



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0061947  
(43) 공개일자 2023년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01M 50/242 (2021.01) H01M 10/42 (2014.01)  
H01M 10/48 (2021.01) H01M 4/48 (2010.01)  
H01M 50/211 (2021.01) H01M 50/249 (2021.01)

(52) CPC특허분류  
H01M 50/242 (2021.01)  
H01M 10/48 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2021-0146721  
(22) 출원일자 2021년10월29일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
주식회사 엘지에너지솔루션  
서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1 (여의도동, 파크원)

(72) 발명자  
임성철  
대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술연구원)

한현규  
대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술연구원)  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
특허법인태평양

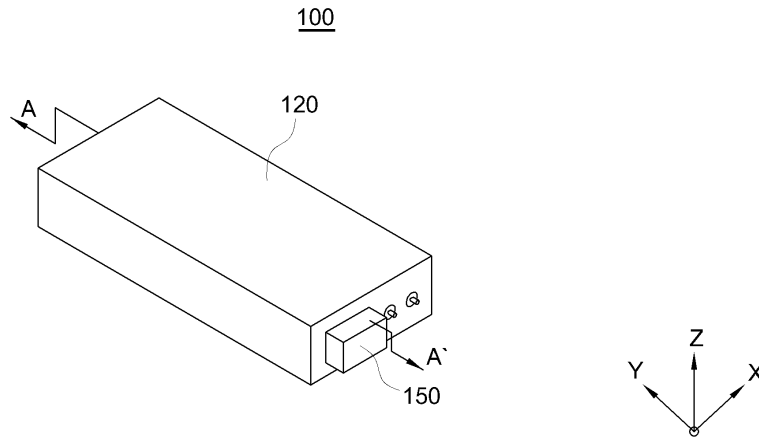
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 배터리 팩 및 배터리 팩을 포함하는 자동차

(57) 요약

본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩은, 양극, 분리막, 및 적어도 일부 실리콘 산화물을 갖는 음극활물질을 포함하는 음극을 구비하는 적어도 하나 이상의 배터리 셀; 상기 적어도 하나 이상의 배터리 셀을 내부에 수용하도록 구성된 모듈 하우징; 및 상기 배터리 셀의 충방전 시, 상기 배터리 셀의 부피 변화를 저지하게 탄력적으로 가압하도록 구성되고, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 상기 실리콘 산화물의 함량에 따라 상기 배터리 셀을 가압하는 가압력이 설정된 가압부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H01M 4/483* (2013.01)

*H01M 50/211* (2021.01)

*H01M 50/249* (2021.01)

*H01M 2010/4271* (2013.01)

*H01M 2220/20* (2013.01)

(72) 발명자

**허근희**

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술  
연구원)

**곽서영**

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술  
연구원)

**김국호**

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술  
연구원)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

양극, 분리막, 및 적어도 일부 실리콘 산화물을 갖는 음극활물질을 포함하는 음극을 구비하는 적어도 하나 이상의 배터리 셀;

상기 적어도 하나 이상의 배터리 셀을 내부에 수용하도록 구성된 모듈 하우징; 및

상기 배터리 셀의 충방전 시, 상기 배터리 셀의 부피 변화를 저지하게 탄력적으로 가압하도록 구성된, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 상기 실리콘 산화물의 함량에 따라 상기 배터리 셀을 가압하는 가압력이 설정된 가압부를 포함하는

배터리 팩.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 가압부는, 상기 배터리 셀이 부피 팽창하는 방향의 반대 방향으로 가압하도록 구성된 탄성 부재를 구비한 배터리 팩.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 배터리 셀은 둘 이상이 포함되고,

상기 둘 이상의 배터리 셀 사이에 개재되며 상기 배터리 셀의 부피 팽창을 완충하도록 구성된 완충 패드를 더 포함하는 배터리 팩.

#### 청구항 4

양극, 분리막, 및 적어도 일부 실리콘 산화물을 갖는 음극활물질을 포함하는 음극을 구비하는 적어도 하나 이상의 배터리 셀;

상기 적어도 하나 이상의 배터리 셀을 내부에 수용하도록 구성된 모듈 하우징;

상기 배터리 셀의 충방전 시, 상기 배터리 셀의 부피 변화를 저지하게 탄력적으로 가압하도록 구성된 가압부;

상기 배터리 셀에 관한 정보를 획득하도록 구성된 센서부; 및

상기 센서부가 획득한 상기 배터리 셀에 관한 정보에 기초하여 상기 가압부의 가압력을 증가시키거나, 감소시키도록 상기 가압부를 제어하는 배터리 관리 시스템을 포함하는

배터리 팩.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 센서부가 획득한 상기 배터리 셀에 관한 정보는 상기 배터리 셀의 SoH(state of health), 충방전 사이클, 및 부피 팽창 계수 중 적어도 어느 하나의 상태 정보를 포함하는 배터리 팩.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 획득된 배터리 셀의 상태 정보는 충방전 사이클이고, 상기 배터리 관리 시스템은 상기 충방전 사이클이 증가할수록 상기 가압부의 가압력을 증가시키도록 구성된 배터리 팩.

**청구항 7**

제5항에 있어서,

상기 가압부는 실린더 축을 갖은 전동 실린더, 및 탄성 부재를 더 포함하고,

상기 실린더 축은 상기 배터리 관리 시스템에 의해, 상기 탄성 부재를 가압하도록 상기 배터리 셀을 향해 전진하거나, 상기 탄성 부재에 대한 가압을 해제하도록 상기 배터리 셀을 향한 방향의 반대 방향으로 후진하도록 구성된 배터리 팩.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 탄성 부재에 의해 상기 배터리 셀에 가해지는 가압력을 센싱하도록 구성된 압력 센서를 더 포함하고,

상기 배터리 관리 시스템은,

상기 압력 센서로부터 측정된 가압력에 따라 상기 가압부의 가압력을 증대시키거나, 또는 상기 가압부의 가압력을 감소시키도록 구성된 배터리 팩.

**청구항 9**

제5항에 있어서,

상기 모듈 하우징은,

상기 가압부를 지지하고, 상기 배터리 셀을 향한 방향 또는 상기 배터리 셀을 향한 방향의 반대 방향으로 이동 가능하게 구성된 이동 외벽을 포함하고,

상기 가압부는 상기 이동 외벽과 연결된 실린더 축을 가진 전동 실린더, 및 상기 배터리 셀과 상기 이동 외벽 사이에 개재된 탄성 부재를 더 포함하며,

상기 전동 실린더는 상기 모듈 하우징 외부에 위치하고, 상기 전동 실린더의 실린더 축은 상기 이동 외벽을 가압하여 상기 이동 외벽이 상기 배터리 셀을 향해 이동하거나, 상기 이동 외벽이 상기 배터리 셀을 향한 방향의 반대 방향으로 이동하도록 구성된 배터리 팩.

**청구항 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 배터리 팩을 적어도 하나 포함한 자동차.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시는 배터리 팩 및 배터리 팩을 포함하는 자동차에 관한 것으로, 보다 자세하게는 배터리 팩의 구비된 배터리 셀의 스웰링 현상을 효과적으로 억제하여, 배터리 셀의 사이클 수명특성을 향상시킨 배터리 팩 및 배터리 팩을 포함하는 자동차에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 현재 상용화된 이차 전지로는 니켈 카드뮴 전지, 니켈 수소 전지, 니켈 아연 전지, 리튬 이차 전지 등이 있다. 리튬 이차 전지는 니켈 계열의 이차 전지에 비해 메모리 효과가 거의 일어나지 않아 충전 및 방전이 자유롭다. 또한, 리튬 이차 전지는 자가 방전율이 매우 낮으며 에너지 밀도가 높은 장점으로 각광을 받고 있다.

[0003] 리튬 이차 전지는 주로 리튬계 산화물과 탄소재를 각각 양극활물질과 음극활물질로 사용한다. 리튬 이차 전지는 양극활물질과 음극활물질이 각각 도포된 양극판 및 음극판이 분리막을 사이에 두고 배치된 전극 조립체 그리고 전극 조립체를 전해액과 함께 밀봉 수납하는 외장재를 구비한다.

[0004] 일반적으로 리튬 이차 전지는 외장재의 종류에 따라 캔형 이차 전지와 파우치형 이차 전지로 분류될 수 있다. 캔형 이차 전지는 전극 조립체가 금속 캔에 내장되어 있다. 파우치형 이차 전지는 전극 조립체가 알루미늄 라

미네이트 시트의 파우치에 내장되어 있다.

[0005] 최근에는 휴대형 전자기기와 같은 소형 장치 뿐 아니라, 자동차나 전력저장장치와 같은 중대형 장치에도 이차 전지가 널리 이용되고 있다. 이러한 중대형 장치에는 적어도 하나의 배터리 팩이 탑재될 수 있었다. 이러한, 배터리 팩의 용량 및 출력을 높이기 위해 많은 수의 배터리 셀이 팩 하우징 내부에 수용될 수 있다. 이러한 중대형 장치에는 예를 들면, 적층이 용이한 파우치형 이차 배터리 셀이 많이 이용된다. 여기서, 파우치형(Pouch Type) 배터리 셀은 형태가 일정하지 않은 연성의 폴리머 재질로 제조된 파우치에 전극 조립체를 수용한 이차전지를 말한다.

[0006] 한편, 배터리 팩의 배터리 셀의 경우 반복적인 충방전시 배터리 셀이 부풀어 오르는 스웰링(swelling) 현상이 일어난다. 이러한 충방전시 발생하는 스웰링 현상을 감안하여 종래의 배터리 팩의 내부의 수용 공간에 배터리 셀의 적층 배치할 경우, 배터리 셀들을 일정 간격으로 이격 배치시켰다. 또한, 종래 기술에서는, 배터리 셀의 스웰링 현상을 억제하기 위해 배터리 셀을 가압하여 가스 생성을 억제하는 방법을 사용했다.

[0007] 그러나, 배터리 셀들의 스웰링 현상이 심해질 경우, 배터리 셀의 내부 압력이 높아짐에 따라 배터리 셀의 셀 케이스가 파열되고, 배터리 셀의 내부 구성들이 외부로 유출되거나, 배터리 셀이 폭발하는 등의 사고가 발생할 수 있다. 따라서, 배터리 팩의 구비된 배터리 셀의 스웰링 현상을 억제하는 것이 배터리 팩의 수명과 안정성을 높이는 데 매우 중요하다 할 수 있다.

[0008] 그러나, 종래기술의 배터리 셀의 스웰링 현상을 제어하는 방법은, 이러한 배터리 셀의 특성을 고려하지 않고, 가압 부재의 획일화된 가압력을 이용해 배터리 셀을 가압하는 것이 전부였다. 이에 따라, 종래기술의 배터리 팩은, 배터리 셀의 특성에 맞게 스웰링 현상을 제어하는데 커다란 한계가 있었다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국특허 공개번호 제10-2020-0040975호
- (특허문헌 0002) 일본특허 공개번호 제2019-091630호
- (특허문헌 0003) 한국특허 공개번호 제10-2018-0026210호
- (특허문헌 0004) 한국특허 공개번호 제10-2020-0058248호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 본 개시는 배터리 팩의 구비된 배터리 셀의 스웰링 현상의 효과적으로 억제하여, 배터리 셀의 사이클 수명특성을 향상시킨 배터리 팩 및 배터리 팩을 포함하는 자동차를 제공한다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 본 개시의 일 형태에 의하면, 양극, 분리막, 및 적어도 일부 실리콘 산화물을 갖는 음극활물질을 포함하는 음극을 구비하는 적어도 하나 이상의 배터리 셀; 상기 적어도 하나 이상의 배터리 셀을 내부에 수용하도록 구성된 모듈 하우징; 및 상기 배터리 셀의 충방전 시, 상기 배터리 셀의 부피 변화를 저지하게 탄력적으로 가압하도록 구성되고, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 상기 실리콘 산화물의 함량에 따라 상기 배터리 셀을 가압하는 가압력이 설정된 가압부를 포함한다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 가압부는, 상기 배터리 셀이 부피 팽창하는 방향의 반대 방향으로 가압하도록 구성된 탄성 부재를 구비할 수 있다.

[0013] 다른 일 실시예에서, 상기 배터리 셀은 둘 이상이 포함되고, 상기 둘 이상의 배터리 셀 사이에 개재되며 상기 배터리 셀의 부피 팽창을 완충하도록 구성된 완충 패드를 더 포함할 수 있다.

[0014] 또 다른 일 실시예에서, 양극, 분리막, 및 적어도 일부 실리콘 산화물을 갖는 음극활물질을 포함하는 음극을 구비하는 적어도 하나 이상의 배터리 셀; 상기 적어도 하나 이상의 배터리 셀을 내부에 수용하도록 구성된 모듈

하우징; 상기 배터리 셀의 충방전 시, 상기 배터리 셀의 부피 변화를 저지하게 탄력적으로 가압하도록 구성된 가압부; 상기 배터리 셀에 관한 정보를 획득하도록 구성된 센서부; 및 상기 센서부가 획득한 상기 배터리 셀에 관한 정보에 기초하여 상기 가압부의 가압력을 증가시키거나, 감소시키도록 상기 가압부를 제어하는 배터리 관리 시스템을 포함한다.

[0015] 또 다른 일 실시예에서, 상기 센서부가 획득한 상기 배터리 셀에 관한 정보는 상기 배터리 셀의 SoH(state of health), 충방전 사이클, 및 부피 팽창 계수 중 적어도 어느 하나의 상태 정보를 포함할 수 있다.

[0016] 또 다른 일 실시예에서, 상기 획득된 배터리 셀의 상태 정보는 충방전 사이클이고, 상기 배터리 관리 시스템은 상기 충방전 사이클이 증가할수록 상기 가압부의 가압력을 증가시키도록 구성될 수 있다.

[0017] 또 다른 일 실시예에서, 상기 가압부는 실린더 축을 갖은 전동 실린더, 및 탄성 부재를 더 포함하고, 상기 실린더 축은 상기 배터리 관리 시스템에 의해, 상기 탄성 부재를 가압하도록 상기 배터리 셀을 향해 전진하거나, 상기 탄성 부재에 대한 가압을 해제하도록 상기 배터리 셀을 향한 방향의 반대 방향으로 후진하도록 구성될 수 있다.

[0018] 또 다른 일 실시예에서, 상기 탄성 부재에 의해 상기 배터리 셀에 가해지는 가압력을 센싱하도록 구성된 압력 센서를 더 포함하고, 상기 배터리 관리 시스템은, 상기 압력 센서로부터 측정된 가압력에 따라 상기 가압부의 가압력을 증대시키거나, 또는 상기 가압부의 가압력을 감소시키도록 구성될 수 있다.

[0019] 또 다른 일 형태에 의하면, 상기 모듈 하우징은, 상기 가압부를 지지하고, 상기 배터리 셀을 향한 방향 또는 상기 배터리 셀을 향한 방향의 반대 방향으로 이동 가능하게 구성된 이동 외벽을 포함하고, 상기 가압부는 상기 이동 외벽과 연결된 실린더 축을 가진 전동 실린더, 및 상기 배터리 셀과 상기 이동 외벽 사이에 개재된 탄성 부재를 더 포함하며, 상기 전동 실린더는 상기 모듈 하우징 외부에 위치하고, 상기 전동 실린더의 실린더 축은 상기 이동 외벽을 가압하여 상기 이동 외벽이 상기 배터리 셀을 향해 이동하거나, 상기 이동 외벽이 상기 배터리 셀을 향한 방향의 반대 방향으로 이동하도록 구성될 수 있다.

[0020] 한편, 본 개시의 다른 일 형태에 의하면, 자동차는, 상기 배터리 팩을 적어도 하나 포함한다.

### 발명의 효과

[0021] 본 개시의 배터리 팩은, 배터리 셀의 충방전 시, 배터리 셀의 부피 변화를 저지하게 탄력적으로 가압하도록 구성되고, 음극의 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량에 따라 배터리 셀을 가압하는 가압력이 설정된 가압부를 포함함으로써, 배터리 셀의 스웰링 특성에 맞게 스웰링 현상을 제어할 수 있다. 즉, 본 개시의 발명자는, 배터리 셀의 음극활물질로서 구비된 실리콘 산화물의 함량에 따라, 배터리 셀의 충방전에 따라 부피 변화가 달라진다는 것을 발견하였다. 이에, 본 개시의 발명자는, 모듈 하우징에 탑재된 배터리 셀의 스웰링 현상을 제어하기 위해, 배터리 셀의 음극활물질로 구비된 실리콘 산화물의 함량을 고려하여 배터리 셀을 가압하는 가압력이 설정된 가압부를 구비한 배터리 팩을 발명하였다. 따라서, 본 개시의 배터리 팩은, 구비된 배터리 셀의 스웰링 현상을 효과적으로 제어할 수 있어, 배터리 팩의 수명과 안정성을 높일 수 있다.

[0022] 즉, 본 개시의 배터리 팩은, 음극의 음극활물질의 함량에 따른 배터리 셀의 스웰링 현상을 고려하여 가압력이 설정된 가압부를 구비함으로써, 불필요하게 과도한 힘으로 배터리 셀을 가압하지 않을 수 있고, 반대로 스웰링 현상이 큰 경우 더 큰 가압력으로 설정된 가압부를 사용해 배터리 셀의 내부에 발생하는 가스 발생량을 효과적으로 줄일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩의 모습을 개략적으로 나타낸 사시도이다.

도 2는, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩의 배터리 셀의 모습을 개략적으로 나타낸 측면도이다.

도 3은, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩의 배터리 셀의 구성들의 모습을 개략적으로 나타낸 분리 사시도이다.

도 4는, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩의 배터리 셀의 양극, 분리막, 및 음극의 모습을 개략적으로 나타낸 분리 사시도이다.

도 5는, 도 1의 배터리 팩을 A-A' 선을 따라 절단한 모습을 개략적으로 나타낸 수직 단면도이다.

도 6은, 본 개시의 다른 일 실시예에 따른 배터리 팩의 모습을 개략적으로 나타낸 수직 단면도이다.

도 7은, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩의 모습을 개략적으로 나타낸 개념도이다.

도 8은, 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 배터리 팩의 모습을 개략적으로 나타낸 수직 단면도이다.

도 9는, 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 배터리 팩의 모습을 개략적으로 나타낸 수직 단면도이다.

도 10은, 본 개시의 일 실시예에 따른 자동차의 모습을 개략적으로 나타낸 모식도이다.

도 11은, 본 개시의 실시예 1에 따른 배터리 셀의 충방전 사이클에 따른 용량 유지율 및 두께 변화를 나타낸 그래프이다.

도 12는, 본 개시의 실시예 1에 따른 배터리 셀의 충방전 사이클에 따른 용량 유지율 및 팽창력을 나타낸 그래프이다.

도 13은, 본 개시의 실시예 2에 따른 배터리 셀의 충방전 사이클에 따른 용량 유지율 및 두께 변화를 나타낸 그래프이다.

도 14는, 본 개시의 실시예 2에 따른 배터리 셀의 충방전 사이클에 따른 용량 유지율 및 팽창력을 나타낸 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하에서는 도면을 참조하여 본 개시에 대해 상세히 설명하도록 한다. 본 개시를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 개시의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그에 대해 상세한 설명은 생략한다. 덧붙여, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 개시의 기술적 사상의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 개시의 기술적 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다.
- [0025] 본 개시에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 개시의 실시예의 다양한 변경(modifications), 균등물(equivalents), 및/또는 대체물(alternatives)을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0026] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.
- [0027] 본 개시에서, "가진다", "가질 수 있다", "포함한다" 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 해당 특징(예: 수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.
- [0028] 본 개시에서, "A 또는 B", "A 또는/및 B 중 적어도 하나" 또는 "A 또는/및 B 중 하나 또는 그 이상" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 예를 들면, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나" 또는 "A 또는 B 중 적어도 하나"는, (1) 적어도 하나의 A를 포함, (2) 적어도 하나의 B를 포함, 또는 (3) 적어도 하나의 A 및 적어도 하나의 B 모두를 포함하는 경우를 모두 지칭할 수 있다.
- [0029] 도 1은, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)의 모습을 개략적으로 나타낸 사시도이다. 도 2는, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)의 배터리 셀(110)의 모습을 개략적으로 나타낸 측면도이다. 도 3은, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)의 배터리 셀(110)의 구성들의 모습을 개략적으로 나타낸 분리 사시도이다. 도 4는, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)의 배터리 셀(110)의 양극(114), 분리막(115), 및 음극(116)의 모습을 개략적으로 나타낸 분리 사시도이다. 그리고, 도 5는, 도 1의 배터리 팩(100)을 A-A' 선을 따라 절단한 모습을 개략적으로 나타낸 수직 단면도이다.
- [0030] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)은, 적어도 하나 이상의 배터리 셀(110), 모듈 하우징(120), 및 가압부(130)를 포함한다.
- [0031] 구체적으로, 배터리 셀(110)은, 셀 케이스(111), 전극 탭(113)을 구비하는 전극 조립체(112), 전극 리드(117), 절연 필름(118), 및 전해질(도시하지 않음)을 포함한다.
- [0032] 또한, 셀 케이스(111)는, 연성의 재질로 제조된 파우치형 셀 케이스일 수 있다. 그러나, 본 개시의 리튬 이차 전지의 외형은 특별한 제한이 없으나, 캔을 사용한 원통형, 각형, 파우치(pouch)형 또는 코인(coin)형 등이 될 수 있다. 예를 들면, 셀 케이스(111)는, 전극 조립체(112)의 상부를 커버하는 제1 셀 시트(111a), 및 제1 셀 시트(111a)의 하면의 일부분과 결합되고 전극 조립체(112)의 하부를 커버하는 제2 셀 시트(111b)를 구비할 수 있다. 제1 셀 시트(111a) 및 제2 셀 시트(111b) 각각은 라미네이트 시트일 수 있다. 구체적으로, 라미네이트



시트는 얇은 금속 필름(예컨대, Al 필름)이 내수성이 있는 고분자 필름(나일론)과 열접착 고분자 필름(예: Casted Polypropylene) 사이에 라미네이팅 된 구조를 가질 수 있다. 라미네이트 시트의 구조와 각 층을 구성하는 물질에 대해서는 본 개시가 속한 기술분야에서 널리 알려져 있으므로 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[0033] 셀 케이스(111)의 밀봉을 위해 제1 셀 시트(111a) 및 제2 셀 시트(111b) 각각의 외주부는 서로 열융착될 수 있다. 열융착 방법은, 제1 셀 시트(111a) 및 제2 셀 시트(111b)가 적층된 상태에서 서로 마주보고 있는 각각의 외주부의 적어도 일부를 고온의 기구(예: 핫 프레스)로 가압하는 과정을 포함할 수 있다. 이때, 열융착되는 온도는 섭씨 110도 내지 섭씨 150도일 수 있다. 예를 들면, 셀 케이스(111)는, 제1 셀 시트(111a) 및 제2 셀 시트(111b) 각각의 외주부가 서로 열융착되어 형성된 실링부가 구비될 수 있다.

[0034] 셀 케이스(111)는, 전극 조립체(112), 전극 리드(117), 및 전해질을 수용하는 수용 공간(S)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 이러한 수용 공간(S)은, 2개의 셀 시트들(111a, 111b) 중 적어도 어느 하나의 일부분을 고온의 핫 프레스로 가압하여 컵 형태로 변형된 부분일 수 있다. 수용 공간(S)은, 셀 시트들(111a, 111b) 각각의 일부분이 외측으로 볼록하게 돌출된 부분(P)일 수 있다. 셀 케이스(111)의 수용 공간(S)은, 복수의 전극들(114, 116), 분리막(115), 및 전해질이 모두 수용될 수 있는 크기 이상일 수 있다. 예를 들면, 도 3에서와 같이, 셀 케이스(111)의 수용 공간(S)은, 제1 셀 시트(111a)의 상부 방향으로 볼록하게 돌출된 부분(P)과, 제2 셀 시트(111b)의 하부 방향으로 오목하게 형성된 부분(R)이 서로 결합되어 형성될 수 있다.

[0035] 전극들(114, 116)은, 전기 극성에 따라 적어도 하나 이상의 양극(114) 및 적어도 하나 이상의 음극(116)일 수 있다. 예를 들면, 양극활물질, 도전재, 및 바인더가 혼합된 양극 합제층(M1)이 알루미늄 합금 소재의 집전체 상에 형성되는 것으로 양극(114)이 제조될 수 있다. 음극활물질, 도전재, 및 바인더가 혼합된 음극 합제층(M2)이 구리 합금 소재의 집전체 상에 형성되는 것으로 음극(116)이 제조될 수 있다. 그리고, 양극(114) 및 음극(116) 사이에 분리막(115)이 개재될 수 있다. 이러한, 분리막(115)은 양극(114) 및 음극(116) 간의 내부 단락을 차단하고, 전해질을 함침하게 하는 역할을 수행할 수 있다. 본 개시의 분리막(115)은 이차 전지에서 통상적으로 사용되는 분리막 소재라면 특별한 제한 없이 사용할 수 있다. 예를 들면, 분리막(115)은, 폴리에틸렌, 및 폴리프로필렌 중 적어도 어느 하나 이상의 소재를 구비할 수 있다. 그리고, 양극(114), 분리막(115), 및 음극(116)이 순서대로 적층되어 전극 조립체(112)를 형성할 수 있다.

[0036] 양극(114)은 양극 집전체 상에 양극 합제층(M1)을 형성하여 제조할 수 있다. 양극 합제층(M1)은 양극활물질, 바인더, 도전재 및 용매 등을 포함하는 양극 슬러리를 양극 집전체 상에 코팅한 후, 건조 및 압연하여 형성할 수 있다.

[0037] 상기 양극 집전체는 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 도전성을 가진 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 스테인리스 스틸, 알루미늄, 니켈, 티탄, 소성 탄소, 또는 알루미늄이나 스테인리스 스틸의 표면에 카본, 니켈, 티탄, 은 등으로 표면 처리한 것 등이 사용될 수 있다.

[0038] 상기 양극 활물질은 전지의 용량 특성 및 안정성을 높일 수 있다는 점에서 전이금속 중 니켈 함유량이 50 atm% 이상, 바람직하게는 70 atm% 이상인 리튬 복합전이금속 산화물을 포함할 수 있다.

[0039] 상기 양극 활물질은 그 대표적인 예로  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ ,  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.3}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$ ,  $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$  또는  $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$  등과 같은 리튬 니켈코발트망간계 산화물을 포함할 수 있다. 또는, 상기 양극 활물질은 리튬 니켈코발트망간알루미늄계 산화물을 포함할 수 있다.

[0040] 이 외에도, 상기 양극 활물질은 리튬의 가역적인 인터칼레이션 및 디인터칼레이션이 가능한 화합물로서, 리튬-망간계 산화물(예를 들면,  $\text{LiMnO}_2$ ,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  등), 리튬-코발트계 산화물(예를 들면,  $\text{LiCoO}_2$  등), 리튬-니켈계 산화물(예를 들면,  $\text{LiNiO}_2$  등), 리튬-니켈-망간계 산화물(예를 들면,  $\text{LiNi}_{1-y}\text{Mn}_y\text{O}_2$ (여기에서,  $0 < y < 1$ ),  $\text{LiMn}_{2-o}\text{Ni}_o\text{O}_4$ (여기에서,  $0 < o < 2$ ) 등), 리튬-니켈-코발트계 산화물(예를 들면,  $\text{LiNi}_{1-y1}\text{Co}_{y1}\text{O}_2$ (여기에서,  $0 < y1 < 1$ ) 등), 리튬-망간-코발트계 산화물(예를 들면,  $\text{LiCo}_{1-y2}\text{Mn}_{y2}\text{O}_2$ (여기에서,  $0 < y2 < 1$ ),  $\text{LiMn}_{2-z1}\text{Co}_{z1}\text{O}_4$ (여기에서,  $0 < z1 < 2$ ) 등), 리튬-니켈-코발트-전이금속(M) 산화물(예를 들면,  $\text{Li}(\text{Ni}_{p2}\text{Co}_{q2}\text{Mn}_{r3}\text{M}_{s2})\text{O}_2$ (여기에서, M은 Al, Fe, V, Cr, Ti, Ta, Mg 및 Mo로 이루어지는 군으로부터 선택되고,  $p2, q2, r3$  및  $s2$ 는 각각 독립적인 원소들의 원자분율로서,  $0 < p2 < 1, 0 < q2 < 1, 0 < r3 < 1, 0 < s2 < 1, p2+q2+r3+s2=1$ 이다)) 또는 상전이 변화에 의해 충방전이 가능한 황(sulfur) 물질을 포함한 화합물을 이용할 수도 있다.

[0041] 상기 양극 활물질은 양극 슬러리 중 고형분의 전체 중량을 기준으로 80 중량% 내지 99.5 중량%로 포함될 수 있



고, 구체적으로 85 중량% 내지 95 중량%로 포함될 수 있다. 이때, 양극활물질 함량이 80 중량% 이하인 경우 에너지 밀도가 낮아져 용량이 저하될 수 있다.

- [0042] 상기 바인더는 활물질과 도전재 등의 결합과 집전체에 대한 결합에 조력하는 성분으로서, 통상적으로 양극 슬러리 중 고형분의 전체 중량을 기준으로 1 내지 30 중량%로 첨가된다. 이러한 바인더의 예로는, 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF), 폴리비닐알코올, 카르복시메틸셀룰로오즈(CMC), 전분, 히드록시프로필셀룰로오즈, 재생 셀룰로오즈, 폴리비닐피롤리돈, 테트라플루오로에틸렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 에틸렌-프로필렌-디엔 테르 모노머(EPDM), 술폰화 EPDM, 스티렌-부타디엔 고무, 불소 고무, 다양한 공중합체 등을 들 수 있다.
- [0043] 상기 도전재는 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 도전성을 가진 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 카본블랙, 아세틸렌 블랙, 케첸 블랙, 채널 블랙, 피니스 블랙, 램프 블랙, 또는 서멀 블랙 등의 탄소 분말; 결정구조가 매우 발달된 천연 흑연, 인조흑연, 또는 그라파이트 등의 흑연 분말; 탄소 섬유나 금속 섬유 등의 도전성 섬유; 불화 카본, 알루미늄, 니켈 분말 등의 금속 분말; 산화아연, 티탄산 칼륨 등의 도전성 위스키; 산화티탄 등의 도전성 금속 산화물; 및 폴리페닐렌 유도체 등의 도전성 소재 중 적어도 어느 하나가 사용될 수 있다.
- [0044] 상기 도전재는 통상적으로 양극 슬러리 중 고형분의 전체 중량을 기준으로 1 내지 30 중량%로 첨가된다. 상기 용매는 NMP(N-methyl-2-pyrrolidone) 등의 유기용매를 포함할 수 있으며, 양극 활물질 및 선택적으로 바인더 및 도전재 등을 포함할 때 바람직한 점도가 되는 양으로 사용될 수 있다. 예를 들면, 양극 활물질, 및 선택적으로 바인더 및 도전재를 포함하는 슬러리 중의 고형분 농도가 10 중량% 내지 70 중량%, 바람직하게 20 중량% 내지 60 중량%이 되도록 포함될 수 있다.
- [0045] 상기 음극(116)은 음극 집전체 상에 음극 합체층(M2)을 형성하여 제조할 수 있다. 음극 합체층(M2)은 음극 집전체 상에 상기 음극활물질, 바인더, 도전재 및 용매 등을 포함하는 슬러리를 코팅한 후, 건조 및 압연하여 형성할 수 있다.
- [0046] 상기 음극 집전체는 일반적으로 3 내지 500 $\mu$ m의 두께를 가진다. 이러한 음극 집전체는, 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 높은 도전성을 가지는 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 구리, 스테인리스 스틸, 알루미늄, 니켈, 티탄, 소성 탄소, 구리나 스테인리스 스틸의 표면에 카본, 니켈, 티탄, 은 등으로 표면 처리한 것, 알루미늄-카드뮴 합금 등이 사용될 수 있다. 또한, 양극 집전체와 마찬가지로, 표면에 미세한 요철을 형성하여 상기 음극활물질의 결합력을 강화시킬 수도 있으며, 필름, 시트, 호일, 네트, 다공질체, 발포체, 부직포체 등 다양한 형태로 사용될 수 있다.
- [0047] 상기 음극활물질은, 리튬에 도프 및 탈도프 가능한 물질, 리튬 금속, 니켈 금속, 구리 금속, SUS 금속, 리튬 이온을 가역적으로 인터칼레이션/디인터칼레이션할 수 있는 탄소 물질, 금속 또는 이들 금속과 리튬의 합금, 금속 복합 산화물, 및 전이 금속 산화물 전이 금속 산화물로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나 이상을 더 포함할 수 있다.
- [0048] 상기 리튬에 도프 및 탈도프할 수 있는 물질로는 Si, SiO<sub>x</sub>(0<x $\leq$ 2), Si-Y 합금(Y는 알칼리 금속, 알칼리토금속, 13족 원소, 14족 원소, 전이금속, 희토류 원소 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 원소이며, Si은 아님), Sn, SnO<sub>2</sub>, Sn-Y(Y는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 13족 원소, 14족 원소, 전이금속, 희토류 원소 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 원소이며, Sn은 아님) 등을 들 수 있고, 또한 이들 중 적어도 하나와 SiO<sub>2</sub>를 혼합하여 사용할 수도 있다. 원소 Y로는 Mg, Ca, Sr, Ba, Ra, Sc, Y, Ti, Zr, Hf, Rf, V, Nb, Ta, Db, Cr, Mo, W, Sg, Tc, Re, Bh, Fe, Pb, Ru, Os, Hs, Rh, Ir, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, B, Al, Ga, Sn, In, Ti, Ge, P, As, Sb, Bi, S, Se, Te, Po, 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 음극 활물질은, 적어도 일부 실리콘 산화물(SiO<sub>x</sub>(0<x $\leq$ 2))을 포함한다.
- [0049] 리튬 이온을 가역적으로 인터칼레이션/디인터칼레이션할 수 있는 탄소 물질로는, 리튬 이온 이차전지에서 일반적으로 사용되는 탄소계 상기 음극활물질이라면 특별히 제한 없이 사용할 수 있으며, 그 대표적인 예로는 결정질 탄소, 비정질 탄소 또는 이들을 함께 사용할 수 있다. 상기 결정질 탄소의 예로는 판상, 인편상(flake), 구형 또는 섬유형의 천연 흑연 또는 인조 흑연과 같은 흑연을 들 수 있고, 상기 비정질 탄소의 예로는 소프트 카본(soft carbon: 저온 소성 탄소) 또는 하드 카본(hard carbon), 메조페이스 피치 탄화물, 소성된 코크스 등을 들 수 있다.
- [0050] 상기 금속 또는 이들 금속과 리튬의 합금으로는 Cu, Ni, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ca, Sr, Si, Sb, Pb, In,

Zn, Ba, Ra, Ge, Al 및 Sn으로 이루어진 군에서 선택되는 금속 또는 이들 금속과 리튬의 합금이 사용될 수 있다.

- [0051] 상기 금속 복합 산화물로는  $PbO$ ,  $PbO_2$ ,  $Pb_2O_3$ ,  $Pb_3O_4$ ,  $Sb_2O_3$ ,  $Sb_2O_4$ ,  $Sb_2O_5$ ,  $GeO$ ,  $GeO_2$ ,  $Bi_2O_3$ ,  $Bi_2O_4$ ,  $Bi_2O_5$ ,  $Li_xFe_{2-x}O_3(0 \leq x \leq 1)$ ,  $Li_xWO_2(0 \leq x \leq 1)$ , 및  $Sn_xMe_{1-x}Me'_yO_z$  ( $Me: Mn, Fe, Pb, Ge; Me': Al, B, P, Si$ , 주기율표의 1족, 2족, 3족 원소, 할로젠;  $0 < x \leq 1; 1 \leq y \leq 3; 1 \leq z \leq 8$ )로 이루어진 군에서 선택되는 것이 사용될 수 있다.
- [0052] 상기 전이 금속 산화물로는 리튬 함유 티타늄 복합 산화물(LTO), 바나듐 산화물, 리튬 바나듐 산화물 등을 들 수 있다.
- [0053] 상기 음극활물질은 음극 슬러리 중 고형분의 전체 중량을 기준으로 80 중량% 내지 99 중량%로 포함될 수 있다.
- [0054] 상기 바인더는, 도전재, 활물질 및 집전체 간의 결합에 조력하는 성분으로서, 통상적으로 음극(116) 슬러리 중 고형분의 전체 중량을 기준으로 1 중량% 내지 30 중량%로 첨가된다. 이러한 바인더의 예로는, 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF), 폴리비닐알코올, 카르복시메틸셀룰로오즈(CMC), 전분, 히드록시프로필셀룰로오즈, 재생 셀룰로오즈, 폴리비닐피롤리돈, 테트라플루오로에틸렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 에틸렌-프로필렌-디엔 모노머(EPDM), 숄폰화-EPDM, 스티렌-부타디엔 고무, 불소 고무, 이들의 다양한 공중합체 등을 들 수 있다.
- [0055] 상기 도전재는, 상기 음극활물질의 도전성을 더욱 향상시키기 위한 성분으로서, 음극 슬러리 중 고형분의 전체 중량을 기준으로 1 내지 20 중량%로 첨가될 수 있다. 이러한 도전재는 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 도전성을 가진 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 천연 흑연이나 인조 흑연 등의 흑연; 아세틸렌 블랙, 케첸 블랙, 채널 블랙, 퍼네이스 블랙, 램프 블랙, 서멀 블랙 등의 카본블랙; 탄소 섬유나 금속 섬유 등의 도전성 섬유; 불화 카본, 알루미늄, 니켈 분말 등의 금속 분말; 산화아연, 티탄산 칼륨 등의 도전성 위스키; 산화티탄 등의 도전성 금속 산화물; 폴리페닐렌 유도체 등의 도전성 소재 등이 사용될 수 있다.
- [0056] 상기 용매는 물, NMP(N-Methyl-2-pyrrolidone), 및 알코올 등의 유기용매 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으며, 상기 음극활물질 및 선택적으로 바인더 및 도전재 등을 포함할 때 바람직한 점도가 되는 양으로 사용될 수 있다. 예를 들면, 상기 음극활물질, 및 선택적으로 상기 바인더 및 상기 도전재를 고형분으로 포함하는 슬러리 중의 고형분 농도가 50 중량% 내지 75 중량%, 바람직하게 50 중량% 내지 65 중량%가 되도록 포함될 수 있다.
- [0057] 상기 분리막(115)은 양 전극의 내부 단락을 차단하고 전해질을 함침하는 역할을 수행할 수 있다. 상기 분리막(115)은 통상적으로 사용되는 다공성 고분자 필름, 예를 들어 에틸렌 단독중합체, 프로필렌 단독중합체, 에틸렌/부텐 공중합체, 에틸렌/헥센 공중합체 및 에틸렌/메타크릴레이트 공중합체 등과 같은 폴리올레핀계 고분자로 제조한 다공성 고분자 필름을 단독으로 또는 이들을 적층하여 사용할 수 있으며, 또는 통상적인 다공성 부직포, 예를 들어 고용점의 유리 섬유, 폴리에틸렌테레프탈레이트 섬유 등으로 된 부직포를 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0058] 이때, 상기 다공성 분리막의 기공 직경은 일반적으로 0.01 $\mu$ m 내지 50 $\mu$ m이고, 기공도는 5% 내지 95%일 수 있다.
- [0059] 또한, 상기 다공성 분리막의 두께는 일반적으로 5 $\mu$ m 내지 300 $\mu$ m 범위일 수 있다.
- [0060] 전극 탭(113)에는, 전극활물질, 도전재, 및 바인더의 혼합물이 도포되지 않을 수 있다. 전극 탭(113)은, 전자가 이동할 수 있는 경로일 수 있다. 전극 탭(113)은 양극활물질이 코팅되지 않은 무지부를 재단하여 형성되거나, 전극의 무지부에 별도의 도전성 부재를 초음파 용접 등으로 연결하여 별도 형성될 수 있다. 예를 들면, 도 3에서와 같이, 양극(114) 및 음극(116) 각각의 일측으로부터 돌출된 전극 탭(113)이 구비될 수 있다. 예를 들면, 양극(114)에는 X축의 음의 방향으로 돌출된 양극탭(113a)이 형성되어 있다. 음극(116)에는 X축의 양의 방향으로 돌출된 음극탭(113b)이 형성되어 있다. 그러나 반드시 이러한 형태로 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 전극 탭(113)은, 전극의 전후좌우 각각의 방향의 제1 축, 제2 축, 제3 축, 및 제4 축 중 적어도 어느 하나에 형성될 수 있다.
- [0061] 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 셀(110)은, 전극 탭(113)의 일부분과 결합된 전극 리드(117)를 더 구비할 수 있다. 전극 리드(117)는, 전기 전도성 금속일 수 있다. 도 3에서와 같이, 전극 리드(117)는, 양극 탭(113a)과 연결된 양극 리드, 및 음극 탭(113b)과 연결된 음극 리드를 구비할 수 있다. 전극 리드(117)는, 용접 등과 같은 다양한 방식으로 하나 이상의 전극 탭(113)과 연결될 수 있다. 전극 리드(117)의 일부가 셀 케이스(111)의 외부에 노출되도록 배치될 수 있다. 즉, 전극 리드(117)는, 배터리 셀(110)의 전극 단자 역할을 수행한다. 예를 들면, 상기 전극 리드(117)는, 양극(114)과 전기적으로 연결된 경우 배터리 셀(110)의 양극 단자

역할을 수행할 수 있다. 전극 리드(117)는, 음극(116)과 전기적으로 연결된 경우 배터리 셀(110)의 음극 단자 역할을 수행할 수 있다. 배터리 셀(110)은 전극 리드(117)의 일부 외면을 감싸도록 구성된 절연 필름(118)을 포함할 수 있다. 절연 필름(118)은, 셀 케이스(111)와 전극 리드(117) 사이를 전기적으로 절연하고, 셀 케이스(111)와 열융착 되도록 구성될 수 있다.

[0062] 일 실시예에서, 전해질은, 고체 상태 또는 액체 상태의 전해질을 의미한다. 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 셀(110)은, 전해질을 통해 양극(114)과 음극(116) 사이의 이온 교환을 통해 충방전을 수행할 수 있게 된다. 전해질은, 양극(114)과 음극(116) 사이에서 이온이 이동될 수 있게 양극(114)과 음극(116) 사이에 위치될 수 있다. 또한, 전해질은 분리막(115)의 표면과 기공에 위치할 수 있다. 예를 들면, 배터리 셀(110)이 리튬 이차 전지일 경우, 통상적으로 비수 전해액이 이용될 수 있다.

[0063] 한편, 모듈 하우징(120)은, 적어도 하나 이상의 배터리 셀(110)을 내부에 수용하도록 구성될 수 있다. 모듈 하우징(120)은, 내부가 비어 있는 직육면체의 외관을 가질 수 있다. 모듈 하우징(120)은, 배터리 셀(110)과 대면하는 일부분이 전기가 통하지 않는 비전도성 물질로 커버되거나 코팅될 수 있다. 모듈 하우징(120)은, 예를 들면, 금속 또는 플라스틱을 구비할 수 있다. 모듈 하우징(120)은, 예를 들면, 열전도성이 우수한 알루미늄 합금, 또는 스테인리스 강철을 구비할 수 있다. 예를 들면, 모듈 하우징(120)은, 전벽, 후벽, 좌측벽, 우측벽, 상벽, 및 하벽을 구비할 수 있다. 배터리 팩(100)은, 배터리 셀(110)을 둘 이상 포함할 수 있다. 예를 들면, 도 5에서와 같이, 전후 방향(Y축 방향)으로 적층된 15개의 배터리 셀(110)이 모듈 하우징(120)의 하벽 상에 탑재될 수 있다.

[0064] 또한, 가압부(130)는, 배터리 셀(110)의 충방전 시, 배터리 셀(110)의 부피 변화를 저지하게 탄력적으로 가압하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 배터리 팩(100)이 전후 방향(Y축 방향)으로 적층된 복수의 배터리 셀(110)을 구비할 경우, 복수의 가압부(130) 각각이 복수의 배터리 셀(110)의 전측과 후측 각각을 탄력적으로 가압할 수 있다. 여기서, '탄력적으로' 가압한다는 것은 가압부(130)의 탄성력을 이용해 배터리 셀(110)을 가압한다는 의미이다. 예를 들면, 가압부(130)는 배터리 셀(110)의 부피가 팽창되는 양이 커질수록 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 탄력적으로 증가될 수 있다. 반대로, 가압부(130)는 배터리 셀(110)의 부피가 줄어들수록 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 탄력적으로 감소될 수 있다.

[0065] 가압부(130)는, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량에 따라 적절한 크기의 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력을 가지도록 설정(구성)될 수 있다. 예를 들면, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량이 일정 함량 대비 상대적으로 클 경우, 배터리 팩(100)은, 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력을 크게 설정된 가압부(130)를 포함할 수 있다. 반대로, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량이 일정 함량 대비 상대적으로 작을 경우, 배터리 팩(100)은, 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력을 작게 설정된 가압부(130)를 포함할 수 있다.

[0066] 예를 들어, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량이 5 wt%인 경우, 배터리 셀(110)의 수축 팽창 시, 가압부(130)의 가압력이 250 kgf 내지 350 kgf일 수 있다. 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량이 20 wt%인 경우, 배터리 셀(110)의 수축 팽창 시, 가압부(130)의 가압력이 900 kgf 내지 1000 kgf일 수 있다. 즉, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량이 증가할수록 가압부(130)가 더 큰 가압력으로 설정될 수 있고, 반대로, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량이 감소할수록 가압부(130)가 더 작은 가압력으로 설정될 수 있다. 이는, 배터리 셀(110)의 음극활물질의 실리콘 산화물의 함량이 상대적으로 높은 경우, 충전 시 배터리 셀(110)의 팽창되는 부피 변화가 더 크게 일어나기 때문이다.

[0067] 또, 일 실시예에서, 충방전 사이클의 횟수가 증가할수록 가압부(130)가 가하는 가압력이 증가할 수 있다. 예를 들어, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량이 5 wt%인 경우 충방전 사이클이 0 내지 15회 (SoH가 높은 상태)에서 배터리 셀(110)을 가압하는 가압부(130)의 가압력을 0 kgf 내지 250 kgf로 설정할 수 있고, 충방전 사이클 70 내지 110회에서는 가압부(130)의 가압력을 100 kgf 내지 400 kgf로 설정할 수 있으며, 충방전 사이클 170 내지 200회에서는 가압부(130)의 가압력을 200 kgf 내지 500 kgf로 설정할 수 있다.

[0068] 본 개시의 이러한 구성에 의하면, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 배터리 셀(110)의 충방전 시, 배터리 셀(110)의 부피 변화를 저지하게 탄력적으로 가압하도록 구성되고, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량에 따라 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 설정된 가압부(130)를 포함함으로써, 배터리 셀(110)의 스웰링 특성에 맞게 스웰링 현상을 제어할 수 있다. 즉, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 배터리 셀(110)의 상기 음극활물질의 종류 및/또는 함량에 따라, 배터리 셀(110)의 충방전에 따라 부피 변화의 정도가 달라지는 것을 고려

하여 가압력이 설정되었다.

- [0069] 이에 따라, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 모듈 하우징(120)에 탑재된 배터리 셀(110)의 스웰링 현상을 효과적으로 제어하기 위해, 배터리 셀(110)의 상기 음극활물질로 구비된 실리콘 산화물의 함량을 고려하여 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 설정된 가압부(130)를 구비한다. 즉, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 불필요하게 과도한 힘으로 배터리 셀(110)을 가압하지 않을 수 있고, 반대로 스웰링 현상이 큰 경우 더 큰 가압력으로 설정된 가압부(130)를 사용해 배터리 셀(110) 내부에 발생하는 가스 발생량을 효과적으로 줄일 수 있다.
- [0070] 한편, 다시 도 1 내지 도 3을 참조하면, 일 실시예에서, 배터리 팩(100)은 양극(114), 음극(116) 및 양극(114)과 음극(116) 사이에 배치된 분리막(115)을 포함하는 배터리 셀(110)을 포함한다. 음극(116)은 실리콘 산화물을 포함하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 음극은 실리콘 산화물을 포함하는 음극활물질을 포함하도록 구성된다. 배터리 팩(100)은 배터리 셀(110)을 수용하는 모듈 하우징(120) 및 가압부(130)를 더 포함한다. 가압부(130)는 배터리 셀(110)의 스웰링 현상을 방지하도록 구성된다. 배터리 셀(110)의 스웰링 현상은 실리콘 산화물의 함량에 따라 상이할 수 있다. 예를 들어, 제1 배터리 셀(도시하지 않음)은 실리콘 산화물의 제1 함량을 갖는 제1 음극활물질을 포함하는 음극을 포함할 수 있다. 이 경우, 제1 배터리 셀을 포함하는 제1 배터리 팩(도시하지 않음)은 제1 팽창율을 갖는 제1 스웰링 현상이 발생할 수 있다. 또한, 제2 배터리 셀(도시하지 않음)은 실리콘 산화물의 제2 함량을 갖는 제2 음극활물질을 포함하는 음극을 포함할 수 있다. 이 경우, 제2 배터리 셀을 포함하는 제2 배터리 팩(도시하지 않음)은 제2 팽창율을 갖는 제2 스웰링 현상이 발생할 수 있다. 여기서, 제1 함량과 제2 함량은 상이하고, 제1 팽창율과 제2 팽창율은 상이하다. 제1 배터리 팩과 제2 배터리 팩에 서로 다른 스웰링 현상이 발생하므로, 제1 배터리 팩과 제2 배터리 팩은 상이한 가압부(도시하지 않음)를 포함할 수 있다. 즉, 제1 배터리 팩과 제2 배터리 팩은 각각 제1 가압부, 제2 가압부를 포함할 수 있다. 제1 가압부는 제1 가압력을 가지고 제1 배터리 셀을 가압하도록 구성된다. 제2 가압부는 제2 가압력을 가지고 제2 배터리 셀을 가압하도록 구성된다.
- [0071] 따라서, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 실리콘 산화물의 함량을 고려하여, 구비된 배터리 셀(110)의 스웰링 현상을 효과적으로 제어할 수 있어, 배터리 팩(100)의 수명과 안정성을 높일 수 있다.
- [0072] 상기 실리콘 산화물의 함량은 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 5wt% 내지 20wt%일 수 있다. 상기 실리콘 산화물의 함량이 5wt% 미만인 경우, 실리콘 산화물의 함량이 나머지 상기 음극활물질에 비해 지나치게 낮아, 단위 상기 음극활물질 합제량 당의 충전 용량이 감소할 우려가 있다. 또한, 상기 실리콘 산화물의 함량이 20wt% 초과한 경우, 상기 실리콘 산화물의 함량이 나머지 상기 음극활물질에 비해 지나치게 높아, 충방전에 의한 체적 변화가 큰 상기 실리콘 산화물의 함량이 높아짐에 따라 음극의 팽창 및 수축이 커지고, 그 결과로, 상기 실리콘 산화물계 상기 음극활물질과 흑연계 음극활물질의 전기적 접촉이 부족해져 사이클 특성이 저하될 우려가 있다.
- [0073] 따라서, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)은, 상기 실리콘 산화물의 함량이 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 5wt% 내지 20wt%이므로, 배터리 팩(100)의 탑재된 배터리 셀(110)의 적정 수준의 에너지 밀도를 가지면서도, 배터리 셀(110)의 제어 가능한 적정 수준으로 팽창 및 수축이 일어날 수 있는 바, 배터리 셀(110)의 스웰링 현상을 제어하는 것이 용이할 수 있다.
- [0074] 한편, 다시 도 5를 참조하면, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)의 가압부(130)는 탄성 부재(131)를 구비할 수 있다. 탄성 부재(131)는 배터리 셀(110)이 부피 팽창하는 방향(B)의 반대 방향(F)으로 가압하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 탄성 부재(131)는, 소정의 탄성을 가진 용수철일 수 있다. 탄성 부재(131)의 탄성력이 발휘되는 방향의 일단은, 모듈 하우징(120)의 내면을 지지하도록 구성될 수 있다. 탄성 부재(131)의 탄성력이 발휘되는 방향의 타단은, 배터리 셀(110)의 일측을 지지하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 도 5에 도시된 바와 같이, 배터리 팩(100)은, 모듈 하우징(120)의 내부에 복수의 탄성 부재(131)를 구비할 수 있다. 복수의 탄성 부재(131)는 배터리 셀(110)을 중심으로 좌측 및 우측 각각에 구비될 수 있다. 복수의 탄성 부재(131) 각각은, 배터리 셀(110)의 충방전에 따른 팽창 및 수축에 따라 길이가 수축과 팽창하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 탄성 부재(131)는, 배터리 셀(110)의 팽창 시, 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 커지도록 구성될 수 있다. 반대로, 탄성 부재(131)는, 배터리 셀(110)의 수축 시, 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 줄어들도록 구성될 수 있다.
- [0075] 도 6은, 본 개시의 다른 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)의 모습을 개략적으로 나타낸 수직 단면도이다.
- [0076] 도 6을 참조하면, 본 개시의 다른 일 실시예에 따른 도 6의 배터리 팩(100)은, 도 5의 배터리 팩(100)과 비교할 경우, 완충 패드(140)를 더 포함할 수 있다. 완충 패드(140)는, 예를 들면, 실리콘 패드 또는 스펀지일 수 있



다. 그러나, 완충 패드(140)가 반드시 이러한 형태로만 한정되는 것은 아니고, 배터리 셀(110)의 충방전에 따른 팽창과 수축에 따라 수축과 팽창할 수 있는 소재를 구비한 것이라면 적용 가능하다.

- [0077] 완충 패드(140)는, 둘 이상의 배터리 셀(110) 사이에 개재될 수 있다. 예를 들면, 도 6에서 도시된 바와 같이, 15개의 배터리 셀(110) 사이 사이에 완충 패드(140)가 개재될 수 있다.
- [0078] 따라서, 본 개시의 이러한 구성에 의하면, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 둘 이상의 배터리 셀(110) 사이에 개재되며 배터리 셀(110)의 부피 팽창을 완충하도록 구성된 완충 패드(140)를 더 포함함으로써, 둘 이상의 배터리 셀(110) 각각의 충방전시 발생하는 부피 팽창을 고려하여 둘 이상의 배터리 셀(110)은 서로 이격된 배치가 필요한 바, 모듈 하우징(120) 내에서 둘 이상의 배터리 셀(110)을 소정 간격으로 이격 배치하는 것이 용이해지고, 이렇게 이격된 상태에서 배터리 팩(100) 사용 중에 둘 이상의 배터리 셀(110)의 배열이 흐트러지는 것을 방지하며, 완충 패드(140)가 배터리 셀(110)의 팽창력을 분산시켜 배터리 셀(110)의 일부분에 압력이 집중되는 방지하는 역할을 수행할 수 있다.
- [0079] 도 7은, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)의 모습을 개략적으로 나타낸 개념도이다. 그리고, 도 8은, 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)의 모습을 개략적으로 나타낸 수직 단면도이다.
- [0080] 다시 도 1 및 도 5와 함께 도 7 및 도 8을 참고하면, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)은, 배터리 관리 시스템(Battery Management System, BMS)(150)을 더 포함할 수 있다. 배터리 관리 시스템(150)은, 가압부(130)의 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력을 증대시키거나, 또는 가압력을 감소시키도록 제어할 수 있다. 예를 들면, 배터리 관리 시스템(150)은, 배터리 셀(110)의 상태를 감지하도록 구성된 센서부(151)를 구비할 수 있다. 이때, 센서부(151)는, 전압 센서(151v), 전류 센서(151a) 및 온도 센서(151t) 중 어느 하나 이상을 구비할 수 있다. 전압 센서(151v) 및 전류 센서(151a)는 배터리 셀(110)과 전기적으로 연결될 수 있다. 온도 센서(151t)는 모듈 하우징(120)의 내부에 위치될 수 있다. 예를 들면, 전압 센서(151v) 및 전류 센서(151a)는 배터리 관리 시스템(150)의 내장될 수 있다. 예를 들면, 배터리 관리 시스템(150)은, 전류 센서(151a), 전압 센서(151v), 및 온도 센서(151t)를 이용해, 배터리 셀(110)의 온도, 전압, 및 전류를 측정할 수 있다.
- [0081] 상기 배터리 관리 시스템(150)은, 배터리 셀(110)에 관한 정보를 획득하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 배터리 관리 시스템(150)은 배터리 셀(110)의 SoH(state of health), 충방전 사이클, 및 부피 팽창 계수 중 적어도 어느 하나의 상태 정보를 획득하도록 구성될 수 있다. 그러나, 배터리 셀(110)에 관한 정보는 이에 제한되는 것은 아니다. 여기서, 'SoH'는 열화 상태를 나타내는 배터리 셀(110)의 건강도일 수 있다. 환언하면, SoH는 배터리 용량 유지율(capacity retention)이라고 할 수 있다. 여기서, '충방전 사이클'은, 배터리 셀(110)의 소정 용량까지 충전하고 소정 용량까지 방전한 것을 의미한다. 여기서, '부피 팽창 계수'는, 배터리 셀(110)의 충전 상태와 방전 상태의 부피 변화율을 의미한다.
- [0082] 예를 들면, 배터리 관리 시스템(150)은, 측정된 배터리 셀(110)의 온도, 전압, 및 전류를 통해 SoC(State of Charge)를 공지 기술의 기술을 사용해 산출할 수 있다. 일 실시예에서, 배터리 관리 시스템(150)은, 하기 수식을 사용해 상기 SoH를 산출할 수 있다.
- [0083] 수식: 실측 용량 = 실측 누적전류 / SoC 변화량
- [0084] 수식을 이용하여 실측 용량을 산출하고, 산출된 실측 용량을 사용해, SoH 값을 계산하는 과정을 예를 들어 설명하면, 예를 들어 배터리의 초기 용량은 50Ah이고, 충전하기 전 대기 중 SoC는 20%이며, 충전 종료 후 대기 중 SoC는 70%이고, 소정 주기 동안 실측된 누적전류는 20Ah인 경우, 실측 용량은, 실측된 누적 전류를 SoC 변화량으로 나눠서 산출할 수 있다. 즉, 실측 용량은  $20\text{Ah} \times 100 \div (70\% - 20\%) = 40\text{Ah}$ 이고, 실측 SoH는  $(40\text{Ah} \div 50\text{Ah}) \times 100 = 80\%$ 로 산출된다. 따라서, 이 경우, SoH 값은 80%로 산출된다.
- [0085] 또한, 배터리 관리 시스템(150)은, 획득된 배터리 셀(110)의 SoH에 기초하여 가압부(130)의 가압력을 증대시키거나, 또는 가압부(130)의 가압력을 감소시키도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 배터리 관리 시스템(150)은 획득된 SoH가 작을수록 가압부(130)의 가압력을 증대시킬 수 있다. 반대로, 배터리 관리 시스템(150)은, 획득된 SoH가 클수록 가압부(130)의 가압력을 감소시킬 수 있다.
- [0086] 그러나, 배터리 관리 시스템(150)이 가압부(130)의 가압력을 변경하기 위해 고려해야하는 요소를 SoH로만 한정하는 것은 아니다. 예를 들면, 배터리 관리 시스템(150)은, 배터리 셀(110)의 충방전 사이클의 횟수, 및 배터리 셀(110)의 부피 팽창 계수 중 적어도 어느 하나를 더 고려할 수 있다.
- [0087] 예를 들면, 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량이 5 wt%인 경우, 배터리 관리 시스템(150)은,

충방전 사이클 0 내지 15회(SoH가 높은 상태)에서 배터리 셀(110)을 가압하는 가압부(130)의 가압력을 0 kgf 내지 250 kgf로 설정할 수 있고, 충방전 사이클 70 내지 110회에서는 가압부(130)의 가압력을 100 kgf 내지 400 kgf로 설정할 수 있으며, 충방전 사이클 170 내지 200회에서는 가압부(130)의 가압력을 200 kgf 내지 500 kgf로 설정할 수 있다. 예를 들면, 음극활물질의 전체 중량에 대해 실리콘 산화물의 함량이 20 wt%인 경우, 배터리 관리 시스템(150)은, SoH 또는 충방전 사이클의 횟수를 고려하여, 배터리 셀(110)을 가압하는 가압부(130)의 가압력을 0 내지 1000 kgf 범위로 설정할 수 있다.

[0088] 따라서, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 배터리 관리 시스템(150)이 획득된 배터리 셀(110)의 SoH, 충방전 사이클, 및 부피 팽창 계수 중 적어도 어느 하나의 상태 정보를 고려하여 가압부(130)의 가압력을 증대시키거나, 또는 가압력을 감소시키도록 구성됨으로써, 배터리 셀(110)의 SoH에 따른 배터리 셀(110)의 스웰링 현상을 효과적으로 제어할 수 있다. 즉, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 배터리 셀(110)의 SoH가 줄어들수록 배터리 셀(110)의 부피 팽창이 증가하는 경향을 가지므로, 배터리 관리 시스템(150)이 배터리 셀(110)의 부피 팽창 정도에 맞게 가압부(130)의 가압력을 증대시킬 수 있는 바, 배터리 셀(110)의 스웰링 현상을 효과적으로 억제시킬 수 있다. 이에 따라, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 배터리 셀(110)의 수명을 효과적으로 연장시킬 수 있다.

[0089] 한편, 다시, 도 7 및 도 8을 참조하면, 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)의 가압부(130)는, 도 5의 배터리 팩(100)과 비교할 경우, 실린더 축(132a)을 갖는 전동 실린더(132)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 탄성 부재(131)는, 실린더 축(132a)의 단부에 연결될 수 있다. 그리고, 탄성 부재(131)는, 예를 들면, 용수철일 수 있다. 여기서, 전동 실린더(132)는, 전동식 모터(도시하지 않음)을 구비할 수 있다.

[0090] 실린더 축(132a)은, 배터리 관리 시스템(150)에 의해, 탄성 부재(131)를 가압하도록 배터리 셀(110)을 향해 전진할 수 있다. 반대로, 실린더 축(132a)은, 배터리 관리 시스템(150)에 의해, 탄성 부재(131)에 대한 가압을 해제하도록 배터리 셀(110)을 향한 방향의 반대 방향으로 후진하도록 구성될 수 있다. 즉, 배터리 관리 시스템(150)의 제어에 의해, 실린더 축(132a)이 배터리 셀(110)을 향해 전진할 경우, 탄성 부재(131)가 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 증대될 수 있다. 반대로, 배터리 관리 시스템(150)의 제어에 의해, 실린더 축(132a)이 배터리 셀(110)을 향한 방향과 반대 방향(배터리 셀과 멀어지는 방향)으로 후진할 경우, 탄성 부재(131)가 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 줄어들 수 있다.

[0091] 따라서, 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)은, 배터리 관리 시스템(150)에 의해 제어되는 전동 실린더(132), 및 전동 실린더(132)의 실린더 축(132a)의 단부에 연결된 탄성 부재(131)를 포함함으로써, 배터리 관리 시스템(150)에 의해 탄성 부재(131)의 가압력을 제어하는 것이 가능할 수 있다. 이에 따라, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 배터리 셀(110)의 스웰링(팽창) 정도나, 배터리 셀(110)의 SoH를 고려하여 가압부(130)의 가압력을 적절하게 제어할 수 있다.

[0092] 한편, 도 7 및 도 8을 참조하면, 다른 일 실시예로, 센서부(151)는, 예를 들면, 압력 센서(151p)를 더 구비할 수 있다. 예를 들면, 도 8에서와 같이, 배터리 관리 시스템(150)은, 모듈 하우징(120) 내부에 설치된 압력 센서(151p)를 통해 배터리 셀(110)의 팽창 정도를 감지할 수 있다. 예를 들면, 도 8에서와 같이, 압력 센서(151p)는, 둘 이상의 배터리 셀(110)의 부피 팽창 시, 복수의 배터리 셀(110)의 적층 방향의 최외측에 배치된 배터리 셀(110)과 접촉할 수 있도록 모듈 하우징(120) 내부에 위치될 수 있다. 이때, 압력 센서(151p)는, 배터리 셀(110)의 접촉 여부를 알리는 신호를 배터리 관리 시스템(150)으로 유선 통신 또는 무선 통신을 통해 송신할 수 있다.

[0093] 한편, 다시 도 8을 참조하면, 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)은, 도 5의 배터리 팩(100)과 비교할 경우, 필름 형태의 압력 센서(151p)를 더 포함할 수 있다. 도 8의 배터리 팩(100)은, 온도 센서(151t), 압력 센서(151p), 및 전동 실린더(132)를 제외한 그 외 나머지 구성들이 도 5의 배터리 팩(100)과 동일할 수 있다.

[0094] 예를 들면, 압력 센서(151p)는 필름의 형태를 가질 수 있다. 이러한 필름 형태의 압력 센서(151p)는, 배터리 셀(110)과 탄성 부재(131) 사이에 개재될 수 있다. 압력 센서(151p)는 탄성 부재(131)에 의해 배터리 셀(110)에 가해지는 가압력을 센싱하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 압력 센서(151p)는, 센서에 가해지는 압력에 따라 전기를 발생시키는 압력 소자(Piezoelectric element)를 구비할 수 있다. 압력 센서(151p)는, 배터리 관리 시스템(150)로 감지된 압력에 대한 전기 신호를 송신할 수 있도록 배터리 관리 시스템(150)과 전선으로 연결될 수 있다.



- [0095] 배터리 관리 시스템(150)은, 압력 센서(151p)로부터 측정된 가압력에 따라 가압부(130)의 가압력을 증대시키거나, 또는 가압부(130)의 가압력을 감소시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 배터리 관리 시스템(150)은, 압력 센서(151p)로부터 측정된 압력 값을 기초로 하여, 가압부(130)가 배터리 셀(110)을 가압하는 적절한 가압력을 조절할 수 있다. 예를 들면, 배터리 관리 시스템(150)은, 전동 실린더(132)가 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력을 압력 센서(151p)를 통해 측정하고, 측정된 압력이 배터리 셀(110)의 스웰링 현상을 억제할 수 있는 소정의 가압력 보다 낮은 경우, 전동 실린더(132)의 실린더 축(132a)을 배터리 셀(110)을 향해 전진시킬 수 있다. 반대로, 배터리 관리 시스템(150)은, 측정된 압력이 배터리 셀(110)의 스웰링 현상을 억제할 수 있는 소정의 가압력 보다 큰 경우, 전동 실린더(132)의 실린더 축(132a)을 배터리 셀(110)과 멀어지는 방향으로 후진시킬 수 있다.
- [0096] 따라서, 본 개시의 이러한 구성에 의하면, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 탄성 부재(131)에 의해 배터리 셀(110)에 가해지는 가압력을 센싱하도록 구성된 압력 센서(151p)를 더 포함함으로써, 배터리 관리 시스템(150)의 제어에 의해 탄성 부재(131)가 배터리 셀(110)의 스웰링 현상을 효과적으로 억제할 수 있는 적정 범위의 가압력을 발휘할 수 있다. 이에 따라, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 배터리 셀(110)의 스웰링 현상으로 인한 고장 내지 사고를 미연에 방지하고, 배터리 팩(100)의 사용 수명을 효과적으로 증대시킬 수 있다.
- [0097] 도 9는, 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)의 모습을 개략적으로 나타낸 수직 단면도이다.
- [0098] 도 9를 참조하면, 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 배터리 팩(100)은, 도 8의 배터리 팩(100)과 비교할 경우, 모듈 하우징(120) 내에서 이동 가능하도록 구성된 이동 외벽(W)을 포함하고, 탄성 부재(131)의 위치가 다른 것에서 차이를 가질 수 있다. 도 9의 배터리 팩(100)의 그 외 나머지 구성들은, 도 8의 배터리 팩(100)과 동일할 수 있다.
- [0099] 이동 외벽(W)은 가압부(130)의 탄성 부재(131)를 지지하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 도 9를 참조하면, 이동 외벽(W)은 가압부(130)의 탄성 부재(131)의 일측(우측)을 지지하도록 구성될 수 있다. 이동 외벽(W)은 배터리 셀(110)을 향한 방향(배터리 셀이 위치한 방향) 또는 배터리 셀(110)을 향한 방향의 반대 방향으로 이동 가능하게 구성될 수 있다. 예를 들면, 도 9에 도시된 바와 같이, 이동 외벽(W)은, 모듈 하우징(120)의 일부 측벽(우측벽)일 수 있다. 이동 외벽(W)은, 모듈 하우징(120)의 배터리 셀(110)을 수용하는 내부 공간에서 이동 가능하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 도 9에 도시된 바와 같이, 이동 외벽(W)은, 모듈 하우징(120)의 내부 공간 내에서 배터리 셀(110)을 향해 이동 가능하도록 구성될 수 있다. 이동 외벽(W)은, 모듈 하우징(120)의 내부 공간 내에서 배터리 셀(110)과 멀어지는 방향으로 이동 가능하도록 구성될 수 있다.
- [0100] 가압부(130)는, 이동 외벽(W)을 이동시키도록 구성된 전동 실린더(132A)를 더 포함할 수 있다. 전동 실린더(132A)의 실린더 축(132a)은, 이동 외벽(W)과 연결될 수 있다. 전동 실린더(132A)는, 배터리 관리 시스템(150)의 제어에 의해 실린더 축(132a)을 전진시키거나 후진시킬 수 있다.
- [0101] 전동 실린더(132A)는 모듈 하우징(120) 외부에 위치할 수 있다. 예를 들면, 전동 실린더(132A)는, 모듈 하우징(120)의 좌측 또는 우측에 위치할 수 있다. 예를 들면, 도 9에서와 같이, 실린더 축(132a)과 반대되는 전동 실린더(132A)의 일측이 벽에 고정될 수 있다. 이때, 전동 실린더(132A)의 실린더 축(132a)은 모듈 하우징(120)의 이동 외벽(W)과 연결될 수 있다.
- [0102] 전동 실린더(132A)의 실린더 축(132a)은 이동 외벽(W)을 가압하여 이동 외벽(W)이 배터리 셀(110)을 향해 이동하도록 구성될 수 있다. 또는, 전동 실린더(132A)의 실린더 축(132a)은 이동 외벽(W)이 배터리 셀(110)을 향한 방향의 반대 방향으로 이동하도록 후진하도록 구성될 수 있다.
- [0103] 가압부(130)는, 배터리 셀(110)과 이동 외벽(W) 사이에 개재된 탄성 부재(131)를 더 포함할 수 있다. 탄성 부재(131)는, 이동 외벽(W)에 의해 가압될 수 있다. 예를 들면, 배터리 관리 시스템(150)의 제어에 의해 전동 실린더(132A)의 실린더 축(132a)이 배터리 셀(110)을 향해 전진할 경우, 이동 외벽(W)이 배터리 셀(110)을 향해 이동하게 되고, 탄성 부재(131)는 이동 외벽(W)의 이동에 의해 압축될 수 있다. 이에 따라, 탄성 부재(131)의 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 증대될 수 있다.
- [0104] 반대로, 배터리 관리 시스템(150)의 제어에 의해 전동 실린더(132A)의 실린더 축(132a)이 배터리 셀(110)과 멀어지는 방향으로 후진할 경우, 이동 외벽(W)이 배터리 셀(110)과 멀어지는 방향으로 이동하게 되고, 탄성 부재(131)는 이동 외벽(W)의 의한 압축량이 줄어들 수 있다. 이에 따라, 탄성 부재(131)의 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 감소할 수 있다.

- [0105] 따라서, 본 개시의 이러한 구성에 의하면, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 가압부(130)의 전동 실린더(132A)가 모듈 하우징(120) 외부에 위치함으로써, 도 8의 배터리 팩(100)과 같이 모듈 하우징(120) 내부에 전동 실린더(132)가 위치한 경우와 비교할 경우, 배터리 팩(100)의 배터리 셀(110)을 수용하는 내부 공간을 더 많이 확보할 수 있다. 이에 따라, 본 개시의 배터리 팩(100)은, 에너지 밀도를 효과적으로 높일 수 있다.
- [0106] 도 10은, 본 개시의 일 실시예에 따른 자동차(300)의 모습을 개략적으로 나타낸 모식도이다.
- [0107] 도 10을 참조하면, 본 개시의 일 실시예에 따른 자동차(300)는 배터리 팩(100)을 적어도 하나 포함한다. 본 개시의 자동차(300)는, 배터리 팩(100)을 상부에 탑재하도록 구성된 차체를 구비할 수 있다. 자동차(300)는 예를 들면, 하이브리드 자동차 또는 전기 자동차일 수 있다. 도 10은 자동차(300)를 예로 들었으나, 이러한 배터리 팩(100)을 사용하는 모든 장치는 본 개시의 실시예에 포함됨이 이해될 것이다.
- [0108] 한편, 다시 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 개시의 일 실시예에 따른 배터리 팩 제조방법은, 배터리 팩(100)을 제조하는 방법으로, 양극(114), 분리막(115), 및 적어도 일부 상기 실리콘 산화물을 갖는 상기 음극활물질을 포함하는 음극(116)을 구비하는 적어도 하나 이상의 배터리 셀(110)을 준비하는 단계를 포함한다.
- [0109] 본 개시의 배터리 팩 제조방법은, 모듈 하우징(120) 내부에 형성된 내부 공간에 적어도 하나 이상의 배터리 셀(110)을 수납하는 단계를 포함한다.
- [0110] 또한, 본 개시의 배터리 팩 제조방법은, 배터리 셀(110)의 충방전 시, 배터리 셀(110)의 부피 변화를 저지하게 배터리 셀(110)을 탄력적으로 가압하도록 구성되고, 상기 음극활물질의 전체 중량에 대한 상기 실리콘 산화물의 함량을 고려하여 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 설정된 가압부(130)를 설치하는 단계를 포함한다.
- [0111] 따라서, 본 개시의 이러한 구성에 의하면, 본 개시의 배터리 팩 제조방법은, 제조된 배터리 팩(100)이 음극(116)의 상기 음극활물질의 전체 중량에 대해 상기 실리콘 산화물의 함량에 따라 배터리 셀(110)을 가압하는 가압력이 설정된 가압부(130)를 포함함으로써, 배터리 셀(110)의 충방전 시 발생하는 스웰링 특성에 맞게 부피 팽창을 억제할 수 있는 바, 실리콘 산화물의 함량을 고려하지 않은 배터리 팩과 비교하여, 좀더 효과적으로 배터리 팩(100)의 수명과 안정성을 높일 수 있다.
- [0112] 이하, 시험예를 통해 음극활물질 중 실리콘 산화물의 함량에 따라 배터리 셀의 두께와 팽창력의 변화 양상을 설명하도록 한다.
- [0114] [실시예 1: 배터리 셀의 제조] ( $\text{SiO}_x$ 의 함량이 음극활물질 전체 중량의 5wt%)
- [0115] 양극활물질( $\text{NCMA}(\text{Li}[\text{Ni}, \text{Co}, \text{Mn}, \text{Al}]\text{O}_2)$ ), 도전재 (카본블랙), 및 바인더 (폴리비닐리덴플루오라이드: PVDF)를 용제인 N-메틸-2-피롤리돈 (NMP)에 첨가하여 양극활물질 슬러리를 제조하였다. 상기 양극활물질 슬러리를 두께가  $15\mu\text{m}$ 인 양극 집전체 (알루미늄 박막)에 도포 및 건조한 후, 롤 프레스(roll press)를 실시하여 양극을 제조하였다.
- [0116] 그래파이트(graphite), 함량이 음극활물질 전체 중량의 5wt%인 비정질의  $\text{SiO}_x(0 < x \leq 2)$ , 도전재(카본블랙), 및 바인더(폴리비닐리덴 플루오라이드, PVDF)를 용제인 NMP에 첨가한 후, 혼합하여 음극활물질 슬러리를 제조하였다. 상기 음극활물질 슬러리를 두께가  $10\mu\text{m}$ 인 음극 집전체 (구리 박막)에 도포 및 건조한 후, 롤 프레스를 실시하여 음극을 제조하였다.
- [0117] 상기 양극, 폴리프로필렌/폴리에틸렌/폴리프로필렌(PP/PE/PP)이 3층으로 이루어진 분리막, 및 음극을 적층하여 전극 조립체를 제조하였다. 준비된 전극 조립체를 파우치에 수납하고, 파우치의 수용 공간에 전극 조립체에 함침되도록 전해질을 주액한 다음 파우치를 밀봉하여 배터리 셀을 제조하였다. 이때, 전해액은 에틸렌카보네이트/디메틸카보네이트/에틸메틸카보네이트(EC/EMC/DEC의 혼합 부피비=3/4/3)로 이루어진 유기 용매에 1.15M 농도의 리튬헥사플루오로포스페이트( $\text{LiPF}_6$ )를 용해시켜 제조하였다.
- [0119] [실시예 2: 배터리 셀의 제조] ( $\text{SiO}_x$ 의 함량이 음극활물질 전체 중량의 10wt%)
- [0120] 양극활물질( $\text{NCMA}(\text{Li}[\text{Ni}, \text{Co}, \text{Mn}, \text{Al}]\text{O}_2)$ ), 도전재 (카본블랙), 및 바인더 (폴리비닐리덴플루오라이드: PVDF)를 용제인 N-메틸-2-피롤리돈 (NMP)에 첨가하여 양극활물질 슬러리를 제조하였다. 상기 양극활물질 슬러리를 두께

가 15 $\mu$ m인 양극 집전체 (알루미늄 박막)에 도포 및 건조한 후, 롤 프레스(roll press)를 실시하여 양극을 제조하였다.

[0121] 그라파이트(graphite), 함량이 음극활물질 전체 중량의 10wt%인 비정질의 SiO<sub>x</sub>(0 < x ≤ 2), 도전재(카본블랙), 및 바인더(폴리비닐리덴 플ورا이드, PVDF)를 용제인 NMP에 첨가한 후, 혼합하여 음극활물질 슬러리를 제조하였다. 상기 음극활물질 슬러리를 두께가 10 $\mu$ m인 음극 집전체 (구리 박막)에 도포 및 건조한 후, 롤 프레스를 실시하여 음극을 제조하였다.

[0122] 제조된 양극, 두께 14 $\mu$ m를 가진 다공성 폴리에틸렌으로 이루어진 분리막, 및 제조된 음극을 적층하여 전극 조립체를 제조하였다. 준비된 전극 조립체를 파우치에 수납하고, 파우치의 수용 공간에 전극 조립체에 함침되도록 전해질을 주입한 다음 파우치를 밀봉하여 배터리 셀을 제조하였다. 이때, 전해액은 에틸렌카보네이트/디메틸카보네이트/에틸메틸카보네이트(EC/EMC/DEC의 혼합 부피비=3/4/3)로 이루어진 유기 용매에 1.15M 농도의 리튬헥사플루오로포스페이트(LiPF<sub>6</sub>)를 용해시켜 제조하였다.

[0124] [시험예]

[0125] 실시예 1 및 실시예 2 각각의 리튬 이차전지를 고정 지그를 사용해 4Nm의 토크로 고정시키고, 45 $^{\circ}$ C 온도의 분위기에서 2.8V 내지 4.2V 구동전압 범위 내에서 충전 전류(0.33C) 및 방전 전류(0.33C)로 충방전 사이클(cycle)을 200회 실시하였다. 충방전 중 이차전지의 스웰링 현상에 따른 팽창력을 측정하기 위해 압력 측정 유닛으로 로드셀을 설치하였다.

[0126] 그리고, 리튬 이차전지의 200회의 충방전 사이클 동안 초기용량에 대한 방전용량의 비율인 사이클 용량 유지율(SoH에 해당함), 스웰링 현상에 따른 배터리 셀의 두께 변화량, 및 팽창력을 측정하고, 그 측정 결과를 도 11 내지 도 14에 나타냈다.

[0128] 시험 결과, 실시예 1의 200회차에서, 충방전 사이클의 두께 변위는 0.31 mm에서 0.15 mm로 변화되고, 용량 유지율은 91.2%이며, 팽창력의 범위는 498 kgf에서 233 kgf로 변화되었다. 실시예 2의 200회차에서, 충방전 사이클의 두께 변위는 0.36 mm에서 0.15 mm로 변화되고, 용량 유지율은, 91.3%이며, 팽창력의 범위는 530 kgf에서 210 kgf로 변화되었다.

[0129] 실리콘 산화물의 함량이 5 wt%인 실시예 1과 비교할 경우, 실리콘 산화물의 함량이 10 wt%인 실시예 2는, 200회차 사이클의 충전 상태 기준으로 배터리 셀의 두께 변화가 약 16% 더 컸고, 팽창력은 약 6.42% 더 큰 것을 알 수 있다. 즉, 시험 결과를 통해 음극활물질 중 실리콘 산화물의 함량이 증가할 경우, 충전 시 배터리 셀의 두께 변화와 팽창력이 더 큰 것을 확인하였다.

[0130] 또한, 본 개시의 배터리 팩은, 시험예의 결과와 같이, 음극활물질의 실리콘 산화물의 함량에 따른 배터리 셀의 팽창력의 변화 양상을 고려하여, 상기 팽창력과 대응되는 가압부의 가압력을 설정할 수 있다.

[0132] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0133] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

### 부호의 설명

- [0134] 100: 배터리 팩 110: 배터리 셀  
 111: 셀 케이스 112: 전극 조립체  
 113, 113a, 113b: 전극 탭, 양극 탭, 음극 탭

114, 115, 116: 양극, 분리막, 음극

117: 전극 리드 118: 절연 필름

120: 모듈 하우징 130: 가압부

131: 탄성 부재

132: 전동 실린더 132a: 실린더 축

140: 완충 패드

150: 배터리 관리 시스템

151: 센서부

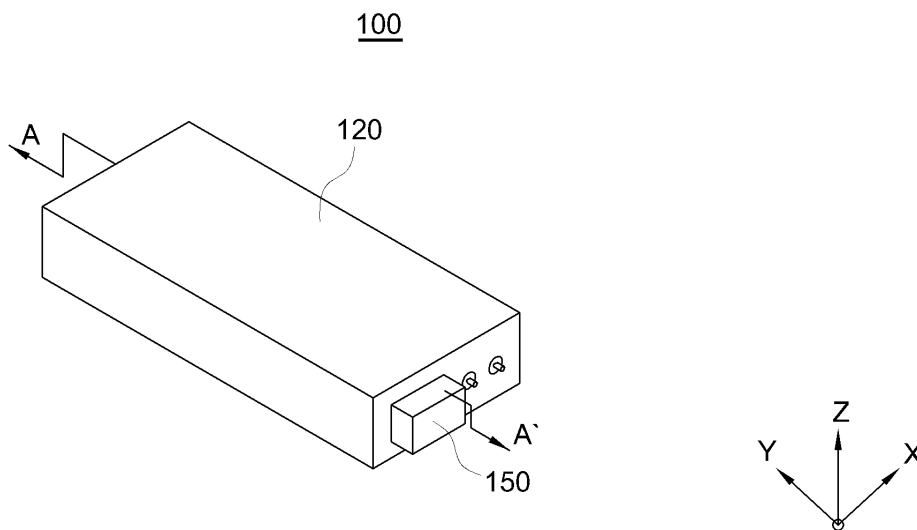
151p 151t, 151a, 151v: 압력 센서, 온도 센서, 전류 센서, 전압 센서

W: 이동 외벽

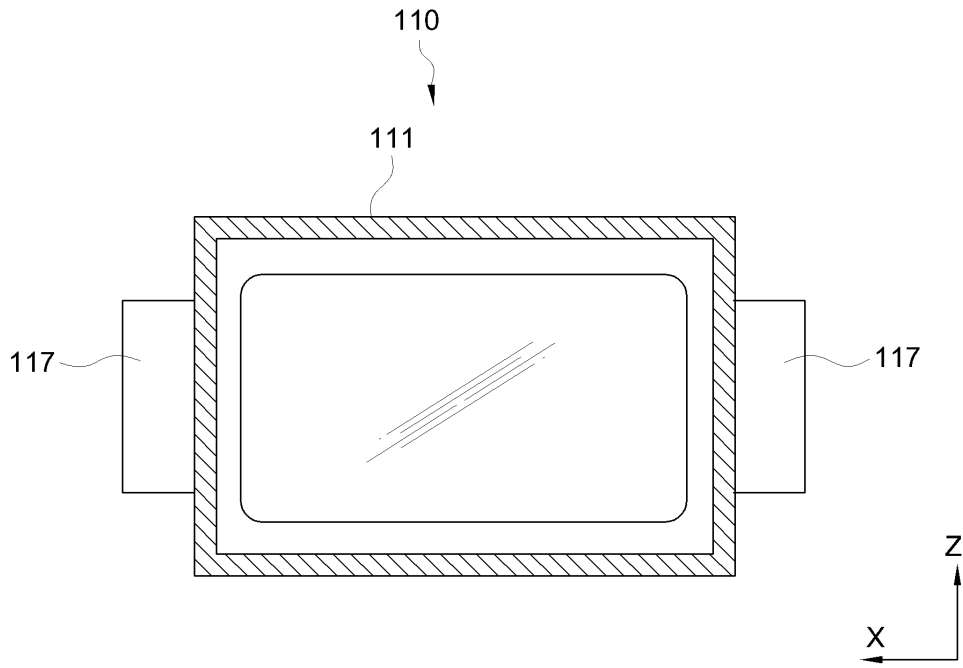
300: 자동차

### 도면

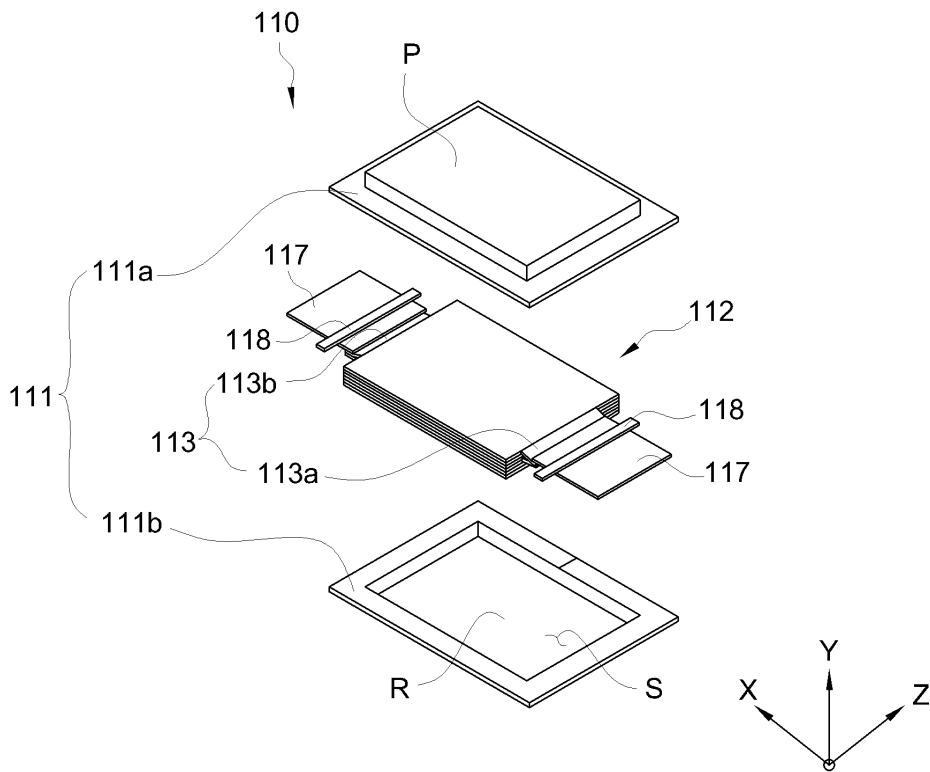
#### 도면1



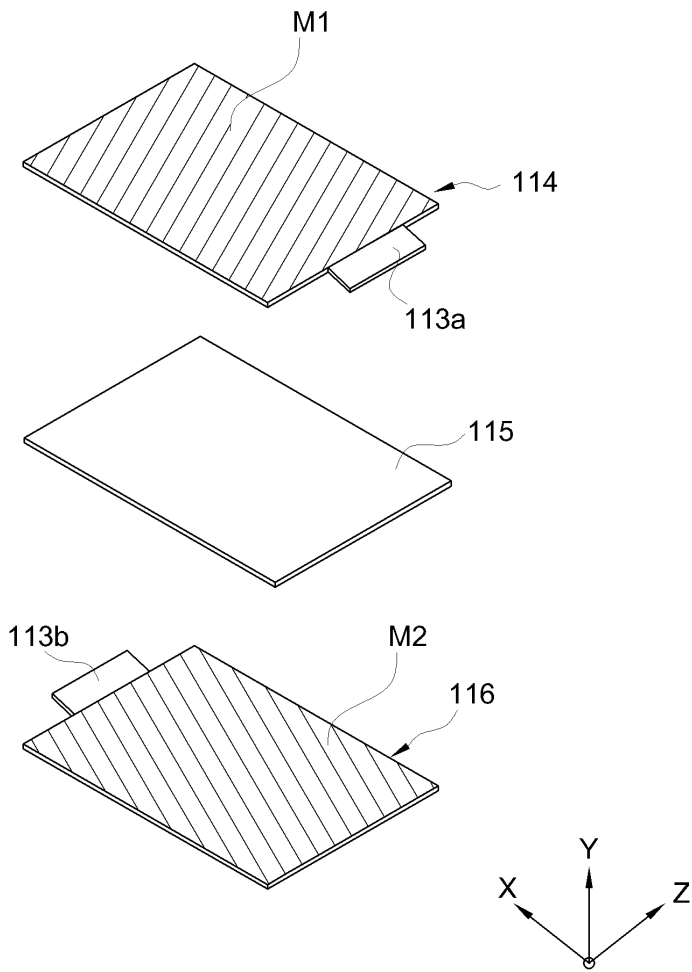
도면2



도면3

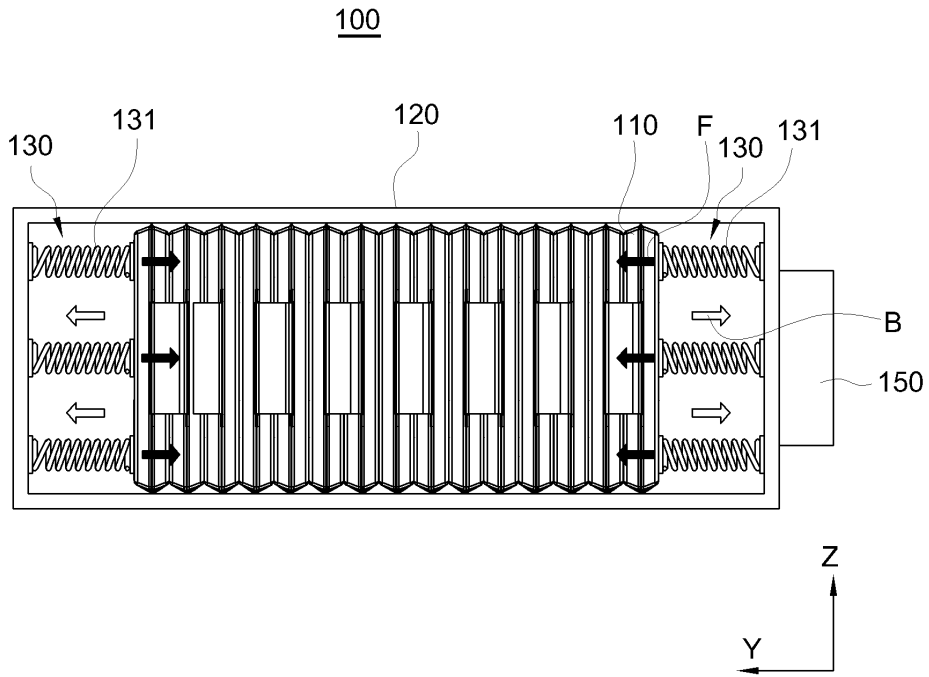


도면4

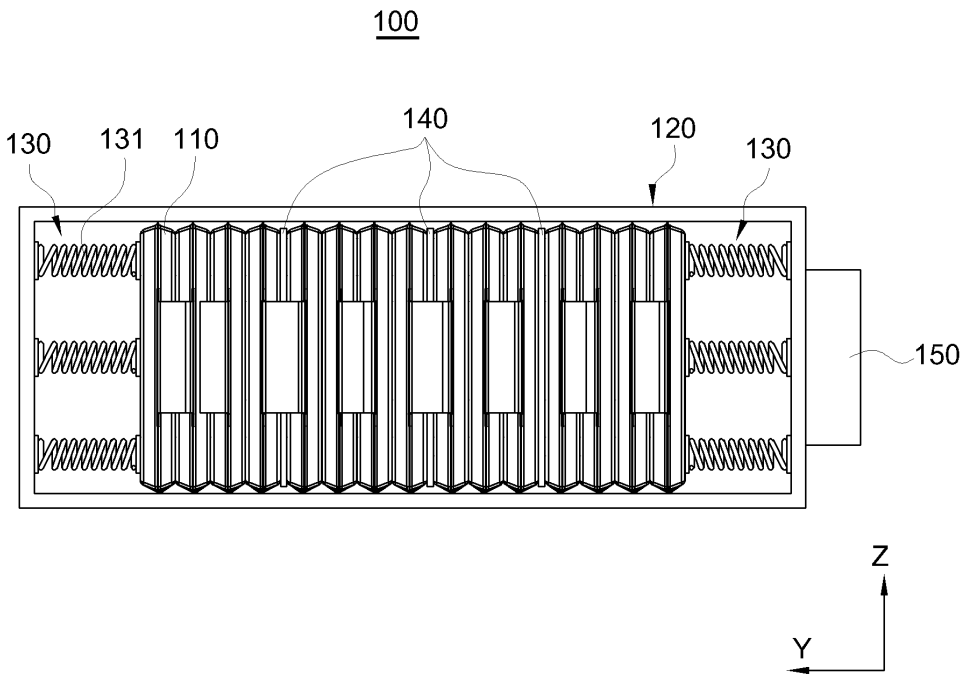




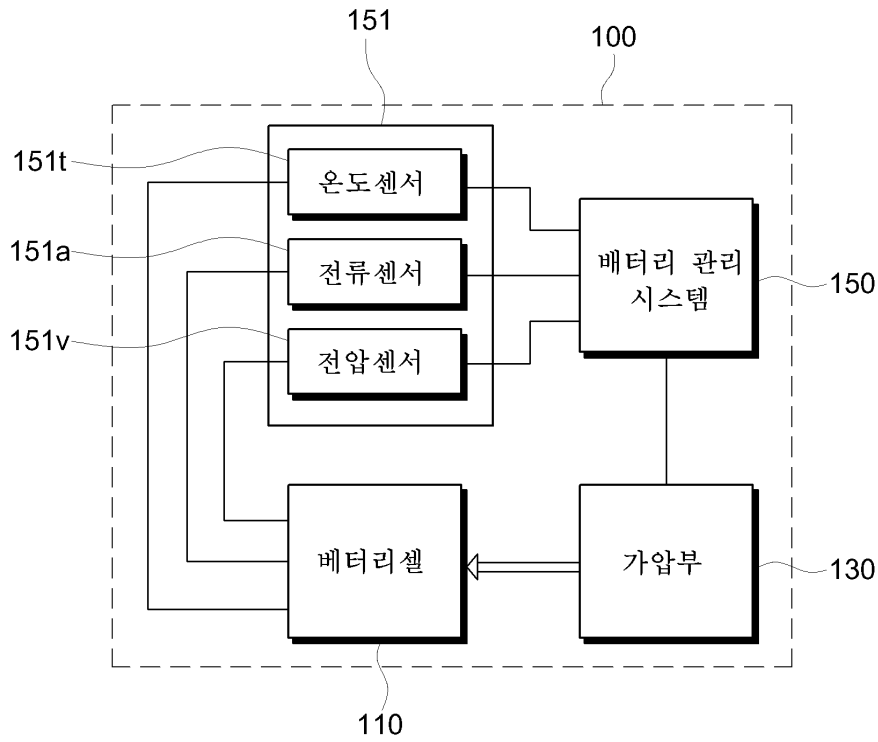
도면5



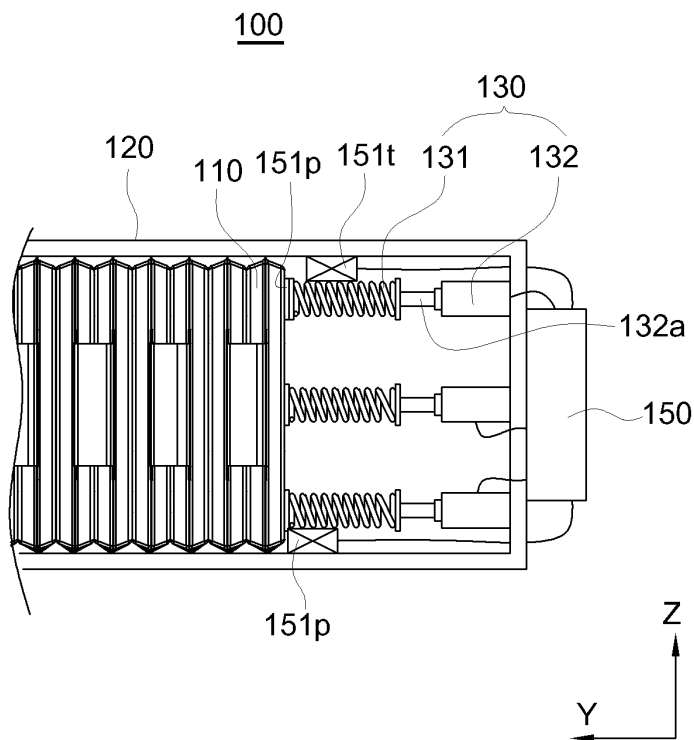
도면6



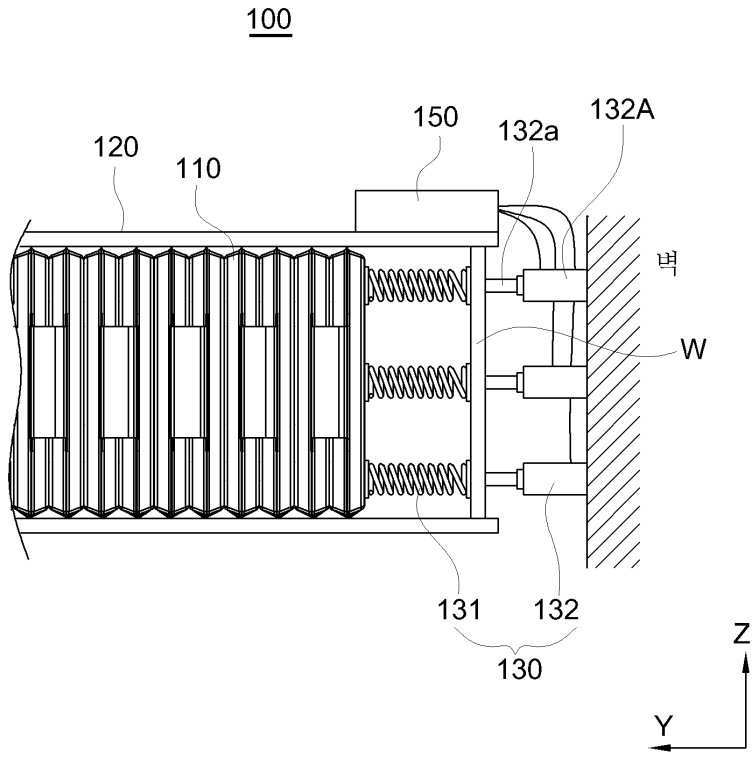
도면7



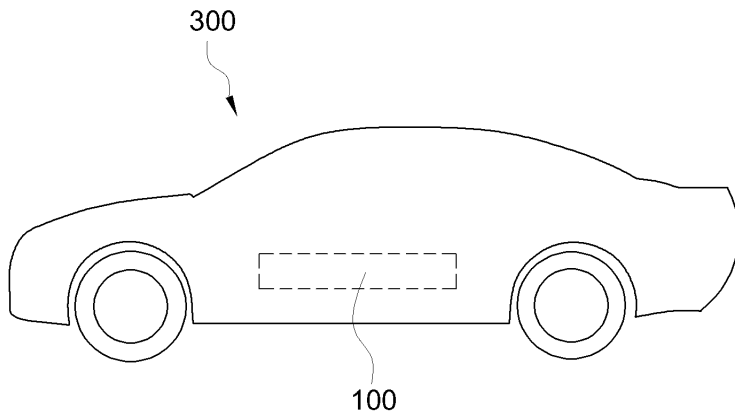
도면8



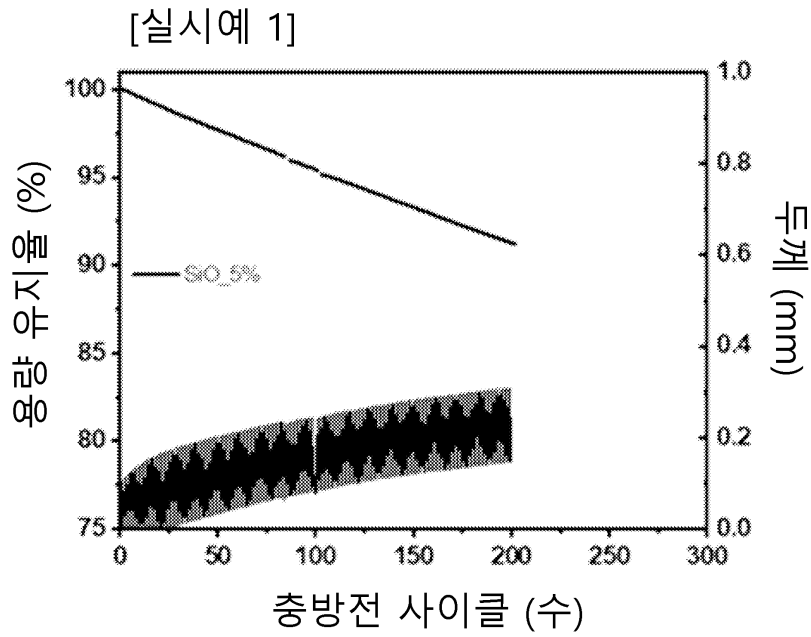
도면9



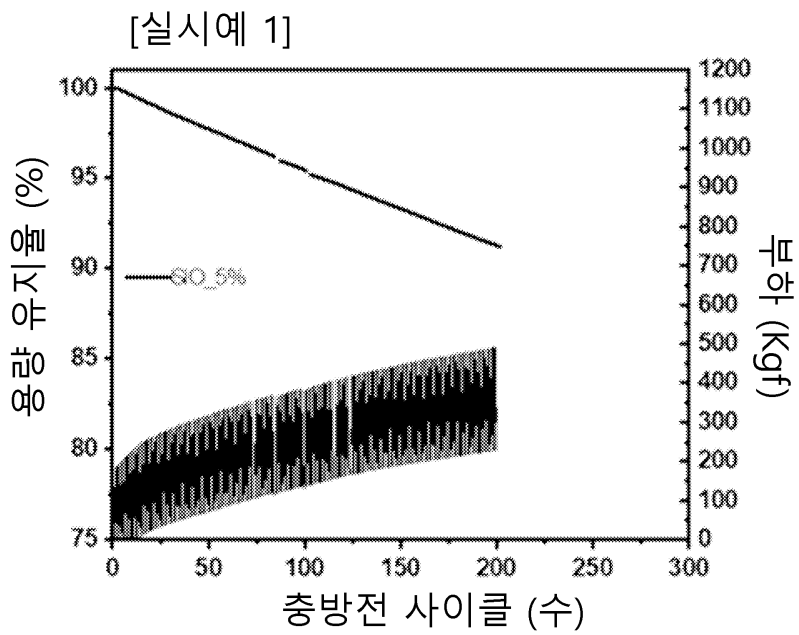
도면10



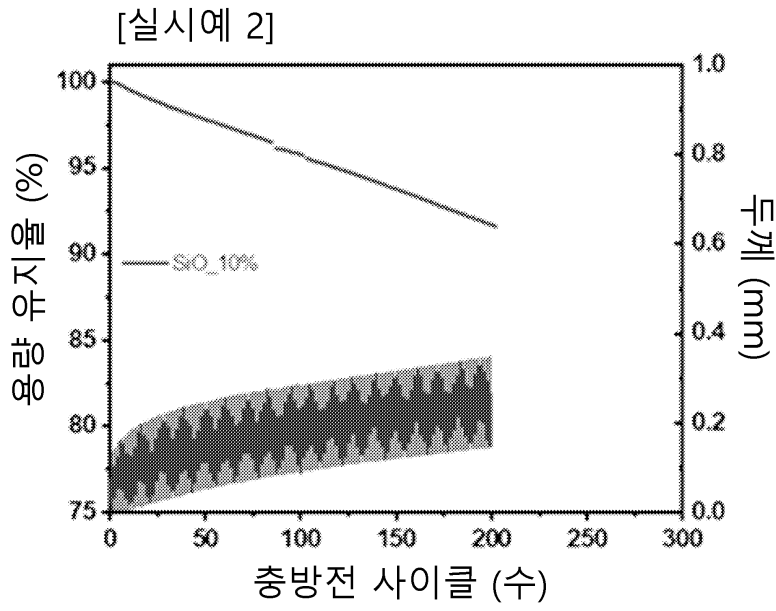
도면11



도면12



도면13



도면14

