



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년02월05일
 (11) 등록번호 10-1357822
 (24) 등록일자 2014년01월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01M 8/18 (2006.01) H01M 8/04 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0125980
 (22) 출원일자 2012년11월08일
 심사청구일자 2012년11월08일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP09283169 A*
 JP09270266 A
 JP2012204135 A
 US20100092843 A1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국과학기술원
 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
 (72) 발명자
 이대길
 대전 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)
 김부기
 대전 유성구 대학로 291, 별동 202호 (구성동, 한국과학기술원)
 김기현
 경기 수원시 권선구 권중로 31, 301동 1304호 (권선동, 신안풍림아파트)
 (74) 대리인
 특허법인다인

전체 청구항 수 : 총 6 항

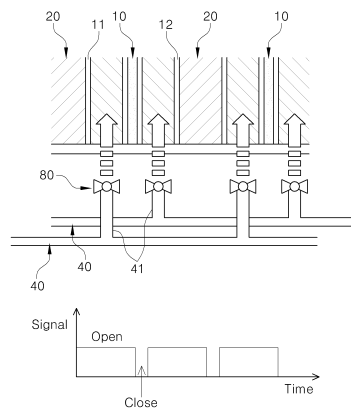
심사관 : 김명희

(54) 발명의 명칭 **분로전류를 방지한 레독스 흐름전지**

(57) 요약

본 발명은 레독스 흐름전지에 관한 것으로, 보다 상세하게는 양전극판과 음전극판으로 구분되는 한 쌍의 전극판과, 상기 전극판 사이에 개재되는 멤브레인 및 상기 전극의 외측에 이격되어 위치하는 분리판으로 구성된 전지셀이 다수 직렬적층하고, 적층된 전지셀에는 음극 전해액과 양극 전해액을 교차 공급시키는 레독스 흐름전지에 사용되는 레독스 흐름전지에 있어서, 상기 전지셀에 전해액이 공급될 때 전지셀의 전면에 상기 전해액을 단속적으로 공급되도록 하는 전해액 공급수단을 포함한 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지에 관한 것으로, 본 발명은 매니폴드의 형태를 변경시키지 않아 유체의 흐름 저항 및 펌핑 손실을 방지하면서도 분로전류의 발생을 최소화하여 에너지 효율을 높이고, 부품 손상, 셀 성능 불균일 가능성을 최소화할 수 있는 레독스 흐름전지를 제공한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

양전극판과 음전극판으로 구분되는 한 쌍의 전극판과, 상기 전극판 사이에 개재되는 멤브레인 및 상기 전극의 외측에 이격되어 위치하는 분리판으로 구성된 전지셀이 다수 직렬적층하고, 적층된 전지셀에는 음극 전해액과 양극 전해액을 교차 공급시키는 레독스 흐름전지에 사용되는 레독스 흐름전지에 있어서,

상기 전지셀에 전해액이 공급될 때 전지셀의 전면부에 상기 전해액을 단속적으로 공급되도록 하며, 전해액조에 저장된 전해액을 전지셀로 이송하기 위한 펌프 및 상기 펌프와 각 전지셀의 중간에 위치하여 펌프로부터 이송되는 전해액의 흐름을 단속적으로 차단할 수 있는 밸브를 포함하는 전해액 공급수단을 포함하되,

상기 밸브의 개방시간은 폐쇄시간에 비해 상대적으로 긴 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전해액 공급수단은 전해액을 이송하는 펌프 및 상기 펌프로부터 이송되는 전해액에 기체를 공급하는 기체 공급수단을 포함하되, 상기 전해액과 기체를 혼합하여 전해액의 흐름이 기포에 의해 단속적으로 차단되도록 한 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전해액과 기포의 혼합은 전해액 공급수단과 전지셀 사이에 위치한 믹서를 이용하여 수행되는 것으로 하는 레독스 흐름전지.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 기체공급수단은 공압펌프인 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 기체공급수단은 전해액 관로 또는 매니폴드의 일측부에 형성되고 기체공급장치로부터 공급된 기체가 전해액의 흐름에 의해 형성된 감압에 의해 기체가 공급되도록 기체의 유입부와 토출구의 직경이 상이한 홀(hole)인 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 전지셀의 후면부에는 기액분리장치를 더 포함한 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 레독스 흐름전지에 관한 것으로, 보다 상세하게는 양전극판과 음전극판으로 구분되는 한 쌍의 전극판과, 상기 전극판 사이에 개재되는 멤브레인 및 상기 전극의 외측에 이격되어 위치하는 분리판으로 구성된 전지셀이 다수 직렬적층하고, 적층된 전지셀에는 음극 전해액과 양극 전해액을 교차 공급시키는 레독스 흐름전지에 사용되는 레독스 흐름전지에 있어서, 상기 전지셀에 전해액이 공급될 때 전지셀의 전면부에 상기 전해액을 단속적으로 공급되도록 하는 전해액 공급수단을 포함한 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 지구 온난화의 주요 원인인 온실가스 배출을 억제하기 위한 방법으로 태양광에너지나 풍력에너지 같은 재생에너지가 각광을 받고 있으며 이들의 실용화 보급을 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 재생에너지는 입지환경이나 자연조건에 의해 크게 영향을 받는다. 더욱이, 재생에너지는 출력 변동이 심하기 때문에 에너지를 연속적으로 고르게 공급할 수 없다는 단점이 있다. 따라서, 재생에너지를 가정용이나 상업용으로 사용하기 위해서는 출력이 높을 때 에너지를 저장하고 출력이 낮을 때 저장된 에너지를 사용할 수 있는 시스템을 도입하여 사용하고 있다.

[0003] 이러한 에너지 저장 시스템으로는 대용량 이차전지가 사용되는데, 일례로, 대규모 태양광발전 및 풍력발전 단지에는 대용량 이차전지 저장시스템이 도입되어져 있다. 상기 대용량의 전력저장을 위한 이차전지로는 납축전지, NaS 전지 그리고 레독스 흐름 전지 (RFB, redox flow battery) 등이 있다. 상기 납축전지는 다른 전지에 비해 상업적으로 널리 사용되고 있으나 낮은 효율 및 주기적인 교체로 인한 유지보수의 비용과 전지 교체시 발생하는 산업폐기물의 처리문제 등의 단점이 있다. NaS 전지의 경우 에너지 효율이 높은 것이 장점이나 300℃이상의 고온에서 작동하는 단점이 있다. 레독스 흐름 전지는 유지 보수 비용이 적고 상온에서 작동가능하며 용량과 출력을 각기 독립적으로 설계할 수 있는 특징이 있기 때문에 최근 대용량 2차전지로 많은 연구가 진행되고 있다.

[0004] 레독스 흐름전지는 그림 1과 같은 구조를 가지고 있으며 연료전지와 유사하게 멤브레인, 전극 및 분리판 (Bipolar plate)이 직렬(Series)로 배치되어 스택(Stack)을 구성함으로써, 전기 에너지의 충방전이 가능한 이차전지(Secondary battery)의 기능을 가진다. 레독스 흐름전지는 멤브레인의 양측에 양극 전해액(Electrolyte)과 음극 전해액이 순환하면서 이온 교환이 이루어지고 이 과정에서 전자의 이동이 발생하여 충방전이 이루어진다. 이와 같은 레독스 흐름전지는 기존 이차전지에 비해 수명이 길고 kW~MW급 중대형 시스템으로 제작할 수 있기 때문에 ESS에 가장 적합한 것으로 알려져 있다.

[0005] 따라서, 최근 레독스 흐름전지에 대한 연구가 이루어지고 있다. 대한민국 공개특허 10-2011-0119775호에는 양극 전극과, 음극 전극과, 이들 양 전극 사이에 개재되는 격막을 구비하는 전지 셀에 양극 전해액 및 음극 전해액을 공급하여 충방전을 행하는 레독스 흐름 전지에 있어서, 상기 양극 전해액은 망간 이온을 함유하고, 상기 음극 전해액은 티탄 이온, 바나듐 이온, 크롬 이온, 아연 이온 및 주석 이온 중에서 선택되는 1종 이상의 금속 이온을 함유하며, MnO₂의 석출을 억제하는 석출 억제 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 레독스 흐름 전지가 개시되어 있다. 또한, 대한민국 특허 제1176126호에는 바이폴라 플레이트와, 양전극판과 음전극판으로 구분되는 전극판과, 멤브레인으로 구성된 전지셀이 다수 직렬적층하고, 적층된 다수의 바이폴라 플레이트에는 음극 전해액과 양극 전해액을 교차 공급시키는 레독스 흐름전지 구조에 있어서, 상기 바이폴라 플레이트는 하부와 상부에 전해액 유입구와 전해액 배출구가 형성되고, 상기 전해액유입구와 전해액배출구 사이에는 전해액이 이동되도록 유로가 형성되고, 상기 전해액유입구와 전해액배출구의 수직선상으로 대칭되는 좌우 부분에는 다른 극을 갖는 전해액이 통과되는 유로통공이 형성되도록 하되, 상기 유로통공에는 통과되는 전해액과 바이폴라 플레이트의 접촉이 차단되도록 절연재질의 쇼트방지관이 삽설되며, 상기 쇼트방지관은 바이폴라 플레이트 외면으로 일부 돌출되도록 하여 적층시 바이폴라 플레이트의 양측에 설치되는 전극판에 압밀되어 바이폴라플레이트와 전극판 사이로 전해액이 유출되는 것을 방지하도록 한 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지 구조가 개시되어 있다.

[0006] 통상 레독스 흐름전지는 도 2에 도시된 바와 같이 매니폴드를 통해 각 전지셀로 전해액이 공급된다. 그런데, 매니폴드에 채워진 전해액은 각 셀을 잇는 전기 통로 역할을 하므로 전류의 이동 경로가 될 수 있다. 이러한 경로를 통해 분로전류(shunt current)가 발생하여 충방전시에 에너지의 일부가 분로전류에 의해 손실되고 이는 효율 감소, 부품 손상, 셀 성능 불균일을 일으키는 주된 원인이 된다. 기존에는 이러한 분로전류를 줄이기 위해 매니폴드의 길이를 증가시키고 단면적을 좁히는 방법을 주로 채택하였으나 이는 유체의 흐름 저항을 증가시켜 펌핑 손실을 발생시키므로 이를 극복할 수 있는 대안이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 10-2011-0119775호
- (특허문헌 0002) 대한민국 특허 제1176126호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 매니폴드의 형태를 변화시키지 않으면서도 분로전류의 발생을 최소화하여 에너지 효율을 높이고, 부품 손상, 셀 성능 불균일 가능성을 최소화할 수 있는 레독스 흐름전지를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명은 양전극판과 음전극판으로 구분되는 한 쌍의 전극판과, 상기 전극판 사이에 개재되는 멤브레인 및 상기 전극의 외측에 이격되어 위치하는 분리판으로 구성된 전지셀이 다수 직렬적층하고, 적층된 전지셀에는 음극 전해액과 양극 전해액을 교차 공급시키는 레독스 흐름전지에 사용되는 레독스 흐름전지에 있어서, 상기 전지셀에 전해액이 공급될 때 전지셀의 전면부에 상기 전해액을 단속적으로 공급되도록 하는 전해액 공급수단을 포함한 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지를 제공한다.
- [0010] 또한, 본 발명은 상기 전해액 공급수단이 전해액조에 저장된 전해액을 전지셀로 이송하기 위한 펌프 및 상기 펌프와 각 전지셀의 중간에 위치하여 펌프로부터 이송되는 전해액의 흐름을 단속적으로 차단할 수 있는 밸브를 포함한 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지를 제공한다.
- [0011] 또한, 본 발명은 상기 밸브의 개방시간이 폐쇄시간에 비해 상대적으로 긴 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지를 제공한다.
- [0012] 또한, 본 발명은 상기 전해액 공급수단은 전해액을 이송하는 펌프 및 상기 펌프로부터 이송되는 전해액에 기체를 공급하는 기체공급수단을 포함하되, 상기 전해액과 기체를 혼합하여 전해액의 흐름이 기포에 의해 단속적으로 차단되도록 한 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지를 제공한다.
- [0013] 또한, 본 발명은 상기 전해액과 기포의 혼합은 전해액 공급수단과 전지셀 사이에 위치한 믹서를 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지를 제공한다.
- [0014] 또한, 본 발명은 상기 기체공급수단이 공압펌프인 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지를 제공한다.
- [0015] 또한, 본 발명은 상기 기체공급수단이 전해액 관로 또는 매니폴드의 일측부에 형성되고 기체공급장치로부터 공급된 기체가 전해액의 흐름에 의해 형성된 감압에 의해 기체가 공급되도록 기체의 유입부와 토출구의 직경이 상이한 홀(hole)인 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지를 제공한다.
- [0016] 또한, 본 발명은 상기 전지셀의 후면에 기액분리장치를 더 포함한 것을 특징으로 하는 레독스 흐름전지를 제공한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명은 매니폴드의 형태를 변경시키지 않아 유체의 흐름 저항 및 펌핑 손실을 방지하면서도 분로전류의 발생을 최소화하여 에너지 효율을 높이고, 부품 손상, 셀 성능 불균일 가능성을 최소화할 수 있는 레독스 흐름전지를 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 레독스 흐름전지의 구조를 설명하기 위한 개략 구조도
- 도 2는 레독스 흐름전지의 개략 구조도 및 전지셀 부분의 단면구조도
- 도 3은 본 발명에 따른 레독스 흐름전지의 일실시예 중 밸브를 사용하여 분로전류를 차단한 단위셀 부분의 구조

를 도식적으로 나타낸 단면도

도 4는 본 발명에 따른 레독스 흐름전지의 일실시에 중 밸브를 사용하여 분로전류를 차단한 단위셀 부분의 또 다른 구조를 도식적으로 나타낸 단면도

도 5는 본 발명에 따른 레독스 흐름전지의 다른 실시예 중 단위셀 부분의 구조를 도식적으로 나타낸 단면도

도 6는 본 발명에 따른 레독스 흐름전지 중 홀의 구조를 도식적으로 나타낸 단면도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하에서 본 명세서에 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0020] 도 1 및 도 2는 각각 레독스 흐름전지(100)의 구조를 설명하기 위한 개략 구조도 및 전지셀 부분의 단면구조도이다. 도 1에서 볼 수 있는 바와 같이, 레독스 흐름전지(100)는 양전극판(11)과 음전극판(12)으로 구분되는 한 쌍의 전극판과, 상기 전극판 사이에 개재되는 멤브레인(10) 및 상기 전극판(11, 12)의 외측에 이격되어 위치하는 분리판(20)으로 구성된 전지셀이 다수 직렬적층하고, 적층된 전지셀에는 음극 전해액과 양극 전해액을 교차 공급시키는 구조를 포함한다. 본 명세서에서 전극(11, 12), 멤브레인(10), 전해액 등 레독스 흐름전지(100)의 구성에 대해서는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 모두 잘 알고 있을 것이므로 본 명세서에서 이에 대해 별도로 설명하지는 않기로 한다. 또한, 도 1 및 2에서 보는 바와 같이, 전해액은 전해액조(50, 60)에서 펌프(70)를 통해 강제이송되어 관로(40)를 흐르다 각 전지셀과 연결된 매니폴드(41)를 통해 각 전지셀로 공급되어 순환하게 되어 있다. 진술한 바와 같이, 이러한 구조의 전해액 공급 및 순환은 분로전류의 발생을 야기하여 전지의 효율을 저하시키게 된다.
- [0021] 본 발명은 종래 레독스 흐름전지(100)의 이러한 분로전류를 방지 내지 저감시키기 위한 것으로, 본 발명의 레독스 흐름전지(100)는 전지셀에 전해액이 공급될 때 전지셀의 전면부에 상기 전해액을 단속적으로 공급되도록 하는 전해액 공급수단을 포함한 것을 특징으로 한다. 본 명세서에서 전지셀의 '전면부'는 전해액이 전지셀에 유입되기 전의 부분을 의미하고, 반면 전지셀의 '후면부'는 전해액이 전지셀을 통과한 후 전해액조에 회수되기 전까지의 부분을 의미한다.
- [0022] 진술한 바와 같이, 전해액을 단속적으로 공급하기 위하여 기계적 수단을 사용하거나 전해액 자체에 전기전도도가 낮은 이물질질을 개재시켜 전류의 흐름을 차단하는 방법이 있을 수 있다.
- [0023] 기계적 차단 방법은 대표적으로 밸브를 이용할 수 있다. 도 3은 본 발명에 따른 레독스 흐름전지의 일실시에 중 단위셀 부분의 구조를 도식적으로 나타낸 단면도이다. 도 3에 나타난 바와 같이, 본 발명의 레독스 흐름전지(100)에 있어서 상기 전해액 공급수단은 전해액조(50, 60)에 저장된 전해액을 전지셀로 이송하기 위한 펌프(70) 및 상기 펌프(70)와 각 전지셀의 중간에 위치하여 펌프(70)로부터 이송되는 전해액의 흐름을 단속적으로 차단할 수 있는 밸브(80)를 포함할 수 있다. 상기 밸브(80)의 구체적 위치는 각 전지셀로 전해액이 유입되는 매니폴드(41)에 설치하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 밸브(80)는 전해액은 전지셀에 지속적으로 공급되어야 하므로 밸브의 열림/닫힘이 연속적으로 반복되어야 한다. 밸브(80)가 폐쇄될 경우 전해액의 공급 경로가 일시적으로 끊어지므로 분로전류의 경로가 끊어지게 된다. 상기 밸브(80)는 개방시간과 폐쇄시간을 상이하게 설정할 수 있으며, 밸브(80)가 짧은 시간만 닫히더라도 분로전류의 차단이 가능하기 때문에 밸브(80)의 개방시간은 폐쇄시간에 비해 상대적으로 긴 것이 바람직하다. 밸브를 이용해 분지전류를 완벽하게 차단하기 위해서는 도 4과 같이 하나의 유로에 두 개의 밸브를 직렬로 연결하고 도 4과 같이 각각의 밸브를 시간차를 두고 열고 닫음으로써 전해질이 연속되는 구간을 없애는 것이 바람직하다. 또한, 전해액의 유량과 셀의 용량에 따라서 열림/닫힘 시간을 적절히 조절할 수 있으며 밸브(80) 이외에도 본 발명에서 기술하는 밸브의 역할과 유사하게 사용될 수 있는 기계적 차단 방법은 모두 본 발명의 범주에 속하는 것으로 보아야 한다.
- [0024] 본 발명의 레독스 흐름전지에 있어서 분로전류를 차단하는 또 다른 방법의 하나로써, 전해액 자체에 이물질질을 개재시켜 전류의 흐름을 차단하는 방법이 있다. 상기 이물질질은 전기전도도가 낮고 전해액의 흐름에 방해가 되지 않도록 하여야 하는 바, 그 바람직한 예로 전해액에 불용성인 기체가 바람직하다. 즉, 전해액 관로(40) 또는 매니폴드(41) 내부에 전해액과 기체를 혼합하여 전해액의 흐름이 단속적으로 되도록 하는 것이다. 이 때, 상기 전해액 공급수단은 전해액을 이송하는 펌프(70) 및 상기 펌프(70)로부터 이송되는 전해액에 기체를 공급하는 기체공급수단을 포함하되, 상기 전해액과 기체를 혼합하여 전해액의 흐름이 기포에 의해 단속적으로 차단되도록 할 수 있다. 도 5는 본 발명에 따른 레독스 흐름전지의 다른 실시예 중 단위셀 부분의 구조를 도식적으로 나타낸 단면도이고, 도 6는 본 발명에 따른 레독스 흐름전지 중 홀의 구조를 도식적으로 나타낸 단면도이다.

도 5에서 볼 수 있는 바와 같이, 매니폴드(41) 내부에 전해액과 기체를 혼합하여 공급할 경우 분로전류가 흐를 수 있는 경로 중간에 기체가 존재하여 전기적 통로가 차단된다. 즉, 앞서 기술한 전해액 통로의 기계적 차단 방법과 유사한 효과를 기대할 수 있다. 이 때 기체의 부피 분율이 높을 경우 셀 내부에 공급되는 전해액의 양이 감소할 수 있기 때문에 기체의 부피분율을 낮추는 것이 바람직하다. 또한, 기체의 종류는 전해액과 반응하지 않는 불활성 기체인 것이 바람직하지만 기체의 양이 적을 경우 공기를 주입해도 무방하다. 기체 주입을 위한 기체공급수단은 별도의 공압펌프(미도시)일 수 있으며, 또는 전해액 관로(40) 또는 매니폴드(41)의 일측부에 형성되고 기체공급장치(미도시)로부터 공급된 기체가 관로(40) 또는 매니폴드(41) 내의 전해액 흐름에 의해 형성된 감압에 의해 기체가 공급되도록 기체의 유입부와 토출구의 직경이 상이한 홀(hole, 91)일 수 있다. 공압펌프를 이용하는 경우 공기관로(90)를 따라 기체를 흘려주다가 전해액 유로(40)와 상기 공기관로(90)를 합류시켜 전해액과 기체가 혼합되도록 할 수 있다. 홀(hole, 91)의 경우 베르누이의 원리에 따라 유속을 가진 전해액이 매니폴드 내부에 흐를 경우 압력이 감소하고 매니폴드 일부에 형성된 홀에 의해 외부의 기체가 주입된다. 이 경우 홀의 직경과 유속을 조절하여 주입되는 기체의 양을 조절할 수 있다. 또한 매니폴드에 형성된 홀의 외부에서 내부로 이어지는 경로의 단면적 변화를 다르게 할 경우 홀을 통한 기체의 공급을 조절할 수 있다. 일반적으로 도 5와 같이 매니폴드(41) 외부에 형성된 홀(91)은 직경을 넓게 제작하고 내부 홀(91) 직경은 좁게 제작하여 깔때기 형상이 될 경우 내부로 주입되는 기체의 유속이 빨라지므로 효과적인 기체의 주입이 가능하다. 상기 전해액과 기포의 혼합은 전해액과 기체의 자연스러운 혼합에 의해 이루어질 수도 있고, 전해액 공급수단과 전지셀 사이에 위치한 별도의 믹서(미도시) 또는 믹싱존(mixing zone)을 설치하여 수행될 수도 있다.

[0025] 상기 기포는 전지셀을 빠져나와 전해액조에 회수되기 전 또는 회수된 후 제거될 수 있으며, 따라서 본 발명의 레독스 흐름전지는 전지셀의 후면부에 별도의 기액분리장치(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0026] 앞에서 설명된 본 발명의 일실시예는 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 기재된 사항에 의하여만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 변경하는 것이 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

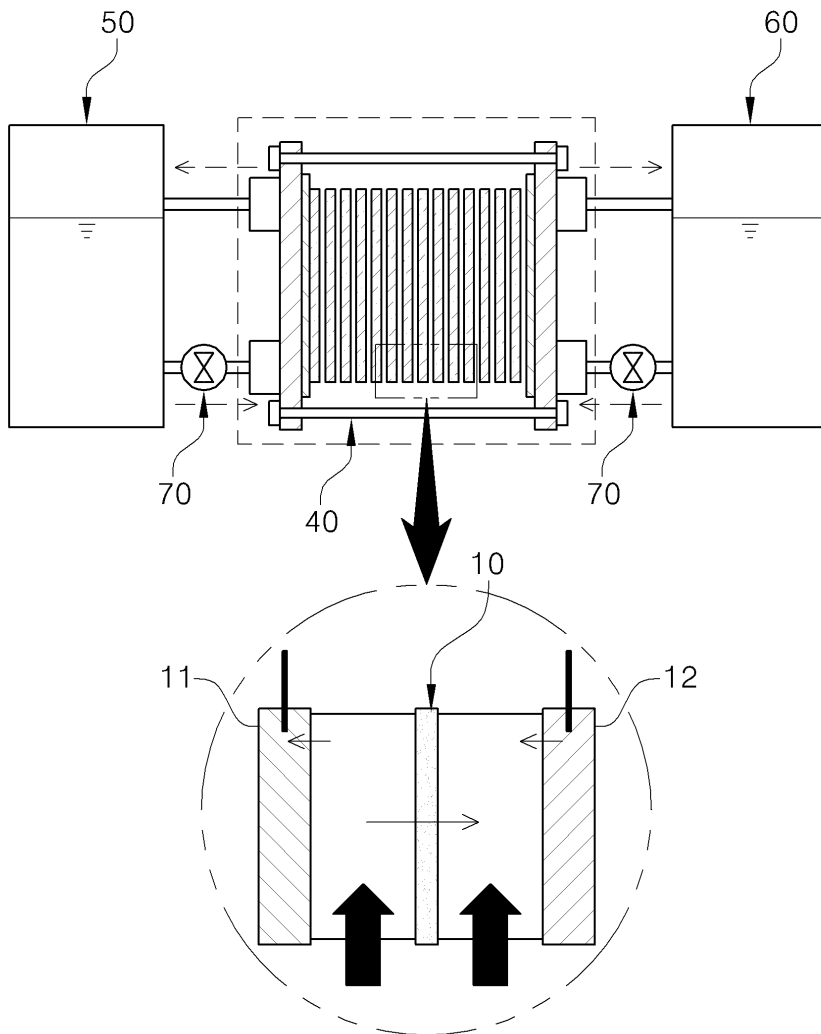
부호의 설명

- [0027] 11: 양전극판 12: 음전극판
 10: 멤브레인 20: 분리판
 40: 전해액 관로 41: 매니폴드
 50, 60: 전해액조 70: 펌프
 80: 밸브 90: 공기관로
 91: 홀 100: 레독스 흐름전지

도면

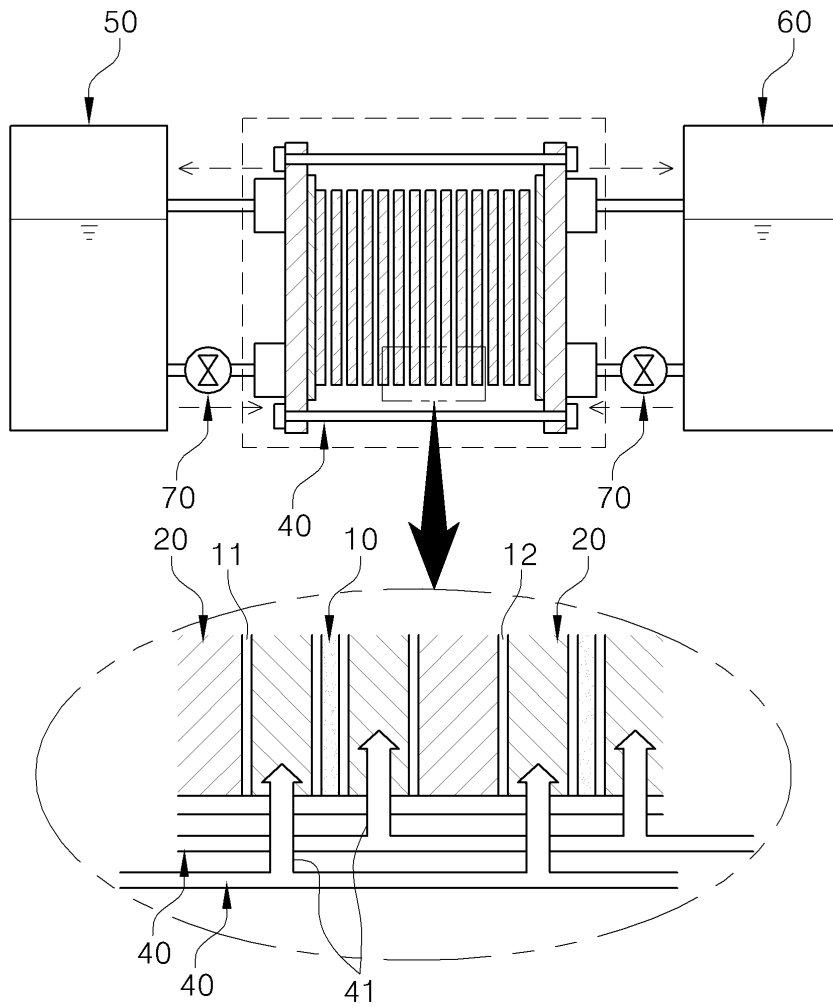
도면1

100

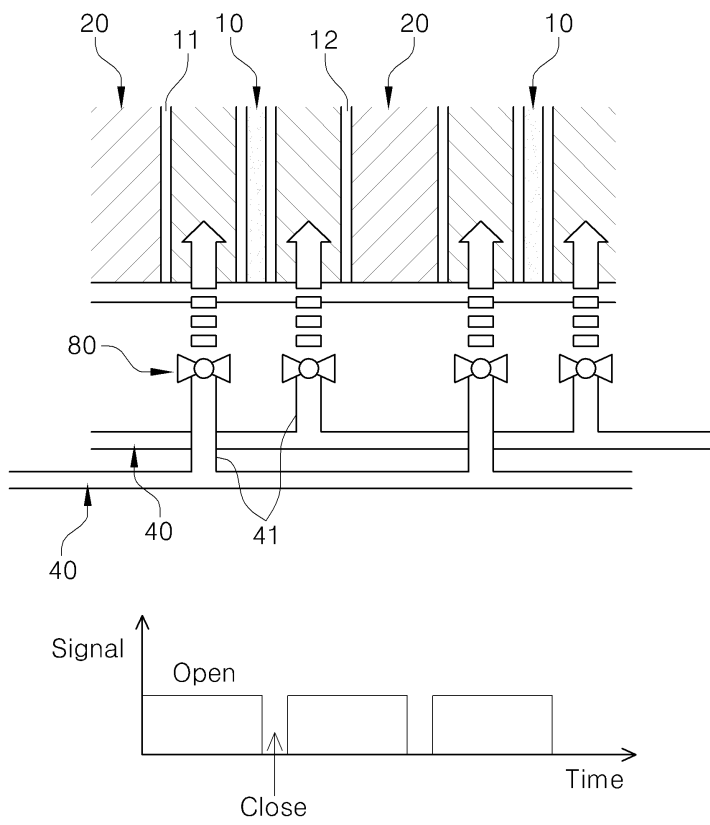


도면2

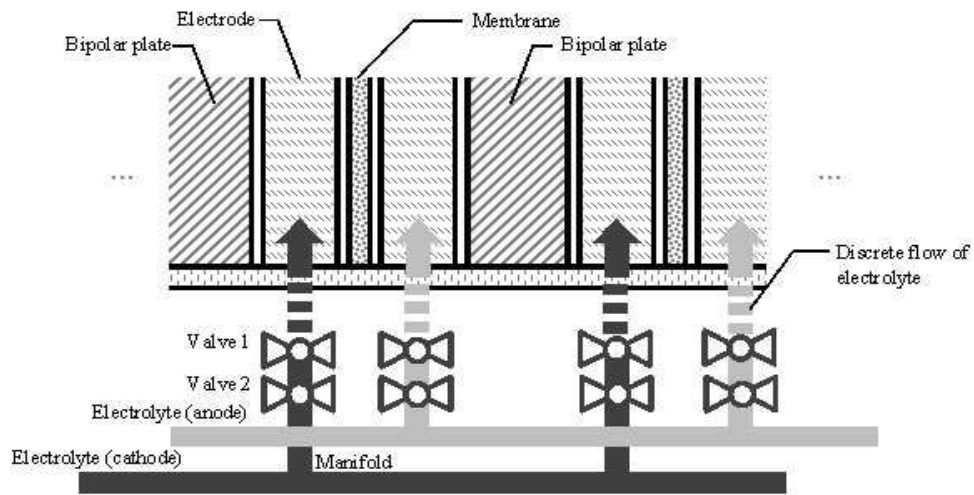
100



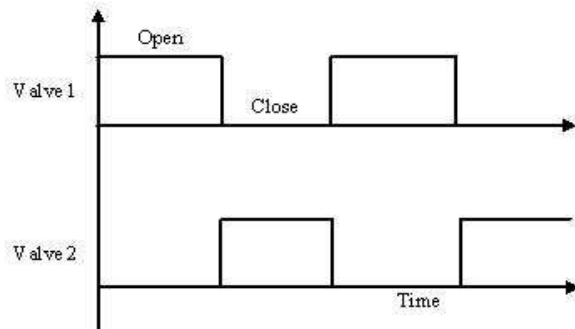
도면3



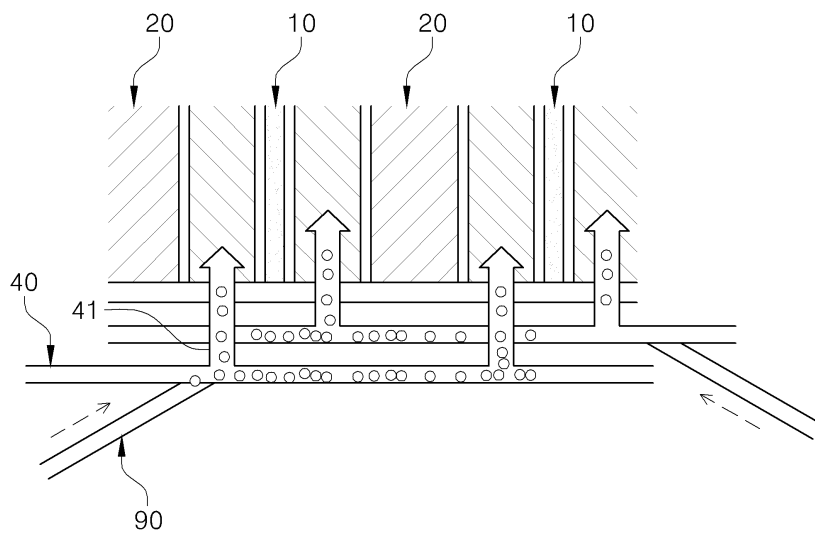
도면4



Valve operation



도면5



도면6

