



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0160222  
(43) 공개일자 2022년12월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01M 8/18 (2015.01) H01M 8/04007 (2016.01)  
H01M 8/04186 (2016.01) H01M 8/04276 (2016.01)  
H01M 8/04828 (2016.01) H01M 8/24 (2016.01)  
H01M 8/2455 (2016.01)  
(52) CPC특허분류  
H01M 8/188 (2013.01)  
H01M 8/04007 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0068122  
(22) 출원일자 2021년05월27일  
심사청구일자 2021년05월27일

(71) 출원인  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
최정일  
경기도 고양시 일산서구 대산로 142, 307동 1302호(주엽동, 문촌마을3단지아파트)  
최윤영  
경기도 고양시 덕양구 화신로 311, 915동 404호(화정동, 별빛마을9단지아파트)  
하진호  
서울특별시 마포구 구룡길 19, B동 825호(상암동)  
(74) 대리인  
민영준

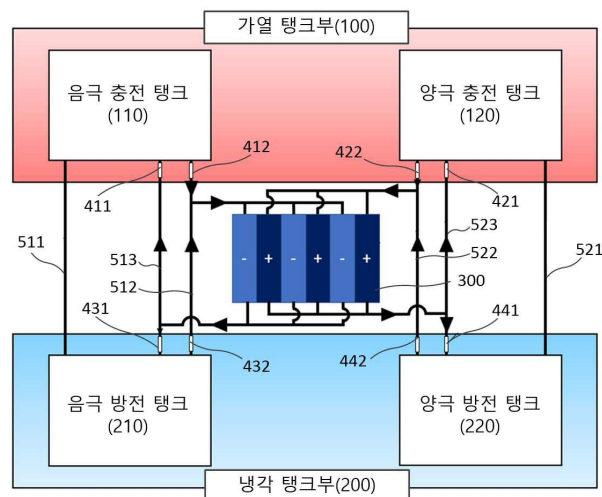
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 데이터 센터용 바나듐 레독스 흐름 전지 및 이의 운용 방법

(57) 요약

본 발명은 데이터 센터 내에 배치되어 데이터 센터의 폐열에 의해 가열되는 전해액을 저장하는 제1 탱크부, 데이터 센터 외부에 배치되어 냉각되는 전해액을 저장하는 제2 탱크부, 충전 시에 제1 탱크부의 전해액을 인가받아 산화/환원시키고, 방전시에 제2 탱크부의 전해액을 인가받아 산화/환원시키는 다수의 스택을 포함하는 스택부, 충전 시 제1 탱크부의 전해액을 스택부로 공급하고, 스택부에서 방출되는 전해액을 제1 탱크부로 회수하며, 방전 시에 제2 탱크부의 전해액을 스택부로 공급하고, 스택부에서 방출되는 전해액을 제2 탱크부로 회수하는 흐름 경로부를 포함하여, 데이터 센터 내의 폐열을 이용하여 온도 차에 따른 에너지 효율성을 개선할 수 있는 바나듐 레독스 흐름 전지 및 이의 운용 방법을 제공한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

*H01M 8/04186* (2013.01)

*H01M 8/04276* (2013.01)

*H01M 8/0494* (2013.01)

*H01M 8/2455* (2013.01)

*H01M 8/2459* (2016.02)

*H01M 2250/10* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

데이터 센터 내에 배치되어 데이터 센터의 폐열에 의해 가열되는 전해액을 저장하는 제1 탱크부;

데이터 센터 외부에 배치되어 냉각되는 전해액을 저장하는 제2 탱크부;

충전 시에 상기 제1 탱크부의 전해액을 인가받아 산화/환원시키고, 방전시에 상기 제2 탱크부의 전해액을 인가받아 산화/환원시키는 다수의 스택을 포함하는 스택부;

충전 시 상기 제1 탱크부의 전해액을 상기 스택부로 공급하고, 상기 스택부에서 방출되는 전해액을 상기 제1 탱크부로 회수하며, 방전시에 상기 제2 탱크부의 전해액을 상기 스택부로 공급하고, 상기 스택부에서 방출되는 전해액을 상기 제2 탱크부로 회수하는 흐름 경로를 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 탱크부는

충전 시에 양극 전해액인 양극액과 음극 전해액인 음극액이 각각 저장되는 제1 양극 탱크 및 제1 음극 탱크를 포함하고,

상기 제2 탱크부는

방전 시에 상기 양극액과 상기 음극액이 각각 저장되는 제2 양극 탱크 및 제2 음극 탱크를 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 흐름 경로부는

상기 제1 양극 탱크와 상기 제2 양극 탱크 및 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극 사이에서 상기 양극액이 흐르는 흐름 경로와 상기 제1 음극 탱크와 상기 제2 음극 탱크 및 상기 다수의 스택의 음극 다공성 전극 사이에서 상기 음극액이 흐르는 흐름 경로를 제공하는 다수의 파이프;

상기 다수의 파이프 각각에 결합되어 상기 다수의 파이프를 통해 양극액 또는 음극액이 지정된 방향으로 흐르도록 하는 다수의 펌프; 및

상기 다수의 파이프와 상기 제1 양극 탱크, 상기 제2 양극 탱크, 상기 제1 음극 탱크 및 상기 제2 음극 탱크 사이에 연결되어, 상기 파이프를 통해 흐르는 양극액 및 음극액의 흐름 경로를 조절하는 다수의 밸브를 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 다수의 파이프는

상기 제1 양극 탱크와 상기 제2 양극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극 내로 상기 양극액이 공급되는 양극액 공급단으로 분기되어 연결되는 양극 공급 파이프;

상기 제1 양극 탱크와 상기 제2 양극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극에서 상기 양극액이 방출되는 양극액 방출단으로 분기되어 연결되는 양극 방출 파이프;

상기 제1 음극 탱크와 상기 제2 음극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 음극 다공성 전극 내로 상기 음극액이 공급되는 음극액 공급단으로 분기되어 연결되는 음극 공급 파이프; 및

상기 제1 음극 탱크와 상기 제2 음극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 음극 다공성 전극에서 상기 음극액이 방출되는 음극액 방출단으로 분기되어 연결되는 음극 방출 파이프를 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지.

## 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 다수의 밸브는

상기 양극 공급 파이프와 상기 양극 방출 파이프에서 상기 제1 양극 탱크 측에 각각 연결되는 제1 양극 공급 밸브 및 제1 양극 방출 밸브로 구성되는 제1 양극 밸브 쌍;

상기 양극 공급 파이프와 상기 양극 방출 파이프에서 상기 제2 양극 탱크 측에 각각 연결되는 제2 양극 공급 밸브 및 제2 양극 방출 밸브로 구성되는 제2 양극 밸브 쌍;

상기 음극 공급 파이프와 상기 음극 방출 파이프에서 상기 제1 음극 탱크 측에 각각 연결되는 제1 음극 공급 밸브 및 제1 음극 방출 밸브로 구성되는 제1 음극 밸브 쌍; 및

상기 음극 공급 파이프와 상기 음극 방출 파이프에서 상기 제2 음극 탱크 측에 각각 연결되는 제2 음극 공급 밸브 및 제2 음극 방출 밸브로 구성되는 제2 음극 밸브 쌍을 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지.

## 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는

충전 시에 상기 제1 양극 밸브 쌍과 상기 제1 음극 밸브 쌍이 열리고, 제2 양극 밸브 쌍과 제2 음극 밸브 쌍은 닫히는 바나듐 레독스 흐름 전지.

## 청구항 7

제5항에 있어서, 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는

방전 시에 상기 제1 양극 밸브 쌍과 상기 제1 음극 밸브 쌍이 닫히고, 제2 양극 밸브 쌍과 제2 음극 밸브 쌍은 열리는 바나듐 레독스 흐름 전지.

## 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는

충전 전환 시에 상기 제1 탱크부에 저장된 전해액을 상기 제2 탱크부로 이동시키고, 방전 전환 시에 상기 제2 탱크부에 저장된 전해액을 상기 제1 탱크부로 이동시키기 위해, 상기 제1 양극 탱크와 상기 제2 양극 탱크 및 상기 제1 음극 탱크와 상기 제2 음극 탱크 사이에 각각 연결되는 제1 및 제2 탱크간 파이프를 더 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지.

## 청구항 9

제7항에 있어서, 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는

충전에서 방전으로 전환 시, 상기 제1 양극 탱크와 상기 제1 음극 탱크에 저장된 상기 양극액과 상기 음극액이 상기 스택부를 통해 상기 제2 양극 탱크와 상기 제2 음극 탱크로 이동되도록, 상기 제1 양극 공급 밸브와 상기 제1 음극 공급 밸브, 상기 제2 양극 방출 밸브 및 상기 제2 음극 방출 밸브가 열리고, 상기 제1 양극 방출 밸브와 상기 제1 음극 방출 밸브, 상기 제2 양극 공급 밸브 및 상기 제2 음극 공급 밸브는 닫히는 밸브가 바나듐 레독스 흐름 전지.

## 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는

방전에서 충전으로 전환 시, 상기 제2 양극 탱크와 상기 제2 음극 탱크에 저장된 상기 양극액과 상기 음극액이 상기 스택부를 통해 상기 제1 양극 탱크와 상기 제1 음극 탱크로 이동되도록, 상기 제2 양극 공급 밸브와 상기 제2 음극 공급 밸브, 상기 제1 양극 방출 밸브 및 상기 제1 음극 방출 밸브가 열리고, 상기 제2 양극 방출 밸브와 상기 제2 음극 방출 밸브, 상기 제1 양극 공급 밸브 및 상기 제1 음극 공급 밸브는 닫히는 밸브가 바나듐 레독스 흐름 전지.

## 청구항 11

제2항에 있어서, 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는

야간에 상기 제1 양극 탱크와 상기 제1 음극 탱크 및 상기 스택부를 이용하여 충전이 수행되고, 주간에 상기 제2 양극 탱크와 상기 제2 음극 탱크 및 상기 스택부를 이용하여 방전이 수행되는 바나듐 레독스 흐름 전지.

## 청구항 12

데이터 센터 내에 배치되어 데이터 센터의 폐열에 의해 가열되는 전해액을 저장하는 제1 양극 탱크와 제1 음극 탱크를 구비하는 제1 탱크부와 데이터 센터 외부에 배치되어 냉각되는 전해액을 저장하는 제2 양극 탱크와 제2 음극 탱크를 구비하는 제2 탱크부 및 충전 시에 상기 제1 탱크부의 전해액을 인가받아 산화/환원시키고, 방전시에 상기 제2 탱크부의 전해액을 인가받아 산화/환원시키는 다수의 스택을 포함하는 스택부를 구비하는 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법에 있어서,

충전 시 상기 제1 탱크부의 전해액을 상기 스택부로 공급하고, 상기 스택부에서 방출되는 전해액을 상기 제1 탱크부로 회수하는 충전 단계; 및

방전시에 상기 제2 탱크부의 전해액을 상기 스택부로 공급하고, 상기 스택부에서 방출되는 전해액을 상기 제2 탱크부로 회수하는 방전 단계를 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법.

## 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 충전 단계는

상기 제1 양극 탱크에 저장된 양극 전해액인 양극액과 상기 제1 음극 탱크에 저장된 음극 전해액인 음극액 각각이 데이터 센터의 폐열에 의해 가열되는 단계;

상기 제1 양극 탱크와 상기 제2 양극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극 내로 상기 양극액이 공급되는 양극액 공급단으로 분기되어 연결되는 양극 공급 파이프를 통해 가열된 양극액을 상기 제1 양극 탱크로부터 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극으로 공급하고, 상기 제1 음극 탱크와 상기 제2 음극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 음극 다공성 전극 내로 상기 음극액이 공급되는 음극액 공급단으로 분기되어 연결되는 음극 공급 파이프를 통해 가열된 음극액을 상기 제1 음극 탱크로부터 상기 다수의 스택의 음극 다공성 전극으로 공급하는 단계; 및

상기 제1 양극 탱크와 상기 제2 양극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극에서 상기 양극액이 방출되는 양극액 방출단으로 분기되어 연결되는 양극 방출 파이프와 상기 제1 음극 탱크와 상기 제2 음극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 음극 다공성 전극에서 상기 음극액이 방출되는 음극액 방출단으로 분기되어 연결되는 음극 방출 파이프를 통해 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극과 음극 다공성 전극 각각에서 방출되는 양극액과 음극액을 각각 상기 제1 양극 탱크 및 상기 제1 음극 탱크로 회수하는 단계를 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법.

## 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 충전 단계는

상기 가열되는 단계 이후, 상기 양극 공급 파이프와 상기 양극 방출 파이프에서 상기 제1 양극 탱크 측에 각각 연결되는 제1 양극 공급 밸브 및 제1 양극 방출 밸브로 구성되는 제1 양극 밸브 쌍과 상기 음극 공급 파이프와 상기 음극 방출 파이프에서 상기 제1 음극 탱크 측에 각각 연결되는 제1 음극 공급 밸브 및 제1 음극 방출 밸브로 구성되는 제1 음극 밸브 쌍이 열리는 단계; 및

상기 양극 공급 파이프와 상기 양극 방출 파이프에서 상기 제2 양극 탱크 측에 각각 연결되는 제2 양극 공급 밸브 및 제2 양극 방출 밸브로 구성되는 제2 양극 밸브 쌍과 상기 음극 공급 파이프와 상기 음극 방출 파이프에서 상기 제2 음극 탱크 측에 각각 연결되는 제2 음극 공급 밸브 및 제2 음극 방출 밸브로 구성되는 제2 음극 밸브 쌍이 닫히는 단계를 더 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법.

## 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 방전 단계는

상기 제2 양극 탱크에 저장된 양극액과 상기 제2 음극 탱크에 저장된 음극액 각각이 데이터 센터 외부에서 냉각

되는 단계;

상기 양극 공급 파이프와 상기 음극 공급 파이프를 통해 냉각된 양극액을 상기 제2 양극 탱크로부터 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극으로 공급하고, 냉각된 음극액을 상기 제2 음극 탱크로부터 상기 다수의 스택의 음극 다공성 전극으로 공급하는 단계; 및

상기 양극 방출 파이프와 상기 음극 방출 파이프를 통해 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극과 음극 다공성 전극 각각에서 방출되는 양극액과 음극액을 각각 상기 제2 양극 탱크 및 상기 제2 음극 탱크로 회수하는 단계를 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법.

#### 청구항 16

제15항에 있어서, 상기 방전 단계는

상기 냉각되는 단계 이후, 상기 제1 양극 밸브 쌍과 상기 제1 음극 밸브 쌍이 닫히는 단계; 및

상기 제2 양극 밸브 쌍과 상기 제2 음극 밸브 쌍이 열리는 단계를 더 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법.

#### 청구항 17

제14항에 있어서, 상기 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법은

상기 충전 단계에서 상기 제1 양극 탱크와 상기 제1 음극 탱크에 저장된 양극액과 음극액을 상기 제2 양극 탱크와 상기 제2 음극 탱크로 이동시켜 상기 방전 단계로 전환하는 단계; 및

상기 방전 단계에서 제2 양극 탱크와 상기 제2 음극 탱크에 저장된 양극액과 음극액을 상기 제1 양극 탱크와 상기 제1 음극 탱크로 이동시켜 상기 충전 단계로 전환하는 단계를 더 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법.

#### 청구항 18

제17항에 있어서, 상기 방전 단계로 전환하는 단계는

상기 제1 양극 탱크와 상기 제2 양극 탱크 및 상기 제1 음극 탱크와 상기 제2 음극 탱크 사이에 각각 연결되는 제1 및 제2 탱크간 파이프를 통해 상기 제2 양극 탱크에 저장된 양극액과 상기 제2 음극 탱크에 저장된 음극액을 각각 상기 제1 양극 탱크와 상기 제1 음극 탱크로 이동시키고,

상기 충전 단계로 전환하는 단계는

상기 제1 및 제2 탱크간 파이프를 통해 상기 제2 양극 탱크에 저장된 양극액과 상기 제2 음극 탱크에 저장된 음극액을 각각 상기 제1 양극 탱크와 상기 제1 음극 탱크로 이동시키는 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법.

#### 청구항 19

제17항에 있어서, 상기 방전 단계로 전환하는 단계는

상기 제1 양극 공급 밸브와 상기 제1 음극 공급 밸브, 상기 제2 양극 방출 밸브 및 상기 제2 음극 방출 밸브가 열리는 단계; 및

상기 제1 양극 방출 밸브와 상기 제1 음극 방출 밸브, 상기 제2 양극 공급 밸브 및 상기 제2 음극 공급 밸브가 닫히는 단계를 포함하고,

상기 충전 단계로 전환하는 단계는

상기 제2 양극 공급 밸브와 상기 제2 음극 공급 밸브, 상기 제1 양극 방출 밸브 및 상기 제1 음극 방출 밸브가 열리는 단계; 및

상기 제2 양극 방출 밸브와 상기 제2 음극 방출 밸브, 상기 제1 양극 공급 밸브 및 상기 제1 음극 공급 밸브가 닫히는 단계를 포함하는 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법.

#### 청구항 20

제12항에 있어서, 상기 충전 단계는 주간에 수행되고, 상기 방전 단계는 주간에 수행되는 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 바나듐 레독스 흐름 전지 및 이의 운용 방법에 관한 것으로, 데이터 센터용 바나듐 레독스 흐름 전지 및 이의 운용 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 신재생 에너지의 수요 증가에 따라 이를 효율적으로 저장 및 관리할 수 있는 에너지 저장 시스템(Energy Storage System: 이하 ESS)에 대한 관심도 높아지고 있다. 기존의 ESS는 리튬이온 전지가 주로 이용되었으나, 인체 유해성이나 화재 위험성 등의 문제로 최근에는 바나듐 레독스 흐름 전지(Vanadium Redox Flow Battery: VRFB)나 연료 전지와 같은 흐름 전지로 대체하고자 하는 연구가 활발하게 수행되고 있다.

[0003] 리튬이온 전지와 달리, 바나듐 레독스 흐름 전지나 연료 전지와 같은 흐름 전지는 전해질 저장소(Electrolyte reservoir)로 기능하는 탱크와 전극을 포함하는 스택으로 구분된 구조를 갖고, 탱크에 저장된 유체 또는 기체의 전해질(또는 활물질(Active material)이라 함)이 스택을 구성하는 적어도 하나의 전지 셀을 통해 순환하면서, 전지 셀 내부의 다공성 전극의 계면에서 화학 반응을 일으키는 방식으로 전력을 발생하게 된다.

[0004] 도 1은 기존의 바나듐 레독스 흐름 전지 구성의 일 예를 나타낸다.

[0005] 도 1을 참조하면, 바나듐 레독스 흐름 전지는 액체 상태의 양극 전해질인 양극액(Analyte)과 음극 전해질인 음극액(Catholyte)이 각각 저장되는 2개의 탱크(11, 12)와 2개의 탱크로부터 양극액과 음극액이 유입되어 화학 반응을 발생시켜 전력을 획득하는 스택(20), 충전 또는 방전 시에 2개의 탱크(11, 12) 중 대응하는 탱크에 저장된 양극액과 음극액을 스택(20)을 통해 순환시키는 2개의 펌프(13, 14) 및 방전 시에 스택(20)에서 발생된 전력을 사용하거나 충전시에 스택(20)으로 전력을 공급하여 충전시키는 부하/전원부(30)를 포함할 수 있다.

[0006] 스택(20)은 선택적 투과성을 갖는 이온 교환막(Ion Exchange membrane 또는 이온 선택막(ion selective membrane))(21)과 이온 교환막(21)을 사이에 두고 양측에 위치하는 2개의 다공성 전극(22, 23) 및 스택(20) 내에서 발생된 전하를 수집하여 부하/전원부(30)로 공급하는 제1 및 제2 전극(24, 25)를 포함할 수 있다. 여기서 2개의 다공성 전극(22, 23)은 양극액 및 음극액과 산화/환원 반응을 일으키는 반응 전극으로, 전극의 계면에서 산화/환원 반응이 발생되므로, 반응 면적을 높이기 위해 다공성 전극(Porous Electrode)으로 구현된다. 여기서 양극액 및 음극액은 펌프(13, 14)에 의해 스택(20)과 2개의 탱크(11, 12)를 사이를 순환하면서 다공성 전극(22, 23)과 반응하게 된다. 즉 양극액과 음극액은 스택(20)의 일단으로 유입되어 타단으로 방출된다.

[0007] 여기서는 일 예로 하나의 전지 셀로 구현된 스택(20)을 도시하였으나, 스택(20)은 다수의 전지 셀을 포함하도록 구성될 수 있다.

[0008] 이러한 바나듐 레독스 흐름 전지는 단위셀을 적층하여 스택으로 만들어 출력을 자유롭게 조절할 수 있다는 장점이 있으나, 에너지 밀도와 에너지 효율이 낮다는 문제가 있다. 따라서 바나듐 레독스 흐름 전지의 에너지 효율을 개선하기 위한 다양한 방법이 연구되고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-2144745호(2020.08.10 등록)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은 별도의 가열 및 냉각 수단을 이용하지 않고, 데이터 센터의 열을 이용하여 에너지 효율을 향

상시킬 수 있는 바나듐 레독스 흐름 전지 및 이의 운용 방법을 제공하는데 있다.

[0011] 본 발명의 다른 목적은 전력 비용이 상대적으로 저렴한 밤 시간에 충전을 진행하고, 낮 시간에 방전하는 과정을 수행하여 운용 비용을 더욱 저감시킬 수 있는 바나듐 레독스 흐름 전지 및 이의 운용 방법을 제공하는데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 바나듐 레독스 흐름 전지는 데이터 센터 내에 배치되어 데이터 센터의 폐열에 의해 가열되는 전해액을 저장하는 제1 탱크부; 데이터 센터 외부에 배치되어 냉각되는 전해액을 저장하는 제2 탱크부; 충전 시에 상기 제1 탱크부의 전해액을 인가받아 산화/환원시키고, 방전시에 상기 제2 탱크부의 전해액을 인가받아 산화/환원시키는 다수의 스택을 포함하는 스택부; 충전 시 상기 제1 탱크부의 전해액을 상기 스택부로 공급하고, 상기 스택부에서 방출되는 전해액을 상기 제1 탱크부로 회수하며, 방전시에 상기 제2 탱크부의 전해액을 상기 스택부로 공급하고, 상기 스택부에서 방출되는 전해액을 상기 제2 탱크부로 회수하는 흐름 경로부를 포함한다.

[0013] 상기 제1 탱크부는 충전 시에 양극 전해액인 양극액과 음극 전해액인 음극액이 각각 저장되는 제1 양극 탱크 및 제1 음극 탱크를 포함하고, 상기 제2 탱크부는 방전 시에 상기 양극액과 상기 음극액이 각각 저장되는 제2 양극 탱크 및 제2 음극 탱크를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 흐름 경로부는 상기 제1 양극 탱크와 상기 제2 양극 탱크 및 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극 사이에서 상기 양극액이 흐르는 흐름 경로와 상기 제1 음극 탱크와 상기 제2 음극 탱크 및 상기 다수의 스택의 음극 다공성 전극 사이에서 상기 음극액이 흐르는 흐름 경로를 제공하는 다수의 파이프; 상기 다수의 파이프 각각에 결합되어 상기 다수의 파이프를 통해 양극액 또는 음극액이 지정된 방향으로 흐르도록 하는 다수의 펌프; 및 상기 다수의 파이프와 상기 제1 양극 탱크, 상기 제2 양극 탱크, 상기 제1 음극 탱크 및 상기 제2 음극 탱크 사이에 연결되어, 상기 파이프를 통해 흐르는 양극액 및 음극액의 흐름 경로를 조절하는 다수의 밸브를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 다수의 파이프는 상기 제1 양극 탱크와 상기 제2 양극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극 내로 상기 양극액이 공급되는 양극액 공급단으로 분기되어 연결되는 양극 공급 파이프; 상기 제1 양극 탱크와 상기 제2 양극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 양극 다공성 전극에서 상기 양극액이 방출되는 양극액 방출단으로 분기되어 연결되는 양극 방출 파이프; 상기 제1 음극 탱크와 상기 제2 음극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 음극 다공성 전극 내로 상기 음극액이 공급되는 음극액 공급단으로 분기되어 연결되는 음극 공급 파이프; 및 상기 제1 음극 탱크와 상기 제2 음극 탱크에 사이에 연결되고, 상기 다수의 스택의 음극 다공성 전극에서 상기 음극액이 방출되는 음극액 방출단으로 분기되어 연결되는 음극 방출 파이프를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 다수의 밸브는 상기 양극 공급 파이프와 상기 양극 방출 파이프에서 상기 제1 양극 탱크 측에 각각 연결되는 제1 양극 공급 밸브 및 제1 양극 방출 밸브로 구성되는 제1 양극 밸브 쌍; 상기 양극 공급 파이프와 상기 양극 방출 파이프에서 상기 제2 양극 탱크 측에 각각 연결되는 제2 양극 공급 밸브 및 제2 양극 방출 밸브로 구성되는 제2 양극 밸브 쌍; 상기 음극 공급 파이프와 상기 음극 방출 파이프에서 상기 제1 음극 탱크 측에 각각 연결되는 제1 음극 공급 밸브 및 제1 음극 방출 밸브로 구성되는 제1 음극 밸브 쌍; 및 상기 음극 공급 파이프와 상기 음극 방출 파이프에서 상기 제2 음극 탱크 측에 각각 연결되는 제2 음극 공급 밸브 및 제2 음극 방출 밸브로 구성되는 제2 음극 밸브 쌍을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는 충전 시에 상기 제1 양극 밸브 쌍과 상기 제1 음극 밸브 쌍이 열리고, 제2 양극 밸브 쌍과 제2 음극 밸브 쌍은 닫힐 수 있다.

[0018] 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는 방전 시에 상기 제1 양극 밸브 쌍과 상기 제1 음극 밸브 쌍이 닫히고, 제2 양극 밸브 쌍과 제2 음극 밸브 쌍은 열릴 수 있다.

[0019] 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는 충전 전환 시에 상기 제1 탱크부에 저장된 전해액을 상기 제2 탱크부로 이동시키고, 방전 전환 시에 상기 제2 탱크부에 저장된 전해액을 상기 제1 탱크부로 이동시키기 위해, 상기 제1 양극 탱크와 상기 제2 양극 탱크 및 상기 제1 음극 탱크와 상기 제2 음극 탱크 사이에 각각 연결되는 제1 및 제2 탱크간 파이프를 더 포함할 수 있다.

[0020] 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는 충전에서 방전으로 전환 시, 상기 제1 양극 탱크와 상기 제1 음극 탱크에 저장된 상기 양극액과 상기 음극액이 상기 스택부를 통해 상기 제2 양극 탱크와 상기 제2 음극 탱크로 이동되도록,



상기 제1 양극 공급 밸브와 상기 제1 음극 공급 밸브, 상기 제2 양극 방출 밸브 및 상기 제2 음극 방출 밸브가 열리고, 상기 제1 양극 방출 밸브와 상기 제1 음극 방출 밸브, 상기 제2 양극 공급 밸브 및 상기 제2 음극 공급 밸브는 닫힐 수 있다.

[0021] 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는 방전에서 충전으로 전환 시, 상기 제2 양극 탱크와 상기 제2 음극 탱크에 저장된 상기 양극액과 상기 음극액이 상기 스택부를 통해 상기 제1 양극 탱크와 상기 제1 음극 탱크로 이동되도록, 상기 제2 양극 공급 밸브와 상기 제2 음극 공급 밸브, 상기 제1 양극 방출 밸브 및 상기 제1 음극 방출 밸브가 열리고, 상기 제2 양극 방출 밸브와 상기 제2 음극 방출 밸브, 상기 제1 양극 공급 밸브 및 상기 제1 음극 공급 밸브는 닫힐 수 있다.

[0022] 상기 바나듐 레독스 흐름 전지는 야간에 상기 제1 양극 탱크와 상기 제1 음극 탱크 및 상기 스택부를 이용하여 충전이 수행되고, 주간에 상기 제2 양극 탱크와 상기 제2 음극 탱크 및 상기 스택부를 이용하여 방전이 수행될 수 있다.

[0023] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법은 데이터 센터 내에 배치되어 데이터 센터의 폐열에 의해 가열되는 전해액을 저장하는 제1 양극 탱크와 제1 음극 탱크를 구비하는 제1 탱크부와 데이터 센터 외부에 배치되어 냉각되는 전해액을 저장하는 제2 양극 탱크와 제2 음극 탱크를 구비하는 제2 탱크부 및 충전 시에 상기 제1 탱크부의 전해액을 인가받아 산화/환원시키고, 방전시에 상기 제2 탱크부의 전해액을 인가받아 산화/환원시키는 다수의 스택을 포함하는 스택부를 구비하는 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법에 있어서, 충전 시 상기 제1 탱크부의 전해액을 상기 스택부로 공급하고, 상기 스택부에서 방출되는 전해액을 상기 제1 탱크부로 회수하는 충전 단계; 및 방전시에 상기 제2 탱크부의 전해액을 상기 스택부로 공급하고, 상기 스택부에서 방출되는 전해액을 상기 제2 탱크부로 회수하는 방전 단계를 포함한다.

### 발명의 효과

[0024] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 바나듐 레독스 흐름 전지 및 이의 운용 방법은 데이터 센터 내의 열을 이용하여 충전 전 전해질 용액의 온도를 상승시키고, 방전 시에는 데이터 센터 외부에서 냉각되도록 함으로써 온도에 따른 에너지 효율성을 개선할 수 있으며, 밤 시간에 충전을 진행하고, 낮 시간에 방전하는 과정을 수행하여 운용 비용을 더욱 저감시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 기존의 바나듐 레독스 흐름 전지 구성의 일 예를 나타낸다.

도 2는 바나듐 레독스 흐름 전지의 온도에 따른 충방전 특성을 나타낸다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 바나듐 레독스 흐름 전지의 개략적 구성을 나타낸다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법을 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0027] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[0028] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0029] 도 2는 바나듐 레독스 흐름 전지의 온도에 따른 충방전 특성을 나타낸다.

[0030] 도 2에 도시된 바와 같이, 바나듐 레독스 흐름 전지는 전해질 용액을 가열하여 충전하고, 냉각 후 방전을 수행하는 방식으로 에너지 효율을 5 ~ 9% 개선할 수 있음이 확인되었다.

- [0031] 다만 바나듐 레독스 흐름 전지의 에너지 효율을 개선하기 위해 별도의 가열 및 냉각 수단을 이용하여 전해질을 가열 및 냉각하는 것은 개선되는 에너지 효율에 비해 더 많은 에너지 소비를 요구한다. 이는 결과적으로 바나듐 레독스 흐름 전지의 에너지 효율을 더욱 낮추는 결과를 초래하게 된다. 이러한 문제로 인해 기존에는 전해질을 가열하거나 냉각하지 않고 동일한 온도에서 바나듐 레독스 흐름 전지의 충전 및 방전 동작을 수행하였다.
- [0032] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 바나듐 레독스 흐름 전지의 개략적 구성을 나타낸다.
- [0033] 도 3을 참조하면, 본 실시예에 따른 바나듐 레독스 흐름 전지는 제1 및 제2 탱크부(100, 200), 스택부(300), 다수의 파이프((411, 412), (421, 422)), 다수의 밸브((511 ~ 514), (521 ~ 524)) 및 다수의 펌프(미도시)를 포함한다.
- [0034] 본 실시예에서 제1 탱크부(100)는 데이터 센터 내부에 배치되는 반면, 제2 탱크부(200)는 데이터 센터 외부에 배치되며, 제1 및 제2 탱크부(100, 200)는 각각 액체 상태의 양극 전해질인 양극액이 저장되는 양극 탱크(110, 210)와 음극 전해질인 음극액이 저장되는 음극 탱크(120, 220)를 포함한다.
- [0035] 데이터 센터는 서버, 스토리지, 네트워크 등 IT 서비스 제공에 필요한 각종 장비를 적게는 수백대에서 많게는 수만대로 대규모로 운용하는 공간으로서, 특정 시설에 다수의 IT 기기가 밀집하여 배치됨에 따라 대량의 전력을 소비할 뿐만 아니라, 각 IT 기기에서 발생하는 열에 의해 외부에 비해 높은 온도로 유지된다. 그리고 이러한 데이터 센터 내부의 열은 사용되지 않는 폐열이며, 오히려 IT 기기의 성능을 저하시킬 뿐만 아니라 고장 발생의 원인이 되므로, 데이터 센터의 안정적인 운용을 위해서는 냉각이 필요하다. 이에 데이터 센터에는 기본적으로 냉각 공조 설비가 함께 설치된다. 그러나 비록 데이터 센터에 냉각 공조 설비가 설치되더라도 이는 지나친 과열로 인한 고장 발생을 막기 위함일 뿐으로, 과도한 전력 사용을 방지하기 위해서라도 데이터 센터 내부의 온도가 외부보다 낮게 유지하기 어렵다. 즉 데이터 센터의 내부는 항상 외부보다 높은 온도로 유지된다고 볼 수 있다.
- [0036] 본 실시예의 바나듐 레독스 흐름 전지는 상기한 데이터 센터 내부의 높은 온도와 데이터 센터 외부와의 온도차를 이용하여 흐름 전지의 충방전 효율을 향상시키기 위해, 기존의 흐름 전지와 달리 제1 및 제2 탱크부(100, 200)를 구분하여 구비하여, 제1 탱크부(100)를 데이터 센터 내부에 배치하고, 제2 탱크부(200)를 데이터 센터 외부에 배치한다.
- [0037] 제1 탱크부(100)의 제1 양극 탱크(110)와 제1 음극 탱크(120)는 데이터 센터 내부의 높은 온도에 의해 가열되어 충전 효율을 향상시키고, 제2 탱크부(200)의 제2 양극 탱크(210)와 제2 음극 탱크(220)는 데이터 센터 외부의 상대적으로 낮은 온도에서 냉각되어 방전 효율을 향상시킬 수 있도록 한다. 따라서 제1 양극 탱크(110)와 제1 음극 탱크(120)를 각각 충전용 양극 탱크와 충전용 음극 탱크라 할 수 있으며, 제2 양극 탱크(210)와 제2 음극 탱크(220)를 각각 방전용 양극 탱크와 방전용 음극 탱크라 할 수 있다.
- [0038] 스택부(300)는 다수의 스택이 적층될 수 있으며, 다수의 스택 각각은 각각 도 1에 도시된 바와 같이 선택적 투과성을 갖는 이온 교환막(21)과 이온 교환막(21)을 사이에 두고 양측에 위치하는 2개의 다공성 전극(22, 23) 및 스택(20) 내에서 발생된 전하를 수집하는 제1 및 제2 전극(24, 25)를 포함할 수 있다.
- [0039] 다수의 파이프((411, 412), (421, 422)) 중 양극 파이프 쌍(411, 412)은 제1 양극 탱크(110)와 제2 양극 탱크(210) 및 스택의 양극 다공성 전극(22) 사이를 연결한다. 양극 파이프 쌍(411, 412)에서 양극 공급 파이프(411)는 제1 양극 탱크(110)와 제2 양극 탱크(210)에 사이에 연결될 뿐만 아니라 제1 양극 탱크(110)와 제2 양극 탱크(210) 사이에서 스택의 양극 다공성 전극(22) 내로 양극액이 공급되는 양극액 공급단에 병렬로 연결된다. 그리고 양극 방출 파이프(412)는 제1 양극 탱크(110)와 제2 양극 탱크(210)에 사이에 연결되고, 제1 양극 탱크(110)와 제2 양극 탱크(210) 사이에서 스택의 양극 다공성 전극(22)에서 양극액이 방출되는 양극액 방출단에 병렬로 연결된다.
- [0040] 이와 유사하게 음극 파이프 쌍(421, 422)은 제1 음극 탱크(120)와 제2 음극 탱크(220) 및 스택의 음극 다공성 전극(23) 사이를 연결한다. 음극 파이프 쌍(421, 422)에서 음극 공급 파이프(421)는 제1 음극 탱크(120)와 제2 음극 탱크(220)에 사이에 연결되고, 제1 음극 탱크(120)와 제2 음극 탱크(220) 사이에서 스택의 음극 다공성 전극(23) 내로 음극액이 공급되는 음극액 공급단에 병렬로 연결된다. 그리고 음극 방출 파이프(422)는 제1 음극 탱크(120)와 제2 음극 탱크(220)에 사이에 연결되고, 제1 음극 탱크(120)와 제2 음극 탱크(220) 사이에서 스택의 음극 다공성 전극(23)에서 양극액이 방출되는 음극액 방출단에 병렬로 연결된다.
- [0041] 즉 양극 공급 파이프와 음극 공급 파이프는 각각 제1 탱크부(100) 또는 제2 탱크부(200)에 저장된 양극액과 음

극액을 스택부(300)의 다수의 스택에서 양극 다공성 전극(22)과 음극 다공성 전극(23)으로 공급하고, 양극 방출 파이프와 음극 방출 파이프는 각각 다수의 스택에서 양극 다공성 전극(22)과 음극 다공성 전극(23)에서 방출되는 양극액과 음극액을 제1 탱크부(100) 또는 제2 탱크부(200)로 공급할 수 있도록 구성된다.

[0042] 그리고 제1 음극 밸브 쌍(521, 522)은 음극 파이프 쌍(421, 422)에서 제1 음극 탱크(120)측에 결합되고, 제2 음극 밸브 쌍(523, 524)은 음극 파이프 쌍(421, 422)에서 제2 음극 탱크(220)측에 결합된다.

[0043] 즉 제1 양극 밸브 쌍(511, 512)과 제1 음극 밸브 쌍(521, 522)은 데이터 센터 내부에 배치되는 제1 탱크부(100)측의 전해액의 공급 및 방출을 제어하기 위한 밸브이고, 제2 양극 밸브 쌍(513, 514)과 제2 음극 밸브 쌍(523, 524)은 데이터 센터 외부에 배치되는 제2 탱크부(200)측의 전해액의 공급 및 방출을 제어하기 위한 밸브이다.

[0044] 다수의 밸브((511 ~ 514), (521 ~ 524)) 중 제1 양극 밸브 쌍(511, 512)은 양극 파이프 쌍(411, 412)에서 제1 양극 탱크(110)측에 결합되고, 제2 양극 밸브 쌍(513, 514)은 양극 파이프 쌍(411, 412)에서 제2 양극 탱크(210)측에 결합된다. 제1 양극 밸브 쌍(511, 512)에서 양극 공급 파이프(411)에 결합된 제1 양극 공급 밸브(511)는 제1 양극 탱크(110)의 양극액이 양극 공급 파이프(411)를 통해 스택의 양극 다공성 전극(22) 내로 공급되도록 한다. 그리고 양극 방출 파이프(412)에 결합된 제1 양극 방출 밸브(512)는 스택에서 방출되는 양극액이 양극 방출 파이프(412)를 통해 다시 제1 양극 탱크(110)로 회수되도록 한다. 음극 공급 파이프(421)에 결합된 제1 음극 공급 밸브(521)는 제1 음극 탱크(120)의 음극액이 음극 공급 파이프(421)를 통해 스택의 음극 다공성 전극(23) 내로 공급되도록 한다. 그리고 음극 방출 파이프(422)에 결합된 제1 음극 방출 밸브(522)는 스택에서 방출되는 음극액이 음극 방출 파이프(422)를 통해 다시 제1 음극 탱크(120)로 회수되도록 한다.

[0045] 마찬가지로, 제2 양극 밸브 쌍(513, 514)에서 양극 공급 파이프(411)에 결합된 제2 양극 공급 밸브(513)는 제2 양극 탱크(210)의 양극액이 양극 공급 파이프(411)를 통해 스택의 양극 다공성 전극(22) 내로 공급되도록 한다. 그리고 양극 방출 파이프(412)에 결합된 제2 양극 방출 밸브(514)는 스택에서 방출되는 양극액이 양극 방출 파이프(412)를 통해 다시 제2 양극 탱크(210)로 회수되도록 한다. 음극 공급 파이프(421)에 결합된 제2 음극 공급 밸브(523)는 제2 음극 탱크(220)의 음극액이 음극 공급 파이프(421)를 통해 스택의 음극 다공성 전극(23) 내로 공급되도록 한다. 그리고 음극 방출 파이프(422)에 결합된 제2 음극 방출 밸브(524)는 스택에서 방출되는 음극액이 음극 방출 파이프(422)를 통해 다시 제2 음극 탱크(220)로 회수되도록 한다.

[0046] 여기서 제1 탱크부(100)의 제1 양극 탱크(110)와 제1 음극 탱크(120)는 충전 시에 이용하는 충전용 탱크로서, 제1 양극 밸브 쌍(511, 512)과 제1 음극 밸브 쌍(521, 522)은 바나듐 레독스 흐름 전지의 충전시에 개방되는 충전용 양극 밸브 쌍과 충전용 음극 밸브 쌍으로 볼 수 있다. 그리고 제2 탱크부(200)의 제2 양극 탱크(210)와 제2 음극 탱크(220)는 방전 시에 이용하는 방전용 탱크이므로, 제2 양극 밸브 쌍(513, 514)과 제2 음극 밸브 쌍(523, 524)은 방전시에 개방되는 충전용 양극 밸브 쌍과 충전용 음극 밸브 쌍으로 볼 수 있다.

[0047] 그리고 도시하지 않았으나, 다수의 파이프((411, 412), (421, 422)) 각각에는 파이프 내의 전해액이 원활하게 흐를 수 있도록 펌프(미도시)가 결합된다.

[0048] 상기한 구성에 따른 바나듐 레독스 흐름 전지는 충전 시에 충전용 밸브 쌍인 제1 양극 밸브 쌍(511, 512)과 제1 음극 밸브 쌍(521, 522)을 여는 반면, 방전용 밸브 쌍인 제2 양극 밸브 쌍(513, 514)과 제2 음극 밸브 쌍(523, 524)은 닫는다.

[0049] 제2 양극 밸브 쌍(513, 514)과 제2 음극 밸브 쌍(523, 524)이 닫힌 상태이므로, 제1 양극 탱크(110)에서 데이터 센터 내부의 폐열로 인해 가열된 양극액은 제1 양극 공급 밸브(511)와 양극 공급 파이프(411)를 통해 스택부(300)의 다수의 스택 각각에서 양극 다공성 전극(22)의 양극액 공급단으로 공급된다. 즉 제1 양극 탱크(110)의 양극액이 다수의 스택 각각에 공급된다. 그리고 스택 내에서 산화된 양극액은 양극 다공성 전극(22)의 양극액 방출단을 통해 방출되고, 스택에서 방출된 양극액은 양극 방출 파이프(412)와 제1 양극 방출 밸브(512)를 통해 다시 제1 양극 탱크(110)로 회수된다. 즉 제1 양극 탱크(110)와 스택의 양극 다공성 전극(22) 사이에서 양극액이 순환된다.

[0050] 또한 제1 음극 탱크(120)에서 데이터 센터 내부의 폐열로 인해 가열된 음극액은 제1 음극 공급 밸브(521)와 음극 공급 파이프(421)를 통해 스택부(300)의 다수의 스택 각각에서 음극 다공성 전극(23)의 음극액 공급단으로 공급된다. 그리고 스택 내에서 환원된 음극액은 음극 다공성 전극(23)의 음극액 방출단을 통해 방출되고, 스택에서 방출된 음극액은 음극 방출 파이프(422)와 제1 음극 방출 밸브(522)를 통해 다시 제1 음극 탱크(120)로 회수된다. 따라서 제1 음극 탱크(120)와 스택의 음극 다공성 전극(23) 사이에서 음극액이 순환된다.

- [0051] 한편 방전 시에는 방전용 밸브 쌍인 제2 양극 밸브 쌍(513, 514)과 제2 음극 밸브 쌍(523, 524)을 여는 반면, 충전용 밸브 쌍인 제1 양극 밸브 쌍(511, 512)과 제1 음극 밸브 쌍(521, 522)은 닫는다.
- [0052] 제1 양극 밸브 쌍(511, 512)과 제1 음극 밸브 쌍(521, 522)이 닫힌 상태이므로, 데이터 센터 외부의 제2 양극 탱크(120)에서 냉각된 양극액은 제2 양극 공급 밸브(513)와 양극 공급 파이프(411)를 통해 스택부(300)의 다수의 스택 각각에서 양극 다공성 전극(22)의 양극액 공급단으로 공급된다. 그리고 스택 내에서 환원된 양극액은 양극 다공성 전극(22)의 양극액 방출단을 통해 방출되고, 스택에서 방출된 양극액은 양극 방출 파이프(412)와 제2 양극 방출 밸브(514)를 통해 다시 제2 양극 탱크(210)로 회수되어 순환된다.
- [0053] 또한 데이터 센터 외부의 제2 음극 탱크(220)에서 냉각된 음극액은 제2 음극 공급 밸브(523)와 음극 공급 파이프(421)를 통해 스택부(300)의 다수의 스택 각각에서 음극 다공성 전극(23)의 음극액 공급단으로 공급된다. 그리고 스택 내에서 산화된 음극액은 음극 다공성 전극(23)의 음극액 방출단을 통해 방출되고, 스택에서 방출된 음극액은 음극 방출 파이프(422)와 제2 음극 방출 밸브(524)를 통해 다시 제2 음극 탱크(220)로 회수되어 순환된다.
- [0054] 결과적으로 본 실시예에 다른 바나둑 레독스 흐름 전지는 충전에 전해액을 가열하여 저장하기 위한 제1 탱크부(100)와 방전시에 전해액을 냉각하여 저장하기 위한 제2 탱크부(200)를 데이터 센터의 내부와 외부에 구분하여 구비하고, 제1 탱크부(100)와 제2 탱크부(200)에 저장된 전해액을 스택부(300)로 공급하거나 스택부(300)에서 방출되는 전해액을 회수하기 위한 경로를 설정하는 다수의 파이프((411, 412), (421, 422))와 밸브((511 ~ 514), (521 ~ 524))를 구비함으로써, 별도의 가열 수단 없이 바나둑 레독스 흐름 전지의 충방전 효율을 개선할 수 있다.
- [0055] 그리고 본 실시예와 같이 충전용 탱크와 방전용 탱크가 구분된 경우, 데이터 센터의 추가적인 비용 경감 효과를 획득할 수 있다. 현재 전기 요금 체계에 따르면 주간 및 야간 요금이 서로 상이하다. 이는 전력 수요가 높은 주간 전기 요금을 할증하는데 반해, 야간 전기 요금을 할인하여 주야간 전력 수요를 줄이기 위함이다. 따라서 비용이 저렴한 야간에는 충전용 탱크를 이용하여 충전하고, 비용이 높은 주간에는 방전용 탱크를 이용하여 방전하도록 함으로써, 데이터 센터의 운용 비용을 더욱 저감시킬 수 있다.
- [0056] 상기한 본 실시예의 바나둑 레독스 흐름 전지는 충전 동작에서 방전 동작으로 전환하는 경우, 양극 탱크(110, 210) 측에서는 제1 양극 공급 밸브(511)와 제2 양극 방출 밸브(514)가 열리고, 제1 양극 방출 밸브(512)와 제2 양극 공급 밸브(513)가 닫힐 수 있다. 그리고 음극 탱크(120, 220) 측에서는 제1 음극 공급 밸브(521)와 제2 음극 방출 밸브(524)가 열리고, 제1 음극 방출 밸브(522)와 제2 음극 공급 밸브(523)가 닫힐 수 있다.
- [0057] 이 경우, 제1 양극 탱크(110)에 저장된 양극액은 제1 양극 공급 밸브(511)와 양극 공급 파이프(411)를 통해 스택부(300)로 공급되고, 스택부(300)에서 방출되는 양극액은 양극 방출 파이프(412)와 제2 양극 방출 밸브(514)를 통해 제2 양극 탱크(210)에 저장된다. 그리고 제1 음극 탱크(120)에 저장된 음극액은 제1 음극 공급 밸브(521)와 음극 공급 파이프(421)를 통해 스택부(300)로 공급되고, 스택부(300)에서 방출되는 음극액은 음극 방출 파이프(422)와 제2 음극 방출 밸브(524)를 통해 제2 음극 탱크(220)에 저장된다. 따라서 충전용 제1 탱크부(100)에 저장된 전해액이 스택부(300)를 거쳐 방전용 제2 탱크부(200)로 이동되어 저장될 수 있다.
- [0058] 한편, 방전 동작에서 충전 동작으로 전환하는 경우, 양극 탱크(110, 210) 측에서는 제1 양극 방출 밸브(512)와 제2 양극 공급 밸브(513)가 열리고, 제1 양극 공급 밸브(511)와 제2 양극 방출 밸브(514)가 닫힐 수 있다. 그리고 음극 탱크(120, 220) 측에서는 제1 음극 방출 밸브(522)와 제2 음극 공급 밸브(523)가 열리고, 제1 음극 공급 밸브(521)와 제2 음극 방출 밸브(524)가 닫힐 수 있다.
- [0059] 이에 제2 양극 탱크(210)에 저장된 양극액은 제2 양극 공급 밸브(513)와 양극 공급 파이프(411)를 통해 스택부(300)로 공급되고, 스택부(300)에서 방출되는 양극액은 양극 방출 파이프(412)와 제1 양극 방출 밸브(512)를 통해 제1 양극 탱크(110)에 저장된다. 그리고 제2 음극 탱크(220)에 저장된 음극액은 제1 음극 공급 밸브(523)와 음극 공급 파이프(421)를 통해 스택부(300)로 공급되고, 스택부(300)에서 방출되는 음극액은 음극 방출 파이프(422)와 제1 음극 방출 밸브(522)를 통해 제1 음극 탱크(120)에 저장된다. 따라서 방전용 제1 탱크부(200)에 저장된 전해액이 스택부(300)를 거쳐 충전용 제1 탱크부(100)로 이동되어 저장될 수 있다.
- [0060] 따라서 충전용 제1 탱크부(100)와 방전용 제2 탱크부(200)에서 전해액을 상호 이동시킬 수 있다.
- [0061] 다만 제1 탱크부(100) 또는 제2 탱크부(200)에 저장된 전해액을 스택부(300)를 거쳐 이동시키는 것은 시간이 오래 소요되므로 비효율적이다. 이에 본 실시예에 따른 바나둑 레독스 흐름 전지는 제1 양극 탱크(110)와 제2 양



극 탱크(210) 및 제1 음극 탱크(120)와 제2 음극 탱크(220) 사이에 직접 연결되는 탱크간 파이프 쌍(431, 432)을 더 포함할 수 있다. 탱크간 파이프 쌍(431, 432) 각각에도 펌프(미도시) 결합된다.

[0062] 제1 및 제2 양극 탱크(110, 210)사이에 연결되는 양극 탱크간 파이프(431)는 충전에서 방전으로 전환 시에는 제1 양극 탱크(110)에 저장된 양극액이 제2 양극 탱크(210)로 이동되고, 방전에서 충전으로 전환 시에는 제2 양극 탱크(210)에 저장된 양극액이 제1 양극 탱크(110)로 이동된다. 그리고 제1 및 제2 음극 탱크(120, 220)사이에 연결되는 음극 탱크간 파이프(432)는 충전에서 방전으로 전환 시에는 제1 음극 탱크(120)에 저장된 음극액이 제2 음극 탱크(220)로 이동되고, 방전에서 충전으로 전환 시에는 제2 음극 탱크(220)에 저장된 음극액이 제1 음극 탱크(120)로 이동된다.

[0063] 본 실시예에서 다수의 파이프((411, 412), (421, 422), (431, 432)), 다수의 밸브((511 ~ 514), (521 ~ 524)) 및 다수의 펌프(미도시)는 제1 및 제2 탱크부(100, 200)와 스택부(300) 사이에서 전해액의 흐름을 제어하기 위한 흐름 경로부라 할 수 있다.

[0064] 흐름 경로부는 충전 시 제1 탱크부(100)의 전해액을 스택부(300)로 공급하고, 스택부(300)에서 방출되는 전해액이 상기 제1 탱크부(100)로 회수되도록 하며, 방전시에 제2 탱크부(200)의 전해액을 스택부(300)로 공급하고, 스택부(300)에서 방출되는 전해액이 제2 탱크부(200)로 회수되도록 한다. 그리고 충방전 전환시, 제1 탱크부(100)에 저장된 전해액이 제2 탱크부(200)로 이동되도록 하거나, 제2 탱크부(200)에 저장된 전해액이 제1 탱크부(100)로 이동되도록 한다.

[0065] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법을 나타낸다.

[0066] 도시하지 않았으나, 본 실시예에 따른 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법은 별도로 구비된 제어부(미도시)가 다수의 파이프((411, 412), (421, 422), (431, 432))에 결합된 펌프(미도시)와 다수의 밸브((511 ~ 514), (521 ~ 524))를 제어하여 수행될 수 있다.

[0067] 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 바나듐 레독스 흐름 전지의 운용 방법은 크게 충전 단계(S10)와 방전 단계(S20)를 포함할 수 있다.

[0068] 충전 단계(S10)에서는 먼저 데이터 센터 내부에 배치된 제1 탱크부(100)에 전해액을 공급한다(S11). 제1 탱크부(100)는 제1 양극 탱크(110)와 제1 음극 탱크(120)를 포함하며, 제1 양극 탱크(110)에는 양극 전해액인 양극액이 공급되고, 제1 음극 탱크(120)에는 음극 전해액인 음극액이 공급된다. 이때 양극액과 음극액 각각은 데이터 센터 외부에 배치된 제2 탱크부(200)의 제2 양극 탱크(210)와 제2 음극 탱크(220)로부터 탱크간 파이프 쌍(431, 432)을 통해 제1 양극 탱크(110)와 제1 음극 탱크(120)로 직접 공급될 수도 있으나, 스택부(300)의 다수의 스택을 경유하여 공급될 수 있다.

[0069] 양극액과 음극액이 다수의 스택을 경유하여 공급되는 경우, 제1 양극 방출 밸브(512)와 제2 양극 공급 밸브(513), 제1 음극 방출 밸브(522) 및 제2 음극 공급 밸브(523)가 열리고, 제1 양극 공급 밸브(511)와 제2 양극 방출 밸브(514), 제1 음극 공급 밸브(521) 및 제2 음극 방출 밸브(524)가 닫힘으로써, 제2 양극 탱크(210)와 제2 음극 탱크(220)의 전해액이 스택부(300)를 거친 후, 제2 양극 탱크(210)와 제2 음극 탱크(220)로 회수되지 않고 제1 양극 탱크(110)와 제1 음극 탱크(120)로 공급될 수 있다.

[0070] 한편, 제1 탱크부(100)의 제1 양극 탱크(110)와 제1 음극 탱크(120)에 공급된 양극액과 음극액은 데이터 센터 내부의 열로 인해 가열된다(S12). 즉 전해액이 데이터 센터 내부의 폐열을 흡수하여 가열되며, 이로 인해 데이터 센터 재부의 온도를 하강시키는 역할도 일부 수행할 수 있다.

[0071] 전해액이 가열되면, 가열된 전해액을 스택부(300)로 공급하여 산화/환원시킴으로써, 충전 동작을 수행한다(S13). 제1 양극 공급 밸브(511)와 제1 양극 방출 밸브(512) 및 제1 음극 공급 밸브(521) 및 제1 음극 방출 밸브(522)가 열림으로써, 제1 양극 탱크(110)와 제1 음극 탱크(120)에 저장된 전해액이 제1 양극 공급 밸브(511)와 양극 공급 파이프(411) 그리고 제1 음극 공급 밸브(521)와 음극 공급 파이프(421)를 통해 스택부(300)로 공급된다. 이때, 제2 양극 공급 밸브(513)와 제2 양극 방출 밸브(514), 제2 음극 공급 밸브(523) 및 제2 음극 방출 밸브(524)는 닫힌 상태를 유지하므로, 양극 공급 파이프(411)와 음극 공급 파이프(421)를 통해 전송되는 전해액은 제2 탱크부(200)의 제2 양극 탱크(210)와 제2 음극 탱크(220)로 공급되지 않는다.

[0072] 그리고 스택부에서 산화/환원된 전해액은 양극 방출 파이프(412)와 열린 상태의 제1 양극 방출 밸브(512) 및 음극 방출 파이프(422)와 열린 상태의 제1 음극 방출 밸브(522)를 통해 제1 탱크부(100)의 제1 양극 탱크(110)와 제1 음극 탱크(120)로 회수된다(S14).

- [0073] 이후 충전 단계(S10)에서 방전 단계(S20)로의 전환 여부를 판별한다(S15). 만일 충전 상태를 유지하는 경우, 제1 탱크부(100)에 회수된 전해액이 다시 데이터 센터 내부의 열에 의해 가열된다(S12). 그러나 방전 단계(S20)으로 전환되어야 하는 것으로 판별되면, 제1 탱크부(100)에 저장된 전해액을 제2 탱크부(200)로 공급한다(S21).
- [0074] 양극액과 음극액의 전해액은 탱크간 파이프 쌍(431, 432)을 통해 제1 탱크부(100)에서 제2 탱크부(200)로 직접 공급될 수도 있으나, 스택부(300)를 경유하여 공급될 수 있다. 스택부(300)를 경유하여 공급되는 경우, 제1 양극 방출 밸브(512)와 제2 양극 공급 밸브(513), 제1 음극 방출 밸브(522) 및 제2 음극 공급 밸브(523)가 닫히고, 제1 양극 공급 밸브(511)와 제2 양극 방출 밸브(514), 제1 음극 공급 밸브(521) 및 제2 음극 방출 밸브(524)가 열림으로써, 제1 양극 탱크(110)와 제1 음극 탱크(120)의 전해액이 스택부(300)를 거친 후, 제2 양극 탱크(210)와 제2 음극 탱크(220)로 공급될 수 있다.
- [0075] 한편, 데이터 센터 외부에 배치된 제2 탱크부(200)의 제2 양극 탱크(210)와 제2 음극 탱크(220)의 양극액과 음극액은 방열되어 냉각된다(S22).
- [0076] 그리고 냉각된 전해액을 스택부(300)로 공급하여 산화/환원시킴으로써, 방전 동작을 수행한다(S23). 여기서 제2 양극 공급 밸브(513)와 제2 양극 방출 밸브(514), 제2 음극 공급 밸브(523) 및 제2 음극 방출 밸브(524)가 열림으로써, 제2 양극 탱크(210)와 제2 음극 탱크(220)에 저장된 전해액이 제2 양극 공급 밸브(513)와 양극 공급 파이프(411) 그리고 제2 음극 공급 밸브(523)와 음극 공급 파이프(421)를 통해 스택부(300)로 공급된다. 이때, 제1 양극 공급 밸브(511)와 제1 양극 방출 밸브(512) 및 제1 음극 공급 밸브(521) 및 제1 음극 방출 밸브(522)는 닫힌 상태를 유지하므로, 양극 공급 파이프(411)와 음극 공급 파이프(421)를 통해 전송되는 전해액은 제1 탱크부(100)로 공급되지 않는다.
- [0077] 스택부(300)에서 산화/환원된 전해액은 양극 방출 파이프(412)와 열린 상태의 제2 양극 방출 밸브(514) 및 음극 방출 파이프(422)와 열린 상태의 제2 음극 방출 밸브(524)를 통해 제2 탱크부(200)의 제2 양극 탱크(210)와 제2 음극 탱크(220)로 회수된다(S24).
- [0078] 이후 방전 단계(S20)에서 충전 단계(S10)로의 전환 여부를 판별한다(S55). 만일 방전 상태를 유지하는 경우, 제2 탱크부(200)에 회수된 전해액은 냉각된 상태를 유지한다(S12). 그러나 충전 단계(S10)으로 전환되어야 하는 것으로 판별되면, 제2 탱크부(200)에 저장된 전해액을 제1 탱크부(100)로 다시 공급한다(S21).
- [0079] 여기서 제어부는 주간에는 충전 단계(S10)를 수행하고, 야간에는 방전 단계(S20)를 수행하도록 바나듐 레독스 흐름 전지를 제어함으로써, 데이터 센터의 운용 비용을 더욱 저감시킬 수 있다.
- [0080] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.
- [0081] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.
- [0082] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

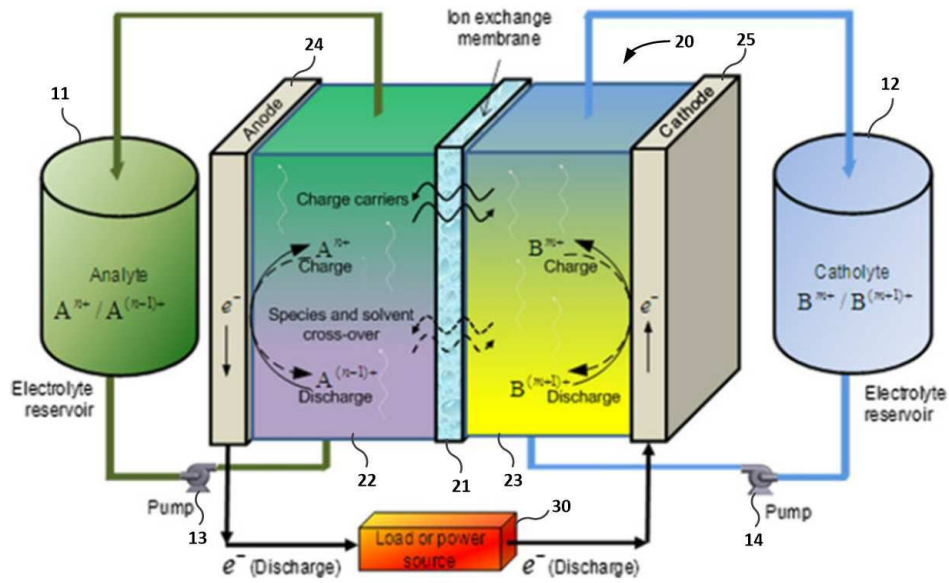
### 부호의 설명

- [0083] 100: 제1 탱크부    110: 제1 양극 탱크  
120: 제1 음극 탱크    200: 제2 탱크부  
210: 제2 양극 탱크    220: 제2 음극 탱크  
300: 스택부    411: 양극 공급 파이프  
412: 양극 방출 파이프    421: 음극 공급 파이프  
422: 음극 방출 파이프    431: 양극 탱크간 파이프

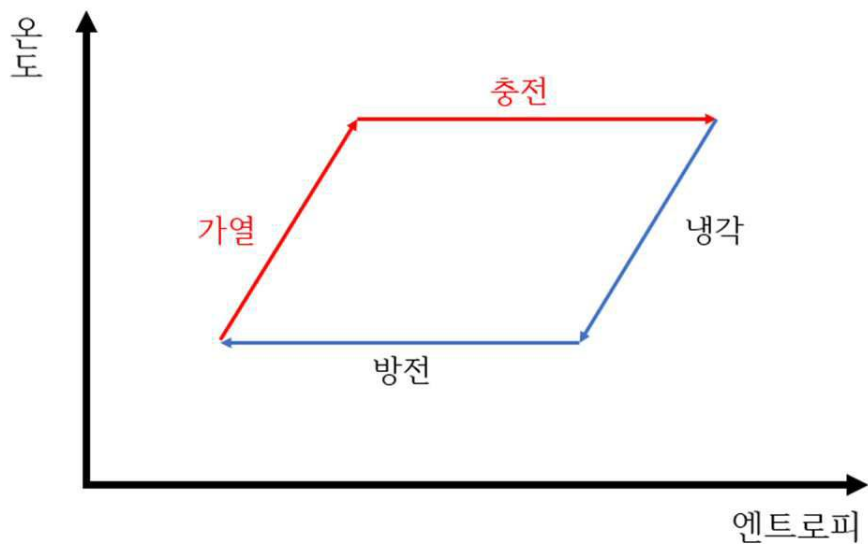
- 432: 음극 탱크간 파이프    511: 제1 양극 공급 밸브  
 512: 제1 양극 방출 밸브    513: 제2 양극 공급 밸브  
 514: 제2 양극 방출 밸브    521: 제1 음극 공급 밸브  
 522: 제1 음극 방출 밸브    523: 제2 음극 공급 밸브  
 524: 제2 음극 방출 밸브

## 도면

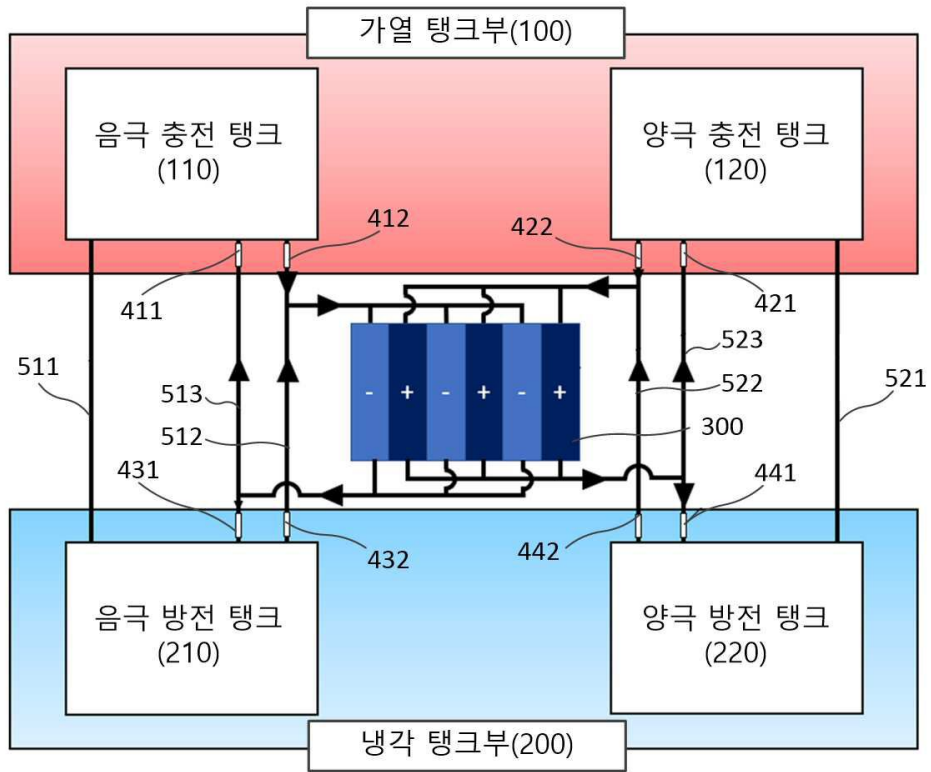
### 도면1



### 도면2



도면3





도면4

