(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0009398
(43) 공개일자 2023년01월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/44 (2006.01) *H02J 7/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01M 10/441 (2013.01)
H01M 10/443 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7040111
(22) 출원일자(국제) 2021년05월07일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년11월16일
(86) 국제출원번호 PCT/CA2021/050642
(87) 국제공개번호 WO 2021/226705
국제공개일자 2021년11월18일
(30) 우선권주장
3080727 2020년05월13일 캐나다(CA)

(71) 출원인
하이드로-퀘벡
캐나다 에치2제트 1에이4 퀘벡 몬트리올 불바르 르네레베스크 웨스트 75
(72) 발명자
몽탕보, 세르게
캐나다 J0L 2E0 퀘벡 생 마르크 쉬르 리슐리외 랑데 트랑트 540
모린, 프랑수아
캐나다 J3L 2B3 퀘벡 카리냥 생테레즈길 2970
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 백만기

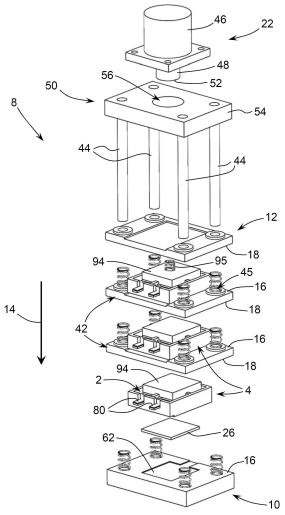
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **압력 조절을 이용하여 배터리 셀들을 사이클링하기 위한 시스템**

(57) 요 약

압력 조절을 이용하여 배터리 셀을 사이클링하기 위한 시스템이 개시된다. 시스템은, 압력 인가 축에서 압력을 셀들에 인가하기 위해 제어기에 의해 동작되는 액추에이터에 의해 서로에 대하여 이동하는 조들을 갖는 클램핑 장치에 삽입되는 배터리 셀들을 수용하기 위한 지지부들을 포함한다. 압력 센서는, 셀들에 연결된 사이클링 모듈이 해당 사이클링을 수행하고 셀들의 충전 및 방전 수준을 측정하는 동안 셀들에 인가되는 압력을 측정한다. 프로그래밍가능한 처리 유닛은, 압력을 확실히 제어하며, 필요하다면, 프로그래밍된 사이클링 모드에 따라 셀들에 인가되는 온도를 제어하고, 압력을 나타내는 데이터 및 기타 사이클링 측정값을 기록한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H02J 7/00032 (2020.01)
H02J 7/0013 (2013.01)
H02J 7/0042 (2013.01)
H02J 7/007194 (2020.05)
(72) 발명자
리바드, 에티엔
캐나다 J4B 7B3 퀘벡 바우처빌 장 탈론 270
페로, 크리스티앙
캐나다 J3V 4J5 퀘벡 생브루노 드 몽타르빌 돌보 1090
자그히브, 카림
캐나다 J4N 1T8 퀘벡 롱괴이 마르셀 페론 2006

명 세 서

청구범위

청구항 1

배터리 셀들을 사이클링하기 위한 시스템으로서,

상기 배터리 셀들 중 하나를 수용하기 위한 하우징을 정의하는 적어도 하나의 지지부;

(i) 상기 배터리 셀들 중 하나를 수용하는 상기 적어도 하나의 지지부가 사이에 삽입될 수 있는 하측 조(jaw)와 상측 조 및 (ii) 각 지지부에 수용된 셀에 압력을 인가하기 위한 압력 인가면들을 갖는 클램핑 장치로서, 상기 조들은 압력 인가 축에서 서로에 대하여 이동하고, 상기 압력 인가면들 중 하나는 상기 조들이 압력 인가 위치에 있을 때 셀의 활성 영역에 압력을 가하도록 의도된, 클램핑 장치;

제어 신호에 따라 상기 조들의 클램핑을 제어하기 위해 상기 클램프 장치에 동작가능하게 결합된 액추에이터;

상기 조들에 의해 셀에 가해지는 압력을 나타내는 신호를 생성하도록 셀에 동작가능하게 연관된 압력 센서;

셀을 사이클링하기 위한 사이클링 모듈로서, 상기 사이클링 모듈은, 프로그래밍된 사이클링 모드에 따라 셀을 충전 및 방전하고 상기 셀의 충전 및 방전 수준을 측정하도록 셀에 연결가능한 인터페이스를 갖는, 사이클링 모듈;

상기 액추에이터를 제어하여 압력 설정 신호에 따라 상기 조들의 클램핑을 제어하는 제어 신호를 생성하기 위한 제어 모듈; 및

상기 사이클링 모듈, 상기 액추에이터의 제어 모듈, 및 상기 압력 센서에 연결되는 처리 유닛을 포함하고,

상기 처리 유닛은, 셀의 사이클링 모드를 프로그래밍하여 상기 사이클링 모드를 상기 사이클링 모듈에 송신하고, 셀에 인가되는 압력의 피드백 루프를 형성하기 위해 셀에 인가될 압력을 프로그래밍하고 상기 압력 센서에 의해 측정되는 압력에 따라 상기 압력 설정 신호를 생성하고, 셀에 인가되는 압력을 나타내며 셀의 충전 및 방전의 수준을 나타내는 데이터를 기록하도록 구성된, 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 지지부는 상기 배터리 셀들 중 상당수만큼을 수용하기 위한 여러 개의 지지부를 포함하고, 상기 압력 인가면들은, 상기 조들의 면들 및 상기 지지부들 중 두 개의 지지부 간에 연장되는 압력 전달판의 면들에 의해 형성되고, 각 압력 전달판은 상기 압력 인가 축에서 자유롭게 이동할 수 있는, 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 클램핑 장치는 상기 압력 인가 축에서 상기 조들 간에 연장되는 안내 로드들(guiding rods)의 세트를 포함하고, 상기 안내 로드들은 각 압력 전달판의 대응 개구를 통과하여 각 압력 전달판이 상기 압력 인가 축에서만 이동할 수 있는, 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서, 각 압력 전달판은 상기 지지부들 중 하나의 지지부의 하측 부분이 계합될 수 있는 위치지정 캐비티를 정의하는 상측면을 갖는, 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 클램핑 장치는 상기 조들과 각 압력 전달판 간에 연장되는 스프링들을 포함하여, 상기 조들과 각 압력 전달판은 상기 조들이 해제 위치에 있을 때 셀을 수용하는 하나의 지지부의 적어도 높이의 거리만큼 서로 떨어져 이동하는, 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 하측 조는 상기 압력 센서를 수용하도록 구성된 형상을 갖는 캐비티를 정의하는 상측면을 가져서, 상기 압력 센서가 상기 적어도 하나의 지지부에서 상기 조들에 의해 셀에 인가되는 압력을 측정하는, 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 하측 조는 상기 클램핑 장치의 베이스를 형성하는, 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 상측 조는 상기 압력 인가 축에서 자유롭게 이동가능한 압력 전달판에 의해 형성되고, 상기 액추에이터는, 모터 유닛, 상기 모터 유닛에 결합되고 상기 모터 유닛에 송신되는 제어 신호에 따라 상기 압력 인가 축에서 상기 모터 유닛에 의해 이동가능한 피스톤, 및 상기 하측 조로부터 고정된 거리에서 상기 모터 유닛을 지지하기 위한 지지 구조를 포함하고, 상기 피스톤은, 상기 조들이 상기 압력 인가 위치에 있을 때 상기 상측 조를 형성하는 상기 압력 전달판을 가압하는 단부를 갖는, 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 압력 인가면들은 실질적으로 평평하며, 상기 압력 인가 축에 수직으로 연장되는, 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 처리 유닛은 메모리에 결합된 프로세서를 포함하고, 상기 메모리는, 상기 프로세서에 의해 실행가능한 명령어 및 입력으로서 수신되는 상기 시스템의 동작 파라미터를 저장하고, 상기 동작 파라미터들은, 상기 프로세서에 의해 실행되는 상기 명령어에 의해 사용되며 인가될 압력을 정의하는 테스트 프로토콜을 포함하는, 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 테스트 프로토콜은 기간 동안 인가되고 유지될 일련의 압력을 정의하고, 상기 액추에이터의 제어 모듈에 송신되는 압력 설정 신호는 상기 사이클링 모드의 실행 동안 셀의 볼륨 변동의 보상으로 상기 처리 유닛에 의해 조절되는, 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 명령어는, 셀의 충전 및 방전 속도 또는 사이클의 함수로서 상기 인가되고 유지될 일련의 압력을 동적으로 가변하기 위한 명령어를 포함하는, 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서, 셀의 온도를 나타내는 신호를 생성하기 위해 해당 셀에 동작가능하게 연관된 온도 센서를 더 포함하고, 상기 처리 유닛은, 상기 온도 센서에 연결되고, 상기 셀의 온도를 나타내는 신호에 따라 상기 셀의 온도를 나타내는 데이터를 기록하도록 구성되고, 상기 압력 설정 신호는 상기 온도 센서에 의해 측정되는 온도에 따라 조절되는, 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서, 셀의 온도를 나타내는 신호를 생성하기 위해 셀에 동작가능하게 연관된 온도 센서, 및

상기 온도 센서 의해 생성되는 온도를 나타내는 신호 및 상기 처리 유닛에 의해 생성되는 온도 설정점의 함수로서 셀 주위로 유동가능한 열 교환 요소에 대하여 작용하는 온도 조절 모듈을 더 포함하는, 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 지지부는 셀의 활성 영역 위로 연장되며 상기 하우징의 윤곽을 초과하는 압력판을 포함하고, 상기 활성 영역 상의 압력 인가면은 상기 하우징의 윤곽을 초과하는 상기 압력판의 일부를 수용하도록 구성된 형상을 갖는 캐비티를 정의하는, 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 캐비티는 실질적으로 평평한 바닥을 갖는, 시스템.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 적어도 하나의 지지부는,

상기 하우징의 바닥에 대하여 연장되는 절연 접촉판으로서, 상기 절연 접촉판은, 상기 하우징의 윤곽의 개구에서 돌출되며 상기 개구를 통해 돌출되는 상기 하우징의 상기 접촉판 상에 장착된 셀의 단자를 위한 기계적 지지부를 형성하는 탭들을 갖는, 절연 접촉판; 및

셀 위로 연장되는 스페이서를 더 포함하고,

상기 스페이서는, 실질적으로 평평하며 셀의 활성 영역과 정합하는 중심 부분, 및 상기 셀의 활성 영역 상의 상기 중심 부분의 위치지정을 정의하기 위해 상기 중심 부분의 둘레에서 돌출되며 상기 하우징의 윤곽을 가압하는 암(arms)을 갖고, 상기 압력판은 상기 스페이서의 중심 부분에 맞서 연장되고, 상기 압력판은, 상기 조들이 상기 압력 인가 위치에 있을 때 상기 클램핑 장치의 셀의 활성 영역 상의 압력 인가면과 접촉하는, 시스템.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 하우징은, 상기 지지부 외부의 연결을 위해 셀의 단자들이 돌출되는 개구를 갖는 윤곽을 갖는, 시스템.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 압력 인가 축에서 기계적 탄성을 도입하기 위해 상기 압력 인가면들 사이에 삽입되는 탄성 장치를 더 포함하는, 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 일반적으로 배터리 셀들을 사이클링하기 위한 장비에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 압력 조절을 이용하여 배터리 셀들을 사이클링하기 위한 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 새로운 배터리는, 특히 전기 차량의 주행 거리를 늘리기 위해 지속적으로 개발되고 있다. 리튬 이온과 같은 액체 전해질을 사용하는 배터리 외에도, 고체 상태(solid-state) 배터리 및 하이브리드 유형 배터리(액체 및 고체 전해질)에도 탐구가 집중된다. 고체 상태 배터리는, 특히 전기 차량 산업과 주거 및 산업 에너지 저장 분야에서 액체 전해질 배터리를 유리하게 대체하고 차세대 배터리를 형성하는 것으로 점점 더 고려되고 있다. 배터리의 화학적 성질을 연구하는 팀은 효율적인 제품에 도달하기 위해 개발하는 셀을 사이클링하기 위한 시스템을 필요로 한다. 무엇보다도, 고체 상태 배터리 셀의 화학적 성질과 아키텍처는 배터리의 최적 성능을 얻기 위해 정확한 압력을 받는 것을 포함한다. 따라서, 최적의 성능을 얻기 위해 셀에 인가될 압력 값을 결정하는 것이 중요하다. 고체 상태 배터리의 경우, 최소 압력이 요구되더라도, 최적 압력은, 예를 들어, 수백 PSI, 심지어 4000 PSI 이상과 같이 상당할 수 있다.

[0003] 압력 하에서 사이클링을 위한 현재 시스템은, 사용되는 셀의 화학적 성질에 따라 배터리의 성능을 최적화하는 파라미터를 결정하는 데 부적절하다. 현재 시스템은, 열 전달 액체가 있는 장치를 사용하여 온도를 조절할 수 있지만, 셀에 적당한 압력, 예를 들어, 일반적으로 약 100 PSI를 초과하지 않는 약간의 PSI의 인가만을 허용한다. 따라서, 현재 시스템은, 고체 상태 배터리에 요구되는 바와 같은 상당한 수준의 압력 인가를 허용하지 않으며, 프로그래밍가능한 가변 압력의 인가를 허용하지 않으며, 압력 인가 기능의 제어를 허용하지 않는다. 또한, 현재 시스템은 조절하기 복잡하고, 무겁거나, 유연성이 거의 없다. 또한, 현재 시스템은, 리튬 이온 유형의 배터리에 대하여 배터리의 테스트 온도를 고정된 값, 예를 들어, 27℃(80°F)으로 유지하도록 구성된 온도 조절 회로를 갖는 반면, 배터리의 화학적 성질에 따라 가변 온도가 바람직할 수 있다.

발명의 내용

[0004] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 배터리 셀들을 사이클링하기 위한 시스템을 제공하며, 이 시스템은,

[0005] 배터리 셀들 중 하나를 수용하기 위한 하우징을 정의하는 적어도 하나의 지지부;

[0006] (i) 배터리 셀들 중 하나를 수용하는 상기 적어도 하나의 지지부가 사이에 삽입될 수 있는 하측 조(jaw)와 상측 조 및 (ii) 각 지지부에 수용된 셀에 압력을 인가하기 위한 압력 인가면들을 갖는 클램핑 장치로서, 조들은 압력 인가 축에서 서로에 대하여 이동하고, 압력 인가면들 중 하나는 조들이 압력 인가 위치에 있을 때 셀의 활성 영역에 압력을 가하도록 의도된, 클램핑 장치;

[0007] 제어 신호에 따라 조들의 클램핑을 제어하기 위해 클램프 장치에 동작가능하게 결합된 액추에이터;

[0008] 조들에 의해 셀에 가해지는 압력을 나타내는 신호를 생성하도록 셀에 동작가능하게 연관된 압력 센서;

[0009] 셀을 사이클링하기 위한 사이클링 모듈로서, 사이클링 모듈은, 프로그래밍된 사이클링 모드에 따라 셀을 충전 및 방전하고 셀의 충전 및 방전 수준을 측정하도록 셀에 연결가능한 인터페이스를 갖는, 사이클링 모듈;

[0010] 액추에이터를 제어하여 압력 설정 신호에 따라 조들의 클램핑을 제어하는 제어 신호를 생성하기 위한 제어 모듈; 및

[0011] 사이클링 모듈, 액추에이터의 제어 모듈, 및 압력 센서에 연결되는 처리 유닛을 포함하고,

[0012] 처리 유닛은, 셀의 사이클링 모드를 프로그래밍하여 사이클링 모드를 사이클링 모듈에 송신하고, 셀에 인가되는 압력의 피드백 루프를 형성하기 위해 셀에 인가될 압력을 프로그래밍하고 압력 센서에 의해 측정되는 압력에 따라 압력 설정 신호를 생성하고, 셀에 인가되는 압력을 나타내며 셀의 충전 및 방전의 수준을 나타내는 데이터를 기록하도록 구성된다.

[0013] 바람직하게, 본 발명에 따른 시스템은, 배터리 셀에 인가될 하나 이상의 정확한 압력 값뿐만 아니라 하나 이상의 정확한 온도와 같은 거동과 동작에 영향을 미치는 다른 가능한 파라미터를 결정하여, 충전 및 방전 속도 및 전이 전류 밀도를 비롯하여 시스템에 의해 테스트되는 동작과 사용의 다양한 조건과 셀들의 화학적 성질에 따라 셀들의 최적의 성능을 얻기 위한 도구로서 사용될 수 있다. 이 시스템은, 저압 내지 고압에서 테스트되는 셀들의 사이클링을 허용하며, 셀들의 동작과 사용의 다양한 조건의 함수로서 배터리의 성능을 최적하도록 유지되거나 가변될 온도 및 인가될 압력을 제어하기 위해 예를 들어 BMS(Battery Management System; 배터리 관리 시스템) 또는 VCU(Vehicle Control Unit; 차량 제어 유닛)에서 구현될 수 있는 실시간 관리 알고리즘의 개발을 허용한다.

도면의 간단한 설명

[0014] 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 상세한 설명은 하기 도면을 참조하여 이하에서 제공될 것이다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 배터리 사이클링 시스템을 예시하는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 셀에 압력을 인가하기 위한 압력 인가 장치의 분해 사시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 셀 지지부를 압력 인가 장치에 위치지정하기 전에 셀 지지부를 갖는 압력 인가 장치의 사시도이다.

도 4는 도 3에 예시된 장치와 셀 지지부를 다른 각도로 본 사시도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 셀 지지부가 압력 인가 장치에 삽입되는 동안 셀 지지부를 갖는 압력 인가 장치의 부분 분해 사시도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 인가 장치의 일부의 분해 사시도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 셀 지지부가 삽입된 압력 인가 장치의 사시도이다.

도 8은 도 7에 도시된 압력 인가 장치를 다른 각도로 본 사시도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 셀 지지부의 분해 사시도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 셀 지지부의 사시도이다.

도 11a, 도 11b 및 도 11c는 본 발명의 실시예에 따라 배터리 셀의 사이클링 프로토콜의 예를 각각 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따라 배터리 셀들(2)을 사이클링하기 위한 시스템이 도시되어 있다.

[0016] 도 2 내지 도 8을 참조하면, 시스템은 배터리 셀들(2) 중 하나를 수용하기 위한 (도 9에 예시된 바와 같은) 하우징(6)을 정의하는 하나 이상의 지지부(4)를 포함한다. 다음 설명을 간략화하기 위해, 일반적으로 여러 개의 지지부(4)와 여러 개의 셀(2)을 참조할 것이지만, 도 6에서 지지부 없이 예시된 구성과 같이 단 하나의 지지부(4) 및 단 하나의 셀(2)이 있을 수 있음을 이해해야 한다.

[0017] 특히 도 2를 참조하면, 클램핑 장치(8)는 배터리 셀들(2)을 수용하는 지지부들(4)이 사이에 삽입될 수 있는 하측 및 상측 조(10, 12)를 갖는다. 조(10, 12)는 화살표(14)로 도시된 바와 같이 압력 인가 축에서 서로에 대해 이동 가능하다. 클램핑 장치(8)는, 또한, 각 지지부(4)에 수용된 셀(2)에 압력을 인가하기 위한 압력 인가면(16, 18)을 갖는다. 일 실시예에서, 압력 인가면(18)은, 조(10, 12)가 압력 인가 위치에 있을 때 셀(2)의 활성 영역(20)(예를 들어, 도 9에 예시된 바와 같은 애노드-캐소드-전해질 복합체)에 압력을 가하도록 의도된다. 인가면(16)이 활성 영역(20)에 압력을 가하도록 의도된 반대 실시예도 가능하다. 압력 인가면(16, 18)은, 조(10, 12)의 표면 및 2개의 지지부(4) 사이에서 연장되는 압력 전달판(42)의 표면에 의해 형성될 수 있으며, 각 압력 전달 판(42)은 압력 인가 축(14)에서 자유롭게 이동할 수 있다.

[0018] 액추에이터(22)는 (도 1에 예시된 바와 같이) 제어 신호(24)에 따라 조(10, 12)의 클램핑을 제어하기 위해 클램핑 장치(8)에 동작가능하게 결합된다.

[0019] 압력 센서(26)는, 조(10, 12)에 의해 셀(2)에 가해지는 압력을 나타내는 (도 1에 예시된 바와 같은) 신호(28)를 생성하기 위해 셀(2)에 동작가능하게 연관된다.

[0020] 다시 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 시스템은 배터리 사이클러라고도 하는 셀들(2)을 사이클링하기 위한 사이클링 모듈(30)을 포함한다. 사이클링 모듈(30)은, 프로그래밍된 테스트 사이클링 모드 또는 사이클링 프로토콜에 따라 셀(2)을 충전 및 방전하고 예를 들어 셀(2)에 대한 전압 및 전류 측정에 의해 셀(2)의 충전 및 방전 수준을 측정하도록 셀(2)에 연결가능한 인터페이스(32)를 갖는다. 충전 모드에서, 사이클링 모듈(30)은 원하는 충전 속도에 따른 강도를 갖는 전류를 주입한다. 이 강도를 C로 규정할 수 있다. 값 1C는 셀(2)이 1시간 충전됨을 의미하고, 값 2C는 셀(2)이 30분 충전됨을 의미하고, 값 C/2는 셀(2)이 2시간 충전되는 등의 경우를 의미한다. 마찬가지로, 방전 모드에서, 사이클링 모듈(30)은, 셀(2)에 저장된 에너지를 소비하고, 이로부터 C로 또한 측정될 수 있는 원하는 방전 속도에 따른 강도를 갖는 전류를 추출한다. 모터 제어기라고도 하는 액추에이터(22)를 제어하기 위한 제어 모듈(34)은, 압력 설정 신호(36)에 따라 (예를 들어, 도 2에 예시된) 조(10, 12)의 클램핑을 제어하는 제어 신호(24)를 생성한다. 처리 유닛(38)은, 사이클링 모듈(30), 액추에이터(22)의 제어 모듈(34), 및 압력 센서(26)에 연결된다. 처리 유닛(38)은, 셀들(2)의 사이클링 모드를 프로그래밍하여 사이클링 모듈(30)에 송신하고, 예를 들어, 충전 및 방전의 수준이나 속도의 함수로서 또는 셀들(2)에 부여되는 사이클의 수의 함수로서 셀들(2)에 인가될 압력을 프로그래밍하고, 압력 센서(26)에 의해 측정되는 압력에 따라 압력 설정 신호(36)를 생성하여 셀들(2)에 인가되는 압력의 피드백 루프를 형성하고, 셀들(2)의 충전 및 방전 수준 및 셀들(2)에 인가되는 압력을 나타내는 데이터를 기록하도록 구성된다. 처리 유닛(38)은, 예를 들어, 사이클링 시스템의 기능의 파라미터를 설정하고 처리 유닛(38)에 의해 기록된 데이터를 송신하기 위해 시스템의 상이한 구성요소들 및 외부와 통신하기 위한 인터페이스(40)를 갖는다. 처리 유닛(38)은, 예를 들어, 사이클링 모듈(30)에 의해 관리되는 2개의 파라미터, 즉, 셀들(2)의 전압 수준의 함수로서 사이클링 모듈(30)에 의해 측정 및 평가되는 셀(2)의 충전/방전 수준의 기능, 및 사이클링 모듈(30)과 셀들(2) 간에 전이되는 전류의 강도의 함수로서 사이클링 모듈(30)에 의해 측정 및 평가되는 충전 속도의 함수로서 셀들(2)에 인가되는 압력의 조절을 허용한다. 확립된 테스트 프로토콜의 함수로서, 충전/방전 수준 및 충전/방전 속도에 대한 피드백은, 액추에이터(22)와 클램핑 장치(8)에 의해 인가되는 압력의 값을 조절하기 위해 액추에이터(22)의 제어 모듈(34)을 통해 송신되는 압력 값 변동 명령어를 조정하는 처리 유닛(38)으로 송신된다.

[0021] 도 11a를 참조하면, 제어 모듈(34)에 의해 액추에이터(22)로 송신되는 제어 신호(24)를 형성하는 압력 값 명령어의 일례가, 셀(2)에 의해 도달된 사이클 수 및 이의 충전/방전 수준의 값의 함수로서 예시된다. 가능한 테스트 프로토콜(104)에 따르면, 셀(2)의 충전 기간에는 동안 높고 일정한 압력이 인가되는 반면, 셀(2)의 방전 기간에는 더 낮고 일정한 압력이 인가된다. 다른 가능한 테스트 프로토콜(106)에 따르면, 동일한 사이클 동안 셀(2)의 충전 및 방전 단계 동안 동일한 일정한 압력이 인가된 후, 압력 값은, 예를 들어, 셀(2)의 유효 수명의 예상 감소의 함수로서 사이클마다 약간 증가한다. 물론, 다른 테스트 프로토콜도 가능하다.

[0022] 도 11b를 참조하면, 처리 유닛(38)은, 액추에이터(22)의 제어 모듈(34)과 사이클링 모듈(30) 간에 테스트 프로토콜(108)과 관련된 명령어를 조정하여, 사이클링 모듈(30)과 셀(2) 간에 전이되는 전류의 강도에 의해 측정된

충전/방전 속도 값의 증가 함수로서 셀(2)에 인가되는 압력의 평균값을 증가시킬 수 있다. 압력을 조절함으로써, 셀(2)의 성능은 따라서 예를 들어 수 C의 방전 속도를 포함하는 전류 요구 등의 더 큰 응답 조건에서 최대화될 수 있다. 이러한 압력 조절은, 또한, 비정상적인 동작 상태 동안 셀(2)의 조기 열화를 방지하는 데 사용될 수 있다.

[0023] 도 11c를 참조하면, 본 발명에 따른 사이클링 시스템이 평가를 허용하는 배터리의 성능에 대한 압력 인가의 효과들 중 하나가 예시되어 있다. 예를 들어, 테스트 프로토콜(110)은, 더 낮은 값의 압력이 셀(2)에 인가되어 셀(2)의 유효 수명을 보다 빠르게 감소시키는 시험 프로토콜(112)에 비해 셀(2)의 더 많은 충전 및 방전 사이클 수를 달성할 수 있게 한다. 셀(2)을 손상시키지 않으면서 허용가능한 충전/방전 전류의 강도, 사이클링 동안 셀(2)의 용량 유지, 저온에서의 셀(2)의 성능, 덴드라이트의 포함 전파(contained propagation) 등과 같은 셀(2)의 성능에 대한 다른 효과는, 충전 및 방전 동안 압력 값을 가변하고, 필요하다면 온도 값도 가변함으로써, 관찰될 수 있다.

[0024] 다시 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따르면, 클램핑 장치(8)는 압력 인가축(14)에서 조들(10, 12) 간에 연장되는 한 세트의 안내 로드(guiding rod; 44)를 포함한다. 안내 로드(44)는, 각 압력 전달판(42)이 압력 인가축(14)에서만 이동 가능하도록 각 압력 전달판(42)의 대응하는 개구(45)를 통과한다.

[0025] 일 실시예에 따르면, 상측 조(12)는 압력 전달판(42)과 같이 압력 인가축(14)에서 자유롭게 이동 가능한 압력 전달판에 의해 형성된다. 액추에이터(22)는, 모터 유닛(46), 모터 유닛(46)에 송신되는 제어 신호(24)(도 1에 예시됨)에 따라 압력 인가축(14)에서 모터 유닛(46)에 결합되고 모터 유닛에 의해 이동가능한 피스톤(48)을 포함한다. 액추에이터(22)는, 선형 유형일 수 있고, 유압 또는 공압 잭에 의해 구현될 수 있거나, 바람직하게는 전기 잭에 의해 더 정확하고, 더 작고, 제어하기 더 쉽고 더 빠른 응답 시간을 가질 수 있다. 액추에이터(22)는, 또한, 하측 조(10)로부터 고정된 거리에서 모터 유닛(46)을 지지하기 위한 지지 구조(50)를 포함한다. 피스톤(48)은, 조(10, 12)가 압력 인가 위치에 있을 때 상측 조(12)를 형성하는 전달판을 가압하는 단부(52)를 갖는다. 지지 구조(50)는 안내 로드(44)에 의해 하측 조(10)에 연결된 판(54)의 형태를 취할 수 있다. 모터 유닛(46)은 판(54) 상에 장착된다. 판(54)은, 상측 조(12)를 형성하는 전달판에 압력을 인가하도록 피스톤(48)이 통과하는 중심 구멍(56)을 갖는다.

[0026] 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따르면, 각 압력 전달판(42)은 지지부(4)의 하부가 계합될 수 있는 위치지정 캐비티(58)를 정의하는 상측면(16)을 갖는다.

[0027] 일 실시예에 따르면, 클램핑 장치(8)는 조(10, 12)와 각 압력 전달판(42) 사이에서 연장되는 스프링(60)을 포함하여, 조(10, 12)와 압력 전달판(42)은, 조(10, 12)가 해제 위치에 있을 때 셀(2)을 수용하는 하나의 지지부(4)의 적어도 높이의 거리만큼 서로 떨어져 이동하며, 이에 따라 클램핑 장치(8)에서 지지부(4)의 삽입을 용이하게 한다.

[0028] 다시 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따르면, 하측 조(10)는, 압력 센서(26)가 지지부(4)에서 조(10, 12)에 의해 셀(2)에 인가되는 압력을 측정하기 위해 압력 센서(26)를 수용하도록 구성된 형상을 갖는 캐비티(62)를 정의하는 상측면(16)을 갖는다. 하측 조(10)는 유리하게는 클램핑 장치(8)를 위한 베이스로서 기능하거나 이러한 베이스를 형성할 수 있다.

[0029] 일 실시예에 따르면, 압력 인가면(16, 18)은 대략 평평하고 압력 인가축(14)에 수직으로 연장된다.

[0030] 도 1을 다시 참조하면, 처리 유닛(38)은, 프로세서(64)에 의해 실행가능한 명령어 및 예를 들어 입력/출력 인터페이스(40)를 통해 입력(68)에서 수신되는 사이클링 시스템의 동작 파라미터를 저장하는 메모리(66)에 결합된 프로세서(64)를 포함할 수 있다. 동작 파라미터는 프로세서(64)에 의해 실행되고 인가될 압력을 정의하는 명령어에 의해 사용되는 테스트 프로토콜을 포함할 수 있다. 열 조절 또는 제어가 고려되는 경우, 명령어는, 도달할 셀(2)의 온도 값을, 예를 들어, 처리 유닛(38)과 통신하는 셀(2)의 사이클링 모듈(30)에 연관된 명령어 및 측정값으로부터 도출되는 충전 및 방전의 수준과 속도의 함수로서 정의할 수 있다. 테스트 프로토콜은, 기간 동안 인가되고 유지될 일련의 압력, 예를 들어, 0 PSI 내지 4000 PSI 또는 필요하다면 그보다 더 큰 압력을 정의할 수 있다. 액추에이터(22)의 제어 모듈(34)에 송신되는 압력 설정 신호(36)는 사이클링 모드의 실행 동안 셀(2)의 부피 변동에 대한 보상으로 처리 유닛(38)에 의해 조절될 수 있다. 셀(2)의 두께, 거리, 또는 위치 센서(도시되지 않음)는, 셀(2)에 동작가능하게 연결되어 사이클링 동안 셀의 두께 또는 두께의 변동을 나타내는 신호를 생성할 수 있다. 신호는 두께 센서에 의해 측정된 두께를 나타내는 데이터를 기록할 수 있는 처리 유닛(38)으로 송신될 수 있다. 측정된 두께는, 피드백 루프의 압력 조절에 사용될 수 있어서, 예를 들어, 셀(2)에 인가되는

압력이 셀(2)의 온도 또는 부피의 변동이 있는 경우에도 고정된 상태로 유지된다. 프로세서(64)에 의해 실행되는 명령어는, 셀(2)의 충전 및 방전 사이클, 전력 수요, 달성된 사이클 수 등의 함수로서 인가되고 유지될 일련의 압력을 동적으로 가변하기 위한 명령어를 포함할 수 있다. 명령어는, 제어 모듈(34)을 통해 그리고 압력 센서(26)에 의해 측정된 압력의 피드백에 따른 액추에이터(22)의 조절 제어 알고리즘을 포함할 수 있다. 인가되는 압력은, 또한, 액추에이터(22)가 유압 또는 공압 잭인 경우에는 오일 또는 유사 유체의 압력에 의존할 수 있고 또는 모터 유닛(46)이 전기식인 경우에는 전류에 의존할 수 있다.

[0031] 온도 센서(70)는 셀(2)의 온도를 나타내는 신호를 생성하기 위해 셀(2)에 동작가능하게 연관될 수 있다. 처리 유닛(38)은, 온도 센서(70)에 연결되고, 셀(2)의 온도를 나타내는 신호에 따라 셀(2)의 온도를 나타내는 데이터를 기록하도록 구성된다. 이어서, 압력 설정 신호(36)는 온도 센서(70)에 의해 측정된 온도에 따라 조절될 수 있다. 시스템은, 예를 들어 처리 유닛(38)에 의해 생성된 온도 설정점(102) 및 온도 센서(70)에 의해 측정된 온도 신호(100)의 함수로서 하나의 셀(2)에서 다른 셀로의 균일한 온도를 유지하기 위해 클램핑 장치(8)의 셀(2) 둘레에 유동할 수 있는 열 교환 요소(98)에 대하여 작용하도록 인터페이스(40)를 통해 처리 유닛(38)에 연결된 온도 조절 모듈(96)을 포함할 수 있다. 셀(2)의 온도를 동적으로 제어하기 위한 열 교환 요소(98)의 작용은, 예를 들어, 상이한 온도에서 사이클링을 허용하는 열 챔버(예시하지 않음)에 셀들(2)을 포함하는 클램핑 장치(8) 또는 이의 일부를 배치함으로써 (예컨대, 도 2에 예시된) 지지부(4)의 환경의 통기의 형태를 취할 수 있다. 사이클링 동안 인가되는 온도 값은, 처리 유닛(38)에서 프로그래밍될 수 있고 배터리에 대한 테스트 동안 온도 조절 모듈(96)을 통해 제어될 수 있다. 열 교환 요소(98)의 작용은, 또한, 지지부(4)를 관통하는 파이프(예시하지 않음) 망을 통해 구현될 수 있으며, 파이프 망에서 열 교환 액체는, 예를 들어, 셀(2)에 부여되는 사이클 수 및 셀(2)의 충전 및 방전의 수준과 속도 등의 사이클링 파라미터의 함수로서 또는 이러한 사이클링 파라미터에 관계없이 기간 동안 셀(2)에 인가될 압력 또는 온도의 값을 정의할 수 있는 테스트 프로토콜의 명령어에 관하여 동적인 방식으로 셀(2)의 온도를 제어하도록 흐른다. 온도 조절 모듈(96)은, 펌프, 탱크, 서보 밸브, 유량계, 파이프, 및 테스트 프로토콜의 온도값 설정점에 응답하고 이에 따라 장치의 요소들을 제어하도록 구성된 마이크로컨트롤러를 포함하는 장치에 의해 구현될 수 있다.

[0032] 테스트 프로토콜의 프로그래밍은 메모리(66)에 저장되고 프로세서(64)에 의해 실행되는 소프트웨어를 통해 달성될 수 있으며, 이는, 예를 들어, 셀(2)의 충전/방전 수준(전압), 충전/방전 속도(전류 강도), 배터리가 경험하는 사이클 수, 배터리의 잔여 용량, 두께 변동 등의 함수로서 시간에 따라 가변될 수 있는 인가될 압력, 온도 등의 값을 입력할 수 있게 하는 사용자 친화적인 그래픽 사용자 인터페이스를 표시하기 위함이다. 소프트웨어는, 액추에이터(22)의 제어 모듈(34), 셀(2)의 사이클링 모듈(30), 및 온도 조절 모듈(96)에 설정점을 송신하는 데 사용될 수 있다. 설정점에 도달하기 위한 제어는, 압력 센서(26), 온도 센서(70)로부터 오는 피드백 및 사이클링 모듈(30)을 통해 수행되는 측정(전압, 전류, 시간)의 통합을 인터페이스(40)를 통해 처리 유닛(38)에 의해 달성되며, 처리 유닛은 이를 소프트웨어로의 피드백 루프에서 통합한다. 소프트웨어는, 소정의 예가 도 11a, 도 11b 및 도 11c에 예시되어 있는 테스트 프로토콜들과 관련된 설정점들의 조합의 소스일 수 있다.

[0033] 도 9를 참조하면, 일 실시예에 따르면, 각 지지부(4)는 셀(2)의 활성 영역(20) 위로 연장되고 하우징(6)의 윤곽(72)을 초과하는 압력판(94)을 포함한다.

[0034] 도 3을 참조하면, 하우징(6)의 활성 영역(20) 상의 압력 인가면(18)(예를 들어, 도 9에 예시됨)은, 하우징(6)(예를 들어, 도 9에 도시됨)의 윤곽(72)을 초과하는 압력판(94)의 일부를 수용하도록 구성된 형상을 갖는 캐비티(74)를 정의한다. 파우치형 셀(2)의 경우, 캐비티(74)는 대략 평평한 바닥(76)을 가질 수 있다.

[0035] 다시 도 9를 참조하면, 하우징(6)의 윤곽(72)은 개구(78)를 가질 수 있으며, 이를 통해 셀(2)의 단자(80)가 지지부(4) 외부의 전기적 연결을 위해, 예를 들어, 악어 클립(예시하지 않음)을 통해 돌출된다. 필요하다면 다른 유형의 전기적 연결을 사용할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 각 지지부(4)는 하우징(6)의 바닥(84)에 대해 연장되는 절연 접촉 판(82)을 또한 포함할 수 있다. 접촉 판(82)은, 도 10에 더 잘 예시된 바와 같이, 하우징(6)의 윤곽(72)의 개구(78)에서 돌출하고 하우징(6)의 접촉 판(82) 상에 장착된 셀(2)의 단자(80)에 대한 기계적 지지부를 형성하는 탭(86)을 가질 수 있다. 탭(86)은, 또한, 셀(2)의 단자들(80)을 다른 단자에 대해 전기적으로 절연하는 데 사용될 수 있다. 셀(2) 위로 연장되는 스페이서(88)는, 지지부(4) 내의 요소들의 정확한 위치를 지정하고 셀(2)의 활성 영역(20)에 대한 압력을 균일하게 하기 위해 사용될 수 있다. 스페이서(88)는, 대략 평평하고 셀(2)의 활성 영역(20)과 일치하는 중심 부분(90)을 가질 수 있다. 스페이서(80)는, 셀(2)의 표면 결함에 맞게 구성되도록 나일론, 테플론, 플라스틱과 같은 가요성 재료로 제조될 수 있다. 중심 부분(90)의 둘레에 돌출되는 암(arm; 92)은, 하우징(6)의 윤곽(72)의 내면에 대해 놓여, 셀(2)의 활성 영역(20) 상의 중심 부분(90)의

위치지정을 정의한다. 압력판(94)은, 스페이서(88)의 중심 부분(90)에 대해 연장되고, 조(10, 12)가 압력 인가 위치에 있을 때 클램핑 장치(8)의 셀(2)의 활성 영역(20)에 압력을 인가하는 압력 인가면(18)(예를 들어 도 3에 예시됨)과 접촉한다. 전술한 바와 같은 지지부(4)의 구성은, 셀(2)의 모든 표면에 균일한 압력 인가를 보장하고, 클램핑 장치(8)에서 셀(2)과 지지부(4)의 정확한 위치지정을 보장한다. 실행되는 사이클링 모드 및 셀(2)에 인가되는 압력에 따라, 탄성 장치, 예를 들어, 예시된 경우에서와 같이 압력 인가축에서 기계적 탄성을 도입하는 스프링(95) 장치가, (도 2에 예시된 바와 같은) 압력 인가면(18)과 압력판(94) 사이, 또는 접촉판(82)과 하우징(6)의 바닥(84) 사이, 또는 하우징(6)과 압력 인가면(18) 사이에 삽입될 수 있다. 탄성 장치는, 필요하다면 다른 형태, 예를 들어, 엘라스토머 요소 또는 고무 디스크의 형태를 취할 수 있다. 이러한 탄성 장치는, (도 2에 예시된) 액추에이터(22)에 의해 힘이 인가될 때 (도 2에 예시된) 조들(10, 12) 사이에 포함된 부품들의 수직 변위의 유격을 제공한다. 힘의 전달 체인에서의 이러한 유격은, 액추에이터(22)의 수준에서 개입을 요구하지 않고 사이클링 동안 셀(2)의 두께의 소정의 변동을 흡수하고 허용하며 이러한 경우에 셀(2)의 손상을 방지하는 데 유용할 수 있다.

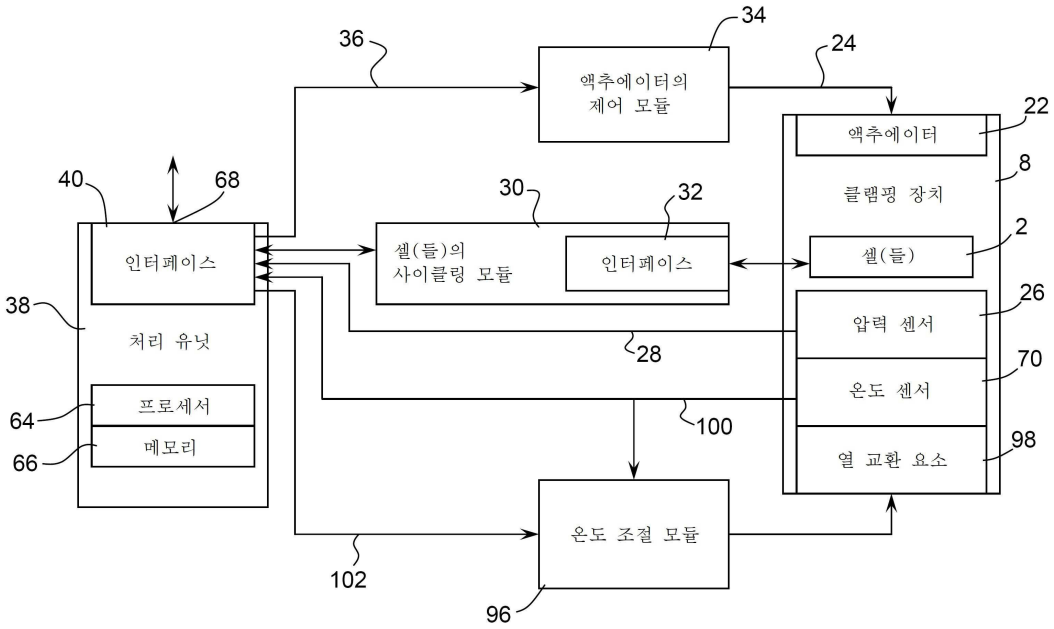
[0036] 다시 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 시스템은, 따라서 배터리의 셀들(2)에 인가될 하나 이상의 압력 및 하나 이상의 온도 등의 다른 가능한 물리적 파라미터를 결정하여 배터리의 화학적 성질, 아키텍처, 및 동작 및 사용의 조건에 따라 배터리의 최적의 성능을 얻기 위해, 압력의 다양하고 정밀하게 조절되는 값, 및 적용가능한 경우에 동작 및 사용의 가능한 조건을 나타내는 배터리의 셀들(2)에 인가되는 온도의 값, 및 프로그래밍된 사이클링 모드에 대한 배터리의 응답의 테스트를 허용할 수 있다. 이 시스템은, 예를 들어, 50 ㎜ × 50 ㎜의 (도 9에 예시된) 활성 영역(20)을 갖는 셀들(2)에 0 PSI 내지 4000 PSI 또는 그 이상의 다양하고 상당한 압력의 범위를 인가하는 것을 허용한다. 처리 유닛(38) 및 기타 구성요소가 있는 시스템은, 제어되고 프로그래밍가능한 조립체를 형성하여, 부피 변동의 약 25%를 나타낼 수 있는 충전 및 방전 단계에서의 셀들의 부피 변동에도 일정한 압력 및 적용가능한 경우에 온도를 유지하게 할 수 있으며, 인간 개입 없이 처리 유닛(38)에서 프로그래밍된 테스트 프로토콜의 함수로서 셀들(2)에 인가되는 압력 또는 온도를 실시간으로 가변할 수 있게 한다. 시스템은, 사용되는 상이한 화학물질에 대해, 셀(2)의 성능 및 결과적인 거동에 대한 압력의 영향 및 바람직하게는 온도의 영향도 평가할 수 있게 한다. 시스템은, 열 챔버에서 사용되거나 다른 온도 조절 수단이 제공될 때 여러 개의 셀(2)을 동시에, 상이한 압력 값에서, 상이한 온도 값에서 사이클링할 수 있게 한다. 따라서, 시스템은, 배터리의 상이한 사용 조건(충전, 방전, 전력 수요, 덴드라이트가 형성되기 쉬운 조건, 극한 기후 조건에서의 사용, 셀(2)이 겪는 사이클 수 등)에 대하여, 셀(2)의 성능에 대한 압력의 실시간 조절 효과 및 바람직하게는 온도의 실시간 조절 효과도 결정할 수 있다. 특정 화학적 성질을 갖는 배터리의 셀들(2)의 최적 동작 파라미터에 대한 지식은 배터리에 특정된 코딩 제어 알고리즘을 허용한다.

[0037] 다시 도 2를 참조하면, 압력의 균일한 분포를 허용하기 위해, 셀(2)은, 힘을 인가하는 피스톤(48) 아래에 셀을 정확하게 위치지정하도록 지지부(4)(예를 들어 도 9에 예시된 일 실시예에 따라)에 배치된다. 하나 또는 여러 개의 셀(2)이 시스템에서 동시에 테스트/사이클링될 수 있으며, 여기서 지지부들(4)은 직렬로 배열된다. 상이한 두께의 셀들(2)은 시스템에 대한 수정 없이 사이클링될 수 있다. 시스템은 상이한 구성요소들의 치수를 맞게 구성함으로써 셀들(2)의 상이한 기하학적 구조에 대해 기능한다. 다양한 압력 및 다양한 온도에서 테스트를 수행하기 위해 여러 개의 클램핑 장치(8)가 동시에 사용될 수 있다. 이 시스템은 테스트되는 셀(2)을 빠르게 장착할 수 있게 한다.

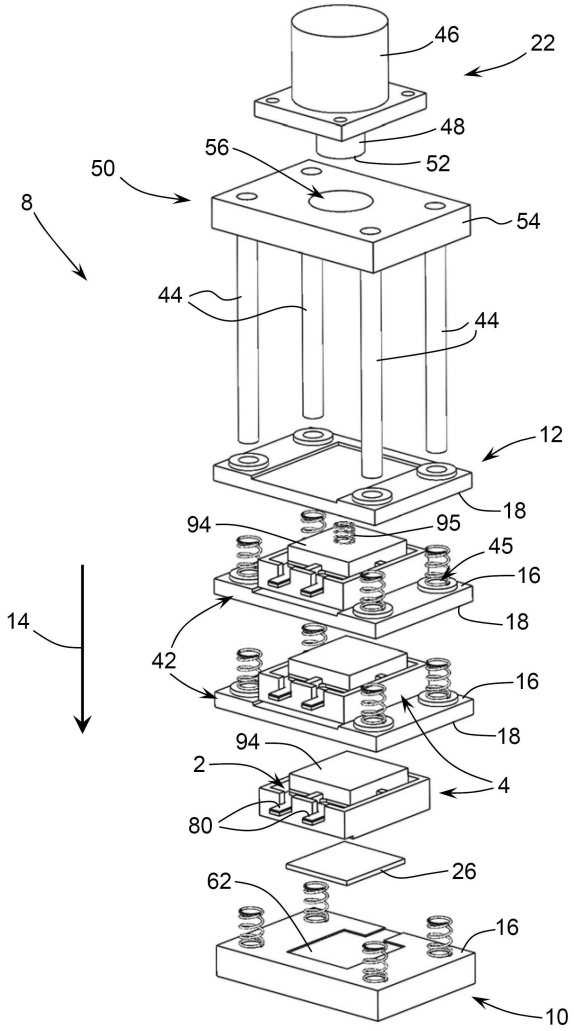
[0038] 본 발명의 실시예를 첨부된 도면에 예시하고 전술하였지만, 본 발명을 벗어나지 않고 이러한 실시예에 수정 및 추가가 이루어질 수 있음은 통상의 기술자에게 명백할 것이다.

도면

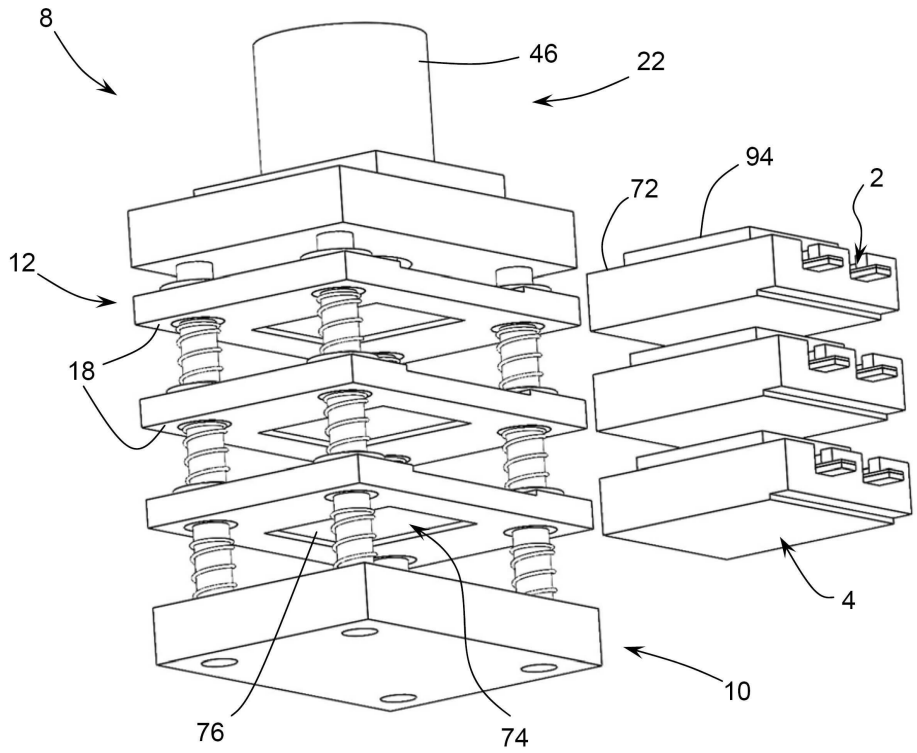
도면1


36
34
액추에이터의
제어 모듈
24
액추에이터
22
8
클램핑 장치
40
68
인터페이스
30
32
셀(들)의
사이클링 모듈
인터페이스
셀(들)
2
38
처리 유닛
28
압력 센서
26
온도 센서
70
64
프로세서
100
66
메모리
98
열 교환 요소
온도 조절 모듈
102
96

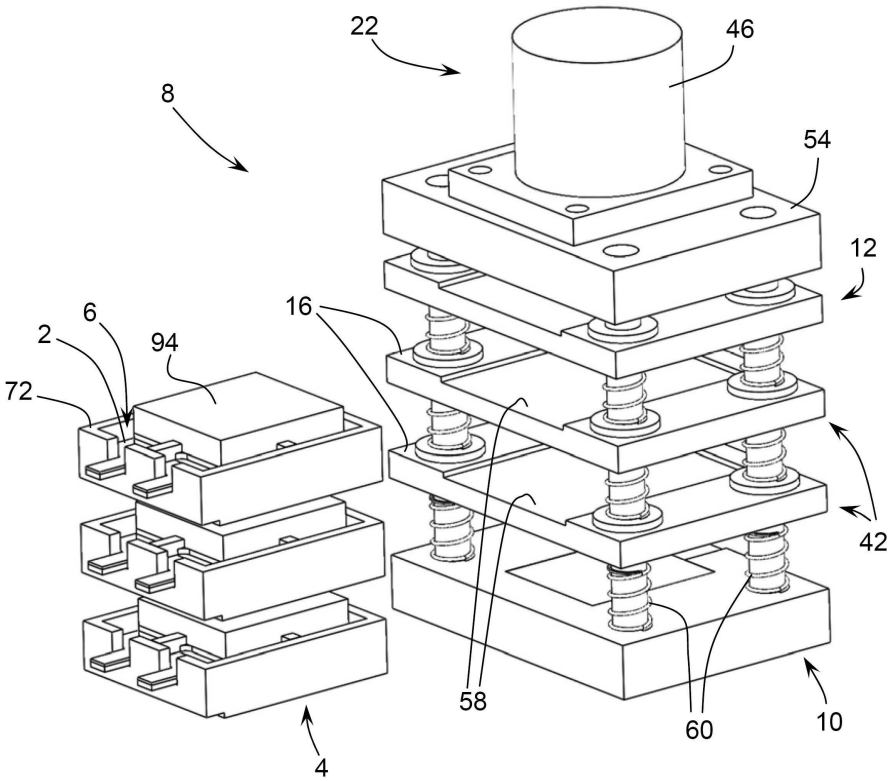
도면2


46
22
48
56
52
50
54
8
44
44
12
18
94
95
45
16
18
14
42
16
18
94
2
4
80
26
62
16
10

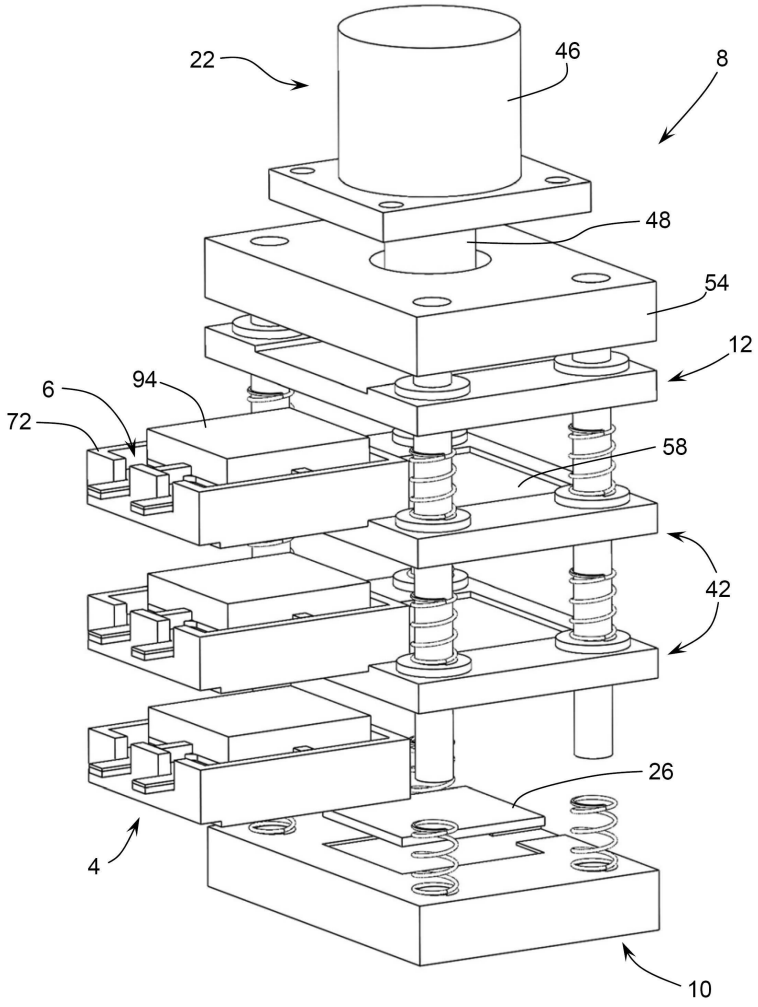
도면3



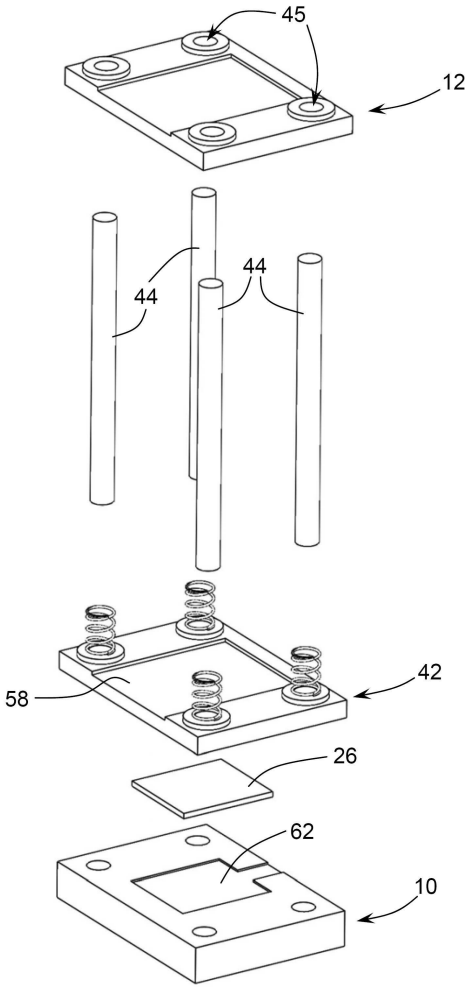
도면4



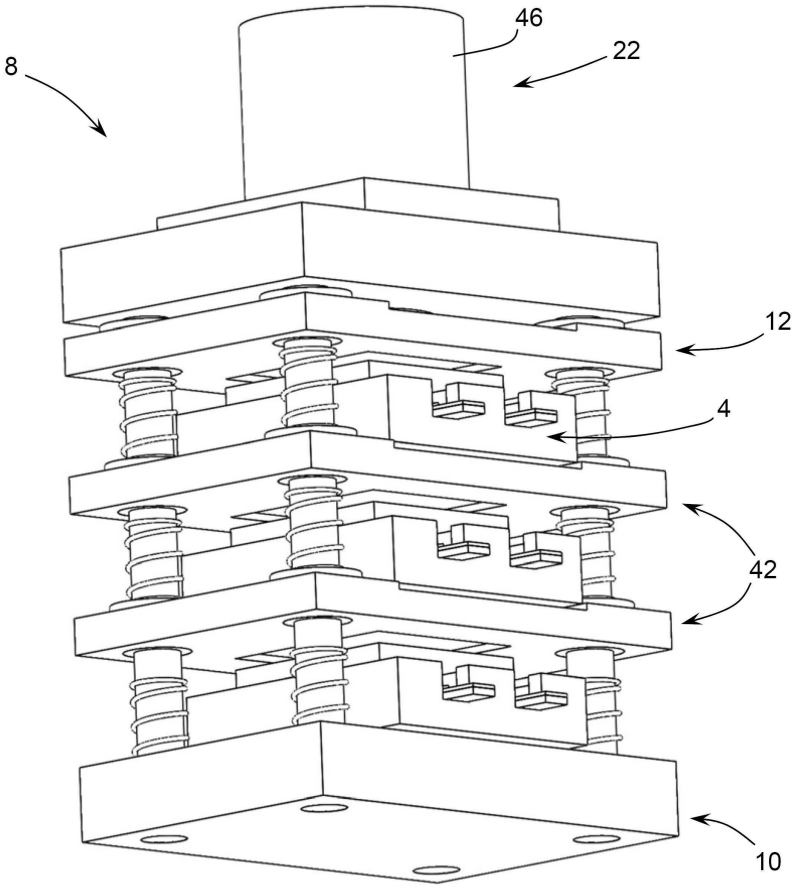
도면5



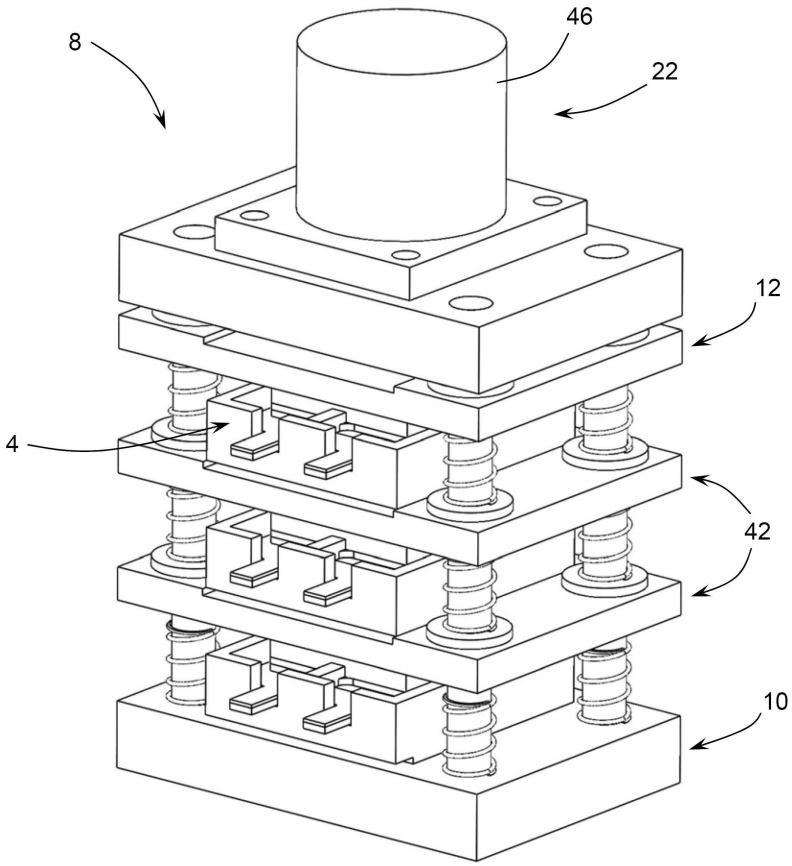
도면6



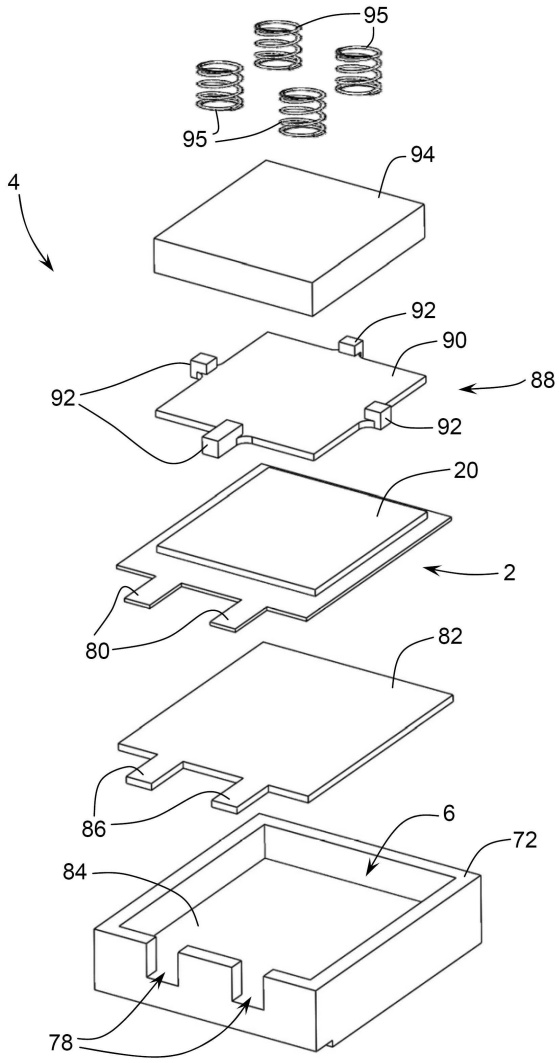
도면7



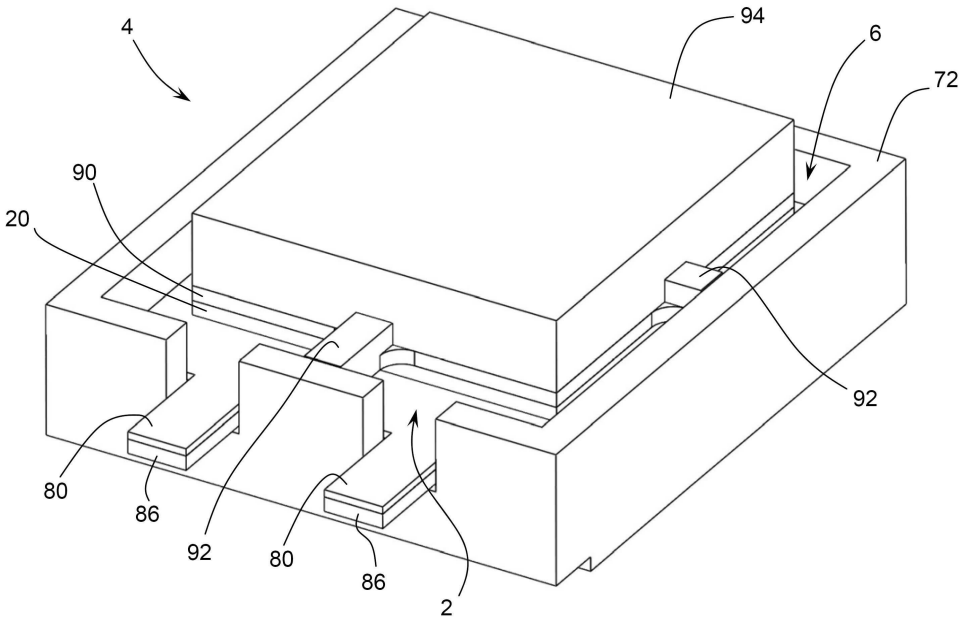
도면8



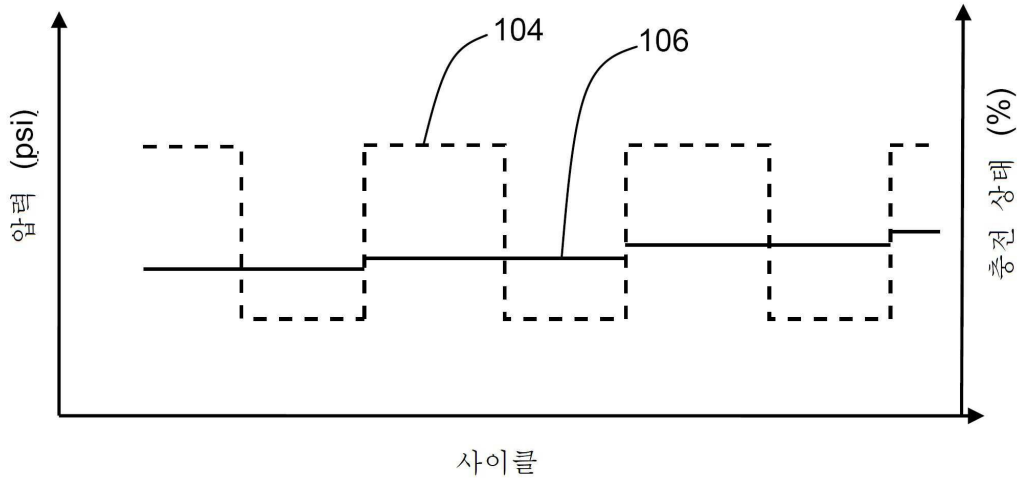
도면9



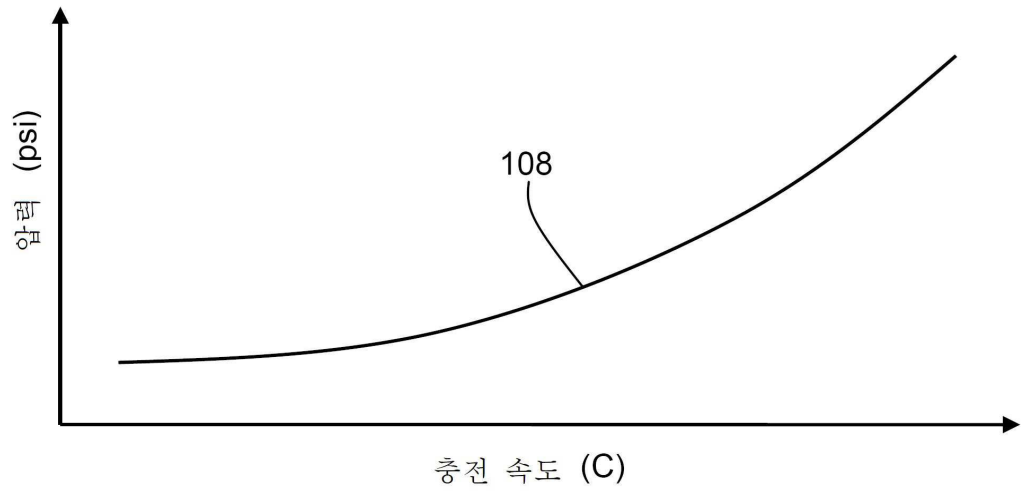
도면10



도면11a



도면11b



도면11c

