

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶H01M 4/24

(11) 공개번호 특2001-0022494

(43) 공개일자 2001년03월15일

(21) 출원번호	10-2000-7001080					
(22) 출원일자	2000년01월31일					
번역문제출일자	2000년01월31일					
(86) 국제출원번호	PCT/US 98/15517	(87) 국제공개번호	WO 99/07030			
(86) 국제출원출원일자	1998년07월28일	(87) 국제공개일자	1999년02월11일			
(81) 지정국	AP ARIPO특허 : 가나 감비아 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 짐바브웨					
EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄						
EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴 핀란드 사이프러스						
OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디브와르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 기네비쓰						
국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지야 가나 감비아 크로아티아 헝가리 인도네시아 이스라엘 아이슬란드 일본 캐냐 키르기즈 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 폴란드 포르투칼 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 슬로베니아 슬로바키아 시에라리온 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 우즈베키스탄 베트남 유고슬라비아 짐바브웨						

(30) 우선권주장 8/905,254 1997년08월01일 미국(US)

(71) 출원인 듀라셀 인코포레이팅 도날 비이 토빈

(72) 발명자 미국 커네티컷주 06801 베델시 버어크셔어 인더스트리얼 파아크 듀르콧리차드에드워드

미국매사츄세츠020320이스트월풀월콧애비뉴74

린리푼

미국매사츄세츠01773링컨서니사이드애비뉴11

해리스피터바야드

미국매사츄세츠01775스토우로웰드라이브89

(74) 대리인 차윤근

심사첨구 : 없음**(54) 아연-기제 전극 입자 형태****요약**

유체 매질에 혼탁된 아연-기제 입자를 포함하는 음극(20)을 지닌 1차 전기화학 전지(10)에 관해 기재된다. 아연-기제 입자는 최소 약 1 중량%의 파인(-200 메쉬 크기의 입자) 또는 분진(-325 메쉬 크기의 입자)을 포함한다. 아연-기제 입자는 비교적 작은 평균 입자 크기를 가질 수 있다. 아연-기제 입자는 예를 들면, 인듐 및/또는 비스무스로 합금되고 구형, 바늘형 또는 플레이크 형상일 수 있다. 음극(20)은 낮은 아연 로딩에서 낮은 비저항을 가질 수 있고, 전지(10)는 우수한 기계적 안정성 및 전체 성능을 나타낼 수 있다.

대표도**도1**

색인어

아연-기제 전극 입자 형태

명세서

기술분야

본 발명은 전기화학 전지, 특히 알칼라인 배터리와 같이, 아연-기제 입자를 포함하는 (-) 전극을 지닌 전지에 있어 개선점에 관한 것이다.

배경기술

전기화학 전지(즉, 갈바니 전지 또는 배터리)는 하기의 기본 구성요소를 가진다: (-) 전극(종종 음극으로 불림), (+) 전극(종종 양극으로 불림), 및 외부 로드를 통해 연결될 때 두 전극 사이에 하전된 이온을 수송하는 통로를 제공하는 이온-전도성 용액(종종 전해질로 불림).

몇몇 알칼라인 전지는 아연을 활성 요소로 하는 음극과, 망간 디옥사이드(MnO_2)를 활성 요소로 하는 양극을 가진다. 음극은 고체가 아니어야 하고; 실제로, 기존 알칼라인 전지는 겔화된 아연 음극 혼합물을 가진다. 이 혼합물은 겔화제, 칼륨 하이드록사이드(KOH)와 같은 알칼라인 전해질, 및 인듐 또는 비스무스(수소 가스가 전지 내부에 생기는 바람직하지 않은 성향을 줄이는 가스발생 저해제)와 같은 소량의 기타 첨가제를 함유한 농후화된 액체 또는 겔에 혼탁된 개개 아연-기제 입자를 함유한다. 아연-기제 입자는 특정 크기 범위로 구분되는데, 이는 보통, 입자가 통과하는 표준 메쉬 크기로 표시된다. 전형적으로, 평균 음극 입자 크기는 약 -50/+200 메쉬 범위이며, 이는 50 메쉬 스크린은 통과하지만 200 메쉬 스크린은 통과하지 못하는 입자를 나타낸다(스크린 호수가 클수록, 스크린의 틈 크기는 작다).

음극에 사용된 일반 겔화제는 카복시메틸셀룰로스, 폴리아크릴산(예, Ohio, Brecksville에 소재하는 B.F.Goodrich의 Carbopol 940TM), 또는 Italy, Bergamo에 소재하는 3V의 POLYGEL-4PTM), 나트륨 폴리아크릴레이트(예, England, Yorkshire에 소재하는 Allied Colloids의 CL-15TM), 및 염을 포함하고, 비제한적인 가스발생 저해제의 예는 인듐, 비스무스, 주석 및 납과 같은 무기 첨가제 및, 포스페이트 에스테르 및 음이온과 비이온 계면활성제와 같은 유기 저해제를 포함한다. 다양한 음극 혼합물의 예를 위해 U.S. 특허 5,283,139, 5,168,018, 4,939,048, 4,500,614, 3,963,520, 4,963,447, 4,455,358 및 4,195,120 참조.

겔 음극은 전형적으로 음극과 양극 사이의 전기 전도성을 방해하지만 이온은 통과시키는, 부직포 또는 종이의 박층과 같은 격리판에 의해 양극으로부터 분리된다.

알칼라인 Zn/MnO_2 전지는 30년에 걸쳐 공업적으로 이용되어 왔으며, 이 기간 동안 성능 특성은 국제 표준(예, AAAA, AAA, AA, C, D 원통형 및 9 볼트 프리즘 크기)에 의해 강제된 용량 한도내에서 '가장 오래가는' 배터리(즉, 암페어-시간으로 측정되는 최대 총 전기용량을 지닌 배터리)를 제공하는 시도를 함께 있어 당업계에 의해 점진적으로 최적화되어왔다. 내부에 활성 물질이 패킹되는 이러한 표준 전지의 용적은 다소 일정하다. 정해진 전지 크기(전지에서 활성 요소의 총량에 대한 함수임)에서 유효한 에너지 양은 내부 전지 용적 및 사용된 활성 요소의 실제 밀도로 규정된 이론적 상한선을 가진다.

'가장 오래가는' 배터리를 제조하고자 시도하는 것 이외에, 배터리 제조자는 또한 배터리 전압이 최소값 이하로 떨어짐이 없이 정해진 로드하에 배터리에서 발생될 수 있는 전류의 최대 순간 속도를 증가시키고자 한다. 이러한 '최대 방전 속도'의 가능 출력을 증가시키기 위한 동기 부여로는 작은 패키지에서 높은 전류를 필요로 하는 휴대폰과 같은 전자 제품의 개발을 포함한다. 이들 신규 장치 중 몇몇은 배터리의 전압 수준을 자동적으로 시험하고, 따라서 감지된 전압이 높은 전류 드로잉 기간 동안 과도하게 떨어진다면, 전체 전기용량이 남아있는 배터리의 때이른 처분을 야기할 수 있다.

높은 전류가 배터리에서 드로잉되면, 배터리 전압은 아연-기제 입자 표면 '패시베이션' 또는 전지의 화학 반응을 지속하기에 충분한 하이드록사이드 이온의 국지화된 결핍을 표시할 수 있는 음극 분극으로 인해 떨어질 수 있다. 특정 양의 다공성은 전해질에서 생긴 OH 이온의 자유 공급 및 전해질중으로 $Zn(OH)_4^-$, $Zn(OH)_2$ 또는 ZnO 반응 산물의 자유 배치에 필수적인 것으로 여겨진다. 아연-기제 입자가 너무 조밀하게 모여있거나, 이들의 표면이 반응 산물의 축적으로 인해 접근이 불가능하다면, 반응은 전류 드로울을 유지할 수 없다. 음극에 조밀하게 패킹된 아연-기제 입자를 지닌 배터리는 낮은 연속 전류를 공급하면서 만족스럽게 매우 안정한 전압 수준에서 수행할 수 있지만, 아연 밀집(종종 '초우킹' 또는 '고갈된 전해질'로 언급됨)으로 인해 높은 전류가 드로잉되면 매우 낮은, 만족스럽지 못한 전압으로 떨어진다.

또한, 너무 적은 전해질은 전지의 전체 화학 반응을 기아 상태로 만들거나 전해질에서 나온 물이 방전동안 연속적으로 소비될 때, 배터리를 마르게 할 수 있다. 전지내 전체 반응은 $Zn + 2MnO_2 + H_2O \rightarrow ZnO + 2MnOH$ 이다. 따라서, '장수명'을 위한 전체 전기용량을 증가시키기 위해 유효한 음극 내부로 가능한 많은 양의 아연-기제 물질을 패킹시키는 쪽으로 진행되는 것과의 경쟁은 높은 방전율 동안 '초우킹'을 피하기 위해 충분한 양의 전해질을 제공할 필요가 있다.

본 발명은 알칼라인 전기화학 전지의 음극의 아연-기제 입자중 매우 작은 아연-기제 입자(즉, 파인(fine) 또는 분진)의 포함이 우수한 전지 성능 특성을 제공할 수 있다는 발견에 기초하는데, 특히 이러한 특성은 높은 방전율의 성능과 관련된다.

본원에서 사용된, '파인'은 공칭 체분 작업(즉, 체를 손으로 훈들어)에서 표준 200 메쉬 스크린을 통과

하기에 충분히 작은 입자이다. '분진'은 공칭 체분 작업에서 표준 325 메쉬 스크린을 통과하기에 충분히 작은 입자로 구성된다.

아연-기제 입자는 예를 들면, 아연 또는 아연 합금으로 형성될 수 있다. 아연-기제 입자를 형성하기 위해 아연과 합금될 수 있는 물질은 인듐 및/또는 비스무스와 같은 가스발생 저해제를 포함한다. 일반적으로, 아연 합금으로 형성된 아연-기제 입자는 대부분 아연일 것이다. 아연-기제 입자는 스피닝 또는 공기 불로잉될 수 있다.

아연-기제 입자는 인듐 및/또는 비스무스와 같은 도금 물질을 포함할 수 있다.

본원에서 사용된 '아연-기제 입자'는 아연-기제 물질의 1 이상의 입자의 응집이라기보다 아연-기제 물질의 단독 또는 1차 입자를 말한다. 음극은 아연-기제 물질의 1차 입자 및/또는 아연-기제 물질의 1차 입자의 응집체를 함유할 수 있다.

본 발명의 일면에 따르면, 전기화학 전지용 (-) 전극은 유체 매질에 혼탁된 아연-기제 입자를 함유하고, 아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%는 -200 메쉬 크기 이하이다. 이보다 높은 중량%(예, 6%, 10%, 25%, 50%, 80%, 90% 또는 100%)의 아연-기제 파인이 바람직할 수도 있다.

몇몇 양태에서, 아연-기제 입자는 약 20 내지 200 메쉬 크기 이상인 입자도 최소 약 25 중량%(예, 최소 약 50%, 75%, 90% 또는 99%) 포함한다.

특정 양태에서, 아연-기제 입자의 상당 퍼센티지(예, 10, 45, 80, 90 또는 100 중량%)가 (상술된 -325 메쉬 크기 이하의) 분진인 것이 바람직하다. 그러나, 기타 양태에서, 아연-기제 입자의 10 중량% 이하는 -325 메쉬 크기 이하(예, 약 1 중량% 내지 약 10 중량%, 예를 들면 약 6 중량%)일 수 있다.

(-) 전극은 계면활성제를 포함할 수 있다. 유체 매질은 바람직하게는 전해질과 농후제 모두를 포함한다.

아연-기제 입자는 형상이 구형이거나 비구형일 수 있다. 비구형 입자는 (단축을 낸 길이의 최소 두배인 장축을 낸 길이를 지닌)바늘 형상 또는 (이들의 최대 직선 길이의 단지 약 20%의 두께를 지닌)플레이크 형상일 수 있다.

또 다른 측면에 따르면, 전기화학 전지용 (-) 전극 혼합물은 유체 매질에 혼탁된 아연-기제 입자를 함유하고 아연-기제 입자는 전극 혼합물의 약 68 중량% 이하(예, 약 64%, 60%, 55% 또는 심지어 45% 이하)를 구성한다. 아연-기제 입자는 약 0.2 ohm-cm 이하의 전극 비저항을 제공하기 위해 약 -200 메쉬 크기 이하의 입자를 충분한 정도 포함한다. 바람직하게는, 아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%는 -200 메쉬 크기(좀더 바람직하게는, -325 메쉬 크기) 이하이다.

또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 양극, 유체 매질에 혼탁된 아연-기제 입자의 최소 1 중량%가 -200 메쉬 크기 이하인 아연-기제 입자를 지닌 음극, 및 양극과 음극 사이의 격리판을 지닌 1차 전기화학 전지를 특징으로 한다.

전기화학 전지의 음극은 앞서 언급된 아연-기제 입자 크기와 같은 기타 특성을 포함할 수 있다.

추가 측면에 따르면, 전기화학 전지용 (-) 전극 슬러리는 전해질을 포함한 유체 매질에 혼탁된 아연-기제 입자를 함유한다. 슬러리는 약 0.2 ohm-cm 이하의 비저항을 가지고 아연-기제 입자는 약 68 중량% 이하의 슬러리를 포함한다. 슬러리는 약 64 중량%, 60 중량%, 55 중량% 또는 심지어 45 중량% 이하의 아연-기제 입자를 함유할 수 있다.

본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전류 생성방법은 전해질을 함유한 유체 매질에 혼탁된 아연-기제 입자의 표면상에 이온을 축적시키는 단계를 포함하며, 이때 아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%는 -200 메쉬 크기 이하이다.

일 측면에서, 본 발명은 유체 매질과, 유체 매질에 함유된 아연-기제 입자를 포함하는 조성물이 특징적이다. 아연-기제 입자는 약 175 마이크론 이하의 평균 입자 크기를 가진다.

또 다른 측면에서, 본 발명은 음극, 양극 및 음극과 양극 사이에 놓인 격리판을 포함하는 배터리가 특징적이다. 음극은 유체 매질과, 유체 매질에 함유된 아연-기제 입자를 포함한다. 아연-기제 입자는 약 175 마이크론 이하의 평균 입자 크기를 가진다.

추가 측면에서, 본 발명은 음극, 양극 및 음극과 양극 사이에 놓인 격리판을 포함하는 배터리가 특징적이다. 음극은 아연-기제 입자 형태의 활성 물질을 포함한다. 모든 아연-기제 입자는 -200 메쉬 크기 이하이다.

본 발명에 따라 제작된 전지는 기계적 쇼크에 대해 높은 인성을 나타낸다. 이들은 또한 고 드레인 율에서 높은 런닝 전압, 로드하에 낮은 내부 임피던스, 및 각종 필스율의 방전 로드하에 우수한 전체 성능을 나타낸다.

또한, 고 비율의 아연-기제 파인 또는 분진은 실제 드레인에서 전체 전기 용량을 유지하면서 아연 로딩의 감소와 일반적으로 연관된 기계적 안정성의 특징적인 손실없이 아연의 종량을 감소(즉, 전지는 보다 낮은 아연 '로딩'을 가질 수 있음)시킬 수 있다. 이는 부분적으로는, 아연 사용량의 높은 효율과 우수한 입자 대 입자의 접속성에 의한 것으로 여겨진다.

정해진 성능 수준을 달성하는데 필요한 총 아연 로딩을 감소시킴으로써, 음극 초우킹의 위험을 감소시킬 수 있는 물과 알칼리 전해질이 첨가될 수 있다.

몇몇 양태에서, 음극은 비교적 낮은 비저항을 가지는 것이 바람직하다. 이들 양태에서, 음극은 약 0.2 ohm-cm 이하의 비저항을 가질 수 있다.

기타 이점 및 특성은 하기의 상세한 설명과 청구항에서 분명해질 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 알칼라인 전지의 단면도이다.

도 2는 아연-기제 입자 크기 분포를 도시한다.

도 3은 바늘형 입자를 도시한다.

도 4는 플레이크형 입자를 도시한다.

도 5는 상이한 아연-기제 입자 크기 분포를 이용하여 음극 비저항에 대한 음극 고체 로딩의 효과를 도시한다.

도 6a와 6b는 실시예 1의 전지의 펄스 임피던스 시험 동안 취해진 배터리 전압 자취를 도시한다.

발명의 상세한 설명

도 10에서, 원통형 전지(10)는 제자리에 크림핑된 시일 부재(14)에 의해 개방 말단에서 폐쇄된 케이싱(12)을 가진다. 양극(16)은 케이싱의 내부 표면과 전기 접촉하는 외부 표면을 지닌 환상 구조이며, 이는 전지의 (+) 외부 말단으로 작용한다. 양극(16)은 도시된 다수의 양극 펠릿(16a)을 스태킹시켜 형성된다. 각 양극 펠릿은 MnO₂, 전도제 및 전해질의 혼합물로 구성된다. 달리, 양극은 개개 펠릿의 스태킹없이, 밀접에 의해 케이싱에 직접 형성될 수 있다.

격리판(18)은 환상 양극(16)의 내부 표면을 라이닝하고 전자적으로 음극(20)으로부터 양극을 분리한다. 격리판(18)은 다수의 익히 알려진 격리판 물질, 예를 들면 셀룰로스 또는 레이온일 수 있다.

음극(20)은 입자 형태로, 알칼리 전해질과 겔화제의 혼합물에 혼탁된 원하는 양의 아연-기제 물질을 지닌 겔 형상을 한다. 상술한 바와같은 가스발생 저해제는 바람직하게는 음극 겔에 첨가되거나 아연-기제 입자상 코팅제일 수 있다. 일반적으로, 아연-기제 입자와 알칼리 전해질은 함께 음극의 약 96 중량%, 좀더 바람직하게는 약 98%를 이룬다.

음극 콜렉터(22)는 시일 부재(14)를 통과해 음극(20)으로 확장된다. 음극 콜렉터(22)의 상부 말단은 전기적으로 (-) 말단 캡(24)과 접촉하는데, 이는 전지의 (-) 외부 말단으로 작용한다. 조립시, 추가 액체 알칼리 전해질이 전지에 첨가되어 음극, 양극 및 격리판 전체에 분포된다.

음극(20)에서 아연-기제 입자는 1 중량% 내지 10 중량% 만큼 적은 파인을 포함할 수 있다. 달리, 음극(20)에서 아연-기제 입자는 최소 10 중량%, 바람직하게는 최소 50 중량%, 좀더 바람직하게는 최소 80 중량%를 포함할 수 있다. 몇몇 양태에서, 음극(20)에서 아연-기제 입자의 100 중량%가 파인일 수 있다. 하기에서 좀더 상세히 기재되듯이, 음극에 분진 형태의 아연-기제 입자가 상당 비율로 존재하는 경우에도, 고 성능이 관찰되었다.

아연-기제 입자의 평균 크기는 비교적 작을 수 있다. 바람직하게는, 아연-기제 입자는 약 175 마이크론이하, 좀더 바람직하게는 약 150 마이크론 이하, 가장 바람직하게는 약 120 마이크론 이하의 평균 크기를 가진다. 아연-기제 입자의 평균 입자 크기를 측정하는 방법이 하기에 기재되어있다.

원하는 입자 크기 분포는 다수의 공정에 의해 이루어질 수 있다. 예를 들어, 표준 메쉬 체는 원심성 분무화, 가스 분무화, 또는 기타 공기 방법에 의해 생성된 아연-기제 입자를 선별하는데 이용될 수 있다. 예를 들어, 체분 또는 공기 분류에 의해 일단 선별하면, 각종 크기 범위의 입자가 적당한 비율로 혼합되어 원하는 크기 분포를 만들 수 있다. 달리, 생성된 입자의 평균 크기는 대략 평균적인 입자 크기 분포와 함께 조절되어 파인과 분진을 상당 비율 지닌 통계적 분포를 이룰 수 있다. 일단 형성되면, 입자는 표준 공정에 의해 계면 활성제, 가스발생 저해제, 겔화제, 전해질 및 기타 첨가제와 혼합될 수 있다.

도 2는 음극(20)에서 시험된 아연-기제 입자의 분포 몇가지를 도시하고 있다. 분포는 하기에 기술된 입자 직경 측정 기술로 측정시 유효 입자 직경의 함수에 따라 도시되어있다. 메쉬 크기와 유효 입자 직경이 대략적으로 일치되기 때문에, 예를 들어 74 마이크론의 직경을 지닌 구형 입자는 200 메쉬 스크린을 통해 추출될 것이고 44 마이크론의 직경을 지닌 구형 입자는 325 메쉬 스크린을 통해 추출될 것임을 주목해야 한다. 이러한 대응은 기타 형상의 입자의 경우에는 정확도가 약하다. 분포(32)는 325 메쉬 스크린을 통해 추출(즉, 분진)되고, 약 57 마이크론의 유효 입자 직경에서 피크를 나타내는 원심 분무된 아연-기제 입자이다. 분포(34)는 가스 분무된 입자이다. 분포(36과 38)은 각각 -20/+200 및 -200 메쉬 크기의 원심 분무된 입자이다. 분포(40)는 분포(34)의 아연-기제 분진의 50 중량%와, 분포(36)의 입자의 50 중량%의 조합이다.

매우 작은 아연-기제 입자를 상당한 정도 포함함으로 인한 효과 중 하나는 음극에서 아연-기제 입자의 벌크 표면적(즉, 응집체 표면적)의 증가이다. 이는 입자 표면적과 용적간의 고유 상관관계로 인한 것으로; 즉, 유사한 형상의 입자의 경우, 입자 크기가 감소함에 따라 입자 표면적:용적비는 증가한다. 정해진 입자 매스의 경우 높은 벌크 표면적은 파인 형태의 아연-기제 입자를 지닌 배터리에 의해 입증된 약간의 고 성능의 가능한 설명으로 제공된다.

입자 표면적은 아연-기제 입자를 생성하거나 이의 차후 공정을 조절하여 플레이크 또는 바늘형 입자와 같이 확장된, 비구형 형상을 한 입자를 생성함으로써 추가로 늘어날 수 있다. 단축을 끈 길이 L₂의 최소 두배인 장축을 끈 길이 L₁을 지닌 바늘형상(예를 들면, 도 3에서 입자(42) 참조)이 적절한 것으로 여겨진다. 도 4에서 입자(44)와 같은 플레이크는 얇은 단면과 두개의 넓은, 대향측(예, 웨이퍼 또는 포테토칩)을 가진다. 바람직하게는, 이러한 플레이크형 입자는 매우 낮은 용적:표면적 비를 가지기위해, 폭이

넓은 축면사이에 입자의 최대 크기의 단지 약 20%의 평균 두께를 가진다.

고 비율의 아연-기제 분진 또는 파인의 음극을 지닌 배터리의 우수한 성능 특성을 가능케하는 메카니즘을 설명하는 그럴듯한 이론 중 하나는 입자 대 입자의 접속성이다. 이 이론은 관찰된 결과의 가능한 설명으로서만 제공되고 본 발명의 범위를 한정하지는 않는다. 실제로, 추가 파인은 특히 전기적 로드 및 낮은 아연 로딩하에 기계적 네트워크를 형성하는 것으로 여겨진다. 이 이론은 도 5에 도시된, 각종 아연 로딩하에 취해진 슬러리 비저항 측정값에 의해 지지된다. 이 도면에서, 직선은 -20/+200 매쉬 크기의 아연-기제 입자를 지닌 음극 혼합물이고 점선은 -200 매쉬 크기의 아연-기제 입자를 지닌 음극 혼합물이다. 큰 입자, 파인 및 분진사이의 개선된 접속성이 50% 이하의 로딩에서 보다 높은 전도성을 야기하는 것으로 여겨진다. 결과적으로, 낮은 음극 저항을 유지하면서 아연 활용도를 증가(즉, 아연 용적 사용 효율 증가)시키기 위해서는 보다 많은 전해질이 혼합물에 첨가될 수 있다. 상기 이론이 정확하다면, 접속성에서 이러한 개선은 높은 슬러리 점도, 및 고 비율의 파인과 분진을 지닌 음극의 기계적 쇼크(예, 하기에 기재된 템 로드 전압 안정성 및 드롭 전압 안정성)에 대한 우수한 인성도 설명할 수 있다.

연속 로드 시험

이 시험은 몇몇 장난감에서와 같이, 중간 전류 드로 적용시 일정한 방전을 시뮬레이팅한다. 일정한 로드(예, AAAA 배터리의 경우 30 ohm이고 AA 배터리의 경우 3.9 ohm)는 배터리 말단을 가로질러 적용되고 배터리는 로드를 통해 연속 방전된다. 로드 적용시부터 배터리 전압이 컷오프 전압으로 떨어질 때까지의 시간을 기록한다.

연속 로드 시험

이 시험에서 전력이 일정한 속도로(예, AAAA 배터리의 경우 0.25 와트 또는 AA 배터리의 경우 1 와트) 배터리에서 방출되며, 이때 로드는 배터리 전압의 변화를 고려하면서 자동 조절된다. 이 시험은 일반적으로 특히 배터리 전압이 컷오프값에 가까울 때 시험 마지막 무렵에, 연속 로드(즉, 저항) 시험보다 좀 더 힘든 시험으로 간주된다. 로드 적용시부터 배터리 전압이 컷오프 전압으로 떨어질 때까지의 시간을 기록한다.

펄스 임피던스 시험

이 시험은 일정한 로드가 빠르게 전지에 적용될 때 일어나는 전압의 최대 하락의 측정이고, 가스발생을 줄이기 위해 유기 부식 저해제를 사용함으로써 악화될 수 있는 전압과 전류간의 지체 표시이다. 단기간 임에도 불구하고, 전압의 순간 하락은 순간 배터리 전압 및, 낮은 전압이 관찰될 때 배터리를 교체해야 하는 신호를 모니터링하는 장치에서와 같이, 상당한 중요성을 가질 수 있다. 3.9 ohm의 로드가 빠른-작용 교체를 통해 전지에 적용되고, 전지 전압은 오실로스코프상에 모니터링된다. 로드는 400 밀리초동안 유지된다. 시험도중 최소 전압(로드 적용시 일어남)이 측정된다.

고 전류 펄스 시험

AA 배터리

이 시험은 카메라에서 배터리의 성능을 시뮬레이팅하기 위해 고안되었다. 조절된 1.1 amp 전류는 각 펄스 사이에 50초간 중단되는 각 10초의 일련의 펄스에서 AA 배터리로부터 간헐적으로 드로잉된다. 펄스 시리즈는 AA 배터리 전압이 예정된 컷오프 수준으로 떨어질 때까지 하루에 한시간 동안 계속되며, 이 시점의 총 펄스 횟수를 기록해 둔다. 이 시험은 승온에서의 저장이 높은 방전을 성능에 영향을 미치는 방법을 결정하기 위해 55°C에서 2주간 저장된 AA 전지상에서 수행된다.

AAAA 배터리

이 시험은 섬광의 성능을 시뮬레이팅하기 위해 고안되었다. 5.1 ohm의 저항이 일련의 펄스에서 AAAA 배터리에 간헐적으로 적용된다. 저항은 AAAA 배터리 전압이 예정된 컷오프 수준으로 떨어질 때까지 유효 수명에서 매일 8시간동안 시간당 4분간 적용되며, 이 시점의 총 유효 시간을 기록한다.

음극 AC 별크 비저항

이 시험은 음극이 전기 전도체로서 기능하는 방법을 측정한다. 약 1000 Hz에서 진동하는 작은 교류 전류를 제조된 음극 혼합물(전기화학 전지에 사용되는 아연-기제 입자, 겔화제, 전해질 및 첨가제의 적절한 비율을 지님)에 적용하고, 혼합물의 별크 비저항을 측정한다.

템 로드 전압 불안정성

이 시험은 물리적 범프 또는 쇼크동안 음극의 기계적 안정성의 측정이다. 이는 범프(예, 경질 표면에 태핑되는 경우)도중 로드하에 배터리의 전압이 하강하는 경우에 일반적이다. 이 시험은 이러한 원하지 않는 전압 하강 크기를 측정한다. 일정한 3.9 ohm 로드가 배터리에 적용되고, 배터리는 배터리 전압을 모니터링하면서, 매 60초 간격으로 자동 해머(약 50-60 파운드의 힘, 높은 감쇠를 이용하여 약 20-50 킬로미터/초/초/초의 유효 피크 가속화 유도)로 1회 스트라이킹된다. 일반적으로, 배터리가 약 25% 방전에 이르면, 전압 하강 정도는 최대치에 이르고, 배터리가 계속 방전함에 따라 감소된다. 최대 전압 하강의 심각도는 전지 성능의 정도로 사용된다.

입자 직경 측정

도 2의 데이터는 별크에서 건조 아연-기제 입자를 분석하여 나온 것이다. 분석되는 샘플 분말의 대표적인 양을 Sympatec에서 시판되고, 에어로졸을 형성하기위해 분말을 공기 스트림으로 분산시키는 RODOS-VIBRI™ 샘플 분산 유닛의 퓨넬에 옮긴다. 분말 형태의 아연-기제 입자의 에어로졸은 Sympatec에서 시판되는 HELOS™ 입자 크기 분석기를 통과하는데, 이는 스피닝 입자의 에어로졸을 통해 확산된 빛의 세기 및 분포를 측정한다. 제조자의 권고에 따르면, 상이한 크기 범위의 입자를 지닌 상이한 초점 길이의 각종

광학 렌즈가 사용된다.

주어진 아연-기제 입자 샘플의 경우, 평균 입자 크기는 하기의 방정식을 이용하여 계산된다:

$$\text{평균 입자 크기} = \frac{\sum d^4}{\sum d^3}$$

상기 식에서, d 는 정해진 아연-기제 입자의 직경을 나타낸다.

실시예

실시예 1

파인 형태를 한 아연-기제 입자의 효과를 시험하기 위해 하기의 두 조성물을 지닌 겔 음극을 이용하여 AA형의 원통형 알칼라인 배터리를 제조한다(실려진 조성 값은 중량%임).

조성물	1A	1B
아연 합금 입자	67.97	67.97
인듐 아세테이트(42% 인듐)	0.03	0.03
포스페이트 에스테르(6%농도)	0.06	0.06
폴리아크릴산	0.53	0.53
나트륨 폴리아크릴레이트	0.38	0.38
아세트산(2.5% 농도)	0.09	0.09
전해질 용액(2% ZnO, 35% KOH)	30.94	30.94
합계 :	100.00	100.00
	1A	1B
입자 체 크기	-20/+200	-200
평균 입자 크기	335 마이크론	86 마이크론

상기 조성물을 우선적으로 인듐 아세테이트 분말과 건조 아연 합금 입자를 혼합하여 제조한다. 다음, 아세트산과 포스페이트 에스테르를 적용한 다음, 폴리아크릴산과 나트륨 폴리아크릴레이트를 적용한다. 런프를 블렌딩하고 파쇄한 후, 전해질 용액을 첨가하고 혼합물을 균일해질 때까지 블렌딩한다. 두 1A 및 1B에서 아연 합금 입자는 150 ppm In 및 200 ppm Bi를 포함하다.

하기 각 시험에서, 4가지 개개 배터리를 시험한다.

실시예 1의 시험 결과: 1A 1B

연속 3.9 ohm 로드 시험

1.0 볼트에 대한 시간	1.51	1.57
0.9 볼트에 대한 시간	1.70	1.86
0.8 볼트에 대한 시간	1.73	2.01

1와트 연속 로드 시험

1.0 볼트에 대한 시간	0.58	0.51
0.9 볼트에 대한 시간	0.74	0.66
0.8 볼트에 대한 시간	0.84	0.77

고 전류 펄스 시험

1.0 볼트에 대한 펄스	174	221
0.9 볼트에 대한 펄스	233	337
0.8 볼트에 대한 펄스	306	421

펄스 임피던스 시험 도 6a 도 6b

실제 전압 자취

펄스 임피던스 시험에서 빌드 1a(도 6a)의 피크 전압 하강(50)은 빌드 1b(도 6b)의 전압 하강(52)보다 좀더 뚜렷함을 주목하라.

실시예 2

하기의 두 조성물을 지닌 겔 음극을 이용하여 AA형의 원통형 알칼라인 배터리를 제조한다(실려진 조성

값은 중량%임).

조성물	2A	2B	2C
아연 합금 입자	69.80 ¹	69.80 ²	69.80 ³
인듐 아세테이트(42% 인듐)	0.04	0.04	0.04
포스페이트 에스테르(6% 농도)	0.06	0.06	0.06
폴리아크릴산(Carbopol 940)	0.51	0.45	0.45
아세트산(2.5% 농도)	1.12	1.12	1.12
전해질 용액(2% ZnO, 35% KOH)	28.47	28.53	28.53
합계 :	100.00	100.00	100.00

¹ 합금은 150 ppm In, 200 ppm Bi를 포함하고; 입자는 -20/+200 μm 크기(354 마이크론의 평균 입자 크기; 도 2에서 분포(36))로 체분된다.

² 합금은 150 ppm In, 200 ppm Bi를 포함하고; 입자는 -325 μm 크기(57 마이크론의 평균 입자 크기; 도 2에서 분포(32))로 체분된다.

³ 빌드 2a에서와 같은 입자와, 500 ppm In 및 500 ppm Bi로 합금된 가스 분무된 아연 입자의 대등 혼합물(중량부). 가스 분무된 입자는 약 41 마이크론(도 2에서 분포(34))의 평균 입자 크기를 가진다. 입자 혼합물은 분포(40)에 대응된다. 혼합물의 평균 입자 크기는 184 마이크론이다.

하기의 각 시험의 경우, 각 조성물의 최소 4가지 개개 배터리를 시험한다. 개개 배터리의 결과를 평균 한다.

실시예 2 시험 결과

1.0V에 대한 고 전류 펄스 시험

제조시 펄스	226	293	299
저장 후 펄스	217	278	244
탭 로드 전압 불안정성	374	112	71

(최대 전압 하강, mV)

실시예 3

파인 형태의 아연-기체 입자의 효과를 시험하기 위해 하기 두 조성물을 지닌 겔 음극을 이용하여 AA형의 원통형 알칼라인 배터리를 제조한다(실려진 조성 값은 중량%임).

조성물	3A	3B
아연 합금 입자	70.00	70.00
인듐 아세테이트(42% 인듐)	0.03	0.03
포스페이트 에스테르(6% 농도)	0.06	0.06
폴리아크릴산(Carbopol 940)	0.51	0.48
아세트산(2% 농도)	0.11	0.11
전해질 용액(2% ZnO, 35% KOH)	29.29	29.32
합계 :	100.00	100.00
	3A	3B

평균 입자 크기 298 마이크론 112 마이크론

상기 조성물을 우선적으로 인듐 아세테이트 분말과 건조 아연 합금 입자를 혼합하여 제조한다. 전해질 용액을 폴리아크릴산과 혼합하여 겔을 형성한다. 럼프를 블렌딩하고 파쇄한 후, 겔을 인듐 아세테이트/아연 합금 조합물에 첨가하고 생성된 혼합물을 균일해질 때까지 블렌딩한다.

3A에서 아연 합금은 150 ppm In 및 200 ppm Bi를 포함하다.

3B는 크기 -200 μm 이하의 가스 분무된 아연 합금 입자(500 ppm In 및 500 ppm Bi) 6 중량%와, 150 내지 200 μm 크기의 가스 분무된 아연 합금 입자(300 ppm In 및 300 ppm Bi) 94 중량%의 혼합물이다.

하기 각 시험에서, 4가지 개개 배터리를 시험한다.

실시예 3의 시험 결과:

연속 3.9 ohm 로드 시험	3A	3B
1.0 볼트에 대한 시간	4.86	4.98

0.8 볼트에 대한 시간	5.36	5.68
1와트 연속 로드 시험		
1.0 볼트에 대한 시간	0.75	0.79
0.8 볼트에 대한 시간	1.03	1.063
고 전류 펄스 시험		
1.0 볼트에 대한 펄스	188.8	235
0.8 볼트에 대한 펄스	455	458

실시예 4

파인 형태를 한 아연-기제 입자의 효과를 시험하기 위해 하기의 두 조성물을 지닌 켈 음극을 이용하여 AAAA형의 원통형 알칼라인 배터리를 제조한다(실려진 조성 값은 중량%임).

조성물	4A	4B
아연 합금 입자	70.00	70.00
인듐 아세테이트(42% 인듐)	0.04	0.04
포스페이트 에스테르(6%농도)	0.06	0.06
폴리아크릴산	0.51	0.51
전해질 용액(2% ZnO, 35% KOH)	29.39	29.39
합계:	100.00	100.00
	4A	4B
입자 체 크기	-20/+200	-200
평균 입자 크기	335 마이크론	86 마이크론

상기 조성물을 우선적으로 인듐 아세테이트 분말과 건조 아연 합금 입자를 혼합하여 제조한다. 다음, 포스페이트 에스테르를 적용한 다음, 폴리아크릴산을 적용한다. 런프를 블렌딩하고 파쇄한 후, 전해질 용액을 첨가하고 혼합물을 균일해질 때까지 블렌딩한다. 두 4A 및 4B에서 아연 합금 입자는 150 ppm In 및 200 ppm Bi를 포함하다.

하기 각 시험에서, 4가지 개개 배터리를 시험한다.

실시예 4의 시험 결과:	4A	4B
연속 30 ohm 로드 시험		
1.0 볼트에 대한 시간	11.9	11.9
0.9 볼트에 대한 시간	12.7	12.7
0.8 볼트에 대한 시간	13.7	13.8
0.25와트 연속 로드 시험		
1.0 볼트에 대한 시간	0.72	0.85
0.9 볼트에 대한 시간	0.78	0.89
0.8 볼트에 대한 시간	0.79	0.90
고 전류 펄스 시험(시간)		
1.0 볼트에 대한 펄스	0.97	1.43
0.9 볼트에 대한 펄스	1.66	1.90

파인 및 분진과 같이 매우 작은 아연-기제 입자는 보다 큰 입자보다 산소가 풍부한 환경에서 좀더 불안정한 경향이 있어 충분한 주의를 기울여 가며 프로세싱해야한다. 분말과 파인의 물리적인 벌크 취급 사항과 함께, 이러한 사항은 음극 생성동안 절대적인 최소 실제 입자 크기를 결정할 경우에 고려될 필요가 있다.

기타 양태도 하기 청구항의 범위내이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

유체 매질에 혼탁된 아연-기제 입자를 포함하고, 아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%가 -200 미리 크기 이하인 전기화학 전지용 (-) 전극.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 6 중량%가 -200 메쉬 크기 이하인 (-) 전극.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 10 중량%가 -200 메쉬 크기 이하인 (-) 전극.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 25 중량%가 -200 메쉬 크기 이하인 (-) 전극.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%가 -325 메쉬 크기 이하인 (-) 전극.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 6 중량%가 -325 메쉬 크기 이하인 (-) 전극.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 10 중량%가 -325 메쉬 크기 이하인 (-) 전극.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 계면 활성제를 추가로 포함하는 (-) 전극.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 유체 매질이 전해질과 농후제를 포함하는 (-) 전극.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 아연-기제 입자가 인듐과 비스무스로 구성된 그룹으로부터의 도금 물질을 포함하는 (-) 전극.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 25 중량%가 약 20 내지 200 메쉬 크기인 (-) 전극.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 50 중량%가 약 20 내지 200 메쉬 크기인 (-) 전극.

청구항 13

제 1 항에 있어서, 아연 합금 입자가 일반적으로 단축을 낸 길이의 최소 두배인 장축을 낸 길이를 지닌 바늘형상을 한 (-) 전극.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 아연 합금 입자가 일반적으로 플레이크이고, 각 플레이크가 일반적으로 입자의 최대 직선 길이의 단지 약 20%의 두께를 지닌 (-) 전극.

청구항 15

유체 매질에 혼탁된 아연-기제 입자를 포함하고, 아연-기제 입자가 약 68 중량% 이하의 전극 혼합물을 포함하며; 아연-기제 입자가 약 $0.2 \text{ ohm}\cdot\text{cm}$ 이하의 전극 비저항을 제공하기 위해 충분한 정도의 약 -200 메쉬 크기 이하인 입자를 포함하는, 전기화학 전지용 (-) 전극 혼합물.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 64 중량% 이하의 전극 혼합물을 포함하는 (-) 전극 혼합물.

청구항 17

제 15 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%가 -200 메쉬 크기 이하인 (-) 전극 혼합물.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%가 -325 메쉬 크기 이하인 (-) 전극 혼합물.

청구항 19

제 15 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 25 중량%가 약 20 내지 200 메쉬 크기인 (-) 전극 혼합물.

청구항 20

양극,

유체 매질에 혼탁된 아연-기제 입자(아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%는 -200 메쉬 크기 이하임)를 포함하는 음극, 및

양극과 음극 사이의 격리판을 지닌 1차 전기화학 전지.

청구항 21

제 20 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 6 중량%가 -200 메쉬 크기 이하인 1차 전기화학 전지.

청구항 22

제 21 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 10 중량%가 -200 메쉬 크기 이하인 1차 전기화학 전지.

청구항 23

제 22 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 25 중량%가 -200 메쉬 크기 이하인 1차 전기화학 전지.

청구항 24

제 20 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%가 -325 메쉬 크기 이하인 1차 전기화학 전지.

청구항 25

제 24 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 6 중량%가 -325 메쉬 크기 이하인 1차 전기화학 전지.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 10 중량%가 -325 메쉬 크기 이하인 1차 전기화학 전지.

청구항 27

전해질을 포함한 유체 매질에 혼탁된 아연-기제 입자를 포함하는 전기화학 전지용 (-) 전극 슬러리에 있어서, 슬러리가 약 0.2 ohm-cm 이하의 비저항을 가지고 아연-기제 입자가 약 68 중량% 이하의 슬러리를 포함하는 (-) 전극 슬러리.

청구항 28

전해질을 함유한 유체 매질에 혼탁된 아연-기제 입자의 표면상에 이온을 촉적시키는 단계를 포함하는 전류 생성방법에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%가 -200 메쉬 크기 이하인 방법.

청구항 29

유체 매질; 및

유체 매질에 함유된 약 175 마이크론 이하의 평균 입자 크기를 지닌 아연-기제 입자를 포함하는 조성물.

청구항 30

제 29 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 150 마이크론 이하의 평균 입자 크기를 지닌 조성물.

청구항 31

제 29 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 120 마이크론 이하의 평균 입자 크기를 지닌 조성물.

청구항 32

제 29 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 일부가 구형 입자인 조성물.

청구항 33

제 29 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 일부가 비구형 입자인 조성물.

청구항 34

제 29 항에 있어서, 조성물이 음극인 조성물.

청구항 35

제 29 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%가 약 175 마이크론 이하의 입자 크기를 지닌 조성물.

청구항 36

제 29 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 6 중량%가 약 175 마이크론 이하의 입자 크기를 지닌 조성물.

청구항 37

제 29 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 10 중량%가 약 175 마이크론 이하의 입자 크기를 지닌 조성물.

청구항 38

제 29 항에 있어서, 아연-기제 입자 크기의 최소 약 25 중량%가 약 175 마이크론 이하의 입자 크기를 지닌 조성물.

청구항 39

제 29 항에 있어서, 아연-기제 입자가 유체 매질에 혼탁되는 조성물.

청구항 40

제 29 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 68 중량% 이하의 조성물을 포함하고, 조성물이 약 0.2 ohm-cm 이하의 비저항을 가지는 조성물.

청구항 41

제 29 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 64 중량% 이하의 조성물을 포함하고, 조성물이 약 0.2 ohm-cm 이하의 비저항을 지닌 조성물.

청구항 42

유체 매질; 및 유체 매질에 함유된 약 175 마이크론 이하의 평균 입자 크기를 지닌 아연-기제 입자를 포함하는 음극;

양극; 및

음극과 양극 사이에 놓인 격리판을 포함하는 배터리.

청구항 43

제 42 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 150 마이크론 이하의 평균 입자 크기를 지닌 배터리.

청구항 44

제 42 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 120 마이크론 이하의 평균 입자 크기를 지닌 배터리.

청구항 45

제 44 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 일부가 비구형 입자인 배터리.

청구항 46

제 42 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 일부가 구형 입자인 배터리.

청구항 47

제 42 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 일부가 비구형 입자인 배터리.

청구항 48

제 42 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 1 중량%가 약 175 마이크론 이하의 입자 크기를 지닌 배터리.

청구항 49

제 42 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 6 중량%가 약 175 마이크론 이하의 입자 크기를 지닌 배터리.

청구항 50

제 42 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 10 중량%가 약 175 마이크론 이하의 입자 크기를 지닌 배터리.

청구항 51

제 42 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 약 25 중량%가 약 175 마이크론 이하의 입자 크기를 지닌 배터리.

청구항 52

제 42 항에 있어서, 아연-기제 입자가 유체 매질에 혼탁된 배터리.

청구항 53

제 42 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 68 중량% 이하의 음극을 포함하고, 조성물이 약 0.2 ohm-cm의 비저항을 가지는 배터리.

청구항 54

제 42 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 64 중량% 이하의 음극을 포함하고, 조성물이 약 0.2 ohm-cm 이하의 비저항을 지닌 배터리.

청구항 55

제 42 항에 있어서, 배터리가 알칼라인 배터리인 배터리.

청구항 56

아연-기제 입자(모든 아연-기제 입자는 -200 메쉬 크기 이하임) 형태를 한 활성 물질을 포함하는 음극; 양극; 및

음극과 양극 사이에 놓인 격리판을 포함하는 배터리.

청구항 57

제 56 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 175 마이크론 이하의 평균 입자 크기를 지닌 배터리.

청구항 58

제 56 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 150 마이크론 이하의 평균 입자 크기를 지닌 배터리.

청구항 59

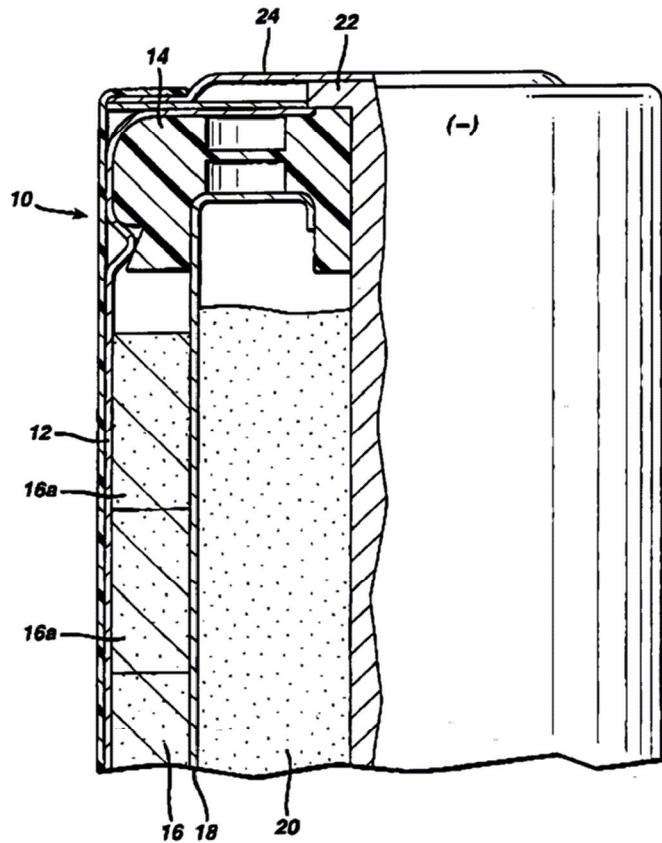
제 56 항에 있어서, 아연-기제 입자가 약 120 마이크론 이하의 평균 입자 크기를 지닌 배터리.

청구항 60

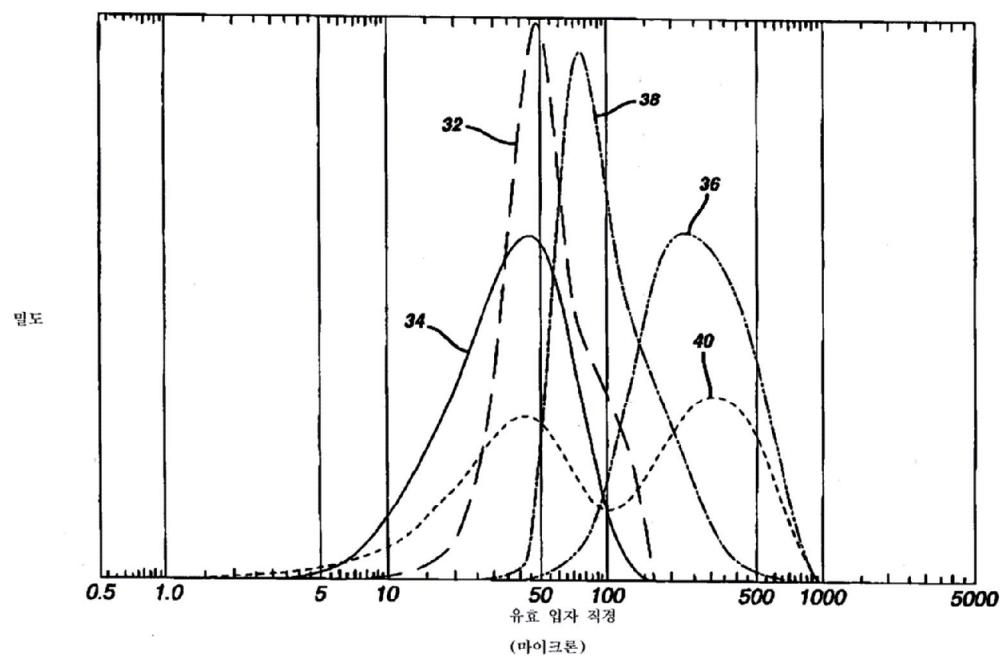
제 56 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 일부가 비구형 입자인 배터리.

청구항 61

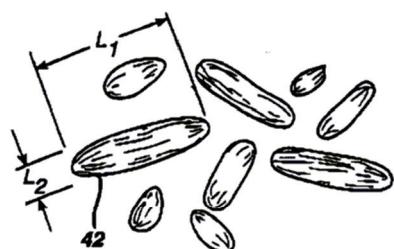
제 56 항에 있어서, 아연-기제 입자의 최소 일부가 구형 입자인 배터리.

도면**도면1**

도면2



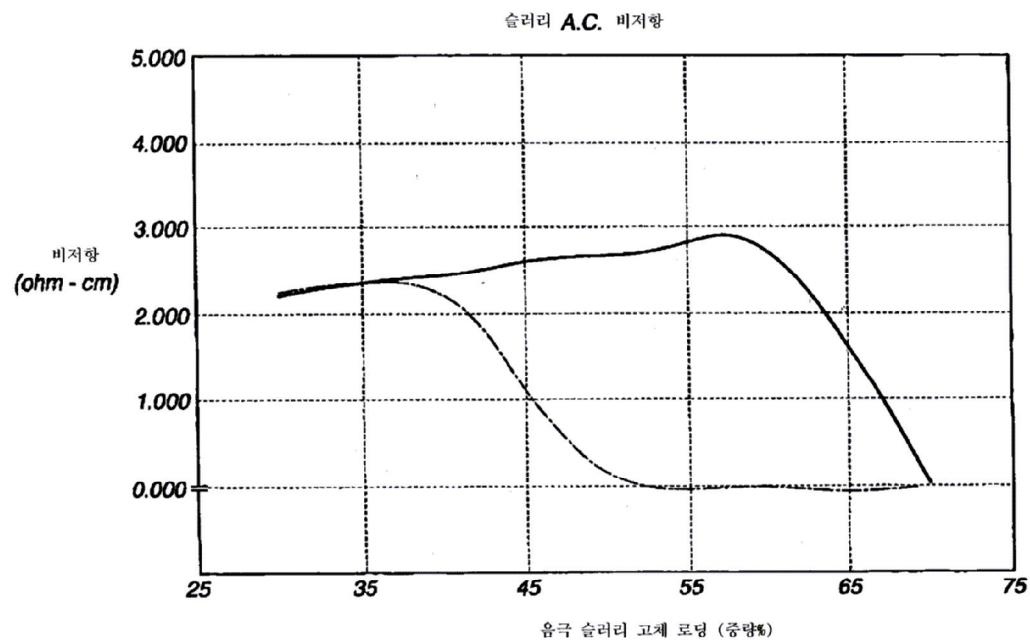
도면3



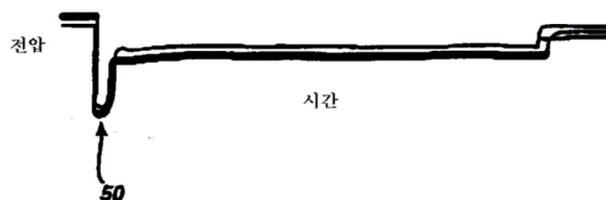
도면4



도면5



도면6a



도면6b

