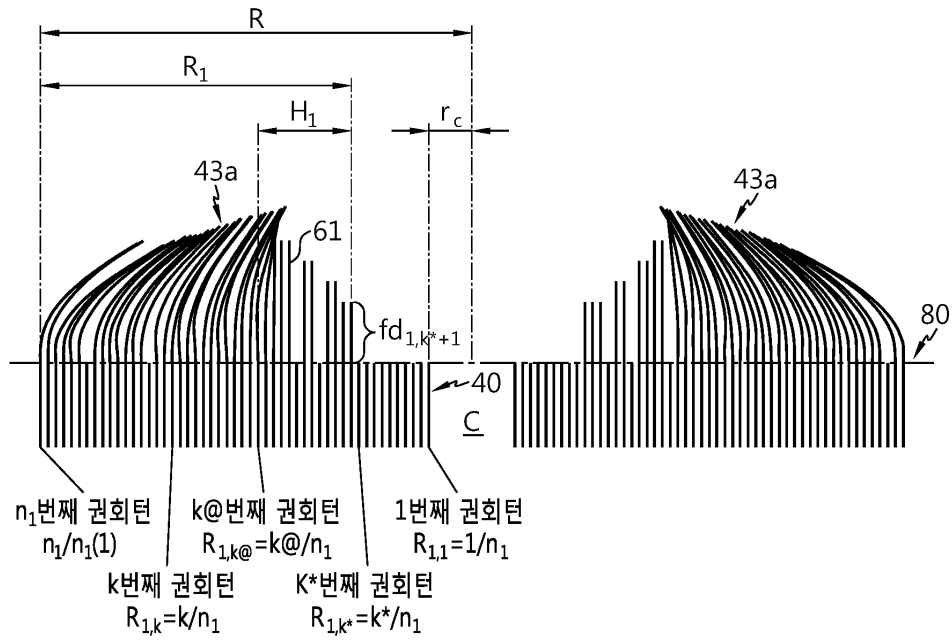


(a)

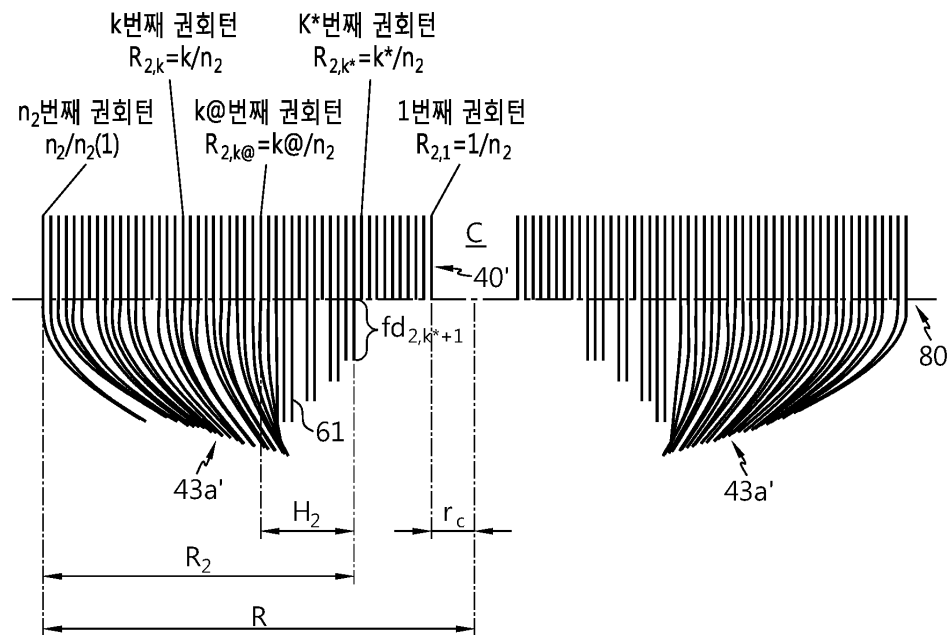


(b)

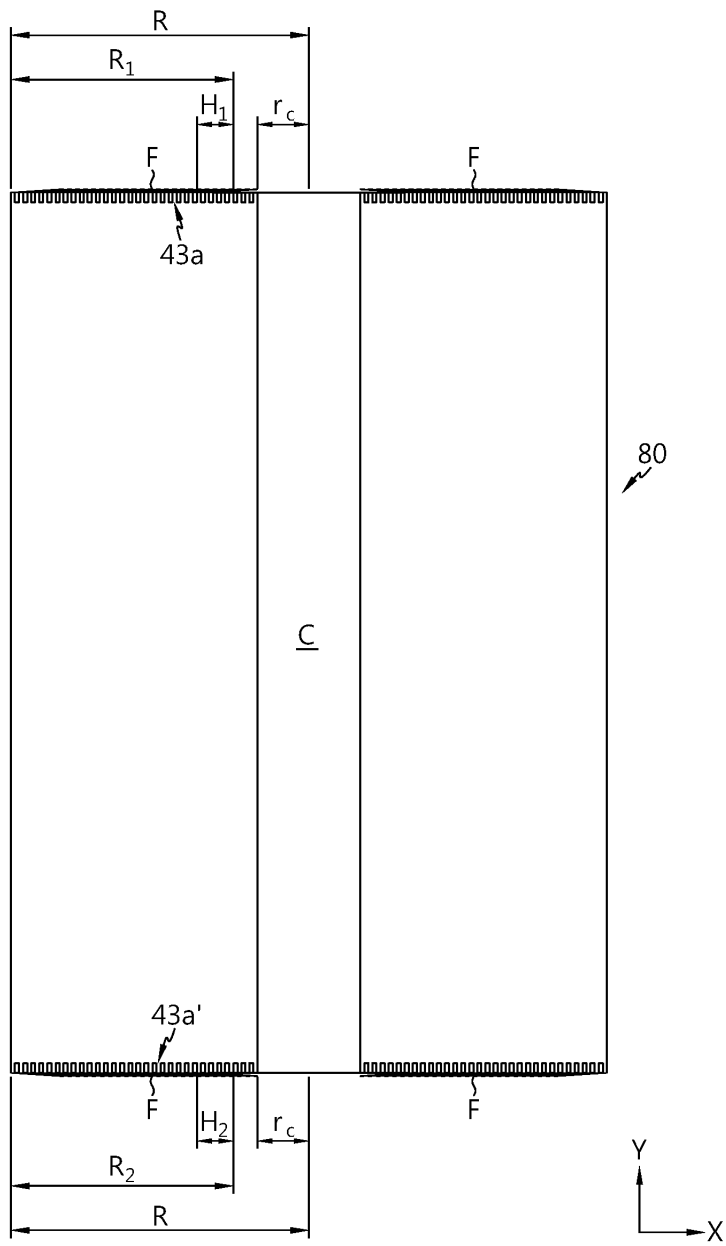
도면7a



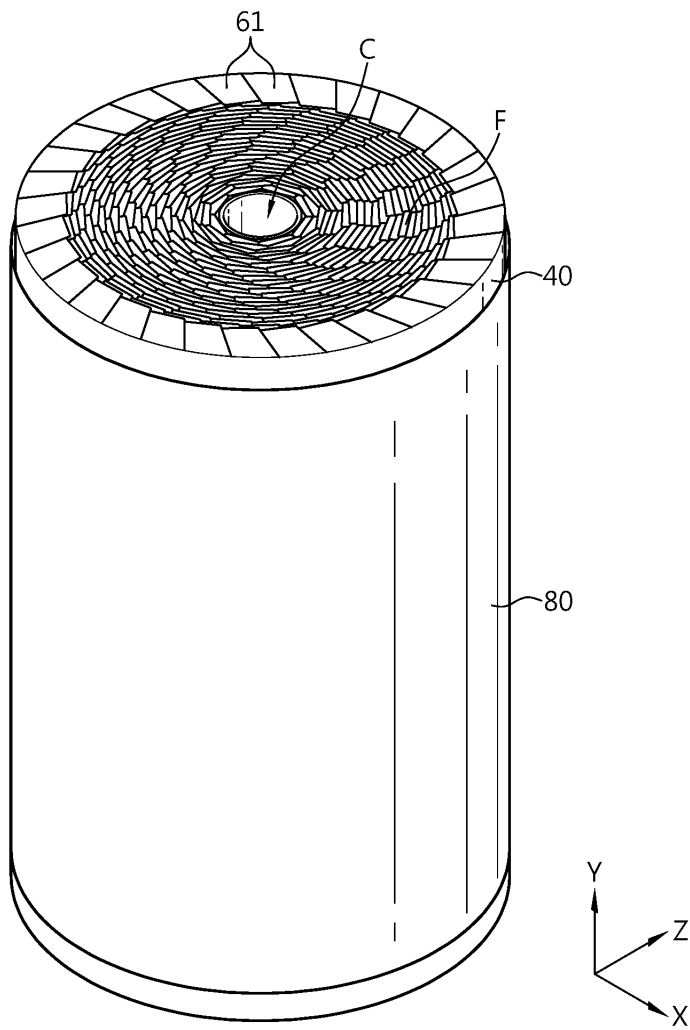
도면7b



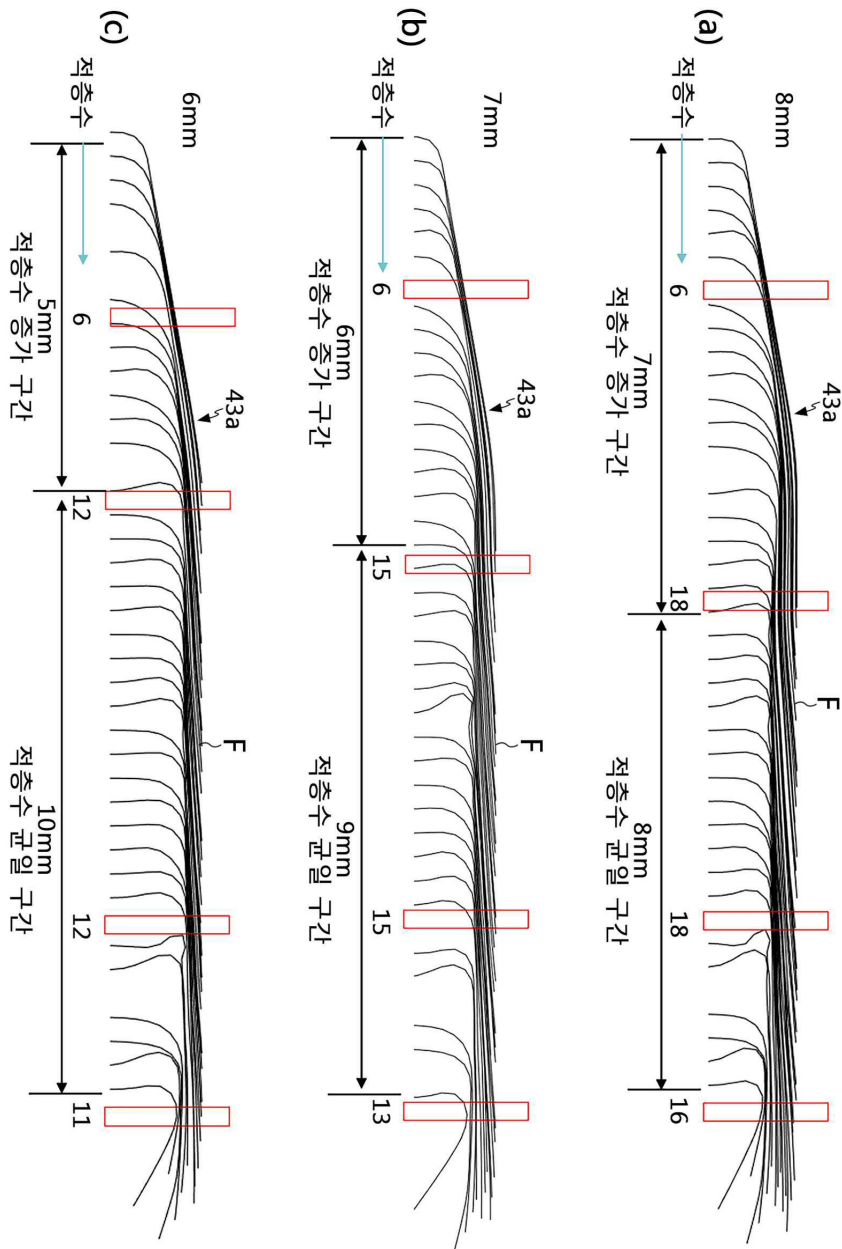
도면8a



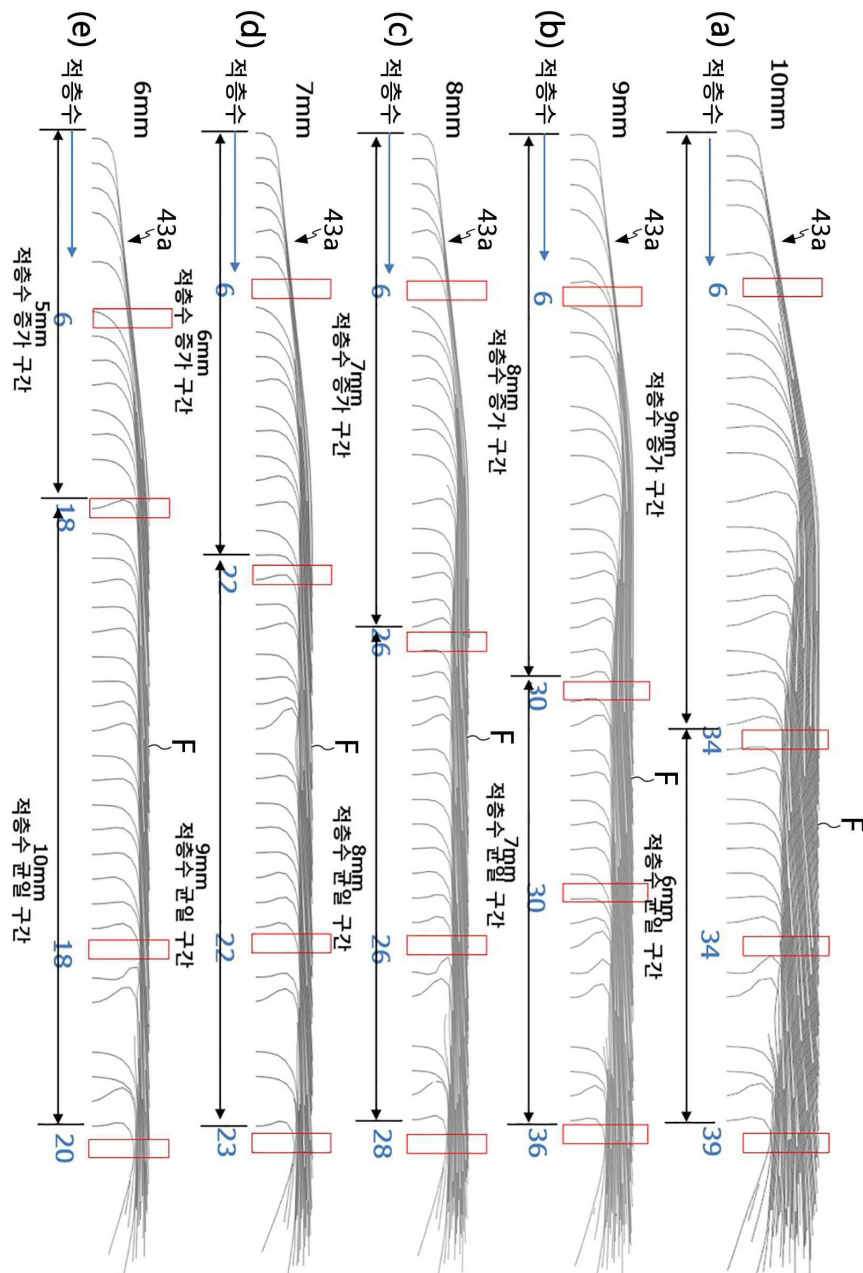
도면 8b



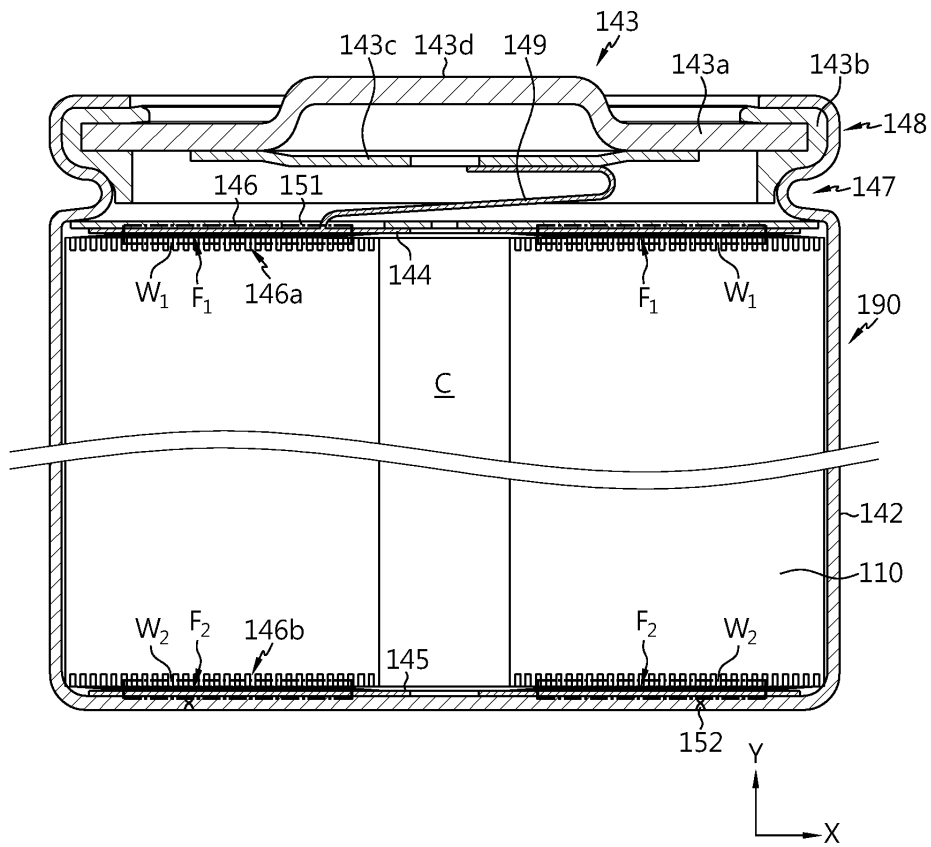
도면9a



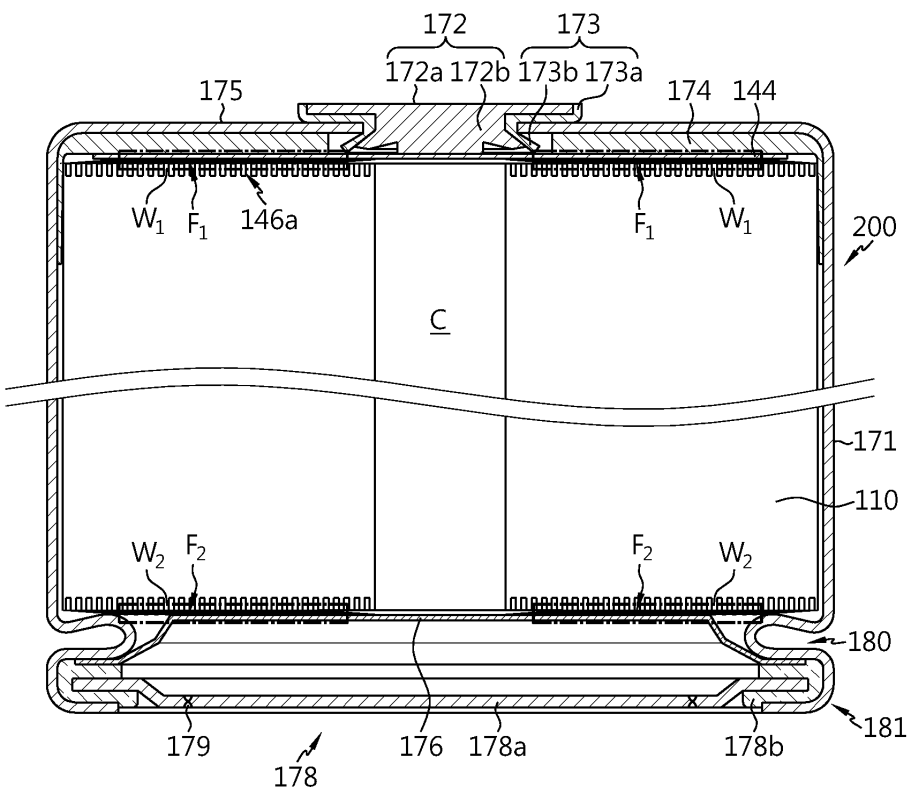
도면 9b



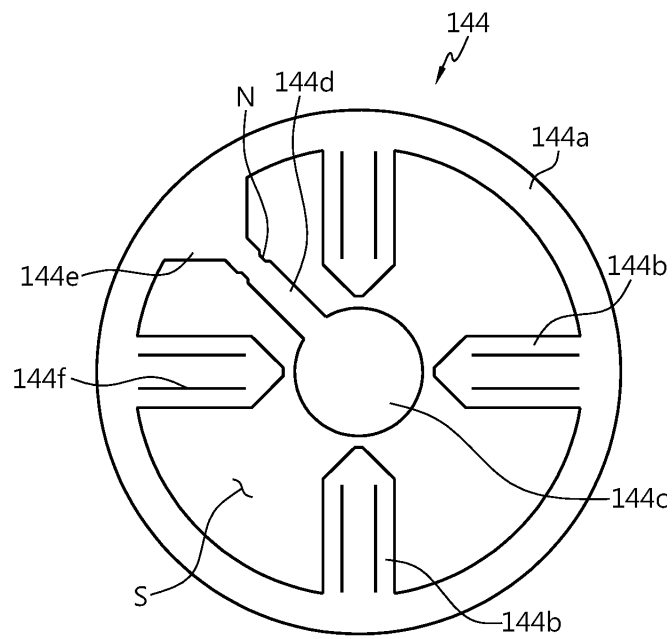
도면10



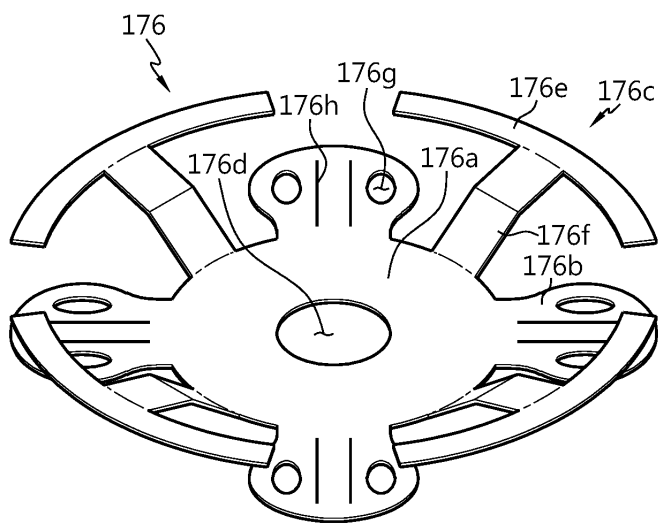
도면11



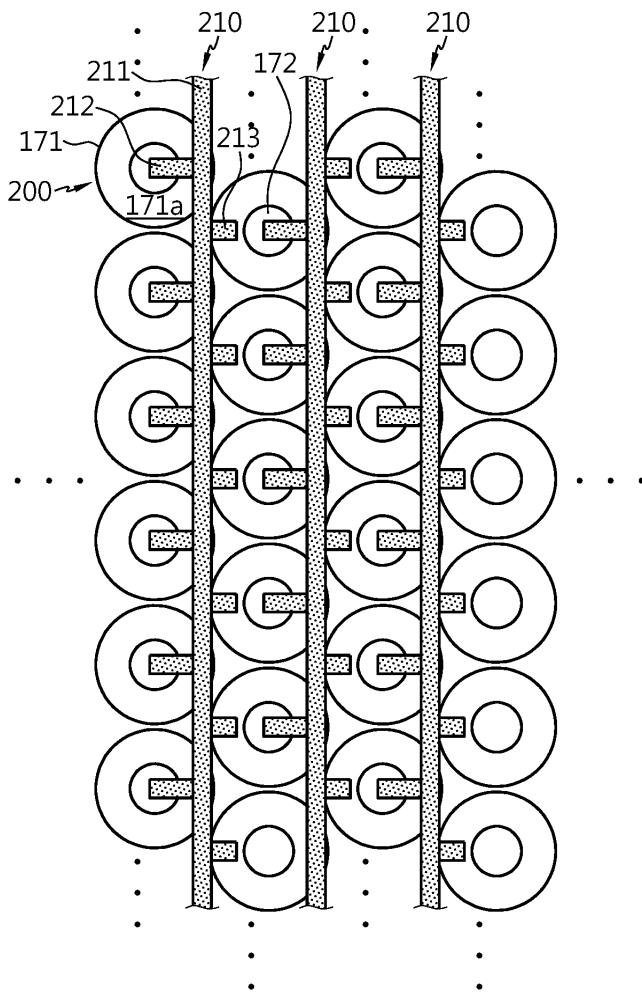
도면12



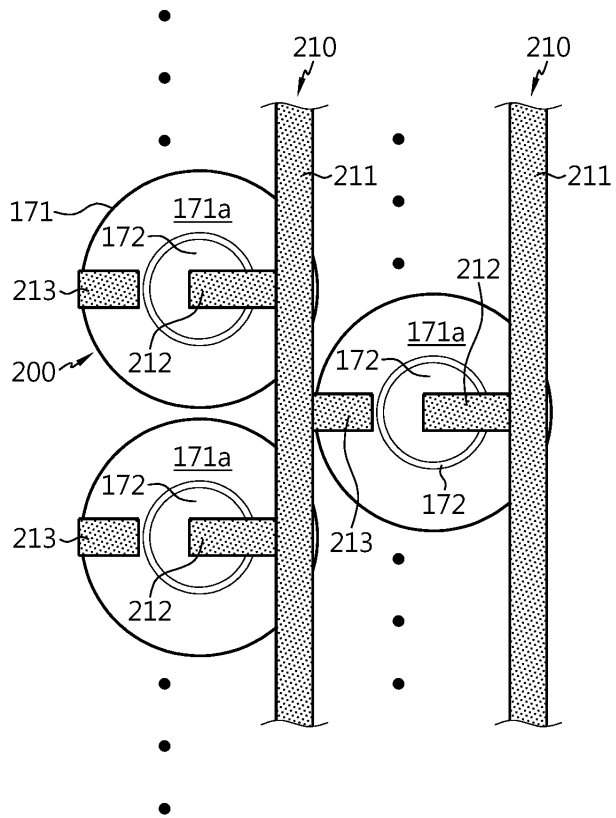
도면13



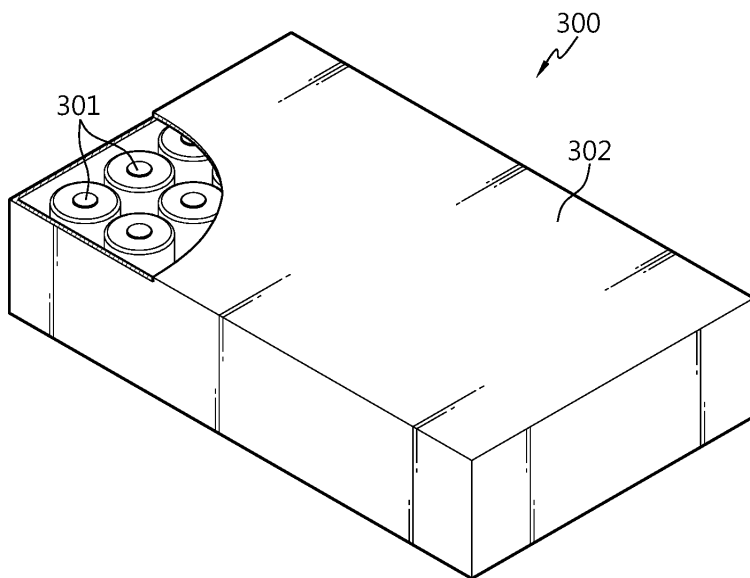
도면14



도면15



도면16



도면17

