



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0134435
(43) 공개일자 2024년09월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/04 (2015.01) H01M 10/052 (2010.01)
H01M 10/42 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H01M 10/0404 (2013.01)
H01M 10/052 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0027478
(22) 출원일자 2023년03월02일
심사청구일자 2023년03월02일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
황해진
서울특별시 강남구 역삼로 309 래미안펜타빌 103동 601호
김강산인
서울특별시 성동구 사근동2길 7-26, 201호
(74) 대리인
이익배

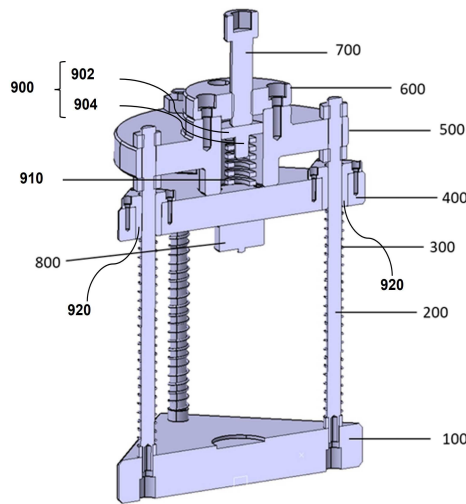
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 전고체전지 가압장치

(57) 요약

본 발명은 수직적으로 배치된 복수의 가이드 하단에 고정되어 바닥을 지지하면서 상면에 전고체전지, 전고체전지 적층체, 전고체전지를 포함하는 파우치 케이스, 또는 전고체전지를 포함하는 지그의 안착면을 제공하는 하부 플레이트; 상기 복수의 가이드 상부에 고정되어 상기 하부 플레이트와 소정 간격으로 이격되어 있는 상부 플레이트; 상기 하부 플레이트와 상부 플레이트 사이에 배치되며, 상기 가이드를 따라 상하 방향으로 이동 가능한 중간 플레이트; 상기 복수의 가이드 외주면에 장착되어 중간 플레이트의 자유 낙하를 억제하는 제1스프링; 상기 상부 플레이트 내부 중앙에 삽입되고 상단은 상부 플레이트 상부로 노출되어 있는 가압볼트; 상기 상부 플레이트 내부 중앙에 가압볼트 하방으로 배치되는 압력전달치구; 상기 상부 플레이트 내부 중앙에 압력전달치구 하방으로 배치되는 제2스프링;을 포함하는 전고체전지 가압장치를 제안한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01M 10/4207 (2013.01)

H01M 2300/0065 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711158126

과제번호 2022R1A2C1006547

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)

연구과제명 초다공성 에어로겔 기반 나노구조 복합 전극 및 3차원 공간 활용형 anode-free 전고

체전지 개발

기 여 율 0.6/1

과제수행기관명 인하대학교

연구기간 2023.03.01 ~ 2024.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711157929

과제번호 2020R1A5A1019131

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 집단연구지원

연구과제명 에어로겔소재연구센터

기 여 율 0.4/1

과제수행기관명 연세대학교

연구기간 2023.03.01 ~ 2024.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

수직적으로 배치된 복수의 가이드 하단에 고정되어 바닥을 지지하면서 상면에 전고체전지, 전고체전지 적층체, 전고체전지를 포함하는 파우치 케이스, 또는 전고체전지를 포함하는 지그의 안착면을 제공하는 하부 플레이트, 상기 복수의 가이드 상부에 고정되어 상기 하부 플레이트와 소정 간격으로 이격되어 있는 상부 플레이트, 상기 하부 플레이트와 상부 플레이트 사이에 배치되며, 상기 가이드를 따라 상하 방향으로 이동 가능한 중간 플레이트, 상기 복수의 가이드 외주면에 장착되어 중간 플레이트의 자유 낙하를 억제하는 제1스프링, 상기 상부 플레이트 내부 중앙에 삽입되고 상단은 상부 플레이트 상부로 노출되어 있는 가압볼트, 상기 상부 플레이트 내부 중앙에 가압볼트 하방으로 배치되는 압력전달치구, 상기 상부 플레이트 내부 중앙에 압력전달치구 하방으로 배치되는 제2스프링을 포함하며, 상기 가압볼트는 상부 플레이트 내부 또는 별도의 상부 플레이트 커버 내부에 형성된 나사산에 나사 결합되며, 가압볼트를 회전하여 상부 플레이트 내부에서 상하 위치를 변화시킴으로써 압력전달치구와 제2스프링을 통해 상기 중간 플레이트를 상하로 이동시켜 중간 플레이트와 하부 플레이트 사이에 위치하게 되는 전고체전지에 균일한 압력을 인가하거나 해제하는 것을 특징으로 하는 전고체전지 가압장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 가압장치에 설치되어 압력이 가해진 채로 테스트되는 전고체전지의 충전 시 발생하는 셀의 부피 증가로 인한 압력 증가는 상기 제2스프링의 탄성력으로 완화시키고 전고체전지 방전 시 발생하는 셀의 부피 감소로 인한 압력 감소는 제2스프링의 복원력으로 완화시킴으로써 테스트되는 전고체전지의 충방전 과정의 부피 변화가 발생하더라도 전고체전지에 가해지는 실질적인 압력을 일정하게 유지하는 것을 특징으로 하는 전고체전지 가압장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 압력전달치구는 가압볼트와 접촉하는 상부 디스크와 제2스프링에 부분적으로 삽입되는 하부 원기둥을 포함하며, 상부 디스크는 가압볼트의 압력을 제2스프링에 전달하고, 하부 원기둥은 제2스프링을 중간 플레이트의 중심에 고정하는 것을 특징으로 하는 전고체전지 가압장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 중간 플레이트의 하면에는 테스트되는 전고체전지에 접촉한 채로 중간 플레이트를 통해 가해지는 압력을 전달하면서 전고체전지에 인가하는 압력을 측정 및 제어하기 위한 로드셀이 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 전고체전지 가압장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 중간 플레이트는 모서리 부위에 통과홀이 형성되어 상기 가이드가 삽입되고, 통과홀 내면과 가이드 외주면 사이에는 베어링이 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 전고체전지 가압장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 리튬 이차 전고체전지(이하, 전고체전지라 칭함) 또는 전고체전지를 포함하는 지그의 양면을 가압하여 일정한 압력을 유지하면서 전고체전지를 가압할 수 있도록 구성된 전고체전지용 가압장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 다른 배터리에 비해서 가볍고 높은 에너지밀도로 고용량, 고효율 구현이 가능한 리튬이온전지 또는 리튬이차전지는 휴대폰, 노트북컴퓨터와 같은 IT 기기로부터 소형가전, 전동공구, 에너지저장시스템, 전기차까지 그 용도가 계속 확대되고 있다. 향후 지속가능한 사회의 구현을 위해서는 전기차, 수소차와 같은 친환경자동차 또는 태양전지, 풍력발전 등과 같은 신재생에너지의 보급이 확대될 것으로 기대되며 이에 따라서 전기차용 또는 신재생에너지의 간헐성 보완을 위한 에너지저장장치용 중대형 전지가 큰 주목을 받고 있다.

[0004] 전기차에 사용되는 대형전지의 경우 차량에 탑재할 수 있는 배터리 공간의 한계와 1회 충전으로 주행 가능한 항속거리를 늘리기 위해서 기존보다 높은 에너지밀도를 갖는 리튬이차전지의 개발이 요구되고 있다. 또한 전기차의 화재 위험성을 높이는 주 요인으로 배터리에 포함된 폭발성 유기전해액이 지목되고 있어 대형전지로 가게 되면서 전지의 안정성 확보뿐만 아니라 전지수명의 증가 측면에서 전해액을 포함하지 않으면서 향상된 성능을 갖는 차세대 리튬이차전지가 요구되고 있다.

[0005] 현재, 배터리에 사용되고 있는 유기전해액을 리튬이온전도성이 우수하면서 폭발위험성이 전혀 없는 전해질로 대체하려는 노력을 기울이고 있는데, 액체전해액의 대안으로서 고체전해질이 주목받고 있다. 고체전해질은 황화물 또는 산화물과 같은 세라믹계 고체전해질과 고분자계 고체전해질로 나눌 수 있는데, 이 중에서 황화물계 고체전해질은 액체전해액 수준의 리튬이온전도도를 나타냄과 동시에 상온에서 일축 가압 성형을 통해 비교적 고밀도의 박형 고체전해질을 제조 가능하다는 점에서 가장 많은 연구가 이루어지고 있다.

[0006] 일반적으로 리튬이차전지는 충전과정에서 양극에 있는 리튬이 전해질을 거쳐 음극으로 이동하게 되며, 방전과정에서는 음극에 있던 리튬이 다시 양극으로 되돌아 간다. 이러한 충/방전과정에서 양극과 음극은 리튬의 삽입(lithiation) 및 탈리(delithiation)로 인하여 부피 팽창 또는 수축이 발생하게 되며, 이 과정에서 전극 활물질 내에 미세균열(micro-crack)이 생성되거나 전극/전해질 계면 분리(delamination)가 발생할 수 있는데, 액체전해액은 전극 활물질의 부피변화로 인한 응력을 완화 또는 완충하는 역할과 전극 활물질에 균열이 발생하더라도 액체전해액 특유의 젖음성(wettability)으로 인하여 액체전해액이 균열을 채움으로써 충방전을 반복하더라도 전지의 성능을 일정하게 유지하는 역할을 하게 된다.

[0007] 한편, 전고체전지는 액체전해액을 고체전해질이 대체하고 있으며, 에너지밀도를 높이기 위해서 양극으로는 니켈 함량이 높은 리튬니켈망간산화물을, 음극으로는 리튬 금속을 사용하는 것이 일반적이고 최근에 와서는 음극이 없는 anode-free 전고체전지의 개발도 진행되고 있다. 상술한 소재 및 구조를 갖는 전고체전지는 충/방전 과정에서 발생하는 전극 활물질의 부피변화가 기존 리튬이차전지보다 매우 크며, 특히 anode-free 전고체전지의 경우, 음극의 부피변화가 상당하다. 또한 전고체전지는 전극 활물질의 부피변화를 완충하기 위한 액체전해액이 전혀 없기 때문에 방전 시 전극이 수축하는 과정에서 전극 활물질과 고체전해질 계면의 박리(delamination) 또는 공공(void)가 생겨나기 쉽고, 이로 인하여 전지의 저항이 증가하기 때문에 전지의 사이클 특성을 저하시키는 원인이 될 수 있다. 또한 니켈 함량이 높은 고 니켈계 양극활물질의 경우 충전과정에서 발생하는 비등방적인 부피변화로 인하여 균열이 생겨나기 쉽기 때문에 충전과정에서 생겨나는 응력을 적절하게 제어할 필요가 있다.

[0008] 따라서 전고체전지를 효율적으로 구동하기 위해서는 전고체전지를 수 MPa에서 수십 MPa 정도의 압력으로 가압한

상태에서 충방전을 진행하게 된다. 그러나, 가압 상태에서 전고체전지를 충전할 경우, 음극 활물질의 부피변화로 인하여 셀에 매우 큰 응력이 발생하게 되고, 응력은 충전 정도(state of charge)에 따라서 변화하기 때문에 전지 내부에 불균일한 압력 분포가 생겨날 수 있다. 또한 가압상태에서 전고체전지를 방전할 경우, 리튬 금속 전극이 음극 집전체로부터 탈리되면서 부피가 감소하므로 전고체전지에 균일하게 압력을 인가하는 것이 어렵다는 문제점이 있다. 특히 전고체전지를 고속으로 충전하거나 방전할 경우 전지에 가해지는 압력이 크게 변화하기 때문에 이러한 급격한 압력 변화 또는 불균일한 압력 분포는 전고체전지의 내구성에 불리하게 작용할 가능성이 높다.

[0009] 이차전지의 가압장치와 관련된 하기의 선행특허문헌에서, 특허문헌 1은 이차전지 셀의 전기화학 성능 평가 시 균일한 압력을 제공하기 위한 이차전지 셀 가압장치에 대해서 제시한 바 있다. 상기 특허문헌 1에서는 상부 플레이트와 하부 플레이트, 그리고 가이드바를 따라서 이동가능한 중부 플레이트로 구성된 가압장치를 고안하여 상부 플레이트에 연결된 볼트를 이용하여 중간 플레이트가 상하로 이동하면서 셀에 일정한 압력을 가할 수 있는 가압장치를 제시하였다. 다만 특허문헌 1은 이차전지셀을 구성하는 전극 및 전해질의 접촉 개선을 통한 용량유지를 향상과 충방전 중 열화로 인한 셀의 팽창을 방지하기 위하여 셀에 압력을 인가하는 기능에만 주목하고 있다.

[0010] 또한, 특허문헌 2에서는 이차전지 셀의 가압 지그를 제시하고 있는데 이 가압 지그는 한 쌍의 가압 플레이트와 잠금기구로 구성되며, 가압 플레이트의 한쪽 면은 상호 폴딩 가능하도록 힌지를 이용하여 결합하고, 가압 플레이트 사이에 이차전지셀을 배치한 뒤, 잠금기구를 이용하여 가압 플레이트를 고정함으로써 이차전지 셀을 가압할 수 있다. 특허문헌 2의 특징으로는 종래의 가압 지그가 주로 스테인리스 스틸과 같은 비중이 큰 금속으로 이루어져 있기 때문에 취급이 쉽지 않고 자동화 공정에 적용하기 곤란하다는 점을 지적하면서 셀 가압 지그의 일부를 금속이 아닌 폴리아세탈(POM) 재질로 이루어진 것을 특징으로 하는 셀 가압 지그를 제시하고 있다.

[0011] 한편 특허문헌 3에서는 전지 셀 및 전지 셀이 적층된 전지 셀 적층체를 포함하는 이차전지 조립체의 양면에 상기 이차전지 조립체의 두께 방향으로 압력을 가하는 가압 장치를 제시하고 있다. 특허문헌 3에서 제시하는 가압 장치는 한 쌍의 가압 플레이트 및 가압 플레이트를 연결하는 체결 볼트와 너트로 구성되며, 가압 플레이트 사이의 간격을 조절함으로써 이차전지 조립체에 압력을 인가할 수 있다. 한편 특허문헌 3은 압력 인가 시에 이차전지 셀이 파손되는 것을 방지하거나, 이차전지 조립체에 균일하게 압력을 전달하는 역할을 하는 부품으로서 고무 플레이트, 스티로폼, 스폰지와 같이 탄성을 갖는 완충 부재를 사용하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 1. 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0131004호
(특허문헌 0002) 2. 대한민국 공개특허공보 제10-2016-0056207호
(특허문헌 0003) 3. 대한민국 공개특허공보 제10-2013-0123762호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 전고체전지 가압 시 발생하는 문제점을 해결하기 위하여 고안한 것으로서, 본 발명의 목적은 전고체전지에 인가하는 압력을 조정하여 일정하고 균일하게 유지할 수 있는 전고체전지의 가압장치를 제공하는 것이다.

[0015] 또한, 본 발명의 목적은 충전 시 전극 활물질의 팽창으로 인한 응력을 완화하고, 방전 시 전극 활물질의 수축으로 인한 압력 손실을 제어함으로써 전고체전지에 항상 일정한 압력을 인가할 수 있는 가압장치를 제공하는 것이다.

[0016] 본 발명의 목적들은 이상의 것에 제한되지 않고, 이차전지의 가압장치로서 다양한 사례에 적용될 것이다.

과제의 해결 수단

[0018] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 수직적으로 배치된 복수의 가이드 하단에 고정되어 바닥을 지지하면서 상면에 전고체전지, 전고체전지 적층체, 전고체전지를 포함하는 파우치 케이스, 또는 전고체전지를 포함하는 지그의 안착면을 제공하는 하부 플레이트; 상기 복수의 가이드 상부에 고정되어 상기 하부 플레이트와 소정 간격으로 이격되어 있는 상부 플레이트; 상기 하부 플레이트와 상부 플레이트 사이에 배치되며, 상기 가이드를 따라 상하 방향으로 이동 가능한 중간 플레이트; 상기 복수의 가이드 외주면에 장착되어 중간 플레이트의 자유 낙하를 억제하는 제1스프링; 상기 상부 플레이트 내부 중앙에 삽입되고 상단은 상부 플레이트 상부로 노출되어 있는 가압볼트; 상기 상부 플레이트 내부 중앙에 가압볼트 하방으로 배치되는 압력전달치구; 상기 상부 플레이트 내부 중앙에 압력전달치구 하방으로 배치되는 제2스프링;을 포함하며, 상기 가압볼트는 상부 플레이트 내부 또는 별도의 상부 플레이트 커버 내부에 형성된 나사산에 나사 결합되며, 가압볼트를 회전하여 상부 플레이트 내부에서 상하 위치를 변화시킴으로써 압력전달치구와 제2스프링을 통해 상기 중간 플레이트를 상하로 이동시켜 중간 플레이트와 하부 플레이트 사이에 위치하게 되는 전고체전지에 균일한 압력을 인가하거나 해제하는 것을 특징으로 하는 전고체전지 가압장치를 제안한다.

[0019] 본 발명은 가압장치에 설치되어 압력이 가해진 채로 테스트되는 전고체전지의 충전 시 발생하는 셀의 부피 증가로 인한 압력 증가는 상기 제2스프링의 탄성력으로 완화시키고 전고체전지 방전 시 발생하는 셀의 부피 감소로 인한 압력 감소는 제2스프링의 복원력으로 완화시킴으로써 테스트되는 전고체전지의 충방전 과정의 부피 변화가 발생하더라도 전고체전지에 가해지는 실질적인 압력을 일정하게 유지한다.

[0020] 본 발명에 있어서, 상기 압력전달치구는 가압볼트와 접촉하는 상부 디스크와 제2스프링에 부분적으로 삽입되는 하부 원기둥을 포함할 수 있으며, 이 경우 상부 디스크는 가압볼트의 압력을 제2스프링에 전달하고 하부 원기둥은 제2스프링을 중간 플레이트의 중심에 고정하는 것이 바람직하다.

[0021] 또한, 본 발명에 있어서, 상기 중간 플레이트의 하면에는 테스트되는 전고체전지에 접촉한 채로 중간 플레이트를 통해 가해지는 압력을 전달하면서 전고체전지에 인가하는 압력을 측정 및 제어하기 위한 로드셀이 설치되는 것이 바람직하다.

[0022] 또한, 본 발명에 있어서, 상기 중간 플레이트는 모서리 부위에 통과홀이 형성되어 상기 가이드가 삽입되고, 통과홀 내면과 가이드 외주면 사이에는 베어링이 설치되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따른 전고체전지 가압장치는 전고체전지에 편리하게 압력을 인가할 수 있을 뿐만 아니라 기존의 이차전지 가압장치에 비해 충방전 과정에서의 전극 부피변화에 기인하는 응력을 제어 가능하므로 전고체전지에 인가하는 압력을 일정하게 유지하는 기능을 제공할 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명에 따르면 전고체전지 가압장치를 이용함으로써 사이클 특성이 향상된 전고체전지를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전고체전지용 가압장치를 보인 사시도

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전고체전지용 가압장치의 단면 모식도

도 3a 및 3b는 실제 제작된 가압장치 사진

도 4a 및 4b는 가압장치에 전고체전지를 장착하고 압력을 가한 상태로 충방전 테스트를 진행하는 사진

도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 전고체전지 충방전 시간에 따른 셀 전압과 셀 압력과의 관계를 나타내는 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명은 전고체전지 가압장치로서 충전 시 전극 활물질의 팽창으로 인한 응력을 완화하고 방전 시 전극 활물질의 수축으로 인한 압력 손실을 제어함으로써 전고체전지에 항상 일정한 압력을 인가할 수 있는 가압장치를 제안한다.
- [0029] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전고체전지용 가압장치의 기술적 구성과 기능 및 동작에 대해 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명은 설명한 실시예에 한정되지 않고 후술하는 특허청구범위의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 구체화될 수도 있다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전고체전지용 가압장치를 보인 사시도이고, 도 2는 가압장치의 단면 모식도이다.
- [0031] 도시된 바에 따르면, 전고체전지용 가압장치는 하부 플레이트(100), 가이드(200), 중간 플레이트(400), 상부 플레이트(500), 상부 플레이트 커버(600), 가압볼트(700), 로드셀(800)을 포함하며, 전체적으로 볼 때 상부에 가압 기구가 배치되고 내부 중앙에는 전고체전지가 배치될 수 있는 개방 공간이 마련되어 있다.
- [0032] 하부 플레이트와 상부 플레이트는 복수의 가이드에 의해 수직적 및 수평적으로 위치가 고정된다. 반면, 중간 플레이트는 가이드 통과공을 구비하여 가이드의 수직축을 따라 상하 방향으로 이동 가능하며, 가이드 외주면에 장착된 제1스프링 및 압력전달지구 하방에 위치한 제2스프링을 통해 수직적 위치가 결정될 수 있다.
- [0033] 상기 하부 플레이트(100)는 바닥면에 밀착하여 가압장치를 하방에서 지지하는 베이스에 해당하며, 하부 플레이트 상면에는 전고체전지, 전고체전지 적층체, 전고체전지 또는 전고체전지 적층체를 포함하는 파우치 케이스, 전고체전지 또는 전고체전지 적층체를 포함하는 지그 등이 위치할 수 있다. 이를 위하여 하부 플레이트 중앙에는 전고체전지, 전고체전지 적층체, 파우치 케이스, 지그 등의 하면이 안정적으로 접촉하도록 안착홈이 형성될 수 있다.
- [0034] 상기 중간 플레이트(400)은 전고체전지 등에 직접 압력을 가하는 수단으로서, 상부 플레이트와 하부 플레이트 사이에서 상기 가이드(200)를 따라 상하로 이동 가능하도록 설치된다. 중간 플레이트(400)는 플레이트의 모서리 부위에 복수의 통과홀이 형성되어 복수의 가이드(200)가 통과된 채로 결합되고 가이드를 따라서 수직 방향으로 이동하게 된다. 중간 플레이트(400)의 하면에는 전고체전지에 접촉한 채로 중간 플레이트를 통해 가해지는 압력을 전달하면서 전고체전지에 인가하는 압력을 측정 및 제어하기 위한 로드셀(800)이 설치되는 것이 바람직하다.
- [0035] 상기 가이드(200)는 수직적으로 배치되어 상부 플레이트(500), 중간 플레이트(400), 하부 플레이트(100)를 체결하여 수평적인 위치를 고정하는 기둥이며, 가이드의 외주면에 제1스프링(300)이 장착되어 있다. 제1스프링(300)은 중간 플레이트(400)가 자연 하강하는 것을 방지함으로써 하부 플레이트(100)와 중간 플레이트(400) 사이에 전고체전지 등을 설치하기 위한 공간을 확보할 수 있다. 제1스프링(300)은 전고체전지 가압을 위하여 중간 플레이트를 하강시킬 때 중간 플레이트의 하강에 방해가 되지 않을 정도의 탄성을 갖는 것이 바람직하다.
- [0036] 상기 상부 플레이트(500)는 상부에 상부 플레이트 커버(600)가 배치되고 내부 중앙에는 가압볼트(700)가 삽입되어 상부로 노출되어 있으며, 또한 내부 중앙에 전고체전지 가압을 위한 압력전달지구(900) 및 제2스프링(910)이 설치되는 공간을 제공한다.
- [0037] 상기 가압볼트(700)는 상기 상부 플레이트 커버(600)와 상기 상부 플레이트(500) 내부 중앙의 동심원 중심에 배치되며, 가압볼트를 회전시킴으로써 압력전달지구의 수직 위치를 변화시키고 제2스프링을 매개로 중간 플레이트(400)를 상하 방향으로 이동시켜 중간 플레이트(400)와 하부 플레이트(100) 사이에 위치하게 되는 전고체전지(미도시)에 압력을 인가할 수 있다.
- [0038] 가압볼트(700)는 상부 플레이트 내부 또는 별도로 설치되는 상부 플레이트 커버(600) 내부 중앙에 형성된 나사산에 나사 결합되며, 가압볼트를 회전시키면 상부 플레이트 커버 내부에서 상하로 이동하면서 압력전달지구를 수직 방향으로 이동시켜 중간 플레이트에 압력을 전달하거나 해제한다.
- [0039] 도 2를 참조하여 가압장치의 동작을 설명하면, 예를 들어 가압볼트(700)를 시계방향으로 회전시킴에 따라 가압볼트가 하강하게 되고, 가압볼트와 접촉하고 있는 압력전달지구(900)가 하강하면서 제2스프링(910)의 상부를 가압하게 된다. 가압볼트의 하강에 따른 압력은 최종적으로 중간 플레이트(400)에 전달된다. 여기서 압력전달지구(900)는 상기 가압볼트(700)의 가압 면적을 확대하고 가압력을 균일하게 제2스프링 2(910)에 전달하는 역할을 한다. 이를 위하여 압력전달지구(900)는 가압볼트와 접촉하는 상부 디스크(902)와 제2스프링에 부분적으로 삽입

되는 하부 원기둥(904)을 포함할 수 있으며 상부 디스크와 하부 원기둥은 일체적으로 형성하는 것이 바람직하다. 상부 디스크는 가압볼트의 압력을 제2스프링에 전달하는 역할을 하며, 하부 원기둥은 제2스프링을 중간 플레이트의 중심에 고정하는 기능을 수행한다.

- [0040] 상기 제2스프링은 상부 플레이트 내부에서 가압볼트와 압력전달치구를 통해 전달되는 압력을 아래의 중간 플레이트에 전달하는 역할을 수행하면서, 후술하는 바와 같이 압력을 받게 되는 전고체전지의 충방전 시 부피 변화를 탄성적으로 수용함으로써 전고체전지의 부피 변화에 기인하여 전고체전지가 받게 되는 실질적인 압력이 변화되는 것을 방지한다.
- [0041] 상부 플레이트(500)의 내경, 압력전달치구(900)의 외경, 제2스프링 2(910)의 외경은 전고체전지에 인가하는 가압력에 따라서 조절할 수 있으며, 상부 플레이트(500)의 내경이 클수록 전고체전지에 더 큰 가압력을 인가할 수 있다.
- [0042] 압력전달치구(900)와 상부 플레이트(500)의 내면의 유격은 0.15mm에서 0.25mm 사이의 값을 갖는 것이 바람직하다. 유격이 너무 작을 경우, 압력전달치구가 상부 플레이트 내면에 접촉하여 마모가 발생할 수 있고, 유격이 너무 클 경우, 가압볼트의 압력을 균일하게 전달하기 어렵다. 또한 압력전달치구의 하부 원기둥은 제2스프링을 안정적으로 고정하기 위해서 하부 원기둥과 제2스프링의 유격은 0.15mm에서 0.25mm 사이의 값을 갖는 것이 바람직하다. 유격이 너무 작을 경우, 압력전달치구와 제2스프링이 접촉하여 마모가 발생할 수 있고, 유격이 너무 클 경우 제2스프링이 상부 플레이트 내부에서 움직일 수 있어 균일한 압력 전달에 불리할 수 있다.
- [0043] 또한, 중간 플레이트(400)은 전고체전지 가압, 감압 시, 또는 전고체전지 충, 방전 중에 상하로 자유롭게 이동해야 하므로 중간 플레이트(400)과 가이드(200)가 통과하는 홀에 베어링(920)이 설치되는 것이 바람직하다.
- [0044] 한편, 하부 플레이트(100)과 로드셀(800)은 전고체전지에 직접 접촉할 수 있기 때문에 전고체전지와 전기적 절연성을 확보하기 위해 절연물질로 코팅하거나 또는 하부 플레이트 및 로드셀 사이에 절연물질을 삽입하는 것이 바람직하다.
- [0045] 본 발명에서 제안하는 전고체전지 가압장치는 가압볼트(700)를 회전하여 생겨나는 가압력을 상기 압력전달치구(900)과 제2스프링(910)을 통하여 중간 플레이트(400)에 전달하여 전고체전지 충방전 시 일정한 압력을 인가할 수 있다.
- [0046] 또한 전고체전지 충전 시 발생하는 셀의 부피 증가로 인한 압력 증가를 제2스프링의 탄성력을 이용하여 완화함으로써 셀에 인가되는 압력을 일정하게 유지할 수 있다. 반대로 전고체전지 방전 시 발생하는 셀의 부피 감소로 인한 압력 감소는 제2스프링의 복원력을 이용하여 완화함으로써 셀에 인가되는 압력을 역시 일정하게 유지할 수 있다.
- [0047] 이와 같은 압력 전달 메커니즘을 통해 본 발명은 전고체전지 충방전 과정 중 셀에 항상 일정한 압력을 인가할 수 있는 압력장치를 제공할 수 있으며, 이로 인하여 전극과 고체전해질 계면에서 생겨나는 탈리 또는 보이드 발생을 억제함으로써 셀의 접촉저항을 개선시킬 수 있다.
- [0048] 도 3a 및 3b는 실제 제작된 가압장치를 보이고 있고, 도 4a 및 4b는 가압장치에 전고체전지를 장착하고 압력을 가한 상태로 충방전 테스트를 진행하는 모습을 보이고 있다.
- [0049] 제작된 가압장치에 전고체전지를 장착하고 충방전에 따른 충방전 시간에 따른 셀 전압과 셀 압력과의 관계를 테스트하여, 도 5 및 6에 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 결과 그래프를 나타내었다.
- [0050] 전고체전지를 가압장치에 장착하고 각각 5MPa 및 20MPa의 압력으로 가압한 뒤 충방전을 진행한 결과, 가압장치에 제2스프링을 적용하지 않은 비교예의 경우 전고체전지를 충전할 때 초기 인가 압력보다 52%(5MPa) 및 15%(20MPa) 압력이 증가하였다. 반면 본 발명에서 제공하는 압력장치를 이용한 실시예에 따르면, 인가압력이 충방전과정에서 거의 변화하지 않았다.
- [0051] 이상에서 바람직한 실시예를 통하여 본 발명을 예시적으로 설명하였으나, 본 발명은 이와 같은 특정 실시예에만 한정되는 것은 아니며 본 발명에서 제시한 기술적 사상, 구체적으로는 특허청구범위에 기재된 범주 내에서 다양한 형태로 수정, 변경, 또는 개선될 수 있을 것이다.

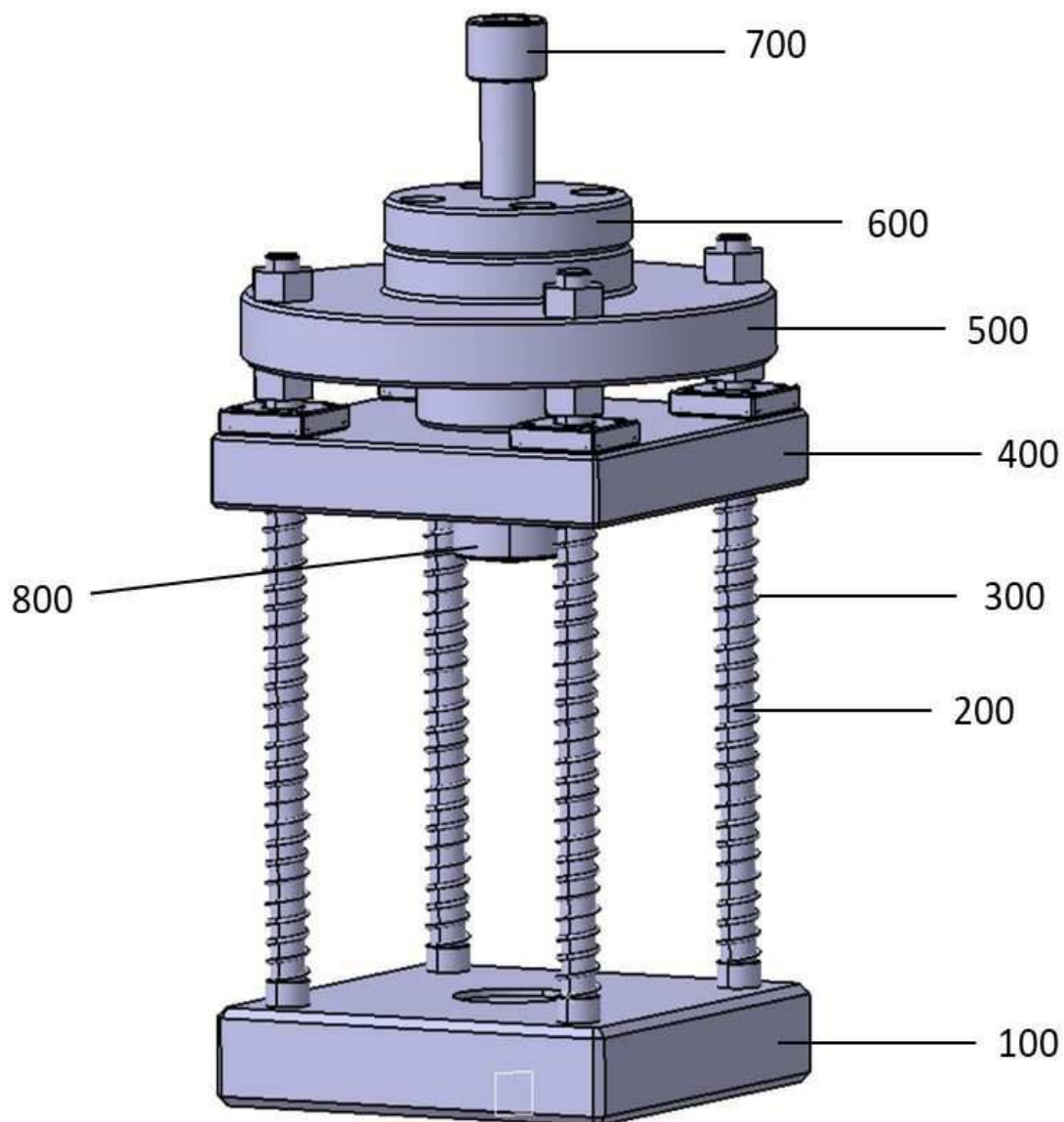
부호의 설명

[0053]

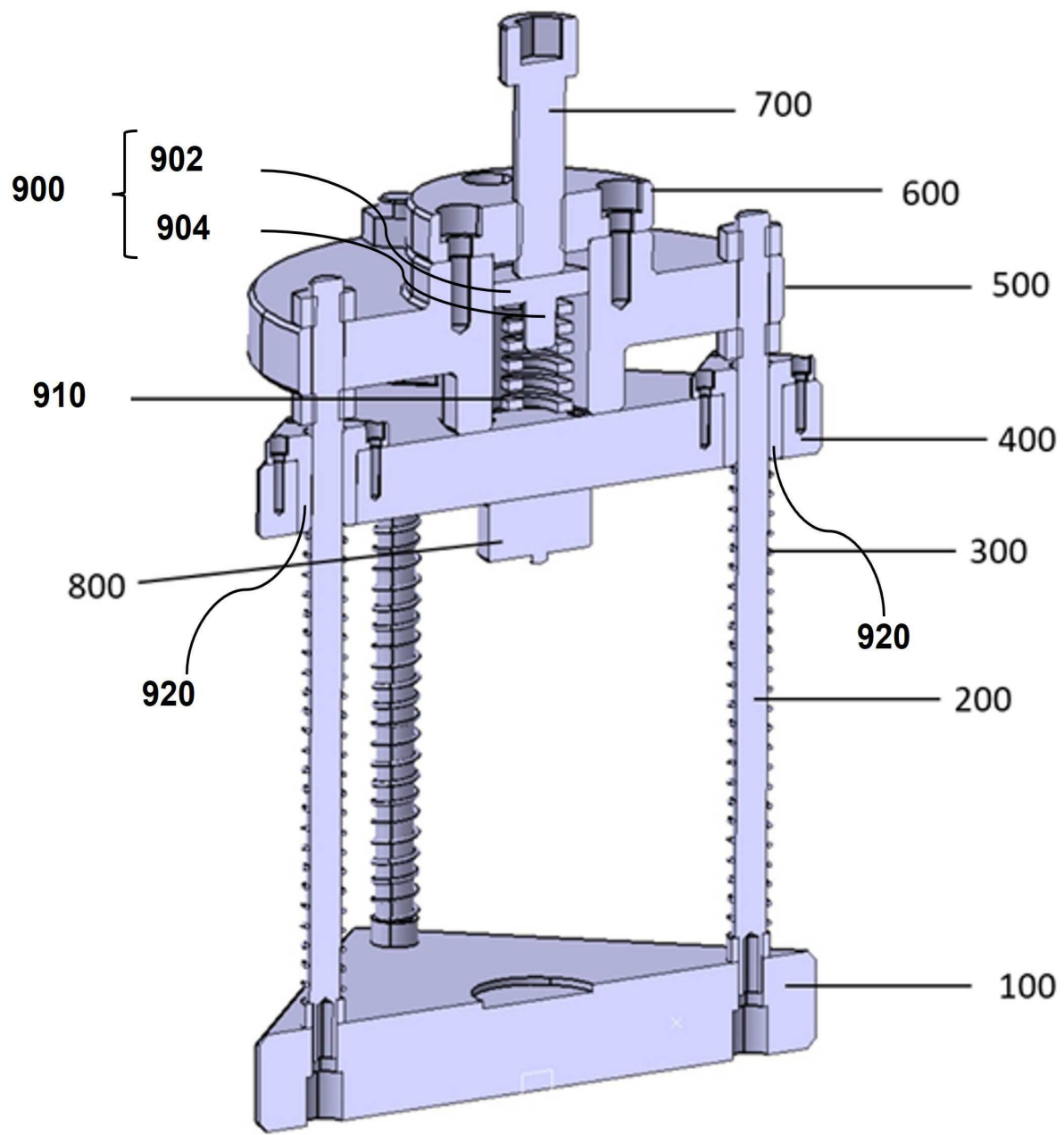
100: 하부 플레이트 200: 가이드
300: 제1스프링 1 400: 중간 플레이트
500: 상부 플레이트 600: 상부 플레이트 커버
700: 가압볼트 800: 로드셀
900: 압력전달치구 902: 상부 디스크
904: 하부 원기둥 910: 제2스프링
920: 베어링

도면

도면1



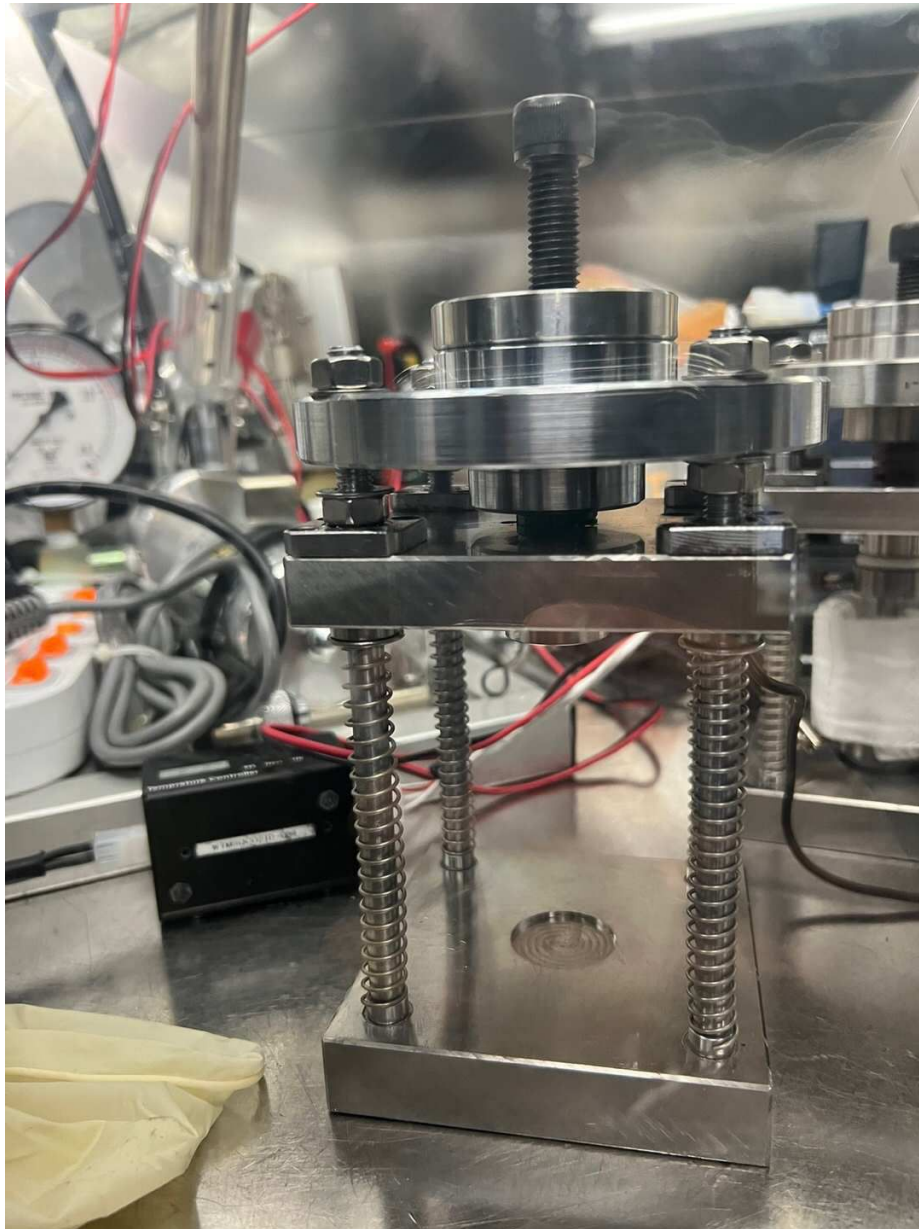
도면2



도면3a



도면3b



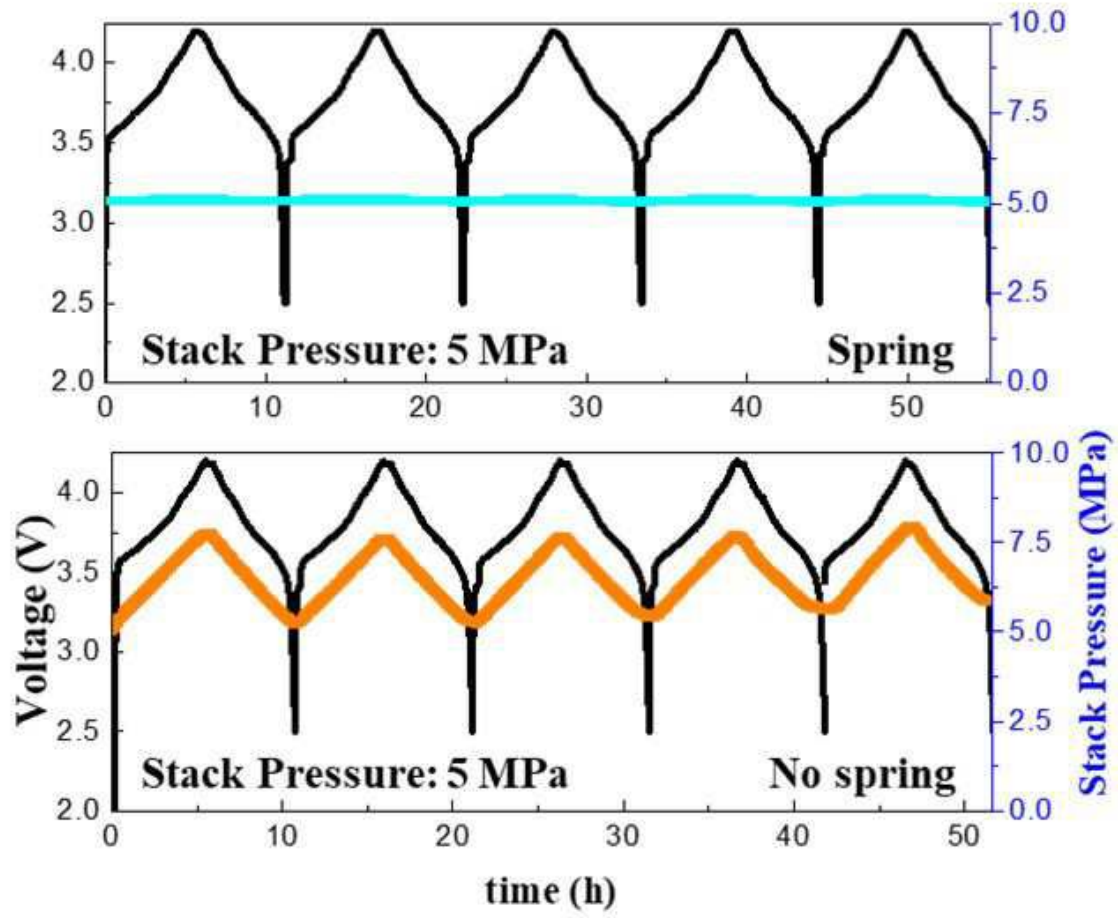
도면4a



도면4b



도면5



도면6

