(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0062794
(43) 공개일자 2020년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/24 (2016.01) *H01M 8/04537* (2016.01)
H01M 8/04858 (2016.01) *H01M 8/18* (2015.01)
H01M 8/2455 (2016.01) *H02J 7/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/2459 (2016.02)
H01M 8/04559 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0148635
(22) 출원일자 2018년11월27일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
롯데케미칼 주식회사
서울특별시 송파구 올림픽로 300 (신천동)
(72) 발명자
장현석
대전광역시 유성구 가정북로 115(장동)
김대식
대전광역시 유성구 가정북로 115(장동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 티앤아이

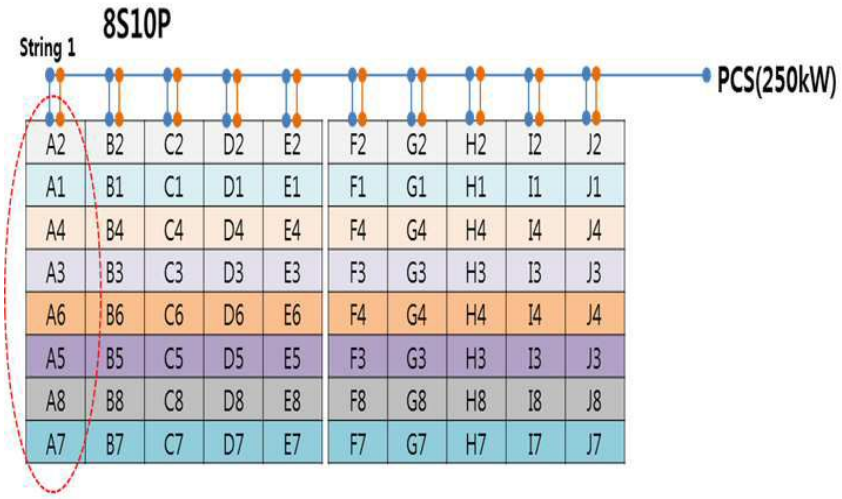
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **전압 밸런싱 회로를 포함하며, 션트 전류를 감소시킨 레독스 흐름 전지 시스템**

(57) 요 약

본 명세서는 션트 전류를 감소시킬 수 있는 레독스 흐름 전지 시스템을 개시한다. 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템은 K개의 단위 전지 모듈; 및 상기 K개의 단위 전지 모듈에 각각 전해액을 공급하는 전해액 탱크;를 포함하는 전력 저장 시스템으로서, 상기 각 단위 전지 모듈은 M개의 단위 전지 스택을 포함하고, 상기 각 단위 전지 스택은 캐소드, 애노드 및 분리막을 포함한 N개의 단위 레독스 흐름 전지(Redox Flow Battery, RFB)셀을 포함하고, 상기 단위 전지 스택 중 전해액을 공유하지 않는 단위 전지 스택끼리 전기적으로 직렬로 연결된 전지 스트링을 구성할 수 있다.

대 표 도 - 도5



(52) CPC특허분류
H01M 8/04873 (2013.01)
H01M 8/188 (2013.01)
H01M 8/2455 (2013.01)
H02J 7/0019 (2013.01)
(72) 발명자
곽은식
대전광역시 유성구 가정북로 115(장동)
심규철
대전광역시 유성구 가정북로 115(장동)
이슬기
대전광역시 유성구 가정북로 115(장동)
최은미
대전광역시 유성구 가정북로 115(장동)

명 세 서

청구범위

청구항 1

K개의 단위 전지 모듈; 및

상기 K개의 단위 전지 모듈에 각각 전해액을 공급하는 전해액 탱크;를 포함하는 전력 저장 시스템으로서,

상기 각 단위 전지 모듈은 M개의 단위 전지 스택을 포함하고,

상기 각 단위 전지 스택은 캐소드, 애노드 및 분리막을 포함한 N개의 단위 레독스 흐름 전지(Redox Flow Battery, RFB)셀을 포함하고,

상기 단위 전지 스택 중 전해액을 공유하지 않는 단위 전지 스택끼리 전기적으로 직렬로 연결된 전지 스트링을 구성하는 것을 특징으로 하는 전력 저장 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 전지 스트링은, 상기 각각의 단위 전지 모듈에서 선택된 각 1개의 단위 전지 스택끼리 전기적으로 직렬로 연결된 M개의 전지 스트링인 것을 특징으로 하는 전력 저장 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 각 전지 스트링은, 각 단위 전지 모듈 내 동일 위치를 가진 전지 스택간 전기적 결선으로 구성된 것을 특징으로 하는 전력 저장 시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

각 전지 스트링에 포함된 단위 전지 스택의 전압을 측정하여 각 전지 스트링의 전압 밸런싱을 제어하는 전압 밸런싱 기기;를 더 포함하는 전력 저장 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 전압 밸런싱 기기는,

보조전원 배터리;

밸런싱 제어 신호에 의해 상기 보조전원 배터리와 상기 전지 스트링에 포함된 K개의 단위 전지 스택 중 적어도 어느 하나의 단위 전지 스택을 전기적으로 연결하는 밸런싱 연결부; 및

상기 전지 스트링에 포함된 단위 전지 스택의 전압을 모니터링하고, 전압 밸런싱이 필요한 단위 전지 스택에 해당하는 상기 밸런싱 연결부에 제어 신호를 출력하는 밸런싱 제어부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 저장 시스템.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 전압 밸런싱 기기는,

단위 전지 스택의 양단 사이에 연결된 방전 저항;

상기 단위 전지 스택과 방전 저항과 사이에 연결되어 제어 신호에 의해 동작하는 스위칭 소자; 및

상기 전지 스트링에 포함된 단위 전지 스택의 전압을 모니터링하고, 전압 밸런싱이 필요한 단위 전지 스택에 해당하는 스위칭 소자에 제어 신호를 출력하는 밸런싱 제어부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 저장 시스템.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 전압 밸런싱 기기는,

단위 전지 스택의 양단 사이에 연결된 방전 저항;

상기 단위 전지 스택과 방전 저항과 사이에 연결되어 제어 신호에 의해 동작하는 스위칭 소자; 및

상기 전지 스트링에 포함된 단위 전지 스택의 전압을 모니터링하고, 전압 밸런싱이 필요한 단위 전지 스택에 해당하는 스위칭 소자에 제어 신호를 출력하는 밸런싱 제어부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 저장 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 레독스 흐름 전지에 관한 것이며, 보다 상세하게는 다수의 레독스 흐름 전지 셀로 구성된 레독스 흐름 전지 스택 사이에서 션트 전류로 인한 손실을 방지할 수 있는 스택 구성 및 전압 불균형을 해소할 수 있는 전압 밸런싱 회로에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재 ESS(Energy Storage System)를 위한 다양한 2차 전지(secondary battery)들이 연구되고 있다. 2차 전지들 중 리튬-이온 배터리가 가장 상업화 되어있으나 아직 안정성 및 수명 측면에서 불완전한 상태이다. 그래서 레독스 흐름 전지(Redox Flow Battery, RFB)등의 다른 형태의 2차 전지의 개발이 활발하게 진행 중에 있다. RFB는 두 물질 사이의 산화-환원 반응을 이용한 것으로 그 중 아연-브롬 흐름 전지(Zn-Br flow battery)는 아연과 브롬 사이의 산화-환원 반응을 기반으로 한 전지로서, 출력 및 용량 자율도, 가격 등의 장점을 가진다.

[0003] 도 1은 전지 스택 내 화학반응의 참고도이다.

[0004] 도 1을 참조하면, 아연-브롬 흐름 전지는 분리막을 사이에 두고 아래 반응식과 같이 캐소드(캐소드전해액)과 애노드(애노드전해액)에서 화학반응이 발생한다.

[0005] 애노드 : $Zn^{2+} + 2e^{-} \leftrightarrow Zn$ (-0.77V)

[0006] 캐소드 : $2Br^{-} \leftrightarrow Br_2 + 2e^{-}$ (+1.08V)

[0007] 상기 반응이 일어나는 단위 셀에서는 충전 및 방전 상태에 따라 약 1.2 ~ 1.85V의 전압이 발생하는 바, 필요한 전압을 얻기 위해 다수의 단위 셀을 직렬로 연결한 전지 스택(Stack)을 구성한다. 상기 전지 스택은 약 100~120V의 출력 전압을 얻기 위하여 약 60~100개의 단위 셀이 직렬로 연결할 수 있다. 또한, 대용량의 ESS를 구성하기 상기 전지 스택을 다시 직렬로 연결하여 요구되는 고전압을 얻을 수 있다.

[0008] 한편, 전류가 흐를 수 있는 전해액의 화학반응을 기초로 하는 RFB에서 션트 전류(shunt current)는 필수 불가결한 존재이다. 션트 전류의 크기는 전해액이 흐르는 경로의 길이 및 단면적에 따라 달라지며, 전해액은 셀(cell) 내부의 채널(channel)과 셀이 직렬로 융착하며 생기는 유입경로인 매니폴드(manifold)와 시스템을 구성하는 파이프를 경로로 흐르며 션트 전류가 발생하게 된다.

[0009] 따라서, 상기 션트 전류로 인한 에너지 손실이 발생하며, 이를 감소시킬 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2018-0105937호 (2018.10.01)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 명세서는 션트 전류를 감소시킬 수 있는 레독스 흐름 전지를 제공하는 것을 목적으로 한다. 나아가, 레독스 흐름 전지 스택 사이에 발생하는 전압 불균형을 효율적으로 해소할 수 있는 회로를 제공하는 것을 추가 목적으로 한다.

[0012] 본 명세서는 상기 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템은 K개의 단위 전지 모듈; 및 상기 K개의 단위 전지 모듈에 각각 전해액을 공급하는 전해액 탱크;를 포함하는 전력 저장 시스템으로서, 상기 각 단위 전지 모듈은 M개의 단위 전지 스택을 포함하고, 상기 각 단위 전지 스택은 캐소드, 애노드 및 분리막을 포함한 N개의 단위 레독스 흐름 전지(Redox Flow Battery, RFB)셀을 포함하고, 상기 단위 전지 스택 중 전해액을 공유하지 않는 단위 전지 스택끼리 전기적으로 직렬로 연결된 전지 스트링을 구성할 수 있다.

[0014] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 전지 스트링은 상기 각각의 단위 전지 모듈에서 선택된 각 1개의 단위 전지 스택끼리 전기적으로 직렬로 연결된 M개의 전지 스트링일 수 있다.

[0015] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 각 전지 스트링은 각 단위 전지 모듈 내 동일 위치를 가진 전지 스택간 전기적 결선으로 구성될 수 있다.

[0016] 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템은, 각 전지 스트링에 포함된 단위 전지 스택의 전압을 측정하여 각 전지 스트링의 전압 밸런싱을 제어하는 전압 밸런싱 기기;를 더 포함할 수 있다.

[0017] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 전압 밸런싱 기기는 보조전원 배터리; 밸런싱 제어 신호에 의해 상기 보조전원 배터리와 상기 전지 스트링에 포함된 K개의 단위 전지 스택 중 적어도 어느 하나의 단위 전지 스택을 전기적으로 연결하는 밸런싱 연결부; 및 상기 전지 스트링에 포함된 단위 전지 스택의 전압을 모니터링하고, 전압 밸런싱이 필요한 단위 전지 스택에 해당하는 상기 밸런싱 연결부에 제어 신호를 출력하는 밸런싱 제어부;를 더 포함할 수 있다.

[0018] 본 명세서의 다른 실시예에 따르면, 상기 전압 밸런싱 기기는 단위 전지 스택의 양단 사이에 연결된 방전 저항; 상기 단위 전지 스택과 방전 저항과 사이에 연결되어 제어 신호에 의해 동작하는 스위칭 소자; 및 상기 전지 스트링에 포함된 단위 전지 스택의 전압을 모니터링하고, 전압 밸런싱이 필요한 단위 전지 스택에 해당하는 스위칭 소자에 제어 신호를 출력하는 밸런싱 제어부;를 더 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 기타 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0020] 본 명세서의 일 측면에 따르면, 션트 전류를 감소시켜 불필요한 에너지 손실을 방지할 수 있다.

[0021] 본 명세서의 다른 측면에 따르면, 전지 스택 사이에 전압 불균형을 해서하여 전력 저장 시스템의 충방전 효율을 향상시킬 수 있다.

[0022] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 전지 스택 내 화학반응의 참고도이다.

도 2는 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템의 예시도이다.

도 3은 본 명세서에 따른 단위 전지 모듈의 예시도이다.

도 4는 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템의 물리적 구성을 간략하게 도시한 예시도이다.

도 5는 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템의 전기적 연결 구성에 대한 예시도이다.

도 6은 전압 밸런싱 기기의 예시 회로도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 명세서에 개시된 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 명세서가 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 명세서의 개시가 완전하도록 하고, 본 명세서가 속하는 기술 분야의 통상의 기술자(이하 '당업자')에게 본 명세서의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 명세서의 권리 범위는 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0025] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 명세서의 권리 범위를 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 구성요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 비록 "제1", "제2" 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

[0026] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 명세서가 속하는 기술분야의 통상의 기술자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0027] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 구성요소와 다른 구성요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 구성요소들의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들어, 도면에 도시되어 있는 구성요소를 뒤집을 경우, 다른 구성요소의 "아래(below)"또는 "아래(beneath)"로 기술된 구성요소는 다른 구성요소의 "위(above)"에 놓일 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 구성요소는 다른 방향으로도 배향될 수 있으며, 이에 따라 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.

[0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

[0029] 도 2는 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템의 예시도이다.

[0030] 도 3은 본 명세서에 따른 단위 전지 모듈의 예시도이다.

[0031] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템(100)은 K개의 단위 전지 모듈(110) 및 상기 K개의 단위 전지 모듈에 각각 전해액을 공급하는 전해액 탱크(112)를 포함할 수 있다.

[0032] 상기 각 단위 전지 모듈(110)은 M개의 단위 전지 스택(111)을 포함할 수 있다.

[0033] 상기 각 단위 전지 스택(111)은 캐소드, 애노드 및 분리막을 포함한 N개의 단위 레독스 흐름 전지(Redox Flow Battery, RFB)셀을 포함할 수 있다.

[0034] 상기 레독스 흐름 전지 셀에 대해서는 도 1을 참조하여 설명하였으며, 당업자에게 널리 알려진 기술이므로 상세한 설명은 생략하도록 한다.

[0035] 상기 K, M, N은 자연수로서, 상기 K, M, N은 요구되는 충방전 용량, 출력 전압 등에 의해 다양하게 설정될 수 있다. 본 명세서에서는 설명의 편의를 위해 10개의 단위 전지 스택으로 단위 전지 모듈을 구성하고, 8개의 단위

전지 모듈로 구성된 전력 저장 시스템을 중심으로 설명하도록 하겠다. 그러나 본 발명이 본 명세서에 기재된 예시에 의해 제한되지 않으며, 다양한 변경 및 설정이 가능함을 다시 한번 강조한다.

[0036] 도 4는 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템의 물리적 구성을 간략하게 도시한 예시도이다.

[0037] 도 4를 참조하면, 'A~J'는 각 단위 전지 모듈(110)에 포함된 단위 전지 스택(111)을 구분하기 위한 기호이며, '1~8'은 전력 저장 시스템(100)에 포함된 단위 전지 모듈(110)을 구분하기 위한 기호이다. 따라서 기호 'A1'은 1번 단위 전지 모듈에 포함된 첫번째 단위 전지 스택이라는 의미이다. 그리고 'Tank 1~ Tank 8'은 1번 단위 전지 모듈부터 8번 단위 전지 모듈에 각각 전해액을 공급하는 전해액 탱크를 의미한다. 단, 도 4에 도시된 예시에서 상기 단위 전지 스택에 부여된 번호는 이해의 편의를 위한 구분기호에 불과하며, 반드시 해당 전지 스택의 순서 또는 위치를 제한하는 것은 아니다. 즉, 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템(100)에 포함된 각 단위 전지 모듈(110)은 서로 분리된 전해액 탱크로부터 각각 전해액을 공급받는다.

[0038] 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템(100)은 션트 전류를 감소하기 위해 상기 단위 전지 스택 중 전해액을 공유하지 않는 단위 전지 스택끼리 전기적으로 직렬로 연결된 전지 스트링을 구성할 수 있다.

[0039] 도 5는 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템의 전기적 연결 구성에 대한 예시도이다.

[0040] 도 5를 참조하면, 전력 저장 시스템(100)에 포함된 80개의 전지 스택(111)을 확인할 수 있다. 상기 도시된 전지 스택 중 세로 방향으로 배열된 전지 스택들은 전기적으로 직렬로 연결되며 1개의 전지 스트링을 구성하고, 각 전지 스트링은 상호 병렬로 연결된다(8S10P).

[0041] 상기 전지 스트링은 상기 각각의 단위 전지 모듈(110)에서 선택된 각 1개의 단위 전지 스택끼리 전기적으로 직렬로 연결된 M개의 전지 스트링이 될 수 있다. 즉, 한 개의 전지 스택은 한 개의 전지 스트링에만 포함되며, 2이상의 전지 스트링에 중복 연결되지 않는다.

[0042] 이 때, 상기 각 전지 스트링은 각 단위 전지 모듈 내 동일 위치를 가진 전지 스택으로 구성될 수 있다. 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 전지 스트링은 각 전지 모듈(110)에 포함된 'A'번째 전지 스택으로만 구성된 전지 스트링이다. 제2 전지 스트링은 각 전지 모듈(110)에 포함된 'B'번째 전지 스택으로만 구성된 전지 스트링이고, 제3 전지 스트링은 각 전지 모듈(110)에 포함된 'C'번째 전지 스택으로만 구성된 전지 스트링이고, 제4 전지 스트링은 각 전지 모듈(110)에 포함된 'D'번째 전지 스택으로만 구성된 전지 스트링이고, 제5 전지 스트링은 각 전지 모듈(110)에 포함된 'E'번째 전지 스택으로만 구성된 전지 스트링이고, 제6 전지 스트링은 각 전지 모듈(110)에 포함된 'F'번째 전지 스택으로만 구성된 전지 스트링이고, 제7 전지 스트링은 각 전지 모듈(110)에 포함된 'G'번째 전지 스택으로만 구성된 전지 스트링이고, 제8 전지 스트링은 각 전지 모듈(110)에 포함된 'H'번째 전지 스택으로만 구성된 전지 스트링이고, 제9 전지 스트링은 각 전지 모듈(110)에 포함된 'I'번째 전지 스택으로만 구성된 전지 스트링이고, 제10 전지 스트링은 각 전지 모듈(110)에 포함된 'J'번째 전지 스택으로만 구성된 전지 스트링이다.

[0043] 각 전지 스트링 내 직렬로 연결되는 전지 스택 사이의 순서는 각 전지 스택이 위치한 물리적 거리를 고려하여 인접한 전지 스택끼리 순서대로 연결되도록 할 수 있다.

[0044] 본 명세서에 따른 전지 스트링의 구성을 통해 매니폴더(Manifold)와 파이프로 발생하는 션트 전류를 최소화할 수 있다. 즉, 각 전해액 탱크에서 공급되는 같은 전해액을 사용하는 단위 전지 스택들 사이의 전기적인 연결을 회피하여 전해액 공유로 인해 발생하는 션트 전류의 발생을 최소화할 수 있다.

[0045] 다만, 본 명세서에 따라 서로 다른 단위 전지 모듈에서 선택된 전지 스택끼리 전지 스트링을 구성하다 보니, 전지 스트링 내 전지 스택 사이에 전압 불균형이 심화될 수 있다.

[0046] 따라서 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템(100)은 각 전지 스트링에 포함된 단위 전지 스택의 전압을 측정하여 각 전지 스트링의 전압 밸런싱을 제어하는 전압 밸런싱 기기를 더 포함할 수 있다.

[0047] 상기 전압 밸런싱 기기는 2가지 방식으로 전압 밸런싱을 조정할 수 있다. 하나는 다른 전지 스택의 전압보다 상대적으로 낮은 전지 스택의 전압을 높여주는 방식(Active Balancing)과 다른 하나는 다른 전지 스택의 전압보다 상대적으로 높은 전지 스택의 전압을 낮춰주는 방식(Passive Balancing)이다.

[0048] 도 6은 전압 밸런싱 기기의 예시 회로도이다.

[0049] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 전압 밸런싱 기기는 보조전원 배터리, 밸런싱 제어 신호에 의해 상기 보조전원 배터리와 상기 전지 스트링에 포함된 K개의 단위 전지 스택 중 적어도 어느 하나의 단위 전지 스택을 전

기적으로 연결하는 밸런싱 연결부 및 상기 전지 스트링에 포함된 단위 전지 스택의 전압을 모니터링하고, 전압 밸런싱이 필요한 단위 전지 스택에 해당하는 상기 밸런싱 연결부에 제어 신호를 출력하는 밸런싱 제어부를 더 포함할 수 있다. 상기 전압 밸런싱 기기는 전력 저장 시스템의 대기모드, 충전모드 및 방전모드에 사용될 수 있다.

[0050] 본 명세서의 다른 실시예에 따르면, 상기 전압 밸런싱 기기는 단위 전지 스택의 양단 사이에 연결된 방전 저항, 상기 단위 전지 스택과 방전 저항과 사이에 연결되어 제어 신호에 의해 동작하는 스위칭 소자 및 상기 전지 스트링에 포함된 단위 전지 스택의 전압을 모니터링하고, 전압 밸런싱이 필요한 단위 전지 스택에 해당하는 스위칭 소자에 제어 신호를 출력하는 밸런싱 제어부를 더 포함할 수 있다. 상기 전압 밸런싱 기기는 대기 모드 및 충전모드에 사용될 수 있다. 일 예로, 상기 전압 밸런싱은 상기 밸런싱 제어부가 각 전지 스택의 전압 감지하고 있다가, 전지 스트링에 포함된 전지 스택 중 가장 낮은 전압을 기준으로 다른 전지 스택의 전압이 1V이상 차이가 날 때, 상기 제어 신호를 출력하여 방전 저항으로 전류가 흐르게 할 수 있다. 그리고 상기 밸런싱 제어부는 전지 스트링에 포함된 전지 스택 중 가장 낮은 전압을 기준으로 다른 전지 스택과의 전압 차이가 100mV 이하일 때, 상기 제어 신호를 출력하여 방전 저항으로 전류가 흐르지 않게 할 수 있다.

[0051] 상기 밸런싱 제어부는 산출 및 다양한 제어 로직을 실행하기 위해 본 발명이 속한 기술분야에 알려진 프로세서, ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로, 레지스터, 통신 모뎀, 데이터 처리 장치 등을 포함할 수 있다. 또한, 상술한 제어 로직이 소프트웨어로 구현될 때, 상기 제어부(140)는 프로그램 모듈의 집합으로 구현될 수 있다. 이 때, 프로그램 모듈은 상기 메모리부에 저장되고, 프로세서에 의해 실행될 수 있다.

[0052] 상기 전술한 컴퓨터프로그램은, 상기 컴퓨터가 프로그램을 읽어 들여 프로그램으로 구현된 상기 방법들을 실행시키기 위하여, 상기 컴퓨터의 프로세서(CPU)가 상기 컴퓨터의 장치 인터페이스를 통해 읽힐 수 있는 C/C++, C#, JAVA, Python, 기계어 등의 컴퓨터 언어로 코드화된 코드(Code)를 포함할 수 있다. 이러한 코드는 상기 방법들을 실행하는 필요한 기능들을 정의한 함수 등과 관련된 기능적인 코드(Functional Code)를 포함할 수 있고, 상기 기능들을 상기 컴퓨터의 프로세서가 소정의 절차대로 실행시키는데 필요한 실행 절차 관련 제어 코드를 포함할 수 있다. 또한, 이러한 코드는 상기 기능들을 상기 컴퓨터의 프로세서가 실행시키는데 필요한 추가 정보나 미디어가 상기 컴퓨터의 내부 또는 외부 메모리의 어느 위치(주소 번지)에서 참조되어야 하는지에 대한 메모리 참조관련 코드를 더 포함할 수 있다. 또한, 상기 컴퓨터의 프로세서가 상기 기능들을 실행시키기 위하여 원격(Remote)에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 통신이 필요한 경우, 코드는 상기 컴퓨터의 통신 모듈을 이용하여 원격에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 어떻게 통신해야 하는지, 통신 시 어떠한 정보나 미디어를 송수신해야 하는지 등에 대한 통신 관련 코드를 더 포함할 수 있다.

[0053] 상기 저장되는 매체는, 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상기 저장되는 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있지만, 이에 제한되지 않는다. 즉, 상기 프로그램은 상기 컴퓨터가 접속할 수 있는 다양한 서버 상의 다양한 기록매체 또는 사용자의 상기 컴퓨터상의 다양한 기록매체에 저장될 수 있다. 또한, 상기 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장될 수 있다.

[0055] <실험예>

[0056] 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템의 션트 전류 감소 효과를 확인해 보도록 하겠다.

[0057] 아래 표는 종래 전해액을 공유하는 전지 스택끼리 전지 스트링을 구성한 경우의 전력 저장 시스템의 운전 효율이다.

[0058]

순서	시스템 충전량 (AC, kWh)	시스템 방전량 (AC, kWh)	시스템 효율 (%)	모듈 충전량 (DC, kWh)	모듈 방전량 (DC, kWh)	모듈 효율(%)	비고
1	209.1	127.9	61.16%	208.0	132.0	63.44%	5kW/500Vdc cut
2	242.4	158.5	65.39%	241.1	163.7	67.89%	5kW/500Vdc cut
3	243.6	160.7	65.98%	241.9	166.1	68.66%	5kW/500Vdc cut
4	243.3	161.1	66.23%	240.7	166.1	69.03%	5kW/500Vdc cut
5	255.8	162.5	63.52%	253.5	166.7	65.77%	20kW/500Vdc cut
6	254.6	163.4	64.16%	251.7	168.4	66.90%	20kW/500Vdc cut
7	255.1	167.5	65.68%	252.8	172.1	68.11%	20kW/500Vdc cut
8	257.0	159.0	61.85%	253.9	163.7	64.47%	20kW/500Vdc cut
9	255.7	168.2	65.79%	252.5	173.4	68.67%	20kW/500Vdc cut
10	255.8	168.9	66.04%	252.7	174.2	68.94%	20kW/500Vdc cut
11	255.5	169.5	66.32%	252.5	174.9	69.26%	20kW/500Vdc cut
12	258.2	165.1	63.95%	255.9	169.7	66.31%	20kW/500Vdc cut
13	255.3	166.8	65.34%	253.0	171.5	67.81%	20kW/500Vdc cut
14	256.9	170.2	66.25%	253.9	175.4	69.08%	20kW/500Vdc cut
평균 효율	250	162.1	64.83%	247.4	170	67.45%	

[0060] 종래 전지 스트링은 전력 저장 시스템은 1개 단위 전지 모듈 당 8개의 스택으로 구성되어 있으며, 4개의 단위 전지 모듈 중 각각 2개의 단위 전지 스택을 선택하여 8개의 전지 스택으로 전지 스트링을 구성한다. 즉, 총 4개의 전지 스트링, 총 32개의 스택으로 구성되어 있다.

[0061] 그리고 다음의 표는 본 명세서에 따라 전해액을 공유하지 않는 전지 스택끼리 전지 스트링을 구성한 경우의 전력 저장 시스템의 운전 효율이다. 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템은 1개 단위 전지 모듈당 10개의 스택으로 구성되어 있으며, 8개의 단위 전지 모듈 중 각각 1개의 단위 전지 스택을 선택하여 8개의 전지 스택으로 전지 스트링을 구성한다. 즉, 총 10개의 전지 스트링, 총 80개의 스택으로 구성되어 있다.

[0063]

순서	시스템 충전량 (AC, kWh)	시스템 방전량 (AC, kWh)	시스템 효율 (%)	모듈 충전량 (DC, kWh)	모듈 방전량 (DC, kWh)	모듈 효율 (%)	비고
1	470.03	303.15	64.50	454.11	312.22	68.75	150/100kW
2	469.58	312.74	66.60	453.63	322.18	71.02	150/100kW
3	459.16	305.88	66.62	443.71	315.01	71.00	150/100kW
4	457.30	287.94	62.97	441.00	297.24	67.40	150/100kW
5	469.04	309.51	65.99	452.26	318.83	70.50	150/100kW
6	428.88	282.61	65.89	413.66	289.72	70.04	150/100kW
7	453.53	298.73	65.87	437.52	308.43	70.49	150/100kW
8	456.05	293.73	64.41	440.41	303.37	68.88	150/100kW
9	442.77	279.26	63.07	427.25	288.31	67.48	150/100kW
10	455.84	305.85	67.10	439.77	315.63	71.77	150/100kW
11	470.07	297.59	63.31	453.40	307.14	67.74	150/100kW
12	442.17	287.18	64.95	426.45	296.38	69.50	150/100kW
14	435.49	289.15	66.40	428.03	297.52	69.51	150/100kW
15	443.09	286.21	64.59	426.70	294.40	69.00	150/100kW
16	441.41	299.61	67.88	425.47	309.51	72.75	150/100kW
17	443.01	289.35	65.31	427.27	298.38	69.84	150/100kW
18	455.90	297.72	65.30	439.86	307.24	69.85	150/100kW
19	442.57	284.50	64.28	426.73	293.79	68.85	150/100kW
23	444.43	289.67	65.18	428.47	297.98	69.55	150/100kW
24	457.30	299.99	65.60	440.97	309.09	70.09	150/100kW
25	449.51	300.86	66.93	433.41	309.87	71.50	150/100kW
26	458.88	302.03	65.82	442.57	311.43	70.37	150/100kW
27	445.67	291.51	65.41	429.71	300.39	69.91	150/100kW
28	444.19	293.01	65.97	428.84	302.54	70.55	150/100kW
29	457.81	302.32	66.04	442.58	311.70	70.43	150/100kW
30	444.52	287.46	64.67	429.47	296.76	69.10	150/100kW
31	459.23	306.02	66.64	442.78	314.90	71.12	150/100kW
32	456.14	302.32	66.28	439.76	311.66	70.87	150/100kW
33	458.99	304.48	66.34	442.48	313.63	70.88	150/100kW
34	459.60	306.10	66.60	443.39	315.87	71.24	150/100kW
35	458.76	304.36	66.34	442.75	312.66	70.62	150/100kW
36	458.79	299.81	65.35	442.51	309.18	69.87	150/100kW
37	484.77	318.60	65.72	466.83	327.81	70.22	150/100kW
38	458.74	303.69	66.20	442.22	313.36	70.86	150/100kW
39	444.54	299.57	67.39	428.87	308.80	72.00	150/100kW
41	461.11	294.23	63.81	443.64	303.56	68.42	150/100kW
42	459.15	301.97	65.77	443.41	311.29	70.20	150/100kW
평균			65.60			70.06	

[0064] 상기 두개의 표에서 비교할 수 있듯이, 종래에 비해 시스템 효율(AC 기준)에서 1%가량 높았으며 모듈 효율(DC 기준 - 스택 효율)은 대략 3% 정도 높은 결과를 보였다. 이로서 본 명세서에 따른 전력 저장 시스템에 의한 션트 전류 저감량을 확인할 수 있다.

[0066] 이상, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 명세서의 실시예를 설명하였지만, 본 명세서가 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 제한적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

[0067] 100 : 전력 저장 시스템

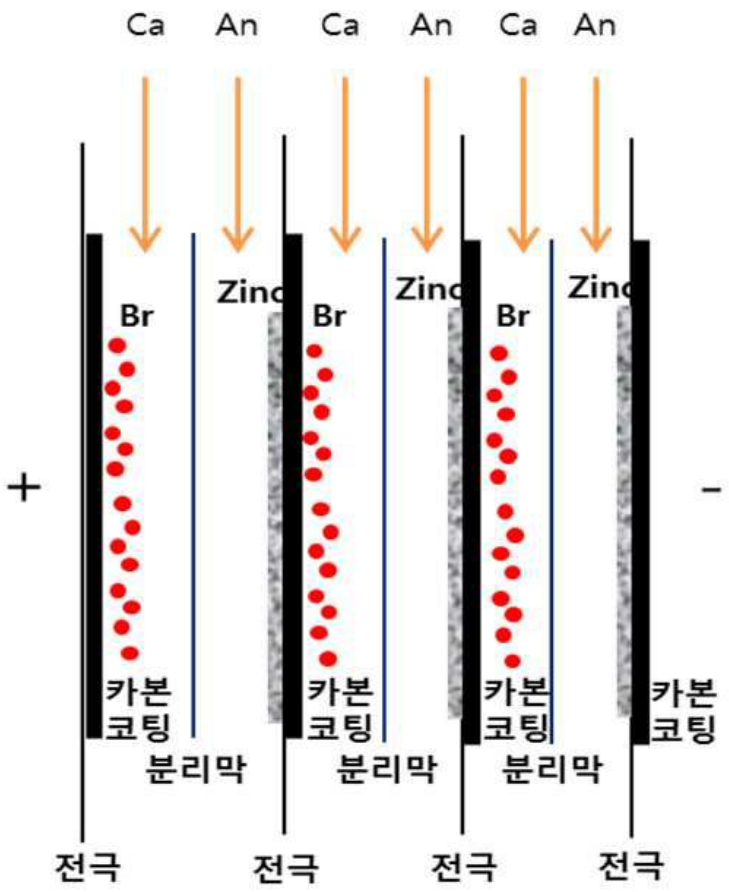
110 : 단위 전지 모듈

111 : 단위 전지 스택

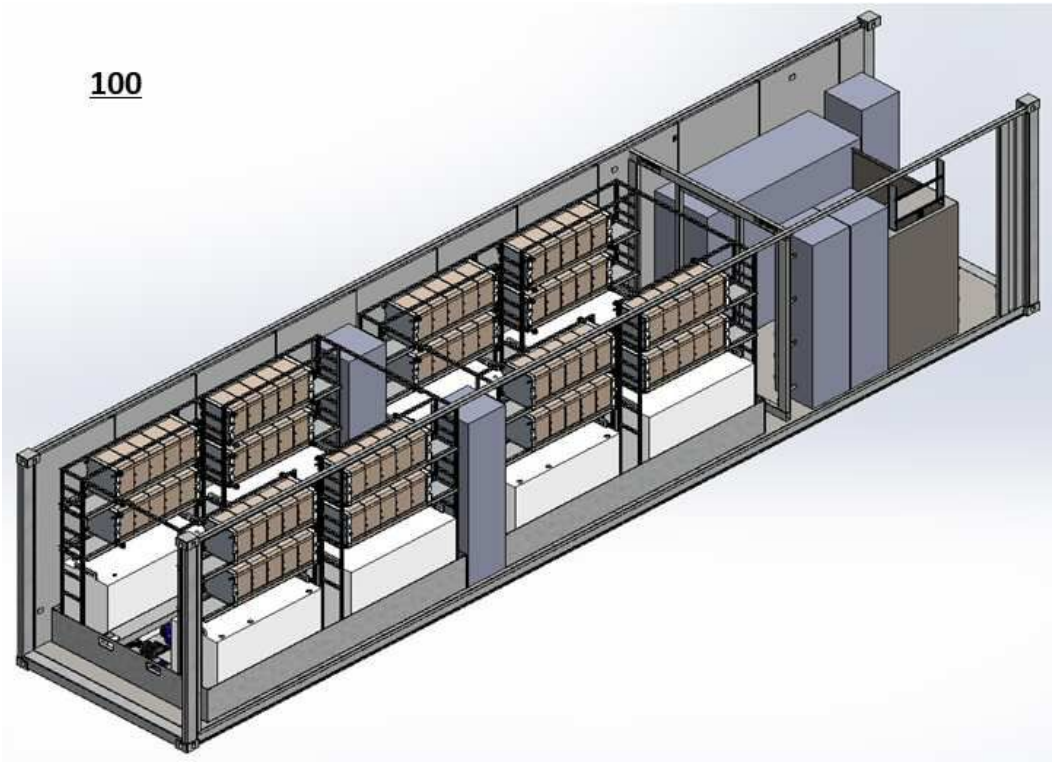
112 : 전해액 탱크

도면

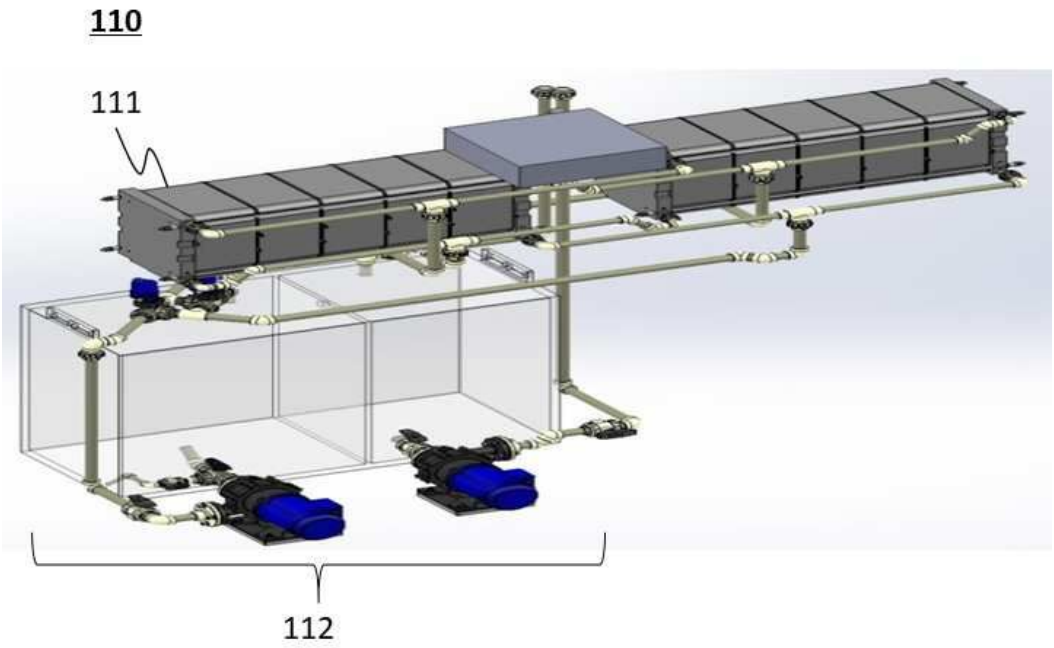
도면1


Ca
An
Ca
An
Ca
An
Br
Br
Br
카본
코팅
카본
코팅
카본
코팅
카본
코팅
분리막
분리막
분리막
+
-
전극
전극
전극
전극

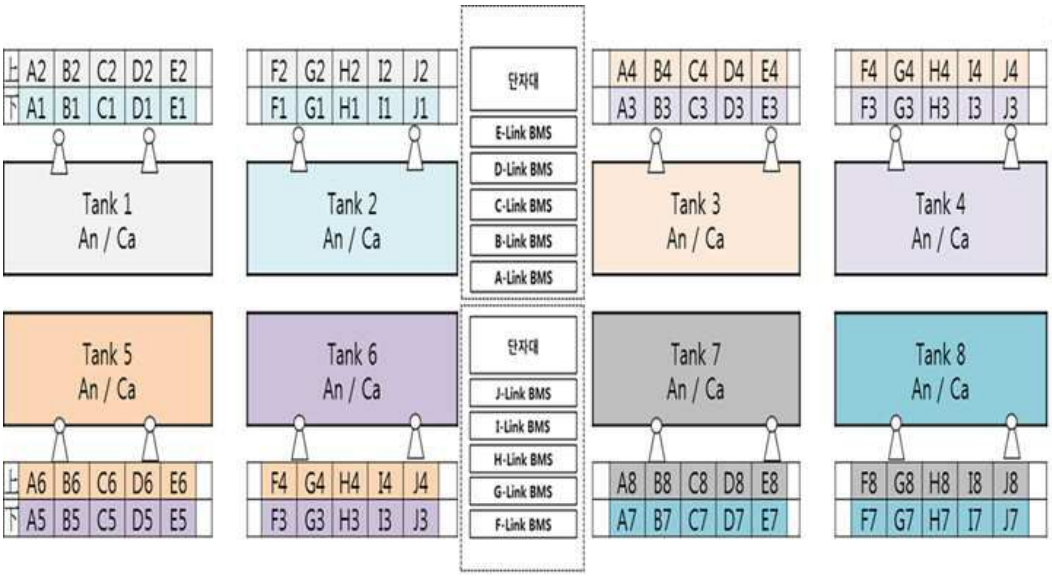
도면2



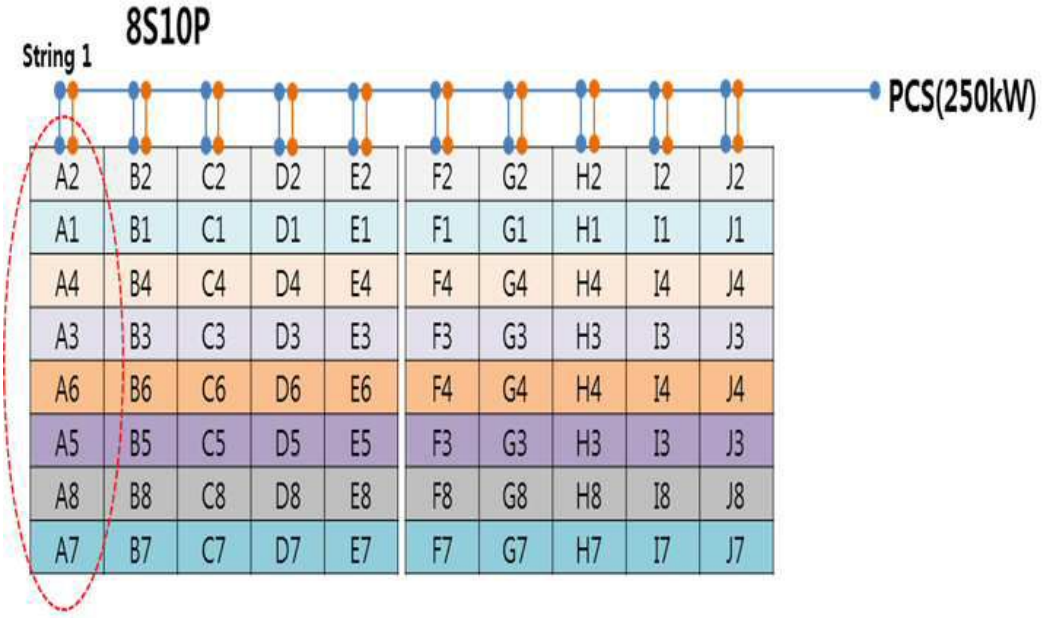
도면3



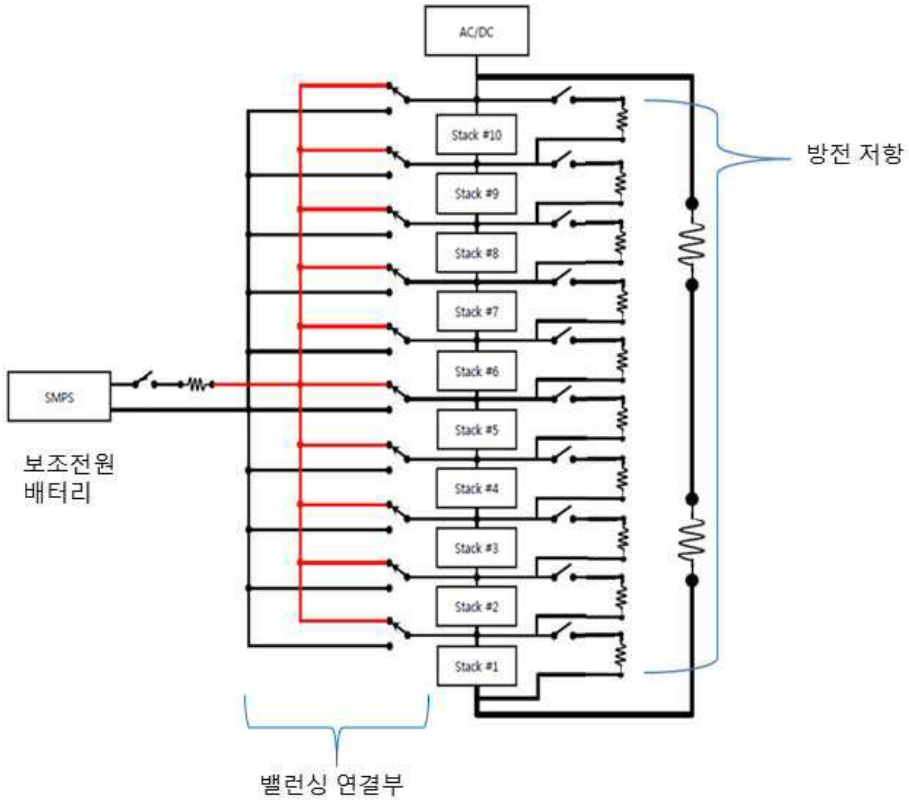
도면4


Tank 1
An / Ca
Tank 2
An / Ca
Tank 3
An / Ca
Tank 4
An / Ca
Tank 5
An / Ca
Tank 6
An / Ca
Tank 7
An / Ca
Tank 8
An / Ca
단자대
E-Link BMS
D-Link BMS
C-Link BMS
B-Link BMS
A-Link BMS
단자대
J-Link BMS
I-Link BMS
H-Link BMS
G-Link BMS
F-Link BMS

도면5


8S10P
String 1
PCS(250kW)
A2 B2 C2 D2 E2 F2 G2 H2 I2 J2
A1 B1 C1 D1 E1 F1 G1 H1 I1 J1
A4 B4 C4 D4 E4 F4 G4 H4 I4 J4
A3 B3 C3 D3 E3 F3 G3 H3 I3 J3
A6 B6 C6 D6 E6 F4 G4 H4 I4 J4
A5 B5 C5 D5 E5 F3 G3 H3 I3 J3
A8 B8 C8 D8 E8 F8 G8 H8 I8 J8
A7 B7 C7 D7 E7 F7 G7 H7 I7 J7

도면6


AC/DC
Stack #10
Stack #9
Stack #8
Stack #7
Stack #6
Stack #5
Stack #4
Stack #3
Stack #2
Stack #1
방전 저항
SMPS
보조전원
배터리
밸런싱 연결부