

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

H01M 4/02 (2006.01)

H01M 10/40 (2006.01)

H01M 4/38 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0052499

(43) 공개일자 2006년05월19일

(21) 출원번호 10-2005-0105810

(22) 출원일자 2005년11월07일

(30) 우선권주장 JP-P-2004-00324147 2004년11월08일 일본(JP)

(71) 출원인 소니 가부시키 가이사
일본국 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고

(72) 발명자 스즈끼, 히로유키
일본 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고 소니가부시키 가
이사 내
다나카, 다케히코
일본 후쿠시마켄 고리야마시 히와다쵸 다카꾸라야자-시모스기시타 1-1
소니 에너지 디바이시스 가부시키 가이사내
고니시, 요스께
일본 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고 소니가부시키 가
이사 내
리, 구오후아
일본 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고 소니가부시키 가
이사 내
미즈타니, 사토시
일본 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고 소니가부시키 가
이사 내
호소야, 요스께
일본 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고 소니가부시키 가
이사 내

(74) 대리인 장수길
구영창

심사청구 : 없음

(54) 정극 및 전지

요약

본 발명은 연속 충전 특성 또는 고온 보존 특성 등의 전지 특성을 향상시킬 수 있는 정극 및 이것을 이용한 전지를 제공한다. 활성 물질층(12)은 제1 활성 물질을 포함하는 제1층(12A) 및 제2 활성 물질을 포함하는 제2층(12B)을 적층한 다층 구

조를 갖는다. 제1 활성 물질로서는 LiNiO_2 등이 바람직하며, 제2 활성 물질로서는 제1 활성 물질보다도 높은 열 안정성을 갖는 LiFePO_4 등이 바람직하다. 이것에 의해 용량을 저하시키지 않고도 열 안정성을 향상시킬 수 있어 세퍼레이터(separator)의 산화 등에 의한 용량 저하를 억제할 수 있다.

대표도

도 1

색인어

이차전지, 활성 물질, 정극, 부극, 전지, 세퍼레이터

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 정극의 구성을 나타내는 단면도.

도 2는 본 발명의 다른 정극의 구성을 나타내는 단면도.

도 3은 본 발명의 또 다른 정극의 구성을 나타내는 단면도.

도 4는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 정극을 이용한 제1 이차전지의 구성을 나타내는 단면도.

도 5는 도 4에 도시한 이차전지에서의 권취 전극체의 일부를 확대하여 나타내는 단면도.

도 6은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 부극을 이용한 제2 이차전지의 구성을 나타내는 분해 사시도.

도 7은 도 6에 도시한 권취 전극체의 I-I선을 따른 구성을 나타내는 단면도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

10: 정극 11: 집전체

12: 활성 물질층 12A: 제1층

12B, 12C: 제2층 21: 전지 캔

22, 23: 절연판 24: 전지 캡

25: 안전 밸브 기구 25A: 디스크 판

26: 열감 저항 소자 27: 가스켓

30, 40: 권취 전극체 31, 44: 부극

31A, 44A: 집전체 31B, 44B: 활성 물질층

32, 45: 세퍼레이터 33: 센터 핀

34, 35, 41, 42: 리드 43: 밀착 필름

46: 전해질층 47: 보호 테이프

50: 외장 부재

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 집전체에 활성 물질층이 형성된 정극 및 이것을 이용한 전지에 관한 것이다.

최근, 휴대 기기의 다기능화 및 고성능화에 따라 기기의 소비 전력은 커지고, 그의 전원이 되는 전지에 대하여 한층 더 높은 고용량화가 요구되고 있다. 이러한 요구에 부응하는 것으로서는, 예를 들면 리튬 이온 이차전지가 알려져 있다. 이 리튬 이온 이차전지에서는, 정극 활성 물질로서 리튬(Li)과 전이 금속을 포함하는 복합 산화물이 이용된다. 그 이유는 전지 전압 및 용량을 높게 할 수 있기 때문이다.

그러나, 종래의 리튬 이온 이차전지에서는, 장시간 연속 충전하거나 고온에서 장기간 보존하면 정극에 의해 세퍼레이터(separator)가 산화되거나, 집전체의 열화에 의해 정극의 저항이 증대하여 용량이 저하되는 문제가 있었다. 이들 문제를 해결하는 방법으로서, 내산화성이 높은 세퍼레이터를 이용하거나, 활성 물질층에 첨가하는 도전제의 양을 많게 하여 정극의 저항 증가를 억제하거나, 열화 방지용 첨가제를 이용하는 것 등이 고려된다.

그러나, 내산화성이 높은 세퍼레이터는 셧다운(shutdown) 특성이 다르기 때문에, 전지의 안전성 저하가 우려된다. 또한, 도전제를 증가시키는 방법에서는, 전지 내에 충전할 수 있는 활성 물질의 양이 감소하기 때문에, 전지 용량이 저하되어 바람직하지 않다. 또한, 열화 방지제를 이용하면 제조 비용이 상승된다.

또한, 기존의 기술로서는, 넓은 온도 범위에서 우수한 특성을 얻을 수 있도록 하기 위해서, 활성 물질층을 활성 물질의 비표면적이 상이한 다층 구조로 하는 것도 제안되어 있다(예를 들면, 일본 특허 공개 2003-77482호 참조). 그러나, 장시간의 연속 충전 또는 고온에서의 장기간 보존 등의 가혹한 조건에서는 충분한 특성을 얻는 것이 어려웠다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이러한 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은 연속 충전특성 또는 고온 보존 특성 등의 전지 특성을 향상시킬 수 있는 정극 및 이것을 이용한 전지를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 정극은 집전체에 활성 물질층이 형성된 것으로, 활성 물질층은 상이한 활성 물질을 포함하는 다층 구조를 갖는 것이다.

본 발명에 따른 전지는 정극 및 부극과 함께 전해질을 구비한 것으로, 정극은 집전체 및 이 집전체에 형성된 활성 물질층을 가지며, 활성 물질층은 상이한 활성 물질을 포함하는 다층 구조를 갖는 것이다.

이하, 본 발명의 실시 형태에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 정극(10)의 구성을 나타내는 것이다. 정극(10)은 예를 들면, 대향하는 한쌍의 면을 갖는 집전체(11)에 활성 물질층(12)이 형성된 구조를 갖는다. 또한, 도 1에서는 집전체(11)의 양면에 활성 물질층(12)이 형성된 경우를 나타내었지만, 한 면에만 활성 물질층(12)이 형성될 수도 있다. 집전체(11)는 예를 들면, 알루미늄(Al)박, 니켈(Ni)박 또는 스테인레스박 등의 금속박으로 구성되어 있다.

활성 물질층(12)은 활성 물질로서, 예를 들면 리튬을 흡장 및 방출 가능한 정극 재료를 포함하며, 필요에 따라서 탄소 재료 등의 도전제 및 폴리불화비닐리덴등의 결합제를 포함할 수 있다. 리튬을 흡장 및 방출 가능한 정극 재료로서는, 예를 들면 황화티탄(TiS_2), 황화몰리브덴(MoS_2), 셀레늄화니오븀(NbSe_2) 또는 산화바나듐(V_2O_5) 등의 리튬을 함유하지 않는 칼코겐 화합물, 또는 리튬을 함유하는 리튬 함유 화합물을 들 수 있다.

그 중에서도 리튬 함유 화합물은 고전압 및 고에너지 밀도를 얻을 수 있기 때문에 바람직하다. 이러한 리튬 함유 화합물로서는, 예를 들면 리튬과 전이 금속 원소를 포함하는 복합 산화물, 또는 리튬과 전이 금속 원소를 포함하는 인산 화합물을 들 수 있다. 그의 화학식은, 예를 들면 화학식 Li_xMIO_2 또는 $\text{Li}_y\text{MIIPO}_4$ 로 표시되는 것을 들 수 있다. 상기 식에서 MI 및 MII는 1종 이상의 전이 금속 원소를 나타낸다. x 및 y 의 값은 전지의 충방전 상태에 따라 다르며, 통상적으로 $0.05 \leq x \leq 1.10$, $0.05 \leq y \leq 1.10$ 이다.

특히, 리튬과 전이 금속 원소를 포함하는 복합 산화물로서는 니켈, 코발트(Co) 및 망간(Mn) 중 1종 이상을 포함하는 것이 바람직하다. 보다 높은 전압을 얻을 수 있기 때문이다. 구체적으로는, 리튬·니켈 복합 산화물(Li_xNiO_2), 리튬 코발트 복합 산화물(Li_xCoO_2), 리튬 니켈 코발트 복합 산화물($\text{Li}_x\text{Ni}_{1-z}\text{Co}_z\text{O}_2$ ($0 < z < 1$)), 리튬 니켈 망간 코발트 복합 산화물($\text{Li}_x\text{Ni}_{1-v-w}\text{Mn}_v\text{Co}_w\text{O}_2$ ($0 < v, 0 < w, v + w < 1$)), 또는 스피넬형 구조를 갖는 리튬 망간 복합 산화물(LiMn_2O_4) 등을 들 수 있다. 그 중에서도, 니켈을 포함하는 복합 산화물이 바람직하다. 높은 용량을 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 우수한 사이클 특성도 얻을 수 있기 때문이다. 또한, 이 복합 산화물은 리튬과, 니켈, 코발트 및 망간 중 1종 이상 외에 다른 원소를 포함할 수도 있다.

또한, 리튬과 전이 금속 원소를 포함하는 인산 화합물의 구체예로서는, 예를 들면 리튬철인산화합물(Li_yFePO_4), 또는 리튬과 철(Fe)과 다른 원소를 포함하는 인산화합물($\text{Li}_y\text{Fe}_{1-u}\text{MIII}_u\text{PO}_4$)을 들 수 있다. 상기 식에서 MIII는 니켈, 코발트, 망간, 구리(Cu), 아연(Zn), 마그네슘(Mg), 크롬(Cr), 바나듐(V), 몰리브덴(Mo), 티탄(Ti), 알루미늄, 니오븀(Nb), 붕소(B) 및 갈륨(Ga)으로 이루어지는 군 중 1종 이상이고, u 는 $0 < u < 1$ 이다.

활성 물질층(12)은 집전체(11)의 측에 형성된 제1 활성 물질을 함유하는 제1층(12A)과, 그의 반대 표면측에 형성된 제2 활성 물질을 함유하는 제2층(12B)을 갖는다. 제1 활성 물질과 제2 활성 물질은 상이한 조성을 가지며, 그 때문에 활성 물질층(12)은 다층 구조로 되어 있다. 예를 들면, 제2 활성 물질로서는 제1 활성 물질보다 열 안정성이 높은 것이 바람직하다. 용량의 저하를 억제하면서 표면층의 열 안정성을 향상시킬 수 있기 때문이다. 또한, 활성 물질의 열 안정성은, 예를 들면 열 중량 측정에 의한 400°C 에서의 중량 감소율에 의해 판단하는 것이 바람직하며, 감소율이 작을수록 안정적이라고 판단할 수 있다.

구체적으로는, 제1 활성 물질로서는 리튬과 전이 금속 원소를 포함하는 복합 산화물이 바람직하고, 제2 활성 물질로서는 리튬과 전이 금속 원소를 포함하는 인산 화합물이 바람직하다. 특히, 제1 활성 물질로서는 리튬과 니켈을 포함하는 복합 산화물이 바람직하고, 제2 활성 물질로서는 리튬과 철을 포함하는 인산 화합물이 바람직하다. 높은 용량을 얻을 수 있을 뿐만 아니라 열 안정성도 향상시킬 수 있기 때문이다.

또한, 제1층(12A)은 제1 활성 물질 외에 다른 활성 물질을 포함하거나, 제1 활성 물질을 복수종 포함할 수도 있다. 제2층(12B)도 마찬가지로 제2 활성 물질 외에 다른 활성 물질을 포함하거나, 제2 활성 물질을 복수종 포함할 수도 있다. 이 경우, 제1층(12A)과 제2층(12B)에서 동일한 활성 물질을 포함할 수도 있다.

또한, 정극(10)은 도 2에 도시한 바와 같이, 집전체(11)와 제1층(12A) 사이에 상술한 제2 활성 물질을 포함하는 제2층(12C)을 가질 수 있다. 예를 들면, 제2 활성 물질로서 제1 활성 물질보다도 열 안정성이 높은 것을 이용하면, 집전체(11)측의 열 안정성을 향상시킬 수 있어 집전체(11)의 열화를 억제할 수 있다.

또한, 도 3에 도시한 바와 같이, 제2층(12B)과 제2층(12C)을 함께 구비하도록 할 수 있다. 이 경우, 제2층(12B)과 제2층(12C)에서 이용하는 제2 활성 물질의 조성은 동일하거나 상이할 수 있다.

이 정극(10)은, 예를 들면 활성 물질과 필요에 따라서 도전제 및 결합제를 혼합하여 N-메틸-2-피롤리돈 등의 용제에 분산시킨 후, 집전체(11)에 도포하여 용제를 건조시키고, 롤 프레스기 등에 의해 압축 성형하여 제1층(12A) 및 제2층(12B, 12C)을 형성함으로써 제조할 수 있다.

정극(10)은 예를 들면, 다음과 같이 하여 이차전지에 이용된다.

<제1 이차전지>

도 4는 본 실시 형태에 따른 정극(10)을 이용한 제1 이차전지의 단면 구성을 나타내는 것이다. 이 이차전지는 소위 원통형이라 불리며, 거의 중공 원주상의 전지 캔(21)의 내부에 띠 모양의 부극(31)과 정극(10)이 세퍼레이터(32)를 개재하여 권

취된 권취 전극체(30)를 갖고 있다. 전지 캔(21)은, 예를 들면 니켈 도금이 된 철판 구성되어 있으며, 한쪽 단부가 폐쇄되고 다른쪽 단부가 개방되어 있다. 전지 캔(21)의 내부에는 권취 전극체(30)를 사이에 두고 권취 주위면에 대하여 수직으로 한 쌍의 절연판(22, 23)이 각각 배치되어 있다.

전지 캔(21)의 개방 단부에는 전지 캡(24)과, 이 전지 캡(24)의 내측에 형성된 안전 밸브 기구(25) 및 열감 저항 소자(Positive Temperature Coefficient; PTC 소자)(26)가 가스켓(27)을 통해 코킹(caulking)됨으로써 부착되어 있으며, 전지 캔(21)의 내부는 밀폐되어 있다. 전지 캡(24)은, 예를 들면 전지 캔(21)과 동일한 재료로 구성되어 있다. 안전 밸브 기구(25)는 열감 저항 소자(26)를 통해 전지 캡(24)과 전기적으로 접속되어 있으며, 내부 단락 또는 외부로부터의 가열 등에 의해 전지의 내압이 일정 수준 이상이 될 경우, 디스크판(25A)이 반전하여 전지 캡(24)과 권취 전극체(30)와의 전기적 접속을 절단하도록 되어 있다. 열감 저항 소자(26)는 온도가 상승하면 저항치의 증대에 의해 전류를 제한하고, 대전류에 의한 이상 발열을 방지하는 것이다. 가스켓(27)은, 예를 들면 절연 재료로 구성되어 있고, 표면에는 아스팔트가 도포되어 있다.

권취 전극체(30)의 중심에는 예를 들면 센터핀(center pin; 33)이 삽입되어 있다. 권취 전극체(30)의 정극(10)에는 알루미늄 등으로 이루어진 리드(lead; 34)가 접속되어 있고, 부극(31)에는 니켈 등으로 이루어진 리드(35)가 접속되어 있다. 리드(34)는 안전 밸브 기구(25)에 용접됨으로써 전지 캡(24)과 전기적으로 접속되어 있고, 리드(35)는 전지 캔(21)에 용접되어 전기적으로 접속되어 있다.

도 5는 도 4에 도시한 권취 전극체(30)의 일부를 확대하여 나타낸 것이다. 부극(31)은, 예를 들면 대향하는 한쌍의 면을 갖는 집전체(31A)에 활성 물질층(31B)이 형성된 구조를 갖고 있다. 집전체(31A)는, 예를 들면 구리박, 니켈박 또는 스테인레스박 등의 금속박으로 구성되어 있다.

활성 물질층(31B)은, 예를 들면 활성 물질로서 리튬을 흡장 및 방출할 수 있는 부극 재료 중 임의의 1종 또는 2종 이상을 포함한다. 이러한 부극 재료로서는, 예를 들면 리튬을 흡장 및 방출하는 것이 가능하며, 금속 원소 및 반금속 원소 중 1종 이상을 구성 원소로서 포함하는 재료를 들 수 있다. 이러한 부극 재료를 이용하면, 높은 에너지 밀도를 얻을 수 있기 때문에 바람직하다. 이 부극재료는 금속 원소 또는 반금속 원소의 단체, 합금 또는 화합물일 수 있으며, 또한 이들 1종 또는 2종 이상의 상을 적어도 일부로 갖는 것일 수 있다. 또한, 본 발명에서, 합금에는 2종 이상의 금속 원소로 이루어지는 것 외에, 1종 이상의 금속 원소와 1종 이상의 반금속 원소로 이루어지는 것도 포함된다. 또한, 비금속 원소를 포함할 수 있다. 그의 조직에는 고용체, 공정(共晶)(공용 혼합물), 금속간 화합물 또는 이들 중 2종 이상이 공존하는 것이 있다.

이러한 부극 재료를 구성하는 금속 원소 또는 반금속 원소로서는, 예를 들면 리튬과 합금을 형성할 수 있는 금속 원소 또는 반금속 원소를 들 수 있다. 구체적으로는, 마그네슘, 붕소, 알루미늄, 갈륨, 인듐(In), 규소(Si), 게르마늄(Ge), 주석(Sn), 납(Pb), 비스무스(Bi), 카드뮴(Cd), 은(Ag), 아연, 하프늄(Hf), 지르코늄(Zr), 이트륨(Y), 팔라듐(Pd) 또는 백금(Pt) 등을 들 수 있다.

그 중에서도, 이러한 부극 재료로서는 장주기형 주기율표에서의 14족 금속 원소 또는 반금속 원소를 구성 원소로서 포함하는 것이 바람직하고, 특히 바람직한 것은 규소 및 주석 중 하나 이상을 구성 원소로서 포함하는 것이다. 규소 및 주석은 리튬을 흡장 및 방출하는 능력이 크고, 높은 에너지 밀도를 얻을 수 있기 때문이다. 구체적으로는, 예를 들면 규소의 단체, 합금 또는 화합물, 또는 주석의 단체, 합금 또는 화합물, 또는 이들 1종 또는 2종 이상의 상을 적어도 일부로 갖는 재료를 들 수 있다.

주석의 합금으로서, 예를 들면 주석 이외의 제2 구성 원소로서 규소, 니켈, 구리, 철, 코발트, 망간, 아연, 인듐, 은, 티탄, 게르마늄, 비스무스, 안티몬(Sb) 및 크롬으로 이루어지는 군 중 1종 이상을 포함하는 것을 들 수 있다. 규소의 합금으로서, 예를 들면 규소 이외의 제2 구성 원소로서 주석, 니켈, 구리, 철, 코발트, 망간, 아연, 인듐, 은, 티탄, 게르마늄, 비스무스, 안티몬 및 크롬으로 이루어지는 군 중 1종 이상을 포함하는 것을 들 수 있다.

주석의 화합물 또는 규소의 화합물로서는, 예를 들면 산소(O) 또는 탄소(C)를 포함하는 것을 들 수 있으며, 주석 또는 규소 외에, 상술한 제2 구성 원소를 포함할 수도 있다.

그 중에서도, 이러한 부극 재료로서는, 주석, 코발트 및 탄소를 구성 원소로서 포함하고, 탄소의 함유량이 9.9 질량% 이상 29.7 질량% 이하이고, 또한 주석과 코발트의 합계에 대한 코발트의 비율이 30 질량% 이상 70 질량% 이하인 CoSnC 함유 재료가 바람직하다. 이러한 조성 범위에서 높은 에너지 밀도를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 우수한 사이클 특성을 얻을 수 있기 때문이다.

이 CoSnC 함유 재료는, 필요에 따라서 또다른 구성 원소를 포함할 수 있다. 다른 구성 원소로서는, 예를 들면 규소, 철, 니켈, 크롬, 인듐, 니오븀, 게르마늄, 티탄, 몰리브덴, 알루미늄, 인(P), 갈륨 또는 비스무스가 바람직하고, 이들의 2종 이상을 포함하고 있을 수 있다. 용량 또는 사이클 특성을 더 향상시킬 수 있기 때문이다.

또한, 이 CoSnC 함유 재료는 주석, 코발트 및 탄소를 포함하는 상을 갖고 있으며, 이 상은 결정성이 낮거나 비정질인 구조를 갖고 있는 것이 바람직하다. 또한, 이 CoSnC 함유 재료로서는 구성 원소인 탄소 중 적어도 일부가 다른 구성 원소인 금속 원소 또는 반금속 원소와 결합하고 있는 것이 바람직하다. 이는, 사이클 특성의 저하는 주석 등의 응집 또는 결정화에 의한 것으로 생각되지만, 탄소가 다른 원소와 결합함으로써 그와 같은 응집 또는 결정화를 억제할 수 있기 때문이다.

원소의 결합 상태를 조사하는 측정 방법으로서, 예를 들면 X선 광전자 분광법(X-ray Photoelectron Spectroscopy; XPS)을 들 수 있다. XPS에서 탄소의 1s 궤도(C1s)의 피크는, 흑연일 경우 금 원자의 4f 궤도(Au4f)의 피크가 84.0 eV로 얻어지도록 에너지 교정된 장치에서 284.5 eV로 나타난다. 또한, 표면 오염 탄소일 경우 284.8 eV로 나타난다. 이것에 대하여, 탄소 원소의 전하 밀도가 높아지는 경우, 예를 들면 탄소가 금속 원소 또는 반금속 원소와 결합하고 있는 경우에는, C1s의 피크는 284.5 eV보다 낮은 영역에 나타난다. 즉, CoSnC 함유 재료에 대하여 얻어지는 C1s의 합성파의 피크가 284.5 eV보다 낮은 영역에 나타나는 경우에는, CoSnC 함유 재료에 포함되는 탄소 중 적어도 일부가 다른 구성 원소인 금속 원소 또는 반금속 원소와 결합하고 있다.

또한, XPS 측정에서는, 스펙트럼의 에너지 축의 보정에, 예를 들면 C1s의 피크를 이용한다. 통상적으로 표면에는 표면 오염 탄소가 존재하고 있으므로, 표면 오염 탄소의 C1s의 피크를 284.8 eV로 하고, 이것을 에너지 기준으로 한다. XPS 측정에서는 C1s의 피크의 파형은 표면 오염 탄소의 피크와 CoSnC 함유 재료 중 탄소의 피크를 포함한 형태로서 얻어지기 때문에, 예를 들면 시판중인 소프트웨어를 이용하여 해석함으로써 표면 오염 탄소의 피크와, CoSnC 함유 재료 중 탄소의 피크를 분리한다. 파형의 해석에서는, 최저 속박 에너지측에 존재하는 주 피크의 위치를 에너지 기준(284.8 eV)으로 한다.

리튬을 흡장 및 방출하는 것이 가능한 부극 재료로서는, 또한 예를 들면, 열 분해 탄소류, 코우크스류, 흑연류, 유리상 탄소류, 유기 고분자 화합물 소성체, 탄소 섬유, 활성탄 등의 탄소 재료, 또는 폴리아세틸렌 등의 고분자 화합물을 이용할 수도 있다. 그 중에서도, 탄소 재료는 리튬의 흡장 및 방출에 따른 결정 구조의 변화가 매우 적고, 우수한 사이클 특성을 얻을 수 있기 때문에 바람직하다. 예를 들면, 상술한 금속 원소 또는 반금속 원소를 구성 원소로서 포함하는 부극 재료와 함께 이용할 수도 있다.

세퍼레이터(32)는 정극(10)과 부극(31)을 격리하고, 양극의 접촉에 의한 전류의 단락을 방지하면서 리튬 이온을 통과시키는 것이다. 세퍼레이터(32)는, 예를 들면 폴리테트라플루오루에틸렌, 폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌 등으로 이루어지는 합성 수지계의 다공질막 또는 세라믹계의 다경질막으로 구성되어 있고, 이들 2종 이상의 다공질막을 적층한 구조로 되어 있을 수 있다.

세퍼레이터(32)에는 액상의 전해질인 전해액이 함침되어 있다. 이 전해액은 예를 들면, 용매와, 이 용매에 용해된 전해질을 포함하고, 필요에 따라서 각종 첨가제를 포함할 수도 있다.

용매로서는, 예를 들면 탄산프로필렌, 탄산에틸렌, 탄산디에틸, 탄산디메틸, 4-플루오로-1,3-디옥솔란-2-온, 4,5-디플루오로-1,3-디옥솔란-2-온, 1,2-디메톡시에탄, 1,2-디에톡시에탄, γ-부티로락톤, 테트라히드로푸란, 2-메틸테트라히드로푸란, 1,3-디옥솔란, 4-메틸-1,3-디옥솔란, 디에틸에테르, 술폴란, 메틸술폴란, 아세토니트릴, 프로피오니트릴, 아니솔, 아세트산에스테르, 부티르산에스테르, 프로피온산에스테르, 또는 탄산비닐렌 등의 비수성 용매를 들 수 있다. 용매는 어느 하나의 종을 이용하거나, 2종 이상을 혼합하여 이용할 수도 있다.

전해질 염으로서, 예를 들면 LiPF_6 , LiBF_4 , LiClO_4 , LiAsF_6 , $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$, LiCl , LiBr , LiCH_3SO_3 또는 LiCF_3SO_3 등의 리튬 염을 들 수 있다. 전해질 염은 임의의 1종을 이용하거나, 2종 이상을 혼합하여 이용할 수도 있다.

상기 이차전지는, 예를 들면 다음과 같이 하여 제조할 수 있다.

우선, 상술한 바와 같이 정극(10)을 제조하고, 예를 들면 마찬가지로 하여 부극(31)을 제조한다. 계속해서, 집전체(11, 31A)에 리드(34, 35)를 부착한 후, 정극(10)과 부극(31)을 세퍼레이터(32)를 개재하여 권취하고, 리드(35)의 선단부를 전지 캔(21)에 용접함과 함께, 리드(34)의 선단부를 안전 밸브 기구(25)에 용접하여 권취한 정극(10) 및 부극(31)을 한쌍의

절연판(22, 23)을 사이에 두고 전지 캔(21)의 내부에 수납한다. 계속해서, 전해액을 전지 캔(21)의 내부에 주입하고, 세퍼레이터(32)에 함침시킨다. 그 후, 전지 캔(21)의 개구 단부에 전지 캡(24), 안전 밸브 기구(25) 및 열감 저항 소자(26)를 가스켓(27)을 통해 코킹함으로써 고정시킨다. 이것에 의해, 도 4에 도시한 이차전지가 완성된다.

상기 이차전지에서는, 충전을 행하면, 예를 들면 정극(10)으로부터 리튬 이온이 방출되고, 전해액을 통해 부극(31)에 흡장된다. 한편, 방전을 행하면, 예를 들면 부극(31)으로부터 리튬 이온이 방출되고, 전해액을 통해 정극(10)에 흡장된다. 정극(10)에는, 예를 들면 제1층(12A)과, 제1층(12A)보다 높은 열 안정성을 갖는 제2층(12B, 12C)이 형성되기 때문에, 연속 충전하거나 고온에서 보존하여도 세퍼레이터(32)의 산화가 억제되고, 또한 집전체(11)의 열화에 의한 저항의 증대가 억제된다.

<제2 이차전지>

도 6은 제2 이차전지의 구성을 나타내는 것이다. 이 이차전지는 소위 라미네이트 필름형이라 불리는 것으로, 리드(41, 42)가 부착된 권취 전극체(40)를 필름상의 외장 부재(50)의 내부에 수용한 것이다.

리드(41, 42)는, 예를 들면 알루미늄, 구리, 니켈 또는 스테인레스 등의 금속 재료로 각각 구성되어 있으며, 외장 부재(50)의 내부로부터 외부를 향하는 예를 들면 동일 방향으로 도출되어 있다.

외장 부재(50)는, 예를 들면 나일론 필름, 알루미늄박 및 폴리에틸렌 필름을 이러한 순서로 접합시킨 구형의 알루미늄 라미네이트 필름으로 구성되어 있다. 외장 부재(50)는, 예를 들면 폴리에틸렌 필름층과 권취 전극체(40)가 대향하도록 배치되어 있으며, 각 외연부가 용착 또는 접착체에 의해 상호 밀착되어 있다. 외장 부재(50)와 리드(41) 및 리드(42)와의 사이에는, 외기의 침입을 방지하기 위한 밀착 필름(43)이 삽입되어 있다. 밀착 필름(43)은 리드(41, 42)에 대하여 밀착성을 갖는 재료, 예를 들면 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 변성 폴리에틸렌 또는 변성 폴리프로필렌 등의 폴리올레핀 수지로 구성되어 있다.

또한, 외장 부재(50)는 상술한 알루미늄 라미네이트 필름 대신에, 다른 구조를 갖는 라미네이트 필름, 폴리프로필렌 등의 고분자 필름 또는 금속 필름으로 구성될 수도 있다.

도 7은 도 6에 도시한 권취 전극체(40)의 I-I선을 따른 단면 구조를 나타낸 것이다. 권취 전극체(40)는 정극(10)과 부극(44)을 세퍼레이터(45) 및 전해질층(46)을 개재하여 적층하여 권취한 것으로, 최외주부는 보호 테이프(47)에 의해 보호되어 있다.

부극(44)은 집전체(44A)의 양면에 활성 물질층(44B)이 형성된 구조를 갖고 있고, 집전체(44A), 활성 물질층(44B) 및 세퍼레이터(45)의 구성은 상술한 제1 이차전지에서의 집전체(31A), 활성 물질층(31B) 및 세퍼레이터(32)와 마찬가지로이다.

전해질층(46)은 전해액과, 이 전해액을 유지하는 유지체가 되는 고분자 화합물을 포함하여 소위 겔상으로 되어 있다. 겔상의 전해질은 높은 이온 전도율을 얻을 수 있음과 동시에 전지의 누액을 방지할 수 있기 때문에 바람직하다. 전해액(즉 용매 및 전해질염 등)의 구성은 상술한 제1 이차전지와 마찬가지로이다. 고분자 재료로서는, 예를 들면 폴리에틸렌옥사이드 또는 폴리에틸렌옥사이드를 포함하는 가교체 등의 에테르계 고분자 화합물, 폴리메타크릴레이트 등의 에스테르계 고분자 화합물 또는 아크릴레이트계 고분자 화합물, 또는 폴리불화비닐리덴 또는 불화비닐리덴과 헥사플루오로프로필렌과의 공중합체 등의 불화비닐리덴의 중합체를 들 수 있으며, 이들 중 임의의 1종 또는 2종 이상을 혼합하여 이용한다. 특히, 산화 환원안정성의 관점에서는 불화비닐리덴의 중합체 등의 불소계 고분자 화합물을 이용하는 것이 바람직하다.

이러한 이차전지는, 예를 들면 다음과 같이 하여 제조할 수 있다.

우선, 상술한 바와 같이 하여 정극(10) 및 부극(44)을 제조한 후, 정극(10) 및 부극(44)의 각각에, 전해액, 고분자 화합물 및 혼합 용제를 포함하는 전구 용액을 도포하고, 혼합 용제를 휘발시켜 전해질층(46)을 형성한다. 계속해서, 집전체(11, 44A)에 리드(41, 42)를 부착한다. 계속해서, 전해질층(46)이 형성된 정극(10)과 부극(44)을 세퍼레이터(45)를 개재하여 적층하여 적층체로 한 후, 이 적층체를 그 길이 방향으로 권취하고, 최외주부에 보호 테이프(47)를 접착하여 권취 전극체(40)를 형성한다. 마지막으로, 예를 들면 외장 부재(50)의 사이에 권취 전극체(40)를 끼워, 외장 부재(50)의 외연부끼리를 열 용착 등에 의해 밀착시켜 봉입한다. 그 때, 리드(41, 42)와 외장 부재(50)와의 사이에 밀착 필름(43)을 삽입한다. 이것에 따라, 도 6 및 도 7에 도시한 이차전지가 완성된다.

또한, 이 이차전지는 다음과 같이 하여 제조할 수도 있다. 우선, 정극(10) 및 부극(44)을 제조하고, 정극(10) 및 부극(44)에 리드(41, 42)를 부착한 후, 정극(10)과 부극(44)을 세퍼레이터(45)를 개재하여 적층하여 권취하고, 최외주부에 보호 테이프(47)를 접착하여 권취 전극체(40)의 전극체인 권취체를 형성한다. 계속해서, 이 권취체를 외장 부재(50)의 사이에 두고, 한변을 제외한 외주연부를 열 용착하여 주머니 형상으로 하여 외장 부재(50)의 내부에 수납한다. 계속해서, 전해액, 고분자 화합물의 원료인 단량체 및 중합 개시제, 필요에 따라 중합 금지제 등의 다른 재료를 포함하는 전해질용 조성물을 준비하고, 외장 부재(50)의 내부에 주입한다.

전해질용 조성물을 주입한 후, 외장 부재(50)의 개구부를 진공 분위기하에서 열용착하여 밀봉한다. 계속해서, 열을 가하여 단량체를 중합시켜 고분자 화합물로 함으로써 겔상의 전해질층(46)을 형성하고, 도 6 및 도 7에 도시한 이차전지를 조립한다.

이 이차전지의 작용은 상술한 제1 이차전지와 마찬가지로이다.

이와 같이 본 실시 형태에 의하면, 정극(10)이 다른 활성 물질을 포함하는 다층 구조를 갖도록 하였으므로, 열 안정성이 다른 제1 활성 물질과 제2 활성 물질을 이용함으로써, 용량 등의 특성을 저하시키지 않고, 열 안정성을 향상시킬 수 있다. 따라서, 예를 들면 장시간 연속 충전하거나, 고온에서 보존하여도 세퍼레이터(32, 45)의 산화에 의한 열화, 또는 집전체(11)의 열화에 의한 저항의 증대를 억제할 수 있어 용량의 열화를 억제할 수 있다.

특히, 제1 활성 물질로서 리튬과 전이 금속 원소를 포함하는 복합 산화물, 그 중에서도 리튬과 니켈을 포함하는 복합 산화물을 이용하고, 제2 활성 물질로서 리튬과 전이 금속 원소를 포함하는 인산 화합물, 그 중에서도 리튬과 철을 포함하는 인산 화합물을 이용하면, 보다 높은 효과를 얻을 수 있다.

[실시에]

이하 본 발명의 구체적인 실시예에 대하여 더 상세히 설명한다.

<실시에 1 내지 3>

정극(10)을 다음과 같이 하여 제조하였다. 우선, 제1 활성 물질로서 리튬니켈 복합 산화물(LiNiO_2) 분말을 준비하고, 이 리튬 니켈 복합 산화물 96질량%와, 도전제인 카본 블랙 1 질량%와, 결합제인 폴리불화비닐리덴 3 질량%를 혼합하고, 용제인 N-메틸-2-피롤리돈에 분산시켜 알루미늄박으로 이루어진 집전체(11)의 양면에 도포하고 건조시켜 제1층(12A)을 형성하였다.

계속해서, 제2 활성 물질로서 리튬 니켈 복합 산화물보다도 높은 열 안정성을 갖는 리튬철 인산 화합물(LiFePO_4) 분말을 준비하고, 이 리튬철 인산 화합물 92질량%와, 도전제인 흑연 6 질량%와, 결합제인 폴리불화비닐리덴 2 질량%를 혼합하고, 용제인 N-메틸-2-피롤리돈에 분산시켜 제1층(12A) 상에 도포하고 건조시켜 제2층(12B)을 형성하였다. 계속해서, 이것을 롤 프레스기로 압축 성형하여 정극(10)을 얻었다.

제조한 정극(10)을 이용하여, 도 1에 도시한 원통형 이차전지를 제조하였다. 그 때, 실시예 1 내지 3에서 부극(31)의 구성을 변화시켰다. 실시예 1에서는, 활성 물질로서 인조 흑연 분말을 이용하여, 이 인조 흑연 90 질량%와, 결합제인 폴리불화비닐리덴 10 질량%를 혼합하고, 용제인 N-메틸-2-피롤리돈에 분산시켜 구리박으로 이루어진 집전체(31A)의 양면에 도포하고 건조시켜 롤 프레스기로 압축 성형하여 부극(31)을 제조하였다. 실시예 2에서는, 활성 물질로서 코발트-주석 합금 분말을 이용하고, 이 코발트-주석 합금 76 질량%와, 도전제 및 활성 물질인 흑연 20 질량%와, 결합제인 폴리불화비닐리덴 4 질량%를 혼합하여 이용한 것을 제외하고, 그 외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 부극(31)을 제조하였다. 실시예 3에서는, 활성 물질로서 CoSnC 함유 재료 분말을 이용하고, 이 CoSnC 함유 재료 76 질량%와, 도전제 및 활성 물질인 흑연 20 질량%와, 결합제인 폴리불화비닐리덴 4 질량%를 혼합하여 이용한 것을 제외하고, 그 외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 부극(31)을 제조하였다.

또한, CoSnC 함유 재료는, 코발트-주석 합금 분말에 탄소 분말을 첨가하여 건식 혼합하고, 이 혼합물을 유성 볼밀을 이용하여 기계 화학 반응을 이용함으로써 합성하였다. 제조한 CoSnC 함유 재료에 대하여 조성의 분석을 행한 바, 코발트의 함유량은 29.3 질량%, 주석의 함유량은 49.9 질량%, 탄소의 함유량은 19.8 질량%이었다. 또한, 탄소의 함유량은 탄소·황 분석 장치에 의해 측정하고, 코발트 및 주석의 함유량은 ICP(Inductively Coupled Plasma: 유도 결합 플라즈마) 발광 분

석에 의해 측정하였다. 또한, 얻어진 CoSnC 함유 재료에 대하여 X선 회절을 행한 바, 회절각 $2\theta = 20^\circ$ 내지 50° 의 사이에, 회절각 2θ 가 1.0° 이상의 넓은 반값 폭을 갖는 회절 피크가 관찰되었다. 또한, 이 CoSnC 함유 재료에 대하여 XPS를 행한 바, CoSnC 함유 재료에서의 C1s의 피크는 284.5 eV보다도 낮은 영역에 얻어졌다. 즉, CoSnC 함유 재료 중 탄소가 다른 원소와 결합하고 있는 것이 확인되었다.

또한, 전해액으로는, 탄산에틸렌 50 부피%와, 탄산디에틸 50 부피%를 혼합한 용매에 LiPF_6 을 1 mol/l의 농도로 용해시킨 것을 이용하였다.

실시에 1 내지 3에 대한 비교예 1, 2로서, 집전체에 제1층만을 형성하고, 제2층을 형성하지 않은 것을 제외하고, 그 외에는 실시예 1 내지 3과 마찬가지로 하여 정극을 제조하였다. 또한, 활성 물질층(12)의 면적 밀도는 실시예 1 내지 3과 마찬가지로 하였다. 비교예 1, 2의 정극에 대해서도 실시예 1 내지 3과 마찬가지로 하여 이차전지를 제조하였다. 그 때, 비교예 1에서는 실시예 1과 마찬가지로의 부극을 이용하고, 비교예 2에서는 실시예 2와 마찬가지로의 부극을 이용하였다.

제조한 실시예 1 내지 3 및 비교예 1, 2의 이차전지에 대하여, 이하와 같이하여 연속 충전 특성 및 고온 보존 특성을 평가하였다. 이들의 결과를 표 1에 나타낸다.

<연속 충전 특성>

우선, 23°C 에서, 전류치 0.5 A, 상한 전압 4.2 V의 정전류 정전압 충전을 행한 후, 2 A(고부하) 또는 0.2 A(저부하)의 정전류로 종지 전압 2.5 V까지 정전류방전을 행하여 연속 충전 전의 방전 용량을 측정하였다. 이어서, 23°C 에서 전류치 0.5 A, 상한 전압 4.2 V의 정전류 정전압 충전을 60일간 연속으로 행하였다. 그 후, 2 A 또는 0.2 A의 정전류로 종지 전압 2.5 V까지 정전류 방전을 행하여 연속 충전 후의 방전 용량을 측정하였다. 얻어진 결과로부터 고부하 방전 및 저부하 방전에 대하여 연속 충전 전의 방전 용량에 대한 연속 충전 후의 방전 용량의 유지율을 각각 구하였다.

<고온 보존 특성>

우선, 23°C 에서 전류치 0.5 A, 상한 전압 4.2 V의 정전류 정전압 충전을 행한 후, 2 A 또는 0.2 A의 정전류로 종지 전압 2.5 V까지 정전류 방전을 행하고, 보존전의 방전 용량을 측정하였다. 이어서, 23°C 에서 전류치 0.5 A, 상한 전압 4.2 V의 정전류 정전압 충전을 행한 후 60°C 에서 60일간 보존하였다. 그 후, 2 A 또는 0.2 A의 정전류로 종지 전압 2.5 V까지 정전류 방전을 행하여 보존 후의 방전 용량을 측정하였다. 얻어진 결과로부터, 고부하 방전 및 저부하 방전에 대하여 보존 전의 방전 용량에 대한 보존 후의 방전 용량의 유지율을 각각 구하였다.

[표 1]

	정극		부극	연속 충전 특성 (%)		고온 보존 특성 (%)	
	제1 층	제1 층 표면층		고부하 2A	저부하 0.2A	고부하 2A	저부하 0.2A
실시에 1	LiNiO_2	LiFePO_4	인조흑연	87	93	82	90
실시에 2	LiNiO_2	LiFePO_4	CoSn 합금	84	90	79	88
실시에 3	LiNiO_2	LiFePO_4	CoSnC 함유재료	88	92	81	88
비교예 1	LiNiO_2		인조흑연	68	79	69	82
비교예 2	LiNiO_2		CoSn 합금	65	77	63	78

표 1에 나타낸 바와 같이, 정극(10)의 표면에 제2층(12B)을 형성한 실시예 1내지 3에 의하면, 이를 형성하지 않은 비교예 1, 2에 비하여 연속 충전 특성 및 고온 보존 특성에 대하여 모두 향상시킬 수 있었다. 즉, 열 안정성이 높은 제2 활성 물질을 이용한 제2층(12B)을 표면층에 형성하면, 연속 충전 및 고온 보존에 의한 용량의 열화를 억제할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

<실시에 4 내지 6>

실시에 4로서, 제2층(12B) 대신에 집전체(11)와 제1층(12A) 사이에 제2층(12C)을 형성한 것을 제외하고, 그 외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 정극(10)을 제조하였다. 제2층(12C)은 제2 활성 물질로서 리튬철 인산 화합물을 이용하여 실시예 1의 제2층(12B)과 마찬가지로 하여 형성하였다.

실시에 5로서, 제2층(12B) 외에 집전체(11)와 제1층(12A) 사이에 제2층(12C)을 형성한 것을 제외하고, 그 외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 정극(10)을 제조하였다. 제2층(12C)은 제2 활성 물질로서 리튬철 인산 화합물을 이용하여 실시예 1의 제2층(12B)과 마찬가지로 하여 형성하였다.

실시에 6으로서, 제2층(12B) 외에, 집전체(11)와 제1층(12A) 사이에 제2층(12C)을 형성하고, 또한, 제1 활성 물질로서 리튬 니켈 망간 코발트 복합 산화물($\text{LiNi}_{0.45}\text{Mn}_{0.3}\text{Co}_{0.25}\text{O}_2$)을 이용한 것을 제외하고, 그 외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 정극(10)을 제조하였다. 제2층(12C)은 제2 활성 물질로서 리튬철 인산 화합물을 이용하여 실시예 1의 제2층(12B)과 마찬가지로 하여 형성하였다.

실시에 4 내지 6의 정극(10)에 대해서도 실시예 1과 마찬가지로 부극 활성 물질로서 인조 흑연을 이용하여 이차전지를 제조하고, 연속 충전 특성 및 고온보존 특성을 평가하였다. 이들의 결과를 비교예 1의 결과와 함께 표 2에 나타낸다.

[표 2]

	정극			연속 충전 특성 (%)		고온 보존 특성 (%)	
	제2 층 집전체측	제1 층	제2 층 표면측	고부하 2A	저부하 0.2A	고부하 2A	저부하 0.2A
실시에 4	LiFePO_4	LiNiO_2	—	79	80	80	81
실시에 5	LiFePO_4	LiNiO_2	LiFePO_4	93	94	95	96
실시에 6	LiFePO_4	$\text{LiNi}_{0.45}\text{Mn}_{0.3}\text{Co}_{0.25}\text{O}_2$	LiFePO_4	94	95	96	97
비교예 1	LiNiO_2			68	79	69	82

표 2에 도시한 바와 같이, 집전체(11)와 제1층(12A) 사이에 제2층(12C)을 형성한 실시예 4에 의하면, 비교예 1에 비하여 고부하 방전에서의 연속 충전 특성 및 고온 보존 특성을 저부하 방전과 동일 정도까지 향상시킬 수 있었다. 또한, 표면측의 제2층(12B)과 집전체측의 제2층(12C)을 함께 형성한 실시예 5, 6에 의하면, 연속 충전 특성 및 고온 보존 특성에 대하여 모두 향상시킬 수 있는데, 특히, 고부하 방전의 특성을 저부하 방전과 동일한 정도로 향상시킬 수 있었다.

즉, 열 안정성이 높은 제2 활성 물질을 이용한 제2층(12C)을 집전체측에 형성하면, 연속 충전 및 고온 보존에 의한 용량의 열화를 억제할 수 있어, 표면측과 집전체측에 함께 형성되면 보다 높은 효과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있었다.

이상, 실시 형태 및 실시예를 들어 본 발명을 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시 형태 및 실시예에 한정되는 것이 아니라, 다양한 변형이 가능하다. 예를 들면, 상기 실시 형태 및 실시예에서는, 액상의 전해질인 전해액 또는 전해액을 고분자 화합물로 유지시킨 겔상 전해질을 이용하는 경우에 대하여 설명하였지만, 다른 전해질을 이용할 수도 있다. 다른 전해질로서는, 예를 들면 이온 전도성을 갖는 고분자 화합물에 전해질 염을 분산시킨 고분자 전해질, 이온 전도성 세라믹, 이온 전도성 유리 또는 이온성 결정 등으로 이루어지는 무기 고체 전해질, 용융염 전해질, 또는 이들을 혼합한 것을 들 수 있다.

또한, 상기 실시 형태 및 실시예로서는, 원통형 또는 라미네이트 필름 등의 외장 부재를 이용한 이차전지를 구체적으로 예를 들고 설명하였는데, 본 발명은 다른 구조를 갖는 코인형 또는 버튼형 또는 직사각형 등 다른 형상을 갖는 이차전지, 또는 권취 구조 등의 다른 구조를 갖는 이차전지에 대해서도 마찬가지로 적용할 수 있다. 또한, 일차전지 등의 다른 전지에 대해서도 마찬가지로 적용할 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 정극에 따르면, 상이한 활성 물질을 포함하는 다층 구조를 갖기 때문에, 예를 들면 열 안정성이 상이한 활성 물질을 이용함으로써, 용량 등의 특성을 저하시키지 않고도 열 안정성을 향상시킬 수 있다. 따라서, 본 발명의 전지에 따르면, 장시간 연속 충전하거나, 고온에서 보존하여도 특성의 열화를 억제할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

집전체에 활성 물질층이 형성되어 있고, 상기 활성 물질층은 상이한 활성 물질을 포함하는 다층 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 정극.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 활성 물질층은 제1 활성 물질을 포함하는 제1층, 상기 제1 활성 물질보다도 높은 열 안정성을 갖는 제2 활성 물질을 포함하는 제2층을 갖는 것을 특징으로 하는 정극.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 제2층은 상기 제1층의 집전체측 및 그 반대측 중 적어도 한쪽에 형성된 것을 특징으로 하는 정극.

청구항 4.

제2항에 있어서, 상기 제2 활성 물질은 열 중량 측정에 의한 400℃에서의 중량 감소율이 상기 제1 활성 물질보다 작은 것을 특징으로 하는 정극.

청구항 5.

제2항에 있어서, 상기 제1 활성 물질은 리튬(Li)과 니켈(Ni)을 포함하는 복합 산화물이며, 제2 활성 물질은 리튬과 철(Fe)을 포함하는 인산 화합물인 것을 특징으로 하는 정극.

청구항 6.

정극 및 부극과 함께 전해질을 구비하며, 상기 정극은 집전체와, 이 집전체에 형성된 활성 물질층을 가지며, 상기 활성 물질층은 상이한 활성 물질을 포함하는 다층 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 전지.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 활성 물질층은 제1 활성 물질을 포함하는 제1층, 상기 제1 활성 물질보다도 높은 열 안정성을 갖는 제2 활성 물질을 포함하는 제2층을 갖는 것을 특징으로 하는 전지.

청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 제2층은 상기 제1층의 집전체측 및 그의 반대측 중 적어도 한쪽에 형성된 것을 특징으로 하는 전지.

청구항 9.

제7항에 있어서, 상기 제2 활성 물질은 열 중량 측정에 의한 400℃에서의 중량 감소율이 상기 제1 활성 물질보다 작은 것을 특징으로 하는 전지.

청구항 10.

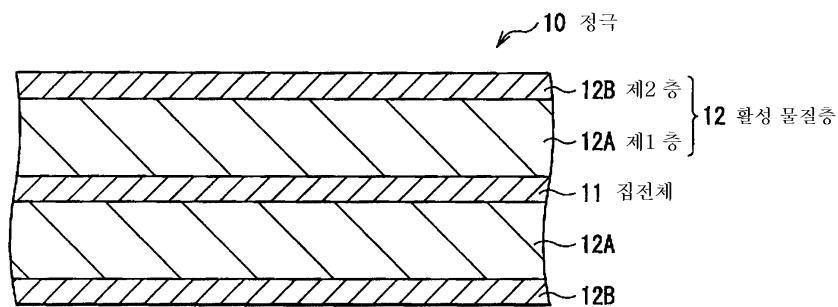
제7항에 있어서, 상기 제1 활성 물질은 리튬(Li)과 니켈(Ni)을 포함하는 복합 산화물이며, 제2 활성 물질은 리튬과 철(Fe)을 포함하는 인산 화합물인 것을 특징으로 하는 전지.

청구항 11.

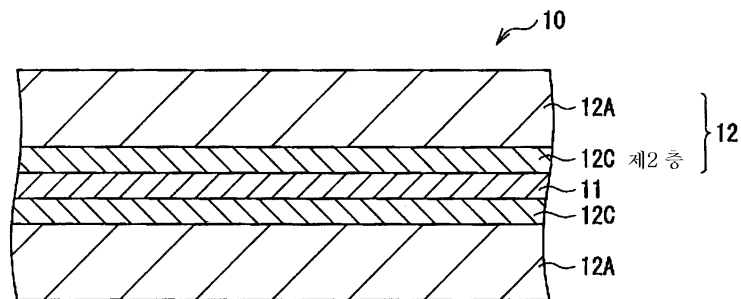
제6항에 있어서, 상기 정극 및 부극은 리튬을 흡장 및 방출 가능한 활성 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 전지.

도면

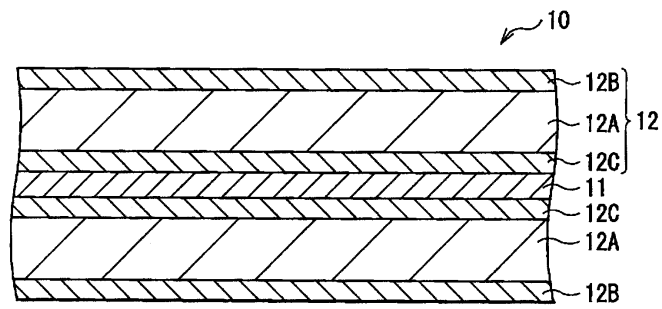
도면1



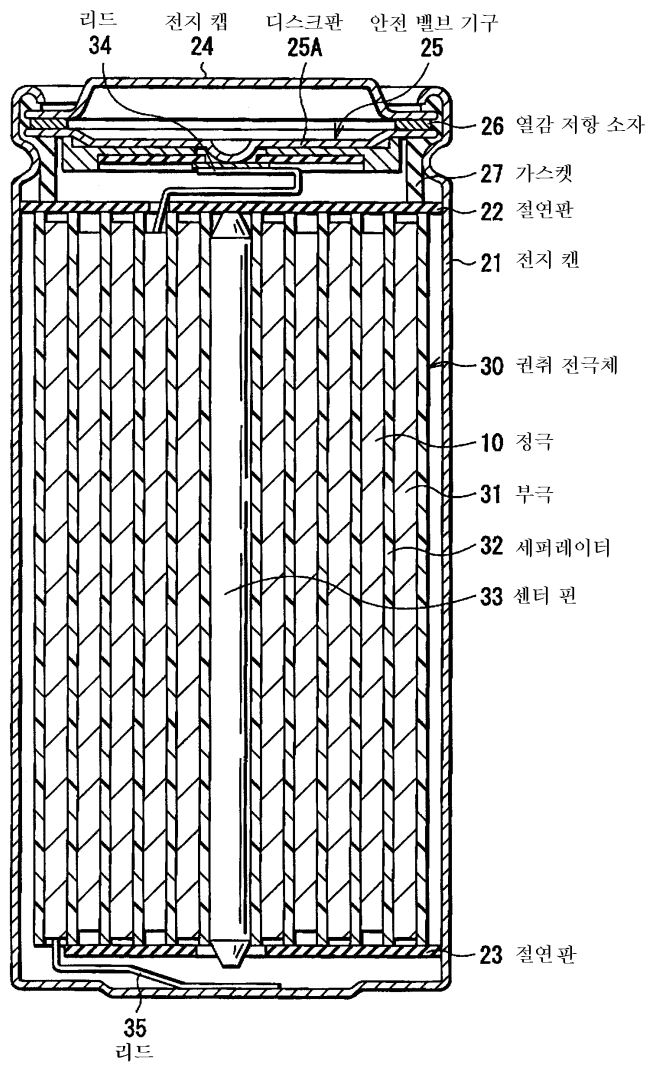
도면2



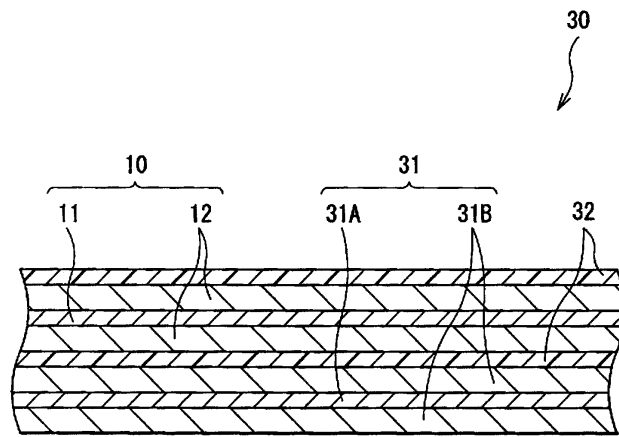
도면3



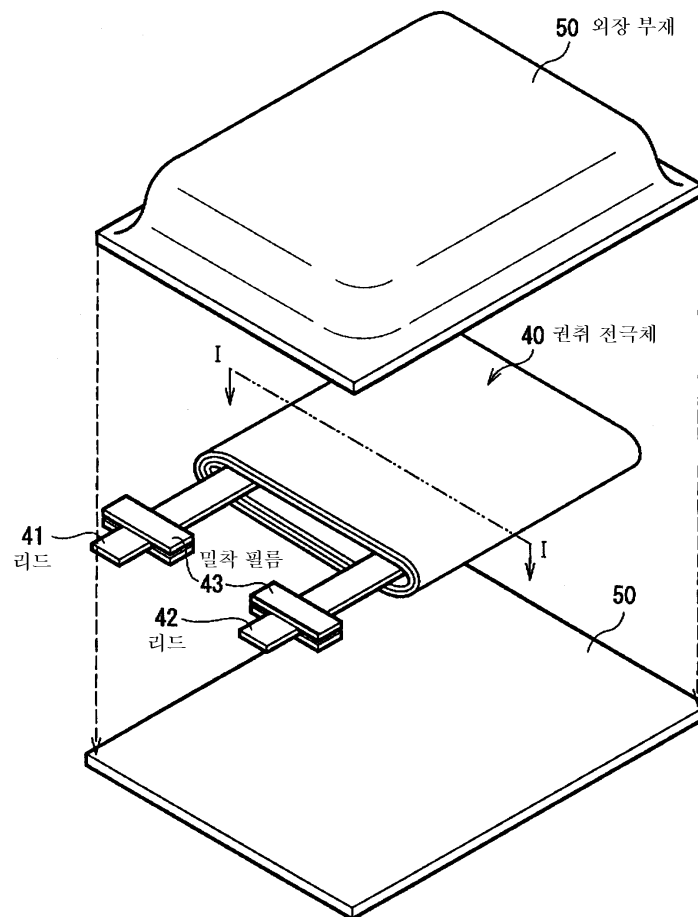
도면4



도면5



도면6



도면7

