



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0132005
(43) 공개일자 2017년12월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/18 (2015.01) H01M 2/40 (2006.01)
H01M 8/04186 (2016.01) H01M 8/04276 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/188 (2013.01)
H01M 2/40 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0062929
(22) 출원일자 2016년05월23일
심사청구일자 2016년05월23일

(71) 출원인
롯데케미칼 주식회사
서울특별시 송파구 올림픽로 300 (신천동)
(72) 발명자
이용희
대전광역시 유성구 가정로 65, 109동 1203호(신성동, 대림두레아파트)
김미경
대전광역시 유성구 지족북로 60, 204동 304호(지족동, 한화꿈에그린 2블럭)
강태혁
서울특별시 도봉구 시루봉로17가길 4-9, 302호(방학동, 동국아트빌)
(74) 대리인
유미특허법인

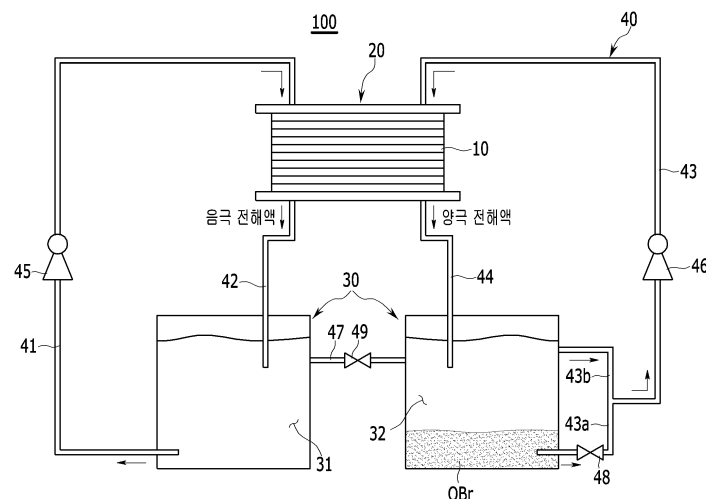
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 레독스 흐름 전지

(57) 요약

본 기재는, 복수의 전지 셀이 적층된 스택, 음극 전해액을 저장하는 제1 챔버 및 양극 전해액을 저장하는 제2 챔버를 포함하는 전해액 탱크 및 전해액 탱크의 전해액을 상기 스택으로 공급하고, 상기 스택에서 사용된 전해액을 상기 전해액 탱크로 회수하는 전해액 순환부를 포함하며, 전해액 순환부는, 제1 챔버의 하측과 상기 스택을 연결하는 제1 배관, 스택과 상기 제1 챔버의 상측을 연결하는 제2 배관, 제2 챔버의 하측과 연결되는 제1 서브 배관 및 상기 제2 챔버의 상측과 연결되는 제2 서브 배관을 포함하며, 상기 제1 서브 배관 및 상기 제2 서브 배관과 상기 스택을 연결하는 제3 배관 및 스택과 상기 제2 챔버의 상측을 연결하는 제4 배관을 포함하는 레독스 흐름 전지에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01M 8/04186 (2013.01)

H01M 8/04283 (2013.01)

Y02E 60/528 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20152010103100

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지수요관리핵심기술사업

연구과제명 유럽 풍력 단지 연계형 장주기 Flow Battery System 개발

기 여 율 1/1

주관기관 롯데케미칼 주식회사

연구기간 2015.06.01 ~ 2018.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 전지 셀이 적층된 스택;

음극 전해액을 저장하는 제1 챔버 및 양극 전해액을 저장하는 제2 챔버를 포함하는 전해액 탱크; 및

상기 전해액 탱크의 전해액을 상기 스택으로 공급하고, 상기 스택에서 사용된 전해액을 상기 전해액 탱크로 회수하는 전해액 순환부를 포함하며,

상기 전해액 순환부는,

상기 제1 챔버의 하측과 상기 스택을 연결하는 제1 배관;

상기 스택과 상기 제1 챔버의 상측을 연결하는 제2 배관;

상기 제2 챔버의 하측과 연결되는 제1 서브 배관 및 상기 제2 챔버의 상측과 연결되는 제2 서브 배관을 포함하며, 상기 제1 서브 배관 및 상기 제2 서브 배관과 상기 스택을 연결하는 제3 배관; 및

상기 스택과 상기 제2 챔버의 상측을 연결하는 제4 배관을 포함하는, 레독스 흐름 전지.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전해액 순환부는,

상기 제1 배관에 설치되어 음극 전해액을 순환시키는 제1 펌프; 및

상기 제3 배관에 설치되어 양극 전해액을 순환시키는 제2 펌프를 더 포함하는, 레독스 흐름 전지.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 서브 배관은,

상기 제1 서브 배관에 위치하여 상기 제1 서브 배관의 개폐를 조절하는 제1 밸브를 포함하는, 레독스 흐름 전지.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전해액 순환부는,

상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버를 연결하는 연결 배관을 더 포함하는, 레독스 흐름 전지.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 연결 배관은,

상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버 사이에서 상기 연결 배관의 개폐를 조절하는 제2 밸브를 포함하는, 레독스 흐름 전지.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 연결 배관은 제2 챔버의 상부에 연결되는, 레독스 흐름 전지.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 레독스 흐름 전지는 아연-브롬(Zinc-Bromine) 흐름 전지인, 레독스 흐름 전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 기재는 레독스 흐름 전지에 관한 것으로, 보다 상세하게는 보다 간편한 구성만으로도 성능을 유지할 수 있는 레독스 흐름 전지에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 들어 태양광 발전 및 풍력 발전과 같은 신재생 에너지 기술이 발전하면서 대용량 전력 저장장치에 대한 요구가 증가하고 있다. 전력 저장장치는 발전량이 많을 때 전기 에너지를 저장하고, 소비량이 많을 때 전기 에너지를 방출하여 전력 생산의 변동성과 수급 시점의 불일치 문제를 해소할 수 있다.

[0003] 태양광 및 풍력과 같은 재생 에너지는 변동성이 높은 자연 에너지에 의존하기 때문에 전력의 변동성에 대응하기 어렵고, 전력 공급의 안정성을 확보하기 어렵다. 따라서 재생 에너지의 변동성을 수용하고, 원활한 전력 공급 및 발전 설비의 효율적인 활용을 위해 대용량 전력 저장 기술이 필요하다.

[0004] 레독스(산화환원) 흐름 전지는 대용량 전력 저장을 위한 이차 전지로서, 유지 보수 비용이 낮고, 상온에서 작동하며, 용량과 출력을 독립적으로 설계할 수 있다. 레독스 흐름 전지는 복수의 셀이 적층된 스택과, 양극 전해액과 음극 전해액을 저장하는 전해액 탱크와, 양극 전해액과 음극 전해액을 스택으로 공급 후 배출시키는 펌프와 같은 순환 장치를 포함한다.

[0005] 이때 양극 전해액 또는 음극 전해액의 원활한 순환을 위하여 이들의 순환을 자동으로 제어할 수 있는 자동 제어 밸브와 같은 구성이 더 포함될 수 있다. 다만, 자동 제어 밸브와 같은 구성은 제작이 어렵고, 고가이며, 지속적인 운전으로 인한 손상이 발생될 수 있어 레독스 흐름 전지의 경제성 및 내구성을 저해하는 요인이 되어 왔다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 기재는, 보다 간편한 구성만으로도 성능을 유지할 수 있는 레독스 흐름 전지를 제공하고자 한다.

[0007] 또한, 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 레독스 흐름 전지는, 복수의 전지 셀이 적층된 스택, 음극 전해액을 저장하는 제1 챔버 및 양극 전해액을 저장하는 제2 챔버를 포함하는 전해액 탱크 및 전해액 탱크의 전해액을 상기 스택으로 공급하고, 상기 스택에서 사용된 전해액을 상기 전해액 탱크로 회수하는 전해액 순환부를 포함하며, 전해액 순환부는, 제1 챔버의 하측과 상기 스택을 연결하는 제1 배관, 스택과 상기 제1 챔버의 상측을 연결하는 제2 배관, 제2 챔버의 하측과 연결되는 제1 서브 배관 및 상기 제2 챔버의 상측과 연결되는 제2 서브 배관을 포함하며, 상기 제1 서브 배관 및 상기 제2 서브 배관과 상기 스택을 연결하는 제3 배관 및 스택과 상기 제2 챔버의 상측을 연결하는 제4 배관을 포함한다.

[0009] 전해액 순환부는, 제1 배관에 설치되어 음극 전해액을 순환시키는 제1 펌프 및 제3 배관에 설치되어 양극 전해액을 순환시키는 제2 펌프를 더 포함할 수 있다.

[0010] 제1 서브 배관은, 제1 서브 배관에 위치하여 상기 제1 서브 배관의 개폐를 조절하는 제1 밸브를 포함할 수 있다.

- [0011] 전해액 순환부는, 제1 챔버와 상기 제2 챔버를 연결하는 연결 배관을 더 포함할 수 있다.
- [0012] 이때 연결 배관은, 제1 챔버와 상기 제2 챔버 사이에서 상기 연결 배관의 개폐를 조절하는 제2 밸브를 포함할 수 있다.
- [0013] 한편, 연결 배관은 제2 챔버의 상부에 연결될 수 있다.
- [0014] 본 실시예의 레독스 흐름 전지는 아연-브롬(Zinc-Bromine) 흐름 전지일 수 있다.

발명의 효과

- [0015] 본 기재에 의하면 자동 브롬 착화물 조절 밸브와 같은 고가이고 복잡한 구성의 추가 없이 간편한 구성만으로도 동일하거나 유사한 성능을 발휘할 수 있는 레독스 흐름 전지를 제공할 수 있다. 따라서 제조에 소요되는 비용을 감소시킬 수 있으며, 복잡한 구성의 자동 브롬 착화물 조절 밸브를 설치하기 위해 필요한 공간을 절약할 수 있어 보다 경제적이다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 레독스 흐름 전지의 개략도이다.
- 도 2는 도 1에 도시한 레독스 흐름 전지의 부분 확대 사시도이다.
- 도 3은 도 1에 도시한 스택 중 하나의 전지 셀을 나타낸 분해 사시도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 레독스 흐름 전지의 스택의 충전 및 방전 상태를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세하게 설명하면 다음과 같다. 다만, 본 기재를 설명함에 있어서, 이미 공지된 기능 혹은 구성에 대한 설명은, 본 기재의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략하기로 한다.
- [0018] 본 기재를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분을 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다. 또한, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로 본 기재가 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)의 개략도이고, 도 2는 도 1에 도시한 레독스 흐름 전지(100)의 부분 확대 사시도이다.
- [0020] 도 1과 도 2를 참고하면, 본 실시예의 레독스 흐름 전지(100)는 스택(20), 전해액 탱크(30) 및 전해액 순환부(40)를 포함한다.
- [0021] 스택(20)은 복수의 전지 셀(10)로 구성되며, 전해액 탱크(30)는 음극 전해액을 저장하는 제1 챔버(31) 및 양극 전해액을 저장하는 제2 챔버(32)를 포함한다. 전해액 순환부(40)는 전해액 탱크(30)의 제1 챔버(31) 및 제2 챔버(32)에 각각 저장된 음극 전해액 및 양극 전해액을 스택(20)으로 공급하며 스택(20)에서 사용된 음극 전해액 및 양극 전해액을 전해액 탱크(30)로 회수한다.
- [0022] 본 실시예의 레독스 흐름 전지(100)는 아연-브롬(Zinc-Bromine) 레독스 흐름 전지일 수 있다. 아연-브롬 레독스 흐름 전지는 양극 및 음극 전해액으로 ZnBr_2 를 사용하며, 반응식은 아래와 같다.
- [0023] 음극: $\text{Zn} \leftrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ 양극: $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \leftrightarrow 2\text{Br}^-$
- [0024] 다만 이에 한정되는 것은 아니며, 아연-브롬 레독스 흐름 전지 대신 바나듐 레독스 흐름 전지일 수 있다. 바나듐 레독스 흐름 전지는 양극 및 음극 전해액으로 H_2SO_4 를 사용하며, 반응식은 아래와 같다.
- [0025] 음극: $\text{V}^{2+} \leftrightarrow \text{V}^{3+} + \text{e}^-$ 양극: $\text{VO}_2^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{VO}^{2+}$
- [0026] 본 실시예의 레독스 흐름 전지(100)는 전술한 아연-브롬 또는 바나듐 타입으로 한정되지 않으며, 반응열에 의해 스택(20)의 온도가 상승하여 스택(20)의 온도를 낮추어야 하는 타입이라면 모두 적용 가능하다.

- [0027] 도 3은 도 1에 도시한 스택(20) 중 하나의 전지 셀(10)을 나타낸 분해 사시도이다.
- [0028] 도 3을 참고하면, 전지 셀(10)은 이온 교환막인 멤브레인(11)과, 멤브레인(11)을 사이에 두고 위치하는 제1 및 제2 다공성 전극(12, 13)과, 제1 및 제2 다공성 전극(12, 13)의 가장자리에서 제1 및 제2 다공성 전극(12, 13)을 각각 고정시키는 제1 및 제2 플로우 프레임(14, 15)과, 제1 및 제2 다공성 전극(12, 13)의 외측에 각각 위치하는 양극 전극(16) 및 음극 전극(17)을 포함한다.
- [0029] 이웃한 두 개의 전지 셀(10)에서 양극 전극(16)과 음극 전극(17)은 일체로 형성되며, 이를 바이폴라 플레이트라 한다. 제1 및 제2 다공성 전극(12, 13)은 카본 펠트로 제작될 수 있고, 양극 및 음극 전극(16, 17)은 그라파이트로 제작될 수 있다. 그리고 제1 및 제2 플로우 프레임(14, 15)에는 전해액 순환을 위한 네 개의 홀이 형성된다.
- [0030] 제1 플로우 프레임(14)에서 네 개의 홀 중 하나는 양극 전해액 주입구이고, 다른 하나는 양극 전해액 배출구이며, 나머지 두 개는 음극 전해액 통과공이다. 제1 플로우 프레임(14)에는 양극 전해액 주입구와 제1 다공성 전극(12) 사이 및 제1 다공성 전극(12)과 양극 전해액 배출구 사이에 유로가 형성되어 제1 다공성 전극(12)에 양극 전해액이 흐르도록 한다.
- [0031] 제2 플로우 프레임(15)에서 네 개의 홀 중 하나는 음극 전해액 주입구이고, 다른 하나는 음극 전해액 배출구이며, 나머지 두 개는 양극 전해액 통과공이다. 제2 플로우 프레임(15)에는 음극 전해액 주입구와 제2 다공성 전극(13) 사이 및 제2 다공성 전극(13)과 음극 전해액 배출구 사이에 유로가 형성되어 제2 다공성 전극(13)에 음극 전해액이 흐르도록 한다.
- [0032] 양극 및 음극 전해액에 포함된 서로 다른 산화수를 가지는 두 종류의 레독스 커플(아연-브롬 또는 바나듐-바나듐 등)이 제1 및 제2 다공성 전극(12, 13)에서 반응함으로써 충전 및 방전이 이루어진다. 구체적으로 산화 반응에 의해 충전이 이루어지고, 환원 반응에 의해 방전이 이루어진다.
- [0033] 앞서 설명한 것과 같이, 도 1 및 도 2를 참고하면 본 실시예에 따른 전해액 탱크(30)는 음극 전해액을 저장하는 제1 챔버(31)와, 양극 전해액을 저장하는 제2 챔버(32)를 포함한다.
- [0034] 본 실시예의 제1 챔버(31) 및 제2 챔버(32)는 연결 배관(47)에 의해 연결된다. 연결 배관(47)은 제1 챔버(31) 및 제2 챔버(32) 사이에 배치되며, 연결 배관(47)의 개폐를 조절하는 제2 밸브(49)를 포함할 수 있다. 이때 제2 챔버(32)에 연결되는 연결 배관(47)은 이후 설명하는 QBr이 제1 챔버(31) 내로 유입되는 것을 방지하기 위하여 제2 챔버(32)의 상부에 연결될 수 있다.
- [0035] 전해액 순환부(40)는 제1 배관(41), 제2 배관(42), 제3 배관(43) 및 제4 배관(44)을 포함한다. 제1 배관(41)은 제1 챔버(31)의 하측과 스택(20)을 연결하며, 제2 배관(42)은 스택(20)과 제1 챔버(31)의 상측을 연결하고, 제3 배관(43)은 제2 챔버(32)와 스택(20)을 연결하며, 제4 배관(44)은 스택(20)과 제2 챔버(32)의 상측을 연결한다.
- [0036] 한편, 제1 배관(41)에는 음극 전해액의 순환을 보조하는 제1 펌프(45)가 배치될 수 있으며, 제3 배관(43)에는 양극 전해액의 순환을 보조하는 제2 펌프(46)가 배치될 수 있다.
- [0037] 이때, 제3 배관(43)은 제2 챔버(32)의 하측과 연결되는 제1 서브 배관(43a) 및 제2 챔버(32)의 상측과 연결되는 제2 서브 배관(43b)을 포함하며, 제1 서브 배관(43a) 및 제2 서브 배관(43b)이 제3 배관(43)으로 합류되어 스택(20)과 연결될 수 있다.
- [0038] 제1 챔버(31)의 음극 전해액은 제1 배관(41)을 통해 스택(20)으로 공급되어 각 전지 셀(10)의 제2 다공성 전극(13)에 제공되며, 각 전지 셀(10)에서 화학 반응을 거친 음극 전해액은 제2 배관(42)을 통해 다시 제1 챔버(31)로 회수된다.
- [0039] 또한, 전해액 순환부(40)는 제2 챔버(32)의 하측과 스택(20)의 양극 전해액 주입구를 연결하는 제3 배관(44)과, 스택(20)의 양극 전해액 배출구와 제3 챔버(33)의 상측을 연결하는 제4 배관(45)과, 제3 배관(44)에 설치되어 양극 전해액을 순환시키는 제2 펌프(46)를 포함한다.
- [0040] 제2 챔버(32)의 양극 전해액은 제3 배관(44)을 통해 스택(20)으로 공급되어 각 전지 셀(10)의 제1 다공성 전극(12)에 제공되며, 각 전지 셀(10)에서 화학 반응을 거친 양극 전해액은 제4 배관(45)을 통해 제3 챔버(33)로 회수된다.
- [0041] 제2 챔버(32)의 상측에 제4 배관(45)이 연결됨에 따라, 레독스 흐름 전지(100)의 작동 초기에 양극 전해액은 제2 챔버(32)에 모이고 QBr은 아래로 침전된다. QBr이 침전된 양극 전해액은 제2 챔버(32)의 하부에 연결되는 제1

서브 배관(43a)을 통해 제3 배관(43)으로 이동될 수 있으며, QBr이 분리된 양극 전해액은 제2 서브 배관(43b)을 통해 제3 배관(43)으로 이동될 수 있다. 제3 배관(43)으로 이동된 제2 챔버(32)의 양극 전해액은 제3 배관(44)을 통해 다시 스택(20)으로 공급된다.

[0042] 제1 서브 배관(43a)에는 제1 서브 배관(43a)의 개폐를 조절하는 제1 밸브(48)가 위치될 수 있다. 제1 밸브(48)는 제1 서브 배관(43a)의 개폐를 조절함으로써 제2 챔버(32) 내에 침전된 QBr의 유동을 조절한다.

[0043] 본 실시예에 따른 아연-브롬 레독스 흐름 전지의 경우, 충전을 진행하게 되면 제1 다공성 전극(12)에 코팅된 활성화 카본과 양극 전해액이 산화 반응을 일으키면서 스택 내부에서 반응 침전물인 QBr이 생성된다.

[0044] QBr은 양극 활물질인 브롬 착화물(Bromine Complex)으로, 비중이 높아 무겁고 점성이 높은 물질이다. QBr은 방전 시에는 반응을 하여 전기를 생성하지만, 충전 시에는 스택(20) 내에 재유입되어도 반응에 영향을 주지 않는다. 다만, 스택(20) 내에 재유입시, QBr은 무겁고 점도가 다소 높은 물질이기 때문에, 펌프 속도에 영향을 주어 유속이 느려지고 전력 소비가 심해지게 한다. 또한 차후 반응 시 제2 다공성 전극(13)에 쌓여 있는 아연 금속을 없애는 기능을 할 수 있으므로 작동 초기에 QBr을 제거해야 한다.

[0045] 본 실시예에서는, 자동으로 QBr의 유입을 조절하는 자동 브롬 착화물 조절 밸브와 같은 별도의 추가 구성없이, QBr의 특성 중 하나인 무거운 성질을 이용하여 QBr을 포함하는 양극 전해액으로부터 QBr을 분리할 수 있다. 이를 위하여 본 실시예에서는 양극 전해액을 저장하는 제2 챔버(32)의 하부에 연결되는 제1 서브 배관(43a) 및 제2 챔버(32)의 상단에 연결되는 제2 서브 배관(43b)을 각각 포함한다.

[0046] 스택(20) 내에서 본 실시예의 레독스 흐름 전지(100)의 충전이 진행되고 난 후 제4 배관(44)에 의해 스택(20)으로부터 제2 챔버(32)로 전달되는 양극 전해액은 앞서 설명한 것과 같이 QBr을 포함한다. 제2 챔버(32) 내에서 QBr은 높은 비중을 가져 무겁기 때문에 도 1 및 도 2에 도시된 것과 같이 제2 챔버(32)의 하부로 침전되며, 제2 챔버(32)의 상부에는 수용성 양극 전해액이 존재하게 된다.

[0047] 제2 챔버(32)의 하부는 앞서 설명한 것과 같이, 제1 밸브(48)를 포함하는 제1 서브 배관(43a)이 연결되어 충전 시에는 제1 밸브(48)를 폐쇄하여 QBr이 스택(20)으로 재유입되는 것을 방지하고, 방전 시에는 제1 밸브(48)를 개방하여 스택(20) 내로 QBr을 유입시켜 전력을 생성할 수 있다.

[0048] 한편, 제2 챔버(32)의 상부에는 제2 서브 배관(43b)이 연결되어 있어, QBr이 침전되고 그 위로 떠오르는 수용성 양극 전해액이 일정 수위 이상으로 저장되면 QBr이 분리된 수용성 양극 전해액만을 스택(20)으로 유입시킬 수 있다.

[0049] 이상에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)의 구성에 대해 설명하였다. 이하에서는 본 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)와 비교예에 따른 레독스 흐름 전지의 성능을 비교한 결과를 설명하기로 한다.

[0050] 본 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)는 양극 전해액이 저장되는 제2 챔버(32)가 하나로 형성되며, 하부에는 제1 밸브(48)를 포함하는 제1 서브 배관(43a)이, 상부에는 제2 서브 배관(43b)이 연결된다. 비교예에 따른 레독스 흐름 전지는 자동으로 QBr의 유입을 조절하는 자동 브롬 착화물 조절 밸브를 포함한다.

[0051] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)의 스택(20)의 충전 및 방전 상태를 도시한 그래프이다. 전지의 운전 조건에 따라, 운전 조건에 이상이 발생하게 되면 충전 곡선 또는 방전 곡선에 여러 개의 피크가 나타나게 된다. 이는 스택(20) 내부로 전해액이 균일하게 공급되지 못하거나, 전해액 용기 내에 반응해야 할 물질들이 스택(20) 내부로 적절히 유입되지 못하고, 한 번에 대량으로 유입되는 경우 혹은 전해액 용기 내에 적체되어 있는 경우에 발생된다.

[0052] 도 4의 그래프를 참조하면, 본 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)의 충전 시, 정전류 20A가 인가되는 경우 그래프에 복잡한 피크가 발생되지 않음에 따라, 전압이 큰 폭의 변동없이 안정적으로 충전이 이루어짐을 확인할 수 있다. 마찬가지로, 본 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)의 방전 시, 레독스 흐름 전지(100)로부터 정전류 -20A가 방출되는 경우 역시 그래프에 복잡한 피크가 발생되지 않음에 따라, 전압이 크게 변동없이 안정적으로 감소됨을 확인할 수 있다.

[0053] 따라서 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)의 경우, 비교예와 같이 자동 브롬 착화물 조절 밸브를 포함하지 않는다 할지라도 안정적으로 충전 및 방전이 이루어질 수 있음을 확인할 수 있다.

[0054] [표 1]은 본 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)의 충전 및 방전 결과에 따른 에너지 효율(Energy Efficiency, EE), 쿨롱 효율(Coulombic Efficiency, CE) 및 전압 효율(Voltage Efficiency, VE)이다. 이때,

[표 1]에 기재된 데이터는 도 4에 도시된 그래프의 결과를 정리한 수치이다.

[0055] [표 2]는 비교예에 따른 레독스 흐름 전지의 충전 및 방전 결과에 따른 에너지 효율(Energy Efficiency, EE), 쿨롱 효율(Coulombic Efficiency, CE) 및 전압 효율(Voltage Efficiency, VE)이다.

표 1

Cycle	에너지 효율(Energy Efficiency, EE)	쿨롱 효율(Coulombic Efficiency, CE)	전압 효율(Voltage Efficiency, VE)
1	72.9	89.1	81.7
2	73.7	90.4	81.5

표 2

Cycle	에너지 효율(Energy Efficiency, EE)	쿨롱 효율(Coulombic Efficiency, CE)	전압 효율(Voltage Efficiency, VE)
1	72.9	90.2	80.8
2	72.9	90.7	80.4

[0058] [표 1] 및 [표 2]에 기재된 것과 같이 본 실시예와 같이 별도의 자동 브롬 착화물 조절 밸브를 포함하지 않고 제1 서브 배관(43a) 및 제2 서브 배관(43b)의 연결 위치만을 조절하는 것만으로도, 자동 브롬 착화물 조절 밸브를 포함하는 비교예와 유사한 결과를 나타낼 수 있다.

[0059] [표 3]은 충전 및 방전 시 양극과 음극 전해액 유입 시의 압력값을 나타낸 결과이다. "양극"으로 기재된 데이터는 본 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)의 압력값이며, "기존 양극"으로 기재된 데이터는 비교예에 따른 레독스 흐름 전지의 압력값이다.

표 3

시간	양극 (PSI)	음극 (PSI)	기존 양극 (PSI)
0H 충전	7.8	8.2	7.8
2H 충전	7.6~7.4	8.1	7.8
3H 충전	7.9~8.0	7.7	7.9
4H 충전	7.9	7.6~7.7	7.9
-0.5A 방전중	7.8	8.2	7.8

[0061] [표 3]에 기재된 것과 같이 2시간 충전 시의 결과는 비교예에 비해 약간 저하되는 결과를 보이나, [표 1] 및 [표 2]와 마찬가지로, 대부분의 실험 결과가 비교예와 동일하거나 유사함을 확인할 수 있다. 이상에서와 같이 본 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)는 보다 간편한 구성만으로도 동일하거나 유사한 성능을 발휘할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0062] 지금까지 본 발명의 일 실시예에 따른 레독스 흐름 전지(100)에 대해 설명하였다. 본 실시예에 따르면, 자동 브롬 착화물 조절 밸브와 같은 고가이고 복잡한 구성의 추가 없이 간편한 구성만으로도 동일하거나 유사한 성능을 발휘할 수 있는 레독스 흐름 전지(100)를 제공할 수 있다. 따라서 제조에 소요되는 비용을 감소시킬 수 있으며, 복잡한 구성의 자동 브롬 착화물 조절 밸브를 설치하기 위해 필요한 공간을 절약할 수 있어 보다 경제적이다.

[0063] 앞에서, 본 발명의 특정한 실시예가 설명되고 도시되었지만 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 일이다. 따라서, 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 기술적 사상이나 관점으로부터 개별적으로 이해되어서는 안되며, 변형된 실시예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

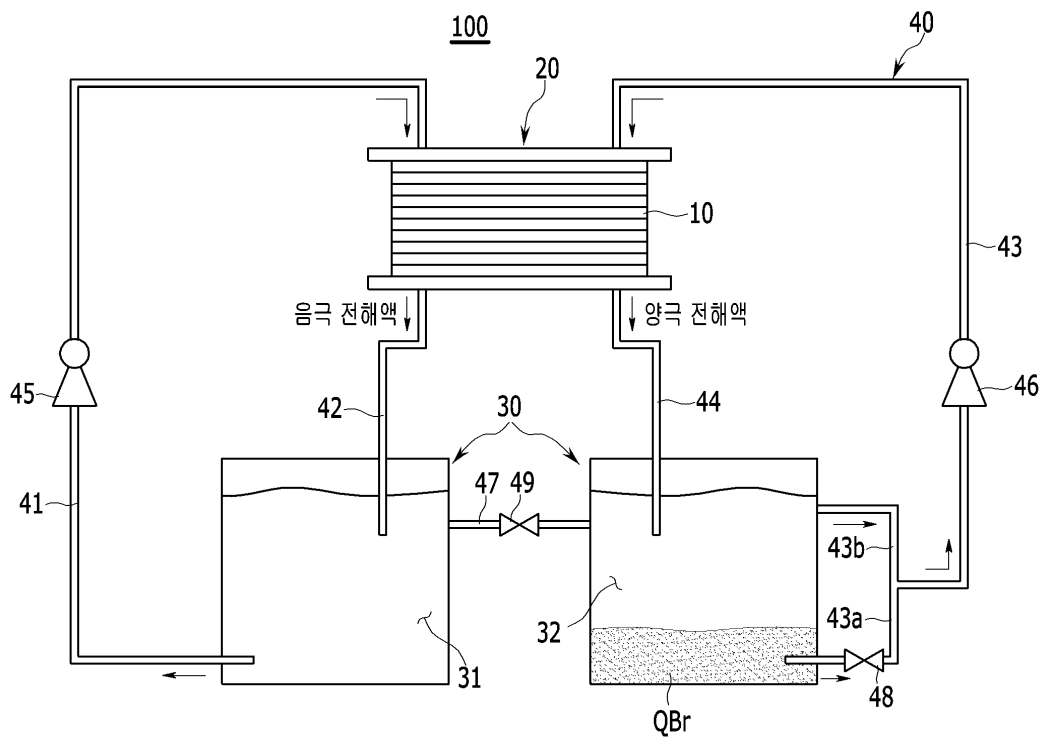
부호의 설명

[0064]

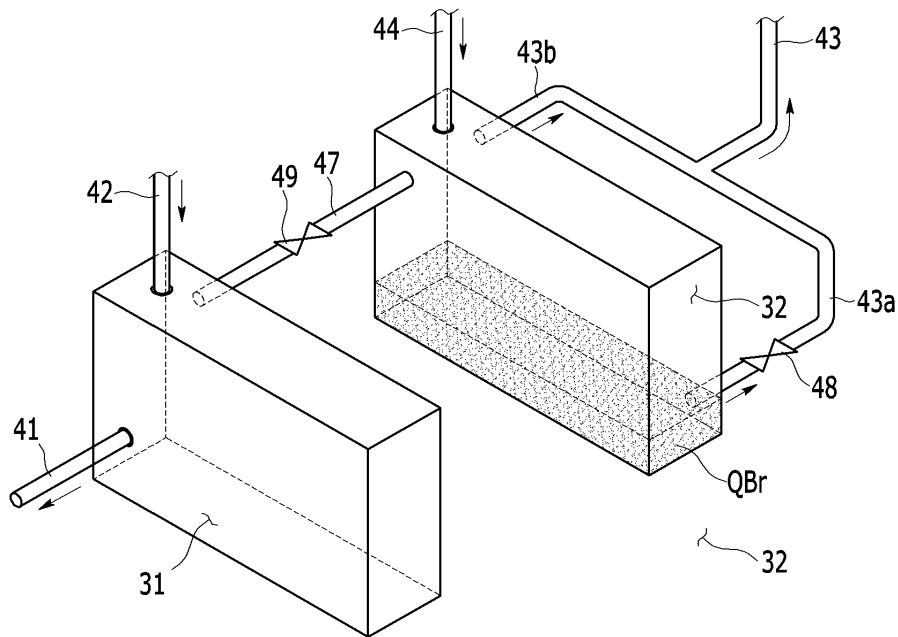
100: 레독스 흐름 전지 10: 전지 셀
 11: 멤브레인 12: 제1 다공성 전극
 13: 제2 다공성 전극 14: 제1 플로우 프레임
 15: 제2 플로우 프레임 16: 양극 전극
 17: 음극 전극 20: 스택
 30: 전해액 탱크 31: 제1 챔버
 32: 제2 챔버 40: 전해액 순환부
 41: 제1 배관 42: 제2 배관
 43: 제3 배관 43a: 제1 서브 배관
 43b: 제2 서브 배관 44: 제4 배관
 45: 제1 펌프 46: 제2 펌프
 47: 연결 배관 48: 제1 밸브
 49: 제2 밸브

도면

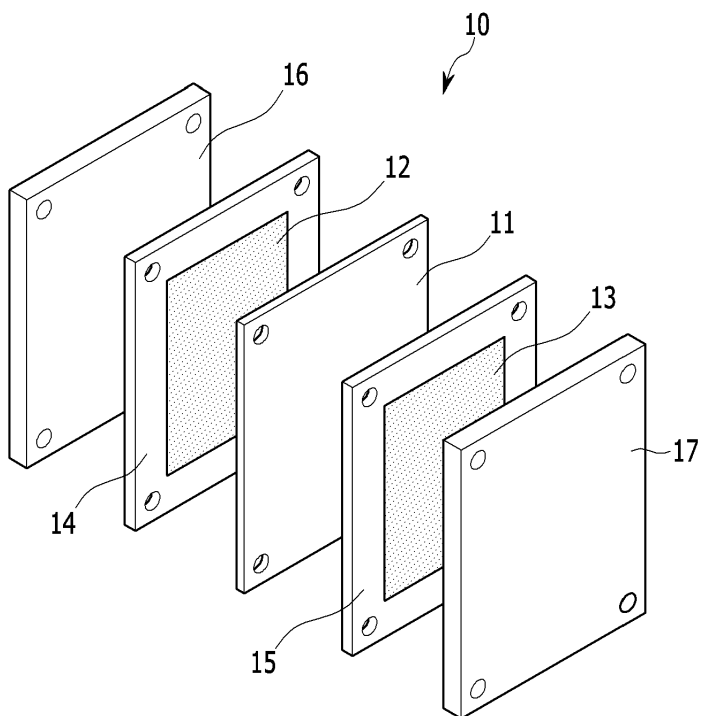
도면1



도면2



도면3



도면4

