

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/617 (2014.01) *H01M 10/42* (2014.01)
H01M 10/48 (2021.01) *H01M 10/63* (2014.01)
H01M 10/655 (2014.01) *H01M 10/6567* (2014.01)
H01M 10/657 (2014.01) *H01M 50/609* (2021.01)
H01M 50/673 (2021.01) *H01M 50/691* (2021.01)

(52) CPC특허분류
H01M 10/617 (2015.04)
H01M 10/48 (2023.08)

(21) 출원번호 10-2024-7018536

(22) 출원일자(국제) 2022년10월19일
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2024년06월03일

(86) 국제출원번호 PCT/CA2022/051538

(87) 국제공개번호 WO 2023/081993
국제공개일자 2023년05월19일

(30) 우선권주장
3139110 2021년11월10일 캐나다(CA)

(71) 출원인
하이드로-퀘벡
캐나다 에치2제트 1에이4 퀘벡 몬트리올 불바르
르네레베스크 웨스트 75

(72) 발명자
몽탕보, 세르주
캐나다 제이0엘 2이0 퀘벡 생-마르크-쉬르-리슬리
외 랑 데 트랑트 540

(74) 대리인
양영준, 백만기

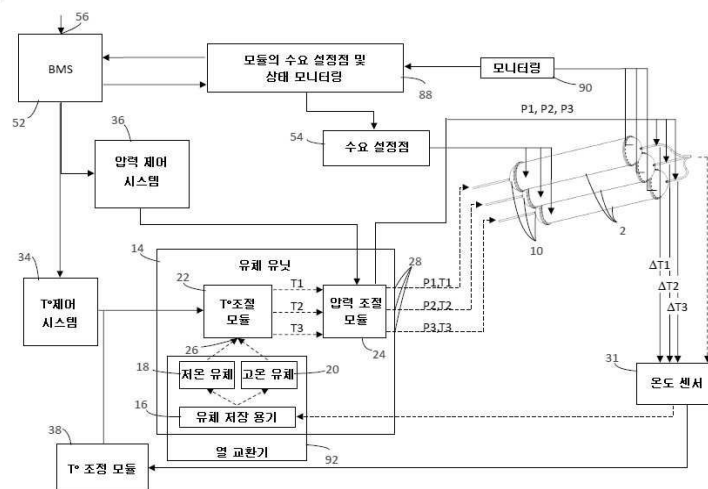
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 동작 온도 및 압력이 능동적이고 동적으로 관리되는 초고성능 배터리 모듈

(57) 요약

배터리의 동작 온도 및 압력을 관리하기 위한 시스템 및 방법이 개시된다. 배터리의 셀은 원통형 모듈 내에 수용되고, 이러한 원통형 모듈 내로 압력 하의 그리고 소정 온도의 열 전달 유체가 순환한다. 유체 유닛이 모듈에서 나오는 오일을 수집하는 복귀 저장 용기, 그리고 미리 정의된 고온 및 저온 온도에서 복귀 저장 용기로부터 펌핑되는 오일을 포함하는 냉각 및 가열 저장 용기를 갖는다. 오일은, 고온 및 저온 오일의 혼합 및 유동 속도를 조절함으로써 거의 즉각적으로 얻어지는 온도 및 압력으로 모듈에 전달된다. 혼합 및 유동 속도는, BMS에 의해서 수신되는 전력 및 에너지 수요, 그리고 시스템 내의 센서에 의해서 구해진 압력 및 온도 측정치의 함수에 따라, 셀에 인가되는 오일 압력 및 온도 설정점을 관리하는 BMS에 연결된 제어기에 의해서 제어된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01M 10/63 (2022.01)
H01M 10/655 (2015.04)
H01M 10/6567 (2015.04)
H01M 10/657 (2015.04)
H01M 50/609 (2023.08)
H01M 50/673 (2023.08)
H01M 50/691 (2021.01)
H01M 2010/4271 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

배터리의 동작 압력 및 온도를 관리하기 위한 시스템으로서,

상기 배터리의 셀을 수용하는 챔버, 및 상기 셀에 연결되고, 셀의 동작을 제어하고 셀의 충전 상태를 모니터링 하도록 구성된 적어도 하나의 온보드 회로를 갖는 적어도 하나의 배터리 모듈로서, 상기 챔버는 모든 셀에 인가 되는 열 전달 유체를 수용 및 방출하기 위한, 대향하는 유체 유입구 및 배출구를 갖는, 적어도 하나의 배터리 모듈;

유체 유닛으로서, 각 배터리 모듈의 상기 유체 배출구와 연통하는 복귀 저장 용기, 미리 정의된 저온 온도에서 상기 복귀 저장 용기로부터 펌핑되는 소정 양의 열 전달 유체를 수용하기 위한 냉각 저장 용기, 미리 정의된 고온 온도에서 상기 복귀 저장 용기로부터 펌핑되는 소정 양의 열 전달 유체를 수용하기 위한 가열 저장 용기, 그리고 상기 냉각 및 가열 저장 용기와 연통하는 유입구 및 상기 냉각 및 가열 저장 용기로부터 유도된 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도를 제어함으로써 열 전달 유체를 소정 온도 및 압력에서 전달하기 위해서 각 배터리 모듈의 유체 유입구와 연통하는 적어도 하나의 배출구를 갖는 온도 및 압력 조절 장치를 갖는, 유체 유닛;

상기 유체 유닛과 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 사이에서 순환하는 상기 열 전달 유체의 온도 및 압력을 측정하기 위한 온도 및 압력 센서;

적어도 하나의 제어기로서, 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 내의 열 전달 유체에 대한 온도 및 압력 설정점 신호를 수신하기 위한 입력부, 상기 온도 및 압력 센서에 의해서 생성된 온도 및 압력 측정 신호를 수신하기 위한 입력부, 및 상기 설정점 신호 그리고 온도 및 압력 측정 신호에 따라 상기 유체 유닛에 의해서 전달되는 상기 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도를 제어하는 신호를 생성하기 위한 출력부를 갖는, 적어도 하나의 제어기; 및

상기 적어도 하나의 제어기 그리고 상기 적어도 하나의 온보드 회로에 연결되는 BMS로서, 상기 입력부에서 수신되는 전력 및 에너지의 수요 그리고 상기 적어도 하나의 온보드 회로에 의해서 제공되는 충전 상태의 함수에 따라, 상기 열 전달 유체에 대한 온도 및 압력 설정점 신호 그리고 상기 적어도 하나의 배터리 모듈을 위해서 의도된 수요 설정점을 생성하도록 구성되는, BMS

를 포함하는, 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 배터리 모듈의 셀은, 상기 셀에 등압을 인가하는 상기 열 전달 유체 내에 침잠되고 이와 직접 접촉되는, 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 열 전달 유체는 오일인, 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 배터리 모듈은,

관형 요소 및 상기 관형 요소를 단아서 상기 챔버를 정의하는 단부 요소;

상기 관형 요소의 축방향으로 상기 셀들을 지지하고 이격시키는 구조물;

상기 유체 유입구와 연통하고 상기 셀 사이의 공간과 정렬된 개구부를 갖는 상기 열 전달 유체의 분배 기구; 및

상기 셀 및 상기 적어도 하나의 온보드 회로를 함께 연결하는 전기 연결 기구를 포함하는, 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 단부 요소는, 상기 관형 요소의 대향 단부들로부터 돌출되고 상기 적어도 하나의 온보드 회로를 수용하는 내부 공간을 정의하는 컵 형상을 갖는, 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 셀을 지지하고 이격시키는 구조물은 세장형 막대를 포함하고, 상기 세장형 막대는 상기 관형 요소의 내부 표면과 실질적으로 매칭되는 외부 표면, 및 상기 관형 요소의 축방향으로 분포되고 상기 셀의 주변 연부가 내부에 결합되는 횡방향 노치를 나타내는 내부 표면을 가지며;

상기 분배 기구는 상기 막대 내에서 연장되고 상기 유체 유입구와 연통하는 도관을 포함하고, 상기 열 전달 유체가 등압을 상기 셀에 인가하도록, 상기 분배 기구의 개구부가 상기 막대의 내부 표면에 만들어지고;

상기 전기 연결 기구는, 서로 전기적으로 연결되고 상기 셀의 단자와 접촉되는 상부 및 하부의 일련의 패드를 포함하며, 상기 상부의 일련의 패드는 상기 막대들 사이에서 연장되고, 상기 적어도 하나의 온보드 회로는 상기 단부 요소 내에 수용된 2개의 온보드 회로를 포함하는, 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 열 전달 유체는, 파이프 회로 내에서 순환하는 상기 열 전달 유체의 온도 및 압력을 조정하기 위해서 상기 적어도 하나의 제어기에 의해서 제어되는, 상기 열 전달 유체의 유동 속도를 조절하기 위한 장치를 구비하는 파이프 회로를 통해서 상기 유체 유입구와 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 사이에서 순환하는, 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 유동 속도를 조절하기 위한 장치는, 각 배터리 모듈을 위해서, 상기 배터리 모듈로 이송되는 상기 열 전달 유체의 분배기, 및 상기 배터리 모듈에 의해서 방출되는 상기 열 전달 유체의 비례 압력 제한기를 포함하는, 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제어기는,

온도 설정점에 따라 상기 냉각 및 가열 저장 용기와 연관된 유체 라인 상의 유동 속도 조절 장치를 제어하는, 상기 열 전달 유체의 온도 관리를 위한 제1 제어기;

상기 압력 설정점 신호 및 상기 압력 측정 신호에 따라 상기 적어도 하나의 배터리 모듈로 이송되고 그에 따라 방출되는 상기 열 전달 유체의 유동 속도 조절 장치를 제어하는, 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 내에서 순환하는 상기 열 전달 유체의 압력을 관리하기 위한 제2 제어기; 및

상기 온도 설정점 신호 및 상기 온도 측정 신호에 따라 상기 적어도 하나의 배터리 모듈로 이송되는 상기 열 전달 유체의 유동 속도 조절 장치를 제어하는, 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 내에서 순환하는 상기 열 전달 유체의 온도를 관리하기 위한 제3 제어기

를 포함하는, 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 배터리 모듈은, 그 유체 유입구 및 배출구의 조합 또는 분리 여부, 그리고 그 셀의 화학적 특성에 따라, 독립적이거나, 상보적이거나, 또는 조합된 배열을 형성하는 여러 개의 배터리 모듈을 포함하는, 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 BMS는, 상기 적어도 하나의 배터리 모듈의 수요, 충전 상태, 및 건강 상태 조건의 함수에 따라, 그리고 주변 온도 및 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 중 하나의 배터리 모듈의 미리 설정된 용도의 함수에 따라, 상기 적어도 하나의 배터리 모듈의 동작 매개변수를 명령하기 위한 확장형 알고리즘을 저장하고 실행하도록 구성되는, 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 동작 매개변수에는 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 내에서 순환하는 상기 열 전달 유체의 압력 및 온도, 그리고 상기 적어도 하나의 배터리 모듈에 의해서 허용되는 전력이 포함되고;

상기 수요 조건에는 급속 충전 및 전력 수요가 포함되는, 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서,

열 에너지를 생성하는 상기 유체 유닛의 저장 용기 및 주변 장치와 연관된 열 교환기를 추가로 포함하는, 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 미리 정의된 고온 온도는 80℃ 내지 100℃이고, 상기 미리 정의된 저온 온도는 -30℃ 내지 0℃인, 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 유체 유닛은,

상기 복귀 저장 용기와 연통하는 유입구, 및 상기 복귀 저장 용기로부터 펌핑되는 소정 양의 열 전달 유체를 전달하기 위한 배출구를 갖는 펌프; 및

상기 펌프의 배출구와 연통하는 유입구, 그리고 상기 냉각 및 가열 저장 용기와 연통하는 배출구를 갖는 축압기로서, 상기 축압기는, 상기 축압기의 배출구에서 압력 센서에 의해서 제공되는 압력 측정치에 따라 상기 펌프를 제어하여 상기 냉각 및 가열 저장 용기 내의 상기 열 전달 유체의 압력이 상기 압력 설정점보다 약간 더 높아지게 하는 제어 신호를 생성하는, 축압기

를 포함하는, 시스템.

청구항 16

배터리의 동작 압력 및 온도를 관리하기 위한 방법으로서,

적어도 하나의 배터리 모듈에 의해서 정의되는 챔버 내에 상기 배터리의 셀을 수용하는 단계로서, 상기 챔버는 모든 셀에 인가되는 열 전달 유체를 수용 및 방출하기 위한, 대향하는 유체 유입구 및 배출구를 갖는, 단계;

상기 적어도 하나의 배터리 모듈 내의 셀의 충전 상태를 모니터링하는 단계;

각 배터리 모듈의 유체 배출구에 의해서 방출되는 상기 열 전달 유체를 복귀 저장 용기 내로 수집하는 단계;

상기 복귀 저장 용기로부터 상기 냉각 및 가열 저장 용기 내로 펌핑되는 소정 양의 열 전달 유체를 미리 정의된 저온 및 고온 온도에서 별도로 냉각 및 가열하는 단계;

상기 냉각 및 가열 저장 용기로부터 유도된 상기 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도 제어에 의해서 조절되는 온도 및 압력에서 상기 열 전달 유체를 상기 적어도 하나의 배터리 모듈의 유체 유입구로 이송하는 단계;

상기 적어도 하나의 배터리 모듈을 향해서 이송되고 그에 의해서 방출되는 상기 열 전달 유체의 온도 및 압력 측정치를 구하는 단계;

상기 측정치 그리고 온도 및 압력 설정점에 따라 상기 적어도 하나의 배터리 모듈로 이송되는 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도를 제어하는 단계; 및

에너지 및 전력의 수요 그리고 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 내의 셀의 충전 상태의 함수에 따라, 상기 열 전달 유체의 온도 및 압력 설정점 그리고 상기 적어도 하나의 배터리 모듈에 대해서 의도된 수요 설정점을 조정하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 압력 및 온도 측정치가 상기 압력 및 온도 설정점과 다른 한, 상기 적어도 하나의 배터리 모듈로 이송되는 상기 열 전달 유체의 유동 속도가 유지되는, 방법.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 적어도 하나의 배터리 모듈의 수요, 충전 상태, 및 건강 상태 조건의 함수에 따라, 그리고 주변 온도 및 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 중 하나의 배터리 모듈의 미리 설정된 용도의 함수에 따라, 상기 적어도 하나의 배터리 모듈의 동작 매개변수를 명령하기 위해서 확장 가능한 공정을 실행하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 적어도 하나의 배터리 모듈의 셀이, 상기 셀에 등압을 인가하는 상기 열 전달 유체 내에 침잠되고 이와 직접 접촉되는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하나 이상의 배터리 모듈의 셀의 동작 압력 및 온도를 능동적이고 동적으로 관리하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 리튬-이온 셀의 동작 압력 및 온도 값은 전고체 배터리를 포함한 차세대 배터리 셀의 최적의 동작을 위한 참고 사항으로 사용될 수 없다. 현재의 지식에 따르면, 배터리의 동작 압력 및 온도 값을 정확하고, 능동적이며, 동적으로 관리하는 것은 이하의 점에서 중요할 수 있다:

[0003] - 급속 방전("스트리핑(stripping)" 단계) 중에 동적 다공(porosity) 또는 "공극"의 출현(이는 이후에 급속 충전 중에 덴드라이트(dendrite)의 형성을 촉진함)을 최소화/제거하는 것;

[0004] - "플레이팅(plating)" 중에 덴드라이트의 형성 및 전과 공정을 제한/제거하면서, 충전 속도를 높이는 것;

[0005] - (용량을 유지하면서, "데드(dead)" 또는 비활성 리튬을 최소화하면서) 배터리 수명을 증가시키는 것;

[0006] - 사이클 동안 배터리 셀의 임피던스 증가 속도를 제한하는 것;

- [0007] - 텐드라이트의 구역/팁을 가공 경화하는 것(애노드를 형성하는 리튬 또는 다른 금속의 확산/운반의 증가);
- [0008] - 셀의 캐소드-전해질-애노드 계면에서 접촉 품질이 유지되도록 보장하는 것;
- [0009] - 비정상적인 수요 발생의 경우에, 셀에서 발생하는 손상을 최소화/제거하는 것;
- [0010] - 차세대 배터리의 잠재력을 최대로 활용하는 것.
- [0011] 당업계에 공지되어 있는 WO 출원 2019/017994(Hettrich)에는, 유체가 모듈 내의 적어도 하나의 전기화학적 셀에서 등압을 유지하는, 능동 및 수동 배터리 압력 관리 및 배터리 모듈이 제안되어 있다.
- [0012] 미국 출원 2020/0259232(Ge 등)에는, 배터리의 온도를 높이고 그 성능을 개선하기 위해서 배터리 셀이 저항기와 같은 가열 요소를 포함하는, 온디맨드(on demand) 고성능 안정형 배터리가 제안되어 있다.
- [0013] 미국 출원 2016/0380315(Weicker 등)에는, 예를 들어 전력 특화 모듈 및 에너지 특화 모듈과 같이 특화되고 상보적인 배터리 모듈을 기반으로 하는, 독립적으로 제어되는 배터리 셀 세트를 갖는 배터리 시스템이 제안되어 있다. 모듈의 특수성은 모듈마다의 상이한 화학적 특성의 사용과 관련이 있을 수 있다.
- [0014] 미국 출원 2014/0227568(Hermann)에는, 필요에 따라 하나의 모듈이 다른 모듈을 가열하도록 함께 작동하는 배터리 모듈을 포함하는, 선택적 열 관리 배터리 시스템이 제안되어 있다.
- [0015] 미국 출원 2013/0330577(Kristofek 등)에는, 온도를 관리하는 데에도 사용될 수 있는 유체에 의해 배터리 어셈블리의 동적 압력을 제어하는 것이 제안되어 있다. 유체는 배터리 셀과 직접적으로 접촉하는 것이 아니라 셀과 접촉하는 파우치 내에 수용되어 셀을 냉각하고 이러한 셀에 압력을 가할 수 있다.
- [0016] 미국 출원 2021/0167414(Torres Martinez)에는 가압형 전기화학 배터리 및 그 제조 공정이 제안되어 있다. 압력 및 온도를 동적으로 관리하기 위한 시스템은, 미국 출원 2013/0330577에 제안된 것과 유사한 방식으로, 두 가지 역할을 하는 유체에 의해서 달성된다.
- [0017] 독일 출원 102019211729(Jahnke 등)에는 동적 압력 관리 시스템을 구비하는 자동차 배터리 모듈이 제안되어 있다. 배터리의 셀에 압력을 가하는 기구는 스프링, 압전 또는 유체로 충전된 작은 파우치에 의해서 수동형이거나 능동형일 수 있다.
- [0018] 독일 출원 102018203050(Hoffmann)에는, 배터리의 셀에 대해 적용되는 파우치 내로 주입되는 유체에 기반하는 배터리용 동적 압력 관리 시스템이 제안되어 있다.
- [0019] 당업계에 제안되어 있는 시스템 중 어느 것도, 이러한 배터리의 가능한 성능 특징을 활용하기 위해 주어진 동작 또는 수요 조건의 함수에 따라 거의 즉각적인 응답 시간으로 배터리의 셀 레벨에서 중요한 압력 및 온도 변동을 능동적이고 동적으로 관리할 수 있는 것은 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0020] 본 발명의 목적은, 이러한 배터리의 가능한 성능 특징을 활용할 수 있게 하는, 하나 이상의 배터리 모듈의 셀의 동작 압력 및 온도를 관리하기 위한 시스템을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0021] 본 발명의 일 양태에 따라, 배터리의 동작 압력 및 온도를 관리하기 위한 시스템이 제공되고, 이러한 시스템은,
- [0022] 배터리의 셀을 수용하는 챔버, 및 셀에 연결되고, 셀의 동작을 제어하고 셀의 충전 상태를 모니터링하도록 구성된 적어도 하나의 온보드 회로(on-board circuit)를 갖는 적어도 하나의 배터리 모듈로서, 챔버는 모든 셀에 인가되는 열 전달 유체를 수용 및 방출하기 위한, 대향하는 유체 유입구 및 배출구를 갖는, 적어도 하나의 배터리 모듈;
- [0023] 유체 유닛으로서, 각 배터리 모듈의 유체 배출구와 연통하는 복귀 저장 용기, 미리 정의된 저온 온도에서 복귀 저장 용기로부터 펌핑되는 소정 양의 열 전달 유체를 수용하기 위한 냉각 저장 용기, 미리 정의된 고온 온도에서 복귀 저장 용기로부터 펌핑되는 소정 양의 열 전달 유체를 수용하기 위한 가열 저장 용기, 그리고 냉각 및 가열 저장 용기와 연통하는 유입구 및 냉각 및 가열 저장 용기로부터 유도된 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도를 제어함으로써 열 전달 유체를 소정 온도 및 압력에서 전달하기 위해서 각 배터리 모듈의 유체 유입구와 연통

하는 적어도 하나의 배출구를 갖는 온도 및 압력 조절 장치를 갖는, 유체 유닛;

- [0024] 유체 유닛과 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 사이에서 순환하는 열 전달 유체의 온도 및 압력을 측정하기 위한 온도 및 압력 센서;
- [0025] 적어도 하나의 제어기로서, 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 내의 열 전달 유체에 대한 온도 및 압력 설정점 신호를 수신하기 위한 입력부, 온도 및 압력 센서에 의해서 생성된 온도 및 압력 측정 신호를 수신하기 위한 입력부, 및 설정점 신호 그리고 온도 및 압력 측정 신호에 따라 유체 유닛에 의해서 전달되는 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도를 제어하는 신호를 생성하기 위한 출력부를 갖는, 적어도 하나의 제어기; 및
- [0026] 상기 적어도 하나의 제어기 및 상기 적어도 하나의 온보드 회로에 연결되는 BMS로서, 입력부에서 수신되는 전력 및 에너지의 수요 그리고 상기 적어도 하나의 온보드 회로에 의해서 제공되는 충전 상태의 함수에 따라, 열 전달 유체에 대한 온도 및 압력 설정점 신호 그리고 상기 적어도 하나의 배터리 모듈을 위해서 의도된 수요 설정점을 생성하도록 구성되는, BMS
- [0027] 를 포함한다.
- [0028] 본 발명의 다른 양태에 따라, 배터리의 동작 압력 및 온도를 관리하기 위한 방법이 제공되고, 이러한 방법은,
- [0029] 적어도 하나의 배터리 모듈에 의해서 정의되는 챔버 내에 배터리의 셀을 수용하는 단계로서, 상기 챔버는 모든 셀에 인가되는 열 전달 유체를 수용 및 방출하기 위한, 대향하는 유체 유입구 및 배출구를 갖는, 단계;
- [0030] 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 내의 셀의 충전 상태를 모니터링하는 단계;
- [0031] 각 배터리 모듈의 유체 배출구에 의해서 방출되는 열 전달 유체를 복귀 저장 용기 내로 수집하는 단계;
- [0032] 복귀 저장 용기로부터 냉각 및 가열 저장 용기 내로 펌핑되는 소정 양의 열 전달 유체를 미리 정의된 저온 및 고온 온도에서 별도로 냉각 및 가열하는 단계;
- [0033] 냉각 및 가열 저장 용기로부터 유도된 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도 제어에 의해서 조절되는 온도 및 압력에서 열 전달 유체를 상기 적어도 하나의 배터리 모듈의 유체 유입구로 이송하는 단계;
- [0034] 상기 적어도 하나의 배터리 모듈을 향해서 이송되고 그에 의해서 방출되는 열 전달 유체의 온도 및 압력 측정치를 구하는 단계;
- [0035] 상기 측정치 그리고 온도 및 압력 설정점에 따라 상기 적어도 하나의 배터리 모듈로 이송되는 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도를 제어하는 단계; 및
- [0036] 에너지 및 전력의 수요 그리고 상기 적어도 하나의 배터리 모듈 내의 셀의 충전 상태의 함수에 따라, 열 전달 유체의 온도 및 압력 설정점 그리고 상기 적어도 하나의 배터리 모듈에 대해서 의도된 수요 설정점을 조정하는 단계
- [0037] 를 포함한다.
- [0038] 비제한적으로, 본 발명은 하나 이상의 배터리 모듈의 셀의 동작 압력 및 온도를 관리하기 위한 시스템을 제공하고, 이러한 시스템은 동시에 또는 개별적으로: 배터리의 수요 조건의 함수에 따라 셀에 인가되는 정확한 압력 값에 도달할 수 있게 하고; 배터리 셀에 균일한 압력을 인가할 수 있게 하며; 예를 들어 2000 psi까지의 중요 압력 값을 인가할 수 있게 하고; 배터리의 수요 또는 동작 조건의 변화의 함수에 따라 셀에 인가되는 압력 값을 매우 신속하게 변경할 수 있게 하고; 충전 및 방전 사이클에서 셀의 체적 변화를 허용하며; 배터리의 수요 또는 동작 조건의 함수에 따라 셀의 정확한 온도 값에 도달할 수 있게 하고; 수요 또는 동작 조건의 변화의 함수에 따라 셀의 온도 값을 매우 신속하게 변경할 수 있게 하며; 예를 들어 0 내지 80℃의 중요 온도 값 및 변동을 적용할 수 있게 하고; 셀의 전체 표면에 걸쳐 각 셀에서 균일한 온도를 획득할 수 있게 하고; 다양한 및/또는 확장형(scalable) 알고리즘에 의한 배터리의 사용과 관련된 배터리의 건강 상태 및 특수성의 함수에 따라 압력 및 온도 제어 전략을 조정할 수 있게 하고; 배터리가 자동차에서 사용되는 경우, 전기 콘택의 무결성을 보존하기 위해서 자동차의 진동이 배터리 셀에 전달되는 것을 최소화할 수 있게 하며; 열 전달 유체의 냉각 또는 가열을 위해서 그리고 중요 압력을 인가하기 위해서 사용되는 에너지 소비를 최소화할 수 있게 하고; 시스템의 서로 다른 어셈블리들을 자동차 본체 내에 비용 효과적인 방식으로 통합할 수 있게 하며; 셀 결합 또는 사고 발생 시에 화학 반응을 중화시킬 수 있게 한다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 이하의 도면을 참조하여 바람직한 실시형태에 관한 구체적인 설명을 이하에서 제공한다.
- 도 1은 본 발명의 실시형태에 따른 배터리의 동작 압력 및 온도를 관리하기 위한 시스템을 도시하는 개략도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시형태에 따른 압력 및 온도 제어 기구를 도시하는 개략도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시형태에 따른 시스템의 명령 및 제어 공정을 도시하는 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시형태에 따른 배터리 모듈의 압력 및 온도 관리 그리고 동작에 대한 매개변수를 도시하는 흐름도이다.
- 도 5a, 도 5b, 도 5c 및 도 5d는 본 발명의 실시형태에 따른 시스템에 구현된 압력 및 온도를 관리하기 위한 프로토콜의 예를 도시하는 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 실시형태에 따른 버튼형 셀을 갖는 배터리 모듈의 분해 개략도이다.
- 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 실시형태에 따른 배터리 모듈의 내부 구조의 부분 사시도이다.
- 도 8a, 도 8b, 도 8c 및 도 8d는 본 발명의 실시형태에 따른 몇 가지 배터리 모듈의 가능한 배치에 관한 개략도이다.
- 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 실시형태에 따른 각주형 셀(prismatic type cell)를 갖는 배터리 모듈의 분해 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 본 개시 내용의 맥락에서, 배터리는, 전해질로 지칭되는 이온 전도체로서 작용하는 매질에 의해서 분리된 2개의 전극(양극 단자(또는 캐소드) 및 음극 단자(또는 애노드))으로 이루어진 셀로 형성된다. 셀들은 상이한 아키텍처, 포맷 및 치수를 가질 수 있다. 애노드, 캐소드, 및 전해질은 상이한 재료들로 제조될 수 있다. 전해질은 액체, 고체, 하이브리드(중합체, 세라믹, 액체 등)일 수 있다.
- [0041] 본 개시 내용의 맥락에서 사용된 바와 같이, 표현 "거의 즉각적인" 또는 "즉각적인"은, 문맥상 달리 요구되지 않는 한, 약 15초 이하의 경과 시간 또는 응답 시간을 의미한다.
- [0042] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시형태에 따른 배터리의 동작 압력 및 온도를 관리하기 위한 시스템이 도시되어 있다. 이러한 시스템은 적어도 하나의 배터리 모듈(2)을 포함한다. 도시된 경우와 이하의 개시 내용에서는, 단지 단순화의 목적으로 3개의 배터리 모듈(2)을 포함하는 시스템을 참조할 것이다. 시스템 내의 배터리 모듈의 수는 1개 또는 3개, 예를 들어 원하는 경우 2개 또는 3개 초과로 상이할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 본 발명은 이하에서 설명되는 제어 모드에 따라 시스템 내에서 순환하는 열 전달 유체에 의해 배터리에 포함되는 셀의 동작 압력 및 온도를 능동적이고 동적이며 정확하고 거의 즉각적인 방식으로 관리함으로써 배터리를 최적으로 사용하는 문제에 대한 해결책을 제공한다. 도 1에서, 점선은 열 전달 유체의 순환 라인을 나타내는 한편, 실선은 신호 통신 라인을 나타낸다.
- [0043] 도 6을 참조하면, 각 배터리 모듈(2)은 배터리의 셀(6)를 수용하는 챔버(4), 및 셀(6)에 연결되고 그 동작을 제어하고 그 충전 상태를 모니터링하도록 구성되는 적어도 하나의 온보드 회로(8)를 갖는다. 온보드 회로(8)는 전력 유닛, 에너지 싱크(energy sink), 전류 제한기, 및 스마트 충전기(미도시)를 포함할 수 있고, 그에 따라 압력, 온도 및 전류 밀도의 관련 조건을 생성하여 배터리 모듈(2)로부터 최적의 성능을 얻을 수 있다. 챔버(4)는 모든 셀(6)에 인가되는 열 전달 유체를 수용 및 방출하기 위한, 대향하는 유체 유입구 및 배출구(10, 12)(예를 들어, 도 2에 도시됨)를 갖는다. 바람직하게는, 열 전달 유체는 액체이며, 유리하게는 오일, 보다 유리하게는 셀의 결함 또는 손상 발생 시에 잠재적인 화학적 반응을 중화시킬 수 있는 광물성 오일이다. 이하의 개시 내용에서, 열 전달 유체로서 사용되는 오일과 관련하여 "유체" 대신 용어 "유압"이 사용될 수 있으며, 열 전달 유체를 오일 및 오일 전용의 압력 및 온도 조절 장치로 제한하지는 않는다.
- [0044] 다시 도 1을 참조하면, 시스템은 유체 유닛(14)을 포함하고, 유체 유닛(14)은 각 배터리 모듈(2)의 유체 배출구(12)(예를 들어, 도 2에 도시됨)와 연통하는 복귀 저장 용기(16), 미리 정의된 저온 온도에서 복귀 저장 용기(16)로부터 펌핑되는 소정 양의 열 전달 유체를 수용하기 위한 냉각 저장 용기(18), 미리 정의된 고온 온도에서

복귀 저장 용기(16)로부터 펌핑되는 소정 양의 열 전달 유체를 수용하기 위한 가열 저장 용기(20), 그리고 냉각 저장 용기(18) 및 가열 저장 용기(20)와 연통하는 유입구(26) 및 냉각 저장 용기(18) 및 가열 저장 용기(20)로부터 유도된 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도를 제어함으로써 열 전달 유체를 원하는 온도 및 압력으로 전달하기 위해서 각 배터리 모듈(2)의 유체 유입구(10)와 연통하는 적어도 하나의 배출구(28)를 갖는 온도 및 압력 조절 장치(22, 24)를 갖는다. 실시형태에 따라, 미리 정의된 고온 온도는 100℃인 한편 미리 정의된 저온 온도는 -30℃이며, 그에 따라 유체 유닛(14)에 의해서 배터리 모듈(2)에 공급되는 열 전달 유체는 그 동적 관리를 위해 30℃에서 100℃까지 거의 즉각적으로 변화하는 온도를 가질 수 있다. 다른 저온 및 고온 온도 값은 사용되는 배터리 모듈(2)의 화학적 특성 및 그 동작 온도 범위에 따라 적절히 달라질 수 있으며, 예를 들어 최대 0℃ 및 80℃가 바람직하다.

[0045] 도 2를 참조하면, 시스템은 유체 유닛(14)과 배터리 모듈(2) 사이에서 순환하는 열 전달 유체의 온도 및 압력을 감지하기 위한 온도 센서(31)(T_1 , T_2 , T_3) 및 압력 센서(33)(P_1 , P_2 , P_3)를 포함한다. 본 발명의 실시형태에 따라, 시스템은 제어기(34, 36, 38)(이하에서 제어기(#1, #2, #3)로도 지칭됨)를 포함하고, 이러한 제어기는 배터리 모듈(2) 내의 열 전달 유체에 대한 온도 및 압력 설정점 신호를 수신하기 위한 입력부(40, 42, 44), 온도 센서(31) 및 압력 센서(33)에 의해서 생성된 온도 측정 신호(T_1 , T_2 , T_3) 및 압력 측정 신호(P_1 , P_2 , P_3)를 수신하기 위한 입력부(46, 48), 및 설정점 신호 그리고 온도 및 압력 측정 신호에 따라 유체 유닛(14)에 의해서 전달되는 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도를 제어하는 신호를 생성하기 위한 출력부(50)를 갖는다. 제어기(34, 36, 38)의 기능은 원하는 경우에 단일 제어기에 의해서 수행될 수 있다. 모니터링, 측정, 정보 제공, 조절, 조정, 및 변경을 가능하게 하는 다른 유형의 센서, 예를 들어 전류 측정용, 전압 측정용, 사용되는 오일 또는 다른 열 전달 유체에 용해된 가스 분석용 센서(미도시)를 시스템에 추가할 수 있다.

[0046] 다시 도 1을 참조하면, 시스템은 제어기(34, 36, 38)(예를 들어, 도 2에 도시됨) 및 배터리 모듈(2)의 온보드 회로(8)(예를 들어, 도 6에 도시됨)에 연결된 BMS(52)를 포함한다. BMS(52)는, 입력부(56)에서 수신되는 전력 및 에너지의 수요 그리고 온보드 회로(8)에 의해서 제공되는 충전 상태의 함수에 따라, 열 전달 유체에 대한 온도 및 압력 설정점 신호 그리고 배터리 모듈(2)을 위해서 의도된 하나 이상의 수요 설정점(54)을 생성하도록 구성된다.

[0047] BMS(52)는, 배터리 모듈(2)의 수요 조건, 충전 상태, 및 건강 상태의 함수에 따라, 그리고 주변 온도 및 배터리 모듈(2) 중 배터리 모듈의 미리 설정된 용도(vocation)의 함수에 따라, 배터리 모듈(2)의 동작 매개변수를 제어하기 위한 알고리즘을 저장 및 실행하도록 구성될 수 있다. 수요 조건, 충전 상태 및 건강 상태는, 배터리 모듈(2)의 온보드 회로(8)(예를 들어, 도 6에 도시됨)에 의해서 생성되는 신호를 처리하는 모니터링 모듈(90)에 의해서 제공되는 배터리 모듈의 수요 설정점 및 충전 상태 및 건강 상태를 제어하는 제어기(88)를 통해서 BMS(52)에 전달될 수 있다. 배터리 모듈(2)의 온보드 회로(8)와 통신하는 제어기(88) 및 회로(54)를 통해서, 그리고 압력 제어 제어기(36) 및 온도 제어 제어기(34, 38)를 통해서, 배터리 모듈의 용도에 따라 달라지는 그 압력, 그 온도, 그 수요 사용, 및 그 상태를 동적이고 능동적으로 관리하기 위한 적절한 명령 및 제어 신호를 BMS(52)가 생성하도록, 배터리 모듈(2)의 미리 설정된 용도가 BMS(52)에서 프로그래밍될 수 있다. 배터리 모듈(2)의 용도는 예를 들어 셀(6)이 통상적으로 설계된 것과 다른 방식으로 동작하도록 하는 것으로 구성될 수 있다. 동작 매개변수에는 배터리 모듈(2)에서 순환하는 열 전달 유체의 압력 및 온도가 포함되며, 각 배터리 모듈(2)에 의해서 허용되는 전력이 포함될 수도 있다. 수요 조건에는 전기 자동차의 경우에 예를 들어 고속 충전, 전력 수요(예를 들어 가속, 하중 견인, 급제동)가 포함될 수 있다.

[0048] 시스템은, 열 전달 유체를 가열/냉각하기 위한 에너지의 소비를 최소화하기 위해서, 유체 유닛(14)의 저장 용기(16, 18, 20) 및 열 에너지를 생성하는 주변 장치(미도시), 예를 들어 가열 장치, 공조기, 브레이크 모터, 스마트 충전기와 열을 교환하기 위한 열 교환기(92)를 구비할 수 있다.

[0049] 다시 도 2를 참조하면, 실시형태에 따라, 유체 유닛(14)은, 배터리 모듈(2)에 인가될 압력을 원하는 값으로 동적으로 조정 및 관리할 수 있는, 펌프(94) 및 축압기(100)를 구비한다. 펌프(94)는 복귀 저장 용기(16)와 연통하는 유입구(96), 및 복귀 저장 용기(16)로부터 펌핑되는 소정 양의 열 전달 유체를 전달하기 위한 배출구(98)를 갖는다. 축압기(100)는 펌프(94)의 배출구(98)와 연통하는 유입구(102), 그리고 냉각 및 가열 저장 용기(18, 20)와 연통하는 배출구(104)를 갖는다. 축압기(100)는, 축압기(100)의 배출구(104)에서 압력 센서(103)(P_0)에 의해서 제공되는 압력 측정치에 따라 펌프(94)를 제어하여 냉각 및 가열 저장 용기(18, 20) 내의 열 전달 유체의 압력이 압력 설정점(44)보다 약간 더 높아지게 하는 제어 신호(106)를 생성한다. 압력 릴리프 밸브(108)는 펌프(94)에 병렬로 추가되는 것이 바람직하다.

- [0050] 다시 도 6을 참조하면, 각 배터리 모듈(2)은 관형 요소(58), 및 관형 요소(58)를 단아서 저장 용기와 같은 챔버(4)를 정의하는 단부 요소(60, 62)로 형성될 수 있다. 셀(6)을 관형 요소(58)의 축방향으로 지지하고 이격시키기 위한 구조물(64)은 유리하게는 셀(6)의 적절한 간격을 보장하여, 충전-방전 사이클 동안 셀들의 체적 변화를 허용하고 열 전달 유체 내에 침잠된 셀(6)에 대한 기계적 진동의 전달을 최소화할 수 있다. 열 전달 유체의 분배기 기구(66)는 유체 유입구(10)와 연통하고, 셀(6) 사이의 공간과 정렬된 개구부(68)(예를 들어, 도 7b에 도시됨)를 갖는다. 전기 연결 기구(70)는 셀(6)과 온보드 회로(8)를 함께 연결한다. 관형 요소(58)는 도 6에 도시된 바와 같이 원통형 형상을 가질 수 있으며, 이는 도 6에 또한 도시된 버튼형 셀(6)에 특히 적합하다. 단부 요소(60, 62)는 관형 요소(58)의 대향 단부들에서 돌출되고 온보드 회로(8)를 수용하는 내부 공간을 정의하는 컵 형상을 갖는 것이 유리할 수 있다. 2개의 온보드 회로(8)(하나만 도 6에서 볼 수 있음)가 있는 경우, 온보드 회로(8)는 단부 요소(60, 62) 내에 각각 수용될 수 있고 밀봉 와셔(110, 112)에 의해서 저장 용기 또는 챔버(4)로부터 절연될 수 있다. 원통형 형상의 관형 요소는 도 9b에 도시된 바와 같은 각주형 셀(6)의 배치와 함께 사용될 수도 있다. 셀(6)을 지지하고 이격시키기 위한 구조물(64), 분배기 기구(66), 및 전기 연결 기구(70)(도 6에 도시된 바와 같음)는 이어서 그에 따라, 예를 들어 셀(6)의 연속적인 스택 사이에 그리고 관형 요소(58)의 대향 단부들에 배치된 적절한 요소(미도시)에 의해서 수정된다. 관형 요소(58)는 유리하게는 각주형 셀(6)에 적합할 수 있는, 도 9b에 도시된 바와 같은 평행 육면체 형상, 또는 원하는 경우에 직사각형 형상과 같은 다른 형상을 가질 수도 있다. 마찬가지로, 원하는 경우에 컵 이외의 형상이 단부 요소(60, 62)에 사용될 수 있다. 단부 요소(60, 62) 및 관형 요소(58)의 대향 단부는 유리하게는, 필요한 경우 배터리 모듈(2)을 분해할 수 있도록, 볼트(미도시)에 의한 조립을 위한 플랜지(59)를 나타낼 수 있다. 원하는 경우, 다른 종류의 연결부 및 어셈블리를 사용할 수 있다.
- [0051] 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 실시형태에 따라, 지지 및 이격 구조물(64)은 세장형 막대(72)를 포함하고, 이러한 세장형 막대는 원통형 요소(58)(예를 들어, 도 6에 도시됨)의 내부 표면과 실질적으로 매칭되는 외부 표면, 및 원통형 요소(58)의 축방향으로 분포되고 셀(6)의 주변 연부(76)가 내부에 결합되는 횡방향 노치(74)를 나타내는 내부 표면을 갖는다. 분배기 기구(66)는 막대(72)에서 연장되고 유체 유입구(10)(예를 들어, 도 6에 도시됨)와 연통하는 도관(78)을 포함할 수 있고, 열 전달 유체가, 열 전달 유체 내에 침잠되고 열 전달 유체와 직접 접촉되는 셀(6)에 등압(균일한 압력)을 인가하도록, 분배기 기구(66)의 개구부(68)가 막대(72)의 내부 표면에 만들어진다. 전기 연결 기구(70)는, 서로 전기적으로 연결되고 셀(6)의 단자와 접촉되는, 상부 및 하부의 일련의 패드(80, 82)에 의해서 형성될 수 있다. 상부의 일련의 패드(80)는 막대(72) 사이에서 연장될 수 있다. 배터리 모듈(2)의 전술한 구성은 열 전달 유체의 최적의 순환(온도의 급속 변동, 셀의 균일한 온도)을 가능하게 한다.
- [0052] 다시 도 2를 참조하면, 열 전달 유체는, 파이프 도관 내에서 순환하는 열 전달 유체의 온도 및 압력을 조정하기 위해 제어기(34, 36, 38)에 의해서 제어되는, 열 전달 유체의 유동 속도 제어를 위한 장치를 구비하는 파이프 도관(두꺼운 검은색 라인으로 도시됨)을 통해서 유체 유닛(14)과 배터리 모듈(2) 사이에서 순환한다. 유동 속도 제어 장치는, 각 배터리 모듈(2)을 위한, 배터리 모듈(2)로 이송되는 열 전달 유체의 분배기(D_1, D_2, D_3), 및 배터리 모듈(2)에 의해서 방출되는 열 전달 유체의 비례 압력 제한기(L_1, L_2, L_3)인 것이 유리할 수 있다.
- [0053] 실시형태에 따라, 제어기(34)(#1)는, 일반적으로 입력부(40)에서 수신되는 온도 설정점 신호에 따라 예를 들어 냉각 및 가열 저장 용기(18, 20)와 관련된 유체 라인(30, 32) 상의 분배기(D_4 및 D_5)에 의해서 형성되는 유동 속도 조절 장치를 제어함으로써, 시스템 내의 열 전달 유체의 온도 관리를 위한 제어기로서 사용된다. 제어기(34)는 유체 유닛(14)에 의해서 전달되는 열 전달 유체의 온도를 나타내는 온도 센서(35)(T_0)로부터 유도된 온도 조정 신호를 수신하고 고려하기 위한 입력부(84)를 가질 수 있다. 제어기(36)(#2)는, 압력 설정점 신호(44) 및 센서(33)에 의해서 제공되는 압력 측정 신호(P_1, P_2, P_3)에 따라 분배기(D_1, D_2, D_3) 및 비례 압력 제한기(L_1, L_2, L_3)를 제어함으로써 배터리 모듈(2)로 이송되고 그에 의해서 방출되는 열 전달 유체의 압력을 관리하기 위한 제어기로서 사용된다. 따라서 제어기(36)는 배터리 모듈(2)에서 열 전달 유체의 압력 제어를 담당한다. 제어기(36)는 유체 유닛(14)에 의해서 전달되는 열 전달 유체의 전체적인 압력을 나타내는 압력 센서(37)(P_0)로부터 유도된 신호를 수신하고 고려하기 위한 입력부(86)를 가질 수 있다. 제어기(38)(#3)는, 배터리 모듈(2)의 셀(6) 레벨에서의 온도 설정점 신호(42) 및 온도 센서(31)에 의해서 제공되는 온도 측정 신호(T_1, T_2, T_3)에 따라 열 전달 유체를 배터리 모듈(2)로 이송하는 분배기(D_1, D_2, D_3)를 제어함으로써 배터리 모듈(2) 내에서 특히 순환하는 열 전달 유체의 온도를 관리하기 위한 제어기로서 사용된다. 제어기(38)는 유체 유닛(14)을 관리하는 제어기(34)에 온도 설정점을 또한 제공한다.

[0054] 도 8a, 도 8b, 도 8c 및 도 8d를 참조하면, 배터리 모듈(2)은, 그 유체 유입구 및 배출구(10, 12)의 조합 또는 분리 여부, 그리고 그 셀의 화학적 특성에 따라, 독립적이거나, 상보적이거나, 또는 조합된 배열을 형성하도록 배치될 수 있다. 예를 들어, 각 배터리 모듈(2)은 도 8a에 도시된 바와 같이 압력 및 온도에서 독립적으로 동작될 수 있다. 배터리 모듈(2)은 도 8b에 도시된 바와 같이 공통 압력에서 그러나 서로 다른 온도에서 동작될 수 있다. 도 8c에 도시된 바와 같이, 일부 배터리 모듈(2)은 다른 배터리 모듈(2)의 압력과 다른 공통 압력에서, 그리고 각 배터리 모듈(2)에 대해서 서로 다른 온도에서 동작될 수 있다. 도 8d에 도시된 바와 같이, 일부 배터리 모듈(2)은 다른 배터리 모듈(2)의 동작 압력 및 온도와 상이한 공통 압력 및 온도에서 동작될 수 있다. 배터리 모듈(2)의 설계는, 특정 동작 조건(예를 들어 전기 자동차(미도시)의 경우 초급속 충전, 급가속 또는 견인하는 데 중요한 페이로드(payload), 저장소(storage), 극한의 외부 온도)의 함수에 따라, 그리고 의도된 용도(예를 들어 승용차, 트럭, 버스, 항공기, 기차, 보트, 에너지 저장소)의 함수에 따라 선택될 수 있다. 원하는 바에 따라 많은 배터리 모듈(2)이 상보적으로 또는 그렇지 않게, 다양한 용량 및 크기로, 조합되거나 또는 조합되지 않고 사용될 수 있다. 배터리 모듈(2)의 압력 및 온도 값은 실시간으로 조절될 수 있거나 고정될 수 있다. 배터리 모듈(2) 중 하나는 특별한 역할(즉, 그 용도)을 하도록, 예를 들어 전기 자동차의 경우, 일정 시간 후에(예를 들어 조기에) 배터리 모듈(2)을 교체해야 하는 비용을 감수하더라도, 초급속 충전 또는 급가속 시에 우선적으로 호출되는 것과 같은 극단적인 동작 조건을 처리하기 위해, 일정 압력, 특히 매우 높은 압력에서 동작하도록 의도될 수 있다. 이러한 배터리 모듈(2)은 성능을 높이기 위한 희생 배터리 모듈에 비유될 수 있다. 본 발명의 일 실시형태에서, 시스템은, 특히 더 높은 온도 값에 대해 더 높은 압력 값이 필요한 경우, 열 전달 유체의 열 팽창 계수의 효과를 이용함으로써, 압력 조절이 열 전달 유체의 온도의 변동에 의해서만 실행되는 배터리 모듈(2)을 포함할 수 있다.

[0055] 다시 도 1을 참조하여, 요약하면, 본 발명의 실시형태에 따라, 시스템은, (예를 들어, 도 6에 도시된) 셀(6)에 인가되는 동작 온도 및 압력의 능동적이고 동적인 관리가 셀(6)이 침잠되어 있는 압력 하의 액체(또는 유체)를 통해서 수행되는, 가변적이거나 또는 고정된 동작 조건(가변적인 역할 또는 전용 역할)을 갖는 적어도 하나(또는 협력하여 작동하는 여러 개)의 배터리 모듈(2)을 포함한다. 진술한 상이한 기계적, 유압적, 전기적 및 논리적 시스템은, BMS(52)에 구현된 마스터 소프트웨어를 통해서, 확장형 조정 알고리즘에 의해서 제어되는 프로세서(미도시, 그러나 BMS(52) 또는 제어기(34, 36, 38) 내로 통합될 수 있음)에 의해서 제어된다. BMS(52)는, 급속 충전 중에 또는 갑작스런 제동 시에, 에너지 소비 시스템을 위한 효율적이고 최적의 관리 전략(압력 및 온도 조절)을 포함하는 스마트 충전 관리 알고리즘을 실행할 수 있다. 확장형 알고리즘은 인공 지능 구현을 기반으로 할 수 있다. 셀(6)에 인가되는 동작 온도 및 압력을 능동적이고 동적으로 관리함으로써 배터리의 셀을 최적으로 사용할 수 있다. 배터리 모듈(2)의 요소(58, 60, 62)(예를 들어, 도 6에 도시됨)에 의해서 형성된 원통형 저장 용기는, 가변적이고 높은 등압(예를 들어, 최대 2000 psi)을 셀(6)에 인가할 수 있으며, 콤팩트하고 자동차(미도시)에 용이하게 통합할 수 있다.

[0056] 본 발명의 실시형태에 따라, 배터리의 동작 압력 및 온도를 관리하기 위한 방법은, 적어도 하나의 배터리 모듈(2)에 의해서 정의되는 챔버(4) 내에 배터리의 셀(6)을 수용하는 단계로 구성되고, 챔버는 모든 셀(6)에 인가되는 열 전달 유체를 수용 및 방출하기 위한, 대향하는 유체 유입구 및 배출구(10, 12)를 갖는다. 또한, 방법은, 각 배터리 모듈 내의 셀(6)의 충전 상태를 모니터링하는 단계, 각 배터리 모듈(2)의 유체 배출구(12)에 의해서 방출되는 열 전달 유체를 복귀 저장 용기(16) 내로 수집하는 단계, 복귀 저장 용기(16)로부터 냉각 및 가열 저장 용기(18, 20) 내로 펌핑되는 소정 양의 열 전달 유체를 미리 정의된 저온 및 고온 온도에서 별도로 냉각 및 가열하는 단계, 및 냉각 및 가열 저장 용기(18, 20)로부터 유도된 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도 제어에 의해서 조절되는 온도 및 압력에서 열 전달 유체를 각 배터리 모듈(2)의 유체 유입구(10)로 이송하는 단계를 포함한다. 또한, 방법은, 각 배터리 모듈(2)을 향해서 이송되고 그에 의해서 방출되는 열 전달 유체의 온도 및 압력 측정치를 구하는 단계, 상기 측정치 그리고 온도 및 압력 설정점에 따라 각 배터리 모듈(2)로 이송되는 열 전달 유체의 혼합 및 유동 속도를 제어하는 단계, 및 에너지 및 전력의 수요 그리고 각 배터리 모듈(2) 내의 셀(6)의 충전 상태의 함수에 따라, 열 전달 유체의 온도 및 압력 설정점 그리고 각 배터리 모듈(2)에 대해서 의도된 주요 설정점을 조정하는 단계를 포함한다. 실시형태에 따라, 압력 및 온도 측정치가 압력 및 온도 설정점과 다른 한, 각 배터리 모듈(2)로 이송되는 열 전달 유체의 유동 속도가 유지된다. 방법은, 각 배터리 모듈(2)의 수요, 충전 상태, 및 건강 상태의 함수에 따라, 그리고 주변 온도 및 사용되는 모든 배터리 모듈(2) 중 배터리 모듈(2)의 미리 설정된 용도의 함수에 따라, 각 배터리 모듈(2)의 동작 매개변수를 명령하기 위한 확장 가능한 공정을 실행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0057] 이하의 설명에서, 열 전달 유체는 오일인 것을 고려할 것이다. 그러나, 원하는 경우, 본 발명을 위한 다른 적합

한 유체가 상이한 온도 범위에서 사용될 수 있다는 점을 이해하여야 한다.

[0058]

도 3을 참조하면, 실시형태에 따라, 오일(혼합물)(114)의 온도 설정점은, 열 손실, 열적 관성, 작동 중인 오일 체적, 새로운 동작 온도 값에 도달하는데 필요한 용인 가능한 시간, 및 재료와 관련된 고려 사항(예를 들어, 허용 가능한 열적 전이)을 고려하여, 셀(6)(예를 들어, 도 6에 도시됨)의 동작 온도 설정점(예를 들어, -30°C 내지 100°C , 또는 다른 바람직한 온도 범위)을 기반으로 한다. 오일의 온도 설정점에 신속하게 도달하기 위한 전략은, 필요한 고온-저온 혼합(유동 속도)(116, 118, 120, 122)을 위해서 실험실에서 개발된 알고리즘에 기반할 수 있다. 배터리 모듈(2) 간에 서로 다른 동작 온도가 필요한 경우, 설정점에 도달하기 위한 순서(sequencing)에 대해 BMS(52)에 의한 우선 순위 결정(prioritization)이 수행될 수 있다. 셀(6)의 온도 변경 속도를 최대화하기 위해, 시스템의 구성요소(예를 들어, 도 2에 도시된 저장 용기(16, 18, 20), 펌프(94), 축압기(100), 배터리 모듈) 크기를 최적화하는 것이 바람직하다. 압력 조절과 관련하여, 오일이 먼저 정확한 온도에 도달할 수 있고, 배터리 모듈(2) 간에 설정점이 상이한 경우에도, 압력 설정점(124)이 모든 배터리 모듈(2)에 대해 동시에 달성될 수 있다. 제어기(32)(36)는 배터리 모듈(2)(예를 들어, 도 2에 도시됨)의 압력 제한기(L_1, L_2, L_3) 및 서보 밸브(D_1, D_2, D_3)를 동작시켜 그 압력(126, 128)을 조절할 수 있다. 오일의 온도 및 압력을 조정하기 위한 공정들의 상호 작용에는, 설정점(온도 및 압력) 모두에 도달하지 않는 한, 오일의 유동 속도를 유지하는 것이 포함될 수 있다. 압력에 도달하기 위한 설정점은 압력 값에 미치는 두 가지 다른 인자, 즉 오일 온도 및 셀의 가변적인 체적(충전 상태)(130)의 영향을 고려할 수도 있다. 배터리 모듈(2)은 온도 및 압력 설정점에 도달하는 경우(132) 요건에 부합하는 것으로 간주되며, 그렇지 않은 경우 배터리 모듈(2)의 온도를 다시 정정한다(116).

[0059]

다시 도 2를 참조하면, BMS(52)(예를 들어, 도 1에 도시됨)가 셀의 수요 조건의 함수에 따라 셀(6)(예를 들어, 도 6에 도시됨)의 사용 조건을 적절히 조정하기 위해서 동작 압력 및 온도 조절 설정점을 전송하는 경우, 배터리 모듈(2)(#1, #2 및 #3) 내의 목표 동작 압력(P_1, P_2, P_3)을 얻기 위해, 한계 압력 설정점이 제어기(32)(36)를 통해서 압력 제한기(L_1, L_2, L_3)로 전송된다. 주어진 배터리 모듈(2)에 대한 새로운 압력 설정점이 배터리 모듈(2)에서 측정된 압력보다 높은 경우, 배터리 모듈(2)(#1, #2 또는 #3)과 연관된 분배기(D_1, D_2 , 또는 D_3)는, 제어기(36)(#2)를 통해서, 이러한 새로운 값에 도달할 수 있게 하는 오일 흡입을 승인한다. 새로운 압력 값에 즉각적으로 도달한다. 축압기(100) 내의 압력(P_A)은 저온 또는 고온 오일 저장 용기(18, 20) 내에서 압력(P_0)이 생성될 수 있게 한다. 오일 혼합이 실행되면, 압력(P_0')이 분배기(D_1, D_2, D_3)의 상류에 형성된다. 배터리 모듈(2)에서 원하는 압력을 즉각적으로 구축하려면, 항상 $P_{Amin} > P_0 > P_0' > P_1, P_2, P_3$ 이다. 예를 들어, 모듈의 최대 압력이 1000 psi로 설정되는 경우, 축압기(100) 내의 최소 허용 가능한 압력은 1500 psi일 수 있다. P_{Amin} 의 값이 1500 psi의 문턱값 이하로 떨어지면, P_{Amax} 의 값(예를 들어, 2500 psi)에 도달할 때까지, 펌프(94)가 가동되어 오일을 축압기(100) 내로 주입할 것이다. 셀(6)의 동작 온도 설정점(T_1, T_2, T_3)이 BMS(52)에 의해서 전송되면, 제어기(34)(#1)는 온도(T_0)의 오일 혼합물을 생성하기 위해서 유동 속도 관리 알고리즘에 따라 저온 및 고온 오일(D_4, D_5)의 라인 분배기를 관리한다. 셀(6)의 동작 온도 값을 높이려면, $T_0 > T_1, T_2, T_3$ 가 된다. 반대로, 셀(6)의 동작 온도 값을 낮추려면, $T_0 < T_1, T_2, T_3$ 가 된다. 오일 혼합물의 온도(T_0)와 셀(6)의 동작 온도(T_1, T_2, T_3) 간 값의 차이는, 전체적으로 시스템의 열적 관성 및 셀(6)을 형성하는 재료가 허용하는 열적 전이의 한계를 고려한, 새로운 동작 온도에 도달하기 위한 속도에 따라 달라진다. 주어진 배터리 모듈(2)에서 동작 압력 값(P_1, P_2, P_3)에 도달한 경우에도, 제어기(38)(#3)는, 배터리 모듈(2)의 목표 동작 온도(T_1, T_2, T_3)에 도달하지 않는 한, 배터리 모듈(2)과 연관된 분배기(D_1, D_2, D_3)를 통한 T_0 의 오일 흡입을 허용한다.

[0060]

도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 시스템이 배터리 모듈(2)의 압력 및 온도 및 동작을 관리하기 위한 다양한 매개변수에 따라 구현될 수 있는 높은 수준의 관리 예가 도시되어 있다. 전력 수요, 급제동, 또는 급속 충전과 같은 이벤트(134)가 BMS(52)(예를 들어, 도 1에 도시됨)에 신호 전달된다. 블록(136)에 의해 도시된 바와 같이, BMS(52)는 시스템 매개변수 대 사용 요건의 분석을 수행한다. 이를 위해서, BMS(52)는 블록(138)에 의해 도시된 바와 같이 셀(6)(예를 들어, 도 6에 도시됨)의 충전 상태(SOC), 건강 상태(SOH), 압력 및 온도, 그 수명 이력(캘린더), 및 배터리 모듈(2)의 셀(6)이 수행한 사이클 횟수와 같은 특정 조건을 고려할 수 있다. 마찬가지로, BMS(52)는, 블록(140)에 의해 도시된 바와 같이, 주변 온도, 예상 충전 시간, 예상 충전 전력, 활성화된 주변 장치, 주행할 지형의 형태, 운전 습관, 주행 모드 선택, 교통 상황, 경로 상의 충전 옵션과 같은 다양한 매개변수들을 고려할 수 있다. 이어서 검증(142)을 수행하여, 배터리 모듈(2)이 시스템 매개변수와 관련된 요건과 부

합하는지 여부를 결정한다. 부합하는 경우, 블록(144)에 의해 도시된 바와 같이, 전력 설정점이 부합되는 배터리 모듈(2)에 전송된다. 그렇지 않은 경우, 블록(146)에 의해 도시된 바와 같이, BMS(52)는 설정점을 조절 메커니즘에 전송한다. 온도 조절(148), 압력 조절(150), 및 전류 밀도 관리(152)가 수행되어, 배터리 모듈(2)이 최종적으로 부합되도록(154) 한다. 전력 잉여 관리(156)는, 원하는 경우, 오일을 가열 또는 냉각하거나(158), 배터리 모듈(2)을 그 정상 동작 매개변수의 손상에 대한 희생 모듈로서 사용하거나(160), 또는 전력 소산(162)을 위해서 수행될 수 있다.

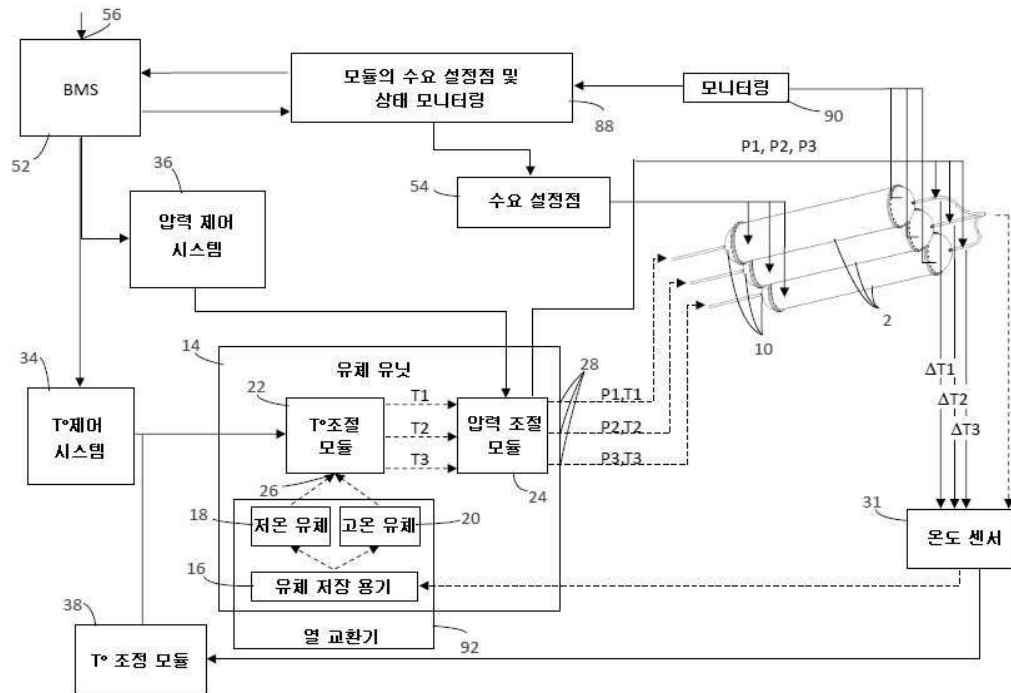
[0061] 도 5a, 도 5b, 도 5c 및 도 5d를 참조하면, 본 발명의 실시형태에 따른 시스템에서 구현된 압력 및 온도 관리 프로토콜의 예가 그래프의 형태로 도시되어 있다. 도 5a는 권장 충전 또는 방전 속도의 함수에 따른 배터리 모듈(2)(예를 들어, 도 6에 도시됨)의 셀(6)에 대한 가능한 압력 조절 프로토콜을 도시한다. 도 5b는 배터리 모듈의 충전 상태(SOC)의 함수에 따른 배터리 모듈(2)의 셀(6)에 대한 가능한 압력 조절 프로토콜을 도시한다. 도 5c는 권장 충전 또는 방전 속도에 대한 가능한 동작 온도 조절 프로토콜을 도시한다. 도 5d는 배터리 모듈(2)에 의해 수행된 충전 및 방전 사이클의 횟수와 관련된 가능한 동작 압력 조절 프로토콜을 도시한다.

[0062] 다시 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 시스템에 관한 특정 고려 사항이 관련될 수 있다. 예를 들어, 가압 저장 용기 내 오일 압력의 값은 이하의 인자의 함수 즉, BMS(52)에 의해서 유체 유닛(14)에 부여된 압력 설정점, 오일 온도의 변동, 셀(6)의 체적 변동에 따라 달라지는 경향이 있다. 압력 조절 제어 알고리즘은, 압력 및 온도 설정점의 상호 작용뿐만 아니라 셀(6)의 충전 상태, 이에 따른 특정 시간에서의 셀의 체적에 대한 피드백을 통합하는 모델에 기반하여, 이러한 인자들과 관련된 조정된 입력을 포함할 수 있다. BMS(52)는 에너지 및 전력의 수요의 함수에 따라 서로 다른 배터리 모듈(2)의 사용을 조정하고 지시할 수 있다. 각 배터리 모듈(2)의 근접도 관리는 온보드 BMS 또는 온보드 회로(8)에 의해서 구현된 BMS - 모듈에 의해 각 배터리 모듈(2)에서 수행될 수 있다. 예를 들어 화학적 원소 또는 용해 가스의 모니터링을 포함하는 오일의 모니터링을 통해 배터리 모듈(2)을 형성하는 구성요소의 열화 증상을 식별할 수 있다. 열 전달 유체로서 사용되는 광물성 오일은 셀(6)의 결함 또는 손상 발생 시에 잠재적인 화학적 반응을 중화할 수 있다. 확장형 알고리즘, 예를 들어 BMS(52) 내의 인공 지능의 구현은 본 발명에 따른 시스템의 사용에 관한 전략적인 양태를 나타낼 수 있다. 이러한 알고리즘은 배터리 모듈(2)의 동작 매개변수(전류, 압력, 온도) 관리를 담당할 수 있다. 배터리 모듈(2)의 사용(예를 들어, 승용차, 버스, 트럭, 항공기, 보트, 저장소 등)의 함수에 따라, BMS(52)의 초기 알고리즘의 프로그래밍(예를 들어, 산업용)이 이루어질 수 있다. 이러한 알고리즘은, 주행 유형(예를 들어, 가속, 제동, 하중 견인), 지형 형태, 외부 온도, 충전 패턴, 사용 패턴(빈도수, 지속 시간)과 같은 다양한 인자들에 따라, 시간 경과에 따라 수정이 이루어질 수 있다. 확장형 알고리즘은, 극단적인 사용 조건의 경우, 배터리 모듈(2)(예를 들어, 희생 모듈)을 과도하게 사용하는 것으로 판단할 수 있다. 이는, 배터리 상태에 유익한 효과를 미치는 것으로 알려진 온도-압력-전류 값 및 충전 전류 패턴을 전략적으로 조합함으로써 덴드라이트 손상의 복구 절차("자가 치유")를 포함하는, (전기 수요/청구 요금, 배터리 모듈(2)의 성능 저하, 의심되는 덴드라이트 개시 구역의 존재의 함수에 따른) 특정 충전 방식으로 이어질 수도 있다.

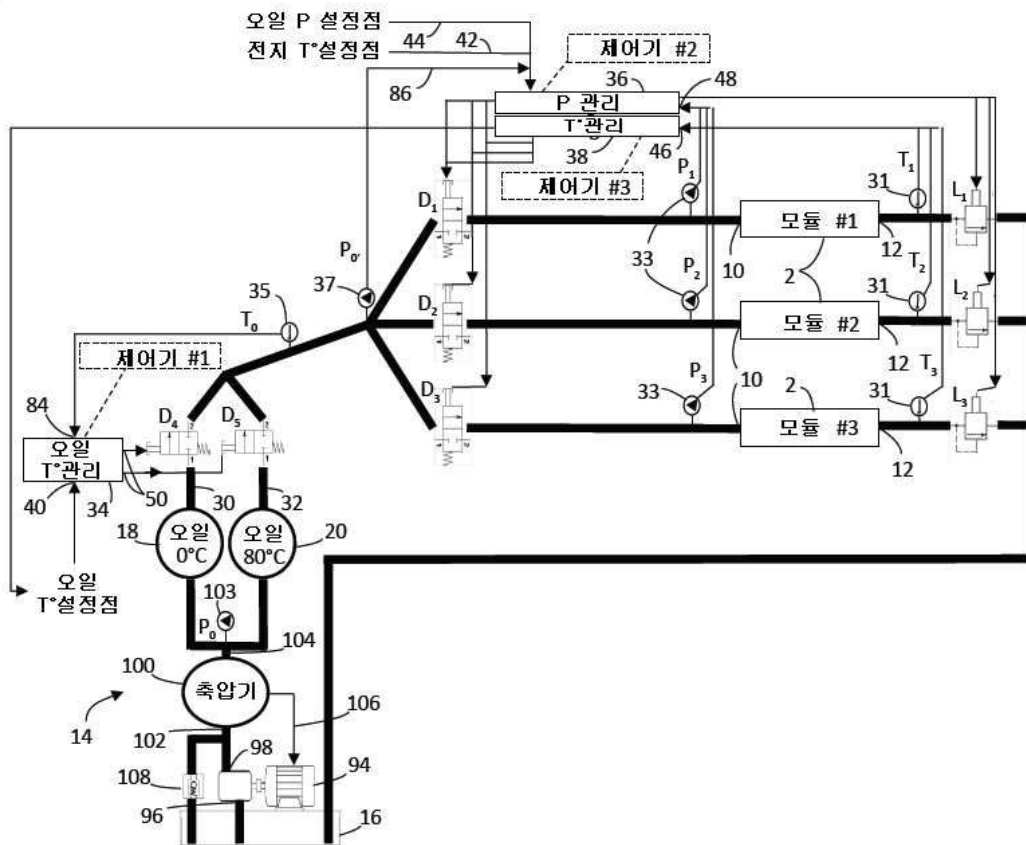
[0063] 본 발명의 실시형태가 첨부 도면에 도시되고 위에서 설명되었지만, 당업자에게는 본 발명을 벗어나지 않는 범위 내에서 수정이 이루어질 수 있음이 명백할 것이다.

도면

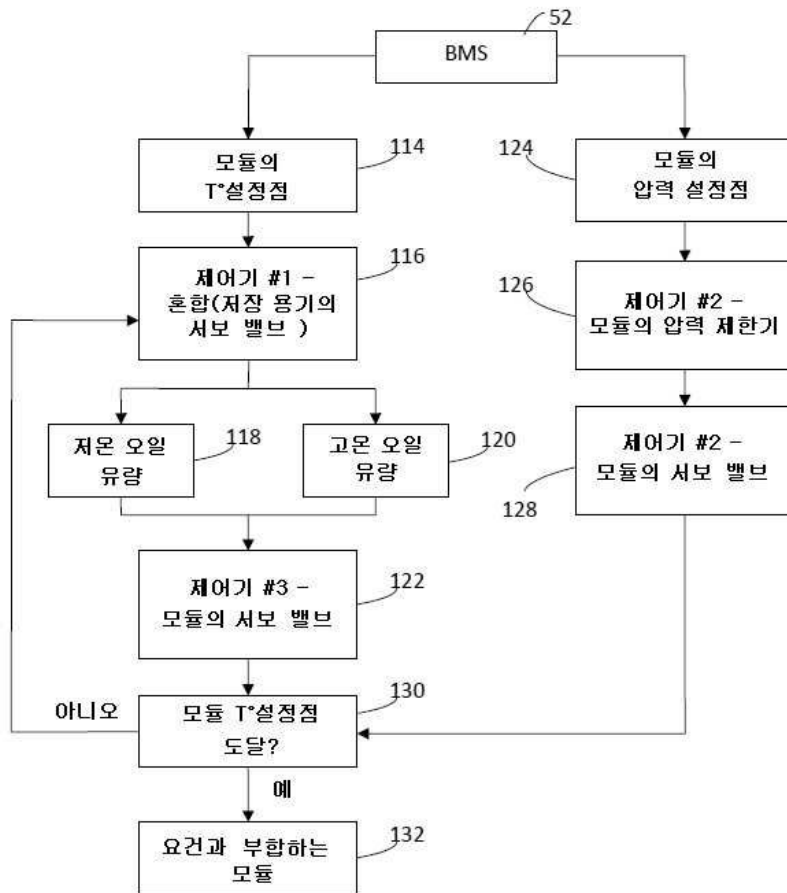
도면1



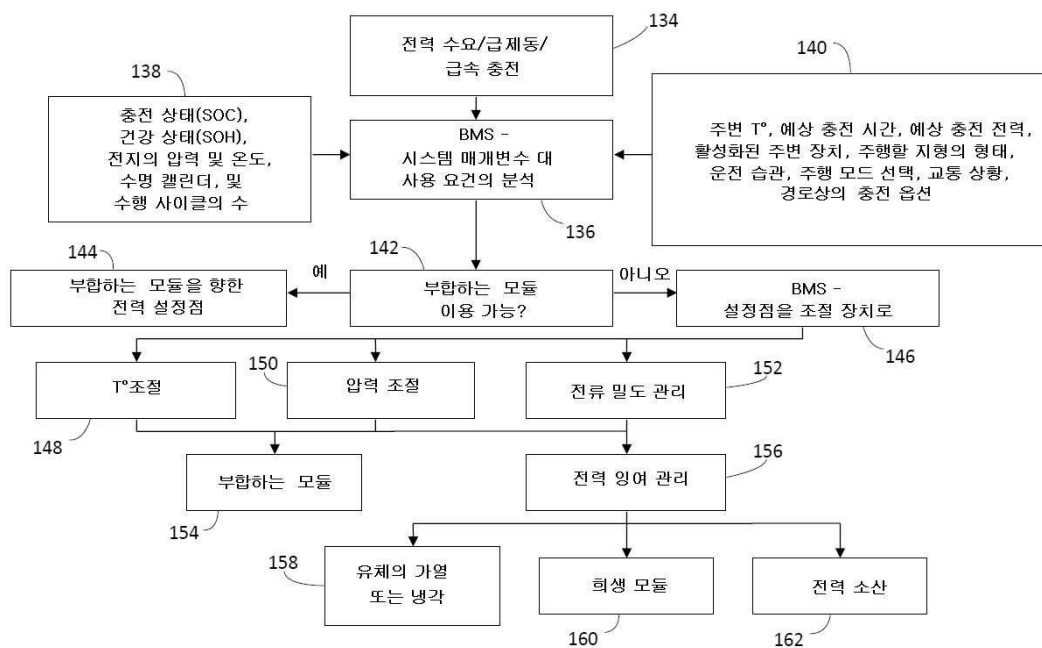
도면2



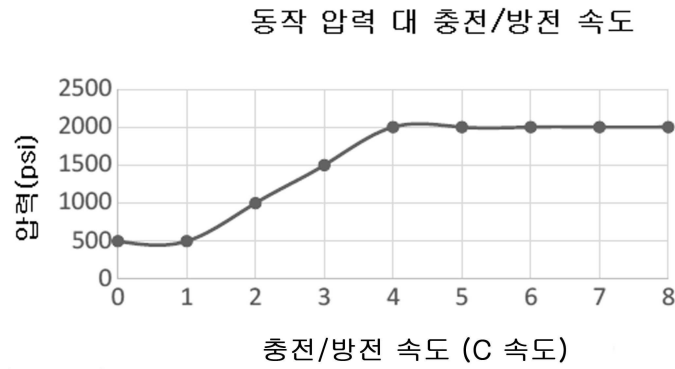
도면3



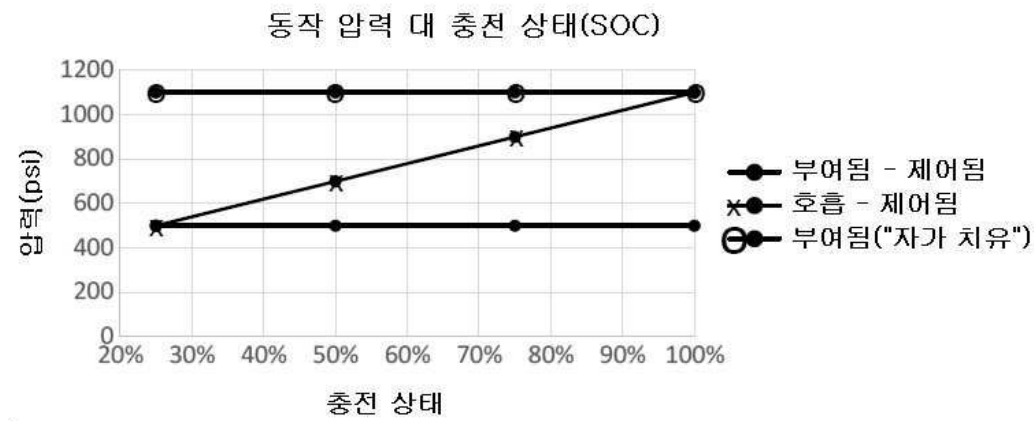
도면4



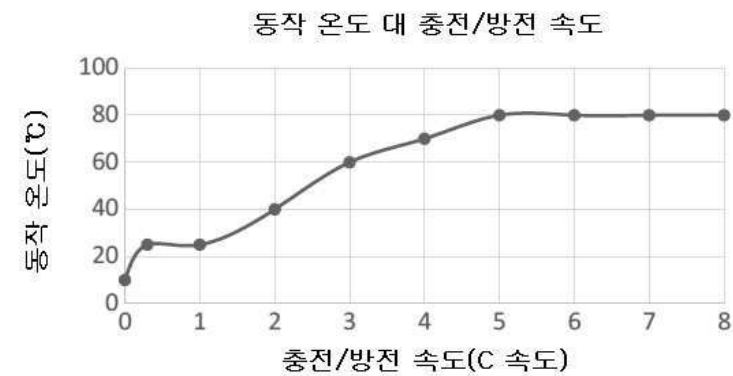
도면5a



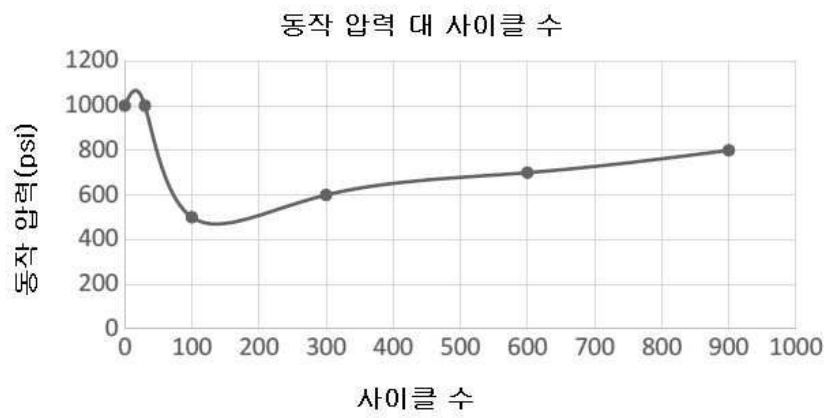
도면5b



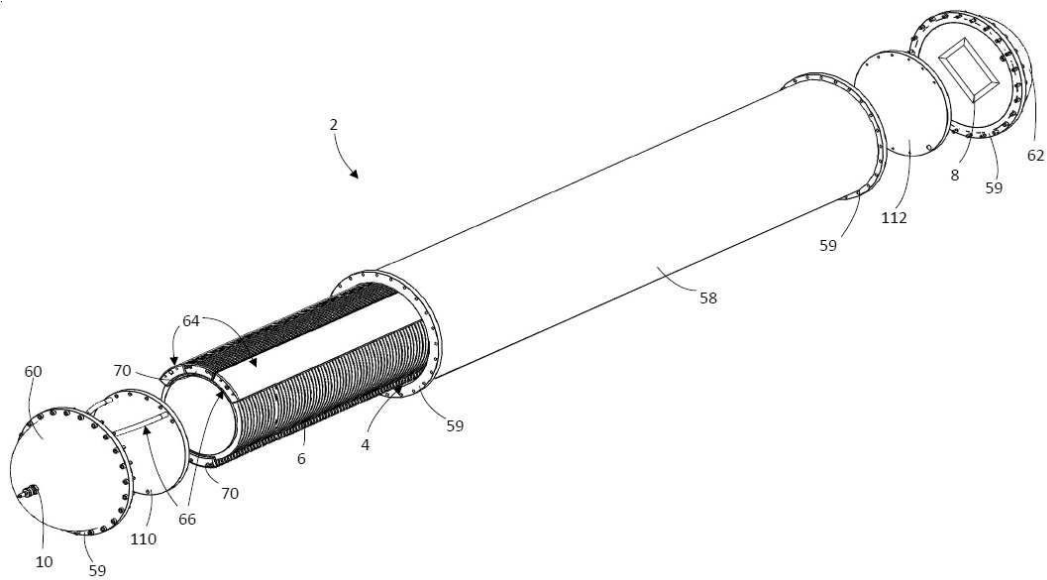
도면5c



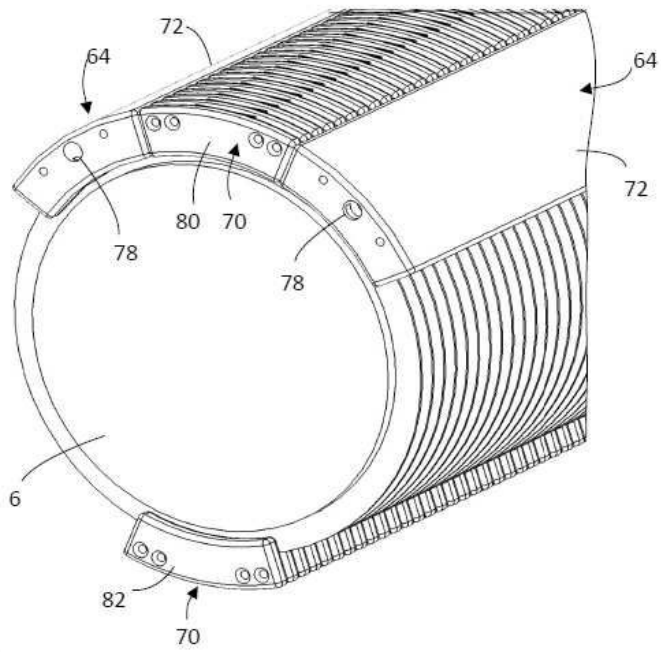
도면5d



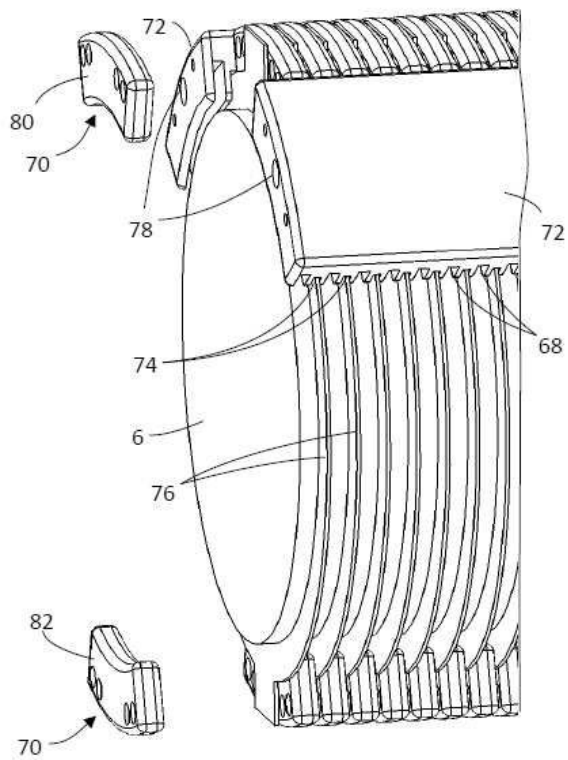
도면6



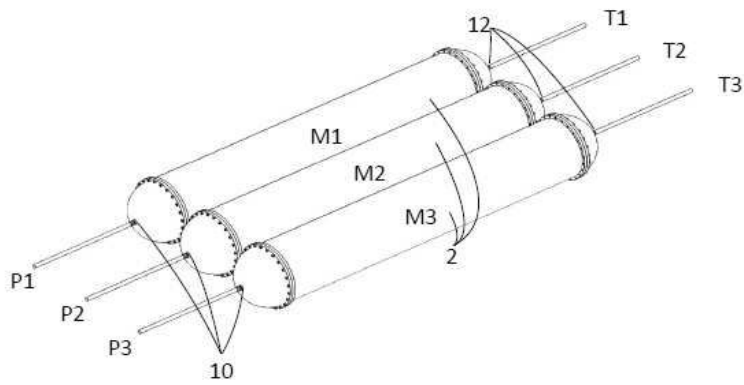
도면7a



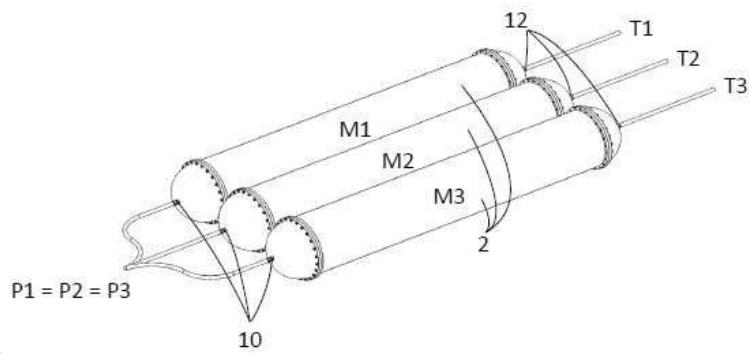
도면7b



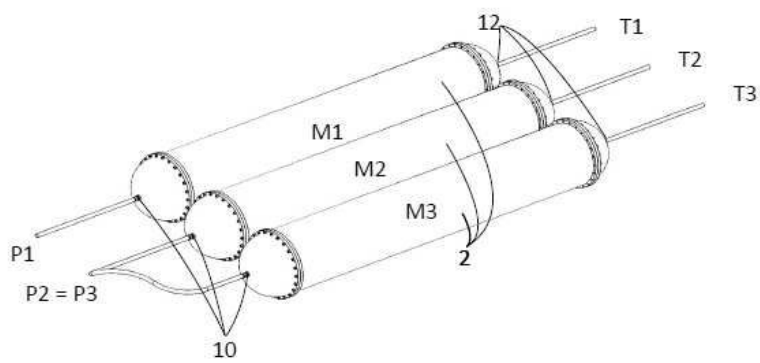
도면8a



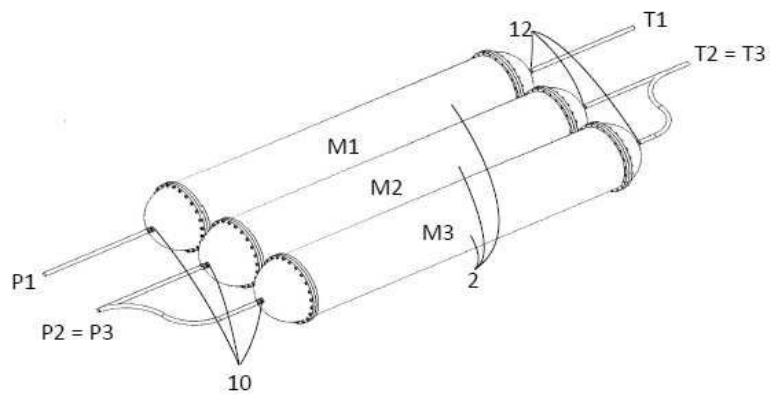
도면8b



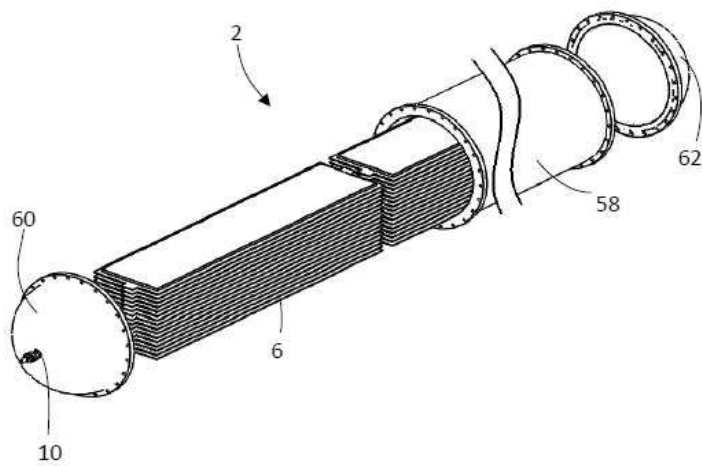
도면8c



도면8d



도면9a



도면9b

