



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0165921  
(43) 공개일자 2022년12월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01M 8/18 (2015.01) H01M 8/026 (2016.01)  
H01M 8/0263 (2016.01) H01M 8/24 (2016.01)  
H01M 8/2455 (2016.01)

(52) CPC특허분류

H01M 8/188 (2013.01)  
H01M 8/026 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0074552

(22) 출원일자 2021년06월09일

심사청구일자 2021년06월09일

(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

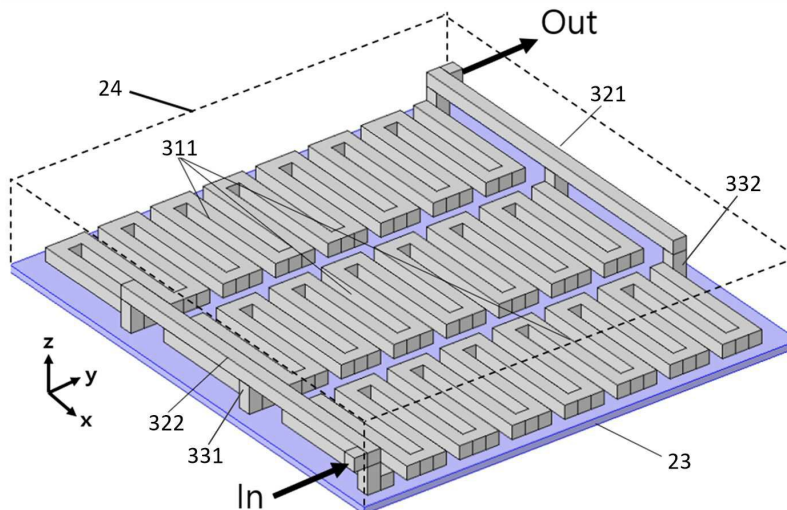
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 레독스 흐름 전지용 바이폴라 플레이트, 스택 및 이를 이용하는 레독스 흐름 전지

(57) 요약

본 발명은 스택 내의 전극 방향 일면측의 유로층에서 각각 일면 방향이 개방된 기지정된 패턴을 갖고 형성되어 전해질이 흐르는 경로를 형성하는 다수의 유로 채널, 유로층과 기지정된 간격만큼 이격된 분배층에서 다수의 유로 채널의 배치 위치에 따른 패턴을 갖고 형성되어 다수의 유로 채널로 유입되거나 다수의 유로 채널에서 배출되는 전해질을 외부에서 공급받거나 외부로 배출하는 2개의 분배로 및 분배층에 형성된 2개의 분배로 각각과 유로층에 형성된 다수의 유로 채널의 입력단과 출력단을 각각 연결하는 다수의 층간 유로를 포함하여, 전극 내 전해질 분포와 압력 균일성을 개선함으로써 출력, 에너지 밀도 및 에너지 효율성을 향상시킬 수 있는 레독스 흐름 전지용 바이폴라 플레이트, 스택 및 이를 이용하는 레독스 흐름 전지를 제공한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

*H01M 8/0263* (2013.01)

*H01M 8/2455* (2013.01)

*H01M 8/2459* (2016.02)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

흐름 전지용 스택에 포함되는 바이폴라 플레이트에 있어서,

스택 내의 전극 방향 일면측의 유로층에서 각각 일면 방향이 개방된 기지정된 패턴을 갖고 형성되어 전해질이 흐르는 경로를 형성하는 다수의 유로 채널;

상기 유로층과 기지정된 간격만큼 이격된 분배층에서 상기 다수의 유로 채널의 배치 위치에 따른 패턴을 갖고 형성되어 상기 다수의 유로 채널로 유입되거나 상기 다수의 유로 채널에서 배출되는 전해질을 외부에서 공급받거나 외부로 배출하는 2개의 분배로; 및

상기 분배층에 형성된 2개의 분배로 각각과 상기 유로층에 형성된 다수의 유로 채널의 입력단과 출력단을 각각 연결하는 다수의 층간 유로를 포함하는 바이폴라 플레이트.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 2개의 분배로는

일단이 상기 바이폴라 플레이트의 측면 방향으로 개방되어 주입구가 형성되고, 상기 다수의 유로 채널의 입력단에 대응하는 위치를 지나는 패턴으로 형성되는 제1 분배로; 및

일단이 상기 바이폴라 플레이트의 측면 방향으로 개방되어 배출구가 형성되고, 상기 다수의 유로 채널의 출력단에 대응하는 위치를 지나도록 형성되는 제2 분배로를 포함하는 바이폴라 플레이트.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 다수의 층간 유로는

상기 제1 분배로와 상기 다수의 유로 채널 각각의 입력단을 연결하도록 형성되어, 상기 제1 분배로로 유입된 전해질을 상기 다수의 유로 채널 각각으로 공급하는 다수의 제1 층간 유로; 및

상기 제2 분배로와 상기 다수의 유로 채널 각각의 출력단을 연결하도록 형성되어, 상기 다수의 유로 채널 각각에서 회수되는 전해질을 상기 제2 분배로로 전달하는 다수의 제2 층간 유로를 포함하는 바이폴라 플레이트.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 다수의 유로 채널은

기지정된 동일한 패턴으로 형성되어 상기 바이폴라 플레이트의 일면 상에 균등하게 분산 배치되는 바이폴라 플레이트.

#### 청구항 5

제3항에 있어서, 상기 다수의 유로 채널 각각은

일단의 입력단이 상기 제1 층간 유로에 연결되고, 타단의 출력단이 상기 제2 층간 유로에 연결되어, 상기 제1 분배로로 통해 공급된 전해질을 인가받고, 전해질을 제2 분배로로 배출하는 단일 채널이 반복적으로 벤딩된 지그재그 패턴을 갖는 사형 유로 채널(Serpentine flow channel)로 형성되는 바이폴라 플레이트.

#### 청구항 6

제3항에 있어서, 상기 다수의 유로 채널 각각은

일단이 상기 제1 층간 유로에 연결되어, 상기 제1 분배로로 통해 공급된 전해질을 인가받는 다수의 제1 유로 채널과 일단이 상기 제2 층간 유로에 연결되어, 상기 전극을 통해 유입된 전해질을 상기 제2 분배로로 배출하는 제2 유로 채널이 서로 이격되어 교대로 배치된 패턴을 갖는 각지형 유로 채널(Interdigitated flow channel)로

형성되는 바이폴라 플레이트.

#### 청구항 7

제3항에 있어서, 상기 다수의 층간 유로 각각은

상기 분배층과 상기 유로층 사이에서 기지정된 기울기를 갖고 형성되는 바이폴라 플레이트.

#### 청구항 8

흐름 전지용 스택에 있어서,

이온 교환막;

상기 이온 교환막의 양측에 배치되어 전해질이 공급되면, 공급된 전해질의 화학 반응을 발생시키는 2개의 전극; 및

상기 2개의 전극 각각의 일면에 배치되어 전해질 순환 경로에서 전송된 전해질을 대응하는 전극으로 공급하고, 대응하는 전극에서 회수되는 전해질을 순환 경로로 배출하는 2개의 바이폴라 플레이트를 각각 포함하는 적어도 하나의 단위셀이 적층되어 구현되고,

상기 2개의 바이폴라 플레이트 각각은

전극 방향 일면측의 유로층에서 각각 일면 방향이 개방된 기지정된 패턴을 갖고 형성되어 전해질이 흐르는 경로를 형성하는 다수의 유로 채널;

상기 유로층과 기지정된 간격만큼 이격된 분배층에서 상기 다수의 유로 채널의 배치 위치에 따른 패턴을 갖고 형성되어 상기 다수의 유로 채널로 유입되거나 상기 다수의 유로 채널에서 배출되는 전해질을 외부에서 공급받거나 외부로 배출하는 2개의 분배로; 및

상기 분배층에 형성된 2개의 분배로 각각과 상기 유로층에 형성된 다수의 유로 채널의 입력단과 출력단을 각각 연결하는 다수의 층간 유로를 포함하는 흐름 전지용 스택.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 2개의 분배로는

일단이 상기 바이폴라 플레이트의 측면 방향으로 개방되어 주입구가 형성되고, 상기 다수의 유로 채널의 입력단에 대응하는 위치를 지나는 패턴으로 형성되는 제1 분배로; 및

일단이 상기 바이폴라 플레이트의 측면 방향으로 개방되어 배출구가 형성되고, 상기 다수의 유로 채널의 출력단에 대응하는 위치를 지나도록 형성되는 제2 분배로를 포함하는 흐름 전지용 스택.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 다수의 층간 유로는

상기 제1 분배로와 상기 다수의 유로 채널 각각의 입력단을 연결하도록 형성되어, 상기 제1 분배로로 유입된 전해질을 상기 다수의 유로 채널 각각으로 공급하는 다수의 제1 층간 유로; 및

상기 제2 분배로와 상기 다수의 유로 채널 각각의 출력단을 연결하도록 형성되어, 상기 다수의 유로 채널 각각에서 회수되는 전해질을 상기 제2 분배로로 전달하는 다수의 제2 층간 유로를 포함하는 흐름 전지용 스택.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 다수의 유로 채널은

기지정된 동일한 패턴으로 형성되어 상기 바이폴라 플레이트의 일면 상에 균등하게 분산 배치되는 흐름 전지용 스택.

#### 청구항 12

제10항에 있어서, 상기 다수의 유로 채널 각각은

일단의 입력단이 상기 제1 층간 유로에 연결되고, 타단의 출력단이 상기 제2 층간 유로에 연결되어, 상기 제1 분배로로 통해 공급된 전해질을 인가받고, 전해질을 제2 분배로로 배출하는 단일 채널이 반복적으로 벤딩된 지그재그 패턴을 갖는 사형 유로 채널로 형성되는 흐름 전지용 스택.

### 청구항 13

제10항에 있어서, 상기 다수의 유로 채널 각각은

일단이 상기 제1 층간 유로에 연결되어, 상기 제1 분배로로 통해 공급된 전해질을 인가받는 다수의 제1 유로 채널과 일단이 상기 제2 층간 유로에 연결되어, 상기 전극을 통해 유입된 전해질을 상기 제2 분배로로 배출하는 제2 유로 채널이 서로 이격되어 교대로 배치된 패턴을 갖는 각지형 유로 채널로 형성되는 흐름 전지용 스택.

### 청구항 14

양극액의 전해질과 음극액의 전해질을 각각 저장하는 2개의 탱크;

이온 교환막과 상기 이온 교환막의 양측에 배치되어 상기 2개의 탱크로부터 전해질이 공급되면, 공급된 전해질의 화학 반응을 발생시키는 2개의 전극 및 상기 2개의 전극 각각의 일면에 배치되어 전해질 순환 경로에서 전송된 전해질을 대응하는 전극으로 공급하고, 대응하는 전극에서 회수되는 전해질을 순환 경로로 배출하는 2개의 바이폴라 플레이트를 각각 포함하는 적어도 하나의 단위 셀이 적층된 스택; 및

상기 2개의 탱크와 상기 스택 사이의 순환 경로를 따라 전해질을 순환시키는 다수의 펌프를 포함하고,

상기 2개의 바이폴라 플레이트 각각은

전극 방향 일면측의 유로층에서 각각 일면 방향이 개방된 기지정된 패턴을 갖고 형성되어 전해질이 흐르는 경로를 형성하는 다수의 유로 채널;

상기 유로층과 기지정된 간격만큼 이격된 분배층에서 상기 다수의 유로 채널의 배치 위치에 따른 패턴을 갖고 형성되어 상기 다수의 유로 채널로 유입되거나 상기 다수의 유로 채널에서 배출되는 전해질을 외부에서 공급받거나 외부로 배출하는 2개의 분배로; 및

상기 분배층에 형성된 2개의 분배로 각각과 상기 유로층에 형성된 다수의 유로 채널의 입력단과 출력단을 각각 연결하는 다수의 층간 유로를 포함하는 흐름 전지.

### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 2개의 분배로는

일단이 상기 바이폴라 플레이트의 측면 방향으로 개방되어 주입구가 형성되고, 상기 다수의 유로 채널의 입력단에 대응하는 위치를 지나는 패턴으로 형성되는 제1 분배로; 및

일단이 상기 바이폴라 플레이트의 측면 방향으로 개방되어 배출구가 형성되고, 상기 다수의 유로 채널의 출력단에 대응하는 위치를 지나도록 형성되는 제2 분배로를 포함하는 흐름 전지.

### 청구항 16

제15항에 있어서, 상기 다수의 층간 유로는

상기 제1 분배로와 상기 다수의 유로 채널 각각의 입력단을 연결하도록 형성되어, 상기 제1 분배로로 유입된 전해질을 상기 다수의 유로 채널 각각으로 공급하는 다수의 제1 층간 유로; 및

상기 제2 분배로와 상기 다수의 유로 채널 각각의 출력단을 연결하도록 형성되어, 상기 다수의 유로 채널 각각에서 회수되는 전해질을 상기 제2 분배로로 전달하는 다수의 제2 층간 유로를 포함하는 흐름 전지.

### 청구항 17

제16항에 있어서, 상기 다수의 유로 채널은

기지정된 동일한 패턴으로 형성되어 상기 바이폴라 플레이트의 일면 상에 균등하게 분산 배치되는 흐름 전지.

### 청구항 18

제16항에 있어서, 상기 다수의 유로 채널 각각은

일단의 입력단이 상기 제1 층간 유로에 연결되고, 타단의 출력단이 상기 제2 층간 유로에 연결되어, 상기 제1 분배로로 통해 공급된 전해질을 인가받고, 전해질을 제2 분배로로 배출하는 단일 채널이 반복적으로 벤딩된 지그재그 패턴을 갖는 사형 유로 채널로 형성되는 흐름 전지.

## 청구항 19

제16항에 있어서, 상기 다수의 유로 채널 각각은

일단이 상기 제1 층간 유로에 연결되어, 상기 제1 분배로로 통해 공급된 전해질을 인가받는 다수의 제1 유로 채널과 일단이 상기 제2 층간 유로에 연결되어, 상기 전극을 통해 유입된 전해질을 상기 제2 분배로로 배출하는 제2 유로 채널이 서로 이격되어 교대로 배치된 패턴을 갖는 각지형 유로 채널로 형성되는 흐름 전지.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 레독스 흐름 전지용 바이폴라 플레이트, 스택 및 이를 이용하는 레독스 흐름 전지에 관한 것으로, 3차원 유로구조를 갖는 레독스 흐름 전지용 바이폴라 플레이트, 스택 및 이를 이용하는 레독스 흐름 전지에 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 레독스 흐름 전지(Redox Flow Battery: RFB)나 연료 전지와 같은 흐름 전지로 대체하고자 하는 연구가 활발하게 수행되고 있다.

[0003] 리튬이온 전지와 달리, 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] 이와 같은 레독스 흐름 전지는 단위 셀을 적층하여 스택으로 만들어 출력을 증가시키거나, 탱크 크기를 확대하여 용량을 증가시킬 수 있어 확장이 용이하다는 장점이 있으나, 에너지 밀도와 에너지 효율이 낮다는 문제가 있다. 그리고 산업계에서는 고출력 대용량 레독스 흐름 전지가 이용되어야 하므로, 스택에 적층된 단위 셀의 개수가 증가될 뿐만 아니라 단위 셀 자체의 면적이 크게 증가하고 있다. 다만 단위 셀 자체의 면적이 증가되는 경우, 다공성 전극에 공급되는 전해질의 영역별 농도 불균일, 압력 차이 및 누설 전류 등에 의한 에너지 효율성이 더욱 감소되는 문제가 있다. 따라서 대면적 셀에서 에너지 효율성을 개선하기 위한 방법이 요구되고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-1975972호 (2019.04.30 등록)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 레독스 흐름 전지의 전극 내 전해질 분포와 압력 균일성을 개선할 수 있는 레독스 흐름 전지용 바이폴라 플레이트, 스택 및 이를 이용하는 레독스 흐름 전지를 제공하는데 있다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 산업용으로 이용 가능하도록 대면적 셀을 갖는 레독스 흐름 전지의 출력, 에너지 밀도 및 에너지 효율성을 향상시킬 수 있는 레독스 흐름 전지용 바이폴라 플레이트, 스택 및 이를 이용하는 레독스 흐름 전지를 제공하는데 있다.

## 과제의 해결 수단

- [0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 레독스 흐름 전지용 바이폴라 플레이트는 스택 내의 전극 방향 일면측의 유로층에서 각각 일면 방향이 개방된 기지정된 패턴을 갖고 형성되어 전해질이 흐르는 경로를 형성하는 다수의 유로 채널; 상기 유로층과 기지정된 간격만큼 이격된 분배층에서 상기 다수의 유로 채널의 배치 위치에 따른 패턴을 갖고 형성되어 상기 다수의 유로 채널로 유입되거나 상기 다수의 유로 채널에서 배출되는 전해질을 외부에서 공급받거나 외부로 배출하는 2개의 분배로; 및 상기 분배층에 형성된 2개의 분배로 각각과 상기 유로층에 형성된 다수의 유로 채널의 입력단과 출력단을 각각 연결하는 다수의 중간 유로를 포함한다.
- [0009] 상기 2개의 분배로는 일단이 상기 바이폴라 플레이트의 측면 방향으로 개방되어 주입구가 형성되고, 상기 다수의 유로 채널의 입력단에 대응하는 위치를 지나는 패턴으로 형성되는 제1 분배로; 및 일단이 상기 바이폴라 플레이트의 측면 방향으로 개방되어 배출구가 형성되고, 상기 다수의 유로 채널의 출력단에 대응하는 위치를 지나도록 형성되는 제2 분배로를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 다수의 중간 유로는 상기 제1 분배로와 상기 다수의 유로 채널 각각의 입력단을 연결하도록 형성되어, 상기 제1 분배로로 유입된 전해질을 상기 다수의 유로 채널 각각으로 공급하는 다수의 제1 중간 유로; 및 상기 제2 분배로와 상기 다수의 유로 채널 각각의 출력단을 연결하도록 형성되어, 상기 다수의 유로 채널 각각에서 회수되는 전해질을 상기 제2 분배로로 전달하는 다수의 제2 중간 유로를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 다수의 유로 채널은 기지정된 동일한 패턴으로 형성되어 상기 바이폴라 플레이트의 일면 상에 균등하게 분산 배치될 수 있다.
- [0012] 상기 다수의 유로 채널 각각은 일단의 입력단이 상기 제1 중간 유로에 연결되고, 타단의 출력단이 상기 제2 중간 유로에 연결되어, 상기 제1 분배로로 통해 공급된 전해질을 인가받고, 전해질을 제2 분배로로 배출하는 단일 채널이 반복적으로 벤딩된 지그재그 패턴을 갖는 사형 유로 채널로 형성될 수 있다.
- [0013] 상기 다수의 유로 채널 각각은 일단이 상기 제1 중간 유로에 연결되어, 상기 제1 분배로로 통해 공급된 전해질을 인가받는 다수의 제1 유로 채널과 일단이 상기 제2 중간 유로에 연결되어, 상기 전극을 통해 유입된 전해질을 상기 제2 분배로로 배출하는 제2 유로 채널이 서로 이격되어 교대로 배치된 패턴을 갖는 깎지형 유로 채널로 형성될 수 있다.
- [0014] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 레독스 흐름 전지용 스택은 이온 교환막; 상기 이온 교환막의 양측에 배치되어 전해질이 공급되면, 공급된 전해질의 화학 반응을 발생시키는 2개의 전극; 및 상기 2개의 전극 각각의 일면에 배치되어 전해질 순환 경로에서 전송된 전해질을 대응하는 전극으로 공급하고, 대응하는 전극에서 회수되는 전해질을 순환 경로로 배출하는 2개의 바이폴라 플레이트를 각각 포함하는 적어도 하나의 단위셀이 적층되어 구현되고, 상기 2개의 바이폴라 플레이트 각각은 전극 방향 일면측의 유로층에서 각각 일면 방향이 개방된 기지정된 패턴을 갖고 형성되어 전해질이 흐르는 경로를 형성하는 다수의 유로 채널; 상기 유로층과 기지정된 간격만큼 이격된 분배층에서 상기 다수의 유로 채널의 배치 위치에 따른 패턴을 갖고 형성되어 상기 다수의 유로 채널로 유입되거나 상기 다수의 유로 채널에서 배출되는 전해질을 외부에서 공급받거나 외부로 배출하는 2개의 분배로; 및 상기 분배층에 형성된 2개의 분배로 각각과 상기 유로층에 형성된 다수의 유로 채널의 입력단과 출력단을 각각 연결하는 다수의 중간 유로를 포함한다.
- [0015] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또다른 실시예에 따른 레독스 흐름 전지는 양극액의 전해질과 음극액의 전해질을 각각 저장하는 2개의 탱크; 이온 교환막과 상기 이온 교환막의 양측에 배치되어 상기 2개의 탱크로부터 전해질이 공급되면, 공급된 전해질의 화학 반응을 발생시키는 2개의 전극 및 상기 2개의 전극 각각의 일면에 배치되어 전해질 순환 경로에서 전송된 전해질을 대응하는 전극으로 공급하고, 대응하는 전극에서 회수되는 전해질을 순환 경로로 배출하는 2개의 바이폴라 플레이트를 각각 포함하는 적어도 하나의 단위 셀이 적층된 스택; 및 상기 2개의 탱크와 상기 스택 사이의 순환 경로를 따라 전해질을 순환시키는 다수의 펌프를 포함하고, 상기 2개의 바이폴라 플레이트 각각은 전극 방향 일면측의 유로층에서 각각 일면 방향이 개방된 기지정된 패턴을 갖고 형성되어 전해질이 흐르는 경로를 형성하는 다수의 유로 채널; 상기 유로층과 기지정된 간격만큼 이격된 분배층에서 상기 다수의 유로 채널의 배치 위치에 따른 패턴을 갖고 형성되어 상기 다수의 유로 채널로 유입되거나 상기 다수의 유로 채널에서 배출되는 전해질을 외부에서 공급받거나 외부로 배출하는 2개의 분배로; 및 상기 분배층에 형성된 2개의 분배로 각각과 상기 유로층에 형성된 다수의 유로 채널의 입력단과 출력단을 각각 연결하는 다수의 중간 유로를 포함한다.



**발명의 효과**

[0016] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 레독스 흐름 전지용 바이폴라 플레이트, 스택 및 이를 이용하는 레독스 흐름 전지는 바이폴라 플레이트에 형성되는 유로 구조를 3차원으로 구성하여, 다수의 유로에 균일하고 원활하게 전해질을 공급할 수 있어 대면적 셀을 갖는 산업용 레독스 흐름 전지에서도 전극 내 전해질 분포와 압력 균일성을 개선함으로써, 출력, 에너지 밀도 및 에너지 효율성을 향상시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0017] 도 1은 레독스 흐름 전지 구성의 일 예를 나타낸다.  
 도 2는 바이폴라 플레이트에 형성되는 유로 구조와 유로 구조에 따른 전해질 흐름 경로를 나타낸다.  
 도 3은 유로 채널 패턴의 다른 예를 나타낸다.  
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유로 채널이 형성된 바이폴라 플레이트의 일 예를 나타낸다.  
 도 5는 도 4의 바이폴라 플레이트에서 분배층과 유로층을 설명하기 위한 단면도를 나타낸다.  
 도 6은 다수의 단위 셀이 적층된 스택에서 분배층과 유로층의 배치 구조를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 유로 채널이 형성된 바이폴라 플레이트의 다른 예를 나타낸다.  
 도 8은 도 7의 바이폴라 플레이트에 형성된 유로 채널의 유로 패턴을 설명하기 위한 유로층의 단면도를 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0018] 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.

[0019] 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 부재를 나타낸다.

[0020] 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.

[0021] 도 1은 레독스 흐름 전지 구성의 일 예를 나타낸다.

[0022] 도 1은 흐름 전지의 일 예로 마나뎀 레독스 흐름 전지의 개략적 구조를 도시하였다. 도 1을 참조하면, 흐름 전지는 액체 상태의 양극 전해질인 양극액(Analyte)(13)과 음극 전해질인 음극액(Catholyte)(14)이 각각 저장되는 2개의 탱크(11, 12)와 2개의 탱크로부터 전해질 순환 경로인 파이프를 통해 유입되는 양극액(13)과 음극액(14)이 산화/환원 등의 화학 반응을 일으켜 발생하는 전력을 획득하거나, 획득된 전력을 기반으로 화학 반응을 발생시키는 스택(20), 충전 또는 방전 시에 2개의 탱크(11, 12) 중 대응하는 탱크에 저장된 양극액(13)과 음극액(14)이 순환 경로인 파이프를 통해 스택(20)을 거쳐 순환되도록 하는 2개의 펌프(15, 16) 및 방전 시에 스택(20)에서 발생된 전력을 사용하는 부하(17) 또는 충전 시에 스택(20)으로 전력을 공급하여 충전시키는 전원(미도시)을 포함할 수 있다.

[0023] 도 1에서 (b)는 스택(20)의 상세 구성을 별도로 나타낸 도면으로, 일반적으로 스택(20)은 다수의 셀이 적층되어 구성되지만, 여기서는 설명의 편의를 위하여, 스택(20)에 하나의 셀이 포함된 것으로 가정하여 도시하였다.

[0024] (b)에 나타난 바와 같이, 스택(20)의 각 셀은 선택적 투과성을 갖는 이온 교환막(Ion Exchange membrane 또는 이온 선택막(ion selective membrane))(21)을 사이에 두고 양측에 양극부와 음극부가 구성된다. 이온 교환막(21)은 양극액(13)과 음극액(14)이 양극부와 음극부에 분리된 상태로 유지되도록 하고, 충전 또는 방전 시에 이온이 선택적으로 양극부와 음극부 사이에서 이동되도록 하여 양극부와 음극부에서 각각 화학 반응이 발생하도록 한다.



- [0025] 양극부와 음극부는 각각 전극(23), 바이폴라 플레이트(24) 및 집전체(26)를 포함하고, 이온 교환막(21)을 기준으로 서로 대칭되는 구성을 갖는다.
- [0026] 이온 교환막(21)의 양측에 위치하는 전극(23)은 양극액(13) 및 음극액(14)과 이온 사이의 산화/환원 반응을 일으키는 반응 전극으로, 전극의 계면에서 산화/환원 반응이 발생되므로, 반응 면적을 높이기 위해 다공성 전극(Porous Electrode)으로 구현된다. 이때 전극(23)은 전극 내로 유입된 양극액(13) 및 음극액(14)의 누수를 방지하기 위해 프레임(22) 내에 배치될 수 있다.
- [0027] 그리고 바이폴라 플레이트(24)는 기지정된 패턴에 따라 미리 형성된 유로 채널(25)의 구조에 따라 펌프(15, 16)에 의해 2개의 탱크(11, 12)에서 공급되는 양극액(13) 및 음극액(14)을 각각 대응하는 전극(23)으로 공급하는 한편, 대응하는 전극(23)으로부터 재유입되는 양극액(13) 및 음극액(14)이 다시 2개의 탱크(11, 12)로 회수되도록 한다. 여기서 유로 채널(25)은 양극액(13) 및 음극액(14)이 낮은 압력에서도 원활하게 순환되면서 다공성 전극(23)의 일면에 전체적으로 고르게 유입되도록 하기 위해 형성된다. 이에 양극액 및 음극액은 펌프(15, 16)에 의해 스택(20)과 2개의 탱크(11, 12)를 사이를 순환하면서 다공성 전극(23)과 반응하게 된다. 여기서 유로 채널(25)은 통상적으로 바이폴라 플레이트(24)에서 전극(23)과 맞닿는 일면에 기지정된 패턴에 따른 홈의 형태로 형성된다.
- [0028] 집전체(26)는 전하의 이동 통로로서 방전 시 전극(23)에서 수집되는 전하를 부하(17)로 전달하고, 충전 시 전원(미도시)에서 인가되는 전하를 전극(23)으로 공급한다.
- [0029] 그리고 스택의 양단에는 포함된 적어도 하나의 단위 셀을 고정하고 보호하기 위한 종단 플레이트(endplate)(27)가 배치될 수 있다.
- [0030] 도 2는 바이폴라 플레이트에 형성되는 유로 채널의 구조와 유로 채널 구조에 따른 전해질의 흐름 경로를 나타낸다.
- [0031] 도 2에서 (a)는 바이폴라 플레이트(24)에 사형 유로 채널(Serpentine flow channel)(25)이 형성된 경우를 나타내고, (b)는 깎지형 유로 채널(Interdigitated flow channel)(25-2, 25-3)이 형성된 경우를 나타낸다. 그리고 (c)는 사형 유로 채널(25-1)의 주입구(inlet)로 유입된 양극액(13) 또는 음극액(14)의 전해질이 배출구(outlet)로 배출되는 동안 다공성 전극(23)을 통해 흐르는 경로를 나타내고, (d)는 제1 유로 채널(25-2)의 주입구(inlet)로 인가된 전해질(13, 14)이 제2 유로 채널(25-3)의 배출구(outlet)로 배출되는 동안 다공성 전극(23)을 통해 흐르는 경로를 나타낸다.
- [0032] 여기서는 설명의 편의를 위하여 바이폴라 플레이트(24)의 형상을 생략하였으며, 이온 교환막(21)의 일 측에 위치하는 전극(23)과 바이폴라 플레이트(24)에 형성된 유로 채널(25-1, 25-2, 25-3)만을 도시하였으나, 타 측에 위치하는 전극(23)의 일면 상에도 동일하게 유로 채널(25-1, 25-2, 25-3)이 결합될 수 있다.
- [0033] 도 1에 도시된 바와 같이, 스택(20) 내에서 바이폴라 플레이트(24)와 전극(23)이 인접하게 결합 배치되므로, 유로 채널(25-1, 25-2, 25-3)은 도 3의 (a) 내지 (d)에 도시된 바와 같이, 전극(23)의 일면 상에 배치되게 된다.
- [0034] 도 2의 (a) 및 (c)에 도시된 바와 같이 사형 유로 채널(25)은 바이폴라 플레이트(24)의 일면측에 단일 채널이 반복적으로 벤딩된 지그재그 패턴의 홈으로 형성되어 채널에서 일정 영역들이 서로 평행하게 위치한다. 그리고 다공성 전극(23)의 일면상에 형성되는 사형 유로 채널(25-1)의 주입구(inlet)로 인가된 전해질이 형성된 채널 패턴을 따라 배출구(outlet)까지 흘러 배출되게 된다. 이때, (c)에 도시된 바와 같이, 사형 유로 채널(25-1)로 유입된 전해질은 채널 패턴을 따라 흐름 뿐만 아니라, 사형 유로 채널(25-1)의 개방된 측면을 통해 전극(23)으로 유입된다. 따라서 전해질은 서로 인접하여 위치하는 채널 영역 사이의 림(Rib) 구간에서 전극(23)을 통해 흐르게 되어 유로 채널(25-1) 상의 다른 영역으로도 전달될 수 있다.
- [0035] 그리고 도 2의 (b) 및 (d)에 도시된 바와 같이, 깎지형 유로 채널은 빗(comb) 형상의 패턴을 갖는 2개의 유로 채널(25-2, 25-3)이 서로 맞물리는 패턴으로 형성되어, 2개의 유로 채널(25-2, 25-3)의 빗 형상에서 빗살이 서로 교대하여 위치하는 패턴으로 구성된다. 여기서 입력 유로 채널(25-2)에는 주입구(inlet)가 형성되어 전해질이 유입되고, 출력 유로 채널(25-3)에는 배출구(outlet)가 형성된다. 따라서 (d)에 도시된 바와 같이, 입력 유로 채널(25-2)로 공급된 전해질은 전극(23)을 통해 출력 유로 채널(25-3)로 공급되어 다시 배출된다.
- [0036] 따라서 사형 유로 채널(25-1)에서는 전해질이 유로 채널(25-1)의 주입구로부터 배출구로 채널을 따라 흐르는 동안 전극(23)으로 유입되므로 일부 전해질이 전극(23)으로 유입되는 반면, 깎지형 유로 채널(25-2, 25-3)에서는 주입구가 형성된 입력 유로 채널(25-2)과 배출구가 형성된 출력 유로 채널(25-3)이 분리된 구조를 가지고 있으

므로, 전해질은 다공성 전극(23)을 통해서 입력 유로 채널(25-2)로부터 출력 유로 채널(25-3)로 전달되는 구조를 갖는다.

[0037] 도 3은 유로 채널 패턴의 다른 예를 나타낸다.

[0038] 상기한 바와 같이, 최근에는 고출력 대용량 레독스 흐름 전지가 요구됨에 따라 단위 셀 자체의 면적이 크게 증가하며, 이로 인해 전해질을 도 2의 (a) 및 (b)와 같이 유로 채널을 형성하더라도 전극(23)의 일면 전체에 전해질이 균등하게 공급되지 않으며, 전해질의 안정적인 공급을 위해 압력이 증가되어야 하는 문제가 있다. 이러한 문제를 해소하기 위해 도 3의 (a) 내지 (c)에서는 분기(branch) 패턴을 도입하였다. 도 3에서 (a)는 도 2의 (a)와 같이 사형 유로 채널이 형성된 경우로서, 여기서는 3개의 사형 유로 채널(A, B, C)이 형성되었으며, 3개의 사형 유로 채널(A, B, C)은 주입구와 배출구를 공유한다. 이때 사형 유로 채널(A, B, C)의 입구는 주입구에서 곧바로 분기되었으나, 출구는 2개의 사형 유로 채널(A, B)의 출구가 먼저 결합된 이후, 나머지 사형 유로 채널(C)의 출구와 결합되는 구조를 갖는다.

[0039] 도 3에서 (b)와 (c)는 모두 도 2의 (b)와 같은 깎지형 유로 채널이 형성된 경우를 나타낸다. (b)에서는 양측단에 위치하는 2개의 메인 입력 채널을 통해 전해질이 유입되고, (c)에서는 상단에 위치하는 메인 입력 채널을 통해 전해질이 유입되어 1차 입력 분기 채널로 전달된다. 그리고 1차 입력 분기 채널로 유입된 전해질은 다시 2차 입력 분기 채널로 전달된다. 2차 입력 분기 채널로 유입된 전해질은 전극(23)을 통해 2차 출력 분기 채널로 전달되고, 2차 출력 분기 채널로 전달된 전해질은 1차 출력 분기 채널을 통해 메인 출력 채널로 인가되어 배출구로 배출된다. 이때 1차 입력 및 출력 채널은 2차 입력 및 출력 분기 채널보다 큰 단면적을 가지며, 메인 입력 및 출력 채널은 1차 입력 및 출력 분기 채널보다 큰 단면적을 갖도록 형성되어 전해질이 유로 채널의 모든 경로에서 가급적 균일하게 흐름 수 있도록 한다.

[0040] 도 3과 같은 바이폴라 플레이트(24)에 형성되는 유로 채널의 분기 패턴은 낮은 압력에서도 전극(23)의 전체 영역에 전해질이 고르게 유입되도록 하여 흐름 전지의 에너지 효율이 향상되도록 한다. 그러나 스택(20)의 단위 셀 면적이 크게 증가하게 되면, 분기 패턴을 이용하더라도 분기된 유로 채널 각각의 크기가 증가하여 위치별로 전해질의 압력차와 농도차가 발생하여 에너지 효율이 낮아질 수 있다. 또한 전해질의 분배 및 취합을 위한 분기 채널의 패턴 설계가 복잡해지게 되어 전해질을 전극으로 균일하게 분배하기 어렵게 된다. 이는 유로 채널이 도 2 및 도 3과 같이 바이폴라 플레이트(24)의 단일면 상에만 형성됨에 따라 분기 경로가 서로 중첩되지 않도록 설계되어야 하기 때문이다.

[0041] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유로 채널이 형성된 바이폴라 플레이트의 일 예를 나타내고, 도 5는 도 4의 바이폴라 플레이트에서 분배층과 유로층을 설명하기 위한 단면도를 나타낸다.

[0042] 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 바이폴라 플레이트(24) 또한 전극(23)에 결합된다. 그러나 본 실시예의 바이폴라 플레이트(24)는 일면측에 유로 채널(311)이 형성되는 유로층(310)과 바이폴라 플레이트(24)의 일면과 타면 사이에서 유로층(310)과 기지정된 간격으로 이격되어 분배 채널(311)이 형성되는 분배층(320)으로 구분될 수 있다.

[0043] 유로층(310)에 형성되는 유로 채널(311)은 기존과 마찬가지로 바이폴라 플레이트(24)의 일면에서 전극 방향으로 개방된 홈의 형태로 형성된다. 이때 유로 채널(251)은 서로 구분되고 분산되어 다수개로 형성된다. 즉 본 실시예에서 서로 구분된 다수의 유로 채널(311)이 바이폴라 플레이트(24)의 일면에 분산되어 형성된다. 도 4에서는 일 예로 3개의 사형 유로 채널(311)이 형성된 경우를 도시하였으나, 유로 채널(311)의 개수와 패턴 형상을 제한되지 않으므로 깎지형 유로 채널이나 다른 패턴의 유로 채널로도 형성될 수도 있다. 다만 다수의 유로 채널(311)이 서로 상이한 패턴 형상으로 형성되는 경우, 전극(23)의 각 영역에 전해질을 균일하게 공급하기 어려우므로, 도 4와 같이 다수의 유로 채널(311)이 동일 패턴 형상으로 형성되는 것이 바람직하다.

[0044] 그리고 다수의 유로 채널(311) 각각에서 일단은 전해질을 공급받는 입력단이고 타단은 전해질을 배출하는 출력단이며, 본 실시예에서 다수의 유로 채널(311)의 입력단과 출력단은 유로층(310)에서 바이폴라 플레이트(24)의 측면으로 연결되지 않는다. 즉 유로층(310)에서 다수의 유로 채널(311) 각각은 서로 완전히 분리되고 폐쇄된 독립 구조를 가지는 대신 유로층(310)과 분배층(320) 사이에 형성되는 제1 및 제2 층간 유로(331, 332)의 일단에 연결된다.

[0045] 한편, 분배층(320)에는 일단에 형성된 주입구로 유입된 전해질을 다수의 유로 채널(311) 각각으로 분배하기 위한 제1 분배로(321)와 다수의 유로 채널(311)에서 유출되는 전해질을 취합하여 일단에 형성된 배출구로 배출하기 위한 제2 분배로(322)가 형성된다. 제1 분배로(321)는 분배층(320)내에서 다수의 유로 채널(311) 각각의 입

력단의 위치에 대응하는 위치를 지나는 패턴으로 형성되고, 제2 분배로(322)는 다수의 유로 채널(311) 각각의 출력단의 위치에 대응하는 위치를 지나는 패턴으로 형성된다.

[0046] 한편 다수의 제1 층간 유로(331) 각각은 유로층(310)과 분배층(320)을 관통하여 다수의 유로 채널(311) 중 대응하는 유로 채널의 입력단과 제1 분배로(321)를 연결하도록 형성된다. 그리고 다수의 제2 층간 유로(332) 각각 또한 유로층(310)과 분배층(320)을 관통하여 다수의 유로 채널(311) 중 대응하는 유로 채널의 출력단과 제2 분배로(322)를 연결하도록 형성된다. 이때 다수의 층간 유로(331, 332)는 도 4에 도시된 바와 같이 유로층(310)과 분배층(320)을 수직 방향으로 관통하도록 형성될 수도 있으나, 이에 한정되지 않는다. 일 예로 다수의 층간 유로(331, 332)는 유로 채널(311)과 분배로(311, 322) 사이에서 전해질이 더 용이하게 흐를 수 있도록, 다수의 층간 유로(331, 332)가 유로층(310)과 분배층(320) 사이에 일정한 기울기를 갖고 형성될 수도 있다.

[0047] 본 실시예에서 바이폴라 플레이트(24)는 전극(23)으로 전해질을 공급 및 회수하는 다수의 유로 채널(311)과 다수의 유로 채널(311)로 주입구로 유입된 전해질을 공급하고, 다수의 유로 채널(311)에서 회수된 전해질을 배출구로 배출하는 분배로(321, 322)가 각각 유로층(310)과 분배층(320)의 서로 다른 층에 형성되는 3차원 구조를 갖는다. 따라서 분배로(321, 322)가 유로 채널(311)의 패턴에 구애받지 않는 분배층(320)에 형성되므로, 다수의 유로 채널(311) 또한 전해질의 분배 및 회수 경로를 고려하지 않고 패턴 및 배치 위치가 자유롭게 조절될 수 있다. 그러므로 전극(23)으로 전해질을 균일하게 공급할 수 있는 다양한 패턴으로 유로 채널(311)을 형성할 수 있다.

[0048] 그리고 유로 채널(311)이 도 3의 (b) 또는 (c)와 같이 분기 패턴을 갖는 깎지형 유로 채널로 형성되는 경우, 분배층(320)에는 메인 입력 채널과 메인 출력 채널이 형성되고, 유로층(310)에는 중단 분기 채널인 2차 입력 및 출력 분기 채널이 형성될 수 있다. 그리고 1차 입력 및 출력 분기 채널과 같이 중단 분기 채널은 유로층(310)이나 분배층(320) 중 하나에 형성될 수 있다. 즉 중단 분기 채널의 위치는 설계의 편의를 고려하여 유로층(310) 또는 분배층(320)에 형성될 수 있다.

[0049] 도 6은 다수의 단위 셀이 적층된 스택에서 분배층과 유로층의 배치 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0050] 도 6에서는 스택(200)에 2개의 단위 셀(C1, C2)이 적층된 경우를 도시하였다. 도 6에 나타난 바와 같이, 2개의 단위 셀(C1, C2) 각각은 이온 교환막(21)을 가운데 두고 양쪽에 전극(23)과 바이폴라 플레이트(24)가 배치된다. 그리고 각 바이폴라 플레이트(24)에서 전극 방향 일면의 유로층(310)에는 다수의 유로 채널(311)이 형성되고, 바이폴라 플레이트(24) 내에서 유로층(310)과 이격된 분배층(320)에는 각각 일단에 바이폴라 플레이트(24)의 측 방향으로 개방된 주입구 또는 배출구가 형성된 제1 및 제2 분배로(321, 322)가 형성된다. 제1 및 제2 분배로(321, 322)는 각각 층간 유로(331, 332)를 통해 다수의 유로 채널(311)의 입력단 또는 출력단에 연결된다.

[0051] 다수의 유로 채널(311)은 전극 방향으로 개방되어 있으므로, 유입된 전해질을 전극(23) 방향으로 용이하게 공급할 수 있다. 그러나 제1 및 제2 분배로(321, 322)는 바이폴라 플레이트(24)의 내부에 형성되므로, 유입된 전해질이 인접한 단위 셀(C1, C2)로 유입되지는 않는다. 따라서 도 6에 도시된 바와 같이, 스택(20)에 다수의 단위 셀(C1, C2)이 적층되더라도, 다수의 단위 셀(C1, C2)은 각각 개별적으로 전해질이 공급 및 회수되어 순환되는 독립 전력 발생 소자로 동작할 수 있다.

[0052] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 유로 채널이 형성된 바이폴라 플레이트의 다른 예를 나타낸다. 도 8은 도 7의 바이폴라 플레이트에 형성된 유로 채널의 유로 패턴을 설명하기 위한 유로층의 단면도를 나타낸다.

[0053] 도 4 및 도 5에서는 바이폴라 플레이트(24)에 3개의 유로 채널(311)이 형성된데 반해, 도 7 및 도 8에서는 바이폴라 플레이트(24)에 상대적으로 더 작은 크기를 갖는 6개의 유로 채널(411)이 형성되었다. 이와 같이 작은 크기의 유로 채널(411)을 다수로 배치하는 경우, 큰 크기의 유로 채널(311)에 비해 상대적으로 낮은 압력으로도 전해질을 용이하게 공급할 수 있어, 위치간 압력 불균형이 저감되어 전해질을 전극(23)으로 더욱 균등하게 공급할 수 있다.

[0054] 도 2 및 도 3의 유로 채널의 경우, 대면적의 전극(23)으로 전해질을 공급하기 위해서는 분배 경로 설계의 한계로 인해, 다수의 유로 채널에 전해질을 균등하게 공급하기 어려우므로 유로 채널의 크기가 증가되어야 한다. 그러나 도 7에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 바이폴라 플레이트(24)에서는 분배로(421, 422)가 유로 채널이 형성되는 유로층(310)과 상이한 분배층(320)에 별도로 다양한 패턴으로 형성될 수 있으므로, 유로 채널(411)의 개수와 배치 위치 또한 자유롭게 조절될 수 있다. 이에 낮은 압력에서도 전해질이 용이하게 유로 채널(411)을 통해 전극으로 공급될 수 있도록 다수의 유로 채널(411) 각각의 크기를 소형화하는 대신 유로 채널의 개수를 증가시킬 수 있다. 또한 분배 경로에 따라 다수의 유로 채널(411)의 입력단과 출력단의 위치를 조절할 필요가 없

어, 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 다수의 유로 채널(411)을 모두 동일한 패턴으로 설계할 수 있으므로 패턴 설계의 용이성이 향상된다.

[0055] 다만 동일하게 분배층(320)에 형성되는 제1 분배로(421)와 제2 분배로(422)는 교차되지 않도록 설계되어야 하며, 이에 도 7에서는 일 예로 제1 분배로(421)와 제2 분배로(422)가 각각 "ㄷ" 자형 패턴으로 형성되는 것으로 도시하였다. 여기서도 제1 분배로(421)와 제2 분배로(422) 각각의 일단에는 바이폴라 플레이트(24)의 측면 방향으로 개방되는 주입구 또는 배출구가 형성된다.

[0056] 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.

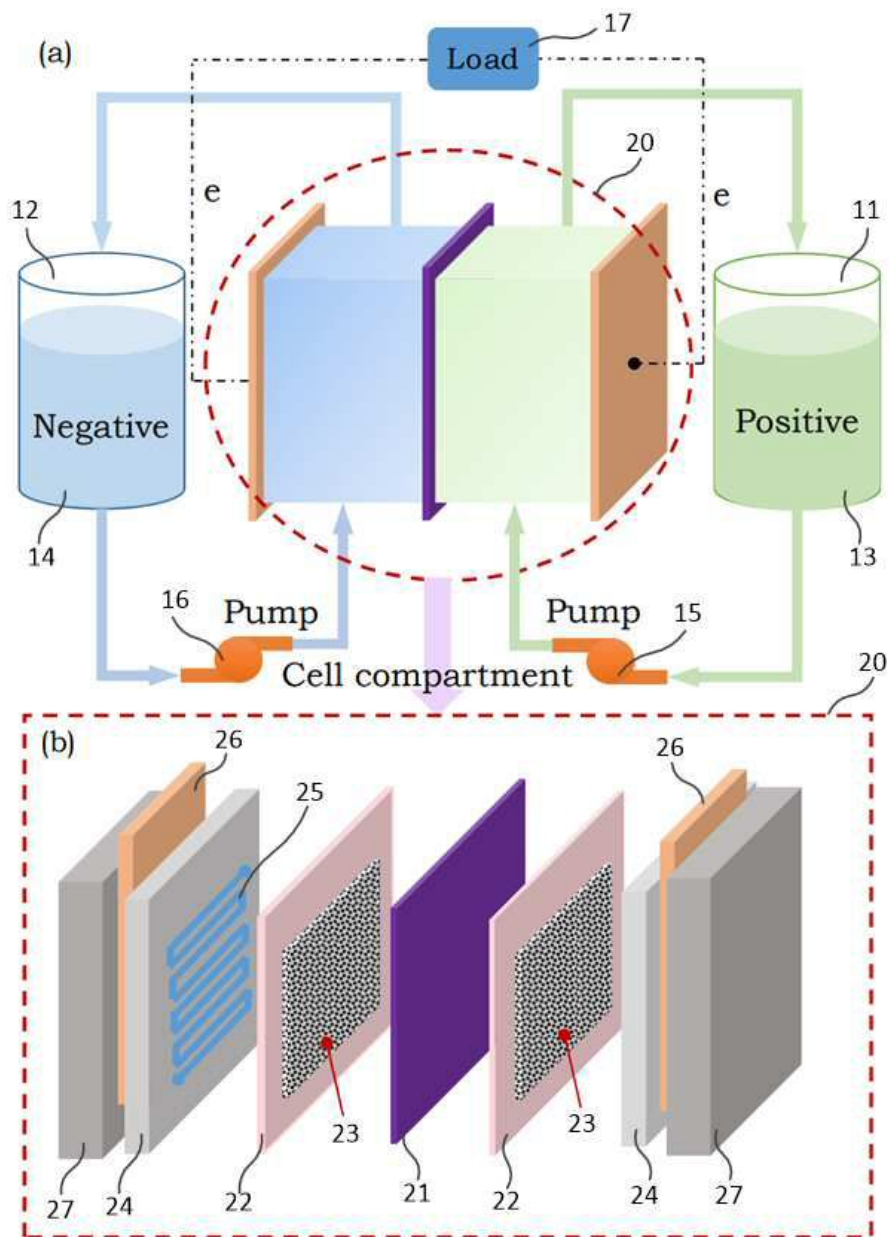
[0057] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

### 부호의 설명

[0058] 11, 12: 탱크    13: 양극액  
14: 음극액    15, 16: 펌프  
17: 부하    20: 스택  
21: 이온 교환막    22: 프레임  
23: 전극    24: 바이폴라 플레이트  
25: 유로 채널    26: 집전체  
27: 종단 플레이트    310: 유로층  
320: 분배층    311, 411: 유로 채널  
321, 421: 제1 분배로    322, 422: 제2 분배로  
331, 431: 제1 층간 유로    332, 432: 제2 층간 유로

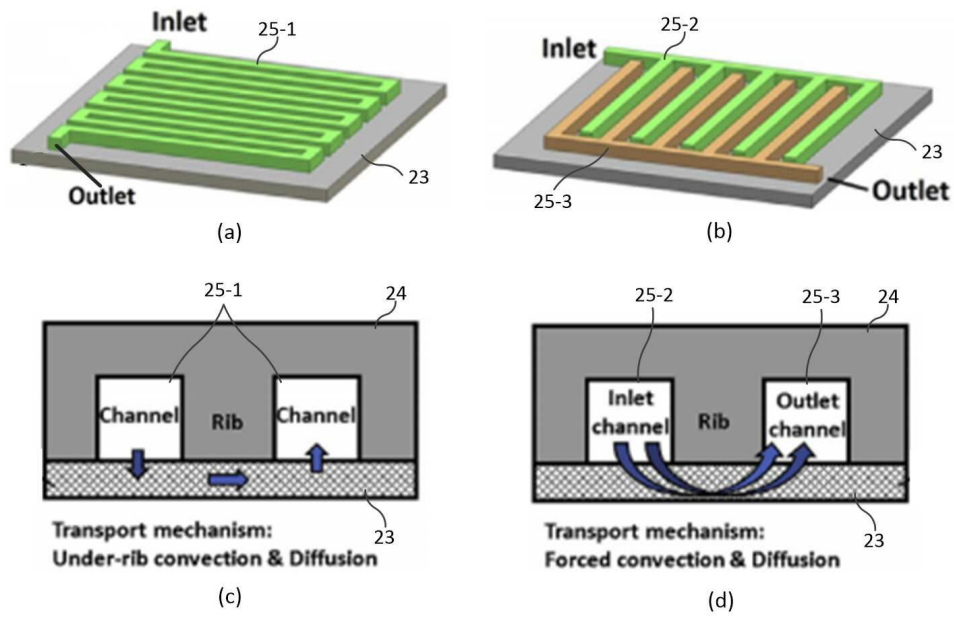
도면

도면1

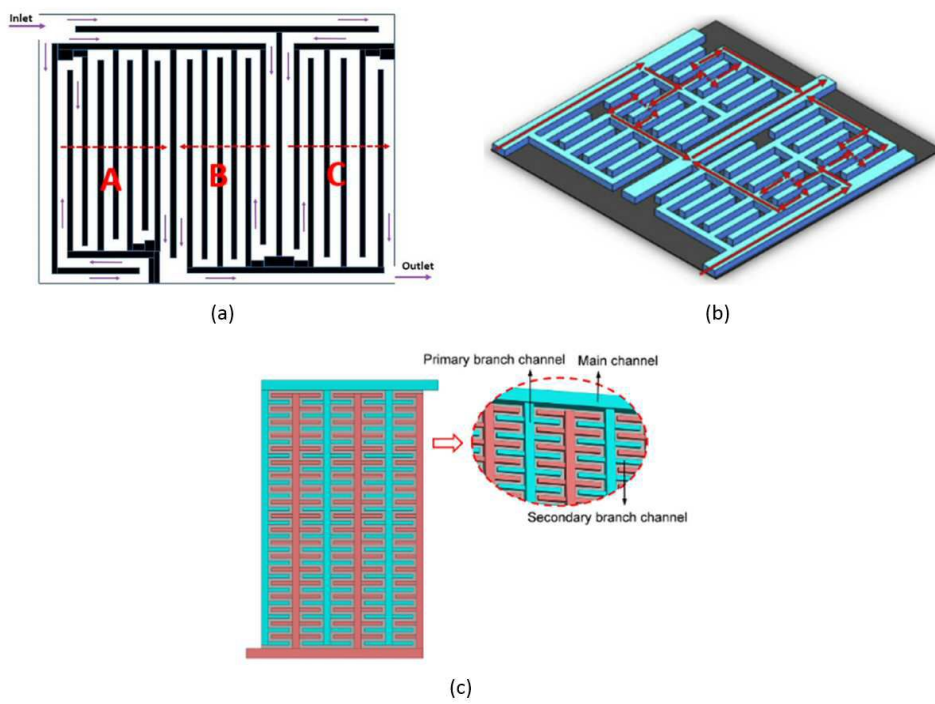




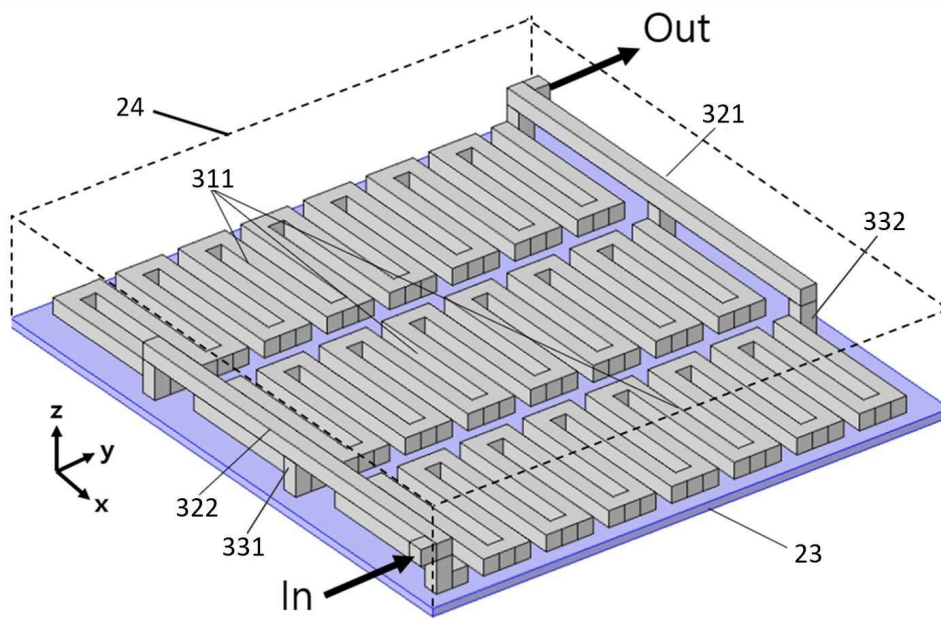
도면2



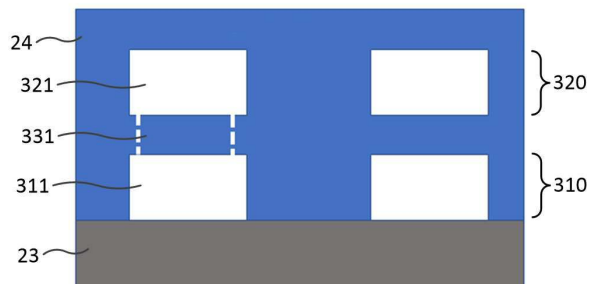
도면3



도면4

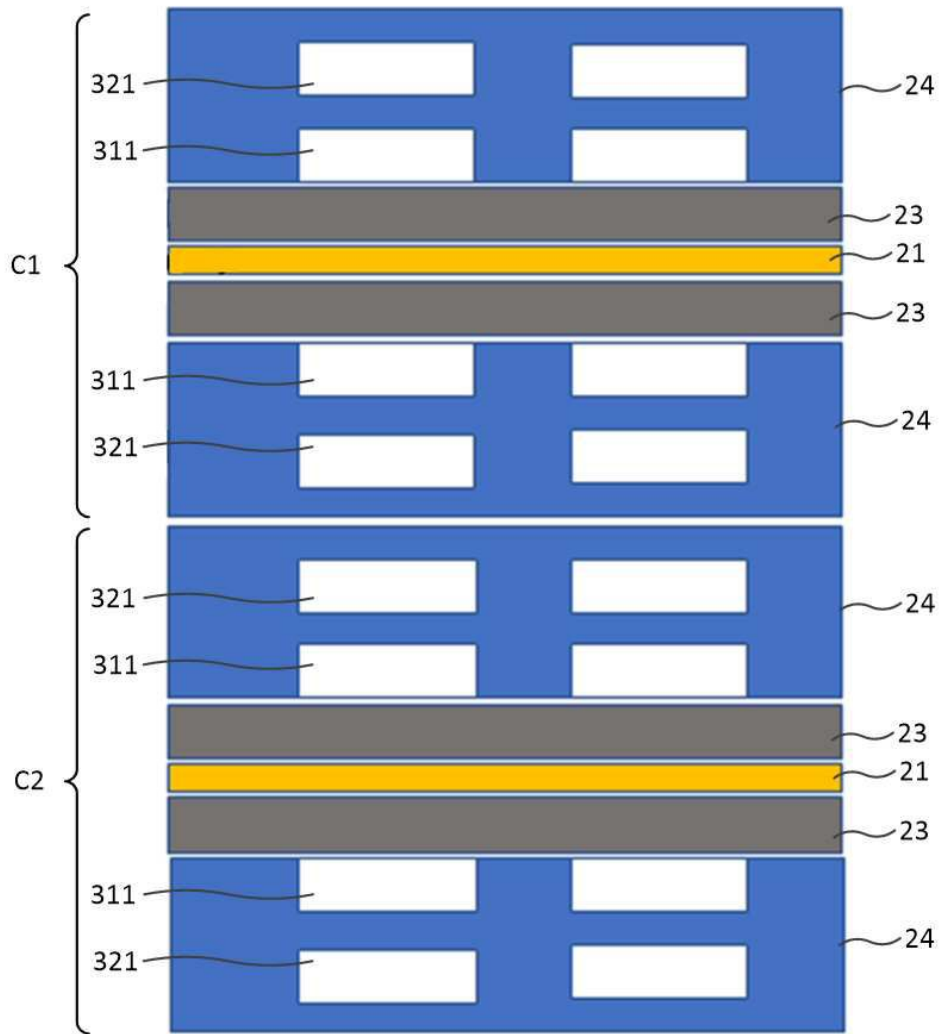


도면5

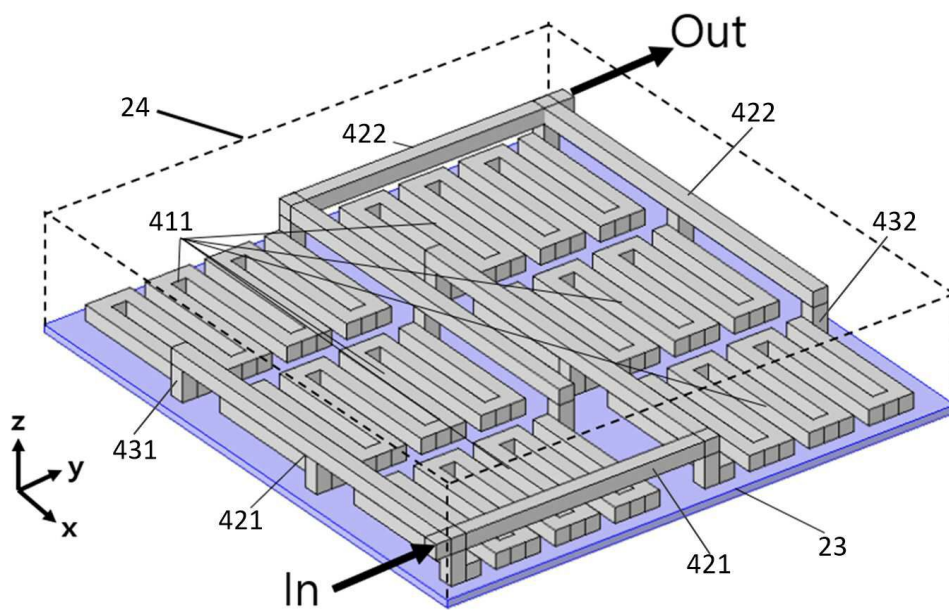




도면6



도면7



도면8

