



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년06월20일
(11) 등록번호 10-2823285
(24) 등록일자 2025년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C25B 11/00 (2006.01) C25B 1/04 (2022.01)
C25B 9/19 (2021.01) C25B 9/65 (2021.01)
C25B 9/77 (2021.01)
(52) CPC특허분류
C25B 11/00 (2021.01)
C25B 1/04 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2023-0024780
(22) 출원일자 2023년02월24일
심사청구일자 2023년02월24일
(65) 공개번호 10-2024-0131580
(43) 공개일자 2024년09월02일
(56) 선행기술조사문헌
JP2000178782 A*
JP7202759 B2*
KR1020170007804 A*
JP2014037586 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국수력원자력 주식회사
경상북도 경주시 문무대왕면 불국로 1655
한국에너지기술연구원
대전광역시 유성구 가정로 152(장동)
(72) 발명자
강경수
대전광역시 유성구 가정로 65, 102동 605호 (신성동, 대림두레아파트)
구기영
대전광역시 유성구 노은동로 219, 308동 1902호 (지족동, 열매마을 아파트 (3단지))
정성욱
대전광역시 유성구 죽동로 321, 104동 803호 (죽동, 금성백조예미지)
(74) 대리인
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김대영

(54) 발명의 명칭 수전해용 도전성 탄성체 및 이를 포함하는 전극 구조체

(57) 요약

본 발명은 수전해용 전해조에 사용되는 도전성 탄성체 및 이를 포함하는 전극 구조체에 관한 것으로서, 수전해 시스템에서 가스 배출, 전기 전달 및 탄성 제공 기능을 구비한 탄성체에 관한 것이다. 본 발명의 수전해용 탄성체 및 이를 포함하는 전극 구조체에 따르면, 전극과 금속 분리판 사이에서 전기를 전극에 공급하여 주면서 발생한 수소나 산소 가스를 원활하게 배출시킬 수 있고, 충분한 탄성을 갖고 있어 전극을 분리막에 최대한 밀착시키면서 원활한 전자의 전달과 발생한 가스의 유로를 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C25B 9/19 (2022.01)

C25B 9/65 (2021.01)

C25B 9/77 (2022.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전극;

상기 전극과 대향하는 금속 분리판; 및

상기 전극 및 금속 분리판 사이에 전극 및 금속 분리판과 수직 방향으로 위치하는 도전성 탄성체;를 포함하되, 상기 도전성 탄성체는 하나 이상의 산부 및 곡부로 교대로 위치하는 단위 평면을 포함하며, 상기 단위 평면은 길이 방향으로 복수개 위치하고,

상기 도전성 탄성체는 어느 하나의 단위평면의 산부로부터 인접한 다른 어느 하나의 단위평면의 곡부로 또는 어느 하나의 단위평면의 곡부로부터 인접한 다른 어느 하나의 단위평면의 산부로 굴곡의 방향이 전환되는 지점에 평면부가 위치하는 것인, 수전해용 전극 구조체.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 도전성 탄성체의 소재는 니켈, 철, 티타늄, 탄소강, 니켈강, 크롬강 및 스테인레스스틸에서 선택되는 어느 하나 이상인 것인, 수전해용 전극 구조체.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 도전성 탄성체에 내부식성 물질이 더 코팅된, 수전해용 전극 구조체.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 내부식성 물질은 니켈, 백금, 탄탈륨, 니오븀, 지르코늄, 금, 이리듐, 탄소 및 그래파이트로 이루어지는 군으로부터 선택되는, 수전해용 전극 구조체.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 도전성 탄성체의 두께는 0.05 내지 1 mm인, 수전해용 전극 구조체.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 도전성 탄성체에서 산부의 길이와 곡부의 길이의 비는 0.1:1 내지 10:1인, 수전해용 전극 구조체.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 도전성 탄성체에서 평면부의 길이는 상기 산부의 길이보다 작고, 도전성 탄성체의 두께보다 큰, 수전해용 전극 구조체.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 도전성 탄성체에서 평면부로부터 산부의 최고점까지의 수선으로 나타내는 높이는 상기 산부의 길이보다 작고, 도전성 탄성체 두께의 3배 이상인, 수전해용 전극 구조체.

청구항 9

- (a) 도전성 탄성 부재를 이용하여 목적하는 형상을 가지는 도전성 탄성체 전구체를 제조하는 단계;
- (b) 산부, 평면부 및 곡부에 대응하는 형상을 가지는 금형을 준비하고, 도전성 탄성체 전구체에 형상을 부여하여 도전성 탄성체를 제조하는 단계;
- (c) 도전성 탄성체에 내부식성 물질을 코팅하는 단계; 및
- (d) 전극 및 금속 분리판과 제조된 도전성 탄성체를 조립하는 단계;를 포함하며,

상기 도전성 탄성체의 형상은 하나 이상의 산부 및 곡부로 교대로 위치하는 단위 평면을 포함하고, 상기 단위 평면은 길이 방향으로 복수개 위치하되,

상기 도전성 탄성체는 어느 하나의 단위평면의 산부로부터 인접한 다른 어느 하나의 단위평면의 곡부로 또는 어느 하나의 단위평면의 곡부로부터 인접한 다른 어느 하나의 단위평면의 산부로 굴곡의 방향이 전환되는 지점에 평면부가 위치하는 것인, 수전해용 전극 구조체의 제조방법.

청구항 10

음극실;

상기 음극실에 대향하는 격벽; 및

상기 격벽에 대향하고, 음극실과 반대쪽에 위치하는 양극실을 포함하고,

상기 음극실 및 양극실 중 적어도 한 쪽이 상기 제1항에 따른 전극 구조체를 포함하는, 수전해셀.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수전해용 전해조에 사용되는 도전성 탄성체 및 이를 포함하는 전극 구조체에 관한 것으로서, 수전해 시스템에서 가스 배출, 전기 전달 및 탄성 제공 기능을 구비한 탄성체에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 수전해(Water Electrolysis)란 물의 전기화학반응을 통해 수소와 부산물로 산소를 생산하는 기술을 일컫는다. 이산화탄소와 같은 온실 가스는 물론이고 오염 물질 없이 수소를 생산할 수 있는 청정 기술이기 때문에 에너지 신산업 도약에 있어 핵심이 되는 기술이다.

[0004] 물을 전기분해하여 수소를 생산하는 수전해 장치는 크게 알칼라인(Alkaline) 수전해 장치와 PEM(Polymer electrolyte membrane) 수전해 장치로 분류할 수 있다. 그 중 알칼라인 수전해 장치는 PEM 수전해 장치에 비해

저렴한 비귀금속 기반 촉매를 사용할 수 있고, 현재 통상적으로 사용되는 전극도 비귀금속인 니켈에 기반을 두고 있다. 니켈을 기반으로 하는 전극은 경제적인 이점뿐만 아니라 기대 수명이 10년 내지 20년으로 상대적으로 길다는 장점이 있고, 모듈 사이즈를 대형화할 수 있어서 대용량 에너지 저장에도 적합하다. 알칼라인 수전해 장치의 셀 스택(stack)은 크게 한 셀 당 전극과 분리막으로 구성되고, 각 셀은 양극판(bipolar plate)으로 직렬 연결되어 스택 형태로 구동된다. 또한, 알칼라인 수전해 스택 내 단일셀 구조의 물질전달 저항 증가를 줄이기 위해 전극과 분리막 사이 간격을 제거한 제로갭(zero-gap) 구조로 설계되어 사용되고 있다.

[0005] 수전해 시스템의 효율은 수소 생산단가와 직결되는 문제이기 때문에 종래의 기술들은 수전해 효율 손실을 최소화하기 위해 전극의 전기화학적 활성을 개선하는 연구에 집중되어 왔다. 그러나 제로갭 구조의 수전해 시스템에서 보다 간편하고 저렴한 방법으로 충분한 탄성을 갖고 있어 전극을 분리막에 최대한 밀착시키면서 원활한 전자의 전달과 발생한 가스의 유로를 제공하여 전기를 전극에 공급하여 주면서 발생한 수소나 산소 가스를 원활하게 배출시킬 수 있는 시스템에 대한 연구가 여전히 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 전극과 금속 분리판 사이에서 전기를 전극에 공급하여 주면서 발생한 수소나 산소 가스를 원활하게 배출시킬 수 있는 도전성 탄성체를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 또 다른 목적은 충분한 탄성을 갖고 있어 전극을 분리막에 최대한 밀착시키면서 원활한 전자의 전달과 발생한 가스의 유로를 제공할 수 있는 도전성 탄성체를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은 전극; 상기 전극과 대향하는 금속 분리판; 및 상기 전극 및 금속 분리판 사이에 전극 및 금속 분리판과 수직 방향으로 위치하는 도전성 탄성체를 포함하되, 상기 도전성 탄성체는 하나 이상의 산부 및 곡부로 교대로 위치하는 단위 평면을 포함하며, 상기 단위 평면은 길이 방향으로 복수개 위치하되, 상기 단위 평면 사이에 평면부가 위치하는 것을 특징으로 하는 전극 구조체를 제공한다.

[0011] 본 발명의 전극 구조체에 있어서, 상기 도전성 탄성체의 소재는 니켈, 철, 티타늄, 탄소강, 니켈강, 크롬강, 스테인레스스틸 및 이의 합금으로 이루어지는 군으로부터 선택될 수 있다.

[0012] 본 발명의 전극 구조체에 있어서, 상기 도전성 탄성체에 내부식성 물질이 더 코팅될 수 있고, 상기 내부식성 물질은 니켈, 백금, 탄탈륨, 니오븀, 지르코늄, 금, 이리듐, 탄소 및 그래파이트로 이루어지는 군으로부터 선택될 수 있다.

[0013] 본 발명의 전극 구조체에 있어서, 상기 도전성 탄성체의 두께는 0.05 내지 1 mm일 수 있다.

[0014] 본 발명의 전극 구조체에 있어서, 상기 도전성 탄성체에서 산부의 길이와 곡부의 길이의 비는 0.1:1 내지 10:1 일 수 있고, 평면부의 길이는 상기 산부의 길이보다 작고, 도전성 탄성체의 두께보다 클 수 있으며, 평면부로부터 산부의 최고점까지의 수선으로 나타내는 높이는 상기 산부의 길이보다 작고, 도전성 탄성체 두께의 3배 이상 일 수 있다.

[0015] 본 발명은 (a) 도전성 탄성 부재를 이용하여 목적하는 형상을 가지는 도전성 탄성체 전구체를 제조하는 단계; (b) 산부, 평면부 및 곡부에 대응하는 형상을 가지는 금형을 준비하고, 도전성 탄성체 전구체에 형상을 부여하여 도전성 탄성체를 제조하는 단계; (c) 도전성 탄성체에 내부식성 물질을 코팅하는 단계; 및 (d) 전극 및 금속 분리판과 제조된 도전성 탄성체를 조립하는 단계를 포함하는 전극 구조체의 제조방법을 제공한다.

[0016] 본 발명은 음극실; 상기 음극실에 대향하는 격벽; 및 상기 격벽에 대향하고, 음극실과 반대쪽에 위치하는 양극실을 포함하고, 상기 음극실 및 양극실 중 적어도 한 쪽이 상기 제1항에 따른 전극 구조체를 포함하는 수전해셀을 제공한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 수전해용 탄성체 및 이를 포함하는 전극 구조체에 따르면, 전극과 금속 분리판 사이에서 전기를 전극에 공급하여 주면서 발생한 수소나 산소 가스를 원활하게 배출시킬 수 있고, 충분한 탄성을 갖고 있어 전극을 분리막에 최대한 밀착시키면서 원활한 전자의 전달과 발생한 가스의 유로를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 도전성 탄성체의 형상을 나타낸 개략도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 도전성 탄성체의 단면을 나타낸 개략도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 도전성 탄성체를 포함하는 수전해 셀의 구조를 나타낸 개략도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 도전성 탄성체의 형상을 나타낸 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 수전해용 도전성 탄성체 및 이를 포함하는 전극 구조체를 상세히 설명한다.
- [0022] 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수 있으며, 이하 제시되는 도면들은 본 발명의 사상을 명확히 하기 위해 과장되어 도시될 수 있다.
- [0023] 이 때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명을 생략한다.
- [0024] 또한 명세서 및 첨부된 특허청구범위에서 사용되는 단수 형태는 문맥에서 특별한 지시가 없는 한 복수 형태도 포함하는 것으로 의도할 수 있다.
- [0025] 본 명세서 및 첨부된 특허청구범위에서 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용된다.
- [0026] 본 명세서 및 첨부된 특허청구범위에서 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 또는 구성 요소가 존재함을 의미하는 것이고, 특별히 한정하지 않는 한, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.
- [0027] 본 명세서 및 첨부된 특허청구범위에서, 막(층), 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 위에 또는 상에 있다고 할 때, 다른 부분과 접하여 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막(층), 다른 영역, 다른 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.
- [0029] 본 발명에 따른 전극 구조체는 전극; 상기 전극과 대향하는 금속 분리판; 및 상기 전극 및 금속 분리판 사이에 전극 및 금속 분리판과 수직 방향으로 위치하는 도전성 탄성체를 포함하되, 상기 도전성 탄성체는 하나 이상의 산부 및 곡부로 교대로 위치하는 단위 평면을 포함하며, 상기 단위 평면은 길이 방향으로 복수개 위치하되, 상기 단위 평면 사이에 평면부가 위치하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 일 구체예에 있어, 상기 금속 분리판은 상기 전극과 대향하여 위치할 수 있고, 금속 분리판의 표면과 전극의 표면은 평행하도록 배치될 수 있다. 상기 금속 분리판에 의하면 후술하는 도전성 탄성체의 변형을 억제하면서 집전 효과를 얻을 수 있는 장점이 있다. 금속 분리판의 금속의 비한정적인 예로 니켈, 철, 구리, 은, 티타늄 등의 전기 전도성이 있는 금속을 선택할 수 있고, 이들 금속의 혼합물, 합금 또는 복합 산화물을 선택할 수 있다. 또한, 금속 분리판의 형상은 분리판으로 기능하는 형상이라면 어떠한 형상이어도 좋다.
- [0033] 일 구체예에 있어, 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 도전성 탄성체는 전극 및 금속 분리판 사이에 전극 및 금속 분리판과 수직 방향으로 위치할 수 있다. 또한, 상기 도전성 탄성체는 하나 이상의 산부 및 곡부로 교대로 위치하는 단위 평면을 포함할 수 있다. 상기 단위 평면은 산부 및 곡부를 각각 1 내지 20개, 1 내지 10개, 1 내지 5개 또는 1 내지 3개 포함할 수 있으나, 이는 일 예시일 뿐 이에 제한하지 않는다.
- [0034] 상기 도전성 탄성체는 산부 및 곡부로 교대로 위치하는 단위 평면을 포함할 수 있기 때문에 가스가 서로 유통될 수 있고, 전류가 도전성 탄성체의 평면 상부와 하부로 전달될 수 있는 장점이 있다. 또한, 상기 도전성 탄성체는 하나 이상의 산부 및 곡부로 교대로 위치하는 단위 평면이 길이 방향으로 복수개 위치할 수 있고, 상기 단위 평면 사이에 평면부가 위치할 수 있으며, 도전성 탄성체에서의 단위 평면의 수는 특별히 한정되지 않고 적절하게 설정할 수 있다.
- [0035] 상기 단위 평면은 상기 도전성 탄성체에 2 내지 50, 구체적으로 2 내지 20개 포함될 수 있으나, 이는 일 예시일

뿐 이에 제한하지 않는다.

- [0036] 하나 이상의 산부 및 곡부로 교대로 위치하는 단위 평면이 길이 방향으로 복수개 위치하도록 배치하여 사용함으로써 인하여 역차압 내성을 향상시키면서도 상용 면압을 저감할 수 있고, 따라서 전해조에 적용했을 때, 적당한 상용 면압을 부여하여 분리막에 대한 손상을 방지할 수 있는 장점이 있다. 전해를 실시할 때, 도전성 탄성체는 금속 분리판과 전극의 사이에 배치되고, 전기를 전극에 전달함과 더불어, 전극으로부터 발생한 수소나 산소 가스를 금속 분리판에 저항없이 통과시킬 수 있다. 이때, 분리막에 접해 있는 전극에 대하여 막 손상이 생기지 않을 정도의 적절한 압력을 가하여 분리막과 전극을 밀착시키도록 기능할 수 있다.
- [0037] 일 구체예에 있어, 본 발명에 다른 도전성 탄성체의 도전성은 전해조에 탄성체를 적용하는 경우에 있어서 인접하게 되는 금속 분리판과의 전기적인 접촉을 확보할 수 있을 정도의 도전성이면 되며, 금속 재료, 그 밖의 도전성 재료를 사용하는 것에 의해 도전성을 가지는 것으로 할 수 있다. 상기 금속 재료의 비한정적인 예로 니켈, 철, 티타늄, 탄소강, 니켈강, 크롬강, 스테인레스스틸 및 이들의 합금 등을 사용할 수 있다. 또한, 도전성 탄성체의 내부식성 향상을 위하여 도전성 탄성체에 내부식성 물질을 더 코팅하여 사용할 수 있고, 상기 내부식성 물질의 비한정적인 예로 니켈, 백금, 탄탈륨, 니오븀, 지르코늄, 금, 이리듐, 탄소 및 그래파이트 등의 내부식성 물질을 코팅하여 사용할 수 있다.
- [0038] 일 구체예에 있어, 본 발명에 따른 도전성 탄성체의 두께는 0.05 내지 1.0 mm 일 수 있고, 구체적으로는 0.08 내지 1.0 mm 일 수 있으며, 보다 구체적으로는 0.1 내지 1.0 mm 일 수 있으나, 전해조에서 양극실과 음극실에 설치되는 금속 분리판과의 거리나 도전성 탄성체의 유연성 등을 고려하여 적절하게 설정할 수 있다. 상기 범위의 두께를 가지는 도전성 탄성체의 경우, 충분한 강성과 탄성을 가지며, 전기 전도성이 우수하고, 너무 두꺼워 변형이 되지 않는 문제가 없기 때문에 적절히 변형이 되면서 전극을 분리막에 접촉시키는 목적에 부합하는 장점이 있다.
- [0039] 일 구체예에 있어, 본 발명에 따른 도전성 탄성체의 유연성은 특별히 한정되지 않지만, 상용시에 발생하는 면압이 2 내지 40 kPa의 범위인 것을 이용할 수 있고, 구체적으로는 상용시에 발생하는 면압이 13 내지 34 kPa의 범위인 것을 이용할 수 있다. 상기 범위의 유연성을 가지는 도전성 탄성체를 사용하는 경우, 분리막에 대한 압박력이 충분히 커짐과 동시에 분리막에 대한 압박력이 지나치게 커지는 것을 방지하는 장점이 있다.
- [0041] 도 1의 도전성 탄성체의 중앙 부근에서의 부분적인 단면 모식도를 도 2에 나타냈다.
- [0042] 일 구체예에 있어, 산부를 중심으로 평면부로부터 다음 평면부까지의 직선으로 나타내는 길이, 즉 산부의 길이(a)와 곡부를 중심으로 평면부로부터 다음 평면부까지의 직선으로 나타내는 길이, 즉 곡부의 길이의 비는 0.1:1 내지 10:1 일 수 있고, 구체적으로는 0.2:1 내지 5:1 일 수 있고, 더욱 구체적으로는 0:5:1 내지 2:1 또는 0.8:1 내지 1.2:1 일 수 있다. 구체적으로 산부의 길이 및 곡부의 길이는 각각 5 내지 50 mm 일 수 있고, 구체적으로는 7 내지 40 mm 일 수 있으며, 보다 구체적으로는 10 내지 30 mm 일 수 있다. 도전성 탄성체의 산부의 길이와 곡부의 길이가 상기 범위를 만족하는 경우에는 가공 비용을 줄일 수 있음과 동시에 전극에 접촉하는 면적이 넓어 전류의 전달이 유리한 장점이 있다.
- [0043] 일 구체예에 있어, 상기 도전성 탄성체에서 평면부의 길이(b)는 산부의 길이(a)보다 작고, 도전성 탄성체의 두께보다 클 수 있다. 도전성 탄성체의 평면부의 길이(b)가 상기 범위를 만족하는 경우에는 충분한 강성을 가짐과 동시에 전극에 접촉하는 면적이 넓어 전류의 전달이 유리한 장점이 있다.
- [0044] 일 구체예에 있어, 상기 도전성 탄성체에서 평면부로부터 산부의 최고점까지의 수선으로 나타내는 높이(d) 또는 평면부로부터 곡부의 최저점까지의 수선으로 나타내는 높이(d)의 값은 산부의 길이보다 작고, 도전성 탄성체 두께의 3배 이상일 수 있다. 산부 및 곡부의 관계가 상기를 만족시키는 것에 의해, 본 발명에 따른 도전성 탄성체는 전해조에 적용했을 때, 전류가 전달되는 길이가 길어져 저항이 증가할 수 있는 문제를 해결함과 동시에, 가스의 배출을 위한 충분한 공간 확보가 가능한 장점이 있다.
- [0046] 본 발명에 따른 전극 구조체의 제조방법은 (a) 도전성 탄성 부재를 이용하여 목적하는 형상을 가지는 도전성 탄성체 전구체를 제조하는 단계; (b) 산부, 평면부 및 곡부에 대응하는 형상을 가지는 금형을 준비하고, 도전성 탄성체 전구체에 형상을 부여하여 도전성 탄성체를 제조하는 단계; (c) 도전성 탄성체에 내부식성 물질을 코팅하는 단계; 및 (d) 전극 및 금속 분리판과 제조된 도전성 탄성체를 조립하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0047] 전술한 바와 같이, 도전성 탄성체에는 어느 정도의 역차압을 받더라도 제로값을 유지할 수 있을 정도로 형상을 유지할 수 있는 것(역차압 내성)이 요구되고, 상용 면압이 과도하게 높아지지 않도록 하는 것도 요구된다. 역차

압 내성을 높이기 위해 튼튼한 도전성 탄성체로 하는 경우, 상용 면압이 높아지는 경향이 있어, 막 손상을 일으킬 가능성이 높아진다. 한편, 상용 면압을 낮게 하기 위해 유연한 도전성 탄성체로 하는 경우, 역차압 내성이 저하되는 경향이 있어, 제로갭의 유지가 어려워진다. 이와 같이, 제로갭 구조의 유지와 막 손상 방지의 사이에는 트레이드 오프의 관계가 있기 때문에 상기 서술한 바와 같이 적절한 범위의 치수를 가지는 탄성체를 사용하는 것이 중요하다.

- [0049] 본 발명에 따른 수전해셀은 음극실; 상기 음극실에 대항하는 격벽; 및 상기 격벽에 대항하고, 음극실과 반대쪽에 위치하는 양극실을 포함하고, 상기 음극실 및 양극실 중 적어도 한 쪽이 상기 전극 구조체를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0050] 일 구체예에 있어, 상기 음극실에는 상기 전극 구조체를 포함할 수 있고, 구체적으로는 음극, 금속 분리판, 금속 분리판을 지지하는 지지체 및 도전성 탄성체를 포함할 수 있다. 상기 양극실에도 상기 전극 구조체를 포함할 수 있고, 구체적으로는 양극, 금속 분리판, 상기 금속 분리판을 지지하는 지지체 및 도전성 탄성체를 포함할 수 있다. 상기 도전성 탄성체는 금속 분리판과 음극 및/또는 금속 분리판과 양극의 사이에 설치될 수 있다.
- [0051] 일 구체예에 있어, 상기 지지체는 니켈, 철, 구리, 은, 티탄 등 전기 전도성을 갖는 금속으로 이루어질 수 있다. 또한, 지지체의 형상으로는, 금속 분리판을 지지할 수 있는 형상이라면 어떠한 형상이어도 좋고, 막대형, 판형 또는 그물형일 수 있다. 상기 지지체는 금속 분리판과 격벽의 사이에 설치될 수 있고, 도전성 탄성체를 통해 양극 및 음극과 전기적으로 접속될 수 있다.
- [0052] 일 구체예에 있어, 상기 격벽은 세퍼레이터라고 불리는 경우도 있으며, 양극실과 음극실 사이에 배치되어 양극실과 음극실을 구획할 수 있다. 격벽으로는 전해용의 세퍼레이터로서 공지된 것을 사용할 수 있고, 예컨대 음극측에는 니켈, 양극측에는 티탄으로 이루어진 판을 용접한 격벽을 사용할 수 있다. 상기 격벽은 지지체를 통해 금속 분리판과 전기적으로 접속될 수 있다. 따라서, 격벽, 지지체, 금속 분리판, 도전성 탄성체 및 음극은 전기적으로 접속될 수 있고, 격벽, 지지체, 금속 분리판, 도전성 탄성체 및 양극 역시 전기적으로 접속될 수 있다.
- [0053] 금속 분리판과 음극 및 금속 분리판과 양극 사이에 도전성 탄성체가 설치되는 것에 의해 직렬로 접속된 복수의 수전해셀의 각 전극이 분리막에 압박되고, 각 양극과 각 음극 사이의 거리가 짧아져, 직렬로 접속된 복수의 수전해셀 전체에 가해지는 전압을 낮출 수 있다. 전압이 낮아지는 것에 의해 소비 전량을 낮출 수 있다. 본 발명에 따른 도전성 탄성체에 의하면, 적당한 상압 면압으로 분리막에 압력을 인가할 수 있기 때문에, 전류 효율을 유지하면서 제로갭의 구성을 취할 수 있고, 또한 분리막의 손상도 방지할 수 있다.
- [0055] 본 발명에 따른 수전해조는 상기 수전해셀 및 상기 수전해셀에 대항하는 분리막을 포함할 수 있고, 보다 구체적으로 수전해셀, 분리막, 수전해셀의 순서로 직렬로 나열될 수 있다. 수전해조 내에서 인접하는 2개의 수전해셀 중 한쪽 수전해셀의 양극실과 다른쪽 수전해셀의 음극실 사이에 분리막이 배치될 수 있다. 즉, 수전해셀의 양극실과 이것에 인접하는 수전해셀의 음극실은 분리막으로 격리될 수 있다. 즉, 수전해조는 직렬로 배치된 복수의 수전해셀과 인접하는 수전해셀의 사이에 배치된 분리막을 포함하는 복극식 전해조일 수 있으며, 상기 분리막은 특별히 한정되지 않고, 공지된 것을 이용할 수 있다.
- [0056] 일 구체예에 있어, 본 발명에 따른 전해조는 전원에 접속되는 양극 단자와 음극 단자를 포함할 수 있다. 전해조 내에서 직렬로 연결된 복수의 전해셀 중 가장 끝에 위치하는 전해셀의 양극은 양극 단자에 전기적으로 접속될 수 있다. 전해조 내에서 직렬로 연결된 복수의 전해셀 중 양극 단자의 반대측의 끝에 위치하는 전해셀의 음극은 음극 단자에 전기적으로 접속될 수 있다. 전해시의 전류는 양극 단자측으로부터 각 전해 셀의 양극 및 음극을 경유하여 음극 단자를 향하여 흐를 수 있다.
- [0058] 이하 본 발명을 실시예를 통해 상세히 설명한다. 다만, 이들은 본 발명을 보다 상세하게 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 권리범위가 하기 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0060] <실시예> 도전성 탄성체 및 이를 포함하는 전극 구조체의 제조
- [0061] 본 발명에 따른 전극 구조체의 제조는 수전해 셀의 형상에 따라 사각형이나 원형의 판상의 모재를 금형으로 이루어진 프레스 사이에 놓고 한번에 가압하여 여러 행의 곡부, 산부, 평면부를 형성하거나 순차적으로 1개 행의 곡부와 산부, 평면부를 형성하고 다음 행의 반대방향으로 곡부와 산부가 형성된 행을 형성하여 제작할 수 있다.
- [0062] 제작된 수전해 셀은 도 3과 같이 분리판, 도전성 탄성체를 포함하는 전극 구조체, 전극, 분리막, 전극, 도전성 탄성체를 포함하는 전극 구조체 및 분리판으로 구성된 1개의 셀을 반복적으로 구성하여 스택을 형성할 수 있다. 도 3에서 셀 프레임이나 가스켓 등의 구성요소는 생략하였다. 특히 전극 구조체는 수소가 발생하는 극에 사용하

는 경우 효과적이며 산소가 발생하는 극의 경우 본 발명에 따른 전극 구조체 외의 다른 형태를 사용할 수 있다.

[0064]

<실험예> 전기적 효과 분석

[0065]

금속 소재의 전류 전달시 저항은 하기 식으로 표현할 수 있다.

[0066]

$$R = 1/\sigma(L/S)$$

[0067]

(σ : 금속 도체의 전기전도도(S/cm), L: 전류가 흐르는 도체의 길이(cm), S: 전류가 흐르는 도체의 단면적(cm^2))

[0069]

도 4를 참조하면, 실시예에 따른 전극 구조체 적용시 소재 두께 1 mm, 폭 100 mm, 곡부 및 산부 높이 5 mm, 곡부 길이 20 mm, 평탄부 길이 1.67 mm인 도전성 탄성체를 길이 1,000 mm에 적용시, 총 24부분의 곡부가 전극에 접합되고 기존 벽체형 혹은 판형 전극 구조체를 사용한 경우와 같이 10A의 전류가 24개의 곡부로 골고루 나누어 흐름으로 한 곡부에 0.417A의 전류가 흐른다. 곡부로 전달되는 전류는 2개의 산부에서 병렬로 흐르게 됨으로 $R_{\text{total}} = [1/(1/R_a + 1/R_b)]$ 로 표현될 수 있다. 실시예에 따른 전극 구조체에서 소재의 두께가 1 mm, 폭 100 mm로 전류가 흐르는 면적은 1 cm^2 이며 전류가 흐르는 길이는 약 25.7 mm로 $R_a = 2.57/1 = 2.57\Omega$, $R_b = 2.57\Omega$, $R_{\text{total}} = 1.285\Omega$ 이 된다. 따라서 $0.417A \times 1.285\Omega = 0.536V$ 의 전압 손실이 발생하여 기존 벽체형 혹은 판형 전극 구조체에 비해 전압 손실이 적다.

[0071]

이에 반하여, 두께 1 mm, 너비 1,000 mm, 높이 10 mm를 가지는 종래 벽체형 전극 구조체를 통해 전류가 높이 방향으로 흘러 폭 100 mm의 전극에 전류를 전달한다면, 전류가 흐르는 면적은 10 cm^2 이며 전류가 흐르는 길이는 1 cm에 해당한다. 전극 구조체를 구성하는 금속 도체의 전기전도도를 임의로 1 S/cm로 하면 저항은 0.1 Ω 이 된다. 따라서 10A의 전류가 흐르면 1V의 전압 손실이 발생한다.

[0072]

여기서 실제 벽체형 전극 구조체의 경우 가스의 유통을 위해 벽체의 전극 구조체에 구멍을 형성하여 저항은 계산값보다 더 클 수 있고, 본 발명의 실시예에 따른 전극 구조체의 경우 스택 결합 과정에서 곡부가 변형되어 전극이 닿는 면적이 넓어지고 전류가 전달되는 길이는 줄어 저항은 계산값보다 감소할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 도전성 탄성체 및 이를 포함하는 전극 구조체의 경우, 종래 전극 구조체 대비 동일한 전류가 흘렀을 때 전압 손실이 적어 전기 전도도가 우수한 효과를 가지며 동시에 충분한 탄성을 갖고 있어 전극을 분리막에 최대한 밀착시키면서 원활한 전자의 전달과 발생한 가스의 유로를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0074]

이상 본 발명의 실시예들을 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

도면1



