



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0063892
(43) 공개일자 2020년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/04313 (2016.01) H01M 8/04276 (2016.01)
H01M 8/18 (2015.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/04313 (2013.01)
H01M 8/04276 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0150147
(22) 출원일자 2018년11월28일
심사청구일자 없음

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

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 레독스 흐름 전지용 시험 장비

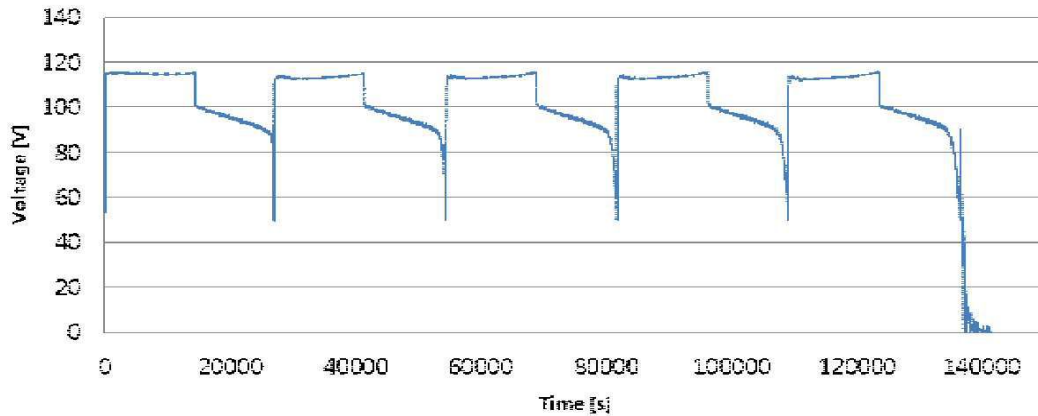
(57) 요약

본 발명은 캐소드 전해액 탱크; 및 상기 캐소드 전해액 탱크 내의 캐소드 전해액을 레독스 흐름 전지로 이송시키는 캐소드 전해액 펌프를 포함하고,

상기 캐소드 전해액 펌프의 유입구의 위치는 상기 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 동일 평면 상에 구비되거나, 이보다 낮은 위치에 구비되는, 레독스 흐름 전지용 시험 장비에 관한 것이다.

대 표 도 - 도4

실사예



(52) CPC특허분류

H01M 8/188 (2013.01)

(72) 발명자

박세호

대전광역시 유성구 가정북로 115(장동)

정은주

대전광역시 유성구 가정북로 115(장동)

강태혁

대전광역시 유성구 가정북로 115(장동)

명세서

청구범위

청구항 1

캐소드 전해액 탱크; 및 상기 캐소드 전해액 탱크 내의 캐소드 전해액을 레독스 흐름 전지로 이송시키는 캐소드 전해액 펌프를 포함하고,

상기 캐소드 전해액 펌프의 유입구의 위치는 상기 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 동일 평면 상에 구비되거나, 이보다 낮은 위치에 구비되는, 레독스 흐름 전지용 시험 장비.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 캐소드 전해액 펌프의 유입구와 상기 캐소드 전해액 탱크의 취출구는 직선 배관으로 연결되는 것을 특징으로 하는, 레독스 흐름 전지용 시험 장비.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 캐소드 전해액 탱크는, 수상의 캐소드 전해액을 저장하는 제1 캐소드 전해액 탱크; 및 유기상의 캐소드 전해액을 저장하는 제2 캐소드 전해액 탱크;로 구성되는 것을 특징으로 하는, 레독스 흐름 전지용 시험 장비.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 캐소드 전해액 펌프의 유입구는, 상기 제1 캐소드 전해액 탱크의 취출구 및 상기 제2 상기 제1 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 직선 배관으로 연결되는 것을 특징으로 하는, 레독스 흐름 전지용 시험 장비.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 캐소드 전해액 탱크의 취출구는 상기 캐소드 전해액 탱크의 측저면 또는 저면에 구비된 것을 특징으로 하는, 레독스 흐름 전지용 시험 장비.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 레독스 흐름 전지용 시험 장비에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 레독스 흐름 전지 평가의 재현성 및 신뢰성을 확보할 수 있는 레독스 흐름 전지용 시험 장비에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 레독스 흐름 전지는 전해액에 포함된 이온의 산화/환원 반응을 통해 전기 에너지를 충전 또는 방전하는 전기화학적 충전 장치이다. 레독스 흐름 전지는 산화/환원 반응을 일으키는 활물질을 포함하는 전해액이 전극과 저장 탱크 사이를 순환하며 충방전이 진행된다. 일반적으로, 레독스 흐름 전지는 전해액이 저장된 전해액 탱크와 전해액을 순환시키는 펌프, 그리고 분리막으로 분획되는 단위셀을 포함하며, 상기 단위셀은 전극, 전해액, 집전체 및 분리막을 포함한다. 나아가, 레독스 흐름 전지의 애노드 전해액과 캐소드 전해액은 분리막에 의해 분리되어 있으며, 이를 중심으로 양쪽에 존재하는 이온의 농도차에 의해 확산 현상이 발생한다.

[0003] 레독스 흐름 전지의 일 예로서, 아연-브롬 레독스 흐름 전지는 아연/브롬(Zn/Br)을 레독스 커플(Redox-Couple)로 사용하는 레독스 흐름 전지이다. 이와 같은 아연-브롬 레독스 흐름 전지는 충전 시 애노드에 아연이 전착(electrodeposition)되고 캐소드 전해액에 브롬이 생성되며, 방전 시 전착된 아연과 브롬의 전자 전달반응

으로 인해 해리되는 현상으로 충방전이 진행된다.

[0004] 이와 같은 레독스 흐름 전지는 대규모의 설비가 필요하므로, 사전에 시험 장치를 통하여 충/방전 거동 및 전지 효율에 영향을 미치는 인자를 확인하고 최적의 조건을 도출하게 된다. 그러므로, 재현성 및 신뢰성이 확보될 수 있는 레독스 흐름 전지용 시험 장비를 확보하는 것이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 10-2017-0132005

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 재현성 및 신뢰성을 확보할 수 있는 레독스 흐름 전지용 시험 장비를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시상태는, 캐소드 전해액 탱크; 및 상기 캐소드 전해액 탱크 내의 캐소드 전해액을 레독스 흐름 전지로 이송시키는 캐소드 전해액 펌프를 포함하고,

[0008] 상기 캐소드 전해액 펌프의 유입구의 위치는 상기 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 동일 평면 상에 구비되거나, 이보다 낮은 위치에 구비되는, 레독스 흐름 전지용 시험 장비를 제공한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 일 실시상태에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비는 신뢰성 및 재현성이 확보되는 충방전 성능 평가를 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 기존의 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 모식도를 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시상태에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 모식도를 나타낸 것이다.

도 3은 비교예에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 충방전 성능 평가에 따른 결과를 나타낸 것이다.

도 4는 실시예에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 충방전 성능 평가에 따른 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 명세서에서 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0012] 본 명세서에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0013] 이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

[0014] 본 발명자들은 기존의 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 충방전 성능 평가 시 충방전 전압 그래프의 왜곡 현상이 있음을 발견하고, 이를 해소하기 위한 다양한 연구를 수행한 결과, 이는 유기상의 캐소드 전해액이 원활하게 레독스 흐름 전지로 이송되지 못하여 발생하는 것임을 확인하였다. 이에, 본 발명자들은 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 캐소드 전해액 펌프의 유입구의 위치를 조절하여, 하기와 같은 레독스 흐름 전지용 시험 장비를 개발하였다.

[0015] 본 발명의 일 실시상태는, 캐소드 전해액 탱크; 및 상기 캐소드 전해액 탱크 내의 캐소드 전해액을 레독스 흐름 전지로 이송시키는 캐소드 전해액 펌프를 포함하고,

- [0016] 상기 캐소드 전해액 펌프의 유입구의 위치는 상기 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 동일 평면 상에 구비되거나, 이보다 낮은 위치에 구비되는, 레독스 흐름 전지용 시험 장비를 제공한다.
- [0017] 본 발명에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비는 아연-브롬 레독스 흐름 전지용 시험 장비일 수 있다.
- [0018] 본 발명에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비는 레독스 흐름 전지(단위셀 또는 2 이상의 단위셀을 포함하는 전지 스택), 상기 레독스 흐름 전지에 애노드 전해액을 공급하기 위한 애노드 전해액 탱크 및 애노드 전해액 펌프, 그리고 상기 레독스 흐름 전지에 캐소드 전해액을 공급하기 위한 캐소드 전해액 탱크 및 캐소드 전해액 펌프를 포함한다.
- [0019] 아연/브롬(Zn/Br)을 레독스 커플(Redox-Couple)로 사용하는 아연-브롬 레독스 흐름 전지의 경우, 충전 시에 캐소드에서는 하기 식 1과 같은 화학 반응으로 브롬이 생성되고, 애노드에서는 하기 식 2와 같은 화학 반응으로 아연 금속층이 애노드 표면에 형성된다.
- [0020] (식 1) $2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{e}^-$
- [0021] (식 2) $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$
- [0022] 나아가, 아연-브롬 레독스 흐름 전지의 방전 시, 상기 식 1 및 식 2의 반응에 따른 브롬 및 아연이 활물질로 작용하여 반응에 참여하게 된다. 상기 식 1에 따라 생성되는 브롬은 액상 또는 가스상일 수 있으며, 가스상 브롬의 유실을 방지하기 위하여, 상기 전해액은 착제를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 착제는 생성된 브롬을 포집하여 아연-브롬 레독스 흐름 전지의 방전 시 브롬이 활물질로서 작용할 수 있도록 할 수 있다.
- [0023] 상기 착제는 탄소수 1 내지 10의 알킬기가 1 이상 치환된 피리디늄 브로마이드(pyridinium Bromide); 탄소수 1 내지 10의 알킬기가 1 이상 치환된 이미다졸리움 브로마이드(Imidazolium Bromide); 및 1-에틸-1-메틸 피롤리디늄 브로마이드(1-Ethyl-1-methylpyrrolidinium bromide);로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0024] 예를 들어, 상기 착제로서 1-에틸-1-메틸 피롤리디늄 브로마이드(MEP-Br)가 전해액에 포함되는 경우, 하기 반응식과 같이 폴리브로마이드를 형성하며 생성되는 브롬 가스를 안정적으로 포집하여 전해액 내에 저장시킬 수 있다.
- [0025] $\text{MEP-Br} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{MEP}^+ \cdot \text{Br}_3^-$
- [0026] $\text{MEP-Br} + 2\text{Br}_2 \rightarrow \text{MEP}^+ \cdot \text{Br}_5^-$
- [0027] $\text{MEP-Br} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{MEP}^+ \cdot \text{Br}_7^-$
- [0028] 아연-브롬 레독스 흐름 전지의 충방전이 진행되는 동안, 생성되는 착제와 브롬이 결합된 폴리브로마이드는 캐소드 전해액 내에서 유기상으로 존재하게 되며, 이는 수상의 캐소드 전해액 보다 높은 비중으로 인하여 캐소드 전해액 탱크의 하부에 침전하게 된다.
- [0029] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 캐소드 전해액 탱크는 단일 탱크로 구성될 수 있다. 이 경우, 유기상의 캐소드 전해액은 상기 캐소드 전해액 탱크의 하부에 침전하거나, 수상의 캐소드 전해액과 혼합된 상태로 존재할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 캐소드 전해액 탱크는, 수상의 캐소드 전해액을 저장하는 제1 캐소드 전해액 탱크; 및 유기상의 캐소드 전해액을 저장하는 제2 캐소드 전해액 탱크;로 구성될 수 있다. 구체적으로, 상기 캐소드 전해액 탱크는 충방전에 따라 형성되는 유기상의 캐소드 전해액을 제2 캐소드 전해액 탱크로 이송시켜 저장하고, 제1 캐소드 전해액 탱크는 수상의 캐소드 전해액을 저장할 수 있다.
- [0031] 본 발명에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비에 있어서, 상기 캐소드 전해액 펌프의 유입구의 위치는 상기 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 동일 평면 상에 구비되거나, 이보다 낮은 위치에 구비되어, 점도가 높은 유기상의 캐소드 전해액이 별도의 추가적인 힘을 받지 않고도 캐소드 전해액 펌프의 유입구로 이동되도록 할 수 있다. 이를 통하여, 유기상의 캐소드 전해액은 일정한 양으로 레독스 흐름 전지로 공급되어 신뢰성 있는 시험 결과를 얻을 수 있다.

- [0032] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 캐소드 전해액 펌프의 유입구와 상기 캐소드 전해액 탱크의 취출구는 직선 배관으로 연결될 수 있다. 구체적으로, 상기 캐소드 전해액 펌프의 유입구는 상기 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 동일 평면, 또는 이보다 낮은 위치에 구비되고, 이들은 직선 배관으로 연결될 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 캐소드 전해액 탱크가 제1 및 제2 캐소드 전해액 탱크로 구성되는 경우, 각각의 취출구는 직선 배관으로 연결될 수 있다. 이 경우, 유기상의 캐소드 전해액을 저장하는 제2 캐소드 전해액 탱크의 취출구의 위치는 수상의 캐소드 전해액을 저장하는 제1 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 동일 평면 또는 이보다 높은 위치에 구비되고, 이들은 직선 배관으로 연결될 수 있다.
- [0034] 나아가, 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 캐소드 전해액 펌프의 유입구는, 상기 제1 캐소드 전해액 탱크의 취출구 및 상기 제2 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 직선 배관으로 연결될 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 캐소드 전해액 탱크의 취출구는 상기 캐소드 전해액 탱크의 측저면 또는 저면에 구비될 수 있다. 유기상의 캐소드 전해액은 높은 비중으로 인하여, 캐소드 탱크의 하부에 침전될 수 있다. 그러므로, 유기상의 캐소드 전해액을 레독스 흐름 전지에 공급하기 위하여 상기 캐소드 전해액 탱크의 취출구의 위치는 캐소드 전해액 탱크의 측저면 또는 저면에 구비될 수 있다.
- [0036] 나아가, 상기 캐소드 전해액 탱크가 제1 및 제2 캐소드 전해액 탱크로 구성되는 경우, 상기 제2 캐소드 전해액 탱크의 취출구는 상기 캐소드 전해액 탱크의 측저면 또는 저면에 연결될 수 있다. 이 경우, 상기 제1 캐소드 전해액 탱크의 취출구의 위치는 상기 캐소드 전해액 탱크의 측저면 또는 저면에 한정되지 않으며, 캐소드 전해액을 취출할 수 있는 위치라면 제한 없이 가능하다.
- [0037] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 애노드 전해액 펌프의 유입구의 위치는 애노드 전해액 탱크의 취출구와 동일 평면 상에 구비되거나, 이보다 낮은 위치에 구비될 수 있다. 다만, 애노드 전해액의 경우, 캐소드 전해액과 같이 수상 및 유기상으로 구분되지 않고, 수상으로 존재하므로 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0038] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 캐소드 전해액 펌프는 마그네틱 펌프일 수 있다. 내부 전해액에 의한 펌프실과 회전축 간 부식 및 누수 문제를 방지하기 위하여, 모터로 자석을 회전시켜 그 자력으로 펌프를 회전시키는 구조를 가지는 마그네틱 펌프를 캐소드 전해액 펌프로 이용할 수 있다. 또한, 레독스 흐름 전지의 경우, 대용량의 전해액 탱크가 지면에 위치하고, 전해액 탱크 상에 레독스 흐름 전지가 위치하는 것이 일반적이므로, 전해액 탱크를 지면보다 높게 위치시키는 것이 쉽지 않다. 그러므로, 본 발명과 같이 캐소드 전해액 펌프의 유입구의 위치를 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 동일 평면 상에 위치시키기 위해서, 유입구가 측면에 구비되는 마그네틱 펌프를 캐소드 전해액 펌프로 이용할 수 있다.
- [0039] 도 1은 기존의 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 모식도를 나타낸 것이다. 본 발명자들이 기존에 사용하였던 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 경우, 도 1과 같이 캐소드 전해액 펌프의 위치가 캐소드 전해액 탱크의 취출구보다 높은 위치에 구비된다. 이에 따라, 캐소드 전해액 펌프의 유입구의 위치는 캐소드 전해액 탱크의 취출구보다 높은 위치에 구비되어, 점도가 높은 유기상의 캐소드 전해액이 레독스 흐름 전지로 일정하게 공급되지 못하게 되어 충방전 성능 평가 시 그래프의 왜곡 현상이 발생할 수 있다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 일 실시상태에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 모식도를 나타낸 것이다. 본 발명의 일 실시상태에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 경우, 도 2와 같이 캐소드 전해액 탱크의 취출구의 높이와 캐소드 전해액 펌프의 유입구의 높이가 동일 평면에 위치하게 되어, 점도가 높은 유기상의 캐소드 전해액이 캐소드 전해액 펌프로 일정하게 공급될 수 있도록 한다. 이를 통하여, 본 발명에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비는 충방전 성능 평가 시 그래프의 왜곡 현상을 방지하여, 보다 재현성이 높고 신뢰성이 우수한 실험 결과를 얻을 수 있다.
- [0042] 이하, 본 발명을 구체적으로 설명하기 위해 실시예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명에 따른 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 기술하는 실시예들에 한정되는 것으로 해석되지 않는다. 본 명세서의 실시예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.
- [0043] **[제조예: 아연-브롬 레독스 흐름 전지의 제조]**
- [0044] 하기 표 1과 같은 구성을 이용하고, 전극 플로우 프레임과 분리막 플로우 프레임을 진동 융착하여, 60개의 단위

셀을 가지는 아연-브롬 레독스 흐름 전지를 제조하였다.

표 1

소재		세부 사항
전극	소재	Carbon plastic composite (Bipolar plate)
	면적	935 cm ² / cell
분리막		SF-601 (Asahi사)
전해액	조성	2.25 M ZnBr ₂ + 0.55 M ZnCl ₂ + 0.8 M 1-Ethyl-1-methylpyrrolidinium bromide(MEP-Br) + 5mL/L Bromine(Br ₂)
	용량	66 L
플로우 프레임	소재	Polypropylene/Glass fiber composite
Cell 수		60-Cell

[비교예]

상기 제조예와 같이 제조된 아연-브롬 레독스 흐름 전지에, 애노드 전해액을 저장하는 애노드 전해액 탱크, 수상의 캐소드 전해액을 저장하는 제1 캐소드 전해액 탱크 및 유기상의 캐소드 전해액을 저장하는 제2 캐소드 전해액 탱크를 더 구비하여, 도 1과 같이 애노드 전해액 펌프 및 캐소드 전해액 펌프의 위치를 각각 전해액 탱크의 위치보다 높게 구비한 후, 충방전 사이클을 5회 진행하여 충방전 성능 평가를 수행하였다.

도 3은 비교예에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 충방전 성능 평가에 따른 결과를 나타낸 것이다. 도 3의 결과에 따르면, 기존의 레독스 흐름 전지용 시험 장비를 이용하여 충방전 성능 평가를 수행하는 경우, 충방전 그래프의 왜곡 현상이 발생하는 것을 확인할 수 있다. 구체적으로, 점도가 높은 유기상의 캐소드 전해액이 레독스 흐름 전지로 일정하게 공급되지 못하여, 방전 말단 그래프에서 왜곡 현상이 두드러지게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

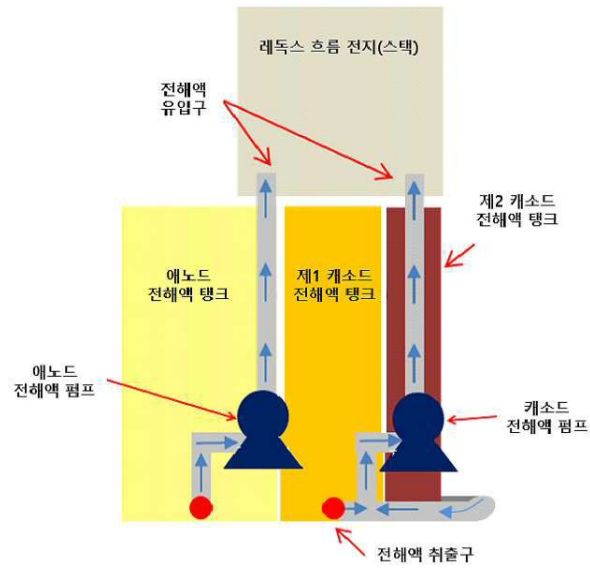
[실시예]

도 2와 같이 애노드 전해액 펌프의 유입구 및 캐소드 전해액 탱크의 유입구를 각각 전해액 탱크의 취출구와 수평하게 조절한 것을 제외하고, 비교예 1과 동일한 방법으로 충방전 성능 평가를 수행하였다.

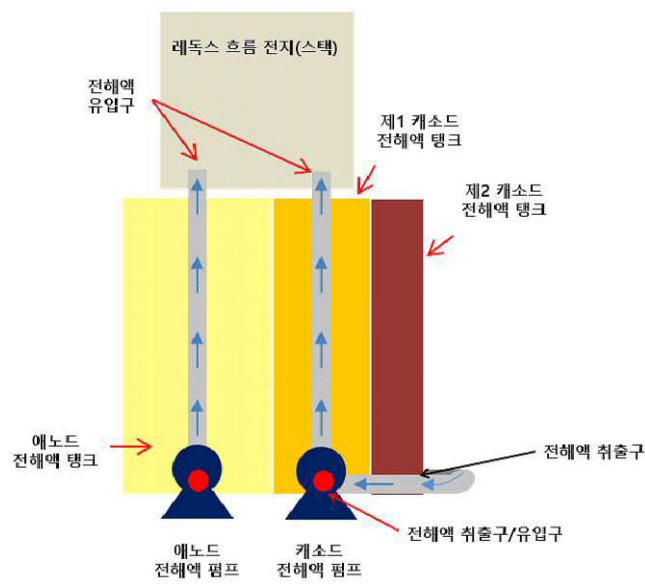
도 4는 실시예에 따른 레독스 흐름 전지용 시험 장비의 충방전 성능 평가에 따른 결과를 나타낸 것이다. 도 4의 결과에 따르면, 실시예의 경우, 비교예의 충방전 성능 평가에서 발생한 방전 말단 전압의 왜곡 현상이 제거되고, 노이즈 없는 충방전 결과가 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 캐소드 전해액 펌프의 유입구가 캐소드 전해액 탱크의 취출구와 동일 평면 상에 위치하여, 유기상의 캐소드 전해액이 일정하게 레독스 흐름 전지로 공급된 결과이다.

도면

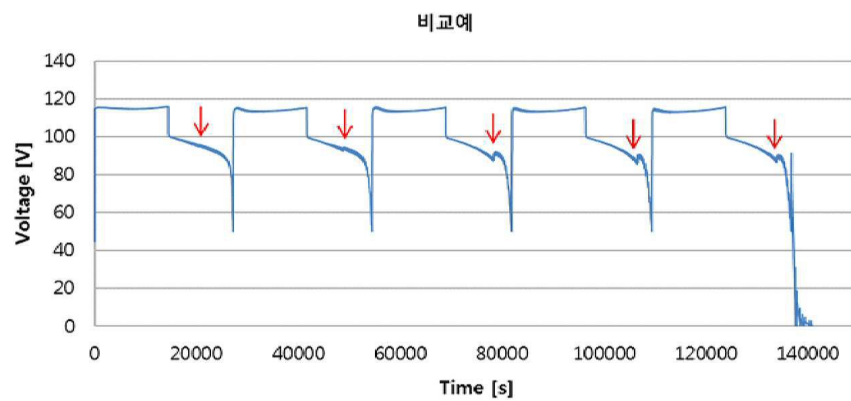
도면1



도면2



도면3



도면4

