



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년05월09일
(11) 등록번호 10-2530204
(24) 등록일자 2023년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
HO1M 10/42 (2014.01) HO1M 10/052 (2010.01)
HO1M 10/44 (2006.01) HO1M 10/637 (2021.01)
HO1M 10/651 (2014.01) HO1M 4/36 (2006.01)
HO1M 4/505 (2010.01) HO1M 4/525 (2010.01)
HO1M 4/58 (2015.01)
(52) CPC특허분류
HO1M 10/4207 (2013.01)
HO1M 10/052 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7037375
(22) 출원일자(국제) 2021년10월26일
심사청구일자 2022년10월26일
(85) 번역문제출일자 2022년10월26일
(86) 국제출원번호 PCT/CN2021/126372
(87) 국제공개번호 WO 2023/070307
국제공개일자 2023년05월04일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020150142880 A*
KR1020100057605 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
컨템포러리 엠퍼렉스 테크놀로지 씨오., 리미티드
중국, 후지양 프로빈스, 닝더 시티, 자오청 디스트릭
트릭, 장완 타운, 신강 로드, 넘버. 2
(72) 발명자
쉬 바오원
중국 352100 후지양 닝더 시티 자오청 디스트릭
장완 타운 신강 로드 넘버. 2
어우양 사오충
중국 352100 후지양 닝더 시티 자오청 디스트릭
장완 타운 신강 로드 넘버. 2
푸 청화
중국 352100 후지양 닝더 시티 자오청 디스트릭
장완 타운 신강 로드 넘버. 2
(74) 대리인
특허법인와이에스장

전체 청구항 수 : 총 15 항

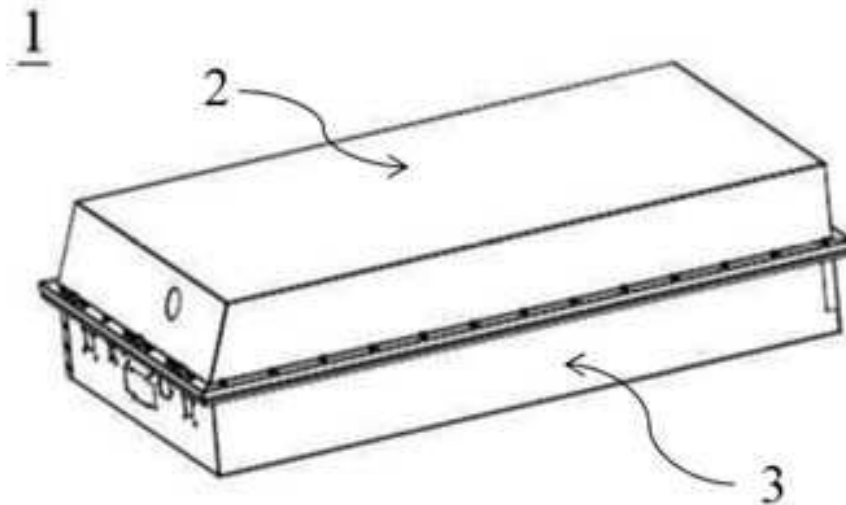
심사관 : 장정아

(54) 발명의 명칭 배터리 팩 및 전기 기기

(57) 요약

본 출원은 배터리 팩 및 전기 기기를 제공한다. 배터리 팩은 배터리 팩 합체 및 상기 배터리 팩 합체에 수납되는 배터리 셀을 포함하고, 상기 배터리 팩 합체의 내부 공간은 제1 영역 및 제2 영역으로 이루어지고, 상기 제1 영역에는 제1 배터리 셀이 배치되고, 상기 제2 영역에는 제2 배터리 셀이 배치되고, 상기 제2 배터리 셀은 상기 제 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



1 배터리 셀의 주변을 둘러싸도록 배치되며, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀은 각각 제1 방전 전압 플래토 및 제2 방전 전압 플래토를 갖고, 상기 제1 방전 전압 플래토의 평균 방전 전압은 상기 제2 방전 전압 플래토의 평균 방전 전압보다 높으며, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀 각각에서, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량과 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량의 합이 100%인 경우, 상기 제2 배터리 셀의 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율은 상기 제1 배터리 셀의 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율보다 크다.

(52) CPC특허분류

H01M 10/4264 (2013.01)

H01M 10/448 (2013.01)

H01M 10/637 (2021.01)

H01M 10/651 (2015.04)

H01M 4/364 (2013.01)

H01M 4/505 (2013.01)

H01M 4/525 (2013.01)

H01M 4/5825 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

배터리 팩 함체 및 상기 배터리 팩 함체에 수납되는 배터리 셀을 포함하고,

상기 배터리 팩 함체의 내부 공간은 제1 영역 및 제2 영역으로 이루어지고, 상기 제1 영역에는 제1 배터리 셀이 배치되고, 상기 제2 영역에는 제2 배터리 셀이 배치되며, 상기 제2 배터리 셀은 상기 제1 배터리 셀의 주변을 둘러싸도록 배치되며, 상기 제1 영역의 온도는 상기 제2 영역의 온도보다 높고,

상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀은 각각 제1 방전 전압 플래토 및 제2 방전 전압 플래토를 갖고, 상기 제1 방전 전압 플래토의 평균 방전 전압은 상기 제2 방전 전압 플래토의 평균 방전 전압보다 높으며,

상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀 각각에서, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량과 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량의 합이 100%인 경우, 상기 제2 배터리 셀의 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율은 상기 제1 배터리 셀의 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율보다 큰 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀에서, 상기 제1 방전 전압 플래토의 최저 방전 전압과 상기 제2 방전 전압 플래토의 최고 방전 전압의 차이는 0.25-0.6V인 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 배터리 셀에서, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량과 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량의 합이 100%인 경우, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 91.8%-99%를 차지하고, 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 1%-8.2%를 차지하는 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 배터리 셀에서, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량과 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량의 합이 100%인 경우, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 52.5%-96.8%를 차지하고, 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 3.2%-47.5%를 차지하는 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀 각각의 양극 활성 물질은 상기 제1 방전 전압 플래토를 갖는 제1 양극 활성 물질과 상기 제2 방전 전압 플래토를 갖는 제2 양극 활성 물질이 혼합되어 이루어진 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 양극 활성 물질 및 상기 제2 양극 활성 물질은 각각 독립적으로 리튬 니켈산, 리튬 코발트산, 리튬 니켈 코발트 망간산염, 리튬 니켈 코발트 알루미늄산염, 리튬 철 인산염, 리튬 망간산염, 리튬 티탄산염 및 이산화 망간으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제1 양극 활성 물질은 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질은 리튬 철 인산염이거나, 또는, 상기 제1 양극 활성 물질은 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질은 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염이거나,

또는, 상기 제1 양극 활성 물질은 리튬 철 인산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질은 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염인 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀에서 상기 제1 양극 활성 물질의 종류가 동일하고 상기 제2 양극 활성 물질의 종류가 동일한 경우, 상기 제1 양극 활성 물질이 양극 활성 물질에서 차지하는 질량 비율은 상기 제1 배터리 셀, 상기 제2 배터리 셀의 순서로 점차 감소되고, 상기 제2 양극 활성 물질이 양극 활성 물질에서 차지하는 질량 비율은 상기 제1 배터리 셀, 상기 제2 배터리 셀의 순서로 점차 증가되는 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 제1 배터리 셀에서, 상기 제1 양극 활성 물질 및 상기 제2 양극 활성 물질의 총 질량이 100%인 경우, 상기 제1 양극 활성 물질의 질량은 92.5%~97.5%를 차지하고, 상기 제2 양극 활성 물질의 질량은 2.5%~7.5%를 차지하는 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 제2 배터리 셀에서, 상기 제1 양극 활성 물질 및 상기 제2 양극 활성 물질의 총 질량이 100%인 경우, 상기 제1 양극 활성 물질의 질량은 50%~92.5%를 차지하고, 상기 제2 양극 활성 물질의 질량은 7.5%~50%를 차지하는 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 제1 양극 활성 물질이 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질이 리튬 철 인산염인 경우, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀에서 상기 제2 양극 활성 물질의 질량비는 1:(9-17)이고;

상기 제1 양극 활성 물질이 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질이 리튬 티탄산염 또는 리튬 망간산염인 경우, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀에서 상기 제2 양극 활성 물질의 질량비는 1:(9-13)이며;

상기 제1 양극 활성 물질이 리튬 철 인산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질이 리튬 티탄산염 또는 리튬 망간산염인 경우, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀에서 상기 제2 양극 활성 물질의 질량비는 1:(9-17)인 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 12

제1항에 있어서,

0℃이하의 온도에서, 상기 제1 배터리 셀의 방전 차단 전압은 상기 제2 배터리 셀의 방전 차단 전압보다 0~0.3V 높고, 상기 제2 배터리 셀의 방전 차단 전압은 1.6V 이상인 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 제1 배터리 셀의 개수 : 상기 제2 배터리 셀의 개수 = (3~8):(18~28)인 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 14

제1항에 있어서,

서로 다른 배터리 셀들 사이의 빈 공간에는 커패시터가 배치되는 것을 특징으로 하는 배터리 팩.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 따른 배터리 팩을 포함하는 것을 특징으로 하는 전기 기기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 리튬 이온 전지 영역에 관한 것으로, 특히 저온에서 에너지 유지율이 높은 배터리 팩 및 이를 포함하는 전기 기기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 리튬 이온 전지 기술의 발전에 따라, 리튬 이온 전지는 수력, 화력, 풍력 및 태양광 발전소 등의 에너지 저장 전원 시스템, 및 전기공구, 전기자전거, 전기오토바이, 전기자동차, 군사용 장비, 항공우주 등 다양한 분야에서 폭넓게 사용되고 있다. 상술한 분야에서, 리튬 이온 2차 전지 셀의 용량은 사용 수요를 만족시키지 못하는 경우가 있는데, 이러한 경우 다수의 리튬 이온 2차 전지 셀을 직렬 또는 병렬로 연결하여 배터리 팩을 구성하여야 한다. 배터리 팩에 사용되는 리튬 이온 2차 전지 셀에는 주로 리튬 니켈코발트망간 전지 또는 리튬 니켈코발트알루미늄 전지 등의 삼원 전지, 리튬 철 인산염 전지, 리튬 망간 전지, 리튬 코발트산 전지, 리튬 티타네이트 전지, 이산화망간 전지 등이 있다.

[0003] 그러나, 리튬 이온 2차 전지 셀로 이루어진 배터리 팩이, 겨울철과 같은 저온 환경에서 사용될 경우, 에너지 유지율이 크게 떨어지며, 즉, 저온에서의 항속 능력이 크게 단축되기에, 저온에서의 배터리 팩 전체의 항속 능력을 어떻게 향상시킬 것인가가 급히 해결해야 될 문제이다. 따라서, 종래의 리튬 이온 2차 전지 셀로 이루어진 배터리 팩의 저온에서의 에너지 유지율은 여전히 향상될 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 출원은 상술한 기술적 문제를 해결하기 위한 것으로, 저온에서의 에너지 유지율이 우수하고, 저온에서의 항속 능력이 향상된 리튬 이온 2차 전지로 이루어진 배터리 팩 및 이를 포함하는 전기 기기를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 상술한 목적을 달성하기 위해, 본 출원의 제1 측면에서, 배터리 팩 함체 및 상기 배터리 팩 함체에 수납되는 배터리 셀을 포함하고, 상기 배터리 팩 함체의 내부 공간은 제1 영역 및 제2 영역으로 이루어지고, 상기 제1 영역에는 제1 배터리 셀이 배치되고, 상기 제2 영역에는 제2 배터리 셀이 배치되고, 상기 제2 배터리 셀은 상기 제1 배터리 셀의 주변을 둘러싸도록 배치되며, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀은 각각 제1 방전 전압 플레토(plateau)와 제2 방전 전압 플레토를 갖고, 상기 제1 방전 전압 플레토의 평균 방전 전압은 상기 제2 방전 전압 플레토의 평균 방전 전압보다 높으며, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀 각각에서, 상기 제1 방전 전압 플레토에 대응하는 방전 용량과 상기 제2 방전 전압 플레토에 대응하는 방전 용량의 합이 100%인 경우, 상기 제2 배터리 셀의 상기 제2 방전 전압 플레토에 대응하는 방전 용량 비율은 상기 제1 배터리 셀의 상기 제2 방전 전압 플레토에 대응하는 방전 용량 비율보다 큰 것을 특징으로 하는 배터리 팩을 제공한다.

[0006] 따라서, 본 출원은 배터리 팩 내의 온도 분포에 따라 저온에서의 방전 능력이 서로 다른 배터리 셀을 배치함으로써, 저온에서의 배터리 팩 전체의 에너지 유지율을 개선할 수 있다. 보다 상세하게, 배터리 팩 함체의 내부

공간 중 온도가 서로 다른 영역에 각각 이중(dual) 방전 전압 플래토(방전 전압이 높은 제1 방전 전압 플래토 및 방전 전압이 낮은 제2 방전 전압 플래토)를 갖는 저온 에너지 유지율이 서로 다른 배터리 셀을 배치하고, 온도가 낮은 영역일수록 저온 에너지 유지율이 높은 배터리 셀을 배치한다. 배터리 팩 형태의 내부 공간 중 온도가 상대적으로 높은 영역에 저온 성능이 상대적으로 낮은(저온 에너지 유지율이 상대적으로 작은) 배터리 셀을 배치하고, 배터리 팩 형태의 내부 공간 중 온도가 상대적으로 낮은 영역에 저온 성능이 상대적으로 높은(저온 에너지 유지율이 상대적으로 큰) 배터리 셀을 배치함으로써, 배터리 팩의 온도가 서로 다른 각 영역에서 배터리 셀의 사이클 균일성을 높여, 배터리 팩 전체의 저온 에너지 유지율을 향상시킬 수 있고, 따라서 배터리 팩 전체의 저온 항속 능력을 향상시킬 수 있다.

- [0007] 본 출원에서 설명되는 배터리 팩은 형상은 임의의 것으로, 고객의 요구에 따라 설계되는 임의의 형상일 수 있다.
- [0008] 어느 한 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀에서, 상기 제1 방전 전압 플래토의 최저 방전 전압과 상기 제2 방전 전압 플래토의 최고 방전 전압의 차이는 0.25 - 0.6V이다.
- [0009] 이에 따라, 방전 전압이 높은 제1 방전 전압 플래토를 이용하여 방전한 후, 방전 전압이 낮은 제2 방전 전압 플래토를 이용하여 계속하여 방전할 수 있으므로, 각 배터리 셀이 저온에서 방출할 수 있는 에너지를 향상시키고, 저온에서의 배터리 팩 전체의 에너지 유지율을 향상시킬 수 있다.
- [0010] 바람직한 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀에서, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량과 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량의 합이 100%인 경우, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 91.8%~99%를 차지하고, 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 1%~8.2%를 차지한다.
- [0011] 이에 따라, 제1 배터리 셀에서 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 및 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 각각의 비율이 상술한 범위 내에 있도록 함으로써, 제1 배터리 셀이 저온에서 방출할 수 있는 에너지를 향상시키고, 배터리 팩 전체의 저온 에너지 유지율을 향상시킬 수 있다.
- [0012] 바람직한 실시형태에 있어서, 상기 제2 배터리 셀에서, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량과 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량의 합이 100%인 경우, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 52.5%~96.8%를 차지하고, 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 3.2%~47.5%를 차지한다.
- [0013] 이에 따라, 제2 배터리 셀에서 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 및 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 각각의 비율이 상술한 범위 내에 있도록 함으로써, 제2 배터리 셀이 저온에서 방출할 수 있는 에너지를 향상시키고, 배터리 팩 전체의 저온 에너지 유지율을 더 향상시킬 수 있다.
- [0014] 바람직한 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀 각각의 양극 활성 물질은 상기 제1 방전 전압 플래토를 갖는 제1 양극 활성 물질과 상기 제2 방전 전압 플래토를 갖는 제2 양극 활성 물질이 혼합되어 이루어진다.
- [0015] 이에 따라, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀 각각은 방전 전압이 서로 다른 제1 방전 전압 플래토 및 제2 방전 전압 플래토를 갖고 있으며, 방전 전압이 높은 제1 방전 전압 플래토를 이용하여 방전한 후, 방전 전압이 낮은 제2 방전 전압 플래토를 이용하여 계속하여 방전할 수 있으므로, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀 각각의 저온 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0016] 바람직한 실시형태에 있어서, 상기 제1 양극 활성 물질 및 상기 제2 양극 활성 물질은 각각 독립적으로 리튬 니켈산, 리튬 코발트산, 리튬 니켈 코발트 망간산염, 리튬 니켈 코발트 알루미늄산염, 리튬 철 인산염, 리튬 망간산염, 리튬 티탄산염 및 이산화망간으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나이다.
- [0017] 이에 따라, 제1 양극 활성 물질에 의해 형성되는 제1 방전 전압 플래토와 제2 양극 활성 물질에 의해 형성되는 제2 방전 전압 플래토의 방전 전압 및 방전 용량 비율이 상술한 관계를 만족하는 한, 제1 양극 활성 물질 및 제2 양극 활성 물질은 기존의 다양한 양극 활성 물질 중에서 선택될 수 있으므로, 기존의 양극 활성 물질을 이용하여 본 출원의 배터리 팩을 용이하게 구현할 수 있다.
- [0018] 바람직한 실시형태에 있어서, 상기 제1 양극 활성 물질은 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질은 리튬 철 인산염이거나; 또는, 상기 제1 양극 활성 물질은 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질은 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염이거나; 또는, 상기 제1 양극 활성 물질은 리튬 철 인산염이

고, 상기 제2 양극 활성 물질은 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염이다.

- [0019] 전압 플래토와 비에너지 크기는 기본적으로, 리튬 니켈 코발트 망간산염 > 리튬 철 인산염 > 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염의 순서를 따르므로, 상대적으로, 에너지 밀도는, 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 철 인산염 > 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염 > 리튬 철 인산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염의 순서를 따른다. 이에 대응하여, 동일한 체적의 모듈 또는 배터리 팩에서, 상기 3종류의 계열의 항속 거리는, 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 철 인산염 > 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염 > 리튬 철 인산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염의 순서를 따른다. 따라서, 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 철 인산염 계열은 항속 거리가 길거나 또는 출력 파워 요구가 큰 경우에 더 적합하고; 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염은 보통 수준의 항속 거리 또는 출력 파워가 적당한 경우에 더 적합하며; 리튬 철 인산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염 계열은 저속 스쿠터 등 출력 파워 요구가 크지 않은 경우에 더 적합하다.
- [0020] 바람직한 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀에서 상기 제1 양극 활성 물질의 종류가 동일하고 상기 제2 양극 활성 물질의 종류가 동일한 경우, 상기 제1 양극 활성 물질이 양극 활성 물질에서 차지하는 질량 비율은 상기 제1 배터리 셀, 상기 제2 배터리 셀의 순서로 점차 감소되고, 상기 제2 양극 활성 물질이 양극 활성 물질에서 차지하는 질량 비율은 상기 제1 배터리 셀, 상기 제2 배터리 셀의 순서로 점차 증가된다.
- [0021] 방전 전압이 낮은 제2 방전 전압 플래토를 형성하기 위한 제2 양극 활성 물질의 질량 비율이 클수록, 또한 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율이 클수록, 배터리 셀의 저온 에너지 유지율이 높다. 제2 영역에 배치된 제2 배터리 셀의 제2 양극 활성 물질의 질량 비율 > 제1 영역에 배치된 제1 배터리 셀의 제2 양극 활성 물질의 질량 비율로 함으로써, 제2 배터리 셀의 저온 에너지 유지율 > 제1 배터리 셀의 저온 에너지 유지율로 하여, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀이 저온에서 방출하는 에너지가 대략적으로 일치하도록 함으로써, 저온에서의 배터리 팩 전체의 에너지 유지율을 향상시킬 수 있다.
- [0022] 바람직한 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀에서, 상기 제1 양극 활성 물질 및 상기 제2 양극 활성 물질의 총 질량이 100%인 경우, 상기 제1 양극 활성 물질의 질량은 92.5%~97.5%를 차지하고, 상기 제2 양극 활성 물질의 질량은 2.5%~7.5%를 차지한다.
- [0023] 이에 따라, 제1 배터리 셀에서 제1 양극 활성 물질 및 제2 양극 활성 물질의 질량 비율이 상술한 범위 내에 있도록 하여, 제1 배터리 셀에서 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 및 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 각각의 비율이 상술한 범위 내에 있도록 함으로써, 제1 배터리 셀이 저온에서 방출할 수 있는 에너지를 향상시키고, 배터리 팩 전체의 저온 에너지 유지율을 향상시킬 수 있다.
- [0024] 바람직한 실시형태에 있어서, 상기 제2 배터리 셀에서, 상기 제1 양극 활성 물질 및 상기 제2 양극 활성 물질의 총 질량이 100%인 경우, 상기 제1 양극 활성 물질의 질량은 50%~92.5%를 차지하고, 상기 제2 양극 활성 물질의 질량은 7.5%~50%를 차지한다.
- [0025] 이에 따라, 제2 배터리 셀에서 제1 양극 활성 물질 및 제2 양극 활성 물질의 질량 비율이 상술한 범위 내에 있도록 하여, 제2 배터리 셀에서 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 및 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 각각의 비율이 상술한 범위 내에 있도록 함으로써, 제2 배터리 셀이 저온에서 방출할 수 있는 에너지를 향상시키고, 배터리 팩 전체의 저온 에너지 유지율을 더 향상시킬 수 있다.
- [0026] 바람직한 실시형태에 있어서, 상기 제1 양극 활성 물질이 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질이 리튬 철 인산염인 경우, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀에서 상기 제2 양극 활성 물질의 질량비는 1:(9-17)이고; 상기 제1 양극 활성 물질이 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질이 리튬 티탄산염 또는 리튬 망간산염인 경우, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀에서 상기 제2 양극 활성 물질의 질량비는 1:(9-13)이며; 상기 제1 양극 활성 물질이 리튬 철 인산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질이 리튬 티탄산염 또는 리튬 망간산염인 경우, 상기 제1 배터리 셀 및 상기 제2 배터리 셀에서 상기 제2 양극 활성 물질의 질량비는 1:(9-17)이다.
- [0027] 이에 따라, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀에서 특정 제1 양극 활성 물질과 특정 제2 양극 활성 물질을 특정 질량비로 사용함으로써, 다양한 경우에 적용될 수 있는 본 출원의 배터리 팩을 용이하게 구현할 수 있다.
- [0028] 바람직한 실시형태에 있어서, 0°C이하의 온도에서, 상기 제1 배터리 셀의 방전 차단 전압은 상기 제2 배터리 셀

의 방전 차단 전압보다 0~0.3V 높고, 상기 제2 배터리 셀의 방전 차단 전압은 1.6V 이상이다.

- [0029] 이에 따라, 상술한 바와 같이 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀의 방전 차단 전압을 설정함으로써, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀이 저온에서 방출하는 에너지가 대략적으로 일치하도록 할 수 있으므로, 저온에서의 배터리 팩 전체의 에너지 유지율을 향상시킬 수 있다.
- [0030] 바람직한 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀의 개수 : 상기 제2 배터리 셀의 개수 = (3~8):(18~28)이다. 즉, 제1 배터리 셀의 개수 및 제2 배터리 셀의 개수의 합이 100%인 경우, 제1 배터리 셀의 개수가 차지하는 비율은 10~30%이고, 제2 배터리 셀의 개수가 차지하는 비율은 70~90%이다.
- [0031] 이에 따라, 일반적인 배터리 팩의 온도 분포 범위에 따라 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀의 개수를 설정함으로써, 본 출원의 배터리 팩을 용이하게 구현할 수 있다.
- [0032] 바람직한 실시형태에 있어서, 서로 다른 배터리 셀들 사이의 빈 공간에는 커패시터가 배치된다.
- [0033] 이에 따라, 배터리 셀들 사이의 빈 공간을 충분히 활용하여 배터리 팩 전체의 체적 에너지 밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0034] 본 출원의 제2 측면에서, 본 출원의 제1 측면에 따른 배터리 팩을 포함하는 전기 기기를 제공한다.
- [0035] 이에 따라, 본 출원의 제2 측면에 따른 전기 기기는 저온에서의 항속 능력이 우수하며, 저온에서도 장시간 정상적으로 사용할 수 있다.

발명의 효과

- [0036] 본 발명에 따르면, 배터리 팩 합체 내부의 온도가 서로 다른 영역에 이중 방전 전압 플래토를 갖는 저온 에너지 유지율이 서로 다른 배터리 셀들을 배치함으로써, 온도가 서로 다른 영역의 배터리 셀이 저온에서 방출하는 에너지가 대략적으로 일치하도록 하여, 전체적으로 저온에서의 에너지 유지율이 향상된 배터리 팩 및 이를 포함하는 전기 기기를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 출원의 일 실시형태에 따른 배터리 팩의 구조 개략도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 본 출원의 일 실시형태에 따른 배터리 팩에서 합체를 제거한 후의 구성 요소의 평면도이다.
- 도 3은 본 출원의 일 실시형태에 따른 배터리 팩 내의 제1 방전 전압 플래토 및 제2 방전 전압 플래토를 갖는 배터리 셀의 정전류 방전을 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 본 출원의 일 실시형태에 따른 배터리 팩을 전원으로 사용하는 전기 기기의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 이하, 첨부된 도면을 적절히 참조하여 본 출원의 배터리 팩 및 전기 기기를 구체적으로 개시하는 실시형태를 상세하게 설명한다. 다만, 경우에 따라 불필요한 상세한 설명은 생략할 수 있다. 예를 들어, 공지 사항에 대한 구체적인 설명이나 실제 동일한 구성에 대한 중복 설명은 생략될 수 있다. 이는 이하의 설명이 불필요하게 길어지는 것을 방지하고 당업자의 이해를 돕기 위함이다. 또한, 도면 및 이하의 설명은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 출원을 충분히 이해할 수 있도록 제공되는 것으로, 청구범위에 기재된 요지를 제한하려는 의도는 아니다.
- [0039] 본 출원에 개시된 "범위"는 하한 및 상한의 형태로 한정되며, 주어진 범위는 하한 및 상한을 선택하는 것을 통해 한정되고, 선택된 하한 및 상한은 특정 범위의 경계를 한정한다. 이러한 방식으로 한정된 범위는 엔드 값(end value)을 포함하거나 또는 엔드 값을 포함하지 않을 수 있으며, 임의로 조합될 수 있으며, 즉, 임의의 하한이 임의의 상한과 조합되어 하나의 범위를 형성할 수 있다. 예를 들어, 특정 파라미터에 대해 60-120 및 80-110의 범위가 나열되는 경우, 60-110 및 80-120의 범위는 예상된 것으로 이해할 수 있다. 또한 최소 범위 값 1과 2가 나열되고, 최대 범위 값 3, 4 및 5가 나열된다면, 1-3, 1-4, 1-5, 2-3, 2-4 및 2-5와 같은 범위들도 모두 예상될 수 있다. 본 출원에서, 다른 설명이 없는 한, 수치 범위 "a-b"는 a와 b 사이의 임의의 실수 조합의 축약된 표현을 나타내며, 여기서 a와 b는 모두 실수이다. 예를 들어, 수치 범위 "0-5"는 "0-5" 사이의 모든 실수가 본 명세서에 나열되었음을 의미하고, "0-5"는 이러한 수치 값의 조합의 축약된 표현일 뿐이다. 또한, 어느

한 파라미터가 ≥ 2 인 정수로 표시되는 경우, 이는 해당 파라미터가 예를 들어 정수 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 등임을 개시한 것에 해당한다.

- [0040] 특별한 설명이 없는 한, 본 출원의 모든 실시형태 및 선택가능한 실시형태들은 서로 결합하여 새로운 기술적 솔루션을 구성할 수 있다.
- [0041] 특별한 설명이 없는 한, 본 출원의 모든 기술적 특징 및 선택가능한 기술적 특징들은 서로 결합하여 새로운 기술적 솔루션을 구성할 수 있다.
- [0042] 특별한 설명이 없는 한, 본 출원의 모든 단계들은 순차적으로 또는 무작위로 수행될 수 있으며, 바람직하게는 순차적으로 수행될 수 있다. 예를 들어, "상기 방법은 단계 (a) 및 (b)를 포함한다"는 해당 방법이 순차적으로 수행되는 단계 (a) 및 (b)를 포함할 수도 있고, 또한 순차적으로 수행되는 단계 (b) 및 (a)를 포함할 수도 있음을 나타낸다. 예를 들어, "상기 방법이 단계 (c)를 더 포함할 수 있다"라고 언급되는 경우, 이는 단계 (c)가 임의의 순서로 상기 방법에 추가될 수 있음을 나타내는 바, 예를 들어 상기 방법은 단계 (a), (b) 및 (c)를 포함할 수도 있고, 단계 (a), (c) 및 (b)를 포함할 수도 있고, 또한 단계 (c), (a) 및 (b) 등을 포함할 수도 있다.
- [0043] 특별한 설명이 없는 한, 본 출원에서 언급되는 "포함" 및 "포괄"은 개방형 또는 폐쇄형을 의미한다. 예를 들어, "포함" 및 "포괄"은 나열되지 않은 다른 구성 요소도 더 포함 또는 포괄할 수 있거나, 나열된 구성 요소만 포함 또는 포괄할 수 있음을 의미할 수 있다.
- [0044] 특별한 설명이 없는 한, 본 출원에서, 용어 "또는"은 포괄적인 의미를 갖는다. 예를 들어, 문구 "A 또는 B"는 "A, B 또는 A와 B 모두"를 의미한다. 보다 구체적으로, A가 참(또는 존재함)이고 B가 거짓(또는 부재함)이고; A가 거짓(또는 부재함)이고 B가 참(또는 존재함)이고; 또는 A와 B가 모두 참(또는 존재함) 등 조건들은 모두 조건 "A 또는 B"를 만족한다.
- [0045] 발명자들은, 리튬 이온 2차 전지 셀로 구성된 배터리 팩이, 겨울철에 사용될 경우, 배터리 팩 내의 상이한 위치에 있는 배터리 셀의 방열 능력 및 보온 효과가 상이하기에, 상이한 위치에 있는 배터리 셀의 충방전 성능이 일치하지 않다는 점에 주목하였다. 구체적으로, 저온 환경에서 사용하는 경우, 배터리 팩에서 내측에 위치하는 배터리 셀의 온도가 상대적으로 높고, 저온에서의 방전 성능이 상대적으로 우수하며, 배터리 팩에서 외측에 위치하는 배터리 셀의 온도가 상대적으로 낮고, 저온에서의 방전 성능이 상대적으로 낮다. 배터리 팩 내의 상이한 부위의 배터리 셀들의 저온에서 방전하는 능력의 차이로 인해, 저온에서의 배터리 팩 전체의 에너지 유지율이 크게 떨어진다.
- [0046] 따라서, 발명자들은, 배터리 팩에서 온도가 낮은 영역에 저온 방전 성능이 보다 우수한 배터리 셀을 배치함으로써, 배터리 팩 중의 상이한 위치의 배터리 셀들이 저온 환경에서 방출하는 에너지가 대략적으로 일치하도록 하여, 배터리 팩 전체의 저온 환경에서의 에너지 발휘 정도를 향상시키고, 이러한 배터리 팩을 전원으로 사용하는 전기 기기의 저온 환경에서의 항속 거리를 향상시킬 수 있다는 구상을 하였다.
- [0047] 상술한 목적을 달성하기 위해, 발명자들은 반복적으로 연구를 수행한 결과, 온도가 낮은 영역에 배치된 배터리 셀을 2개의 방전 전압 플래토를 갖도록 설정하여, 방전 전압이 높은 방전 전압 플래토에서 방전이 완료된 후, 방전 전압이 낮은 방전 전압 플래토를 이용하여 계속하여 방전함으로써, 이러한 배터리 셀의 방전량을 증가시킬 수 있고, 따라서 이러한 배터리 셀의 저온에서의 방전 성능이 더 우수하게 된다는 것을 발견하였다.
- [0048] 또한, 방전 전압이 낮은 방전 전압 플래토의 양극 활성 물질의 질량이 방전 전압이 높은 방전 전압 플래토와 방전 전압이 낮은 방전 전압 플래토의 양극 활성 물질의 총 질량에서 차지하는 비율이 50%를 초과하지 않을 경우, 방전 전압이 낮은 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량이 고저 2개의 방전 전압 플래토에 대응하는 총 방전 용량에서 차지하는 비율이 높을수록, 배터리 셀의 저온 성능이 더 우수하며, 이와 같이, 온도가 낮은 영역일수록 방전 전압이 낮은 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율이 더 높은 배터리 셀을 사용함으로써, 온도가 서로 다른 각 영역에 배치된 배터리 셀들이 저온에서 방출할 수 있는 에너지가 대략적으로 일치하도록 하여, 저온에서의 배터리 팩 전체의 에너지 유지율을 향상시킬 수 있으므로, 이러한 배터리 팩을 전원으로 사용하는 전기자동차 등 전기 기기의 저온에서의 항속 능력을 향상시킬 수 있다.
- [0049] 배터리 팩
- [0050] 이하, 본 출원의 배터리 팩(1)에 대해 구체적으로 설명한다.
- [0051] 도 1은 본 출원의 일 실시형태에 따른 배터리 팩(1)의 구조 개략도이다. 도 2는 도 1에 도시된 배터리 팩(1)에

서 합체를 제거한 후의 구성 요소의 평면도이다.

- [0052] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 출원의 배터리 팩(1)은 배터리 팩 합체 및 배터리 팩 합체에 배치된 다수의 배터리 셀들(61 및 62)을 포함한다. 배터리 팩 합체는 상부 합체(2) 및 하부 합체(3)를 포함하고, 상부 합체(2)는 하부 합체(3)를 덮을 수 있도록 구비되어, 다수의 배터리 셀들이 수용되는 밀폐공간(배터리 팩 챔버)를 형성한다.
- [0053] 도 2에 도시된 바와 같이, 배터리 팩 합체의 내부 공간은 대략 직사각형 형상을 가지고, 배터리 팩 합체의 내부 공간은 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)으로 이루어지며, 여기서, 제1 영역(R1)은 제1 경계선(BL1)에 의해 둘러싸인 대략 직사각형의 영역으로, 배터리 팩 합체의 내부 공간의 직사각형 형상의 중심부(예를 들어, 제1 영역(R1)의 직사각형 형상의 길이 및 폭은 각각 배터리 팩 합체의 내부 공간의 직사각형 형상의 길이 및 폭의 약 1/2 임)에 위치하고, 제2 영역(R2)은 제1 경계선(BL1)과 제2 경계선(BL2) 사이의 대략 링 형상의 영역이며, 여기서, 제1 경계선(BL1) 및 제2 경계선(BL2)은 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)을 명확하게 표현하기 위해 그려진 가상의 선이다.
- [0054] 더 나아가, 상기 제1 영역(R1)에는 제1 배터리 셀(61)이 배치되고, 상기 제2 영역(R2)에는 제2 배터리 셀(62)이 배치되며, 상기 제2 배터리 셀(62)은 상기 제1 배터리 셀(61)의 주변을 둘러싸도록 배치되고, 상기 제1 배터리 셀(61) 및 상기 제2 배터리 셀(62) 각각은 제1 방전 전압 플레이트 및 제2 방전 전압 플레이트를 갖고, 상기 제1 방전 전압 플레이트의 평균 방전 전압은 상기 제2 방전 전압 플레이트의 평균 방전 전압보다 높으며, 상기 제1 배터리 셀(61) 및 상기 제2 배터리 셀(62) 각각에서, 상기 제1 방전 전압 플레이트에 대응하는 방전 용량과 상기 제2 방전 전압 플레이트에 대응하는 방전 용량의 합이 100%인 경우, 상기 제2 배터리 셀(62)의 상기 제2 방전 전압 플레이트에 대응하는 방전 용량 비율은 상기 제1 배터리 셀(61)의 상기 제2 방전 전압 플레이트에 대응하는 방전 용량 비율보다 크다. 동일한 온도의 외부 환경에 처할 경우, 배터리 팩(1) 내에서, 제2 영역(R2)의 온도는 제1 영역(R1)의 온도보다 낮다.
- [0055] 부연하여 설명하면, "방전 전압 플레이트"는 방전 곡선에서 방전 전압이 비교적 안정적인 부분으로, 방전 전압 플레이트에서 방전할 경우, 단위 시간당 방전량이 상대적으로 크다. 도 3에 도시된 두 종류의 배터리 셀의 정전류 방전 그래프에 도시된 바와 같이, 실선으로 표시된 방전 곡선은 하나의 방전 전압 플레이트만 갖고, A' 지점을 지난 후, 방전 전압은 급격히 하강하고(단일 플레이트 배터리 셀에 해당함); 점선으로 표시된 방전 곡선은 두 개의 방전 전압 플레이트를 가지며, A 지점을 지난 후, 방전 전압은 급격히 하강하여 B 지점까지 하강하였다가 다시 안정적인 추세를 보이며, 방전 전압 플레이트를 이용하여 계속하여 방전이 진행된다(이중 플레이트 배터리 셀에 대응함).
- [0056] 도 3에서 점선으로 도시된 바와 같이, 첫 번째 전압의 순간적 하강이 종료되는 B 지점 이전은 제1 방전 전압 플레이트(즉, 고전압 방전 플레이트, 또한, 본 출원의 제1 방전 전압 플레이트임)로서, 이는 데이터 값에 있어서, 고전압 양극 활성 물질에서 방출되는 모든 에너지가 전류에 대한 비율값(일정한 값으로서, 대략 B 지점 이전의 평균 전압으로 볼 수도 있음)에 해당하고, 첫 번째 전압의 순간적 하강이 종료되는 B 지점 이후는 제2 방전 전압 플레이트(즉, 저전압 방전 플레이트, 또한, 본 출원의 제2 방전 전압 플레이트임)로서, 저전압 양극 활성 물질에서 방출되는 모든 에너지가 전류에 대한 비율값(일정한 값으로서, 대략 B 지점 이후의 평균 전압으로 볼 수도 있음)으로 표현된다.
- [0057] 본 출원에서, 배터리 팩 합체의 내부 공간의 온도가 서로 다른 영역에 각각 이중 방전 전압 플레이트(방전 전압이 높은 제1 방전 전압 플레이트 및 방전 전압이 낮은 제2 방전 전압 플레이트)를 갖는 저온 에너지 유지율이 서로 다른 배터리 셀들(61 및 62)을 배치하고, 온도가 낮은 영역일수록 저온 에너지 유지율이 더 높은 배터리 셀을 배치한다. 구체적으로, 일반적인 배터리 팩 내부의 온도 분포에 따르면, 제1 영역(R1)의 온도 > 제2 영역(R2)의 온도이고, 본 출원에서는, 제2 배터리 셀(62)의 제2 방전 전압 플레이트에 대응하는 방전 용량 비율 > 제1 배터리 셀(61)의 제2 방전 전압 플레이트에 대응하는 방전 용량 비율이다.
- [0058] 부연하여 설명하면, 본 출원의 제1/제2 배터리 셀의 제2 방전 전압 플레이트에 대응하는 방전 용량 비율에 대한 구체적인 정의 및 테스트 방법은 본 명세서의 "관련 테스트" 부분을 참조한다.
- [0059] 배터리 팩에서 상이한 위치에 위치한 배터리 셀의 방열 능력은 서로 다른 바, 일반적으로, 외측에 가까이하는 배터리 셀일수록, 방열 능력이 더 강하고, 즉 방열 속도가 더 빠르며, 배터리 팩 외측에서 배터리 팩 내부로 갈수록, 배터리 셀의 방열 속도가 점차 감소되는 반면, 배터리 팩 내부에서 배터리 팩 외측으로 갈수록, 배터리 셀의 보온 능력이 점차 감소된다. 배터리 팩의 서로 다른 영역의 배터리 셀의 온도는 서로 다르므로, 총방전 성

능도 일치하지 않다. 예를 들어, 저온 외부 환경에서, 내측 배터리 셀의 방열 속도는 상대적으로 느리고, 온도는 상대적으로 높아, 저온 외부 환경에서의 성능이 상대적으로 양호하지만(그러나 고온 성능은 낮음), 외측 배터리 셀의 방열 속도는 상대적으로 빠르고, 온도가 상대적으로 낮아, 저온 외부 환경에서의 성능이 상대적으로 낮다(그러나 고온 성능은 높음). 이에 따라, 이러한 배터리 팩 내의 서로 다른 영역의 배터리 셀들은 저온 환경에서 서로간 충방전 성능 차이가 과도한 현상이 발생하여, 저온 환경에서의 배터리 팩 전체의 에너지 유지율이 떨어진다.

[0060] 상술한 문제를 해결하기 위해, 본 출원의 발명자들은 온도가 서로 다른 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)에 모두 이중 방전 전압 플래토(즉, 방전 전압이 상대적으로 높은 제1 방전 전압 플래토 및 방전 전압이 상대적으로 낮은 제2 방전 전압 플래토)를 갖는 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62)을 배치함으로써, 제1 방전 전압 플래토의 방전이 종료된 후, 다시 제2 방전 전압 플래토를 이용하여 계속하여 방전할 수 있으므로(즉, 동일 배터리 셀의 점진적 방전을 구현함), 따라서 각 배터리 셀들이 저온 환경에서 방출하는 에너지를 향상시키고, 배터리 팩 전체의 저온 에너지 유지율을 향상시킬 수 있다.

[0061] 더 나아가, 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62)의 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율을 조절하여, 전체 저온 에너지 유지율이 높은 배터리 팩(1)을 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 이러한 설정은 겨울철 저온 조건에서 배터리 팩의 저온 에너지 유지율을 현저히 개선할 수 있음을 발견하였다. 구체적으로, 제2 배터리 셀(62)의 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율이 제1 배터리 셀(61)의 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율보다 크도록 함으로써, 제1 배터리 셀(61)이 방전을 계속할 수 없는 저온 환경에서, 제2 배터리 셀(62)이 계속하여 방전하도록 함으로써, 배터리 팩 전체의 방전 용량을 높은 수준으로 확보할 수 있다.

[0062] 본 발명자들은 더 나아가 온도가 서로 다른 각 영역(R1, R2)에 배치된 이중 방전 전압 플래토를 갖는 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62)에서 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율과 -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율 사이의 관계에 대해 깊이 연구하였다. 그 결과, 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62) 각각에서, 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량과 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량의 합이 100%인 경우, 제2 배터리 셀(62)의 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율 > 제1 배터리 셀(61)의 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율로 하여, 제2 배터리 셀(62)의 저온 에너지 유지율 > 제1 배터리 셀(61)의 저온 에너지 유지율로 함으로써, 배터리 팩의 온도가 서로 다른 각 영역(R1, R2)에 배치된 각 배터리 셀들(61 및 62)이 저온에서 방출하는 에너지(저온에서의 방전 용량)가 대략적으로 일치하도록 하여, 배터리 팩(1) 전체의 저온 에너지 유지율(-20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율)을 향상시키고, 더 나아가 저온에서의 배터리 팩 전체의 항속 능력을 향상시킬 수 있다.

[0063] 도 2에 도시된 바와 같이, 다수의 배터리 셀 중 최외측에 위치하는 배터리 셀은 배터리 팩 함체(상부 함체(2) 및 하부 함체(3))의 내부 표면에 접촉하거나, 배터리 팩 함체의 내부 표면에 배치된 구조물에 접촉할 수 있다. 도 2에 도시된 평면도에서, 최외측의 배터리 셀과 배터리 팩 함체의 내부 표면 사이에 임의로 갭(g1, g2)이 형성되어 있으며, 이러한 갭(g1, g2)에는 배터리 팩의 다양한 구조물들이 배치될 수 있다. 서로 다른 배터리 셀들 사이의 빈 공간에, 선택적으로 커패시터(C11, C12) 등을 배치하여 배터리 팩 전체의 에너지 밀도를 향상시킬 수 있다.

[0064] 몇몇 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62)에서, 상기 제1 방전 전압 플래토의 최저 방전 전압과 상기 제2 방전 전압 플래토의 최고 방전 전압의 차이는 0.25 - 0.6V이다.

[0065] 도 3을 참조하면, 본 출원에 기술된 "제1 방전 전압 플래토의 최저 방전 전압"은 A 지점에 대응하는 방전 전압을 의미하고, 기술된 "제2 방전 전압 플래토의 최고 방전 전압"은 B 지점에 대응하는 방전 전압을 의미한다.

[0066] 이에 따라, 두 개의 방전 전압 플래토를 갖는 배터리 셀에 있어서, 상기 제1 방전 전압 플래토의 최저 방전 전압과 상기 제2 방전 전압 플래토의 최고 방전 전압의 차이가 0.25V 미만이면, 제2 방전 전압 플래토에 기여하는 양극 활성 물질 질량이 지나치게 큰 반면, 제2 방전 전압 플래토에 기여하는 양극 활성 물질에서 출력되는 에너지가 제1 방전 전압 플래토에 기여하는 양극 활성 물질에서 출력되는 에너지보다 작은 것에 해당하기에, 배터리 셀 전체의 에너지 출력이 낮게 되고, 따라서, 배터리 팩 전체의 에너지 출력이 낮아지며; 반면에, 상기 제1 방전 전압 플래토의 최저 방전 전압과 상기 제2 방전 전압 플래토의 최고 방전 전압의 차이가 0.6V를 초과하면, 제1 방전 전압 플래토에 기여하는 양극 활성 물질의 질량이 과도한 것에 해당하기에(제2 방전 전압 플래토에 기여하는 양극 활성 물질의 질량은 너무 적음), 외부 온도가 낮은 환경에서, 제1 방전 전압 플래토가 너무 이르게 에너지를 출력할 수 없게 되고, 제2 방전 전압 플래토에서 출력되는 에너지는 제한되므로, 배터리 팩 전체의 저온 에너지 유지율이 낮다.

- [0067] 몇몇 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀(61)에서, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량과 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량의 합이 100%인 경우, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 91.8%~99%를 차지하고, 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 1%~8.2%를 차지한다.
- [0068] 이에 따라, 제1 배터리 셀(61)에서 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량과 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 각각의 비율이 상술한 범위 내에 있도록 함으로써, 제1 배터리 셀(61)이 저온에서 방출할 수 있는 에너지를 향상시키고, 배터리 팩(1) 전체의 저온 에너지 유지율을 향상시킬 수 있다.
- [0069] 몇몇 실시형태에 있어서, 상기 제2 배터리 셀(62)에서, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량과 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량의 합이 100%인 경우, 상기 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 52.5%~96.8%를 차지하고, 상기 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량은 3.2%~47.5%를 차지한다.
- [0070] 이에 따라, 제2 배터리 셀(62)에서 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량과 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 각각의 비율이 상술한 범위 내에 있도록 함으로써, 제2 배터리 셀(62)이 저온에서 방출할 수 있는 에너지를 향상시키고, 배터리 팩(1) 전체의 저온 에너지 유지율을 더 향상시킬 수 있다.
- [0071] 몇몇 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀(61) 및 상기 제2 배터리 셀(62) 각각의 양극 활성 물질은 상기 제1 방전 전압 플래토를 갖는 제1 양극 활성 물질 및 상기 제2 방전 전압 플래토를 갖는 제2 양극 활성 물질이 혼합되어 이루어진다.
- [0072] 이에 따라, 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62) 각각은 방전 전압이 서로 다른 제1 방전 전압 플래토 및 제2 방전 전압 플래토를 갖고 있으며, 방전 전압이 높은 제1 방전 전압 플래토를 이용하여 방전할 후, 방전 전압이 낮은 제2 방전 전압 플래토를 이용하여 계속하여 방전할 수 있으므로, 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62) 각각의 저온 에너지 유지율을 향상시킬 수 있다.
- [0073] 몇몇 실시형태에 있어서, 상기 제1 양극 활성 물질 및 상기 제2 양극 활성 물질은 각각 독립적으로 리튬 니켈산, 리튬 코발트산, 리튬 니켈 코발트 망간산염, 리튬 니켈 코발트 알루미늄산염, 리튬 철 인산염, 리튬 망간산염, 리튬 티탄산염 및 이산화망간으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나이다.
- [0074] 제1 양극 활성 물질에 의해 형성되는 제1 방전 전압 플래토와 제2 양극 활성 물질에 의해 형성되는 제2 방전 전압 플래토의 방전 전압 및 방전 용량 비율이 상술한 관계를 만족하는 한, 제1 양극 활성 물질 및 제2 양극 활성 물질은 기존의 다양한 양극 활성 물질 중에서 선택될 수 있으므로, 기존의 양극 활성 물질을 이용하여 본 출원의 배터리 팩을 용이하게 구현할 수 있다.
- [0075] 몇몇 실시형태에 있어서, 상기 제1 양극 활성 물질은 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질은 리튬 철 인산염이거나; 또는, 상기 제1 양극 활성 물질은 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질은 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염이거나; 또는, 상기 제1 양극 활성 물질은 리튬 철 인산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질은 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염이다.
- [0076] 전압 플래토와 비에너지 크기는 기본적으로 리튬 니켈 코발트 망간산염 > 리튬 철 인산염 > 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염의 순서를 따르므로, 상대적으로, 에너지 밀도는, 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 철 인산염 > 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염 > 리튬 철 인산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염 > 리튬 철 인산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염의 순서를 따른다. 이에 대응하여, 동일한 체적의 모듈 또는 배터리 팩에서, 상기 3종류의 계열의 항속 거리는, 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 철 인산염 > 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염 > 리튬 철 인산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염의 순서를 따른다. 따라서, 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 철 인산염 계열은 항속 거리가 길거나 또는 출력 파워 요구가 큰 경우에 더 적합하고; 리튬 니켈 코발트 망간산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염은 보통 수준의 항속 거리 또는 출력 파워가 적당한 경우에 더 적합하며; 리튬 철 인산염 + 리튬 망간산염 또는 리튬 티탄산염 계열은 저속 스쿠터 등 출력 파워 요구가 크지 않은 경우에 더 적합하다.
- [0077] 몇몇 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀(61) 및 상기 제2 배터리 셀(62)에서 상기 제1 양극 활성 물질의 종류가 동일하고 상기 제2 양극 활성 물질의 종류가 동일한 경우, 상기 제1 양극 활성 물질이 양극 활성 물질에서 차지하는 질량 비율은 상기 제1 배터리 셀(61), 상기 제2 배터리 셀(62)의 순서로 점차 감소되고, 상기 제2 양극 활성 물질이 양극 활성 물질에서 차지하는 질량 비율은 상기 제1 배터리 셀(61), 상기 제2 배터리 셀(62)의 순서로 점차 증가된다.

- [0078] 방전 전압이 낮은 제2 방전 전압 플래토를 형성하기 위한 제2 양극 활성 물질의 질량 비율이 클수록, 또한 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율이 클수록, 배터리 셀의 저온 에너지 유지율이 높기에, 제2 영역(R2)에 배치된 제2 배터리 셀(62)의 제2 양극 활성 물질의 질량 비율 > 제1 영역(R1)에 배치된 제1 배터리 셀(61)의 제2 양극 활성 물질의 질량 비율로 함으로써, 제2 배터리 셀(62)의 저온 에너지 유지율 > 제1 배터리 셀(61)의 저온 에너지 유지율로 하여, 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62)이 저온에서 방출하는 에너지가 대략적으로 일치하도록 함으로써, 저온에서의 배터리 팩(1) 전체의 에너지 유지율을 향상시킬 수 있다.
- [0079] 몇몇 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀(61)에서, 상기 제1 양극 활성 물질 및 상기 제2 양극 활성 물질의 총 질량이 100%인 경우, 상기 제1 양극 활성 물질의 질량은 92.5%~97.5%를 차지하고, 상기 제2 양극 활성 물질의 질량은 2.5%~7.5%를 차지한다.
- [0080] 이에 따라, 제1 배터리 셀(61)에서 제1 양극 활성 물질 및 제2 양극 활성 물질의 질량 비율이 상술한 범위 내에 있도록 하여, 제1 배터리 셀(61)에서 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 및 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 각각의 비율이 상술한 범위 내에 있도록 함으로써, 제1 배터리 셀(61)이 저온에서 방출할 수 있는 에너지를 향상시키고, 배터리 팩(1) 전체의 저온 에너지 유지율을 향상시킬 수 있다.
- [0081] 몇몇 실시형태에 있어서, 상기 제2 배터리 셀(62)에서, 상기 제1 양극 활성 물질 및 상기 제2 양극 활성 물질의 총 질량이 100%인 경우, 상기 제1 양극 활성 물질의 질량은 50%~92.5%를 차지하고, 상기 제2 양극 활성 물질의 질량은 7.5%~50%를 차지한다.
- [0082] 이에 따라, 제2 배터리 셀(62)에서 제1 양극 활성 물질 및 제2 양극 활성 물질의 질량 비율이 상술한 범위 내에 있도록 하여, 제2 배터리 셀(62)에서 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 및 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 각각의 비율이 상술한 범위 내에 있도록 함으로써, 제2 배터리 셀(62)이 저온에서 방출할 수 있는 에너지를 향상시키고, 배터리 팩(1) 전체의 저온 에너지 유지율을 더 향상시킬 수 있다.
- [0083] 몇몇 실시형태에 있어서, 상기 제1 양극 활성 물질이 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질이 리튬 철 인산염인 경우, 상기 제1 배터리 셀(61) 및 상기 제2 배터리 셀(62)에서 상기 제2 양극 활성 물질의 질량비는 1:(9-17)이고; 상기 제1 양극 활성 물질이 리튬 니켈 코발트 망간산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질이 리튬 티탄산염 또는 리튬 망간산염인 경우, 상기 제1 배터리 셀(61) 및 상기 제2 배터리 셀(62)에서 상기 제2 양극 활성 물질의 질량비는 1:(9-13)이며; 상기 제1 양극 활성 물질이 리튬 철 인산염이고, 상기 제2 양극 활성 물질이 리튬 티탄산염 또는 리튬 망간산염인 경우, 상기 제1 배터리 셀(61) 및 상기 제2 배터리 셀(62)에서 상기 제2 양극 활성 물질의 질량비는 1:(9-17)이다.
- [0084] 이에 따라, 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62)에서 특정 제1 양극 활성 물질 및 특정 제2 양극 활성 물질을 특정 질량비로 사용함으로써, 다양한 경우에 적용될 수 있는 본 출원의 배터리 팩을 용이하게 구현할 수 있다.
- [0085] 몇몇 실시형태에 있어서, 0℃이하의 온도에서, 상기 제1 배터리 셀(61)의 방전 차단 전압은 상기 제2 배터리 셀(62)의 방전 차단 전압보다 0~0.3V 높고, 상기 제2 배터리 셀(62)의 방전 차단 전압은 1.6V 이상이다.
- [0086] 이에 따라, 상술한 바와 같이 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62)의 방전 차단 전압을 설정함으로써, 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62)이 저온에서 방출하는 에너지가 대략적으로 일치하도록 할 수 있으므로, 저온에서의 배터리 팩(1) 전체의 에너지 유지율을 향상시킬 수 있다.
- [0087] 충전 차단 전압이 지나치게 높거나 또는 방전 차단 전압이 지나치게 낮으면 배터리 셀의 사이클 성능에 손상을 줄 수 있다. 충전 차단 전압이 지나치게 높을 경우, 배터리 셀이 과충전되며, 배터리 셀이 완충된 상태에서 계속하여 충전하면 양극 재료의 구조가 변화되어, 용량의 손실을 초래하고, 양극 재료가 분해되어 방출되는 산소는 전해액과 격렬한 화학반응을 일으켜, 최악의 결과는 폭발로 이어질 수 있다. 방전 차단 전압이 지나치게 낮을 경우, 배터리 셀은 과방전되고, 이러한 과방전으로 인해 배터리 셀 내부 압력이 증가되어, 양극 및 음극 활성 물질의 가역성이 손상되어, 충전을 하더라도 부분적으로만 복구가 가능하며, 용량도 크게 저하될 수 있다. 배터리 셀의 심층적 충방전은 배터리 셀의 손실을 증가시키므로, 배터리 셀의 가장 이상적인 작동 상태는 얕은 수준의 충방전으로서, 이는 배터리 셀의 수명을 연장시킬 수 있다.
- [0088] 몇몇 실시형태에 있어서, 상기 제1 배터리 셀(61)의 개수 : 상기 제2 배터리 셀(62)의 개수 = (3~8):(18~28)이다. 즉, 제1 배터리 셀(61)의 개수와 제2 배터리 셀(62)의 개수의 합이 100%인 경우, 제1 배터리 셀(61)의 개수가 차지하는 비율은 10~30%이고, 제2 배터리 셀(62)의 개수가 차지하는 비율은 70~90%이다.

- [0089] 몇몇 실시형태에 있어서, 제1 배터리 셀의 개수는 1일 수 있다.
- [0090] 이에 따라, 일반적인 배터리 팩의 온도 분포 범위에 따라 제1 배터리 셀(61) 및 제2 배터리 셀(62)의 개수를 설정함으로써, 본 출원의 배터리 팩을 용이하게 구현할 수 있다.
- [0091] 몇몇 실시형태에 있어서, 서로 다른 배터리 셀들 사이의 빈 공간에는 커패시터가 배치된다(예를 들어, 도 2의 커패시터(C11, C12)를 참조).
- [0092] 이에 따라, 배터리 셀들 사이의 빈 공간을 충분히 활용하여, 배터리 팩 전체의 체적 에너지 밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0093] 전기 기기
- [0094] 한편, 본 출원은 전기 기기를 더 제공하며, 상기 전기 기기는 본 출원의 배터리 팩을 포함한다. 상기 배터리 팩은 상기 전기 기기의 전원으로 사용될 수도 있고, 상기 전기 기기의 에너지 저장 유닛으로 사용될 수도 있다. 상기 전기 기기는 모바일 기기(예를 들어, 휴대폰, 노트북 컴퓨터 등), 전기자동차(예를 들어, 순수 전기자동차, 하이브리드 전기자동차, 플러그인 하이브리드 전기자동차, 전기 자전거, 전기 스쿠터, 전기 골프카트, 전동트럭 등), 전기 열차, 선박 및 위성, 에너지 저장 시스템 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0095] 상기 전기 기기는, 사용 수요에 따라 배터리 셀 또는 배터리 팩을 선택할 수 있다.
- [0096] 도 4는 일 예에 따른 전기 기기이다. 해당 전기 기기는 순수 전기자동차, 하이브리드 전기자동차, 플러그인 하이브리드 전기자동차 등일 수 있다. 이러한 전기 기기의 저온에서의 배터리 항속 능력에 대한 수요를 만족시키기 위해, 본 출원의 배터리 팩을 사용할 수 있다.
- [0097] 실시예
- [0098] 이하, 본 출원의 실시예를 설명한다. 이하 설명하는 실시예들은 예시적인 것으로, 단지 본 출원을 설명하기 위한 것이며, 본 출원을 제한하는 것으로 이해하여서는 아니 된다. 실시예에서 명시되지 않은 구체적인 기술 또는 조건은 해당 기술 분야의 문헌에 기재되어 있는 기술 또는 조건이거나 또는 제품 설명서를 기준으로 한다. 사용되는 시약 또는 기기는 제조업자가 명시되어 있지 않으며, 모두 시중에서 구할 수 있는 통상의 제품이다.
- [0099] 가. 배터리 셀의 제조
- [0100] I. 제1 배터리 셀의 제조
- [0101] [제조예 I-1]
- [0102] 1)양극 극편의 제조
- [0103] 양극 활성 물질로 제1 양극 활성 물질 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2(\text{NCM})$ 및 제2 양극 활성 물질 리튬 철 인산염(LFP), 도전제로 슈퍼 도전성 카본 블랙(SP) 및 결합제로 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF)를 용매인 N-메틸프롤리톤(NMP)에 분산시켜 균일하게 혼합하여, 양극 슬러리를 얻고, 양극 슬러리를 양극 집전체 알루미늄 호일 위에 균일하게 도포한 후, 건조, 냉간 압연, 스트립, 커팅을 거쳐, 양극 극편을 획득한다.
- [0104] 여기서, 양극 활성 물질, 슈퍼 도전성 카본 블랙, 결합제 PVDF의 질량비는 96:2:2이고, 제2 양극 활성 물질 LFP와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비는 5:95이다.
- [0105] 2)음극 극편의 제조
- [0106] 음극 활성 재료로 흑연, 도전제로 슈퍼 도전성 카본 블랙(SP), 결합제로 SBR 및 증점제로 CMC-Na를 96:1:1:2의 질량비로 용매인 탈이온수에 분산시켜 균일하게 혼합하여, 음극 슬러리를 얻고, 음극 슬러리를 음극 집전체 구리 호일 위에 균일하게 도포한 후, 건조, 냉간 압연, 스트립, 커팅을 거쳐, 음극 극편을 획득한다.
- [0107] 3)분리막
- [0108] 분리막으로는 폴리에틸렌 필름을 사용한다.
- [0109] 4)전해액의 제조
- [0110] 에틸렌 카보네이트(EC), 디메틸 카보네이트(DMC), 디에틸 카보네이트(DEC)를 1:1:1의 체적비로 균일하게 혼합하

여 유기 용매를 얻고, 이어서 충분히 건조된 리튬염 LiPF_6 을 상기 혼합된 유기 용매에 용해시켜, 농도가 1 mol/L인 전해액을 준비한다.

- [0111] 5)배터리 셀의 제조
- [0112] 상술한 양극 극편, 분리막, 음극 극편을 순차적으로 적층하여, 분리막이 양극 극편과 음극 극편 사이에 위치하여 격리 역할을 하도록 한 후, 권취하여 배어 셀을 얻고, 배어 셀을 외부 패키지에 넣어, 건조시킨 후 전해액을 주입하며, 진공 패키징, 방지, 화학 형성 및 성형 등 공정을 거쳐, 제1 배터리 셀(I-1)을 얻는다.
- [0113] [제조예 I-2]
- [0114] 양극 활성 물질로 제1 양극 활성 물질 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2(\text{NCM})$ 및 제2 양극 활성 물질 리튬 망간산염(LMO)을 사용하는 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-2)를 얻는다.
- [0115] [제조예 I-3]
- [0116] 양극 활성 물질로 제1 양극 활성 물질 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2(\text{NCM})$ 및 제2 양극 활성 물질 리튬 티탄산염(LTO)을 사용하는 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-3)을 얻는다.
- [0117] [제조예 I-4]
- [0118] 양극 활성 물질로 제1 양극 활성 물질 리튬 철 인산염(LFP) 및 제2 양극 활성 물질 리튬 망간산염(LMO)을 사용하는 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-4)를 얻는다.
- [0119] [제조예 I-5]
- [0120] 양극 활성 물질로 제1 양극 활성 물질 리튬 철 인산염(LFP) 및 제2 양극 활성 물질 리튬 티탄산염(LTO)을 사용하는 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-5)를 얻는다.
- [0121] [제조예 I-6]
- [0122] 제2 양극 활성 물질 LFP와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 2.5:97.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-6)을 얻는다.
- [0123] [제조예 I-7]
- [0124] 제2 양극 활성 물질 LMO와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 2.5:97.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-2와 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-7)을 얻는다.
- [0125] [제조예 I-8]
- [0126] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 2.5:97.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-3과 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-8)을 얻는다.
- [0127] [제조예 I-9]
- [0128] 제2 양극 활성 물질 LMO와 제1 양극 활성 물질 LFP의 질량비가 2.5:97.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-4와 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-9)를 얻는다.
- [0129] [제조예 I-10]
- [0130] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 LFP의 질량비가 2.5:97.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-5와 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-10)을 얻는다.
- [0131] [제조예 I-11]
- [0132] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 LFP의 질량비가 7.5:92.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-5와 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-11)을 얻는다.
- [0133] [제조예 I-12]
- [0134] 양극 활성 물질로 NCM만 사용하는 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-12)를 얻는다.

- [0135] [제조예 I-13]
- [0136] 제2 양극 활성 물질 LFP와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 22.5:77.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-13)을 얻는다.
- [0137] [제조예 I-14]
- [0138] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 55:45인 것을 제외하고는, 제조예 I-3과 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-14)를 얻는다.
- [0139] [제조예 I-15]
- [0140] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 0.5:99.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-3과 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-15)를 얻는다.
- [0141] [제조예 I-16]
- [0142] 제2 양극 활성 물질 LFP와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 37.5:62.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제1 배터리 셀(I-16)을 얻는다.
- [0143] II. 제2 배터리 셀의 제조
- [0144] [제조예 II-1]
- [0145] 제2 양극 활성 물질 LFP와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 22.5:77.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-1)을 얻는다.
- [0146] [제조예 II-2]
- [0147] 제2 양극 활성 물질 LMO와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 22.5:77.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-2와 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-2)를 얻는다.
- [0148] [제조예 II-3]
- [0149] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 22.5:77.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-3과 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-3)을 얻는다.
- [0150] [제조예 II-4]
- [0151] 제2 양극 활성 물질 LMO와 제1 양극 활성 물질 LFP의 질량비가 22.5:77.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-4와 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-4)를 얻는다.
- [0152] [제조예 II-5]
- [0153] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 LFP의 질량비가 22.5:77.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-5와 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-5)를 얻는다.
- [0154] [제조예 II-6]
- [0155] 제2 양극 활성 물질 LFP와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 50:50인 것을 제외하고는, 제조예 I-1와 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-6)을 얻는다.
- [0156] [제조예 II-7]
- [0157] 제2 양극 활성 물질 LMO와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 50:50인 것을 제외하고는, 제조예 I-2와 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-7)을 얻는다.
- [0158] [제조예 II-8]
- [0159] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 50:50인 것을 제외하고는, 제조예 I-3과 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-8)을 얻는다.
- [0160] [제조예 II-9]
- [0161] 제2 양극 활성 물질 LMO와 제1 양극 활성 물질 LFP의 질량비가 50:50인 것을 제외하고는, 제조예 I-4와 동일하

게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-9)를 얻는다.

- [0162] [제조예 II-10]
- [0163] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 LFP의 질량비가 50:50인 것을 제외하고는, 제조예 I-5와 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-10)을 얻는다.
- [0164] [제조예 II-11]
- [0165] 제2 양극 활성 물질 LMO와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 7.5:92.5인 것을 제외하고는, 제조예 I-2와 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-11)을 얻는다.
- [0166] [제조예 II-12]
- [0167] 양극 활성 물질로 LFP만 사용하는 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-12)를 얻는다.
- [0168] [제조예 II-13]
- [0169] 양극 활성 물질로 NCM만 사용하는 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-13)을 얻는다.
- [0170] [제조예 II-14]
- [0171] 제2 양극 활성 물질 LFP와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 5:95인 것을 제외하고는, 제조예 I-1과 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-14)를 얻는다.
- [0172] [제조예 II-15]
- [0173] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 65:35인 것을 제외하고는, 제조예 I-3과 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-15)를 얻는다.
- [0174] [제조예 II-16]
- [0175] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 NCM의 질량비가 2:98인 것을 제외하고는, 제조예 I-3과 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-16)을 얻는다.
- [0176] [제조예 II-17]
- [0177] 제2 양극 활성 물질 LTO와 제1 양극 활성 물질 LFP의 질량비가 60:40인 것을 제외하고는, 제조예 I-5와 동일하게 진행하여, 제2 배터리 셀(II-17)를 얻는다.
- [0178] 나. 배터리 팩의 조립
- [0179] [실시예 1]
- [0180] 도 2에 도시된 바와 같이, 배터리 팩 함체의 내부 공간은 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)으로 나뉘고, 제1 영역(R1)에는 제1 배터리 셀(I-1)을 제1 배터리 셀(61)로 배치하고, 제2 영역(R2)에는 제2 배터리 셀(II-1)을 제2 배터리 셀(62)로 배치하여, 배터리 팩을 조립한다. 여기서, 제1 배터리 셀(61)의 개수 : 제2 배터리 셀(62)의 개수 = 12:72이다.
- [0181] [실시예 2]
- [0182] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-2)를 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-2)를 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0183] [실시예 3]
- [0184] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-3)을 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-3)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0185] [실시예 4]
- [0186] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-4)를 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-4)를 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.

- [0187] [실시예 5]
- [0188] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-5)를 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2배터리 셀(II-5)를 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0189] [실시예 6]
- [0190] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-6)을 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-6)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0191] [실시예 7]
- [0192] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-7)을 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-7)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0193] [실시예 8]
- [0194] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-8)을 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-8)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0195] [실시예 9]
- [0196] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-9)를 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-9)를 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0197] [실시예 10]
- [0198] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-10)을 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-10)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0199] [실시예 11]
- [0200] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-14)를 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-15)를 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0201] [실시예 12]
- [0202] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-15)를 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-16)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0203] [실시예 13]
- [0204] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-7)을 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-11)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0205] [실시예 14]
- [0206] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-7)을 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-10)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0207] [실시예 15]
- [0208] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-11)을 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-10)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0209] [실시예 16]
- [0210] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-16)을 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-17)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0211] [실시예 17]
- [0212] 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0213] [실시예 18]

- [0214] 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0215] [실시예 19]
- [0216] 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0217] [실시예 20]
- [0218] 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0219] [실시예 21]
- [0220] 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0221] [비교예 1]
- [0222] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-12)를 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-12)를 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0223] [비교예 2]
- [0224] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-12)를 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-13)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0225] [비교예 3]
- [0226] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-13)을 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-14)를 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0227] [비교예 4]
- [0228] 제1 배터리 셀(I-1) 대신에 제1 배터리 셀(I-11)을 사용하고, 제2 배터리 셀(II-1) 대신에 제2 배터리 셀(II-11)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 진행하여, 배터리 팩을 조립한다.
- [0229] 다. 관련 테스트
- [0230] 1. 배터리 셀의 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 및 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량의 측정
- [0231] 실시예 1 내지 21 및 비교예 1 내지 4의 각 배터리 팩에서 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀은, 각각 신웨이 동력 배터리 테스트 기기(Xinwei Power Battery Tester; 모델명 BTS-5V300A-4CH)를 사용하여 25℃에서 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀 각각의 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 및 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량을 측정하여, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀 각각의 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율(%)을 산출한다.
- [0232] 배터리 셀의 방전 용량의 측정 방법은 아래와 같다.
- [0233] (1) 배터리 셀을 25℃에서 2h 동안 방치하여, 배터리 셀의 온도를 25℃로 확보한다.
- [0234] (2) 25℃에서 0.33C로 배터리 셀을 하기 표 1에 나타낸 충전 차단 전압까지 충전하고, 전류가 0.05C에 도달하여 충전이 종료될 때까지 상기 충전 차단 전압으로 정전압 충전을 계속한다(여기서, C는 배터리 셀의 정격 용량을 나타냄).
- [0235] (3) 25℃에서 배터리 셀을 1h 동안 방치한다.
- [0236] (4) 25℃에서 0.33C로 배터리 셀을 하기 표 1에 나타낸 방전 차단 전압까지 방전하여, 배터리 셀에서 방출한 총 방전 용량(C0)을 기록한다.
- [0237] (5) 단계 (4)의 방전 곡선을 얻고, 예를 들어, 이는 본 출원의 도 3에서 점선으로 나타낸 방전 곡선과 같을 수 있으며, 도 3에서 점선으로 표시한 방전 곡선에서, B 지점 이전의 방전 용량은 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량(C1)로 합계되고, B 지점에서 방전 차단 전압까지의 방전 용량은 제2 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량(C2)이다.
- [0238] 따라서, 배터리 셀의 제1 방전 전압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율 = C1/C0이고, 배터리 셀의 제2 방전 전

압 플래토에 대응하는 방전 용량 비율 = C2/C0이다.

표 1

[0239]

양극 활성 물질의 종류	충전 차단 전압(V)	방전 차단 전압(V)
NCM + LFP	4.2	2.5
NCM + LMO	4.2	2
NCM + LTO	4.2	2
LFP + LMO	3.6	2
LFP + LTO	3.6	2

[0240]

2. -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율의 측정다른 한편, 실시예 1 내지 21 및 비교예 1 내지 4의 각 배터리 팩에 대해, 각각 신웨이 동력 배터리 테스트 기기(Xinwei Power Battery Tester; 모델명 BTS-5V300A-4CH)를 사용하여 25℃에서 배터리 팩의 총 완전 방전 에너지 및 -20℃에서 배터리 팩의 총 완전 방전 에너지를 측정하고, -20℃에서 배터리 팩의 총 완전 방전 에너지로 25℃에서 배터리 팩의 총 완전 방전 에너지를 나누어, -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율(%)을 산출한다.

[0241]

25℃에서 배터리 팩의 총 완전 방전 에너지의 측정은 "GB/T 31467.2-2015 전기 자동차용 리튬 이온 트랙션 배터리 팩 및 시스템 - 2부: 고에너지 응용 테스트 절차규정"의 "7.1.2 실온에서의 용량 및 에너지 테스트"에 따라 수행된다.

[0242]

-20℃에서 배터리 팩의 총 완전 방전 에너지의 측정은 "GB/T 31467.2-2015 전기 자동차용 리튬 이온 트랙션 배터리 팩 및 시스템 - 2부: 고에너지 응용 테스트 절차규정"의 "7.1.4 저온에서의 용량 및 에너지 테스트"에 따라 수행된다. 실시예 1 내지 21 및 비교예 1 내지 4의 각 배터리 팩의 구성과 테스트 결과는 하기 표 2 내지 표 5에 나타낸 바와 같다.

[표 2]

	배터리 팩						배터리 팩의 성능	
	제1 영역			제2 영역				
	제1 배터리 셀			제2 배터리 셀				
	양극 활성 물질 종류	제2 양극 활성 물질과 제1 양극 활성 물질의 질량비	-20°C 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율(A)	양극 활성 물질 종류	제2 양극 활성 물질과 제1 양극 활성 물질의 질량비	-20°C 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율(B)		
실시예 1	NCM + LFP	5 : 95	3.4%	NCM + LFP	22.5 : 77.5	16.1%	예	B > A의 여부
실시예 2	NCM + LMO	5 : 95	2.1%	NCM + LMO	22.5 : 77.5	10.0%	예	
실시예 3	NCM + LTO	5 : 95	3.7%	NCM + LTO	22.5 : 77.5	17.4%	예	
실시예 4	LFP + LMO	5 : 95	3.2%	LFP + LMO	22.5 : 77.5	15.3%	예	
실시예 5	LFP + LTO	5 : 95	5.5%	LFP + LTO	22.5 : 77.5	24.3%	예	
비교예 1	NCM	0 : 100	0	LFP	0 : 100	0	/	
비교예 2	NCM	0 : 100	0	NCM	0 : 100	0	/	
비교예 3	NCM + LFP	22.5 : 77.5	16.1%	NCM + LFP	5 : 95	3.4%	아니오	

[0243]

[0244]

상기 표 2의 결과에 따르면, 실시예 1 내지 5에서, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀은 모두 제1 방전 전압 플랫폼 및 제2 방전 전압 플랫폼을 갖고, 제2 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율은 제1 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율보다 크며, -20°C에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 86%~92%에 달한다.

[0245]

비교예 1 및 비교예 2에서, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀은 모두 단 하나의 방전 전압 플랫폼만 갖고, -20°C에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 74% 및 71%에 불과하다.

[0246]

비교예 3에서, 비록 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀은 모두 제1 방전 전압 플랫폼 및 제2 방전 전압 플랫폼을 갖지만, 제2 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율은 제1 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율보다 작으며, -20°C에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 63%에 불과하다.

[표 3]

	배터리 팩						배터리 팩의 성능					
	제1 영역			제2 영역								
	제1 배터리 셀			제2 배터리 셀								
	양극 활성 물질 종류	제2 양극 물질과 제1 양극 물질의 활성 비율(A)	제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량(A)	양극 활성 물질 종류	제2 양극 물질과 제1 양극 물질의 활성 비율(B)	-20℃ 방전 차단 전압(V)						
실시예 1	NCM + LFP	5 : 95	3.4%	2.1	NCM + LFP	22.5 : 77.5	16.1%	1.8	예	0.40	0.33	92%
실시예 6	NCM + LFP	2.5 : 97.5	1.7%	2.1	NCM + LFP	50 : 50	39.6%	1.8	예	0.400	0.30	83%
실시예 7	NCM + LMO	2.5 : 97.5	1%	2.1	NCM + LMO	50 : 50	29%	1.8	예	0.450	0.35	84%
실시예 8	LFP + LTO	2.5 : 97.5	1.8%	2.1	NCM + LTO	50 : 50	42%	1.8	예	0.500	0.50	86%
실시예 9	LFP + LMO	2.5 : 97.5	1.8%	2.1	LFP + LMO	50 : 50	38.3%	1.8	예	0.350	0.25	83%
실시예 10	LFP + LTO	2.5 : 97.5	2.8%	2.1	LFP + LTO	50 : 50	47.5%	1.8	예	0.400	0.30	82%
실시예 11	NCM + LTO	55 : 45	46%	2.1	NCM + LTO	65 : 35	33%	1.8	예	0.34	0.10	63%
실시예 12	NCM + LTO	0.5 : 99.5	0.8%	2.1	NCM + LTO	2 : 98	1.6%	1.8	예	0.74	0.70	72%

[0247]

[0248]

상술한 표 3의 결과에 따르면, 실시예 1 및 6 내지 10에서, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀은 모두 제1 방전 전압 플랫폼 및 제2 방전 전압 플랫폼을 갖고, 제2 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율은 제1 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율보다 크며, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀 각각의 제1 방전 전압 플랫폼의 최저 방전 전압과 제2 방전 전압 플랫폼의 최고 방전 전압의 차이는 0.25-0.6V의 범위 내에 있으며, -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 82%-92%에 달한다.

[0249]

실시예 11에서, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀 각각의 제1 방전 전압 플랫폼의 최저 방전 전압과 제2 방전 전압 플랫폼의 최고 방전 전압의 차이는 모두 0.25V 미만이며, -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 63%이다.

[0250]

실시예 12에서, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀 각각의 제1 방전 전압 플랫폼의 최저 방전 전압과 제2 방전 전압 플랫폼의 최고 방전 전압의 차이는 모두 0.6V를 초과하고, -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 72%이다.

[표 4]

	배터리 팩						배터리 팩의 성능	
	제1 영역			제2 영역				
	양극 활성 물질 종류	제2 양극 활성 물질과 제1 양극 활성 물질의 질량비	제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율(A)	양극 활성 물질 종류	제2 양극 활성 물질과 제1 양극 활성 물질의 질량비	제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율(B)		
								-20℃ 방전 차단 전압(V)
실시예 1	NCM + LFP	5 : 95	3.4%	NCM + LFP	22.5 : 77.5	16.1%	예	92%
실시예 13	NCM + LMO	2.5 : 97.5	1%	NCM + LMO	7.5 : 92.5	3.2%	예	84%
실시예 14	NCM + LMO	2.5 : 97.5	1%	LFP + LTO	50 : 50	47.5%	예	81%
실시예 15	LFP + LTO	7.5 : 92.5	8.2%	LFP + LTO	50 : 50	47.5%	예	81%
비교예 4	LFP + LTO	7.5 : 92.5	8.2%	NCM + LMO	7.5 : 92.5	3.2%	예	70%
실시예 16	NCM + LFP	37.5 : 62.5	28.3%	LFP + LTO	60 : 40	53%	예	62%

[0251]

[0252]

상술한 표 4의 결과에 따르면, 실시예 1 및 13 내지 15에서, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀은 모두 제1 방전 전압 플랫폼 및 제2 방전 전압 플랫폼을 갖고, 제2 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율은 제1 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율보다 크며, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀 각각에서 제2 양극 활성 물질의 질량 비율 및 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율은 본 출원에 기재된 바람직한 범위 내에 있고, -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 81%-92%에 달한다.

[0253]

비교예 4에서, 제2 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율은 제1 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율보다 작으며, -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 70%에 불과하다.

[0254]

실시예 16에서, 비록 제2 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율은 제1 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율보다 크지만, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀 각각에서 제2 양극 활성 물질의 질량 비율 및 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율은 본 출원에 기재된 바람직한 범위

를 벗어났고, -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 62%이다.

[표 5]

	배터리 팩						배터리 팩의 성능		
	제1 영역			제2 영역					
	제1 배터리 셀			제2 배터리 셀					
	양극 활성 물질 종류	제2 양극 활성 물질과 제1 양극 활성 물질의 질량비	제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율(A)	양극 활성 물질 종류	제2 양극 활성 물질과 제1 양극 활성 물질의 질량비	제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율(B)			
실시에 1	NCM + LFP	5 : 95	3.4V	2.1	NCM + LFP	16.1K	1.8	-20℃에서 제1 배터리 셀과 제2 배터리 셀의 방전 차단 전압의 차이(%)	-20℃ 총 에너지 유지율
실시에 17	NCM + LFP	5 : 95	3.4V	2.1	NCM + LFP	16.1K	2.1	예	94%
실시에 18	NCM + LFP	5 : 95	3.4V	1.6	NCM + LFP	16.1K	1.6	예	87%
실시에 19	NCM + LFP	5 : 95	3.4V	1.8	NCM + LFP	16.1K	2.1	예	92%
실시에 20	NCM + LFP	5 : 95	3.4V	1.4	NCM + LFP	16.1K	1.2	예	62%
실시에 21	NCM + LFP	5 : 95	3.4V	2.8	NCM + LFP	16.1K	2.5	예	88%

[0255]

[0256]

상술한 표 5의 결과에 따르면, 실시예 1 및 17 내지 18에서, 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀은 모두 제1 방전 전압 플랫폼 및 제2 방전 전압 플랫폼을 갖고, 제2 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율은 제1 배터리 셀의 제2 방전 전압 플랫폼에 대응하는 방전 용량 비율보다 크며, -20℃의 경우, 제1 배터리 셀의 방전 차단 전압과 제2 배터리 셀의 방전 차단 전압의 차이 및 제2 배터리 셀의 방전 차단 전압은 본 출원에 기재된 바람직한 범위 내에 있고, -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 87%~94%에 달한다.

[0257]

실시에 19에서, -20℃의 경우, 제2 배터리 셀의 방전 차단 전압은 제1 배터리 셀의 방전 차단 전압보다 크고, -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 65%이다.

[0258]

실시에 20에서, -20℃의 경우, 제1 배터리 셀의 방전 차단 전압 및 제2 배터리 셀의 방전 차단 전압은 지나치게 낮으며, 비록 -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율은 88%에 달하지만, 상술한 바와 같이 배터리 셀의 사이클 성능에 손상을 줄 수 있다.

[0259]

실시에 21에서, 비록 -20℃에서 제1 배터리 셀의 방전 차단 전압과 제2 배터리 셀의 방전 차단 전압의 차이는 본 출원에 기재된 바람직한 범위 내에 있으나, -20℃의 경우 제1 배터리 셀의 방전 차단 전압 및 제2 배터리 셀의 방전 차단 전압이 지나치게 높고, -20℃에서 배터리 팩의 총 에너지 유지율이 66%이다.

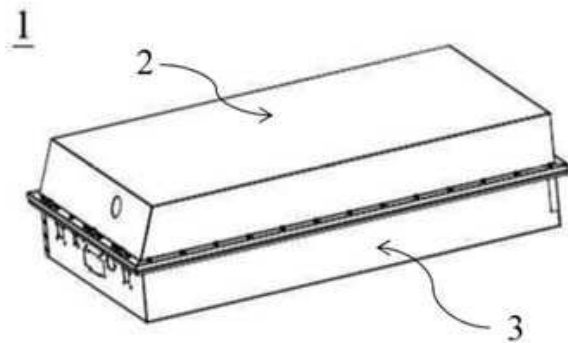
[0260] 부연하여 설명하면, 본 출원은 상술한 실시형태들에 한정되는 것은 아니다. 상술한 실시형태들은 예시일 뿐이며, 본 출원의 기술적 해결방안의 범위 내에서 해당 기술적 사상과 실질적으로 동일한 구성을 갖고, 동일한 효과를 달성하는 실시형태들도 모두 본 출원의 기술적 범위 내에 포함된다. 또한, 본 출원의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서, 실시형태에 대해 해당 분야의 당업자가 착상할 수 있는 다양한 변형을 적용하여 실시형태의 구성 요소 중 일부를 조합하여 구성되는 기타 형태들도 본 출원의 범위 내에 포함된다.

부호의 설명

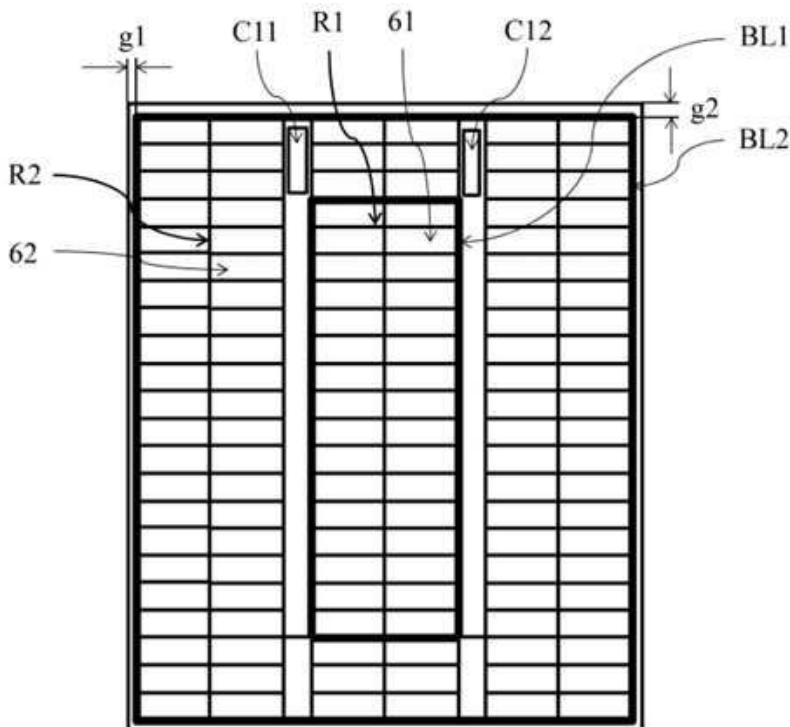
[0261] 1: 배터리 팩; 2: 상부 함체; 3: 하부 함체; g1, g2: 갭; C11, C12: 커패시터; BL1: 제1 경계선; BL2: 제2 경계선; R1: 제1 영역; R2: 제2 영역; 61: 제1 배터리 셀; 62: 제2 배터리 셀.

도면

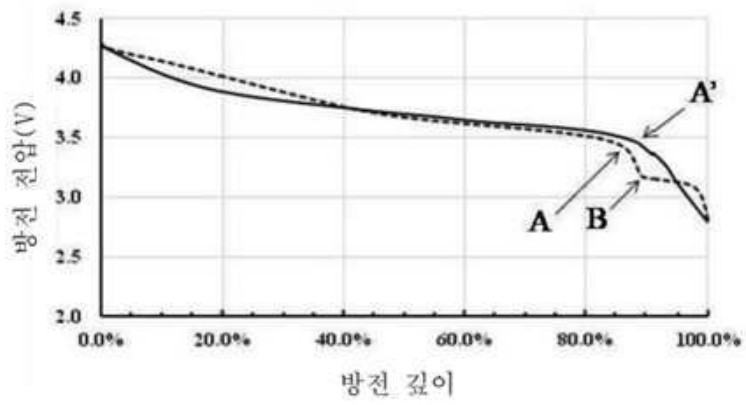
도면1



도면2



도면3



도면4

