



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월25일
(11) 등록번호 10-2800768
(24) 등록일자 2025년04월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 7/00 (2006.01) H01M 10/052 (2010.01)
H01M 10/42 (2014.01) H01M 10/44 (2006.01)
H01M 10/48 (2021.01)
(52) CPC특허분류
H02J 7/0019 (2023.08)
H01M 10/052 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7005637
(22) 출원일자(국제) 2019년07월31일
심사청구일자 2022년06월23일
(85) 번역문제출일자 2021년02월24일
(65) 공개번호 10-2021-0037700
(43) 공개일자 2021년04월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2019/044330
(87) 국제공개번호 WO 2020/028485
국제공개일자 2020년02월06일
(30) 우선권주장
62/712,761 2018년07월31일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2012156025 A*
KR1020000012125 A*
US20100285339 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
시온 파워 코퍼레이션
미국 아리조나주 85756 텍슨 엘비라 로드 2900
이.
(72) 발명자
미카일릭 유리 브이
미국 애리조나주 85748 텍슨 노스 프로몬토리 드
라이브 840
함블린 글렌 에이
미국 애리조나주 85735 텍슨 웨스트 스카이 블루
드라이브 9691
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 43 항

심사관 : 이남수

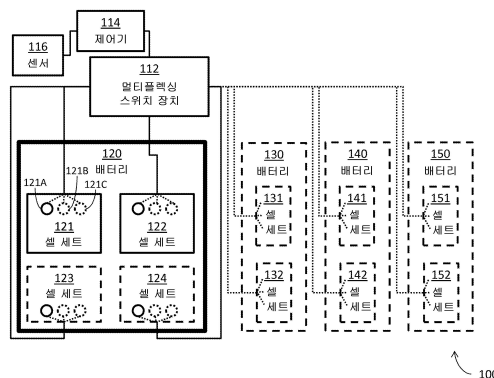
(54) 발명의 명칭 멀티플렉스 충전 방전 배터리 관리 시스템

(57) 요약

배터리 관리 시스템은 2개 이상의 셀 세트를 포함하는 적어도 하나의 배터리 - 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함함 - 와, 각각의 셀 세트에 연결된 멀티플렉싱 스위치 장치와, 적어도 하나의 기준에 기초하여 셀 세트를 선택적으로 방전하는 데 상기 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하도록 구성된 적어도 하나의 제어기를 포함한다.

(뒷면에 계속)

대표도



배터리 팩은 2개 이상의 셀 세트를 포함하는 적어도 하나의 배터리 - 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함함 - 와, 각각의 셀 세트에 연결된 적어도 하나의 스위치를 포함하는 통합 스위칭 제어 시스템을 포함하되, 통합 스위칭 제어 시스템은 적어도 하나의 기준에 기초하여 셀 세트를 순차적으로 또는 선택적으로 방전하기 위해 적어도 하나의 스위치를 제어하도록 구성된다. 배터리 관리 방법 또는 배터리 팩 제어 방법.

(52) CPC특허분류

H01M 10/425 (2013.01)

H01M 10/441 (2013.01)

H01M 10/443 (2013.01)

H01M 10/445 (2013.01)

H01M 10/482 (2023.08)

H01M 10/486 (2023.08)

H02J 7/0047 (2023.08)

H02J 7/0063 (2023.08)

H02J 7/0069 (2020.01)

(72) 발명자

스코딜리스-켈리 카리클레어

미국 애리조나주 85748 턱슨 이스트 와일드파이어
드라이브 10541

코페라 존 제이 씨

미국 애리조나주 85641 베일 이스트 카우에 아가시
즈 3445

명세서

청구범위

청구항 1

배터리 관리 시스템으로서,
2개 이상의 셀 세트들을 포함하는 적어도 하나의 배터리 - 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함함 - 와,
각각의 셀 세트에 연결된 멀티플렉싱 스위치 장치와,
적어도 하나의 기준에 기초하여 상기 셀 세트들을 선택적으로 방전하기 위해 상기 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하도록 구성된 적어도 하나의 제어기를 포함하고,
상기 적어도 하나의 제어기는 상기 셀 세트들을 충전하는 제2 속도보다 적어도 2배 높은 제1 속도로 상기 셀 세트들을 선택적으로 방전하기 위해 상기 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하도록 구성되는
배터리 관리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 제1 속도는 상기 제2 속도보다 4배 높은
배터리 관리 시스템.

청구항 3

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,
각각의 셀 세트는 단일 셀을 포함하는
배터리 관리 시스템.

청구항 4

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 제어기는 상기 셀 세트들의 방전을 일시적으로 중첩시키도록 구성되는
배터리 관리 시스템.

청구항 5

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 제어기는 상이한 세트들 사이의 스위칭 동안 상기 셀 세트들로부터 전력을 계속 제공하도록 구성되는
배터리 관리 시스템.

청구항 6

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준은 상기 셀 세트들을 방전하는 순서를 포함하는
배터리 관리 시스템.

청구항 7

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준은,
부하와 상기 부하에 현재 연결된 셀 세트 사이의 연결 지속기간,
상기 연결에서 전달된 방전 용량, 및
하나 이상의 파라미터를 갖는 함수의 값
중 적어도 하나를 포함하는
배터리 관리 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 하나 이상의 파라미터는,
상기 부하와 상기 셀 세트 사이의 여러 연결을 통해 축적된 용량,
상기 연결에서 전달된 방전 용량,
상기 셀 세트의 전류,
상기 셀 세트 및 적어도 하나의 다른 셀 세트 중 적어도 하나의 전압,
상기 셀 세트의 차단 방전 전압,
상기 셀 세트의 전력,
상기 셀 세트의 에너지,
상기 셀 세트의 충전 또는 방전 사이클의 수,
상기 셀 세트의 임피던스,
상기 연결 동안 상기 셀 세트의 전압 페이딩 속도,
상기 셀 세트의 온도, 및
상기 셀 세트의 압력
중 적어도 하나를 포함하는
배터리 관리 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준 및 상기 하나 이상의 파라미터 중 적어도 하나를 측정하는 적어도 하나의 센서를 더
포함하는

배터리 관리 시스템.

청구항 10

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 제어기는 적어도 하나의 프로세서를 포함하는
배터리 관리 시스템.

청구항 11

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 배터리는 적어도 하나의 리튬-금속 배터리를 포함하는
배터리 관리 시스템.

청구항 12

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 제어기는 부하에 의해 이용되는 토폴로지 내의 상기 부하에 상기 셀 세트들을 연결하기 위
해 상기 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하도록 구성되는
배터리 관리 시스템.

청구항 13

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,
각각의 셀은 동일한 전기화학을 이용하는
배터리 관리 시스템.

청구항 14

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준은 상기 셀 세트의 이전 방전 사이클의 수를 포함하지 않는
배터리 관리 시스템.

청구항 15

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,
부하와 상기 부하에 현재 연결된 셀 세트 사이의 연결 지속기간이 적어도 0.01초인
배터리 관리 시스템.

청구항 16

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제어기는 다른 셀 세트들이 방전되고 있지 않은 동안 방전시킬 단일 셀 세트를 격리하기 위해 상기 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하도록 구성되는

배터리 관리 시스템.

청구항 17

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제어기는 상기 셀 세트들을 병렬로 충전하는 데 상기 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하도록 구성되는

배터리 관리 시스템.

청구항 18

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제어기는 다른 셀들이 방전되고 있지 않은 동안 방전시킬 단일 셀을 격리하기 위해 상기 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하도록 구성되는

배터리 관리 시스템.

청구항 19

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,

주어진 사이클 동안, 각각의 셀은 임의의 셀이 두 번 방전되기 전에 한 번 방전되는

배터리 관리 시스템.

청구항 20

배터리 팩으로서,

2개 이상의 셀 세트들을 포함하는 적어도 하나의 배터리 - 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함함 - 와,

각각의 셀 세트에 연결된 적어도 하나의 스위치를 포함하는 통합 스위칭 제어 시스템을 포함하되,

상기 통합 스위칭 제어 시스템은 상기 셀 세트들을 순차적으로 방전하기 위해 상기 적어도 하나의 스위치를 제어하도록 구성되고,

상기 통합 스위칭 제어 시스템은 상기 셀 세트들을 충전하는 제2 속도보다 적어도 2배 높은 제1 속도로 상기 셀 세트들을 선택적으로 방전하기 위해 상기 적어도 하나의 스위치를 제어하도록 구성되는,

배터리 팩.

청구항 21

배터리 팩으로서,

2개 이상의 셀 세트들을 포함하는 적어도 하나의 배터리 - 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함함 - 와,

각각의 셀 세트에 연결된 적어도 하나의 스위치를 포함하는 통합 스위칭 제어 시스템을 포함하되,

상기 통합 스위칭 제어 시스템은,

부하와 상기 부하에 현재 연결된 셀 세트 사이의 연결 지속기간,

상기 연결에서 전달된 방전 용량, 및

하나 이상의 파라미터를 갖는 함수의 값

중 적어도 하나에 기초하여 상기 셀 세트들을 선택적으로 방전하기 위해 상기 적어도 하나의 스위치를 제어하도록 구성되고,

상기 통합 스위칭 제어 시스템은 상기 셀 세트들을 충전하는 제2 속도보다 적어도 2배 높은 제1 속도로 상기 셀 세트들을 선택적으로 방전하기 위해 상기 적어도 하나의 스위치를 제어하도록 구성되는,

배터리 팩.

청구항 22

제20항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

각각의 셀 세트는 단일 셀을 포함하는

배터리 팩.

청구항 23

제20항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 통합 스위칭 제어 시스템은 상기 셀 세트들의 방전을 일시적으로 중첩시키도록 상기 적어도 하나의 스위치를 제어하도록 구성되는

배터리 팩.

청구항 24

제20항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 통합 스위칭 제어 시스템은 상이한 세트들 사이의 스위칭 동안 상기 셀 세트들로부터 전력을 계속 제공하도록 상기 적어도 하나의 스위치를 제어하도록 구성되는

배터리 팩.

청구항 25

제20항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 배터리는 적어도 하나의 리튬-금속 배터리를 포함하는

배터리 팩.

청구항 26

배터리 관리 방법으로서,

적어도 하나의 배터리의 2개 이상의 셀 세트들에 연결되는 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하여 적어도 하나의 기준에 기초하여 각각의 셀 세트를 선택적으로 방전하고 상기 셀 세트들을 충전하는 제2 속도보다 적어도 2배

높은 제1 속도로 상기 셀 세트들을 선택적으로 방전하는 단계를 포함하되,
각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함하는
배터리 관리 방법.

청구항 27

제26항에 있어서,
상기 제1 속도는 상기 제2 속도보다 4배 높은
배터리 관리 방법.

청구항 28

제26항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,
각각의 셀 세트는 단일 셀을 포함하는
배터리 관리 방법.

청구항 29

제26항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 셀 세트들의 방전을 일시적으로 중첩시키는 단계를 더 포함하는
배터리 관리 방법.

청구항 30

제26항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,
상기한 세트들 사이의 스위칭 동안 상기 셀 세트들로부터 전력을 계속 제공하는 단계를 더 포함하는
배터리 관리 방법.

청구항 31

제26항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준은 부하와 상기 부하에 현재 연결된 셀 세트 사이의 연결 지속기간을 포함하는
배터리 관리 방법.

청구항 32

제26항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 기준은 상기 연결에서 전달된 방전 용량을 포함하는
배터리 관리 방법.

청구항 33

제26항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 배터리는 적어도 하나의 리튬-금속 배터리를 포함하는
배터리 관리 방법.

청구항 34

제26항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 셀 세트들을 병렬로 충전하는 데 상기 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하는 단계를 더 포함하는
배터리 관리 방법.

청구항 35

제26항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,
주어진 사이클 동안, 각각의 셀은 임의의 셀이 두 번 방전되기 전에 한 번 방전되는
배터리 관리 방법.

청구항 36

배터리 팩 제어 방법으로서,
적어도 하나의 배터리의 2개 이상의 셀 세트들의 각각의 셀 세트에 연결되는 적어도 하나의 스위치를 포함하는
통합 스위칭 제어 시스템을 사용하여 상기 셀 세트들을 순차적으로 방전시키기 위해 상기 적어도 하나의 스위치
를 제어하는 단계를 포함하되,
각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함하고,
상기 통합 스위칭 제어 시스템은 상기 셀 세트들을 충전하는 제2 속도보다 적어도 2배 높은 제1 속도로 상기 셀
세트들을 선택적으로 방전하기 위해 상기 적어도 하나의 스위치를 제어하도록 구성되는
배터리 팩 제어 방법.

청구항 37

배터리 팩 제어 방법으로서,
적어도 하나의 배터리의 2개 이상의 셀 세트들의 각각의 셀 세트에 연결되는 적어도 하나의 스위치를 포함하는
통합 스위칭 제어 시스템을 사용하여,
부하와 상기 부하에 현재 연결된 셀 세트 사이의 연결 지속기간,
상기 연결에서 전달된 방전 용량, 및
하나 이상의 파라미터를 갖는 함수의 값
중 적어도 하나에 기초하여 상기 셀 세트들을 순차적으로 방전시키기 위해 상기 적어도 하나의 스위치를 제어하
는 단계를 포함하되,
각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함하고,
상기 통합 스위칭 제어 시스템은 상기 셀 세트들을 충전하는 제2 속도보다 적어도 2배 높은 제1 속도로 상기 셀

세트들을 선택적으로 방전하기 위해 상기 적어도 하나의 스위치를 제어하도록 구성되는 배터리 팩 제어 방법.

청구항 38

제36항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제1 속도는 상기 제2 속도보다 4배 높은
배터리 팩 제어 방법.

청구항 39

제36항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서,
각각의 셀 세트는 단일 셀을 포함하는
배터리 팩 제어 방법.

청구항 40

제36항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 셀 세트들의 방전을 일시적으로 중첩시키는 단계를 더 포함하는
배터리 팩 제어 방법.

청구항 41

제36항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서,
상기한 세트들 사이의 스위칭 동안 상기 셀 세트들로부터 전력을 계속 제공하는 단계를 더 포함하는
배터리 팩 제어 방법.

청구항 42

제36항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 배터리는 적어도 하나의 리튬-금속 배터리를 포함하는
배터리 팩 제어 방법.

청구항 43

제36항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서,
주어진 사이클 동안, 각각의 셀은 임의의 셀이 두 번 방전되기 전에 한 번 방전되는
배터리 팩 제어 방법.

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원

[0002] 이 출원은 35 U.S.C. § 119(e) 하에 "멀티플렉스 충전 방전 배터리 관리 시스템"이라는 명칭으로 2018년 7월 31일에 출원된 미국 가출원 제62/712,761호에 대한 우선권을 주장하며, 그 전체 내용은 모든 목적을 위해 본 명세서에 참조로 포함된다.

[0003] 기술 분야

[0004] 전기화학 셀의 충전/방전 관리 및 관련 시스템이 일반적으로 설명된다.

배경 기술

[0005] 통상적으로, 배터리는 차량과 같은 다양한 산업에서 연소 엔진과 같은 기존의 전원과 성공적으로 경쟁하지 못했다. 이 실패의 한 가지 이유는 배터리 사용자가 배터리가 통상적으로 제공해온 수명과 성능에 만족하지 못했기 때문이다.

발명의 내용

[0006] 본 발명의 몇몇 실시예는 배터리 관리 시스템에 관한 것으로, 이는 2개 이상의 셀 세트들을 포함하는 적어도 하

나의 배터리 - 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함함 - 와, 각각의 셀 세트에 연결된 멀티플렉싱 스위치 장치와, 적어도 하나의 기준에 기초하여 셀 세트들을 선택적으로 방전하는 데 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하도록 구성된 적어도 하나의 제어기를 포함한다.

[0007] 몇몇 다른 실시예는 배터리 팩에 관한 것으로, 이는 2개 이상의 셀 세트들을 포함하는 적어도 하나의 배터리 - 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함함 - 와, 각각의 셀 세트에 연결된 적어도 하나의 스위치를 포함하는 통합 스위칭 제어 시스템을 포함하되, 통합 스위칭 제어 시스템은 셀 세트들을 순차적으로 방전하기 위해 적어도 하나의 스위치를 제어하도록 구성된다.

[0008] 또 다른 실시예는 배터리 팩에 관한 것으로, 이는 2개 이상의 셀 세트들을 포함하는 적어도 하나의 배터리 - 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함함 - 와, 각각의 셀 세트에 연결된 적어도 하나의 스위치를 포함하는 통합 스위칭 제어 시스템을 포함하되, 통합 스위칭 제어 시스템은, 부하와 부하에 현재 연결된 셀 세트 사이의 연결 지속기간과, 연결에서 전달된 방전 용량과, 하나 이상의 파라미터를 갖는 함수의 값 중 적어도 하나에 기초하여 셀 세트들을 선택적으로 방전하기 위해 적어도 하나의 스위치를 제어하도록 구성된다.

[0009] 추가 실시예는 배터리 관리 방법에 관한 것이다. 방법은 적어도 하나의 배터리의 2개 이상의 셀 세트들에 연결되는 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하여 적어도 하나의 기준에 기초하여 각각의 셀 세트를 선택적으로 방전하는 단계를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함할 수 있다.

[0010] 추가 실시예는 배터리 팩 제어 방법에 관한 것이다. 방법은 적어도 하나의 배터리의 2개 이상의 셀 세트들의 각각의 셀 세트에 연결되는 적어도 하나의 스위치를 포함하는 통합 스위칭 제어 시스템을 사용하여 셀 세트들을 순차적으로 방전시키기 위해 적어도 하나의 스위치를 제어하는 단계를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함할 수 있다.

[0011] 몇몇 다른 실시예는 배터리 팩 제어 방법에 관한 것으로, 방법은 적어도 하나의 배터리의 2개 이상의 셀 세트들의 각각의 셀 세트에 연결되는 적어도 하나의 스위치를 포함하는 통합 스위칭 제어 시스템을 사용하여, 부하와 부하에 현재 연결된 셀 세트 사이의 연결 지속기간과, 연결에서 전달된 방전 용량과, 하나 이상의 파라미터를 갖는 함수의 값 중 적어도 하나에 기초하여 셀 세트들을 순차적으로 방전시키기 위해 적어도 하나의 스위치를 제어하는 단계를 포함하되, 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함한다.

[0012] 본 발명의 다른 장점 및 신규한 특징은 첨부 도면과 함께 고려될 때 본 발명의 다양한 비제한적인 실시예의 다음 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 본 명세서 및 참조로 포함된 문서가 상충 및/또는 불일치 개시를 포함하는 경우, 본 명세서가 우선한다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 발명의 비제한적인 실시예는 개략적이고 축척대로 그려지도록 의도되지 않는 첨부 도면을 참조하여 예로서 설명될 것이다. 도면에서, 도시된 각각의 동일하거나 거의 동일한 구성요소는 전형적으로 단일 숫자로 표시된다. 명료함을 위해, 모든 구성요소가 모든 도면에 라벨링되는 것은 아니며, 당업자가 본 발명을 이해하게 하기 위해 예시가 필요하지 않은 경우 본 발명의 각각의 실시예의 모든 구성요소가 도시되는 것도 아니다.

도면에서:

도 1은 몇몇 실시예에 따른, 대표적인 배터리 관리 시스템을 도시하는 블록도이다.

도 2는 몇몇 실시예에 따른, 대표적인 배터리 팩을 도시하는 블록도이다.

도 3a는 몇몇 실시예에 따른, 대표적인 배터리 관리 시스템을 도시하는 블록도이다.

도 3b는 몇몇 실시예에 따른, 대표적인 셀 세트 및 대응하는 구성요소를 도시하는 블록도이다.

도 3c는 몇몇 실시예에 따라, 하나 이상의 전기화학 셀에 이방성 힘을 인가하는 것을 도시하는 단면 개략도이다.

도 3d는 몇몇 실시예에 따른, 전기화학 셀의 단면 개략도이다.

도 4a는 몇몇 실시예에 따른, 배터리의 셀 세트를 방전하기 위한 대표적인 프로세스를 도시하는 흐름도이다.

도 4b는 몇몇 실시예에 따른, 배터리의 셀 세트를 방전하기 위한 추가의 대표적인 프로세스를 도시하는 흐름도이다.

도 5는 몇몇 실시예에 따른, 배터리 팩을 제어하기 위한 대표적인 프로세스를 도시하는 흐름도이다.

도 6은 몇몇 실시예에 따른, 배터리 팩을 제어하는 추가의 대표적인 프로세스를 도시하는 흐름도이다.

도 7a는 몇몇 실시예에 따른, 예시적인 방전 프로파일을 도시하는 차트이다.

도 7b는 몇몇 실시예에 따른, 예시적인 풀 방전 프로파일을 도시하는 차트이다.

도 7c는 몇몇 실시예에 따른, 예시적인 배터리 사이클 수명을 도시하는 차트이다.

도 8은 소정 양상을 구현하는 데 사용될 수 있는 대표적인 컴퓨팅 시스템을 도시하는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 발명자들은 배터리 관리를 위한 종래 기법이 이전에 배터리의 수명과 성능을 저하시켰음을 인지하고 인식했다. 예를 들어, 특히, 충전 및 방전 속도가 비슷한 경우 또는 충전 속도가 방전 속도보다 높은 경우, 배터리의 사이클 수명은 짧았다(예컨대, 용량이 원래 용량의 80% 미만으로 떨어지기 전에 완전 충전 및 방전 사이클 수가 적음). 예를 들어, 다수의 배터리 사용자는 충전 및 방전 속도가 거의 동일한(예컨대, 충전하는 데 4시간 및 방전하는 데 4시간) 배터리를 원했고, 배터리 제조업체는 그러한 거의 동일한 속도를 제공하는 배터리 및 배터리 관리 시스템을 제공했다. 다수의 사용자는 또한 배터리 사용을 위해 충전을 기다리는 불편함을 줄이기 위해, 방전하는 것보다 더 빠른 속도(예컨대, 충전하는 데 30분, 방전하는 데 4시간)로 배터리를 충전하는 것도 원했다.
- [0015] 본 발명자들은 배터리의 사이클 수명, 및 결과적으로 배터리의 수명 및 성능이 방전 속도 대 충전 속도의 높은 비율을 사용함으로써 크게 향상될 수 있음을 인지하고 인식하였다. 또한, 본 발명자들은 이러한 비율을 제공하기 위해 배터리 내의 셀을 제어하는 배터리 관리 시스템을 제공함으로써 이러한 비율이 사용될 수 있음을 인지하고 인식하였다. 예를 들어, 몇몇 실시예는 셀이 모두 동시에 충전되거나 따로따로 여러 번 충전될 수 있고 개별적으로 또는 더 작은 세트의 방전될 수 있도록 셀을 다중화하는 배터리 관리 시스템에 관한 것이다. 이는 특정 부하 및 애플리케이션에 대해 원하거나 요구되는 출력 속도를 무엇이든 제공하면서 셀의 사이클 수명을 향상시키는 셀에 대한 방전 속도 대 충전 속도의 실제 비율을 초래할 수 있다. 더욱이, 본 발명자들은 동질 전류 분포로써 한 번에 모든 셀이 아닌 일부를 방전하는 것이 셀의 사이클 수명을 또한 향상시킬 수 있음을 인지하고 인식하였다.
- [0016] 예를 들어, 4개의 셀이 있는 배터리의 경우, 각각 3시간 동안 0.5 amp로 한 번에 1개의 셀이 방전된 다음 모든 4개의 셀이 12시간 동안 0.5amp로 충전될 수 있으며, 이러한 구성은 4:1인 방전 속도 대 충전 속도의 실제 비율을 제공할 것이지만, 셀은 각각 3시간 동안 개별적으로 방전(총 12시간의 방전 시간)되므로 사용자의 관점에서 비율은 1:1일 것이다. 본 발명자들은 그러한 배터리 관리 시스템이 실제로 배터리의 사이클 수명을 향상시키면서 사용자들이 배터리로부터 원하거나 필요로 하는 것을 여전히 제공할 수 있다는 것을 인지하고 인식하였다. 몇몇 실시예에서, 이 두 가지 이점을 제공하는 기능은 사용자에게 숨겨질 수 있고 셀 블록 및/또는 배터리 자체에 통합될 수 있다.
- [0017] 본 발명자들은 셀의 사이클 및 다양한 특성(예를 들어, 부하와 부하에 현재 연결된 셀 또는 셀들 사이의 연결 지속기간, 또는 복수의 파라미터를 고려하는 보다 복잡한 함수)을 모니터링하고, 이 모니터링에 기초하여, 특히 "라운드 로빈"과 같은 훨씬 더 간단한 선택 프로세스에 의존하거나 이전 방전 사이클의 수를 고려한 종래의 기법과 비교할 때 어떤 셀을 방전할지를 선택함으로써 배터리의 사이클 수명이 더욱 향상될 수 있음을 인지하고 인식하였다.
- [0018] 도 1은 대표적인 배터리 관리 시스템(100)을 도시한다. 몇몇 실시예에서, 대표적인 시스템(100)은 멀티플렉싱 스위치 장치(예를 들어, 112), 제어기(예를 들어, 114), 하나 이상의 센서(예를 들어, 116) 및 하나 이상의 배터리(예컨대, 120, 130, 140, 150 등)를 포함할 수 있다. 도 1에 단일 멀티플렉싱 스위치 장치(112), 제어기(114), 센서(116) 및 4개의 배터리(120-150)만 도시되어 있지만, 임의의 적절한 수의 이들 구성요소가 사용될 수 있음을 이해해야 한다. 다수의 상이한 구현 모드 중 임의의 것이 이용될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 멀티플렉싱 스위치 장치를 지칭하는 데 단수형의 라벨이 사용되지만, 본 명세서에 설명된 멀티플렉싱 및 스위칭에 사용되는 구성요소는 임의의 적절한 수의 디바이스(예를 들어, 스위치)에 분산될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0019] 몇몇 실시예에 따르면, 배터리 또는 배터리들은 적어도 하나의 리튬-금속 배터리를 포함할 수 있다. 또한, 배

터리 또는 배터리들(예컨대, 120-150)은 셀의 세트로도 지칭되는 하나 이상의 셀 세트(예컨대, 121-124, 131-132, 141-142, 151-152 등)를 각각 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 121-122 등과 같은 2개 이상의 셀 세트가 각각의 배터리에 포함된다. 추가로, 각각의 셀 세트(예를 들어, 셀 세트(121))는 하나 이상의 셀(예를 들어, 121A-121C)을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 각각의 셀 세트는 단일 셀을 가질 수 있다. 이와 달리, 각각의 셀 세트는 복수의 셀을 포함할 수 있고 셀 "블록"을 형성할 수 있으며, 또는 복수의 셀 세트가 함께 셀 블록을 형성할 수 있다. 또한, (배터리, 배터리 팩 내의 모든 배터리 또는 셀 세트 내의) 각각의 셀 또는 셀 세트는 동일한 전기화학을 이용할 수 있다. 즉, 몇몇 실시예에서, 각각의 셀은 동일한 애노드 활성 재료 및 동일한 캐소드 활성 재료를 사용할 수 있다.

[0020] 몇몇 실시예에서, 멀티플렉싱 스위치 장치(예를 들어, 112)는 도 3a 및 도 3b와 관련하여 아래에 더 설명되는 것과 같은 스위치 어레이를 포함할 수 있다. 추가로, 멀티플렉싱 스위치 장치는 각각의 셀 세트 및/또는 각각의 셀에 개별적으로 연결될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 114와 같은 제어기는 적어도 하나의 기준에 기초하여 셀 또는 셀 세트를 선택적으로 방전하는 데 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용할 수 있다.

[0021] 예를 들어, 기준은 셀 또는 셀 세트와 연관된 사전정의된 넘버링 또는 순서(예컨대, 제1 세트에서 시작하여 각각의 세트를 거쳐 마지막 세트까지 스위칭한 후 제1 세트로 다시 시작함) 및/또는 다음으로 가장 높은 전압 또는 다음으로 가장 강한 것을 나타내는 몇몇 다른 측정값을 가진 셀(들) 또는 셀 세트(들)에 기초한 순서와 같은 셀 또는 셀 세트를 방전하는 순서를 포함할 수 있다. 본 발명자들은 순서, 특히 사전정의된 넘버링을 사용하는 것이 시스템(예를 들어, 마이크로프로세서가 아닌 제어기)에 의해 수행되는 동작의 복잡성을 감소시킬 수 있고 더 넓은 시스템 어레이에 의해 사용될 수 있다는 것을 인지하고 인식하였다.

[0022] 대안으로 또는 추가로, 기준은 예컨대, 부하와 부하에 현재 연결된 셀 세트 사이의 연결 지속기간(몇몇 실시예에서 최소 0.01초일 수 있음), 연결시 전달된 방전 용량, 및 하나 이상의 파라미터를 갖는 함수의 값 중 임의의 하나 이상을 고려하여 상황에 따라 달라질 수 있다. 소정 실시예에서, 기준은 셀 세트의 이전 방전 사이클의 수를 포함하지 않을 수 있다.

[0023] 몇몇 실시예에서, 함수는 다음 중 임의의 하나 이상과 같은 파라미터를 가질 수 있다: 부하와 셀 세트 사이의 여러 연결을 통해 측정된 용량, 연결시 전달된 방전 용량, 셀 세트의 전류, 셀 세트의 전압 및/또는 적어도 하나의 다른 셀 세트의 전압, 셀 세트의 차단 방전 전압, 셀 세트의 전력, 셀 세트의 에너지, 셀 세트의 충전 또는 방전 사이클의 수, 셀 세트의 임피던스, 연결 중 셀 세트의 전압 페이딩 속도, 셀 세트의 온도 및 셀 세트의 압력(예컨대, 물리적 인클로저로부터 셀(들)에 가해지는 압력, 이는 셀 용량을 나타낼 수 있으며 아래에서 더 논의됨). 몇몇 실시예에 따르면, 단일 연결에서 전달된 방전 용량의 범위는 공칭 용량의 0.01% 내지 설정된 공칭 용량의 100%(예를 들어, 95%)일 수 있다.

[0024] 몇몇 실시예에서, 센서(예를 들어, 116)는 기준 및/또는 함수의 임의의 파라미터를 측정할 수 있다. 예를 들어, 센서는 주어진 셀 세트의 전류를 암페어 단위로 측정하는 전류 센서를 포함할 수 있다. 기준은 복수 또는 단수일 수 있고 현재 방전중인 셀 세트와 관련될 수 있고/있거나 다음 셀 세트를 결정할 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0025] 몇몇 실시예에서, 제어기(예를 들어, 114)는 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있으며, 이는 복잡성이 애플리케이션에 적합한 것은 무엇이든 될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 기준의 함수를 평가하는 것은 제어기의 일부 또는 전부를 형성하는 마이크로프로세서에 의존할 수 있다.

[0026] 몇몇 실시예에서, 제어기는 상이한 프로그램 가능 속도로 셀 또는 셀 세트를 선택적으로 방전 및 충전하는 데 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 셀 세트를 충전하는 제2 속도보다 적어도 2배 높은 제1 속도로 셀 또는 셀 세트를 선택적으로 방전(즉, 충전보다 2배 빠른 방전)하는 데 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용할 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 제1 방전 속도는 셀 세트를 충전하는 제2 속도보다 적어도 4배 높을 수 있다(즉, 충전보다 4배 빠른 방전). 본 발명자들은 그러한 방전 속도 대 충전 속도의 비율이 셀의 성능 및 사이클 수명을 개선할 수 있다는 것을 인지하고 인식하였다.

[0027] 몇몇 실시예에 따르면, 제어기는 셀 세트의 방전을 일시적으로 중첩시킬 수 있다. 예를 들어, 주어진 셀 또는 셀 세트가 방전을 중단하기 전에, 다른 셀 또는 셀 세트가 방전을 시작할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제어기는 상이한 세트 사이의 스위칭 동안 셀 세트로부터 전력을 계속 제공할 수 있다. 본 발명자들은 이러한 방전의 일시적 중첩 및 전력 지속이 셀 세트의 상이한 셀 사이의 전환 동안에도 부하의 전력 요구사항을 유지할 수 있음을 인지하고 인식하였으며, 이는 종래의 기법에 비해 셀(들)의 사이클 수명을 더 향상시킬 수 있다. 따라서,

그러한 충전 동안 복수의 셀이 동시에 방전될 수 있다. 추가적으로, 그러한 충전은 종래의 기법에서 가능했던 것보다 더 부드러운 전압 전환을 제공할 수 있다.

[0028] 몇몇 실시예에서, 부하는 차량의 적어도 하나의 구성요소일 수 있다. 차량은 육상, 해상 및/또는 항공 여행에 적응된 임의의 적합한 차량일 수 있다. 예를 들어, 차량은 자동차, 트럭, 오토바이, 보트, 헬리콥터, 비행기 및/또는 임의의 다른 적합한 유형의 차량 일 수 있다.

[0029] 대안으로 또는 추가로, 제어기는 멀티플렉싱 스위치 장치(예를 들어, 112)를 사용하여 부하에 의해 사용되거나 요구되는 토폴로지의 부하에 셀 세트를 연결할 수 있다.

[0030] 몇몇 실시예에서, 제어기는 다른 셀 세트가 방전되지 않는 동안 방전시킬 단일 셀 세트를 격리하는 데 멀티플렉싱 스위치 장치(예를 들어, 112)를 사용할 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 단일 셀은 한 번에 격리될 수 있다. 예를 들어, 제어기는 다른 셀 또는 셀 세트가 방전되지 않는 동안 방전시킬 단일 셀 세트 또는 단일 셀을 격리하는 데 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용할 수 있다. 몇몇 실시예(예를 들어, 순차 방전이 사용되지만, 그러한 실시예로 제한되지 않는 경우)에 따르면, 주어진 사이클 동안, 각각의 셀은 임의의 셀이 두 번 방전되기 전에 한 번 방전될 수 있다.

[0031] 충전과 관련하여, 몇몇 실시예에서 제어기는 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용하여 셀 세트 및/또는 세트 내의 셀들을 동시에 충전할 수 있다. 예를 들어, 셀 블록, 배터리 또는 배터리들 내의 모든 셀은 방전 속도의 1/4 속도로 동시에 충전될 수 있다.

[0032] 도 2는 대표적인 배터리 팩(210)을 도시한다. 몇몇 실시예에서, 대표적인 배터리 팩(210)은 스위칭 제어 시스템(예를 들어, 218) 및 하나 이상의 배터리(예를 들어, 120, 130, 140, 150 등)를 포함할 수 있다. 도 2에는 단일 스위칭 제어 시스템(218)과 4개의 배터리(120-150)만이 도시되어 있지만, 임의의 적합한 수의 이들 구성요소가 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 다수의 상이한 구현 모드 중 임의의 것이 이용될 수 있다. 본 명세서에서 스위칭 제어 시스템을 지칭하는 데 단수형의 라벨이 사용되지만, 본 명세서에 설명된 제어 및 스위칭에 사용되는 구성요소는 임의의 적절한 수의 디바이스(예를 들어, 스위치, 제어기(들) 등)에 분산될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0033] 몇몇 실시예에서, 스위칭 제어 시스템(예를 들어, 218)은 도 3a 및 도 3b와 관련하여 더 설명되는 것과 같은 스위치 어레이를 포함할 수 있고, 제어기를 포함할 수 있다. 추가로, 스위칭 제어 시스템은 도 1에 대해 앞에서 논의된 바와 같이, 배터리의 각각의 셀 세트 및/또는 각각의 셀에 개별적으로 연결될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 스위칭 제어 시스템은 배터리 팩에 통합될 수 있다. 또한, 스위칭 제어 시스템은 셀 또는 셀 세트를 순차적으로, 예컨대, 셀 또는 셀 세트와 관련된 사전정의된 순서로 방전하도록 (예컨대, 스위치 어레이 내의) 스위치(들)를 제어할 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 스위칭 제어 시스템은 부하와 부하에 현재 연결된 셀 세트 사이의 연결 지속시간(몇몇 실시예에서 최소 0.01초일 수 있음), 연결시 전달된 방전 용량, 및 함수의 값 중 임의의 하나 이상에 기초하여 셀 또는 셀 세트를 방전하도록 스위치(들)를 제어할 수 있다. 소정 실시예에서, 제어의 기반은 셀 세트의 이전 방전 사이클의 수를 포함하지 않을 수 있다.

[0034] 몇몇 실시예에 따르면, 스위칭 제어 시스템은 도 1과 관련하여 앞에서 설명된 제어기의 기능과 같은 임의의 수의 다른 기능을 수행할 수 있다.

[0035] 대표적인 시스템(100) 또는 대표적인 배터리 팩(210)의 임의의 구성요소는 하드웨어 및/또는 소프트웨어 구성요소의 임의의 적절한 조합을 사용하여 구현될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 이와 같이, 다양한 구성요소는 설명된 기능을 수행하기 위해 하드웨어 및/또는 소프트웨어 구성요소의 임의의 적절한 집합을 사용할 수 있는 제어기로 간주될 수 있다.

[0036] 도 3a는 대표적인 배터리 관리 시스템(300)을 도시한다. 몇몇 실시예에서, 대표적인 시스템(300)은 임의의 적합한 수의 멀티-셀 블록(예컨대, 321-325), 배터리 셀 블록 배열 및 밸런스 스위치 구성(예컨대, 326), 배터리 관리 마이크로제어기(예컨대, 327), 배터리 시스템 인터페이스(예컨대, 328), 배터리 전력 단자(예컨대, 329) 및 센서(예컨대, 360)를 포함할 수 있다. 멀티-셀 블록은 배터리 셀 블록 배열 및 밸런스 스위치 구성에 연결될 수 있다. 멀티-셀 블록은 배터리 관리 마이크로제어기에도 연결될 수 있다.

[0037] 몇몇 실시예에서, 배터리 셀 블록 배열 및 밸런스 스위치 구성은 직렬로, 병렬로, 직렬/병렬로 또는 주어진 애플리케이션 또는 부하의 전압 및 전류 요구사항을 만족시키는 데 필요한 임의의 다른 적합한 토폴로지로 셀 블록(예컨대, 321-325)을 연결할 수 있는 스위치 멀티플렉싱을 포함할 수 있다.

- [0038] 몇몇 실시예에 따르면, 배터리 관리 마이크로제어기는 시스템 및 그 구성요소의 안전한 작동을 보장하기 위해 배터리 관리 시스템의 충전 및 방전을 모니터링하고 제어할 수 있다. 또한, 배터리 관리 마이크로제어기는 사용자(예컨대, 부하에 전력을 공급하는 데 시스템을 사용하는 소비자)뿐만 아니라 임의의 적합한 내부 생산, 교정 및 테스트 장비와도 통신할 수 있다. 예를 들어, 배터리 관리 마이크로제어기는 배터리 시스템 인터페이스(예컨대, 328)에 연결될 수 있는데, 이는 배터리 관리 마이크로제어기가 사용자뿐만 아니라 내부 생산, 교정 및 테스트 장비 및 임의의 다른 적합한 엔티티와도 통신하는 데 필요한 인터페이스를 제공할 수 있다.
- [0039] 몇몇 실시예에서, 센서는 배터리 셀 블록 배열 및 밸런스 스위치 구성, 배터리 관리 마이크로제어기 및/또는 배터리 전력 단자에 연결될 수 있으며, 멀티-셀 블록 및/또는 시스템의 임의의 다른 구성요소를 측정할 수 있다. 예를 들어, 센서는 기준을 형성하는 멀티-셀 블록의 속성 및/또는 전술한 함수의 임의의 파라미터를 측정할 수 있다. 예를 들어, 센서는 주어진 셀 세트의 전류를 암페어 단위로 측정하는 전류 센서를 포함할 수 있다.
- [0040] 배터리 셀 블록 배열 및 밸런스 스위치 구성(326), 배터리 관리 마이크로제어기(327), 배터리 시스템 인터페이스(328) 및 센서(360)가 단수 형태로 나타나고, 도 3a에 5개의 멀티-셀 블록(321-325)만이 도시되어 있지만, 임의의 적절한 수의 이들 구성요소가 사용될 수 있으며, 이들은 복수의 구성요소를 나타낼 수 있다. 다수의 상이한 구현 모드 중 임의의 것이 이용될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 배터리 셀 블록 배열 및 밸런스 스위치 구성을 지칭하는 데 단수형의 라벨이 사용되지만, 본 명세서에 설명된 배열 및 밸런스 스위치 구성에 사용되는 구성요소는 임의의 적절한 수의 디바이스(예를 들어, 스위치)에 분산될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0041] 도 3b는 대표적인 셀 세트 및 대응하는 구성요소를 도시한다. 몇몇 실시예에서, 대표적인 셀 세트는 임의의 적절한 수의 셀(예를 들어, 321A-C)을 포함할 수 있고 전술한 바와 같이 멀티-셀 블록을 구성할 수 있다. 추가적으로, 대표적인 셀 세트는 셀 멀티플렉싱 스위치(예컨대, 326A1), 셀 밸런스 스위치 및 저항(예컨대, 326A2), 셀 블록 마이크로제어기(예컨대, 327A), 배터리 관리 마이크로제어기 인터페이스(예컨대, 328A), 센서(예컨대, 360A) 및 셀 세트에 대한 입력/출력 버스(예컨대, 321I0)를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 셀은 셀 멀티플렉싱 스위치에 연결될 수 있는 셀 밸런스 스위치 및 저항에 연결될 수 있다.
- [0042] 몇몇 실시예에서, 각각의 셀(예를 들어, 321A-C 각각)은 입력/출력 버스(예를 들어, 321I0)로부터 주어진 셀(들)을 연결하거나 격리할 수 있고, 다른 셀과 밸런스 버스를 공유하는 밸런스 저항(예를 들어, 326A2의 저항 중 하나)에 주어진 셀(들)을 연결하거나 분리할 수 있는 셀 멀티플렉싱 스위치의 어레이에 연결될 수 있다. 또한, 방전 모드에서 하나의 셀(예컨대, 321A)이 입력/출력 버스에 연결되고 밸런스 저항으로부터 분리될 수 있다. 나머지 셀(예컨대, 321B-C)은 입력/출력 버스에서 분리되고 해당 밸런스 저항(들)에 연결될 수 있다. 추가적으로, 몇몇 실시예에 대한 충전 모드에서, 모든 셀(예를 들어, 321A-C)은 입력/출력 버스에 연결되고 밸런스 저항(326A2)으로부터 분리될 수 있다.
- [0043] 몇몇 실시예에 따르면, 셀 블록 마이크로제어기(예를 들어, 327A)는 스위칭을 위한 중첩 및 불감대(deadband) 요구사항이 애플리케이션 또는 부하에 적합함을 보장하도록 스위칭 파형을 생성할 수 있다. 추가적으로, 셀 블록 마이크로제어기는 셀 블록의 전압 및 전류를 모니터링할뿐만 아니라, 셀 블록 마이크로제어기가 배터리 관리 마이크로제어기 인터페이스를 통해 연결될 수 있는 배터리 관리 마이크로제어기(예를 들어, 도 3a의 327)로부터 통신을 수신함으로써 애플리케이션 또는 부하에 의해 요구되는 상태를 결정할 수 있다.
- [0044] 도 3c는 한 세트의 실시예에 따라, 이방성 힘이 전기화학 셀(예를 들어, 321A)에 인가되는 전기화학 시스템의 예시적인 단면 개략도이다. "전기화학 셀"이라는 용어는 본 명세서에서 일반적으로 전력을 생산하기 위해 전기화학 반응에 참여하도록 구성된 애노드, 캐소드 및 전해질을 지칭하는 데 사용된다. 전기화학 셀은 재충전 가능하거나 재충전 불가능할 수 있다.
- [0045] 도 3c에서, 시스템은 전기화학 셀(321A) 및 몇몇 실시예에서는 전기화학 셀(321A)과 연관된 유체를 포함하는 압력 분배기(334)를 포함할 수 있다. 압력 분배기(334)는 압력 분배기(334)를 통해 전기화학 셀(321A)의 구성요소에 이방성 힘이 인가되도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 3c에 도시된 실시예 세트에서, 압력 전달기(336)는 압력 분배기(334)에 이방성 힘을 인가하도록 구성될 수 있으며, 이는 차례로 이방성 힘이 전기화학 셀(321A)의 적어도 하나의 구성요소(예를 들어, 전극)에 인가되게 한다. 시스템은 전기화학 셀이 위치하는 기관(332)도 포함할 수 있다. 기관(332)은 예를 들어, 테이블 윗면, 전기화학 셀(321A)이 수용되는 용기의 표면, 또는 임의의 다른 적합한 표면을 포함할 수 있다.
- [0046] 압력 분배기(334)는 본 명세서에 설명된 본 발명의 시스템 및 방법을 생성하기 위해 다양한 적합한 구성으로 전기화학 셀(321A)과 연관될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 압력 분배기에 및/또는 압력 분배기를

통해 인가되는 힘의 적어도 일부가 전기화학 셀의 구성요소로 전달될 수 있을 때 압력 분배기가 전기화학 셀과 연관된다. 예를 들어, 소정 실시예에서, 압력 분배기가 전기화학 셀 또는 그 구성요소와 직접 접촉할 때 압력 분배기가 전기화학 셀과 연관된다. 일반적으로, 제1 물품 및 제2 물품은 제1 물품과 제2 물품이 직접 닿을 때 직접 접촉한다. 예를 들어, 도 3c에서, 압력 분배기(334)와 전기화학 셀(321A)은 직접 접촉한다.

[0047] 소정 실시예에서, 압력 분배기가 전기화학 셀의 적어도 하나의 구성요소와 간접적으로 접촉할 때 압력 분배기는 전기화학 셀과 연관된다. 일반적으로, 고체 및/또는 액체 구성요소만을 가로지르는 경로가 제1 물품과 제2 물품 사이에서 추적될 수 있을 때 제1 물품과 제2 물품은 간접적으로 접촉한다. 그러한 경로는 소정의 실시예에서, 실질적으로 직선의 형태일 수 있다. 압력 분배기는, 소정 실시예에서, 하나 이상의 고체 및/또는 액체 재료가 압력 분배기와 전기화학 셀 사이에 위치할 때, 전기화학 셀과 간접적으로 접촉할 수 있지만, 압력 분배기를 통해 여전히 힘이 전기화학 셀로 전달될 수 있다.

[0048] 소정 실시예에서, 압력 분배기는 전기화학 셀의 구성요소를 적어도 부분적으로 (예를 들어, 완전히) 둘러싸는 용기의 경계 내에 위치하는 경우 전기화학 셀과 연관된다. 예를 들어, 소정 실시예에서, 압력 분배기(334)는 전극과 전기화학 셀을 적어도 부분적으로 둘러싸는 용기 사이에 위치할 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 분배기(334)는 집전장치(current collector)와 전기화학 셀을 적어도 부분적으로 둘러싸는 용기 사이에 위치할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 압력 분배기(334)는 예를 들어, 전기화학 셀의 전극 옆에 및 전기 셀의 전극 및 전해질을 적어도 부분적으로 포함하는 용기 내에 위치하는 집전장치로서 사용될 수 있다. 이것은 예를 들어, 전기화학 셀의 전극으로 및/또는 전극으로부터 전자를 수송하기에 충분히 전기 전도성인 재료(예를 들어, 금속 포일, 전도성 폴리머 등과 같은 금속)로부터 압력 분배기(334)를 제조함으로써 달성될 수 있다.

[0049] 몇몇 실시예에서, 압력 분배기는 전기화학 셀의 구성요소를 적어도 부분적으로 (예를 들어, 완전히) 둘러싸는 용기의 경계 밖에 위치할 때 전기화학 셀과 연관된다. 예를 들어, 소정 실시예에서, 압력 분배기(334)는 전기화학 셀의 전극 및 전해질을 적어도 부분적으로 둘러싸는 용기의 외부 표면과 직접적으로 또는 간접적으로 접촉하여 위치할 수 있다.

[0050] 소정 실시예에서, 압력 분배기는 전기화학 셀의 적어도 하나의 전극으로부터 비교적 짧은 거리에 위치할 수 있다. 예를 들어, 소정 실시예에서, 압력 분배기와 전기화학 셀의 전극 사이의 최단 거리는 그 전극의 최대 단면 치수의 약 10배 미만, 약 5배 미만, 약 2배 미만, 약 1배 미만, 약 0.5배 미만, 또는 약 0.25배 미만이다.

[0051] 몇몇 실시예에서, 압력 분배기는 전기화학 셀의 특정 전극(예를 들어, 애노드)과 연관될 수 있다. 예를 들어, 압력 분배기는 전기화학 셀의 전극(예를 들어, 리튬을 포함하는 애노드와 같은 애노드)과 직접적으로 또는 간접적으로 접촉할 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 분배기는 예를 들어, 액체 및/또는 고체 구성요소만이 압력 분배기로부터 전극을 분리할 때, 전극을 적어도 부분적으로 포함하는 용기의 외부에 위치되지만 전극과 여전히 연관될 수 있다. 예를 들어, 압력 분배기가 전극 및 액체 전해질을 적어도 부분적으로 둘러싸는 용기와 직접 또는 간접적으로 접촉하여 위치되는 소정 실시예에서, 압력 분배기는 전극과 연관될 것이다.

[0052] 소정 실시예에서, 압력 분배기(334)를 통해 전기화학 셀(321A) 또는 전기화학 셀(321A)의 구성요소(예를 들어, 전기화학 셀의 전극)에 힘이 인가될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 제2 구성요소가 힘의 소스로부터 제1 구성요소로 힘을 적어도 부분적으로 전달할 때, 제2 구성요소(예컨대, 압력 분배기)를 통해 제1 구성요소(예컨대, 전기화학 셀)에 힘이 인가된다.

[0053] 압력 분배기를 통해 다양한 방식으로 전기화학 셀 또는 그 구성요소에 힘이 인가될 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 분배기에 힘을 인가하는 것은 압력 분배기의 외부 표면에 힘을 인가하는 것을 포함한다. 이것은 예를 들어, 압력 전달기(336)를 통해 달성될 수 있다. 예를 들어, 도 3c에서, 압력 전달기(336)는 압력 분배기(334)의 표면(340)에 힘을 인가함으로써 압력 분배기(334)를 통해 전기화학 셀(321A)에 이방성 힘을 인가하도록 위치될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 제1 구성요소에 및/또는 제1 구성요소를 통해 가해지는 힘의 적어도 일부가 제2 구성요소로 전달될 수 있도록 제1 및 제2 구성요소가 배치될 때 제1 구성요소는 제2 구성요소에 이방성 힘을 인가하도록 위치된다. 소정 실시예에서, 압력 전달기 및 압력 분배기는 직접 접촉한다. 몇몇 실시예에서, 하나 이상의 재료(예를 들어, 하나 이상의 고체 및/또는 액체 재료)가 압력 전달기와 압력 분배기 사이에 위치하지만, 압력 전달기에 의해 압력 분배기에 여전히 힘이 인가될 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 전달기와 압력 분배기는 압력 분배기에서 전기화학 셀까지 고체 및/또는 액체 재료를 통해 연속 경로가 추적될 수 있도록 간접적으로 접촉할 수 있다. 그러한 경로는 소정 실시예에서 실질적으로 (예를 들어, 완전히) 직선일 수 있다.

- [0054] 도 3c에 도시된 실시예 세트에서, 압력 전달기(336) 및 전기화학 셀(321A)은 압력 분배기(334)의 반대편에 위치된다. 따라서, 이방성 힘(예를 들어, 화살표(370) 방향의 이방성 힘)이 압력 전달기(336)에 및/또는 압력 전달기(336)에 의해 표면(340)에 인가될 때, 힘은 압력 분배기(334)를 통해 전기화학 셀(321A)의 표면(342)으로 및/또는 전기화학 셀(321A)의 구성요소에 전달될 수 있다.
- [0055] 몇몇 실시예에서, 압력 분배기에 힘을 인가하는 것은 압력 분배기의 내부 표면에 힘을 인가하는 것을 포함한다. 예를 들어, 소정 실시예에서, 압력 분배기 내의 유체 압력을 유지 및/또는 증가시킴으로써 압력 분배기를 통해 전기화학 셀로 힘이 인가될 수 있다. 도 3c에 도시된 실시예 세트에서, 압력 분배기(334)의 주입구(도시되지 않음)를 통해 (예를 들어, 압력 분배기(334)를 팽창시킴으로써) 추가 유체를 이송함으로써 압력 분배기(334)를 통해 전기화학 셀(321A)에 힘이 인가될 수 있다. 그러한 몇몇 실시예에서, 압력 분배기 내의 압력이 유지 및/또는 증가될 때, 압력 전달기의 움직임이 제한될 수 있어서 전기화학 셀의 외부 표면 상에 및/또는 전기화학 셀의 구성요소(예를 들어, 전기화학 셀 내의 전극의 활성 표면) 상에 힘이 생성된다. 예를 들어, 도 3c에서, 압력 분배기(334)에 추가 유체가 추가됨에 따라, 압력 전달기(336)는 압력 분배기(334)의 경계의 움직임을 제한하여 힘이 전기화학 셀(321A)의 표면(342)에 인가되도록 구성될 수 있다.
- [0056] 소정 실시예에서, 유체는 전기화학 셀(321A)과 압력 전달기(336) 사이에 위치되기 전에 압력 분배기(334)에 추가될 수 있다. 유체가 추가된 후, 압력 분배기(334)는 압축되어 전기화학 셀(321A)과 압력 전달기(336) 사이에 위치될 수 있으며, 그 후 압력 분배기(334) 내의 유체의 압축은 전기화학 셀(321A)의 표면(342)에 (따라서, 전극의 활성 표면과 같은 전기화학 셀의 하나 이상의 구성요소의 표면에) 가해지는 힘을 생성할 수 있다. 본 발명을 고려하면, 당업자는 압력 분배기를 통해 전기화학 셀에 힘이 인가될 수 있는 추가 시스템 및 방법을 설계할 수 있을 것이다.
- [0057] 압력 분배기(334) 내의 유체는 압력 분배기(334)를 통해 전달되는 압력이 전기화학 셀(321A)의 표면(342)을 가로질러 비교적 균일하게 (따라서, 전극의 활성 표면과 같은 전기화학 셀의 하나 이상의 구성요소의 표면을 가로질러 비교적 균일하게) 인가되게 할 수 있다. 특정 이론에 얽매이지 않으면서, 압력 분배기(334) 내의 유체의 존재는, 상대적으로 높은 압력 영역 내의 유체가 상대적으로 낮은 압력 영역으로 이송되므로, 표면(342) 상의 상대적으로 높은 압력 지점을 감소 및/또는 제거하는 것으로 여겨진다.
- [0058] 몇몇 실시예에서, 압력 전달기의 외부 표면이 전기화학 셀의 외부 표면 또는 그 용기와 적절하게 정렬되면 압력 분배기가 전기화학 셀에 인가된 힘을 고르게 분배하는 정도가 개선될 수 있다. 예를 들어, 도 3c에 도시된 실시예 세트에서, 압력 전달기(336)의 외부 표면(340)은 전기화학 셀(321A)의 외부 표면(342)과 마주한다. 소정 실시예에서, 압력 전달기의 외부 표면은 힘이 인가되는 전기화학 셀의 외부 표면과 실질적으로 평행하다. 예를 들어, 도 3c에 도시된 실시예 세트에서, 압력 전달기(336)의 외부 표면(340)은 전기화학 셀(321A)의 외부 표면(342)과 실질적으로 평행하다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 두 표면이 약 10도 이하의 각도를 형성할 때 두 표면은 서로 실질적으로 평행하다. 소정 실시예에서, 실질적으로 평행한 두 표면은 약 5도 이하, 약 3도 이하, 약 1도 이하, 또는 약 0.1도 이하의 각도를 형성한다.
- [0059] 압력 분배기는 여러 가지 적합한 형태를 가질 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 분배기는 유체가 담겨있는 백 또는 다른 적합한 용기를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 압력 분배기는 힘이 압력 분배기에 인가되는 방향을 따라 변형되도록 구성된 벨로즈(bellows)를 포함할 수 있다.
- [0060] 압력 분배기 용기는 다양한 재료로 만들어질 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 분배기 용기는 가요성 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 소정 실시예에서, 압력 분배기 용기는 폴리에틸렌(예를 들어, 선형 저밀도 및/또는 초저밀도 폴리에틸렌), 폴리프로필렌, 폴리비닐클로라이드, 폴리비닐디클로라이드, 폴리비닐리텐클로라이드, 에틸렌 비닐 아세테이트, 폴리카보네이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리비닐 알코올, 나일론, 실리콘 고무(예컨대, 폴리디메틸실록산) 및/또는 다른 천연 또는 합성 고무 또는 플라스틱과 같은 폴리머를 포함할 수 있다. 소정 실시예에서 (예를 들어, 가스가 압력 분배기 내의 유체로서 사용되는 실시예에서), 압력 분배기 용기는 금속 층(예를 들어, 알루미늄 금속 층)을 포함할 수 있으며, 이는 유체(예컨대, 가스)가 압력 분배기 내에 유지되는 정도를 향상시킬 수 있다. 소정 실시예에서, 가요성 재료의 사용은 압력 분배기의 내용물의 재분배를 비교적 쉽게 허용하여 힘이 균일하게 인가되는 정도를 향상시킬 수 있으므로 유리할 수 있다.
- [0061] 몇몇 실시예에서, 압력 분배기는 탄성 재료를 포함할 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 분배기가 제조되는 재료의 탄성은 압력 분배기가 압력 분배기에 인가되는 힘의 바람직한 양을 인접한 구성요소로 전달하도록 선택될 수 있다. 예시를 위해, 소정 경우에, 압력 분배기가 매우 유연한 재료로 만들어지면, 압력 분배기에 가해지는 비교적 높은 비율의 힘은 인접한 전기화학 셀로 전달되는 대신 압력 분배기 재료를 탄성적으로 변형시키는 데 사

용될 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 분배기는 약 1 GPa 미만의 영률을 갖는 재료로 형성될 수 있다. 당업자는 예를 들어, 인장(tensile) 시험(때때로 인장(tension) 시험이라고도 함)을 수행함으로써 주어진 재료의 영률을 측정할 수 있을 것이다. 사용될 수 있는 예시적인 탄성 폴리머(즉, 엘라스토머)는 일반적인 종류의 실리콘 폴리머, 에폭시 폴리머 및 아크릴레이트 폴리머를 포함한다.

[0062] 소정 실시예에서, 압력 분배기는 유체를 포함하는 밀폐된 용기를 포함한다. 소정 실시예에서, 압력 분배기는 유체를 담는 개방 용기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 압력 분배기는 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 압력 분배기를 통해 유체를 이송하도록 구성되고 배열된 디바이스에 유동적으로 연결된 용기를 포함한다.

[0063] 압력 분배기와 관련하여 다양한 유체가 사용될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "유체"는 일반적으로 흐르고 용기의 윤곽을 따르는 경향이 있는 물질을 지칭한다. 유체의 예는 액체, 가스, 젤, 점탄성 유체, 용액, 현탁액, 유동화된 미립자 등을 포함한다. 전형적으로, 유체는 정적 전단 응력을 견딜 수 없는 재료이며, 전단 응력이 인가될 때, 유체는 지속적인 영구적인 왜곡을 경험한다. 유체는 인가된 힘의 흐름 및 재분배를 허용하는 임의의 적합한 점도를 가질 수 있다.

[0064] 소정 실시예에서, 압력 분배기 내의 유체는 가스(예를 들어, 공기, 질소, 비활성 가스(예를 들어, 헬륨, 네온, 아르곤, 크립톤, 크세논), 가스 냉매 또는 이들의 혼합물)를 포함한다. 소정 실시예에서, 압력 분배기 내의 가스는 비교적 높은 분자량(예를 들어, 적어도 약 100g/mol)을 포함할 수 있으며, 이는 가스가 압력 분배기의 벽을 통해 침투하는 정도를 제한할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 압력 분배기 내의 유체는 물, 전해질(예를 들어, 전기화학 셀에서 사용되는 것과 유사하거나 동일한 액체 전해질), 그리스(grease)(예를 들어, 바셀린, 테플론 그리스, 실리콘 그리스), 오일(예컨대, 미네랄 오일) 등을 포함하지만, 이에 제한되지 않는 액체를 포함한다. 소정 실시예에서, 압력 분배기 내의 유체는 젤을 포함한다. 압력 분배기 내에서 사용하기에 적합한 젤은 하이드로젤(예를 들어, 실리콘 젤), 오가노젤 또는 크세로젤을 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다. 소정 실시예에서, 유체는 고체 입자(예를 들어, 모래, 분말 등)의 유동층을 포함한다. 유동화는 예를 들어, 입자를 통해 기체 및/또는 액체를 통과시키고/거나 입자가 서로에 대해 이동하도록 입자가 위치하는 기관을 진동시킴으로써 달성될 수 있다.

[0065] 압력 분배기와 관련하여 사용되는 유체는 임의의 적합한 점도를 가질 수 있다. 소정 실시예에서, 뉴턴 유체가 압력 분배기 내에서 사용될 수 있지만, 본 발명은 이에 제한되지 않으며, 비뉴턴 유체(예를 들어, 전단 박화 유체, 전단 농화 유체 등)도 사용될 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 분배기는 실온에서 약 1×10^7 센티푸아즈(cP) 미만, 약 1×10^6 cP 미만, 약 1×10^5 cP 미만, 약 1000 cP 미만, 약 100 cP 미만, 약 10 cP 미만, 또는 약 1 cP 미만 (및 몇몇 실시예에서, 약 0.001 cP 초과, 약 0.01 cP 초과 또는 약 0.1 cP 초과)의 정상 상태 전단 점도를 갖는 뉴턴 유체를 포함할 수 있다.

[0066] 소정 실시예에서, 압력 분배기 내의 유체는 압력 분배기 안으로 및/또는 압력 분배기 밖으로 이송되기에 적합하도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 소정 실시예에서, 유체는 압력 분배기로 이송되어 (예를 들어, 유체가 전기화학 셀과 압력 전달기 사이에 위치할 때 압력 분배기 내에서 유체를 압축함으로써) 전기화학 셀에 이방성 힘을 인가할 수 있다. 다른 예로서, 유체는 시스템의 구성요소로 및/또는 시스템의 구성요소로부터 멀리 열을 전달하기 위해 압력 분배기 안으로 및/또는 압력 분배기 밖으로 이송될 수 있다.

[0067] 압력 전달기(336)는 또한 다양한 구성을 이용할 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 전달기(336)는 전기화학 셀(321A)에 대하여 이동 가능하다. 그러한 몇몇 실시예에서, 압력 전달기(336)를 전기화학 셀(321A)에 가깝게 이동시키고/거나 전기화학 셀(321A)과 압력 전달기(336) 사이의 간격을 유지함으로써 압력 분배기(334)를 통해 전기화학 셀(321A)에 힘이 인가될 수 있다. 특정 일례로서, 몇몇 실시예에서 압력 전달기(336)는 압축 스프링, 제1 어플리케이터 구조체 및 제2 어플리케이터 구조체를 포함한다. 제1 어플리케이터 구조체는 예를 들어, 강성 재료의 평판 또는 임의의 다른 적합한 구조체에 대응할 수 있다. 제2 어플리케이터 구조체는 예를 들어, 강성 재료의 제2 판, 전기화학 셀이 수용되는 용기의 벽의 일부, 또는 임의의 다른 적합한 구조체에 대응할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 압축 스프링이 어플리케이터 구조체와 어플리케이터 구조체 사이에서 압축될 때 전기화학 셀(321A)의 표면(342)에 힘이 가해질 수 있다. 소정 실시예에서, 벨빌 와셔(Belleville washers), 기계 나사, 공압 장치, 추, 에어 실린더 및/또는 유압 실린더가 압축 스프링 대신에 또는 이에 추가하여 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 전기화학 셀의 하나 이상의 외부 표면 주위에 배열된 수축 요소(예를 들어, 탄성 밴드, 터너클 밴드 등)를 사용하여 전기화학 셀에 힘이 인가될 수 있다. 전기화학 셀에 힘을 가하는 다양한 적절한 방법이 예를 들어, "전기화학 셀에서의 힘의 인가"라는 명칭으로 2009년 8월 4일에 출원된 Scordilis-Kelley 등

의 미국 특허 공개 번호 제2010/0035128호에 설명되어 있으며, 그 전체가 모든 목적을 위해 본원에 참조로 포함된다.

- [0068] 소정 실시예에서, 압력 전달기(336)는 전기화학 셀(321A)에 대해 실질적으로 이동 가능하지 않으며, 예를 들어, 압력 분배기(334)를 가압함으로써 힘이 전기화학 셀에 인가될 수 있다. 그러한 몇몇 실시예에서, 실질적으로 이동 불가능한 압력 전달기(336)가 압력 분배기(334)의 경계들 중 하나 이상의 움직임을 제한하므로 압력 분배기를 가압하는 것은 전기화학 셀에 힘이 인가되게 할 수 있으며, 이로써 전기화학 셀(321A)에 이방성 힘이 인가된다.
- [0069] 소정 실시예에서, 압력 전달기는 실질적으로 강성 구조체(예를 들어, 전기화학 셀을 둘러싸는 패키지)의 전부 또는 일부를 포함하고, 압력 전달기의 움직임은 실질적으로 강성 구조체가 유연성이 없는 정도에 의해 제한될 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 전달기는 그 움직임을 제한할 수 있는 시스템의 다른 구성요소의 적어도 일부와 통합된 구조체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 소정 실시예에서, 압력 전달기는 전기화학 셀(321A) 및 압력 분배기(334)가 위치되는 패키지의 하나 이상의 벽의 적어도 일부를 포함할 수 있다. 특정 일례로서, 압력 전달기(336)는 전기화학 셀(321A)을 포함하는 패키지의 제1 벽을 형성할 수 있는 반면, 기판(332)은 패키지의 제2 벽(예를 들어, 제1 벽의 반대편)을 형성할 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 전달기(336)의 움직임은 그 움직임이 제한되도록 압력 전달기 내 및/또는 상에 힘을 인가함으로써 제한될 수 있다. 이들 경우 중 임의의 경우에, 소정 실시예에서, 압력 분배기(334) 내에 유체를 추가하고/하거나 유체의 양을 유지함으로써 전기화학 셀에 힘이 인가될 수 있다.
- [0070] 도 3c는 단일 압력 전달기 및 단일 압력 분배기가 전기화학 셀에 힘을 가하는 데 사용되는 실시예 세트를 도시한다. 그러나, 소정 실시예에서, 하나보다 많은 압력 분배기 및/또는 하나보다 많은 압력 전달기가 사용될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 시스템은 전기화학 셀(321A) 아래에 위치한 제2 압력 분배기 및 제2 압력 분배기 아래에 위치한 제2 압력 전달기를 포함한다. 소정 실시예에서, 실질적으로 균일하게 분배된 힘은 예를 들어, 제2 압력 전달기에 및/또는 제2 압력 전달기를 통해 그리고 제2 압력 분배기의 표면에 힘을 가함으로써 제2 압력 분배기를 통해 전기화학 셀(321A)의 외부 표면에 인가될 수 있다.
- [0071] 몇몇 실시예에서, 유체는 전기화학 셀(321A)로 및/또는 그로부터 멀리 열을 이송하기 위해 압력 분배기 안으로 및/또는 압력 분배기 밖으로 이송될 수 있다. 예를 들어, 압력 분배기(334)는 압력 분배기(334)를 통해 유체를 이송하도록 구성된 주입구 및 배출구를 포함할 수 있다. 유체가 압력 분배기(334)를 통해 이송될 때, 전기화학 셀(321A)로부터 열을 흡수하고 배출구를 통해 시스템으로부터 멀리 이송할 수 있다. 예를 들어, 펌프, 진공 또는 임의의 다른 적합한 디바이스와 같은 압력 분배기를 통해 유체를 이송하는 데 임의의 적합한 디바이스가 사용될 수 있다.
- [0072] 소정 실시예에서, 압력 분배기와 관련하여 사용되는 유체는 시스템을 원하는 정도로 냉각 또는 가열하도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 소정 실시예에서, 압력 분배기 내의 유체는 물, 에틸렌 글리콜, 디에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜, 폴리알킬렌 글리콜(PAG), 오일(예컨대, 미네랄 오일, 캐스터 오일, 실리콘 오일, 플루오로카본 오일) 및/또는 냉매(예를 들어, 프레온, 클로로플루오로카본, 퍼플루오로 카본 등) 같은 냉각제를 포함할 수 있다.
- [0073] 본 명세서에 설명된 실시예는 다양한 전기화학 셀과 함께 사용될 수 있다. 1차 (일회용) 전기화학 셀 및 2차 (재충전 가능한) 전기화학 셀이 본 명세서에 설명된 실시예와 관련하여 사용될 수 있지만, 몇몇 실시예는 유리하게는 예를 들어, (재)충전 프로세스 동안 균일한 힘 인가에 의해 제공되는 이점 때문에 2차 전기화학 셀을 사용한다. 소정 실시예에서, 전기화학 셀은 리튬-황 전기화학 셀 (및 이의 배터리와 같은 복수의 셀의 조립체)과 같은 리튬 기반 전기화학 셀을 포함한다.
- [0074] 본 발명이 매우 다양한 전기화학 셀에서 사용되는 것으로 발견될 수 있지만, 그러한 일 디바이스의 일례가 예시용으로만 도 3d에 제공된다. 도 3d에서, 전기화학 셀(321A)의 일반적인 실시예는 캐소드 및 애노드와 전기화학 적 통신하는 캐소드(310), 애노드(312) 및 전해질(314)을 포함한다.
- [0075] 몇몇 경우에, 전기화학 셀(321A)은 선택적으로 격납 구조체(316)에 의해 적어도 부분적으로 포함될 수 있다. 격납 구조체(316)는 실린더, 프리즘(예를 들어, 삼각형 프리즘, 직사각형 프리즘 등), 큐브 또는 임의의 다른 형상을 포함하지만 이에 제한되지 않는 다양한 형상을 포함할 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 분배기는 표면(318A) 및/또는 표면(318B)과 직접적으로 또는 간접적으로 접촉하여 격납 구조체(316) 외부에 압력 분배기를 위치시킴으로써 전기화학 셀(321A)과 연관될 수 있다. 이러한 방식으로 위치될 때, 압력 분배기는 전술한 바와

같이 격납 구조체(316)의 표면(318A 및/또는 318B)에 직접적으로 또는 간접적으로 힘을 가하도록 구성될 수 있다. 소정 실시예에서, 압력 분배기는 캐소드(310)와 격납 구조체(316) 사이, 또는 애노드(312)와 격납 구조체(316) 사이에 위치될 수 있다. 이러한 몇몇 실시예에서, 격납 구조체는 압력 전달기로서 작동할 수 있고/있거나 별개의 압력 전달기가 격납 구조체를 통해 압력 분배기에 힘을 가하도록 구성될 수 있다.

[0076] 전형적인 전기화학 셀 시스템은 물론 집전장치, 외부 회로 등도 포함할 것이다. 당업자는 도면에 도시되고 본 명세서에 설명된 바와 같이 일반적인 개략적 구성과 함께 이용될 수 있는 많은 구성을 잘 알고 있다.

[0077] 전기화학 셀(321A)의 구성요소는 몇몇 경우에 조립되어 전해질이 평면 구성으로 캐소드와 애노드 사이에 위치될 수 있다. 예를 들어, 도 3d에 도시된 실시예에서, 전기화학 셀(321A)의 캐소드(310)는 실질적으로 평면이다. 예를 들어, 금속 포일 또는 다른 적합한 기판과 같은 평면 기판 상에 캐소드 슬러리를 코팅함으로써 실질적으로 평면 캐소드가 형성될 수 있으며, 이는 (도 3d에 도시되지 않지만) 전기화학 셀(321A)의 조립체 내에 포함되거나 또는 전기화학 셀의 조립 전에 캐소드 (310)로부터 제거될 수 있다. 또한, 도 3d에서, 애노드(312)는 실질적으로 평면인 것으로 도시된다. 실질적으로 평면 애노드는 예를 들어, 금속 리튬 시트를 형성하거나, 평면 기판 상에 애노드 슬러리를 형성함으로써, 또는 임의의 다른 적합한 방법에 의해 형성될 수 있다. 전해질(314)도 도 3d에서 실질적으로 평면인 것으로 도시되어 있다.

[0078] 소정 실시예에서, 전기화학 셀(321A)은 원소 금속 및/또는 금속 합금과 같은 금속을 포함하는 전극을 포함할 수 있다. 특정 일례로서, 소정 실시예에서, 전기화학 셀(321A)은 원소 리튬(예를 들어, 원소 리튬 금속 및/또는 리튬 합금)을 포함하는 애노드를 포함할 수 있다. 소정 실시예에서, 전기화학 셀에 인가되는 이방성 힘은 충분히 커서 그 힘이 가해지면 전기화학 셀의 전극 내 금속의 표면 형태에 영향을 미치며, 이는 보다 상세히 후술된다.

[0079] 도 3d는 평면 구성으로 배열된 전기화학 셀을 도시하지만, 본 발명의 원리를 이용하여 임의의 구성으로 임의의 전기화학 셀 배열이 구성될 수 있음을 이해해야 한다. 도 3d에 도시된 형태에 더하여, 본 명세서에 설명된 전기화학 셀은 실린더, 접힌 다층 구조체, 프리즘(예를 들어, 삼각형 프리즘, 직사각형 프리즘 등), "스위스-물", 비-평면 다층 구조체 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 다른 형태일 수 있다. 추가 구성은 Affinito 등의 "재충전 가능한 리튬 배터리를 포함하는 수용성 및 비수용성 전기화학 셀의 전극 보호"라는 명칭으로 2006년 4월 6일에 출원된 미국 특허 출원 번호 제11/400,025호에 설명되어 있으며, 그 전체 내용은 본 명세서에서 참조로 포함된다.

[0080] 몇몇 실시예에서, 캐소드 및/또는 애노드는 적어도 하나의 활성 표면을 포함한다. 본 명세서에서 사용된 "활성 표면"이라는 용어는 전해질과 물리적으로 접촉하고 전기화학 반응이 발생할 수 있는 전극의 표면을 설명하는 데 사용된다. 예를 들어, 도 3d에 도시된 실시예 세트에서, 캐소드(310)는 캐소드 활성 표면(320)을 포함하고 애노드(312)는 애노드 활성 표면(322)을 포함한다.

[0081] 소정 실시예에서, 압력 전달기(336)에 및/또는 압력 분배기(334)를 통해 (및 결국 몇몇 경우에는 전기화학 셀(321A)의 표면(342)에) 인가되는 이방성 힘은 전기화학 셀 내의 전극(예를 들어, 리튬 금속을 포함하는 애노드와 같은 애노드)의 활성 표면에 수직인 성분을 포함한다. 따라서, 압력 분배기(334)를 통해 전기화학 셀에 이방성 힘을 인가하면 전기화학 셀 내의 전극(예를 들어, 애노드)의 활성 표면에 이방성 힘이 인가될 수 있다. 평면 전극 표면의 경우, 인가된 힘은 힘이 인가되는 지점에서 전극 활성 표면에 수직인 성분을 갖는 이방성 힘을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 3c 및 도 3d에 도시된 실시예 세트를 참조하면, 화살표(370) 방향의 이방성 힘이 압력 분배기(334)를 통해 전기화학 셀(321A)에 인가될 수 있다. 화살표(370)의 방향으로 가해지는 이방성 힘은 애노드 활성 표면(322)에 수직이고 캐소드 활성 표면(320)에 수직인 성분(372)을 포함할 것이다. 또한, 화살표(370) 방향으로 가해지는 이방성 힘은 애노드 활성 표면(322) 및 캐소드 활성 표면(320)에 수직이 아닌 (및 실제로 평행한) 성분(374)을 포함할 것이다.

[0082] 곡면(예컨대, 오목면 또는 볼록면)의 경우, 전기화학 셀에 가해지는 힘은 힘이 인가되는 지점에서 곡면에 접하는 평면에 수직인 성분을 갖는 이방성 힘을 포함할 수 있다.

[0083] 일 실시예 세트에서, 본 발명의 시스템 및 방법은 셀의 충전 및/또는 방전 중 적어도 하나의 시구간 동안 전극(예컨대, 애노드)의 활성 표면에 수직인 성분을 갖는 이방성 힘이 전기화학 셀에 인가되도록 구성된다. 몇몇 실시예에서, 힘은 연속적으로, 일 시구간에 걸쳐, 또는 지속기간 및/또는 빈도가 변할 수 있는 복수의 시구간에 걸쳐 인가될 수 있다.

[0084] 몇몇 실시예에서, 가해진 힘의 크기는 전기화학 셀의 성능을 향상시키기에 충분히 크다. 소정 실시예에서, 전

극 활성 표면(예를 들어, 애노드 활성 표면) 및 이방성 힘은 충전 및 방전을 통한 전극 활성 표면적의 증가를 억제하기 위해 이방성 힘이 전극 활성 표면의 표면 형태에 영향을 미치도록 함께 선택될 수 있고, 이방성 힘은 없지만 본질적으로 동일한 조건 하에서, 전극 활성 표면적은 충전 및 방전 사이클을 통해 더 크게 증가한다. 이 문맥에서 "본질적으로 동일한 조건"은 힘의 인가 및/또는 크기 외에 다른 유사하거나 동일한 조건을 의미한다. 예를 들어, 다른 점에서 동일한 조건은 동일하지만 전기화학 셀에 이방성 힘을 인가하도록 (예컨대, 브라켓 또는 다른 연결에 의해) 구성되지 않은 셀을 의미할 수 있다.

[0085] 전극 활성 표면 및 이방성 힘은 함께 선택되어 당업자에 의해 쉽게 본 명세서에 설명된 결과를 달성할 수 있다. 예를 들어, 전극 활성 표면이 비교적 부드러운 경우, 전극 활성 표면에 수직인 힘의 성분은 더 낮도록 선택될 수 있다. 전극 활성 표면이 더 단단한 경우, 전극 활성 표면에 수직인 힘의 성분이 더 클 수 있다. 당업자는, 본 발명이 주어지면, 공지되거나 예측 가능한 특성을 갖는 애노드 재료, 합금, 혼합물 등을 쉽게 선택하거나, 그러한 표면의 단단함 또는 부드러움을 쉽게 테스트할 수 있으며, 셀 구성 기법 및 배열을 쉽게 선택하여 본 명세서에 설명된 것을 달성하는 데 적절한 힘을 제공할 수 있다. 예를 들어, 일련의 활성 재료를 배열(각각 활성 표면에 수직으로 (또는 활성 표면에 수직인 성분을 가진) 일련의 힘을 인가)하여 (셀 사이클링 동안 선택된 조합의 예측을 위한) 셀 사이클링 없이 또는 선택과 관련된 결과의 관찰로써 셀 사이클링이 있는 표면에 대한 힘의 형태학적 영향을 결정함으로써 간단한 테스트가 수행될 수 있다.

[0086] 위에서 언급한 바와 같이, 몇몇 실시예에서, (예를 들어, 애노드의) 전극 활성 표면에 수직인 성분을 갖는 이방성 힘은 셀의 충전 및/또는 방전 동안 적어도 한 시간 동안 이방성 힘이 없는 표면적의 증가에 비해 전극 활성 표면의 표면적 증가를 억제하는 데 효과적인 정도까지 인가된다. 전극 활성 표면에 수직인 이방성 힘의 성분은 예를 들어, 적어도 약 20 N/cm^2 , 적어도 약 25 N/cm^2 , 적어도 약 35 N/cm^2 , 적어도 약 40 N/cm^2 , 적어도 약 50 N/cm^2 , 적어도 약 75 N/cm^2 , 적어도 약 90 N/cm^2 , 적어도 약 100 N/cm^2 , 적어도 약 125 N/cm^2 , 적어도 약 150 N/cm^2 , 적어도 약 200 N/cm^2 , 적어도 약 300 N/cm^2 , 적어도 약 400 N/cm^2 , 또는 적어도 약 500 N/cm^2 의 압력을 정의할 수 있다. 소정 실시예에서, 애노드 활성 표면에 수직인 이방성 힘의 성분은 예를 들어, 약 500 N/cm^2 미만, 약 400 N/cm^2 미만, 약 300 N/cm^2 미만, 약 200 N/cm^2 미만, 약 190 N/cm^2 미만, 약 175 N/cm^2 미만, 약 150 N/cm^2 미만, 약 125 N/cm^2 미만, 약 115 N/cm^2 미만, 또는 약 110 N/cm^2 미만의 압력을 정의할 수 있다. 본 명세서에서 힘과 압력은 일반적으로 각각 뉴턴 및 단위 면적당 뉴턴의 단위로 설명되지만, 힘과 압력은 각각 킬로그램 힘(kilogram-force) 및 단위 면적당 킬로그램 힘의 단위로도 표현될 수 있다. 당업자는 킬로그램 힘 기반 단위에 익숙할 것이고, 1 킬로그램 힘은 약 9.8 뉴턴과 같다는 것을 이해할 것이다.

[0087] 소정 실시예에서, 전기화학 셀 내의 전극의 활성 표면에 수직인 이방성 힘의 성분은 (예를 들어, 전기화학 셀의 충전 및/또는 방전 동안) 그 전극의 항복 응력의 적어도 약 50 %, 적어도 약 75 %, 적어도 약 100 %, 적어도 약 120 %인 압력을 정의한다. 소정 실시예에서, 전기화학 셀 내의 전극의 활성 표면에 수직인 이방성 힘의 성분은 (예를 들어, 전기화학 셀의 충전 및/또는 방전 동안) 그 전극의 항복 응력의 약 250 % 미만 또는 약 200 % 미만인 압력을 정의한다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 전기화학 셀은 애노드(예를 들어, 리튬 금속 및/또는 리튬 합금을 포함하는 애노드)를 포함할 수 있고, 애노드 활성 표면에 수직인 인가된 이방성 힘의 성분은 애노드의 항복 응력의 적어도 약 50 %, 적어도 약 75 %, 적어도 약 100 % 또는 적어도 약 120 % (및/또는 애노드의 항복 응력의 약 250 % 미만 또는 약 200 % 미만)인 압력을 정의할 수 있다. 소정 실시예에서, 전기화학 셀은 캐소드를 포함할 수 있고, 캐소드 활성 표면에 수직인 이방성 힘의 성분은 캐소드의 항복 응력의 적어도 약 50 %, 적어도 약 75 %, 적어도 약 100 %, 또는 적어도 약 120 % (및/또는 캐소드의 항복 응력의 약 250 % 미만 또는 약 200 % 미만)인 압력을 정의할 수 있다.

[0088] 몇몇 경우에, 이방성 힘은 전기화학 셀의 하나 이상의 외부 표면 및/또는 전기화학 셀 내의 전극(들)의 하나 이상의 활성 표면에 걸쳐 비교적 균일한 압력을 정의할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 전기화학 셀의 하나 이상의 외부 표면적 및/또는 전극(예를 들어, 애노드)의 하나 이상의 활성 표면적의 적어도 약 50 %, 적어도 약 75 %, 적어도 약 85 %, 적어도 약 90 %, 적어도 약 95 %, 또는 적어도 약 98 %는 이방성 힘에 의해 정의된 실질적으로 균일한 압력 분포를 포함하는 균일한 영역을 정의한다. 이 맥락에서, "전기화학 셀의 표면" 및 "전극의 표면"은 전기화학 셀 및 전극의 기하학적 표면을 지칭하며, 이는 당업자에 의해 전기화학 셀 및 전극의 외부 경계를 정의하는 표면, 예를 들어, 거시적 측정 도구(예컨대, 자)로 측정될 수 있고 내부 표면적(예컨대, 폼과 같은 다공성 재료의 구멍 내의 영역 또는 메쉬 내에 포함되고 외부 경계를 정의하지 않는 메쉬의 섬유 표면 등)을 포함하지 않는 영역을 지칭하는 것으로 이해될 것이다.

- [0089] 소정 실시예에서, 균일 영역의 약 10 %, 약 5 %, 약 2 % 또는 약 1 %를 덮는 임의의 연속 영역(이전 단락에서 설명됨)이 평균 압력을 포함할 때 압력이 표면에 걸쳐 실질적으로 균일하게 분포되는데, 이는 균일 영역 전체에 걸친 평균 압력에 비해 약 25 % 미만, 약 10 % 미만, 약 5 % 미만, 약 2 % 미만 또는 약 1 % 미만으로 변한다.
- [0090] 달리 말하면, 몇몇 실시예에서, 전기화학 셀의 표면적 및/또는 전극의 활성 영역의 적어도 약 50 % (또는 적어도 약 75 %, 적어도 약 85 %, 적어도 약 90 %, 적어도 약 95 %, 또는 적어도 약 98 %)는 기본적으로 균일한 인가된 압력의 제1 연속 영역을 정의하고, 그 제1 영역은 제 1 평균 인가된 압력을 갖는다. 몇몇 경우에, 전기화학 셀 및/또는 전극의 표면의 제1 연속 영역의 약 10 % (또는 약 5 %, 약 2 % 또는 약 1 %)를 덮는 임의의 연속 영역은 제2 평균 인가된 압력을 포함하며, 이는 제1 연속 영역에 걸쳐 제1 평균 인가된 압력에 비해 약 25 % 미만 (또는 약 10 % 미만, 약 5 % 미만, 약 2 % 미만 또는 약 1 % 미만)으로 변한다.
- [0091] 당업자는 예를 들어, 표면 부분 내의 대표적인 개수의 지점에서 인가된 힘 레벨을 결정하고, 표면 부분 상의 위치의 함수로서 인가된 압력의 3차원 플롯을 적분하며, 적분을 표면 부분의 표면적으로 나눔으로써, 표면의 부분 내의 평균 인가된 압력을 결정할 수 있을 것이다. 당업자는 예를 들어, 압력장을 측정하기 위한 Tekscan I-Scan 시스템을 사용하여 표면 부분에 걸쳐 인가된 압력의 플롯을 생성할 수 있다.
- [0092] 본 명세서에 설명된 전기화학 셀의 애노드는 다양한 애노드 활성 재료를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 "애노드 활성 재료"라는 용어는 애노드와 연관된 임의의 전기화학적으로 활성인 종류를 지칭한다. 예를 들어, 애노드는 리튬-함유 재료를 포함할 수 있으며, 리튬은 애노드 활성 재료이다. 본 명세서에 설명된 전기화학 셀의 애노드에서 애노드 활성 재료로서 사용하기에 적합한 전기활성 재료는 전도성 기관 상에 증착된 리튬 및 리튬 포일과 같은 리튬 금속 및 리튬 합금(예컨대, 리튬-알루미늄 합금 및 리튬-주석 합금)을 포함하지만 이에 제한되지는 않는다. 음극 재료(예를 들어, 리튬과 같은 알칼리성 금속 애노드)를 기관 상에 증착하는 방법은 열 증발, 스퍼터링, 제트 기상 증착 및 레이저 어블레이션과 같은 방법을 포함할 수 있다. 이와 달리, 애노드가 리튬 포일, 또는 리튬 포일과 기관을 포함하는 경우, 이들은 애노드를 형성하기 위해 당업계에 공지된 적층 공정에 의해 함께 적층될 수 있다.
- [0093] 일 실시예에서, 애노드 활성층의 전기활성 리튬 함유 재료는 50 중량 % 초과 리튬을 포함한다. 다른 실시예에서, 애노드 활성층의 전기활성 리튬 함유 재료는 75 중량 % 초과 리튬을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 애노드 활성층의 전기활성 리튬 함유 재료는 90 중량 % 초과 리튬을 포함한다. 애노드에 사용하기에 적합한 추가 재료 및 구성은 예를 들어, "전기화학 셀에서의 힘의 인가"라는 명칭으로 2009년 8월 4일에 출원된 Scordilis-Kelley 등의 미국 특허 공개 번호 제2010/0035128호에 설명되며, 그 전체 내용은 모든 목적을 위해 본 명세서에 참조로 포함된다.
- [0094] 본 명세서에 설명된 전기화학 셀의 캐소드는 다양한 캐소드 활성 재료를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 "캐소드 활성 재료"라는 용어는 캐소드와 관련된 임의의 전기화학적으로 활성인 종류를 지칭한다. 본 발명의 전기화학 셀의 캐소드에서 캐소드 활성 재료로서 사용하기에 적합한 전기활성 재료는 하나 이상의 금속 산화물, 하나 이상의 삽입(intercalation) 재료, 전기활성 전이 금속 칼코게나이드, 전기활성 전도성 폴리머, 황, 탄소 및/또는 이들의 조합을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다.
- [0095] 몇몇 실시예에서, 캐소드 활성 재료는 하나 이상의 금속 산화물을 포함한다. 몇몇 실시예에서, 삽입 캐소드(예를 들어, 리튬 삽입 캐소드)가 사용될 수 있다. 전기활성 재료(예를 들어, 알칼리성 금속 이온)의 이온을 삽입할 수 있는 적합한 재료의 비제한적인 예는 금속 산화물, 티타늄 황화물 및 철 황화물을 포함한다. 몇몇 실시예에서, 캐소드는 리튬 전이 금속 산화물 또는 리튬 전이 금속 인산염을 포함하는 삽입 캐소드이다. 추가 예는 Li_xCoO_2 (예컨대, $\text{Li}_{1.1}\text{CoO}_2$), Li_xNiO_2 , Li_xMnO_2 , $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ (예컨대, $\text{Li}_{1.05}\text{Mn}_2\text{O}_4$), Li_xCoPO_4 , Li_xMnPO_4 , $\text{LiCo}_x\text{Ni}_{(1-x)}\text{O}_2$, and $\text{LiCo}_x\text{Ni}_y\text{Mn}_{(1-x-y)}\text{O}_2$ (예컨대, $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$, $\text{LiNi}_{3/5}\text{Mn}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{O}_2$, $\text{LiNi}_{4/5}\text{Mn}_{1/10}\text{Co}_{1/10}\text{O}_2$, $\text{LiNi}_{1/2}\text{Mn}_{3/10}\text{Co}_{1/5}\text{O}_2$)를 포함한다. X는 0 이상 및 2 이하일 수 있다. X는 전형적으로 전기화학 셀이 완전히 방전되면 1 이상 및 2 이하이고, 전기화학 셀이 완전히 충전되면 1 미만이다. 몇몇 실시예에서, 완전히 충전된 전기화학 셀은 1 이상 및 1.05 이하, 1 이상 및 1.1 이하, 또는 1 이상 및 1.2 이하인 x의 값을 가질 수 있다. 추가 예는 Li_xNiPO_4 ($0 < x < 1$), $\text{LiMn}_x\text{Ni}_y\text{O}_4$ ($x + y = 2$) (예컨대, $\text{LiMn}_{1.5}\text{Ni}_{0.5}\text{O}_4$), $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ ($x + y + z = 1$), LiFePO_4 및 이들의 조합을 포함한다. 몇몇 실시예에서, 캐소드 내의 전기활성 재료는 리튬 전이 금속 인산염(예를 들어, LiFePO_4)을 포함하고, 이는 소정 실시예에서, 붕산염 및/또는 규산염으로 치환될 수 있다.
- [0096] 전술한 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 캐소드 활성 재료는 하나 이상의 칼코게나이드를 포함한다. 본 명세서에

서 사용된 "칼코게나이드"라는 용어는 산소, 황 및 셀레늄의 원소 중 하나 이상을 함유하는 화합물에 관한 것이다. 적합한 전이 금속 칼코게나이드의 예는 Mn, V, Cr, Ti, Fe, Co, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag, Hf, Ta, W, Re, Os 및 Ir로 구성된 그룹에서 선택된 전이 금속의 전기활성 산화물, 황화물 및 셀레나이드를 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다. 일 실시예에서, 전이 금속 칼코게나이드는 니켈, 망간, 코발트 및 바나듐의 전기활성 산화물 및 철의 전기활성 황화물로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 일 실시예에서, 캐소드는 다음 재료 중 하나 이상을 포함한다: 이산화망간, 요오드, 크롬산은, 산화은 및 오산화바나듐, 산화구리, 옥시인산구리, 황화납, 황화구리, 황화철, 비스무트산납, 삼산화비스무트, 이산화코발트, 염화구리, 이산화망간 및 탄소. 다른 실시예에서, 캐소드 활성층은 전기활성 전도성 폴리머를 포함한다. 적합한 전기활성 전도성 폴리머의 예는 폴리피롤, 폴리아닐린, 폴리페닐렌, 폴리티오펜 및 폴리아세틸렌으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 전기활성 및 전기 전도성 폴리머를 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다. 전도성 폴리머의 예는 폴리피롤, 폴리아닐린 및 폴리아세틸렌을 포함한다.

[0097] 몇몇 실시예에서, 본 명세서에 설명된 전기화학 셀에서 캐소드 활성 재료로서 사용할 전기활성 재료는 전기활성 황 함유 재료를 포함한다. 본 명세서에서 사용된 "전기활성 황 함유 재료"는 임의의 형태로 원소 황을 포함하는 캐소드 활성 재료에 관한 것이며, 전기 화학적 작용은 황 원자 또는 모이어티의 산화 또는 환원을 포함한다. 본 발명의 실시예에 유용한 전기활성 황 함유 재료의 특성은 당업계에 공지된 바와 같이 광범위하게 변할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 전기활성 황 함유 재료는 원소 황을 포함한다. 다른 실시예에서, 전기활성 황 함유 재료는 원소 황과 황 함유 폴리머의 혼합물을 포함한다. 따라서, 적합한 전기활성 황 함유 재료는 원소 황 및 황 원자 및 탄소 원자를 포함하는 유기 재료를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지는 않으며, 이는 폴리머일 수도 있고 아닐 수도 있다. 적합한 유기 재료는 헥테로원자, 전도성 폴리머 세그먼트, 복합재 및 전도성 폴리머를 추가로 포함하는 것들을 포함한다.

[0098] 몇몇 실시예에서, 캐소드 활성층의 전기활성 황 함유 재료는 50 중량 % 초과와 황을 포함한다. 다른 실시예에서, 전기활성 황 함유 재료는 75 중량 % 초과와 황을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 전기활성 황 함유 재료는 90 중량 % 초과와 황을 포함한다.

[0099] 본 발명의 캐소드 활성층은 (예를 들어, 적절한 양의 용매가 캐소드 활성층으로부터 제거된 후 및/또는 층이 적절하게 경화된 후 측정된) 약 20 내지 100 중량 %의 전기활성 캐소드 재료를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 캐소드 활성층에서 전기활성 황 함유 재료의 양의 범위는 캐소드 활성층의 5-30 중량 %이다. 다른 실시예에서, 캐소드 활성층에서 전기활성 황 함유 재료의 양의 범위는 캐소드 활성층의 20 중량 % 내지 90 중량 %이다.

[0100] 캐소드에 사용하기에 적합한 추가 재료 및 캐소드를 제조하기에 적합한 방법은 예를 들어, "신규 복합 캐소드, 신규 복합 캐소드를 포함하는 전기화학 셀, 및 이의 제조 공정"이라는 명칭으로 1997년 5월 21일에 출원된 미국 특허 제5,919,587호 및 "전기화학 셀에서의 힘의 인가"라는 명칭으로 2009년 8월 4일에 출원된 Scordilis-Kelley 등의 미국 특허 공개 번호 제2010/0035128호에 설명되며, 이들 각각은 모든 목적을 위해 그 전체 내용이 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0101] 다양한 전해질이 본 명세서에 기재된 전기화학 셀과 관련하여 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 전해질은 다공성 분리기와 혼입되거나 혼입되지 않을 수 있는 비고체 전해질을 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "비고체"라는 용어는 정적 전단 응력을 견딜 수 없는 재료를 지칭하는 데 사용되며, 전단 응력이 가해지면, 비고체는 지속적으로 영구적인 왜곡을 경험한다. 비고체의 예는 예를 들어, 액체, 변형가능 겔 등을 포함한다.

[0102] 본 명세서에 설명된 전기화학 셀에 사용되는 전해질은 이온의 저장 및 이송을 위한 매개체 역할을 할 수 있으며, 고체 전해질 및 겔 전해질의 특수한 경우, 이들 재료는 추가적으로 애노드와 캐소드 사이의 분리기 역할을 할 수 있다. 이온을 저장하고 이송할 수 있는 임의의 액체, 고체 또는 겔 재료는 그 재료가 애노드와 캐소드 사이에서 이온(예컨대, 리튬 이온)의 이송을 가능하게 하는 한 사용될 수 있다. 전해질에 사용하기에 적합한 예시적인 재료는 예를 들어, "전기화학 셀에서의 힘의 인가"라는 명칭으로 2009년 8월 4일에 출원된 Scordilis-Kelley 등의 미국 특허 공개 번호 제2010/0035128호에 설명되며, 모든 목적을 위해 그 전체 내용이 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0103] "멀티플렉스 충전 방전 배터리 관리 시스템"이라는 명칭으로 2018년 7월 31일에 출원된 미국 가출원 제 62/712,761호는 그 전체 내용이 모든 목적을 위해 본 명세서에 참조로 포함된다.

[0104] 다음 문서는 그 전체 내용이 모든 목적을 위해 본 명세서에 참조로 포함된다: "전기화학 셀용 리튬 애노드"라는 명칭으로 2001년 5월 23일에 출원된 미국 특허 제7,247,408호; "리튬 폴리머 배터리용 안정화 애노드"라는 명칭

으로 1996년 3월 19일에 출원된 미국 특허 제5,648,187호; "리튬 폴리머 배터리용 안정화 애노드"라는 명칭으로 1997년 7월 7일에 출원된 미국 특허 제5,961,672호; "신규 복합 캐소드, 신규 복합 캐소드를 포함하는 전기화학 셀 및 이를 제조하는 공정"이라는 명칭으로 1997년 5월 21일에 출원된 미국 특허 제5,919,587호; "재충전가능 리튬/물, 리튬/공기 배터리"라는 명칭으로 2006년 4월 6일에 출원되고 미국 공개 제2007-0221265호로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제11/400,781호; "리튬 배터리의 팽창 억제"라는 명칭으로 2008년 7월 29일에 출원되고 국제 공개 번호 WO/2009017726로 공개된 국제 특허 출원 일련번호 PCT/US2008/009158; "전해질 분리"라는 명칭으로 2009년 5월 26일에 출원되고 미국 공개 제2010-0129699호로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제12/312,764호; "배터리 전극용 프라이머"라는 명칭으로 2008년 10월 23일에 출원되고 국제 공개 번호 WO/2009054987로 공개된 국제 특허 출원 일련번호 PCT/US2008/012042; "에너지 저장 디바이스용 보호 회로"라는 명칭으로 2008년 2월 8일에 출원되고 미국 공개 제2009-0200986로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제12/069,335호; "재충전가능 리튬 배터리를 포함하는 수성 및 비수성 전기화학 셀 모두에서의 전극 보호"라는 명칭으로 2006년 4월 6일에 출원되고 미국 공개 제2007-0224502호로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제11/400,025호; "리튬 합금/황 배터리"라는 명칭으로 2007년 6월 22일에 출원되고 미국 공개 제2008/0318128호로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제11/821,576호; "리튬 황 재충전가능 배터리 연료 게이지 시스템 및 방법"이라는 명칭으로 2005년 4월 20일에 출원되고 미국 공개 제2006-0238203호로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제11/111,262호; "중합성 단량체 및 비중합성 캐리어 용제/염 혼합물/용액의 공동-플래시 증발"이라는 명칭으로 2007년 3월 23일에 출원되고 미국 공개 제2008-0187663호로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제11/728,197호; "리튬 배터리용 전해질 첨가제 및 관련 방법"이라는 명칭으로 2008년 9월 19일에 출원되고 국제 공개 번호 WO/2009042071로 공개된 국제 특허 출원 일련번호 PCT/US2008/010894; "다공성 전극 및 관련 방법"이라는 명칭으로 2009년 1월 8일에 출원되고 국제 공개 번호 WO/2009/089018로 공개된 국제 특허 출원 일련번호 PCT/US2009/000090; "전기화학 셀에서의 힘의 인가"라는 명칭으로 2009년 8월 4일에 출원되고 미국 공개 제2010/0035128호로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제12/535,328호; "리튬 배터리용 캐소드"라는 명칭으로 2010년 3월 19일에 출원된 미국 특허 출원 일련번호 제12/727,862호; "밀폐형 샘플 홀더 및 제어된 대기 환경에서 미세 분석을 수행하기 위한 방법"이라는 명칭으로 2009년 5월 22일에 출원된 미국 특허 출원 일련번호 제12/471,095호; ("전기화학 셀용 릴리스 시스템"이라는 명칭으로 2009년 8월 24일에 출원된 가출원 일련번호 제61/236,322호의 우선권을 주장하는) "전기화학 셀용 릴리스 시스템"이라는 명칭으로 2010년 8월 24일에 출원된 미국 특허 출원 일련번호 제12/862,513호; "전기화학 셀용 전기적 비전도성 재료"라는 명칭으로 2010년 8월 24일에 출원된 미국 가출원 일련번호 제61/376,554호; "전기화학 셀"이라는 명칭으로 2010년 8월 24일에 출원된 미국 출원 일련번호 제12/862,528호; "황을 포함하는 다공성 구조를 포함하는 전기화학 셀"이라는 명칭으로 2010년 8월 24일에 출원되고 미국 공개 제2011/0070494호로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제12/862,563호 [S1583.70029US00]; "황을 포함하는 다공성 구조를 포함하는 전기화학 셀"이라는 명칭으로 2010년 8월 24일에 출원되고 미국 공개 제2011/0070491호로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제12/862,551호 [S1583.70030US00]; "황을 포함하는 다공성 구조를 포함하는 전기화학 셀"이라는 명칭으로 2010년 8월 24일에 출원되고 미국 공개 제2011/0059361호로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제12/862,576호 [S1583.70031US00]; "황을 포함하는 다공성 구조를 포함하는 전기화학 셀"이라는 명칭으로 2010년 8월 24일에 출원되고 미국 공개 제2011/0076560호로 공개된 미국 특허 출원 일련번호 제12/862,581호 [S1583.70024US01]; "저전해질 전기화학 셀"이라는 명칭으로 2010년 9월 22일에 출원된 미국 특허 출원 일련번호 제61/385,343호 [S1583.70033US00]; 및 "에너지 저장 디바이스용 다공성 구조체"라는 명칭으로 2011년 2월 23일에 출원된 미국 특허 출원 일련번호 제13/033,419호 [S1583.70034US00]. 본 명세서에 개시된 모든 다른 특허 및 특허 출원도 그 전체 내용이 모든 목적을 위해 참조로 포함된다.

[0105] 도 4a는 배터리의 셀 세트를 방전하기 위한 대표적인 하이-레벨 프로세스(400A)를 도시한다. 대표적인 프로세스(400A)를 포함하는 동작은 다음 단락에서 상세히 설명된다.

[0106] 몇몇 실시예에서, 대표적인 프로세스(400A)는 동작(430)을 포함할 수 있으며, 배터리 내의 셀 세트는 멀티플렉싱 스위치 장치(예를 들어, 전술한 멀티플렉싱 스위치 장치(112))를 사용하여 적어도 하나의 기준에 기초하여 선택적으로 방전될 수 있다. 추가적으로, 멀티플렉싱 스위치 장치는 적어도 하나의 배터리(예컨대, 120-150)의 셀(예컨대, 121A-C)의 2개 이상의 세트(예컨대, 121, 122, 123 및/또는 124)에 연결될 수 있다. 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함할 수 있다.

[0107] 몇몇 실시예에서, 그 다음에 프로세스(400A)는 필요에 따라 종료되거나 반복될 수 있다.

[0108] 도 4b는 배터리의 셀 세트를 방전하기 위한 대표적인 하이-레벨 프로세스(400B)를 도시한다. 대표적인 프로세스(400B)를 포함하는 동작은 다음 단락에서 상세히 설명된다.

- [0109] 몇몇 실시예에서, 대표적인 프로세스(400B)는 선택적으로 동작(410)에서 시작할 수 있으며, 멀티플렉싱 스위치 장치는 부하에 의해 사용되는 토폴로지의 부하에 셀 세트를 연결하는 데 사용될 수 있다. 배터리(예컨대, 120-150)는 셀(예컨대, 121A-C)의 세트(예컨대, 121, 122, 123 및/또는 124)를 포함할 수 있으며, 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함할 수 있다. 예를 들어, 멀티플렉싱 스위치 장치는 직렬, 병렬, 직렬/병렬 또는 부하의 전압 및 전류 요구사항 또는 주어진 애플리케이션 또는 사용자의 요구를 충족하는 데 필요한 임의의 다른 적절한 토폴로지로서 셀을 부하에 연결할 수 있다.
- [0110] 몇몇 실시예에서, 대표적인 프로세스(400B)는 선택적으로 동작(420)으로 진행할 수 있으며, 적어도 하나의 기준 및/또는 기준의 몇몇 파라미터는 이미 방전 중이거나 하나 이상의 셀 또는 셀 세트를 방전시킬 수 있는 배터리 또는 배터리의 셀과 관련하여 측정되거나 모니터링되어 기준이 충족되었는지 여부를 판정할 수 있다.
- [0111] 예를 들어, 센서(예컨대, 도 1의 116)는 부하와 현재 부하에 연결된 셀 세트 사이의 연결에서 전달된 방전 용량을 측정하거나 셀 세트의 전류를 측정할 수 있다. 대안으로 또는 추가적으로, 센서는 다음 중 임의의 것을 측정할 수 있다: 연결 지속기간(몇몇 실시예에서 적어도 0.01 초일 수 있음), 부하와 셀 세트 사이의 여러 연결에 걸쳐 축적된 용량, 셀 세트 및/또는 적어도 하나의 다른 셀 세트의 전압, 셀 세트의 차단 방전 전압, 셀 세트의 전력, 셀 세트의 에너지, 셀 세트의 충전 또는 방전 사이클의 수, 셀 세트의 임피던스, 연결 중 셀 세트의 전압 페이딩 속도, 셀 세트의 온도 및 셀 세트의 압력.
- [0112] 몇몇 실시예에서, 기준은 셀 또는 셀 세트를 방전시키는 순서를 포함할 수 있다. 대안으로 또는 추가적으로, 기준은 파라미터로서 앞에서 언급한 것 중 임의의 것을 갖는 함수의 값일 수 있다. 몇몇 실시예에 따르면, 기준은 셀 세트의 이전 방전 사이클의 수를 포함하지 않는다.
- [0113] 몇몇 실시예에서, 기준이 충족되었으면, 대표적인 프로세스(400B)는 동작 (430)으로 진행할 수 있으며, 배터리의 다음 셀 세트는 멀티플렉싱 스위치 장치(예컨대, 전술한 멀티플렉싱 스위치 장치(112))를 사용하여 기준에 기초하여 선택적으로 방전될 수 있다. 예를 들어, 현재 방전 셀 세트가 어떤 기준이든 또는 요구되는 모든 기준을 충족하면, 본 명세서에 설명된 바와 같이 셀 세트가 분리될 수 있고 다음 셀 세트(다음 세트는 앞에서 논의된 것과 동일하거나 상이할 수 있는 기준 또는 규준에 의해 결정될 수 있음)가 연결될 수 있다. 이와 달리, 기준이 충족되지 않은 경우, 계속 모니터링될 수 있다. 몇몇 실시예에 따르면, 단일 셀과 부하 사이의 연결은 지속기간이 적어도 0.01초일 수 있다. 본 발명자들은 0.01초보다 짧은 연결 지속기간이 놀랍게도 0.01초보다 많은 잡음을 생성할 수 있고 셀의 전기 화학이 무시할 수 없는 것을 달성하게 하지 않을 수 있음을 인지하고 인식하였다.
- [0114] 몇몇 실시예에서, 대표적인 프로세스(400B)는 선택적으로 동작(431)으로 진행할 수 있으며, 멀티플렉싱 스위치 장치는 다른 셀 세트는 방전하고 있지 않는 동안 방전시킬 단일 셀 세트를 격리하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 제어기(예를 들어, 도 1의 114)가 셀(121B)이 방전되어야 한다고 결정하는 경우, 멀티플렉싱 스위치 장치는 셀(121A 및 121C)이 방전하고 있지 않는 동안 방전시킬 셀(121B)을 격리하게 할 수 있다.
- [0115] 몇몇 실시예에서, 대표적인 프로세스(400B)는 그 다음에 선택적으로 동작(432, 434, 436 및/또는 438) 중 임의의 것으로 진행할 수 있다. 예를 들어, 프로세스(400B)가 동작(431)에서 동작(432)으로 진행하면, 멀티플렉싱 스위치 장치는 셀 세트를 충전하는 제2 속도보다 적어도 2배 높은 제1 속도로 셀 세트를 선택적으로 방전하는 데 사용될 수 있다.
- [0116] 대안으로 또는 추가적으로, 프로세스(400B)는 동작(431)에서 동작(434)으로 진행할 수 있으며, 멀티플렉싱 스위치 장치는 셀 세트를 충전하는 제2 속도보다 적어도 4배 높은 제1 속도로 셀 세트를 선택적으로 방전하는 데 사용될 수 있다.
- [0117] 대안으로 또는 추가적으로, 프로세스(400B)는 동작(431)에서 동작(436)으로 진행할 수 있으며, 셀 세트의 방전은 예를 들어, 앞에서 논의된 멀티플렉싱 스위치 장치를 사용함으로써 일시적으로 중첩될 수 있다.
- [0118] 대안으로 또는 추가적으로, 프로세스(400B)는 동작(431)에서 동작(438)으로 진행할 수 있으며, 전력은 상이한 세트들 사이의 스위칭 동안 셀 세트로부터 계속 제공될 수 있다.
- [0119] 동작(431, 432, 434, 436 및/또는 438)은 도 4b에서 별개의 동작으로 나타나지만, 이들 중 임의의 것이 실제로 동작(430)에 통합될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0120] 몇몇 실시예에서, 대표적인 프로세스(400B)는 그 다음에 선택적으로 동작(440)으로 진행할 수 있으며, 멀티플렉싱 스위치 장치는 전술한 바와 같이 병렬로 셀 세트를 충전하는 데 사용될 수 있다.

- [0121] 몇몇 실시예에 따르면, 배터리, 배터리 팩 또는 시스템의 모든 셀 세트를 포함하는 임의의 수의 셀 세트가 동시에 방전될 수 있다. 예를 들어, 4개의 셀이 있는 배터리의 경우, 4개의 셀 모두(또는 2개 또는 3개만)가 동시에 방전될 수 있으며, 이는 부하 또는 애플리케이션에 바람직하고 셀에 가능한 방전 전류 무엇이든 생성할 수 있다. 추가로, 몇몇 실시예에서, 방전 또는 충전된 셀 또는 세트의 수는 방전을 위한 방전 전류와 같은 적어도 하나의 기준에 기초하여 선택된다. 소정 실시예에서, 다수의 셀 또는 셀 세트가 방전 또는 충전되는 순서는 방전을 위한 방전 전류와 같은 적어도 하나의 기준에 기초하여 선택된다. 몇몇 실시예에서, 방전 또는 충전된 셀 또는 세트의 수 및 방전 또는 충전되는 순서는 방전을 위한 방전 전류와 같은 적어도 하나의 기준에 기초하여 선택된다.
- [0122] 몇몇 실시예에서, 그 다음에 프로세스(400B)는 필요에 따라 종료되거나 반복될 수 있다. 예를 들어, 프로세스(400B)는 임의의 적합한 수의 사이클을 통해 반복될 수 있다. 몇몇 실시예에 따르면, 각각의 사이클 또는 몇몇 사이클 동안, 각각의 셀은 임의의 셀이 두 번 방전되기 전에 한 번 방전될 수 있다.
- [0123] 도 5는 배터리 팩을 제어하기 위한 대표적인 하이-레벨 프로세스(500)를 도시한다. 대표적인 프로세스(500)를 포함하는 동작은 다음 단락에서 상세히 설명된다.
- [0124] 몇몇 실시예에서, 대표적인 프로세스(500)는 동작(530)을 포함할 수 있으며, 스위치는 통합 스위칭 제어 시스템을 사용하여 순차적으로 배터리 팩(예컨대, 210) 내의 셀(예를 들어, 121A-C)의 세트(예를 들어, 121, 122, 123 및/또는 124)를 방전하도록 (예를 들어, 앞에서 설명된 114와 같은 제어기에 의해) 제어될 수 있다. 추가로, 멀티플렉싱 스위치 장치는 배터리 또는 배터리들의 둘 이상의 셀 세트에 연결될 수 있다. 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함할 수 있다.
- [0125] 몇몇 실시예에서, 프로세스(500)는 그 다음에 필요에 따라 종료되거나 반복될 수 있다.
- [0126] 도 6은 배터리 팩을 제어하기 위한 대표적인 하이-레벨 프로세스(600)를 도시한다. 대표적인 프로세스(600)를 포함하는 동작은 다음 단락에서 상세히 설명된다.
- [0127] 몇몇 실시예에서, 대표적인 프로세스(600)는 동작(630)을 포함할 수 있으며, 스위치는 통합 스위칭 제어 시스템을 사용하여 기준에 기초하여 배터리 팩(예컨대, 210) 내의 셀(예를 들어, 121A-C)의 세트(예를 들어, 121, 122, 123 및/또는 124)를 방전하도록 (예를 들어, 앞에서 설명된 114와 같은 제어기에 의해) 제어될 수 있다. 추가로, 멀티플렉싱 스위치 장치는 배터리 또는 배터리들의 둘 이상의 셀 세트에 연결될 수 있다. 각각의 셀 세트는 하나 이상의 셀을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 기준은 다음 중 임의의 것을 포함할 수 있다: 부하와 부하에 현재 연결된 셀 세트 사이의 연결 지속시간, 연결에서 전달된 방전 용량, 및 하나 이상의 파라미터를 갖는 함수의 값.
- [0128] 몇몇 실시예에서, 프로세스(600)는 그 다음에 필요에 따라 종료되거나 반복될 수 있다.
- [0129] 본 발명자들은 앞에서 설명된 몇몇 실시예가 구현될 때 종래 기법에 비해 다양한 개선을 보여주는 결과를 생성할 수 있다는 것을 인지하고 인식하였다. 예를 들어, 일 구현예에서, 셀은 99.41 cm^2 의 활성 전극 영역을 갖고 1 중량 %의 LiBOB를 함유하는 F9(BASF) 전해질로 채워진 $50 \mu\text{m}$ Li 포일 및 $25 \mu\text{m}$ 셀가드 2325 분리가 있는 NCMA622 캐소드(BASF)로 만들어졌다. 셀은 각각 4개의 셀을 포함하는 13개의 배터리 내로 조립되었다. 배터리는 아래 표 1 및 표 2에 요약된 조건에서 몇몇 실시예를 사용하여 수행된 13개의 전기 충전-방전 사이클링 테스트를 받았다. 배터리의 셀은 사이클링 테스트 동안 12kg/cm^2 의 압력 및 18°C 의 온도로 유지되었다.

표 1

균일한 전류 분포로 동시에 방전되는 4개의 셀에 대한 배터리 테스트 데이터

테스트 #	배터리 방전 전류	배터리 충전 전류	800 mAh 차단까지 배터리 사이클 수명	배터리 제5 사이클 방전 용량	셀 방전 전류	셀 충전 전류
	mA	mA		mAh	mA	mA
1	800	800	29	1344	200	200
2	400	400	52	1380	100	100
3	300	300	53	1412	75	75

[0130]

표 2

다양한 방전 펄스 지속기간에 순차적으로 방전되는 4개의 셀에 대한
배터리 테스트 데이터

테스트 #	배터리 방전 전류	배터리 충전 전류	800 mAh 차단까지 배터리 사이클 수명	배터리 제5 사이클 방전 용량	셀 방전 펄스 전류	셀 방전 펄스 지속기간	셀 무전류 지속기간	셀 충전 전류	단일 펄스에서 셀 방전 레벨
	mA	mA		mAh	mA	s	s	mA	
4	800	800	94	1064	800	1197	0	200	전체
5	800	800	131	1208	800	10	30	200	부분
6	800	800	125	1252	800	1	3	200	부분
7	800	800	46	1260	800	0.1	0.3	200	부분
8	400	400	263	1260	400	2835	0	100	전체
9	400	400	283	1284	400	10	30	100	부분
10	400	400	217	1352	400	1	3	100	부분
11	400	400	59	1368	400	0.1	0.3	100	부분
12	300	300	334	1304	300	3912	0	75	전체
13	300	300	298	1412	300	10	30	75	부분

[0131]

[0132]

표 1(테스트 #1- #3)은 비교 예(종래 기법에 의해 수행됨)를 나타내며, 셀이 병렬로 연결되고 충전 및 방전 전류가 4개의 셀에 고르게 분포된 상태에서 정전류로 배터리를 충전 및 방전했을 때의 테스트 결과를 요약한다. 충전 차단 전압은 4.35V이고 방전 차단 전압은 3.2V였다. 배터리 용량이 800 mAh에 도달하면, 충전-방전 사이클링이 중지되었다.

[0133]

표 2(테스트 #4-#13)는 셀이 병렬로 연결되고 충전 및 방전 전류가 4개의 셀에 고르게 분포된 상태에서 정전류로 배터리를 4.35V로 충전했을 때의 테스트 결과를 요약한다. 이들 배터리의 방전은 배터리 전체가 일정한 방전 전류를 경험한 방식으로 수행되었다. 그러나, 개별 셀은 순차적으로 부하에 연결되고 부하로부터 분리되어 한 번에 4개의 셀 중 하나에만 방전 전류 펄스를 제공했다. 이 펄스가 끝날 때, 다음 셀이 연결되었고 이전 셀이 분리되었다. 셀은 소정의 펄스 시간 동안 또는 방전 전압이 3.2 V에 도달할 때까지 순서대로 방전 펄스(예컨대, Cell #1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4 등)를 경험했다. 테스트 #4, #8 및 #12는 단일 펄스에서 전체 셀 방전을 제공했다. 다른 테스트는 0.1초, 1초 및 10초의 지속기간으로 단일 펄스에서 부분 셀 방전을 제공했다. 배터리 용량이 800 mAh에 도달하면 충전-방전 사이클링이 중지되었다.

[0134]

테스트 #13에 대응하는 도 7a는 처음 240초 동안 10초 펄스 방전이 시작될 때의 배터리 전압 프로파일을 도시하고, 도 7b는 3.2 V의 전압에 대한 전체 방전 프로파일을 보여준다. 도 7a에서, 반복되는 순서에서 10초 300 mA 펄스의 영향을 받는 셀 번호는 처음 80초 동안 표시된다.

[0135]

다시 표 1 및 표 2를 참조하면, 본 발명자들은 전체 배터리 방전 전류를 순차적으로 배터리 셀의 일부에 인가하면(표 2) 종래 기법에서 수행되었던 것처럼 모든 배터리 셀 사이의 균일한 전류 분포(표 1)에 비해 놀랍고 극적인 사이클 수명 향상을 가져왔다는 것을 인지하고 인식하였다. 이 사이클 수명 향상은 최대 6배일 수 있으며, 본 발명자들은 이것이 방전 펄스 지속기간 및 충전-방전 속도의 함수일 수 있음을 인식하였다. 2개의 충전-방전 속도(테스트 #4-#11에 해당)로 펄스 지속기간의 함수로서 배터리 사이클 수명을 도시하는 도 7c는 사이클 수명이 특히 0.1초보다 긴 펄스 시간과 약 10초의 펄스 지속기간으로 개선될 수 있음을 보여준다. 본 발명자들은 본 명세서에 설명된 배터리 사이클 수명에 대한 개선이 도 7c가 도시하는 바와 같이 및 종래 기법을 이용한 경험에 기초하여 예상되지 않았던, 부분 방전에서 몇몇 실시예를 사용하여 이용 가능하다는 것도 인지하고 인식하였다. 또한, 균일하지 않은 경우에도, 모든 셀의 전체 용량은 몇몇 실시예와 함께 이용될 수 있다.

[0136]

몇몇 실시예에서, 도 4a 내지 도 6을 참조하여 전술한 방법이 다양한 방식 중 임의의 방식으로 달라질 수 있음을 이해해야 한다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 전술한 방법의 단계는 설명된 것과 다른 순서로 수행될 수 있고, 방법은 전술하지 않은 추가 단계를 포함할 수 있고/있거나 방법이 전술한 모든 단계를 포함하지 않을 수도 있다.

[0137]

몇몇 양상들이 컴퓨팅 디바이스를 사용하여 구현될 수 있다는 것이 전술한 설명으로부터 더 이해되어야 한다.

도 8은 컴퓨터(810) 형태로 시스템(800)의 범용 컴퓨팅 디바이스를 도시하며, 이는 전술한 임의의 제어기(예를 들어, 114)와 같은 소정의 양상을 구현하는 데 사용될 수 있다.

[0138] 컴퓨터(810)에서, 구성요소는 처리 유닛(820), 시스템 메모리(830)를 포함하는 시스템 메모리를 포함하는 다양한 시스템 구성요소를 처리 유닛(820)에 연결하는 시스템 버스(821)를 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다. 시스템 버스(821)는 다양한 버스 아키텍처 중 임의의 것을 사용하는 메모리 버스 또는 메모리 제어기, 주변 버스 및 로컬 버스를 포함하는 여러 유형의 버스 구조 중 임의의 것일 수 있다. 제한이 아닌 예로서, 이러한 아키텍처는 ISA(Industry Standard Architecture) 버스, MCA(Micro Channel Architecture) 버스, EISA(Enhanced ISA) 버스, VESA(Video Electronics Standards Association) 로컬 버스 및 메자닌 버스라고도 하는 PCI(Peripheral Component Interconnect) 버스를 포함한다.

[0139] 컴퓨터(810)는 전형적으로 다양한 컴퓨터 판독가능 매체를 포함한다. 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터(810)에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용 가능한 매체일 수 있으며, 휘발성 및 비휘발성 매체, 착탈식 및 비착탈식 매체를 모두 포함한다. 제한이 아닌 예로서, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 다른 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 착탈식 및 비착탈식 매체를 모두 포함한다. 컴퓨터 저장 매체는 RAM, ROM, EEPROM, 플래시 메모리 또는 다른 메모리 기술, CD-ROM, 디지털 다기능 디스크(DVD) 또는 다른 광디스크 스토리지, 자기 카세트, 자기 테이프, 자기 디스크 스토리지 또는 다른 자기 저장 디바이스, 또는 원하는 정보를 저장하는 데 사용될 수 있고 컴퓨터(810)에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 하나 이상의 매체를 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 통신 매체는 전형적으로 반송파 또는 다른 전송 메커니즘과 같은 변조된 데이터 신호로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 다른 데이터를 구현하고 임의의 정보 전달 매체를 포함한다. "변조된 데이터 신호"라는 용어는 신호 내에 정보를 인코딩하는 것과 같은 방식으로 설정되거나 변경된 하나 이상의 특성을 의미한다. 제한이 아닌 예로서, 통신 매체는 유선 네트워크 또는 직접 유선 연결과 같은 유선 매체 및 음향, RF, 적외선 및 기타 무선 매체와 같은 무선 매체를 포함한다. 앞에서 설명한 것 중 임의의 것의 조합도 컴퓨터 판독가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다.

[0140] 시스템 메모리(830)는 판독 전용 메모리(ROM)(831) 및 랜덤 액세스 메모리(RAM)(832)와 같은 휘발성 및/또는 비휘발성 메모리 형태의 컴퓨터 저장 매체를 포함한다. 시동 동안과 같은, 컴퓨터(810) 내의 요소들 간의 정보 전송을 돕는 기본 루틴을 포함하는 기본 입력/출력 시스템(833)(BIOS)은 전형적으로 ROM(831)에 저장된다. RAM(832)은 전형적으로 처리 유닛(820)에 의해 즉시 액세스 가능하고/거나 현재 작동되고 있는 데이터 및/또는 프로그램 모듈을 포함한다. 제한이 아닌 예로서, 도 8은 운영 체제(834), 애플리케이션 프로그램(835), 다른 프로그램 모듈(839) 및 프로그램 데이터(837)를 도시한다.

[0141] 컴퓨터(810)는 다른 착탈식/비착탈식, 휘발성/비휘발성 컴퓨터 저장 매체도 포함할 수 있다. 예로서만, 도 8은 비착탈식, 비휘발성 자기 매체로부터 판독하거나 이에 기록하는 하드 디스크 드라이브(841), 착탈식, 비휘발성 자기 디스크(852)로부터 판독하거나 이에 기록하는 자기 디스크 드라이브(851) 및 CD ROM 또는 기타 광학 매체와 같은 착탈식, 비휘발성 광디스크(859)로부터 판독하거나 이에 기록하는 광 디스크 드라이브(855)를 도시한다. 예시적인 컴퓨팅 시스템에서 사용될 수 있는 다른 착탈식/비착탈식, 휘발성/비휘발성 컴퓨터 저장 매체는 자기 테이프 카세트, 플래시 메모리 카드, 디지털 다기능 디스크, 디지털 비디오 테이프, 고체 상태 RAM, 고체 상태 ROM 등을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 하드 디스크 드라이브(841)는 전형적으로 인터페이스(840)와 같은 비착탈식 메모리 인터페이스를 통해 시스템 버스(821)에 연결되고, 자기 디스크 드라이브(851) 및 광 디스크 드라이브(855)는 전형적으로 인터페이스(850)와 같은 착탈식 메모리 인터페이스에 의해 시스템 버스(821)에 연결된다.

[0142] 앞에서 논의되고 도 8에 도시된 드라이브 및 관련 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터(810)에 대한 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 및 다른 데이터의 저장을 제공한다. 도 8에서, 예를 들어, 하드 디스크 드라이브(841)는 운영 체제(844), 애플리케이션 프로그램(845), 다른 프로그램 모듈(849) 및 프로그램 데이터(847)를 저장하는 것으로 도시된다. 이들 구성요소는 운영 체제(834), 애플리케이션 프로그램(835), 다른 프로그램 모듈(839) 및 프로그램 데이터(837)와 동일하거나 상이할 수 있음에 유의한다. 운영 체제(844), 애플리케이션 프로그램(845), 다른 프로그램 모듈(849) 및 프로그램 데이터(847)는 여기서 최소한 서로 다른 사본임을 나타내기 위해 서로 다른 번호가 주어진다. 사용자는 일반적으로 마우스, 트랙볼 또는 터치 패드로 지칭되는 키보드(892) 및 포인팅 디바이스(891)와 같은 입력 디바이스를 통해 컴퓨터(810)에 커맨드 및 정보를 입력할 수 있다. 다른 입력 디바이스(도시 생략)는 마이크로폰, 조이스틱, 게임패드, 위성 접시, 스캐너 등을 포함할 수

있다. 이들 및 다른 입력 디바이스는 종종 시스템 버스에 연결된 사용자 입력 인터페이스(590)를 통해 처리 유닛(820)에 연결되지만, 병렬 포트, 게임 포트 또는 범용 직렬 버스(USB)와 같은 다른 인터페이스 및 버스 구조에 의해 연결될 수 있다. 모니터(891) 또는 다른 유형의 디스플레이 디바이스도 비디오 인터페이스(890)와 같은 인터페이스를 통해 시스템 버스(821)에 연결된다. 모니터 외에도, 컴퓨터는 출력 주변장치 인터페이스(895)를 통해 연결될 수 있는 스피커(897) 및 프린터(899)와 같은 다른 주변 출력 디바이스도 포함할 수 있다.

[0143] 컴퓨터(810)는 원격 컴퓨터(880)와 같은 하나 이상의 원격 컴퓨터에 대한 논리적 연결을 사용하여 네트워킹된 환경에서 동작할 수 있다. 원격 컴퓨터(880)는 개인용 컴퓨터, 서버, 라우터, 네트워크 PC, 피어 디바이스 또는 다른 공통 네트워크 노드일 수 있으며, 전형적으로 컴퓨터(810)와 관련하여 전송한 다수의 요소 또는 모든 요소를 포함하지만, 도 8에는 메모리 저장 장치(881)만 도시되었다. 도 8에 도시된 논리적 연결은 근거리 네트워크(LAN)(871) 및 원격 네트워크(WAN)(873)를 포함하지만, 다른 네트워크도 포함할 수 있다. 이러한 네트워킹 환경은 사무실, 전사적 컴퓨터 네트워크, 인트라넷 및 인터넷에서 흔히 볼 수 있다.

[0144] LAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(810)는 네트워크 인터페이스 또는 어댑터(870)를 통해 LAN(871)에 연결된다. WAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(810)는 전형적으로 모뎀(872) 또는 인터넷과 같은 WAN(873)을 통해 통신을 수립하는 다른 수단을 포함한다. 내장형 또는 외장형일 수 있는 모뎀(872)은 사용자 입력 인터페이스(890) 또는 다른 적절한 메커니즘을 통해 시스템 버스(821)에 연결될 수 있다. 네트워킹된 환경에서, 컴퓨터(810)와 관련하여 도시된 프로그램 모듈 또는 그 일부는 원격 메모리 저장 디바이스에 저장될 수 있다. 제한이 아닌 예로서, 도 8은 메모리 디바이스(881)에 상주하는 것으로 원격 애플리케이션 프로그램(885)을 도시한다. 도시된 네트워크 연결은 예시적이며 컴퓨터 사이의 통신 링크를 수립하는 다른 수단이 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

[0145] 실시예는 하나 이상의 컴퓨터 또는 다른 프로세서에서 실행될 때, 앞에서 논의된 다양한 실시예를 구현하는 방법을 수행하는 하나 이상의 프로그램으로 인코딩된 컴퓨터 판독가능 저장 매체 (또는 다중 컴퓨터 판독가능 매체)(예컨대, 컴퓨터 메모리, 하나 이상의 플로피 디스크, 콤팩트 디스크(CD), 광디스크, 디지털 비디오 디스크(DVD), 자기 테이프, 플래시 메모리, 필드 프로그래밍 가능 게이트 어레이 또는 다른 반도체 디바이스 내의 회로 구성 또는 다른 유형의 컴퓨터 저장 매체)로서 구현될 수 있다. 전술한 예로부터 명백한 바와 같이, 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 비일시적 형태로 컴퓨터 실행가능 명령어를 제공하기에 충분한 시간 동안 정보를 보유할 수 있다. 그러한 컴퓨터 판독가능 저장 매체 또는 매체들은 그 위에 저장된 프로그램 또는 프로그램들이 하나 이상의 상이한 컴퓨터 또는 다른 프로세서로 로딩되어 앞에서 논의된 본 발명의 다양한 양상을 구현할 수 있도록 이동가능할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "컴퓨터 판독가능 저장 매체"라는 용어는 컴퓨터가 정보를 읽을 수 있는 유형의 머신, 메커니즘 또는 디바이스만을 포함한다. 대안으로 또는 추가로, 몇몇 실시예는 컴퓨터 판독가능 저장 매체가 아닌 컴퓨터 판독가능 매체로서 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체가 아닌 컴퓨터 판독가능 매체의 예는 전파 신호와 같은 일시적 매체를 포함한다.

[0146] 본 발명의 몇몇 실시예가 본 명세서에서 서술되고 설명되었지만, 당업자라면 기능을 수행하고 및/또는 명세서에 서술된 결과 및/또는 하나 이상의 장점을 얻는 다양한 다른 수단 및/또는 구조물을 쉽게 구상할 것이고, 이러한 변형 및/또는 수정의 각각이 본 발명의 범주 내에 있다고 간주된다. 더 일반적으로, 당업자라면 명세서에 서술된 모든 파라미터, 치수, 재료 및 구성이 예시적으로 의도된다는 것과, 실제 파라미터, 치수, 재료, 및/또는 구성이, 본 발명의 교시가 사용된 특정 응용 또는 응용들에 종속될 것임을 쉽게 인식할 것이다. 당업자라면, 일상적인 실험만을 이용하여 명세서에 서술된 본 발명의 특정 실시예의 다수의 균등물을 인식할 것이고 알아낼 수 있을 것이다. 그러므로, 전술한 실시예가 예시로서만 나타나고, 첨부된 청구항 및 균등물의 범주 내에서, 본 발명이 특히 서술되고 주장되는 것 이외에도 실현될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 본 발명은 각각의 개별적인 특징, 시스템, 물품, 재료 및/또는 본 명세서에 서술된 방법을 포함할 수 있다. 게다가, 2개 이상의 이러한 특징, 시스템, 물품, 재료 및/또는 방법의 임의의 조합은 이러한 특징, 시스템, 물품, 재료 및/또는 방법으로서 조화되지 않더라도, 본 발명의 범주 내에 포함된다.

[0147] 명세서에서 설명 및 청구항에서 사용되는 부정 관사는 명확하게 대비되는 것으로 나타나지 않는다면, "적어도 하나의"를 의미한다고 이해되어야 한다.

[0148] 명세서에서 설명 및 청구항에서 사용되는 어구 "및/또는"은 결합된 요소, 즉 일부 경우에서 결합되어 나타나고 다른 경우에서 분리적으로 나타나는 요소의 "둘 중 하나 또는 둘 모두"를 의미한다고 이해되어야 한다. 다른 요소는 "및/또는" 절에 의해 특히 식별되는 요소 이외에, 반대로 명확하게 나타나지 않는다면 특히 식별되는 이러한 요소에 관계가 있거나 또는 관계가 없이 선택적으로 나타날 수 있다. 따라서, 비-제한적인 예시로서, "포

함하는"과 같은 조정이 가능한 언어와 함께 사용될 때, "A 및/또는 B"의 언급은 일 실시예에서, B 없이 A(B 이외의 요소를 선택적으로 포함하는), 다른 실시예에서, A 없이 B(A 이외의 요소를 선택적으로 포함하는), 또 다른 실시예에서, A와 B 모두(다른 요소를 선택적으로 포함하는) 등을 지칭할 수 있다.

[0149] 명세서에서 설명 및 청구항에서 사용되는 "또는"은 위에 정의된 바와 같이, "및/또는"과 동일한 의미를 갖는다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 리스트에서 항목을 분리할 때, "또는" 또는 "및/또는"이 포함되어 해석될 수 있는데, 즉, 적어도 하나의 포함은 또한, 요소 및, 선택적으로 추가로 기재되지 않은 항목의 개수 또는 리스트 중 하나 이상을 포함한다. "~ 중 하나만" 또는 "~ 중 정확히 하나", 또는 청구항에서 사용될 때, "로 구성되는"과 같이, 이에 대비되는 것으로 명확하게 나타난 용어만이, 요소의 개수 또는 리스트 중 정확히 하나의 요소의 포함을 언급할 것이다. 일반적으로, 명세서에서 사용되는 용어 "또는"은 "둘 중 하나", "~ 중 하나", "~ 중 하나만", 또는 "~ 중 정확히 하나"와 같이, 배타적 용어에 의해 선행될 때, 배타적 대안(즉, 둘 모두가 아닌 하나 또는 다른 하나)만을 나타내는 것으로 해석되어야 한다. "기본적으로 구성되는"은 청구항에서 사용될 때, 특허업계에서 사용되는 원래 의미를 가져야 한다.

[0150] 명세서에서 설명 또는 청구항에 사용되고, 하나 이상의 요소의 리스트에 참조되는 어구 "적어도 하나의"는 요소의 리스트에서 임의의 하나 이상의 요소로부터 선택된 적어도 하나의 요소를 의미하는 것이라고 이해되어야 하지만, 요소의 리스트 내에 명확하게 기재된 각각의 그리고, 모든 요소 중 적어도 하나를 반드시 포함할 필요는 없고, 요소의 리스트에서 요소의 임의의 조합을 배제하지 않는다. 또한, 이러한 정의는 요소가, 어구 "적어도 하나의"가 명확하게 식별되는 이들 요소에 관련이 있는지 또는 없는지를 언급하는 요소의 리스트 내에서, 명확하게 식별되는 것 이외에 선택적으로 나타날 수 있다. 따라서, 비-제한적인 예시로서, "A와 B 중 적어도 하나의"(또는, 동등하게, "A 또는 B 중 적어도 하나의" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나의")는 일 실시예에서, B가 없는 하나 이상의 A(및 B 이외의 요소를 선택적으로 포함하는)를 선택적으로 포함하는 적어도 하나, 다른 실시예에서, A가 없는 하나 이상의 B(및 A 이외의 요소를 선택적으로 포함하는)를 선택적으로 포함하는 적어도 하나, 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 A를 선택적으로 포함하는 적어도 하나, 하나 이상의 B를 선택적으로 포함하는 적어도 하나(및 다른 요소를 선택적으로 포함하는) 등을 언급할 수 있다.

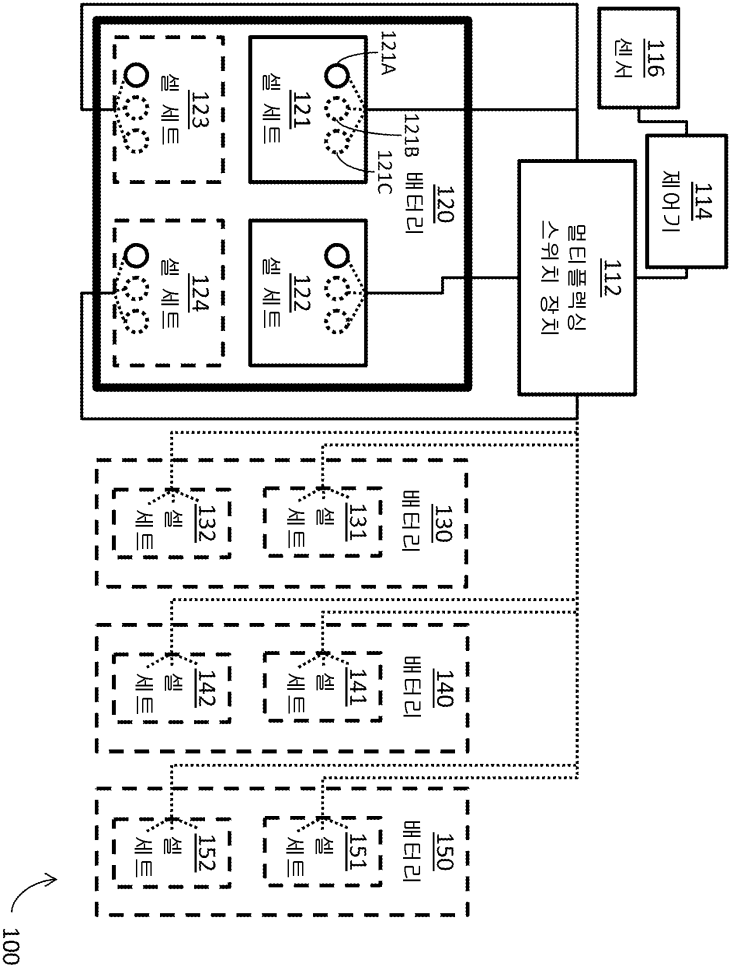
[0151] 몇몇 실시예는 방법으로 구현될 수 있으며, 그 중 다양한 예가 설명되었다. 방법의 일부로서 수행되는 동작은 임의의 적절한 방식으로 순서가 정해질 수 있다. 따라서, 동작은 앞에서 구체적으로 설명된 실시예에서는 순차적으로 수행되는 것으로 도시되지만, 설명된 것과 다른 (예를 들어, 더 많거나 적은) 동작을 포함할 수 있고/있거나 몇몇 동작을 동시에 수행하는 것을 포함할 수 있는, 동작이 설명된 것과 다른 순서로 수행되는 실시예가 구성될 수 있다.

[0152] 청구항 요소를 수정하기 위해 청구항에서 "제1", "제2", "제3" 등과 같은 서수 용어를 사용한다고 해서 그 자체로 다른 청구항 요소에 비한 일 청구항 요소의 임의의 우선순위, 선번 또는 순서를 내포하거나 또는 방법의 동작이 수행되는 시간 순서를 내포하는 것은 아니며, 소정의 이름을 가진 일 청구항 요소를 동일한 이름을 가진 (그러나 서수 용어 사용을 위해) 다른 요소와 구별하여 청구항 요소들을 구별하기 위한 라벨로만 단순히 사용될 뿐이다.

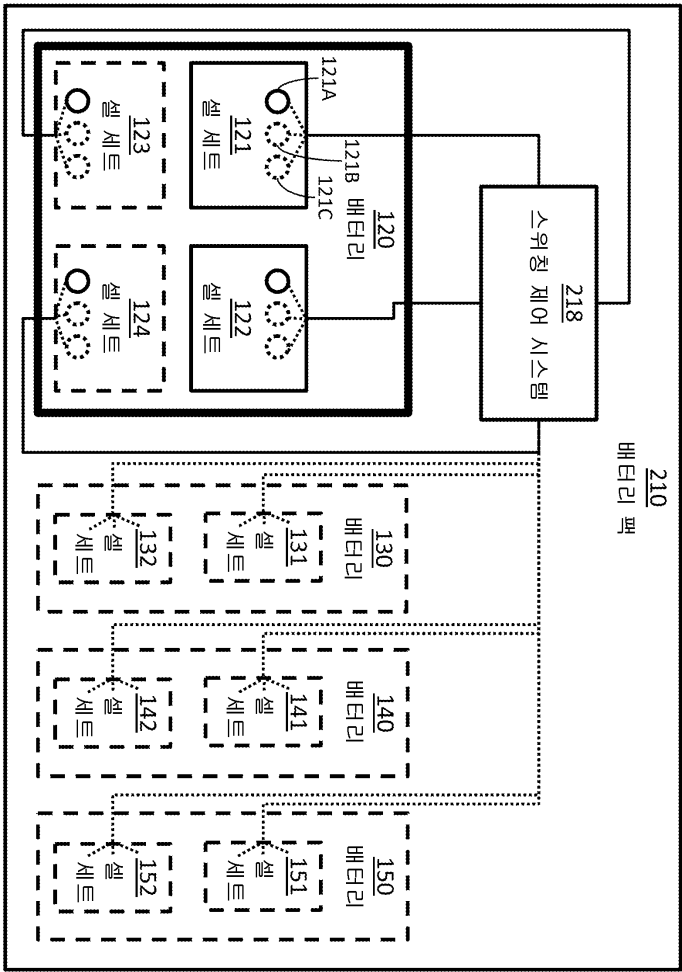
[0153] 위의 명세서에서 뿐만이 아니라 청구항에서, "포함하는(comprising)", "포함하는(including)", "전달하는(carrying)", "갖는(having)", "함유하는(containing)", "수반하는(involving)", "수용하는(holding)" 등과 같은 모든 전이 어구는 개방형, 즉, 포함하나 이에 제한되지 않는다는 것을 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 전이 어구 "~로 필수구성되는(consisting of)" 및 "~로 본질적으로 필수구성되는(consisting essentially of)"만이 특허 심사 절차에 관한 미국 특허청 메뉴얼의 섹션 2111.03에 기재된 바와 같이, 각각 폐쇄형이거나 또는 반-폐쇄형인 전이 어구이다.

도면

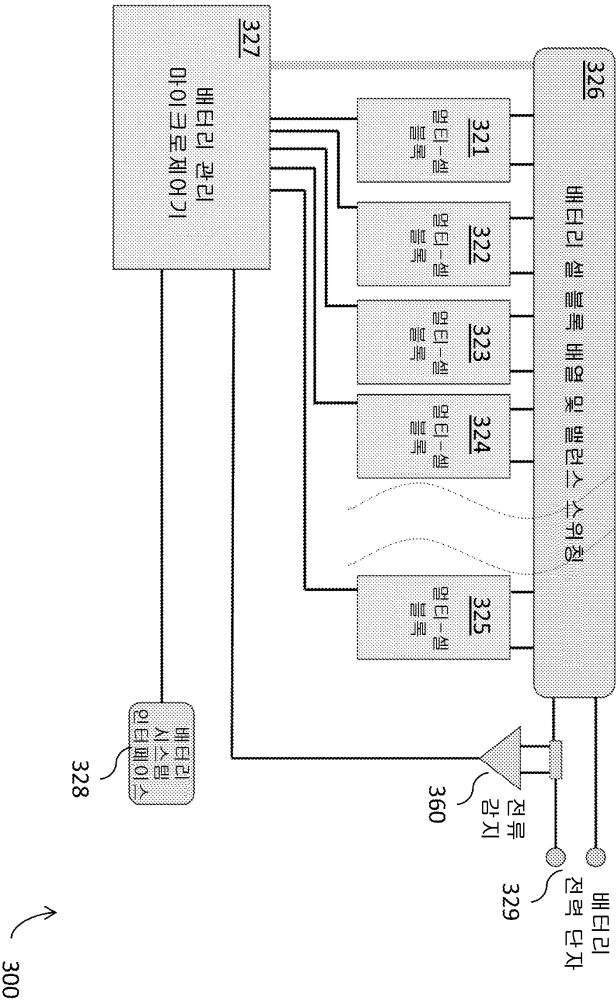
도면1



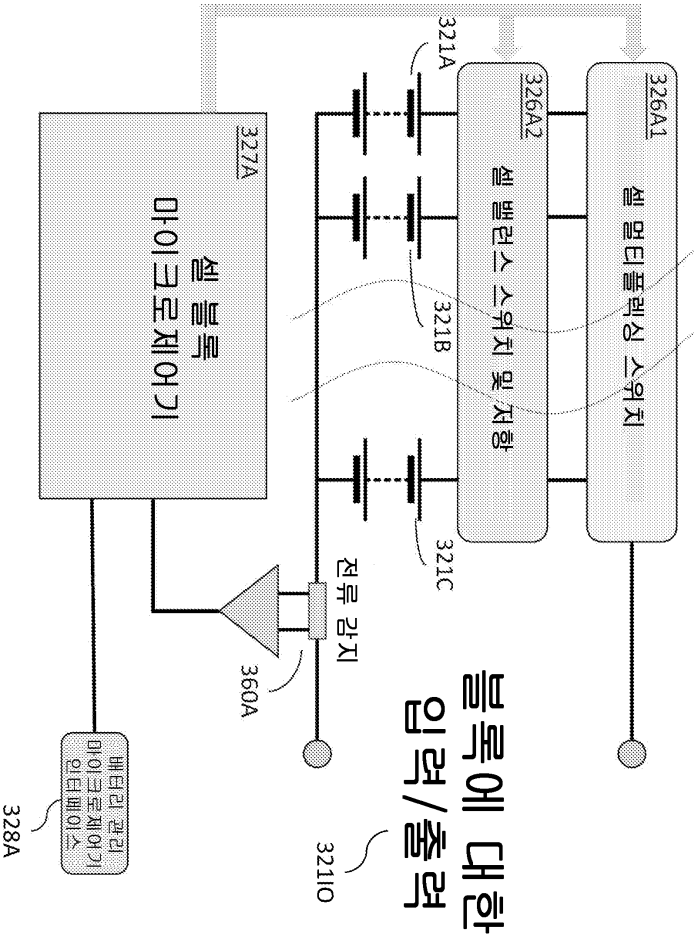
도면2



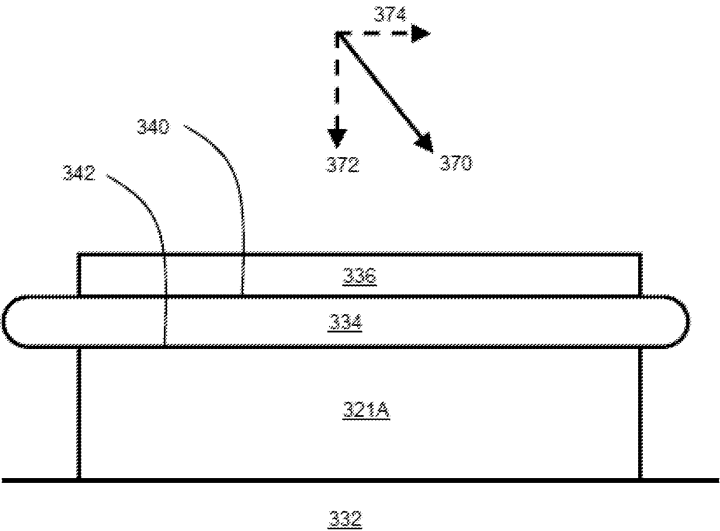
도면3a



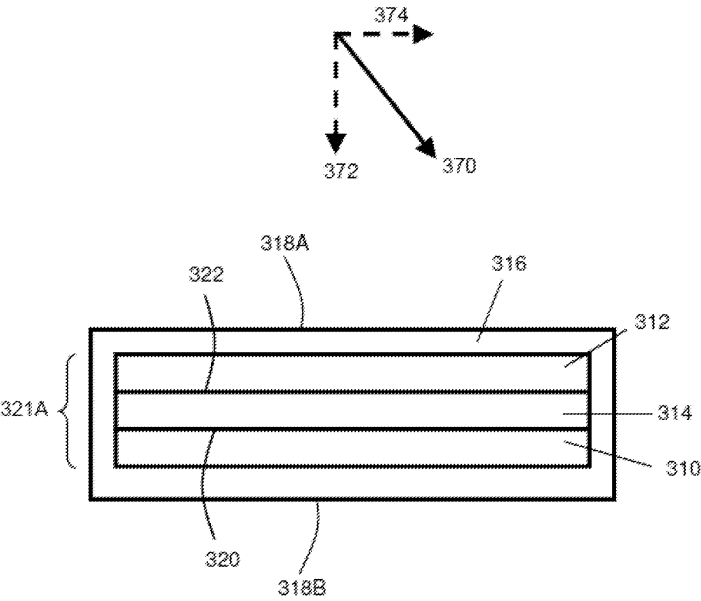
도면3b



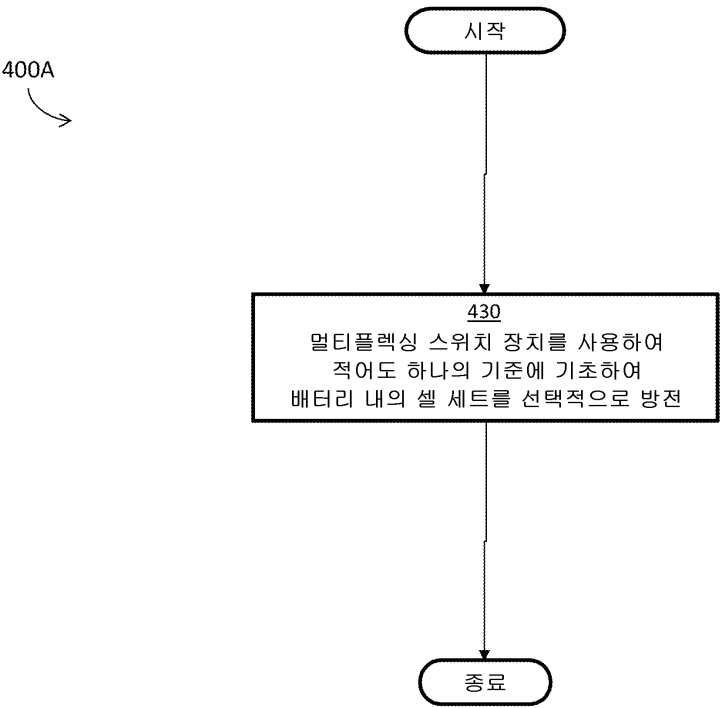
도면3c



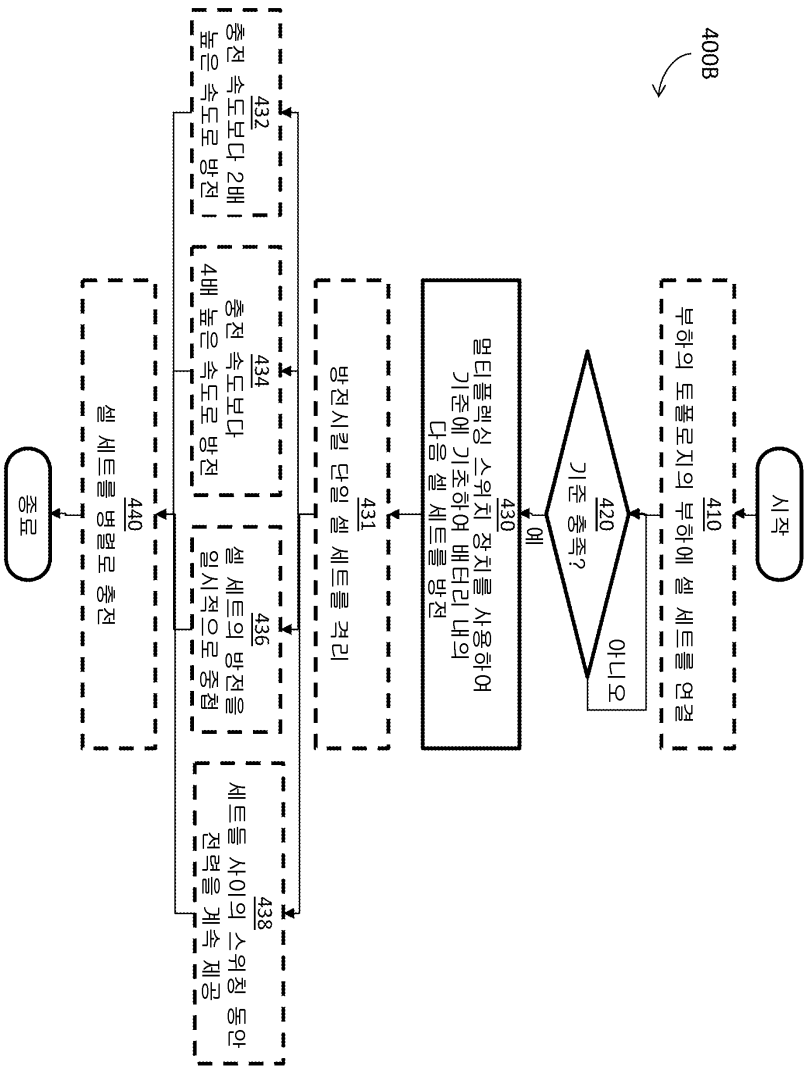
도면3d



도면4a

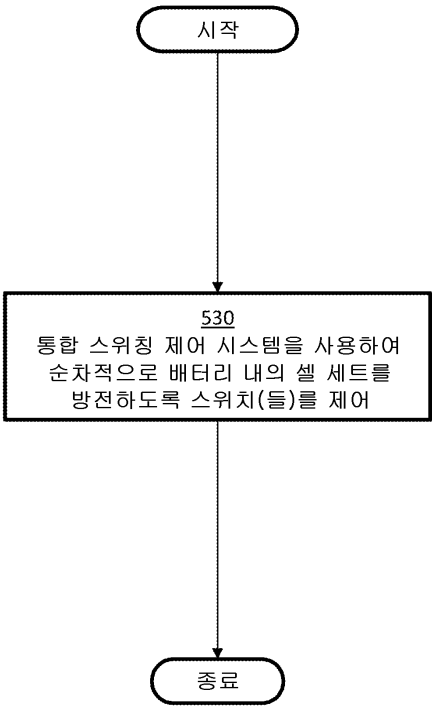


도면4b



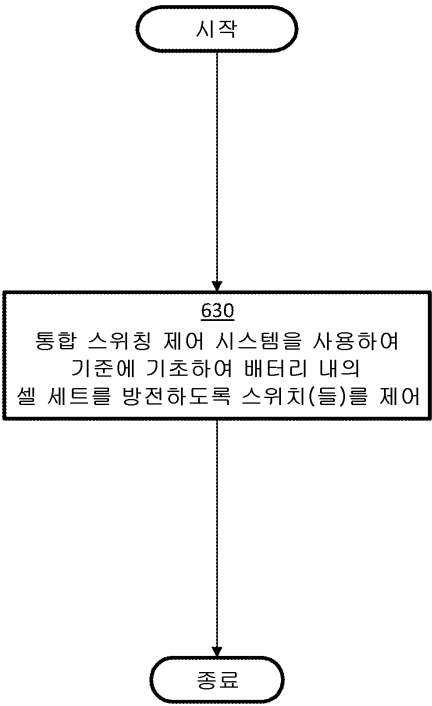
도면5

500

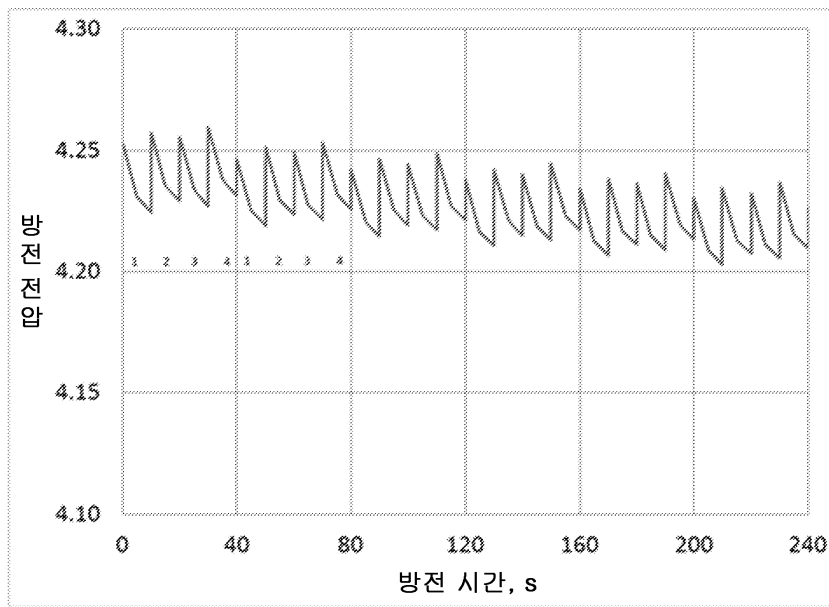


도면6

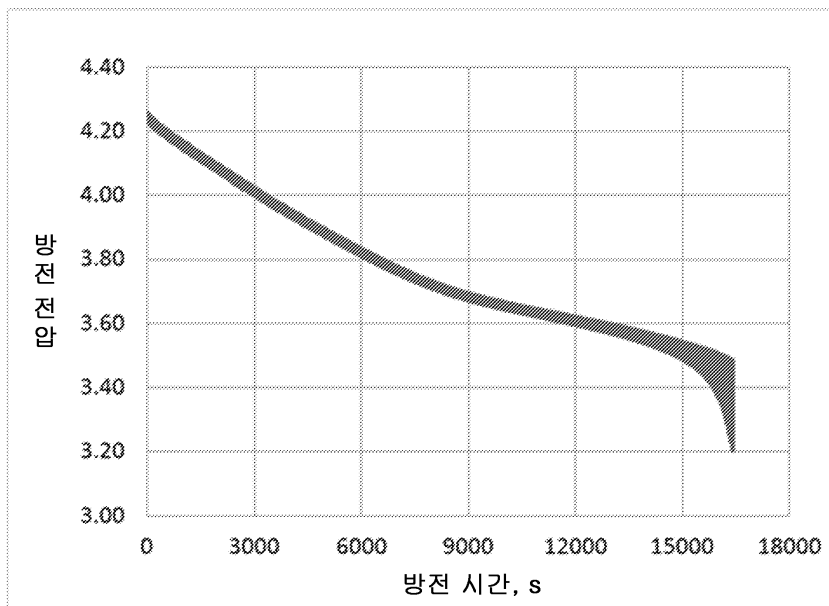
600



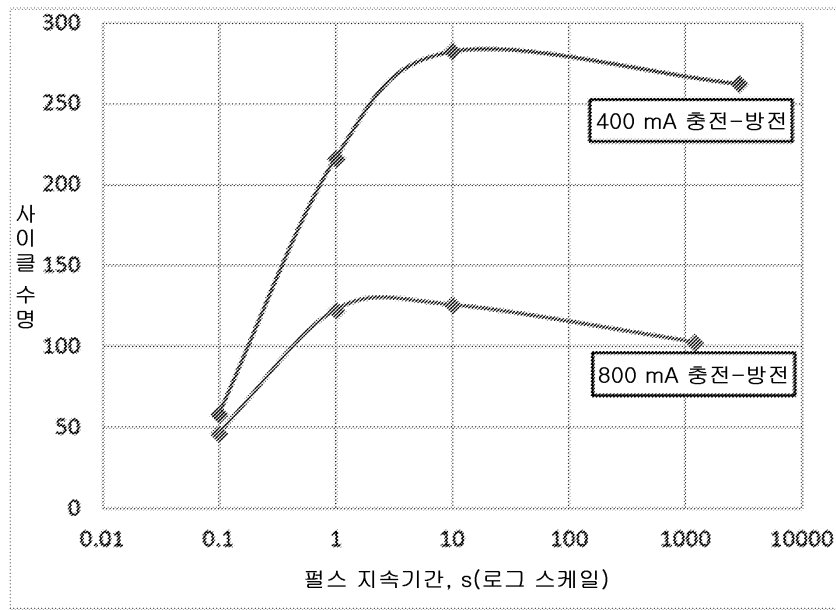
도면7a



도면7b



도면7c



도면8

