

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022년 5월 27일 (27.05.2022) WIPO | PCT



(10) 국제공개번호
WO 2022/108204 A1

(51) 국제특허분류:
H01M 4/66 (2006.01) H01M 50/583 (2021.01)
H01M 10/42 (2006.01) H01M 50/581 (2021.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/015962

(22) 국제출원일: 2021년 11월 5일 (05.11.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2020-0154532 2020년 11월 18일 (18.11.2020) KR

(71) 출원인: 주식회사 유엔에스에너지 (U&S ENERGY, INC.) [KR/KR]; 31040 충청남도 천안시 서북구 직산읍 4산단3로 52, 제디동, Chungcheongnam-do (KR).

(72) 발명자: 김경준 (KIM, Kyung Joon); 35245 대전시 서구 둔산로 201, 203동 1009호(둔산동, 국화아파트), Daejeon (KR). 최승호 (CHOI, Seung Ho); 34195 대전시 유성구 동서대로 725, 1201호 1103호(원신흥동, 어울림하트), Daejeon (KR). 진영훈 (JIN, Young Hun); 32825 충청남도 계룡시 장안로 75, 106동 201호(금암동, 우림루 미아트아파트), Chungcheongnam-do (KR).

(74) 대리인: 유병욱 (YOO, Byung Wook); 07788 서울시 강서구 마곡중앙로 161-8, 6층 OB-608호(마곡동), 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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.

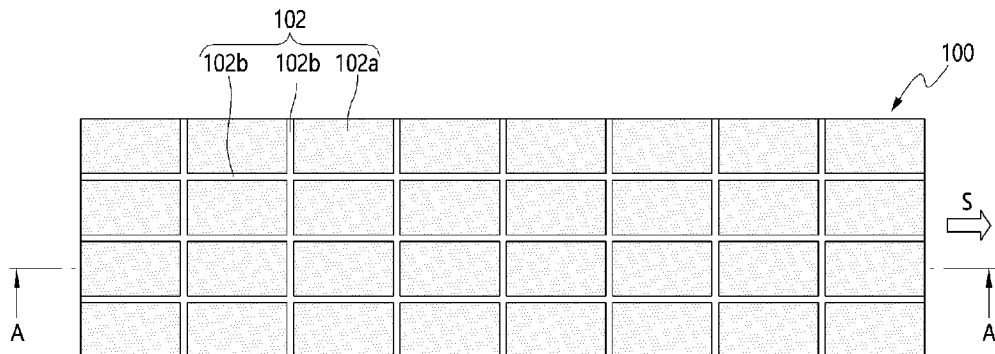
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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))

(54) Title: CURRENT COLLECTOR FOR ELECTRODE

(54) 발명의 명칭: 전극용 집전체



(57) Abstract: A current collector for an electrode, according to an embodiment of the present invention, comprises a polymer film and a conductor provided on at least one surface of the upper or lower surface of the polymer film, wherein the conductor may include a relatively small thickness portion and a relatively large thickness portion.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체는, 고분자 필름; 및 상기 고분자 필름의 상면 또는 하면 중 적어도 하나의 표면에 마련되는 도전재;를 포함하고, 상기 도전재는 상대적으로 두께가 얇은 부분과 상대적으로 두께가 두꺼운 부분을 포함할 수 있다.



WO 2022/108204 A1

명세서

발명의 명칭: 전극용 집전체

기술분야

- [1] 본 발명은 전극용 집전체에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고분자 필름에 마련된 도전재 금속의 일부분이 다른 부분 보다 얇게 형성됨으로써 단락시 전지의 과열 현상을 방지하거나 단락 전류 패스를 차단하는 등의 전기화학적 퓨즈 기능을 발휘하는 전극용 집전체에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 이차전지의 수요가 급격히 증가하고 있고, 그러한 이차전지 중 높은 에너지 밀도와 작동전위를 나타내고, 자가방전율이 낮은 리튬 이차전지가 상용화되어 있다.
- [3] 리튬금속 이차전지는 최초로 상용화된 이차전지로서, 리튬 금속을 음극으로 사용한다. 그러나, 리튬 금속 이차전지는 리튬금속 음극의 표면에 형성되는 리튬 수지상에 의해 셀의 부피팽창, 용량 및 에너지 밀도의 점진적인 감소, 수지상 지속 성장에 따른 단락발생, 사이클 수명 감소와 셀 안정성 문제(폭발 및 발화)가 있어 상용화된지 불과 몇 년만에 생산이 중단되었다. 이에, 리튬 금속 대신에 보다 안정하고 격자나 빈 공간 내에 리튬을 이온상태로 안정하게 저장할 수 있는 탄소계 음극이 사용되었으며, 상기 탄소계 음극 사용으로 인해 본격적인 리튬 이차전지의 상용화 및 보급이 진행되었다.
- [4] 현재까지 리튬 이차전지는 탄소계 또는 비탄소계 음극 소재들이 주류를 이루고 있으며, 대부분의 음극재 개발은 탄소계(흑연, 하드카본, 소프트 카본 등)와 비탄소계(실리콘, 주식, 티타늄 산화물 등) 소재에 집중되어 있다.
- [5] 한편, 최근에는 휴대용 전자기기 및 정보 통신 기기가 소형화됨에 따라 이들을 구동하기 위한 초소형 전원 시스템으로서 리튬 이차전지의 이용이 크게 기대되고 있다.
- [6] 더욱이, 최근에는 유연성(Flexibility), 저가격, 제작 용이성 등의 장점을 이용한 고분자계 전자기기 및 소자의 개발 및 연구가 활발하게 진행되고 있다. 따라서 소형화된 기기에 사용하기 위해서는 리튬 이차전지의 에너지 밀도 또는 성능은 유지하면서도 전지의 두께 또는 무게를 줄일 필요가 있다.
- [7] 또한, 리튬 이차전지의 두께 또는 무게를 줄이더라도 단락 발생시 전류 패스를 차단 또는 파괴함으로써 리튬 이차전지의 안전성을 높일 수 있어야 한다.
- [8] 특히, 2Ah 이상의 에너지를 저장할 수 있는 대용량 리튬 이차전지의 경우 단락이 발생하는 경우에 단락 전류를 줄이거나 차단할 수 있는 전지 안전화 기술이 더욱더 필요한 실정이다.
- [9] 본 출원인은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명을 제안하게 되었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 포일로 된 집전체와 비교하여 두께 또는 무게를 줄일 수 있으면서 동시에 내부 단락 또는 외부 단락 발생시 퓨즈와 같은 기능함으로써 온도 상승을 방지하고 전지의 안정성을 높일 수 있는 전극용 집전체를 제공한다.
- [11] 또한, 본 발명은 대형 리튬 이차전지에 있어서 단락 발생시 양극 전극용 집전체가 반대극 집전체와 면접촉을 하기 때문에 단락 전류를 차단하지 못하는 것을 방지할 수 있는 전극용 집전체를 제공한다.
- [12] 또한, 본 발명은 단락 발생시 알루미늄 도전재가 두께 방향으로 완전히 부식되거나 깨지지 않아서 단락 전류를 차단하지 못하는 것을 방지할 수 있는 전극용 집전체를 제공한다.

과제 해결 수단

- [13] 상기한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체는, 고분자 필름; 및 상기 고분자 필름의 상면 또는 하면 중 적어도 하나의 표면에 마련되는 도전재;를 포함하고, 상기 도전재는 상대적으로 두께가 얇은 부분과 상대적으로 두께가 두꺼운 부분을 포함할 수 있다.
- [14] 상기 도전재는 상대적으로 두께가 얇은 부분을 포함하며, 상기 두께가 얇은 부분에서 전기화학적 퓨즈의 기능 또는 단락 전류 차단 기능을 수행할 수 있다.
- [15] 상기 도전재는 상기 고분자 필름의 면방향을 따라 형성된 두께가 얇은 부분을 포함하거나 상기 고분자 필름의 면방향과 수직인 방향을 따라 형성된 두께가 얇은 부분을 포함할 수 있다.
- [16] 상기 도전재의 두께가 얇은 부분은 상기 도전재의 표면에서부터 음각으로 함몰된 부분의 수평면 또는 표면에서부터 양각으로 돌출된 부분의 수직면에 형성될 수 있다.
- [17] 상기 고분자 필름은 상기 고분자 필름의 표면에서부터 음각으로 함몰된 부분을 포함하거나 상기 고분자 필름의 표면에서부터 양각으로 돌출된 부분을 포함할 수 있다.
- [18] 상기 고분자 필름의 표면에서부터 음각으로 함몰된 부분의 수평면에 형성된 도전재 또는 상기 고분자 필름의 표면에서부터 양각으로 돌출된 부분의 수직면에 형성된 도전재는 다른 부분 보다 두께가 얇게 형성될 수 있다.
- [19] 상기 고분자 필름의 표면에서부터 양각으로 돌출된 부분은 상기 고분자 필름에 형성된 단차부를 포함하거나 상기 고분자 필름의 표면에 부착된 폴리머를 포함할 수 있다.
- [20] 상기 도전재 중 상기 두께가 얇은 부분은 다른 부분의 두께 대비 70% 이하의 두께로 형성될 수 있다.
- [21] 상기 도전재 중 상기 두께가 얇은 부분은 0.4 μ m 이하의 두께로 형성될 수 있다.
- [22] 상기 도전재 중 상기 두께가 얇은 부분은 상기 고분자 필름에 마련된 상기

도전재를 위에서 바라볼 때 폐곡선 또는 폐다각형 모양으로 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [23] 본 발명에 따른 전극용 집전체는 금속 포일 대신 부도체로 된 고분자 필름을 이용하고, 고분자 필름의 표면에 도전재를 코팅 또는 도금층을 형성하기 때문에 금속 포일로 된 집전체 보다 두께를 줄일 수 있다.
- [24] 본 발명에 따른 전극용 집전체는 단락 발생시 금속 포일로 된 집전체의 저항 보다 큰 저항값을 가지며 또한 고분자 필름의 표면에 형성된 도전재 중 두께가 얇은 부분에서의 전기화학적 반응으로 인해 전류 흐름이 방해를 받을 수 있기 때문에 단락 발생시 단락 전류를 저하시킬 수 있으며 전지의 온도가 높아지는 것을 방지하여 전지의 안전성을 향상시킬 수 있다.
- [25] 본 발명에 따른 전극용 집전체는 단락 발생시 알루미늄 도전재 중 두께가 상대적으로 얇은 부분에서 두께 전체에 걸쳐서 도전재가 완전히 부식되거나 깨지기 때문에 저항이 증가하여 단락 전류를 차단할 수 있다.
- [26] 본 발명에 따른 전극용 집전체는 이차전지의 에너지 밀도는 높이면서도 안전성을 높일 수 있고 단락 발생시 대용량 이차전지의 안전성을 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체를 포함하는 전극 조립체를 도시한 사시도이다.
- [28] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 조립체를 도시한 분해 사시도이다.
- [29] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체를 도시한 사시도이다.
- [30] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체에 리드탭이 연결된 모습을 보여주는 단면도이다.
- [31] 도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체의 평면도 및 단면도이다.
- [32] 도 7 및 도 8은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 전극용 집전체의 단면도이다.
- [33] 도 9 및 도 10은 단락 전류 차단 성능 비교를 위한 비교 대상 전극용 집전체와 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 전극용 집전체를 도시한 평면도이다.
- [34] 도 11 내지 도 13은 도 9 및 도 10에 따른 비교 대상 전극용 집전체를 포함하는 리튬 이차전지와 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 전극용 집전체를 포함하는 리튬 이차전지에 대하여 외부 단락시 전압 및 온도 변화를 비교한 시험 결과이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [35] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [36] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체를 포함하는 전극 조립체를

도시한 사시도, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 조립체를 도시한 분해 사시도, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체를 도시한 사시도, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체에 리드탭이 연결된 모습을 보여주는 단면도, 도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체의 평면도 및 단면도, 도 7 및 도 8은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 전극용 집전체의 단면도이다.

[37]

[38] 도 1 및 도 2에는 본 발명에 따른 전극용 집전체(100)를 포함하는 전극조립체(10)가 도시되어 있다. 도 1 및 도 2의 경우, 본 발명에 따른 전극용 집전체(100)는 양극 전극용 집전체이다. 전극조립체(10)에 사용되기 위해서 전극용 집전체(100)의 표면에 양극 활물질(103)이 도포되어야 한다.

[39] 한편, 음극 전극용 집전체(200)는 음극 금속포일(201)에 음극 활물질(203)이 도포되며, 길이방향의 일단측에 음극 리드탭(290)이 연결될 수 있다.

[40] 음극 전극용 집전체(200)와 본 발명에 따른 전극용(양극) 집전체(100) 사이에 분리막(300)이 배치될 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같은 상태로 분리막(300)을 사이에 두고 상하에 각각 음극 전극용 집전체(200)와 양극 전극용 집전체(100)를 순서대로 쌓으면 도 1과 같은 전극조립체(10)가 된다.

[41]

[42] 이하에서는 설명의 편의를 위해, 양극 전극용 집전체(100)를 전극용 집전체라고 한다.

[43] 도 3에는 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)가 도시되어 있다. 전극용 집전체(100)는 앞서 언급한 음극 전극용 집전체(200)와는 달리 금속 포일을 사용하지 않는다.

[44] 도 3에 도시된 바와 같은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(CURRENT COLLECTOR FOR ELECTRODES, 100)는, 금속 포일로 된 집전체의 저항 보다 큰 저항값을 가지기 때문에, 집전체를 흐르는 전류의 한계 전류값을 조정할 수 있고 고분자 필름의 손상에 의해 전류 흐름이 방해를 받을 수 있기 때문에 이차전지의 내부 단락 발생시 단락 전류를 저하시키거나 발열을 방지할 수 있다.

[45] 본 발명에 따른 전극용 집전체(100)를 구비한 리튬이차전지(Lithium Secondary Battery)는 Max Current Limited Battery (MCLB)의 성격 또는 개념을 가질 수 있다. 이하에서는, MCLB의 구현을 가능하게 하는 본 발명에 따른 전극용 집전체에 대해서 설명한다.

[46] 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)는 양극 집전체로서, 기존 전지의 양극 집전체 즉, 금속 포일(metal foil)로 형성된 양극 집전체의 저항 보다 높은 저항값을 가지기 때문에 한계 전류를 조정할 수 있을 뿐만 아니라 내부 단락시 전류 패스를 차단하거나 붕괴시킴으로써 단락 전류를 저하시키거나 단락시 발생하는 발열 현상을 줄여서 전지의 안전성을 높일 수 있다.

[47] 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)는 금속 포일을 사용하지 않고

고분자 필름(101)을 기본 소재로 하고, 고분자 필름(101) 위에 얇은 두께의 금속을 도포하거나 코팅하는 것을 하나의 특징으로 한다.

- [48] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100, current collector)는, 고분자 필름(101, polymer film); 및 상기 고분자 필름(101)의 상면 또는 하면 중 적어도 하나의 표면에 마련되는 도전재(102);를 포함할 수 있다.
- [49] 여기서, 상기 도전재(102)는 전기화학적 퓨즈(electrochemical fuse)의 기능을 할 수 있기 때문에 단락 방지 기능을 가질 수 있다. 이러한 도전재(102)의 전기화학적 특성에 대해서는 후술하도록 한다.
- [50] 한편, 고분자 필름(101)의 상면 또는 하면 중 적어도 하나의 표면에 마련된 도전재(102) 위에 적어도 하나의 금속편(120, metal element)이 마련될 수 있다. 즉, 고분자 필름(101)과 금속편(120) 사이에 도전재(102)가 마련될 수 있다.
- [51] 고분자 필름(101)은 일정한 길이는 가지도록 띠 모양으로 마련될 수 있다. 여기서, 고분자 필름(101)은 폴리에틸렌(PE: polyethylene), 폴리프로필렌(PP: polypropylene), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT: Polybutylene terephthalate), 폴리이미드(PI: Polyimide) 또는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET: polyethylene terephthalate) 등의 부도체 재질로 마련되는 것이 바람직하다.
- [52] 고분자 필름(101)은 50 μ m 이하의 두께를 가지되, 1.4 μ m 이상, 50 μ m 이하의 두께를 가지는 것이 바람직하다. 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)는 기존의 금속 포일 집전체를 사용하는 경우 보다 전지의 두께 또는 무게를 줄일 수 있는데, 두께가 1.4 μ m 이상, 50 μ m 이하인 부도체의 고분자 필름(101)을 집전체(100)의 기본 구성으로 사용함으로써 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)를 구비한 리튬이차전지의 전체적인 두께 또는 무게를 줄일 수 있다.
- [53] 한편, 리드탭(190)이 부착되는 면의 반대면 또는 고분자 필름(101)의 양면에 금속편(120)을 위치시키고, 금속편(120)에 리드탭(190)을 용접하여 고정하게 되는데, 고분자 필름(101)이 리드탭(190)의 용접 온도 보다 낮은 온도에서 녹지 않으면 리드탭(190)이 결합될 수 없다. 따라서, 고분자 필름(101)은 리드탭(190)을 용접하는 과정에서 녹을 수 있는 정도의 녹는점을 가지는 것이 바람직하다.
- [54] 도 3 및 도 4를 참조하면, 고분자 필름(101)의 표면에 마련된 도전재(102)와 접촉하거나 전기적으로 연결되도록 금속편(120)이 마련될 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이 금속편(120)은 고분자 필름(101)의 양 표면에 모두 마련되거나 또는 어느 일면에만 마련될 수 있다.
- [55] 금속편(120)은 고분자 필름(101) 상에서 리드탭(190)을 용접하는 위치를 확보하는 역할을 할 수 있다. 즉, 금속편(120)은 리드탭(190)의 연결부와 같은 역할을 할 수 있다.
- [56] 금속편(120)은 5 μ m 이상의 두께를 가지도록 형성되는 것이 바람직하다.

- [57] 상기한 바와 같이, 금속편(120)은 5 μ m 이상의 두께를 가지는 금속 박막 또는 금속 포일의 형태를 가지는 것이 바람직하지만, 반드시 이러한 형태에 국한되는 것은 아니다. 즉, 금속편(120)은 박막, 포일 또는 메쉬(mesh)의 형태로 마련될 수 있다.
- [58] 금속편(120)은 알루미늄 포일(foil) 또는 SUS 316L 포일로 마련되는 것이 바람직하다.
- [59] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)는, 고분자 필름(101) 및/또는 고분자 필름(101)의 표면에 마련되는 도전재(102, conductive material)를 포함할 수 있다. 이때, 도전재(102)가 마련되는 고분자 필름(101)의 표면은 음각의 함몰된 부분 또는 양각의 돌출된 부분을 포함할 수 있다.
- [60] 전극용 집전체(100)가 양극 전극용 집전체인 경우에, 도전재(102)는 알루미늄(Al) 금속으로 마련될 수 있다. 도전재(102)는 전극용 집전체(100)의 가장 외면을 형성하는 도전층(conductive layer)이라고 할 수도 있다.
- [61] 상기 도전재(102)는 전극용 집전체(100)의 한계 전류 또는 최대 전류를 조절하거나 낮추도록 형성될 수 있다. 다시 말하면, 도전재(102)는 전극 집전체(100)의 전도성(conductivity)을 제어하기 위해 고분자 필름(101)의 음각으로 함몰된 표면 또는 양각으로 돌출된 표면에 도금되거나 코팅되는 알루미늄 금속이며, 고분자 필름(101) 및/또는 금속편(120)의 표면에 도금 또는 코팅된 상태에 중점을 둘 경우에는 도전재(102)는 도전층이라고 할 수도 있다. 이하에서 도전재(102)는 도전층을 포함하는 개념임을 밝혀둔다.
- [62] 고분자 필름(101)의 표면에 도금(코팅)되거나 마련되는 도전재(102)의 코팅량 또는 코팅 두께를 조절함으로써 전극용 집전체(100)를 흐르는 전류의 최대량을 제어 또는 낮출 수 있고, 이로 인해 리튬이차전지의 안전성을 높일 수 있고 단락시 전지의 안전성을 확보할 수 있다.
- [63] 다시 말하면, 고분자 필름(101)의 표면에 형성된 도전재(102)의 두께 또는 양에 의해서 전극용 집전체(100)를 흐르는 한계 전류 또는 최대 전류가 조절될 수 있다. 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)의 도전재(102)에 의해서 리튬이차전지(Lithium Secondary Battery)의 Max Current Limited Battery (MCLB)의 성격 또는 개념이 구현될 수 있다.
- [64] 또한, 물리적인 내부 단락 또는 외부 단락 발생시 고분자 필름(101)이 녹을 수 있어서 급격한 전류의 발생을 방해할 수 있기 때문에 전지의 안전성을 향상시킬 수 있다.
- [65] 상기 도전재(102)는 다양한 방식에 의해 고분자 필름(101)의 표면에 형성될 수 있다. 예를 들어, 도전재(102)인 알루미늄 금속은 스퍼터링(sputtering) 또는 증발코팅(evaporation coating)에 의해서 고분자 필름(101)의 표면에 형성될 수 있다. 알루미늄은 산화가 잘 되기 때문에 전해도금에 의해서 고분자 필름(101)의 표면에 도전재(102)를 형성하는 것은 쉽지 않다.
- [66] 도전재(102)가 코팅되는 양(무게) 또는 두께에 의해서 전극용 집전체(100)의

전도성을 제어하거나 전지의 안전성을 확보할 수 있기 때문에, 도금 또는 코팅할 때 도전재(102)의 두께 또는 무게를 제어 내지 조절할 수 있는 방식을 사용할 필요가 있다.

[67] 도전재(102)는 고분자 필름(101)의 어느 일면에만 형성되거나 양면에 모두 형성될 수도 있다. 이때, 도전재(102)는 최소 단면 기준 $0.5\mu\text{m}$, 최대 단면 기준 $2.5\mu\text{m}$ 의 두께로 형성되는 것이 바람직하다.

[68] 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)는 도전재(102)에 의해서 전류 흐름이 가능하기 때문에 고분자 필름(101)의 표면에 도전재(102)가 코팅된 상태가 잘 유지되어야 한다. 이를 위해서, 고분자 필름(101)의 표면 처리를 하여 도전재(102)와 고분자 필름(101)의 결합력을 높이는 것이 바람직하다.

[69] 도전재(102)와 고분자 필름(101) 간의 결합력이 좋지 않으면, 전해액이 주입된 상태에서 도전재(102)가 고분자 필름(101)의 표면에서 분리 또는 이탈될 수 있기 때문에 도전재(102)와 고분자 필름(101) 간의 결합력을 높이는 것이 중요하다.

[70] 고분자 필름(101)의 표면에는 도전재(102)와의 접착력 또는 결합력을 높이기 위한 표면 처리가 형성될 수 있다.

[71] 도전재(102)와 고분자 필름(101)의 결합력을 높이기 위해서 고분자 필름(101)의 표면에 코로나 처리를 하는 것이 바람직하다.

[72] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)는 외부 기기와의 연결을 위한 리드탭(190)을 구비할 수 있다.

[73] 기존의 금속 포일 집전체는 금속 포일에 직접 리드탭을 용접할 수 있지만, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)는 기존의 금속 포일에 대응하는 구성이 고분자 필름(101)이기 때문에 고분자 필름(101)에 직접 리드탭을 용접하는 것이 불가능하다. 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)는 고분자 필름(101)의 양면 또는 리드탭(190)이 연결되는 면의 반대쪽 면에 금속편(120)을 추가적으로 위치시키고, 금속편(120)에 리드탭(190)을 용접함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있다.

[74] 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)에 있어서, 리드탭(190)은 초음파 용접(ultrasonic welding), 레이저 용접(laser welding) 또는 스폿 용접(spot welding)에 의해서 금속편(120)에 용접될 수 있다.

[75] 도 4에 도시된 바와 같이, 고분자 필름(101)의 상하 양면에 마련된 금속편(120) 중 어느 하나의 금속편(120)에 리드탭(190)이 연결될 수 있다. 도시하지는 않았지만, 고분자 필름(101)의 일면에 리드탭(190)에 연결되고 리드탭(190)과 마주 보는 고분자 필름(101)의 타면에는 금속편(120)이 마련될 수도 있다. 이때, 고분자 필름(101)과 금속편(120)의 사이 또는 고분자 필름(101)과 리드탭(190)의 사이에 도전재(102)가 위치하게 된다. 즉, 고분자 필름(101)의 상면 및 하면에 도전재(102)를 먼저 도포 또는 코팅한 후에 도전재(102)와 전기적으로 연결되도록 금속편(120)이 도전재(102) 위에 위치하거나 금속편(120)이 도전재(102)와 접촉하도록 마련될 수 있다.

- [76] 고분자 필름(101)의 양면에 마련된 금속편(120) 중 어느 하나의 금속편(120)에 리드탭(190)을 용접할 때, 고분자 필름(101)이 녹음으로써 고분자 필름(101)의 양면에 마련된 금속편(120)이 서로 연결되고, 그 결과 리드탭(190)이 고분자 필름(101)의 양면에 마련된 도전재(102)와 동시에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [77] 고분자 필름(101)의 상하 양면에 금속편(120)과 도전재(102)가 마련된 상태에서 고분자 필름(101)의 상면에 마련된 금속편(120)에 리드탭(190)을 초음파 용접, 레이저 용접 또는 스폿 용접하게 되면, 고분자 필름(101)의 일부가 녹을 수 있다. 리드탭(190)을 용접할 때 발생하는 용접열이 고분자 필름(101)의 녹는점 보다 높다면 용접 과정에서 고분자 필름(101)은 녹을 수 있다.
- [78] 이처럼 고분자 필름(101)이 녹은 부분에서는 고분자 필름(101)이 존재하지 않기 때문에 상하의 금속편(120)끼리 직접 접촉할 수 있다. 이때, 금속편(120)도 용접열에 의해서 용융된 상태이기 때문에 상하의 금속편(120)끼리 접합하게 된다. 따라서, 고분자 필름(101)이 녹아서 없는 부분에서 상하의 금속편(120)끼리 직접 용융 결합되기 때문에 어느 하나의 금속편(120)에 용접되는 리드탭(190)이 상하의 금속편(120) 뿐만 아니라 고분자 필름(101)의 상하면에 형성된 도전재(102)와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [79] 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)는 용접열에 의해서 고분자 필름(101)의 일부가 녹더라도 금속편(120)이 고분자 필름(101)과 연결된 상태를 유지하기 때문에 리드탭(190)을 연결하는 것이 가능하다.
- [80] 다만, 경우에 따라서는 고분자 필름(101)이 녹지 않은 상태에서도 리드탭(190)을 금속편(120)에 용접할 수 있다.
- [81] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)는 이차전지의 양극으로 사용되는 집전체로서, 기존의 금속 포일로 된 집전체와 달리 이차전지의 안전성을 높일 수 있다. 왜냐하면, 고분자 필름(101)에 도포 또는 코팅된 도전재(102)가 마치 퓨즈와 같이 단락 전류 차단 기능을 하기 때문이다.
- [82] 일반적으로 이차전지에 내부 단락 또는 외부 단락이 발생하면 단락 전류에 의해서 이차전지의 온도가 올라가는 발열 현상이 생기고, 또한 발열 때문에 전지가 폭발하는 등의 위험성이 있다. 반면에, 양극으로 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)를 사용하는 이차전지의 경우, 내부 단락 또는 외부 단락이 발생하더라도 이차전지의 온도가 올라가는 것을 방지하고 단락 전류를 차단함으로써 전지의 안전성을 확보할 수 있다.
- [83] 고분자 필름(101)에 도포되거나 코팅된 도전재(102)가 전류 패스(path)의 기능을 하게 되는데, 단락 발생시 도전재(102)가 전해액과 반응하면서 부식된 것처럼 잘게 깨지면 전류 패스가 차단되기 때문에 단락 전류가 더 이상 흐르지 않게 된다.
- [84] 본 발명의 일 실시예에 따른 양극 전극용 집전체(100)를 포함하는 이차전지의 경우 단락 발생시 전류 패스를 차단할 수 있는 이유는 고분자 필름(101)의 표면에 형성된 도전재(102) 중 두께가 상대적으로 얇은 부분이 존재하고 이 두께가 얇은

부분에서 전기화학적 반응이 발생하고 저항이 증가되기 때문에 단락 전류의 패스를 차단할 수 있다.

- [85] 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)는, 고분자 필름(101); 및 고분자 필름(100)의 상면 또는 하면 중 적어도 하나의 표면에 마련되는 도전재(102);를 포함하고, 도전재(102)는 전기화학적 퓨즈의 기능을 가지거나 단락 전류 차단 기능을 가질 수 있다.
- [86] 상기에서도 언급한 바와 같이, 도전재(102)는 상대적으로 두께가 얇은 부분(102b)을 포함하며, 상기 두께가 얇은 부분(102b)에서 전기화학적 퓨즈의 기능 또는 단락 전류 차단 기능을 수행할 수 있다.
- [87] 도 5는 고분자 필름(101)의 상면에 마련된 도전재(102)를 위에서 내려다 본 평면도이고, 도 6은 도 5의 절단선 A-A에 따른 단면도이다. 도 5 및 도 6을 참조하면, 이송방향(S)을 따라 띠 모양을 가지는 고분자 필름(101)의 상면에 마련된 도전재(102)는 두께가 상대적으로 얇은 부분(102b)과 두께가 상대적으로 두꺼운 부분(102a)을 포함할 수 있다.
- [88] 도전재(102)의 대부분은 상대적으로 두께가 두꺼운 부분(102a)이고, 나머지 부분은 상대적으로 두께가 얇은 부분(102b)이 될 수 있다. 도 5를 참조하면, 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102b)은 격자 형태로 균일하게 형성될 수 있고, 두께가 얇은 부분(102b)은 동일한 두께로 형성될 수 있다.
- [89] 도 5 및 도 6의 경우와 달리 도전재(102)의 전체에 걸쳐 고르게 두께가 얇은 부분(102b)이 형성되는 대신, 도전재(102)의 일부분에만 두께가 얇은 부분(102b)이 형성될 수도 있다. 예를 들면, 도전재(102) 중 리드탭(190)이 연결된 부분에서만 도전재(102)의 두께가 얇게 형성될 수도 있다.
- [90] 도 5 및 도 6에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)를 포함하는 리튬 이차전지에 내부 단락이 발생하는 경우, 도전재(102)의 두께가 얇은 부분(102b)에서 전기화학적 반응이 용이하게 일어날 수 있다.
- [91] 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)를 사용하는 리튬 이차전지에 단락이 발생하면, 알루미늄 금속이 도전재(102)로 고분자 필름(101)에 도포 또는 코팅된 양극 전극용 집전체(100)의 전위가 음극 전위 근처(즉, < 0.3 volt, 음극 Li 금속)로 낮아지면서 도전재(102)가 전해액과 반응하게 되면 도전재(102)가 마치 부식된 것처럼 깨지면서 단락 전류를 차단할 수 있다.
- [92] 고분자 필름(101)에 도포되거나 코팅된 도전재(102)가 전류 패스(path)의 기능을 하게 되는데, 단락 발생시 도전재(102)가 전해액과 반응하면서 부식된 것처럼 잘게 깨지면 전류 패스가 차단되기 때문에 단락 전류가 더 이상 흐르지 않게 된다.
- [93] 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)를 포함하는 리튬 이차전지에 단락이 발생하면, 도전재(102)가 전해액과 반응하여 도전재(102)의 전체 두께에 걸쳐서 두께 방향을 따라 부식되거나 깨지기 때문에 단락 전류의 패스를 차단할 수 있다.

- [94] 그런데, 도전재(102)의 두께가 두꺼운 부분(102a)에서는 도전재(102)가 그 두께 방향(깊이 방향)을 따라 어느 정도까지 깨지기는 하지만 저항이 크지 않아 여전히 전류가 흐를 수 있는 상태이다. 따라서, 도전재(102)의 두께가 두꺼운 부분(102a)에서는 단락이 발생하더라도 전체 두께에 걸쳐서 도전재(102)가 두께 방향으로 부식되거나 깨지지 않기 때문에 단락 전류 패스가 차단되지 않는다.
- [95] 하지만, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)의 경우에는 도전재(102) 중 상대적으로 두께가 얇은 부분(102b)이 존재하고, 단락 발생시 도전재(102)의 두께가 얇은 부분(102b)은 그 전체 두께에 걸쳐서 두께 방향을 따라 완전히 부식되거나 깨지기 쉽고 그 결과 이 부분에서 저항이 증가하기 때문에 단락 전류의 패스를 차단할 수 있다.
- [96] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)의 도전재(102)는 상대적으로 두께가 얇은 부분(102b)에서 전기화학적 퓨즈 기능 또는 단락 전류 차단 기능을 발휘하기 때문에 단락 발생시 전지의 온도에 높아지는 것을 방지하고 단락 전류를 차단함으로써 전지의 안전성을 확보할 수 있다.
- [97] 도 5 및 도 6을 참조하면, 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102b)은 고분자 필름(101)의 면방향을 따라 형성되어 있다. 도 6을 참조하면, 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102b)은 고분자 필름(101)의 상면(표면) 방향을 따라 형성되어 있다. 도 5 및 도 6에 도시된 경우, 도전재(102)는 그 표면에서부터 음각으로 함몰된 부분(102b)을 포함할 수 있으며, 이 음각으로 함몰된 부분(102b)의 두께가 얇기 때문에 이 부분이 단락 전류를 차단할 수 있다.
- [98] 여기서, 고분자 필름(101)의 표면에 도전재(102)의 두께가 두꺼운 부분(102a)을 형성한 후에 도전재(102)를 일정한 깊이만큼 긁어 내거나 제거함으로써 도전재(102b)의 두께가 얇은 부분을 형성할 수 있다. 또는, 도전재(102)의 두께가 두꺼운 부분(102a)에 레이저 패터닝(laser patterning)을 해서 두께가 얇은 부분(102b)을 형성할 수도 있다. 또한, 고분자 필름(101)의 표면에 도전재(102)를 코팅하거나 증착할 때 두께가 두꺼운 부분(102a)과 두께가 얇은 부분(102b)을 일괄적으로 형성할 수도 있다.
- [99] 도 5에 도시된 바와 같은 전극용 집전체(100)의 경우, 단락이 발생하게 되면 격자 모양의 도전재(102) 부분 중 어느 하나의 격자 부분 가장자리를 따라 두께가 얇은 부분(102b)이 완전히 부식되거나 깨지면서 다른 격자 부분으로 전류가 흐르는 것을 효과적으로 차단할 수 있다. 즉, 단락 발생시 격자 부분을 전기적으로 고립시킴으로써 단락 전류가 도전재(102)의 전체에 걸쳐서 흐르는 것을 차단할 수 있다.
- [100] 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102b)은 고분자 필름(101)에 마련된 도전재(102)를 위에서 바라볼 때 폐곡선 또는 폐다각형 모양으로 형성될 수 있다. 예를 들면, 도 5에 도시된 경우에는 두께가 얇은 부분(102b)이 사각형 모양으로 형성되어 있다. 이와 같이, 두께가 얇은 부분(102b)이 폐곡선 또는 폐다각형 모양으로 형성되어야, 단락 발생시 두께가 얇은 부분(102b)으로 둘러 싸운

도전재(102)를 흐르는 전류가 다른 부분으로 흐르는 것을 차단할 수 있다.

- [101] 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102b)은 다른 부분(102a)의 두께 대비 70% 이하의 두께로 형성될 수 있다. 도 6을 참조하면, 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102b)의 두께를 T1, 두꺼운 부분(102a)의 두께를 T2라고 하면, 도전재(102)는 T1/T2가 0.7 이하가 되도록 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102b)은 0.4 μ m 이하의 두께로 형성되는 것이 바람직하다.
- [102] 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분은 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이 음각으로 함몰 형성될 뿐만 아니라 도전재(102)의 표면에서부터 양각으로 돌출되도록 형성될 수도 있다.
- [103] 도 7 및 도 8에는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 전극용 집전체의 단면도가 도시되어 있다. 도 7 및 도 8에 도시된 경우 모두 도전재(102)의 표면에서부터 양각으로 돌출된 부분(102d)을 포함한다.
- [104] 도 7의 경우, 고분자 필름(101)이 단차부(101b)와 비단차부(101a)를 포함한다. 단차부(101b)는 비단차부(101a)의 표면에서부터 돌출된 부분이다. 이와 같이, 단차부(101b)와 비단차부(101a)를 포함하는 고분자 필름(101)의 표면에 도전재(102)를 코팅하거나 증착하게 되면 도전재(102)는 비단차부(101a)와 단차부(101b)의 표면에 형성될 뿐만 아니라 단차부(101b)의 두께면에도 도전재(102)가 형성될 수 있다.
- [105] 도전재(102)를 고분자 필름(101)의 표면에 스퍼터링(sputtering) 방식으로 코팅하는 경우, 도전재(102)는 고분자 필름(101)의 표면과 수직인 방향으로 위쪽에서 아래쪽으로 스퍼터링된다. 도 7에서 화살표 SP는 도전재(102)의 스퍼터링 방향을 의미한다. 스퍼터링된 도전재(102)는 고분자 필름(101)의 비단차부(101a) 및 단차부(101b)의 표면, 단차부(101b)의 측면(두께면)에 코팅된다. 이때, 단차부(101b)의 측면에 코팅된 도전재(102)는 비단차부(101a)의 표면쪽으로 흘러내리게 된다. 따라서, 비단차부(101a)의 표면에 형성된 도전재(102a) 및 단차부(101b)의 표면에 형성된 도전재(102d)의 두께 보다 단차부(101b)의 측면에 형성된 도전재(102c)의 두께는 얇을 수밖에 없다.
- [106] 고분자 필름(101)의 비단차부(101a)의 표면에 형성된 도전재(102a)의 두께와 단차부(101b)의 표면에 형성된 도전재(102d)의 두께를 T4라 하고, 단차부(101b)의 측면에 형성된 도전재(102c)의 두께를 T3라고 하면, T4가 T3 보다 크다.
- [107] 한편, 도 8은 고분자 필름(101)의 형태가 도 7의 경우와 차이가 있다. 도 7의 경우에는 단차부(101b)도 고분자 필름(101)으로 형성되지만, 도 8의 경우에는 단차부(104)가 고분자 필름(101)을 형성되지 않는 점에서 차이가 있다.
- [108] 도 8에 도시된 전극용 집전체(100)의 경우에는, 고분자 필름(101)의 표면에 부착된 폴리머(104)를 포함할 수 있다. 폴리머(104)는 고분자 필름(101)의 표면에 부착되어 단차부를 형성하며, 폴리머(104)와 고분자 필름(101) 사이에는 부착을

위한 접착제(미도시)가 위치할 수 있다. 여기서, 접착체를 포함하는 폴리머(104)의 두께(T5)는 도 7의 단차부(101b) 두께와 동일한 것이 바람직하다.

- [109] 도 7과 동일하게, 고분자 필름(101)의 표면에 형성된 도전재(102a)의 두께 및 폴리머(104)의 표면에 형성된 도전재(102d)의 두께 보다 폴리머(104)의 측면(두께면)에 형성된 도전재(102c)의 두께가 얇게 된다.
- [110] 이와 같이, 도전재(102)는 고분자 필름(101)의 면방향과 수직인 방향을 따라 형성된 두께가 얇은 부분(102c)을 포함할 수 있다.
- [111] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)의 경우에는 도전재(102) 중 상대적으로 두께가 얇은 부분(102c)이 존재하고, 단락 발생시 도전재(102)의 두께가 얇은 부분(102c)은 그 전체 두께에 걸쳐서 두께 방향을 따라 완전히 부식되거나 깨지기 쉽고 그 결과 이 부분에서 저항이 증가하기 때문에 단락 전류의 패스를 차단할 수 있다.
- [112] 이와 같이, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)의 도전재(102)는 상대적으로 두께가 얇은 부분(102c)에서 전기화학적 퓨즈 기능 또는 단락 전류 차단 기능을 발휘하기 때문에 단락 발생시 전지의 온도에 높아지는 것을 방지하고 단락 전류를 차단함으로써 전지의 안전성을 확보할 수 있다.
- [113] 도 7 및 도 8의 경우, 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102c)은 다른 부분(102a, 102d)의 두께 대비 70% 이하의 두께로 형성될 수 있다. 도 7을 참조하면, 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102c)의 두께를 T3, 두꺼운 부분(102a, 102d)의 두께를 T4라고 하면, 도전재(102)는 T3/T4가 0.7 이하가 되도록 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102c)은 0.4 μ m 이하의 두께로 형성되는 것이 바람직하다.
- [114] 하기 [표 1]은 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102c)의 두께에 따른 외부 단락시 온도 상승 여부를 측정한 실험 결과이다.
- [115] 실험에 실제 사용된 전지는 대략 350~400mAh를 가지도록 제작하였으며, 양극활물질은 리튬코발트 옥사이드(LCO), 음극활물질은 흑연을 사용하였다. 분리막은 PE 단층 (7 μ m)를 적용하였으며 전해액은 EC/EMC 1.1M LiPF₆에 VS, FEC, PS, SN이 첨가된 형태를 적용하였다.
- [116] [표 1]

	T4의 두께	T3의 두께	외부 단락시 온도상승 여부	T5의 두께
조건1	0.5 μ m	0.3~0.35 μ m	없음	12 μ m 양각
조건2	0.6 μ m	0.35~0.4 μ m	없음	12 μ m 양각
조건3	1.0 μ m	~0.4 μ m	없음	20 μ m 양각

[117]

- [118] [표 1]에서 알 수 있듯이, 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102c)의 두께(T3)가

0.4 μ m 이하인 경우에는 외부 단락(~60 mOhm)이 발생하는 경우에도 리튬 이차전지의 온도 상승이 없음을 알 수 있다. 이는, 외부 단락 발생시 도전재(102) 중 두께가 상대적으로 얇은 부분(102c)에서 두께 전체에 걸쳐서 도전재(102)가 완전히 부식되거나 깨지면서 저항이 증가하여 단락 전류가 차단되기 때문이다.

- [119] 도 7 및 도 8에 도시된 도전재(102)를 위에서 바라보면, 단차부(101b) 또는 폴리머(104)의 가장자리(측면)에 형성된 도전재(102c)는 사각형 모양을 이루게 된다. 도 5 및 도 6과 관련하여 언급한 바와 마찬가지로, 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102c)은 고분자 필름(101)에 마련된 도전재(102)를 위에서 바라볼 때 폐곡선 또는 폐다각형 모양으로 형성될 수 있다.
- [120] 도 5 내지 도 8에 도시된 바와 같이, 고분자 필름(101)은 그 표면에서부터 음각으로 함몰된 부분을 포함하거나 양각으로 돌출된 부분을 포함할 수 있고, 도전재(102) 역시 그 표면에서부터 음각으로 함몰된 부분(102b) 또는 그 표면에서부터 양각으로 돌출된 부분(102c, 102d)을 포함할 수 있다. 양각으로 돌출된 부분(102c, 102d)의 측면(두께면)에 형성된 도전재(102c)는 다른 부분 보다 얇은 두께를 가지게 된다. 즉, 고분자 필름(101) 중 음각으로 함몰된 부분의 수평면에 형성된 도전재(102b) 또는 양각으로 돌출된 부분의 수직면에 형성된 도전재(102c)는 다른 부분 보다 두께가 얇게 형성될 수 있다.
- [121] 한편, 고분자 필름(101)에 단차부(101b)를 형성하는 대신, 도전재(102)가 코팅되거나 증착되는 고분자 필름(101)의 표면에 음각의 패턴을 형성하거나 스크래치를 만든 후 도전재(102)를 코팅하거나 증착함으로써 두께가 얇은 부분(102b)을 만들 수도 있다. 고분자 필름(101)의 표면에 음각의 패턴을 형성하거나 스크래치를 만들게 되면 그 부분이 함몰되면서 깊이 방향의 수직면이 존재하게 된다. 이 수직면에 도포된 도전재(102)는 다른 부분 보다 두께가 얇게 되고, 얇은 두께로 형성된 도전재(102)는 단락 발생시 그 두께 전체에 걸쳐서 깨지거나 부식되면서 단락 전류의 패스를 차단할 수 있다.
- [122] 상기에서 언급한 바와 같이, 본 발명에 따른 전극용 집전체(100)는, 고분자 필름(101)에 마련된 도전재(102)에 상대적으로 두께가 얇은 부분(102b, 102c)이 존재하고, 단락 발생시 두께가 얇은 부분(102b, 102c)이 전기화학적 퓨즈 기능 또는 단락 전류 차단 기능을 발휘해서 단락 전류의 패스를 차단할 수 있다.
- [123] 본 발명의 발명자들은 도전재의 두께에 따른 안전성을 확인하기 위해, 도 9 및 도 10에 도시된 전극용 집전체를 포함하는 리튬 이차전지를 대상으로 외부 단락 시험 등을 하였고, 그 결과 본 발명에 따른 전극용 집전체(100)는 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분을 통해서 전지의 안전성을 확보할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이하에서는 도 9 내지 도 13을 참조하여 외부 단락 시험 결과에 대해서 설명한다.
- [124] 도 9 및 도 10은 단락 전류 차단 성능 비교를 위한 비교 대상 전극용 집전체와 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 전극용 집전체를 도시한 평면도이고, 도 11 내지 도 13은 도 9 및 도 10에 따른 비교 대상 전극용 집전체를 포함하는 리튬

이차전지와 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 전극용 집전체를 포함하는 리튬 이차전지에 대하여 외부 단락시 전압 및 온도 변화를 비교한 시험 결과이다.

- [125] 본 발명의 발명자들은 전류 패스(path)를 줄이는 방안으로서, 도전재의 면적 또는 전류 패스 길이를 줄인 전극용 집전체(도 9 참조)와, 도전재의 두께를 줄인 전극용 집전체(도 10 참조)를 준비하였다.
- [126] 도 9에 도시된 전극용 집전체는, 고분자 필름의 양면에 리드탭(190)을 두고 용접하여 리드탭(190)과 도전재(102)를 전기적으로 연결한 것이다. 고분자 필름은 PET가 사용되고 그 두께는 $7\mu\text{m}$ 이며, 도전재(102)로는 알루미늄이 $0.6\mu\text{m}$ 이하의 두께로 코팅된다. 양극 활물질(103)과 리드탭(190) 사이에 위치하는 도전재(102)의 일부분(102e)을 제거하여 전류 패스를 줄인다. 이때, 남아 있는 부분의 도전재(102)의 길이(L1)는 5mm, 10mm가 되게 한다. 즉, 전류 패스의 길이(L1)가 5mm, 10mm이다. 도 9에 따른 전극용 집전체는 도전재(102)의 두께는 줄이지 않고 전류 패스의 길이만 줄인 것이다.
- [127] 도 10에 도시된 전극용 집전체는 도 8에 도시된 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 전극용 집전체(100)이다. 즉, 고분자 필름(101)의 표면에 알루미늄 도전재(102)를 코팅하기 전에 고분자 필름(101)에 폴리머(104)를 접착하고, 그 상태에서 도전재(102)를 코팅한 전극용 집전체이다. 여기서, 폴리머(104)로는 PET가 사용되고 폴리머(104)와 접착제(미도시)의 두께는 $12\mu\text{m}$ 이다. 여기서, 폴리머(104)의 측면에는 두께가 얇은 도전재(102c)가 형성될 수 있다([표 1]의 조건 2와 동일).
- [128] 도 11 및 도 12는 각각 도 9에 따른 전극용 집전체에 있어서 남아 있는 부분의 도전재(102)의 길이(L1) 즉, 전류 패스의 길이(L1)가 5mm 및 10mm인 전극용 집전체를 포함하는 이차전지의 외부 단락 시험 결과이고, 도 13은 도 10에 따른 전극용 집전체를 포함하는 이차전지의 외부 단락 시험 결과이다. 여기서, 시험에 사용된 이차전지는 두께 $7\mu\text{m}$ 의 PE 분리막을 사용하며 용량이 350~400mAh인 피우치형 이차전지이다.
- [129] 도 11 및 도 12를 참조하면, 고분자 필름(101)에 마련된 도전재(102)의 두께는 줄이지 않고 전류 패스의 길이(L1)만 줄인 경우에는 단락 발생시 전류가 차단되지 않고 전지의 온도가 급격히 올라가는 것을 알 수 있다.
- [130] 반면에, 도 13을 참조하면, 고분자 필름(101)에 마련된 도전재(102)에 두께가 얇은 부분(102c)이 있는 경우에는 단락 발생시 저항이 커져서 단락 전류가 차단됨을 알 수 있다.
- [131] 이와 같이, 본 발명에 따른 전극용 집전체(100)를 사용하는 이차전지에 단락이 발생하면, 도전재(102) 중 두께가 얇은 부분(102b, 102c)이 두께 전체에 걸쳐서 깨지거나 부식되기 때문에 단락 전류를 차단할 수 있고 그 결과 전지의 폭발 등을 방지하고 전지의 안전성을 확보할 수 있다.
- [132]
- [133] 이상과 같이 본 발명의 일 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정

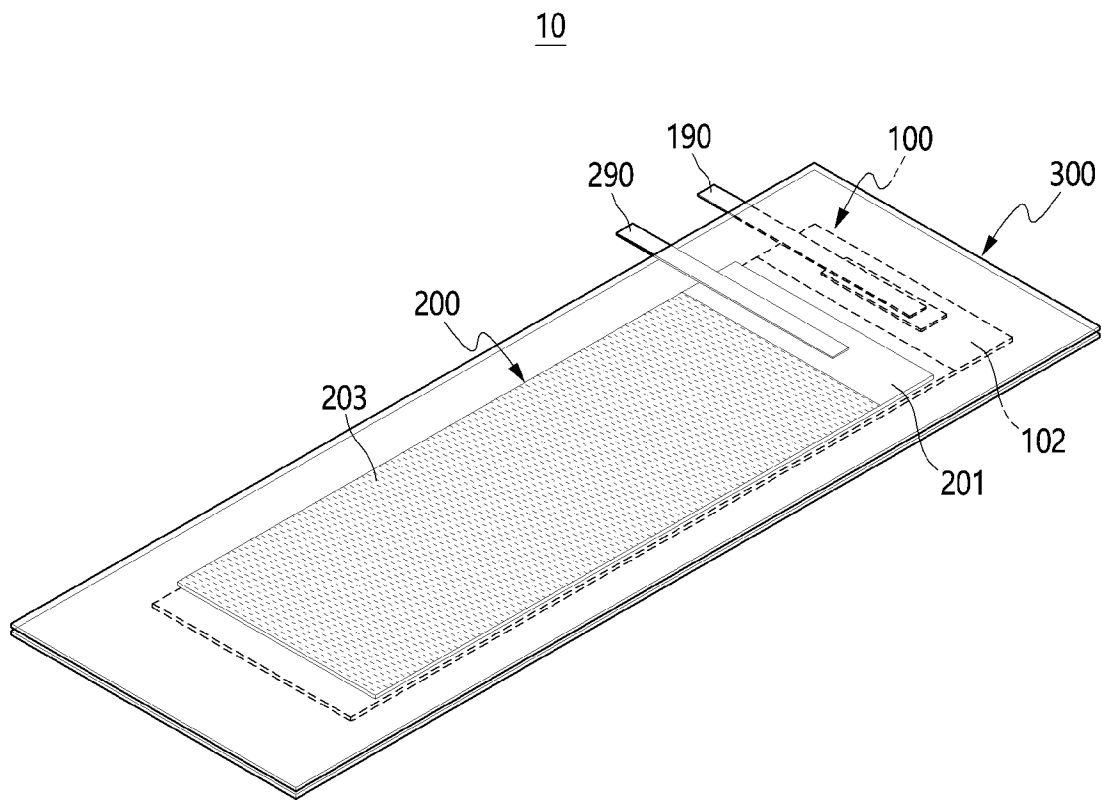
사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

청구범위

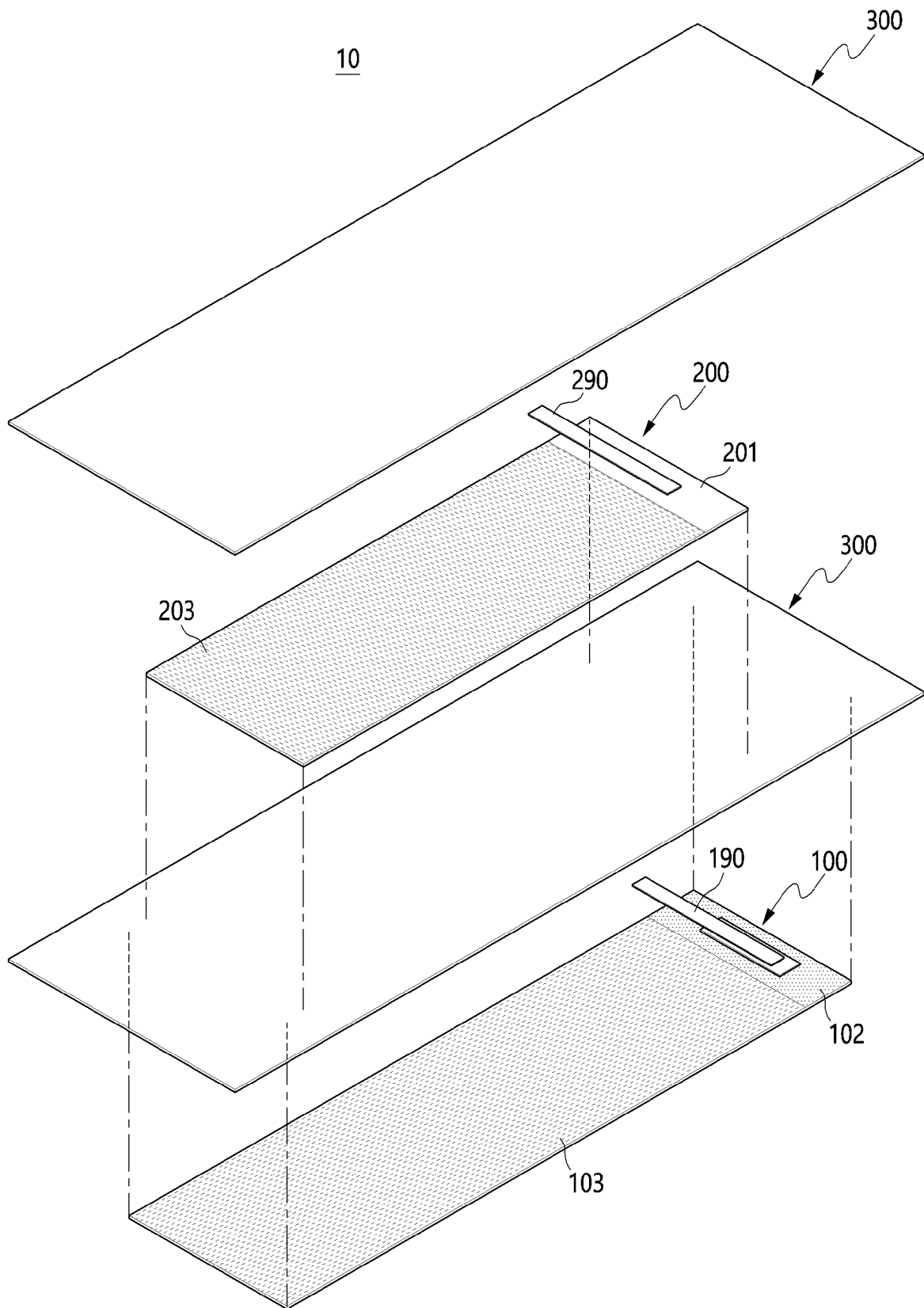
- [청구항 1] 고분자 필름; 및
상기 고분자 필름의 상면 또는 하면 중 적어도 하나의 표면에 마련되는
도전재;를 포함하고,
상기 도전재는 상대적으로 두께가 얇은 부분과 상대적으로 두께가
두꺼운 부분을 포함하는 것을 특징으로 하는 전극용 집전체.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 도전재는 상대적으로 두께가 얇은 부분을 포함하며, 상기 두께가
얇은 부분에서 전기화학적 퓨즈의 기능 또는 단락 전류 차단 기능을
수행하는 것을 특징으로 하는 전극용 집전체.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 도전재는 상기 고분자 필름의 면방향을 따라 형성된 두께가 얇은
부분을 포함하거나 상기 고분자 필름의 면방향과 수직인 방향을 따라
형성된 두께가 얇은 부분을 포함하는 것을 특징으로 하는 전극용 집전체.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 도전재의 두께가 얇은 부분은 상기 도전재의 표면에서부터
음각으로 함몰된 부분의 수평면 또는 표면에서부터 양각으로 돌출된
부분의 수직면에 형성되는 것을 특징으로 하는 전극용 집전체.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 고분자 필름은 상기 고분자 필름의 표면에서부터 음각으로 함몰된
부분을 포함하거나 상기 고분자 필름의 표면에서부터 양각으로 돌출된
부분을 포함하는 것을 특징으로 하는 전극용 집전체.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 고분자 필름의 표면에서부터 음각으로 함몰된 부분의 수평면에
형성된 도전재 또는 상기 고분자 필름의 표면에서부터 양각으로 돌출된
부분의 수직면에 형성된 도전재는 다른 부분 보다 두께가 얇게 형성된
것을 특징으로 하는 전극용 집전체.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 고분자 필름의 표면에서부터 양각으로 돌출된 부분은 상기 고분자
필름에 형성된 단차부를 포함하거나 상기 고분자 필름의 표면에 부착된
폴리머를 포함하는 것을 특징으로 하는 전극용 집전체.
- [청구항 8] 제2항에 있어서,
상기 도전재 중 상기 두께가 얇은 부분은 다른 부분의 두께 대비 70%
이하의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 전극용 집전체.
- [청구항 9] 제2항에 있어서,
상기 도전재 중 상기 두께가 얇은 부분은 0.4 μ m 이하의 두께로 형성되는
것을 특징으로 하는 전극용 집전체.

- [청구항 10] 제2항에 있어서,
상기 도전재 중 상기 두께가 얇은 부분은 상기 고분자 필름에 마련된 상기 도전재를 위에서 바라볼 때 폐곡선 또는 폐다각형 모양으로 형성되는 것을 특징으로 하는 전극용 집전체.

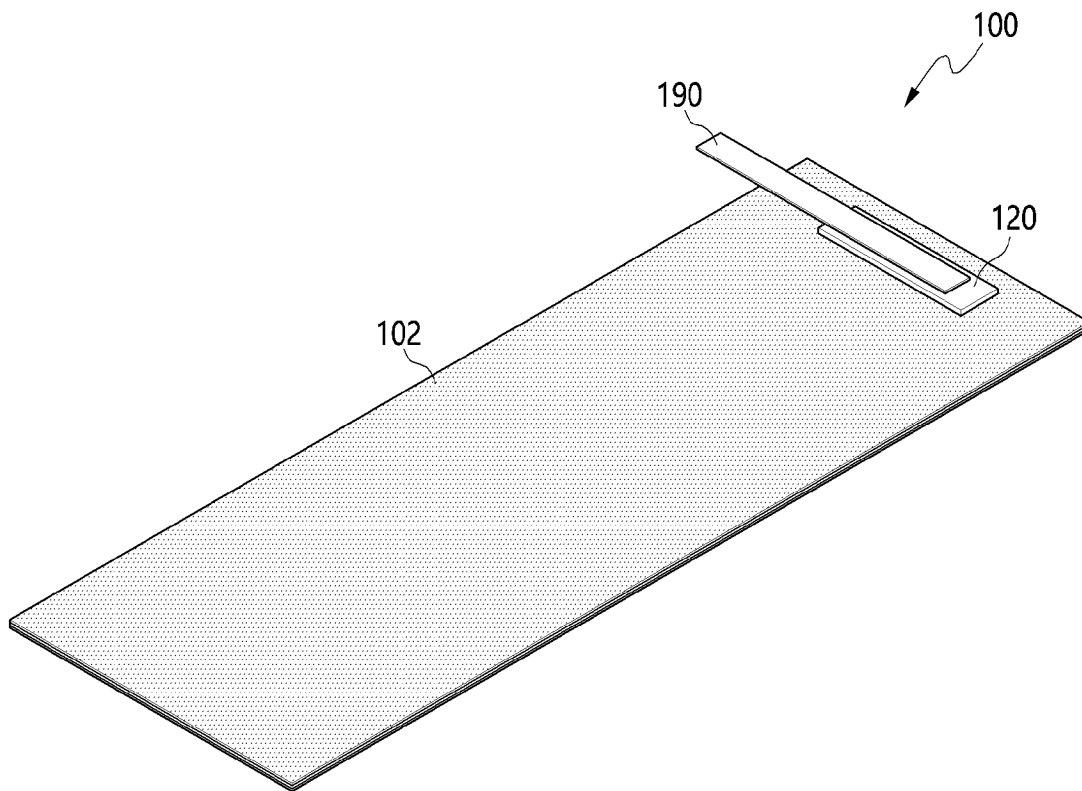
[도 1]



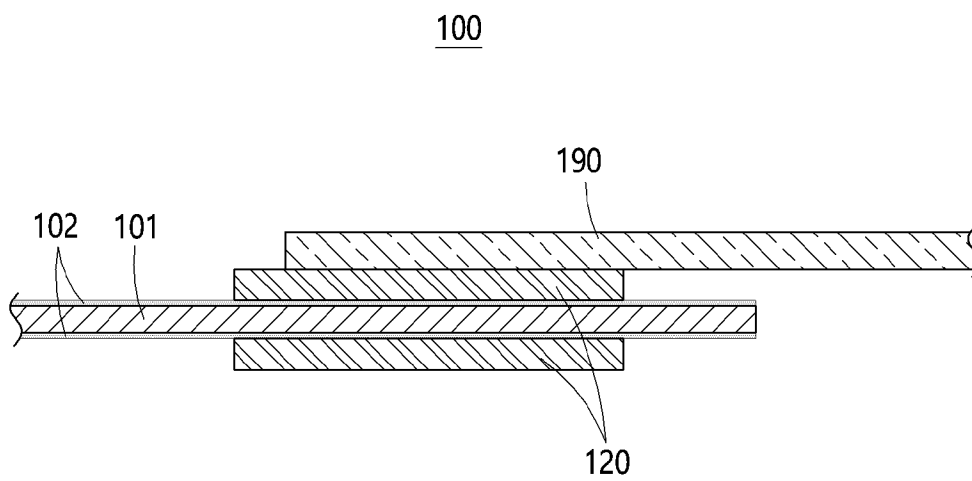
[도2]



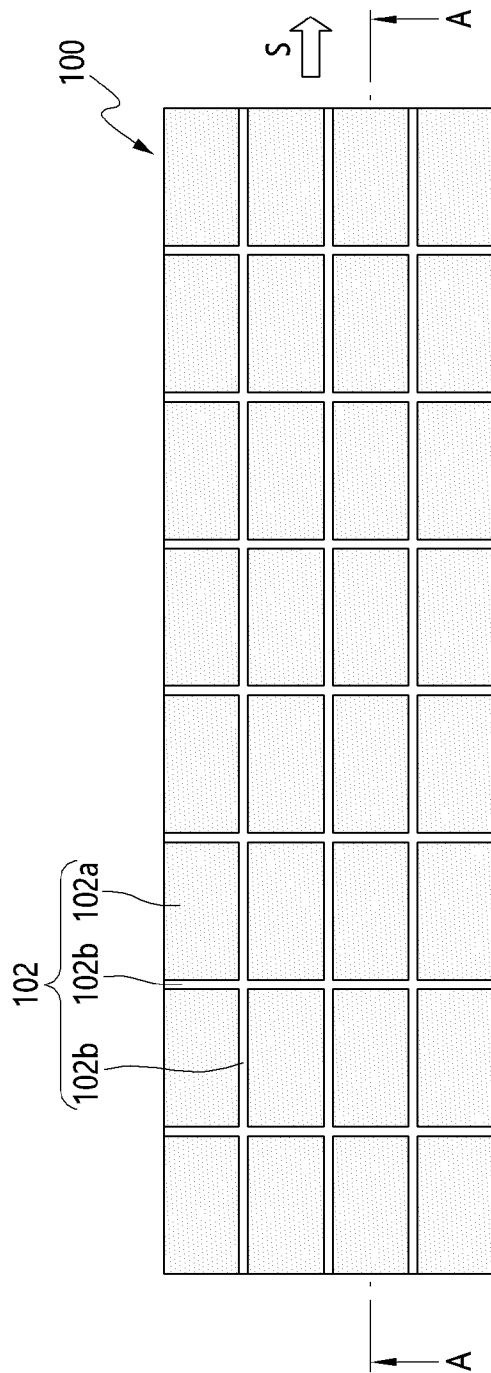
[도3]



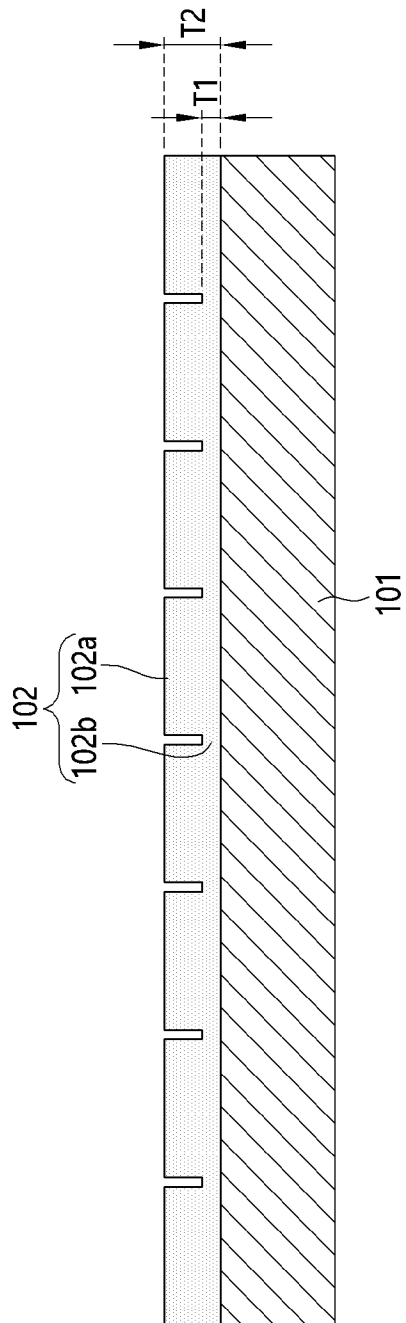
[도4]



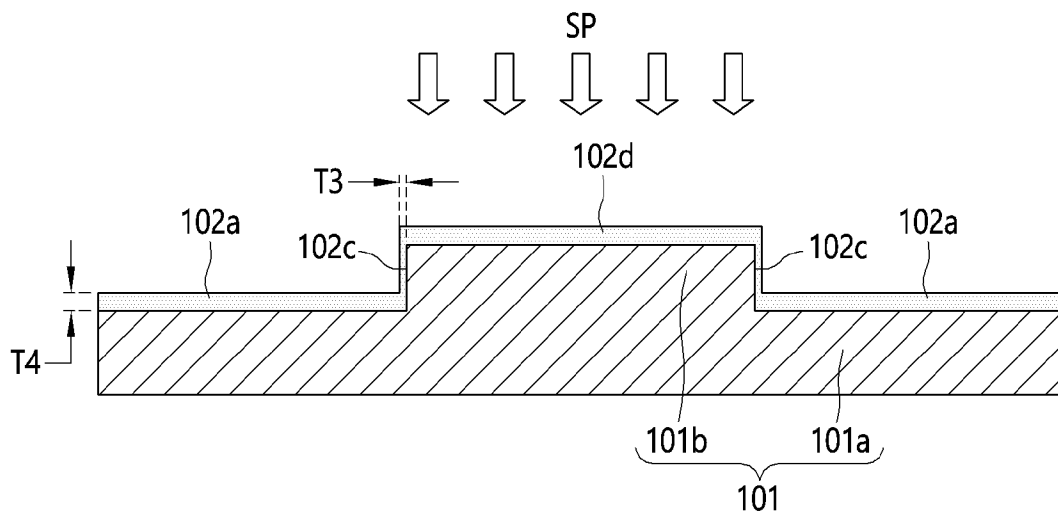
[도5]



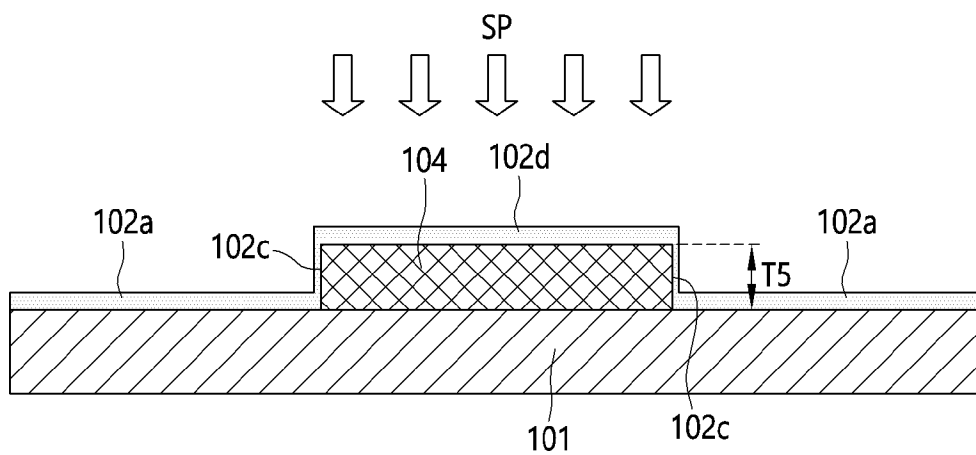
[도6]



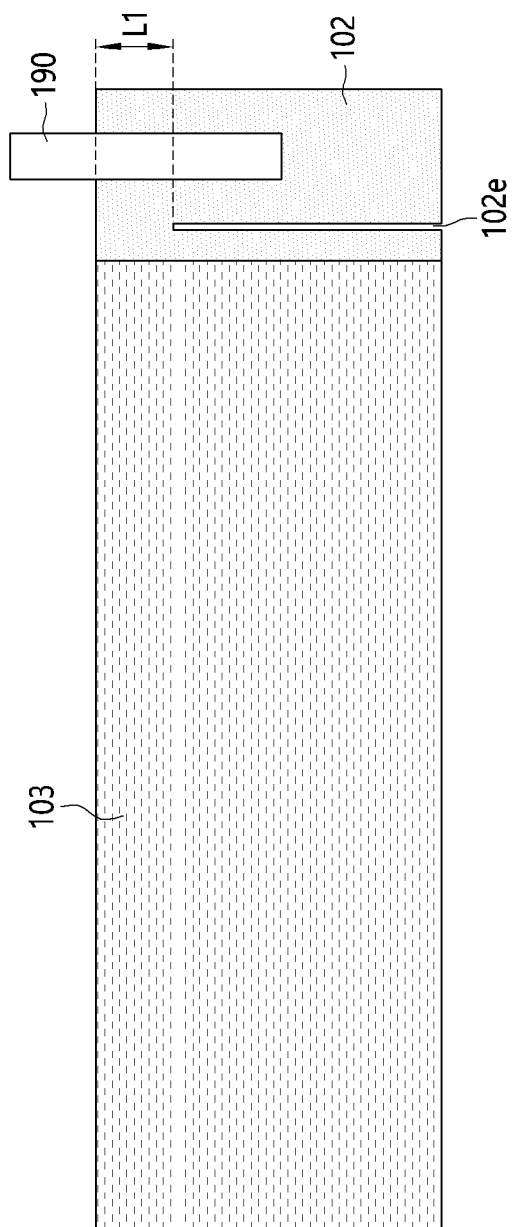
[도7]



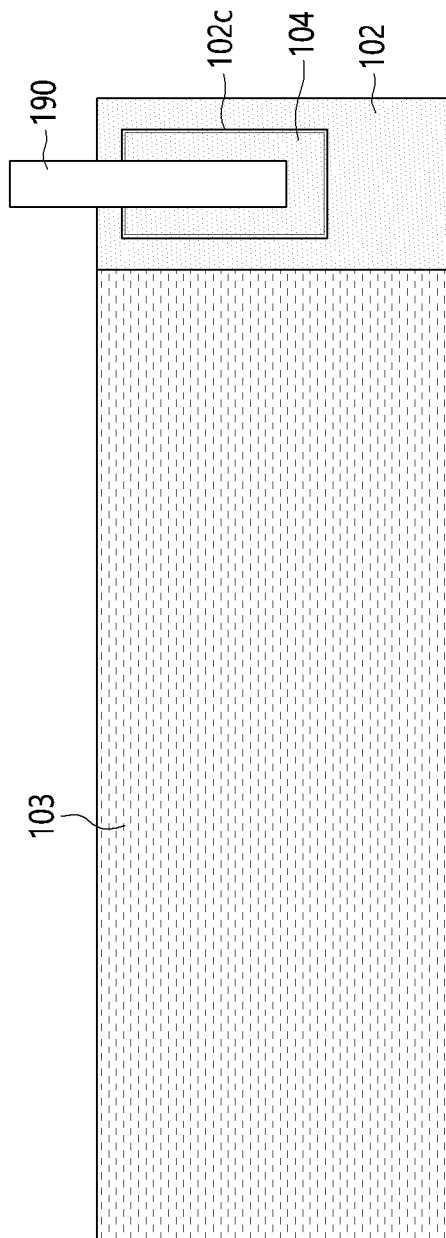
[도8]



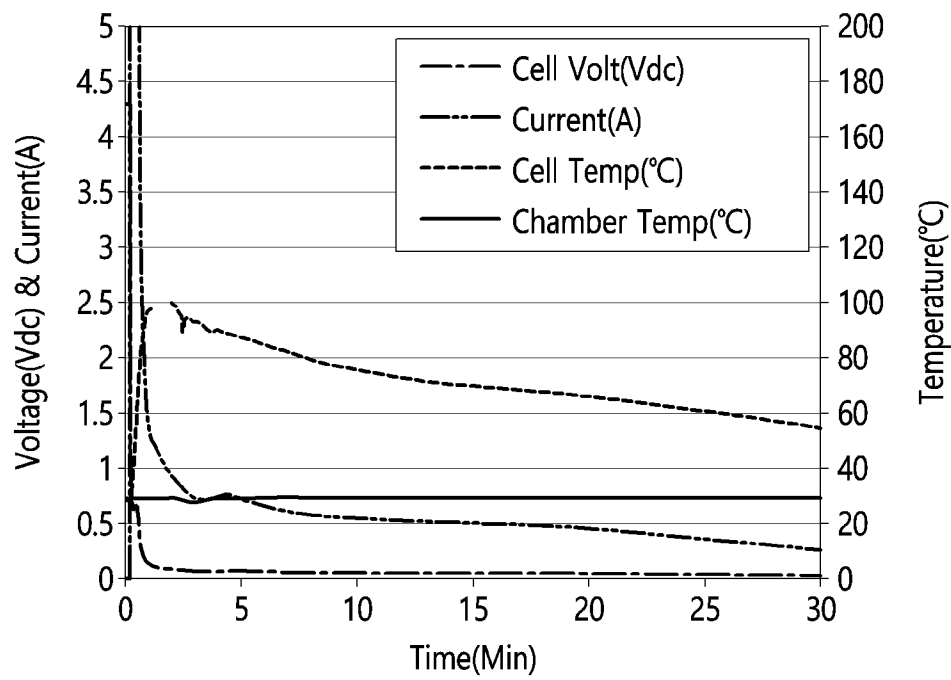
[도9]



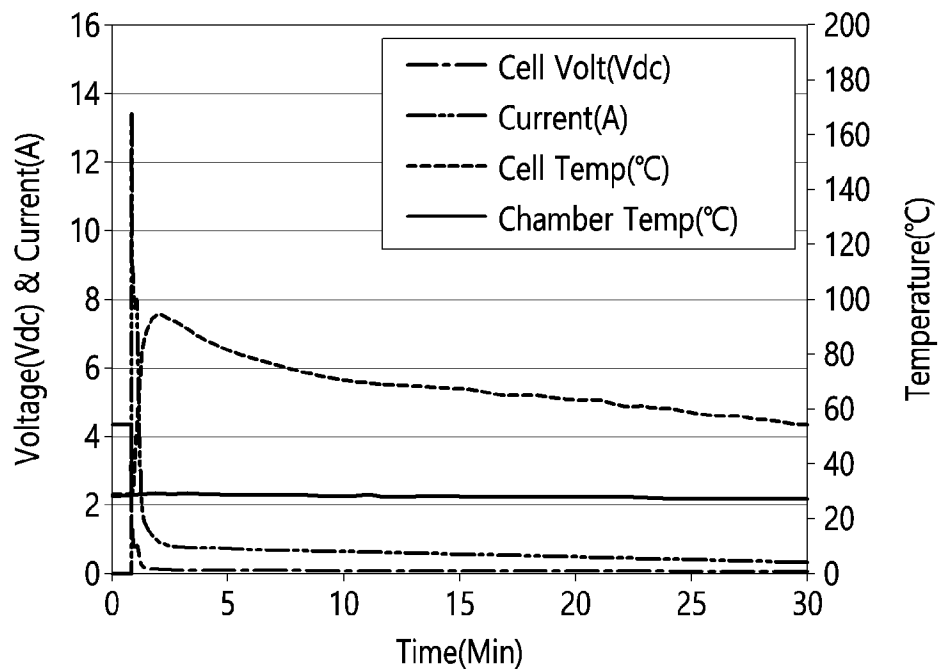
[도10]



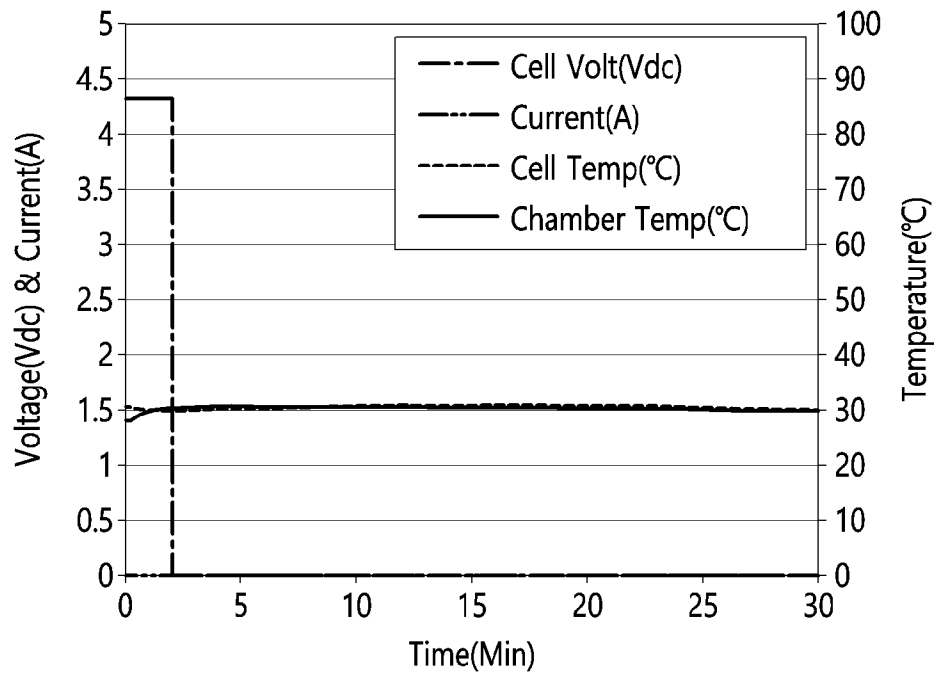
[도11]



[도12]



[도13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/015962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01M 4/66**(2006.01)i; **H01M 10/42**(2006.01)i; **H01M 50/583**(2021.01)i; **H01M 50/581**(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 4/66(2006.01); H01H 85/041(2006.01); H01M 10/42(2006.01); H01M 2/10(2006.01); H01M 2/26(2006.01);
H01M 2/34(2006.01)

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: 집전체 (current collector), 가요성 (flexible), 퓨즈 (fuse), 두께 (thickness), 고분자 필름 (polymer film)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2097444 B1 (U&S ENERGY, INC.) 06 April 2020 (2020-04-06) See abstract; claim 1; and paragraphs [0057], [0061] and [0087].	1-10
Y	KR 10-1997-0051620 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 29 July 1997 (1997-07-29) See abstract; claims 1-3; and figure 1.	1-10
A	KR 10-2013-0119011 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 30 October 2013 (2013-10-30) See entire document.	1-10
A	JP 06-187996 A (YUASA CORP.) 08 July 1994 (1994-07-08) See entire document.	1-10
A	KR 10-2020-0047638 A (SOTERIA BATTERY INNOVATION GROUP INC.) 07 May 2020 (2020-05-07) See entire document.	1-10



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

17 February 2022

Date of mailing of the international search report

18 February 2022

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2021/015962

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2097444	B1	06 April 2020	CN	113383461	A	10 September 2021
				EP	3920269	A1	08 December 2021
				WO	2020-159218	A1	06 August 2020
KR	10-1997-0051620	A	29 July 1997	None			
KR	10-2013-0119011	A	30 October 2013	CN	102349181	A	08 February 2012
				CN	102349181	B	10 February 2016
				EP	2408045	A1	18 January 2012
				EP	2408045	B1	13 March 2019
				JP	5387672	B2	15 January 2014
				KR	10-1342747	B1	19 December 2013
				KR	10-1484433	B1	19 January 2015
				KR	10-2011-0122840	A	11 November 2011
				US	10177387	B2	08 January 2019
				US	2011-0305948	A1	15 December 2011
				US	2016-0043405	A1	11 February 2016
				WO	2010-103874	A1	16 September 2010
JP	06-187996	A	08 July 1994	None			
KR	10-2020-0047638	A	07 May 2020	CA	3074487	A1	04 January 2019
				CN	111133618	A	08 May 2020
				CN	112997342	A	18 June 2021
				EP	3679614	A1	15 July 2020
				JP	2020-533734	A	19 November 2020
				US	10700339	B2	30 June 2020
				US	10763481	B2	01 September 2020
				US	10854868	B2	01 December 2020
				US	10957956	B2	23 March 2021
				US	2019-0081304	A1	14 March 2019
				US	2019-0081305	A1	14 March 2019
				US	2019-0081314	A1	14 March 2019
				US	2019-0081315	A1	14 March 2019
				US	2019-0319312	A1	17 October 2019
				US	2020-0373584	A1	26 November 2020
				US	2021-0057706	A1	25 February 2021
				US	2021-0057712	A1	25 February 2021
				WO	2019-051123	A1	14 March 2019
				WO	2020-197981	A1	01 October 2020

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H01M 4/66(2006.01)i; H01M 10/42(2006.01)i; H01M 50/583(2021.01)i; H01M 50/581(2021.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01M 4/66(2006.01); H01H 85/041(2006.01); H01M 10/42(2006.01); H01M 2/10(2006.01); H01M 2/26(2006.01); H01M 2/34(2006.01) 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: 집전체 (current collector), 가요성 (flexible), 퓨즈 (fuse), 두께 (thickness), 고분자 필름 (polymer film)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2097444 B1 (주식회사 유엔에스에너지) 2020.04.06 요약; 청구항 1; 단락 [0057], [0061], [0087]	1-10
Y	KR 10-1997-0051620 A (삼성전자 주식회사) 1997.07.29 요약; 청구항 1-3; 도면 1	1-10
A	KR 10-2013-0119011 A (닛산 지도우샤 가부시키키가이샤) 2013.10.30 전체 문헌	1-10
A	JP 06-187996 A (YUASA CORP.) 1994.07.08 전체 문헌	1-10
A	KR 10-2020-0047638 A (소테리아 배터리 이노베이션 그룹 인크) 2020.05.07 전체 문헌	1-10
☐ 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 2022년02월17일(17.02.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년02월18일(18.02.2022)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 허주형 전화번호 +82-42-481-5373

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2021/015962

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2097444 B1	2020/04/06	CN 113383461 A	2021/09/10
		EP 3920269 A1	2021/12/08
		WO 2020-159218 A1	2020/08/06
KR 10-1997-0051620 A	1997/07/29	없음	
KR 10-2013-0119011 A	2013/10/30	CN 102349181 A	2012/02/08
		CN 102349181 B	2016/02/10
		EP 2408045 A1	2012/01/18
		EP 2408045 B1	2019/03/13
		JP 5387672 B2	2014/01/15
		KR 10-1342747 B1	2013/12/19
		KR 10-1484433 B1	2015/01/19
		KR 10-2011-0122840 A	2011/11/11
		US 10177387 B2	2019/01/08
		US 2011-0305948 A1	2011/12/15
		US 2016-0043405 A1	2016/02/11
		WO 2010-103874 A1	2010/09/16
JP 06-187996 A	1994/07/08	없음	
KR 10-2020-0047638 A	2020/05/07	CA 3074487 A1	2019/01/04
		CN 111133618 A	2020/05/08
		CN 112997342 A	2021/06/18
		EP 3679614 A1	2020/07/15
		JP 2020-533734 A	2020/11/19
		US 10700339 B2	2020/06/30
		US 10763481 B2	2020/09/01
		US 10854868 B2	2020/12/01
		US 10957956 B2	2021/03/23
		US 2019-0081304 A1	2019/03/14
		US 2019-0081305 A1	2019/03/14
		US 2019-0081314 A1	2019/03/14
		US 2019-0081315 A1	2019/03/14
		US 2019-0319312 A1	2019/10/17
		US 2020-0373584 A1	2020/11/26
		US 2021-0057706 A1	2021/02/25
		US 2021-0057712 A1	2021/02/25
		WO 2019-051123 A1	2019/03/14
		WO 2020-197981 A1	2020/10/01