



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0141237
(43) 공개일자 2022년10월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 50/249 (2021.01) B63H 21/17 (2020.01)
H01M 10/42 (2014.01) H01M 10/48 (2021.01)
H01M 10/6562 (2014.01) H01M 50/24 (2021.01)
H01M 50/253 (2021.01) H01M 50/258 (2021.01)
H01M 50/30 (2021.01) H01M 50/333 (2021.01)

(52) CPC특허분류
H01M 50/249 (2021.01)
B63H 21/17 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0042097

(22) 출원일자 2022년04월05일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

63/172,895 2021년04월09일 미국(US)

17/383,979 2021년07월23일 미국(US)

(71) 출원인
브룬스워 크오포레이션

미국 일리노이주 60045 메타와 노스 리버우즈 블러바드 26125 스위트 500

(72) 발명자

콘링 스티븐 제이.

미국 53086 위스콘신주 슬링어 이 에이치더블유와이. 4704

(74) 대리인

양영준

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **방수 해양 배터리**

(57) 요약

해양 선박 부하에 에너지를 제공하도록 구성된 해양 배터리 시스템이 제공된다. 해양 배터리 시스템은 메인 인클로저 본체 및 밀봉된 배터리 체적을 형성하기 위해 메인 인클로저 본체에 착탈 가능하게 결합된 보조 인클로저 본체를 포함한다. 보조 인클로저 본체는 밀봉된 배터리 체적 내의 온도 증가에 응답하여 압력 수용 조치를 수행하도록 구성된다. 해양 배터리 시스템은 밀봉된 배터리 체적 내에 배치된 배터리를 더 포함한다.

(52) CPC특허분류

H01M 10/48 (2022.01)
H01M 10/486 (2021.01)
H01M 10/6562 (2015.04)
H01M 50/24 (2021.01)
H01M 50/253 (2021.01)
H01M 50/258 (2021.01)
H01M 50/333 (2021.01)
H01M 50/394 (2021.01)
H01M 2010/4271 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

해양 선박 부하에 에너지를 제공하도록 구성된 해양 배터리 시스템으로서,

메인 인클로저 본체;

메인 인클로저 본체에 결합되어 밀봉된 배터리 체적을 형성하는 보조 인클로저 본체 - 보조 인클로저 본체는 밀봉된 배터리 체적 내의 온도 증가에 응답하여 압력 수용 조치를 수행하도록 구성됨 -; 및

밀봉된 배터리 체적 내에 배치된 배터리를 포함하는, 해양 배터리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 압력 수용 조치는 밀봉된 배터리 체적을 팽창시키기 위한 블래더의 팽창을 포함하는, 해양 배터리 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 블래더는 메인 인클로저 본체와 보조 인클로저 본체 내에 배치되고, 블래더 및 메인 인클로저 본체는 배터리를 완전히 캡슐화하도록 구성되는, 해양 배터리 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 압력 수용 조치는 피스톤의 활주를 포함하는, 해양 배터리 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 피스톤은 밀봉된 배터리 체적을 팽창시키기 위해 피스톤의 활주에 의해 압축되도록 구성된 스프링과 결합되는, 해양 배터리 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

메인 인클로저 본체는 제1 배터리 체적을 형성하고;

보조 인클로저 본체는 제2 배터리 체적을 형성하며;

제1 배터리 체적과 제2 배터리 체적의 합계는 최대 밀봉된 배터리 체적을 포함하는, 해양 배터리 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

밀봉된 배터리 체적 내의 온도 정보를 검출하도록 구성된 온도 센서;

밀봉된 배터리 체적 내의 압력 정보를 검출하도록 구성된 압력 센서; 및

온도 센서 및 압력 센서에 결합된 제어기를 더 포함하고, 제어기는:

온도 센서로부터 온도 정보를 수신하고;

압력 센서로부터 압력 정보를 수신하며;

온도 정보 및 압력 정보를 예상 온도 정보 및 예상 압력 정보와 비교하는 것에 기초하여 인클로저 파손을 검출하도록 구성되는, 해양 배터리 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서, 제어기는 인클로저 파손의 검출에 응답하여 인클로저 파손 완화 조치를 수행하도록 추가로 구

성되는, 해양 배터리 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 보조 인클로저 본체는 메인 인클로저 본체에 착탈 가능하게 결합되는, 해양 배터리 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서, 밀봉된 배터리 체적 내에 배치된 건조제를 더 포함하는, 해양 배터리 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서, 보조 인클로저 본체의 측벽에 형성된 통기 개구를 더 포함하고, 통기 개구는 밀봉된 배터리 체적의 팽창 및 수축을 용이하게 하도록 구성되는, 해양 배터리 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 통기 개구는 통기 개구를 통한 공기의 유동을 허용하고 통기 개구를 통한 유체의 유동을 방지하도록 구성된 멤브레인을 포함하는, 해양 배터리 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서, 밀봉된 배터리 체적 내의 압력이 압력 안전 임계값을 초과할 때 개방하도록 구성된 압력 릴리프 밸브를 더 포함하는, 해양 배터리 시스템.

청구항 14

해양 선박 부하에 에너지를 제공하도록 구성된 해양 배터리 시스템으로서,
배터리;

메인 인클로저 본체;

메인 인클로저 본체에 착탈 가능하게 결합되는 보조 인클로저 본체를 포함하고;

배터리는 메인 인클로저 본체 및 보조 인클로저 본체 내의 밀봉된 배터리 체적 내에 완전히 캡슐화되며;

밀봉된 배터리 체적 내의 온도 증가는 밀봉된 배터리 체적이 보조 인클로저 본체 내에서 팽창하게 하여 밀봉된 배터리 체적 내의 압력 증가를 보상하는, 해양 배터리 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

보조 인클로저 본체 내에서 이동 가능한 피스톤을 더 포함하고;

밀봉된 배터리 체적 내의 온도 증가는 피스톤이 보조 인클로저 본체 내에서 활주하게 하여 밀봉된 배터리 체적을 팽창시키는, 해양 배터리 시스템.

청구항 16

제14항에 있어서,

메인 인클로저 본체 및 보조 인클로저 본체 내에 배치된 블래더를 더 포함하고;

밀봉된 배터리 체적 내의 온도 증가는 블래더가 보조 인클로저 본체 내에서 팽창하게 하여 밀봉된 배터리 체적을 팽창시키는, 해양 배터리 시스템.

청구항 17

해양 선박 부하에 에너지를 제공하도록 구성된 해양 배터리의 작동 방법으로서,

해양 배터리용 배터리 관리 시스템에서, 해양 배터리용 배터리 인클로저 내의 밀봉된 배터리 체적에 위치한 압력 센서로부터 압력 정보를 수신하는 단계로서, 배터리 인클로저는 메인 인클로저 본체 및 보조 인클로저 본체

를 포함하는, 단계;

배터리 관리 시스템에서, 밀봉된 배터리 체적에 위치한 온도 센서로부터 온도 정보를 수신하는 단계;

배터리 관리 시스템에서, 압력 정보와 온도 정보를 비교하는 단계; 및

배터리 관리 시스템에서, 압력 정보와 온도 정보의 비교에 기초하여 밀봉된 배터리 체적의 인클로저 파손이 발생했는지의 여부를 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

인클로저 파손의 검출에 응답하여 인클로저 파손 완화 조치를 수행하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 인클로저 파손 완화 조치는 메인 인클로저 본체로부터 보조 인클로저 본체를 착탈하고 교체 보조 인클로저 본체를 메인 인클로저 본체에 결합하도록 사용자를 촉발하는 메시지를 송신하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 20

제17항에 있어서, 인클로저 파손이 발생했다고 결정하는 것은 온도 정보의 증가가 압력 정보의 대응하는 증가를 초래하지 않았다는 결정에 기초하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 관련 명세서에 대한 상호 참조
- [0002] 본 출원은 2021년 4월 9일자로 출원된 미국 가출원 제63/172,895호의 우선권 및 이익을 주장하며, 상기 출원은 그 전체가 본 명세서에 참조로 포함된다.
- [0003] 기술분야
- [0004] 본 개시내용은 해양 선박용 배터리 시스템, 특히 좋지 않은 해양 배터리 상태를 검출하고 완화하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0005] 미국 특허 제9,630,686호는 내압 에너지 시스템을 개시하고 있다. 내압 에너지 시스템은 내압 공동 및 내압 공동 내에 둘러싸이고 선박에 전력을 제공하도록 구성된 에너지 시스템을 포함할 수 있다. 에너지 시스템은 하나 이상의 배터리 셀과 내압, 프로그램 가능한 관리 회로를 포함할 수 있다. 내압 공동은 미네랄 오일과 같은 전기적으로 불활성인 액체로 채워질 수 있다. 일부 실시예에서, 전기적으로 불활성인 액체는 내압 공동의 외부 압력에 대해 양압으로 유지될 수 있다. 에너지 시스템은 압력 범위 내에서 내압 공동 내부의 압력을 유지하도록 구성된 압력 배출 시스템을 더 포함할 수 있다. 내압 공동은 물의 유입을 방지하도록 밀봉될 수 있다.
- [0006] 미국 특허 제8,980,455호는 케이싱과 배터리 코어를 포함하는 가스 방출 및 방폭 안전 밸브가 있는 리튬-이온 배터리를 개시한다. 케이싱은 안전 밸브가 배치된 열 커버에 의해 밀봉된 개구를 포함한다. 안전 밸브는 안전 커버와 압력 필터를 포함한다. 안전 커버의 중간 부분은 관통 구멍을 포함한다. 압력 필터는 안전 커버의 중간 부분에 고정되어 있으며 수많은 공극을 갖는다. 안전 커버와 열 커버는 함께 후크로 연결된다. 본 발명은 다수의 이점을 제공한다. 첫째, 노후화 문제가 없는 단순화된 구조는 배터리의 안전성과 신뢰성을 개선시킨다. 둘째, 작동 중에, 배터리 내부 압력이 특정 임계값에 도달하는 경우 가스가 환기되어 배터리 케이싱의 파열을 방지한다. 셋째, 배터리의 성능이 개선됨에 따라, 배터리의 사이클 수명이 크게 증가된다.
- [0007] 미국 특허 출원 제2018/0013115호는 경량의 모터 동력식 선박에 사용되는 배터리를 수용하는 방법을 개시하고 있으며, 이 방법은, 해양 배터리를 수용하도록 크기 설정된 포트 - 포트는 해양 배터리를 위한 공동 및 개방된 상단을 가짐 -; 포트의 개방된 상단의 적어도 내수성 폐쇄를 위한 뚜껑 - 뚜껑은 공동 및 개방된 하단을 갖고,

뚜껑은 포드에 해제 가능하게 부착될 수 있음 -; 및 개방된 하단에 인접하여 뚜껑에 해제 가능하게 부착된 바닥 - 바닥은 경량의 모터 동력식 선박용 제어부를 유지하도록 구성됨 - 을 갖는 배터리 케이스를 제공하는 단계를 포함한다.

[0008] 위의 특허 및 특허 간행물은 그 전체가 본 명세서에 참조로 포함된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0009] 이 요약은 아래의 상세한 설명에서 추가로 설명되는 개념의 선택을 소개하기 위해 제공된다. 이 요약은 청구된 주제의 주요 특징이나 필수 특징을 식별하기 위한 것이 아니며, 청구된 주제의 범위를 제한하는 데에 도움으로서 사용되기 위한 것도 아니다.

[0010] 본 개시내용의 일 구현에 따르면, 해양 선박 부하에 에너지를 제공하도록 구성된 해양 배터리 시스템이 제공된다. 해양 배터리 시스템은 메인 인클로저 본체 및 밀봉된 배터리 체적을 형성하기 위해 메인 인클로저 본체에 착탈 가능하게 결합된 보조 인클로저 본체를 포함한다. 보조 인클로저 본체는 밀봉된 배터리 체적 내의 온도 증가에 응답하여 압력 수용 조치를 수행하도록 구성된다.

[0011] 본 개시내용의 다른 구현에 따르면, 해양 선박용 해양 배터리 시스템이 제공된다. 해양 배터리 시스템은 배터리, 메인 인클로저 본체, 메인 인클로저 본체에 착탈 가능하게 결합되는 보조 인클로저 본체, 메인 인클로저 본체 및 보조 인클로저 본체 내에 배치된 블래더를 포함한다. 배터리는 밀봉된 배터리 체적 내에 메인 인클로저 본체와 블래더에 의해 완전히 캡슐화된다. 밀봉된 배터리 체적 내의 온도 증가는 밀봉된 배터리 체적 내의 압력 증가를 보상하기 위해 보조 인클로저 본체 내에서 블래더가 팽창하게 한다.

[0012] 본 개시내용의 다른 구현에 따르면, 해양 선박용 해양 배터리 시스템이 제공된다. 해양 배터리 시스템은 배터리, 메인 인클로저 본체, 메인 인클로저 본체에 착탈 가능하게 결합되는 보조 인클로저 본체, 및 보조 인클로저 본체 내에 배치된 피스톤을 포함한다. 배터리는 밀봉된 배터리 체적 내에 메인 인클로저 본체와 보조 인클로저 본체에 의해 완전히 캡슐화되며, 밀봉된 배터리 체적 내의 온도 증가는 피스톤이 보조 인클로저 본체 내에서 활주되고 밀봉된 배터리 체적을 팽창시켜 밀봉된 배터리 체적 내의 압력 증가를 보상하게 한다.

[0013] 본 개시내용의 또 다른 구현에 따르면, 해양 선박 부하에 에너지를 제공하도록 구성된 해양 배터리의 작동 방법이 제공된다. 방법은, 해양 배터리를 관리 시스템에서, 해양 배터리를 인클로저 내의 밀봉된 배터리 체적에 위치한 압력 센서로부터 압력 정보를 수신하는 단계를 포함한다. 배터리 인클로저는 메인 인클로저 본체와 보조 인클로저 본체를 포함한다. 방법은 밀봉된 배터리 체적 내에 위치한 온도 센서로부터 온도 정보를 수신하는 단계, 압력 정보와 온도 정보를 비교하는 단계, 및 압력 정보와 온도 정보의 비교에 기초하여 밀봉된 배터리 체적의 인클로저 파손이 발생되었는 지의 여부를 결정하는 단계를 더 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0014] 본 개시내용은 하기 도면을 참조하여 설명된다. 도면 전체에 걸쳐 동일한 피처 및 동일한 구성요소를 참조하기 위해 동일한 번호가 사용된다.

도 1은 본 개시내용의 예시적인 구현에 따른 전기 해양 추진 시스템을 포함하는 해양 선박을 예시하는 블록도이다.

도 2는 도 1의 전기 해양 추진 시스템에 사용될 수 있는 밀봉된 배터리 인클로저를 예시하는 블록도이다.

도 3은 도 1의 전기 해양 추진 시스템에서 이용될 수 있는 팽창 가능한 블래더를 갖는 밀봉된 배터리 인클로저를 예시하는 블록도이다.

도 4는 도 1의 전기 해양 추진 시스템에서 이용될 수 있는 피스톤 조립체를 갖는 밀봉된 배터리 인클로저를 예시하는 블록도이다.

도 5는 도 2 내지 도 4에 도시되어 있는 밀봉된 배터리 인클로저에서 압력과 온도의 상관 관계를 도시하는 플롯

이다.

도 6은 도 2 내지 도 4에 도시되어 있는 밀봉된 배터리 인클로저에서 인클로저 파손을 검출하고 완화하기 위한 프로세스의 흐름도이다.

도 7은 도 2 내지 도 4에 도시되어 있는 밀봉된 배터리 인클로저에서 인클로저 파손을 검출하기 위한 다른 프로세스의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 설명에서, 간결성, 명확성 및 이해를 위해 특정 용어가 사용되었다. 그러한 용어는 설명의 목적만을 위해 사용되고 광범위하게 해석되도록 의도되기 때문에, 어떠한 불필요한 제한도 종래 기술의 요건을 넘어 그로부터 유추되지 않는다.

[0016] 선박 전화(電化) 및 전기적 에너지 저장을 위한 전기 추진 시스템과 리튬 이온 배터리 기술의 적용은 전통적인 내연 기관 및 액체 연료 저장과는 상이한 위험을 일으킨다. 액체 유기 전해질이 있는 최신 기술의 리튬 이온(Li-ion) 배터리가 물과 접촉하는 경우 추가적인 위험이 발생된다. 본 발명자는, 선박이 개방된 수역에 있거나 및/또는 배터리 화재 또는 기타 위험한 배터리 사건의 발생 시에 안전한 장소에 도달할 수 없기 때문에, 최신 기술의 리튬 이온 배터리가 있는 해양 선박 및 기타 해양 관련 전기 에너지 저장 장치의 배터리 상태와 관련하여 특정 문제가 발생할 수 있다는 것을 인식하였다. 또한, 해양 용례의 리튬 이온 배터리는 습하고 염분이 많은 환경이 배터리 수명을 연장시키는 데 도움이 되지 않기 때문에 특히 위험하다. 따라서, 본 발명자는 해양 용례에서 배터리 전기 구동 시스템의 잠재적인 위험의 검출 및 완화를 제공하는 밀봉된 배터리 구획 및 모니터링 방법을 갖는 해양 배터리 시스템의 필요성을 인식하였다. 혁신적인 개념은 해양 산업을 넘어 광범위한 배터리 용례에 적용할 수 있다.

[0017] 도 1은 리튬 이온 배터리 팩과 같은 저장 시스템(16)에 의해 전력을 공급받는 전기 해양 추진 시스템(2)의 실시예를 도시한다. 도시된 실시예에서, 전기 해양 추진 시스템(2)은 외부 해양 드라이브의 카울(50) 내에 수용되는 것과 같이 내부에 수용된 전기 모터(4)를 갖는 외부 해양 드라이브(3)를 포함한다. 본 기술 분야의 숙련자는 해양 추진 시스템(2)이 선내 드라이브 또는 선미 드라이브와 같은 다른 유형의 전기 해양 드라이브를 포함할 수 있음을 본 개시내용을 고려하여 이해할 것이다. 전기 해양 드라이브(3)는 프로펠러(10)를 회전시켜 해양 선박(1)을 추진하도록 구성된 전기 모터(4)를 갖는다. 모터(4)는, 예를 들어 브러시리스 DC 모터와 같은 브러시리스 전기 모터일 수 있다. 다른 실시예에서, 전기 모터는 DC 브러시 모터, AC 브러시리스 모터, 다이렉트 드라이브, 영구 자석 동기 모터, 유도 모터, 또는 전력을 회전 운동으로 변환하는 임의의 다른 디바이스일 수 있다. 특정 실시예에서, 전기 모터(4)는 관련 기술 분야에 잘 알려진 바와 같이 로터와 스테이터를 포함한다.

[0018] 전기 모터(4)는 전력 저장 시스템(16)에 전기적으로 연결되고 이에 의해 전력이 공급된다. 전력 저장 시스템(16)은 전기 모터(4)에 전력을 공급하기 위한 에너지를 저장하고, 예컨대 전기 모터(4)가 사용되지 않을 때 해안 전력에 대한 연결에 의해 재충전 가능하다. 다양한 전력 저장 시스템(16)이 본 기술 분야에 알려져 있으며 다양한 리튬 이온 배터리 팩 장치와 같은 전기 해양 드라이브에 전력을 공급하기에 적합하다. 도시되어 있는 예에서, 셀 모듈(18)의 뱅크 또는 그룹은 직렬로 연결되어 큰 전압 출력을 제공한다. 예를 들어, 배터리 시스템은 고전압 출력을 제공하기 위해 직렬로 배열될 수 있는 각각 50 V 저장 유닛인 4-7개의 셀 모듈과 같은 다수의 셀 모듈(18)을 포함할 수 있다. 각각의 셀 모듈(18) 또는 저장 섹션은 다수의 배터리 셀로 구성된다.

[0019] 전력 저장 시스템(16)은 전력 저장 시스템(16)의 양태를 모니터링 및/또는 제어하도록 구성된 배터리 관리 시스템(battery management system)(BMS)(60)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, BMS(60)는 일체형 관리 모듈(IMM)과 같은 전력 저장 시스템(16) 내의 또는 상의 하나 이상의 센서, 배터리 팩 인클로저(도 2 내지 도 4 참조) 내의 위치(들)에서 온도를 감지하도록 구성된 하나 이상의 온도 센서, 인클로저 내의 위치(들)에서 압력을 감지하도록 구성된 하나 이상의 팩 내부 압력 센서, 물 유입을 감지하거나 인클로저 외부의 물을 감지하도록 구성된 물 센서, 인클로저 내의 습도를 감지하도록 구성된 습도 센서, 및 전기 분해가 발생하고 있음을 나타내는 가스(예를 들어, 수소 가스)의 존재를 감지하도록 구성된 전기 분해 가스 센서로부터 입력을 수신할 수 있다. 시스템은 센서 측정값 중 하나 이상에 기초하여 배터리 건강 상태를 결정하고 위험한 상태를 인식하도록 구성된다. BMS(60)는, 예컨대 전력 저장 시스템(16) 내의 각각의 배터리 셀 및/또는 각각의 셀 모듈(18)의 전압, 전류, 및 온도에 대한 정보를 수신하기 위해 전력 저장 시스템(16) 내의 전류, 전압, 및/또는 다른 센서로부터 정보를 수신하도록 추가로 구성될 수 있다.

[0020] 도시된 실시예에서 추진 제어 모듈(PCM)인 중앙 제어기(12)는 CAN 버스와 같은 통신 링크(34)를 통해 모터 제어

기(14)와 통신한다. 제어기는 또한 일부 실시예에서 제어기(12, 14, 20) 사이의 통신에 이용되는 것과 동일한 통신 링크일 수 있거나 또는 별개의 통신 링크일 수 있는 통신 링크를 통해 사용자 인터페이스 시스템(35)의 하나 이상의 사용자 인터페이스 디바이스로부터 입력을 수신하고 및/또는 그 디바이스와 통신한다. 예시적인 실시예의 사용자 인터페이스 디바이스는 스티어링 레버(38) 및 디스플레이(40)를 포함한다. 다양한 실시예에서, 디스플레이(40)는, 예를 들어 위스콘신주 폰 두 락 소재의 Mercury Marine에 의해 판매되는 VesselView™와 같은 내장 관리 시스템의 일부일 수 있다. 사용자 인터페이스 시스템(35)은 또한 일부 실시예에서 널리 알려져 있고 통상적으로 스티어-바이-와이어(steer-by-wire) 장치로서 지칭되는 조향 제어를 해양 드라이브(3)에 대해 실행하기 위해 제어기(12)와 또한 통신할 수 있는 조향 휠(36)을 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 조향 휠(36)은 조향 휠(36)이 조향 케이블(37)에 의해 해양 드라이브(3)를 조향하는 조향 액추에이터에 연결된 수동 조향 장치이다.

[0021] 각각의 전기 모터(4)는 전기 모터, 예컨대 그 스테이터 권선에 대한 전력을 제어하도록 구성된 모터 제어기(14)와 관련될 수 있다. 모터 제어기(14)는 전기 모터(4)의 기능 및 출력을 제어하도록, 예컨대 모터에 의해 출력되는 토크, 모터(4)의 회전 속도 및 방향, 뿐만 아니라 모터(4)에 공급되고 그에 의해 이용되는 입력 전류, 전압 및 전력을 제어하도록 구성된다. 하나의 배열에서, 모터 제어기(14)는 전기 모터에 전기적 에너지를 입력하여 로터의 회전을 유도 및 제어하는 도선(15)을 통해 스테이터 권선에 전달되는 전류를 제어한다. 센서는 모터(4)에 전달되는 전류 및 전압을 포함한 전력을 감지하도록 구성될 수 있다. 모터 제어기(14)는 모터(4)를 제어하기 위한 요구를 충족시키기 위해 적절한 전류 및/또는 전압을 제공하도록 구성된다. 예를 들어, 요구 입력은, 예컨대 스티어링 레버(38)와 같은 조타 입력 디바이스에서의 작업자 요구에 기초하여 중앙 제어기(12)로부터 모터 제어기(14)에서 수신될 수 있다.

[0022] 이제, 도 2를 참조하면, 밀봉된 배터리 인클로저(200)가 도시되어 있다. 밀봉된 배터리 인클로저(200)는 도 1에 도시된 임의의 셀 모듈(18)에 통합될 수 있다. 밀봉된 배터리 인클로저(200)는 밀봉된 배터리 체적(204)에 대한 경계를 형성하는 인클로저 본체(202)를 포함하는 것으로 도시되어 있다. 다양한 실시예에서, 인클로저 본체(202)는 금속(예를 들어, 알루미늄 또는 알루미늄 합금, 강철), 플라스틱, 또는 복합 재료로 제조될 수 있다. 인클로저 본체(202)는 원하는 인클로저 불침투성을 달성하고 밀봉된 배터리 체적(204) 내에 밀봉 환경을 제공하기 위해 다양한 밀봉 개스킷 및/또는 불침투성 코팅을 더 포함할 수 있다.

[0023] 배터리 셀 또는 셀들(도시되지 않음)은 밀봉된 배터리 체적(204) 내에 위치 설정될 수 있고 배터리 셀의 모든 통상적인 구성요소, 즉, 캐소드, 애노드, 전해질, 및 분리막을 포함할 수 있다. 예시적인 구현에서, 배터리 셀은 캐소드 재료로서 이용되는 삽입된 리튬 화합물 및 애노드 재료로서 이용되는 흑연을 포함한다.

[0024] 온도 센서(206) 및 압력 센서(208)는 배터리 인클로저(200)의 상부 벽에 결합되는 것으로 도시되어 있다. 온도 센서(206)는 밀봉된 배터리 체적(204) 내의 온도 정보(예를 들어, 온도 측정값)를 검출하도록 구성된다. 온도 센서(206)는 임의의 적절한 유형의 온도 센서(예를 들어, 열전대, 저항 온도 검출기(resistance temperature detector)(RTD), 서미스터, 반도체 기반 집적 회로)일 수 있으며 특별히 제한되지 않는다. 압력 센서(208)는 밀봉된 배터리 체적(204) 내의 압력 정보(예를 들어, 압력 측정값)를 검출하도록 구성된다. 압력 센서(208)는 임의의 적절한 유형의 압력 센서일 수 있으며 특별히 제한되지 않는다. 예시적인 구현에서, 압력 센서(208)는 밀봉된 배터리 체적(204) 내의 절대 압력을 측정하도록 구성된다. 도 5 및 도 6을 참조하여 아래에서 추가로 상세히 설명되는 바와 같이, 온도 센서(206) 및 압력 센서(208)는 밀봉된 배터리 체적(204)의 파손을 검출하기 위해 협력하여 이용될 수 있다.

[0025] 배터리 인클로저(200)는 밀봉된 인클로저 체적(204) 내에 위치한 건조제(210)를 포함하는 것으로 추가로 도시되어 있다. 리튬 이온 배터리는 일반적으로 습도 제어 설정으로 제조되지만, 건조제(210)의 존재는 제조 프로세스 동안 밀봉된 인클로저 체적(204)으로 도입된 임의의 물 오염이 흡수 및/또는 흡착되는 것을 보장할 수 있다. 건조제(210)는 배터리 인클로저(200)가 수리될 때마다 또는 밀봉된 인클로저 체적(204)이 파손되어 이들 프로세스 동안 도입되는 임의의 습기를 제거할 때마다 교체될 수 있다. 건조제(210)의 특성은 특별히 제한되지 않는다. 예를 들어, 다양한 실시예에서, 건조제(210)는 실리카 겔, 분자체(제올라이트), 또는 활성 알루미늄을 포함할 수 있다.

[0026] 배터리 인클로저(200)는 압력 릴리프 밸브(212)를 더 포함한다. 압력 릴리프 밸브(212)는 공칭 조건 하에서 폐쇄된 상태를 유지하고 치명적인 하우징 고장을 방지하기 위해 밀봉된 인클로저 체적(204) 내의 압력 안전 임계값이 초과되는 경우 밀봉된 인클로저 체적(204) 내로부터 공기를 배출하기 위해 개방되도록 구성된다. 일부 구현에서, 압력 릴리프 밸브(212)는 개방 위치에 있을 때 압력 릴리프 밸브(212)를 통해 공기가 유동하는 것을 허

용하지만 물이 압력 릴리프 밸브(212)를 통해 밀봉된 인클로저 체적(204)으로 진입하는 것을 허용하지 않는 멤브레인을 포함한다. 도 6을 참조하여 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 압력 센서(208)로부터 수신된 압력 정보에 기초하여, BMS(60) 및/또는 중앙 제어기(12)는 압력 릴리프 밸브(212)가 오작동하는 지를 검출하고 검출된 오작동의 경우 적절한 완화 조치를 수행하도록 구성될 수 있다.

[0027] 이제, 도 3을 참조하면, 팽창 가능한 블래더 시스템을 갖는 밀봉된 배터리 인클로저(300)가 도시되어 있다. 밀봉된 배터리 인클로저(300)는 도 1에 도시된 임의의 셀 모듈(18)에 통합될 수 있다. 도 2에 도시된 인클로저(200)와 달리, 밀봉된 배터리 인클로저(300)는 메인 인클로저 본체(302) 및 보조 인클로저 본체(314) 둘 모두를 포함하는 것으로 도시되어 있다. 메인 인클로저 본체(302)는 제1 배터리 체적(304)을 형성하고, 보조 인클로저 본체(314)는 제2 배터리 체적(324)을 형성한다. 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 배터리 인클로저(300) 내에 배치된 배터리 셀 또는 셀들에 이용 가능한 최대 밀봉된 체적은 제1 배터리 체적(304) 및 제2 배터리 체적(324)의 합계이다.

[0028] 예시적인 구현에서, 보조 인클로저 본체(314)는 메인 인클로저 본체(302)에 착탈 가능하게 결합된다. 메인 및 보조 인클로저 본체(302, 314) 사이의 결합은 적절한 밀봉된 결합 메커니즘, 예를 들어 나사식 연결, o-링 밀봉부가 있는 압수 정합 커넥터 등을 사용하여 달성될 수 있다. 일부 구현에서, 보조 인클로저 본체(314)는 메인 인클로저 본체(302)에 직접 결합되지 않을 수 있다. 대신에, 보조 인클로저 본체(314)는 메인 인클로저 본체(302)로부터 멀리 떨어져 위치될 수 있고, 본체(302, 314)는 튜브 또는 도관에 의해 연결될 수 있다. 본 발명자는 보조 인클로저 본체(314)가 메인 인클로저 본체(302)로부터 착탈되도록 함으로써 밀봉된 배터리 인클로저(300)의 수리 가용성이 개선된다는 것을 인식하였다. 예를 들어, 인클로저 파손이 발생하면, 배터리를 수리하기 위해 보조 인클로저 본체(314)가 메인 인클로저 본체(302)로부터 착탈될 수 있다. 보조 인클로저 본체(314)는 새로운 또는 수리된 보조 인클로저 본체(314)로 교체될 수도 있다. 이러한 방식으로, 배터리 시스템이 수리 가능하고 밀봉된 배터리 인클로저(300)의 수명이 연장될 수 있다.

[0029] 팽창 가능한 블래더(316)는 보조 인클로저 본체(314) 내에 적어도 부분적으로 위치되는 것으로 도시되어 있다. 다양한 구현에서, 블래더(316)는, 밀봉된 배터리 인클로저(300) 내에 배치된 배터리 셀이 메인 인클로저 본체(302) 및 블래더(316)에 의해 캡슐화되도록 메인 인클로저 본체(302) 내로 연장될 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 배터리 셀의 작동 전에 및/또는 배터리 인클로저(300)가 저온 또는 적당한 온도 환경에 위치될 때, 블래더(316)는 수축되거나 단지 부분적으로 팽창될 수 있다. 그러나, 메인 밀봉된 배터리 체적(304) 내에 위치 설정된 배터리 셀이 셀의 작동 또는 환경 온도의 증가로 인해 가열됨에 따라, 전기 분해 가스(318)가 메인 인클로저 본체(302) 내에 축적된다. 이 전기 분해 가스(318)는 블래더(316)가 보조 인클로저 본체(314) 내에서 제2 배터리 체적(324)에 의해 표현되는 최대 체적까지 팽창되게 한다. 다시 말해서, 블래더(316)는 보조 인클로저 본체(314)의 전체 체적(324)을 실질적으로 채우도록 팽창될 수 있다. 블래더(316)가 보조 인클로저 본체(314) 내에서 팽창함에 따라, 블래더(316)는 제2 배터리 체적(324) 내에 위치한 공기(322)를 변위시키고, 이 공기는 통기 개구(320)를 통해 인클로저 본체(314) 외부로 강제된다. 예시적인 구현에서, 통기 개구(320)는 공기(322)가 통기 개구(320)를 통해 유동하는 것을 허용하지만 물이 보조 인클로저 본체(314)로 진입하는 것을 허용하지 않는 멤브레인을 포함한다.

[0030] 블래더(316)는 전기 분해 가스의 축적으로 인해 팽창하기에 충분히 유연하고 파손으로 인한 고장에 저항하기에 충분히 강한 임의의 재료로 제조될 수 있다.

[0031] 밀봉된 배터리 인클로저(300)는 온도 센서(306), 압력 센서(308), 건조제(310), 및 압력 릴리프 밸브(312)를 포함하는 것으로 추가로 도시되어 있다. 이들 구성요소 각각은 도 2를 참조하여 위에서 도시되고 설명된 센서(206, 208), 건조제(210), 및 압력 릴리프 밸브(212)와 동일하거나 실질적으로 유사할 수 있다. 건조제(310)가 메인 인클로저 본체(302) 내에 위치 설정되는 것으로 도시되어 있지만, 다른 구현에서, 건조제(310)는 보조 인클로저 본체(314) 내에 위치될 수 있다. 또 다른 구현에서, 메인 인클로저 본체(302) 및 보조 인클로저 본체(314) 둘 모두가 건조제(310)를 포함한다.

[0032] 이제, 도 4를 참조하면, 피스톤 시스템을 갖는 밀봉된 배터리 인클로저(400)가 도시되어 있다. 밀봉된 배터리 인클로저(400)는 도 1에 도시된 임의의 셀 모듈(18)에 통합될 수 있다. 도 3에 도시된 인클로저(300)와 유사하게, 밀봉된 배터리 인클로저(400)는 제1 배터리 체적(404)을 형성하는 메인 인클로저 본체(402) 및 제2 배터리 체적(424)을 형성하는 보조 인클로저 본체(414) 둘 모두를 포함하는 것으로 도시되어 있다. 보조 인클로저 본체(414)는 임의의 적절한 결합 메커니즘을 사용하여 메인 인클로저 본체(402)에 착탈 가능하게 결합된다. 이러한 방식으로, 보조 인클로저 본체(414)는 보조 인클로저 본체(414) 내에서 인클로저 파손 또는 구성요소 고장의

경우에 수리되거나 교체될 수 있다.

- [0033] 보조 인클로저 본체(414)는 화살표(422)로 나타낸 바와 같이 수평으로 이동하도록 구성된 활주 가능한 피스톤(416)을 포함하는 것으로 도시되어 있다. 예시적인 구현에서, 피스톤(416)은 일반적으로 디스크 형상이고, O-링 밀봉부 또는 개스킷(430)은 피스톤(416)의 원주 둘레에 위치되어 피스톤(416)을 지나는 공기의 유동을 방지하고 배터리 셀에 밀봉된 체적을 제공할 수 있다. 피스톤(416)은 배터리 셀의 작동 이전에 및/또는 배터리 인클로저(400)가 저온 또는 적당한 온도 환경에 위치될 때 피스톤(416)을 메인 인클로저 본체(402)를 향해 편향시키도록 구성된 스프링(418)에 결합된다. 셀의 작동 또는 환경 온도의 증가로 인해 셀이 가열됨에 따라, 전기 분해 가스(426)가 메인 인클로저 본체(402) 내에 축적된다. 전기 분해 가스(426)는 스프링(418)을 압축하고, 그에 따라 피스톤(416)이 외향으로 활주되게 하여 배터리 셀을 캡슐화하는 데 사용되는 밀봉된 체적을 증가시킨다. 스프링(418)에 의해 제공되는 스프링 힘은 피스톤(416)을 메인 인클로저 본체(402)를 향해 편향시키고 피스톤(416)에 가스(426)에 의해 가해지는 힘을 상쇄하도록 작용하기 때문에, 스프링 상수 또는 스프링(418)과 관련된 강성은 밀봉된 배터리 체적의 내부 압력에 대해 상당한 영향을 가질 수 있다. 다시 말해서, 상대적으로 높은 스프링 상수를 갖는 스프링(418)은 상대적으로 낮은 스프링 상수와 비교하여 스프링(418)을 압축하고 배터리 셀에 이용 가능한 체적을 팽창하기 위해 피스톤(416)에 가스(426)에 의해 가해지는 더 큰 힘을 필요로 한다.
- [0034] 피스톤(416)이 보조 인클로저 본체(414) 내에서 외향으로 이동할 때, 피스톤(416)은 통기 개구(420)를 통해 인클로저 본체(414) 외부로 강제되는 공기(428)를 변위시킨다. 예시적인 구현에서, 통기 개구(420)는 공기(428)가 통기 개구(420)를 통해 유동하도록 허용하지만 물이 보조 인클로저 본체(414)로 진입하는 것을 허용하지 않는 멤브레인을 포함한다.
- [0035] 도 3에 도시된 배터리 인클로저(300)와 유사하게, 밀봉된 배터리 인클로저(400)는 온도 센서(406), 압력 센서(408), 건조제(410), 및 압력 릴리프 밸브(412)를 포함하는 것으로 추가로 도시되어 있다. 이들 구성요소 각각은 도 2를 참조하여 위에서 도시되고 설명된 센서(206, 208), 건조제(210), 및 압력 릴리프 밸브(212)와 동일하거나 실질적으로 유사할 수 있다. 건조제(410)가 보조 인클로저 본체(414) 내에 위치 설정되는 것으로 도시되어 있지만, 다른 구현에서, 건조제(410)는 메인 인클로저 본체(402) 내에 위치될 수 있다. 또 다른 구현에서, 메인 인클로저 본체(402) 및 보조 인클로저 본체(414) 둘 모두는 건조제(410)를 포함한다.
- [0036] 도 5는 밀봉된 배터리 인클로저(200, 300, 400)의 센서(즉, 온도 센서(206, 306, 406), 압력 센서(208, 308, 408))에 의해 수집된 이상적인 온도 및 압력 데이터를 상관시키는 플롯(500)을 도시한다. 수평축(502)은 인클로저의 밀봉된 부분 내의 온도를 섭씨로 나타내는 것으로 도시되고, 수직축(504)은 인클로저의 밀봉된 부분 내의 압력을 공급인치당 파운드-힘(psi)으로 나타내는 것으로 도시되어 있다.
- [0037] 라인(506)은 도 2에 도시된 배터리 인클로저(200)의 거동을 도시한다. 인클로저 내의 -20℃의 최소 온도에서, 인클로저 내의 압력은 최소 약 12.5 psi이다. 데이터(506)는 최대 100℃의 온도와 약 18.5 psi의 최대 압력까지 선형 관계를 나타낸다.
- [0038] 선분(508, 510)은 도 3에 도시된 블래더 시스템을 갖는 배터리 인클로저(300)의 거동을 도시한다. 구체적으로, 선분(508)은 블래더(316)가 팽창할 때 인클로저(300)의 거동을 도시하고, 선분(510)은 블래더(316)가 완전히 팽창된 경우에 거동을 도시한다. 도시된 바와 같이, 블래더 팽창 기간 동안, 인클로저 내의 온도가 증가하더라도(즉, -20℃에서 40℃로), 배터리 내의 압력은 그에 따라 증가하지 않고 최소 12.5 psi로 유지된다. 이는 블래더(316)에 의해 제공되는 체적의 증가가 인클로저(300) 내의 압력을 달리 증가시키는 전기 분해 가스(318)의 팽창을 수용하기 때문이다. 그러나, 블래더(316)가 완전히 팽창되면, 전기 분해 가스(318)는 계속 팽창하여 인클로저(300) 내의 압력을 100℃의 최대 온도에서 약 15.5 psi의 최대 압력까지 증가시킨다.
- [0039] 도 5에 도시된 바와 같이, 압력 증가 기간(선분(510)으로 도시됨) 동안, 인클로저(300) 내의 압력은 인클로저(200) 내의 압력(선분(506)으로 도시됨)과 거의 동일한 속도로 증가한다. 특히, 인클로저(300)의 최대 압력은 임의의 압력 완화 피치를 포함하지 않는, 인클로저(200)가 경험하는 최대 압력보다 낮다. 인클로저(300) 내에서 인클로저 파손의 검출(도 6을 참조하여 아래에 더 상세하게 설명됨)은 압력 증가 기간(선분(510)으로 도시됨) 동안 발생할 수 있다. 예를 들어, 인클로저(300) 내의 센서(306, 308)로부터 압력 및 온도 정보를 수신하는 제어기가 온도가 40℃ 초과이고 압력이 이에 따라 12.5 psi 초과로 상승하지 않은 것으로 결정하는 경우, 제어기는 디스플레이(40)(도 1에 도시됨) 상에 경고를 디스플레이하는 것 및/또는 배터리를 가동 중단시키는 것을 포함하는 인클로저 파손 완화 조치를 수행할 수 있다.
- [0040] 라인(512 및 514)은 도 4에 도시된 피스톤 시스템(400)을 갖는 배터리 인클로저의 거동을 도시한다. 구체적으로

로, 라인(512)은 상대적으로 더 높은 스프링 상수를 갖는 스프링(418)이 있는 배터리 인클로저(400)를 도시하고, 라인(514)은 상대적으로 더 낮은 스프링 상수를 갖는 스프링(418)이 있는 배터리 인클로저(400)를 도시한다. 따라서, 더 높은 스프링 상수를 갖는 인클로저(400)는 더 높은 최대 압력(약 16 psi)을 경험하는 반면, 더 낮은 스프링 상수를 갖는 인클로저(400)는 더 낮은 최대 압력(약 14 psi)을 경험한다. 특히, 인클로저(400)의 두 구현은 압력 완화 피치를 포함하지 않는 인클로저(200)보다 더 낮은 최대 압력을 경험한다. 더욱이, 블래더 시스템을 갖는 인클로저(300)와 달리, 피스톤 시스템을 갖는 인클로저(400)는 전체 온도 범위를 통해 압력과 온도 사이의 예상되는 선형 상관 관계로 인해 전체 온도 스펙트럼에 걸쳐 인클로저 파손의 검출을 허용한다.

[0041] 이제, 도 6을 참조하면, 인클로저 파손 또는 압력 릴리프 밸브 결함 상태를 검출하기 위한 프로세스(600)가 도시되어 있다. 본 개시내용의 예시적인 구현에 따르면, 프로세스(600)는 도 1에 도시된 BMS(60) 또는 중앙 제어기(12)에 의해 적어도 부분적으로 수행될 수 있다. 단순함을 위해, 프로세스(600)는 BMS(60)를 참조하여 아래에서 독점적으로 설명될 것이다.

[0042] 프로세스(600)는 BMS(60)가 온도 센서(예를 들어, 온도 센서(206, 306, 406))로부터 온도 정보를 수신하는 단계 602에서 시작하는 것으로 도시되어 있다. 단계 604에서, BMS(60)는 압력 센서(예를 들어, 압력 센서(208, 308, 408))로부터 압력 정보를 수신한다. 일부 구현에서, BMS(60)는 특정 시간 간격에 온도 정보 및 압력 정보를 수신한다(예를 들어, 5초마다 온도 센서(206)로부터의 하나의 온도 측정값 및 압력 센서(208)로부터의 하나의 압력 측정값). 다른 구현에서, BMS(60)는 일반적으로 연속적인 방식으로 센서로부터 압력 및 온도 측정값을 수신한다.

[0043] 단계 606에서, BMS(60)는 인클로저 파손 상태가 발생했는지의 여부를 결정한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 대부분의 상황에서, 적절하게 밀봉된 배터리 인클로저에 대한 압력과 온도 측정값 사이에는 양의 선형 상관 관계가 있다. (주: 이 양의 상관 관계에 대한 예외는 밀봉된 배터리 인클로저(300)에 대한 선분(508)에 의해 본 명세서에서 도시되며, 여기서 블래더(316)의 팽창 기간은 온도 증가 동안 대응하는 압력 증가를 초래하지 않는다.)

[0044] 단계 606에서 BMS(60)가 온도 및 압력 정보가 인클로저 파손 상태가 발생했음을 나타내는 것으로 결정하면, 프로세스(600)는 단계 608로 진행할 수 있고 BMS(60)는 인클로저 파손 완화 조치를 수행할 수 있다. 인클로저 파손은 물 침입을 초래할 수 있고, 이는 차례로 열 폭주 이벤트로 이어질 수 있기 때문에, 본 발명자는 물 침입 이전에 인클로저 파손의 존재를 사용자에게 경고하는 이점을 인식하였다. 일부 구현에서, 인클로저 파손 완화 조치는, 배터리 인클로저 파손을 나타내는 사용자 디바이스(예를 들어, 디스플레이(40)) 상에 디스플레이될 메시지를(예를 들어, 중앙 제어기(12)로) BMS(60)가 송신하는 것을 포함할 수 있다. 이 메시지는 가능한 경우 사용자에게 배터리를 검사하고 수리하도록 촉발할 수 있다. 예를 들어, 배터리의 사용자 검사는 인클로저 파손이 보조 인클로저 본체 내에서 발생했음을 드러내고, 수리 또는 완전한 교체를 위해 사용자에게 보조 인클로저 본체를 착탈하도록 촉발할 수 있다. 다른 구현에서, BMS(60)는 영향을 받은 배터리를 전력 저장 시스템(16)으로부터 연결 해제할 수 있다. 인클로저 파손의 심각성은 예상 온도 및 압력 값과 수신된 온도와 압력 정보 사이의 오류에 기초하여 결정될 수 있다. 일부 구현에서, BMS(60)는 둘 모두의 조치를 수행한다. BMS(60)가 인클로저 파손 완화 조치 또는 조치들을 수행하면, 프로세스(600)는 단계 602로 되돌아간다.

[0045] 단계 606으로 복귀하여, BMS(60)가 온도 및 압력 정보가 인클로저 파손 상태가 발생했음을 나타내는 것으로 결정하지 않으면, 프로세스(600)는 단계 610으로 진행한다. 단계 610에서, BMS(60)는 압력 센서(예를 들어, 압력 센서(208, 308, 408))로부터 수신된 압력 정보에 기초하여 압력 안전 임계값이 초과되었는지의 여부를 결정한다. 압력 안전 임계값이 배터리 인클로저 내에서 초과되면, 이는 압력 릴리프 밸브(예를 들어, 압력 릴리프 밸브 212, 312, 412)의 결함을 나타낼 수 있으며, BMS(60)는 단계 612에서 압력 릴리프 밸브 결함 완화 조치를 수행할 수 있다. 일부 구현에서, 결함 완화 조치는 BMS(60)가 압력 릴리프 밸브 결함을 나타내는 사용자 디바이스(예를 들어, 디스플레이(40)) 상에 디스플레이될 메시지를 송신하는 것을 포함할 수 있다. 압력 센서로부터의 압력 정보가 배터리에 임박한 손상을 나타내기 위해 충분히 높으면, BMS(60)는 영향을 받은 배터리를 전력 저장 시스템(16)으로부터 연결 해제할 수 있다. BMS(60)가 압력 릴리프 밸브 결함 완화 조치 또는 조치들을 수행하면, BMS(60)가 온도 및 압력 센서로부터 압력 및 온도 정보를 계속 수신함에 따라, 프로세스(600)는 단계 602로 되돌아가 종료된다.

[0046] 이제, 도 7을 참조하면, 인클로저 파손 또는 압력 릴리프 밸브 결함 상태를 검출하기 위한 프로세스(700)가 도시되어 있다. 일부 구현에서, 프로세스(700)는 도 6에 도시된 프로세스(600)의 단계 606 동안 수행된다. 본

개시내용의 예시적인 구현에 따르면, 프로세스(700)는 도 1에 도시된 BMS(60) 또는 중앙 제어기(12)에 의해 적어도 부분적으로 수행될 수 있다. 단순함을 위해, 프로세스(700)는 BMS(60)를 참조하여 아래에서 독점적으로 설명될 것이다.

[0047] 프로세스(700)는 BMS(60)가 허용 가능한 압력 편차를 수신하거나 검색하는 단계 702로 시작한다. 허용 가능한 압력 편차는 결합이 검출되기 전에 압력 측정값이 주어진 온도(예를 들어, 도 5의 플롯(500)에 도시된 데이터)에 대해 예상된 또는 이상적인 값으로부터 벗어날 수 있는 양을 지칭한다. 허용 가능한 압력 편차는 배터리의 특성에 기초하여 달라질 수 있거나, 작업자에 의해 구성 가능할 수 있다. 일부 구현에서, 허용 가능한 압력 편차는 압력 값의 형태, 예를 들어 ± 0.5 psi 또는 ± 1.0 psi이다. 다른 구현에서, 허용 가능한 압력 편차는 백분율의 형태, 예를 들어 $\pm 10\%$ 또는 $\pm 15\%$ 이다.

[0048] 단계 704에서, BMS(60)는 측정된 온도 값에 대한 예상 압력 측정값을 검색한다. 측정된 온도 값은 프로세스(600)의 단계 602에서 온도 센서(예를 들어, 온도 센서(206, 306, 406))로부터 수신될 수 있다. 예상 압력 측정값은 이상적인 데이터에 기초한다. 예를 들어, 도 5를 참조하면, 배터리 인클로저가 블래더 시스템(예를 들어, 배터리 인클로저(300))을 포함하고 온도 센서(306)가 측정된 온도가 60°C 임을 나타내는 경우, 예상 압력 값은 13.5 psi이다. 따라서, 허용 가능한 압력 편차가 $\pm 10\%$ 인 경우, 허용 가능한 압력 범위는 12.15 psi 내지 14.85 psi이다.

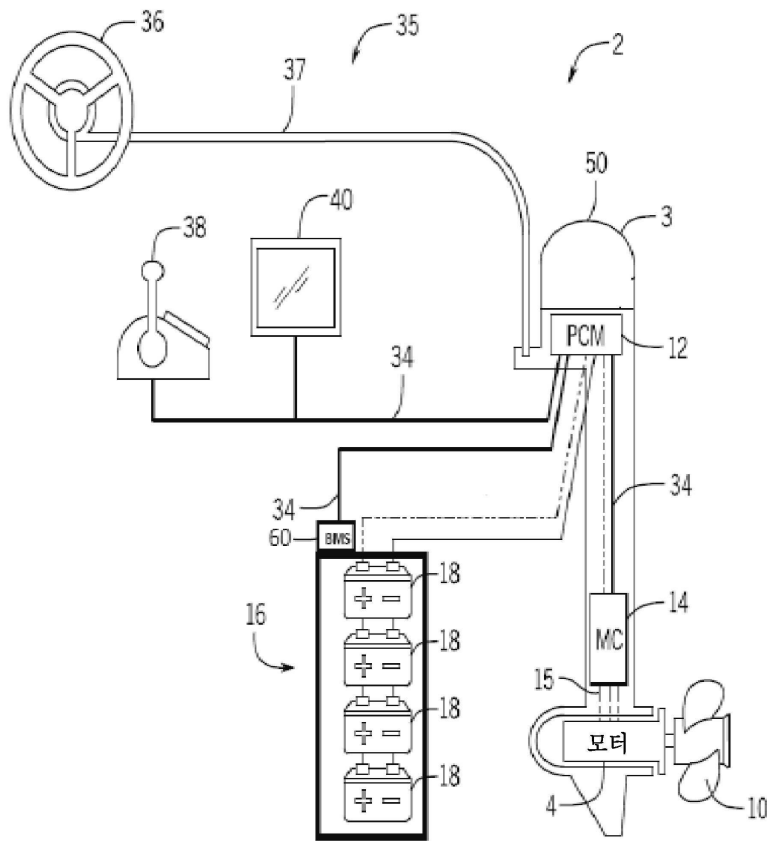
[0049] 단계 706에서, BMS(60)는 측정된 압력이 예상 범위의 하한보다 더 낮은지의 여부를 결정한다. 측정된 압력 값은 프로세스(600)의 단계 604에서 압력 센서(예를 들어, 압력 센서(208, 308, 408))로부터 수신될 수 있다. 위의 예를 참조하면, 측정된 압력 값이 12.15 psi 미만이면 단계 706이 충족된다. 이후에, 프로세스(700)는 인클로저 파손 상태가 검출됨에 따라 단계 708로 진행한다. 도 6의 단계 608을 참조하여 전술한 바와 같이, 인클로저 파손 상태의 검출은 인클로저 파손 완화 조치를 수행하도록 BMS(60)를 촉발시킬 수 있다.

[0050] 단계 706에서, BMS(60)가 측정된 압력이 압력 범위의 하한보다 낮지 않다고 결정하면, 프로세스(700)는 단계 710으로 진행하고, 이 단계에서 BMS(60)는 측정된 압력이 예상 범위의 상한보다 높은지의 여부를 결정한다. 위의 예를 참조하면, 측정된 압력 값이 14.85 psi보다 큰 경우 단계 710이 충족된다. 이후에, 프로세스(700)는 고장 상태가 검출됨에 따라 단계 712로 진행한다. 예상보다 높은 측정된 압력 값이 수신되는 결합 상태의 예는 블래더(316)가 적절히 팽창하지 못하는 고장 또는 피스톤(416)이 보조 인클로저 본체(414) 내에서 활주하지 못하는 고장을 포함할 수 있다. 대안적으로, 다른 고장 모드에 의해 고압이 야기될 수 있다. 단계 712에서 결합 상태의 검출에 응답하여, BMS(60)는 사용자 디바이스(예를 들어, 디스플레이(40)) 상에 디스플레이될 경고 또는 고장 경고 메시지를 (예를 들어, 중앙 제어기(12)로) 송신할 수 있고 및/또는 영향을 받은 배터리를 전력 저장 시스템(16)으로부터 연결 해제할 수 있다. 그러나, BMS(60)가 단계 710에서 측정된 압력이 압력 범위의 상한보다 높지 않다고 결정하면, 측정된 압력은 예상 압력 범위 내에 있고, 프로세스(700)는 단계 702로 되돌아가 종료된다.

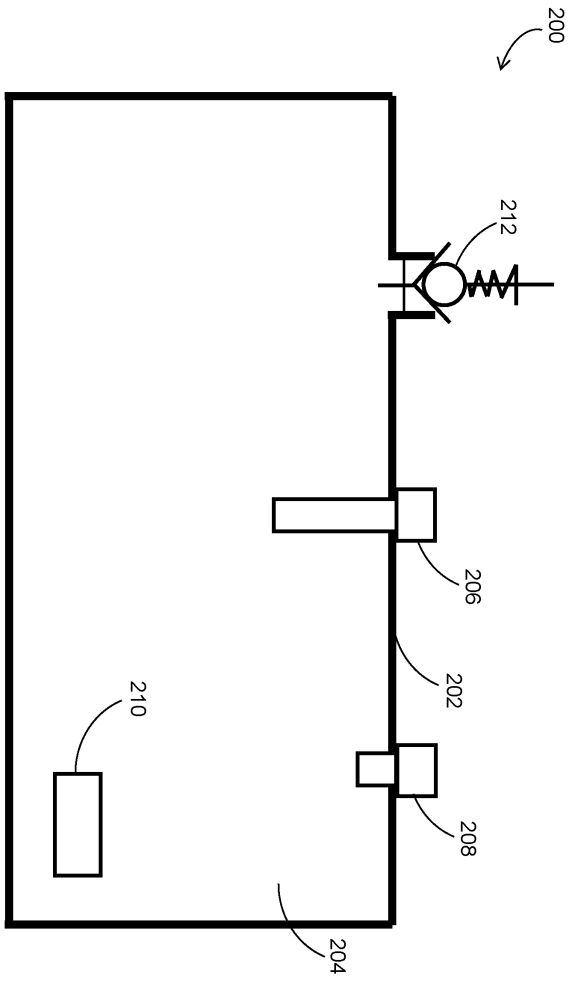
[0051] 본 개시내용에서, 간결성, 명확성 및 이해를 위해 특정 용어가 사용되었다. 그러한 용어는 설명의 목적만을 위해 사용되고 광범위하게 해석되도록 의도되기 때문에, 어떠한 불필요한 제한도 종래 기술의 요건을 넘어 그로부터 암시되지 않는다. 본 명세서에 설명된 상이한 시스템 및 방법은 단독으로 또는 다른 시스템 및 디바이스와 조합하여 사용될 수 있다. 첨부된 청구범위의 범주 내에서 다양한 등가물, 대안 및 수정이 가능하다.

도면

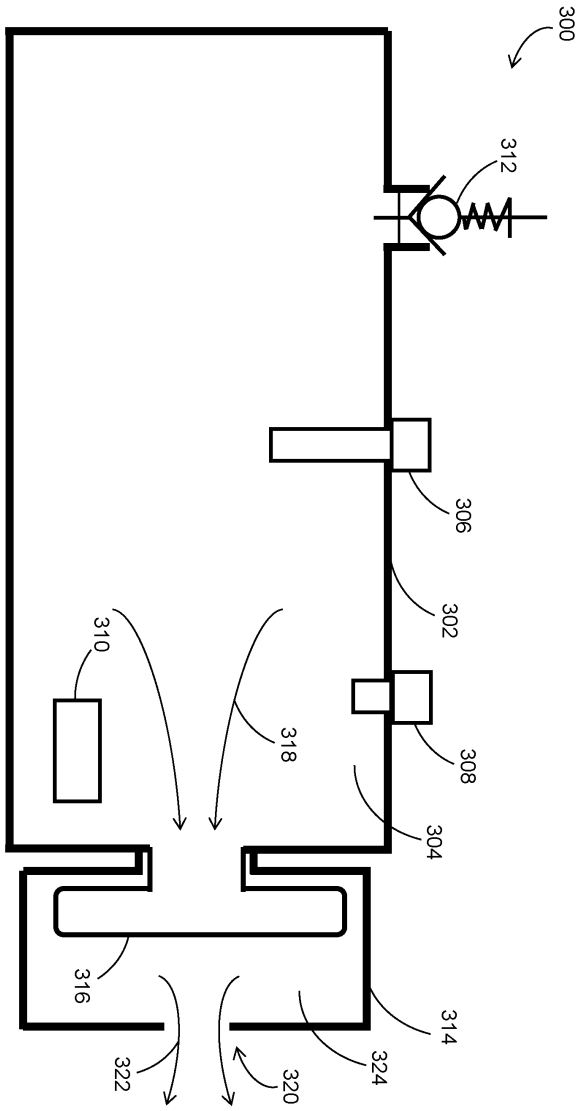
도면1



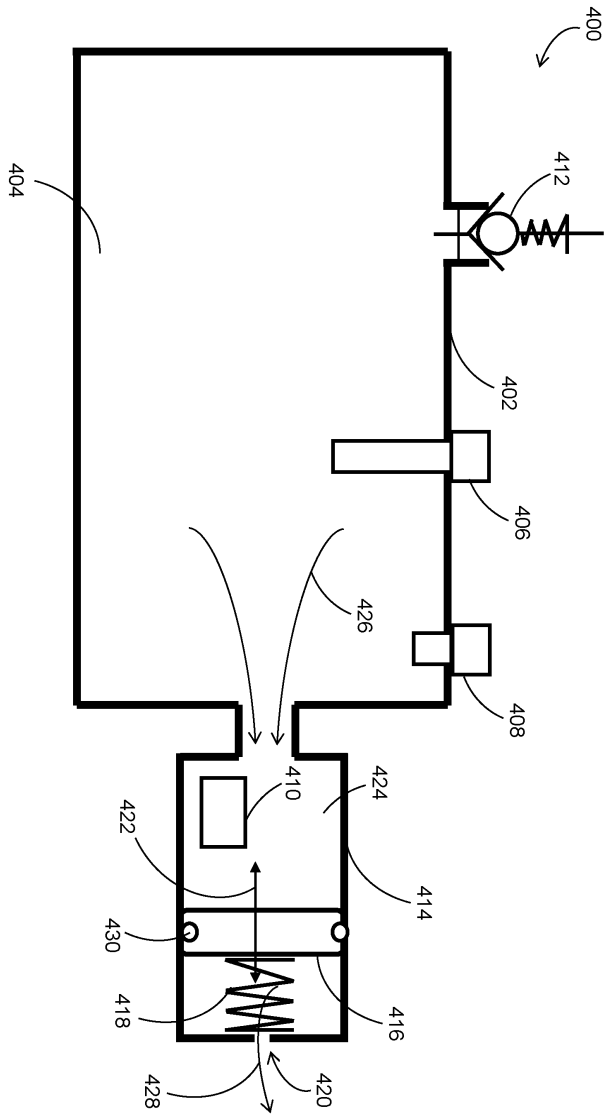
도면2



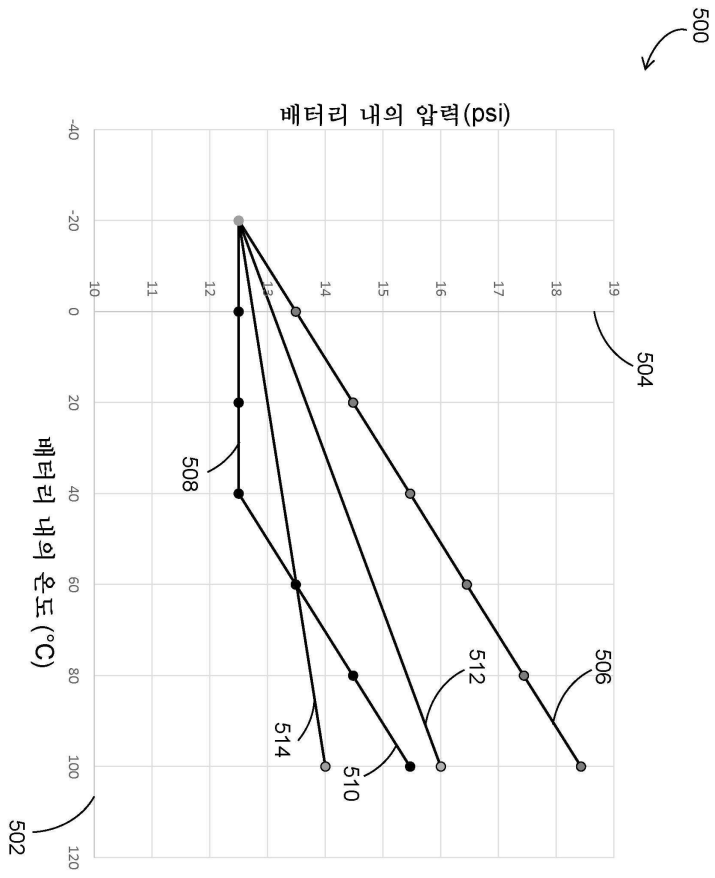
도면3



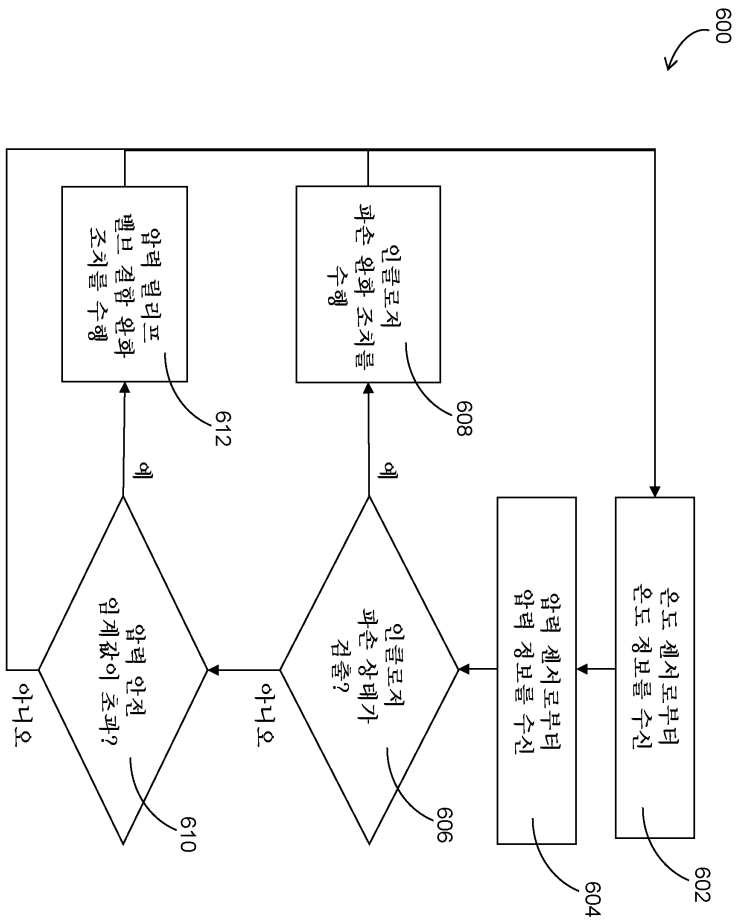
도면4



도면5



도면6



도면7

