



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년05월02일
(11) 등록번호 10-1141010
(24) 등록일자 2012년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/28 (2006.01) H01M 4/24 (2006.01)
H01M 2/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-7009176
(22) 출원일자(국제) 2004년11월03일
심사청구일자 2009년10월29일
(85) 번역문제출일자 2006년05월11일
(65) 공개번호 10-2006-0122845
(43) 공개일자 2006년11월30일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/036476
(87) 국제공개번호 WO 2005/050761
국제공개일자 2005년06월02일
(30) 우선권주장
10/713,833 2003년11월14일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US6022639 A
US6482543 A
전체 청구항 수 : 총 12 항

(73) 특허권자
에버레디 배터리 컴파니, 인크.
미국 미주리주 (우편번호 63141) 세인트 루이스
메리빌 유니버시티 드라이브 533
(72) 발명자
무어 윌리엄 제임스
미국 오하이오주 44107 레이크우드 라치몬트 애비
뉴 1465
우 지안준
미국 오하이오주 44138 움스테드 타운쉽 글렌사이
드 레인 27058
(74) 대리인
신정건

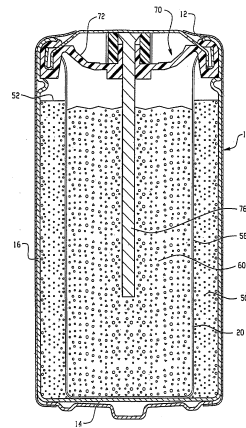
심사관 : 조준배

(54) 발명의 명칭 전기 화학적 알카라인 전지

(57) 요약

하이 드레인 레이트 및 로우 드레인 레이트 모두에서 최적의 작동 시간을 제공할 수 있는 알카라인 전기 화학적 전지가 개시되어 있다. 하나의 실시예에서, 전지의 겔화된 애노드는 특정 물리적 특성을 갖는 제한된 양의 아연 분말을 포함하며, 그러한 특성은 폭넓은 전기 방전 조건에 걸쳐 효율적으로 방전할 수 있게 한다. 애노드는 또한 아연 방전 효율을 개선하도록 선택된 전해질을 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

- a) 공동을 내부에 형성하는 제1 전극(50)을 수용하는 용기(10)와,
 b) 상기 공동에 라이닝되어 상기 제1 전극(50)에 접하는 세퍼레이터(20)와,
 c) 상기 세퍼레이터가 라이닝된 공동 내에 배치되고, 기지의 체적을 가지면서 50ppm 미만의 수은을 갖는 제2 전극(60)으로서, 2.80g/cc보다 크고 3.65g/cc보다 작은 탭 밀도(tap density)를 갖는 아연 분말을 포함하며, 이 아연 분말은 제2 전극의 체적의 28.0 체적% 미만을 차지하고, 입자상 아연은 400cm³/g보다 큰 BET 비표면적, 적어도 14%의 KOH 흡수도, 및 130미크론 미만의 D₅₀을 갖는 것인 제2 전극(60)과,
 d) 상기 용기(10) 내에 배치되어 상기 전극(50, 60)들 및 상기 세퍼레이터(20)와 접촉하는 소정량의 알칼리 전해질을 포함하는 전기 화학적 전지.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 아연의 체적은 제2 전극 체적의 27.0 체적% 이하인 것인 전기 화학적 전지.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제2 전극(60)은 겔화제를 포함하며, 이 겔화제는 흡수된 소정량의 수성 알칼리 용액을 포함하며, 이 용액은 36 중량% 이하의 수산화칼륨을 포함하는 것인 전기 화학적 전지.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제2 전극(60)은 4mΩ·cm 미만의 저항률 값을 갖는 것인 전기 화학적 전지.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 탭 밀도는 2.90g/cc보다 크고 3.55g/cc보다 작은 것인 전기 화학적 전지.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 BET 비표면적은 450cm²/g보다 큰 것인 전기 화학적 전지.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 KOH 흡수도는 적어도 15%인 것인 전기 화학적 전지.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 D₅₀은 100미크론과 130미크론 사이인 것인 전기 화학적 전지.

청구항 9

제1항에 있어서, 입자상 아연은 75ppm과 125ppm 사이의 비스무트와, 175ppm과 225ppm 사이의 인듐과, 75ppm과 125ppm 사이의 알루미늄을 포함하는 아연 합금인 것인 전기 화학적 전지.

청구항 10

전기 화학적 전지를 제조하는 방법으로서

- a) 공동을 형성하는 제1 전극(50) 및 상기 공동에 라이닝되는 세퍼레이터(20)를 수용하는 한편, 개방단을 갖는 용기(10)를 마련하는 단계와,
 b) 기지의 체적을 갖는 겔화된 혼합물을 형성하도록 2.80g/cc와 3.65g/cc 사이의 탭 밀도를 갖는 아연 분말과 겔화제 및 알칼리 용액을 혼합하는 단계로서, 상기 혼합물 내의 아연 분말은 상기 혼합물의 체적의 28.0 체적% 미만을 차지하며, 상기 혼합물은 50ppm 미만의 수은을 포함하고, 입자상 아연은 400cm³/g보다 큰 BET 비표면적,

적어도 14%의 KOH 흡수도, 및 130미크론 미만의 D_{50} 을 갖는 것인 혼합 단계와,

c) 상기 혼합물을 상기 세퍼레이터가 라이닝된 공동 내에 배치하는 단계와,

d) 상기 용기의 개방단(12)을 밀봉하여 밀봉된 전기 화학적 전지를 형성하는 단계를 포함하는 전기 화학적 전지의 제조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 알칼리 용액은 36 중량% 이하의 수산화칼륨을 포함하는 것인 전기 화학적 전지의 제조 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 아연은 상기 혼합물의 체적의 27.0 체적% 이하를 차지하는 것인 전기 화학적 전지의 제조 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로는 아연 애노드를 포함하는 무수은 알카라인 전지에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은, 여러 방전 조건에서 최적의 성능을 제공할 수 있는 전기 화학적 알카라인 전지에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 시판중인 원통형의 전기 화학적 알카라인 전지에서는 통상 AA, AAA, C 및 D로서 알려진 전지 사이즈가 널리 사용되고 있다. 많은 경우에, 전지는 소비자가 구매하여 소정 장치에서 필요로 할 때까지 보관될 수 있다. 전지식 장치(battery powered device)의 급증으로 인해, 많은 소비자들이 여러 가지의 전지식 장치를 소유하고 있다. 우리의 가정에서 찾아볼 수 있는 그러한 몇몇 장치에는 라디오; 텔레비전 수상기용 리모콘; 녹음기; 어린이용 장난감; 소형 전자 게임기; 콤팩트 디스크 플레이어; 플래시 장치 및 35 mm 필름이 포함된 카메라; 그리고 디지털 카메라가 있다. 총괄적으로, 그러한 장치들은 광범위의 전기 방전 조건을 갖는다. 예를 들면, 벽시계는 전지 제조 분야에서는 전지가 매우 낮은 속도로 전류를 공급할 필요가 있고 또 활성화 기간 사이에 짧은 정지 기간(rest period)을 갖는다는 점에서 "로우 드레인(low drain)" 장치로서 알려져 있다. 결과적으로, 그러한 시계는 AA 사이즈의 전지 하나만으로 1년 이상 작동할 수 있다. 콤팩트 디스크 플레이어 등과 같은 다른 장치는 다수의 전지가 시계에 의해 요구되는 것보다 빠른 속도로 전류를 공급할 필요가 있지만 활성화 기간 사이에 상당한 정지 시간을 갖는 것(즉, 1일 1시간 동안 250mA)으로서, "하이 테크(high tech)" 장치로서 알려져 있다. 디지털 카메라와 같은 다른 장치는 전지가 상당한 전류를 고전압으로 공급할 필요(즉, 정지 기간 없이 1000 mW의 드레인)가 있어, "하이 드레인" 장치로서 알려져 있다. 소비자가 전지를 구매할 때에, 그 소비자들은 특정 전지가 삽입되어야 하는 장치를 구별하지 못한다. 따라서, 소비자는 로우 드레인, 하이 드레인 및/또는 하이 테크 방전 조건이 채택된 여러 장치에서 기능을 잘 수행할 수 있는 전지를 구매하려고 할 것이다. 소비자가 특정 브랜드의 전지는 모든 장치에 사용되었을 때에 최적의 성능을 제공하는 것으로 여기고 있다면, 소비자는 다른 브랜드의 전지보다는 그러한 특정 브랜드의 전지를 구매하려고 할 것이다. 결과적으로, 많은 전지 제조업체들은 전지가 허용 가능한 시간의 기간 동안에 광범위의 장치에 전원을 공급할 수 있다는 점에서 "다목적(all purpose)" 전지로서 소비자에 의해 인식될 수 있는 전지를 개발 및 상품화하는 데에 노력을 기하고 있

다.

[0003] 그러한 제품들이 여러 장치에 전원을 공급하는 시간의 길이를 향상시키는 것 외에도, 전지 제조업자들은 전지의 비용을 감소시키는 데에도 지속적으로 노력을 기하고 있다. 비용을 감소시키는 하나의 방안으로는 전지의 전극 중 하나 또는 2개 모두에서의 전기 화학적 활성 물질의 양을 감소시키는 것이다. 예를 들면, 애노드에서의 아연의 양 및/또는 캐소드에서의 이산화망간의 양을 감소시킬 수 있다. 그러나, 이러한 방안은 전기 화학적 활성 물질의 양이 얼마간 감소하게 되면 통상 전지가 소정 장치를 작동시키는 시간의 길이인 전지의 "작동 시간(run time)"이 감소하기 때문에 제조업자들에게는 만족스러운 것이 아니다. 게다가, 애노드에서의 아연의 체적이 감소하게 되면 애노드 내에서의 전기 전도성이 부적절해지기 때문에 방전 중에 전지의 돌발적이거나 조속한 손상을 야기하게 된다. 이러한 문제는 전지가 폐기시에 환경적으로 더 친근하도록 하기 위해 애노드에서 수은을 제거하였을 때에 알카라인 전지의 제조업자들에 의해 인식되었다. 불행히도, 수은의 제거로 인해, 대부분의 전지는 아연 입자들 간의 전도성의 손실로 인해 변덕스런 전기 방전 패턴을 나타내게 되었다. 이러한 문제를 바로 잡기 위해, 애노드에서의 아연의 양을 증가시켰고, 이에 의해 애노드 전체에 걸쳐 전도성 매트릭스를 보장하였다. 추가된 수은은 없이 애노드의 전기 화학적 활성 물질로서 아연 입자 분말만을 포함하는 종래의 전지에서, 애노드는 아연 입자 분말을 28 체적% 이상 함유하였다. 본 명세서에서 사용하는 "수은의 추가는 없음"이라는 표현은 애노드가 수은을 50 ppm 미만으로 함유함을 의미하는 것이다. 바람직하게는 애노드는 추가된 수은은 없다. 따라서, 무수은 전지에 포함된 전기 화학적 활성 물질의 양을 전지의 작동 시간에 악영향을 끼치지 않으면서 감소시킬 필요성이 폭 넓게 인식되고 있다.

[0004] 디지털 카메라 등과 같은 특정 장치에 대한 전지의 성능을 개선시키는 방안에 있어서의 문제점을 해결하고자 하는 종래의 시도에서는 통상 전지의 내부 구조의 변경이 수반되었다. 한 예로서, 전지 구조는 애노드에서의 아연의 양을 증가시킴으로써 수정되었다. 그러나, 그러한 변경은 전지가 상당히 방전된 후에 전해질의 허용할 수 없는 누설을 초래하였다. 다른 예로는, 하나의 전극이 다른 전극에 의해 형성되어 중앙에 정렬된 공동 내에 삽입되는 전지 구조를 사용하는 대신에, 일부 제조업자들은 2개의 스트립 형상의 전극과 하나의 세퍼레이터(separator)를 서로 정렬하고, 이어서 코일 형태로 감은 "젤리롤(jellyroll)" 구조를 사용하였다. 젤리롤 구조를 갖는 전지는 통상 하이 드레인 장치에 양호한 성능을 갖는다. 불행히도, 동일한 전지는 로우 드레인 장치에서는 상당히 감소된 성능을 제공하게 되는 데, 이는 전기 화학적 활성 물질의 상당 부분이 젤리롤의 애노드 대 캐소드의 큰 표면적으로 인해 화학적 불활성 세퍼레이터로 대체되어야 하기 때문이다. 결과적으로, 젤리롤 구조로 만들어진 전지는 전지의 전체적인 전기 화학적 용량이 빠른 속도로 방전하는 능력보다 더 중요한 장치에서 사용하는 데에는 적합하지 않다.

[0005] 따라서, 높은 드레인 레이트(drain rate)로 방전하는 전지를 요구하는 장치에서 적정 작동 시간을 제공할 뿐만 아니라 낮은 드레인 레이트로 방전하는 전지를 요구하는 장치에서도 적정 작동 시간을 제공하는 능력을 갖는 저렴한 무수은 알카라인 전기 화학적 전지가 필요하다.

발명의 상세한 설명

[0006] 본 발명은 다양한 방전 조건 하에서도 효율적인 방식으로 방전을 행할 수 있는 전기 화학적 전지를 제공한다. 하나의 실시예에서, 본 발명의 전기 화학적 전지는 다음과 같은 구성 요소를 포함한다. 용기가 공동을 내부에 형성하는 제1 전극을 수용한다. 세퍼레이터가 공동에 라이닝(lining)되어 제1 전극에 접한다. 제2 전극이 세퍼레이터가 라이닝된 공동 내에 배치되고 기지의 체적을 가지면서 50ppm 미만의 수은을 갖는다. 제2 전극은 2.80g/cc보다 크고 3.65g/cc보다 작은 탭 밀도를 갖는 아연 분말을 포함한다. 아연은 제2 전극의 체적의 28.0 체적% 미만을 차지한다. 소정량의 알칼리 전해질이 용기 내에 배치되어 상기 전극들 및 상기 세퍼레이터와 접촉한다.

[0007] 다른 실시예에서, 본 발명은 다음의 과정을 포함하는 방법이다. 세퍼레이터가 라이닝되는 공동을 형성하는 제1 전극을 수용하며 개방단을 갖는 용기를 마련한다. 기지의 체적과 50ppm 미만의 수은을 갖는 겔화된 혼합물을 형성하도록 2.80g/cc와 3.65g/cc 사이의 탭 밀도를 갖는 아연 분말과 겔화제 및 알칼리 용액을 혼합한다. 혼합물 내의 아연 분말은 혼합물의 체적의 28.0 체적% 미만을 차지한다. 상기 혼합물을 세퍼레이터가 라이닝된 공동 내에 배치한다. 상기 용기의 개방단을 밀봉하여 밀봉된 전기 화학적 전지를 형성한다.

[0008] 다른 실시예에서, 본 발명의 전기 화학적 전지는 적어도 다음의 구성 요소 및 성능 특성을 갖는 LR6 사이즈 전지이다. 용기가 공동을 내부에 형성하는 제1 전극을 수용한다. 제2 전극은 50ppm 미만의 수은을 가지며, 겔화된 애노드 전체에 걸쳐 균일하게 분포된 아연 분말을 4.3그램 이하 포함하고, 제1 전극에 의해 형성된 공동 내에 배치된다. 전극들 사이에 세퍼레이터가 위치한다. 두 전극 및 세퍼레이터에 알칼리 전해질이 접촉한다.

상기 전지는 매일 1시간 동안 250mA의 일정 전류로 방전될 때에, 적어도 538분의 총 누적 시간 동안 0.90볼트의 최소 폐회로 전압을 갖는다. 대안으로, 상기 전지는 매일 4시간 동안 43Ω의 저항기에 걸쳐 방전될 때에, 적어도 99시간의 총 누적 시간 동안 0.9볼트의 최소 폐회로 전압을 갖는다. 대안으로, 상기 전지는 1와트의 속도로 연속적으로 방전될 때에, 적어도 58분 동안 1.0볼트의 최소 폐회로 전압을 갖는다.

[0009] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 다음의 구성 요소를 포함하는 전기 화학적 전지이다. 용기가 공동을 내부에 형성하는 제1 전극을 수용한다. 세퍼레이터가 공동에 라이닝되고 제1 전극에 접한다. 아연 분말을 포함하는 제2 전극이 세퍼레이터가 라이닝된 공동 내에 배치된다. 아연 분말은 2.80g/cc보다 크고 3.65g/cc보다 작은 탭 밀도와, 400cm²/g보다 큰 BET 비표면적과, 적어도 14%의 KOH 흡수도와, 130미크론 미만의 D₅₀을 갖는다.

실시예

[0015] 도면, 특히 도 1을 참조하면, 본 발명의 조립된 전기 화학적 전지의 단면도가 도시되어 있다. 전지의 외부에서 대해서 시작하면, 그 전지의 구성 요소로는 용기(10), 이 용기(10)의 내면에 인접해 배치된 제1 전극(50), 이 제1 전극(50)의 내면(56)과 접촉하는 세퍼레이터(20), 세퍼레이터(20)에 의해 형성된 공동 내에 배치된 제2 전극(60), 그리고 용기(10)에 고정된 클로저 조립체(closure assembly)(70)가 있다. 용기(10)는 개방단(12), 폐쇄단(14) 및 이들 사이의 측벽(16)을 구비한다. 폐쇄단(14), 측벽(16) 및 클로저 조립체(70)는 전지의 전극이 수용되는 공동을 형성한다.

[0016] 본 명세서에서 캐소드로 지칭되기도 하는 제1 전극(50)은 이산화망간, 흑연, 및 수산화칼륨 함유 수용액의 혼합물이다. 그 전극은 개방단을 갖는 용기 내부에 상기 혼합물의 소정량을 배치하고, 이어서 램(ram)을 사용하여 그 혼합물을 용기의 측벽과 중심을 이루는 공동을 형성하는 고상 관형 형상으로 성형한다. 제1 전극(50)은 레지(ledge)(52) 및 내부면(56)을 갖는다. 대안적으로, 캐소드는 이산화망간을 포함하는 혼합물로부터 복수 개의 링을 예비 성형하고, 이어서 그 링을 관형 형상의 제1 전극을 형성하도록 용기 내에 삽입함으로써 형성될 수 있다. 도 1에 도시된 전지는 통상 3개 또는 4개의 링을 포함한다.

[0017] 본 명세서에서 애노드로 지칭되기도 하는 제2 전극(60)은 수성 알칼리 전해질, 아연 분말, 및 가교(cross-linked)된 폴리아크릴산과 같은 겔화제의 균질 혼합물로 이루어진다. 수성 알칼리 전해질은 수산화칼륨, 수산화나트륨 또는 이들의 혼합물과 같은 알칼리 금속 수산화물을 포함한다. 수산화칼륨이 바람직하다. 본 발명의 전지에 사용하기에 적합한 겔화제로는 미국 오하이오주 클리브랜드 소재의 Noveon, Inc.로부터 입수 가능한 Carbpol 940(등록 상표)과 같은 가교된 폴리아크릴산이 있다. 알칼리 전해질 용액에 사용하기에 적합한 다른 겔화제의 예로는 카로복시메틸셀룰로오스, 폴리아크릴아미드 및 폴리아크릴산 나트륨이 있다. 아연 분말은 순수 아연 또는 합금이 사용될 수 있다. 가스 발생 억제제(gassing inhibitor), 무기질 또는 유기질 방식제, 겔화제, 계면활성제와 같은 기타 성분이 전술한 주요 성분에 첨가될 수 있다. 가스 발생 억제제 또는 방식제의 예로는 인듐 염(수산화인듐 등), 퍼플루오로알킬 암모늄 염, 알칼리 금속 황화물 등이 있다. 계면 활성제의 예로는 폴리에틸렌 산화물, 폴리에틸렌 알킬에테르, 퍼플루오로알킬 화합물 등이 있다. 제2 전극은 전술한 성분을 리본 블렌더(ribbon blender) 또는 드럼 믹서에 넣고 혼합하고, 이어서 그 혼합물을 습윤 슬러리(wet slurry)로 만듦으로써 제조될 수 있다.

[0018] 애노드 제조 과정 중에 겔화제에 의해 흡수된 수성 알칼리 전해질 외에도, 제조 과정 중에 본 명세서에서 "자유 전해질(free electrolyte)"로도 지칭되는 소정 추가적인 양의 수산화칼륨 수용액이 전지에 첨가될 수도 있다. 자유 전해질은 제1 전극에 의해 형성된 공동 내에 배치함으로써 전지 내에 포함될 수 있다. 자유 전해질을 전지 내에 포함시키는 데에 사용되는 방법은 제1 전극(50), 제2 전극(60) 및 세퍼레이터(20)와 접촉하기만 한다면 중요하지 않다. 도 1에 도시된 전지에 사용될 수 있는 자유 전해질은 KOH를 36.5 중량% 함유하는 수용액이다.

[0019] 도 1에 도시된 보빈(bobbin)형 아연/이산화망간 알카라인 전지에서, 세퍼레이터(20)는 통상 캐소드(제1 전극)를 애노드(제2 전극)로부터 분리시키는 층상의 이온 투과성 부직섬유포로서 마련된다. 적절한 세퍼레이터가 WO 03/043103에 개시되어 있다. 그러한 세퍼레이터는 양극 물질(이산화망간)과 음극 물질(아연)의 물리적 유전적 분리(physical dielectric separation)를 유지하고, 전극간에 이온의 운반을 가능하게 한다. 게다가, 세퍼레이터는 전해질에 대한 심지 작용 매체로서 기능을 할 뿐만 아니라, 애노드 겔이 캐소드의 상부와 접촉하는 것을 방지하는 칼라로서 기능을 한다. 통상의 세퍼레이터는 2개 이상 층의 종이를 포함한다. 종래의 세퍼레이터는 통상 세퍼레이터 재료를 후에 제1 전극에 의해 형성된 공동 내에 삽입될 컵 형상의 바스켓으로 예비 성형하거나, 서로에 대해 90° 각도로 회전된 세퍼레이터 재료의 직사각형 시트 2개를 공동 내에 삽입함으로써

전지의 조립 중에 바스켓을 형성할 수 있다. 종래의 예비 성형된 바스켓은 통상 제1 전극의 내벽과 정합하며 폐쇄 바닥 단부를 갖는 원통 형상으로 감긴 부직포 시트로 통상 이루어진다.

[0020] 클로저 조립체(70)는 클로저 부재(72) 및 전류 콜렉터(76)를 포함한다. 클로저 부재(72)는 전지의 내부 압력이 과도하게 되는 경우 그 클로저 부재(72)가 파괴될 수 있게 하는 구멍(vent)(82)을 갖도록 성형된다. 클로저 부재(72)는 Nylon 6,6으로 만들어지거나, 전류 콜렉터(76)가 제1 전극을 위한 전류 콜렉터로서 기능을 하는 용기(10)로부터 전기적으로 절연되는 경우 금속과 같은 다른 재료로 만들어질 수 있다.

[0021] 이하, 제2 전극의 조성에 대해 보다 구체적으로 설명한다. 본 발명의 전지에 사용하기에 적합한 제2 전극의 조성이 표 1에 제시되어 있다. 그 양은 중량%로 나타낸다.

표 1

[0022]

성분	중량%
아연 분말	67.20
32 중량% KOH 용액	31.00
겔화제	0.46
0.1N KOH 용액	1.34

[0023] 애노드를 제조하는 과정은 다음의 과정을 포함한다. 즉, 아연 분말과 0.1N KOH 용액을 혼합한다. 32 중량%의 KOH 용액과 겔화제를 혼합한다. 그 용액은 겔화제에 의해 흡수된다. 아연 분말과 0.1N KOH 용액의 혼합은 아연 입자가 혼합물에 걸쳐 균일하게 분포된 균질 혼합물을 형성하도록 겔화제와 혼합된다.

[0024] 알칼리 전해질을 갖는 1차 전지(비충전형)에 사용하기에 적합한 애노드는 통상 입자상 아연을 겔화제, 알칼리 수용액 및 전술한 바와 같은 선택적인 첨가제와 조합함으로써 제조된다. 입자의 한 성분 대 하나 이상의 다른 성분의 비는 처리 장비, 입자 대 입자의 접촉을 유지하기 위해 필요한 것과 같은 전지 구조의 표준, 및 비용적 제약에 의해 부여되는 여러 제한에 따르도록 소정 한계 내에서 조절될 수 있다. 본 명세서에서 애노드에 50ppm 미만의 수은을 함유한 것으로 정의하고 있는 무수은 전지에서 입자 대 입자의 접촉을 유지하는 것과 관련하여, 많은 전지 설계자들은 아연 입자 간에 입자 대 입자의 접촉을 유지하기 위해서 적어도 28 체적%의 아연 분말을 사용할 것을 명시하여 왔다. 입자상 아연의 체적에 대한 그러한 공지의 제한과 달리, 본 발명의 전지의 애노드에서의 아연의 양은 28.0 체적%미만으로 감소시킬 수 있다. 27.0 체적% 미만의 아연, 보다 구체적으로는 26.9 체적%의 아연을 사용하여 제조된 전지는 후술하는 바와 같이 제조되었다. 27.0 체적%의 아연, 26.0 체적%의 아연 또는 24.0 체적%의 아연을 사용하여 제조된 애노드가 가능하다. 아연의 체적%는 아연의 체적을, 후술하는 바와 같이 세퍼레이터가 라이닝된 공동 내에 애노드를 배치하기 바로 전의 애노드의 체적으로 나눔으로써 결정된다. 그러한 아연의 체적%는 세퍼레이터 바스켓 안에 애노드를 배치하기 전에 결정되어야 하는 데, 이는 애노드가 세퍼레이터에 의해 형성된 공동 내에 삽입되자마자 그 애노드에 포함된 전해질의 일부가 세퍼레이터 및 캐소드 안으로 이동하기 때문이다. 아연의 체적%는 다음의 과정을 통해 결정된다. 전지 내의 아연의 중량을 아연의 밀도(7.13 g/cc)로 나누어 아연의 체적을 산출한다. 애노드 혼합물을 전지 내에 배치하기 전의 애노드 혼합물의 중량을 애노드 혼합물의 측정된 밀도로 나누어 애노드 혼합물의 체적을 산출한다. 이어서, 아연의 체적을 애노드 혼합물의 체적으로 나누어 아연의 체적%를 구한다. 애노드 혼합물의 겔보기 밀도는 다음의 과정을 통해 결정한다. 35cc 등의 체적을 알고 있는 빈 용기의 무게를 측정한다. 애노드로 그 용기를 완전히 채우도록 용기 내에 소정량의 애노드를 배치한다. 채워진 용기의 무게를 측정하고 이에 빈 용기의 무게를 빼서 애노드의 무게를 산출한다. 이어서, 애노드의 무게를 용기의 체적으로 나누어 애노드의 겔보기 밀도를 구한다.

[0025] 아연 분말의 양을 애노드 체적의 28% 미만으로 제한하는 것은 아연 분말 내의 입자상 아연만이 포함된 종래의 무수은 전지 구조에 반대되는 것으로 여겨진다. 아연의 양을 28 체적%미만으로 감소시키는 것은, 수은을 50ppm 미만 함유한 겔화된 애노드는 그 애노드의 높이 및 폭에 걸쳐 균일하게 분포된 아연 입자들 간의 입자 대 입자의 접촉을 달성 및 유지하기 위해 최소 체적의 아연 입자를 가져야하기 때문에 의미가 있다. 입자 대 입자의 접촉은 전지의 전체 사용 수명 동안 유지되어야 한다. 애노드에서 아연의 체적이 너무 낮은 경우, 전지의 전압은 그 전지가 소정 장치에 전력을 공급할 때에 허용할 수 없는 낮은 값으로 갑작스레 떨어질 수 있다. 이러한 전압 강하는 애노드의 일부 아연 입자들 간에 연속성을 상실하여 애노드의 일부분을 전지의 방전에 기여할 수 없도록 전기적으로 격리시킴으로써 야기되는 것으로 여겨진다. 전압이 낮게 유지되면, 그 전지는 소비자에 의해 교체되어야 한다. 전압이 허용할 수 있는 값으로 신속하게 회복되는 경우, 그 장치는 정상적인 방식으로의

작동을 재개할 것이다. 그러나, 소비자가 그 장치의 성능에 있어서의 일시적인 장애를 전지의 수명이 곧 종료되어 전지를 조속히 교체해야 할 것임을 나타내는 신호로서 정확하게 인식하지 못할 수 있다. 결과적으로, 전지 제조업자들은 전지의 완전한 수명에 걸쳐 신뢰성 있는 성능을 보장하도록 무수은의 겔화 애노드에서 아연 입자의 최소 체적보다 많은 체적을 통상 사용하여 왔다.

[0026] 본 발명의 전지에서 유용한 아연은 벨기에 부뤼셀 소재의 N.V. UMICORE, S.A.로부터 BIA 15라는 상품명으로 구입할 수 있다. 그러한 아연은 2000년 8월 17일자로 공개된 국제 공개 번호 WO 00/48260에 전반적으로 기재된 원심 분무 공정으로 제조된다. 이 공개 공보에는 아연 합금의 조성 및 아연 분말을 제조하는 데에 사용된 제조 방법이 개시되어 있다. 그러나, 아연 입자의 많은 물리적 특징에 대해서는 개시하고 있지 않다. 바람직한 실시예에서, 본 발명의 전지에서의 아연 분말은 다음과 같은 많은 물리적 및 화학적 특성을 갖는다. 첫째로, 아연 분말의 입자 크기는 130미크론 미만, 바람직하게는 100미크론 내지 130미크론, 가장 바람직하게는 110미크론 내지 120미크론의 D_{50} 중앙값(D_{50} median value)을 갖는 것을 그 특징이라 할 수 있다. D_{50} 중앙값은 미국 재료 표준 규격(ASTM) B214-92에 기술된 입상 금속 분말의 체 분석을 위한 표준 시험 방법(Standard Test Method for Sieve Analysis of Granular Metal Powders)라는 명칭의 체 분석 절차와, ASTM D1366-86(Reapproved 1991)에 기술된 안료의 입자 크기 특성 기록에 대한 표준 실무(Standard Practice for Reporting Particle Size of Pigments)라는 명칭의 기록 절차를 사용하여 결정된다. ASTM B214-92 및 ASTM D1366-86(Reapproved 1991)은 본 명세서에 참조로 인용한다. 이들 문헌에 사용된 바와 같이, 아연 분말의 D_{50} 중앙값은 ASTM D1366-86에 도시된 바와 같은 누적 중량 퍼센트 대 상부 계층의 크기 한계 데이터의 도표를 작성하고, 이어서 50%의 누적 중량값에 대응하는 직경(즉, D_{50}) 찾아냄으로써 결정한다. 둘째로, 아연 분말의 BET 비표면적은 적어도 400 cm^2/g 이다. 보다 바람직하게는 그 비표면적은 적어도 450 cm^2/g 이다. BET 비표면적은 아연 샘플을 150℃에서 1시간 동안 탈기(degassing) 한 후에 다중점 교정(Multi-Point Calibration) 기능을 갖는 Micromeritics사의 모델 TriStar 3000 BET 비표면적 분석기에서 측정되었다. 셋째로, 아연 분말의 탭 밀도(tap density)는 2.80g/cc보다는 크고 3.65g/cc보다는 작다. 보다 바람직하게는, 탭 밀도는 2.90g/cc보다는 크고 3.55g/cc보다는 작다. 가장 바람직하게는, 탭 밀도는 3.00g/cc보다는 크고 3.45g/cc보다는 작다. 탭 밀도는 다음의 절차를 사용하여 측정된다. 50g의 아연 분말을 50cc의 눈금 실린더 내에 넣고, 아연 분말이 담긴 눈금 실린더를 미국 플로리다주 보인톤 비치 소재의 Quanta Chrome Corp.에서 제조한 모델 AT-2 "Auto Tap" 탭 밀도 분석기와 같은 탭 밀도 분석기에 고정한다. 탭 밀도 분석기가 520회 진동(tapping)을 가하도록 설정한다. 이에 의해 탭 밀도 분석기가 눈금 실린더를 수직 방향으로 520회 신속하게 이동시켜 그 눈금 실린더에 진동을 가하도록 한다. 눈금 실린더에서의 아연 분말의 최종 체적을 읽어, 진동을 가한 후에 아연 분말이 차지하는 체적으로 아연 분말의 무게를 나눔으로써 아연 분말의 탭 밀도를 구한다. 넷째로, 아연 분말은 적어도 14%의 KOH 흡수도를 갖는다. 보다 바람직하게는 KOH 흡수도는 15% 이상이다. KOH 흡수도를 결정하는 데에 사용되는 과정은 이하의 도 5에 관한 상세한 설명 부분에서 설명한다.

[0027] 전술한 물리적 특성 외에도, 바람직한 아연은 그 내에 비스무트 및/또는 인듐 및/또는 알루미늄이 포함된 합금이다. 비스무트의 바람직한 양은 75ppm 내지 125ppm이다. 인듐의 바람직한 양은 175ppm 내지 225ppm이다. 바람직한 알루미늄의 바람직한 양은 75ppm 내지 125ppm이다.

[0028] 전지 산업에서, 전지를 평가하고 그 특성을 정하는 데에 폭넓게 받아들여지고 있는 하나의 규범으로는 미리 정해진 전기 시험 회로에서 개개의 전지를 방전시키고, 이어서 전지가 최소 폐회로 전압을 유지할 수 있는 시간의 길이를 기록하는 것을 수반한다. 이러한 "방전 시험(discharge test)"은 다양한 전지 구조들의 작동 시간을 평가하기 위해 전지 제조업자들에 의해 사용되고 있다. 방전 시험에서 전지의 성능의 평가를 표준화하기 위해, 많은 전지 사이즈 및 시험 제도가 미국 표준 협회(American National Standards Institute : ANSI) 및 국제 전기 표준회의(International Electrotechnical Commission : IEC)와 같은 조직에 의해 정해져 승인되었다. LR6 사이즈의 전지와 같은 전지 사이즈는 IEC의 국제 표준 600086-2, 10.1판에 의해 50.5mm의 최대 높이 및 14.5mm의 직경을 갖는 것으로서 정의되어 있다. LR6과 같은 전지에 대한 방전 시험을 기술하고 있는 하나의 간행물로는 미국 전기 제조업자 협회에 의해 2001년에 간행된, ANSI C18.1M 파트 1-2001-수성 전해질을 갖는 휴대용 1차 전지 및 배터리에 대한 미국 표준-일반 사양(ANSI C18.1M Part 1-2001-America National Standard for Portable Primely Cell and Batteries with Aqueous Electrolyte-General Specification)라는 명칭의 간행물이 있다. 그 페이지 19에 기술된 LR6 전지를 위한 방전 시험이 전지의 전기 화학적 작동 성능(service performance)을 평가하는 데에 만족스러운 방법으로서 전지 산업 내에서 널리 인식되고 있다. 그러한 시험의 일부는 "하이 레이트(high rate)" 시험으로서 통상 알려져 있는 반면 나머지의 일부는 "하이 테크(high tech)"

시험으로, 그 외의 나머지 시험들은 "로우 레이트(low rate)" 시험으로서 알려져 있다.

- [0029] 한 실험에서, 본 발명의 LR6 사이즈의 전지를 다수 제조하였다. 그 전지의 전극, 세퍼레이터, 클로저 조립체 및 용기의 물리적 구성은 도 1에 개시되어 있다. 제2 전극을 제조하는 데에 사용된 조성은 표 1에 개시되어 있다. 실험용 전지는 다음과 같이 제조되었다. 다음의 캐소드 물질, 즉 전해질 이산화망간(90.96 중량%), 흑연(4.49 중량%), 40 중량% KOH의 수용액(3.72 중량%), 코아틸렌(coathylene) 바인더(0.44 중량%) 및 니오비움 도핑 이산화티탄(0.39 중량%)을 함께 혼합하여, 용기에 삽입되어 관형 캐소드를 형성할 링을 제조하였다. 캐소드의 내면은 중앙에 위치한 원형의 공동을 형성한다. 세퍼레이터 물질의 스트립을 롤 형태로 감아 개방단과 폐쇄단을 갖는 관을 형성하도록 성형하였다. 관형으로 성형된 세퍼레이터는 캐소드에 의해 형성된 공동 내에 삽입되었다. 2.85g/cc의 겔보기 밀도를 갖는 제2 전극의 6.36g를 세퍼레이터가 라이닝된 공동 내에 배치하였다. 2.33cc의 애노드의 체적은 6.36g를 2.85g/cc로 나눔으로써 결정된다. 각 전지에서의 아연의 양은 4.27g이었다. 0.60cc인 아연의 체적은 4.27g를 7.13g/cc로 나눔으로써 결정되었다. 26.9 체적%인 아연의 체적%는 0.60cc를 2.23cc로 나눔으로써 결정되었다. 제2 전극에 함유된 전해질 외에도, 36.5 중량% KOH 용액 0.96cc가 세퍼레이터로 라이닝된 공동 내에 주입되었다. 0.96cc의 일부분은 제2 전극이 삽입되기 전에 세퍼레이터로 라이닝된 공동 내에 주입되었다. 36.5 중량% KOH 용액의 나머지는 제2 전극이 삽입된 후에 세퍼레이터로 라이닝된 공동 내에 주입되었다. 이어서, 클로저 조립체가 용기의 개방단에 고정되었다. 용기의 외면에는 단자 커버 및 라벨이 부착되었다.
- [0030] 본 발명에 따라 제조된 전지는 이어서 이하에 기술하는 바와 같이 3가지의 별도의 작동 상태에서 방전되었다. 동일 실험의 일부로서, 여러 상이한 제조업자로부터 시판중인 LR6 사이즈 전지가 동일한 방전 시험에 대해 평가되었다. 그 시험 결과는 도 3에 제시되어 있다. 각 시험에서 본 발명의 전지는 시판중인 전지 중 어느 것보다도 높은 평균 성능을 제공하였다.
- [0031] LR6 사이즈의 전지에 대한 로우 레이트 시험은 전지를 43Ω의 저항기에 걸쳐 4시간 동안 방전시키고, 이어서 20시간 동안 정지시키는 것을 조건으로 한다. 이 시험은 라디오와 같은 많은 장치가 작동을 멈추게 되는 기능상 종료점으로 간주할 수 있는 0.9볼트 이하로 전지의 폐회로 전압이 떨어질 때까지 매일 계속하였다. 도 3에 도시한 바와 같이, 본 발명의 8개의 전지가 전술한 바와 같이 매일 4시간 동안 43Ω에 대해 방전되었을 때에, 평균 작동 시간은 100.4시간이었다. 이와 달리, 시판중인 전지 중 어느 것도 개개의 최상의 작동 시간(도시 생략)은 97.7시간이었다.
- [0032] LR6 사이즈의 전지에 대한 하이 테크 시험은 전지를 250mA의 일정한 전류로 매일 1시간 동안 방전시키고 23시간 동안 정지시키는 것을 조건으로 한다. 이 시험은 전지의 폐회로 전압이 0.9볼트 아래로 떨어질 때까지 계속하였다. 도 3에 나타난 바와 같이, 본 발명의 10개의 전지를 전술한 바와 같이 매일 1시간 동안 250mA의 일정 전류 시험에 대해 방전시켰을 때에, 평균 작동 시간은 552분이었다. 본 발명의 모든 전지는 적어도 538분의 작동 시간을 초과하였다. 또한, 도 3의 데이터에서는 4개의 전지 제조업자로부터 입수한 시판중인 전지를 250mA의 일정 전류 시험에 대해 시험하였음을 나타내고 있다. 시판중인 전지의 평균 작동 시간은 467분 내지 510분의 범위에 속하였다.
- [0033] LR6 사이즈의 전지의 하이 레이트 테스트의 경우, 전지의 폐회로 전압이 1.0볼트 아래로 떨어질 때까지 전지를 1000mW의 드레인 레이트로 계속 방전시키는 것을 조건으로 한다. 도 3에 나타난 바와 같이, 본 발명의 5개의 전지를 1000mW 시험에 대해 평가하였을 때에, 평균 작동 시간은 60분이었다. 본 발명의 전지 모두는 적어도 58분의 작동 시간을 초과하였다. 도 3의 데이터에서는 또한 4개의 전지 제조업자로부터 입수한 시판중인 전지를 1000mW 시험에 대해 시험하였음을 나타내고 있다. 시판중인 전지의 최고 평균 작동 시간은 47분이었다. 개개의 시판중인 전지 중 어느 것도 49분을 초과하지 않았다.
- [0034] 전술한 전지 시험 모두는 주위 온도가 약 21℃인 환경에서 행해졌다. 주위 온도를 19℃와 23℃ 사이로 유지하는 것은 방전 시험에서의 전지의 작동 시간이 주위 온도가 올라감에 따라 증가할 수 있고, 주위 온도가 내려감에 따라 감소할 수 있기 때문에 중요하다. 작동 시간에 대한 주위 온도 변화의 영향의 정도는 시험마다 달랐다. 전지 제조 산업에서 알려져 있는 바와 같이, 전지가 방전될 때에, 전지 내에서 발생하는 발열성 화학 반응은 전지의 온도를 상승시킨다. 하이 드레인 시험에 있어서, 전지 표면의 온도는 40℃를 초과할 수 있다. 따라서, 전지의 온도와 주위 온도는 실질적으로 상이할 수 있어, 2가지의 별개의 특성으로 고려될 수 있다.
- [0035] 도 2에는 여러 상이한 방전 시험에서의 애노드의 방전 효율을 나타내는 여러 전지 구조에 대한 도표이다. 본 명세서에서 사용되고 있는 바와 같은 애노드의 방전 효율은 전지의 암페어 시간(Ampere Hour) 출력을 아연의 이론적 암페어 시간 입력으로 나눔으로써 정해진다. 아연의 입력은 아연의 그램 수에 821 mAh/g를 곱함으로써

구해진다. 예를 들면, 4.3g의 아연을 함유한 전지는 3,530 mAh의 입력을 갖는 것으로 간주될 것이다. 동일 전지가 방전 시험에서 3000mAh의 출력을 제공하면, 아연의 방전 효율은 85%가 될 것이다.

[0036] 도 2에 나타난 데이터를 검토함으로써 확인할 수 있는 바와 같이, 본 발명의 전지는 전술한 로우 드레인, 하이 테크 및 하이 드레인 시험에 대한 5가지 브랜드의 시판중인 전지의 평균 애노드 방전 효율보다 높은 평균 애노드 방전 효율을 갖는다. 예를 들면, 본 발명의 전지는 43Ω에 대해 매일 4시간씩 수행한 로우 드레인 시험에서 방전되었을 때에 77.8%의 평균 애노드 방전 효율을 가졌다. 이와 달리, 5가지 브랜드의 시판중인 전지의 샘플은 72.8% 이하의 평균 애노드 방전 효율을 가졌다. 77.8%와 72.8% 간의 5%의 차이는 방전 효율에 있어서 상당한 것이며 현저한 증가이다. 매일 1시간 동안 250mA에 대해 행한 하이 테크 시험의 경우, 본 발명의 전지는 61.1%의 평균 애노드 방전 효율을 가졌다. 5가지 브랜드의 시판중인 전지는 56.4%이하의 평균 애노드 방전 효율을 가졌다. 1000mW에 대한 하이 드레인 연속 시험의 경우, 본 발명의 전지는 22.8%의 평균 방전 효율을 가졌다. 5가지 브랜드의 시판중인 전지의 평균 방전 효율은 17.4%이하였다. 4.4%의 개선은 최상의 시판중인 전지에 비해 25%의 향상을 의미한다.

[0037] 도 4에는 다수의 애노드 혼합물의 저항률 대 애노드에서의 아연의 중량%를 나타내는 그래프가 도시되어 있다. 그 데이터는 8가지의 상이한 애노드 혼합물로부터의 저항률의 측정치를 나타낸다. 각 애노드 혼합물은 용액이 32 중량%의 KOH 대신에 36 중량%의 KOH를 함유하였다는 점을 제외하면 표 1에 나타난 동일한 4가지 성분을 갖는다. 그러나, 아연의 중량%를 63 중량%에서 72 중량%로 다양하게 함에 따라 다른 3가지 성분의 양 또한 조절하였다. 애노드 혼합물의 조성 및 저항률을 표 2에 나타낸다.

표 2

[0038]

성분	중량%			
아연	63	65	68	70
36 중량% KOH	35.221	33.21	30.195	28.411
겔화제	0.519	0.490	0.445	0.419
1N KOH	1.26	1.30	1.36	1.17
본 발명의 전지 ^{ww} 에 사용된 아연의 저항률(mΩ?cm)	3.714	3.725	3.673	3.398
시판중인 아연의 저항률(mΩ?cm)	10.203	9.478	4.284	4.088

[0039] 저항률은 10mV와 같은 약간의 전압 불안정을 갖는 65kHz 내지 1Hz 범위의 주파수를, 본 명세서에서 D로 나타난 일정한 내경을 갖는 원통형 튜브 내부에 갇힌 소정량의 애노드 혼합물에 인가함으로써 측정되었다. 애노드가 차지하는 튜브의 길이는 L로 나타낸다. 애노드의 저항은 스위프(sweep)의 고주파수단에서의 임피던스 데이터로부터 얻어진다. 저항률은 다음의 식을 사용하여 구할 수 있다.

[0040]

$$\text{저항} = \text{저항률}(L/S) \quad \dots \text{여기서, } S = (D/2)^2 \pi$$

[0041] 본 발명의 전지에 사용된 아연을 함유한 5가지의 애노드 혼합물의 저항률이 도 4의 곡선(90)을 나타내는 데에 사용되었다. 시판중인 아연 분말을 함유한 애노드 혼합물의 저항률은 곡선(92)을 나타내는 데에 사용되었다. 도 4에서의 곡선들은 아연의 중량%가 68 중량% 아래로 감소되는 경우 본 발명의 전지에 사용된 아연 분말을 함유하는 애노드 혼합물의 저항률이 현저하게 증가하지 않는 반면, 곡선(92)에 나타난 애노드 혼합물은 4 mΩ?cm에서부터 9 mΩ?cm 이상으로 현저한 증가를 경험하였음을 명확히 보여주고 있다. 전지 내부 저항에서의 임의의 증가는 전지의 작동 시간을 감소시키기 때문에, 아연의 중량%가 68 중량% 아래로 감소할 때에 애노드 혼합물의 저항률의 증가를 초래하지 않는 아연 분말을 사용하는 것은 명확한 이점이 된다.

[0042] 도 5에는 상이한 중량%의 KOH를 사용한 아연 분말에 대한 KOH의 흡수도를 나타낸다. 아연의 KOH 흡수도를 결정하는 데에 다음의 과정이 사용되었다. 먼저, 5cc의 주사기와 세퍼레이터 조각을 마련하였는데, 그 세퍼레이터 조각은 32 중량%의 KOH가 함침되어 있고 주사기의 큰 개방단 안으로 세퍼레이터를 용이하게 삽입할 수 있기에 적절한 크기를 가지며, 주사기 안으로 밀어 넣어져 주사기의 반대측 단부의 작은 개구를 봉쇄하게 된다. 이어서, 주사기와 흡수된 전해질을 함유한 세퍼레이터의 무게를 단다. 그 다음, 32 중량%의 KOH 수용액 2mℓ를 주사

기의 큰 개방단 내에 배치하는 한편, 주사기의 반대측 단부의 작은 개구를 통해 전해질이 흐르는 것을 차단한다. 이어서, 5g 등의 기지의 양의 입자상 아연을 주의하여 무게를 재고, 주사기의 개방단 내에 배치한다. 용기의 형상, 용액의 체적 및 아연의 체적은 모든 아연 입자가 KOH 수용액의 표면 아래로 완전히 잠기는 것을 보장하도록 조절되어야 한다. 그 다음, 추가적인 32 중량%의 KOH 수용액 1.5cc를 용기 안으로 주입하고, 아연이 그 용액에 의해 완전히 덮일 수 있게 한다. 이어서, 주사기를 수직 자세로 향하게 하고 주사기의 일단에 있는 작은 개구를 봉쇄하는 물체를 제거함으로써, KOH 수용액이 120분 동안 주사기의 작은 개구를 통해 배출될 수 있게 한다. 아연 입자들 사이에 갇힌 미흡수 용액의 어떠한 작은 방울도 존재하지 않도록 하기 위해, 어떠한 추가적인 KOH 수용액이 종이 타월에 떨어지는 것이 관찰되지 않을 때까지 용기를 종이 타월에 가볍게 수회 톡톡 친다. 그 다음, 전해질 용액이 흡수된 아연, 주사기 및 세퍼레이터와의 함께 무게를 측정한다. 아연의 표면에 흡수된 전해질 용액의 양은 건조 아연 분말, 젖은 세퍼레이터 및 주사기의 무게를, 전해질 용액이 흡수된 아연 및 젖은 세퍼레이터가 수용된 주사기의 함께 무게에서 빼서 구한다. KOH 흡수도는 아연에 흡수된 KOH의 무게를 용액 내에 넣기 전의 아연 입자의 무게로 나눔으로써 구한다.

[0043] 도 5에서, 곡선(94)은 본 발명의 전지에 사용하기에 유용한 KOH의 아연의 흡수도를 나타낸다. 곡선(96)은 시판 중인 아연에 대한 KOH 흡수도를 나타낸다. 용액 내의 KOH의 중량%는 30 중량% 내지 40중량 % 사이에서 달리하였더라도 본 발명의 전지에 유용한 아연에 흡수된 양은 적어도 14%이었다. 또, 몇몇 샘플의 경우 KOH의 흡수는 적어도 15%를 초과하였다. 이와 달리, 시판중인 아연의 KOH 흡수는 13%를 초과하지 않았다. 입자상 아연 분말의 KOH 흡수도는 본 발명의 전지에 유용한 아연을 확인하는 데에 유용한 다수의 측정 가능한 특성 중 하나인 것으로 여겨진다.

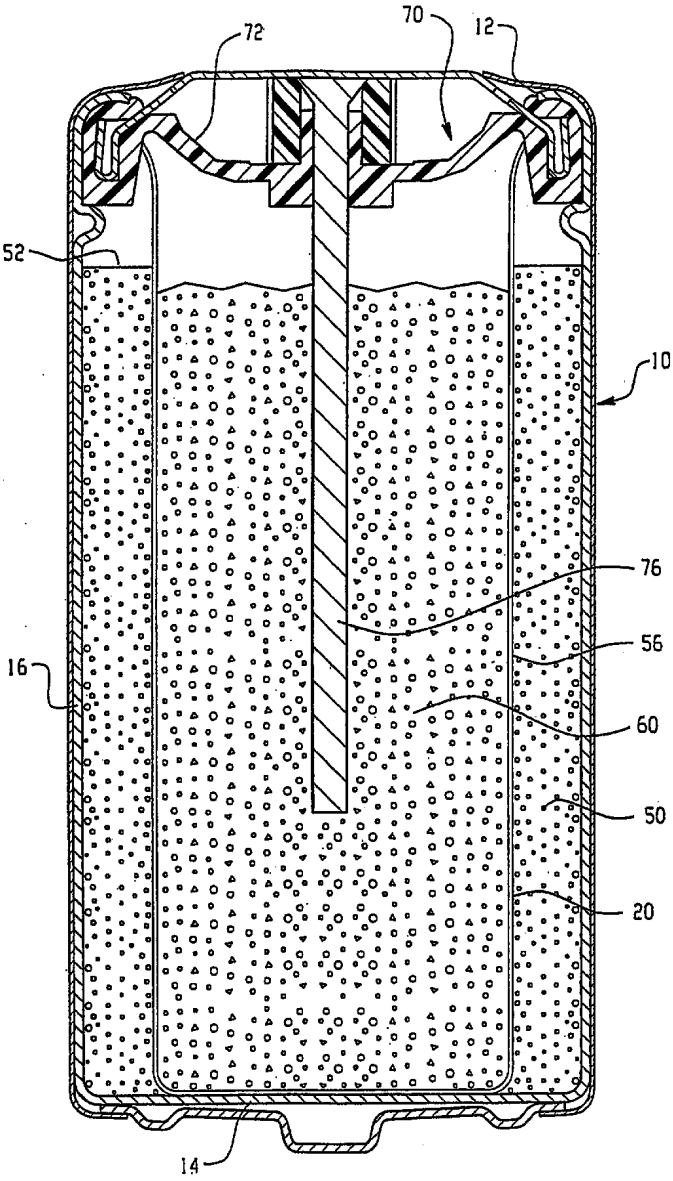
[0044] 전술한 상세한 설명은 바람직한 실시예의 설명인 것으로만 간주된다. 본 발명의 수정이 당업자들뿐만 아니라 본 발명을 사용 및 제조하는 사람에 의해 이루어질 수 있다. 따라서, 도면에 도시되고 전술한 실시예는 단지 예시를 위한 것이지만 본 발명의 범위를 한정하려는 의도는 없고, 그러한 본 발명의 범위는 등가론을 비롯한 특허법의 원리에 따라 해석될 첨부된 청구 범위에 의해 한정되는 것으로 이해해야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본 발명의 알카라인 전기 화학적 전지의 단면도이다.
- [0011] 도 2는 본 발명의 전지와 시판중인 전지의 방전 효율을 나타내는 도표이다.
- [0012] 도 3은 본 발명의 전지와 시판중인 전지의 작동 능력을 나타내는 도표이다.
- [0013] 도 4는 애노드 혼합물의 저항률을 나타내는 그래프이다.
- [0014] 도 5는 2가지의 아연 분말에 대한 KOH의 흡수도를 나타내는 그래프이다.

도면

도면1



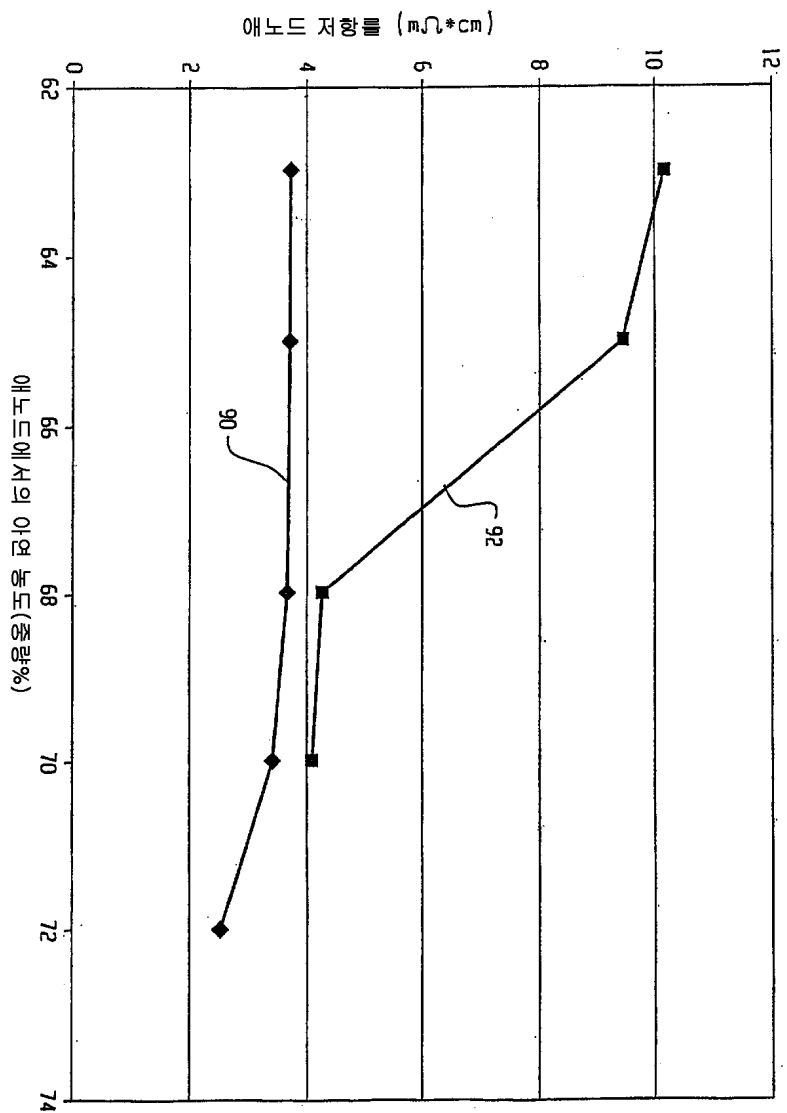
도면2

성능 시험			본 발명의 전지	비교예				
				A	B	C	D	E
		설정값						
매일 4시간 동안 43Ω에 대해 방전	0.90		77.8%	69.1%	72.8%	71.4%	69.4%	69.2%
매일 1시간 동안 250mA로 방전	0.90		61.1%	52.7%	56.4%	53.1%	54.2%	51.7%
1000mA로 연속적으로 방전	1.00		22.8%	14.0%	16.5%	16.8%	17.4%	17.0%

도면3

시험	설정 값		본 발명의 전지	비교예 A	비교예 B	비교예 C	비교예 D	비교예 E
21℃에서 1000㎫로 연속적으로 방전	1.0	분 개수	60.0 5	37.0 6	44.0 6	44.0 5	47.0 6	45.0 6
21℃에서 매일 1시간 동안 250㎫로 방전	0.9	분 개수	552.4 10	476.8 6	510.1 6	480.0 6	490.2 6	467.6 6
21℃에서 매일 4시간 동안 43Ω에 대해 방전	0.9	시간 개수	100.4 8	89.8 6	96.7 6	92.4 6	90.0 6	89.9 6

도면4



도면5

