



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년10월05일
(11) 등록번호 10-2585596
(24) 등록일자 2023년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/0568 (2010.01) H01M 10/052 (2010.01)
H01M 10/0567 (2010.01) H01M 10/0569 (2010.01)
H01M 4/36 (2006.01) H01M 4/38 (2006.01)
H01M 4/48 (2010.01) H01M 4/505 (2010.01)
H01M 4/525 (2010.01) H01M 4/587 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01M 10/0568 (2013.01)
H01M 10/052 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7012242
(22) 출원일자(국제) 2019년12월24일
심사청구일자 2022년04월12일
(85) 번역문제출일자 2022년04월12일
(65) 공개번호 10-2022-0062088
(43) 공개일자 2022년05월13일
(86) 국제출원번호 PCT/CN2019/127976
(87) 국제공개번호 WO 2021/127997
국제공개일자 2021년07월01일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020150120393 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
컨템포러리 엠퍼렉스 테크놀로지 씨오., 리미티드
중국, 후지안 프로빈스, 닝더 시티, 자오칭 디스트릭, 장완 타운, 신강 로드, 넘버. 2
(72) 발명자
리양 첵두
중국, 후지안 352100, 닝제, 지아오첵 디스트릭트, 장완 타운, 싱양 로드 넘버2, 컨템포러리 엠퍼렉스 테크놀로지 씨오., 리미티드
우 젤리
중국, 후지안 352100, 닝제, 지아오첵 디스트릭트, 장완 타운, 싱양 로드 넘버2, 컨템포러리 엠퍼렉스 테크놀로지 씨오., 리미티드
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한)유일하이스트

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 정명주

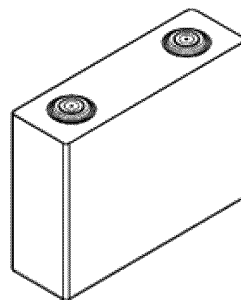
(54) 발명의 명칭 이차 전지 및 이를 포함하는 장치

(57) 요약

본원은 이차 전지 및 이를 포함하는 장치를 제공하는 바, 상기 이차 전지는 전해질염 및 유기 용매를 함유하는 전해액을 포함하고, 상기 전해질염은 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI) 및 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)를 포함하며, 상기 전해액 중 상기 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI)의 체적 몰농도는 0.8mol/L~1.2mol/L이고, 상기 전해액 중 상기 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)의 체적 몰농도는 0.15mol/L~0.4mol/L이며, 상기 유기 용매는 에틸렌 카보네이트(EC)를 포함하고, 상기 유기 용매 중 상기 에틸렌 카보네이트(EC)의 질량 점유율은 ≤20%이다.

대표도 - 도1

5



(52) CPC특허분류

H01M 10/0567 (2013.01)
H01M 10/0569 (2013.01)
H01M 4/364 (2013.01)
H01M 4/386 (2013.01)
H01M 4/483 (2013.01)
H01M 4/505 (2013.01)
H01M 4/525 (2013.01)
H01M 4/587 (2013.01)
H01M 2300/0037 (2013.01)

(72) 발명자

첸 페이페이

중국, 후지안 352100, 닌제, 지아오첵 디스트릭트, 장완 타운, 싱양 로드 넘버2, 컨템포러리 엠퍼렉스 테크놀로지 씨오., 리미티드

후 첵후아

중국, 후지안 352100, 닌제, 지아오첵 디스트릭트, 장완 타운, 싱양 로드 넘버2, 컨템포러리 엠퍼렉스 테크놀로지 씨오., 리미티드

(56) 선행기술조사문헌

W02018212276 A1*
KR1020140135659 A
KR1020180106971 A
KR1020190105096 A
JP2019186012 A
W02018101391A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

전해질염 및 유기 용매를 함유하는 전해액을 포함하는 이차 전지에 있어서,
 상기 전해질염은 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI) 및 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)를 포함하고,
 상기 전해액 중 상기 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI)의 체적 몰농도는 0.9mol/L~1.2mol/L이고,
 상기 전해액 중 상기 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)의 체적 몰농도는 0.15mol/L~0.4mol/L이며,
 상기 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI)의 체적 몰농도와 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)의 체적 몰농도의 비의 값은 4~6:1이며,
 상기 유기 용매는 에틸렌 카보네이트(EC) 및 에틸 메틸 카보네이트(EMC)를 포함하고, 상기 유기 용매 중 상기 에틸렌 카보네이트(EC)의 질량 점유율은 0을 초과하고 10% 이하이며, 상기 유기 용매 중 상기 에틸 메틸 카보네이트(EMC)의 질량 점유율은 90% 이상이고 100% 미만인 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 전해액 중 상기 리튬 헥사플루오로 술폰이미드(LiPF₆)의 체적 몰농도는 0.15mol/L~0.3mol/L인 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 전해액은 첨가제를 더 포함하고, 상기 첨가제는 플루오로 에틸렌 카보네이트(FEC), 에틸렌 설페이트(DTD), 1,3-프로판 설통(PS), 1,3-프로펜-설통(PST), 숙신산 무수물(SA), 리튬 디플루오로 옥살레이토 보레이트(LiDFOB), 리튬 디플루오로 디옥살레이토 포스페이트(LiDFOP), 트리스(트리메틸 실릴) 포스페이트(TMSP) 및 트리스(트리메틸 실릴)보레이트(TMSB) 중 한 종류 또는 여러 종류를 포함하는 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 4

제1항에 있어서,
 25℃에서의 상기 전해액의 전도도는 6.5mS/cm~9.5mS/cm m인 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 5

제4항에 있어서,
 25℃에서의 상기 전해액의 전도도는 7.0mS/cm~9.0mS/cm인 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 전해액 중 상기 전해질염의 체적 몰농도는 1.0mol/L~1.4mol/L인 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 전해액 중 상기 전해질염의 체적 몰농도는 1.1mol/L~1.3mol/L인 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 이차 전지는 부극 시트를 포함하고, 상기 부극 시트는 부극 집전체 및 부극 집전체의 적어도 일면에 배치되고 또한 부극 활성 재료를 함유하는 부극 필름을 포함하며, 상기 부극 활성 재료는 탄소 재료 및 규소계 재료 중 한 종류 또는 여러 종류를 포함하는 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 부극 활성 재료는 규소계 재료를 포함하고, 상기 부극 활성 재료 중 상기 규소계 재료의 중량 점유율은 0을 초과하고 40% 이하인 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 부극 활성 재료 중 상기 규소계 재료의 중량 점유율이 15%~30%인 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 이차 전지는 정극 시트를 포함하고, 상기 정극 시트는 정극 집전체 및 정극 집전체의 적어도 일면에 배치되고 또한 정극 활성 재료를 함유하는 정극 필름을 포함하며, 상기 정극 활성 재료는 리튬 니켈 코발트 망간 산화물 및 리튬 니켈 코발트 알루미늄 산화물 중 한 종류 또는 여러 종류를 포함하며;

상기 정극 활성 재료는 일반식 $Li_aNi_bCo_cM_dM'_eO_fA_g$ 또는 적어도 일부 표면에 코팅층이 배치되는 $Li_aNi_bCo_cM_dM'_eO_fA_g$ 재료 중 한 종류 또는 여러 종류를 포함하고, 여기서, $0.8 \leq a \leq 1.2$, $0.5 \leq b < 1$, $0 < c < 1$, $0 < d < 1$, $0 \leq e \leq 0.1$, $1 \leq f \leq 2$, $0 \leq g \leq 1$ 이고, M는 Mn 및 Al 중 한 종류 또는 여러 종류로부터 선택되고, M'는 Zr, Al, Zn, Cu, Cr, Mg, Fe, V, Ti 및 B 중 한 종류 또는 여러 종류로부터 선택되며, A는 N, F, S 및 Cl 중 한 종류 또는 여러 종류로부터 선택되는 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 정극 활성 재료는 리튬 니켈 산화물, 리튬 망간 산화물, 인산철 리튬, 인산망간 리튬, 인산망간 철 리튬, 코발트산 리튬 및 이들의 개질 화합물 중 한 종류 또는 여러 종류를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 이차 전지.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항의 이차 전지를 포함하는 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

발명의 설명

기술 분야

본원은 전지 기술 분야에 관한 것으로, 특히 이차 전지 및 이를 포함하는 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 화석 에너지의 고갈이 증가하고 환경 오염의 압력이 증가함에 따라 신에너지 차량은 전례 없는 관심과 발전을 가져왔다. 이차 전지는 에너지 밀도가 높고 작동 전압이 높으며 메모리 효과가 없기 때문에 널리 사용된다.
- [0003] 전기 자동차에 사용되는 이차 전지의 경우, 고객은 전지의 장기 신뢰성과 주행 거리에 대해 더 높은 요구 사항을 제시하였다.
- [0004] 따라서, 전력 에너지용 신에너지 차량의 성능 요구 사항을 충족하기 위해서는 포괄적인 성능이 우수한 이차 전지를 제공할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 발명의 배경이 되는 기술에 존재하는 문제점을 감안하여, 본원은 이차 전지 및 이를 포함하는 장치를 제공하는 바, 상기 이차 전지는 높은 에너지 밀도를 전체로 양호한 고온 사이클 성능과 고온 저장 성능을 동시에 겸비할 수 있다.
- [0006] 상술한 목적을 달성하기 위해, 본원의 제1 양태는 이차 전지를 제공하는 바, 상기 이차 전지는 전해질염 및 유기 용매를 함유하는 전해액을 포함하고, 상기 전해질염은 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI) 및 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)를 포함하며, 상기 전해액 중 상기 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI)의 체적 몰농도는 0.8mol/L~1.2mol/L이고, 상기 전해액 중 상기 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)의 체적 몰농도는 0.15mol/L~0.4mol/L이며, 상기 유기 용매는 에틸렌 카보네이트(EC)를 포함하고, 상기 유기 용매 중 상기 에틸렌 카보네이트(EC)의 질량 점유율은 ≤20%이다.
- [0007] 본원의 제2 양태는 본원의 제1 양태의 이차 전지를 포하는 장치를 제공한다.
- [0008] 본 발명은 적어도 하기 유익한 효과를 포함한다.
- [0009] 본원의 이차 전지는, 전해액 중 전해질염이 특정 함량의 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI) 및 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)를 동시에 포함하고, 유기 용매가 특정 함량의 에틸렌 카보네이트(EC)를 포함하며, 이에 의해 이차 전지는 양호한 사이클 성능 및 고온 저장 성능을 동시에 겸비할 수 있다. 본원의 장치는 상기 이차 전지를 포함하므로 적어도 이차 전지와 동일한 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 이차 전지의 일 실시형태의 개략도이다.
 - 도 2는 전지 모듈의 일 실시형태의 개략도이다.
 - 도 3은 전지 팩의 일 실시형태의 개략도이다.
 - 도 4는 도 3의 분해도이다.
 - 도 5는 이차 전지가 전원으로 사용되는 장치의 일 실시형태의 개략도이다.
- 여기서, 도면의 부호를 설명하면 다음과 같다.
- 1: 전지 팩;
 - 2: 상부 박스바디;
 - 3: 하부 박스바디;
 - 4: 전지 모듈;
 - 5: 이차 전지.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하에서는 본원에 따른 이차 전지 및 이를 포함하는 장치에 대해 상세하게 설명한다.

- [0012] 본원의 제1 양태의 이차 전지에 따르면, 상기 이차 전지는 전해질염 및 유기 용매를 함유하는 전해액을 포함하고, 상기 전해질염은 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI) 및 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)를 포함하며, 상기 전해액 중 상기 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI)의 체적 몰농도는 0.8mol/L~1.2mol/L이고, 상기 전해액 중 상기 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)의 체적 몰농도는 0.15mol/L~0.4mol/L이며, 상기 유기 용매는 에틸렌 카보네이트(EC)를 포함하며, 상기 유기 용매 중 상기 에틸렌 카보네이트(EC)의 질량 점유율은 ≤20%이다.
- [0013] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 본 발명자들은 대량의 연구를 통해, 전해액이, 전해질염이 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI) 및 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)를 동시에 포함하는 것; 상기 전해액 중 상기 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI)의 체적 몰농도가 0.8mol/L~1.2mol/L인 것; 상기 전해액 중 상기 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)의 체적 몰농도가 0.1mol/L~0.4mol/L인 것; 및 상기 유기 용매가 에틸렌 카보네이트(EC)를 포함하고, 상기 유기 용매 중 상기 에틸렌 카보네이트(EC)의 질량 점유율이 ≤20%인 것;을 동시에 충족할 경우, 상술한 조건의 시너지 작용하에, 이차 전지가 양호한 고온 사이클 성능 및 고온 저장 성능을 갖는다는 것을 발견하였다.
- [0014] 본 발명자들은 상술한 유익한 효과가 나타날 수 있는 이유는 다음과 같을 것이라고 추측하였다. 즉, LiFSI와 LiPF₆을 조합하여 전해질염으로 사용하고, 이들의 체적 몰농도를 특정 범위 내로 제어할 경우, 양자의 장점이 서로 보완되어, 정극에서의 LiFSI 산화로 인한 이차 전지 사이클 성능에 대한 영향을 효과적으로 완화시킬 수 있으며; 동시에, 상기 혼합 전해질염 이외에도, 유기 용매에 특정 함량의 에틸렌 카보네이트(EC)를 더 포함하므로, 상기 혼합 전해질염을 잘 해리시킬 뿐만 아니라 전지의 고온 저장 성능을 더 개선시킬 수 있다.
- [0015] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 바람직하게는, 상기 전해액 중 상기 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI)의 체적 몰농도는 0.9mol/L~1.2mol/L이다. 상기 전해액 중 상기 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI)의 체적 몰농도가 상술한 범위 내인 경우, 전지의 고온 저장 성능을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0016] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 바람직하게는, 상기 전해액 중 상기 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)의 체적 몰농도는 0.15mol/L~0.3mol/L이다. 상기 전해액 중 상기 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)의 체적 몰농도가 상술한 범위 내인 경우, 전지의 고온 사이클 성능을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0017] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 바람직하게는, 상기 유기 용매 중 상기 에틸렌 카보네이트(EC)의 질량 점유율은 ≤15%이다. EC 함량이 너무 높으면, 이의 분해 생성물에 의해 형성되는 부극 표면의 SEI 피막이 너무 두꺼워, 이차 전지의 직류 저항을 어느 정도 저하시킬 수 있다. 더 바람직하게는, 상기 유기 용매 중 상기 에틸렌 카보네이트(EC)의 질량 점유율은 ≤10%이다.
- [0018] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 바람직하게는, 상기 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI)의 체적 몰농도와 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)의 체적 몰농도의 비의 값은 3~7:1이다. 양자의 체적 몰농도의 비의 값을 소정 범위 내로 더 제어하면, 양자는 더 나은 시너지 효과를 발휘할 수 있으므로, 이차 전지의 고온 사이클 성능 및 고온 저장 성능을 더 잘 향상시킬 수 있다. 더 바람직하게는, 상기 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI)의 체적 몰농도와 상기 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)의 체적 몰농도의 비의 값은 4~6:1이다.
- [0019] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 바람직하게는, 상기 유기 용매는 디메틸 카보네이트(DMC), 디에틸 카보네이트(DEC) 및 에틸 메틸 카보네이트(EMC) 중 한 종류 또는 여러 종류를 더 포함한다.
- [0020] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 바람직하게는, 상기 유기 용매는 에틸 메틸 카보네이트(EMC)를 더 포함하고, 상기 유기 용매 중 상기 에틸 메틸 카보네이트(EMC)의 질량 점유율은 60%~95%이고, 더 바람직하게는 75%~95%이다.
- [0021] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 상기 전해액은 첨가제를 더 포함하고, 바람직하게는, 상기 첨가제는 플루오로 에틸렌 카보네이트(FEC), 에틸렌 설페이트(DTD), 1,3-프로판 설통(PS), 1,3-프로펜-설통(PST), 숙신산 무수물(SA), 리튬 디플루오로 옥살레이토 보레이트(LiDFOB), 리튬 디플루오로 디옥살레이토 포스페이트(LiDFOP), 트리스(트리메틸 실릴) 포스페이트(TMSP) 및 트리스(트리메틸 실릴)보레이트(TMSB) 중 한 종류 또는 여러 종류를 포함한다.
- [0022] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 바람직하게는, 25℃에서의 상기 전해액의 전도도는

6.5mS/cm~9.5mS/cm이고; 보다 바람직하게는, 25℃에서의 상기 전해액의 전도도가 7.0mS/cm~9.0mS/cm이다.

- [0023] 25℃에서의 상기 전해액의 전도도는 본 분야에서 주지된 방법으로 측정할 수 있으며, 사용되는 측정 기기는 중국 LEICI(雷磁) 전도도 장치일 수 있다.
- [0024] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 바람직하게는, 상기 전해액 중 상기 전해질염의 체적 몰농도는 0.9mol/L~1.1mol/L이다.
- [0025] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 상기 이차 전지는 부극 시트를 더 포함하고, 상기 부극 시트는 부극 집전체 및 부극 집전체의 적어도 일면에 배치되고 또한 부극 활성 재료를 함유하는 부극 필름을 포함한다.
- [0026] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 상기 부극 집전체의 종류는 특별히 제한되지 않으며, 실제 필요에 따라 선택될 수 있다. 구체적으로, 부극 집전체는 동박과 같은 금속박으로부터 선택될 수 있다.
- [0027] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 바람직하게는, 상기 부극 활성 재료는 탄소 재료 및 규소계 재료 중 한 종류 또는 여러 종류를 포함한다.
- [0028] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 상기 탄소 재료는 흑연, 소프트 카본 및 하드 카본 중 한 종류 또는 여러 종류를 포함할 수 있으며; 바람직하게는, 상기 탄소 재료는 흑연을 포함하고, 상기 흑연은 인조 흑연 및 천연 흑연 중 한 종류 또는 여러 종류로부터 선택된다.
- [0029] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 상기 규소계 재료는 규소 단체, 규소 합금, 규소 산소 화합물, 규소 탄소 복합체, 규소 질소 화합물 중 한 종류 또는 여러 종류로부터 선택되고; 바람직하게는, 상기 규소계 재료는 규소 산소 화합물을 포함한다.
- [0030] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 상기 부극 활성 재료가 규소계 재료를 포함하는 경우, 바람직하게는, 상기 부극 활성 재료 중 상기 규소계 재료의 중량 점유율이 ≤40%이고; 바람직하게는, 상기 부극 활성 재료 중 상기 규소계 재료의 중량 점유율이 15%~30%이다.
- [0031] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 상기 이차 전지는 정극 시트를 더 포함하고, 상기 정극 시트는 정극 집전체 및 정극 집전체의 적어도 일면에 배치되고 또한 정극 활성 재료를 함유하는 정극 필름을 포함한다.
- [0032] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 상기 정극 집전체의 종류는 특별히 제한되지 않으며, 실제 필요에 따라 선택될 수 있다. 구체적으로, 상기 정극 집전체는 알루미늄박과 같은 금속박에서 선택될 수 있다.
- [0033] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 바람직하게는, 상기 정극 활성 재료는 리튬 니켈 코발트 망간 산소 화합물 및 리튬 니켈 코발트 알루미늄 산화물 중 한 종류 또는 여러 종류를 포함한다. 리튬 니켈 코발트 망간 산소 화합물과 리튬 니켈 코발트 알루미늄 산화물은 이차 전지의 정극 활성 재료로서 높은 비용량과 긴 수명 등 장점을 가지고 있다.
- [0034] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 바람직하게는, 상기 정극 활성 재료는 일반식 $Li_aNi_bCo_cM_dM'_eO_fA_g$ 또는 적어도 일부 표면에 코팅층이 배치되는 $Li_aNi_bCo_cM_dM'_eO_fA_g$ 재료 중 한 종류 또는 여러 종류를 포함하고, 여기서, $0.8 \leq a \leq 1.2$, $0.5 \leq b < 1$, $0 < c < 1$, $0 < d < 1$, $0 \leq e \leq 0.1$, $1 \leq f \leq 2$, $0 \leq g \leq 1$ 이고, M는 Mn 및 Al 중 한 종류 또는 여러 종류로부터 선택되고, M'는 Zr, Al, Zn, Cu, Cr, Mg, Fe, V, Ti 및 B 중 한 종류 또는 여러 종류로부터 선택되며, A는 N, F, S 및 Cl 중 한 종류 또는 여러 종류로부터 선택된다.
- [0035] 상기 정극 활성 재료 표면의 코팅층은 탄소층, 산화물층, 무기염층 또는 전도성 고분자층일 수 있다. 상기 정극 활성 재료 표면에 대한 코팅 개질은 이차 전지의 사이클 성능을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0036] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 상기 정극 활성 재료는 리튬 니켈 산화물(예컨대 니켈산리튬), 리튬 망간 산화물(예컨대 스피넬형 망간산리튬, 층상 구조 망간산리튬), 인산철 리튬, 인산망간 리튬, 인산망간 철 리튬, 코발트산 리튬 및 이들의 개질 화합물 중 한 종류 또는 여러 종류를 더 포함할 수 있다.
- [0037] 본원의 제1 양태에 따른 이차 전지에 있어서, 상기 이차 전지는 세퍼레이터를 더 포함하는 바, 상기 세퍼레이터의 종류는 특별히 제한되지 않으며, 본 분야의 리튬 이온 전지에 적합한 세퍼레이터면 모두 가능하다. 구체적으로, 상기 세퍼레이터는 폴리 에틸렌 필름, 폴리 프로필렌 필름, 폴리 불화 비닐리덴 필름 및 이들의 다층 복합 필름 중 한 종류 또는 여러 종류로부터 선택될 수 있다.
- [0038] 일부 실시예에 있어서, 이차 전지는 정극 시트, 부극 시트 및 전해액을 밀봉하기 위한 외포장을 포함할 수 있다. 일례로서, 정극 시트, 부극 시트 및 세퍼레이터를 적층 또는 권취하여 적층 구조의 전극 어셈블리 또는

권취 구조의 전극 어셈블리를 형성할 수 있으며, 전극 어셈블리는 외포장 내에 밀봉되며, 전해액은 전극 어셈블리 내에 침윤된다. 이차 전지의 전극 어셈블리의 개수는 하나 또는 여러 개일 수 있으며, 필요에 따라 조정할 수 있다.

- [0039] 일부 실시예에 있어서, 이차 전지의 외포장은 봉투형 소프트 패키지와 같은 소프트 패키지일 수 있다. 상기 소프트 패키지의 재료는 플라스틱일 수 있으며, 예를 들어 폴리 프로필렌(PP), 폴리 부틸렌 테레프탈레이트(PBT) 및 폴리 부틸렌 숙시네이트(PBS) 등 중 한 종류 또는 여러 종류를 포함할 수 있다. 이차 전지의 외포장은 알루미늄 케이스와 같은 하드 케이스일 수도 있다.
- [0040] 본원에서 이차 전지의 형상은 특별히 제한되지 않으며, 원통형, 사각형 또는 다른 임의의 형상일 수 있다. 도 1은 일례에 따른 사각형 구조의 이차 전지(5)이다.
- [0041] 일부 실시예에 있어서, 이차 전지는 전지 모듈로 조립될 수 있고, 전지 모듈에 포함되는 이차 전지의 개수는 복수일 수 있으며, 구체적인 개수는 전지 모듈의 용도 및 용량에 따라 조정될 수 있다.
- [0042] 도 2는 일례로서의 전지 모듈(4)이다. 도 2를 참조하면, 전지 모듈(4)에 있어서, 복수의 이차 전지(5)는 전지 모듈(4)의 길이 방향을 따라 순차적으로 배열될 수 있다. 물론, 다른 임의의 방식으로도 배열될 수 있다. 또한, 상기 복수의 이차 전지(5)는 패스너로 고정시킬 수 있다.
- [0043] 선택적으로, 전지 모듈(4)은 복수의 이차 전지(5)가 수용되는 수용 공간을 갖는 하우징을 더 포함할 수 있다.
- [0044] 일부 실시예에 있어서, 또한 상기 전지 모듈은 전지 팩으로 조립될 수 있으며, 전지 팩에 포함되는 전지 모듈의 개수는 전지 팩의 용도 및 용량에 따라 조정될 수 있다.
- [0045] 도 3 및 도 4는 예시적인 전지 팩(1)이다. 도 3 및 도 4를 참조하면, 전지 팩(1)은 전지 박스 및 전지 박스 내에 배치되는 복수의 전지 모듈(4)을 포함할 수 있다. 상기 전지 박스는 상부 박스바디(2) 및 하부 박스바디(3)를 포함하고, 상부 박스바디(2)는 하부 박스바디(3)를 커버하도록 배치되어, 전지 모듈(4)을 수용하기 위한 밀폐된 공간을 형성할 수 있다. 복수의 전지 모듈(4)은 임의의 방식으로 전지 박스 내에 배열될 수 있다.
- [0046] 본원의 제2 양태는 장치를 제공하는 바, 상기 장치는 본원의 제1 양태의 이차 전지를 포함한다. 상기 이차 전지는 장치의 전원으로 사용될 수 있으며 장치의 에너지 저장 유닛으로도 사용될 수 있다. 상기 장치는 모바일 기기(예를 들어 휴대폰, 노트북 컴퓨터 등), 전기 자동차(예를 들어 순수 전기 자동차, 하이브리드 전기 자동차, 플러그인 하이브리드 전기 자동차, 전기 자전거, 전기 스쿠터, 전기 골프 카트, 전기 트럭 등), 전기 기차, 선박 및 위성, 에너지 저장 시스템 등일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0047] 상기 장치는 사용 수명에 따라, 이차 전지, 전지 모듈 또는 전지 팩을 선택할 수 있다.
- [0048] 도 5는 일례로서의 장치를 도시한다. 상기 장치는 순수 전기 자동차, 하이브리드 전기 자동차 또는 플러그인 하이브리드 전기 자동차 등이다. 이차 전지의 고전력 및 고에너지 밀도에 대한 상기 장치의 수요를 충족시키기 위해, 전지 팩 또는 전지 모듈을 사용할 수 있다.
- [0049] 다른 일례로서의 장치는 휴대폰, 태블릿, 노트북 등일 수 있다. 상기 장치는 일반적으로 경량화 및 박형화를 요구하며, 이차 전지를 전원으로 사용할 수 있다.
- [0050] 이하에서는 실시예와 결합하여 본원을 더 설명할 것이다. 이들 실시예는 단지 본원을 설명하기 위해 사용될 뿐 본원의 범위를 제한하지 않는다는 것은 이해해야 할 바이다.
- [0051] 실시예 1~24 및 비교예 1~7의 이차 전지는 다음과 같은 방법으로 제조된다.
- [0052] (1) 정극 시트의 제조
- [0053] 정극 활성 재료(LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O₂), 바인더인 폴리 불화 비닐리덴 및 도전제인 Super P를 98:1:1 중량비로 혼합하고, N-메틸 피롤리돈(NMP)을 첨가하며, 진공 교반기의 작용하에 반응계가 균일하고 투명해질 때까지 교반하여 정극 슬러리를 얻으며; 정극 슬러리를 알루미늄박에 균일하게 코팅하고, 알루미늄박을 실온에서 건조시킨 후 오븐으로 옮겨 건조시킨 다음 냉간 압연 및 절단을 거쳐 정극 시트를 얻는다.
- [0054] (2) 부극 시트의 제조
- [0055] 부극 활성 재료인 인조 흑연에 도전제인 Super P 및 바인더인 SBR을 96:2:2 질량비로 혼합하고, 탈이온수를 첨가하며, 진공 교반기의 작용하에 부극 슬러리를 얻는다. 부극 슬러리를 부극 집전체인 동박에 균일하게 코팅하

고, 동박을 실온에서 건조시킨 후 오븐에 옮겨 건조시킨 다음 냉간 압연 및 절단을 거쳐 부극 시트를 얻는다.

[0056] (3) 전해액의 제조

[0057] 함수율<10ppm인 아르곤 가스 분위기의 글로브 박스 내에서, 각 유기 용매를 혼합한 후, 완전히 건조된 전해질염을 상기 유기 용매에 용해시키고, 그 다음 유기 용매에 첨가제(0.5% FEC, 1% DTD)를 첨가하고, 균일하게 혼합하여, 전해액을 얻는다. 여기서, 각 전해질염의 체적 몰농도 및 각 유기 용매의 중량비는 표 1에 나타난 바와 같다. 표 1에서, 각 전해질염의 체적 몰농도는 전해액의 전체 체적을 기준으로 산출된 체적 몰농도이고, 각 유기 용매의 함량은 유기 용매의 전체 중량을 기준으로 산출된 중량 백분율이다. 상기 첨가제의 함량은 전해액의 전체 중량을 기준으로 산출된 중량 백분율이다.

[0058] (4) 세퍼레이터의 제조

[0059] 세퍼레이터로서 폴리 에틸렌 필름을 사용한다.

[0060] (5) 이차 전지의 제조

[0061] 세퍼레이터가 정극 시트와 부극 시트 사이에 위치하여 격리 역할을 발휘하도록, 정극 시트, 세퍼레이터, 부극 시트를 순차적으로 적층한 후, 권취하여 전극 어셈블리를 얻는다. 전극 어셈블리를 외포장 내에 넣고, 제조된 상기 전해액을 건조된 이차 전지에 주입하고, 진공 포장, 정치, 화성 및 성형 등 공정을 거쳐 이차 전지를 얻는다.

[0062] 실시예 2~24 및 비교예 1~7의 이차 전지의 제조 방법은, 실시예 2~24 및 비교예 1~7에서 이차 전지의 전해액 비율을 조정된 것을 제외하고는 실시예 1과 유사하다(자세한 내용은 표 1을 참조).

[0063] 실시예 25~48 및 비교예 8~14의 이차 전지는 다음과 같은 방법으로 제조된다.

[0064] (1) 정극 시트의 제조

[0065] 정극 활성 재료(LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O₂), 바인더인 폴리 불화 비닐리덴 및 도전제인 Super P를 98:1:1 중량비로 혼합하고, N-메틸 피롤리돈(NMP)을 첨가하며, 진공 교반기의 작용하에 반응계가 균일하고 투명해질 때까지 교반하여 정극 슬러리를 얻으며; 정극 슬러리를 알루미늄박에 균일하게 코팅하고, 알루미늄박을 실온에서 건조시킨 후 오븐으로 옮겨 건조시킨 다음 냉간 압연 및 절단을 거쳐 정극 시트를 얻는다.

[0066] (2) 부극 시트의 제조

[0067] 부극 활성 재료인 일산화규소와 인조 흑연을 2:8 질량비로 혼합한 후, 이 것과 도전제인 Super P 및 바인더인 아크릴레이트를 92:2:6 질량비로 혼합하고, 탈이온수를 첨가하며, 진공 교반기의 작용하에 부극 슬러리를 얻는다. 부극 슬러리를 부극 집전체인 동박에 균일하게 코팅하고, 동박을 실온에서 건조시킨 후, 오븐으로 옮겨 건조시킨 다음 냉간 압연 및 절단을 거쳐 부극 시트를 얻는다.

[0068] (3) 전해액의 제조

[0069] 함수율<10ppm인 아르곤 가스 분위기의 글로브 박스 내에서, 각 유기 용매를 혼합한 후, 완전히 건조된 전해질염을 상기 유기 용매에 용해시키고, 그 다음 유기 용매에 첨가제(8% FEC, 1% SA, 0.8% TMSF)를 첨가하고, 균일하게 혼합하여, 전해액을 얻는다. 여기서, 각 전해질염의 체적 몰농도 및 각 유기 용매의 중량비는 표 2에 나타난 바와 같다. 표 2에서, 각 전해질염의 체적 몰농도는 전해액의 전체 체적을 기준으로 산출된 체적 몰농도이고, 각 유기 용매의 함량은 유기 용매의 전체 중량을 기준으로 산출된 중량 백분율이다. 상기 첨가제의 함량은 전해액의 전체 중량을 기준으로 산출된 중량 백분율이다.

[0070] (4) 세퍼레이터의 제조

[0071] 세퍼레이터로서 폴리 에틸렌 필름을 사용한다.

[0072] (5) 이차 전지의 제조

[0073] 세퍼레이터가 정극 시트와 부극 시트 사이에 위치하여 격리 역할을 발휘하도록, 정극 시트, 세퍼레이터, 부극 시트를 순차적으로 적층한 후, 권취하여 전극 어셈블리를 얻는다. 전극 어셈블리를 외포장 내에 넣고, 제조된 상기 전해액을 건조된 이차 전지에 주입하고, 진공 포장, 정치, 화성 및 성형 등 공정을 거쳐 이차 전지를 얻는다.

[0074] 실시예 26~48 및 비교예 8~14의 이차 전지의 제조 방법은, 실시예 26~48 및 비교예 8~14에서 이차 전지의 전해

액의 비율을 조정한 것을 제외하고는 실시예 25와 유사하다(자세한 내용은 표 2를 참조).

[0075]

[표 1] 실시예 1~24 및 비교예 1~7의 매개변수

| 번호 | 유기 용매 (중량비%) | 전해질염 | | | | |
|--------|---------------------|-------|---------------|-------------------|---------------|---------------------------------|
| | | 종류 | 함량 (mol/L) | 종류 | 함량 (mol/L) | LiFSI/LiPF ₆ (몰비) |
| 실시예 1 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.8 | LiPF ₆ | 0.2 | 4.0 |
| 실시예 2 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.85 | LiPF ₆ | 0.2 | 4.3 |
| 실시예 3 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.2 | 4.5 |
| 실시예 4 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.0 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.0 |
| 실시예 5 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.05 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.3 |
| 실시예 6 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 실시예 7 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.2 | LiPF ₆ | 0.2 | 6.0 |
| 실시예 8 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.2 | LiPF ₆ | 0.15 | 8.0 |
| 실시예 9 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.15 | 7.3 |
| 실시예 10 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.25 | 4.4 |
| 실시예 11 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.3 | 3.7 |
| 실시예 12 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.05 | LiPF ₆ | 0.15 | 7.0 |
| 실시예 13 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.05 | LiPF ₆ | 0.25 | 4.2 |
| 실시예 14 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.05 | LiPF ₆ | 0.3 | 3.5 |
| 실시예 15 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.05 | LiPF ₆ | 0.35 | 3.0 |
| 실시예 16 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.15 | 6.0 |
| 실시예 17 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.25 | 3.6 |
| 실시예 18 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.3 | 3.0 |
| 실시예 19 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.35 | 2.6 |
| 실시예 20 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.4 | 2.3 |
| 실시예 21 | EC:EMC:DEC=20:60:20 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 실시예 22 | EC:EMC:DEC=15:65:20 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 실시예 23 | EC:EMC=10:90 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 실시예 24 | EC:EMC:DMC=5:85:10 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 비교예 1 | EC:EMC:DMC=30:50:20 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 비교예 2 | EC:EMC=30:70 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 비교예 3 | EC:EMC=5:95 | / | / | LiPF ₆ | 1.2 | / |
| 비교예 4 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.5 | LiPF ₆ | 0.8 | 0.6 |
| 비교예 5 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.25 | LiPF ₆ | 0.15 | 8.3 |
| 비교예 6 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.2 | LiPF ₆ | 0.1 | 12.0 |
| 비교예 7 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.8 | LiPF ₆ | 0.5 | 1.6 |

[0076]

[0077] [표 2] 실시예 25~48 및 비교예 8~14의 대개변수

| 번호 | 유기 용매 (중량비%) | 전해질염 | | | | |
|--------|---------------------|-------|---------------|-------------------|---------------|---------------------------------|
| | | 종류 | 함량 (mol/L) | 종류 | 함량 (mol/L) | LiFSI/LiPF ₆ (몰비) |
| 실시예 25 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.8 | LiPF ₆ | 0.2 | 4.0 |
| 실시예 26 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.85 | LiPF ₆ | 0.2 | 4.3 |
| 실시예 27 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.2 | 4.5 |
| 실시예 28 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.0 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.0 |
| 실시예 29 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.05 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.3 |
| 실시예 30 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 실시예 31 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.2 | LiPF ₆ | 0.2 | 6.0 |
| 실시예 32 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.2 | LiPF ₆ | 0.15 | 8.0 |
| 실시예 33 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.15 | 7.3 |
| 실시예 34 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.25 | 4.4 |
| 실시예 35 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.3 | 3.7 |
| 실시예 36 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.05 | LiPF ₆ | 0.15 | 7.0 |
| 실시예 37 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.05 | LiPF ₆ | 0.25 | 4.2 |
| 실시예 38 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.05 | LiPF ₆ | 0.3 | 3.5 |
| 실시예 39 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.05 | LiPF ₆ | 0.35 | 3.0 |
| 실시예 40 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.15 | 6.0 |
| 실시예 41 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.25 | 3.6 |
| 실시예 42 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.3 | 3.0 |
| 실시예 43 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.35 | 2.6 |
| 실시예 44 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.9 | LiPF ₆ | 0.4 | 2.3 |
| 실시예 45 | EC:EMC:DEC=20:60:20 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 실시예 46 | EC:EMC:DEC=15:65:20 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 실시예 47 | EC:EMC=10:90 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 실시예 48 | EC:EMC:DMC=5:85:10 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 비교예 8 | EC:EMC:DMC=30:50:20 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 비교예 9 | EC:EMC=30:70 | LiFSI | 1.1 | LiPF ₆ | 0.2 | 5.5 |
| 비교예 10 | EC:EMC=5:95 | / | / | LiPF ₆ | 1.2 | / |
| 비교예 11 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.5 | LiPF ₆ | 0.8 | 0.6 |
| 비교예 12 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.25 | LiPF ₆ | 0.15 | 8.3 |
| 비교예 13 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 1.2 | LiPF ₆ | 0.1 | 12.0 |
| 비교예 14 | EC:EMC=5:95 | LiFSI | 0.8 | LiPF ₆ | 0.5 | 1.6 |

[0078]

다음으로, 이차 전지의 측정 과정을 설명한다.

[0079]

(1) 고온 사이클 성능 측정

[0080]

45℃에서, 이차 전지를 1C 정전류로 4.25V로 충전시킨 후, 다시 전류가 0.05C로 될 때까지 4.25V 정전압으로 충전하며, 5분간 정지하고, 다시 1C 정전류로 컷오프 전압 하한(표 1의 각 실시예와 비교예는 2.8V를 취하고, 표 2의 각 실시예와 비교예는 2.5V를 취함)까지 방전하며, 이 것이 이차 전지의 제1회 충방전 사이클이며, 이 시점에서 방전 용량을 이차 전지의 제1회 사이클 방전 용량으로 기록하며, 상기 방법에 따라 이차 전지에 대해 800회 충방전 사이클을 수행하며, 800회 사이클 후 방전 용량을 기록한다.

[0081]

[0082]

이차 전지의 45℃에서 800회 사이클 후 용량 유지율(%)=(이차 전지의 800회 사이클 후 방전 용량/이차 전지의 제1회 사이클 방전 용량)×100%

[0083]

(2) 고온 저장 성능 측정

[0084]

60℃에서, 이차 전지를 0.5C 정전류로 4.25V로 충전시킨 후, 다시 전류가 0.05C로 될 때까지 4.25V 정전압으로 충전하며, 배수법으로 이 시점에서의 리튬 이온 전지의 부피를 측정하여 V₁로 기록한다. 이어서, 60℃의 인큐베이터에 넣어 30일 동안 저장하였다가 꺼내어, 이 시점에서의 이차 전지의 부피를 측정하여 V₂로 기록한다.

[0085] 이차 전지의 60℃에서 30일 저장 후 부피 팽창률($\%$)= $[(V_2-V_1)/V_1] \times 100\%$

[0086] [표 3] 실시예 1~24 및 비교예 1~7의 성능 측정 결과

| 번호 | 45℃에서 800회 사이클 후 용량 유지율($\%$) | 60℃에서 30일 저장 후 부피 팽창률($\%$) |
|--------|------------------------------------|----------------------------------|
| 실시예 1 | 83.1 | 9.45 |
| 실시예 2 | 83.0 | 9.37 |
| 실시예 3 | 83.6 | 9.12 |
| 실시예 4 | 84.9 | 8.71 |
| 실시예 5 | 84.2 | 8.34 |
| 실시예 6 | 83.9 | 8.37 |
| 실시예 7 | 80.5 | 8.41 |
| 실시예 8 | 81.5 | 9.63 |
| 실시예 9 | 82.1 | 9.07 |
| 실시예 10 | 82.0 | 10.07 |
| 실시예 11 | 80.6 | 10.35 |
| 실시예 12 | 84.5 | 9.99 |
| 실시예 13 | 83.9 | 9.09 |
| 실시예 14 | 83.2 | 9.38 |
| 실시예 15 | 81.7 | 9.72 |
| 실시예 16 | 82.9 | 8.99 |
| 실시예 17 | 82.5 | 9.25 |
| 실시예 18 | 82.2 | 9.37 |
| 실시예 19 | 81.5 | 9.72 |
| 실시예 20 | 82.4 | 9.95 |
| 실시예 21 | 81.5 | 12.84 |
| 실시예 22 | 80.1 | 11.94 |
| 실시예 23 | 82.9 | 10.95 |
| 실시예 24 | 83.1 | 9.82 |
| 비교예 1 | 74.5 | 17.14 |
| 비교예 2 | 76.9 | 15.65 |
| 비교예 3 | 80.1 | 12.76 |
| 비교예 4 | 75.0 | 21.26 |
| 비교예 5 | 72.5 | 12.57 |
| 비교예 6 | 73.7 | 16.17 |
| 비교예 7 | 76.8 | 19.59 |

[0087]

[0088] [표 4] 실시예 25~48 및 비교예 8~14의 성능 측정 결과

| 번호 | 45°C에서 800회 사이클 후 용량 유지율(%) | 60°C에서 30일 저장 후 부피 팽창률(%) |
|--------|--------------------------------|------------------------------|
| 실시예 25 | 80.1 | 11.42 |
| 실시예 26 | 80.1 | 11.35 |
| 실시예 27 | 80.6 | 11.10 |
| 실시예 28 | 82.1 | 10.68 |
| 실시예 29 | 81.3 | 10.32 |
| 실시예 30 | 80.9 | 10.35 |
| 실시예 31 | 77.8 | 10.38 |
| 실시예 32 | 78.3 | 11.59 |
| 실시예 33 | 79.6 | 11.04 |
| 실시예 34 | 78.9 | 12.03 |
| 실시예 35 | 77.6 | 12.31 |
| 실시예 36 | 81.9 | 11.99 |
| 실시예 37 | 81.3 | 11.07 |
| 실시예 38 | 80.5 | 11.34 |
| 실시예 39 | 78.5 | 11.67 |
| 실시예 40 | 80.1 | 10.95 |
| 실시예 41 | 79.2 | 11.21 |
| 실시예 42 | 78.9 | 11.33 |
| 실시예 43 | 78.1 | 11.67 |
| 실시예 44 | 79.1 | 11.91 |
| 실시예 45 | 78.1 | 14.80 |
| 실시예 46 | 77.3 | 13.90 |
| 실시예 47 | 80.1 | 12.89 |
| 실시예 48 | 79.7 | 11.77 |
| 비교예 8 | 70.1 | 20.10 |
| 비교예 9 | 73.5 | 18.60 |
| 비교예 10 | 76.1 | 15.70 |
| 비교예 11 | 71.8 | 24.21 |
| 비교예 12 | 68.2 | 15.52 |
| 비교예 13 | 69.5 | 20.12 |
| 비교예 14 | 72.5 | 23.15 |

[0089]

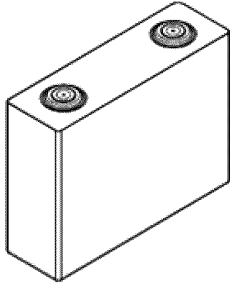
[0090]

표 3 및 표 4의 측정 결과 분석으로부터 알 수 있다시피, 실시예 1~24와 비교예 1~7의 비교 및 실시예 25~48과 비교예 8~14의 비교에 따르면, 본원의 실시예 1~48의 전해질염이 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI) 및 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)를 포함하고, 상기 전해액 중 상기 리튬 비스플루오로 술폰이미드(LiFSI)의 체적 몰농도가 0.8mol/L~1.2mol/L이고, 상기 전해액 중 상기 리튬 헥사플루오로 포스페이트(LiPF₆)의 체적 몰농도가 0.15mol/L~0.4mol/L이며, 또한 유기 용매가 에틸렌 카보네이트(EC)를 포함하고, 상기 유기 용매 중 상기 에틸렌 카보네이트(EC)의 질량 점유율이 ≤20%이며, 상술한 전해질염과 유기 용매의 시너지 작용하에, 본원의 이차 전지는 양호한 고온 사이클 성능 및 고온 저장 성능을 동시에 견비할 수 있다. 이차 전지가 본원의 상술한 조건을 충족하지 못할 경우, 비교예 1~7는 실시예 1~24에 비해, 비교예 8~14는 실시예 25~48에 비해, 고온 사이클 성능 및 고온 저장 성능을 상대적으로 동시에 견비할 수 없었다.

도면

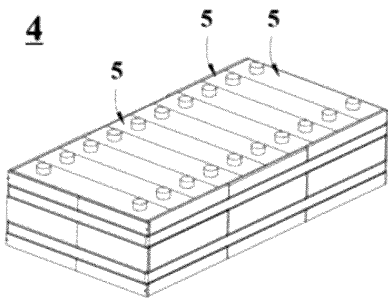
도면1

5



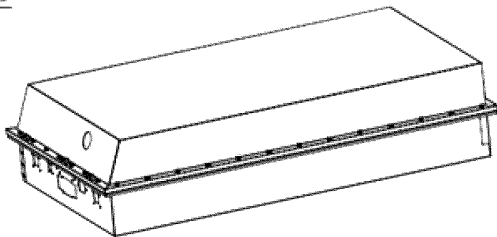
도면2

4

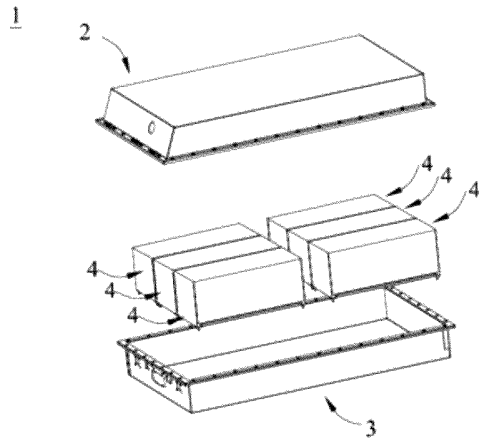


도면3

1



도면4



도면5

