



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월11일  
(11) 등록번호 10-1241571  
(24) 등록일자 2013년03월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01M 4/525* (2010.01) *H01M 4/505* (2010.01)  
*H01M 10/0525* (2010.01) *H01M 4/131* (2010.01)

(21) 출원번호 10-2010-0118897  
(22) 출원일자 2010년11월26일  
심사청구일자 2010년11월26일  
(65) 공개번호 10-2011-0059553  
(43) 공개일자 2011년06월02일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2009-269403 2009년11월27일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현  
KR1020020070495 A  
KR100786850 B1

(73) 특허권자  
가부시키가이샤 히타치세이사쿠쇼  
일본국 도쿄토 치요다쿠 마루노우치 1초메 6반 6  
고  
(72) 발명자  
고니시, 히로아키  
일본 1008220 도쿄토 치요다쿠 마루노우치 1초메  
6반 1고 마루노우치 센터 빌딩 12층 히타치 가부  
시키가이샤 인텔렉츄얼 프로퍼티 그룹 내  
유아사, 도요타카  
일본 1008220 도쿄토 치요다쿠 마루노우치 1초메  
6반 1고 마루노우치 센터 빌딩 12층 히타치 가부  
시키가이샤 인텔렉츄얼 프로퍼티 그룹 내  
(74) 대리인  
박보현, 장수길

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 박상호

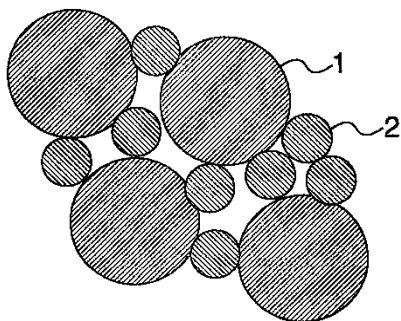
(54) 발명의 명칭 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료 및 그것을 이용한 리튬 이온 이차 전지

### (57) 요 약

본 발명의 목적은 고용량, 고출력, 또한 고안전성의 정극 재료 및 그 정극 재료를 이용한 리튬 이온 이차 전지를 제공하는 데에 있다.

본 발명에 따른 리튬 이온 이차 전지는, 조성식  $Li_{x1}Ni_{a1}Mn_{b1}Co_{c1}O_2$  ( $0.2 \leq x1 \leq 1.2$ ,  $0.6 \leq a1 \leq 0.9$ ,  $0.05 \leq b1 \leq 0.3$ ,  $0.05 \leq c1 \leq 0.3$ ,  $a1+b1+c1=1.0$ )로 표시되는 제1 정극 활성 물질과, 조성식  $Li_{x2}Ni_{a2}Mn_{b2}Co_{c2}M_dO_2$  ( $M=Mo$ ,  $W$ ,  $0.2 \leq x2 \leq 1.2$ ,  $0.7 \leq a2 \leq 0.9$ ,  $0.05 \leq b2 \leq 0.3$ ,  $0.05 \leq c2 \leq 0.3$ ,  $0 \leq d \leq 0.06$ ,  $a2+b2+c2+d=1.0$ )로 표시되는 제2 정극 활성 물질을 혼합한 정극 재료를 이용하는 것을 특징으로 한다.

**대 표 도** - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

조성식  $\text{LiNi}_{a1}\text{Mn}_{b1}\text{Co}_{c1}\text{O}_2$

( $0.6 \leq a1 \leq 0.9$ ,  $0.05 \leq b1 \leq 0.3$ ,  $0.05 \leq c1 \leq 0.3$ ,  $a1+b1+c1=1.0$ )로 표시되는 제1 정극 활성 물질과,

조성식  $\text{LiNi}_{a2}\text{Mn}_{b2}\text{Co}_{c2}\text{M}_d\text{O}_2$

( $0.7 \leq a2 \leq 0.9$ ,  $0.05 \leq b2 \leq 0.3$ ,  $0.05 \leq c2 \leq 0.3$ ,  $M=\text{Mo}$ ,  $W$ ,  $0 \leq d \leq 0.06$ ,  $a2+b2+c2+d=1.0$ )로 표시되는 제2 정극 활성 물질

을 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 정극 활성 물질의 평균 이차 입경이 상기 제2 정극 활성 물질의 평균 이차 입경보다 큰 것을 특징으로 하는 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 정극 활성 물질의 Ni의 함유량이 상기 제2 정극 활성 물질의 Ni의 함유량 이하인 것을 특징으로 하는 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 정극 재료 중에 포함되는 제1 정극 활성 물질의 혼합비를 질량 백분율로 30 내지 70 %로 하는 것을 특징으로 하는 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제2 정극 활성 물질의 평균 이차 입경이 상기 제1 정극 활성 물질의 평균 이차 입경의 2분의 1 이하인 것을 특징으로 하는 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1 정극 활성 물질의 Ni 함유량  $a1$ 이  $0.7 \leq a1 \leq 0.8$ 이고, 상기 제2 정극 활성 물질의 Ni 함유량  $a2$ 가  $0.75 \leq a2 \leq 0.8$ 인 것을 특징으로 하는 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료.

### 청구항 7

리튬을 흡장 방출 가능한 정극과 리튬을 흡장 방출 가능한 부극이 비수(非水) 전해질 및 세퍼레이터를 개재하여 형성되는 리튬 이온 이차 전지에 있어서,

상기 정극이 제1항에 기재된 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료를 가지는 것을 특징으로 하는 리튬 이온 이차 전지.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 고용량, 고출력 또한 고안전성의 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료 및 리튬 이온 이차 전지에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 플러그-인 하이브리드 자동차용 전지로서 리튬 이온 이차 전지를 채용하기 위해서는, 고안전성을 유지하면서, 저비용화, 저부피화, 경량화, 고출력화 등이 필요하기 때문에, 정극 재료에는 고용량, 고출력 또한 고안전성이

것이 요구된다.

[0003] 특허문헌 1에서는, 리튬 니켈 복합 산화물의 표면에 니켈 산화물 또는 제2 리튬 니켈 복합 산화물을 포함하는 정극 재료를 이용하여, 저온에서의 고레이트 특성을 저해하지 않고, 내부 단락 시에서의 안전성을 높였다. 이 정극 재료는 리튬 니켈 복합 산화물의 표면에 저항이 높은 입자를 피복하였기 때문에 저항이 높아서, 플러그-인 하이브리드 자동차용 전지에 필요한 것과 같은 고출력을 얻는 것은 한층 더 검토가 필요하다.

[0004] 특허문헌 2에서는, 화학식  $Li_vNi_{1-w-x-y-z}Co_wCa_xMg_yM_2O_2$  (M은 Mn, Al, B, W, Nb, Ta, In, Mo, Sn, Ti, Zr, Y에서 선택되는 적어도 1종 이상의 원소)로 표시되고, Ca, Mg, M이 활성 물질 내부에 비해 표면에 많은 정극 재료를 이용하여 수명 특성을 개선하였다. 이 정극 재료도, 반응에 관여하지 않는 원소를 포함하기 때문에 저항이 높아서, 플러그-인 하이브리드 자동차용 전지에 필요한 것과 같은 고출력을 얻는 것은 한층 더 검토가 필요하다.

[0005] 특허문헌 3에서는, 리튬 니켈 복합 산화물의 표면에 Mn, W, Nb, Ta, In, Mo, Zr, Sn에서 선택되는 원소를 포함하는 화합물을 1종 이상 포함하는 정극 재료를 이용하여 수명 특성을 개선하였다. 이 정극 재료도, 반응에 관여하지 않는 원소를 포함하기 때문에 저항이 높아서, 플러그-인 하이브리드 자동차용 전지에 필요한 것과 같은 고출력을 얻는 것은 한층 더 검토가 필요하다.

[0006] 이상과 같이, 이들 종래 기술에서는, 플러그-인 하이브리드 자동차용 전지에 요구되는 고용량, 고출력 또한 고안전성을 동시에 달성하기 위해서는 한층 더 검토가 필요하였다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2006-302880호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2006-351378호 공보

(특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2006-351379호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 플러그-인 하이브리드 자동차용 전지로서 리튬 이온 이차 전지를 채용하기 위해서는, 고용량, 고출력 또한 고안전성이 요구된다.

[0009] 리튬 이온 이차 전지에 있어서 이들 특성은 정극 재료의 성질과 밀접한 관계가 있다.

[0010] 조성식  $LiMO_2$  (M: 전이 금속)로 표시되는 층상계의 정극 재료에 있어서, 고용량을 얻기 위해서는 전이 금속층 중의 Ni 함유량을 늘릴 필요가 있다.

[0011] 그러나, 고 Ni 함유량의 정극 재료는 충전시의 구조 안정성이 낮다. 따라서, 전지의 낭용 등에 의해 전지 온도가 상승했을 때, 비교적 저온에서 산소를 방출하여, 큰 발열 반응이 일어나기 때문에, 전지의 발화를 고려할 필요가 있다.

[0012] 따라서, 본 발명은 용량, 출력, 열 안정성이 우수한 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료를 제공하여, 특성이 우수한 리튬 이온 이차 전지를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 일 실시 양태인 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료는,

[0014] 조성식  $Li_{x1}Ni_{a1}Mn_{b1}Co_{c1}O_2$

[0015] ( $0.2 \leq x1 \leq 1.2$ ,  $0.6 \leq a1 \leq 0.9$ ,  $0.05 \leq b1 \leq 0.3$ ,  $0.05 \leq c1 \leq 0.3$ ,  $a1+b1+c1=1.0$ )로 표시되는 제1 정극 활성 물질과,

[0016] 조성식  $Li_{x_2}Ni_{a_2}Mn_{b_2}Co_{c_2}M_dO_2$

[0017] ( $0.2 \leq x_2 \leq 1.2$ ,  $0.7 \leq a_2 \leq 0.9$ ,  $0.05 \leq b_2 \leq 0.3$ ,  $0.05 \leq c_2 \leq 0.3$ ,  $M=Mo$ ,  $W$ ,  $0 \leq d \leq 0.06$ ,  $a_2+b_2+c_2+d=1.0$ )로 표시되는 제2 정극 활성 물질

[0018] 을 포함하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0019] 그리고, 제1 정극 활성 물질의 평균 이차 입경이 제2 정극 활성 물질의 평균 이차 입경보다 큰 것, 또한 제1 정극 활성 물질의 Ni 함유량이 제2 정극 활성 물질의 Ni 함유량 이하인 것이 바람직하다. 이에 따라, 보다 안전성이 높은 정극 재료를 제공하는 것이 가능해진다.

[0020] 또한, 정극 재료 중에 포함되는 제1 정극 활성 물질의 혼합비를 질량 백분율로 30 내지 70 %로 하는 것이 바람직하다.

[0021] 또한, 제2 정극 활성 물질의 평균 이차 입경이 제1 정극 활성 물질의 평균 이차 입경의 2분의 1 이하인 것이 바람직하다.

[0022] 또한, 제1 정극 활성 물질의 Ni 함유량  $a_1$ 이  $0.7 \leq a_1 \leq 0.8$ 이고, 제2 정극 활성 물질의 Ni 함유량  $a_2$ 가  $0.75 \leq a_2 \leq 0.8$ 인 것이 바람직하다.

[0023] 또한, 이러한 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료는, 리튬을 흡장 방출 가능한 정극과 리튬을 흡장 방출 가능한 부극이 비수 전해질 및 세퍼레이터를 개재하여 형성되는 리튬 이온 이차 전지의 정극으로서 사용할 수 있다.

### 발명의 효과

[0024] 본 발명에 의해, 용량, 출력, 열 안정성이 우수한 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료를 얻을 수 있어, 특성이 우수한 리튬 이온 이차 전지를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 2종의 정극 활성 물질의 혼합 상태를 나타내는 모식도이다.

도 2는 리튬 이온 이차 전지를 나타내는 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하에, 본 발명의 특징에 관하여, 본 실시예에 기초하여 설명한다.

[0027] 본 실시예의 정극 재료는, 조성식  $Li_{x_1}Ni_{a_1}Mn_{b_1}Co_{c_1}O_2$  ( $0.2 \leq x_1 \leq 1.2$ ,  $0.6 \leq a_1 \leq 0.9$ ,  $0.05 \leq b_1 \leq 0.3$ ,  $0.05 \leq c_1 \leq 0.3$ ,  $a_1+b_1+c_1=1.0$ )로 표시되는 제1 정극 활성 물질과, 조성식  $Li_{x_2}Ni_{a_2}Mn_{b_2}Co_{c_2}M_dO_2$  ( $0.2 \leq x_2 \leq 1.2$ ,  $0.7 \leq a_2 \leq 0.9$ ,  $0.05 \leq b_2 \leq 0.3$ ,  $0.05 \leq c_2 \leq 0.3$ ,  $M=Mo$ ,  $W$ ,  $0 \leq d \leq 0.06$ ,  $a_2+b_2+c_2+d=1.0$ )로 표시되는 제2 정극 활성 물질을 포함하는 것이다.

[0028] 본 실시예에 따라, Mo, W를 첨가한 고 Ni 함유량의 정극 활성 물질은 리튬 이탈 후, 승온했을 때에 방출되는 산소량이, Mo, W를 첨가하지 않은 고 Ni 함유량의 정극 활성 물질에 비하여 절반 이하이다.

[0029] 따라서, Mo, W를 첨가하지 않은 고 Ni 함유량의 정극 활성 물질에, Mo, W를 첨가한 고 Ni 함유량의 정극 활성 물질을 혼합시킴으로써, 전지가 승온했을 때에 정극 활성 물질 중에서 방출되는 산소량을 감소시킬 수 있기 때문에, 승온했을 때에 발화 등에 이를 가능성을 감소시킨 리튬 이온 이차 전지용 정극 재료를 제공할 수 있다.

[0030] 또한, 제1 정극 활성 물질의 평균 이차 입경이 제2 정극 활성 물질의 평균 이차 입경보다 크게 한다. 제2 정극 활성 물질은 Mo, W를 첨가하였기 때문에 저항이 높아진다. 따라서, 플러그-인 하이브리드 자동차용 전지로서 채용하기에는, 제2 정극 활성 물질의 평균 이차 입경을 제1 정극 활성 물질의 평균 이차 입경보다 작게 하여 리튬의 확산 거리를 짧게 할 필요가 있다.

[0031] 또한, 정극 재료 중에 포함되는 제1 정극 활성 물질의 혼합비를 질량 백분율로 30 내지 70 %로 한다. 30 %보다 작은 경우는 용량이 저하되고, 70 %보다 큰 경우는, 승온에 의해 정극 활성 물질 중에서 방출되는 산소량이 많아져서, 안전성에 문제가 있기 때문이다.

[0032] 또한, 제2 정극 활성 물질의 평균 이차 입경이 제1 정극 활성 물질의 평균 이차 입경의 2분의 1 이하로 한다.

이것은 입경을 작게 함으로써, 정극 재료의 충전율이 향상되기 때문이다.

[0033] 또한, 제1 정극 활성 물질의 Ni 함유량  $a_1$ 이  $0.7 \leq a_1 \leq 0.8$ 이고, 제2 정극 활성 물질의 Ni 함유량  $a_2$ 가  $0.75 \leq a_2 \leq 0.8$ 이다. 전이 금속층 중의 Ni 함유량을 늘림으로써, 고용량의 정극 재료를 제공할 수 있기 때문이다.

[0034] 그리고, 제1 정극 활성 물질의 Ni의 함유량이 제2 정극 활성 물질의 Ni의 함유량보다 적게 한다.

[0035] 그리고, 이러한 정극 재료를 이용하여, 리튬을 흡장 방출 가능한 정극으로 하고, 리튬을 흡장 방출 가능한 부극과 함께, 비수 전해질 및 세퍼레이터를 개재하여 형성하여, 리튬 이온 이차 전지를 구성할 수 있다.

[0036] 본 발명의 실시예에서는 정극 재료로서,

[0037] 조성식  $Li_{x_1}Ni_{a_1}Mn_{b_1}Co_{c_1}O_2$  ( $0.2 \leq x_1 \leq 1.2$ ,  $0.6 \leq a_1 \leq 0.9$ ,  $0.05 \leq b_1 \leq 0.3$ ,  $0.05 \leq c_1 \leq 0.3$ ,  $a_1+b_1+c_1=1.0$ )로 표시되는 제1 정극 활성 물질과, 조성식  $Li_{x_2}Ni_{a_2}Mn_{b_2}Co_{c_2}M_dO_2$  ( $0.2 \leq x_2 \leq 1.2$ ,  $0.7 \leq a_2 \leq 0.9$ ,  $0.05 \leq b_2 \leq 0.3$ ,  $0.05 \leq c_2 \leq 0.3$ ,  $M=Mo$ ,  $W$ ,  $0 \leq d \leq 0.06$ ,  $a_2+b_2+c_2+d=1.0$ )로 표시되는 제2 정극 활성 물질을 혼합한 재료를 이용한다.

[0038] 여기서, 제1 정극 활성 물질의 Li의 양은  $0.2 \leq x_1 \leq 1.2$ 인데, 이것은  $x_1 < 0.2$ 에서는 충전 상태에서의 Li 층 중에 존재하는 Li의 양이 적어서 충상의 결정 구조를 유지할 수 없기 때문이다. 또한,  $1.2 < x_1$ 에서는 복합 산화물에서의 전이 금속의 양이 감소하여 용량이 저하되기 때문이다.

[0039] Ni의 양은  $0.6 \leq a_1 \leq 0.9$ 인데, 이것은  $a_1 < 0.6$ 에서는 충방전 반응에 주로 기여하는 Ni의 함유량이 감소하여 용량이 저하되기 때문이다.

[0040] Mn의 양은  $0.05 \leq b_1 \leq 0.3$ 인데, 이것은  $b_1 < 0.05$ 에서는 충전 상태에서의 구조가 불안정해져서 정극에서의 산소 방출 온도가 저하된다.  $b_1 > 0.3$ 에서는 충방전 반응에 주로 기여하는 Ni의 함유량이 감소하여 용량이 저하되기 때문이다.

[0041] Co의 양은  $0.05 \leq c_1 \leq 0.3$ 인데, 이것은  $c_1 < 0.05$ 에서는 충전 상태에서의 구조가 불안정해져서 충방전에서의 정극 활성 물질의 부피 변화가 커진다.  $c_1 > 0.3$ 에서는 충방전 반응에 주로 기여하는 Ni의 함유량이 감소하여 용량이 저하되기 때문이다.

[0042] 여기서, 제2 정극 활성 물질의 Li의 양은  $0.2 \leq x_2 \leq 1.2$ 인데, 이것은  $x_2 < 0.2$ 에서는 충전 상태에서의 Li 층 중에 존재하는 Li의 양이 적어서 충상의 결정 구조를 유지할 수 없기 때문이다. 또한,  $1.2 < x_2$ 에서는 복합 산화물에서의 전이 금속의 양이 감소하여 용량이 저하되기 때문이다.

[0043] Ni의 양은  $0.7 \leq a_2 \leq 0.9$ 인데, 이것은  $a_2 < 0.7$ 에서는 충방전 반응에 주로 기여하는 Ni의 함유량이 감소하여, 용량이 저하되기 때문이다.

[0044] Mn의 양은  $0.05 \leq b_2 \leq 0.3$ 인데, 이것은  $b_2 < 0.05$ 에서는 충전 상태에서의 구조가 불안정해져서 정극으로부터의 산소 방출 온도가 저하된다.  $b_2 > 0.3$ 에서는 충방전 반응에 주로 기여하는 Ni의 함유량이 감소하여 용량이 저하되기 때문이다.

[0045] Co의 양은  $0.05 \leq c_2 \leq 0.3$ 인데, 이것은  $c_2 < 0.05$ 에서는 충전 상태에서의 구조가 불안정해져서 충방전에서의 정극 활성 물질의 부피 변화가 커진다.  $c_2 > 0.3$ 에서는 충방전 반응에 주로 기여하는 Ni의 함유량이 감소하여 용량이 저하되기 때문이다.

[0046] M의 양은  $0 \leq d \leq 0.06$ 인데, 이것은  $d > 0.06$ 에서는 충방전 반응에 주로 기여하는 Ni의 함유량이 감소하여 용량이 저하되기 때문이다.

[0047] <실시예 1>

[0048] (정극 활성 물질의 제작)

[0049] 원료로서, 산화니켈, 이산화망간, 산화코발트, 산화몰리브덴, 산화텅스텐을 사용하여, 소정의 원자비가 되도록 청량한 후에, 순수를 가하여 슬러리로 하였다.

[0050] 이 슬러리를 평균 입경이  $0.2 \mu m$ 가 될 때까지 지르코니아 비드밀로 분쇄하였다.

[0051] 이 슬러리에 폴리비닐알코올(PVA) 용액을 고형분비로 환산하여 1 중량% 첨가하고, 이어서 1 시간 혼합하고, 스프레이 드라이어에 의해 조립 및 건조시켰다.

[0052] 이 조립 입자에 대하여,  $Li:(NiMnCo)$  비가 1.05:1이 되도록 수산화리튬 및 탄산리튬을 가하였다.

- [0053] 다음으로, 이 분말을 850 °C로 10 시간 소성함으로써 층상 구조의 결정을 가지고, 그 후 해제하여 정극 활성 물질 1-1(표 1 참조)을 얻었다.
- [0054] 또한, 분급에 의해 입경 30  $\mu\text{m}$  이상의 조대 입자를 제거한 후, 전극 제작에 이용하였다.
- [0055] 또한, 본 실시예에 따른 정극 활성 물질의 제작 방법은 상기 방법에 한정되지 않고, 공침법 등, 다른 방법을 이용할 수도 있다.
- [0056] 이하에, 합성한 제1 정극 활성 물질 및 제2 정극 활성 물질의 전이 금속의 조성비를 각각 하기의 표 1, 표 2에 나타내었다.

표 1

제1 정극활성물질				
	조성			평균이차입경( $\mu\text{m}$ )
	Ni	Mn	Co	
1-1	80	10	10	15.2
1-2	70	10	20	14.2
1-3	60	20	20	15.9
1-4	50	20	30	14.8

[0057]

표 2

	조성					평균이차입경( $\mu\text{m}$ )
	Ni	Mn	Co	Mo	W	
2-1	80	6	10	4	—	6.79
2-2	80	6	10	2	—	7.02
2-3	80	6	10	6	—	6.51
2-4	80	6	10	—	4	5.98
2-5	80	6	10	—	2	6.12
2-6	80	6	10	—	6	6.75
2-7	80	6	10	—	8	6.75
2-8	85	6	5	4	—	7.21
2-9	75	6	15	4	—	6.74
2-10	70	6	20	4	—	5.88
2-11	60	16	20	4	—	5.92
2-12	80	6	10	4	—	9.95
2-13	80	6	10	4	—	16.1

[0058]

- [0059] 표 1(제1 정극 활성 물질 1-1 내지 1-4) 및 표 2(제2 정극 활성 물질 2-1 내지 2-11)에는, 각각 합성한 제1 정극 활성 물질(Ni, Mn, Co) 및 제2 정극 활성 물질(Ni, Mn, Co, Mo, W)의 조성비와 평균 이차 입경을 나타내었다.

[0060]

- 정극 활성 물질 1-1과 탄소계 도전체를 질량비로 85:10.7이 되도록 청량하고, 기계적 융합을 이용하여 활성 물질과 도전체를 복합화하였다. 여기서는, 하이브리다이저 등의 기기를 이용하여 각각의 활성 물질과 도전체를

복합화할 수도 있다.

[0061] 정극 활성 물질 2-1에도 동일한 조작을 행하였다.

[0062] 다음으로, 복합화한 2종의 재료를 질량비로 40:60이 되도록 혼합하였다. 이 방법에 의해, 각각의 활성 물질의 표면에 도전제를 고분산시켜서, 입자의 표면에 도전제를 회복할 수 있다.

[0063] 이렇게 하여 형성된 정극 재료는, 도 1의 2종의 정극 활성 물질의 혼합 상태를 나타내는 모식도에 나타낸 바와 같이, 제1 정극 활성 물질의 이차 입자 (1)과 제2 정극 활성 물질의 이차 입자 (2)가 혼합되어 있다.

[0064] 그리고, 도 1에 나타낸 바와 같이, 제1 정극 활성 물질의 이차 입자 (1) 보다 제2 정극 활성 물질의 이차 입자 (2)가 작게 형성된다.

[0065] 이 도전제의 회복에 의해 전자 전도성이 향상되기 때문에, 정극 재료로서 이용했을 때에 큰 전류를 흘려도 고용량이 유지된다.

[0066] 또한, 다른 활성 물질을 혼합할 때에 활성 물질 사이에 도전제가 존재하기 때문에, 활성 물질 사이에 도전성 네트워크가 형성되어, 충방전 반응에 기여하지 않는 고립된 활성 물질의 비율을 감소시킬 수 있어서, 고용량을 유지할 수 있다.

[0067] 한편으로, 활성 물질과 도전제의 복합화를 행하지 않고서, 2종의 활성 물질과 도전제를 혼합한 경우, 각각의 활성 물질의 표면에 도전제가 회복되어 있지 않기 때문에 전자 전도성이 저하된다.

[0068] 또한, 각각의 활성 물질과 도전제의 혼합 상태가 악화되어, 활성 물질 사이의 도전 네트워크의 형성이 곤란해져서, 고립된 활성 물질의 비율이 증가하여 용량이 감소된다.

[0069] 그 후, 2종의 활성 물질과 도전제의 혼합 재료와 NMP에 용해시킨 결착제를, 혼합 재료와 결착제가 질량비로 95.7:4.3이 되도록 혼합하였다.

[0070] 균일하게 혼합된 슬러리를, 두께  $20 \mu\text{m}$ 의 알루미늄 접전체박기에 도포한 후,  $120^\circ\text{C}$ 에서 건조시키고, 프레스로 전극 밀도가  $2.7 \text{ g/cm}^3$ 가 되도록 압축 성형하였다.

[0071] 그 후, 직경  $15 \text{ mm}$ 의 원반상으로 편평하여 정극을 제작하였다.

[0072] 제작한 정극을 이용하고, 금속 리튬을 부극, 비수 전해액(EC, DMC의 부피비로 1:2의 혼합 용매에 1.0 몰/리터의  $\text{LiPF}_6$ 을 용해시킨 것)을 이용하여 시험 전지를 제작하였다.

[0073] 또한, 본 발명에 따른 시험 전지에 있어서, 사용하는 도전제, 결착제, 부극, 전해액, 전해질은 상기의 것에 한정되지 않고, 예를 들면 이하의 것을 이용할 수도 있다.

[0074] 도전제로서는, 흑연, 아세틸렌 블랙, 카본 블랙 등을 들 수 있다.

[0075] 결착제로서는, 폴리테트라플루오로에틸렌, 고무계 결합제 등을 들 수 있다.

[0076] 전해액으로서는, 에틸렌카보네이트, 프로필렌카보네이트, 디메틸카보네이트, 디에틸카보네이트, 메틸에틸카보네이트,  $\gamma$ -부티로락톤, 테트라히드로푸란, 디메톡시에탄 등을 들 수 있다.

[0077] 전해질로서는,  $\text{LiBF}_4$ ,  $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{LiAsF}_6$ ,  $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ ,  $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$  등을 들 수 있다.

[0078] 이하에, 제1 정극 활성 물질 및 제2 정극 활성 물질의 혼합비를 표 3에 나타내었다.

표 3

	제1 정극 활성물질	제2 정극 활성물질	혼합비
실시예 1	1-1	2-1	40:60
실시예 2	1-1	2-2	40:60
실시예 3	1-1	2-3	40:60
실시예 4	1-1	2-4	40:60
실시예 5	1-1	2-5	40:60
실시예 6	1-1	2-6	40:60
실시예 7	1-2	2-1	40:60
실시예 8	1-3	2-1	40:60
실시예 9	1-2	2-8	40:60
실시예 10	1-2	2-9	40:60
실시예 11	1-2	2-10	40:60
실시예 12	1-1	2-1	30:70
실시예 13	1-1	2-1	50:50
실시예 14	1-1	2-1	70:30
실시예 15	1-1	2-12	40:60
비교예 1	1-2	-	100:0
비교예 2	1-1	-	100:0
비교예 3	-	2-1	0:100
비교예 4	1-1	2-7	40:60
비교예 5	1-3	-	100:0
비교예 6	1-4	2-10	40:60
비교예 7	1-2	2-11	40:60
비교예 8	1-1	2-1	20:80
비교예 9	1-1	2-1	80:20
비교예 10	1-1	2-13	40:60

[0079]

[0080] 표 3에는, 실시예 1에서 실시예 13까지와 비교예 1에서 비교예 10까지를 나타내었다.

[0081]

표 3에 나타낸 제1 정극 활성 물질은 표 1에 나타낸 것이고, 제2 정극 활성 물질은 표 2에 나타낸 것이다. 또한, 표 3에 나타낸 혼합비는 이들 제1 정극 활성 물질과 제2 정극 활성 물질과의 혼합비이다.

[0082]

(충방전시험)

[0083]

다음에 상술한 시험 전지를 이용하여 이하의 시험을 행하였다.

[0084]

충전 비율을 0.1 C로 하고, 4.3 V까지 정전류/정전압으로 충전 후, 0.1 C에서 2.5 V까지 정전류 방전하였다.

[0085]

(시차 주사 열량 측정)

[0086]

또한, 4.3 V까지 정전류/정전압으로 충전 후, 전극을 시험 전지로부터 취출하고, DMC로 세정 후, 직경 3.5 mm의 원반상으로 편평하여, 샘플 팬에 넣고, 전해액을 1  $\mu$ l 첨가하고, 밀봉하였다.

[0087]

이 시료를 5 °C/분으로 승온시켰을 때의 발열 거동을 조사하였다.

[0088]

(직류 저항 측정)

[0089]

또한, 시험 전지를 이용하여, 실온의 전극 저항을 측정하였다. 시험 전지의 개회로 전압이 3.7 V에서 4.4 V인 범위에서 정전류 방전을 행하고, 0.1 초 간격으로 방전시의 전압을 기록하였다.

[0090]

다음으로, 개(開)회로 전압에서의 10 초째의 전압 저하를 측정하여 전극 저항을 구하였다.

[0091]

<실시예 2>

[0092]

실시예 2에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-2를 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이

용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0093] <실시예 3>

실시예 3에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-3을 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0095] <실시예 4>

실시예 4에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-4를 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0097] <실시예 5>

실시예 5에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-5를 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0099] <실시예 6>

실시예 6에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-6를 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0101] <실시예 7>

실시예 7에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-2와 2-1을 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0103] <실시예 8>

실시예 8에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-3과 2-1을 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0105] <실시예 9>

실시예 9에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-2와 2-8을 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0107] <실시예 10>

실시예 10에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-2와 2-9를 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0109] <실시예 11>

실시예 11에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-8을 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0111] <실시예 12>

실시예 12에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-1을 질량비로 30:70이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0113] <실시예 13>

실시예 13에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-1을 질량비로 50:50이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0115] <실시예 14>

실시예 14에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-1을 질량비로 70:30이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0117] <실시예 15>

실시예 15에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-10을 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0119] <비>교예 1>

[0120] 비교예 1에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-2를 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0121] <비>교예 2>

[0122] 비교예 2에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1을 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0123] <비>교예 3>

[0124] 비교예 3에서는, 제작한 정극 활성 물질 2-1을 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0125] <비>교예 4>

[0126] 비교예 4에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-7을 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0127] <비>교예 5>

[0128] 비교예 5에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-3을 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0129] <비>교예 6>

[0130] 비교예 6에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-4와 2-8을 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0131] <비>교예 7>

[0132] 비교예 7에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-2와 2-9를 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0133] <비>교예 8>

[0134] 비교예 8에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-1을 질량비로 20:80이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0135] <비>교예 9>

[0136] 비교예 9에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-1을 질량비로 80:20이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

[0137] <비>교예 10>

[0138] 비교예 10에서는, 제작한 정극 활성 물질 1-1과 2-11을 질량비로 40:60이 되도록 혼합하여 정극 활성 물질로서 이용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법으로 시험 전지를 제작하여, 충방전시험 및 DSC 측정을 행하였다.

표 4

	제1 정극활성물질	제2 정극활성물질	혼합비	용량비	발열량비	저항비
실시예 1	1-1	2-1	40:60	1.016	0.877	1.048
실시예 2	1-1	2-2	40:60	1.029	0.914	1.036
실시예 3	1-1	2-3	40:60	1.001	0.840	1.060
실시예 4	1-1	2-4	40:60	1.006	0.854	1.046
실시예 5	1-1	2-5	40:60	1.019	0.886	1.034
실시예 6	1-1	2-6	40:60	1.002	0.808	1.056
비교예 1	1-2	-	100:0	1.000	1.000	1.000
비교예 2	1-1	-	100:0	1.057	1.154	1.000
비교예 3	-	2-1	0:100	0.981	0.808	1.084
비교예 4	1-1	2-7	40:60	0.953	0.712	1.085

[0139]

표 5

	제1 정극활성물질	제2 정극활성물질	혼합비	용량비	발열량비	저항비
실시예 7	1-2	2-1	40:60	1.030	0.913	1.048
실시예 8	1-3	2-1	40:60	1.015	0.902	1.052
실시예 9	1-2	2-8	40:60	1.017	0.926	1.081
실시예 10	1-2	2-9	40:60	1.014	0.892	1.050
실시예 11	1-2	2-10	40:60	1.002	0.887	1.048
비교예 5	1-3	-	100:0	1.000	1.000	1.000
비교예 6	1-4	2-10	40:60	0.957	0.662	1.076
비교예 7	1-2	2-11	40:60	0.969	0.801	1.061

[0140]

표 6

	제1 정극활성물질	제2 정극활성물질	혼합비	용량비	발열량비	저항비
실시예 12	1-1	2-1	30:70	1.010	0.833	1.056
실시예 13	1-1	2-1	50:50	1.023	0.928	1.040
실시예 14	1-1	2-1	70:30	1.030	0.992	1.024
비교예 2	1-1	-	100:0	1.057	1.154	1.000
비교예 3	-	2-1	0:100	0.981	0.808	1.084
비교예 8	1-1	2-1	20:80	0.997	0.785	1.064
비교예 9	1-1	2-1	80:20	1.044	1.059	1.016

[0141]

표 7

	제1 정극활성물질	제2 정극활성물질	혼합비	용량비	발열량비	저항비
실시예 15	1-1	2-12	40:60	1.013	0.861	1.066
비교예 10	1-1	2-13	40:60	0.989	0.851	1.108

[0142]

[0143] 이러한 실시예 1에서 실시예 15까지, 비교예 1에서 비교예 10까지에 대하여, 각각 용량비, 발열량비 및 저항비

를 표 4 내지 표 7에 나타내었다.

[0144] 표 4 내지 표 7에서, 실시예 1 내지 6, 12 내지 15, 비교예 1 내지 4, 8 내지 10에 대해서는 얻어진 첫회 방전 용량의 값을 비교예 1의 첫회 방전 용량의 값으로 나눈 값을 나타내었고, 또한 실시예 7 내지 11, 비교예 5 내지 7에 대해서는 얻어진 첫회 방전 용량의 값을 비교예 5의 첫회 방전 용량의 값으로 나눈 값을 나타내었다.

[0145] 또한, 표 4 내지 표 7에서, 실시예 1 내지 6, 12 내지 15, 비교예 1 내지 4, 8 내지 10에 대해서는 얻어진 발열량의 값을 비교예 1의 발열량의 값으로 나눈 값을 나타내었고, 또한 실시예 7 내지 11, 비교예 5 내지 7에 대해서는 얻어진 발열량의 값을 비교예 5의 발열량의 값으로 나눈 값을 나타내었다.

[0146] 또한, 표 4 내지 표 7에서, 실시예 1 내지 6, 12 내지 15, 비교예 1 내지 4, 8 내지 10에서는 얻어진 전극 저항의 값을 비교예 1의 전극 저항의 값으로 나눈 값을 나타내었고, 또한 실시예 7 내지 11, 비교예 5 내지 7에 대해서는 얻어진 전극 저항의 값을 비교예 5의 전극 저항의 값으로 나눈 값을 나타내었다.

[0147] 표 4에 나타낸 결과를 고찰하면, 실시예 1 내지 6에서의 방전 용량은, 비교예 1보다 큰 값을 나타내는 것이 분명해졌다. 이것은 실시예 1 내지 6에서 선택한 정극 활성 물질은, 전이 금속층 중에 존재하는 Ni 함유량이 많기 때문이라고 생각된다.

[0148] 또한, 실시예 1 내지 6에서의 발열량은, 비교예 1보다 작은 값을 나타내는 것이 분명해졌다. 이것은 승온했을 때에 정극 활성 물질에서 방출되는 산소량을 감소시키는 효과를 가지는 Mo, W를 첨가했기 때문이다. 또한, 저항은 상승했지만 상승률은 10 % 이하였다.

[0149] 한편, 비교예 2 내지 4에서는, 비교예 1과 비교하여, 용량 증가 및 발열량 감소를 양립할 수는 없었다. 비교예 2에서는 제1 정극 활성 물질만 존재하기 때문에 발열량이 많아졌다. 비교예 3에서는 제2 정극 활성 물질만 존재하기 때문에 용량이 저하되었다. 비교예 4에서는 제2 정극 활성 물질 중에 Mo가 8 % 존재하기 때문에 용량이 저하되었다.

[0150] 표 5에 나타낸 결과를 고찰하면, 실시예 7 내지 11에서의 방전 용량은 비교예 5보다 큰 값을 나타내는 것이 분명해졌다. 이것은, 실시예 7 내지 11에서 선택한 정극 활성 물질은, 전이 금속층 중에 존재하는 Ni 함유량이 많기 때문이라고 생각된다.

[0151] 실시예 7 내지 11에서의 발열량은, 비교예 5보다 작은 값을 나타내는 것이 분명해졌다. 이것은 승온했을 때에 정극 활성 물질에서 방출되는 산소량을 감소시키는 효과를 가지는 Mo, W를 첨가했기 때문이다. 또한, 저항은 상승했지만 상승률은 10 % 이하였다.

[0152] 한편, 비교예 6 내지 7에서는, 비교예 5와 비교하여, 용량 증가 및 발열량 감소를 양립할 수는 없었다. 비교예 6에서는, 제1 정극 활성 물질의 Ni 함유량이 50 %로 낮기 때문에 용량이 낮다. 비교예 7에서는, 제2 정극 활성 물질의 Ni 함유량이 60 %로 낮기 때문에 용량이 낮다. 제2 정극 활성 물질은, 승온했을 때에 정극 활성 물질에서 방출되는 산소량을 감소시키는 효과를 가지는 Mo, W를 첨가했기 때문에 열 안정성은 우수하다. 따라서, Ni 함유량을 높일 수 있다. 고용량 및 고안정성을 양립하기 위해서는, 제1 정극 활성 물질에, 본 재료보다 Ni 함유량이 높으며, Mo, W를 첨가한 제2 정극 활성 물질이 필요해진다.

[0153] 표 6 및 표 4에 나타낸 결과를 고찰하면, 실시예 1, 12 내지 14에서의 방전 용량은, 비교예 1보다 큰 값을 나타내는 것이 분명해졌다. 이것은 실시예 1, 12 내지 14에서 선택한 정극 활성 물질은, 전이 금속층 중에 존재하는 Ni 함유량이 많기 때문이라고 생각된다.

[0154] 또한, 실시예 1, 12 내지 14에서의 발열량은, 비교예 1보다 작은 값을 나타내는 것이 분명해졌다. 이것은 승온했을 때에 정극 활성 물질에서 방출되는 산소량을 감소하는 효과를 가지는 Mo, W를 첨가했기 때문이다. 또한, 저항은 상승했지만 상승률은 10 % 이하였다.

[0155] 한편, 비교예 2, 3, 8, 9에서는, 비교예 1과 비교하여, 용량 증가 및 발열량 감소를 양립할 수는 없었다. 비교예 2, 9에서는 제1 정극 활성 물질의 혼합비가 많고, 발열량이 많아지고, 비교예 3, 8에서는 제2 정극 활성 물질의 혼합비가 많고, 용량이 저하되었다.

[0156] 표 7 및 표 4에 나타낸 결과를 고찰하면, 실시예 1, 15는 비교예 1과 비교하여, 용량 증가 및 발열량 감소를 양립하고, 또한 저항의 상승률은 10 % 이하였다.

[0157] 한편, 비교예 10에서는, 비교예 1과 비교하여, 저항의 상승률은 10.8 %로 큰 값을 나타내었다. 이것은 제2 정극 활성 물질의 이차 입경이 크기 때문에, 저항의 상승률을 감소시킬 수 없었다.

- [0158] 도 2에 리튬 이온 이차 전지를 나타내는 단면도를 나타내었다.
- [0159] 도 2에 나타낸 리튬 이온 이차 전지는, 접전체의 양면에 정극 재료를 도포한 정극판 (11)과, 접전체의 양면에 부극 재료를 도포한 부극판 (12)를, 세퍼레이터 (13)을 개재하여 형성하고, 이들을 권회하여 형성한다.
- [0160] 이러한 권회체를 전지캔 (14)에 삽입한다. 그리고, 부극판 (12)를, 부극 리드편 (15)를 통해 전지캔 (14)에 전기적으로 접속시킨다.
- [0161] 또한, 전지캔 (14)에 밀폐 덮개부 (16)을, 패킹 (18)을 개재하여 형성한다. 그리고, 정극판 (11)을, 정극 리드 편 (17)을 통해 밀폐 덮개부 (16)에 전기적으로 접속시킨다.
- [0162] 또한, 권회체는 절연판 (19)에 의해서 절연된다.
- [0163] 이러한, 리튬 이온 이차 전지의 정극 재료에, 본 실시예에서 나타낸 재료를 이용함으로써, 용량, 출력, 열 안정성이 우수한 리튬 이온 이차 전지를 제공할 수 있다.

### 산업상 이용가능성

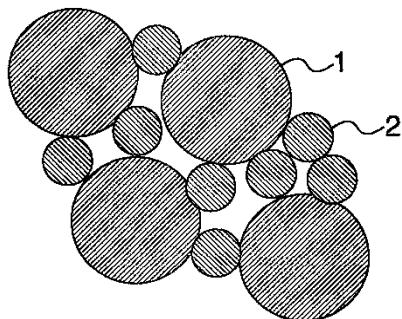
- [0164] 본 발명은 특히, 플러그-인 하이브리드 자동차용 리튬 이온 이차 전지의 정극 재료로서 유망하다.

### 부호의 설명

- 1: 제1 정극 활성 물질의 이차 입자  
 2: 제2 정극 활성 물질의 이차 입자  
 11: 정극판  
 12: 부극판  
 13: 세퍼레이터  
 14: 전지캔  
 15: 부극 리드편  
 16: 밀폐 덮개부  
 17: 정극 리드편  
 18: 패킹  
 19: 절연판

### 도면

#### 도면1



도면2

