



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월04일
(11) 등록번호 10-2017607
(24) 등록일자 2019년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 7/00 (2006.01) H01M 10/44 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7019151
(22) 출원일자(국제) 2012년01월16일
심사청구일자 2016년11월07일
(85) 번역문제출일자 2013년07월19일
(65) 공개번호 10-2014-0041405
(43) 공개일자 2014년04월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/021431
(87) 국제공개번호 WO 2012/099820
국제공개일자 2012년07월26일
(30) 우선권주장
13/010,724 2011년01월20일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009178040 A*
JP2010187534 A*
KR1020060078967 A*
KR1020100136769 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
리튬 워크 테크놀로지 비.브이.
네덜란드 7556 비엔 행젤로 템퍼스백 3
(72) 발명자
나이센 피터
미국 95038 캘리포니아주 밀피타스 맥캔들스 드라이브 1830 오이엠텍 아이엔스.
(74) 대리인
양영준

전체 청구항 수 : 총 18 항

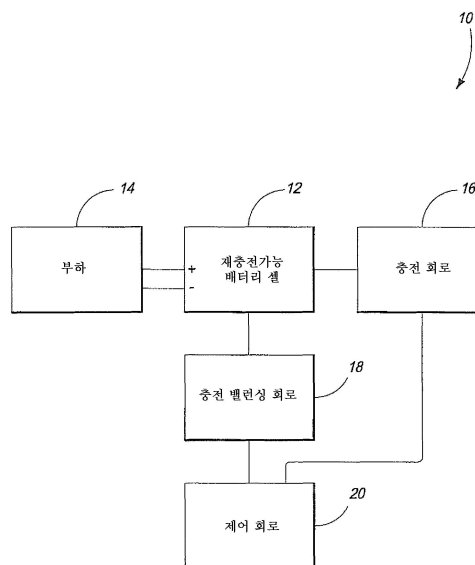
심사관 : 강병욱

(54) 발명의 명칭 재충전가능 배터리 시스템 및 재충전가능 배터리 시스템 작동 방법

(57) 요약

재충전가능 배터리 시스템 및 재충전가능 배터리 시스템 작동 방법이 설명된다. 한 양태에 따라, 재충전가능 배터리 시스템은 복수의 단자들 사이에서 연결된 복수의 재충전가능 배터리 셀, 및 재충전가능 배터리 셀의 실질적으로 방전된 충전 상태로부터 재충전가능 배터리 셀의 실질적으로 충전된 충전 상태까지의 재충전가능 배터리 셀의 충전 동안 각각의 재충전가능 배터리 셀 주변에서 충전 전기 에너지를 선티하도록 구성된 선티 회로를 포함한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

복수의 단자들 사이에서 연결된 복수의 재충전가능 배터리 셀; 및

상기 재충전가능 배터리 셀의 실질적으로 방전된 충전 상태에서부터 상기 재충전가능 배터리 셀의 실질적으로 충전된 충전 상태까지의 상기 재충전가능 배터리 셀의 충전 동안 각각의 상기 재충전가능 배터리 셀 주변에서 충전 전기 에너지를 선프하도록 구성된 선프 회로를 포함하고,

상기 선프 회로는 적기의 공통 순간에 상이한 상기 재충전가능 배터리 셀 주변에서 충전 전기 에너지의 상이한 양의 선프를 제공하도록 구성되고,

상기 선프 회로는 상기 재충전가능 배터리 셀의 각각에 상응하는 복수의 선프 디바이스를 포함하고, 상기 선프 디바이스에 상이한 듀티 사이클을 갖는 복수의 펄스 폭 변조 제어 신호를 제공하여 상기 상이한 양의 선프를 제공하도록 구성되는 제어 회로를 추가로 포함하고,

상기 선프는 실질적으로 방전된 충전 상태를 갖는 재충전가능 배터리 셀에 대해 제1 듀티 사이클 범위 내에서 수행되고, 상기 선프는 실질적으로 충전된 충전 상태를 갖는 재충전가능 배터리 셀에 대해 제2 듀티 사이클 범위 내에서 수행되며,

상기 제2 듀티 사이클 범위의 사용은, 상기 제1 듀티 사이클 범위의 사용과 비교하여 충전 전기 에너지의 증가된 양의 선프를 제공하는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 선프 회로는, 선프하지 않은 경우의 상기 재충전가능 배터리 셀의 충전 상태와 비교하여 서로에 대해 상기 재충전가능 배터리 셀의 충전 상태 밸런싱을 증가시키기 위해 충전 전기 에너지를 선프하도록 구성되는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 선프 회로는, 실질적으로 방전된 충전 상태에서부터 실질적으로 충전된 충전 상태까지의 상기 재충전가능 배터리 셀의 전체 충전 동안에 상기 재충전가능 배터리 셀 각각의 주변에서 전기 에너지를 선프하도록 구성되는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 재충전가능 배터리 셀은 상기 재충전가능 배터리 셀 각각의 상이한 충전 상태에 상응하는 복수의 상이한 작동 상태를 개별적으로 포함하고, 상기 선프 회로는 상기 재충전가능 배터리 셀의 모든 상이한 작동 상태 동안 충전 전기 에너지를 선프하도록 구성되는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 상이한 작동 상태는 실질적으로 방전된 충전 상태, 중간 충전 상태 및 실질적으로 충전된 충전 상태를 포함하는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 선프 회로는 하나의 선프 디바이스의 온도가 임계치를 초과한 결과로서 상기 하나의 선프 디바이스의 선프를 디스에이블하도록 구성되는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 재충전가능 배터리 셀은 리튬을 포함하는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 실질적으로 방전된 충전 상태에서부터 실질적으로 충전된 충전 상태까지의 상기 재충전가능 배터리 셀의 전체 충전 동안 상기 재충전가능 배터리 셀의 충전 상태를 모니터링하도록 구성된 제어 회로를 추가로 포함하고, 상기 셉트 회로는, 상기 모니터링의 결과로서, 실질적으로 방전된 충전 상태에서부터 실질적으로 충전된 충전 상태까지의 상기 재충전가능 배터리 셀의 전체 충전 동안 충전 전기 에너지를 셉트하도록 구성되는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 셉트 회로는, 하나의 충전가능 배터리 셀의 충전 상태가 임계치를 초과한 결과로서 그리고 최대 셉트 미만의 수준으로 다른 재충전가능 배터리 셀에 대해 셉트하는 동안, 하나의 재충전가능 배터리 셀에 대해 최대 셉트를 제공하도록 구성되는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 셉트 회로는, 하나의 재충전가능 배터리 셀의 충전 상태가 다른 재충전가능 배터리 셀의 충전 상태보다 높은 결과로서, 상기 다른 재충전가능 배터리 셀과 비교하여 하나의 재충전가능 배터리 셀에 대해 충전 전기 에너지의 셉트를 증가시키도록 구성되는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 셉트 회로는, 실질적으로 방전된 충전 상태에서부터 실질적으로 충전된 충전 상태까지의 상기 재충전가능 배터리 셀의 충전 동안 적기의 상이한 순간에 상이한 상기 재충전가능 배터리 셀 주변에서 충전 전기 에너지를 셉트하도록 구성되는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 셉트 회로는 적기의 상이한 순간에 상이한 상기 재충전가능 배터리 셀 주변에서 충전 전기 에너지를 셉트하도록 구성되는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 셉트 회로는, 하나의 재충전가능 배터리 셀이 다른 재충전가능 배터리 셀보다 더 높은 충전 상태를 갖는 결과로서 하나의 재충전가능 배터리 셀 주변에서 충전 전기 에너지를 셉트하도록 구성되는, 재충전가능 배터리 시스템.

청구항 17

충전 전기 에너지를 이용하여 재충전가능 배터리 시스템의 복수의 재충전가능 배터리 셀을 충전하는 단계 -상기 충전 단계는 실질적 방전 상태, 중간 상태 및 실질적 충전 상태를 포함하는 상기 재충전가능 배터리 셀의 복수의 상이한 작동 상태 동안 충전하는 단계를 포함함-; 및

상기 재충전가능 배터리 셀 각각에 상응하는 복수의 셉트 디바이스를 이용하여, 실질적 방전 상태, 중간 상태 및 실질적 충전 상태를 포함하는 복수의 상이한 작동 상태에서 상기 재충전가능 배터리 셀을 충전하는 동안 선택된 상기 재충전가능 배터리 셀 주변에서 충전 전기 에너지를 셉트하는 단계를 포함하고,

상기 셉트 단계는, 적기의 공통 순간에 상이한 상기 재충전가능 배터리 셀 주변에서 충전 전기 에너지의 상이한

양의 셉트를 제공하는 셉트 디바이스에 상이한 듀티 사이클을 갖는 복수의 펄스 폭 변조 제어 신호를 제공하는 단계를 포함하고,

상기 셉트 단계는 상기 실질적 방전 상태의 재충전가능 배터리 셀에 대해 제1 듀티 사이클 범위 내에서 수행되고, 상기 셉트 단계는 상기 실질적 충전 상태의 재충전가능 배터리 셀에 대해 제2 듀티 사이클 범위 내에서 수행되고,

상기 제2 듀티 사이클 범위의 사용은, 상기 제1 듀티 사이클 범위의 사용과 비교하여 충전 전기 에너지의 증가된 양의 셉트를 제공하는, 재충전가능 배터리 시스템 작동 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 셉트 단계는, 상기 실질적 방전 상태에서부터 상기 실질적 충전 상태까지의 상기 재충전가능 배터리 셀의 전체 충전 동안 셉트하는 단계를 포함하는, 재충전가능 배터리 시스템 작동 방법.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 셉트 단계는, 셉트하지 않는 경우의 상기 재충전가능 배터리 셀의 충전 상태와 비교하여 상기 재충전가능 배터리 셀의 충전 상태 밸런싱을 증가시키도록 셉트하는 단계를 포함하는, 재충전가능 배터리 시스템 작동 방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

제17항에 있어서, 상기 셉트 단계는, 하나의 재충전가능 배터리 셀이 다른 재충전가능 배터리 셀보다 더 높은 충전 상태를 갖는 결과로서 하나의 재충전가능 배터리 셀 주변에서 충전 전기 에너지를 셉트하는 단계를 포함하는, 재충전가능 배터리 시스템 작동 방법.

청구항 23

제17항에 있어서, 상기 셉트 단계는, 상기 충전 단계 동안 적기의 상이한 순간에 상이한 상기 재충전가능 배터리 셀 주변에서 셉트하는 단계를 포함하는, 재충전가능 배터리 시스템 작동 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2011년 1월 20일에 출원된 미국 특허출원 제13/010,724호의 우선권을 주장한다.

[0002] 본 발명은 재충전가능 배터리 시스템 및 재충전가능 배터리 시스템 작동 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 재충전가능 배터리는 상이한 전기 에너지 요건을 갖는 다양한 애플리케이션을 위해 설계되고 사용된다. 재충전가능 배터리 시스템은 충전 작동 중에 전기 에너지를 수신하고 방전 작동 중에 부하(load)에 전기 에너지를 공급하는 재충전가능 셀을 포함한다. 재충전가능 셀은 상이한 화학 성분을 가질 수 있으며 일례로 리튬 셀을 포함할 수 있다. 상이한 애플리케이션에 사용된 재충전가능 셀의 수는 부하의 요건에 따라 달라질 수 있으며, 셀의 수는, 예를 들어 운송수단 구현예와 같은 일부 구현예에서는 다수일 수 있다.

[0004] 개별 배터리 셀은 통상적으로 예를 들어 리튬 배터리 셀의 경우 3.2 VDC의 작동 전압을 갖는다. 사용 애플리케이션에 따라, 개별 배터리 셀은 직렬로 연결되어 적절한 전압으로 부하에 전기 에너지를 제공할 수 있다. 개별 배터리 셀은 또한 병렬로 연결되어 목적하는 양의 충전 용량을 제공할 수 있다.

[0005] 개별 배터리 셀의 상이한 특성으로 인해 배터리 셀의 밸런싱에 문제가 있을 수 있다. 또한, 배터리 셀은 전압

이 너무 높거나 너무 낮을 경우 손상될 수 있고 일단 손상되면 충전하지 못할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 적어도 일부의 양태는 재충전가능 배터리 시스템 및 방법에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0007] 본 발명의 예시적 실시예를 후속하는 첨부 도면을 참조로 하기에 설명한다.

도 1은 한 실시예에 따른 재충전가능 배터리 시스템의 기능 블록도이다.

도 2는 한 실시예에 따른 재충전가능 배터리 시스템의 기능 블록도이다.

도 3은 한 실시예에 따른 복수의 재충전가능 배터리 모듈의 예시적 묘사이다.

도 4는 한 실시예에 따른 재충전가능 셀 모듈의 예시적 묘사이다.

도 5는 한 실시예에 따른 재충전가능 배터리 셀에 대한 전압 대 충전의 그래프 묘사이다.

도 6은 한 실시예에 따른 상이한 재충전가능 배터리 셀의 전기 에너지 셉트(shunting)의 그래프 묘사이다.

도 7은 한 실시예에 따른 커패시터 모듈의 기능 블록도이다.

도 8은 한 실시예에 따른 복수의 재충전가능 배터리 모듈의 복수의 셀의 충전 밸런싱의 예시적 묘사이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 본 발명에 참조로 포함된, 하기의 출원인이 공통인 출원에 주목한다:

[0009] 발명자가 "Peter Nysen"이고 발명의 명칭이 "Rechargeable Battery Systems And Rechargeable Battery System Operational Methods"이며 본 출원과 동일자로 출원된 미국 특허 출원 대리인 관리번호 제VA24-002호; 및 발명자가 "Peter Nysen"이고 발명의 명칭이 "Rechargeable Battery Systems And Rechargeable Battery System Operational Methods"이며 본 출원과 동일자로 출원된 미국 특허 출원 대리인 관리번호 제VA24-003호.

[0010] 한 실시예에 따라, 재충전가능 배터리 시스템은, 복수의 단자들 사이에서 연결된 복수의 재충전가능 배터리 셀, 및 재충전가능 배터리 셀의 실질적으로 방전된 충전 상태로부터 재충전가능 배터리 셀의 실질적으로 충전된 충전 상태까지의 재충전가능 배터리 셀의 충전 동안 각각의 재충전가능 배터리 셀 주변에서 충전 전기 에너지를 셉트하도록 구성된 셉트 회로를 포함한다.

[0011] 추가 실시예에 따라, 재충전가능 배터리 시스템 작동 방법은 충전 전기 에너지를 이용하여 재충전가능 배터리 시스템의 복수의 재충전가능 배터리 셀을 충전하는 단계를 포함하며, 상기에서 충전 단계는 실질적 방전 상태, 중간 상태 및 실질적 충전 상태를 포함하는 재충전가능 배터리 셀의 복수의 상이한 작동 상태 동안 충전하는 단계, 및 실질적 방전 상태, 중간 상태 및 실질적 충전 상태를 포함하는 복수의 상이한 작동 상태에서 재충전가능 배터리 셀을 충전하는 동안 선택된 재충전가능 배터리 셀 주변에서 충전 전기 에너지를 셉트하는 단계를 포함한다.

[0012] 도 1에 있어서, 재충전가능 배터리 시스템(10)이 한 실시예에 따라 도시된다. 예시된 예에서, 재충전가능 배터리 시스템(10)은 복수의 재충전가능 배터리 셀(12), 충전 회로(16), 충전 밸런싱 회로(18) 및 제어 회로(20)를 포함한다. 더 많고/덜거나, 더 적고/적거나, 대체의 구성요소들을 포함하는 다른 실시예가 가능하다.

[0013] 재충전가능 배터리 셀(12)은 배터리 시스템(10)의 방전 작동 중에 부하(14)를 작동시키기 위해 사용될 수 있는 전기 에너지를 저장하도록 구성된다. 한 실시예에서, 재충전가능 배터리 셀(12)은 리튬 셀을 포함한다. 재충전가능 배터리 셀(12)은 상이한 전력 요건을 갖는 상이한 부하(14)의 작동에 사용하기 위한 상이한 구성의 상이한 직렬 및/또는 병렬 배치를 포함하는 팩에 배치될 수 있다. 하기에 설명된 일부 실시예에서, 재충전가능 배

터리 셀(12)은 복수의 모듈 내에서 구현될 수 있다.

- [0014] 충전 회로(16)는 배터리 시스템(10)의 충전 작동 중에 재충전가능 배터리 셀(12)에 충전 전기 에너지를 공급하도록 구성된다. 충전 회로(16)는 일부 예에서 AC 메인(AC mains), 태양광, 화석 연료, 수력 또는 풍력과 같은 임의의 적절한 공급원으로부터 충전 전기 에너지를 제공할 수 있다.
- [0015] 충전 밸런싱 회로(18)는 재충전가능 셀(12)의 충전 상태의 밸런싱을 증가시키기 위한 작동을 구현하도록 구성된다. 하기 설명된 일부 예시적 실시예에서, 충전 밸런싱 회로(18)는 다른 재충전가능 셀(12)보다 충전 상태가 큰 선택된 재충전가능 셀들(12) 주변에서 충전 전기 에너지를 선타하도록 구성된 충전 섀트 회로를 포함한다. 충전 밸런싱 회로(18)는 일부 실시예에서 전하 셔틀링 회로를 포함할 수 있다. 충전 밸런싱 회로(18)의 전하 셔틀링 회로는 하기에 상세히 설명되는 바와 같이 선택된 재충전가능 셀들(12) 사이에서 전기 에너지를 셔틀링하도록 구성된다.
- [0016] 제어 회로(20)는 배터리 시스템(10)의 작동을 모니터링하고 제어하도록 구성된다. 예를 들어, 제어 회로(20)는 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 상태를 모니터링할 수 있고, 모니터링의 결과로서 충전 회로(16) 및 충전 밸런싱 회로(18)의 작동을 제어할 수 있다.
- [0017] 제어 회로(20)는 적어도 하나의 실시예에서 적절한 매체에 의해 제공된 목적하는 프로그래밍을 구현하도록 구성된 회로를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로(20)는, 예를 들어 소프트웨어 및/또는 펌웨어 명령을 포함하는 실행가능한 명령을 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세서 및/또는 다른 구조로서, 및/또는 하드웨어 회로로서 구현될 수 있다. 일부 예시적 실시예에 따라 하기에 설명된 바와 같이, 제어 회로(20)는 시스템 제어기(21) 및 복수의 모듈 제어기(120)를 포함한다. 제어 회로(20)의 예시적 실시예는 단독의 또는 프로세서와 결합된 하드웨어로직, PGA, FPGA, ASIC, 상태 기계(state machines), 및/또는 다른 구조를 포함한다. 이러한 제어 회로(20)의 예는 예시를 위한 것이며 다른 구성이 가능하다.
- [0018] 제어 회로(20)는, 실행가능한 코드 또는 명령(예를 들어, 소프트웨어 및/또는 펌웨어), 전자 데이터, 데이터베이스, 충전 상태 정보, 임계치(threshold) 또는 다른 디지털 정보와 같은 프로그래밍을 저장하도록 구성된 저장 회로(미도시)를 포함하거나 그렇지 않으면 이에 접속할 수 있으며, 프로세서-사용가능 매체를 포함할 수 있다. 프로세서-사용가능 매체는, 예시적 실시예에서 제어 회로를 포함하는 명령 실행 시스템에 의해 또는 이와 관련되어 사용하기 위한 프로그래밍, 데이터 및/또는 디지털 정보를 포함하거나, 저장하거나, 유지할 수 있는 임의의 컴퓨터 프로그램 제품(들) 또는 제조물(들)에서 구현될 수 있다. 예를 들어, 예시적 프로세서-사용가능 매체는 전자, 마그네틱, 광학, 전자기학, 적외선 또는 반도체 매체와 같은 임의의 물리적 매체를 포함할 수 있다. 프로세서-사용가능 매체의 좀더 구체적인 일부 예는, 이에 제한되지는 않지만, 플로피 디스켓, 집 디스크, 하드 드라이브, RAM, ROM, 플래시 메모리, 캐쉬 메모리 및/또는 프로그래밍, 데이터 또는 다른 디지털 정보를 저장할 수 있는 다른 구성과 같은 휴대용 마그네틱 컴퓨터 디스켓을 포함한다.
- [0019] 본 명세서에 설명된 적어도 일부 실시예 또는 양태는, 상술된 적절한 저장 회로 내에 저장되고 적절한 제어 회로(20)를 제어하도록 구성된 프로그래밍을 이용하여 구현될 수 있다. 예를 들어, 예를 들어 상기 논의된 매체 내에 구현된 것을 포함하는 적절한 제조물을 통해 프로그래밍이 제공될 수 있다.
- [0020] 도 2에 있어서, 재충전가능 배터리 시스템(10)의 한 실시예가 추가로 상세히 도시된다. 묘사된 실시예에서, 재충전가능 배터리 셀(12)은 적절한 팩에 배치되어 전기 에너지를 제공하여 부하(14)를 작동시킨다.
- [0021] 제어 회로(20)는 시스템 수준에서 배터리 시스템(12)의 모니터링 및 제어를 제공하는 시스템 제어기(21)를 포함한다. 시스템 제어기(21)는 한 실시예에서 복수의 재충전가능 배터리 모듈의 복수의 모듈 제어기(120)(도 7과 관련하여 하기 설명됨)와 통신할 수 있다. 시스템 제어기(21)는 예시된 실시예에서 전류 센서(31)를 통해 재충전가능 배터리 셀(12)에서 부하(14)로 제공되고/제공되거나 충전 회로(16)에서 셀(12)로 제공되는 전기 에너지의 양을 모니터링하도록 구성된다. 또한, 시스템 제어기(21)는 하기 설명된 복수의 스위치(24, 26, 28, 30)를 제어한다.
- [0022] 사용자 인터페이스(22)는 사용자에게 데이터를 전달하는 것(예를 들어 사용자 관찰을 위해 데이터를 표시하는 것, 사용자에게 데이터를 청각적으로 통신하는 것 등)뿐만 아니라 사용자로부터의 입력을 수신하는 것(예를 들어, 촉각 입력, 음성 명령 등)을 포함하여, 사용자와 상호작용하도록 구성된다. 따라서, 한 예시적 실시예에서 사용자 인터페이스는 시각 정보를 묘사하도록 구성된 디스플레이(예를 들어 CRT, LCD 등) 및 오디오 시스템뿐만 아니라 키보드, 마우스 및/또는 다른 입력 장치를 포함할 수 있다. 사용자와 상호작용하기 위한 임의의 다른 적절한 장치도 또한 사용할 수 있다. 사용자는 한 실시예에서 사용자 인터페이스(22)를 통해 명령을 입력하고

배터리 시스템(10)의 작동을 모니터링할 수 있다.

- [0023] 한 실시예에서, 시스템 제어기(21)는 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 작동을 제어하도록 구성된다. 시스템 제어기(21)는 적기의 적절한 순간에 충전 회로(16)를 재충전가능 배터리 셀(12)의 팩의 양의 단자와 선택적으로 연결하도록 스위치(예를 들어, 충전 릴레이)(24)를 제어하여 재충전가능 배터리 셀(12)을 충전할 수 있다. 충전 회로(16)는 예시적 실시예에서 전압 또는 전류 제어될 수 있는 프로그래밍 가능한 전력 공급기로서 구현될 수 있다.
- [0024] 묘사된 실시예에서, 배터리 시스템(10)은 또한 스위치(예를 들어, 프리차지 릴레이)(26) 및 양 및 음 스위치(예를 들어, 고출력 릴레이)(28, 30)를 포함한다. 처음에는, 부하(14)를 재충전가능 배터리 시스템(10)과 연결하는 중에 스위치(26, 28, 30)에 의해 재충전가능 배터리 셀(12)의 팩으로부터 부하(14)를 격리시킨다. 부하(14)를 재충전가능 배터리 시스템(10)과 연결한 후에, 스위치(26, 28)를 시스템 제어기(21)에 의해 초기에 폐쇄하여 배터리 시스템(10)을 대량의 전류 스파이크로부터 보호할 수 있다. 예를 들어, 스위치(26)를 적절한 저항성 부하와 같은 적절한 프리차지 부하(32)와 연결하여 과도한 전류가 부하(14)로 돌입(in-rush)하는 것을 방지한다. 이후에, 스위치(30)를 폐쇄하여 부하(14)를 재충전가능 배터리 셀(12)의 팩과 완전히 연결할 수 있다. 적절한 퓨즈(34)를 사용하여 재충전가능 배터리 시스템(10)의 단락 및 부하(14)에서의 다른 불량을 방지할 수도 있다.
- [0025] 도 3에 있어서, 한 실시예에서 배터리 시스템(10)의 복수의 재충전가능 배터리 모듈(40)이 도시된다.
- [0026] 묘사된 실시예에서, 각 재충전가능 배터리 모듈(40)은 양 단자(50) 및 음 단자(52)를 포함하며, 재충전가능 배터리 모듈(40)은 직렬로 연결된다. 하부 모듈(40)의 양 단자(50)는 부하(14)와 연결될 수 있는 재충전가능 배터리 셀(12)의 팩의 양 단자인 한편, 상부 모듈(40)의 음 단자는 부하(14)와 연결될 수 있는 재충전가능 배터리 셀(12)의 팩의 음 단자이다. 또한, 상부 모듈(40)의 양 단자(50) 및 하부 모듈(40)의 음 단자(52)가 서로 연결되어 예시된 예에서 모듈(40)의 직렬 연결을 제공한다. 배터리 시스템(10)의 다른 예에서 재충전가능 배터리 팩에 추가의 재충전가능 배터리 모듈(40)이 제공될 수 있다. 또한, 다른 실시예에서 재충전가능 배터리 셀(12)은 모듈(40)이 없는 팩에 구현될 수 있다.
- [0027] 개별 재충전가능 배터리 모듈(40)은 도 4의 예에서 추가 상세설명에 하기 설명된 복수의 재충전가능 셀 모듈(41)을 포함한다. 각 재충전가능 셀 모듈(41)은 재충전가능 셀 모듈(41)의 복수의 단자 중간에서 연결된 재충전가능 배터리 셀(12)을 포함할 수 있다. 또한, 모듈(40)의 재충전가능 셀 모듈(41)은 모듈 단자(50, 52) 중간에서 직렬로 연결된다. 예시된 재충전가능 배터리 모듈(40)의 예에서 4개의 재충전가능 셀 모듈(41)이 직렬로 연결되지만, 재충전가능 배터리 모듈(40)은 다른 실시예에서 더 많거나 더 적은 셀 모듈(41)을 포함할 수 있다.
- [0028] 각 재충전가능 셀 모듈(41)은 또한 도 3 및 도 4에서 "C"로 표시된 커패시터 단자를 포함한다. 재충전가능 셀 모듈(41)의 커패시터 단자는 각 재충전가능 배터리 모듈(40)의 커패시터 버스(42)의 양의 커패시터 단자(44) 및 음의 커패시터 단자(46)와 교대로 연결된다. 커패시터 버스(42)의 양 및 음 커패시터 단자(44, 46)는 각 재충전가능 배터리 모듈(40)의 커패시터 모듈(48)의 각 단자(P1, N1)와 연결된다. 한 실시예에서 커패시터 버스(42) 및 커패시터 모듈(48)은 하기 설명된 전하 셔틀링 회로(64)의 일부일 수 있다. 한 실시예에서, 전하 셔틀링 회로(64)는 하나의 재충전가능 셀 모듈(41)에서 다른 재충전가능 셀 모듈(41)로 및/또는 재충전가능 배터리 모듈들(40) 간에 전기 에너지를 셔틀링하도록 구성된다. 한 실시예에서 재충전가능 배터리 모듈(40)의 커패시터 모듈(48)은 각 단자(P2, N2)를 통해 병렬로 서로 연결될 수 있다.
- [0029] 도 4에 있어서, 재충전가능 셀 모듈(41)의 한 실시예가 도시된다. 도 4에 도시된 재충전가능 셀 모듈(41)의 예시적 실시예는 셀 모듈(41)의 양 및 음 단자와 연결된 재충전가능 배터리 셀(12)을 포함한다. 예시된 재충전가능 셀 모듈(41)은 또한 하기 설명된 제어 회로(20)의 모듈 제어기(예를 들어, 도 7의 모듈 제어기(120))와 연결될 수 있는 온도 센서(66)를 포함한다. 예시된 실시예에서 온도 센서(66)는 재충전가능 배터리 셀(12)의 온도에 관한 신호를 제공한다. 한 실시예에서, 제어 회로(20)는 재충전가능 배터리 셀(12)의 온도가 셀(12)이 손상될 수 있는 목적하는 작동 범위 미만 또는 초과일 경우 배터리 시스템(10)을 시스템 셧다운시킬 수 있다. 재충전가능 배터리 셀(12)이 리튬을 포함하는 일례에서, 셀의 온도를 충전중에 0 내지 45℃ 범위 이내, 방전중에 -10 내지 50℃ 범위 이내, 및 저장중에 -40 내지 50℃ 범위 이내로 유지하는 것이 바람직하다. 또한, 일부 셀 구성에서는 감지된 충전 상태가 셀(12)의 온도에 따라 변화할 수 있는 점을 고려하여, 제어 회로(20)는 셀(12)의 온도에 관한 정보를 또한 이용하여 셀(12)의 충전 상태를 결정할 수 있다.
- [0030] 예시된 실시예에서, 재충전가능 셀 모듈(41)은 또한 셉트 회로(62) 및 전하 셔틀링 회로(64)를 포함하는 충전

밸런싱 회로(60)를 포함한다. 충전 밸런싱 회로(60)는 배터리 시스템(12)의 작동 중에 재충전가능 배터리 모듈(40)의 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 상태를 밸런싱하기 위해 시도한다(즉, 충전 상태가 실질적으로 동일한 셀(12)을 제공한다).

[0031] 일부 실시예에 관해 상술한 바와 같이, 재충전가능 배터리 셀(12)은 리튬 셀로서 구현될 수 있다. 즉, 일부 실시예에서 하나 이상의 재충전가능 배터리 셀(12)이 셀(12)을 손상시킬 수 있는 작동 문턱 전압 초과 또는 미만의 전압을 갖지 못하도록 하는 것이 바람직하다. 배터리 시스템(10)의 충전 및 방전 작동 중에 충전 상태가 실질적으로 밸런싱된(즉, 동일한) 재충전가능 배터리 셀(12)을 제공하는 것이 바람직하며, 이는 하기에 추가 설명되는 바와 같이 방전 작동 중에 재충전가능 배터리 셀(12)의 팩으로부터 추출된 에너지의 양을 극대화하면서 배터리 시스템(10)이 전용량(full capacity)으로 충전되는 속도를 증가시키는 결과를 초래할 수 있다.

[0032] 셉트 회로(62) 및 서틀링 회로(64)는, 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 상태의 밸런싱을 위한 시도로서 한 실시예에서 제어 회로(20)의 각 모듈 제어기의 제어에 반응하여 선택적으로 인에이블(enable) 또는 디스에이블(disable)될 수 있다. 셉트 회로(62)는 예시된 실시예에서 재충전가능 배터리 셀(12) 주변에서 충전 회로(16)로부터 충전 전기 에너지를 셉트하도록 구성된다. 전하 서틀링 회로(64)는 하기에 더 상세히 설명된 바와 같이 전하 서틀링 작동 중에 재충전가능 배터리 셀(12)에 전기 에너지를 공급하거나 셀(12)로부터 전기 에너지를 제거하도록 구성된다.

[0033] 셉트 회로(62)의 예시적 작동도 하기에 설명된다. 상술한 바와 같이, 셉트 회로(62)는 재충전가능 배터리 셀(12) 주변에서 충전 전기 에너지를 선택적으로 셉트하도록 구성된다. 충전 작동 중에, 배터리 모듈(40)의 재충전가능 배터리 셀(12)은, 예를 들어, 재충전가능 배터리 셀(12)의 제조로부터 초래된 상이한 내부 저항과 같은 상이한 특성으로 인해 상이한 속도로 충전될 수 있다. 즉, 하나 이상의 재충전가능 배터리 셀(12)은 다른 셀(12)보다 더 빨리 충전될 수 있다. 각 셀(12)의 과충전을 방지하기 위해, 각 재충전가능 셀 모듈(41)의 각 재충전가능 배터리 셀(12) 주변의 적어도 일부 또는 모든 충전 전기 에너지를 셉트하도록 셉트 회로(62)가 작동된다. 일부 실시예에서, 제어 회로(20)의 모듈 제어기는, 각 모듈(40)의 재충전가능 배터리 셀(41)의 전압을 모니터링하고, 충전 상태가 모듈(40)의 다른 셀(12)보다 더 높은 하나 이상의 재충전가능 배터리 셀(12) 주변의 충전 전기 에너지를 셉트하도록 셉트 회로(62)를 제어한다.

[0034] 도 5에 있어서, 통상적인 리튬 셀(12)에 대한 전압 대 충전 그래프(140)를 도시한다. 리튬 셀(12)은 셀(12)의 상이한 충전 상태에 상응하는 복수의 상이한 작동 상태를 갖는다. 예시된 그래프(140)에서, 리튬 셀(12)은 실질적 방전 상태(142), 중간 상태(144) 및 실질적 충전 상태(146)를 갖는다. 중간 상태(144)는 비교적 편평한 전압 곡선 대 비교적 큰 부분의 셀(12)의 상이한 충전 상태를 갖는 반면, 실질적 방전 및 충전 상태(142, 146)는 가파른 경사를 갖는다. 중간 상태(144) 내에서 비교적 편평한 그래프(140)의 특성으로 인해, 실질적 충전 및 방전 상태(142, 146)와 비교하여 중간 상태(144)에 상응하는 전압을 갖는 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 상태를 정확하게 결정하는 것이 더 어려울 수 있다.

[0035] 충전 전기 에너지의 셉트에 있어서 일부 결점은, 일부 에너지가 낭비되어 충전 작동의 효율을 감소시킬 수 있고, 과도한 열, 및 셉트에 의한 밸런싱 작동의 구현이 비교적 느릴 수 있다는 것이다. 일부 방식에서, 최고 충전 상태를 갖는 하나 이상의 재충전가능 배터리 셀(12) 주변의 충전 전기 에너지를 셉트하는 것은, 셀(12)이 밸런싱되는 속도를 증가시키기 위한 노력으로서 재충전가능 배터리 셀(12)의 모든 작동 상태(142, 144, 146) 중에 수행될 수 있다.

[0036] 더 구체적으로, 한 실시예에서, 제어 회로(20)는, 실질적 방전 상태(142), 중간 상태(144) 및 실질적 충전 상태(146)를 포함하는 재충전가능 배터리 셀(12)의 모든 상이한 작동 상태에서 충전 중에 각 모듈(40)의 각 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 상태를 모니터링하고, 셀(12)의 상이한 각각의 작동 상태(142, 144, 146)에서 충전 중에 각 모듈(40)의 다른 셀(12)과 비교하여 충전 상태가 더 높은 개별 재충전가능 배터리 셀(12) 주변의 충전 전기 에너지의 셉트를 제어한다.

[0037] 비록 셉트 회로(62)를 사용하면 다른 밸런싱 기술과 비교하여 밸런싱을 구현하는 것이 비교적 느릴 수 있지만, 충전 상태가 더 높은 하나 이상의 재충전가능 배터리 셀의 과충전을 방지하기 위해 충전 사이클의 말단에서만 셉트 작동을 구현하는 방식과 비교하여 더 긴 시간에 걸쳐 셉트가 수행되므로, 실질적 방전 상태(142)에서 중간 상태(144) 및 실질적 충전 상태(146)까지의 재충전가능 배터리 모듈(40)의 재충전가능 배터리 셀(12)의 전체 충전 사이클 동안 셉트 작동을 구현하는 것은 전반적인 밸런싱 작동 속도를 향상시킨다.

[0038] 한 실시예에서, 재충전가능 셀(12)의 상이한 각각의 작동 상태(142, 144, 146) 동안 셉트 회로(62)에 의해 충전

전기 에너지에 대한 셉트 작동을 구현함으로써, 하나 이상의 셉트의 과충전을 방지하기 위해 셉트가 실질적 충전 상태일 때만 셉트가 수행되거나 셉트가 전혀 수행되지 않는 방식과 비교하여 충전 상태가 서로 더 근접한(즉, 밸런싱이 증가된) 실질적 충전 상태(146)로 재충전가능 배터리 셉트(12)이 진입하는 결과를 초래한다.

[0039] 설명된 한 실시예에 따라 셉트(12)의 상이한 작동 상태(142,144,146) 동안 셉트 작동을 구현함으로써, 셉트가 실질적으로 충전될 때만 셉트를 구현하는 방식과 비교하여 감소된 듀티 사이클(duty cycle)(예를 들어 0-50% 범위 내의 듀티 사이클)을 이용하여 셉트가 가능하다. 더 구체적으로, 복수의 작동 상태(142,144,146) 중의 셉트는, 셉트가 실질적으로 충전될 때만 셉트를 구현하는 방식과 비교하여 더 긴 시간에 걸쳐 셉트 작동이 일어나는 것을 가능하게 하며, 그에 따라 셉트(12)의 밸런싱 작동 동안 펄스 폭 변조 신호의 듀티 사이클이 감소할 수 있고, 이는 셉트 회로(62)에 저장된 온도를 제공하는 것을 돕는다.

[0040] 다시 도 4에 있어서, 개별 재충전가능 배터리 모듈(41)의 셉트 회로(62)의 예시적 실시예는 셉트 디바이스(예를 들어, 스위치)(70), 격리 회로(72), 부하(74) 및 온도 센서(76)를 포함한다. 제어 회로(20)의 모듈 제어기는 예시적 실시예에서 광학, 변성기 결합 또는 갈바닉 절연(Galvanic isolation)을 구현할 수 있는 격리 회로(72)를 통해 적절한 제어 신호를 제공할 수 있다. 일례에서, 제어 신호는 적어도 일부의 충전 전기 에너지가 재충전가능 배터리 셉트(12) 주변을 통과하고 전류 제한 레지스터일 수 있는 부하(74)를 통해 통과하는 셉트 작동을 셉트 디바이스(70)로 하여금 선택적으로 구현할 수 있다. 다른 가능한 실시예에서, 셉트 디바이스(70)는 달링턴 트랜지스터(Darlington transistor)로서 구현될 수 있으며 부하(74)가 생략될 수 있다.

[0041] 한 실시예에서 제어 회로(20)의 모듈 제어기는 온도 센서(76)를 통해 부하(74)(또는 미도시된 달링턴 트랜지스터)의 온도를 모니터링할 수 있다. 한 실시예에서 제어 회로(20)는 부하(74)의 온도가 임계치를 초과하면 각 셉트 디바이스(70)의 셉트 작동을 디스에이블 할 수 있다. 예시된 실시예에서 셉트 회로(62)의 최대 작동 온도는 셉트 디바이스(70)의 최대 작동 접합 온도 및/또는 부하(74)의 최대 작동 온도에 상응할 수 있다. 그 후에, 셉트 디바이스(70)의 온도가 상이한 온도 임계치 미만(예를 들어, 일례에서 셉트 작동의 디스에이블을 제어하는 임계치보다 5도 낮은)이 될 때까지 셉트 디바이스(70)는 디스에이블인 채로 유지될 것이다. 셉트 디바이스(70)는 각 셉트 디바이스(70)의 온도가 더 낮은 온도 임계치 미만이 되면 셉트 작동을 재개할 것이다. 일부 구현예에서, 셉트 회로(62)는 셉트 회로(62)의 냉각을 용이하게 하기 위해 히트 싱크(미도시)를 포함할 수 있다.

[0042] 한 실시예에서, 셉트를 제어하기 위해 사용되는 펄스 폭 변조 신호의 듀티 사이클은 또한 각 셉트 회로(62)의 온도 모니터링 결과로서 변화할 수 있다. 예를 들어, 한 셉트 회로(62)에 대한 펄스 폭 변조의 듀티 사이클은 각 셉트 회로(62)의 온도가 온도 임계치에 접근하면 감소할 수 있다. 듀티 사이클의 감소는 셉트 회로(62)의 온도 감소를 도와야 한다.

[0043] 또한, 모듈 제어기는 또한 온도 센서(66)를 통해 재충전가능 배터리 셉트(12)의 온도를 모니터링하여 셉트(12)의 온도가 목적하는 임계치 한계 내임을 확인하여, 상술한 바와 같은 셉트(12)에 대한 손상을 방지할 수 있다. 예시적 실시예에서 모듈 제어기는 임계치를 초과하는 온도를 갖는 셉트(12)에 대해 충전 또는 방전 작동의 경고(warning) 또는 어쩌면 셧다운을 개시할 수 있다.

[0044] 전술한 바와 같이, 제어 회로(20)의 모듈 제어기는 하나의 구현예에서 셉트 회로(62)의 셉트 작동을 제어할 수 있다. 더 구체적으로, 한 실시예에 따라, 제어 회로(20)는 상이한 재충전가능 셉트 모듈(41)의 셉트 회로(62)를 제어하여 재충전가능 배터리 셉트(12)의 충전 상태를 기초로 각 셉트(12)의 상이한 셉트량을 제공할 수 있다. 예를 들어, 도 6에 있어서, 그래프(150)는 재충전가능 배터리 모듈(40)의 충전 사이클 동안 적기의 공통된 순간에 상이한 충전 상태를 갖는 모듈(40)의 상이한 셉트(12)를 예시한다. 충전 상태가 더 높은 재충전가능 배터리 셉트(12)을 갖는 재충전가능 셉트 모듈(41)의 셉트 회로(62)를 제어하여, 충전 상태가 더 낮은 모듈(40)의 재충전가능 배터리 셉트와 비교하여 증가된 셉트를 구현할 수 있다.

[0045] 한 실시예에서, 제어 회로(20)의 모듈 제어기는 개별 재충전가능 셉트 모듈(41)의 셉트 회로(62)를 제어하기 위한 펄스 폭 변조 신호를 제공하도록 구성된다. 제어 회로(20)는, 개별 재충전가능 배터리 모듈(40)의 다른 셉트와 비교하여, 모듈(40)의 각 재충전가능 배터리 셉트(12)의 충전 상태에 따라, 배터리 셉트 모듈(41)의 상이한 셉트 회로(62)에 대해 제어 신호의 듀티 사이클을 0-100%(도 6의 예에서는 0-50%)에서 변화시킬 수 있다.

[0046] 셉트 디바이스(70)에 인가된 제어 신호의 듀티 사이클을 증가시키면, 각 재충전가능 배터리 셉트(12) 주변의 충전 전기 에너지의 셉트를 증가시키고 듀티 사이클이 더 작은 제어 신호를 이용하여 셉트되는 다른 셉트(12)의 충전 속도와 비교하여 셉트(12)의 충전 속도를 감소시키도록 작동된다.

[0047] 하나의 구현예에서, 주어진 재충전가능 배터리 모듈(40)에 있어서 최고 및 최저 충전 상태를 갖는 셉트(12)은 실

질적으로 선형인 경사를 정의하도록 사용될 수 있고, 최고 충전 상태를 갖는 셀(12)은 최대로 섀트될 수 있는 반면(예를 들어, 50% 듀티 사이클), 최저 충전 상태를 갖는 셀(12)은 최소로 섀트될 수 있다(예를 들어, 0% 듀티 사이클). 일례에서 다른 셀(12)에 대한 섀트를 제어하기 위한 펄스 폭 변조 신호는 최소 및 최대 충전 상태를 갖는 셀(12)들 간의 셀(12)의 각 충전 상태에 따라 조정될 수 있다.

[0048] 한 실시예에서, 상이한 범위의 듀티 사이클을 이용하여 셀(12)의 상이한 충전 상태에 따라 섀트를 구현할 수 있다. 더 구체적인 일례에서, 실질적으로 방전 상태 또는 중간 상태인 셀(12)에 대해서는 0-50%의 듀티 사이클 범위 내에서 섀트가 구현될 수 있는 한편, 실질적으로 충전 상태인 셀(12)에 대해서는 0-100%의 듀티 사이클 범위가 사용될 수 있다.

[0049] 한 실시예에서, 각 재충전가능 배터리 모듈(40)의 모듈 제어기는 상기에 따라 각 재충전가능 셀 모듈(41)의 섀트 회로(62)를 제어하기 위해 적절한 펄스 폭 변조 제어 신호를 결정할 수 있다.

[0050] 또한, 셀(12)의 충전 상태는 한 실시예에서 셀(12)의 충전 동안 제어 회로(20)에 의해 복수의 임계치에 대해 모니터링될 수 있다. 사용된 임계치는 한 실시예에서 배터리 시스템(10)에 구현된 셀(12)의 종류에 상응할 수 있다. 제어 회로(20)는 셀(12)의 충전 상태에 따라 셀(12)의 충전을 상이하게 제어할 수 있다. 한 실시예에서, 제어 회로(20)는 초기 과전압 임계치에 대해 셀(12) 각각의 충전 상태를 모니터링할 수 있다. 모든 모듈(40)의 셀(12) 모두가 초기 과전압 임계치 미만이면, 제어 회로(20)는 최대 전류를 이용하여 최대 충전 속도로 모듈(40)의 셀(12)을 충전하도록 충전 회로(16)를 제어할 수 있다.

[0051] 초기 과전압 임계치를 초과하는 셀(12)의 최고 충전 상태의 결과로서, 제어 회로(20)는 모듈(40)의 셀(12)에 인가된 충전 전기 에너지의 전류를 최대 충전 전류 미만의 양이 되게 감소시키도록 충전 회로(16)를 제어할 수 있다. 하나의 셀(12)이 초기 과전압 임계치보다 높은 다른 과전압 임계치를 초과하면, 제어 회로(20)는 모듈(40)의 셀(12)에 인가된 충전 전기 에너지의 전류를 추가로 감소시키도록 충전 회로(16)를 제어할 수 있다. 그 후에 하나의 셀(12)이 불량 제한 임계치(이전의 임계치보다 높은 충전 상태를 나타냄)를 초과하면, 제어 회로(20)는 모듈(40)의 셀(12)에 충전 전기 에너지를 제공하는 것을 중단하도록 충전 회로(16)를 제어할 수 있다.

[0052] 한 실시예에서, 제어 회로(20)는 최고 충전 셀(들)(12)의 충전 상태를 각 임계치 미만으로 감소시키도록 모듈(41)의 각 섀트 회로(62)를 제어할 수 있다. 한 실시예에서 제어 회로(20)는 불량 제한 임계치를 초과한 셀(들)(12)에 최대 섀트를 제공하도록 섀트 회로(62)를 제어할 수 있다. 예를 들어, 한 실시예에서 적절한 섀트 회로(62)의 섀트 디바이스는 변조 없이 뒤이어 곧 섀트되어 연속적인 최대 섀트를 제공할 수 있다. 예시적 일례에서 최고 충전 상태를 갖는 셀(12)이 최저 충전 상태를 갖는 셀(12) 미만이 되거나 타임아웃이 발생할 때 충전이 재개될 수 있다.

[0053] 즉, 섀트는, 충전 상태가 더 낮은 셀(12)이 충전 상태가 더 높은 셀(12) 보다 더 빨리 충전할 수 있는 상이한 속도로 배터리 모듈(40)의 상이한 재충전가능 배터리 셀(12)이 충전되도록 유발한다. 상술한 바와 같이, 상이한 작동 상태(142,144,146) 동안 개별 재충전가능 셀 모듈(41)의 섀트 회로(62)의 작동은, 상이한 작동 상태(142,144,146) 동안 섀트가 구현되지 않는 방식과 비교하여 충전 작동 동안 밸런싱이 증가된 재충전가능 배터리 셀(12)을 제공한다. 본 명세서의 한 실시예에서 논의된 바와 같이, 재충전가능 셀(12)은 셀(12)이 실질적으로 충전된 충전 상태에 도달함에 따라 서로 충전이 비슷하고, 실질적으로 충전되고(비교적 느린 단계일 수 있음) 셀(12)의 모든 작동 상태(142,144,146) 동안 섀트를 구현하지 않는 방식에서 발생할 수 있는 다른 셀(12)을 상당히 불균형한(out of balance) 셀(12)과 밸런싱하기 위해 통상적으로 상당한 섀트를 필요로 하지 않으므로, 섀트 작동은, 재충전가능 배터리 셀(12)의 각 작동 상태 동안 섀트 작동을 구현하지 않은 충전 작동보다 더 빨리, 재충전가능 배터리 모듈(40)의 각 재충전가능 배터리 셀(12)을 완전히 충전된 상태로 충전하는 것을 가능하게 한다.

[0054] 하지만, 일부 상황에서, 하나 이상의 재충전가능 배터리 셀(12)은 셀(12)의 각 작동 상태(142,144,146) 동안 섀트의 존재하에서도 다른 셀(12)과 상당히 불균형할 수 있다. 예를 들어, 결함 있는 재충전가능 배터리 셀(12)을 포함하는 재충전가능 셀 모듈(41)을 재충전가능 배터리 모듈(40)에서 제거할 수 있고, 모듈(40)의 다른 셀(12)에 대해 상당히 불균형한 대체 모듈(41)을 삽입할 수 있다. 한 실시예에서, 전하 셔틀링 회로(64)를 사용하여, 섀트된 재충전가능 배터리 셀(12)들 간에 전기 에너지를 전송하여 예를 들어 한 실시예에서 불균형한 셀(12)을 급속 충전할 수 있다. 전하 셔틀링 회로(64)는 예시적 실시예에서 단독으로(예를 들어, 충전 섀트 회로(62)가 생략되거나 사용되지 않는 경우) 또는 하이브리드 방식의 섀트 회로(62) 또는 다른 충전 밸런싱 회로와 조합하여 사용될 수 있다.

- [0055] 예시적 실시예에서, 재충전가능 셀 모듈(41) 각각은, 전술한 모듈(41)의 음의 단자와 모듈(41)의 C 단자 중간에 전하 셔틀링 회로(64)를 포함한다. 하기 설명된 바와 같이, 전하 셔틀링 회로(64)는 적기의 상이한 순간에 하나의 재충전가능 배터리 셀(12)을 커패시터 버스(42)와 선택적으로 연결하도록 모듈 제어기에 의해 선택적으로 인에이블(enabled)되어 재충전가능 배터리 셀(12)의 상이한 셀들 간에 전기 에너지를 셔틀링한다. 모듈 제어기는 격리 회로(82)(예를 들어, 광학, 변성기 결합 또는 갈바닉 절연)를 통해 제어 신호를 내보내 스위치(80)의 작동을 제어하여, 각 재충전가능 배터리 셀(12)을 커패시터 버스(46)와 선택적으로 연결할 수 있다. 교호하는 재충전가능 배터리 셀(12)은 재충전가능 셀 모듈(41)의 C 단자에 의해 연결된 커패시터 버스(42)에 대해 반대 방향이고 전기 에너지는 셔틀링 작동 중에 각 셀(12)에 또는 각 셀(12)로부터 전달될 수 있으므로, 스위치(80)는 전류가 전하 셔틀링 회로(64)를 통해 양 방향으로 흐르는 것이 가능하도록 배치된다. 비록 묘사된 실시예에서 스위치(80)는 FET로서 구현되지만, 다른 실시예에서 스위치(80)는 단일 릴레이와 같은 대체 구성을 이용하여 구현될 수 있다. 한 실시예에서 스위치(80)의 제어 신호는 제어 회로(20)에 의해 펄스 폭 변조되어 목적하는 양의 전류 흐름을 제공할 수 있다.
- [0056] 한 실시예에서, 적기의 주어진 순간에 오직 하나의 재충전가능 배터리 셀(12)이 커패시터 버스(42)와 연결되어 셀(12)의 단락을 방지할 수 있다. 모듈 제어기는 각 재충전가능 배터리 모듈(40)의 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 상태를 모니터링하도록 구성된다. 한 실시예에서, 모듈 제어기는 모듈(40)의 최고 충전 상태를 갖는 하나의 재충전가능 배터리 셀(12)에서 모듈(40)의 최저 충전 상태를 갖는 하나의 재충전가능 배터리 셀(12)로 전기적 전하를 전달하도록 적절한 재충전가능 셀 모듈(41)의 셔틀링 회로(64)를 제어하여 전기 에너지를 셔틀링할 수 있다. 다른 실시예에서, 셔틀링 회로(64)를 작동시켜 충전 및/또는 방전 작동 중에 전기 에너지를 셔틀링할 수 있다.
- [0057] 더 구체적으로, 한 실시예에서, 모듈 제어기는 처음에, 최고 충전 상태를 갖는 셀(12)을 포함하는 재충전가능 셀 모듈(41)의 C 단자 및 스위치(80)와, 최고 충전 상태를 갖는 셀(12)을 포함하는 모듈(41)의 양 단자와 연결된 인접 모듈(41)의 C 단자 및 스위치(80)를 이용하여, 최고 충전 상태를 갖는 재충전가능 배터리 셀(12)을 커패시터 버스(42)와 연결한다. 개시된 예시적 실시예에서, 가장 오른쪽의 재충전가능 셀 모듈(41)의 양 단자는 커패시터 모듈(48)과 직접 연결될 수 있는 반면, 가장 오른쪽 모듈(41)의 음 단자는 각 C 단자 및 스위치(80)를 통해 커패시터 버스(42)와 연결되어, 가장 오른쪽의 모듈(41)이 커패시터 모듈(48)에 대해 전기 에너지를 전달하는 것이 가능하도록 할 수 있다.
- [0058] 한 실시예에서 하기 설명된 바와 같이 최고 셀(12)로부터의 전기 에너지는 커패시터 모듈(48)로 전달되고 커패시터 모듈(48) 내에 저장된다. 그 후에, C 단자를 디스에이블 함으로써, 재충전가능 배터리 셀(12)은 커패시터 모듈(48)에 충전을 전달한 후에 커패시터 버스(42)로부터 분리(de-coupled)된다.
- [0059] 초기 재충전가능 배터리 셀(12)의 분리에 후속하여, 모듈(40)의 최저 충전 상태를 갖는 재충전가능 배터리 셀(12)은 커패시터 버스(42)와 연결되어, 최저 충전 상태를 갖는 셀(12)을 포함하는 재충전가능 셀 모듈(41)의 C 단자 및 스위치(80) 및 최저 충전 상태를 갖는 셀(12)을 포함하는 모듈(41)의 양 단자와 연결된 인접 모듈(41)의 C 단자 및 스위치(80)를 이용하여, 커패시터 모듈(48) 내에 저장된 전기 에너지를 수신한다. 전기 에너지는 커패시터 모듈(48)에서 셀(12)로 전달되어 셀(12)의 충전 상태를 증가시킨다.
- [0060] 전하 셔틀링 작동의 결과는, 최저 충전 상태를 갖는 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 상태를 증가시키는 반면 최고 충전 상태를 갖는 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 상태를 감소시켜, 두 셀(12)의 충전 상태 밸런싱을 증가시키는 것이다. 전하 셔틀링 작동은 충전 및 방전 작동 모드 동안 재충전가능 배터리 셀(12)의 상이한 작동 상태(142, 144, 146) 중에 계속해서 수행될 수 있다. 전하 셔틀링 작동은, 예를 들어 섀트 회로(62)를 사용하는 것보다 더 빠르고 더 효율적인 방식으로 다른 셀(12)과 상당히 불균형한 하나 이상의 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 상태를 밸런싱하도록 작동한다. 또한, 일부 실시예에서 하기에 추가로 설명한 바와 같이, 커패시터 모듈(48)도 또한 다른 재충전가능 배터리 모듈(40)의 다른 커패시터 모듈(48)에 대해 전기 에너지를 전달 및/또는 수신할 수 있다.
- [0061] 상기 논의된 한 실시예에서, 섀트 회로(62)의 온도가 임계치를 초과하면 섀트 작동이 유예될 수 있다. 하지만, 전하 셔틀링 작동은 셀(12)에 대해 계속해서 구현될 수 있는 반면(예를 들어, 최고 및 최저 충전 상태를 갖는 셀(12)들 간의 전하 셔틀링), 섀트 작동은 범위 외의 온도 조건을 갖는 하나 이상의 셀(12)에 대해 디스에이블된다. 한 구체적인 실시예에서, 섀트 회로(62)가 디스에이블된 셀(12)에 대해 셔틀링이 구현될 수 있다.
- [0062] 따라서, 한 실시예에서, 모듈 제어기는 셔틀링 회로(64)를 제어하여 적기의 상이한 순간에 적절한 재충전가능 배터리 셀(12)을 커패시터 버스(42)와 연결할 수 있다. 한 실시예에서, 연결된 재충전가능 배터리 셀(12)은 커

패시터 모듈(48)에 전기 에너지를 전달하거나 커패시터 모듈(48)로부터 전기 에너지를 수신한다.

- [0063] 도 7에 있어서, 한 재충전가능 배터리 모듈(40)의 커패시터 모듈(48)의 예시적 실시예가 도시된다. 더 많은, 더 적은 및/또는 대체의 구성요소들을 포함하는 다른 실시예가 가능하다.
- [0064] 설명된 예시적 실시예에서 커패시터 모듈(48)은 제어 회로(20)의 일부인 모듈 제어기(120)를 포함한다. 한 실시예에서, 커패시터 모듈(48)은 각 재충전가능 배터리 모듈(40)의 재충전가능 셀 모듈(41)뿐만 아니라 시스템 제어기(21)와 접속하는 배터리 허브인 것으로 간주될 수 있다. 또한, 커패시터 모듈(48)은 각 모듈(40)의 재충전가능 배터리 셀(12)의 전압 모니터링을 제공하고 각 모듈(40)의 저장 회로(90) 충전을 제어하여 하기 설명된 전하 서플링 작동을 구현할 수도 있다. 커패시터 모듈(40)은 또한 한 실시예에서, 스위치의 병렬에서 직렬로의 변환 및 온도 제어를 제공하고, 스위치를 제어하고 각 재충전가능 배터리 모듈(40)의 온도를 모니터링하며 시스템 제어기(21)와 통신을 위한 데이터 신호를 제공하기 위해 사용될 수 있다. 한 실시예에서 재충전가능 배터리 모듈(40)의 커패시터 모듈(48)은 또한, 예를 들어 대규모 밸런싱을 구현하도록 복수의 재충전가능 배터리 모듈(40)을 함께 연결하기 위해 사용될 수 있다(도 8 참조).
- [0065] 따라서, 한 실시예에서, 모듈 제어기(120)는 재충전가능 셀 모듈(41) 및 재충전가능 배터리 모듈(40)의 커패시터 모듈(48)의 작동을 모니터링하고 제어하는 것을 포함하여 재충전가능 배터리 모듈(40)의 각종 작동을 모니터링하고 제어하도록 구성된다. 예를 들어, 예시된 실시예에서, 모듈 제어기(120)는 커패시터 모듈(48)에 존재하는 서플링 회로(64)를 제어할 뿐만 아니라 개별 재충전가능 셀 모듈(41)의 서플링 회로(64)를 제어하도록 구성될 수 있다(예를 들어, 적절한 재충전가능 배터리 셀(12)을 커패시터 버스(42)와 선택적으로 연결하도록 스위치(80)의 작동을 제어). 또한, 모듈 제어기(120)는 셀(12)의 충전 상태를 기초로 셉트 회로(62)의 셉트 작동을 제어할 수 있다(예를 들어, 각각의 재충전가능 배터리 셀(12) 주변의 충전 전기 에너지를 선택적으로 셉트하도록 스위치(70)를 제어).
- [0066] 모듈 제어기(120)는 또한 각 온도 센서(66)를 통해 재충전가능 배터리 셀(12)의 온도를 모니터링하고 각 온도 센서(76)를 통해 셉트 회로(62)의 온도를 모니터링하도록 구성된다. 모듈 제어기(120)는 또한 하기에 추가로 설명한 바와 같이 재충전가능 배터리 셀(12)의 전압(및 충전 상태)을 모니터링하도록 구성된다.
- [0067] 상술한 바와 같이, 한 실시예에서 모듈 제어기(120)는 또한 시스템 제어기(21)와 통신하도록 구성된다. 한 실시예에서, 시스템 제어기(21)는 모듈 제어기(120)와의 통신을 통해 각 재충전가능 배터리 모듈(40)의 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 상태를 모니터링할 수 있고, 모듈 제어기(120)의 작동(예를 들어, 대규모 밸런싱 작동)을 제어하기 위한 제어 신호를 내보낼 수도 있다.
- [0068] 모듈 제어기(120)는 모듈 제어기(120)에 의한 실행을 위한 프로그래밍, 데이터 스토리지 등을 포함하는 적절한 메모리(122)를 가질 수 있다. 한 실시예에서, 메모리(122)는 성분값 오차에 기인한 전압 모니터링의 공장 보정을 위한 보정 정보를 포함한다.
- [0069] 예시된 실시예에서, 커패시터 모듈(48)은 일례에서 복수의 저장 디바이스(92)(예를 들어, 커패시터)를 포함하는 저장 회로(90)의 형태로 전하 서플링 회로(64)의 일부를 포함한다. 한 실시예에서, 저장 디바이스(92)는 커패시터 버스(42)를 통해 한 재충전가능 셀 모듈(41)로부터 수신된 전기 에너지를 저장하고 커패시터 버스(42)를 통해 다른 재충전가능 셀 모듈(41)에 전기 에너지를 제공하여 전하 서플링 작동을 구현하도록 구성된다.
- [0070] 한 실시예에서 모듈 제어기(120)는 스위치 제어기(100)와 연결되어 커패시터 모듈(48)의 각종 작동을 제어한다. 한 실시예에서 모듈 제어기(120)는 커패시터 모듈(48)을 재충전가능 배터리 모듈(41)의 상이한 커패시터 버스(42)와 연결하도록 스위치(94, 99)를 제어할 수 있다. 모듈 제어기(120)는 한 실시예에서의 개별 재충전가능 셀 모듈(41)의 스위치(80) 및 C 단자를 통한 재충전가능 배터리 셀(12)과 커패시터 버스(42)의 연결의 극성을 기초로, 한 실시예의 재충전가능 배터리 셀(12)과 커패시터 버스(42)의 연결의 극성을 제어하도록 스위치(95, 98)를 제어할 수 있다. 한 실시예에서 하기 설명된 바와 같이, 모듈(40)의 커패시터 버스(42)로부터 저장 회로(90)를 분리하도록 스위치(97)를 제어함으로써 전압 모니터링 회로(102)를 이용하여 셀(12)의 전압을 모니터링하는 것이 가능하게 할 수 있다.
- [0071] 커패시터 모듈(48)은 또한 한 실시예에서 재충전가능 배터리 모듈(40)의 양 단자와 연결된다. 한 실시예에서, 모듈 제어기(120)는, 예를 들어 커넥터(112)를 통해 양 단자(50)를 저장 회로(90)와 선택적으로 연결하도록 적절한 격리 회로(124)(예를 들어, 광학, 변성기 결합 또는 갈바닉 절연)를 통해 스위치(110)를 선택적으로 제어하여, 전하 서플링 작동 동안 도 3의 가장 오른쪽의 한 재충전가능 배터리 모듈(41)에 대해 전기 에너지를 수신하거나 제공할 수 있다.

- [0072] 한 실시예에서, 커패시터 모듈(48)은 제1 전압에서 한 셀(12)로부터 전기 에너지를 수신하도록 구성되어, 전기 에너지의 전압을 증가시키고 증가된 전압을 갖는 전기 에너지를 다른 모듈(41)에 전달하는 전압 다중화 회로를 포함한다.
- [0073] 더 구체적으로, 한 실시예에서, 크로스-오버 스위치(96)를 이용하여 병렬 또는 직렬의 저장 디바이스(92)를 커패시터 버스(42)에 대해 서로 연결한다. 한 실시예에서 병렬 또는 직렬 연결의 제어는 전하 셔틀링 작동 중에 전압 다중화 회로(예를 들어, 배전압 회로(voltage doubler))를 선택적으로 제공한다. 예를 들어, 비록 2개의 재충전가능 배터리 셀(12)이 상이한 충전 상태를 갖는다 할지라도, 이들은 유사한 전압을 가질 수 있다(예를 들어, 2개의 셀(12)이 중간 충전 상태(144)인 경우). 전하 셔틀링 회로(64)는 설명된 실시예에서 배전압 기능을 구현하도록 구성되어 충전 상태가 더 높은 재충전가능 배터리 셀(12)에서 충전 상태가 더 낮은 셀(12)로 전기 에너지의 흐름을 제어한다. 하기에 추가로 논의되는 바와 같이 비록 셀(12)이 유사한 전압을 가질지라도 그러한 방식은 셀(12)들 사이에 비교적 높은 전류가 흐르는 것이 가능하도록 한다.
- [0074] 한 실시예에서, 모듈 제어기(120)는 충전 상태가 더 높은 하나의 재충전가능 배터리 셀(12)로부터 전기 에너지를 수신하는 경우 저장 디바이스(92)를 병렬로 서로 연결하도록 크로스오버 스위치(96)를 제어한다. 그 후에, 저장 디바이스(92)를 직렬로 서로 연결하여 저장된 전기 에너지의 전압을 증가시켜, 충전 상태가 더 낮은 커패시터 버스(42)와 연결된 하나의 재충전가능 배터리 셀(12)에 전기 에너지가 흐르도록 유발한다. 한 실시예에서, 저장 회로(90)는 저항 부하(91)와 연결되어 저장 회로(90)로 및 저장 회로(90)로부터 흐르는 전류를 제한할 수 있다.
- [0075] 이러한 설명된 예시적 방식은 전하 셔틀링 작동 중에 충전 상태가 더 높은 셀(12)에서 충전 상태가 더 낮은 셀(12)로 전압 다중화 회로를 사용하지 않는 방식과 비교하여 증가된 전류 흐름을 제공할 수 있다. 더 구체적으로, 셀(12)들 간의 전압 전위차(voltage potential difference)가 감소함에 따라 셀(12)들 간의 전류 흐름이 감소한다. 하지만, 본 발명의 한 실시예의 전압 다중화 회로는 설명된 전압 다중화를 사용하지 않는 방식과 비교하여 셀(12)들 간의 전하 셔틀링 작동 중에 증가된 전류 흐름을 제공하는(비록 셀(12)이 다중화 없이 실질적으로 동일한 전압을 갖는 경우에도) 증가된 전압 전위차를 제공한다.
- [0076] 커패시터 모듈(48)은 또한 한 실시예에서 전압 모니터링 회로(102)를 통해 재충전가능 배터리 셀(12)의 전압 모니터링 작동을 구현하도록 구성된다. 모듈 제어기(120)는 한 실시예에서 재충전가능 배터리 셀(12)의 결정된 전압을 이용하여 충전 상태 정보를 결정할 수 있다.
- [0077] 모듈 제어기(120)는 예시적 실시예에서 커패시터(104)를 커패시터 버스(42)와 병렬로 선택적으로 연결하도록 스위치(108)를 제어하여, 이 또한 커패시터 버스(42)와 연결된 하나의 모듈(41)의 셀(12)의 전압을 모니터링할 수 있다. 모듈 제어기(120)는 한 실시예에서 커패시터(104) 및 인터페이스 회로(106)를 통해 적기의 상이한 순간에 커패시터 버스(42)와 연결된 개별 재충전가능 배터리 셀(12)의 전압을 모니터링하여 셀(12)의 충전 상태를 결정할 수 있다. 한 실시예에서, 저장 회로(90)의 스위치 및 스위치(97)를 개방하여 커패시터 버스(42)로부터 저장 디바이스(92)를 분리하면서 전압 모니터링 작동을 수행할 수 있다. 한 실시예에서, 전압 모니터링 회로(102)를 또한 사용하여 커패시터 버스(42)로부터 분리된 셀(12)을 갖는 저장 디바이스(92)의 전압을 모니터링할 수 있다.
- [0078] 임의의 적절한 방법을 사용하여 셀(12)의 충전 상태를 계산할 수 있다. 한 실시예에서, 전류 센서(31)로부터의 정보 및 재충전가능 배터리 셀(12)의 전압을 이용하여 재충전가능 배터리 셀(12)의 충전 상태를 결정할 수 있다. 한 실시예에서, 시스템 제어기(21) 또는 모듈 제어기(120)가 셀(12)의 충전 상태를 계산할 수 있다. 일례에서, 제어 회로(20)는 센서(31)로부터의 전류 정보를 이용하여 쿨롱 계수(Coulomb counting)를 도입할 수 있다(도 2). 또한, 충전 상태의 결정을 돕기 위해 한 실시예에서 셀(12)의 모니터링된 온도 정보를 이용하여 배터리 시스템(10)에 대한 온도 효과를 상쇄할 수 있다. 다른 실시예에서, 셀(12)로부터 소비 전력을 모니터링하는 것과 같은 다른 적절한 방법을 이용하여 셀(12)의 충전 상태를 계산할 수 있다.
- [0079] 한 실시예에서, 셀(12)의 전압 모니터링 동안 셉트 회로(62)의 작동을 고려할 수 있다. 예를 들어, 하나의 구현예에서, 셉트되지 않은 셀(12)만이 최저 충전된 셀(12)인 것으로 간주될 수 있는 반면, 임의의 셀을 최고 충전된 셀(12)인 것으로 간주할 수 있다.
- [0080] 도 8에 있어서, 전하 셔틀링을 이용하여 재충전가능 배터리 셀(12)을 밸런싱하는 한 방법이 도시된다. 예시된 예는 재충전가능 배터리 셀(12) 팩의 두 개의 재충전가능 배터리 모듈(40)에 대해 수행되고, 모듈(40)은 도 8의 예에서 각각 4개의 재충전가능 배터리 셀(A1-A4 및 B1-B4)을 포함한다. 한 실시예에서, 시스템 제어기(21)는

재충전가능 배터리 모듈(40)의 개별 모듈 제어기(120)로부터의 정보를 이용하여 적절한 프로그래밍을 실행하여 설명된 밸런싱 작동을 구현하도록 구성된다. 다른 실시예에서 다른 방법이 가능하며 추가 모듈(40)이 밸런싱될 수 있다.

[0081] 도 8의 예에서 밸런싱 작동은 위에서부터 아래로 진행되며, 상부의 예시는 밸런싱 작동이 개시될 때 셀의 충전 상태를 묘사한다. 중간 예시는 주어진 모듈(40)의 재충전가능 배터리 셀을 서로에 대해 밸런싱하기 위해 수행된 제1 밸런싱 작동을 묘사한다. 하기에 설명된 바와 같이, 제1 밸런싱 작동의 결과로서, 모듈(40)의 한 재충전가능 배터리 셀은 동일 모듈의 다른 셀(12)과 불균형한 채로 남아 있다. 그 후에, 전하 셔틀링 회로(64)가 제2 밸런싱 작동을 구현하여 복수의 모듈(40)의 충전 상태를 서로에 대해 밸런싱할 수 있다.

[0082] 충전 밸런싱 회로(64)는 개별 재충전가능 배터리 모듈(40)에 대해 제1 충전 밸런싱 작동을 구현하여, 제1 충전 밸런싱 작동을 구현하지 않은 각 재충전가능 배터리 모듈(40)의 재충전가능 배터리 셀의 충전 상태와 비교하여 한 재충전가능 배터리 모듈(40)의 재충전가능 배터리 셀의 충전 상태 밸런싱을 증가시키도록 구성된다. 충전 밸런싱 회로(64)는 또한 제2 충전 밸런싱 작동을 구현하여, 제2 충전 밸런싱 작동을 구현하지 않은 재충전가능 배터리 모듈(40)의 충전 상태와 비교하여 재충전가능 배터리 모듈(40) 서로에 대한 충전 상태 밸런싱을 증가시키도록 구성된다.

[0083] 묘사된 예시적 방법에서, 두 재충전가능 배터리 모듈(40)의 모든 셀의 충전 상태를 기초로 충전 상태의 전체 평균(130)을 결정할 수 있다. 또한, 각 개별 모듈(40)의 셀의 충전 상태의 부분 평균(132)도 도시된다. 좌측 상의 모듈(40)의 부분 평균(132)은 전체 평균(130) 미만인 반면, 우측 상의 모듈(40)의 부분 평균(132)은 전체 평균(130)보다 크다.

[0084] 도 8의 중간 예시에 있어서, 예시적 제1 밸런싱 작동은 한 셀을 제외한 개별 재충전가능 배터리 모듈(40)의 모든 셀을 밸런싱한다. 모듈(40)의 부분 평균(132)이 전체 평균(132) 미만이면, 모듈(40)은 팩의 다른 모듈(40)로부터 전기 에너지를 수신할 수 있고 이 방법에 의해 한 셀(A1)은 실질적으로 밸런싱된 다른 셀(A2-A4)과 비교하여 덜 충전되게 된다. 모듈(40)의 부분 평균(132)이 전체 평균(132)보다 크면, 모듈(40)은 다른 모듈(40)로 전달될 수 있는 과량의 전기 에너지를 가지며, 이 방법에 의해 한 셀(B1)은 실질적으로 밸런싱된 다른 셀(B2-B4)과 비교하여 과충전되게 된다. 한 실시예에서, 두 모듈(40)의 셀 밸런싱에 있어서 상술한 제1 충전 밸런싱 작동은 제2 충전 밸런싱 작동 전에 동시에 수행될 수 있다.

[0085] 도 8의 중간 예시에 대한 추가 상세설명에 있어서, 원래 최고 충전 상태를 갖는 셀(A3)로부터의 전기 에너지는 다른 셀(A1-A2 및 A4)에 셔틀링되어 셀(A2-A4)이 전체 평균(130)이 되도록 하는 한편, 전기 에너지가 셀(B1 및 B4)에서 셀(B2 및 B3)로 셔틀링되어 셀(B2-B4)이 전체 평균(130)이 되도록 한다. 전기 에너지의 셔틀링으로 인해 셀(A1)의 충전 상태는 전체 평균 미만인 반면 셀(B1)의 충전 상태는 전체 평균보다 크게 된다.

[0086] 도 8의 하부 예시에 있어서, 제2 밸런싱 작동 중에 전기 에너지는 모듈(B1)에서 모듈(A1)로 셔틀링되며, 이는 셀(A1)의 충전 상태를 감소시키는 반면 모듈(B1)의 충전 상태를 증가시켜서, 두 모듈(40)의 모든 셀이 전체 평균(130)에서 실질적으로 밸런싱된 충전 상태를 갖도록 한다. 한 실시예에서, 셀(A1-A4) 및 셀(B1-B4)을 포함하는 적절한 모듈(40)의 커패시터 모듈(48)은 셀(B1)에서 셀(A1)로 전기 에너지를 전달할 수 있다.

[0087] 하나의 구현예에서, 시스템 제어기(21)(도 2)는 도 8에 대해 설명된 예시적 방법을 구현하도록 구성된다. 시스템 제어기(21)는 각 모듈 제어기(120)로부터 복수의 모듈(40)의 셀(12)에 관한 충전 상태 정보에 접근하여, 부분 및 전체 충전 상태 정보를 계산할 수 있으며, 모듈 제어기(120)에 명령어를 발행하여, 예를 들어 모듈(40)의 셀(12)의 충전 상태를 기초로(예를 들어, 한 실시예에서 부분 및 전체 충전 상태 정보를 이용하여) 바람직한 밸런싱 작동을 구현할 수 있다. 또한, 시스템 제어기(21)는 부하(14)와 같은 외부 시스템에 대한 상태 정보를 전달할 수 있다.

[0088] 본 명세서에 설명된 바와 같이, 일부 종류의 재충전가능 배터리 셀(12)의 과충전을 방지하고/방지하거나 셀(12)을 완전히 소진시키는 것을 방지하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 리튬 셀이 사용되면, 과충전 또는 완전 소진은 셀(12)을 손상시킬 수 있다.

[0089] 한 실시예에서, 충전 회로(16)(도 1 및 2)는 제어 회로(20)에 의해 제어될 수 있는 프로그래밍가능 전원 공급기를 사용할 수 있다. 일부 실시예에서, 충전 회로(16)로부터 재충전가능 배터리 셀(12)에 인가된 충전 전기 에너지의 양은 셀(12)의 충전 상태가 증가함에 따라 감소될 수 있다. 한 실시예에서, 제어 회로(20)는 상기 논의된 바와 같이 하나 이상의 임계치에 대해 재충전가능 배터리 셀(12)의 전압을 모니터링할 수 있으며, 셀(12)의 전압이 셀(12)이 만충전 상태에 접근함을 나타내는 임계치를 초과할 때, 충전 회로(16)에 의해 제공된 전류의

양을 감소시킬 수 있다. 한 실시예에서, 전류는 섀트 회로(62)를 이용하여 안전하게 섀트될 수 있는 수준까지 감소될 수 있다. 전압 또는 전류 제어된 충전기를 포함하여 상이한 구성의 충전 회로(16)가 가능하다.

[0090] 일부 실시예에서 제어 회로(20)는 또한 충전 회로(16)를 모니터링할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로(20)는 충전 작동중에 온도를 모니터링할 수 있고, 충전 회로(16)의 작동을 제어하여 충전 회로(16)의 적절한 작동을 보장할 수 있다. 일례에서, 온도가 초기 임계치를 초과하여 상승하면, 충전 회로(16)의 온도를 감소시키기 위한 시도로서 팬 또는 냉각 시스템이 제어될 수 있다. 충전 회로(16)의 온도가 더 높은 임계치에 도달하면, 제어 회로(20)는 작동 온도가 정상 작동 수준으로 복귀될 때까지 충전 기능을 디스에이블 하는 것과 같은 상이한 작동을 구현할 수 있다.

[0091] 전하 서플링 회로(64)는 또한, 전하 서플링 작동을 사용하지 않는 방식과 비교하여 증가된 양의 전기 에너지를 셀(12)로부터 추출하기 위한 시도로서 재충전가능 배터리 셀(12) 팩의 방전 작동중에 사용될 수 있다. 상술한 바와 같이, 일부 종류의 재충전가능 배터리 셀(12)(예를 들어, 리튬 셀)을 완전히 소진시키는 것을 방지하는 것이 바람직하다. 또한, 셀(12)의 일부 구성은 상이한 충전 용량을 가지며, 따라서, 방전 작동중에 더 높은 충전 용량을 갖는 다른 셀(12) 이전에 더 낮은 충전 용량을 갖는 셀(12)이 셀(12) 손상을 방지하기 위해 제공되는 최소 충전 상태 임계치에 도달할 수 있다. 한 실시예에서, 전하 서플링 회로(64)는, 셀(12)이 최소 충전 상태 임계치에 도달하기 전에 최고 충전 상태를 갖는 하나의 재충전가능 배터리 셀(12)에서 최저 충전 상태를 갖는 셀(12)로 전기 에너지를 서플링하도록 사용되어, 재충전가능 배터리 셀(12)의 팩으로부터 추가 전기 에너지가 방전되는 것이 가능하도록 하고 셀(12) 팩에서 전기 에너지 소비 효율을 증가시킬 수 있다.

[0092] 셀(12)의 일부 구성에 있어서(예를 들어, 리튬 포함 셀), 셀(12)의 전압은 셀(12)이 일단 방전 상태(142)이면 급속하게 감소할 수 있다. 최저 충전 상태를 갖는 셀(12)에 전기 에너지를 서플링함으로써, 배터리 시스템(10)이, 셀(12)을 비교적 평탄한 중간 상태(144)로 유지하게 하고 더 오랜 시간에 걸쳐 더 높은 총 팩 전압을 유지하게 하는 것이 가능하다. 한 실시예에서, 하나 이상의 셀(12)의 손상을 방지하기 위해 방전 작동이 디스에이블될 수 있는 때인, 전하 서플링이 모든 셀(12)을 최소 충전 상태 임계치를 초과하여 유지하지 못할 때까지 방전 작동을 계속할 수 있다.

[0093] 본 발명의 적어도 일부 실시예는 다른 배터리 시스템 방식과 비교하여 개선된 효율을 제공한다. 예를 들어, 일부 실시예에 따른 시스템 제어기 및 복수의 모듈 제어기와 같은 상이한 수준의 제어 회로를 포함하는 계층구조(hierarchy)의 사용은, 예를 들어 개별 모듈 제어기(120)가 복수의 재충전가능 셀 모듈(41)과 접속하게 함으로써 비용 절감을 향상시킬 수 있다. 일부 실시예에서, 비교적 많은 수의 재충전가능 셀 모듈(41)(예를 들어, 16개 또는 32개)이 단일 재충전가능 배터리 모듈(40)에 포함될 수 있으며 단일 모듈 제어기(120)와 통신할 수 있다. 재충전가능 배터리 모듈(40)의 셀당 가격은 모듈(40) 내에 포함된 재충전가능 셀 모듈(41)의 수로 나뉘어 결정될 수 있다.

[0094] 본 발명의 일부 방식은 복수의 재충전가능 배터리 셀의 충전 상태의 밸런싱을 증가시키기 위한 충전 밸런싱 회로 및/또는 방법을 제공한다. 예를 들어, 일부 실시예에서 상기 논의된 바와 같이, 배터리 시스템은 배터리 시스템의 상이한 작동 환경에서 재충전가능 배터리 셀의 충전 상태의 밸런싱을 증가시키기 위한 시도로서 섀트 및/또는 서플링 작동을 이용할 수 있다. 일례에서, 다른 셀과 비교하여 상당히 불균형한 하나의 재충전가능 배터리 셀에 대해 전기 에너지를 서플링함으로써, 섀트와 같은 단일 밸런싱 단계를 이용하는 방식과 비교하여 셀 밸런싱에 필요한 시간을 감소시킬 수 있다.

[0095] 상기 논의된 바와 같이, 충전 작동중에 대부분의 셀들 간에 비교적 긴밀한 밸런싱을 제공하도록 시도하기 위해 섀트를 이용할 수 있다. 본 발명의 일부 실시예는 재충전가능 배터리 셀(예를 들어, 리튬 셀)의 복수의 작동 상태 동안 섀트 밸런싱 작동을 제공한다. 예를 들어, 셀이 중간 충전 상태에서부터 실질적으로 방전되거나, 실질적으로 방전될 때 섀트가 구현될 수 있다. 이러한 예시적 밸런싱 방법은, 셀이 거의 만충전될 때 셀의 충전 사이클 말단에서만 섀트를 구현하는 방식과 비교하여 충전 단계 동안 충전 상태가 더 유사한 셀들을 제공할 수 있다.

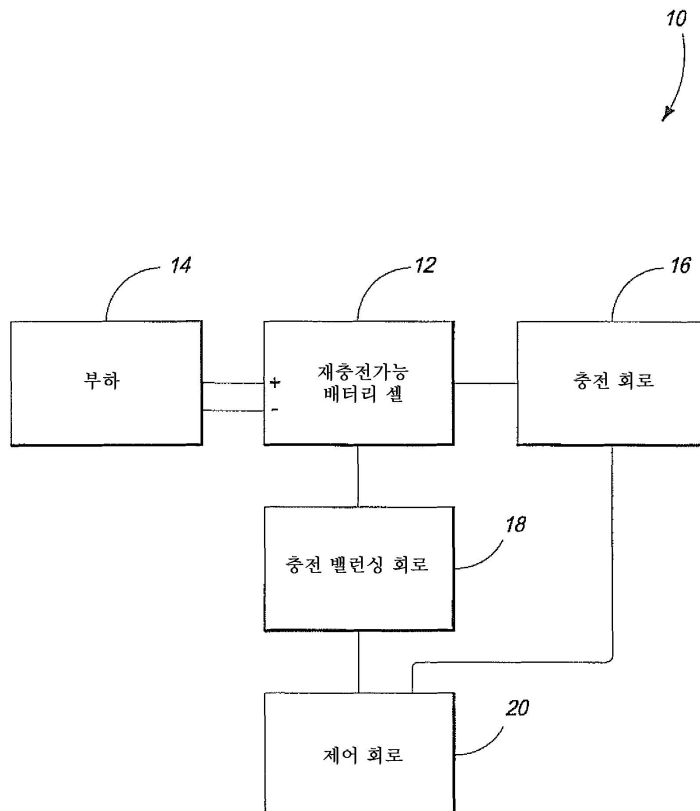
[0096] 설명된 실시예의 일부는, 다수의 상이한 애플리케이션에서 사용되는 장치 및 방법이 상이한 전력 요건을 갖는 다수의 상이한 종류의 부하에 작동 에너지를 제공하는 것이 가능하도록 하는 모듈 배치로 구현될 수 있다. 이들 배터리 시스템은 상이한 애플리케이션에 따라 용이하게 크기를 조정할 수 있다. 또한, 하나 이상의 모듈 제어기가 복수의 각 재충전가능 배터리 셀에 대해 작동을 모니터링하고 제어할 수 있다. 일부 구현예에서, 본 명세서에서 논의된 바와 같이, 더 높은 수준의 시스템 제어기가 개별 모듈 제어기의 작동을 모니터링하고 제어할 수 있다.

[0097] 법령에 따라, 본 발명은 구조적 및 방법적 특징에 대해 다소 특정한 언어로 설명되어 있다. 하지만, 본 명세서에 개시된 수단은 본 발명을 실시하기 위한 바람직한 형태를 포함하므로, 본 발명은 도시 및 설명된 특정 특징들에 한정되지 않는다는 것을 이해하여야 한다. 따라서, 본 발명은 균등론에 따라 적절히 해석되는 첨부된 청구항의 적절한 범위 내의 임의의 그의 형태 또는 변형으로 청구된다.

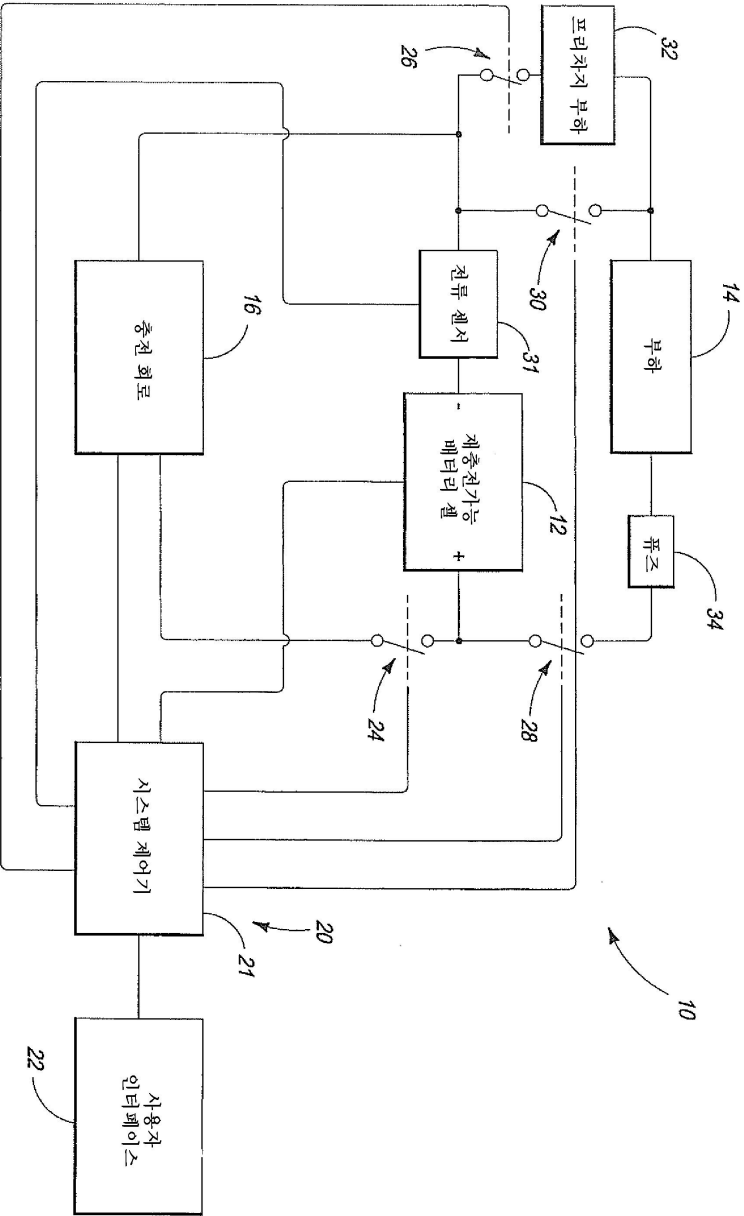
[0098] 또한, 본 명세서의 양태는 본 발명의 예시적 실시예의 구성 및/또는 작동을 안내하기 위해 제시되었다. 본 발명의 출원인(들)은, 명시적으로 개시된 것들에 추가하여, 이들 설명된 예시적 실시예가 또한 추가의 신규한 양태를 포함, 개시 및 설명하는 것으로 간주한다. 예를 들어, 추가의 신규한 양태는 예시적 실시예에 설명된 것들보다 더 적은, 더 많은 및/또는 대체의 특징을 포함할 수 있다. 더욱 특정한 예에서, 본 출원인들은 본 명세서가, 명시적으로 개시된 방법들보다 더 적은, 더 많은 및/또는 대체의 단계들을 포함하는 방법뿐만 아니라 명시적으로 개시된 구조보다 더 적은, 더 많은 및/또는 대체의 구조를 포함하는 장치를 포함, 개시 및 설명하는 것으로 간주한다.

도면

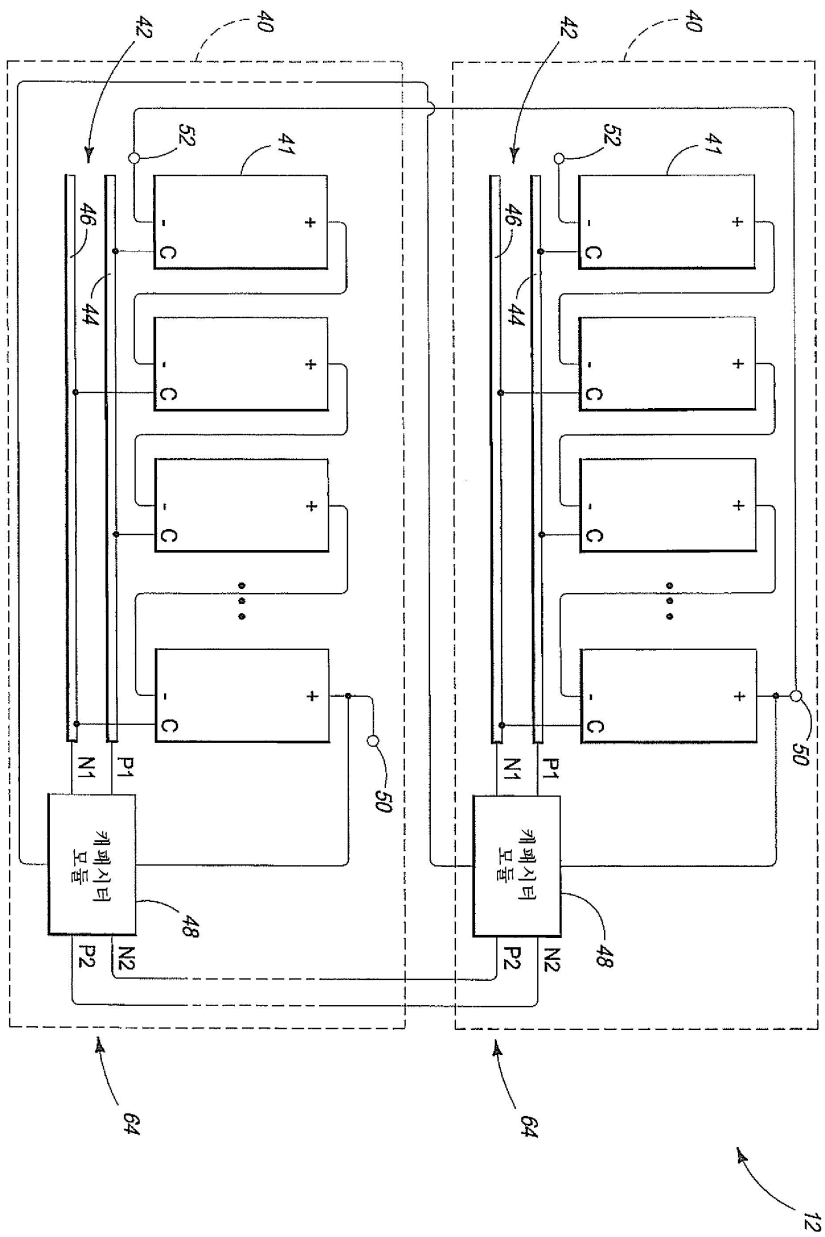
도면1



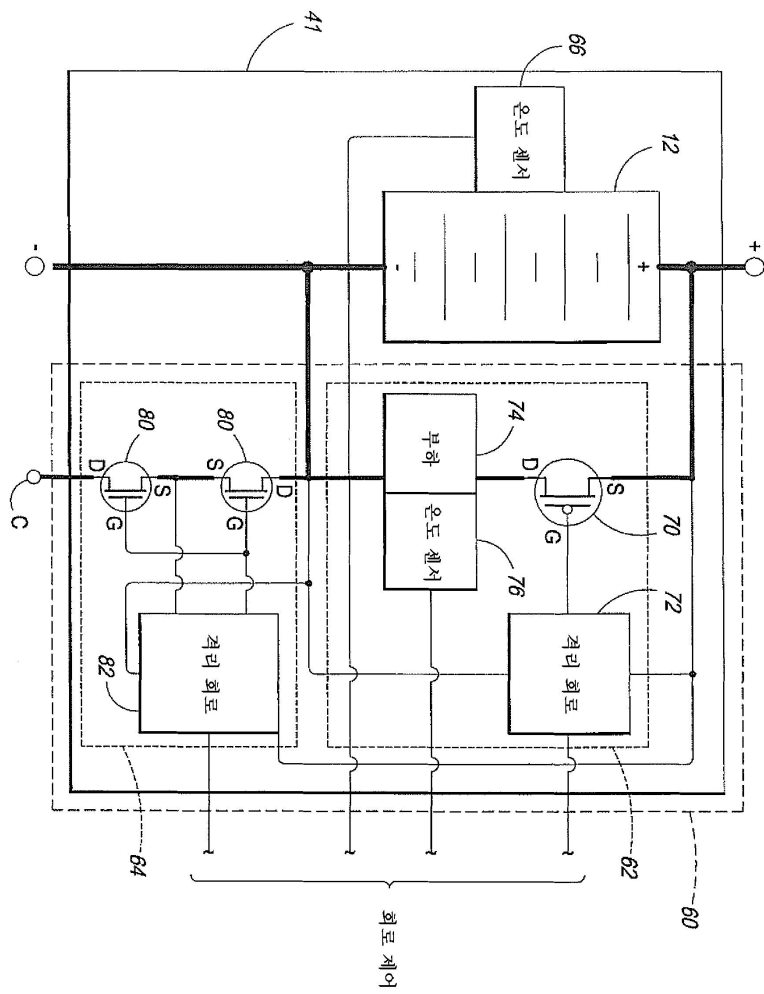
도면2



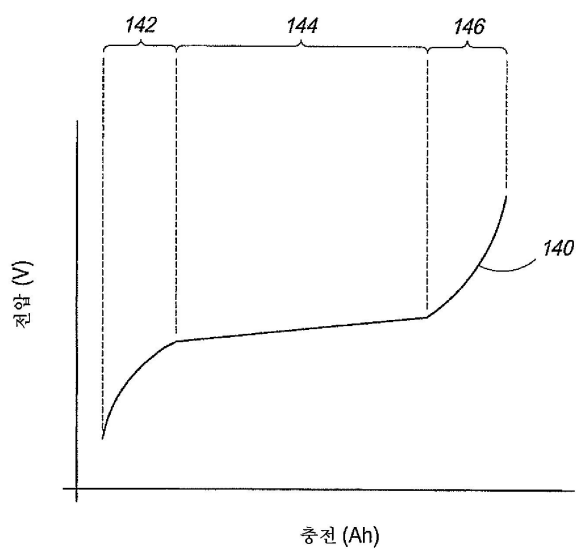
도면3



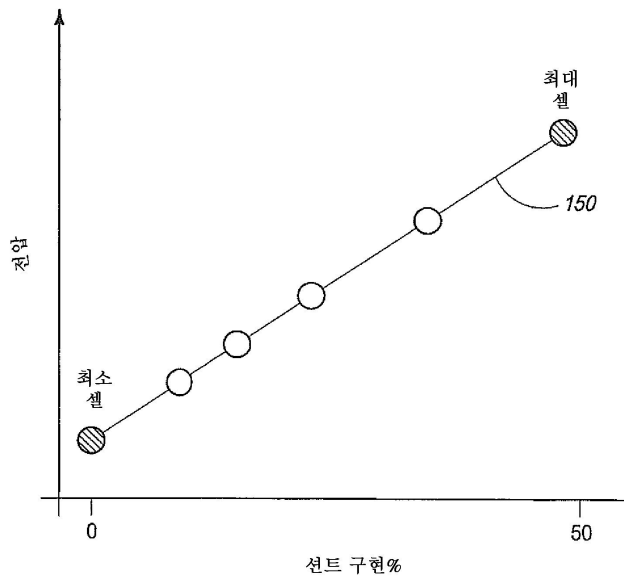
도면4



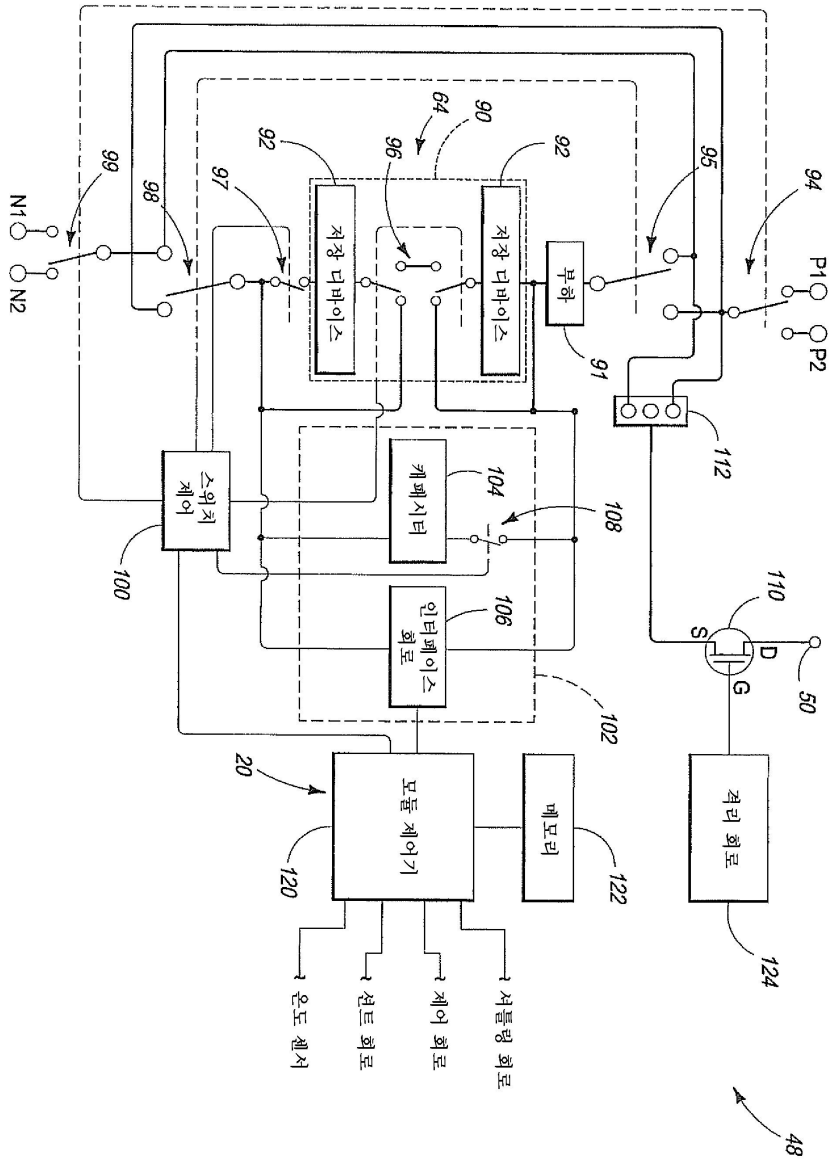
도면5



도면6



도면7



도면8

