(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023 년 5 월 25 일 (25.05.2023)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2023/090577 A1

(51) 국제특허분류:
H01M 50/533 (2021.01) *H01M 50/249* (2021.01)
H01M 50/538 (2021.01) *H01M 50/586* (2021.01)
H01M 10/04 (2006.01) *H01M 50/593* (2021.01)
H01M 50/213 (2021.01) *H01M 50/167* (2021.01)
H01M 50/107 (2021.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/010565

(22) 국제출원일: 2022 년 7 월 19 일 (19.07.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2021-0160469 2021 년 11 월 19 일 (19.11.2021) KR
10-2021-0160474 2021 년 11 월 19 일 (19.11.2021) KR
10-2021-0160823 2021 년 11 월 19 일 (19.11.2021) KR
10-2022-0076274 2022 년 6 월 22 일 (22.06.2022) KR

(71) 출원인: 주식회사 엘지에너지솔루션 (**LG ENERGY SOLUTION, LTD.**) [KR/KR]; 07335 서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1, Seoul (KR).

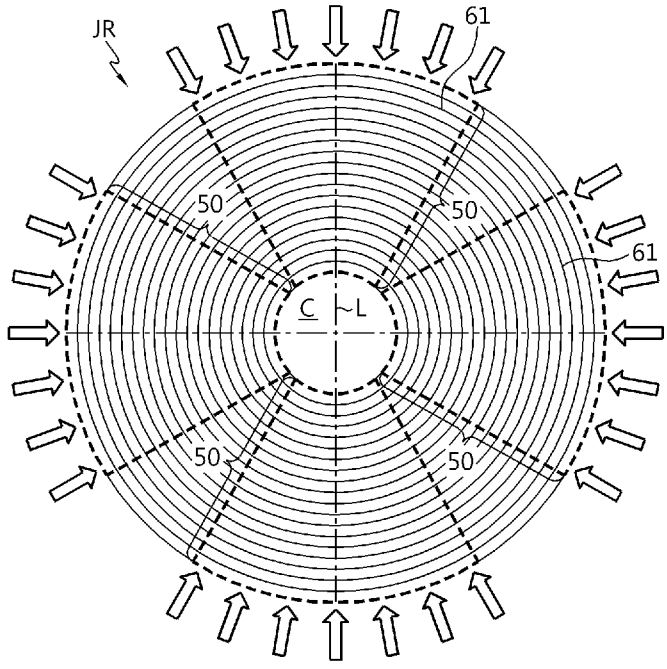
(72) 발명자: 이재은 (**LEE, Jae-Eun**); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 박종식 (**PARK, Jong-Sik**); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 김학균 (**KIM, Hak-Kyun**); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 이제준 (**LEE, Je-Jun**); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 임재원 (**LIM, Jae-Won**); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 최유성 (**CHOE, Yu-Sung**); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 이병구 (**LEE, Byoung-Gu**); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 류덕현 (**RYU, Duk-Hyun**); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 이관희 (**LEE, Kwan-Hee**); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 특허법인 필앤온지 (**PHIL & ONZI INT'L PATENT & LAW FIRM**); 06643 서울특별시 서초구 서초중앙로 36, 3층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) **Title:** ELECTRODE ASSEMBLY, BATTERY, AND BATTERY PACK AND VEHICLE INCLUDING SAME

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



(57) **Abstract:** Disclosed are an electrode assembly, a battery, and a battery pack and vehicle including same. In the electrode assembly, an uncoated portion of an electrode includes a segment fragment section divided into a plurality of segment fragments, and the segment fragment section includes a plurality of segment fragment groups separated by intergroup pitches along the winding direction. One end portion of the electrode assembly includes a plurality of segment fragment alignment units. In winding turns corresponding to the plurality of segment fragment alignment units, the intergroup pitches of the segment fragment groups arranged in the same winding turn are substantially the same, and the pitches between the segment fragment groups are larger in winding turns of regions close to the outer circumferential surface than in winding turns of regions close to a core.

(57) **요약서:** 본 발명은 전극 조립체, 배터리, 및 이를 포함하는 배터리 팩 및 자동차를 개시한다. 전극 조립체에 있어서, 전극의 무지부는 복수의 분절편으로 분할되어 있는 분절편 구간을 포함하고, 상기 분절편 구간은 권취 방향을 따라 그룹간 이격 피치에 의해 분리된 복수의 분절편 그룹들을 포함한다. 상기 전극 조립체의 일측 단부는 복수의 분절편 정렬부를 포함한다. 상기 복수의 분절편 정렬부에 대응되는 권회턴들에 있어서, 동일 권회턴에 배치되는 분절편 그룹들의 그룹간 이격 피치는 실질적으로 서로 동일하며, 상기 분절편 그룹의 이격 피치는 상기 코어 인접 영역의 권회턴보다 상기 외주면 인접 영역의 권회턴에서 더 크다.

WO 2023/090577 A1

[다음 쪽 계속]

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 전극 조립체, 배터리 및 이를 포함하는 배터리 팩 및 자동차

기술분야

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

[2] 본 출원은 2021년 11월 19일 자로 출원된 한국 특허출원번호 제10-2021-0160469호, 제10-2021-0160474호 및 제10-2021-0160823호, 2022년 06월 22일 자로 출원된 한국 특허출원번호 10-2022-0076274호에 대한 우선권주장출원으로서, 해당 출원의 명세서 및 도면에 개시된 모든 내용은 인용에 의해 본 출원에 원용된다.

배경기술

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

[4] 이러한 배터리는 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 주목받고 있다.

[5] 현재 널리 사용되는 배터리의 종류에는 리튬 이온 전지, 리튬 폴리머 전지, 니켈 카드뮴 전지, 니켈 수소 전지, 니켈 아연 전지 등이 있다. 이러한 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.

[6] 한편, 단위 배터리의 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 단자는 전지 하우징의 개방구를 밀봉하는 밀봉체의 캡 플레이트이고, 음극 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.

[7] 1865이나 2170의 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.

[8] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 젤리롤 타입의 전극 조립체의 상단 및 하단에 각각 양극 무지부 및 음극 무지부가 위치하도록 설계하고, 이러한 무지부에 집전판을 용접시켜 집전 효율이 개선된 구조를 갖는 원통형 배터리(소위 탭-리스(Tab-less) 원통형 배터리)이 제시되었다.

[9] 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 집전판이 용접되는 공정을 나타낸다.

[10] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 양극(10)과 음극(11)은 집전체 시트(20)에 활물질(21)이 코팅된 구조를 가지며, 권취 방향(X)을 따라 한쪽 장변 측에 무지부(22)를 포함한다. 장변은 X 축 방향과 평행한 방향으로서 길이가 상대적으로 긴 변을 의미한다.

[11] 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.

[12] 권취 공정 이후, 양극(10)의 무지부(10a)과 음극(11)의 무지부(11a)는 코어측으로 절곡된다. 그 이후에는, 무지부(10a,11a)에 집전판(30, 31)을 각각 용접시켜 결합시킨다.

[13] 양극 무지부(10a)와 음극 무지부(11a)에는 별도의 전극 탭이 결합되어 있지 않으며, 집전판(30, 31)이 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.

[14] 탭-리스 원통형 배터리에서, 무지부(10a,11a)와 집전판(30,31)의 용접 특성을 향상시키기 위해서는 무지부(10a,11a)의 용접 영역에 강한 압력을 가하여 최대한 평평하게 무지부(10a, 11a)를 절곡시켜야 한다.

[15] 무지부(10a,11a)의 용접 영역이 절곡될 때 무지부(10a,11a)의 모양이 불규칙하게 일그러지면서 변형될 수 있다. 이 경우, 변형된 부위가 반대 극성의 전극과 접촉하여 내부 단락을 일으키거나 무지부(10a,11a)에 미세한 크랙을 유발할 수 있다.

[16] 또한, 무지부(10a,11a)가 절곡된 상태로 전극 조립체가 제조되면, 전극 조립체를 전지 하우징에 삽입한 이후에 진행하는 전해질 주입 공정에서

공정성이 저하되는 문제가 있다. 전극 조립체(A)의 상하면 전체를 덮는 무지부(10a,11a)의 절곡 표면영역에는 빈틈이 충분하지 않으므로 전해질이 전극 조립체의 내부 공간으로 스며드는데 많은 시간이 소요되고 전극 조립체(A)의 반경 방향으로 전해질 함침의 균일성이 떨어지기 때문이다.

[17] 따라서, 무지부(10a,11a)의 절곡 품질을 향상시키면서도 전해질 함침성(속도와 균일성)을 개선할 수 있는 무지부(10a,11a)의 구조 개선이 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[18] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 배경하에서 창안된 것으로서, 전극 조립체의 양단에 노출된 무지부를 절곡시킬 때 무지부에 가해지는 응력 스트레스를 완화할 수 있도록 개선된 무지부 구조를 가진 전극 조립체를 제공하는데 그 목적이 있다.

[19] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 전극의 무지부에 복수의 분절편을 적용하고 전극이 권취되었을 때 복수의 분절편이 소정의 방향으로 정렬되어 배치되도록 하고 분절편이 배치되는 않은 영역에서 전극에 형성된 활물질층의 단부를 노출시켜 전해질 함침성(속도 및 균일성)을 개선시킬 수 있는 전극 조립체를 제공하는데 있다.

[20] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 무지부가 절곡되더라도 전해질 주입 통로가 폐색되지 않은 전극 조립체를 제공하는데 있다.

[21] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 전극의 무지부에 분절편 구조를 적용하고 용접 타겟 영역으로 사용되는 영역의 분절편 적층수를 충분히 증가시키는 것에 의해 용접 영역의 물성을 개선한 전극 조립체를 제공하는데 있다.

[22] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 분절편들의 절곡에 의해 형성된 절곡 표면영역에 집전판을 용접시킨 구조를 적용함으로써 에너지 밀도가 향상되고 저항이 감소된 전극 조립체를 제공하는데 있다.

[23] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 상부에서 전기적 배선을 수행할 수 있도록 디자인이 개선된 단자 및 집전판을 포함하는 배터리를 제공하는데 있다.

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

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

과제 해결 수단

[26] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 전극 조립체는, 제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 권취 축을 중심으로 권취됨으로써 코어와 외주면을 정의한 전극 조립체일 수 있다.

[27] 상기 제1전극은, 권취 방향을 따라 활물질층이 코팅되어 있는 제1활물질부와, 활물질층이 코팅되지 않으며 상기 분리막의 외부로 돌출된 제1무지부를 포함할 수 있다.

[28] 상기 제1무지부는 권취 방향을 따라 마련된 복수의 절단홈에 의해 독립적으로 절곡 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있는 분절편 구간을 포함할 수 있다.

[29] 상기 분절편 구간은 상기 권취 방향을 따라 그룹간 이격 피치에 의해 분리된 복수의 분절편 그룹들을 포함하고, 상기 전극 조립체의 일측 단부는 상기 복수의 분절편 그룹들이 반경 방향을 따라 중첩되면서 정렬된 복수의 분절편 정렬부를 포함할 수 있다.

[30] 분절편 정렬부에 포함된 복수의 분절편이 반경 방향으로 중첩된다는 것은 코어 중심으로부터 분절편 정렬부를 통과하는 소정 직선을 그었을 때 모든 분절편이 해당 직선과 교차하는 것을 의미한다.

[31] 각 분절편 정렬부에 포함된 분절편들은 반경 방향을 따라 절곡되어 절곡 표면영역을 형성할 수 있다.

[32] 상기 복수의 분절편 정렬부에 대응되는 권회턴들에 있어서, 동일 권회턴에 배치되는 분절편 그룹들의 그룹간 이격 피치는 실질적으로 서로 동일하며, 상기 분절편 그룹의 이격 피치는 상기 코어 인접 영역의 권회턴보다 상기 외주면 인접 영역의 권회턴에서 더 클 수 있다.

[33] 각 분절편 정렬부는, 상기 그룹간 이격 피치가 상기 코어 인접 영역의 권회턴으로부터 상기 외주면 인접 영역의 권회턴으로 갈수록 단계적 또는 점진적으로 증가하는 반경 구간을 포함할 수 있다.

[34] 상기 절곡 표면영역은 상기 전극 조립체의 일측 단부의 표면을 부분적으로 덮을 수 있다.

[35] 상기 절곡 표면영역은 근사적으로 기하학적 도형의 형상을 가지며, 상기 기하학적 도형 내에 위치하는 분절편 그룹들의 권취 방향 폭은 상기 전극 조립체의 반경 방향을 따라서 단계적 또는 점진적으로 증가할 수 있다.

[36] 상기 기하학적 도형은 부채꼴 형상일 수 있다.

[37] 대안적으로, 상기 기하학적 도형은 사각형 또는 사다리꼴 형상일 수 있다.

[38] 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역들 사이에는, 상기 제1활물질부의 단부가 상기 분리막의 단부보다 상기 전극 조립체의 내측을 향해 리세스(recess)되고 상기 분리막의 권회턴들 사이에서 노출되어 있는 전해질 함침부가 구비될 수 있다.

[39] 상기 복수의 분절편 정렬부는 상기 코어의 중심을 기준으로 방사상으로 연장될 수 있다.

[40] 상기 전해질 함침부는 복수개이고, 상기 복수개의 전해질 함침부는 상기 코어의 중심을 기준으로 방사상으로 연장될 수 있다.

[41] 상기 복수의 분절편 정렬부는 상기 전극 조립체의 권취 축 방향에서 보았을 때, 상기 코어 중심을 기준으로 열십자(十) 형상, 방사상(X) 또는 직선상으로 연장될

수 있다.

[42] 상기 코어의 중심과 상기 절곡 표면영역과 근사적으로 대응되는 도형의 기하학적 중심(geometric center)을 연결한 선을 각도 측정선이라고 정의할 때, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역들의 각도 측정선 사이의 각도는 실질적으로 동일할 수 있다.

[43] 상기 코어의 중심과 상기 절곡 표면영역과 근사적으로 대응되는 도형의 기하학적 중심을 연결한 선을 각도 측정선이라고 정의할 때, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역들의 각도 측정선 사이의 각도는 30±10°, 40도±10°, 45도±10°, 60도±10°, 72도±10°, 90도±10°, 120도±10° 또는 180도±10°일 수 있다.

[44] 상기 코어의 중심과 상기 절곡 표면영역과 근사적으로 대응되는 도형의 기하학적 중심을 연결한 선을 각도 측정선이라고 정의할 때, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역들의 각도 측정선 사이의 각도는 90°±10°이고, 동일한 권회턴에 배치된 분절편 그룹들 간의 그룹간 이격 거리는 8mm 내지 50mm 범위 내에서 설정될 수 있다. 여기서, 상기 그룹간 이격 거리는 권회턴수가 증가함에 따라 단계적 또는 점진적으로 증가할 수 있다.

[45] 상기 코어의 중심과 상기 절곡 표면영역과 근사적으로 대응되는 도형의 기하학적 중심을 연결한 선을 각도 측정선이라고 정의할 때, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역들의 각도 측정선 사이의 각도는 180°±10°이고, 동일한 권회턴에 배치된 분절편 그룹들 간의 그룹간 이격 거리는 30mm 내지 90mm 범위 내에서 설정될 수 있다. 여기서, 상기 그룹간 이격 거리는 권회턴수가 증가함에 따라 단계적 또는 점진적으로 증가할 수 있다.

[46] 상기 분절편의 각각은 하나 이상의 직선, 하나 이상의 곡 선 또는 이들의 조합이 연결된 기하학적 도형의 형태를 가질 수 있다.

[47] 상기 분절편의 각각은 하부의 폭이 상부의 폭보다 클 수 있다.

[48] 상기 분절편의 각각은 절곡된 하부에서 상부로 갈수록 폭이 단계적 또는 연속적으로 감소하는 테이퍼(taper)진 형태를 가질 수 있다.

[49] 상기 분절편 정렬부는 상기 전극 조립체의 코어측으로부터 외주측으로 분절편의 높이가 제1높이(h_1) 내지 제N-1높이(h_N, N은 3 이상의 자연수)까지 단계적으로 증가하는 높이 가변 구간과 제N높이(h_N, h_{N-1}보다 큼)로 균일하게 유지되는 높이 균일 구간을 포함할 수 있다.

[50] 높이 h_k(k는 1 내지 N의 자연수)를 가지는 분절편이 포함된 권회턴의 시작 반경을 r_k, 코어의 반경을 r_c 라고 할 때, 분절편의 높이 h_k는 다음 수식을 만족할 수 있다.

[51] $2mm \leq h_k \leq r_k - \alpha * r_c$($\alpha$는 0.90 내지 1)

[52]

[53] 상기 분절편 정렬부는, 상기 권취 축 방향에 따른 단면을 기준으로, 반경 방향을 따라 순차적으로, 분절편이 존재하지 않는 분절편 생략 구간, 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간 및 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을

포함하고, 상기 복수의 분절편은 상기 높이 가변 구간 및 상기 높이 균일 구간에 배치될 수 있다.

[54] 상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로, 상기 절곡 표면영역의 임의 반경 위치에서 상기 권취 축 방향과 평행한 가상의 선과 만나는 분절편 수를 해당 반경 위치에서의 분절편 적층수라고 정의할 때, 상기 절곡 표면영역은 코어측으로부터 외주측으로 가면서 분절편의 적층수가 균일한 적층수 균일구간과 상기 적층수 균일구간의 외측에 위치하고 상기 분절편의 적층수가 상기 외주측으로 갈수록 감소하는 적층수 감소구간을 포함할 수 있다.

[55] 상기 적층수 균일구간에서 상기 분절편의 적층수는 10 내지 35일 수 있다.

[56] 상기 제1전극은 양극이고, 상기 적층수 균일구간에서 상기 분절편의 적층두께는 100um 내지 875um일 수 있다.

[57] 상기 제1전극은 음극이고, 상기 적층수 균일구간에서 상기 분절편의 적층두께는 50um 내지 700um일 수 있다.

[58] 상기 제2전극은 권취 방향을 따라 활물질층이 코팅되어 있는 제2활물질부와 활물질층이 코팅되지 않은 제2무지부를 포함하고, 상기 제2무지부는 권취 방향을 따라 마련된 복수의 절단홈에 의해 독립적으로 절곡 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있는 분절편 구간을 포함하고, 상기 제2무지부의 분절편 구간은 상기 권취 방향을 따라 그룹간 이격 피치에 의해 분리된 복수의 분절편 그룹들을 포함하고, 상기 전극 조립체의 타측 단부는 상기 제2무지부의 상기 복수의 분절편 그룹들이 반경 방향을 따라 중첩되면서 정렬된 복수의 분절편 정렬부를 포함하고, 상기 제2무지부의 각 분절편 정렬부에 포함된 분절편들은 반경 방향을 따라 절곡되어 절곡 표면영역을 형성하고, 상기 제2무지부의 복수의 분절편 정렬부에 대응되는 권회턴들에 있어서, 동일 권회턴에 배치되는 분절편 그룹들의 그룹간 이격 피치는 실질적으로 서로 동일하며, 상기 분절편 그룹들의 그룹간 이격 피치는 상기 코어 인접 영역의 권회턴보다 상기 외주면 인접 영역의 권회턴에서 더 클 수 있다.

[59] 상기 전극 조립체의 일측 단부에 포함된 복수의 분절편 정렬부와 상기 전극 조립체의 타측 단부에 포함된 복수의 분절편 정렬부는 서로 면대칭을 이루도록 배치될 수 있다.

[60] 상기 전극 조립체의 총 권회턴수는 20 내지 55이고, 35mm 내지 50mm의 직경을 가질 수 있다.

[61] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 배터리는, 상술한 특징들 중 적어도 하나 이상을 포함하는 전극 조립체를 포함할 수 있다.

[62] 상기 배터리는, 또한 상기 전극 조립체가 수납되며, 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 하나와 전기적으로 연결되어 제1극성을 띠는 배터리 하우징; 상기 배터리 하우징의 개방단을 밀봉하는 밀봉체; 및 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 다른 하나와 전기적으로 연결되고, 표면이 외부로 노출된 제2극성을 띠는 단자를 포함할 수 있다.

[63] 상기 배터리는, 상기 배터리 하우징의 개방단의 외주면을 상기 배터리 하우징의 내측으로 압입시켜 형성한 비딩부; 상기 절곡 표면영역과 전기적으로 결합된 집전판; 및 상기 집전판을 커버하며, 가장자리가 상기 비딩부의 내주면과 상기 집전판 사이에 개재되어 고정된 인슐레이터를 더 포함할 수 있다.

[64] 상기 배터리에 있어서, 상기 전극 조립체의 코어에는 공동이 구비되고, 상기 공동은 상기 절곡 표면영역에 의해 폐색되지 않고 외부로 개방되어 있을 수 있다.

[65] 상기 밀봉체는, 상기 배터리 하우징의 개방단을 밀폐하는 캡 플레이트와, 상기 캡 플레이트의 가장자리를 감싸며 상기 배터리 하우징의 상단부에 클림핑된 가스켓을 포함하며, 상기 제2극성을 띠는 단자는 상기 캡 플레이트일 수 있다.

[66] 상기 배터리는, 상기 제1극성을 띠는 제2전극의 무지부와 전기적으로 연결되고 상기 배터리 하우징의 측벽에 가장자리의 적어도 일부가 결합된 집전판을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 밀봉체는, 극성이 없는 캡 플레이트와, 상기 캡 플레이트의 가장자리를 감싸며 상기 배터리 하우징의 상단부에 클림핑되는 가스켓을 포함하고, 상기 배터리 하우징은 폐쇄면의 중앙부에 형성된 관통 홀에 절연 가능하게 설치되고 상기 제1전극과 전기적으로 연결되어 상기 제2극성을 띠는 리벳 단자를 포함할 수 있다.

[67] 본 발명에 따른 기술적 과제는, 상술한 특징들 중 적어도 하나 이상을 포함하는, 복수개의 배터리를 포함하는 배터리 팩에 의해 달성될 수 있다.

[68] 본 발명에 따른 기술적 과제는 또한 상기 배터리 팩을 포함하는 자동차에 의해서도 달성될 수 있다.

발명의 효과

[69] 본 발명의 일 측면에 따르면, 전극 조립체의 상부 및 하부에 돌출된 무지부 자체를 전극 탭으로서 사용함으로써 배터리의 내부 저항을 감소시키고 에너지 밀도를 증가시킬 수 있다.

[70] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전극 조립체의 무지부 구조를 개선하여 무지부가 절곡될 때 무지부가 찢어지는 현상을 방지하고 무지부의 중첩 레이어 수를 충분히 증가시켜 집전판의 용접 강도를 향상시킬 수 있다.

[71] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전극의 무지부에 복수의 분절편을 적용하고 전극이 권취되었을 때 복수의 분절편이 소정의 방향으로 정렬되어 배치되도록 하고 분절편이 배치되는 않은 영역에서 전극에 형성된 활물질층의 단부를 분리막의 권회턴 사이에서 노출시켜 전해질의 함침성(속도와 균일성)을 증가시킬 수 있다.

[72] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 용접 타겟 영역으로 사용되는 영역의 분절편 적층수를 충분히 증가시키는 것에 의해 집전판이 용접되는 영역의 물성을 개선할 수 있다.

[73] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 분절편들의 절곡에 의해 형성된 절곡

표면영역에 집전판을 용접시킨 구조를 적용함으로써 에너지 밀도가 향상되고 저항이 감소된 전극 조립체를 제공하는데 있다.

[74] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상부에서 전기적 배선을 수행할 수 있도록 디자인이 개선된 원통형 배터리를 제공할 수 있다.

[75] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전극 조립체의 코어에 인접한 무지부 구조를 개선하여 무지부가 절곡될 때 전극 조립체의 코어에 있는 공동이 폐색되는 것을 방지하여 전해질 주입 공정과 전지 하우징(또는 리벳 단자)과 집전판의 용접 공정을 용이하게 진행할 수 있다.

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

[77] 특히, 본 발명은 높이 대비 직경의 비율이 0.4 이상이며 저항이 4mohm 이하인 원통형 배터리와 이를 포함하는 배터리 팩 및 자동차를 제공할 수 있다.

[78] 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

[79] 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.

[80] 도 1은 종래의 탭-리스 원통형 배터리의 제조에 사용되는 전극의 구조를 나타내는 평면도이다.

[81] 도 2는 종래의 탭-리스 원통형 배터리의 전극 권취 공정을 나타낸 도면이다.

[82] 도 3은 종래의 탭-리스 원통형 배터리에 있어서 무지부의 절곡 표면영역에 집전판이 용접되는 공정을 나타낸다.

[83] 도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 전극의 구조를 나타낸 평면도이다.

[84] 도 4b는 본 발명의 실시예에 따라 분절편의 권취 방향 폭, 권취 축 방향 높이 및 권취 방향의 피치와 분절편 그룹들 사이의 그룹간 이격 피치의 정의를 나타낸 도면이다.

[85] 도 4c는 본 발명의 실시예에 따라 전극이 권취되었을 때, 분절편의 폭(D)이 정의되는 분절편의 하단이 형성하는 원호(A_1A_2)를 전극 조립체의 코어 중심(O)을 기준으로 도시한 도면이다.

[86] 도 4d는 본 발명의 실시예에 따른 분절편 정렬부를 통과하도록 전극 조립체를 권취축 방향으로 자른 부분 단면도로서, 분절편의 높이 h_1, h_2, h_3, h_4, 코어 반경(r_c), 분절편이 나타나기 시작하는 권회턴의 반경 r_1, r_2, r_3, r_4의 관계를 모식적으로 나타낸 도면이다.

[87] 도 4e는 본 발명의 실시예에 따른 분절편의 높이 가변 구간에서 분절편의 높이(H)에 대한 최대값(h_{max})을 결정하기 위한 개념도이다.

[88] 도 4f는 본 발명의 실시예에 따라 분절편의 하부 내각(θ)을 결정하는 수식을 설명하기 위한 모식도이다.

[89] 도 4g는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전극의 구조를 나타낸 평면도이다.

[90] 도 4h는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전극의 구조를 나타낸 평면도이다.

[91] 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 분절편들이 절곡되어 형성되는 절곡 표면영역이 전극 조립체의 단부 전체를 덮은 구조를 나타낸 부분 사시도이다.

[92] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 실시예에 따라 전극 조립체의 단부에 분절편 정렬부가 형성되는 복수의 영역과 분절편 정렬부에 포함된 분절편들이 절곡되면서 형성된 절곡 표면영역을 각각 나타낸 상부 평면도들이다.

[93] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 다른 실시예에 따라 전극 조립체의 단부에 분절편 정렬부가 형성되는 복수의 영역과 분절편 정렬부에 포함된 분절편들이 절곡되면서 형성된 절곡 표면영역을 각각 나타낸 상부 평면도들이다.

[94] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 전극 조립체의 단부에 형성된 절곡 표면영역을 나타낸 상부 평면도이다.

[95] 도 9는 본 발명의 다양한 변형예에 따른 분절편 구조를 나타낸 도면이다.

[96] 도 10는 본 발명의 실시예에 따라 분절편이 전극 조립체의 코어 측으로 절곡되면서 형성된 절곡 표면영역의 단면을 나타낸 모식도이다.

[97] 도 11a는 실시예 1-1 내지 1-7과 비교예에 따른 전극 조립체들의 상부에 형성된 양극의 절곡 표면영역에서 반경 방향을 따라서 분절편의 적층수를 카운트한 결과를 나타낸 그래프들이다.

[98] 도 11b는 실시예 2-1 내지 2-5, 실시예 3-1 내지 3-4, 실시예 4-1 내지 4-3 및 실시예 5-1 내지 실시예 5-2에 대해 전극 조립체들의 상부에 형성된 양극의 절곡 표면영역에서 반경 방향을 따라 측정한 분절편의 적층수를 카운트한 결과를 나타낸 그래프들이다.

[99] 도 11c는 실시예 6-1 내지 6-6과 실시예 7-1 내지 7-6에 대해 전극 조립체의 상부에 형성된 양극의 절곡 표면영역에서 반경 방향을 따라 측정한 분절편의 적층수를 카운트한 결과를 나타낸 그래프들이다.

[100] 도 12는 본 발명의 실시예에 따라 분절편의 절곡 표면영역에 적층수 균일구간(b1)과 적층수 감소구간(b2)을 나타낸 전극 조립체의 상부 평면도이다.

[101] 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 전극을 제1전극(양극) 및 제2전극(음극)에 적용한 젤리롤 타입의 전극 조립체를 자르되, 분절편 정렬부를 통과하도록 Y축 방향(권취 축 방향)을 따라 자른 단면도이다.

[102] 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전극을 제1전극(양극) 및 제2전극(음극)에 적용한 젤리롤 타입의 전극 조립체를 자르되, 분절편 정렬부를 통과하도록 Y축 방향(권취 축 방향)을 따라 자른 단면도이다.

[103] 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전극을 제1전극(양극) 및

제2전극(음극)에 적용한 젤리롤 타입의 전극 조립체를 자르되, 분절편 정렬부를 통과하도록 Y축 방향(권취 축 방향)을 따라 자른 단면도이다.

[104] 도 16은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전극을 제1전극(양극) 및 제2전극(음극)에 적용한 젤리롤 타입의 전극 조립체를 자르되, 분절편 정렬부를 통과하도록 Y축 방향(권취 축 방향)을 따라 자른 단면도이다.

[105] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 원통형 배터리를 자르되 분절편 정렬부에 포함된 분절편들의 절곡 표면영역을 통과하도록 Y축 방향을 따라 자른 단면도이다.

[106] 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 원통형 배터리를 자르되 분절편 정렬부에 포함된 분절편들의 절곡 표면영역을 통과하도록 Y축 방향을 따라 자른 단면도이다.

[107] 도 19는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 원통형 배터리를 자르되 분절편 정렬부에 포함된 분절편들의 절곡 표면영역을 통과하도록 Y축 방향을 따라 자른 단면도이다.

[108] 도 20은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 원통형 배터리를 자르되 분절편 정렬부에 포함된 분절편들의 절곡 표면영역을 통과하도록 Y 축을 따라 자른 단면도이다.

[109] 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1집전판의 구조를 나타낸 상부 평면도이다.

[110] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2집전판의 구조를 나타낸 사시도이다.

[111] 도 23은 복수의 원통형 배터리들이 전기적으로 연결된 상태를 나타낸 상부 평면도이다.

[112] 도 24는 도 23의 부분 확대도이다.

[113] 도 25는 본 발명의 실시예에 따른 배터리 팩의 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.

[114] 도 26은 본 발명의 실시예에 따른 배터리 팩을 포함하는 자동차를 개략적으로 나타낸 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

[115] 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.

[116] 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.

[117] 또한, 발명의 이해를 돕기 위하여, 첨부된 도면은 실제 축척대로 도시된 것이 아니라 일부 구성요소의 치수가 과장되게 도시될 수 있다. 또한, 서로 다른 실시예에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조번호가 부여될 수 있다.

[118] 2 개의 비교 대상이 '동일'하다는 언급은 '실질적으로 동일'한 것을 의미한다. 따라서 실질적 동일은 당업계에서 낮은 수준으로 간주되는 편차, 예를 들어 5% 이내의 편차를 가지는 경우를 포함할 수 있다. 또한, 영역에서 어떠한 파라미터가 균일하다는 것은 해당 영역에서 평균적 관점에서 균일하다는 것을 의미할 수 있다.

[119] 또한, "약" 또는 "대략" 등의 용어는 해당 용어가 사용된 수와 관련하여 그 수를 기준으로 1%, 2%, 3%, ..., 20% 정도의 편차를 가지는 경우를 지칭한다.

[120] 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.

[121] 명세서 전체에서, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 각 구성요소는 단수일 수도 있고 복수일 수도 있다.

[122] 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.

[123] 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.

[124] 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.

[125] 본 명세서에서 젤리롤 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.

[126] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 전극 조립체에 관해 설명한다. 전극 조립체는 쉬트 형상을 가진 제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 일

방향으로 권취된 구조를 가진 젤리롤 타입의 전극 조립체이다.

[127] 바람직하게, 제1전극 및 제2전극 중 적어도 하나는 권취 방향의 장변 단부에 활물질이 코팅되지 않은 무지부를 포함한다. 무지부의 적어도 일부는 그 자체로서 전극 탭으로서 사용된다. 즉, 무지부에는 스트립 형태의 탭이 별도로 부착되지 않고, 무지부의 일부가 탭으로서 사용된다.

[128] 도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 전극(60)의 구조를 나타낸 평면도이고, 도 4b는 분절편(61)의 파라미터와 분절편 그룹(61g)간 이격 피치의 정의를 나타낸 도면이다.

[129] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 실시예의 전극(60)은 시트 형상의 집전체(41) 및 활물질층(42)을 포함한다. 집전체(41)는 금속 포일로 이루어질 수 있다. 금속 포일은 전도성이 있는 금속, 예컨대 알루미늄 또는 구리일 수 있다. 집전체 (41)는 전극(60)의 극성에 따라 적절하게 선택될 수 있다. 금속 포일은 금속 메쉬 등으로 대체 가능하다. 금속 포일은 절연성 필름으로 이루어진 기재의 양쪽 표면에 금속 박막을 코팅한 구조를 가질 수 있다. 집전체(41)의 적어도 일면에 활물질층(42)이 형성된다. 활물질층(42)은 권취 방향(X)을 따라 형성된다. 전극(60)은 권취 방향(X)의 장변 단부에 무지부(43)를 포함한다. 무지부(43)는 활물질이 코팅되지 않은 집전체(41)의 일부 영역이다. 전극(60)에 있어서, 활물질층(42)이 형성된 집전체(41)의 영역은 활물질부라고 명명될 수 있다.

[130] 전극(60)에서 집전체(41)의 단변을 따르는 방향의 폭은 60mm 내지 70mm일 수 있고, 집전체(41)의 장변을 따르는 방향의 길이는 3m 내지 5m일 수 있다. 따라서, 전극(60)의 장변 대비 단변의 비율은 1.2% 내지 2.3%일 수 있다. 이 비율은 1865 또는 2170의 폼 팩터를 가진 원통형 배터리에서 사용되는 전극의 장변 대비 단변 비율 6% 내지 11% 수준보다 현저하게 작다.

[131] 바람직하게, 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 분리막을 사이에 두고 대향하고 있는 극성이 다른 두 전극 사이의 단락을 방지한다. 절연 코팅층(44)은 0.3mm 내지 5mm의 폭으로 활물질층(42)과 무지부(43)의 경계 부분을 덮을 수 있다. 절연 코팅층(44)은 고분자 수지를 포함하고, Al_2O_3, SiO_2와 같은 무기물 필러를 포함할 수 있다. 절연 코팅층(44)이 덮고 있는 집전체(41) 부분은 활물질층이 코팅된 영역이 아니므로 무지부로서 간주될 수 있다.

[132] 무지부(43)는 코어측에 인접한 제1부분(B1)과, 외주측에 인접한 제2부분(B2)과, 제1부분(B1)과 제2부분(B2) 사이에 개재되는 제3부분(B2)을 포함한다. 코어와 외주는 전극(60)이 전극 조립체로서 권취되었을 때 전극 조립체의 중심 영역과 외주면을 지칭한다.

[133] 제1부분(B1), 제2부분(B3) 및 제3부분(B2) 중에서 제3부분(B2)의 길이가 가장 길며, 전극(60)의 대부분의 길이를 차지한다. 제1부분(B1)은 전극 조립체의 코어와 인접하는 복수의 권회턴을 형성할 수 있다. 제2부분(B2)은 전극 조립체의

외주와 인접하는 하나 이상의 권회턴을 형성할 수 있다.

[134] 제3부분(B2)은 분절편 구간에 해당한다. 분절편 구간은 무지부(43)가 복수의 분절편(61)으로 분할된 구조를 가진다. 분절편(61)은 독립적으로 절곡이 가능하다.

[135] 일 측면에서, 분절편(61)의 각각은 하부의 폭이 상부의 폭보다 클 수 있다. 다른 측면에서, 분절편(61)의 각각은 하부에서 상부로 갈수록 폭이 단계적 또는 연속적으로 감소하는 테이퍼(taper)진 형태를 가질 수 있다.

[136] 바람직하게, 분절편(61)은 사다리꼴 형상을 가질 수 있다. 대안적으로, 분절편(61)은 사각형, 평형사변형, 반원형, 반타원형 등의 형상을 가질 수 있다. 후술하겠지만, 분절편(61)의 기하학적 형태는 여러 가지로 변형이 가능하다.

[137] 분절편(61)은 레이저로 노칭된 것일 수 있다. 대안적으로, 분절편(61)은 초음파 커팅이나 타발 등 공지의 금속박 커팅 공정으로 형성할 수 있다.

[138] 제3부분(B2)은 권취 방향(X)을 따라 배치된 복수의 분절편 그룹(61g)들을 포함한다. 각 분절편 그룹(61g)은 하나 이상의 분절편(61)을 포함한다. 권취 방향(X)으로 인접하는 분절편 그룹(61g)들은 그룹간 이격 간격(PG)에 의해 분리되어 있다.

[139] 전극(60)이 전극 조립체의 양극 또는 음극으로서 권취되었을 때, 분절편 그룹(61g)들은 전극 조립체의 일측 단부에서 반경 방향을 따라 정렬됨으로써 도 6a에 도시된 바와 같이 복수의 분절편 정렬부(50)를 형성한다. 상기 분절편 정렬부(50)는 전극 조립체(JR)의 반경 방향을 따라 중첩되도록 배열되어 있는 분절편 그룹(61g)들의 집합체를 일컫는다.

[140] 분절편 정렬부(50)에 포함된 복수의 분절편이 반경 방향으로 중첩된다는 것은 코어 중심으로부터 분절편 정렬부(50)를 통과하는 소정 직선을 그었을 때 모든 분절편(61)들이 해당 직선과 교차하는 것을 의미한다.

[141] 각 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들은 도 6b에 도시된 바와 같이 코어(C)를 향해 절곡되어 절곡 표면영역(F)을 형성한다. 분절편(61)들이 절곡되었을 때, 절곡 표면영역(F)은 분절편 정렬부(50)의 상부 영역에 해당한다.

[142] 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들의 절곡을 위해 지그 등을 이용하여 분절편(61)에 절곡 힘(bending force)이 인가될 수 있다. 절곡 힘은 도 6a에서 화살표로 나타낸 바와 같이 여러 방향에서 인가되는 것이 바람직하다.

[143] 분절편 정렬부(50) 또는 절곡 표면영역(F)은 전극 조립체의 권취 축 방향에서 보았을 때 근사적으로 기하학적 도형의 형상을 가진다. 상기 기하학적 도형 내에 위치하는 분절편 그룹(61g)들의 권취 방향 폭은 전극 조립체의 반경 방향을 따라서 단계적 또는 점진적으로 증가할 수 있다.

[144] 분절편 정렬부(50) 또는 절곡 표면영역(F)은 전극 조립체의 권취 축 방향에서 보았을 때 대략 부채꼴 모양을 가질 수 있다. 대안적으로, 분절편 정렬부(50) 또는 절곡 표면영역(F)은 전극 조립체의 권취 축 방향에서 보았을 때 직사각형 또는 사다리꼴 형상을 가질 수 있다.

[145] 분절편 정렬부(50) 또는 절곡 표면영역(F)이 직사각형 형상을 가질 때, 마주보는 단변의 중심을 연결한 선이 전극 조립체의 반경 방향을 따르도록, 분절편 정렬부(50) 또는 절곡 표면영역(F)이 배치될 수 있다.

[146] 분절편 정렬부(50) 또는 절곡 표면영역(F)이 사다리꼴 형상을 가질 때, 마주보는 단변과 장변의 중심을 연결한 선이 전극 조립체의 반경 방향을 따르며 단변이 전극 조립체의 코어를 향하도록, 분절편 정렬부(50) 또는 절곡 표면영역(F)이 배치될 수 있다.

[147] 복수의 분절편 정렬부(50)에 대응되는 권회턴들에 있어서, 동일 권회턴에 배치되는 분절편 그룹(61g)들의 그룹간 이격 피치(PG)는 실질적으로 서로 동일한다. 여기서, 그룹간 이격 피치(PG)가 실질적으로 동일하다 함은 그룹간 이격 피치(PG)의 편차가 0%인 경우는 물론이고 그룹간 이격 피치(PG)의 편차가 10% 이하 또는 5% 이하인 경우도 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[148] 분절편 그룹(61g)의 그룹간 이격 피치(PG)는 코어(C) 인접 영역의 권회턴보다 외주면 인접 영역의 권회턴에서 더 클 수 있다.

[149] 바람직하게, n번째 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 그룹간 이격 피치(PG)보다 n+1번째 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 그룹간 이격 피치(PG)가 더 클 수 있다. 여기서, 권회턴은, 제1부분(B1)과 가장 인접한 첫번째 분절편(61)의 위치를 기준점으로 하여 전극이 한턴씩 권취될 때마다 1씩 증가시키면서 계수할 수 있다.

[150] 일 실시예에서, k번째 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 그룹간 이격 피치를 PG_k라고 할 때, PG_k는 권회턴의 인덱스 k가 증가함에 따라 비례적으로 증가할 수 있다.

[151] 다른 실시예에서, k번째 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 그룹간 이격 피치를 PG_k라고 할 때, PG_k는 권회턴의 인덱스 k가 소정 간격으로 증가할 때마다 비례적으로 증가할 수 있다.

[152] 따라서, 각 분절편 정렬부(50)는, 그룹간 이격 피치(PG)가 코어 인접 영역의 권회턴으로부터 외주면 인접 영역의 권회턴으로 갈수록 단계적 또는 점진적으로 증가하는 반경 구간을 포함할 수 있다.

[153] 분절편 정렬부(50)의 수는 각 권회턴에 포함되는 분절편 그룹(61g)의 수에 대응한다.

[154] 일 예에서, 도 4a, 도 6a 및 도 6b에 도시된 바와 같이, 권회턴에 배치된 분절편 그룹(61g)의 수가 4개이면, 분절편 정렬부(50) 및 절곡 표면영역(F)의 수도 각각 4개이다.

[155] 다른 예에서, 도 4a에 도시된 전극(60)의 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 수가 2개로 감소하면, 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이, 분절편 정렬부(50) 및 절곡 표면영역(F)의 수도 각각 2개로 감소한다.

[156] 한편, 도 6a 및 도 7a에는, 분절편 그룹(61g)들이 반경 방향을 따라 규칙적으로 정렬된 것으로 도시되어 있다. 하지만 분절편 그룹(61g)의 정렬 위치는 각

권회턴을 구성하는 전극의 두께 편차나 권취 공정의 불완전성으로 인해 설계 위치로부터 시계 반형 또는 반시계 방향으로 소정 각도 회전될 수 있음은 당업자에게 자명하다.

[157] 도 6b 및 도 7b를 참조하면, 절곡 표면영역(F)은 전극 조립체의 일측 단부의 표면을 부분적으로 덮는다. 따라서, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역(F)들 사이에서는, 활물질층의 단부가 분리막의 단부보다 전극 조립체의 내측을 향해 리세스(recess)되고 분리막의 권회턴들 사이에서 노출되어 있는 전해질 함침부(55)가 구비된다.

[158] 전해질 함침부(55)는 제2절단홈(63')이 형성된 무지부(43) 영역이 권취되면서 형성된 권회턴들의 부분에 해당한다. 전해질 함침부(55)는 전해질(EL)이 주로 함침될 수 있는 구간으로서 권취 축 방향(Y)으로 절곡 표면영역(F)의 높이보다 낮은 높이를 갖는다. 전해질 함침부(55)에는 분리막(Se)의 외부로 돌출된 분절편(61)이 존재하지 않는다. 또한, 전해질 함침부(55)에서는 전극 조립체(JR)의 반경 방향으로 인접하는 분리막(Se)들 사이에서 양극(E1)의 활물질층(a1)과 음극(E2)의 활물질층(a2) 단부가 분리막(Se)의 단부보다 소정 간격 하부로 리세스되어 이격되어 있다. 따라서, 양극(E1)과 음극(E2) 사이의 절연이 유지될 수 있다. 실시예에서, 이격 거리는 0.6mm 내지 1mm일 수 있다. 양극(E1)과 음극(E2)의 단부 중 적어도 하나에는 절연 코팅층(44)이 형성되어 있을 수 있다. 양극(E1)의 단부는 활물질층(a1)의 두께가 점진적으로 감소하는 슬라이딩부를 포함할 수 있다. 도 6b 및 도 7b에 도시된 전극과 분리막의 배치 구조는 전극 조립체(JR)의 하부에도 적용될 수 있다. 바람직하게, 전극 조립체(JR)의 하부에서 절연 코팅층(44)과 슬라이딩부는 음극(E2)의 단부에 형성될 수 있다.

[159] 전해질(EL)은 분리막(Se)들의 단부 사이에 구비된 갭을 통해 양극(E1)과 음극(E2)에 직접적으로 접촉되면서 전극 조립체(JR)의 내부로 함침될 수 있다. 구체적으로, 전극조립체(JR)의 상부로 적하된 전해질(EL)은 양극(E1) 및 음극(E2)의 단부와 분리막(Se)의 단부에 동시에 접촉되면서 빠르게 전극 조립체(JR)의 내부로 스며들게 된다. 이로써, 전해질 함침성(속도 및 균일성)이 현저하게 개선될 수 있는 것이다.

[160] 도 5는 무지부(43)에 분절편 그룹(61g)의 이격 구조가 없고 분절편(61)들이 권취 방향을 따라 연속적으로 배열된 전극(60')을 이용하여 권취된 전극 조립체(JR)의 상부 표면을 나타낸 부분 사시도이다.

[161] 도 5를 참조하면, 절곡 표면영역(F)에는 권취 축 방향에서 보았을 때 전해질이 전극 조립체(JR) 내부로 직접적으로 침투할 수 있는 갭이 실질적으로 존재하지 않는다. 따라서, 본 발명의 실시예와 비교하여 전해질 함침성(속도 및 균일성)이 양호하지 않다.

[162] 다시 4a를 참조하면, 각 분절편 그룹(61g)에 있어서, 권취 방향(X)으로 인접하는 분절편(61) 사이에는 제1절단홈(63)이 개재된다. 또한, 권취 방향(X)으로

인접하는 분절편 그룹(61g) 사이에는 제2절단홈(63')이 개재된다. 권취 방향(X)에서, 제2절단홈(63')의 폭이 제1절단홈(63)의 폭보다 크다. 제1절단홈(63)과 제2절단홈(63')은 노칭 공정에서 함께 형성될 수 있다.

[163] 제1절단홈(63)은 도 4b에 도시된 바와 같이 평평한 저부(63a)와 이것과 인접한 라운드부(63b)와 분절편(61)의 측부(63c)를 포함한다. 유사하게, 제2절단홈(63')도 평평한 저부(63'a)와 이것과 인접한 라운드부(63'b)와 분절편(61)의 측부(63'c)를 포함한다. 제1절단홈(63) 저부(63a)의 레벨과 제2절단홈(63') 저부(63')의 레벨은 실질적으로 동일할 수 있다.

[164] 라운드부(63c, 63'c)는 분절편(61)이 절곡될 때 응력을 완화시킴으로써 분절편(61)의 하단부에 크랙이 생기는 것을 방지할 수 있다.

[165] 분절편(61)의 절곡 가공시 활물질층(42) 및/또는 절연 코팅층(44)이 손상되는 것을 방지하기 위해 제1 및 제2절단홈(63, 63')의 저부(63a, 63'a)와 활물질층(42) 사이에 소정의 갭을 두는 것이 바람직하다. 분절편(61)이 절곡될 때 저부(63a, 63'a) 근처에 응력이 집중되기 때문이다. 갭은 0.2mm 내지 4mm, 바람직하게는 1.5mm 내지 2.5mm인 것이 바람직하다. 갭이 해당 수치범위로 조절되면, 분절편(61)의 절곡 가공시 생기는 응력에 의해 제1 및 제2절단홈(63, 63 저부(63a, 63') 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 방지할 수 있다. 제1 및 제2절단홈(63, 63')의 저부(63a, 63'a)와 절연 코팅층(44)은 0.5mm 내지 1.0mm 이격될 수 있다. 전극(60)이 권취될 때, 절연 코팅층(44)의 권취 축(Y) 방향의 단부는 분리막의 단부를 기준으로 권취 축 방향을 따라 -2mm 내지 2mm의 범위에 위치할 수 있다. 절연 코팅층(44)은 분리막을 사이에 두고 대향하고 있는 극성이 다른 두 전극간의 단락을 방지하고 분절편(61)이 절곡될 때 절곡 지점을 지지할 수 있다. 두 전극간의 단락 방지 효과를 향상시키기 위해 절연 코팅층(44)은 분리막의 외부로 노출될 수 있다. 또한, 두 전극간의 단락 방지 효과를 더욱 극대화하기 위해 절연 코팅층(44)의 권취 축(Y) 방향의 단부가 제1 및 제2절단홈(63, 63')의 저부(63a, 63'a)보다 위에 위치하도록 절연 코팅층(44)의 폭을 증가시킬 수 있다. 일 실시예에서, 상기 절연 코팅층(44)의 권취 축(Y) 방향의 단부는 제1 및 제2절단홈(63, 63')의 저부(63a, 63'a)를 기준으로 -1mm 내지 +1mm의 범위 내에 위치할 수 있다.

[166] 도 4b를 참조하면, 분절편(61)의 폭(D), 높이(H) 및 이격 피치(P)는 무지부(43)의 절곡 가공 시 절곡 지점 근처의 무지부(43)가 찢어지는 것을 방지하고 충분한 용접 강도 확보를 위해 무지부(43)의 중첩 레이어 수를 충분히 증가시키면서 무지부(43)의 비정상적 변형을 방지할 수 있도록 설계한다.

[167] 분절편(61)의 절곡은 제1절단홈(63)의 하단을 통과하는 라인(G) 또는 그 상부에서 이루어진다. 제1절단홈(63)은 전극 조립체의 반경 방향에서 분절편(61)의 스무드하고 용이한 절곡을 가능하게 한다.

[168] 분절편(61)의 폭(D)은 분절편(61)의 양측 측변(63c)로부터 연장한 2개의 직선과 제1절단홈(63)의 저부(63a)로부터 연장되는 직선이 만나는 두 지점 사이의 길이로 정의된다. 분절편(61)의 높이(H)는 분절편(61)의 최상단 변과 제1절단홈(63)의 저부(63a)로부터 연장된 직선 사이의 최단 거리로 정의된다. 분절편(61)의 이격 피치(P)는 제1절단홈(63)의 저부(63a)로부터 연장된 직선과 상기 저부(63a)와 연결된 2개의 측변(63b)으로부터 연장된 직선들이 만나는 두 지점 사이의 길이로 정의된다. 측변(63b) 및/또는 저부(63a)가 곡선일 때, 직선은 측변(63b) 및 저부(63a)가 만나는 교차점에서 측변(63b) 및/또는 저부(63a)로부터 연장되는 접선으로 대체 가능하다. 분절편 그룹(61g)들 간의 그룹간 이격 피치(PG)는 분절편(61)들 간의 이격 피치(P)와 실질적으로 동일하게 정의된다. 즉, 제2절단홈(63')의 저부(63'a)로부터 연장된 직선과 저부(63'a)의 양단에 인접한 분절편(61)의 측변(63'b)이 만나는 두 지점 사이의 길이가 그룹간 이격 피치(PG)에 해당한다.

[169] 바람직하게, 분절편(61)의 폭(D)은 1mm 이상이다. D가 1mm 미만이면, 분절편(61)이 코어측으로 절곡되었을 때 용접 강도를 충분히 확보할 수 있을 정도로 분절편(61)이 중첩되지 않는 영역이나 빈 공간(빈틈)이 발생할 수 있다.

[170] 바람직하게, 분절편(61)의 폭(D)은 분절편(61)이 전극 조립체의 코어측을 향해 절곡될 때 분절편(61)의 중첩이 반경 방향으로 잘 이루어지도록 분절편(61)이 위치하는 권회턴의 반경에 따라 폭(D)을 적응적으로 조절할 수 있다.

[171] 도 4c는 본 발명의 실시예에 따라 전극(60)이 권취되었을 때, 분절편(61)의 폭(D)이 정의되는 분절편(61)의 하단(도 4b의 선분 D_{ab})이 형성하는 원호(A_1A_2)를 전극 조립체의 코어 중심(O)을 기준으로 도시한 도면이다.

[172] 도 4c를 참조하면, 원호(A_1A_2)는 분절편(61)의 폭(D)에 대응되는 길이를 가지며, 전극 조립체의 코어 중심(O)을 기준으로 원주각(Φ)를 가진다. 원주각(Φ)는 원호(A_1A_2)를 통과하는 권회 축과 수직인 평면 상에서 원호(A_1A_2)의 양쪽 끝단과 코어 중심(O)을 연결한 두 선분 사이의 각도로 정의될 수 있다.

[173] 분절편(61)의 원호(A_1A_2) 길이가 동일할 때, 분절편(61)이 위치하는 권회턴의 반경(r)이 증가할수록 원주각(Φ)은 감소한다. 반대로, 분절편(61)의 원주각(Φ)가 동일할 때, 분절편(61)이 위치하는 권회턴의 반경(r)이 증가할수록 원호(A_1A_2)의 길이는 비례적으로 증가한다.

[174] 원주각(Φ)은 분절편(61)의 절곡 품질에 영향을 미친다. 도면에서, 실선 화살표는 분절편(61)을 절곡시키기 위해 가해지는 힘의 방향을 나타내고 점선 화살표는 분절편(61)이 절곡되는 방향을 나타낸다. 절곡 방향은 코어 중심(O)을 향하는 방향이다.

[175] 실험에 의하면, 분절편(61)의 원주각(Φ)이 30도를 초과하면 분절편(61)의 절곡 모양이 균일해지지 않는다. 분절편(61)의 가운데 부분과 사이드 부분에 가해지는 힘의 차이가 커져서 분절편(61)의 눌림이 원주 방향에서 균일해지지 않는 것이다. 또한, 절곡의 균일성을 위해 누르는 힘을 증가시키면 제1절단홈(63)

근처의 무지부(43)에서 크랙이 생길 가능성이 있다.

[176] 따라서, 분절편(61)의 원주각(Φ)은 절곡의 균일성을 향상시키고 크랙 발생을 방지하기 위해 분절편(61)이 위치하는 권회턴의 반경(r)과 상관없이 30도 이하인 것이 바람직하다.

[177] 일 실시예에서, 전극(60)에 포함된 분절편(61)들의 원주각(Φ)은 실질적으로 동일하고, 분절편(61)의 폭은 분절편(61)이 위치하는 권회턴의 반경(r)이 증가할수록 비례적으로 증가할 수 있다. 실질적 동일하다는 것은 완전히 동일하거나 5% 미만의 편차가 있음을 의미한다.

[178] 예를 들어, 전극 조립체의 반경이 22mm이고 코어의 반경이 4mm이고 반경 7mm인 지점에 위치하는 권회턴부터 분절편(61)이 배치되기 시작할 때, 분절편(61)들의 원주각(Φ)이 28.6도로 일정할 경우 분절편(61)의 폭(D)은 다음 표 1과 같이 분절편(61)이 위치하는 권회턴의 반경(r)에 따라 비례적으로 증가할 수 있다. 즉, 분절편(61)의 폭은 권회턴의 반경(r)이 1mm씩 증가할 때마다 0.5mm씩 동일한 비율로 증가할 수 있다.

[179]

[180] [표1]

권회턴 반지름(mm)	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0
분절편 폭(D,mm)	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
원주각(degree)	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6

[181] 바람직하게, 전극 조립체의 코어 중심(O)을 기준으로 반경이 r인 권회턴에 위치한 분절편(61)의 폭 D(r)은 다음 수식 1을 만족하는 범위에서 결정될 수 있다.

[182] <수식 1>

[183] $1 \leq D(r) \leq (2*\pi*r/360°)*30°$

[184]

[185] 다시 도 4b를 참조하면, 분절편(61)의 높이(H)는 2mm 이상일 수 있다. 높이(H)가 2mm 미만이면, 분절편(61)이 코어측으로 절곡되었을 때 용접 강도를 충분히 확보할 수 있을 정도로 분절편(61)이 중첩되지 않는 영역이나 빈 공간(빈틈)이 발생할 수 있다.

[186] 분절편(61)의 높이(H)는 분절편(61)이 코어 측으로 절곡되었을 때 코어를 차폐하지 않는 조건을 적용하여 결정할 수 있다. 바람직하게, 코어는 직경의 90% 이상이 외부로 개방될 수 있도록 분절편(61)의 높이(H)를 조절할 수 있다.

[187] 바람직하게, 분절편(61)의 높이(H)는 분절편(61)이 위치하는 권회턴의 반경과 코어의 반경에 의존하여 코어측으로부터 외주측으로 갈수록 증가할 수 있다.

[188] 일 실시예에서, 분절편(61)의 높이(H)가 권회턴의 반경이 증가함에 따라 h_1 내지 h_N까지 N 단계에 걸쳐서 단계적으로 증가한다고 할 때 분절편(61)의 k번째 높이 h_k(k는 1 내지 N의 자연수), 높이 h_k를 가지는 분절편(61)이 포함된 권회턴의 시작 반경을 r_k, 코어의 반경을 r_c 라고 할 때, 다음 수식 2가 충족되도록 분절편(61)의 높이 h_1 내지 h_N이 결정될 수 있다.

[189]

[190] <수식 2>

[191] $2mm \leq h_k \leq r_k - \alpha * r_c$(바람직하게, a는 0.90 내지 1)

[192]

[193] 분절편(61)의 높이(h_k)가 수식 2를 충족하면, 분절편(61)이 코어 측으로 절곡되더라도 코어는 직경의 90% 이상이 외부로 개방될 수 있다.

[194] 일 예에서, 전극(60)의 전체 권회턴 반경이 22mm이고, 분절편(61)의 높이가 3mm부터 시작하되, 분절편(61)을 포함하는 권회턴의 반경이 1mm 증가할 때마다 분절편(61)의 높이가 3mm, 4mm, 5mm, 6mm로 순차적으로 증가하고, 나머지 권회턴에서는 높이가 6mm로 실질적으로 동일하게 유지될 수 있다. 즉, 전체 권회턴의 반경 중에서 분절편(61)의 높이 가변 구간의 폭은 3mm이고 나머지 반경 구간은 높이 균일 구간에 해당한다.

[195] 이 경우, 전극 조립체 코어의 반경(r_c)에 따라서 3mm, 4mm, 5mm 및 6mm의 높이를 가지는 분절편(61)이 포함된 권회턴의 시작 반경 r_1, r_2, r_3, r_4는, α가 1이고 우측 부등식에서 등호 조건이 적용되었을 때, 다음 표 2와 같을 수 있다.

[196] [표2]

항목		분절편 높이(mm)			
		3(h_1)	4(h_2)	5(h_3)	6(h_4)
코어반경 (r_c) (mm)	2	5(r_1)	6(r_2)	7(r_3)	8(r_4)
	2.5	5.5(r_1)	6.5(r_2)	7.5(r_3)	8.5(r_4)
	3	6(r_1)	7(r_2)	8(r_3)	9(r_4)
	3.5	6.5(r_1)	7.5(r_2)	8.5(r_3)	9.5(r_4)
	4	7(r_1)	8(r_2)	9(r_3)	10(r_4)

[197] 분절편(61)들이 표 2에 나타낸 반경 위치에 배치될 때, 분절편(61)들이 코어측으로 절곡되더라도 코어가 차폐되지 않는다. 한편, 표 2에 나타낸 r_1, r_2, r_3, r_4는 α 값에 따라서 코어 측으로 쉬프트될 수 있다. 일 예에서, α가 0.90일 때, r_1, r_2, r_3, r_4는 코어 반경의 10%만큼 코어 측으로 쉬프트될 수 있다. 이 경우, 분절편(61)이 코어측으로 절곡되었을 때 코어 반경의 10%가 분절편(61)에 의해 차폐된다. 표 2에 나타낸 r_1, r_2, r_3, r_4는 분절편(61)이 시작되는 위치의 리미트 값이다. 따라서, 분절편(61)의 위치는 표 2에 나타낸 반경보다 외주측으로 소정

거리 쉬프트될 수 있다.도 4d는 분절편 정렬부(50)를 통과하도록 전극 조립체를 권취축 방향으로 자른 부분 단면도로서, 분절편(61)의 높이 h_1, h_2, h_3, h_4, 코어 반경(r_c), 분절편(61)이 나타나기 시작하는 권회턴의 반경 r_1, r_2, r_3, r_4의 관계를 모식적으로 나타낸 도면이다.

[198] 표 2와 도 4d를 함께 참조하면, 예를 들어 코어(C)의 변경(r_c)이 3mm일 때, 3mm(h_1), 4mm(h_2), 5mm(h_3) 및 6mm(h_4)의 높이를 가지는 분절편(61)이 포함된 권회턴의 시작 반경 r_1, r_2, r_3 및 r_4는 각각 6mm, 7mm, 8mm 및 9mm일 수 있으며, 반경 9mm부터 마지막 권회턴까지는 분절편(61)의 높이가 6mm로 유지될 수 있다. 또한, 6mm(r_1) 보다 작은 반경을 가진 권회턴에는 분절편(61)이 포함되지 않을 수 있다. 이러한 예에서, 코어(C)와 가장 인접한 높이 3mm(h_1)의 분절편(61)이 반경 6mm를 가진 권회턴부터 위치하므로 해당 분절편(61)이 코어(C)측으로 절곡되더라도 3mm 내지 6mm의 반경 구간만을 덮어서 실질적으로 코어(C)를 차폐하지 않는다. 수식 2의 α값에 따라, 분절편(61)의 위치는 코어 반경(r_c)의 10% 이내에서 코어(C)측으로 쉬프트될 수 있다.

[199] 바람직하게, 분절편(61)의 높이(H)는 수식2를 만족하면서 동시에 최대 높이가 제한될 수 있다.

[200] 도 4e는 분절편(61)의 높이 가변 구간에서 분절편(61)의 높이(H)에 대한 최대값(h_{max})을 결정하기 위한 개념도이다.

[201] 도 4e를 참조하면, 전극 조립체의 권회 구조에서 분절편(61)을 포함하는 전극(E_1)은 반경 방향에서 분리막(S)을 사이에 두고 반대 극성의 전극(E_2)과 대향하고 있다. 전극(E_1)의 양면에는 활물질층($E_{1,active}$)이 코팅되어 있고, 전극(E_2)의 양면 또한 활물질층($E_{2,active}$)이 코팅되어 있다. 전기적 절연을 위해, 분리막(S)의 단부(S_{end})는 전극(E_2)의 단부($E_{2,end}$)로부터 절연 갭(W_{gap})에 대응하는 길이로 외측으로 더 연장될 수 있다. 또한, 전극(E_1)의 단부는 전기적 절연을 위해 전극(E_2)의 단부보다 외측으로 더 연장되지 않는다. 따라서, 무지부(43)의 하단에는 절연 갭(W_{gap})에 대응하는 구간이 확보되어야 한다. 또한, 전극(E_1, E_2)과 분리막(S)이 권회될 때, 분리막(S)의 단부(S_{end})가 사행(meandering)을 일으킨다. 따라서, 분절편(61)이 분리막(S)의 외측으로 노출되기 위해서는 분리막(S)의 최소 사행 마진에 해당하는 구간($W_{margin,min}$)이 무지부(43)에 할당되어야 한다. 또한, 분절편(61)을 커팅하기 위해서는 집전체 포일의 단부에 최소한의 절단 스크랩 마진($W_{scrap,min}$)이 할당되어야 한다. 따라서, 분절편(61)의 높이 가변 구간에서 분절편(61)의 최대 높이(h_{max})는 다음 수식 3에 의해 결정될 수 있다. 수식 3에 있어서, W_{foil}은 집전체가 커팅되기 전의 집전체 폭에 해당한다.

[202]

[203] <수식 3>

[204] $$h_{max} = W_{foil} - W_{scrap,min} - W_{margin,min} - W_{gap}$$

[205]

[206] 일 예에서, 최소한의 절단 스크랩 마진($W_{scrap,min}$)은 1.5mm이고, 분리막(S)의

최소 사행 마진($W_{margin,min}$)은 0.5mm일 수 있다. 이러한 조건에서, 분절편(61)을 형성하기 전의 집전체 포일 폭(W_{foil})이 8mm 내지 12mm이고, 절연 갭(W_{gap})이 0.6mm, 0.8mm 및 1.0mm일 때, 상기 수식 3을 이용하여 분절편(61)의 최대 높이(h_{max})를 계산한 결과는 다음 표 3과 같다.

[207]

[208] [표3]

항목		분리막↔음극 Gap(㎜)		
		0.6	**0.8**	**1**
집전체 포일 폭 (㎜)	**8**	5.4	5.2	5
	9	6.4	6.2	6
	10	7.4	7.2	7
	11	8.4	8.2	8
	12	9.4	9.2	9

[209] 상기 표 3을 참작할 때, 분절편(61)의 높이 가변 구간에서 분절편(61)의 최대 높이(h_{max})는 10mm로 설정할 수 있다. 따라서, 분절편(61)의 높이 가변 구간에서 분절편(61)의 높이는 수식 2를 충족함과 동시에 2mm 내지 10mm 구간에서 전극 조립체의 반경 방향을 따라 단계적 또는 점진적으로 증가할 수 있다.다시 도 4b를 참조하면, 분절편(61)의 이격 피치(P)는 0.05 내지 1mm의 범위에서 조절할 수 있다. 이격 피치(P)가 0.05mm 미만이면, 전극(60)이 권취 공정 등에서 주행될 때 응력에 의해 제1절단홈(63)의 하단 근처에서 무지부(43)에 크랙이 생길 수 있다. 반면, 이격 피치(P)가 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.

[210] 한편, 전극(60)의 집전체(41)가 알루미늄으로 이루어질 경우, 이격 피치(P)는 0.5mm 이상으로 설정하는 것이 보다 바람직하다. 이격 피치(P)가 0.5mm 이상일 경우, 전극(60)이 권취 공정 등에서 300gf 이상의 장력(tension) 하에서 100mm/sec 이상의 속도로 주행하더라도, 제1절단홈(63)의 하부에서 크랙이 생기는 것을 방지할 수 있다.

[211] 실험 결과에 따르면, 전극(60)의 집전체(41)가 15um 두께의 알루미늄 포일이고, 이격 피치(P)가 0.5mm 이상일 경우, 상기 주행 조건 하에서 전극(60)이 주행되었을 때 제1절단홈(63)의 하부에서 크랙이 생기지 않는다.

[212] 도 4b에 도시된 것처럼, 제1절단홈(63)은 무지부(43)가 제거되면서 생긴 공간에 해당한다. 바람직하게, 제1절단홈(63) 하부의 모서리 부분은 라운드 모양을 가진다. 즉, 제1절단홈(63)은 실질적으로 평평한 저부(63a)와 라운드부(63c)를 포함한다. 라운드부(63c)는 저부(63a)와 분절편(61)의 측변(63b)을 연결한다.

변형 예에서, 제1절단홈(63)의 저부(63a)는 원호 모양으로 대체될 수 있다. 이 경우, 분절편(61)의 측변(63b)들은 저부(63a)의 원호 형상에 의해 부드럽게 연결될 수 있다.

[213] 바람직하게, 라운드부(63c)의 곡률 반경은 0 초과 0.1mm 이하일 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(60)이 권취 공정 등에서 주행되는 동안 제1절단홈(63)의 하부에서 크랙이 생기는 것을 방지할 수 있다.

[214] 상술한 제1절단홈(63)의 구조적 특징은 분절편 그룹(61g)들 사이에 형성된 제2절단홈(63')에 대해서도 실질적으로 동일하게 적용이 가능하다는 것은 당업자에게 자명하다.

[215] 분절편 정렬부(50)에 포함된 복수의 분절편(61)은 코어측으로부터 외주측으로 갈수록 하부 내각(θ)이 증가할 수 있다. 하부 내각(θ)은 제1절단홈(63)의 저부(63a)로부터 연장되 직선과 분절편(61)의 측부(53b)로부터 연장된 직선 사이의 각도이다. 분절편(61)이 좌우 대칭일 때 좌측과 우측의 하부 내각(θ)은 실질적으로 동일하다.

[216] 전극 조립체(70)의 반경이 증가하면 곡률이 증가한다. 만약, 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 중첩 레이어 수도 함께 증가함으로써 반경 방향 및 원주 방향에서 용접 강도를 균일하게 확보할 수 있고 절곡 표면영역을 평탄하게 형성할 수 있다.

[217] 바람직하게, 하부 내각(θ)은 분절편 정렬부(50) 내에서 분절편(61)이 위치하는 권회턴의 반지름과 분절편(61)의 폭(D)에 의해 결정될 수 있다.

[218] 도 4f는 분절편(61)의 하부 내각(θ)을 결정하는 수식을 설명하기 위한 모식도이다.

[219] 도 4f를 참조하면, 분절편(61)의 측변은 분절편(61)의 폭(D)에 대응되는 선분 AD의 양쪽 끝점인 A 및 D와 코어 중심(E)을 연결하는 선분 AE 및 선분 DE와 일치하는 것이 이상적이다.

[220] 분절편(61)의 측변이 가장 이상적인 방향으로 연장될 때, 분절편(61)의 하부 내각(θ_{refer})은, 선분 EF가 선분 AE 및 선분 DE와 근사적으로 동일하다고 가정할 때, 하기 수식 4를 이용하여 분절편(61)의 폭(D)과 분절편(61)이 위치하는 권회턴의 반지름(r)로부터 근사적으로 결정될 수 있다.

[221]

[222] <수식 4>

[223]

$$\theta_{refer} = \cos^{-1}\left(\frac{0.5 * D}{r}\right)$$

[224] 수식 4의 각도는 분절편(61)의 하부 내각(θ_{refer})에 대한 이상적인 기준 각도이다. 한편, 동일한 권회턴에 위치한 인접하는 분절편(61) 사이에는 이격 피치(P)가 존재한다. 이격 피치(P)의 길이는 p로 나타냈다. 이격 피치(P)가 인접하는 분절편(61) 사이에 존재하므로, 하부 내각(θ)에 대해 이격 피치(p)의 50%만큼 공차를 부여할 수 있다. 즉, 분절편(61)의 윗변 BC의 폭은 윗변 B'C'까지 최대 p/2만큼 증가될 수 있다. 공차가 반영된 하부 내각(θ')은 다음 수식 5로 나타낼 수 있다. 하부 내각(θ_{refer})는 이상적인 기준 각도 ∠BAG이고, 하부 내각(θ')는 이격 피치(p)에 따른 공차가 반영된 각도 ∠B'AG'이다. 수식 5에서, H는 분절편(61)의 높이이고, p는 이격 피치에 해당한다.

[225]

[226] <수식 5>

[227]

$$\theta' = tan^{-1}\left(\frac{2 * H * tan\theta_{refer}}{2 * H - p * tan\theta_{refer}}\right)$$

[228]

[229] 바람직하게, 분절편 정렬부(50)에 포함된 각 권회턴에 위치한 분절편(61)의 하부 내각(θ)는 다음 수식 6을 만족할 수 있다. 그러면, 분절편(61)들이 전극 조립체의 코어 중심을 향해 절곡될 때 원주 방향으로 인접하는 분절편(61)들이 서로 간섭을 일으키지 않고 절곡이 원활하게 이루어질 수 있다.

[230]

[231] <수식 6>

[232]

$$\cos^{-1}\left(\frac{0.5 * D}{r}\right) \leq \theta \leq tan^{-1}\left(\frac{2 * H * tan\theta_{refer}}{2 * H - p * tan\theta_{refer}}\right)$$

[233] 일 예에서, 전극(60)의 직경이 22mm이고 코어의 반경이 4mm인 권회 구조를 형성하는 경우, 분절편(61)의 하부 내각은 높이 가변 구간에서 60도 내지 85도 구간에서 단계적으로 증가할 수 있다.

[234] 다시 도 4a를 참조하면, 제1부분(B1)의 폭(d_{B1})은 분절편 정렬부(50)에 포함된 제3부분(B2)의 분절편(61)을 코어측으로 절곡시켰을 때 전극 조립체의 코어가 직경을 기준으로 90% 이상 외부로 개방되도록 설계한다. 제1부분(B1)의 폭(d_{B1})은 제1부분(B1)과 가장 인접한 분절편(61)의 절곡 길이에 비례하여 증가할 수 있다. 절곡 길이는 절곡 지점부터 분절편(61)의 상단변까지의 길이에 해당한다. 바람직하게, 전극(60)이 폼 팩터가 4680인 원통형 배터리의 전극 조립체를 제조하는데 사용되는 경우, 제1부분(B1)의 폭(d_{B1})은 전극 조립체 코어의 직경과 제1부분(B1)과 가장 근접한 분절편(61)의 높이에 따라 180mm 내지 350mm로 설정할 수 있다.

[235] 분절편(61)의 절곡 지점은 제1절단홈(63)의 하단을 통과하는 라인 또는 그 라인으로부터 상부로 소정 거리 이격된 지점에 설정될 수 있다. 제1절단홈(63)의 하단으로부터 소정 거리 이격된 지점에서 분절편(61)이 코어측으로 절곡되면 반경 방향으로의 분절편 중첩이 보다 잘 이루어진다. 분절편(61)들이 절곡될 때 코어의 중심을 기준으로 바깥쪽에 있는 분절편이 안쪽에 있는 분절편을 누른다. 이 때, 절곡 지점이 제1절단홈(63)의 하단으로부터 소정 거리 이격되어 있으면, 안쪽의 분절편이 바깥쪽 분절편에 의해 권취 축 방향으로 눌리면서 분절편들의 중첩이 보다 잘 이루어진다. 절곡 지점의 이격 거리는 3mm 이하, 바람직하게는 2mm 이하일 수 있다.

[236] 본 발명에 있어서, 각 권회턴에 포함되는 분절편 그룹(61g)들의 수, 각 분절편 그룹(61g)에 포함되는 분절편(61)의 수, 및 각 분절편 그룹(61g)의 폭은 무지부(43)의 절곡 과정에서 응력을 최대한 분산시키고 절곡 표면영역(F)에서 집전판의 용접 강도를 충분히 확보할 수 있도록 분절편(61)이 여러 겹으로 중첩되며 원주 방향으로 복수의 전해질 함침부(55)를 제공함으로써 전해질의 함침성(속도 및 균일성) 또한 충분히 개선할 수 있도록 바람직하게 조절될 수 있다.

[237] 제3부분(B2)의 분절구조는 제2부분(B3)까지 확장 가능하다. 이 경우, 제2부분(B3)에 의해 형성되는 권회턴도 제3부분(B2)와 마찬가지로 복수의 분절편 그룹(61g)들을 포함할 수 있다. 이 경우, 제3부분(B2)의 분절구조에 적용된 특징들은 제2부분(B3)의 분절 구조에도 제한없이 적용될 수 있다.

[238] 서로 다른 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)을 구성하는 분절편(61)의 수, 분절편(61)의 폭, 분절편(61)의 높이 및/또는 분절편(61)의 이격 피치는 서로 다를 수 있다.

[239] 즉, 도 4g에 도시된 바와 같이, 코어 측에 가깝게 위치한 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 분절편 수보다 외주 측에 가깝게 위치한 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 분절편 수가 더 클 수 있다.

[240] 다른 측면에서, 코어 측에 가깝게 위치한 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 분절편 높이보다 외주 측에 가깝게 위치한 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 분절편 높이가 더 클 수 있다.

[241] 또 다른 측면에서, 코어 측에 가깝게 위치한 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 분절편 폭보다 외주 측에 가깝게 위치한 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 분절편 폭이 더 클 수 있다.

[242] 또 다른 측면에서, 코어 측에 가깝게 위치한 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 분절편 이격 피치보다 외주 측에 가깝게 위치한 권회턴에 포함된 분절편 그룹(61g)의 분절편 이격 피치가 더 클 수 있다.

[243] 본 발명에 있어서, 전극(60)의 제3부분(B2)은 2개의 서브 영역으로 나뉠 수 있다. 즉, 도 4h에 도시된 바와 같이, 제3부분(B2)은 분절편 그룹(61g)의 분리 배치 구조가 없이 분절편(61)들이 연속적으로 배치된 제1영역(B2a)과, 분절편

그룹(61g)의 분리 배치 구조가 존재하는 제2영역(B2b)으로 구분될 수 있다. 제1영역(B2a)은 제1부분(B1)에 인접하고 제2영역(B2b)은 제2부분(B3)에 인접할 수 있다.

[244] 제1영역(B2a) 및 제2영역(B2b)을 포함하는 전극(60)을 이용하여 전극 조립체를 권취하면, 도 8에 도시된 바와 같이 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들이 형성하는 방사상의 절곡 표면영역(F) 이외에 전극 조립체(JR)의 코어(C) 근처에 환형의 절곡 표면영역(F)이 추가로 형성된다. 이러한 구조는 절곡 표면영역(F)의 면적을 추가로 증가시킴으로써 전해질 함침성에 실질적인 영향을 미치지 않고 집전판의 용접 강도를 증가시키는 효과를 가져온다.

[245] 본 발명에 있어서, 복수의 분절편 정렬부(50)(또는 절곡 표면영역 F)는 전극 조립체(JR)의 권취 축 방향에서 보았을 때 코어 중심을 기준으로 열십자(十) 형상, 방사상(X) 또는 직선상의 대칭 형상으로 배열될 수 있다.

[246] 참고로, 도 6a 및 도 6b에는 복수의 분절편 정렬부(50)(절곡 표면영역 F)가 전극 조립체(JR)의 권취 축 방향에서 보았을 때 코어 중심을 기준으로 열십자(十) 형상으로 배열된 예가 도시되어 있다.

[247] 도 7a 및 도 7b에는 복수의 분절편 정렬부(50)(절곡 표면영역 F)가 전극 조립체(JR)의 권취 축 방향에서 보았을 때 코어 중심을 기준으로 직선상으로 배열된 예가 도시되어 있다.

[248] 일 측면에서, 전극 조립체(JR)의 코어 중심과 절곡 표면영역(F)과 근사적으로 대응되는 도형의 기하학적 중심(geometric center)을 연결한 선을 각도 측정선(L)이라고 정의할 수 있으며, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역(F)들의 각도 측정선(L) 사이의 각도는 실질적으로 동일할 수 있다.

[249] 도형의 기하학적 중심은 일 예로 도형의 무게중심일 수 있다. 기하학적 중심을 결정함에 있어서 도형 내부에 포함된 모든 영역은 질량이 동일한 것으로 간주한다.

[250] 구체적으로, 전극 조립체(JR)의 코어 중심과 절곡 표면영역(F)과 근사적으로 대응되는 도형의 기하학적 중심을 연결한 선을 각도 측정선(L)이라고 정의할 때, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역(F)들의 각도 측정선(L) 사이의 각도는 30±10°, 40도±10°, 45도±10°, 60도±10°, 72도±10°, 90도±10°, 120도±10° 또는 180도±10°일 수 있다.

[251] 일 측면에서, 절곡 표면영역(F)의 여러 배치 형태 중에서, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역(F)들의 각도 측정선(L) 사이의 각도가 90°±10°인 경우(도 6b 참조), 분절편 정렬부(50)를 형성하는 분절편 그룹(61g)들의 그룹간 이격 피치(PG)는 권회턴이 증가함에 따라 8mm 내지 50mm, 바람직하게는 10mm 내지 45mm 범위 내에서 점진적 또는 단계적으로 증가하도록 설정될 수 있다.

[252] 다른 측면에서, 절곡 표면영역(F)의 여러 배치 형태 중에서, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역(F)들의 각도 측정선(L) 사이의 각도가 180°±10°인 경우(도 7b 참조), 분절편 정렬부(50)를 형성하는 분절편 그룹(61g)들의 그룹간

이격 피치(PG)는 권회턴이 증가함에 따라 30mm 내지 90mm, 바람직하게는 35mm 내지 70mm 범위 내에서 점진적 또는 단계적으로 증가하도록 설정될 수 있다.

[253] 한편, 전극 조립체의 권취 축 방향에서 보았을 때 절곡 표면영역(F)과 근사적으로 대응되는 도형이 선대칭일 경우, 각도 측정선(L)은 전극 조립체(JR)의 코어 중심과 절곡 표면영역(F)의 가장 외측에 위치한 권회턴 부분의 중앙을 연결한 선으로 대체할 수 있다. 일 예에서, 도형이 부채꼴 형상일 때 부채꼴의 원호 중앙과 코어 중심을 연결한 선이 각도 측정선(L)으로 정의될 수 있다.

[254] 분절편 그룹(61g)의 그룹간 이격 거리(PG)가 상술한 범위 내에서 권회 턴수에 따라 증가하도록 설정되면, 분절편 그룹(61g)들이 전극 조립체의 반경 방향을 따라 방사상으로 규칙적으로 배열된다. 이로써, 전해질 함침부(55) 또한 방사상으로 형성됨으로써 전해질의 함침성을 현저하게 개선할 수 있다. 뿐만 아니라, 분절편(61)들이 전극 조립체의 반경 방향을 따라 국소적 영역에 배열되어 있으므로 분절편(61)의 절곡시 생기는 응력이 분산되어 분절편(61)의 절곡이 용이하다. 따라서, 권취 축 방향으로 분절편(61)들의 적층 수를 충분히 증가시켜 집전판과의 용접 강도를 향상시킬 수 있다. 향상된 용접 강도는 전극 조립체 또는 이를 이용하여 제조된 원통형 배터리의 저항을 감소시킨다.

[255] 본 발명에 있어서, 분절편(61)은 하기 조건들 중 적어도 하나 이상을 충족하면서 여러 가지 모양으로 변형될 수 있다.

[256] 조건1: 하부의 폭이 상부의 폭보다 큼

[257] 조건2: 하부의 폭과 상부의 폭이 동일함

[258] 조건3: 하부로부터 상부로 가면서 폭이 동일하게 유지됨

[259] 조건4: 하부로부터 상부로 가면서 폭이 감소함

[260] 조건5: 하부로부터 상부로 가면서 폭이 감소했다가 증가함

[261] 조건6: 하부로부터 상부로 가면서 폭이 증가했다가 감소함

[262] 조건7: 하부로부터 상부로 가면서 폭이 증가하다가 일정하게 유지됨

[263] 조건8: 하부로부터 상부로 가면서 폭이 감소하다가 일정하게 유지됨

[264] 조건9: 하부의 일측 내각과 타측 내각은 서로 같음

[265] 여기서, 내각은 분절편 하부의 폭 방향을 기준으로 분절편의 측부가 이루는 각도로 정의될 수 있음. 측부가 곡선인 경우 내각은 곡선의 최하단 지점에서 그은 접선과 분절편 하부의 폭 방향 사이의 각도로 정의됨.

[266] 조건10: 하부의 일 측 내각과 타 측 내각은 서로 다름

[267] 조건11: 하부의 일 측 내각과 하부의 타측 내각은 각각 예각, 직각 또는 둔각을 가짐

[268] 조건12: 권취 축 방향을 기준으로 좌우 대칭임

[269] 조건13: 권취 축 방향을 기준으로 좌우 비대칭임

[270] 조건14: 측부는 직선 모양임

[271] 조건15: 측부는 곡선 모양임

[272] 조건16: 측부는 외측으로 볼록함

[273] 조건17: 측부는 내측으로 볼록함

[274] 조건18: 상부 및/또는 하부의 코너는 직선과 직선이 만나는 구조임

[275] 조건19: 상부 및/또는 하부의 코너는 직선과 곡선이 만나는 구조임

[276] 조건20: 상부 및/또는 하부의 코너는 곡선과 곡선이 만나는 구조임

[277] 조건21: 상부 및/또는 하부의 코너는 라운드 구조임

[278] 도 9는 본 발명의 변형예에 따른 분절편(61)의 모양들을 예시적으로 나타낸 도면이다.

[279] 도면에 도시된 바와 같이, 분절편(61)은 양측 제1절단홈(63)의 저부(63a)를 연결한 점선을 밑변으로 하는 다양한 기하학적 도형의 형태를 가질 수 있다. 기하학적 도형은 적어도 하나의 직선, 적어도 하나의 곡선 또는 이들의 결합이 연결된 구조를 가진다. 일 예에서, 분절편(61)은 다각형 모양, 라운드 모양 또는 이들이 결합된 다양한 모양을 가질 수 있다.

[280] 구체적으로, 분절편(61)은 좌우 대칭 사다리꼴 모양(ⓐ); 좌우 비대칭 사다리꼴 모양(ⓑ); 평행사변형 모양(ⓒ); 삼각형 모양(ⓘ); 오각형 모양(ⓚ); 원호 모양(ⓔ); 또는 타원 모양(ⓕ)일 수 있다.

[281] 분절편(61)의 모양은 도 9에 도시된 것에 한정되지 않으므로, 상술한 조건 1 내지 21 중에서 적어도 하나 이상을 충족하도록 다른 다각형, 다른 라운드 모양 또는 이들의 결합으로 변형될 수 있다.

[282] 분절편(61)의 다각형 모양 ⓐ, ⓑ, ⓒ, ⓚ 및 ⓘ에 있어서, 상부 및/또는 하부의 코너는 직선과 직선이 만나는 모양이거나 라운드 모양(모양 ⓐ의 상부 및 하부 코너 확대 참조)일 수 있다.

[283] 분절편(61)의 다각형 모양 ⓐ, ⓑ, ⓒ, ⓚ 및 ⓘ과 분절편(61)의 곡선 모양 ⓔ 및 ⓕ에 있어서, 하부의 일측 내각(θ_1)과 타측 내각(θ_2)은 서로 동일하거나 서로 다를 수 있고, 하부의 일측 내각(θ_1)과 타측 내각(θ_2)은 각각 예각, 직각 또는 둔각 중 어느 하나일 수 있다. 내각은 기하학적 도형의 밑변과 측변이 만나는 각도이다. 측변이 곡선일 때, 직선은 밑변과 측변이 만나는 점에서 연장된 접선으로 대체될 수 있다.

[284] 다각형 모양을 가진 분절편(61)의 측부 형상은 다양한 변형이 가능하다.

[285] 일 예에서, 분절편 모양 ⓐ의 측부는 모양 ⓓ와 같이 외부로 볼록한 곡선으로 변형되거나 모양 ⓖ 또는 ⓙ와 같이 분절편의 내측으로 만입된 곡선으로 변형 가능하다.

[286] 다른 예에서, 분절편 모양 ⓐ의 측부는 모양 ⓗ 또는 ⓘ와 같이 분절편의 내측으로 만입된 꺽인 직선으로 변형될 수 있다. 도시되지 않았지만, 분절편 모양 ⓐ의 측부는 외부로 볼록하게 꺽인 직선으로 변형될 수 있다.

[287] 측부가 다양하게 변형된 분절편 모양 ⓓ, ⓖ, ⓙ, ⓗ 및 ⓘ에 있어서, 하부의 일측 내각(θ_1)과 타측 내각(θ_2)은 서로 동일하거나 서로 다를 수 있고, 하부의 일측

내각(θ_1)과 타측 내각(θ_2)은 각각 예각, 직각 또는 둔각 중 어느 하나일 수 있다.

[288] 분절편(61)의 폭(권취 방향 길이)는 하부에서 상부로 가면서 다양한 변화 패턴을 가질 수 있다.

[289] 일 예에서, 분절편(61)의 폭은 하부에서 상부로 가면서 일정하게 유지될 수 있다(모양 ⓒ). 다른 예에서, 분절편(61)의 폭은 하부에서 상부로 가면서 점차 감소할 수 있다(모양 ⓐ, ⓑ, ⓓ, ⓔ, ⓕ 및 ⓖ). 또 다른 예에서, 분절편(61)의 폭은 하부에서 상부로 가면서 점차 감소했다가 증가할 수 있다(모양 ⓘ 및 ⓙ). 또 다른 예에서, 분절편(61)의 폭은 하부에서 상부로 가면서 점차 증가하다가 감소할 수 있다(모양 ⓚ). 또 다른 예에서, 분절편(61)의 폭은 하부에서 상부로 가면서 점차 감소하다가 일정하게 유지될 수 있다(모양 ⓗ). 도시되지 않았지만, 분절편(61)의 폭은 하부에서 상부로 가면서 점차 증가하다가 일정하게 유지될 수 있다.

[290] 한편, 도 9에 예시된 분절편(61)의 모양들 중에서 상부가 평평한 다각형 모양은 180도 회전될 수 있다. 일 예에서, 분절편 모양 ⓐ, ⓑ, ⓓ 또는 ⓖ가 180도 회전할 경우, 분절편(61)의 폭은 하부에서 상부로 가면서 점차 증가할 수 있다. 다른 예에서, 분절편 모양 ⓗ가 180도 회전할 경우, 분절편(61)의 폭은 하부에서 상부로 가면서 일정하게 유지되다가 점차 증가할 수 있다.

[291] 상술한 실시예들(변형예들)에 있어서, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 제3부분(B2)의 영역에 따라서 분절편(61)의 형상을 다르게 변경하는 것도 가능하다. 일 예에서, 응력이 집중되는 구간은 응력 분산에 유리한 라운드 형상(예컨대, 반원형, 타원형 등)을 적용하고, 응력이 상대적으로 낮은 구간은 면적이 최대한 넓은 다각 형상(예컨대, 사각형, 사다리꼴, 평형 사변형 등)을 적용할 수 있다.

[292] 상술한 실시예들(변형예들)에 있어서, 제3부분(B2)의 분절 구조는 제1부분(B1)에도 적용이 가능하다. 다만, 제1부분(B1)에 분절 구조가 적용되면, 코어의 곡률 반경에 따라 제3부분(B2)의 분절편(61)이 절곡될 때 제1부분(B1)의 단부가 외주측으로 휘는 역포밍(reverse forming) 현상이 발생할 수 있다. 따라서, 제1부분(B1)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 가능한 작게 조절하는 것이 바람직하다.

[293] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전극(60)이 전극 조립체(JR)로 권취된 이후에, 전극 조립체(JR)의 상부 및 하부에 노출되어 분절편 정렬부(50)를 구성하는 분절편(61)들은 전극 조립체(JR)의 반경 방향을 따라 여러 겹으로 중첩되면서 절곡 표면영역(F)을 형성할 수 있다.

[294] 도 10은 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들이 전극 조립체(JR)의 코어(C) 측으로 절곡되면서 형성된 절곡 표면영역(F)의 단면을 나타낸 모식도이다. 절곡 표면영역(F)의 단면 구조는 분절편 정렬부(50)를 반경 방향으로 잘랐을 때의 구조를 나타낸다. 절곡 표면영역(F)은 전극 조립체(JR)의 코어측으로부터 외주측으로 높이가 단계적으로 변화하는 분절편(61)들이

절곡되면서 형성된 것이다. 도 10에서, 절곡 표면영역(F)의 단면은 전극 조립체(JR)의 권회 축을 기준으로 좌측만 도시하였다. 절곡 표면영역(F)은 전극 조립체(JR)의 상부와 하부에 모두 형성될 수 있다.

[295] 도 10을 참조하면, 절곡 표면영역(F)은 권회 축 방향으로 분절편(61)들이 복수의 레이어들로 중첩된 구조를 가진다. 중첩 방향은 권회 축 방향(Y)이다. 구간 ①은 분절편이 없는 분절편 생략 구간(제1부분)이고, 구간 ② 및 ③은 그룹간 이격 간격을 두고 권취 방향으로 배치된 분절편 그룹(61g)들이 포함되어 있는 권회턴이 위치하는 구간이다. 구간 ②는 분절편(61)의 높이가 가변되는 높이 가변 구간이고, 구간 ③은 전극 조립체의 외주까지 분절편의 높이가 균일하게 유지되는 높이 균일 구간이다. 후술하겠지만, 구간 ② 및 구간 ③의 반경 방향 길이는 가변될 수 있다. 한편, 최외곽 권회턴을 포함한 적어도 하나 이상의 권회턴에 포함된 무지부(제2부분)는 분절편 구조를 포함하지 않을 수 있다. 이 경우, 구간 ③에서 제2부분은 제외될 수 있다.

[296] 구간 ②에서, 분절편(61)들의 높이는 전극 조립체(JR)의 반경 r_1 내지 r_N 구간에서 최소 높이 $h_1(=h_{min})$부터 최대 높이 $h_N(=h_{max})$까지 단계적으로 변화될 수 있다. 분절편(61)들의 높이가 가변되는 높이 가변 구간은 r_1 내지 r_N이다. 반경 r_N부터 전극 조립체(JR)의 반경 R까지는 분절편(61)의 높이가 h_N으로 균일하게 유지된다. 높이가 균일하다는 것은 높이의 편차가 5% 이내임을 의미한다.

[297] 구간 ② 및 구간 ③의 임의의 반경 위치에서, 분절편(61)의 적층수는 반경 위치에 따라 달라진다. 또한, 분절편(61)의 적층수는 구간 ②의 폭, 분절편(61)의 높이 가변 구간에서 분절편의 최소 높이(h_1)와 최대 높이(h_{N-1}), 그리고 분절편(61)의 높이 변화 폭($\triangle h$)에 의해 달라질 수 있다. 분절편(61)의 적층수는 전극 조립체(JR)의 임의의 반경 위치에서 권회 축 방향으로 가상의 선을 그었을 때 가상의 선과 만나는 분절편의 수이다.

[298] 바람직하게, 분절편(61)이 포함된 권회턴의 반경에 따라서 분절편(61)의 높이, 폭(권치 방향 길이) 및 이격 피치를 조절하여 절곡 표면영역(F)의 각 위치에서 분절편(61)의 적층수를 요구되는 집전판의 용접 강도에 맞게 최적화시킬 수 있다.

[299] 먼저, 분절편(61)의 높이 가변 구간(②)에서 분절편의 최소 높이(h_1)가 동일할 때 분절편(61)의 최대 높이(h_{N-1}) 변화에 따라 분절편(61)의 적층수가 절곡 표면영역(F)의 반경 방향을 따라 어떻게 변화하는지를 구체적인 실시예들을 통하여 설명하기로 한다.

[300] 실시예1-1 내지 실시예 1-7의 전극 조립체들이 준비되었다. 실시예들의 전극 조립체들은 반경이 22mm, 코어 직경이 4mm이다. 전극 조립체에 포함되는 양극과 음극은 도 4a에 도시된 전극 구조를 가진다. 양극과 음극의 제2부분(B3)은 분절편을 포함하지 않는다. 제2부분(B3)의 길이는 전극의 총 길이 대비 2% 내지 4% 이다. 양극, 음극 및 분리막은 도 2를 통해 설명한 공법으로 권회되었다. 권회턴은 48턴 내지 56턴 사이인데, 실시예들의 권회턴은 51턴이다.

양극, 음극 및 분리막의 두께는 각각 149um, 193um 및 13um이다. 양극과 음극의 두께는 활물질층의 두께를 포함한 두께이다. 양극 집전판과 음극 집전판의 두께는 각각 15um 및 10um이다. 양극과 음극의 권취 방향 길이는 각각 3948mm 및 4045mm이다.

[301] 각 실시예에서, 분절편(61)의 높이 가변 구간(②)은 반경 5mm부터 시작되도록 분절편(61)의 최소 높이를 3mm로 설정하였다. 또한, 각 실시예에서, 분절편(61)의 높이는 반경 1mm 증가당 1mm씩 증가시켰으며, 분절편(61)의 최대 높이는 4mm부터 10mm까지 다양하게 변화시켰다.

[302] 구체적으로, 실시예 1-1은 분절편(61)의 높이 가변 구간(②)이 5mm 내지 6mm이고, 분절편(61)의 높이는 반경 3mm부터 4mm까지 가변된다. 실시예 1-2는 분절편(61)의 높이 가변 구간(②)이 5mm 내지 7mm이고, 분절편(61)의 높이는 3mm부터 5mm까지 가변된다. 실시예 1-3은 분절편(61)의 높이 가변 구간(②)이 5mm 내지 8mm이고, 분절편(61)의 높이는 3mm부터 6mm까지 가변된다. 실시예 1-4는 분절편(61)의 높이 가변 구간(②)이 5mm 내지 9mm이고, 분절편(61)의 높이는 3mm부터 7mm까지 가변된다. 실시예 1-5는 분절편(61)의 높이 가변 구간(②)이 5mm 내지 10mm이고, 분절편(61)의 높이는 3mm부터 8mm까지 가변된다. 실시예 1-6은 분절편(61)의 높이 가변 구간(②)이 5mm 내지 11mm이고, 분절편(61)의 높이는 3mm부터 9mm까지 가변된다. 실시예 1-7은 분절편(61)의 높이 가변 구간(②)이 5mm 내지 12mm이고, 분절편(61)의 높이는 3mm부터 10mm까지 가변된다. 실시예 1-1 내지 1-7에서 높이 가변 구간(②)의 상한에 해당하는 반경부터 외주까지는 분절편(61)의 높이가 균일하다. 일 예에서, 실시예 1-7에서, 반경 12mm부터 22mm까지 분절편(61)의 높이는 10mm로 균일하다. 한편 비교예의 전극 조립체는 반경 5mm부터 반경 22mm까지 분절편(61)의 높이를 단일 높이인 3mm로 유지시켰다.

[303] 도 11a는 실시예 1-1 내지 1-7과 비교예에 따른 전극 조립체들의 상부에 형성된 양극의 절곡 표면영역(F)에서 반경 방향을 따라서 분절편의 적층수를 카운트한 결과를 나타낸 그래프들이다. 절곡 표면영역(F)은 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들이 전극 조립체(JR)의 코어측으로 절곡되면서 형성된 것이다. 음극의 절곡 표면영역도 실질적으로 동일한 결과를 보인다. 그래프의 가로 축은 코어 중심을 기준으로 한 반경이고, 그래프의 세로축은 각 반경 지점에서 카운트한 분절편의 적층수이고, 이후에 설명할 도 11b 및 도 11c에서도 동일하다.

[304] 도 11a를 참조하면, 분절편의 적층수 균일구간(b1)이 실시예1-1 내지 실시예1-7 그리고 비교예 1에서 공통적으로 나타난다. 적층수 균일구간(b1)은 각 그래프에서 플랫한 영역의 반경 구간이다. 적층수 균일구간(b1)의 길이는 분절편의 최대 높이가 감소할수록 증가하며, 비교예의 적층수 균일구간(b1')이 가장 길다. 한편, 분절편의 적층수는 분절편의 최대 높이(h_N)가 증가할수록 증가한다. 즉, 분절편의 최대 높이(h_N)가 증가하여 분절편의 높이 가변 구간(②)의 폭이 증가하면 분절편의 적층수는 증가하는 반면 적층수 균일구간(b1)의 폭은

감소한다. 적층수 균일구간(b1)의 외측에는 반경이 증가함에 따라 분절편의 적층수가 감소하는 적층수 감소구간(b2)이 나타난다. 적층수 감소구간(b2)은 전극 조립체의 반경이 증가함에 따라 분절편의 적층수가 감소하는 반경 구간이다. 적층수 균일구간(b1)과 적층수 감소구간(b2)은 반경 방향으로 인접해 있고 서로에 대해 상보적이다. 즉, 한쪽 구간의 길이가 증가하면 다른 한쪽 구간의 길이는 감소한다. 또한, 적층수 감소구간(b2)에서 적층수의 감소량은 적층수 균일구간(b1)으로부터 이격된 거리에 비례한다.

[305] 분절편의 적층수 관점에서 실시예1-1 내지 실시예1-7은 분절편의 적층수 균일구간(b1)에서 분절편의 적층수가 10 이상이다. 분절편의 적층수가 10 이상인 영역은 바람직한 용접 타겟 영역으로 설정될 수 있다. 용접 타겟 영역은 집전판의 적어도 일부가 용접될 수 있는 구간이다.

[306] 실시예 1-1 내지 실시예 1-7에서, 적층수 균일구간(b1)은 분절편의 높이 가변 구간(②)이 시작되는 반경 지점부터 시작된다. 즉, 높이 가변 구간(②)은 반경 5mm부터 시작하여 외주측으로 연장된다.

[307] 아래 표 4는, 실시예1-1 내지 실시예1-7과 비교예1에 있어서, 양극에 대해서, 코어를 제외한 전극 조립체의 반경(b-a) 대비 분절편 생략 구간(c)의 길이 비율, 적층수 균일구간이 시작되는 반경 지점(5mm)부터 전극 조립체의 최외측 지점(22mm)까지의 길이(f) 대비 적층수 균일구간(b1)의 길이 비율(e/f), 적층수 균일구간이 시작되는 반경 지점(5mm)부터 전극 조립체의 최외측 지점(22mm)까지의 길이(f) 대비 분절편의 높이 가변 구간(d)의 길이 비율(d/f), 전극의 총 길이 대비 분절편 생략 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율(h), 전극의 총 길이 대비 높이 가변 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율(i), 전극의 총 길이 대비 높이 균일 구간에 대응되는 전극 영역의 비율(i) 등을 산출한 결과를 나타낸다.

[308] 음극은 파라미터 h에 대해 0.1 내지 1.2%의 차이를 보이는 점을 제외하고 나머지 파라미터들은 양극과 실질적으로 동일하다. 비율 h, i 및 j의 합은 100%와 약간의 차이를 보인다. 그 이유는 전극의 코어측 무지부에 해당하는 제2부분(B3)에 분절편이 없는 구간이 존재하기 때문이다. 예를 들어, 실시예 1-1의 경우 전극 총 길이의 대략 3%에 해당하는 제2부분(B3)에 분절편이 존재하지 않는다. 표 4에서, a 내지 f는 반경 방향의 길이를 기준으로 한 파라미터들이고, h, i 및 j는 전극의 권회 방향 길이를 기준으로 한 파라미터들이다. 또한, 비율(%)에 해당하는 파라미터들은 소수 첫째자리에 반올림한 값이다. 이러한 점들은 이후에 설명될 표 5 및 표 6에 있어서도 실질적으로 동일하다.

[309]

[310] [표4]

Ref.	a. 코어 반경 (mm)	b. 권회 구조 반경 (mm)	c. 분절편 생략 구간 (mm)	d. 높이 가변 구간 (mm)	e. 적층수 균일 구간 (mm)	f. 분절편 구간 (mm)	g. 균일 구간 적층수	c/(b-a) (%)	d/f (%)	e/f (%)	h. 분절편 생략 구간 비율	i. 높이 가변 구간 비율	j. 높이 균일 구간 비율
실시예 1-1	2	22	3	1	14	17	11	15%	6%	82%	6%	3%	87%
실시예 1-2	2	22	3	2	13	17	13	15%	12 %	76%	6%	7%	83%
실시예 1-3	2	22	3	3	12	17	16	15%	18 %	71%	6%	11%	80%
실시예 1-4	2	22	3	4	11	17	18	15%	24 %	65%	6%	15%	75%
실시예 1-5	2	22	3	5	10	17	21	15%	29 %	59%	6%	21%	69%
실시예 1-6	2	22	3	6	9	17	23	15%	35 %	53%	6%	25%	65%
실시예 1-7	2	22	3	7	8	17	27	15%	41 %	47%	6%	32%	59%
비교예 1	2	22	3	0	15	17	8	15%	0%	88%	6%	-	-

[311] 표 4의 실시예1-1 내지 1-7을 참조하면, 분절편의 적층수는 11 내지 27이고, 분절편이 포함되는 반경 구간(f) 대비 높이 가변 구간(d)의 비율(d/f)은 6% 내지 41%이다. 또한, 분절편이 포함되어 있는 반경 구간(f) 대비 적층수 균일구간(e)의 비율(e/f)은 47% 내지 82%이다. 또한, 코어를 제외한 전극 조립체의 반경(b-a) 대비 분절편 생략 구간(c)의 비율(c/(b-a))은 15%이다. 또한, 전극의 총 길이 대비 분절편 생략 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 6%, 전극의 총 길이 대비 높이 가변 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 3% 내지 32%, 및 전극의 총 길이 대비 높이 균일 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 59% 내지 87%이다.적층수 균일구간의 적층수(g)는 실시예1-1 내지 1-7이 모두 10 이상이다. 적층수 균일구간(e)은 분절편의 높이 가변 구간(d)이 증가할수록 감소하지만 적층수 균일구간(e)에서 분절편의 적층수(g)는 증가한다.

바람직하게, 분절편의 적층수(g)가 10 이상인 적층수 균일구간(e)은 용접 타겟 영역으로 설정될 수 있다.

[312] 1865 또는 2170의 폼 팩터를 가진 원통형 배터리는 전극 조립체의 반경이 대략 9mm 내지 10mm이다. 따라서, 종래의 원통형 배터리에 대해서는, 실시예1-1 내지 1-7과 같이, 분절편 구간(f)의 반경 방향 길이를 17mm 수준으로 확보할 수 없고, 분절편의 적층수가 10 이상인 적층수 균일구간(e)의 길이를 8mm 내지 14mm 수준으로 확보할 수 없다. 종래의 원통형 배터리에서, 코어의 반경을 실시예1-1 내지 1-7과 동일한 2mm로 설계할 경우, 분절편을 배치할 수 있는 반경 구간은 실질적으로 7mm 내지 8mm에 불과하기 때문이다. 또한, 종래의 원통형 배터리에 있어서 전극의 권취 방향 길이는 600mm 내지 980mm 수준이다. 이러한 짧은 전극 길이는 실시예1-1 내지 실시예 1-7에서 사용된 전극의 길이(양극 3948mm, 음극 4045mm) 대비 대략 15% 내지 24% 수준에 불과하다. 따라서, 파라미터 h, i 및 j에 관한 수치범위도 종래의 원통형 배터리의 디자인 사양으로부터 용이하게 도출할 수 없다.

[313] 다음으로, 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)에서 분절편의 최대 높이(h_N)가 동일할 때 분절편의 최소 높이(h_1) 변화에 따라 분절편의 적층수가 절곡 표면영역(F)의 반경 방향을 따라 어떻게 변화하는지를 구체적인 실시예들을 통하여 설명하기로 한다.

[314] 실시예2-1 내지 2-5의 전극 조립체는 반경은 22mm, 코어(C)의 직경은 4mm이다. 분절편(61)의 높이 가변 구간(도 10의 ②)에서 최소 높이(h_1)는 4mm로 동일하고, 최대 높이($h\text{-}_N$)는 6mm부터 10mm까지 1mm 단위로 변화를 주었다. 따라서, 실시예2-1 내지 2-5의 전극 조립체는 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)의 폭이 각각 2mm, 3mm, 4mm, 5mm, 6mm이며, 분절편 생략 구간(도 10의 ①)은 반경 2mm부터 6mm까지의 반경 구간이다.

[315] 실시예3-1 내지 3-4의 전극 조립체는 반경은 22mm, 코어(C)의 직경은 4mm이다. 분절편(61)의 높이 가변 구간(도 10의 ②)에서 최소 높이(h_1)는 5mm로 동일하고, 최대 높이($h\text{-}_N$)는 7mm부터 10mm까지 1mm 단위로 변화를 주었다. 따라서, 실시예3-1 내지 3-4의 전극 조립체는 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)의 폭이 각각 2mm, 3mm, 4mm, 5mm이며, 분절편 생략 구간(도 10의 ①)은 반경 2mm부터 7mm까지의 반경 구간이다.

[316] 실시예4-1 내지 4-3의 전극 조립체는 반경은 22mm, 코어(C)의 직경은 4mm이다. 분절편(61)의 높이 가변 구간(도 10의 ②)에서 최소 높이(h_1)는 6mm로 동일하고, 최대 높이($h\text{-}_N$)는 8mm부터 10mm까지 1mm 단위로 변화를 주었다. 따라서, 실시예4-1 내지 4-3의 전극 조립체는 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)의 폭이 각각 2mm, 3mm, 4mm이며, 분절편 생략 구간(도 10의 ①)은 반경 2mm부터 8mm까지의 반경 구간이다.

[317] 실시예5-1 내지 5-2의 전극 조립체는 반경은 22mm, 코어(C)의 직경은 4mm이다. 분절편(61)의 높이 가변 구간(도 10의 ②)에서 최소 높이(h_1)는 7mm로

동일하고, 최대 높이(h_N)는 9mm부터 10mm까지 1mm 단위로 변화를 주었다. 따라서, 실시예5-1 내지 5-2의 전극 조립체는 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)의 폭이 각각 2mm, 3mm이며, 분절편 생략 구간(도 10의 ①)은 반경 2mm부터 9mm까지의 반경 구간이다.

[318] 도 11b는 실시예 2-1 내지 2-5, 실시예 3-1 내지 3-4, 실시예 4-1 내지 4-3 및 실시예 5-1 내지 실시예 5-2에 대해 전극 조립체들의 상부에 형성된 양극의 절곡 표면영역(F)에서 반경 방향을 따라 측정한 분절편의 적층수를 카운트한 결과를 나타낸 그래프들이다. 음극의 절곡 표면영역도 실질적으로 동일한 결과를 보인다.

[319] 도 11b에서, 그래프 (a)는 실시예 2-1 내지 2-5에 대해, 그래프 (b)는 실시예 3-1 내지 3-4에 대해, 그래프 (c)는 실시예 4-1 내지 4-3에 대해, 그래프 (d)는 실시예 5-1 내지 실시예 5-2에 대해, 절곡 표면영역(F)에서 반경 방향을 따라 분절편의 적층수를 카운트한 결과를 나타낸다.

[320] 도 11b를 참조하면, 분절편의 적층수 균일구간(b1)이 전체 실시예들에서 공통적으로 나타난다. 적층수 균일구간(b1)은 그래프에서 플랫한 영역의 반경 구간이다. 적층수 균일구간(b1)의 길이는 분절편의 최소 높이(h_1)가 동일할 때 분절편의 최대 높이(h_N)가 감소할수록 증가한다. 또한, 적층수 균일구간(b1)의 길이는 분절편의 최대 높이(h_N)가 동일할 때 분절편의 최소 높이(h_1)가 감소할수록 증가한다. 한편, 적층수 균일구간(b1)에서, 분절편의 적층수는 분절편의 최대 높이(h_N)가 증가할수록 증가한다. 실시예들에 있어서도, 적층수 균일구간(b1)과 인접하여 적층수 감소구간(b2)이 나타난다.

[321] 실시예들에 있어서, 적층수 균일구간(b1)에서 분절편의 적층수는 모두 10 이상이다. 바람직하게, 분절편의 적층수가 10 이상인 영역은 바람직한 용접 타겟 영역으로 설정될 수 있다.

[322] 실시예들에 있어서, 적층수 균일구간(b1)은 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)이 시작되는 반경 지점부터 시작된다. 실시예 2-1 내지 2-5에서, 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)은 6mm부터 시작하여 외주측으로 연장된다. 실시예 3-1 내지 3-4에서, 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)은 7mm부터 시작하여 외주측으로 연장된다. 실시예 4-3 내지 4-3에서, 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)은 8mm부터 시작하여 외주측으로 연장된다. 실시예 5-1 내지 5-2에서, 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)은 9mm부터 시작하여 외주측으로 연장된다.

[323] 아래 표 5는, 실시예 2-1 내지 2-5, 실시예 3-1 내지 3-4, 실시예 4-1 내지 4-3 및 실시예 5-1 내지 실시예 5-2에 대해, 적층수 균일구간이 시작되는 반경 지점(6mm, 7mm, 8mm, 9mm)부터 전극 조립체의 최외측 지점(22mm)까지의 길이 대비 적층수 균일구간의 길이 비율(e/f), 적층수 균일구간이 시작되는 반경 지점(6mm, 7mm, 8mm, 9mm)부터 전극 조립체의 최외측 지점(22mm)까지의 길이 대비 분절편 높이 가변 구간(②)의 길이 비율(d/f) 등을 포함한 다양한

파라미터들을 산출한 결과를 나타낸다.

[324]

[325] [표5]

항목	a. 코어 반경 (mm)	b. 권회 구조 반경 (mm)	c. 분절 편 생략 구간 (mm)	d. 높이 가변 구간 (mm)	e. 적층 수 균일 구간 (mm)	f. 분절 편 구간 (mm)	g. 균일 구간 적층 수	c/(b-a) (%)	d/f (%)	e/f (%)	h. 분절 편 생략 구간 비율	i. 높이 가변 구간 비율	j. 높이 균일 구간 비율
실시예 2-1	2	22	4	2	7	16	16	20%	13%	44%	10%	6%	81%
실시예2-2	2	22	4	3	8	16	18	20%	19%	50%	10%	11%	77%
실시예2-3	2	22	4	4	9	16	21	20%	25%	56%	10%	16%	72%
실시예2-4	2	22	4	5	10	16	23	20%	31%	63%	10%	20%	68%
실시예 2-5	2	22	4	6	11	16	27	20%	38%	69%	10%	25%	65%
실시예3-1	2	22	5	2	6	15	18	25%	13%	40%	13%	7%	77%
실시예3-2	2	22	5	3	7	15	21	25%	20%	47%	13%	12%	72%
실시예3-3	2	22	5	4	8	15	24	25%	27%	53%	13%	16%	68%
실시예3-4	2	22	5	5	9	15	27	25%	33%	60%	13%	22%	62%
실시예4-1	2	22	6	2	5	14	21	30%	14%	36%	16%	9%	72%
실시예4-2	2	22	6	3	6	14	23	30%	21%	43%	16%	13%	68%

실시예4-3	2	22	6	4	7	14	27	30%	29%	50%	16%	19%	62%
실시예5-1	2	22	7	2	4	13	23	35%	15%	31%	20%	9%	68%
실시예5-2	2	22	7	3	5	13	27	35%	23%	38%	20%	15%	62%

[326] 도 10 및 도 11b와 함께 표 5의 실시예 2-5, 실시예 3-4, 실시예 4-3 및 실시예 5-2를 참조하면, 분절편의 높이 가변 구간(②)에서 분절편의 최대 높이(h_N)는 10mm로 동일하지만 분절편의 최소 높이(h_1)는 4mm, 5mm, 6mm, 7mm로 1mm씩 증가하고, 높이 가변 구간(②)의 길이는 6mm, 5mm, 4mm, 3mm로 1mm씩 감소한다. 4개의 실시예들에서, 적층수 균일구간의 비율(e/f)은 실시예 2-5가 69%로서 최대이고, 실시예 5-1이 31%로서 최소이고, 적층수 균일구간의 적층수는 모두 동일하다. 표 5에 나타낸 결과로부터, 분절편의 최대 높이(h_N)가 동일할 때 분절편의 최소 높이(h_1)가 감소하여 분절편의 높이 가변 구간(②)의 폭이 늘어날수록 적층수 균일구간의 폭도 비례하여 증가하는 것을 알 수 있다. 그 이유는, 분절편의 최소 길이(h_1)가 작을수록 분절편이 시작되는 반경 지점이 코어측과 가까워지면서 분절편이 적층되는 영역이 코어 측으로 확장되기 때문이다.

[327] 표 5를 참조하면, 분절편의 적층수는 16 내지 27이고, 분절편의 높이 가변 구간(②)의 비율(d/f)는 13% 내지 38%이고, 적층수 균일구간의 비율(e/f) 는 31% 내지 69%임을 알 수 있다. 또한, 코어를 제외한 전극 조립체의 반경(b-a) 대비 분절편 생략 구간(c)의 비율(c/(b-a))은 20% 내지 35%이다. 또한, 전극의 총 길이 대비 분절편 생략 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 10% 내지 20%, 전극의 총 길이 대비 높이 가변 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 6% 내지 25%, 및 전극의 총 길이 대비 높이 균일 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 62% 내지 81%이다.

[328] 1865 또는 2170의 폼 팩터를 가진 원통형 배터리는 전극 조립체의 반경이 대략 9mm 내지 10mm이다. 따라서, 실시예들과 같이, 분절편 구간(f)의 반경 방향 길이를 13mm 내지 16mm수준으로 확보할 수 없고, 분절편 생략 구간(c)의 길이를 4mm 내지 7mm 정도 확보 하면서 동시에 분절편의 적층수가 10 이상인 적층수 균일구간(e)의 길이를 5mm 내지 11mm 수준으로 확보할 수 없다. 종래의 원통형 배터리에서, 코어의 반경을 실시예들과 동일한 2mm로 설계할 경우, 분절편을 배치할 수 있는 반경 구간은 실질적으로 7mm 내지 8mm에 불과하기 때문이다. 또한, 종래의 원통형 배터리에 있어서 전극의 권취 방향 길이는 600mm 내지 980mm 수준이다. 이러한 짧은 전극 길이는 실시예들에서 전극의 길이(양극 3948mm, 음극 4045mm) 대비 대략 15% 내지 24% 수준에 불과하다. 따라서, 파라미터 h, i 및 j에 관한 수치범위도 종래의 원통형 배터리의 디자인

사양으로부터 용이하게 도출할 수 없다.

[329] 다음으로, 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)에서 분절편의 최소 높이(h_1)와 최대 높이(h_N)가 동일할 때 전극 조립체의 코어(C) 직경에 따라 분절편의 적층수가 절곡 표면영역(F)의 반경 방향을 따라 어떻게 변화하는지를 구체적인 실시예들을 통하여 설명하기로 한다.

[330] 실시예6-1 내지 6-6의 전극 조립체는 반경은 22mm, 코어(C)의 반경은 4mm이다. 분절편(61)의 높이 가변 구간(도 10의 ②)에서 분절편의 최소 높이(h_1)는 3mm로 동일하고, 분절편의 최대 높이($h\text{-}_N$)는 5mm부터 10mm까지 1mm 단위로 변화를 주었다. 따라서, 실시예6-1 내지 6-6의 전극 조립체는 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)의 폭이 각각 2mm, 3mm, 4mm, 5mm, 6mm, 7mm이며, 분절편 생략 구간(도 10의 ①)은 반경 4mm부터 7mm까지의 반경 구간이다.

[331] 실시예7-1 내지 7-6의 전극 조립체는 반경은 22mm, 코어(C)의 반경은 2mm이다. 분절편(61)의 높이 가변 구간(도 10의 ②)에서 분절편의 최소 높이(h_1)는 3mm로 동일하고, 분절편의 최대 높이($h\text{-}_N$)는 5mm부터 10mm까지 1mm 단위로 변화를 주었다. 따라서, 실시예7-1 내지 7-6의 전극 조립체는 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)의 폭이 각각 2mm, 3mm, 4mm, 5mm, 6mm, 7mm이며, 분절편 생략 구간(①)은 반경 2mm부터 5mm까지의 반경 구간으로 모두 동일하다.

[332] 도 11c는 실시예 6-1 내지 6-6과 실시예 7-1 내지 7-6에 대해 전극 조립체의 상부에 형성된 양극의 절곡 표면영역(F)에서 반경 방향을 따라 측정한 분절편의 적층수를 카운트한 결과를 나타낸 그래프들이다. 음극의 절곡 표면영역에서도 실질적으로 동일한 결과가 나타난다.

[333] 도 11c에서, 그래프 (a)는 실시예 6-1 내지 6-6에 대해, 그래프 (b)는 실시예 7-1 내지 7-6에 대해, 절곡 표면영역(F)에서 반경 방향을 따라 측정한 분절편의 적층수를 카운트한 결과를 나타낸다.

[334] 도 11c를 참조하면, 분절편의 적층수 균일구간(b1)이 전체 실시예들에서 공통적으로 나타난다. 적층수 균일구간(b1)은 그래프에서 플랫한 영역의 반경 구간이다. 적층수 균일구간(b1)의 반경 방향 길이는 분절편의 최소 높이(h_1)가 동일할 때 분절편의 최대 높이(h_N)가 감소할수록 증가한다. 한편, 적층수 균일구간(b1)에서, 분절편의 적층수는 분절편의 최대 높이(h_N)가 증가할수록 증가한다. 실시예들에서, 적층수 균일구간(b1)과 인접하여 적층수 감수구간(b2)이 확인된다.

[335] 실시예들에 있어서, 적층수 균일구간(b1)에서 분절편의 적층수는 모두 10 이상이다. 바람직하게, 분절편의 적층수가 10 이상인 영역은 바람직한 용접 타겟 영역으로 설정될 수 있다.

[336] 실시예들에 있어서, 적층수 균일구간(b1)은 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)이 시작되는 반경 지점부터 시작된다. 실시예 6-1 내지 6-6의 경우 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)이 시작되는 반경은 7mm이고, 실시예 7-1 내지 7-6의

경우 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)이 시작되는 반경은 5mm이다.

[337] 아래 표 6은, 실시예 6-1 내지 6-6과 실시예 7-1 내지 7-6에 대해, 적층수 균일구간이 시작되는 반경 지점(7mm, 5mm)부터 전극 조립체의 최외측 지점(22mm)까지의 길이 대비 적층수 균일구간의 길이 비율(e/f), 적층수 균일구간이 시작되는 반경 지점(7mm, 5mm)부터 전극 조립체의 최외측 지점(22mm)까지의 길이 대비 분절편 높이 가변 구간(②)의 길이 비율(d/f) 등을 포함하는 여러 가지 파라미터들의 산출 결과를 나타낸다.

[338]

[339] [표6]

항목	a. 코어 반경 (mm)	b. 권회 구조 반경 (mm)	c. 분절 편 생략 구간 (mm)	d. 높이 가변 구간 (mm)	e. 적층 수 균일 구간 (mm)	f. 분절 편 구간 (mm)	g. 균일 구간 적층 수	c/(b-a) (%)	d/f (%)	e/f (%)	h. 분절 편 생략 구간 비율	i. 높이 가변 구간 비율	j. 높이 균일 구간 비율
실시예 6-1	4	22	3	2	11	15	13	17%	13%	73%	6%	7%	83%
실시예6-2	4	22	3	3	10	15	16	17%	20%	67%	6%	11%	80%
실시예6-3	4	22	3	4	9	15	18	17%	27%	60%	6%	15%	75%
실시예6-4	4	22	3	5	8	15	21	17%	33%	53%	6%	21%	69%
실시예6-5	4	22	3	6	7	15	23	17%	40%	47%	6%	25%	65%
실시예6-6	4	22	3	7	6	15	27	17%	47%	40%	6%	32%	59%
실시예7-1	2	22	3	2	13	17	13	15%	12%	76%	6%	7%	83%
실시예7-2	2	22	3	3	12	17	16	15%	18%	71%	6%	11%	80%
실시예7-3	2	22	3	4	11	17	18	15%	24%	65%	6%	15%	75%

실시예7-4	2	22	3	5	10	17	21	15%	29%	59%	6%	21%	69%
실시예7-5	2	22	3	6	9	17	23	15%	35%	53%	6%	25%	65%
실시예7-6	2	22	3	7	8	17	27	15%	41%	47%	6%	32%	59%

[340] 도 10과 표 6의 실시예 6-6과 실시예 7-6을 참조하면, 분절편의 높이 가변 구간(②)에서 분절편의 최소 높이(h_1) 및 최대 높이(h_N)는 각각 3mm 및 10mm로 동일하다. 다만, 실시예 6-6은 실시예 7-6에 비해 코어의 반경이 2mm 더 크다. 따라서, 실시예 6-6은 실시예 7-6에 비해서 적층수 균일구간(e)과 분절편 구간(f)이 2mm 작으며, 적층수 균일구간에서 분절편의 적층수는 동일하다. 이러한 결과는 코어의 반경 차이로부터 비롯된 것이다. 표 6에 나타낸 결과로부터, 분절편의 높이 가변 구간(②)의 폭이 동일할 때, 코어의 반경(a)이 작을수록 높이 가변 구간(②)의 비율(d/f)은 감소하는데 반해, 적층수 균일구간의 비율(e/f)는 증가하는 것을 알 수 있다.표 6을 참조하면, 분절편의 적층수는 13 내지 27이고, 분절편의 높이 가변 구간(②)의 비율(d/f)는 12% 내지 47%이고, 적층수 균일구간의 길이 비율(e/f)는 40% 내지 76%임을 알 수 있다. 또한, 코어를 제외한 전극 조립체의 반경(b-a) 대비 분절편 생략 구간(c)의 비율(c/(b-a))은 15% 내지 17%이다. 또한, 전극의 총 길이 대비 분절편 생략 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 6%, 전극의 총 길이 대비 높이 가변 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 7% 내지 32%, 및 전극의 총 길이 대비 높이 균일 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 59% 내지 83%이다.

[341] 1865 또는 2170의 폼 팩터를 가진 원통형 배터리는 전극 조립체의 반경이 대략 9mm 내지 10mm이다. 따라서, 실시예들과 같이, 분절편 구간(f)의 반경 방향 길이를 15mm 내지 17mm수준으로 확보하고 없고, 분절편 생략 구간(c)의 길이를 3mm 정도 확보 하면서 동시에 절편의 적층수가 10 이상인 적층수 균일구간(e)의 길이를 6mm 내지 13mm 수준으로 확보할 수 없다. 종래의 원통형 배터리에서, 코어의 반경을 실시예들과 동일한 2mm 내지 4mm로 설계할 경우, 분절편을 배치할 수 있는 반경 구간은 실질적으로 5mm 내지 8mm에 불과하기 때문이다. 또한, 종래의 원통형 배터리에 있어서 전극의 권취 방향 길이는 600mm 내지 980mm 수준이다. 이러한 짧은 전극 길이는 실시예들에서 전극의 길이(양극 3948mm, 음극 4045mm) 대비 대략 15% 내지 24% 수준에 불과하다. 따라서, 파라미터 h, i 및 j에 관한 수치범위도 종래의 원통형 배터리의 디자인 사양으로부터 용이하게 도출할 수 없다.

[342] 표 4 내지 표 6의 데이터를 종합적으로 고려하면, 분절편의 적층수 균일구간에서 분절편의 적층수는 11 내지 27일 수 있다. 또한, 분절편의 높이 가변 구간(②)의 비율(d/f)는 6% 내지 47%일 수 있다. 또한, 적층수 균일구간의 비율(e/f)는 31% 내지 82%일 수 있다. 또한, 코어를 제외한 전극 조립체의 반경 대비 분절편 생략 구간의 길이 비율(c/(b-a))은 15% 내지 35%일 수 있다. 또한, 전극의 총 길이(권취 방향 길이) 대비 분절편 생략 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 6% 내지 20%일 수 있다. 또한, 전극의 총 길이 대비 분절편의 높이 가변 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 3% 내지 32%일 수 있다. 또한, 전극의 총 길이 대비 분절편의 높이 균일 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 59% 내지 87%일 수 있다.

[343] 한편, 표 4 내지 표 6을 통해 설명한 파라미터들은 코어의 반경(a); 전극 조립체의 반경(b); 분절편의 높이 가변 구간에서 최소 높이(h_1)와 최대 높이(h_N); 반경 1mm 증가당 분절편의 높이 변화 폭(△h); 양극, 음극 및 분리막의 두께 등을 포함하는 설계 팩터들에 따라 가변될 수 있다.

[344] 따라서, 분절편의 적층수 균일구간에서 분절편의 적층수는 10 내지 35까지 확장될 수 있다. 분절편의 높이 가변 구간(①)의 비율(d/f)는 1% 내지 50%로 확장될 수 있다. 또한, 적층수 균일구간의 비율(e/f)는 30% 내지 85%로 확장될 수 있다. 또한, 코어를 제외한 전극 조립체의 반경 대비 분절편 생략 구간의 길이 비율(c/(b-a))은 10% 내지 40%로 확장될 수 있다. 또한, 전극의 총 길이(권취 방향 길이) 대비 분절편 생략 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 1% 내지 30%로 확장될 수 있다. 또한, 전극의 총 길이 대비 분절편의 높이 가변 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 1% 내지 40%로 확장될 수 있다. 또한, 전극의 총 길이 대비 분절편의 높이 균일 구간에 대응되는 전극 영역의 길이 비율은 50% 내지 90%로 확장될 수 있다.

[345] 전극 조립체의 상부와 하부에서 형성되는 절곡 표면영역(F)에 있어서, 적층수 균일구간은 집전판의 용접 타겟 영역으로 이용될 수 있다.

[346] 바람직하게, 집전판의 용접 영역은 전극 조립체의 반경 방향에서 적층수 균일구간과 적어도 50% 이상 중첩되는 것이 바람직하고, 중첩 비율이 높을수록 더욱 바람직하다.

[347] 바람직하게, 집전판 용접 영역 중에서 적층수 균일구간과 중첩되지 않는 나머지 영역은 반경 방향에서 적층수 균일구간과 인접하는 적층수 감소구간과 중첩될 수 있다.

[348] 보다 바람직하게, 집전판의 용접 영역 중에서 적층수 균일구간과 중첩되지 않는 나머지 영역은 적층수 감소구간 중에서 분절편의 중첩수가 10 이상인 영역과 중첩될 수 있다.

[349] 분절편의 적층수가 10 이상인 영역에 집전판을 용접하면, 용접 강도의 측면, 그리고 용접 시 분리막이나 활물질층의 손상을 방지할 수 있다는 측면에서 바람직하다. 특히, 투과 특성이 높은 고출력 레이저를 이용하여 집전판을 용접할

때 유용성이 있다.

[350] 분절편이 10장 이상 적층된 적층수 균일구간과 집전판을 레이저로 용접하면 용접 품질의 향상을 위해 레이저의 출력을 증대시키더라도 적층수 균일구간이 레이저의 에너지를 대부분 흡수하여 용접 비즈를 형성하게 되므로 레이저에 의해 절곡 표면영역(F) 아래의 분리막과 활물질층이 손상되는 현상을 방지할 수 있다.

[351] 또한, 레이저가 조사되는 영역은 분절편의 적층수가 10 이상이므로 용접 비즈가 충분한 볼륨과 두께로 형성된다. 따라서, 용접 강도가 충분히 확보될 수 있고 용접 계면의 저항도 급속 충전에 적합한 수준으로 낮출 수 있다.

[352] 집전판의 용접 시 레이저의 출력은 절곡 표면영역(F)과 집전판 사이의 소망하는 용접 강도에 의해 결정될 수 있다. 용접 강도는 분절편의 적층수에 비례하여 증가한다. 적층수가 증가할수록 레이저에 의해 형성되는 용접 비즈의 볼륨이 커지기 때문이다. 용접 비즈는 집전판의 소재와 분절편의 소재가 함께 용융되면서 형성된다. 따라서 용접 비즈의 볼륨이 크면 집전판과 절곡 표면영역의 결합이 보다 강하게 이루어지고 용접 계면의 접촉 저항이 낮아지는 것이다.

[353] 바람직하게, 용접 강도는 2kgf/cm^2 이상, 더욱 바람직하게는 4kgf/cm^2이상일 수 있다. 또한, 용접 강도는 바람직하게 8kgf/cm_2 이하, 더욱 바람직하게 6kgf/cm^2 이하로 설정될 수 있다.

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

[355] 용접 강도 조건을 충족시키기 위한 레이저의 출력은 레이저 장비에 따라 차이는 있는데, 250W 내지 320W의 범위 또는 해당 장비가 제공하는 레이저 최대 출력 사양의 40% 내지 90% 범위에서 적절하게 조절될 수 있다.

[356] 용접 강도는 집전판이 절곡 표면영역(F)으로부터 분리되기 시작할 때 집전판의 단위 면적당 인장력(kgf/cm^2)으로서 정의될 수 있다. 구체적으로, 집전판의 용접을 완료한 후 집전판에 인장력을 가하되 그 크기를 점차 증가시킬 수 있다. 인장력이 임계치를 초과하면 용접 계면으로부터 분절편이 분리되기 시작한다. 이 때, 집전판에 가해진 인장력을 집전판의 면적으로 나눈 값이 용접 강도에 해당한다.

[357] 절곡 표면영역(F)은 분절편이 복수의 레이어로 적층되어 있으며, 전술한 실시예들에 따르면, 분절편의 적층수는 최소 10 장에서 최대 35장까지 증가할 수 있다.

[358] 양극 집전체의 두께는 10um 내지 25um이고 음극 집전체의 두께는 5um 내지 20um의 범위에서 선택될 수 있다. 따라서, 양극의 절곡 표면영역(F)에서 분절편의 총 적층 두께는 100um 내지 875um인 영역을 포함할 수 있다. 또한, 음극의 절곡 표면영역(F)은 분절편의 총 적층 두께가 50um 내지 700um인 영역을

포함할 수 있다.

[359] 도 12는 본 발명의 실시예에 따라 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들에 의해 형성된 절곡 표면영역(F)에 적층수 균일구간(b1)과 적층수 감소구간(b2)을 나타낸 전극 조립체의 상부 평면도이다.

[360] 도 12를 참조하면, 분절편(61)의 절곡 표면영역(F)은 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들이 전극 조립체(JR)의 코어(C) 측으로 절곡되면서 형성된다. 도 12에 있어서, 일점 쇄선으로 나타낸 2개의 원 사이의 영역은 분절편(61)의 적층수가 10 이상인 적층수 균일구간(b1)에 해당하고, 적층수 균일구간(b1)의 외측 영역은 적층수 감소구간(b2)에 해당한다.

[361] 일 예에서, 집전판(P_c)가 분절편 정렬부(50)의 분절편(61)들이 절곡되면서 형성된 절곡 표면영역(F)에 용접되면, 집전판(P_c)의 표면에 용접 패턴(W_p)이 생긴다. 용접 패턴(W_p)은 라인 패턴 또는 점 패턴의 배열일 수 있다. 용접 패턴(W_p)은 용접 영역에 해당하고, 반경 방향을 따라 분절편의 적층수 균일구간(b1)과 50% 이상 중첩될 수 있다. 따라서, 용접 패턴(W_p)의 일부는 적층수 균일구간(b1)에 포함되고, 용접 패턴(W_p)의 나머지는 적층수 균일구간(b1) 바깥쪽의 적층수 감소구간(b1)에 포함될 수 있다. 물론, 용접 패턴(W_p) 전체가 적층수 균일구간(b1)과 중첩될 수 있다.

[362] 바람직하게, 집전판(P_c)가 절곡 표면영역(F)과 접촉하는 부분의 가장자리는 마지막 권회턴에서 코어(C) 측으로 절곡된 분절편(61)의 단부를 덮을 수 있다. 이 경우, 분절편(61)들이 집전판(P_c)에 의해 눌린 상태에서 용접 패턴(W_p)이 형성됨으로써, 집전판(P_c)와 절곡 표면영역(F)이 강하게 결합된다. 그 결과, 권회축 방향으로 적층된 분절편들(45)이 서로 서로 긴밀하게 밀착됨으로써 용접 계면에서의 저항도 낮아지고 분절편(61)의 들뜸 현상을 방지할 수 있다.

[363] 한편, 분절편의 절곡 방향은 상술한 바와 반대가 될 수 있다. 즉, 분절편은 코어측로부터 외주측으로 절곡될 수 있다. 이 경우, 분절편 그룹(61g)에 포함된 분절편(61)의 높이가 권취 방향(X축) 방향을 따라 변화되는 패턴은 상술한 실시예들(변형예들)과 반대가 될 수 있다. 예를 들어, 분절편(61)의 높이는 코어로부터 외주측으로 갈수록 단계적으로 낮아질 수 있다. 또한, 제1부분(B1)에 적용되는 구조와 제2부분(B3)에 적용되는 구조가 서로 스위치될 수 있다. 바람직하게, 분절편(61)의 높이를 코어측으로부터 외주측으로 갈수록 단계적으로 감소시키되, 전극 조립체의 외주와 가장 가까운 분절편(61)이 외주측으로 절곡되었을 때 분절편(61)의 단부가 전극 조립체의 외주 밖으로 돌출되지 않도록 분절편의 높이 변화 패턴이 설계될 수 있다.

[364] 상술한 실시예들(변형예들)의 전극 구조는 젤리롤 타입의 전극 조립체에 포함된 극성이 다른 제1전극 및 제2전극 중 적어도 하나에 적용될 수 있다. 또한, 제1전극 및 제2전극 중 어느 하나에 실시예들(변형예들)의 전극 구조가 적용될 경우, 다른 하나에는 종래의 전극 구조가 적용될 수 있다. 또한, 제1전극 및 제2전극에 적용된 전극 구조는 서로 동일하지 않고 다를 수 있다.

[365] 일 예로, 제1전극과 제2음극이 각각 양극 및 음극일 때, 제1전극에는 실시예들(변형예들) 중 어느 하나가 적용되고 제2전극에는 종래의 전극 구조(도1 참조)가 적용될 수 있다.

[366] 다른 예로, 제1전극과 제2음극이 각각 양극 및 음극일 때, 제1전극에는 실시예들(변형예들) 중 어느 하나가 선택적으로 적용되고 제2전극에는 실시예들(변형예들) 중 어느 하나가 선택적으로 적용될 수 있다.

[367] 본 발명에 있어서, 양극에 코팅되는 양극 활물질과 음극에 코팅되는 음극 활물질은 당업계에 공지된 활물질이라면 제한없이 사용될 수 있다.

[368] 일 예에서, 양극 활물질은 일반 화학식 $A(A_xM_y)O_{2+z}$(A는 Li, Na 및 K 중 적어도 하나 이상의 원소를 포함; M은 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 z는 화합물이 전기적 중성을 유지하도록 선택됨)로 표시되는 알칼리 금속 화합물을 포함할 수 있다.

[369] 다른 예에서, 양극 활물질은 US6,677,082, US6,680,143 등에 개시된 알칼리 금속 화합물 $xLiM1O_2 \cdot (1-x)Li_2M2O_3$(M1은 평균 산화 상태 3을 갖는 적어도 하나 이상의 원소를 포함; M2는 평균 산화 상태 4를 갖는 적어도 하나 이상의 원소를 포함; $0 \leq x \leq 1$)일 수 있다.

[370] 또 다른 예에서, 양극 활물질은, 일반 화학식 $Li_aM1_xFe_{1-x}M2_yP_{1-y}M3_zO_{4-z}$(M1은 Ti, Si, Mn, Co, Fe, V, Cr, Mo, Ni, Nd, Al, Mg 및 Al에서 선택된 적어도 하나 이상의 원소를 포함; M2는 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; M3는 F를 선택적으로 포함하는 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 z는 화합물이 전기적 중성을 유지하도록 선택됨), 또는 $Li_3M_2(PO_4)_3$ [M은 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.

[371] 바람직하게, 양극 활물질은 1차 입자 및/또는 1차 입자가 응집된 2차 입자를 포함할 수 있다.

[372] 일 예에서, 음극 활물질은 탄소재, 리튬금속 또는 리튬금속화합물, 규소 또는 규소화합물, 주석 또는 주석 화합물 등을 사용할 수 있다. 전위가 2V 미만인 TiO_2, SnO_2와 같은 금속 산화물도 음극 활물질로 사용 가능하다. 탄소재로는 저결정 탄소, 고결정성 탄소 등이 모두 사용될 수 있다.

[373] 분리막은 다공성 고분자 필름, 예를 들어 에틸렌 단독중합체, 프로필렌 단독중합체, 에틸렌/부텐 공중합체, 에틸렌/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, 예를 들어 고융점의 유리 섬유, 폴리에틸렌테레프탈레이트 섬유 등으로 된 부직포를 사용할 수 있다.

[374] 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 볼륨(interstitial volume)이 존재하도록 바인더와 결합된 구조를 가질 수 있다.

[375] 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_3로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상의 물질을 포함할 수 있다.

[376] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 전극 조립체의 구조에 관해 상세히 설명한다.

[377] 도 13은 실시예의 전극(60)을 제1전극(양극) 및 제2전극(음극)에 적용한 젤리롤 타입의 전극 조립체(100)를 자르되, 분절편 정렬부(50)를 통과하도록 Y축 방향(권취 축 방향)을 따라 자른 단면도이다.

[378] 도 13을 참조하면, 제1전극의 무지부(43a)는, 전극 조립체(100)의 코어에 인접한 제1부분(B1), 전극 조립체(100)의 외주 표면에 인접한 제2부분(B3), 및 제1부분(B1) 및 제2부분(B3) 사이에 개재된 제3부분(B2)를 포함한다.

[379] 제1부분(B1)의 무지부 높이는 분절편(61)들의 높이보다 상대적으로 작다. 또한, 제3부분(B2)에 있어서 최내측에 위치한 분절편(61)의 절곡 길이는 제1부분(B1)의 반경 방향 길이(R)와 같거나 작다. 절곡 길이(H)는 최내측 분절편(61)이 절곡되는 지점부터 분절편(61) 상단까지의 거리에 해당한다. 변형예에서, 절곡 길이 H는 제1부분(B1)에 의해 형성되는 권회턴의 반경 방향 길이(R)와 코어(102) 반경의 10%를 합산한 값보다 작을 수 있다.

[380] 따라서, 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들이 절곡되더라도 전극 조립체(100)의 코어(102)는 직경의 90% 이상이 외부로 개방된다. 코어(102)는 전극 조립체(100)의 중심에 있는 공동(cavity)이다. 코어(102)가 폐색되지 않으면, 전해질 주액 공정에 어려움이 없고, 전해질 주액 효율이 향상된다. 또한, 코어(102)를 통해 용접 지그를 삽입하여 음극(또는 양극)측의 집전판과 전지 하우징(또는 리벳 단자) 사이의 용접 공정을 용이하게 진행할 수 있다.

[381] 제2부분(B3)의 무지부 높이는 분절편(61)의 높이보다 상대적으로 작다. 따라서, 전지 하우징의 비딩부가 제2부분(B3)의 권회턴 근처에서 가압되는 과정에서 비딩부와 전극 조립체(100)의 상단 가장자리가 서로 접촉하면서 내부 단락이 일어나는 현상을 방지할 수 있다.

[382] 일 변형예에서, 제2부분(B3)은 분절편 정렬부(50)를 형성하는 분절편(61)을 포함할 수 있고, 제2부분(B3)의 분절편(61) 높이는 도 13에 도시된 것과 달리 점진적으로 또는 단계적으로 감소할 수 있다. 또한, 도 13에는, 분절편 정렬부(50)의 분절편(61) 높이가 외주측 일부분이 동일하다. 하지만 분절편 정렬부(50)의 분절편(61) 높이는 제1부분(B1)와 제3부분(B2)의 경계부터 제3부분(B2)와 제2부분(B3)의 경계까지 점진적으로 또는 단계적으로 증가할 수

있다. 분절편 정렬부(50)에 있어서 분절편(61)의 높이가 변하는 구간은 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)에 해당한다.

[383] 제2무지부(43b)는 제1무지부(43a)와 동일한 구조를 가진다. 일 변형예에서, 제2무지부(43b)는 종래의 전극 구조나 다른 실시예들(변형예들)의 전극 구조를 가질 수 있다.

[384] 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들의 단부(101)는 전극 조립체(100)의 반경 방향, 예컨대 외주측으로부터 코어측으로 절곡 가공될 수 있다. 이 때 제1부분(B1)과 제2부분(B3)의 무지부는 실질적으로 절곡되지 않는다.

[385] 분절편 정렬부(50)는 반경 방향으로 정렬된 복수의 분절편(61)을 포함하고 있으므로 절곡 응력이 완화되어 절곡 지점 근처의 무지부(43a, 43b)가 찢어지거나 비정상적으로 변형되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 분절편(61)의 폭 및/또는 높이 및/또는 이격 피치가 상술한 실시예의 수치범위에 따라 조절될 경우, 분절편(61)들이 코어측으로 절곡되면서 용접 강도를 충분히 확보할 수 있을 정도로 여러 겹으로 중첩되며 절곡 표면영역(F)에 빈 구멍(빈틈)을 형성하지 않는다.

[386] 도 14는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전극 조립체(110)를 자르되 분절편 정렬부(50)를 통과하도록 Y축 방향(권취 축 방향)을 따라 자른 단면도이다.

[387] 도 14를 참조하면, 전극 조립체(110)는 도 13의 전극 조립체(100)와 비교하여 제2부분(B3)에도 분절편 정렬부(50)를 형성하는 분절편(61)들이 포함되고 제2부분(B3)의 분절편(61) 높이가 제3부분(B2)의 최외측에 있는 분절편(61) 높이와 실질적으로 동일하다는 점을 제외하면 나머지 구성은 실질적으로 동일하다.

[388] 전극 조립체(110)에 있어서, 제1부분(B1)의 무지부 높이는 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들의 높이보다 상대적으로 작다. 또한, 분절편 정렬부(50)에 있어서 최내측에 위치한 분절편(61)의 절곡 길이(H)는 제1부분(B1)에 의해 형성된 권회턴들의 반경 방향 길이(R)와 같거나 작다. 바람직하게, 제1부분(B1)에 의해 형성된 권회턴들은 분절편이 없는 분절편 생략 구간(도 10의 ①)일 수 있다. 변형예에서, 절곡 길이 H는 제1부분(B1)에 의해 형성된 권회턴들의 반경 방향 길이(R)와 코어(112) 반경의 10%를 합산한 값보다 작을 수 있다.

[389] 따라서, 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들이 절곡되더라도 전극 조립체(110)의 코어(112)는 직경의 90% 이상이 외부로 개방된다. 코어(112)가 폐색되지 않으면, 전해질 주액 공정에 어려움이 없고, 전해질 주액 효율이 향상된다. 또한, 코어(112)를 통해 용접 지그를 삽입하여 음극(또는 양극)측의 집전판과 전지 하우징(또는 리벳 단자) 사이의 용접 공정을 용이하게 진행할 수 있다.

[390] 일 변형예에서, 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)의 높이가 코어측으로부터 외주측을 향해 점진적으로 또는 단계적으로 증가하는 구조는,

제2부분(B3)에 의해 형성되는 권회턴들까지 확장될 수 있다. 이 경우, 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들의 높이는 제1부분(B1)와 제3부분(B2)의 경계부터 전극 조립체(110)의 최외측 표면까지 점진적으로 또는 단계적으로 증가할 수 있다.

[391] 제2무지부(43b)는 제1무지부(43a)와 동일한 구조를 가진다. 일 변형예에서, 제2무지부(43b)는 종래의 전극 구조나 다른 실시예들(변형예들)의 전극 구조를 가질 수 있다.

[392] 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들의 단부(111)는 전극 조립체(110)의 반경 방향, 예를 들어 외주측으로부터 코어측으로 절곡 가공될 수 있다. 이 때 제1부분(B1)의 무지부는 실질적으로 절곡되지 않는다.

[393] 분절편 정렬부(50)는 반경 방향으로 정렬된 복수의 분절편(61)을 포함하고 있으므로 절곡 응력이 완화되어 절곡 지점 근처의 무지부(43a, 43b)가 찢어지거나 비정상적으로 변형되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 분절편(61)의 폭 및/또는 높이 및/또는 이격 피치가 상술한 실시예의 수치범위에 따라 조절될 경우, 분절편(61)들이 코어측으로 절곡되면서 용접 강도를 충분히 확보할 수 있을 정도로 여러 겹으로 중첩되며 절곡 표면영역에 빈 구멍(빈틈)을 형성하지 않는다.

[394] 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전극 조립체(120)를 자르되 분절편 정렬부(50)를 통과하도록 Y축 방향(권취 축 방향)을 따라 자른 단면도이다.

[395] 도 15를 참조하면, 전극 조립체(120)는 도 13의 전극 조립체(100)와 비교하여 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들의 높이가 점진적 또는 단계적으로 증가하였다가 감소하는 패턴을 가지는 점만 다르고 나머지 구성은 실질적으로 동일하다. 분절편(61)들의 높이가 변화하는 반경 구간은 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②)으로 간주될 수 있다. 이 경우에도, 분절편(61)의 높이 가변 구간은 분절편(61)들이 절곡되면서 형성되는 절곡 표면영역(F)에 분절편(61)의 적층수가 10 이상인 적층수 균일구간이 앞서 설명된 바람직한 수치범위로 나타나도록 설계될 수 있다.

[396] 전극 조립체(120)에 있어서, 제1부분(B1)의 무지부 높이는 분절편(61)들의 높이보다 상대적으로 작다. 또한, 코어(122)와 가장 인접한 분절편(61)의 절곡 길이(H)는 제1부분(B1)에 의해 형성된 권회턴들의 반경 방향 길이(R)와 같거나 작다. 제1부분(B1)에 의해 형성된 권회턴들에 대응되는 구간은 분절편이 없는 분절편 생략 구간(도 10의 ①)에 해당한다. 변형예에서, 절곡 길이 H는 제1부분(B1)에 의해 형성된 권회턴들의 반경 방향 길이(R)와 코어(102) 반경의 10%를 합산한 값보다 작을 수 있다.

[397] 따라서, 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들이 코어측을 향해 절곡되더라도 전극 조립체(120)의 코어(122)는 직경의 90% 이상의 외부로 개방된다. 코어(122)가 폐색되지 않으면, 전해질 주액 공정에 어려움이 없고, 전해질 주액 효율이 향상된다. 또한, 코어(122)를 통해 용접 지그를 삽입하여

음극(또는 양극)측의 집전판과 전지 하우징(또는 리벳 단자) 사이의 용접 공정을 용이하게 진행할 수 있다.

[398] 또한, 제2부분(B3)의 무지부 높이는 분절편(61)들의 높이보다 상대적으로 작으며, 바람직하게는 제2부분(B3)에는 분절편(61)이 형성되지 않을 수 있다. 따라서, 전지 하우징의 비딩부가 제2부분(B3)에 의해 형성된 권회턴들의 근처에서 가압되는 과정에서 비딩부와 전극 조립체(120)의 단부 가장자리가 서로 접촉되면서 내부 단락이 일어나는 현상을 방지할 수 있다. 일 변형예에서, 제2부분(B3)은 분절편 정렬부(50)를 형성하는 분절편들을 포함할 수 있고, 제2부분(B3)의 분절편 높이는 외주측을 향해 점진적으로 또는 단계적으로 감소할 수 있다.

[399] 제2무지부(43b)는 제1무지부(43a)와 동일한 구조를 가진다. 변형예에서, 제2무지부(43b)는 종래의 전극 구조나 다른 실시예들(변형예들)의 전극 구조를 가질 수 있다.

[400] 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들의 단부(121)는 전극 조립체(120)의 외주측으로부터 코어측으로 절곡 가공될 수 있다. 이 때 제1부분(B1)와 제2부분(B3)의 무지부는 실질적으로 절곡되지 않는다.

[401] 분절편 정렬부(50)는 반경 방향으로 정렬된 복수의 분절편(61)을 포함하고 있으므로 절곡 응력이 완화되어 무지부(43a, 43b)가 찢어지거나 비정상적으로 변형되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 분절편(61)의 폭 및/또는 높이 및/또는 이격 피치가 상술한 실시예의 수치범위에 따라 조절될 경우, 분절편(61)들이 코어측으로 절곡되면서 용접 강도를 충분히 확보할 수 있을 정도로 여러 겹으로 중첩되며 절곡 표면영역(F)에 빈 구멍(빈틈)을 형성하지 않는다.

[402] 도 16은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전극 조립체(130)를 자르되 분절편 정렬부(50)를 통과하도록 Y축 방향(권취 축 방향)을 따라 자른 단면도이다.

[403] 도 16을 참조하면, 전극 조립체(130)는 도 15의 전극 조립체(120)와 비교하여 제2부분(B3)에 분절편 정렬부(50)를 형성하는 분절편(61)들이 포함되어 있고 분절편(61) 높이가 제2부분(B3)와 제3부분(B2)의 경계 지점부터 전극 조립체(130)의 최외측 표면을 향해 점진적으로 또는 단계적으로 감소하는 패턴을 가지는 점에서 차이가 있고 나머지 구성은 실질적으로 동일하다.

[404] 전극 조립체(130)에 있어서, 제1부분(B1)의 무지부 높이는 분절편(61)들의 높이보다 상대적으로 작다. 또한, 코어(132)와 가장 인접한 분절편(61)의 절곡 길이(H)는 제1부분(B1)에 의해 형성된 권회턴들의 반경 방향 길이(R)와 같거나 작다. 제1부분(B1)에 의해 형성된 권회턴들은 분절편이 없는 분절편 생략 구간(도 10의 ①)에 해당한다. 변형예에서, 절곡 길이 H는 제1부분(B1)에 의해 형성된 권회턴들의 반경 방향 길이(R)와 코어(102) 반경의 10%를 합산한 값보다 작을 수 있다.

[405] 따라서, 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들이 코어측을 향해 절곡되더라도 전극 조립체(130)의 코어(132)는 직경의 90% 이상이 외부로

개방된다. 코어(132)가 폐색되지 않으면, 전해질 주액 공정에 어려움이 없고, 전해질 주액 효율이 향상된다. 또한, 코어(132)를 통해 용접 지그를 삽입하여 음극(또는 양극)측의 집전판과 전지 하우징(또는 리벳 단자) 사이의 용접 공정을 용이하게 진행할 수 있다.

[406] 제2무지부(43b)는 제1무지부(43a)와 동일한 구조를 가진다. 일 변형예에서, 제2무지부(43b)는 종래의 전극 구조나 다른 실시예들(변형예들)의 전극 구조를 가질 수 있다.

[407] 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들의 단부(131)는 전극 조립체(130)의 외주측으로부터 코어측으로 절곡 가공될 수 있다. 이 때 제1부분(B1)의 무지부는 실질적으로 절곡되지 않는다.

[408] 분절편 정렬부(50)는 반경 방향으로 정렬된 복수의 분절편(61)을 포함하고 있으므로 절곡 응력이 완화되어 절곡 지점 근처의 무지부(43a, 43b)가 찢어지거나 비정상적으로 변형되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 분절편(61)의 폭 및/또는 높이 및/또는 이격 피치가 상술한 실시예의 수치범위에 따라 조절될 경우, 분절편(61)들이 코어측으로 절곡되면서 용접 강도를 충분히 확보할 수 있을 정도로 여러 겹으로 중첩되며 절곡 표면영역(F)에 빈 구멍(빈틈)을 형성하지 않는다.

[409] 한편, 상술한 실시예들(변형예들)에 있어서, 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들의 단부는 코어측으로부터 외주측으로 절곡될 수 있다. 이 경우, 제2부분(B3)에 의해 형성된 권회턴들은 분절편이 없는 분절편 생략 구간(도 10의 ①)으로 설계되고, 외주측을 향해 절곡되지 않는 것이 바람직하다. 또한, 제2부분(B3)에 의해 형성된 권회턴들의 반경 방향 폭은 최외측의 분절편이 절곡되는 길이보다 같거나 클 수 있다. 그래야만, 최외측 분절편이 외주측으로 절곡될 때 절곡 부위의 단부가 전극 조립체의 외주면을 초과하여 전지 하우징의 내면을 향해 돌출되지 않는다. 또한, 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편들의 구조 변화 패턴은 상술한 실시예들(변형예들)과 반대가 될 수 있다. 예를 들어, 분절편의 높이는 코어측으로부터 외주측으로 갈수록 단계적 또는 점진적으로 증가할 수 있다. 즉, 전극 조립체의 외주측으로부터 코어측으로 분절편 생략 구간(도 10의 ①), 분절편의 높이 가변 구간(도 10의 ②) 및 분절편의 높이 균일 구간(도 10의 ③)을 순서대로 배치시킴으로써, 절곡 표면영역(F)에서 분절편의 적층수가 10 이상인 적층수 균일구간이 바람직한 수치범위로 나타나도록 할 수 있다.

[410] 본 발명의 실시예에 따른 다양한 전극 조립체 구조는 젤리롤 타입의 원통형 배터리에 적용될 수 있다.

[411] 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. 여기서, 폼 팩터란, 원통형 배터리의 직경 및 높이를 나타내는 값을 의미한다.

[412] 원통형 배터리의 직경은 35mm 이상, 바람직하게는 40mm 내지 50mm일 수 있다. 원통형 배터리의 높이는 70mm 이상, 바람직하게는 75mm 내지 90mm일 수 있다. 일 실시예에 따른 원통형 배터리는, 예를 들어 46110 배터리, 4875 배터리, 48110 배터리, 4880 배터리, 4680 배터리 일 수 있다. 폼 팩터를 나타내는 수치에서, 앞의 숫자 2개는 배터리의 직경을 나타내고, 나머지 숫자는 배터리의 높이를 나타낸다.

[413] 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 집전판을 용접할 때 용접 강도를 충분히 확보하고 저항을 낮추기 위해서는 절곡 표면영역에서 무지부의 적층수를 충분히 증가시켜야 한다. 이러한 요구 조건은 본 발명의 실시예들(변형예들)에 따른 전극과 전극 조립체에 의해 달성될 수 있다.

[414] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리는, 대략 원기둥 형태의 배터리로서, 그 직경이 대략 46mm이고, 그 높이는 대략 110mm이고, 폼 팩터의 비는 0.418인 원통형 배터리일 수 있다.

[415] 다른 실시예에 따른 배터리는, 대략 원기둥 형태의 배터리로서, 그 직경이 대략 48mm이고, 그 높이는 대략 75mm이고, 폼 팩터의 비는 0.640인 원통형 배터리일 수 있다.

[416] 또 다른 실시예에 따른 배터리는, 대략 원기둥 형태의 배터리로서, 그 직경이 대략 48mm이고, 그 높이는 대략 110mm이고, 폼 팩터의 비는 0.436인 원통형 배터리일 수 있다.

[417] 또 다른 실시예에 따른 배터리는, 대략 원기둥 형태의 배터리로서, 그 직경이 대략 48mm이고, 그 높이는 대략 80mm이고, 폼 팩터의 비는 0.600인 원통형 배터리일 수 있다.

[418] 또 다른 실시예에 따른 배터리는, 대략 원기둥 형태의 배터리로서, 그 직경이 대략 46mm이고, 그 높이는 대략 80mm이고, 폼 팩터의 비는 0.575인 원통형 배터리일 수 있다.

[419] 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. 2170 배터리의 경우, 그 직경이 대략 21mm이고, 그 높이는 대략 70mm이고, 폼 팩터의 비는 0.300이다.

[420] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 원통형 배터리에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[421] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 원통형 배터리(190)을 자르되 분절편 정렬부(도 6a의 50)에 포함된 분절편들의 절곡 표면영역(도 6a의 F)를 통과하도록 Y축 방향을 따라 자른 단면도이다.

[422] 도 17을 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.

[423] 전지 하우징(142)은, 상방에 개구부가 형성된 원통형의 용기이다. 전지 하우징(142)은 알루미늄, 스틸, 스테인레스 스틸과 같은 도전성을 갖는 금속 재질로 이루어진다. 전지 하우징(142)은 표면에는 니켈 코팅층이 형성될 수 있다. 전지 하우징(142)은 상단 개구부를 통해 내측 공간에 전극 조립체(110)를 수용하며 전해질도 함께 수용한다.

[424] 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^-, $BF_2C_2O_4^-$, $BC_4O_8^-$, $(CF_3)_2PF_4^-$, $(CF_3)_3PF_3^-$, $(CF_3)_4PF_2^-$, $(CF_3)_5PF^-$, $(CF_3)_6P^-$, $CF_3SO_3^-$, $C_4F_9SO_3^-$, $CF_3CF_2SO_3^-$, $(CF_3SO_2)_2N^-$, $(FSO_2)_2N^-$, $CF_3CF_2(CF_3)_2CO^-$, $(CF_3SO_2)_2CH^-$, $(SF_5)_3C^-$, $(CF_3SO_2)_3C^-$, $CF_3(CF_2)_7SO_3^-$, $CF_3CO_2^-$, $CH_3CO_2^-$, SCN^- 및 $(CF_3CF_2SO_2)_2N^-$로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 음이온을 포함한다.

[425] 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), 디메틸설프옥사이드 (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.

[426] 전극 조립체(110)는, 젤리롤 형상을 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.

[427] 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. 전극 조립체(110)에 포함되는 전극 쌍(pair)은 하나로 한정되지 않고 둘 이상일 수 있다.

[428] 전극 조립체(110)의 상부와 하부에는, 도 6a 및 도 7a에 도시된 바와 같이, 각각 제1전극의 제1무지부(146a)와 제2전극의 제2무지부(146b)에 포함된 분절편들에 의해 형성된 분절편 정렬부(도 6a 및 도 7a의 50 참조)가 구비된다.

[429] 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편들은 전극 조립체(110)의 반경 방향, 예컨대 외주측으로부터 코어측으로 절곡되면서 절곡 표면영역(F)을 형성한다.

[430] 제1부분(B1)은 다른 부분보다 높이가 낮고 분절편이 없는 분절편 생략 구간(a1)에 대응하므로 코어측을 향해 절곡되지 않는다.

[431] 바람직하게, 절곡 표면영역(F)은 코어측으로부터 외주측으로 분절편 생략 구간(a1), 분절편의 높이 가변 구간(a2) 및 분절편의 높이 균일 구간(a3)을 포함할 수 있다.

[432] 절곡 표면영역(F)은, 도 11a, 도 11b 및 도 11c에 도시된 바와 같이, 분절편 생략 구간(a1)과 인접하여 분절편의 적층수가 10 이상인 적층수 균일구간(b1)을 포함한다.

[433] 절곡 표면영역(F)은 또한 전극 조립체(110)의 외주에 인접하여 분절편의 적층수가 외주측으로 갈수록 감소하는 적층수 감소구간(b2)을 포함할 수 있다. 바람직하게, 적층수 균일구간(b1)은 용접 타겟 영역으로 설정될 수 있다.

[434] 절곡 표면영역(F)에 있어서, 분절편이 존재하는 반경 방향 길이(c)를 기준으로 분절편의 높이 가변 구간(a2)에 대한 비율(a2/c)과 분절편의 적층수 균일구간(b1)에 대한 비율(b1/c), 그리고 절곡 표면영역(F)의 면적 대비 적층수 균일구간(b1) 면적 비율의 바람직한 수치범위는 이미 상술하였으므로 반복적인 설명은 생략한다.

[435] 제1집전판(144)는 제1무지부(146a)의 절곡 표면영역(F)에 레이저 용접되고, 제2집전판(145)는 제2무지부(146b)의 절곡 표면영역(F)에 레이저 용접될 수 있다. 용접 방법은 초음파 용접, 저항 용접, 스폿 용접 등으로 대체 가능하다.

[436] 바람직하게, 제1집전판(144)와 제2집전판(145)의 용접 영역(W) 중에서 50% 이상의 영역은 절곡 표면영역(F)의 적층수 균일구간(b1)과 중첩될수 있다. 선택적으로(optionally), 용접 영역(W)의 나머지 영역은 절곡 표면영역(F)의 적층수 감소구간(b2)과 중첩될 수 있다. 높은 용접 강도, 용접 계면의 낮은 저항, 분리막이나 활물질층의 손상 방지 등의 측면에서, 용접 영역(W)의 전체가 적층수 균일구간(b1)과 중첩되는 것이 보다 바람직하다.

[437] 바람직하게, 용접 영역(W)과 중첩되는 적층수 균일구간(b1) 및, 선택적으로(optionally) 적층수 감소구간(b2)에서, 분절편의 적층수는 10 내지 35일 수 있다.

[438] 선택적으로, 용접 영역(W)과 중첩되는 적층수 감소구간(b2)의 분절편 적층수가 10 미만인 경우, 적층수 감소구간(b2)의 레이저 출력을 적층수 균일구간(b1)의 레이저 출력보다 낮출 수 있다. 즉, 용접 영역(W)이 적층수 균일구간(b1) 및 적층수 감소구간(b2)과 동시에 중첩될 경우, 레이저의 출력을 분절편의 적층수에 따라 가변시킬 수 있다. 이 경우, 적층수 균일구간(b1)의 용접 강도가 적층수 감소구간(b2)의 용접 강도보다 더 클 수 있다.

[439] 전극 조립체(110)의 상부와 하부에 형성되는 절곡 표면영역(F)에 있어서 분절편 생략 구간(a1) 및/또는 분절편의 높이 가변 구간(a2) 및/또는 분절편의 높이 균일 구간(a3)의 반경 방향 길이는 서로 동일하거나 다를 수 있다.

[440] 또한, 전극 조립체(110)의 상부와 하부에 형성되는 절곡 표면영역(F)은 면대칭

구조를 형성할 수 있다. 따라서, 상부의 절곡 표면영역(F)을 하부의 절곡 표면영역(F)을 향해 투영했을 때 실질적으로 서로 중첩될 수 있다.

[441] 전극 조립체(110)는 제1부분(B1)의 무지부 높이가 다른 부분보다 상대적으로 작다. 또한, 도 14에 도시된 바와 같이, 코어와 가장 인접한 분절편의 절곡 길이(H)는 제1부분(B1)에 의해 형성된 권회턴들의 반경 방향 길이(R)와 코어(112) 반경의 10%를 합산한 값보다 작다.

[442] 따라서, 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편들을 코어측을 향해 절곡시키더라도 전극 조립체(110)의 코어(112)는 직경의 90% 이상이 외부로 개방될 수 있다. 코어(112)가 폐색되지 않으면, 전해질 주액 공정에 어려움이 없고, 전해질 주액 효율이 향상된다. 또한, 코어(112)를 통해 용접 지그를 삽입하여 제2집전판(145)와 전지 하우징(142) 사이의 용접 공정을 용이하게 진행할 수 있다.

[443] 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)에 빈 공간(빈틈)을 형성하지 않는다.

[444] 바람직하게, 제1집전판(144)와 제2집전판(145)는 제1전극 및 제2전극의 마지막 권회턴에서 절곡된 분절편(도 12의 61 참조)의 단부를 덮는 외경을 가질 수 있다. 이 경우, 절곡 표면영역(F)을 형성하는 분절편들이 집전판에 의해 균일하게 눌려진 상태에서 용접이 가능하고 용접 이후에도 분절편의 긴밀한 적층 상태가 잘 유지될 수 있다. 긴밀한 적층상태는 도 10에 도시된 것처럼 분절편들 사이에 틈이 실질적으로 없는 상태를 의미한다. 긴밀한 적층상태는 원통형 배터리(190)의 저항을 급속 충전에 적합한 수준(예컨대 4밀리오옴) 이하로 낮추는데 기여한다.

[445] 밀봉체(143)는 캡 플레이트(143a), 캡 플레이트(143a)와 전지 하우징(142) 사이에 기밀성을 제공하며 절연성을 가진 제1가스켓(143b) 및 상기 캡 플레이트(143a)와 전기적으로 및 기계적으로 결합된 연결 플레이트(143c)를 포함할 수 있다.

[446] 캡 플레이트(143a)는 전도성을 갖는 금속 재질로 이루어지는 부품이며, 전지 하우징(142)의 상단 개구부를 커버한다. 캡 플레이트(143a)는, 제1전극의 절곡 표면영역(F)과 전기적으로 연결되며, 전지 하우징(142)과는 제1가스켓(143b)을 통해 전기적으로 절연된다. 따라서 캡 플레이트(143a)는, 원통형 배터리(190)의 제1전극 단자(예컨대, 양극)로서 기능할 수 있다.

[447] 캡 플레이트(143a)는 전지 하우징(142)에 형성된 비딩부(147) 상에 안착되며, 크림핑부(148)에 의해 고정된다. 캡 플레이트(143a)와 크림핑부(148) 사이에는, 전지 하우징(142)의 기밀성을 확보하고 전지 하우징(142)과 캡 플레이트(143a) 사이의 전기적 절연을 위해 제1가스켓(143b)이 개재될 수 있다. 캡 플레이트(143a)는 그 중심부로부터 상방으로 돌출 형성된 돌출부(143d)를

구비할 수 있다.

[448] 전지 하우징(142)은 제2전극의 절곡 표면영역(F)과 전기적으로 연결된다. 따라서 전지 하우징(142)은 제2전극과 동일한 극성을 갖는다. 만약, 제2전극이 음의 극성을 가지면, 전지 하우징(142) 또한 음의 극성을 가진다.

[449] 전지 하우징(142)은 상단에 비딩부(147) 및 크림핑부(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.

[450] 제1전극의 제2부분(B3)은 분절편을 포함하지 않고 제1부분(B1)과 동일한 구조로 노칭되어 있을 수 있다. 바람직하게, 비딩부(147)의 내주면은, 제1전극의 제2부분(B3)에 의해 형성된 권회턴들과 소정 간격 이격될 수 있다. 제2부분(B3)이 제1부분(B1)처럼 노칭되어 있기 때문이다. 보다 구체적으로, 비딩부(147)의 내주면 하단이, 제1전극의 제2부분(B3)에 의해 형성된 권회턴들과 소정 간격 이격되어 있다. 또한, 제2부분(B3)의 무지부는 높이가 낮기 때문에 비딩부(147)를 형성하기 위해 전지 하우징(142)을 외부에서 압입할 때에도 제2부분(B3)의 권회턴들은 실질적으로 영향을 받지 않는다. 따라서, 제2부분(B3)의 권회턴들이 비딩부(147) 등의 다른 구성요소에 의해 압박되지 않으며, 이로써 전극 조립체(110)의 부분적 형태 변형이 발생되는 것이 방지되어, 원통형 배터리(190) 내부의 단락을 방지할 수 있다.

[451] 바람직하게, 비딩부(147)의 압입 깊이를 D1으로 정의하고, 전지 하우징(142)의 내주면으로부터 제2부분(B3)와 제3부분(B2)의 경계 지점까지의 반경 방향 길이를 D2라고 정의할 때, 관계식 $D1 \leq D2$가 만족될 수 있다. 이 경우, 비딩부(147)를 형성하기 위해 전지 하우징(142)을 압입할 때 제2부분(B3)에 의해 형성된 권회턴들의 손상이 실질적으로 방지된다.

[452] 크림핑부(148)는 비딩부(147)의 상부에 형성된다. 크림핑부(148)는, 비딩부(147) 상에 배치되는 캡 플레이트(143a)의 외주면, 그리고 캡 플레이트(143a)의 상면 일부를 감싸도록 연장 및 절곡된 형태를 갖는다.

[453] 원통형 배터리(190)은 제1집전판(144) 및/또는 제2집전판(145) 및/또는 인슐레이터(146)를 더 포함할 수 있다.

[454] 제1집전판(144)는 전극 조립체(110)의 상부에 결합된다. 제1집전판(144)는 알루미늄, 구리, 스틸, 니켈 등과 같은 도전성을 갖는 금속 재질로 이루어지며 제1전극의 절곡 표면영역(F)과 전기적으로 연결된다. 전기적 연결은 용접을 통해 이루어질 수 있다. 제1집전판(144)에는 리드(149)가 연결될 수 있다. 리드(149)는 전극 조립체(110)의 상방으로 연장되어 연결 플레이트(143c)에 결합되거나 캡 플레이트(143a)의 하면에 직접 결합될 수 있다. 리드(149)와 다른 부품의 결합은 용접을 통해 이루어질 수 있다.

[455] 바람직하게, 제1집전판(144)는 리드(149)와 일체로 형성될 수 있다. 이 경우,

리드(149)는 제1집전판(144)의 중심부 근처로부터 외측으로 연장된 길다란 플레이트 형상을 가질 수 있다.

[456] 제1집전판(144)과 제1전극의 절곡 표면영역(F)간의 결합은 예를 들어 레이저 용접에 의해 이루어질 수 있다. 레이저 용접은, 집전판 모재를 부분적으로 용융시키는 방식으로 이루어질 수 있다. 변형예에서, 제1집전판(144)와 절곡 표면영역(F) 사이의 용접은 솔더를 개재시킨 상태에서 이루어질 수 있다. 이 경우, 솔더는 제1집전판(144)와 제1무지부(146a)와 비교하여 더 낮은 융점을 가질 수 있다. 레이저 용접은 저항 용접, 초음파 용접, 스폿 용접 등으로 대체 가능하다.

[457] 전극 조립체(110)의 하면에는 제2집전판(145)가 결합될 수 있다. 제2집전판(145)의 일 면은 제2전극의 절곡 표면영역(F)와 용접에 의해 결합되며, 반대쪽 면은 전지 하우징(142)의 내측 바닥 면 상에 용접에 의해 결합될 수 있다. 제2집전판(145)와 제2전극의 절곡 표면영역(F) 사이의 결합 구조는 제1집전판(144)와 제1전극의 절곡 표면영역(F) 사이의 결합 구조와 실질적으로 동일할 수 있다.

[458] 인슐레이터(146)는 제1집전판(144)를 커버할 수 있다. 인슐레이터(146)는 제1집전판(144)의 상면에서 제1집전판(144)를 커버함으로써, 제1집전판(144)와 전지 하우징(142)의 내주면 사이의 직접 접촉을 방지할 수 있다.

[459] 인슐레이터(146)는, 제1집전판(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 플레이트(143a)의 하면에 결합된다.

[460] 인슐레이터(146)의 가장자리 둘레 영역은, 제1집전판(144)와 비딩부(147) 사이에 개재되어, 전극 조립체(110) 및 제1집전판(144)의 결합체를 고정시킬 수 있다. 이에 따라, 전극 조립체(110) 및 제1집전판(144)의 결합체는, 배터리(140)의 높이 방향의 이동이 제한되어 배터리(140)의 조립 안정성이 향상될 수 있다.

[461] 인슐레이터(146)는 절연성이 있는 고분자 수지로 이루어질 수 있다. 일 예에서, 인슐레이터(146)는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리이미드 또는 폴리부틸렌테레프탈레이트로 이루어질 수 있다.

[462] 전지 하우징(142)은 그 하면에 형성된 벤팅부(152)를 더 구비할 수 있다. 벤팅부(152)는 전지 하우징(142)의 하면 중 주변 영역과 비교하여 더 얇은 두께를 갖는 영역에 해당한다. 벤팅부(152)는, 주변 영역과 비교하여 구조적으로 취약하다. 따라서, 원통형 배터리(190)에 이상이 발생하여 내부 압력이 일정 수준 이상으로 증가하면, 벤팅부(152)가 파열되어 전지 하우징(142)의 내부에 생성된 가스가 외부로 배출될 수 있다. 벤트부(152)가 파열되는 내부 압력은 대략 15kgf/cm^2 내지 35kgf/cm^{2}일 수 있다.

[463] 벤팅부(152)가 전지 하우징(142)의 하면에 원을 그리며 연속적으로 또는 불연속적으로 형성될 수 있다. 변형 예에서, 벤팅부(152)는 직선 패턴 또는 그

밖의 다른 패턴으로 형성될 수 있다.

[464] 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 원통형 배터리(200)을 자르되 분절편 정렬부(도 6a의 50)에 포함된 분절편들의 절곡 표면영역(도 6a의 F)를 통과하도록 Y축 방향을 따라 자른 단면도이다.

[465] 도 18을 참조하면, 원통형 배터리(200)은 도 17에 도시된 원통형 배터리(190)과 비교하여 전극 조립체의 구조는 실질적으로 동일하고, 전극 조립체를 제외한 나머지 구조가 변경된 점에서 차이가 있다.

[466] 구체적으로, 원통형 배터리(200)은 리벳 단자(172)가 관통 설치된 전지 하우징(171)을 포함한다. 리벳 단자(172)는 전지 하우징(171)의 폐쇄면(도면의 상부면)에 형성된 관통 홀을 통해 설치된다. 리벳 단자(172)는 절연성 물질로 이루어진 제2가스켓(173)이 개재된 상태에서 전지 하우징(171)의 관통 홀에 리벳팅된다. 리벳 단자(172)는 중력 방향과 반대 방향을 향해 외부로 노출된다.

[467] 리벳 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 있다. 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)의 하부 가장자리는, 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 하부 가장자리 내측에는 평탄부(172c)가 포함된다. 리벳팅된 단자 삽입부(172b) 하부의 최대 지름은 전지 하우징(171)의 관통 홀의 최대 지름보다 더 클 수 있다.

[468] 단자 삽입부(172b)의 평탄부(172c)는 제1전극의 절곡 표면영역(F)에 연결된 제1집전판(144)의 중앙부에 용접될 수 있다. 용접 방법으로는 레이저 용접이 바람직하나, 초음파 용접 등의 다른 용접 방식으로 대체 가능하다.

[469] 제1집전판(144)와 전지 하우징(171)의 내측면 사이에는 절연물질로 이루어진 인슐레이터(174)가 개재될 수 있다. 인슐레이터(174)는 제1집전판(144)의 상부와 전극 조립체(110)의 상단 가장자리 부분을 커버한다. 이로써, 전극 조립체(110)의 제2부분(B3)가 다른 극성을 가진 전지 하우징(171)의 내측면과 접촉하여 단락을 일으키는 것을 방지할 수 있다.

[470] 인슐레이터(174)의 두께는 제1집전판(144)의 상면과 전지 하우징(171)의 폐쇄부 내측면 사이의 거리에 대응하거나 약간(slightly) 더 크다. 따라서, 인슐레이터(174)는 제1집전판(144)의 상면과 전지 하우징(171) 폐쇄부의 내측면과 접촉할 수 있다.

[471] 리벳 단자(172)의 단자 삽입부(172b)는 인슐레이터(174)의 관통홀을 통해 제1집전판(144)에 용접될 수 있다. 인슐레이터(174)에 형성된 관통홀의 직경은 단자 삽입부(172b) 하단의 리벳팅부의 직경보다 클 수 있다. 바람직하게,

관통홀은 단자 삽입부(172b)의 하부와 제2가스켓(173)을 노출시킬 수 있다.

[472] 제2가스켓(173)은 전지 하우징(171)과 리벳 단자(172) 사이에 개재되어 서로 반대 극성을 갖는 전지 하우징(171)과 리벳 단자(172)가 전기적으로 서로 접촉되는 것을 방지한다. 이로써 대략 플랫한 형상을 갖는 전지 하우징(171)의 상면이 원통형 배터리(200)의 제2전극 단자(예컨대, 음극)로서 기능할 수 있다.

[473] 제2가스켓(173)은, 가스켓 노출부(173a) 및 가스켓 삽입부(173b)를 포함한다. 가스켓 노출부(173a)는 리벳 단자(172)의 단자 노출부(172a)와 전지 하우징(171) 사이에 개재된다. 가스켓 삽입부(173b)는 리벳 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.

[474] 제2가스켓(173)의 가스켓 노출부(173a)는, 리벳 단자(172)의 단자 노출부(172a)의 외주면을 커버하도록 연장된 형태를 가질 수 있다. 제2가스켓(173)이 리벳 단자(172)의 외주면을 커버하는 경우 버스바 등의 전기적 연결 부품을 전지 하우징(171)의 상면 및/또는 리벳 단자(172)에 결합시키는 과정에서 단락이 발생되는 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.

[475] 제2가스켓(173)이 고분자 수지로 이루어지는 경우에 있어서, 제2가스켓(173)은 열 융착에 의해 전지 하우징(171) 및 리벳 단자(172)와 결합될 수 있다. 이 경우, 제2가스켓(173)과 리벳 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, 리벳 단자(172)는 인서트 인젝션 몰딩에 의해 제2가스켓(173)과 일체로 결합될 수 있다.

[476] 전지 하우징(171)의 상면 중에서 리벳 단자(172) 및 제2가스켓(173)이 차지하는 영역을 제외한 나머지 영역(175)이 리벳 단자(172)와 반대 극성을 갖는 제2전극 단자에 해당한다.

[477] 제2집전판(176)은, 전극 조립체(141)의 하부에 결합된다. 제2집전판(176)은 알루미늄, 스틸, 구리, 니켈 등의 도전성을 갖는 금속 재질로 이루어지며 제2전극의 절곡 표면영역(F)과 전기적으로 연결된다.

[478] 바람직하게, 제2집전판(176)은, 전지 하우징(171)과 전기적으로 연결된다. 이를 위해, 제2집전판(176)는 가장 자리 부분의 적어도 일부가 전지 하우징(171)의 내측 면과 제1가스켓(178b) 사이에 개재되어 고정될 수 있다. 일 예에서, 제2집전판(176)의 가장 자리 부분의 적어도 일부는 전지 하우징(171) 하단에 형성된 비딩부(180)의 하단면에 지지된 상태에서 용접에 의해 비딩부(180)에 고정될 수 있다. 변형예에서, 제2집전판(176)의 가장 자리 부분의 적어도 일부는

전지 하우징(171)의 내벽 면에 직접적으로 용접될 수 있다.

[479] 바람직하게, 제2집전판(176)과 제2전극의 절곡 표면영역(F)은, 예컨대 레이저 용접에 의해 결합될 수 있다. 또한, 제2집전판(176)과 절곡 표면영역(F)의 용접 부위는 비딩부(180)의 내주면을 기준으로 코어(C) 측으로 소정 간격 이격될 수 있다.

[480] 전지 하우징(171)의 하부 개방단을 밀봉하는 밀봉체(178)는 캡 플레이트(178a)와 제1가스켓(178b)을 포함한다. 제1가스켓(178b)은 캡 플레이트(178a)와 전지 하우징(171)을 전기적으로 분리시킨다. 크림핑부(181)는 캡 플레이트(178a)의 가장자리와 제1가스켓(178b)을 함께 고정시킨다. 캡 플레이트(178a)에는 벤트부(179)가 구비된다. 벤트부(179)의 구성은 상술한 실시예(변형예)와 실질적으로 동일하다. 캡 플레이트(178a)의 하부면은 클림핑부(181) 하단보다 상부에 위치할 수 있다. 이 경우, 캡 플레이트(178a)의 하부에 공간이 형성되어 벤팅이 원활하게 이루어진다. 특히, 클림핑부(181)가 중력 방향을 향하도록 원통형 배터리(200)이 설치될 경우 유용하다.

[481] 바람직하게, 캡 플레이트(178a)는 도전성이 있는 금속 재질로 이루어진다. 하지만, 캡 플레이트(178a)와 전지 하우징(171) 사이에 제1가스켓(178b)이 개재되어 있으므로 캡 플레이트(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 주로 한다. 내부 압력의 임계치는 15kgf/cm^2 내지 35kgf/cm^{2}이다.

[482] 바람직하게, 제1전극의 절곡 표면영역(F)과 전기적으로 연결된 리벳 단자(172)는 제1전극 단자로 사용된다. 또한, 제2집전판(176)을 통해 제2전극의 절곡 표면영역(F)과 전기적으로 연결된 전지 하우징(171)의 상부 표면 중에서 리벳 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 접합시키는데 있어서 충분한 접합 면적을 확보할 수 있다. 이에 따라, 원통형 배터리(200)은 전기적 연결 부품의 접합 부위에서의 저항을 바람직한 수준으로 낮출 수 있다.

[483] 도 19는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 원통형 배터리(210)을 자르되 분절편 정렬부(도 6a의 50)에 포함된 분절편들의 절곡 표면영역(도 6a의 F)를 통과하도록 Y축 방향을 따라 자른 단면도이다.

[484] 도 19를 참조하면, 원통형 배터리(210)은 도 13에 나타낸 전극 조립체(100)를 포함하며, 전극 조립체(100)를 제외한 나머지 구성은 도 17에 나타낸 원통형 배터리(190)과 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 13 및 도 17을 참조하여 설명한 구성은 본 실시예에서도 실질적으로 동일하게 적용될 수 있다.

[485] 바람직하게, 전극 조립체(100)의 제1 및 제2무지부(146a, 146b)는 복수의 분절편 그룹(61g)을 포함한다. 복수의 분절편 그룹(61g)은 전극 조립체(100)의 상부 및 하부에 분절편 정렬부(도 6a의 50)를 형성한다. 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)들은 전극 조립체(100)의 반경 방향, 예컨대 외주측으로부터 코어측으로 절곡된다. 이 때, 제1무지부(146a)의 제1부분(B1)과 제2부분(B3)의 무지부는 다른 부분보다 높이가 낮고 분절편을 포함하지 않으므로 실질적으로 절곡되지 않는다. 이는 제2무지부(146b)의 경우도 동일하다.

[486] 본 실시예에서도, 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편(61)에 의해 형성되는 절곡 표면영역(F)은 코어측으로부터 외주측으로 분절편 생략 구간(a1), 분절편의 높이 가변 구간(a2) 및 분절편의 높이 균일 구간(a3)을 포함할 수 있다. 다만, 제2부분(B3)의 무지부가 절곡되지 않으므로 절곡 표면영역(F)의 반경 방향 길이는 전술한 실시예의 경우보다 짧을 수 있다.

[487] 절곡 표면영역(F)은, 도 11a, 도 11b 및 도 11c에 도시된 바와 같이, 분절편 생략 구간(a1)과 인접하여 분절편의 적층수가 10 이상인 적층수 균일구간(b1)을 포함한다.

[488] 절곡 표면영역(F)은 또한 전극 조립체(100)의 제2부분(B3)의 권회턴들에 인접하여 분절편의 적층수가 외주측으로 갈수록 감소하는 적층수 감소구간(b2)을 포함할 수 있다. 바람직하게, 적층수 균일구간(b1)은 용접 타겟 영역으로 설정될 수 있다.

[489] 절곡 표면영역(F)에 있어서, 분절편이 존재하는 반경 방향 길이(c)를 기준으로 분절편의 높이 가변 구간(a2)에 대한 비율(a2/c)과 분절편의 적층수 균일구간(b1)에 대한 비율(b1/c), 그리고 절곡 표면영역(F)의 면적 대비 적층수 균일구간(b1) 면적 비율의 바람직한 수치범위는 이미 상술하였으므로 반복적인 설명은 생략한다.

[490] 제1집전판(144)는 제1무지부(146a)의 절곡 표면영역(F)에 용접되고, 제2집전판(145)는 제2무지부(146b)의 절곡 표면영역(F)에 용접될 수 있다.

[491] 적층수 균일구간(b1) 및 적층수 감소구간(b2)과 용접 영역(W)의 중첩 관계, 제1집전판(144)와 제1집전판(145)의 외경, 제1부분(B1)이 코어를 폐색하지 않는 구성 등은 상술한 바와 실질적으로 동일하다.

[492] 한편, 제2부분(B3)는 분절편을 포함하지 않고 무지부 높이가 제3부분(B2)의 분절편들보다 낮다. 따라서, 제3부분(B2)의 분절편들이 절곡될 때 제2부분(B3)는 실질적으로 절곡되지 않는다. 또한, 제2부분(B3)의 권회턴들은 비딩부(147)와 충분히 이격되어 있으므로, 비딩부(147)가 압입되는 과정에서 제2부분(B3)의 권회턴들이 손상되는 문제를 해결할 수 있다.

[493] 도 20은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 원통형 배터리(220)을 자르되 분절편 정렬부(도 6a의 50)에 포함된 분절편들의 절곡 표면영역(도 6a의 F)를 통과하도록 Y축 방향을 따라 자른 단면도이다.

[494] 도 20을 참조하면, 원통형 배터리(220)은 도 13에 나타낸 전극 조립체(100)를

포함하며, 전극 조립체(100)를 제외한 나머지 구성은 도 18에 나타낸 원통형 배터리(200)과 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 13 및 도 18을 참조하여 설명한 구성은 본 실시예에서도 실질적으로 동일하게 적용될 수 있다.

[495] 바람직하게, 전극 조립체(100)의 제1 및 제2무지부(146a, 146b)는 복수의 분절편 그룹(61g)을 포함하고, 복수의 분절편 그룹(61g)은 반경 방향으로 정렬되어 분절편 정렬부(도 6a의 50)를 형성한다. 또한, 분절편 정렬부(50)에 포함된 분절편들은 전극 조립체(100)의 외주측으로부터 코어측으로 절곡되어 절곡 표면영역(F)을 형성한다. 이 때, 제1무지부(146a)의 제1부분(B1) 및 제2부분(B3)는 무지부 높이가 다른 부분보다 낮고 분절편을 포함하지 않으므로 코어측으로 실질적으로 절곡되지 않는다. 이는 제2무지부(146b)의 경우도 마찬가지이다.

[496] 따라서, 본 실시예에서도, 도 19의 실시예와 마찬가지로, 절곡 표면영역(F)은 코어측으로부터 외주측으로 분절편 생략 구간(a1), 분절편의 높이 가변 구간(a2) 및 분절편의 높이 균일 구간(a3)을 포함할 수 있다. 다만, 제2부분(B3)의 무지부가 절곡되지 않으므로 절곡 표면영역(F)의 반경 방향 길이는 전술한 실시예보다 짧을 수 있다.

[497] 절곡 표면영역(F)은, 도 11a, 도 11b 및 도 11c에 도시된 바와 같이, 분절편 생략 구간(a1)과 인접하여 분절편의 적층수가 10 이상인 적층수 균일구간(b1)을 포함한다.

[498] 절곡 표면영역(F)은 또한 전극 조립체(100)의 제2부분(B3)의 권회턴들에 인접하여 분절편의 적층수가 외주측으로 갈수록 감소하는 적층수 감소구간(b2)을 포함할 수 있다. 바람직하게, 적층수 균일구간(b1)은 용접 타겟 영역으로 설정될 수 있다.

[499] 절곡 표면영역(F)에 있어서, 분절편이 존재하는 반경 방향 길이(c)를 기준으로 분절편의 높이 가변 구간(a2)에 대한 비율(a2/c)과 분절편의 적층수 균일구간(b1)에 대한 비율(b1/c), 그리고 절곡 표면영역(F)의 면적 대비 적층수 균일구간(b1) 면적 비율의 바람직한 수치범위는 이미 상술하였으므로 반복적인 설명은 생략한다.

[500] 제1집전판(144)는 제1무지부(146a)의 절곡 표면영역(F)에 용접되고, 제2집전판(176)은 제2무지부(146b)의 절곡 표면영역(F)에 용접될 수 있다.

[501] 적층수 균일구간(b1) 및 적층수 감소구간(b2)과 용접 영역(W)의 중첩 관계, 제1집전판(144)와 제2집전판(176)의 외경, 제1부분(B1)이 코어를 폐색하지 않는 구성 등은 상술한 바와 실질적으로 동일하다.

[502] 상술한 실시예들(변형예들)에 있어서, 리벳 단자(172)를 포함하는 원통형 배터리(200,220)에 포함되어 있는 제1집전판(144)와 제2집전판(176)은 도 21 및 도 22에 도시된 바와 같은 개선된 구조를 가질 수 있다.

[503] 제1집전판(144)와 제2집전판(176)의 개선된 구조는 원통형 배터리의 저항을 낮추고 진동 내성을 향상시키며 에너지 밀도를 향상시키는데 기여할 수 있다.

특히 제1집전판(144)와 제2집전판(176)는 직경 대비 높이의 비율이 0.4 보다 큰 대형 원통형 배터리에 사용되었을 때 보다 효과적이다.

[504] 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1집전판(144)의 구조를 나타낸 상부 평면도이다.

[505] 도 20과 도 21을 함께 참조하면, 제1집전판(144)은, 테두리부(144a), 제1 무지부 결합부(144b) 및 단자 결합부(144c)를 포함할 수 있다. 상기 테두리부(144a)는, 전극 조립체(100)의 상부에 배치된다. 상기 테두리부(144a)는, 그 내부에 빈 공간(S_{open})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. 상기 테두리부(144a)의 수는 2개 이상으로 증가시킬 수 있다. 이 경우, 상기 테두리부(144a)의 내측에 림 형태의 또 다른 테두리부가 포함될 수 있다.

[506] 상기 단자 결합부(144c)는, 리벳 단자(172)의 바닥면에 형성된 평탄부(172c)와의 결합을 위한 용접 면적 확보를 위해 상기 리벳 단자(172)의 바닥면에 형성된 평탄부(172c)의 직경과 동일하거나 더 큰 직경을 가질 수 있다.

[507] 상기 제1 무지부 결합부(144b)는, 테두리부(144a)로부터 내측으로 연장되며 용접을 통해 무지부(146a)의 절곡 표면영역(F)과 결합된다. 상기 단자 결합부(144c)는, 제1 무지부 결합부(144b)와 이격되어 테두리부(144a)의 내측에 위치한다. 상기 단자 결합부(144c)는, 리벳 단자(172)와 용접에 의해 결합될 수 있다. 상기 단자 결합부(144c)는, 예를 들어 테두리부(144a)에 의해 둘러싸인 내측 공간(S_{open})의 대략 중심부에 위치할 수 있다. 상기 단자 결합부(144c)는, 전극 조립체(100)의 코어(C)에 형성된 홀과 대응되는 위치에 구비될 수 있다. 상기 단자 결합부(144c)는, 전극 조립체(100)의 코어(C)에 형성된 홀이 단자 결합부(144c)의 외측으로 노출되지 않도록 전극 조립체(100)의 코어(C)에 형성된 홀을 커버하도록 구성될 수 있다. 이를 위해, 상기 단자 결합부(144c)는, 전극 조립체(100)의 코어(C)에 형성된 홀보다 더 큰 직경 또는 폭을 가질 수 있다.

[508] 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 제1집전판(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(220)에 충격 및/또는 진동이 발생하는 경우 제1 무지부 결합부(144b)와 제1 무지부(146a) 간의 결합 부위와 단자 결합부(144c)와 리벳 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, 전해질

함침성을 고려한 테두리부(144a)의 내측 공간(S_{open}) 등을 고려하여 다양하게 결정될 수 있다.

[509] 상기 제1집전판(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 증가한다. 그 결과, 상기 브릿지부(144d)를 통해 전류가 흐를 때 상대적으로 큰 저항이 브릿지부(144d)의 일부에서 과전류 히팅(heating)으로 인한 용융을 일으킨다. 이로써, 과전류가 비가역적으로 차단된다. 상기 브릿지부(144d)는 이러한 과전류 차단 기능을 고려하여 그 단면적이 적절한 수준으로 조절될 수 있다.

[510] 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(220)의 제조 공정에 있어서, 예를 들어 이송 장비 및/또는 작업자가 테이퍼부(144e)를 파지함으로써 제1집전판(144) 및/또는 제1집전판(144)와 전극 조립체(100)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 발생될 수 있는 제품의 불량 발생을 방지할 수 있다.

[511] 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)과 레이저 용접에 의해 결합될 수 있다. 용접은 초음파 용접, 스폿 용접 등으로 대체될 수 있다.

[512] 제1 무지부 결합부(144b)와 절곡 표면영역(F) 사이의 용접에 의해 형성되는 용접 패턴(144f)은 전극 조립체(100)의 반경 방향을 따라 연장될 구조를 가질 수 있다. 용접 패턴(144f)은 라인 패턴 또는 점 패턴의 배열일 수 있다.

[513] 상기 용접 패턴(144f)은 용접 영역에 해당한다. 따라서, 상기 용접 패턴(144f)은 절곡 표면영역(F)의 적층수 균일구간(b1)과 50% 이상 중첩되는 것이 바람직하다. 적층수 균일구간(b1)과 중첩되지 않는 용접 패턴(144f)은 적층수 감소구간(b2)과 중첩될 수 있다. 더욱 바람직하게, 용접 패턴(144f) 전체가 절곡 표면영역(F)의 적층수 균일구간(b1)과 중첩될 수 있다. 용접 패턴(144f)이

형성되어 있는 지점의 하부에 있는 절곡 표면영역(F) 중에서 적층수 균일구간(b1) 및, 선택적으로, 적층수 감소구간(b2)은 분절편의 적층수가 10 이상인 것이 바람직하다.

[514] 상기 단자 결합부(144c)는, 복수의 상기 제1 무지부 결합부(144b)에 의해 둘러싸이도록 배치될 수 있다. 상기 단자 결합부(144c)는, 리벳 단자(172)의 평탄부(172c)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.

[515] 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.

[516] 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 원활하게 형성될 수 있다.

[517] 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.

[518] 노칭부(N)는, 파단 시에 발생되는 이물질이 전극 조립체(100)의 내부로 유입되는 것을 방지하기 위해, 전극 조립체(100)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.

[519] 노칭부(N)는 절연 테이프로 감싸여질 수 있다. 그러면, 노칭부(N)에서 발생된 열이 외부로 발산되지 않으므로, 과전류가 브릿지부(144d)를 통해서 흐를 때

노칭부(N)의 파단이 보다 신속하게 이루어질 수 있다.

[520] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2집전판(176)의 구조를 나타낸 상부 평면도이다.

[521] 도 20과 도 22를 함께 참조하면, 제2집전판(176)은, 전극 조립체(100)의 하부에 배치된다. 또한, 상기 제2집전판(176)은, 전극 조립체(100)의 무지부(146b)와 전지 하우징(171)을 전기적으로 연결시키도록 구성될 수 있다. 제2집전판(176)은 도전성을 갖는 금속 재질로 이루어지며 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F)과 전기적으로 연결된다. 또한, 상기 제2집전판(176)은, 전지 하우징(171)과 전기적으로 연결된다. 상기 제2집전판(176)은, 가장자리 부분이 전지 하우징(171)의 내측 면과 제1가스켓(178b) 사이에 개재되어 고정될 수 있다. 구체적으로, 상기 제2집전판(176)은, 가장자리 부분이 전지 하우징(171)의 비딩부(180)의 하면과 제1가스켓(178b) 사이에 개재될 수 있다. 다만, 이로써 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 이와는 달리, 상기 제2집전판(176)은, 가장자리 부분이 비딩부(180)가 형성되지 않은 영역에서 전지 하우징(171)의 내벽 면에 용접될 수도 있다.

[522] 상기 제2집전판(176)은, 전극 조립체(100)의 하부에 배치되는 지지부(176a), 상기 지지부(176a)로부터 대략 전극 조립체(100)의 반경 방향을 따라 연장되어 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F)에 결합되는 제2 무지부 결합부(176b) 및 상기 지지부(176a)로부터 대략 전극 조립체(100)의 반경 방향을 기준으로 경사 방향을 따라 전지 하우징(171)의 내측 면을 향해 연장되어 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(220)에 외부 충격이 가해졌을 때, 제2집전판(176)과 전극 조립체(100)의 결합 부위 및 제2집전판(176)과 전지 하우징(171)의 결합 부위에 손상 발생 가능성을 최소화 할 수 있다. 다만, 본 발명의 제2집전판(176)이 이처럼 제2 무지부 결합부(176b)와 하우징 결합부(176c)가 간접적으로만 연결된 구조를 갖는 경우로 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 제2집전판(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.

[523] 상기 지지부(176a) 및 제2 무지부 결합부(176b)는 전극 조립체(100)의 하부에 배치된다. 상기 제2 무지부 결합부(176b)는, 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F)과 결합된다. 상기 제2 무지부 결합부(176b) 뿐만 아니라, 상기 지지부(176a) 역시 무지부(146b)와 결합될 수 있다. 상기 제2 무지부 결합부(176b)와 무지부(146b)의 절곡 표면영역(F)은 레이저 용접에 의해 결합될 수 있다. 용접은 초음파 용접, 스폿 용접 등으로 대체 가능하다. 상기 지지부(176a) 및 제2 무지부 결합부(176b)는, 전지 하우징(171)에 비딩부(180)가 형성되는 경우에 있어서

비딩부(180)보다 상부에 위치한다.

[524] 상기 지지부(176a)는, 전극 조립체(100)의 코어(C)에 형성되는 홀과 대응되는 위치에 형성되는 집전판 홀(176d)을 구비한다. 서로 연통되는 상기 전극 조립체(100)의 코어(C)와 집전판 홀(176d)은, 리벳 단자(172)와 제1집전판(144)의 단자 결합부(144c) 간의 용접을 위한 용접봉의 삽입 또는 레이저 빔의 조사를 위한 통로로서 기능할 수 있다.

[525] 상기 집전판 홀(176d)은, 전극 조립체(100)의 코어(C)에 형성된 홀의 반경(r_c) 대비 $0.5r_c$ 이상의 반경을 가질 수 있다. 상기 집전판 홀(176d)의 반경이 $0.5r_c$ 내지 $1.0r_c$인 경우, 원통형 배터리(220)에서 벤트가 일어날 때 전극 조립체(100)의 코어(C) 근처에 있는 분리막이나 전극들의 권회 구조가 벤트 압력으로 인해 코어(C) 밖으로 밀려 나오는 현상이 방지된다. 상기 집전판 홀(176d)의 반경이 $1.0r_c$보다 클 때, 코어(C)의 개방이 최대이므로 전해질 주입 공정에서 전해질의 주입이 용이하다.

[526] 상기 제2 무지부 결합부(176b)가 복수 개 구비되는 경우, 복수의 제2 무지부 결합부(176b)들은 제2집전판(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.

[527] 상기 하우징 결합부(176c)는 복수 개가 구비될 수 있다. 이 경우, 복수의 하우징 결합부(176c)들은 제2집전판(176)의 중심부로부터 대략 방사상으로 전지 하우징(171)의 측벽을 향해 연장된 형태를 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 제2집전판(176)과 전지 하우징(171) 간의 전기적 연결은 복수의 지점에서 이루어질 수 있다. 이처럼 복수의 지점에서 전기적 연결을 위한 결합이 이루어짐으로써 결합 면적을 극대화 하여 전기 저항을 최소화 할 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 레이저 용접을 통해 결합될 수 있다. 용접은, 초음파 용접, 스폿 용접 등으로 대체 가능하다. 이와 같이 비딩부(180) 상에 복수의 하우징 결합부(176c)를 용접 결합시킴으로써 전류 경로를 방사상으로 분산시켜 원통형 배터리(220)의 저항 수준을 대략 4 밀리옴(mohm) 이하로 제한할 수 있다. 또한, 비딩부(180)의 하면이 전지 하우징(171)의 상면에 대략 나란한 방향, 즉 전지 하우징(171)의 측벽에 대략 수직한 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 효과를 얻을 수 있다.

[528] 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.

[529] 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.

[530] 연결부(176f)는 둔각으로 절곡될 수 있다. 절곡 지점은 연결부(176f)의 중간 지점보다 상부일 수 있다. 연결부(176f)가 절곡되면, 접촉부(176e)가 비딩부(180)의 평탄면에 안정적으로 지지될 수 있다. 연결부(176f)는 절곡 지점을 기준으로 하부와 상부로 나뉘며, 하부의 길이가 상부보다 더 클 수 있다. 또한, 지지부(176a)의 표면을 기준으로 한 경사각은 절곡 지점의 하부가 상부보다 더 클 수 있다. 연결부(176f)가 절곡되면, 전지 하우징(171)의 수직 방향으로 가해지는 압력(힘)을 버퍼링할 수 있다. 일 예로, 전지 하우징(171)의 사이징 공정에서 접촉부(176e)에 압력이 전달되어 접촉부(176e)가 지지부(176b)를 향해 수직 이동하는 경우 연결부(176f)의 절곡 지점이 상부로 이동하면서 연결부(176)의 모양이 변형되고 이를 통해 응력 스트레스를 완충시킬 수 있다.

[531] 한편, 상기 제2집전판(176)의 중심부에서 전극 조립체(100)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 제2 무지부 결합부(176b)의 단부가 전극 조립체(100)의 가장자리를 누르는 현상을 방지하기 위함이다.

[532] 제2 무지부 결합부(176b)는 홀(176g)을 포함한다. 홀(176g)은 전해질이 이동할 수 있는 통로로 사용될 수 있다. 제2 무지부 결합부(176b)와 절곡 표면영역(F) 사이의 용접에 의해 형성되는 용접 패턴(176h)은 전극 조립체(100)의 반경 방향을 따라 연장될 구조를 가질 수 있다. 용접 패턴(176h)은 라인 패턴 또는 점 패턴의 배열일 수 있다.

[533] 상기 용접 패턴(176h)은 용접 영역에 해당한다. 따라서, 상기 용접 패턴(176h)은 전극 조립체(100)의 하부에 위치한 절곡 표면영역(F)의 적층수 균일구간(b1)과 50% 이상 중첩되는 것이 바람직하다. 적층수 균일구간(b1)과 중첩되지 않는

용접 패턴(176h)은 적층수 감소구간(b2)과 중첩될 수 있다. 더욱 바람직하게, 용접 패턴(176h) 전체가 절곡 표면영역(F)의 적층수 균일구간(b1)과 중첩될 수 있다. 용접 패턴(176h)이 형성되어 있는 지점의 상부에 있는 절곡 표면영역(F) 중에서 적층수 균일구간(b1) 및, 선택적으로, 적층수 감소구간(b2)은 분절편의 적층수가 10 이상인 것이 바람직하다.

[534] 상술한 제1집전판(144)와 제2집전판(176)의 외경은 서로 다르다. 외경은 절곡 표면영역(F)과 집전판간 접촉 영역의 외경이다. 외경은 전극 조립체의 코어(C) 중심을 통과하는 직선과 접촉 영역의 가장자리가 만나는 두 지점 사이의 거리 중 최대값으로 정의된다. 제2집전판(176)는 비딩부의 내측에 위치하므로 외경이 제1집전판(144)의 외경보다 작다. 또한, 제1집전판(144)의 용접 패턴(144f)의 길이가 제2집전판(176)의 용접 패턴(176h)의 길이보다 더 길다. 바람직하게, 용접 패턴(144f)와 용접 패턴(176h)는 코어(C)의 중심을 기준으로 실질적으로 동일한 지점으로부터 외주측으로 연장될 수 있다.

[535] 본 발명의 실시예에 따른 원통형 배터리(200,220)은 상부에서 전기적 연결을 수행할 수 있는 이점이 있다.

[536] 도 23은 복수의 원통형 배터리(200)들이 전기적으로 연결된 상태를 나타낸 상부 평면도이고, 도 24는 도 23의 부분 확대도이다. 원통형 배터리(200)은 다른 구조의 원통형 배터리(220)으로 대체 가능하다.

[537] 도 23 및 도 24를 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.

[538] 각 원통형 배터리(200)에 있어서, 리벳 단자(172)는 양의 극성을 가지고 전지 하우징(171)의 리벳 단자(172) 주변의 평평한 면(171a)은 음의 극성을 가질 수 있다. 물론, 그 반대도 가능하다.

[539] 바람직하게, 복수의 원통형 배터리(200)들은 복수의 열과 행으로 배치될 수 있다. 열은 지면을 기준으로 상하 방향이고, 행은 지면을 기준으로 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 리벳 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.

[540] 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.

[541] 상기 바디부(211)는, 인접하는 리벳 단자(172) 사이에서 원통형 배터리(200)들의 열을 따라 연장될 수 있다. 대안적으로, 상기 바디부(211)는, 원통형 배터리(200)들의 열을 따라 연장되되, 지그재그 형상과 같이 규칙적으로 절곡될 수 있다.

[542] 복수의 제1 버스바 단자(212)는, 바디부(211)의 일측 방향으로 연장되며, 일측 방향에 위치한 원통형 배터리(200)의 리벳 단자(172)와 전기적으로 결합될 수 있다. 제1 버스바 단자(212)와 리벳 단자(172) 간의 전기적 결합은 레이저 용접, 초음파 용접 등으로 이루어질 수 있다.

[543] 복수의 제2 버스바 단자(213)는, 바디부(211)의 타측 방향으로부터 연장되며, 타측 방향에 위치한 리벳 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.

[544] 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.

[545] 상술한 본 발명의 원통형 배터리(200)은, 절곡 표면영역(F)을 통한 용접 면적 확대, 제2집전판(176)을 이용한 전류 패스(path)의 다중화, 전류 패스 길이의 최소화 등을 통해 저항이 최소화된 구조를 갖는다. 양극과 음극 사이, 즉 리벳 단자(172)와 그 주변의 평평한 면(171a) 사이에서의 저항 측정기를 통해 측정되는 원통형 배터리(200)의 AC 저항은 급속 충전에 적합한 대략 4 밀리옴(mohm) 이하일 수 있다.

[546] 본 발명에 따른 원통형 배터리(200)은, 양의 극성을 가진 리벳 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.

[547] 또한, 원통형 배터리(200)의 리벳 단자(172)와 그 주변의 평평한 면(171a)은 면적이 넓으므로 버스바(210)의 결합 면적을 충분히 확보하여 원통형 배터리(200)을 포함하는 배터리 팩의 저항을 충분히 낮출 수 있다.

[548] 또한, 원통형 배터리(200)의 상부에서 전기적 배선을 수행할 수 있으므로 배터리 모듈/팩의 단위 부피당 에너지 밀도를 극대화할 수 있는 이점이 있다.

[549] 상술한 실시예들(변형예들)에 따른 원통형 배터리는 배터리 팩을 제조하는데 사용될 수 있다.

[550] 도 25는 본 발명의 실시예에 따른 배터리 팩의 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.

[551] 도 25를 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.

[552] 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.

[553] 도 26은 도 25의 배터리 팩(300)을 포함하는 자동차를 설명하기 위한 도면이다.

[554] 도 26을 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 공급받아 동작한다.

[555] 본 발명에 따르면, 전극 조립체의 상부 및 하부에 돌출된 무지부 자체를 전극 탭으로서 사용함으로써 배터리의 내부 저항을 감소시키고 에너지 밀도를 증가시킬 수 있다.

[556] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 전극 조립체의 무지부 구조를 개선하여 전지 하우징의 비딩부 형성 과정에서 전극 조립체와 전지 하우징의 내주면이 간섭을 일으키지 않도록 함으로써 전극 조립체의 부분적 변형에 따른 원통형 배터리 내부의 단락을 방지할 수 있다.

[557] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전극 조립체의 무지부 구조를 개선하여 무지부가 절곡될 때 무지부가 찢어지는 현상을 방지하고 무지부의 중첩 레이어 수를 충분히 증가시켜 집전판의 용접 강도를 향상시킬 수 있다.

[558] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전극의 무지부에 복수의 분절편을 형성하고 전극이 권취되었을 때 복수의 분절편이 소정의 방향으로 정렬되어 배치되도록 하고 분절편이 배치되는 않은 영역에서 전극에 형성된 활물질층의 단부를 분리막의 권회턴 사이에서 노출시켜 전해질의 함침성(속도 및 균일성)을 증가시킬 수 있다.

[559] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전극의 무지부에 분절편 구조를 적용하고 분절편의 디멘션(폭, 높이, 이격 피치)을 최적화시켜 용접 타겟 영역으로 사용되는 영역의 분절편 적층수를 충분히 증가시키는 것에 의해 집전판이 용접되는 영역의 물성을 개선할 수 있다.

[560] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 분절편들의 절곡에 의해 형성된 절곡 표면영역에 집전판을 넓은 면적으로 용접시킨 구조를 적용함으로써 에너지 밀도가 향상되고 저항이 감소된 전극 조립체를 제공하는데 있다.

[561] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상부에서 전기적 배선을 수행할 수 있도록 디자인이 개선된 원통형 배터리를 제공할 수 있다.

[562] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전극 조립체의 코어에 인접한 무지부 구조를 개선하여 무지부가 절곡될 때 전극 조립체의 코어에 있는 공동이 폐색되는 것을 방지하여 전해질 주입 공정과 전지 하우징(또는 리벳 단자)과 집전판의 용접 공정을 용이하게 진행할 수 있다.

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

[564] 특히, 본 발명은 높이 대비 직경의 비율이 0.4 이상이며 저항이 4mohm 이하인 원통형 배터리와 이를 포함하는 배터리 팩 및 자동차를 제공할 수 있다.

[565] 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.

청구범위

[청구항 1] 제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 권취 축을 중심으로 권취됨으로써 코어와 외주면을 정의한 전극 조립체에 있어서,
상기 제1전극은, 권취 방향을 따라 활물질층이 코팅되어 있는 제1활물질부와, 활물질층이 코팅되지 않으며 상기 분리막의 외부로 돌출된 제1무지부를 포함하고,
상기 제1무지부는 권취 방향을 따라 마련된 복수의 절단홈에 의해 독립적으로 절곡 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있는 분절편 구간을 포함하고,
상기 분절편 구간은 상기 권취 방향을 따라 그룹간 이격 피치에 의해 분리된 복수의 분절편 그룹들을 포함하고,
상기 전극 조립체의 일측 단부는 상기 복수의 분절편 그룹들이 반경 방향을 따라 중첩되면서 정렬된 복수의 분절편 정렬부를 포함하고,
각 분절편 정렬부에 포함된 분절편들은 반경 방향을 따라 절곡되어 절곡 표면영역을 형성하고,
상기 복수의 분절편 정렬부에 대응되는 권회턴들에 있어서, 동일 권회턴에 배치되는 분절편 그룹들의 그룹간 이격 피치는 실질적으로 서로 동일하며, 상기 분절편 그룹의 이격 피치는 상기 코어 인접 영역의 권회턴보다 상기 외주면 인접 영역의 권회턴에서 더 큰, 전극 조립체.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
각 분절편 정렬부는, 상기 그룹간 이격 피치가 상기 코어 인접 영역의 권회턴으로부터 상기 외주면 인접 영역의 권회턴으로 갈수록 단계적 또는 점진적으로 증가하는 반경 구간을 포함하는, 전극 조립체.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 절곡 표면영역은 상기 전극 조립체의 일측 단부의 표면을 부분적으로 덮는, 전극 조립체.

[청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 절곡 표면영역은 근사적으로 기하학적 도형의 형상을 가지며, 상기 기하학적 도형 내에 위치하는 분절편 그룹들의 권취 방향 폭은 상기 전극 조립체의 반경 방향을 따라서 단계적 또는 점진적으로 증가하는, 전극 조립체.

[청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 기하학적 도형은 부채꼴 형상인, 전극 조립체.

[청구항 6] 제4항에 있어서,
상기 기하학적 도형은 사각형 또는 사다리꼴 형상인, 전극 조립체.

[청구항 7] 제1항에 있어서,
원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역들 사이에는, 상기 제1활물질부의

단부가 상기 분리막의 단부보다 상기 전극 조립체의 내측을 향해 리세스(recess)되고 상기 분리막의 권회턴들 사이에서 노출되어 있는 전해질 함침부가 구비되는, 전극 조립체.

[청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 복수의 분절편 정렬부는 상기 코어의 중심을 기준으로 방사상으로 연장된, 전극 조립체.

[청구항 9] 제7항에 있어서,
상기 전해질 함침부는 복수개이고,
상기 복수개의 전해질 함침부는 상기 코어의 중심을 기준으로 방사상으로 연장된, 전극 조립체.

[청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 복수의 분절편 정렬부는 상기 전극 조립체의 권취 축 방향에서 보았을 때, 상기 코어 중심을 기준으로 열십자(十) 형상, 방사상(X) 또는 직선상으로 연장되어 있는, 전극 조립체.

[청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 코어의 중심과 상기 절곡 표면영역과 근사적으로 대응되는 도형의 기하학적 중심(geometric center)을 연결한 선을 각도 측정선이라고 정의할 때, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역들의 각도 측정선 사이의 각도는 실질적으로 동일한, 전극 조립체.

[청구항 12] 제1항에 있어서,
상기 코어의 중심과 상기 절곡 표면영역과 근사적으로 대응되는 도형의 기하학적 중심을 연결한 선을 각도 측정선이라고 정의할 때, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역들의 각도 측정선 사이의 각도는 30±10°, 40도±10°, 45도±10°, 60도±10°, 72도±10°, 90도±10°, 120도±10° 또는 180도±10°인, 전극 조립체.

[청구항 13] 제1항에 있어서,
상기 코어의 중심과 상기 절곡 표면영역과 근사적으로 대응되는 도형의 기하학적 중심을 연결한 선을 각도 측정선이라고 정의할 때, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역들의 각도 측정선 사이의 각도는 90°±10°이고, 동일한 권회턴에 배치된 분절편 그룹들 간의 그룹간 이격 거리는 8mm 내지 50mm 범위 내에서 설정되는, 전극 조립체.

[청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 그룹간 이격 거리는 권회턴수가 증가함에 따라 단계적 또는 점진적으로 증가하는 것인, 전극 조립체.

[청구항 15] 제1항에 있어서,
상기 코어의 중심과 상기 절곡 표면영역과 근사적으로 대응되는 도형의 기하학적 중심을 연결한 선을 각도 측정선이라고 정의할 때, 원주 방향으로 인접하는 절곡 표면영역들의 각도 측정선 사이의 각도는

180°±10°이고, 동일한 권회턴에 배치된 분절편 그룹들 간의 그룹간 이격 거리는 30mm 내지 90mm 범위 내에서 설정되는, 전극 조립체.

[청구항 16] 제15항에 있어서,
상기 그룹간 이격 거리는 권회턴수가 증가함에 따라 단계적 또는 점진적으로 증가하는 것인, 전극 조립체.

[청구항 17] 제1항에 있어서,
상기 분절편의 각각은 하나 이상의 직선, 하나 이상의 곡 선 또는 이들의 조합이 연결된 기하학적 도형의 형태를 갖는, 전극 조립체.

[청구항 18] 제17항에 있어서,
상기 분절편의 각각은 하부의 폭이 상부의 폭보다 큰 것인, 전극 조립체.

[청구항 19] 제17항에 있어서,
상기 분절편의 각각은 절곡된 하부에서 상부로 갈수록 폭이 단계적 또는 연속적으로 감소하는 테이퍼(taper)진 형태를 갖는, 전극 조립체.

[청구항 20] 제1항에 있어서,
상기 분절편 정렬부는 상기 전극 조립체의 코어측으로부터 외주측으로 분절편의 높이가 제1높이(h_1) 내지 제$_{N-1}$높이(hN, N은 3 이상의 자연수)까지 단계적으로 증가하는 높이 가변 구간과 제N높이(h_N, h_{N-1}보다 큼)로 균일하게 유지되는 높이 균일 구간을 포함하는, 전극 조립체.

[청구항 21] 제20항에 있어서,
높이 h_k(k는 1 내지 N의 자연수)를 가지는 분절편이 포함된 권회턴의 시작 반경을 r_k, 코어의 반경을 r_c 라고 할 때, 분절편의 높이 h_k는 다음 수식을 만족하는,
$2mm \leq h_k \leq r_k - \alpha * r_c$($\alpha$는 0.90 내지 1)
전극 조립체.

[청구항 22] 제1항에 있어서,
상기 분절편 정렬부는, 상기 권취 축 방향에 따른 단면을 기준으로, 반경 방향을 따라 순차적으로, 분절편이 존재하지 않는 분절편 생략 구간, 분절편의 높이가 가변되는 높이 가변 구간 및 분절편의 높이가 균일한 높이 균일 구간을 포함하고, 상기 복수의 분절편은 상기 높이 가변 구간 및 상기 높이 균일 구간에 배치되는 것인, 전극 조립체.

[청구항 23] 제22항에 있어서,
상기 전극 조립체의 코어 중심을 기준으로, 상기 절곡 표면영역의 임의 반경 위치에서 상기 권취 축 방향과 평행한 가상의 선과 만나는 분절편 수를 해당 반경 위치에서의 분절편 적층수라고 정의할 때, 상기 절곡 표면영역은 코어측으로부터 외주측으로 가면서 분절편의 적층수가 균일한 적층수 균일구간과 상기 적층수 균일구간의 외측에 위치하고 상기 분절편의 적층수가 상기 외주측으로 갈수록 감소하는 적층수 감소구간을 포함하는, 전극 조립체.

[청구항 24] 제23항에 있어서,
상기 적층수 균일구간에서 상기 분절편의 적층수는 10 내지 35인, 전극 조립체.

[청구항 25] 제23항에 있어서,
상기 제1전극은 양극이고, 상기 적층수 균일구간에서 상기 분절편의 적층두께는 100um 내지 875um인, 전극 조립체.

[청구항 26] 제23항에 있어서,
상기 제1전극은 음극이고, 상기 적층수 균일구간에서 상기 분절편의 적층두께는 50um 내지 700um인, 전극 조립체.

[청구항 27] 제1항에 있어서,
상기 제2전극은 권취 방향을 따라 활물질층이 코팅되어 있는 제2활물질부와 활물질층이 코팅되지 않은 제2무지부를 포함하고,
상기 제2무지부는 권취 방향을 따라 마련된 복수의 절단홈에 의해 독립적으로 절곡 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있는 분절편 구간을 포함하고,
상기 제2무지부의 분절편 구간은 상기 권취 방향을 따라 그룹간 이격 피치에 의해 분리된 복수의 분절편 그룹들을 포함하고,
상기 전극 조립체의 타측 단부는 상기 제2무지부의 상기 복수의 분절편 그룹들이 반경 방향을 따라 정렬된 복수의 분절편 정렬부를 포함하고,
상기 제2무지부의 각 분절편 정렬부에 포함된 분절편들은 반경 방향을 따라 절곡되어 절곡 표면영역을 형성하고,
상기 제2무지부의 복수의 분절편 정렬부에 대응되는 권회턴들에 있어서, 동일 권회턴에 배치되는 분절편 그룹들의 그룹간 이격 피치는 실질적으로 서로 동일하며, 상기 분절편 그룹들의 그룹간 이격 피치는 상기 코어 인접 영역의 권회턴보다 상기 외주면 인접 영역의 권회턴에서 더 큰, 전극 조립체.

[청구항 28] 제27항에 있어서,
상기 전극 조립체의 일측 단부에 포함된 복수의 분절편 정렬부와 상기 전극 조립체의 타측 단부에 포함된 복수의 분절편 정렬부는 서로 면대칭을 이루도록 배치된, 전극 조립체.

[청구항 29] 제1항에 있어서,
상기 전극 조립체의 총 권회턴수는 20 내지 55이고, 35mm 내지 50mm의 직경을 갖는 전극 조립체.

[청구항 30] 제1전극 및 제2전극과 이들 사이에 개재된 분리막이 권취 축을 중심으로 권취됨으로써 코어와 외주면을 정의한 전극 조립체로서, 상기 제1전극은, 권취 방향을 따라 활물질층이 코팅되어 있는 제1활물질부와, 활물질층이 코팅되지 않으며 상기 분리막의 외부로 돌출된 제1무지부를 포함하고,
상기 제1무지부는 권취 방향을 따라 마련된 복수의 절단홈에 의해

독립적으로 절곡 가능한 복수의 분절편으로 분할되어 있는 분절편 구간을 포함하고, 상기 분절편 구간은 상기 권취 방향을 따라 그룹간 이격 피치에 의해 분리된 복수의 분절편 그룹들을 포함하고, 상기 전극 조립체의 일측 단부는 상기 복수의 분절편 그룹들이 반경 방향을 따라 중첩되면서 정렬된 복수의 분절편 정렬부를 포함하고, 각 분절편 정렬부에 포함된 분절편들은 반경 방향을 따라 절곡되어 절곡 표면영역을 형성하고, 상기 복수의 분절편 정렬부에 대응되는 권회턴들에 있어서 동일 권회턴에 배치되는 분절편 그룹들의 그룹간 이격 피치는 실질적으로 서로 동일하며, 상기 분절편 그룹의 이격 피치는 상기 코어 인접 영역의 권회턴보다 상기 외주면 인접 영역의 권회턴에서 더 큰, 전극 조립체;

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

상기 배터리 하우징의 개방단을 밀봉하는 밀봉체; 및

상기 제1전극 및 상기 제2전극 중 다른 하나와 전기적으로 연결되고, 표면이 외부로 노출된 제2극성을 띠는 단자를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리.

[청구항 31] 제30항에 있어서,

상기 배터리 하우징의 개방단의 외주면을 상기 배터리 하우징의 내측으로 압입시켜 형성한 비딩부;

상기 절곡 표면영역과 전기적으로 결합된 집전판; 및

상기 집전판을 커버하며, 가장자리가 상기 비딩부의 내주면과 상기 집전판 사이에 개재되어 고정된 인슐레이터를 더 포함하는, 배터리.

[청구항 32] 제30항에 있어서,

상기 전극 조립체의 코어에는 공동이 구비되고,

상기 공동은 상기 절곡 표면영역에 의해 폐색되지 않고 외부로 개방되어 있는, 배터리.

[청구항 33] 제30항에 있어서,

상기 밀봉체는, 상기 배터리 하우징의 개방단을 밀폐하는 캡 플레이트와, 상기 캡 플레이트의 가장자리를 감싸며 상기 배터리 하우징의 상단부에 클림핑된 가스켓을 포함하며,

상기 제2극성을 띠는 단자는 상기 캡 플레이트임을 특징으로 하는 배터리.

[청구항 34] 제30항에 있어서,

상기 제1극성을 띠는 제2전극의 무지부와 전기적으로 연결되고 상기 배터리 하우징의 측벽에 가장자리의 적어도 일부가 결합된 집전판을 더 포함하고,

상기 밀봉체는, 극성이 없는 캡 플레이트와, 상기 캡 플레이트의

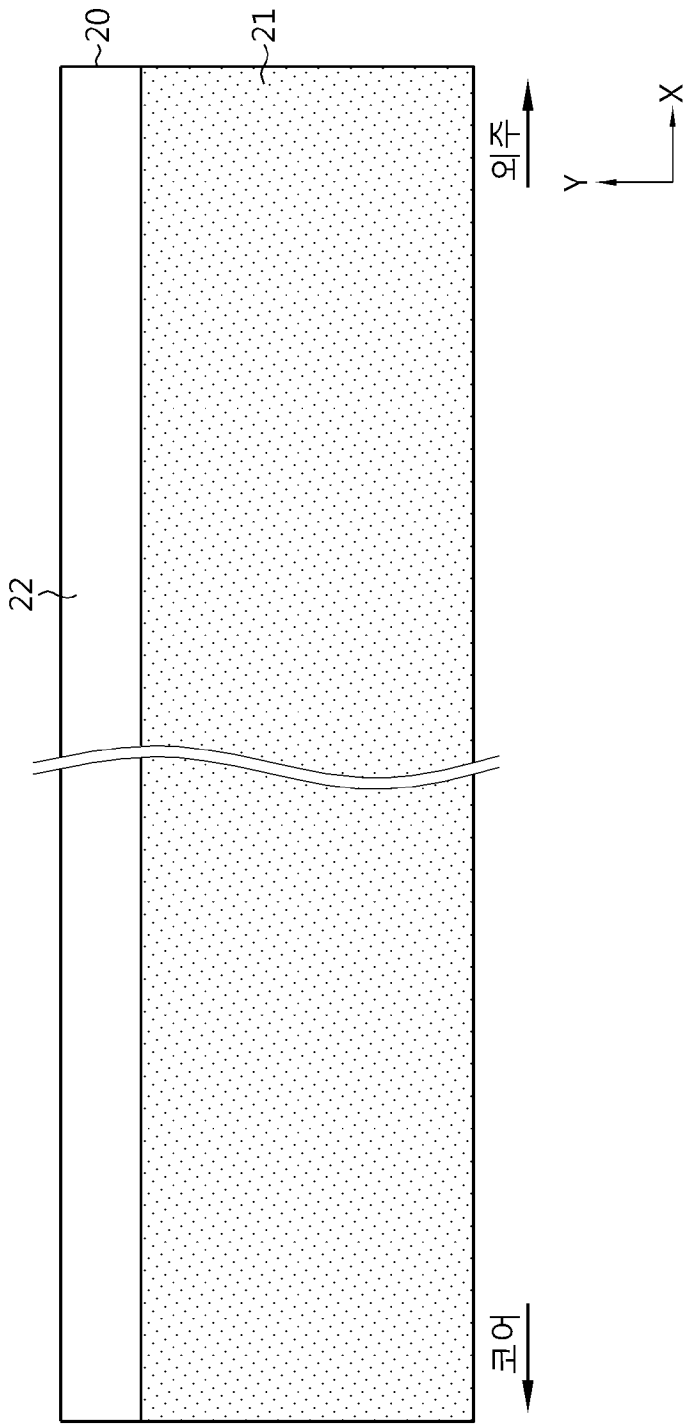
가장자리를 감싸며 상기 배터리 하우징의 상단부에 클림핑되는 가스켓을 포함하고,

상기 배터리 하우징은 폐쇄면의 중앙부에 형성된 관통 홀에 절연 가능하게 설치되고 상기 제1전극과 전기적으로 연결되어 상기 제2극성을 띠는 리벳 단자를 포함하는, 배터리.

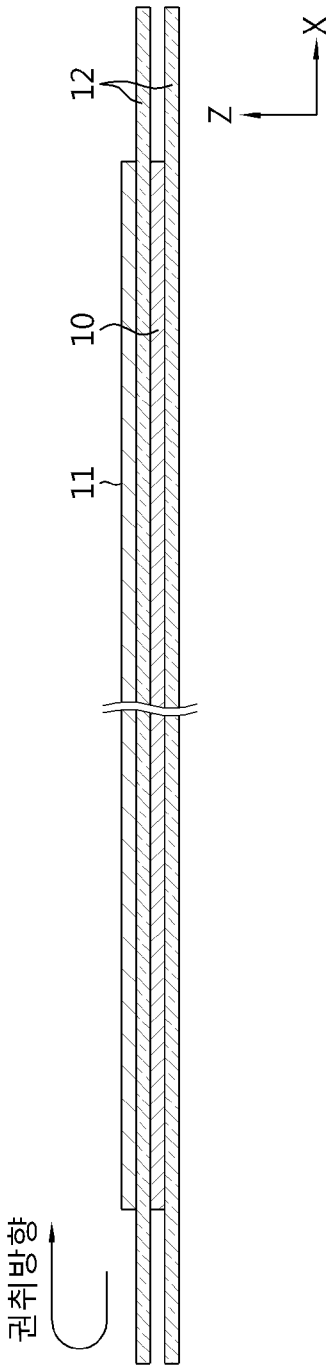
[청구항 35] 제30항 내지 제34항 중 어느 한 항에 따른 복수의 배터리를 포함하는 배터리 팩.

[청구항 36] 제35항에 기재된 배터리 팩을 포함하는 자동차.

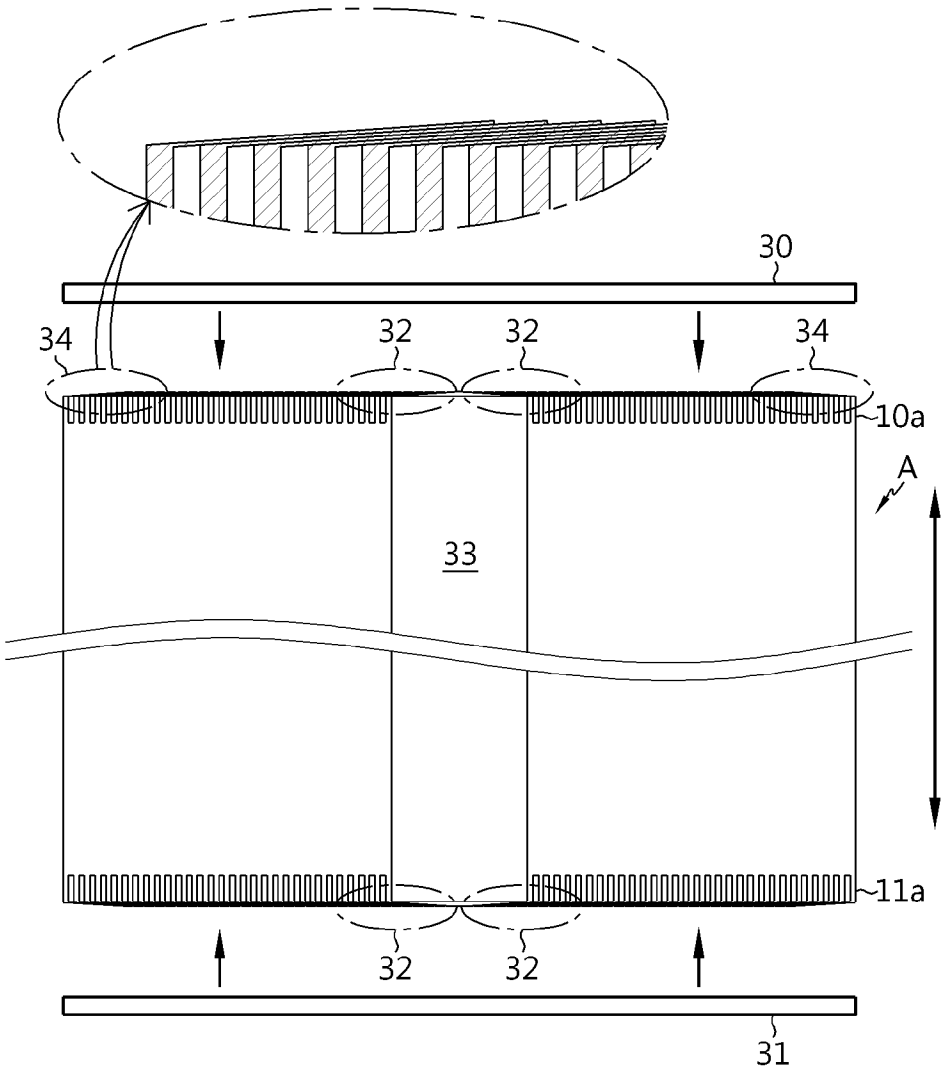
[도1]



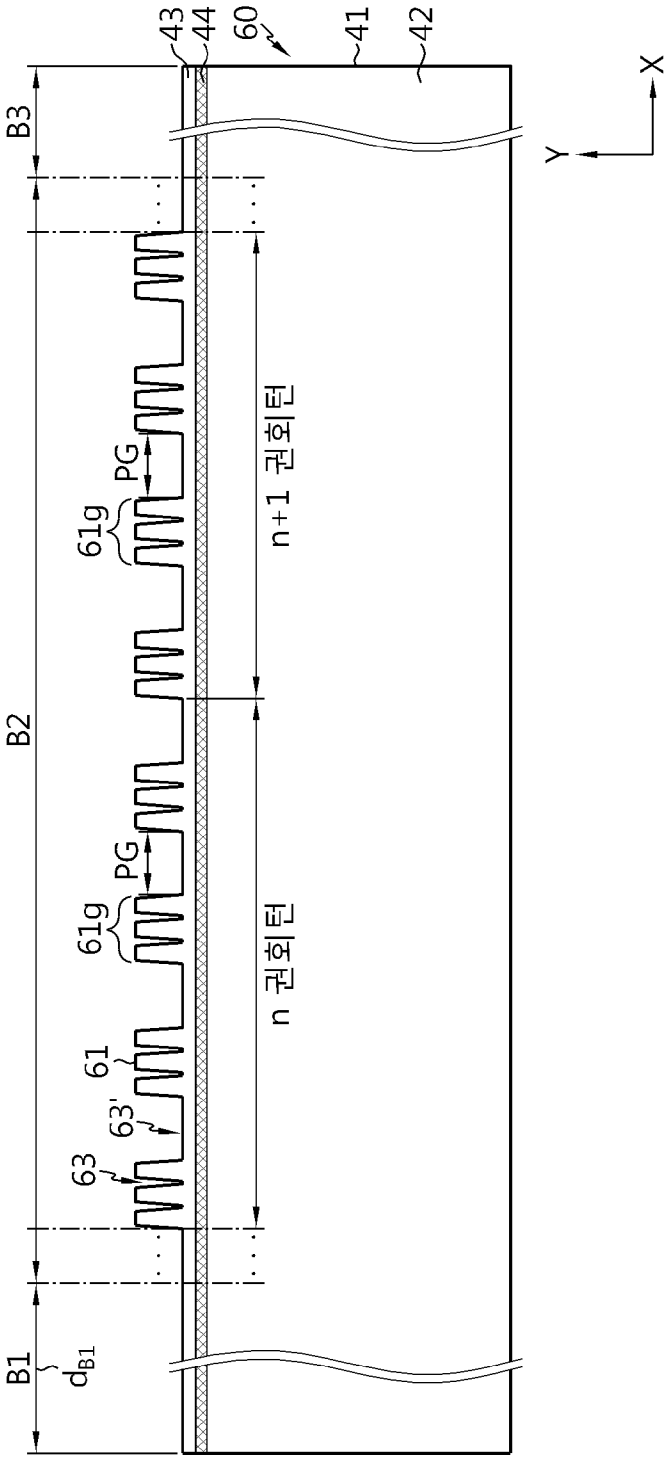
[도2]



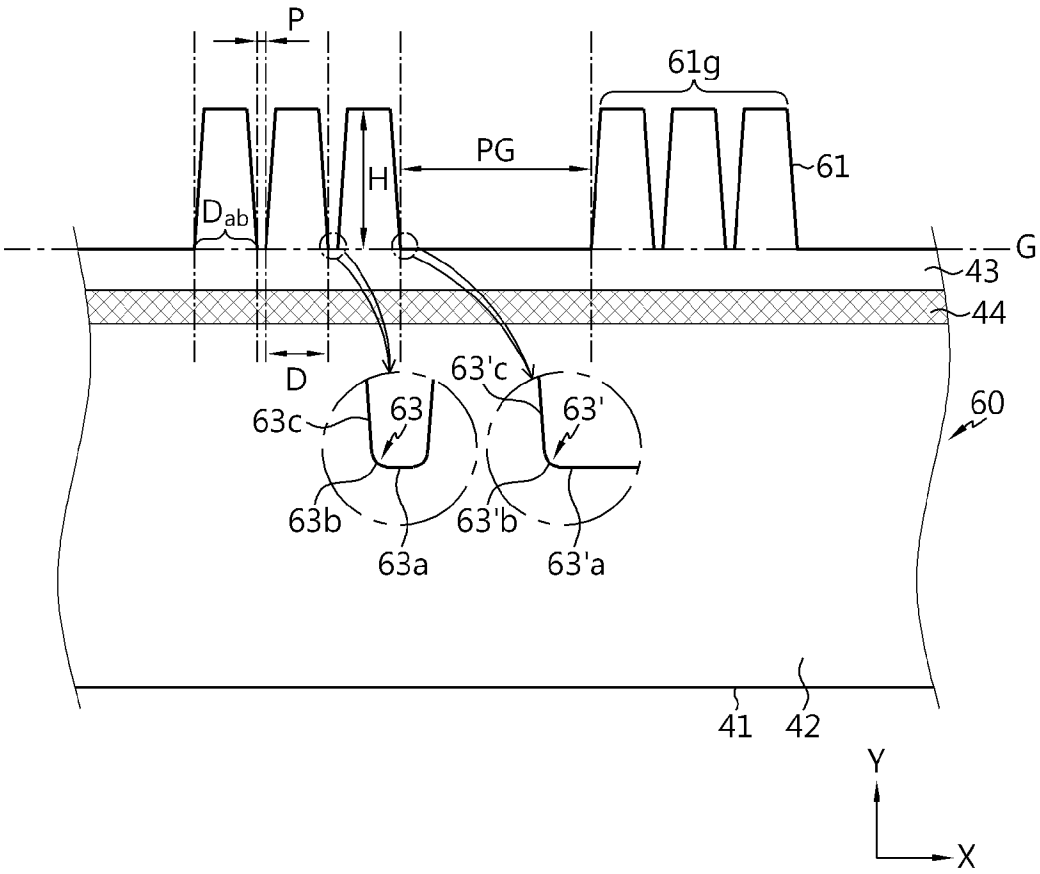
[도3]



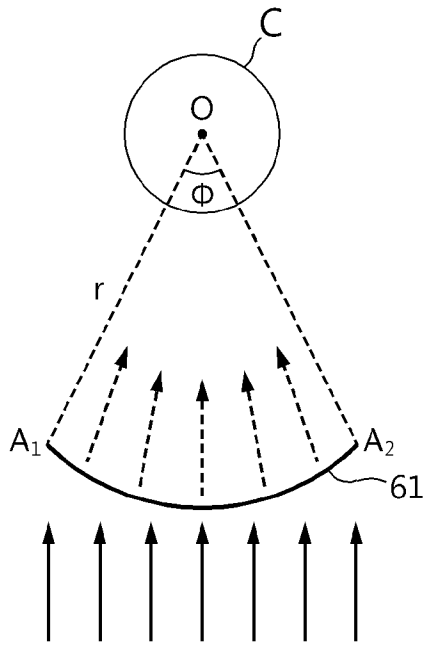
[도4a]



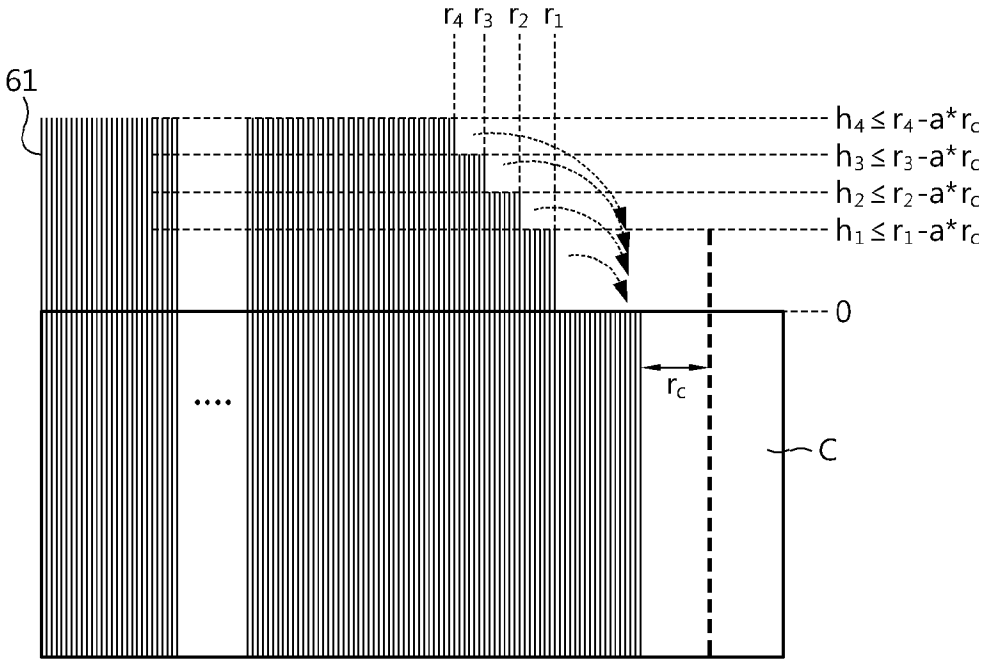
[도4b]


P
61g
PG
H
61
D_{ab}
G
43
44
D
63'c
63c
63
63'
60
63b
63'b
63a
63'a
41
42
Y
X

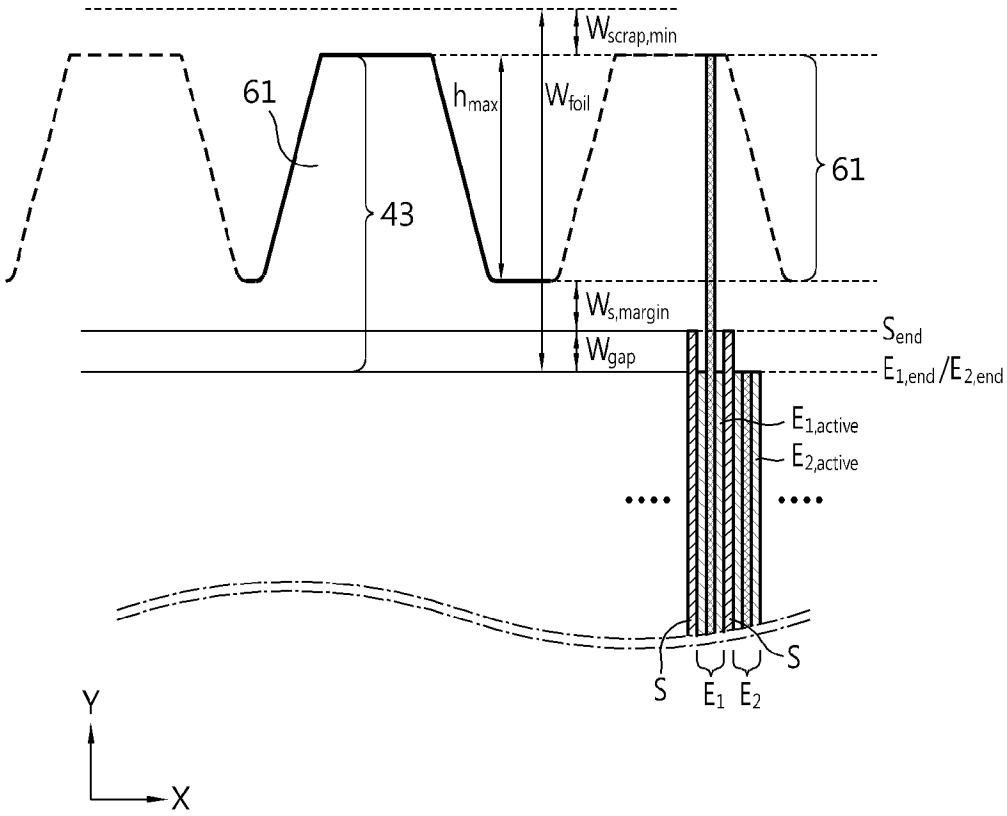
[도4c]


C
O
Φ
r
A_1
A_2
61

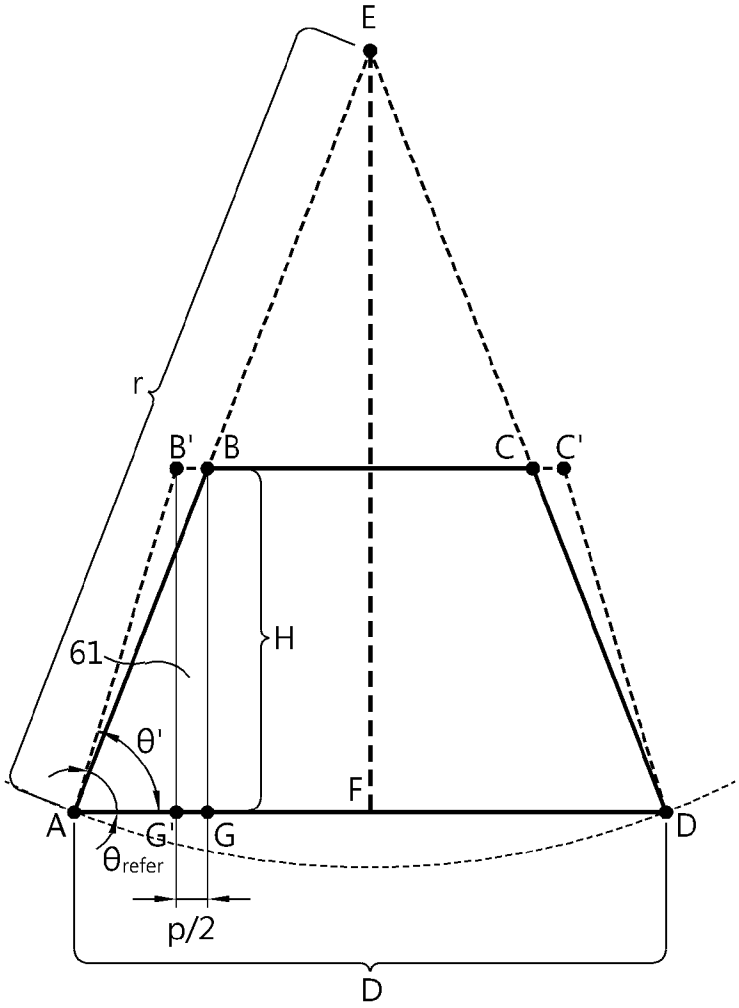
[도4d]


r4 r3 r2 r1
61
h4 ≤ r4 -a* rc
h3 ≤ r3 -a* rc
h2 ≤ r2 -a* rc
h1 ≤ r1 -a* rc
0
rc
C

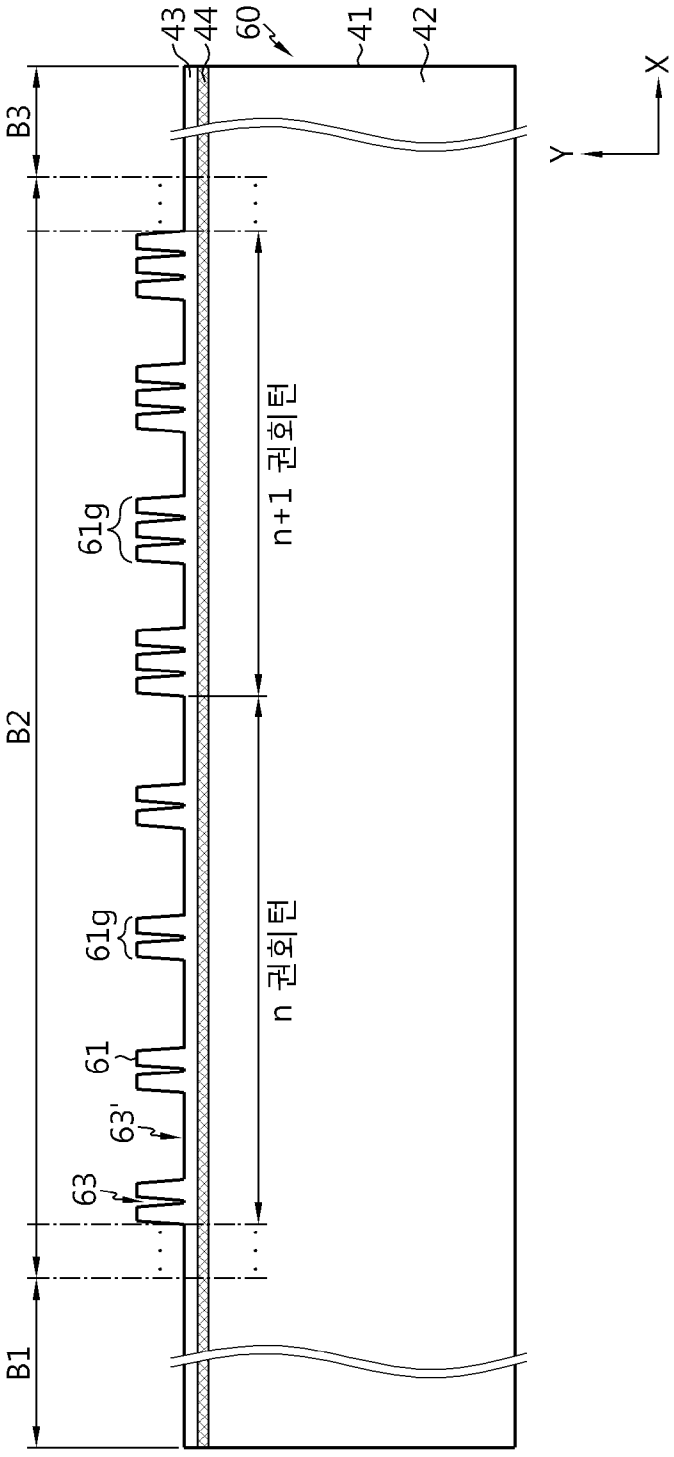
[도4e]


Wscrap,min
61
hmax
Wfoil
61
43
Ws,margin
Wgap
Send
E1,end /E2,end
E1,active
E2,active
S
S
E1
E2
Y
X

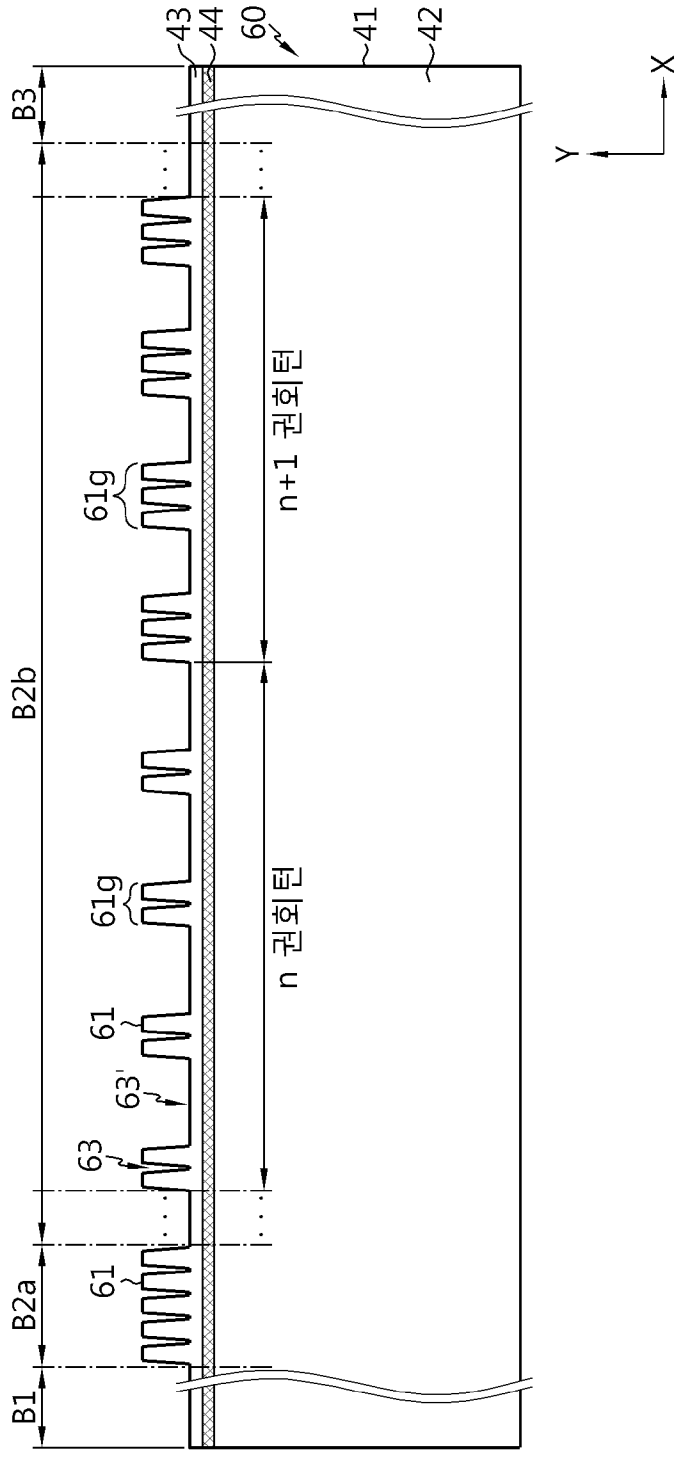
[도4f]



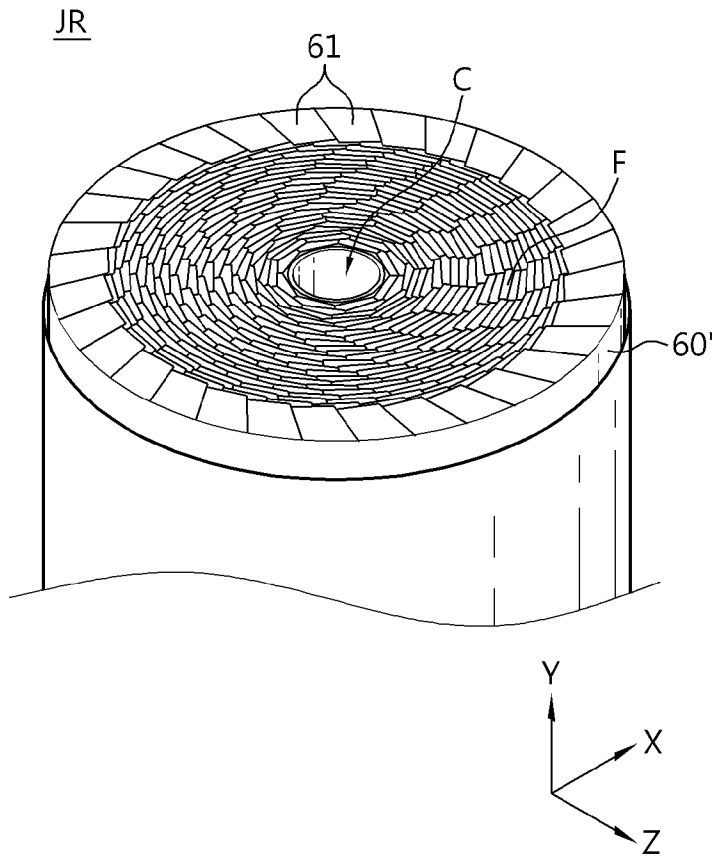
[도4g]



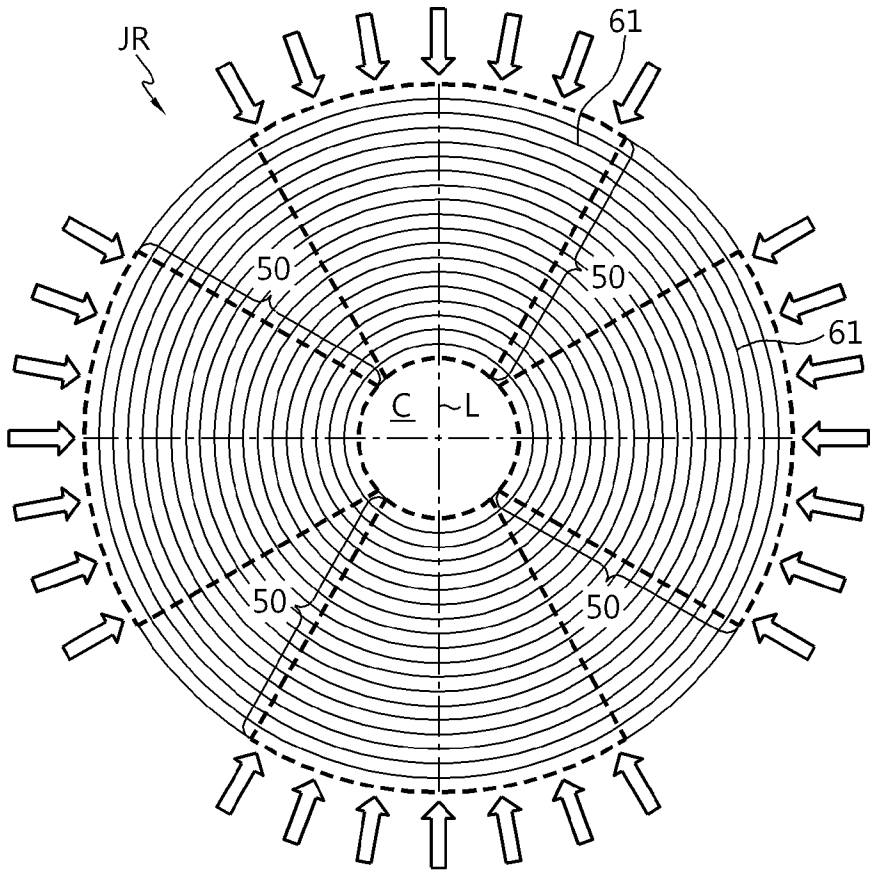
[도4h]



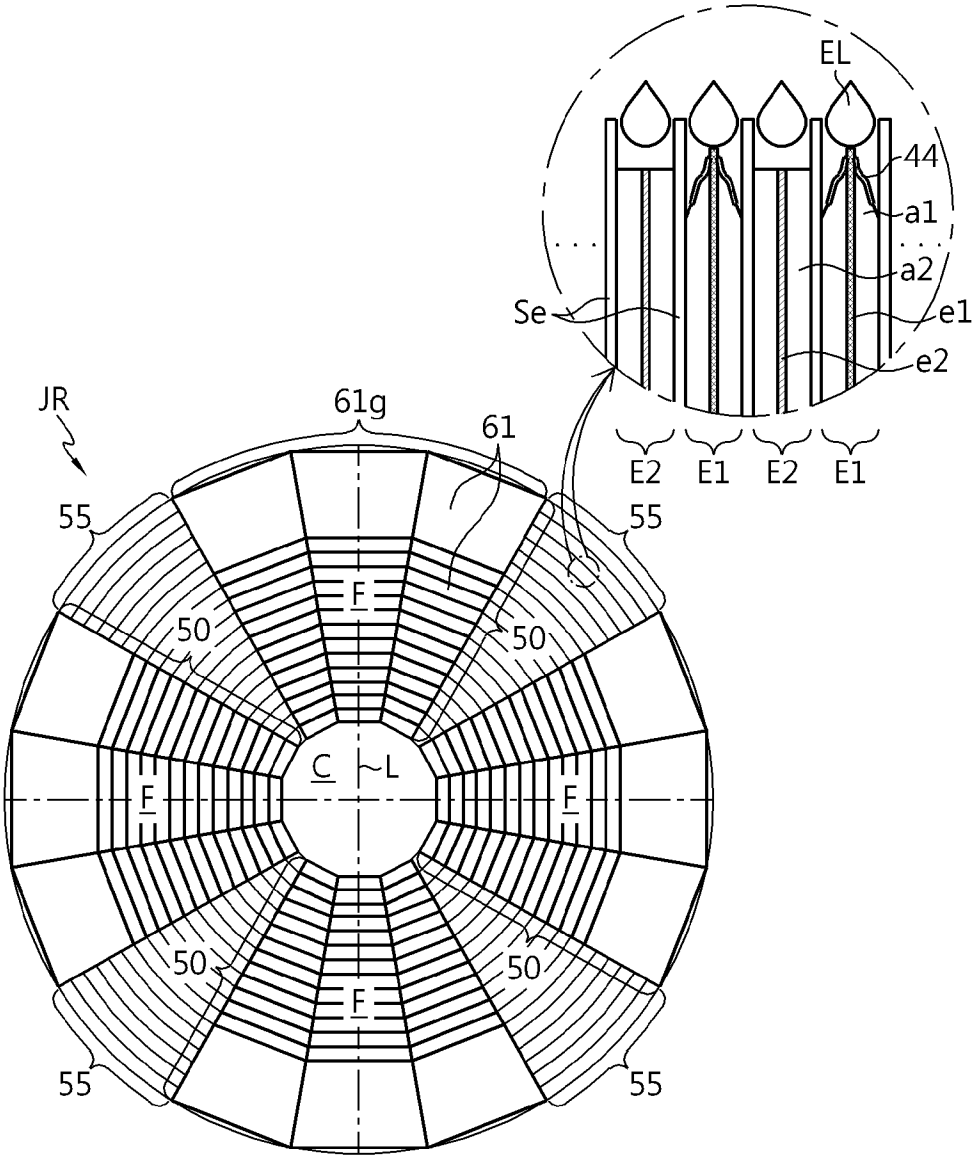
[도5]



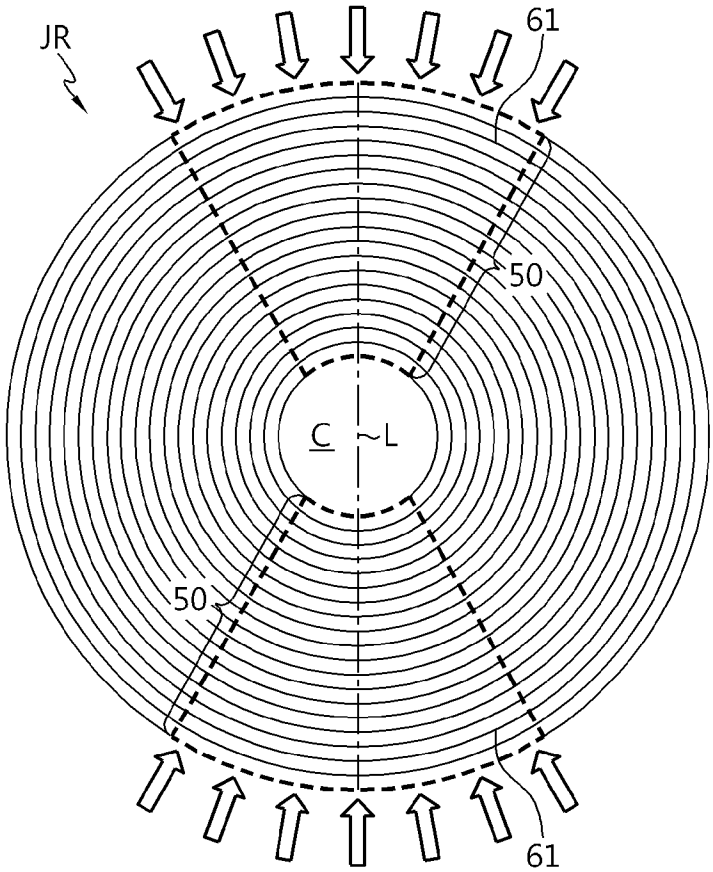
[도6a]



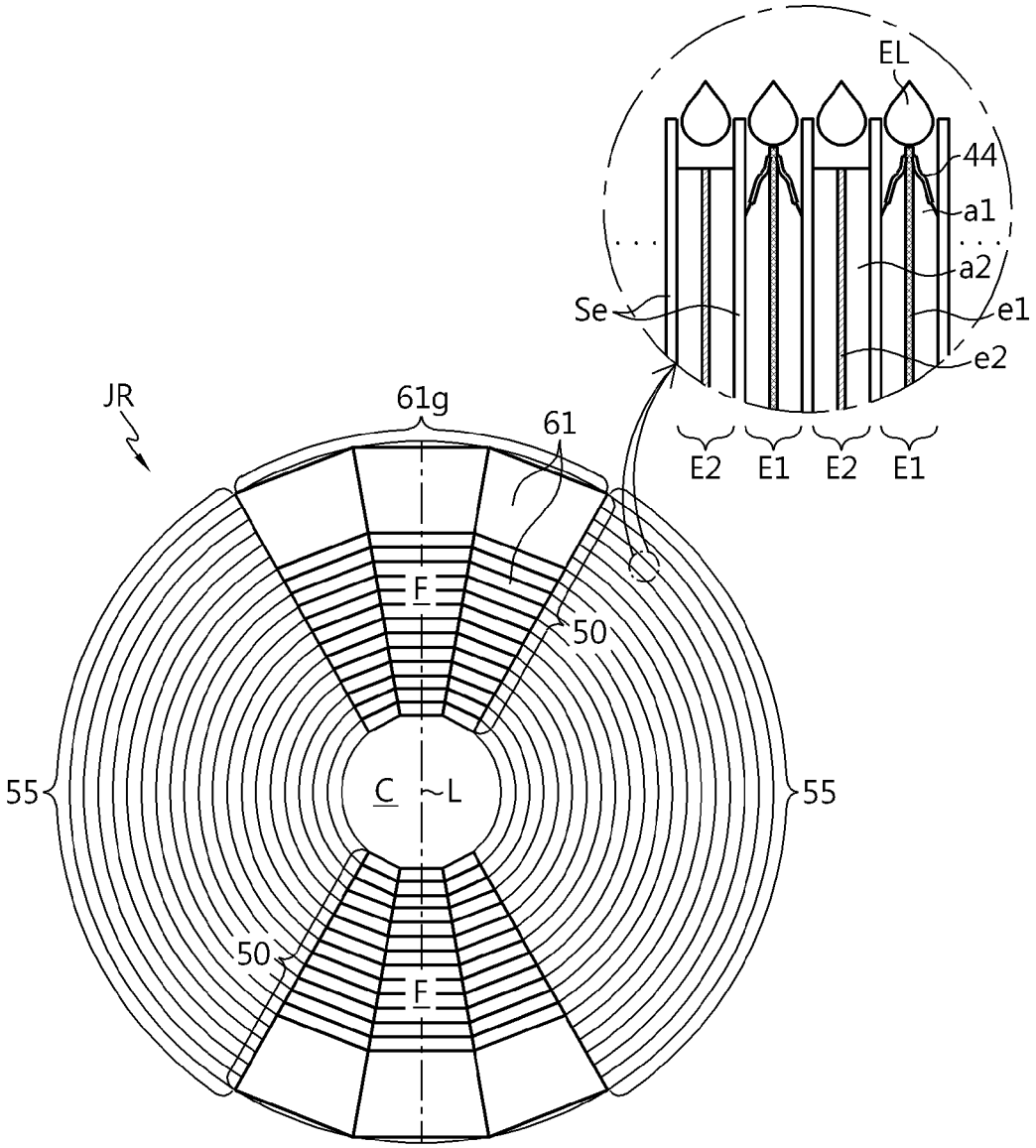
[도6b]


EL
44
a1
a2
e1
e2
Se
E2
E1
E2
E1
JR
61g
61
55
55
F
50
50
C
L
F
F
50
50
F
55
55

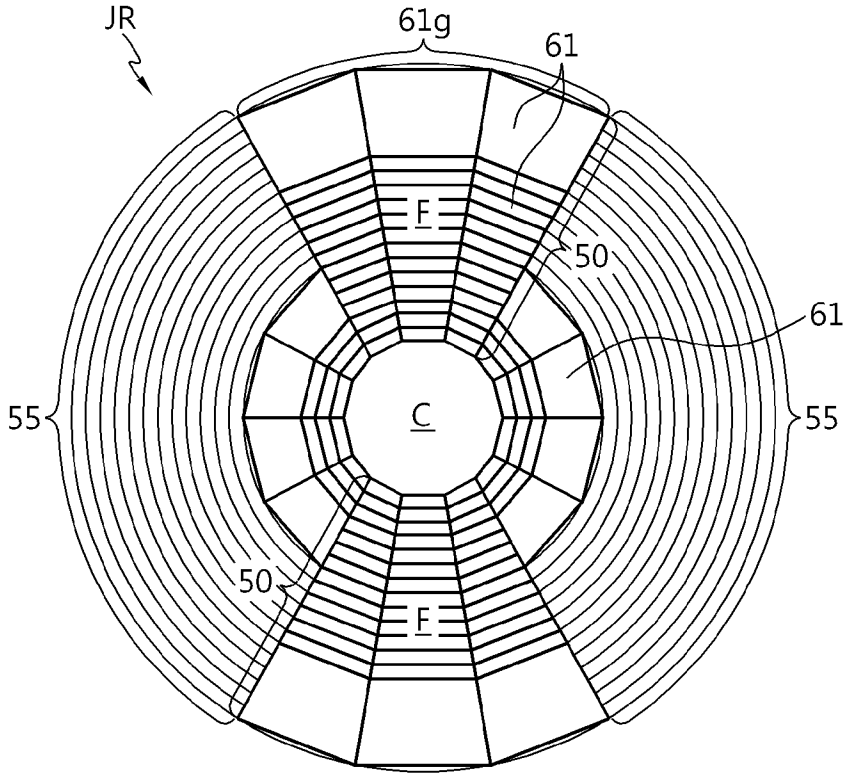
[도7a]



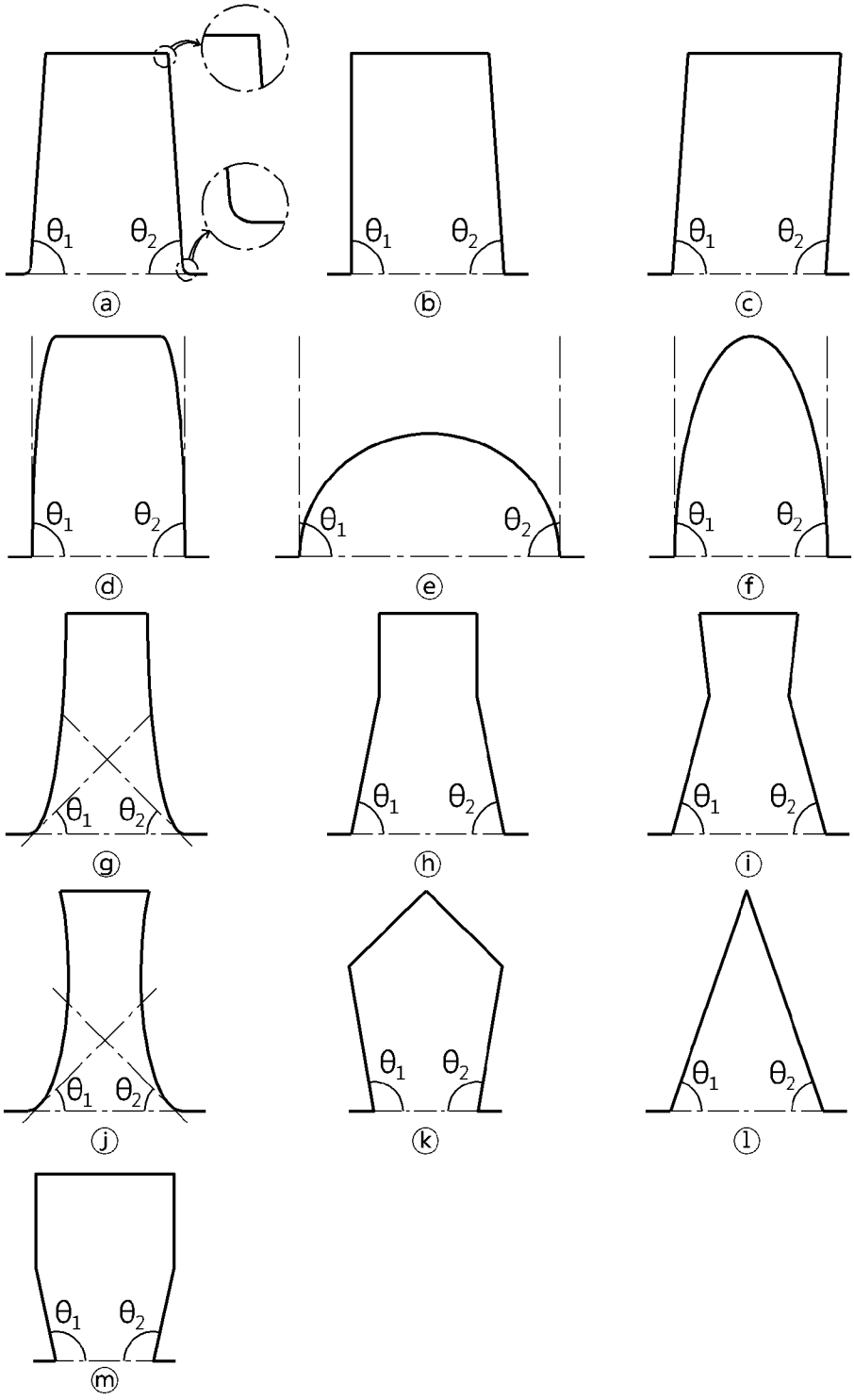
[도7b]



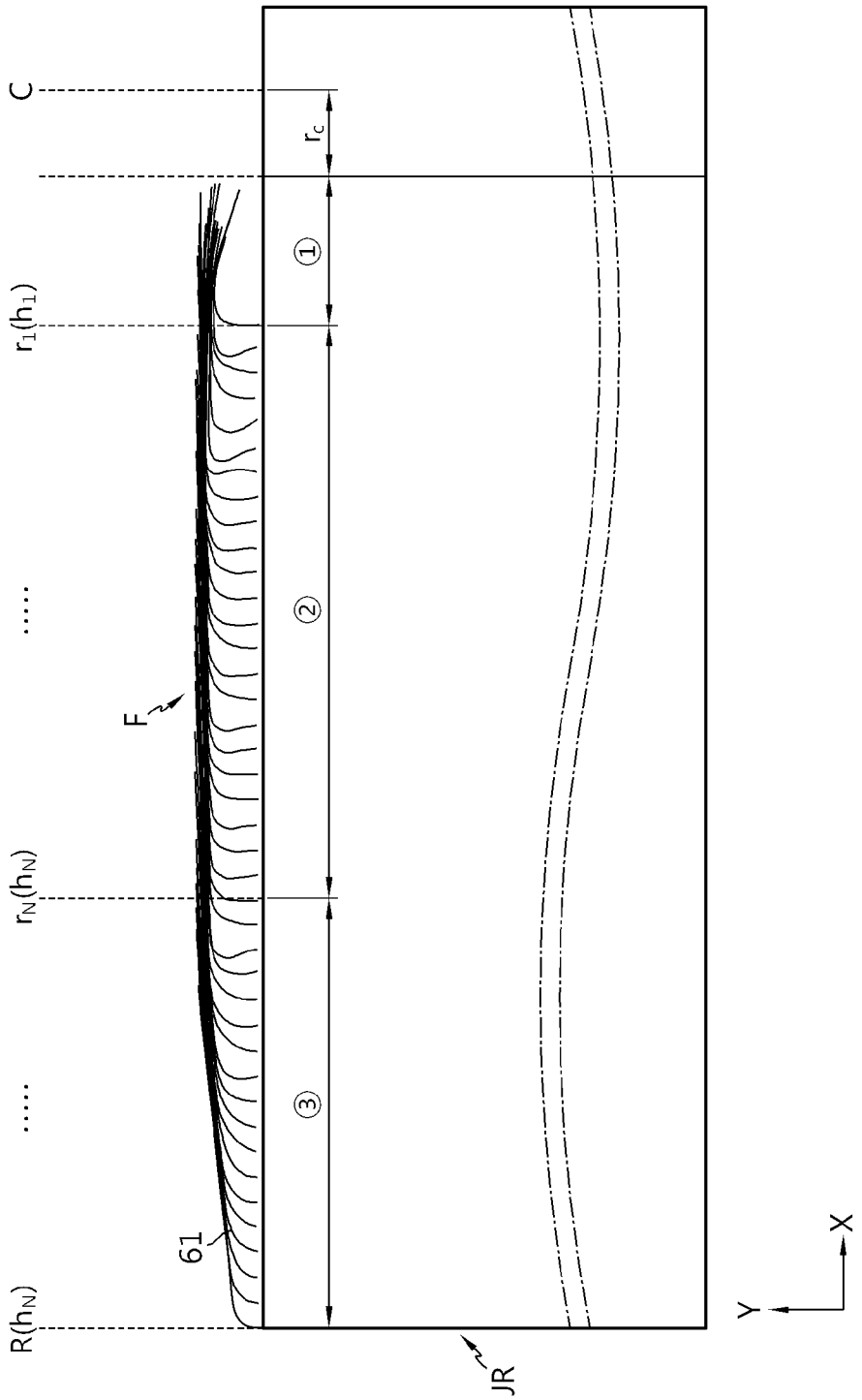
[도8]



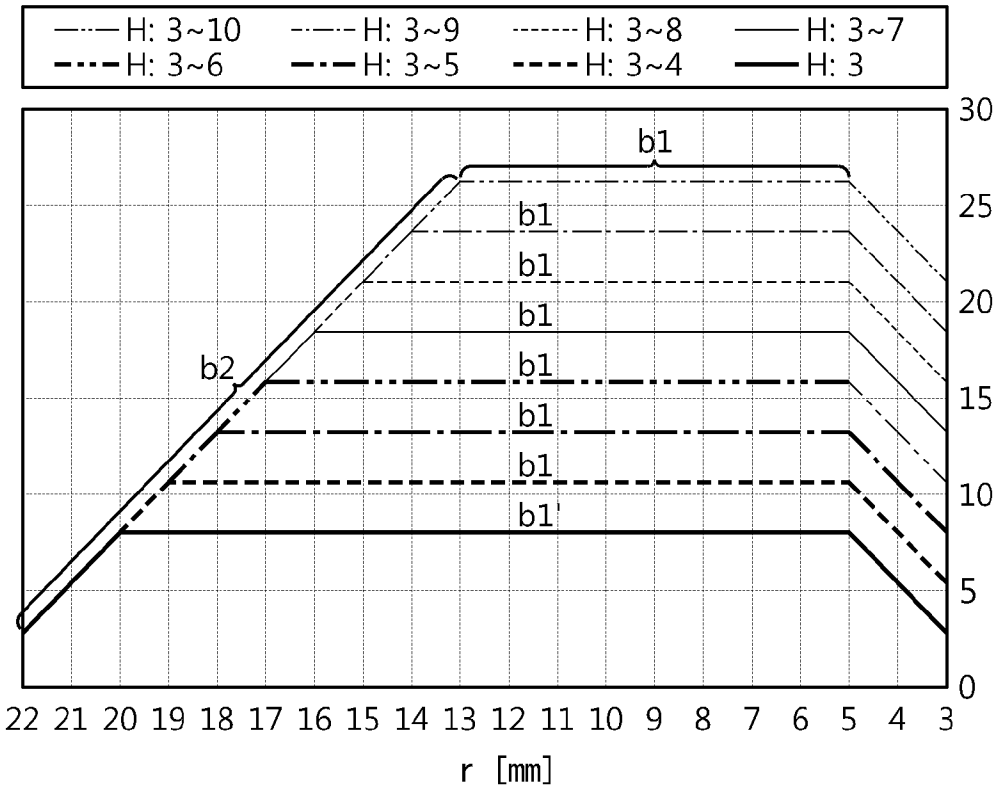
[도9]



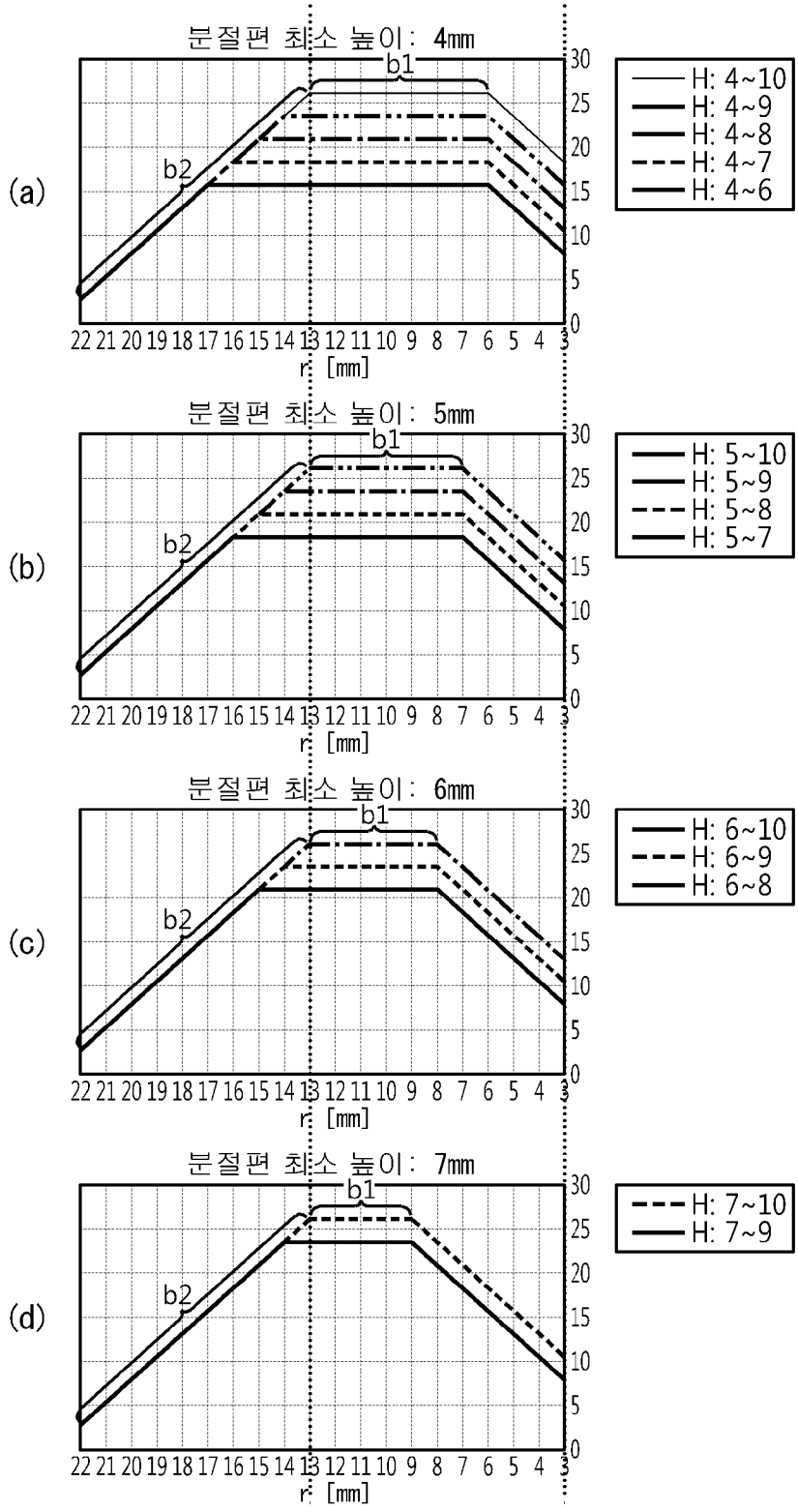
[도10]



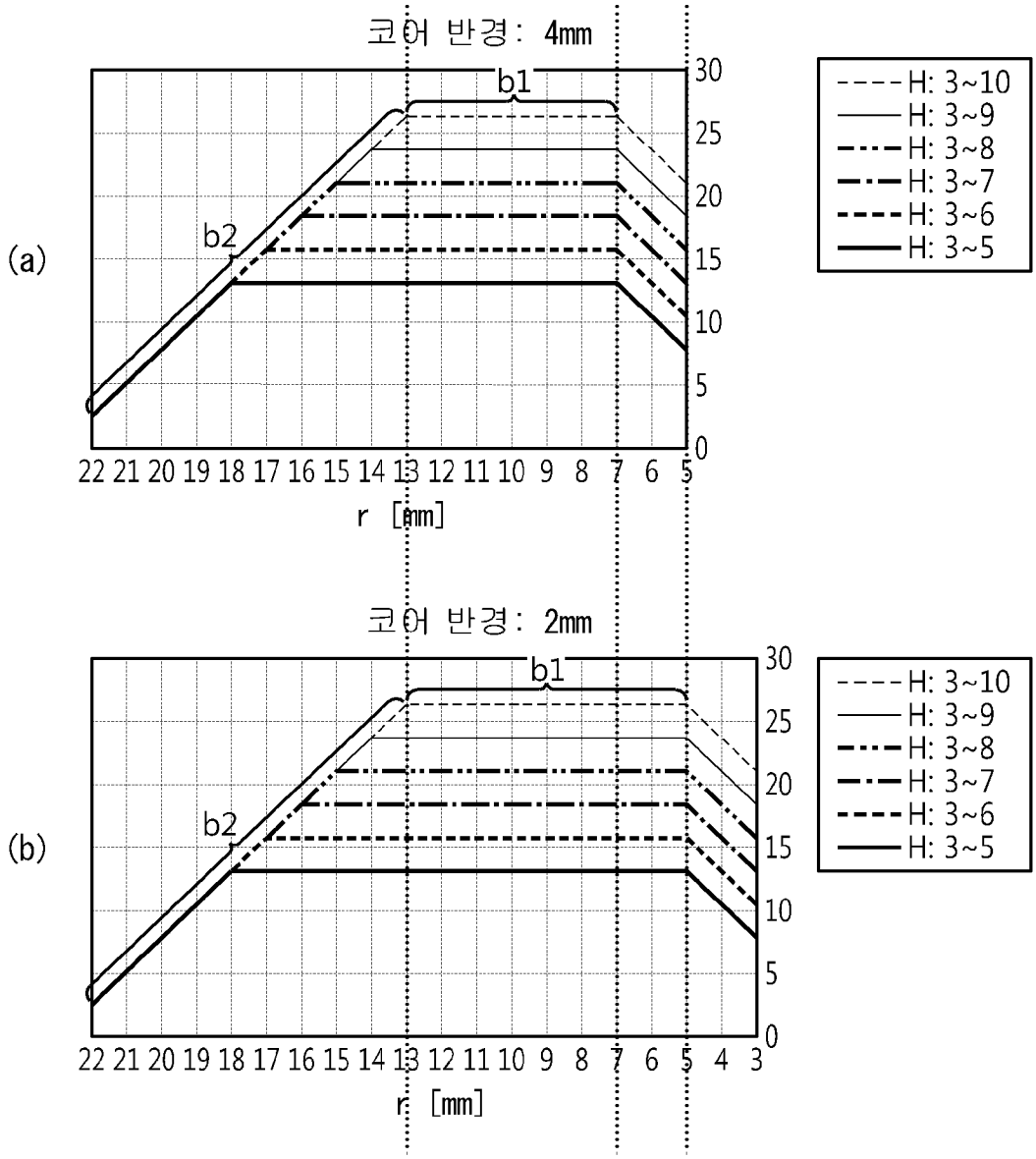
[도11a]


H: 3~10
H: 3~9
H: 3~8
H: 3~7
H: 3~6
H: 3~5
H: 3~4
H: 3
b1
b1
b1
b1
b1
b1
b1
b2
30
25
20
15
10
5
0
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3
r [mm]

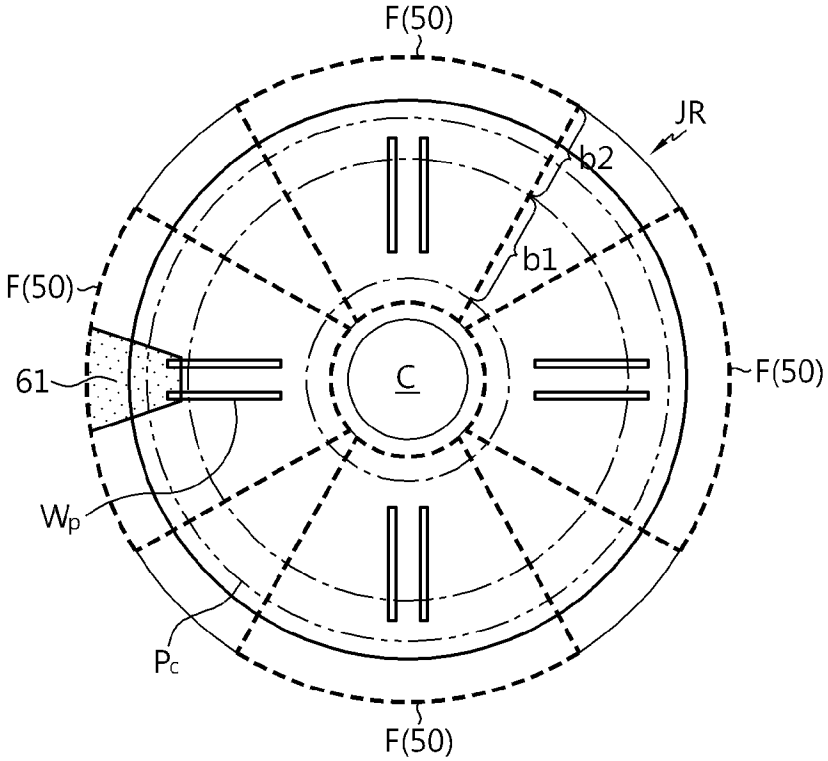
[도11b]


분절편 최소 높이: 4mm
b1
b2
(a)
H: 4~10
H: 4~9
H: 4~8
H: 4~7
H: 4~6
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3
r [mm]
분절편 최소 높이: 5mm
b1
b2
(b)
H: 5~10
H: 5~9
H: 5~8
H: 5~7
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3
r [mm]
분절편 최소 높이: 6mm
b1
b2
(c)
H: 6~10
H: 6~9
H: 6~8
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3
r [mm]
분절편 최소 높이: 7mm
b1
b2
(d)
H: 7~10
H: 7~9
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3
r [mm]

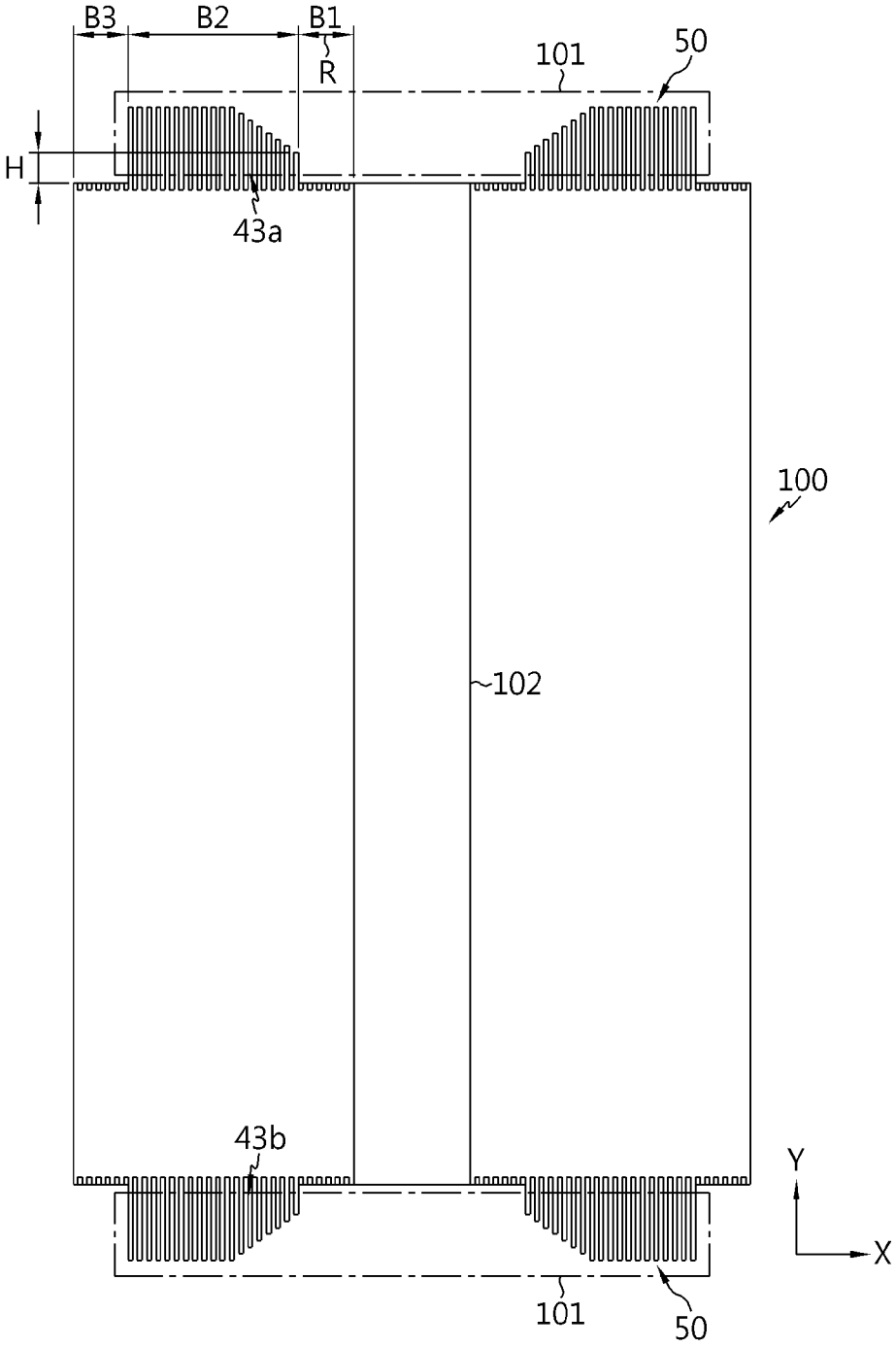
[도11c]


(a)
코어 반경: 4mm
b1
b2
H: 3~10
H: 3~9
H: 3~8
H: 3~7
H: 3~6
H: 3~5
30
25
20
15
10
5
0
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5
r [mm]
(b)
코어 반경: 2mm
b1
b2
H: 3~10
H: 3~9
H: 3~8
H: 3~7
H: 3~6
H: 3~5
30
25
20
15
10
5
0
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3
r [mm]

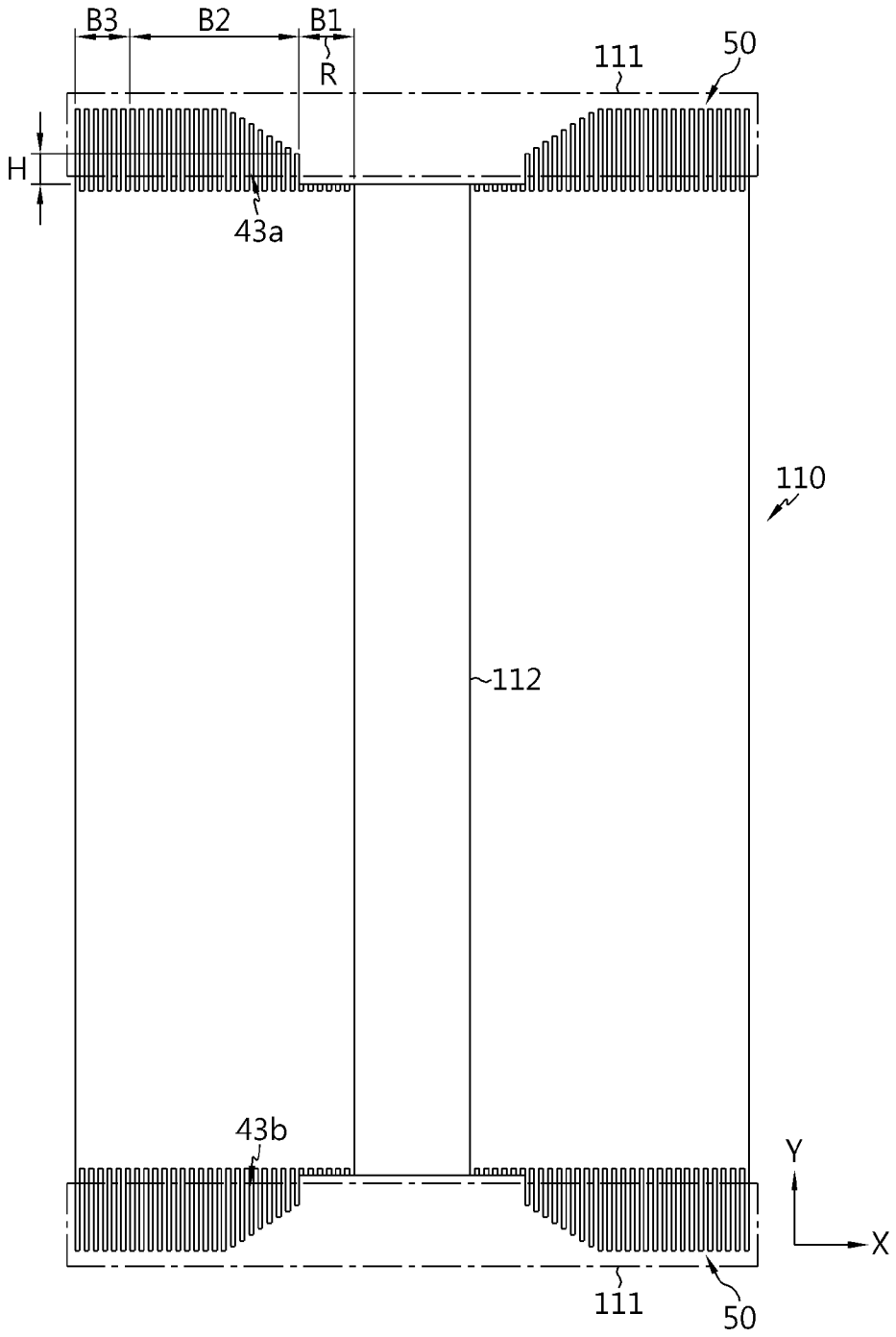
[도12]



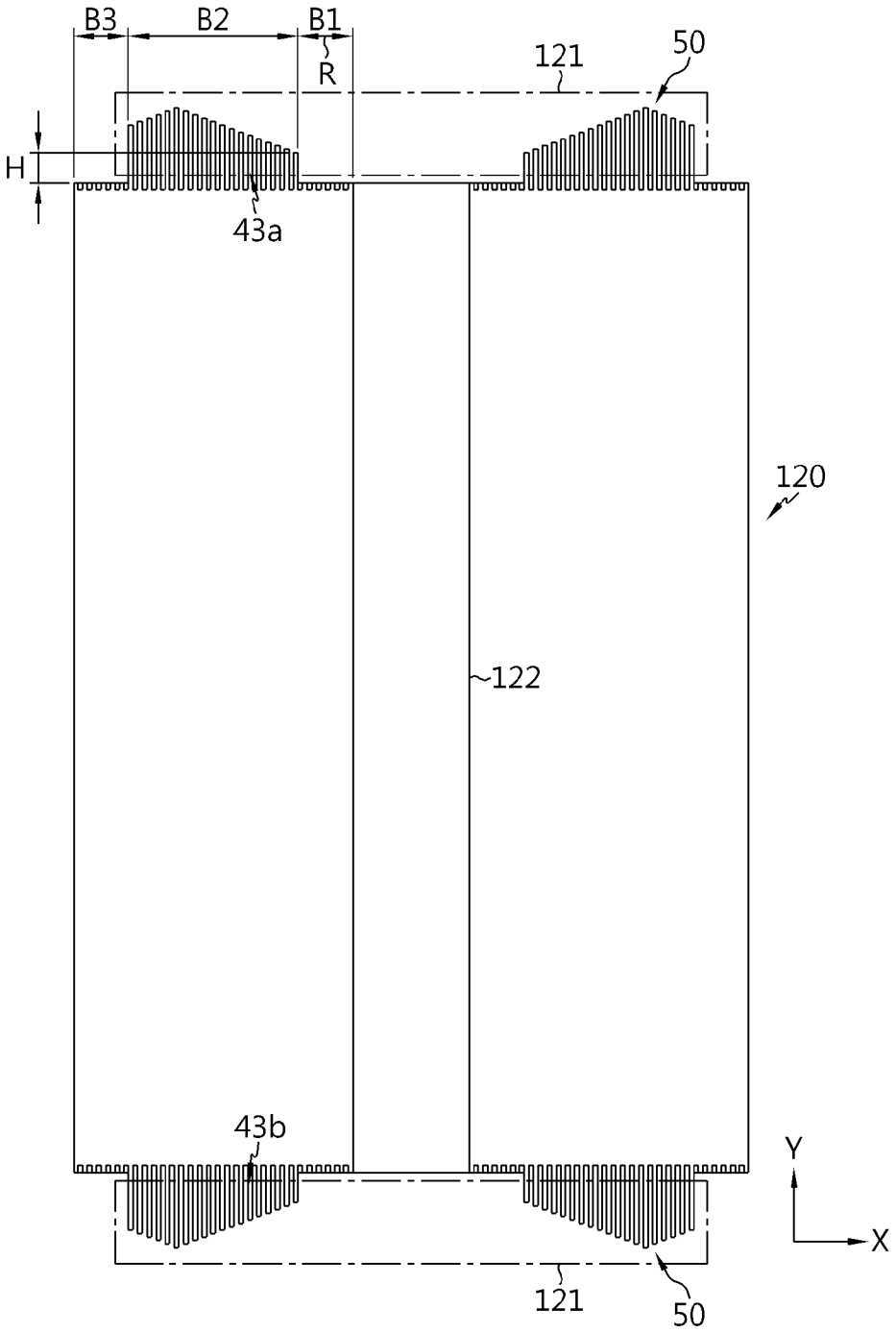
[도13]



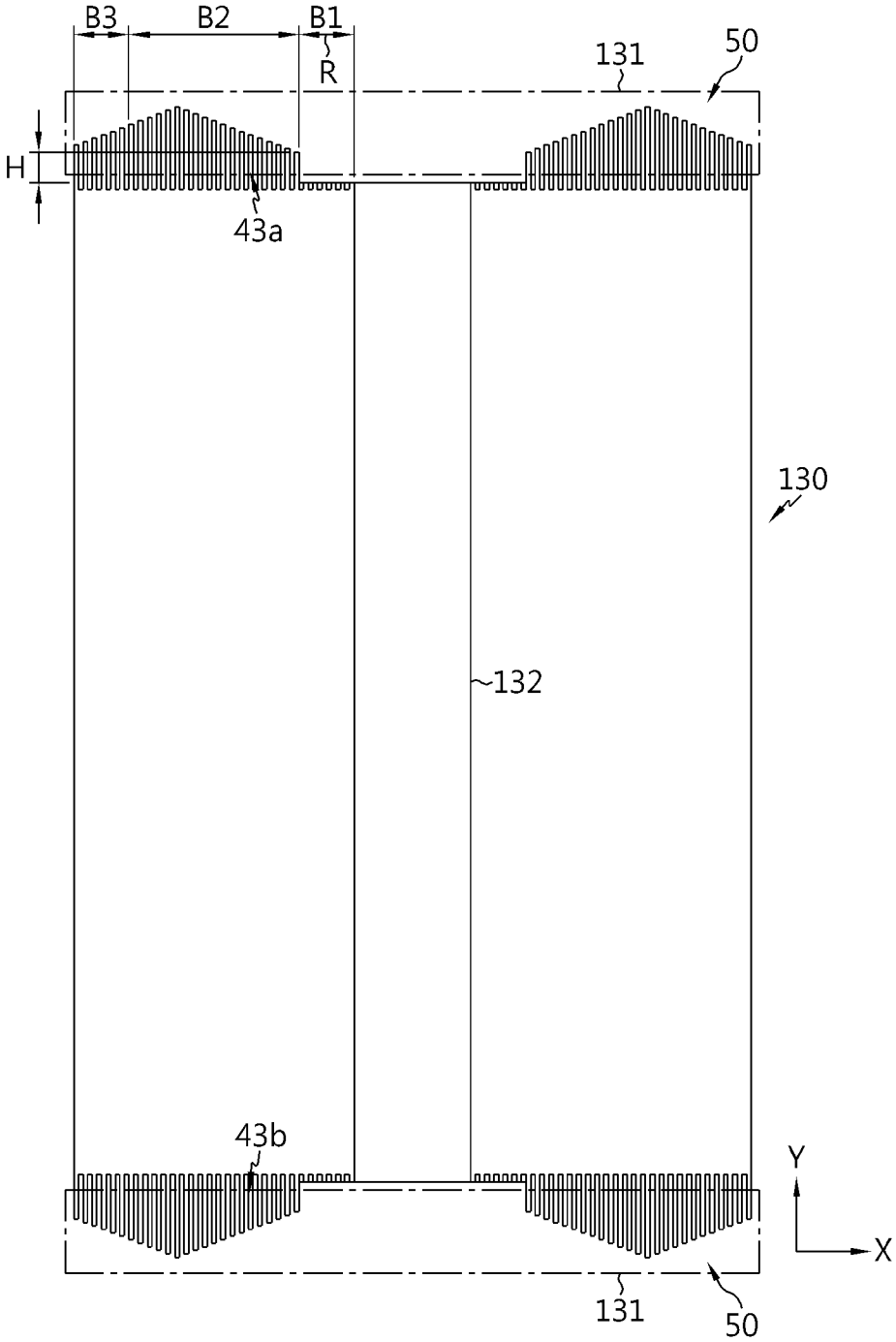
[도14]



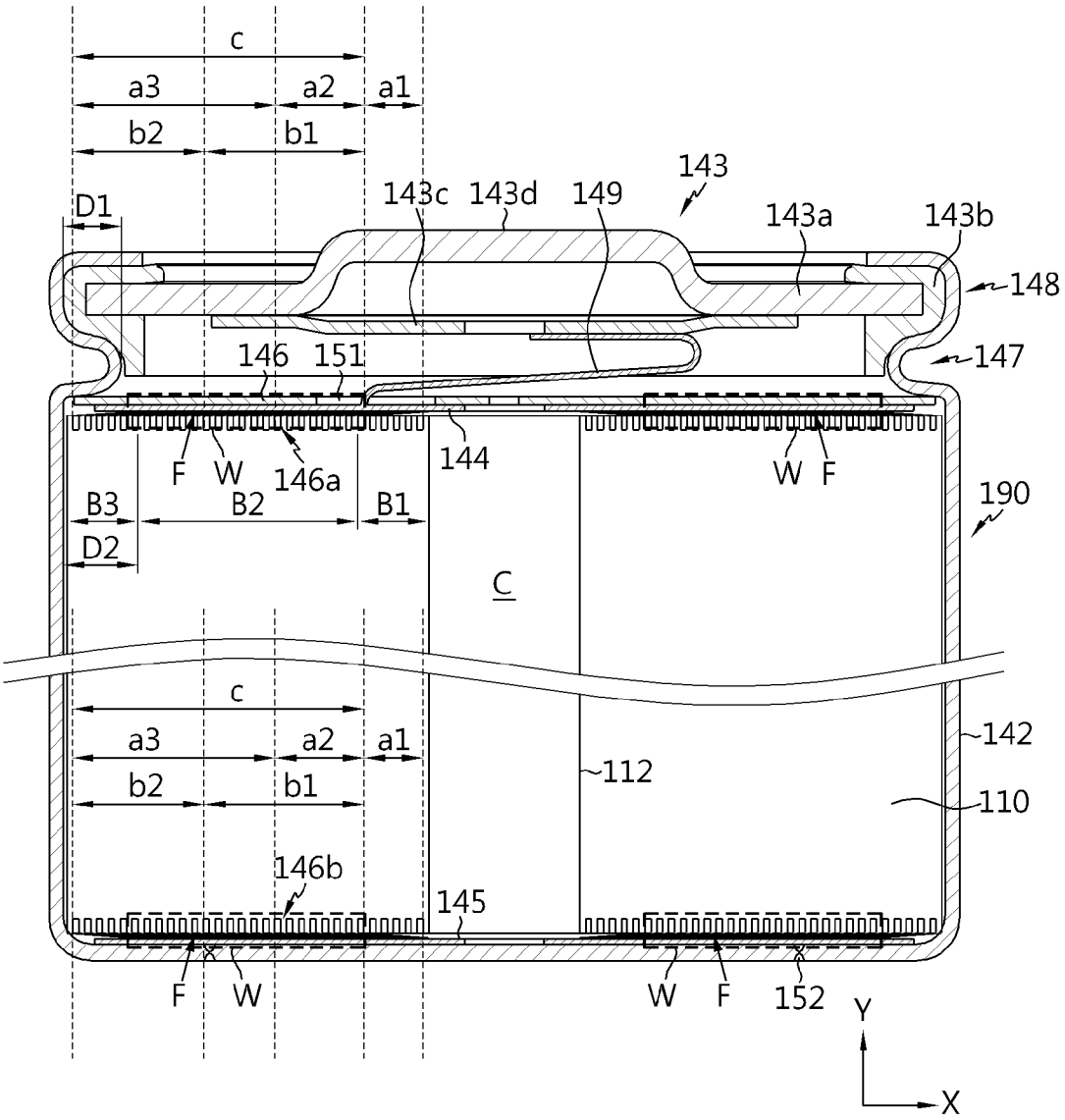
[도15]



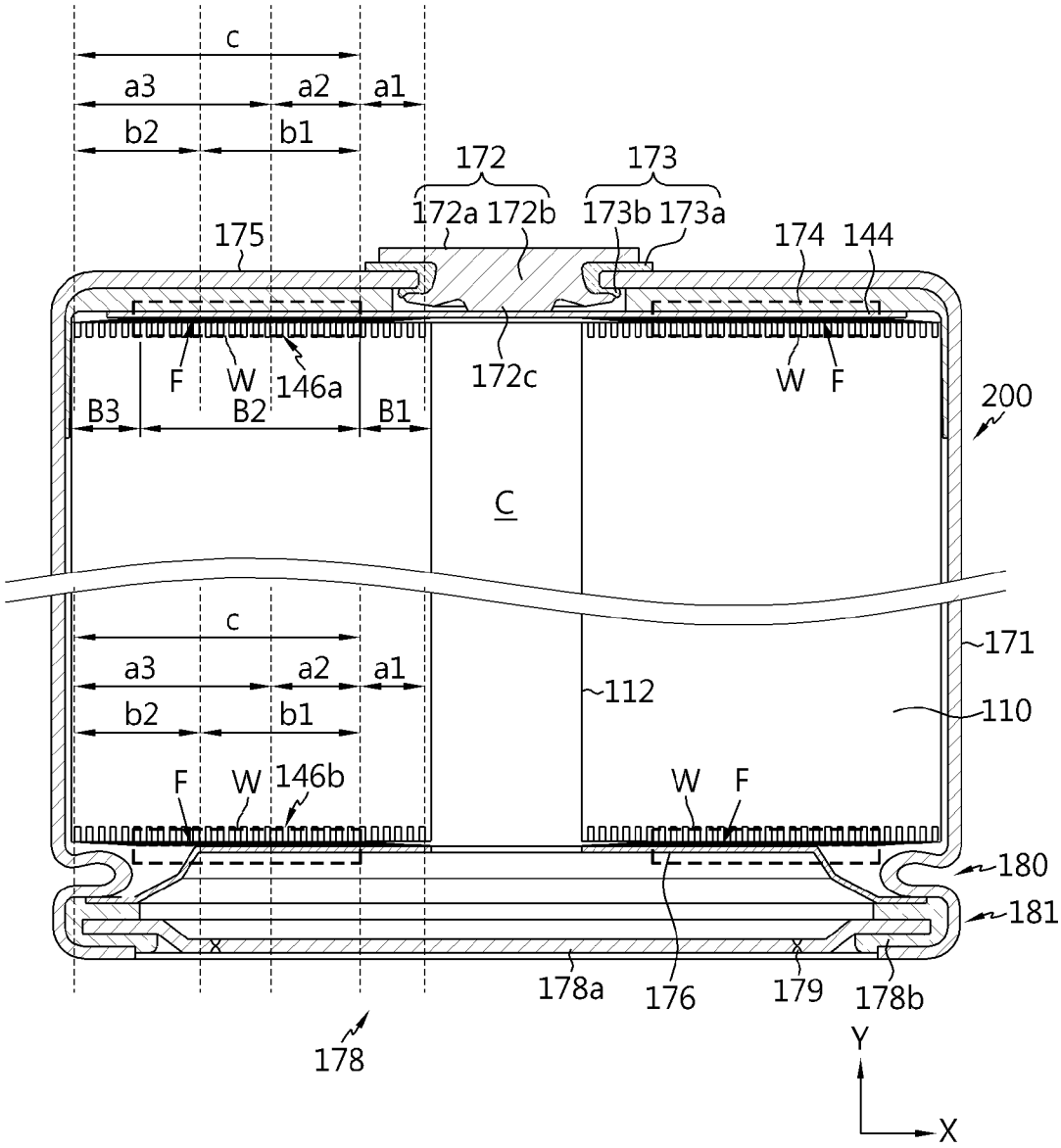
[도16]



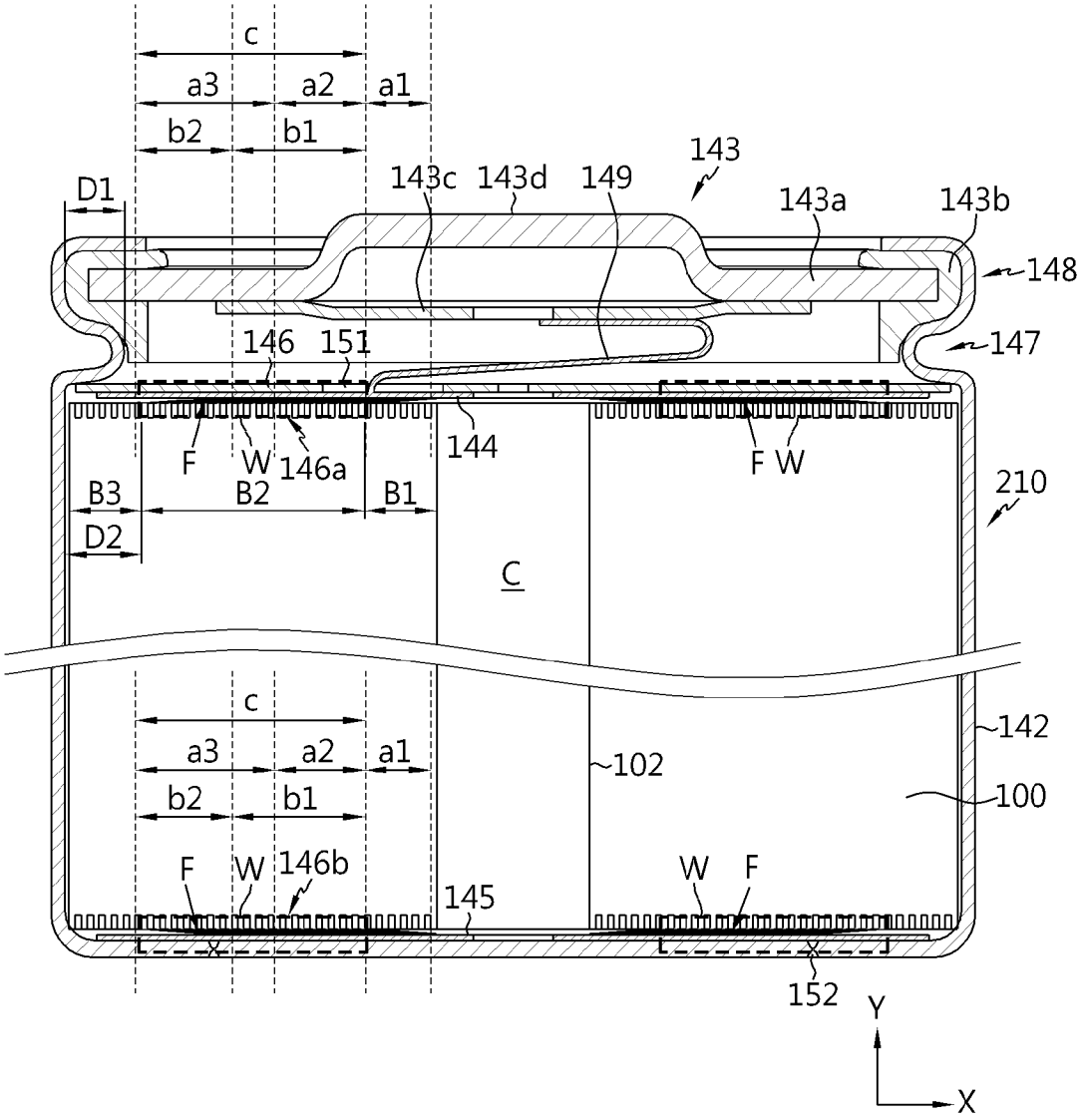
[도17]


c
a3
a2
a1
b2
b1
D1
143
143c
143d
149
143a
143b
148
147
146
151
144
F
W
146a
W
F
B3
B2
B1
D2
190
C
c
a3
a2
a1
b2
b1
142
112
110
146b
145
F
W
W
F
152
Y
X

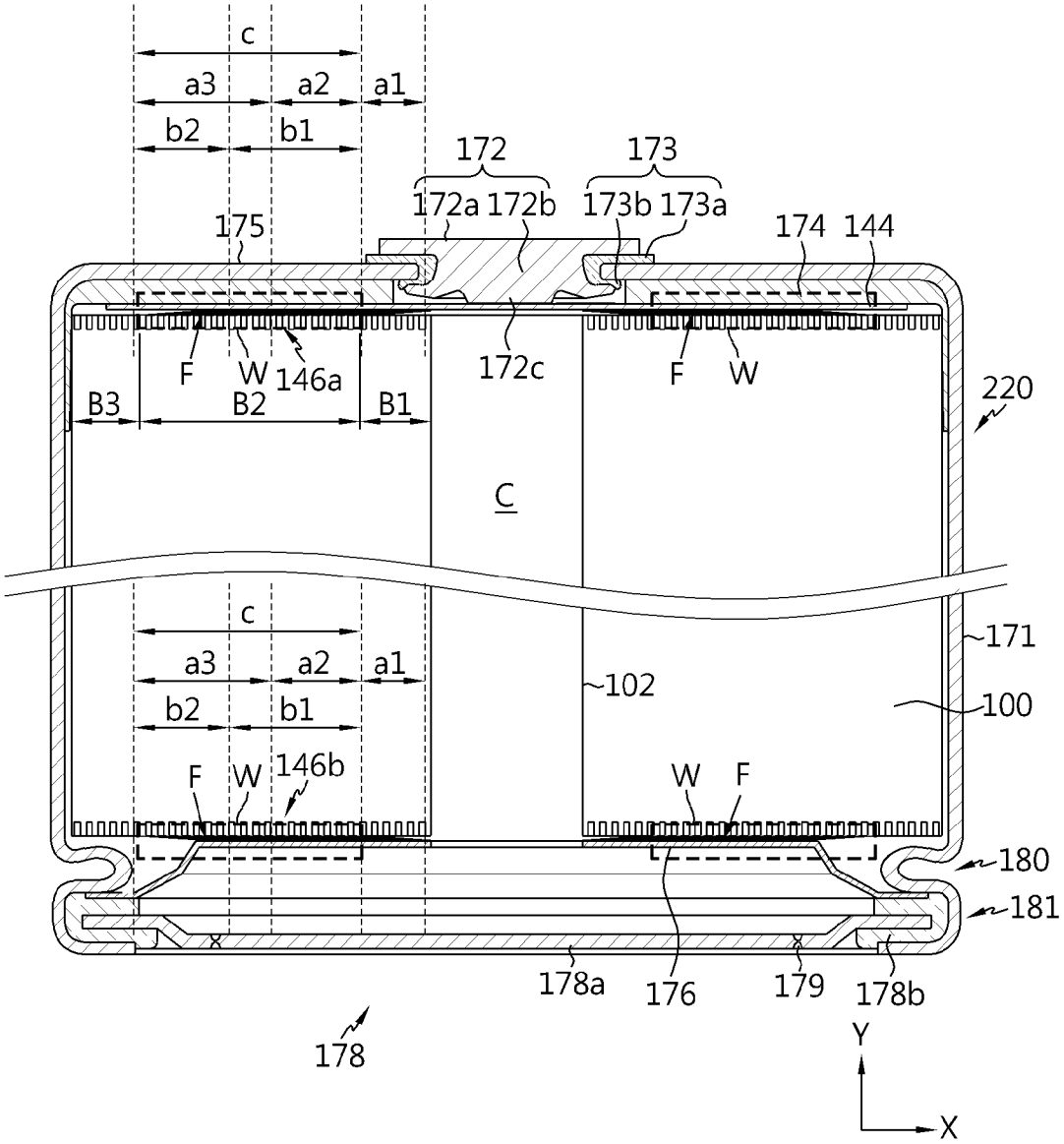
[도18]


c
a3
a2
a1
b2
b1
172
173
172a
172b
173b
173a
175
174
144
F
W
146a
172c
W
F
200
B3
B2
B1
C
171
112
110
146b
180
181
178a
176
179
178b
178
Y
X

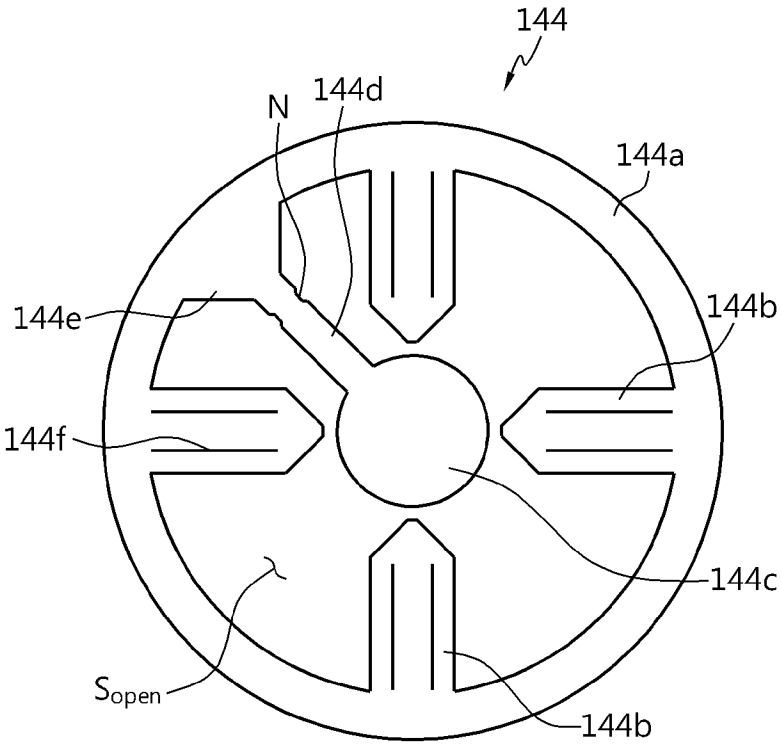
[도19]


c
a3
a2
a1
b2
b1
D1
143
143c
143d
149
143a
143b
148
147
146
151
144
F
W
146a
F W
B3
B2
B1
D2
C
210
142
102
100
146b
145
152
Y
X

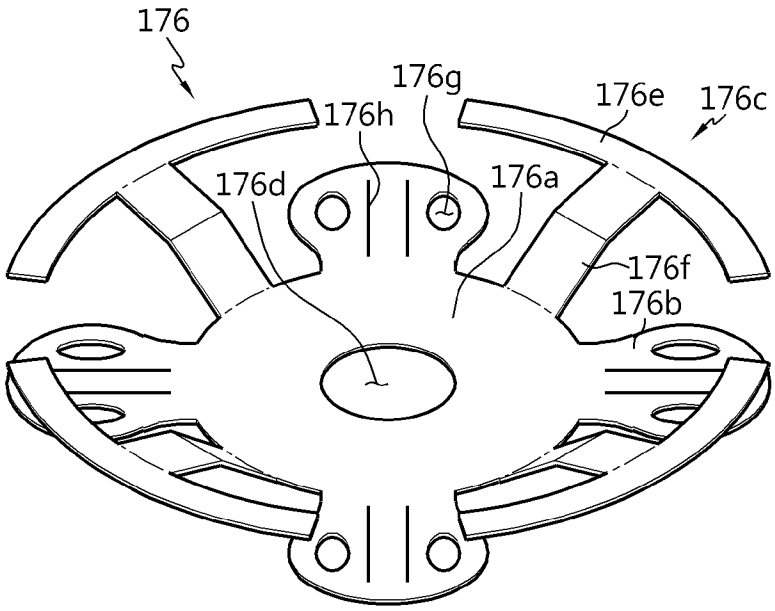
[도20]


c
a3
a2
a1
b2
b1
172
173
172a
172b
173b
173a
175
174
144
F
W
146a
172c
B3
B2
B1
220
C
171
102
100
146b
180
181
178a
176
179
178b
178
Y
X

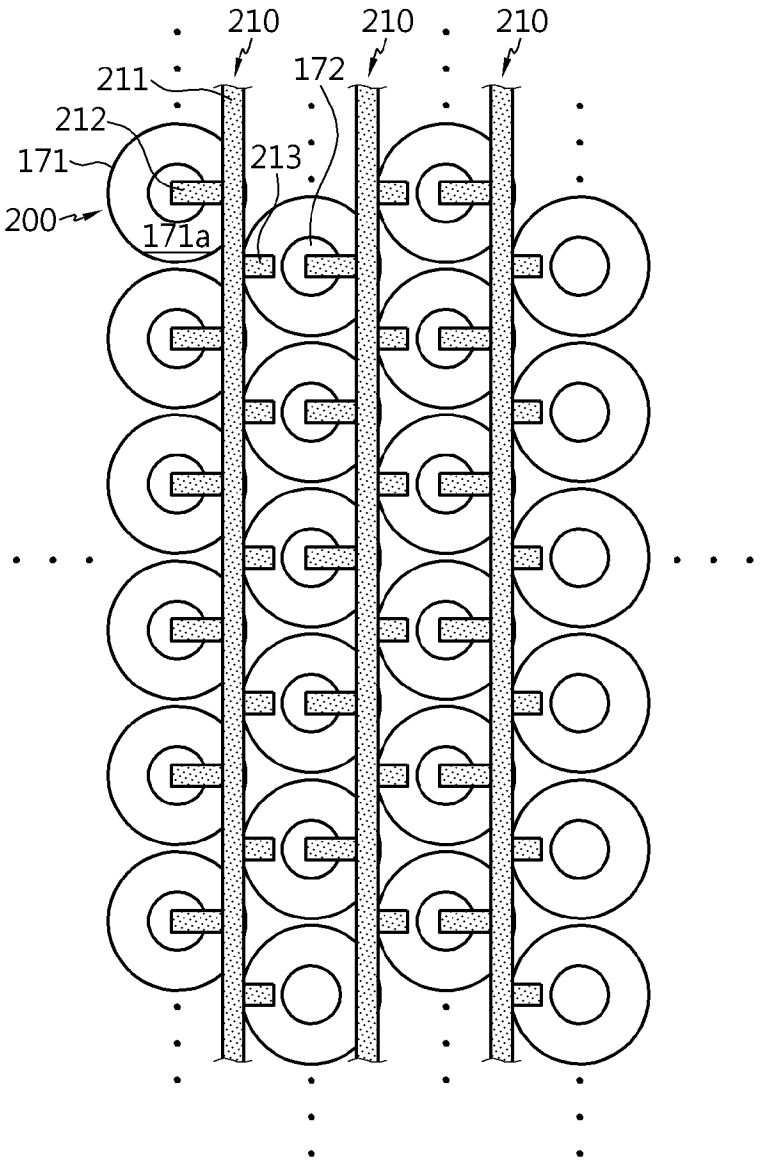
[도21]


144
N
144d
144a
144e
144b
144f
144c
Sopen
144b

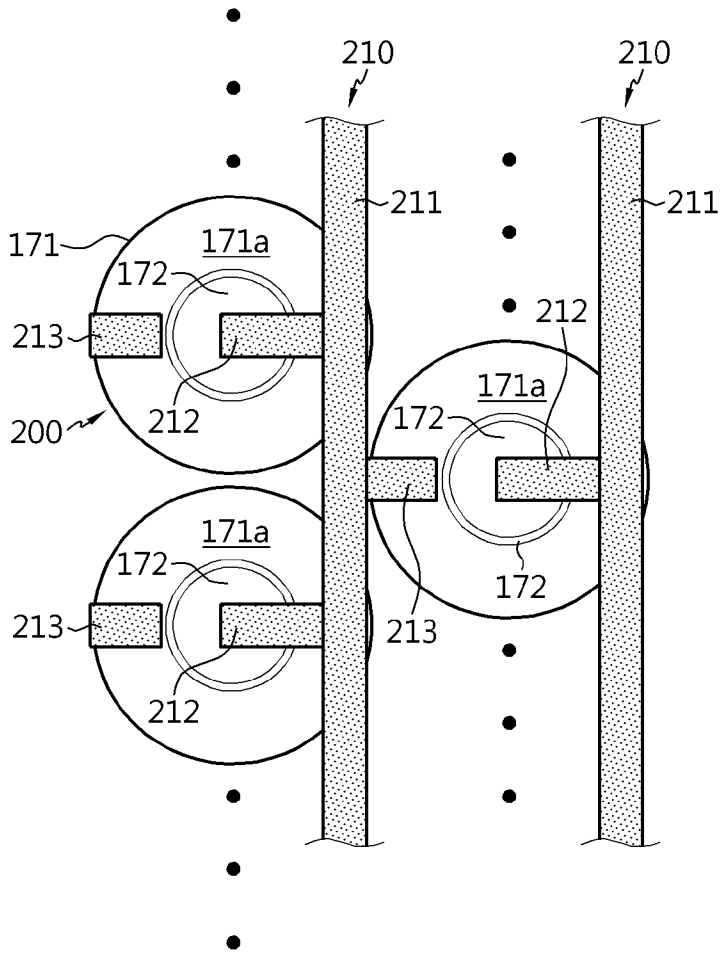
[도22]


176
176g
176e
176c
176h
176d
176a
176f
176b

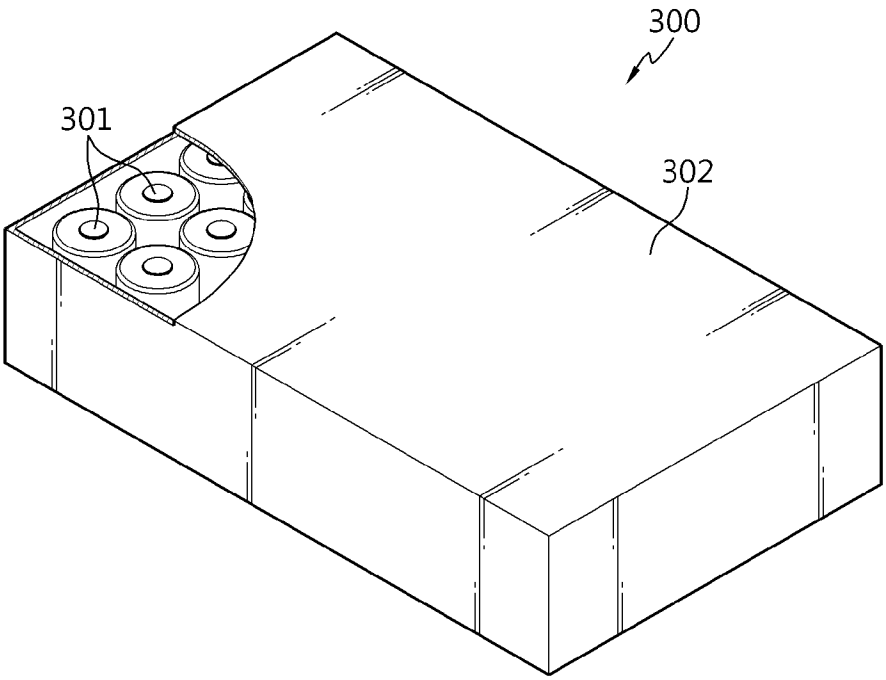
[도23]



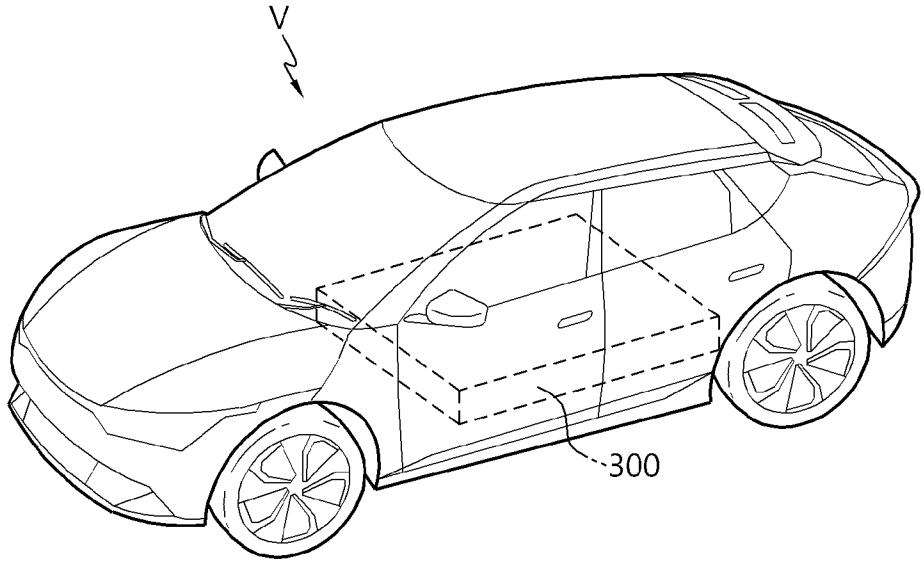
[도24]


210
210
211
211
171
171a
172
213
212
200
171a
172
212
213
171a
172
213
172
212

[도25]


300
301
302

[도26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/010565

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 50/533(2021.01)i; **H01M 50/538**(2021.01)i; **H01M 10/04**(2006.01)i; **H01M 50/213**(2021.01)i; **H01M 50/107**(2021.01)i; **H01M 50/249**(2021.01)i; **H01M 50/586**(2021.01)i; **H01M 50/593**(2021.01)i; **H01M 50/167**(2021.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M 50/533(2021.01); H01M 10/04(2006.01); H01M 10/0587(2010.01); H01M 10/28(2006.01); H01M 2/26(2006.01); H01M 4/139(2010.01); H01M 4/587(2010.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 배터리(battery), 절단(cut), 그룹(group), 피치(pitch)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4401634 B2 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO., LTD.) 20 January 2010 (2010-01-20) See paragraphs [0023]-[0031] and figures 1-6.	1-36
A	KR 10-0515832 B1 (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 21 September 2005 (2005-09-21) See paragraph [0034] and figures 3-4.	1-36
A	CN 106654390 A (ZHONGTIAN ENERGY STORAGE TECHNOLOGY CO., LTD.) 10 May 2017 (2017-05-10) See entire document.	1-36
A	KR 10-2018-0116156 A (LG CHEM, LTD.) 24 October 2018 (2018-10-24) See entire document.	1-36
A	CN 106257710 A (SHENZHEN OPTIMUM BATTERY CO., LTD.) 28 December 2016 (2016-12-28) See entire document.	1-36

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16 November 2022	**16 November 2022**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2022/010565

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 4401634 B2	20 January 2010	JP 2004-095487 A	25 March 2004
KR 10-0515832 B1	21 September 2005	KR 10-2004-0092531 A	04 November 2004
CN 106654390 A	10 May 2017	None	
KR 10-2018-0116156 A	24 October 2018	CN 110476273 A	19 November 2019
		EP 3611781 A1	19 February 2020
		JP 2020-505717 A	20 February 2020
		JP 2021-177490 A	11 November 2021
		KR 10-2126970 B1	25 June 2020
		US 2020-0295341 A1	17 September 2020
		WO 2018-190691 A1	18 October 2018
CN 106257710 A	28 December 2016	None	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2022/010565

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01M 50/533(2021.01)i; **H01M 50/538**(2021.01)i; **H01M 10/04**(2006.01)i; **H01M 50/213**(2021.01)i; **H01M 50/107**(2021.01)i; **H01M 50/249**(2021.01)i; **H01M 50/586**(2021.01)i; **H01M 50/593**(2021.01)i; **H01M 50/167**(2021.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01M 50/533(2021.01); H01M 10/04(2006.01); H01M 10/0587(2010.01); H01M 10/28(2006.01); H01M 2/26(2006.01); H01M 4/139(2010.01); H01M 4/587(2010.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 배터리(battery), 절단(cut), 그룹(group), 피치(pitch)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 4401634 B2 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO., LTD.) 2010.01.20 단락 [23]-[31] 및 도면 1-6 참조.	1-36
A	KR 10-0515832 B1 (삼성에스디아이 주식회사) 2005.09.21 단락 [34] 도면 3-4 참조.	1-36
A	CN 106654390 A (ZHONGTIAN ENERGY STORAGE TECHNOLOGY CO., LTD.) 2017.05.10 전체 문헌 참조.	1-36
A	KR 10-2018-0116156 A (주식회사 엘지화학) 2018.10.24 전체 문헌 참조.	1-36
A	CN 106257710 A (SHENZHEN OPTIMUM BATTERY CO., LTD.) 2016.12.28 전체 문헌 참조.	1-36

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2022년11월16일(16.11.2022)	**2022년11월16일(16.11.2022)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관
대한민국 특허청 **(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)**	**박혜련**
팩스 번호 **+82-42-481-8578**	전화번호 **+82-42-481-3463**

서식 PCT/ISA/210 (두 번째 용지) (2022년 7월)

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2022/010565

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 4401634 B2	2010/01/20	JP 2004-095487 A	2004/03/25
KR 10-0515832 B1	2005/09/21	KR 10-2004-0092531 A	2004/11/04
CN 106654390 A	2017/05/10	없음	
KR 10-2018-0116156 A	2018/10/24	CN 110476273 A	2019/11/19
		EP 3611781 A1	2020/02/19
		JP 2020-505717 A	2020/02/20
		JP 2021-177490 A	2021/11/11
		KR 10-2126970 B1	2020/06/25
		US 2020-0295341 A1	2020/09/17
		WO 2018-190691 A1	2018/10/18
CN 106257710 A	2016/12/28	없음	