(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0065861
(43) 공개일자 2020년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/18 (2015.01) *H01M 8/04276* (2016.01)
H01M 8/04746 (2016.01) *H01M 8/04992* (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/188 (2013.01)
H01M 8/04276 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0152753
(22) 출원일자 2018년11월30일
심사청구일자 없음

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

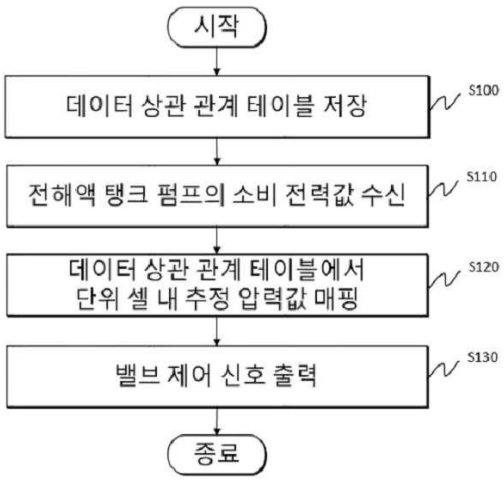
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **펌프 소비 전력을 이용한 레독스 흐름 전지의 성능 향상 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 명세서는 레독스 흐름 전지의 성능을 향상시킬 수 있는 장치 및 방법을 개시한단. 본 명세서에 따른 성능 향상 장치는 애노드, 캐소드 및 분리막을 포함한 단위 셀, 전해액 저장탱크, 상기 전해액 저장탱크에 연결되어 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 전해액 탱크펌프를 포함하는 레독스 흐름 전지의 성능 향상 장치로서, 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 전해액 탱크펌프의 소비 전력과의 상관 관계를 통해 상기 단위 셀 내 추정된 압력값(이하 '추정 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 저장한 메모리부; 상기 전해액 탱크펌프의 소비전력(이하 '측정 전력값')을 측정하는 전력측정부; 및 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 상기 측정 전력값에 따라 상기 데이터 상관 관계 테이블에서 상기 추정 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 압력값에 따라 상기 단위 셀 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 제어부;를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
H01M 8/04746 (2013.01)
H01M 8/04992 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415153929
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
연구사업명 ESS기술개발사업
연구과제명 유럽 풍력 단지 연계형 장주기 Flow Battery System 개발
기 여 율 1/1
주관기관 롯데케미칼 주식회사
연구기간 2017.06.01 ~ 2019.01.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

애노드, 캐소드 및 분리막을 포함한 단위 셀, 전해액 저장탱크, 상기 전해액 저장탱크에 연결되어 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 전해액 탱크펌프를 포함하는 레독스 흐름 전지의 성능 향상 장치로서,

상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 압력값(이하 '추정 압력값)간의 데이터 상관 관계 테이블을 저장한 메모리부;

상기 전해액 탱크펌프의 소비전력(이하 '측정 전력값')을 측정하는 전력측정부; 및

상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 상기 측정 전력값에 따라 상기 데이터 상관 관계 테이블에서 상기 추정 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 압력값에 따라 상기 단위 셀 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 제어부;를 포함하는 레독스 흐름 전지의 성능 향상 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이고,

상기 전력측정부는 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 측정하고,

상기 제어부는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 레독스 흐름 전지의 성능 향상 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이고,

상기 전력측정부는 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 측정하고,

상기 제어부는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 레독스 흐름 전지의 성능 향상 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이고,

상기 전력측정부는 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 측정하고,

상기 제어부는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매

핑하고, 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 레독스 흐름 전지의 성능 향상 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이고,

상기 전력측정부는 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 측정하고,

상기 제어부는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 레독스 흐름 전지의 성능 향상 장치.

청구항 6

애노드, 캐소드 및 분리막을 포함한 단위 셀, 전해액 저장탱크, 상기 전해액 저장탱크에 연결되어 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 전해액 탱크펌프를 포함하는 레독스 흐름 전지의 성능을 향상하는 방법으로서,

(a) 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 압력값(이하 '추정 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계;

(b) 제어부가 전력측정부로부터 상기 전해액 탱크펌프의 소비전력(이하 '측정 전력값')을 측정한 값(이하 '측정 전력값')을 수신하는 단계;

(c) 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 상기 측정 전력값에 따라 상기 데이터 상관 관계 테이블에서 상기 추정 압력값을 매핑하는 단계; 및

(d) 제어부가 매핑된 추정 압력값에 따라 상기 단위 셀 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계;를 포함하는 레독스 흐름 전지의 성능 향상 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 (a) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계이고,

상기 (b) 단계는 상기 제어부가 상기 전력측정부로부터 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 수신하는 단계이고,

상기 (c) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하는 단계이고,

상기 (d) 단계는 상기 제어부가 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계인 레독스 흐름 전지의 성능 향상 방법.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 (a) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계이고,

상기 (b) 단계는 상기 제어부가 상기 전력측정부로부터 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 수신하는 단계이고,

상기 (c) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하는 단계이고,

상기 (d) 단계는 상기 제어부가 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계인 레독스 흐름 전지의 성능 향상 방법.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 (a) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계이고,

상기 (b) 단계는 상기 제어부가 상기 전력측정부로부터 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 수신하는 단계이고,

상기 (c) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매핑하는 단계이고,

상기 (d) 단계는 상기 제어부가 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계인 레독스 흐름 전지의 성능 향상 방법.

청구항 10

청구항 6에 있어서,

상기 (a) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계이고,

상기 (b) 단계는 상기 제어부가 상기 전력측정부로부터 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 수신하는 단계이고,

상기 (c) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매핑하는 단계이고,

상기 (d) 단계는 상기 제어부가 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계인 레독스 흐름 전지의 성능 향상 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 레독스 흐름 전지의 성능 향상 장치 및 방법에 관한 것이며, 보다 상세하게는 레독스 흐름 전지에 전해액을 공급되는 펌프의 소비 전력을 이용하여 레독스 흐름 전지의 성능을 향상시킬 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재 ESS(Energy Storage System)를 위한 다양한 2차 전지(secondary battery)들이 연구되고 있다. 리튬-이온 배터리가 상업화에 근접하였으나, 아직 안정성 및 수명 측면에서 완벽한 검증을 이루어 내지 못하였다. 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 레독스 흐름 전지 스택 내 화학반응의 참고도이다.

[0004] 도 1을 참조하면, 아연-브롬 흐름 전지는 하나의 분리막을 사이에 두고 아래 반응식과 같이 캐소드(캐소드 전해액)과 애노드(애노드 전해액)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 ~ 1.7V의 전압이 발생하는바, 필요한 전압을 얻기 위해 다수의 단위 셀을 직렬로 연결한 전지 스택(Stack)을 구성한다. 상기 전지 스택은 약 60개의 단위 셀이 직렬로 연결되어 약 100V~120V의 출력 전압을 얻을 수 있다. 또한, 대용량의 ESS를 구성하기 상기 전지 스택을 다시 직렬로 연결하여 요구되는 고전압을 얻을 수 있다.

[0008] 도 2는 레독스 흐름 전지 스택 내 구조의 단면도이다.

[0009] 도 2를 참조하면, 전극 프레임(Electrode Flow frame)과 분리막 프레임(Membrane Flow frame) 각각 1장씩, 2장이 1셀(cell)의 기본이 된다. 그리고 집전을 위해 버스바를 포함하는 말단 캡(End cap)을 양 말단에 애노드에는 애노드 말단 캡(Anode End cap), 캐소드에는 캐소드 말단 캡(Cathode End cap)을 사용한다. 상기 전극 프레임(Electrode Flow frame)과 분리막 프레임(Membrane Flow frame)사이에 메쉬(스페이서)이 위치하여 전해액이 흐르게 된다. 전해액이 흐를 수 있는 주입 구는 총 4군데로 유로 채널을 따라 전해액이 위에서 아래로, 아래에서 위로 흐를 수 있다.

[0010] 한편, 아연-브롬 흐름 전지의 경우 충전 및 방전에 따른 전지의 충전 상태(State Of Charge, SOC)에 따라 전해액의 점도 변화 현상 및 애노드에서의 아연 전착(zinc deposition) 현상이 있기 때문에 펌프 모터의 부하가 달라질 수 있다. 이로 인해 사이 펌프에 걸리는 토크 및 소비전력이 달라져서 전해액의 유량, 유속, 유압 등에 변화가 발생할 수 있다.

[0011] 이에 따라, 전해액의 유량, 유속, 유압의 변화로 인한 전해액 불균형 상태를 발생할 수 있다. 상기 전해액의 불균형은 레독스 흐름 전지 모듈에 공급되는 전해액의 유량이 변하기 때문에 전해액과 전극의 반응, 효율 및 용량에 대한 효과가 달라질 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-20180-105937호 (2018.10.01)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 명세서는 레독스 흐름 전지의 성능을 향상시킬 수 있는 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0014] 본 명세서는 상기 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 명세서에 따른 성능 향상 장치는 애노드, 캐소드 및 분리막을 포함한 단위 셀, 전해액 저장탱크, 상기 전해액 저장탱크에 연결되어 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 전해액 탱크펌프를 포함하는 레독스 흐름 전지의 성능 향상 장치로서, 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 압력값(이하 '추정 압력값)간의 데이터 상관 관계 테이블을 저장한 메모리부; 상기 전해액 탱크펌프의 소비전력(이하 '측정 전력값')을 측정하는 전력측정부; 및 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 상기 측정 전력값에 따라 상기 데이터 상관 관계 테이블에서 상기 추정 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 압력값에 따라 상기 단위 셀 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 제어부;를 포함할 수 있다.

[0016] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이고, 상기 전력측정부는 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장

된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 측정하고, 상기 제어부는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력한다.

[0017] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이고, 상기 전력측정부는 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 측정하고, 상기 제어부는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력한다.

[0018] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이고, 상기 전력측정부는 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 측정하고, 상기 제어부는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력한다.

[0019] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이고, 상기 전력측정부는 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 측정하고, 상기 제어부는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력한다.

[0020] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 명세서에 따른 성능 향상 방법은 애노드, 캐소드 및 분리막을 포함한 단위 셀, 전해액 저장탱크, 상기 전해액 저장탱크에 연결되어 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 전해액 탱크펌프를 포함하는 레독스 흐름 전지의 성능을 향상하는 방법으로서, (a) 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 압력값(이하 '추정 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계; (b) 제어부가 전력측정부로부터 상기 전해액 탱크펌프의 소비전력(이하 '측정 전력값')을 측정한 값(이하 '측정 전력값')을 수신하는 단계; (c) 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 상기 측정 전력값에 따라 상기 데이터 상관 관계 테이블에서 상기 추정 압력값을 매핑하는 단계; 및 (d) 제어부가 매핑된 추정 압력값에 따라 상기 단위 셀 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0021] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 (a) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계이고, 상기 (b) 단계는 상기 제어부가 상기 전력측정부로부터 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 수신하는 단계이고, 상기 (c) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하는 단계이고, 상기 (d) 단계는 상기 제어부가 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계이다.

[0022] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 (a) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계이고, 상기 (b) 단계는 상기 제어부가 상기 전력측정부로부터 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 수신하는 단계이고, 상기 (c) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하는 단계이고, 상

기 (d) 단계는 상기 제어부가 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계이다.

[0023] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 (a) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계이고, 상기 (b) 단계는 상기 제어부가 상기 전력측정부로부터 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 수신하는 단계이고, 상기 (c) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매핑하는 단계이고, 상기 (d) 단계는 상기 제어부가 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계이다.

[0024] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 상기 (a) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계이고, 상기 (b) 단계는 상기 제어부가 상기 전력측정부로부터 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 수신하는 단계이고, 상기 (c) 단계는 상기 제어부가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매핑하는 단계이고, 상기 (d) 단계는 상기 제어부가 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계이다.

[0025] 본 발명의 기타 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0026] 본 명세서에 따르면, 각 펌프의 실시간 소비 전력을 통해 전지의 캐소드 쪽 배출 압력을 조절, 내부압을 제어, 수위차를 최소화시켜 전류 및 에너지 효율을 증가시킬 수 있다.

[0027] 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

[0028] 도 1은 레독스 흐름 전지 스택 내 화학반응의 참고도이다.

도 2는 레독스 흐름 전지 스택 내 구조의 단면도이다.

도 3은 본 명세서의 일 실시예에 따른 성능 향상 장치의 구성을 개략적으로 도시한 블럭도이다.

도 4는 본 명세서에 따른 성능 향상 방법을 개략적으로 도시한 흐름도이다.

도 5는 실험에 따른 결과 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 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.

[0030] 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 언급되

는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

[0034] 도 3은 본 명세서의 일 실시예에 따른 성능 향상 장치의 구성을 개략적으로 도시한 블럭도이다.

[0035] 도 3을 참조하면, 본 명세서에 따른 성능 향상 장치(100)는 메모리부(110), 압력측정부(120) 및 제어부(130)를 포함할 수 있다.

[0036] 본 명세서에 따른 성능 향상 장치(100)는 애노드, 캐소드 및 분리막을 포함한 단위 셀, 전해액 저장탱크, 상기 전해액 저장탱크에 연결되어 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 전해액 탱크펌프를 포함하는 레독스 흐름 전지의 성능을 향상시키는 장치이다. 또한 상기 성능 향상 장치(100)는 충방전 전류, 각 레독스 흐름 전지 셀 또는 모듈의 전압 또는 전류를 포함한 전기적 특성값 측정, 충방전 제어, 전압의 평활화(equalization) 제어, 충전상태(State Of Charge, SOC)의 추정 등을 포함하여 당업자 수준에서 적용 가능한 다양한 제어 기능을 수행할 수 있다.

[0037] 상기 메모리부(110)는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 압력값(이하 '추정 압력값)간의 데이터 상관 관계 테이블을 저장할 수 있다.

[0038] 상기 메모리부(110)는 상기 제어부(130) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 상기 제어부(130)와 연결될 수 있다. 상기 메모리부(110)는 RAM, ROM, EEPROM등 데이터를 기록하고 소거할 수 있다고 알려진 공지의 반도체 소자나 하드 디스크와 같은 대용량 저장매체로서, 디바이스의 종류에 상관없이 정보가 저장되는 디바이스를 총칭하는 것으로서 특정 메모리 디바이스를 지칭하는 것은 아니다.

[0039] 상기 전력측정부(120)는 상기 전해액 탱크펌프의 소비전력(이하 '측정 전력값')을 측정할 수 있다. 일 예로, 상기 전해액 탱크펌프는 1마력 AC 모터 펌프를 사용하고, 상기 전력측정부(120)는 후크미터(hook-meter)를 통해 충/방전 SOC에 따른 소비 전력을 측정할 수 있다.

[0040] 상기 제어부(130)는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 상기 측정 전력값에 따라 상기 데이터 상관 관계 테이블에서 상기 추정 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 압력값에 따라 상기 단위 셀 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력할 수 있다.

[0041] 일반적인 레독스 흐름 전지는 충/방전 동안의 캐소드 전해액과 애노드 전해액의 유량이 동일하게 공급된다. 하지만 아연-브롬 흐름전지는 특성상 충/방전 동안 전해액의 점도가 변하며 아연(zinc)이 애노드 전극에 전착되는 현상이 생기기 때문에 내부 압력이 변하게 된다. 이러한 변화로 분리막을 통한 크로스오버가 발생되어 수위차이가 발생될 수 있기 때문에 전류효율 감소 및 열 발생을 유발할 수 있기 때문에 내부 압력을 조절할 수 있는 별도의 장치가 필요하다.

[0042] 본 명세서에 따른 성능 향상 장치(100)는 충/방전 시 충전량(SOC)에 따른 펌프 소비전력을 실시간으로 데이터화하여 이를 기초로 상기 전해액 탱크에 연결된 밸브를 조절, 내부압을 제어한다. 그 결과 본 명세서에 따른 성능 향상 장치(100)는 크로스 오버 최소화되어 전류효율의 증가, 나아가 에너지 효율 향상에 기여할 수 있다.

[0043] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, 어느 펌프의 소비 전력을 측정할 것이며, 어느 밸브를 제어할 것인가 나누어 볼 수 있다.

[0044] 제1 실시예에 따르면, 상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이다.

[0045] 이 경우, 상기 전력측정부(120)는 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 측정할 수 있다.

[0046] 그리고 상기 제어부(130)는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력할 수 있다.

[0047] 제2 실시예에 따르면, 상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이다.

[0048] 이 경우, 상기 전력측정부(120)는 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 측정할 수 있다.

[0049] 그리고, 상기 제어부(130)는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력할 수 있다.

[0050] 제3 실시예에 따르면, 상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이다.

[0051] 이 경우, 상기 전력측정부(120)는 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 측정할 수 있다.

[0052] 그리고 상기 제어부(130)는 상기 제어부는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력할 수 있다.

[0053] 제4 실시예에 따르면, 상기 데이터 상관 관계 테이블은 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블이다.

[0054] 이 경우, 상기 전력측정부(120)는 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 측정할 수 있다.

[0055] 그리고 상기 제어부(130)는 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매핑하고, 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력할 수 있다.

[0056] 한편, 본 명세서에 따른 레독스 흐름 전지의 성능 향상 장치는 성능 향상 장치, 단위 셀, 전해액 저장탱크 및 상기 전해액 저장탱크에 연결되어 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 전해액 탱크펌프를 포함하는 레독스 흐름 전지 모듈의 일 구성요소가 될 수 있다.

[0057] 이하에서는 본 명세서에 따른 성능 향상 장치를 이용한 레독스 흐름 전지의 성능 향상 방법을 설명하도록 하겠다. 다만 본 명세서에 따른 성능 향상 방법을 설명함에 있어서, 상기 성능 향상 장치(100)의 각 구성에 대해서 반복적인 설명은 생략하도록 하겠다.

[0058] 도 4는 본 명세서에 따른 성능 향상 방법을 개략적으로 도시한 흐름도이다.

[0059] 먼저, 단계 S100에서 상기 제어부(130)가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 압력값(이하 '추정 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부(130)에 저장할 수 있다.

[0060] 다음 단계 S110에서 상기 제어부(130)가 전력측정부로부터 상기 전해액 탱크펌프의 소비전력(이하 '측정 전력값')을 측정한 값(이하 '측정 전력값')을 수신할 수 있다.

[0061] 다음 단계 S120에서 상기 제어부(130)가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 상기 측정 전력값에 따라 상기 데이터 상관 관계 테이블에서 상기 추정 압력값을 매핑할 수 있다.

[0062] 다음 단계 S130에서 상기 제어부(130)가 매핑된 추정 압력값에 따라 상기 단위 셀 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력할 수 있다.

[0063] 본 명세서의 제1 실시예에 따르면, 단계 S100은 상기 제어부(130)가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부(130)에 저장하는 단계이고, 단계 S110은 상기 제어부(130)가 상기 전력측정부로부터 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 수신하는 단계이고, 단계 S120은 상기 제어부(130)가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하는 단계이고, 단계 S130은 상기 제어부(130)가 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계일 수 있다.

[0064] 본 명세서의 제2 실시예에 따르면, 단계 S100은 상기 제어부(130)가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 애노드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 애노드 전해액의 압력값(이하 '추정 애노드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계이고, 단계 S110은 상기 제어부(130)가 상기 전력측정부로부터 상기 애노드 전해액 탱크펌프에 저장된 애노드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 애노드 전력값')을 수신하는 단계이고, 단계 S120은 상기 제어부(130)가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 애노드 전력값에 따라 상기 추정 애노드 압력값을 매핑하는 단계이고, 단계 S130은 상기 제어부(130)가 매핑된 추정 애노드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계일 수 있다.

[0065] 본 명세서의 제3 실시예에 따르면, 단계 S100은 상기 제어부(130)가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계이고, 단계 S110은 상기 제어부(130)가 상기 전력측정부로부터 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 수신하는 단계이고, 단계 S120은 상기 제어부(130)가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매핑하는 단계이고, 단계 S130은 상기 제어부(130)가 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 캐소드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계일 수 있다.

[0066] 본 명세서의 제4 실시예에 따르면, 단계 S100은 상기 제어부(130)가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태(SOC)와 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력 및 그에 따른 상기 단위 셀 내 추정된 캐소드 전해액의 압력값(이하 '추정 캐소드 압력값)에 대한 데이터 상관 관계 테이블을 메모리부에 저장하는 단계이고,단계 S110은 상기 제어부(130)가 상기 전력측정부로부터 상기 캐소드 전해액 탱크펌프에 저장된 캐소드 전해액을 상기 단위 셀에 공급하는 탱크펌프의 소비 전력(이하 '측정 캐소드 전력값')을 수신하는 단계이고,단계 S120은 상기 제어부(130)가 상기 레독스 흐름 전지의 충전상태 및 측정 캐소드 전력값에 따라 상기 추정 캐소드 압력값을 매핑하는 단계이고, 단계 S130은 상기 제어부(130)가 매핑된 추정 캐소드 압력값에 따라 상기 단위 셀의 애노드 유출단에 설치된 밸브를 제어하는 신호를 출력하는 단계일 수 있다.

[0067] 본 명세서에 따른 성능 향상 방법은 방법의 각 단계들을 수행하도록 작성되어 컴퓨터로 독출 가능한 기록 매체에 기록된 컴퓨터프로그램으로 구현될 수 있다. 상기 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.

[0068] 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.

[0070] <실험예>

[0071] 본 명세서에 따른 성능 향상 장치 및 성능 향상 방법의 효과를 정량적으로 확인하기 위해 실험을 실시하였고 다음과 같은 데이터를 얻었다. 실험은 애노드 전해액 탱크펌프 및 캐소드 전해액 탱크펌프의 소비 전력값의 차이값을 기준으로 캐소드 전해액 탱크에 연결된 밸브를 제어하는 실험예이다.

[0072] 도 5는 실험에 따른 결과 그래프이다.

[0073] 도 5의 (a)는 기존 펌프 소비 전력에 따른 수위 차를 나타낸다. 도 5의 (b)는 상기 실험 기준에 따라 펌프 소비 전력에 따른 수위 차가 개선된 것을 확인할 수 있다. 도 5의 (c)는 전지의 캐소드 쪽 배출 배관 비에 따른 펌프 소비 전력을 나타낸다.

[0074] 상기 내용을 정량적으로 확인하면 아래 표와 같다.

표 1

[0075]

효율	개선 전	개선 후
전압 효율	82.6	82.7
전류 효율	85.3	88.2
에너지 효율	70.5	72.9

[0076] 즉, 각 펌프의 실시간 소비전력 차를 통해 전지의 캐소드 쪽 배출 압력을 조절, 내부압을 제어, 수위차를 최소화시켜 전류효율이 증가하였으며 이로 충/방전 효율이 증가하는 것을 확인할 수 있다.

[0077] 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

[0078] 100 : 성능 향상 장치

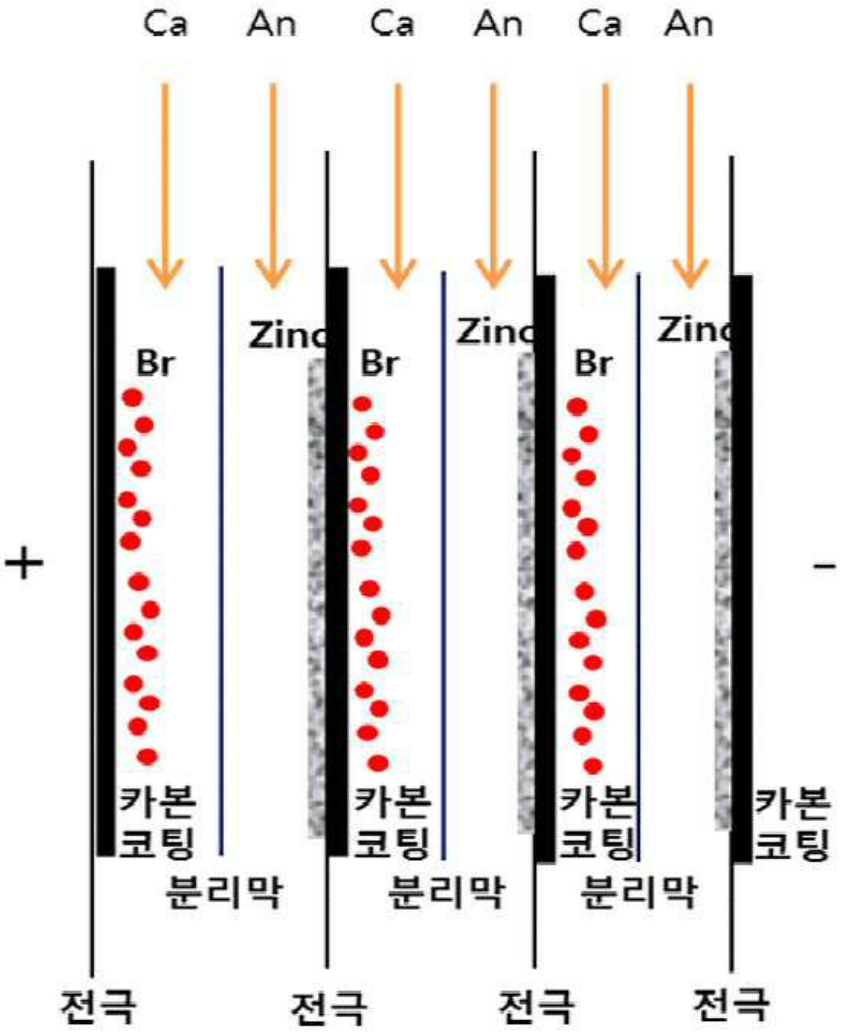
110 : 메모리부

120 : 압력측정부

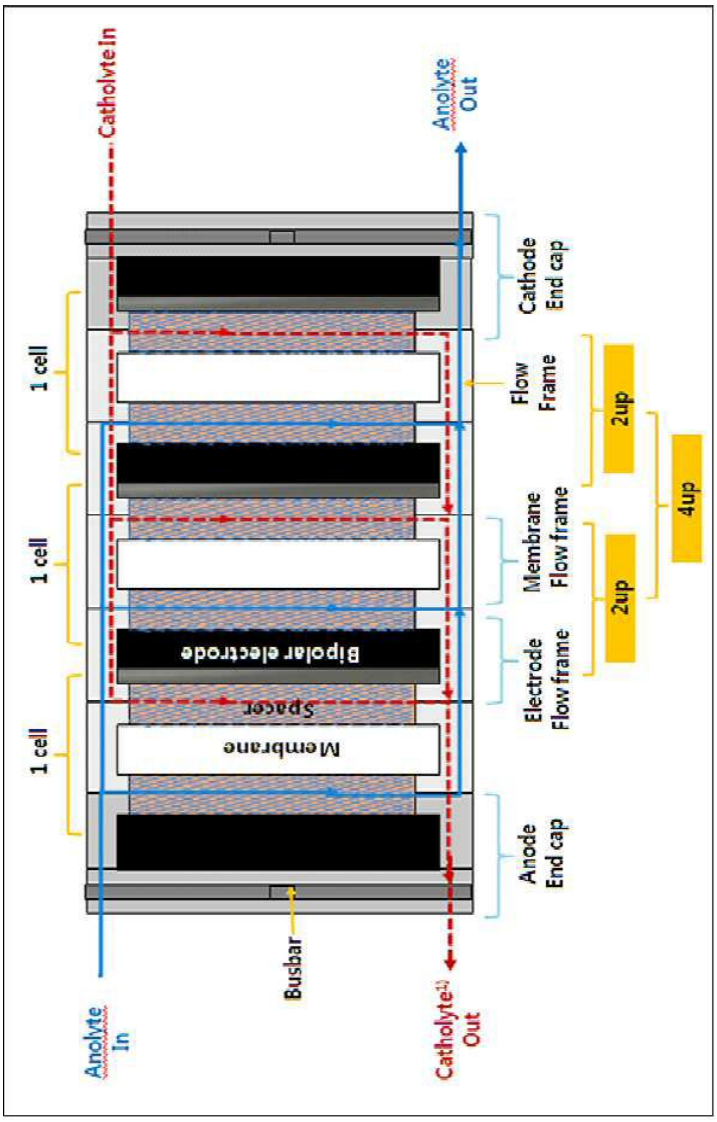
130 : 제어부

도면

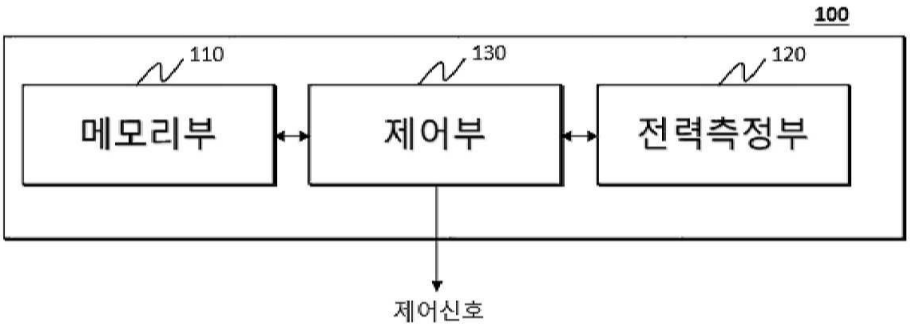
도면1


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

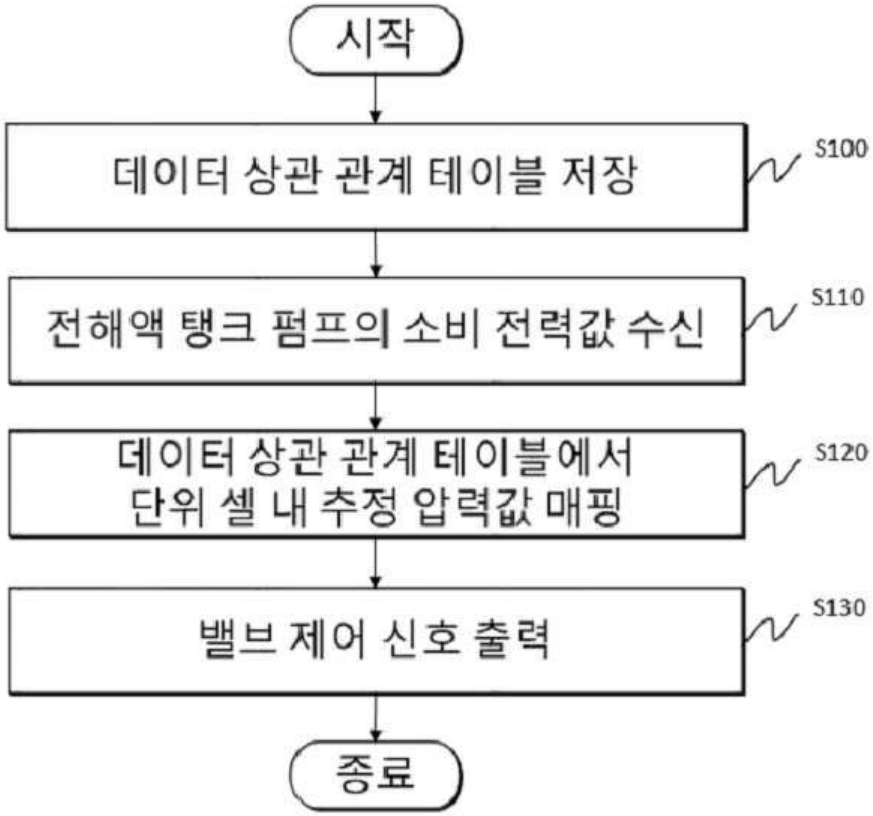
도면2


Catholyte In
Anolyte Out
Cathode End cap
Flow Frame
2up
4up
Membrane Flow frame
2up
Electrode Flow frame
Anode End cap
1 cell
1 cell
1 cell
Bipolar electrode
Spacer
Membrane
Busbar
Anolyte In
Catholyte Out

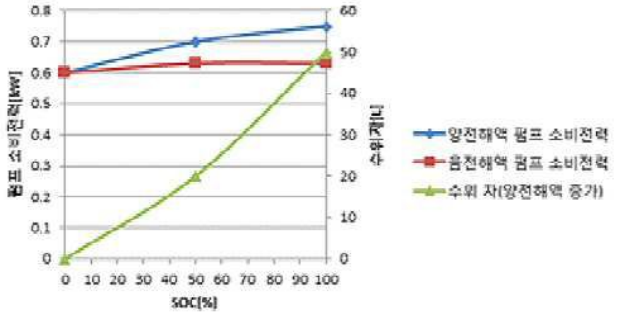
도면3


100
110
130
120
메모리부
제어부
전력측정부
제어신호

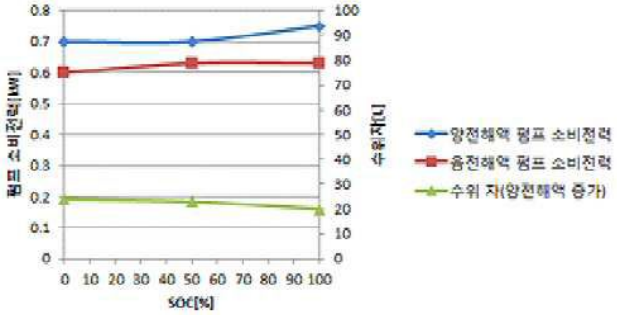
도면4


시작
데이터 상관 관계 테이블 저장
S100
전해액 탱크 펌프의 소비 전력값 수신
S110
데이터 상관 관계 테이블에서
단위 셀 내 추정 압력값 매핑
S120
밸브 제어 신호 출력
S130
종료

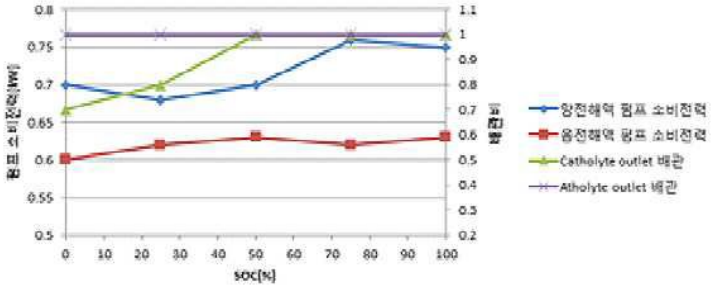
도면5


펌프 소비전력[kW]
수위[cm]
SOC[%]
양전해액 펌프 소비전력
음전해액 펌프 소비전력
수위 차(양전해액 증가)

(a)


펌프 소비전력[kW]
수위차[L]
SOC[%]
양전해액 펌프 소비전력
음전해액 펌프 소비전력
수위 차(양전해액 증가)

(b)


펌프 소비전력[kW]
밸브
SOC[%]
양전해액 펌프 소비전력
음전해액 펌프 소비전력
Catholyte outlet 배관
Atholyte outlet 배관

(c)