(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0057129
(43) 공개일자 2024년05월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/0228 (2016.01) *B23H 3/02* (2006.01)
B23H 3/08 (2006.01) *B23H 7/26* (2006.01)
H01M 8/0206 (2016.01) *H01M 8/10* (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/0228 (2013.01)
B23H 3/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0137478
(22) 출원일자 2022년10월24일
심사청구일자 2022년10월24일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김성현
서울특별시 동작구 등용로 62 (대방동)
한지훈
서울특별시 중랑구 신내로19길 42 (신내동, 신내6단지신내아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인알피엠

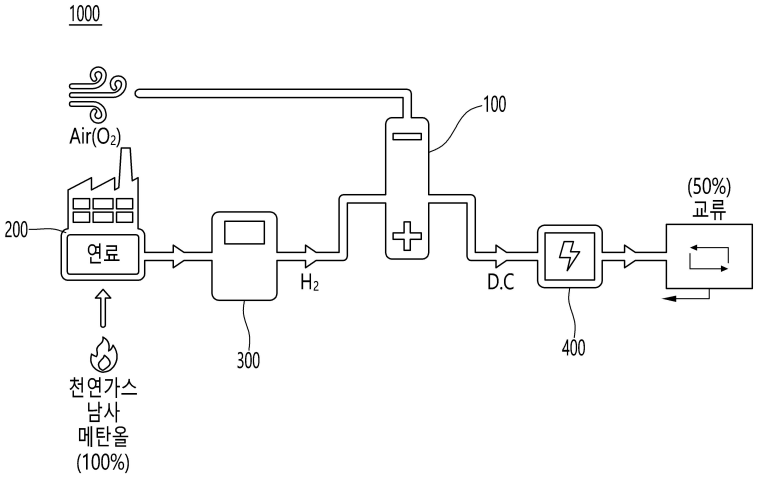
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **분리판을 포함하는 연료 전지**

(57) 요 약

전술한 바와 같은 과제를 실현하기 위한 본 발명의 다양한 실시예에 따른 분리판을 포함하는 연료 전지가 개시된다. 상기 분리판을 포함하는 연료 전지는, 직렬로 적층되어 구비되는 복수 개의 셀을 포함하며, 상기 복수 개의 셀 각각은, 연료가 주입되는 애노드, 산화제가 주입되는 캐소드, 상기 애노드 및 캐소드 사이에 구비되는 전해질막 및 상기 애노드 및 캐소드 각각에 밀착되어 구비되며 연료를 내부로 균일하게 공급하고, 내부에서 발생되는 열을 외부로 방출시키는 분리판을 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B23H 3/08 (2013.01)
B23H 7/26 (2013.01)
H01M 8/0206 (2013.01)
H01M 2008/1095 (2013.01)
(72) 발명자
이규희
서울특별시 광진구 아차산로 242 (자양동, 아차산로)
최승건
인천광역시 중구 하늘별빛로 86 (중산동, 인천 영종하늘도시 한라비발디아파트)
이은상
서울특별시 양천구 오목로 300 (목동, 현대하이페리온2) 203-1103

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711155128
과제번호	2021M3H1A1064135
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	인재활용확산지원
연구과제명	수소기반 차세대 기계시스템 키우리(KIURI) 인재양성 사업단
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

직렬로 적층되어 구비되는 복수 개의 셀을 포함하며,

상기 복수 개의 셀 각각은,

연료가 주입되는 애노드;

산화제가 주입되는 캐소드;

상기 애노드 및 캐소드 사이에 구비되는 전해질막; 및

상기 애노드 및 캐소드 각각에 밀착되어 구비되며 연료를 내부로 균일하게 공급하고, 내부에서 발생되는 열을 외부로 방출시키는 분리판;

을 포함하는,

분리판을 포함하는 연료 전지.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 분리판은,

금속계 가공물을 기반으로 하는 전해가공을 통해 생성되는 것을 특징으로 하며,

상기 금속계 가공물은,

알루미늄, 타이타늄, 니켈 및 스테인리스 스틸 중 적어도 하나를 포함하는,

분리판을 포함하는 연료 전지.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전해가공은,

금속 용출 반응을 통해 상기 가공물의 표면 조도를 가공하는 전기화학적 가공 방식인 것을 특징으로 하는,

분리판을 포함하는 연료 전지.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 전해가공은,

가공액의 양극에 상기 가공물을 연결하고, 상기 가공액의 음극에 가공도구를 연결한 상태에서 상기 양극과 상기 음극에 전력을 공급함에 따라 수행되는 것을 특징으로 하는,

분리판을 포함하는 연료 전지.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전해가공은,

상기 가공물과 상기 가공도구가 접촉하지 않는 비접촉식 가공 방법인 것을 특징으로 하는,

분리판을 포함하는 연료 전지.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 전해가공은,

상기 가공물의 패턴 형상 및 패턴 깊이에 대응하여 마이크로 펄스(micro pulse)를 적용하여 정밀 가공이 가능한 것을 특징으로 하는,

분리판을 포함하는 연료 전지.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 전해가공은,

수소의 제거를 통해 수소취성에 의한 균열을 최소화하는 것을 특징으로 하는,

분리판을 포함하는 연료 전지.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 전해가공을 통해 생성된 분리판은,

일정 이상의 표면 조도를 가지며, 표면에 산화막층을 포함하는,

분리판을 포함하는 연료 전지.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 분리판은,

박막 형태로 제작 가능한 것을 특징으로 하는,

분리판을 포함하는 연료 전지.

청구항 10

제2항에 있어서,

상기 전해가공을 통해 생성된 분리판은, 후처리 가공이 수행되는 것을 특징으로 하며,

상기 후처리 가공은,

초순수 세정 및 알칼리 세정을 포함하는,

분리판을 포함하는 연료 전지.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 연료전지용 분리판에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 스택의 부피 및 중량 감소에 탁월하며, 대량생산에 유리하고, 향상된 내식성을 가짐에 갖는 연료전지용 분리판 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 연료전지는 연료의 화학 에너지를 전기 화학적 반응을 통해 전기 에너지로 변화해주는 장치를 의미한다. 연료전지의 경우, 연료와 산소의 공급을 통한 화학반응으로 전기를 지속적으로 발생시킬 수 있다. 일반적으로, 한번 쓰고 나면 충전이 불가능한 전지를 1차 전지라 하며, 재충전이 가능한 전기를 2차 전지라고 한다. 연료전지는 메탄올, 화석 연료 등 여러 연료를 통해 발생하는 수소를 활용하고 지속적으로 전기를 만들어 내는 에너지 전환 장치로 3차 전지에 해당한다. 수소는 열기관을 사용한 발전보다 이론적으로 높은 에너지 효율로 전력으로 변환이 가능하며, 유해 물질을 배출하지 않는 장점이 있다. 즉, 수소를 연료로 활용하는 연료 전지는 발전 효율이 높고 친환경적이기 때문에 차세대 에너지원으로 주목받고 있다.

[0004] 연료 전지는, 본체에 해당하는 스택을 통해 구성될 수 있다. 스택에는 여러 개의 셀이 직렬로 연결되어 있으며, 각 셀에서 수소와 공기 중의 산소로 직류 전기와 순수한 물, 그리고 부산물인 열을 발생시킬 수 있다. 예컨대, 하나의 단위 셀은, 약 0.7V의 전기를 발생시킬 수 있다. 이에 따라, 1kW의 전기 생산에는 40~50개의 셀이 요구될 수 있다. 스택을 구성하는 복수의 셀 중 하나의 단위 셀은, 전해질막, 연료극(즉, 애노드), 공기극(즉, 캐소드) 및 분리판으로 구성될 수 있다.

[0005] 한편, 각 셀에 구비되는 분리판은, 연료와 산화제를 스택 내부로 균일하게 공급하고, 스택 내에서 발생하는 열을 외부로 방출하는 등 다양한 역할을 수행할 수 있다.

[0006] 일반적으로, 분리판은, 흑연계 및 금속계 두 종류로 분류될 수 있다. 흑연계의 경우 전기전도성과 내식성이 탁월하여 현재 널리 사용되고 있다. 흑연계는, 흑연 내부에 기공이 많아 밀도가 낮으므로, 경량의 스택 제작이 가능한 장점이 있다. 다만, 흑연계의 경우, 반응 가스의 혼합을 막기 위해서 일정한 두께 이상으로 구비되어야 하며, 결과적으로 스택의 부피 증가를 야기시킬 수 있다. 즉, 스택의 경량화가 가능한 장점이 있는 반면, 부피 증가를 야기한다는 단점이 있다.

[0007] 금속계는, 흑연이나 복합재료에 비해 재료비가 저렴하고, 기계적 물성이 우수하며, 박막으로 제작이 가능하여 스택의 부피와 중량 감소에 탁월하다. 또한, 성형성이 우수하기 때문에 대량생산에도 유리할 수 있다. 다만, 금속계의 경우, 스택 내부 산화성 분위기에서 내식성이 다소 떨어진다. 이에 따라, 금속계는, 연료전지 작동 중에 녹아서 전극 및 전해질을 오염시킬 수 있으며, 결과적으로 연료전지의 성능 저하를 야기시킬 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 10-0864681호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 스택의 부피 및 중량 감소에 탁월하며, 대량생산에 유리하고, 향상된 내식성을 가짐에 갖는 연료전지용 분리판을 제공하기 위함이다.

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 분리판을 포함하는 연료 전지가 개시된다. 상기 분리판을 포함하는 연료 전지는, 직렬로 적층되어 구비되는 복수 개의 셀을 포함하며, 상기 복수 개의 셀 각각은, 연료가 주입되는 애노드, 산화제가 주입되는 캐소드, 상기 애노드 및 캐소드 사이에 구비되는 전해질막 및 상기 애노드 및 캐소드 각각에 밀착되어 구비되며 연료를 내부로 균일하게 공급하고, 내부에서 발생되는 열을 외부로 방출시키는 분리판을 포함할 수 있다.

[0013] 대안적인 실시예에서, 상기 분리판은, 금속계 가공물을 기반으로 하는 전해가공을 통해 생성되는 것을 특징으로 하며, 상기 금속계 가공물은, 알루미늄, 타이타늄, 니켈 및 스테인리스 스틸 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0014] 대안적인 실시예에서, 상기 전해가공은, 금속 용출 반응을 통해 상기 가공물의 표면 조도를 가공하는 전기화학적 가공 방식인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0015] 대안적인 실시예에서, 상기 전해가공은, 가공액의 양극에 상기 가공물을 연결하고, 상기 가공액의 음극에 가공도구를 연결한 상태에서 상기 양극과 상기 음극에 전력을 공급함에 따라 수행되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 대안적인 실시예에서, 상기 전해가공은, 상기 가공물과 상기 가공도구가 접촉하지 않는 비접촉식 가공 방법인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 대안적인 실시예에서, 상기 전해가공은, 상기 가공물의 패턴 형상 및 패턴 깊이에 대응하여 마이크로 펄스(micro pulse)를 적용하여 정밀 가공이 가능한 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 대안적인 실시예에서, 상기 전해가공은, 수소의 제거를 통해 수소취성에 의한 균열을 최소화하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 대안적인 실시예에서, 상기 전해가공을 통해 생성된 분리판은, 일정 이상의 표면 조도를 가지며, 표면에 산화막층을 포함할 수 있다.

[0020] 대안적인 실시예에서, 상기 분리판은, 박막 형태로 제작 가능한 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 대안적인 실시예에서, 상기 전해가공을 통해 생성된 분리판은, 후처리 가공이 수행되는 것을 특징으로 하며, 상기 후처리 가공은, 초순수 세정 및 알칼리 세정을 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 기타 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 스택의 부피 및 중량 감소에 탁월하며, 대량생산에 유리하고, 향상된 내식성을 가짐에 갖는 연료전지용 분리판을 제공할 수 있다.

[0025] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0027] 다양한 양상들이 아래 도면들을 참조로 기재되며, 여기서 유사한 참조 번호들은 총괄적으로 유사한 구성요소들을 지칭하는데 이용된다. 이하의 실시예에서, 설명 목적을 위해, 다수의 특정 세부사항들이 하나 이상의 양상들의 총체적 이해를 제공하기 위해 제시된다. 그러나, 그러한 양상(들)이 이러한 구체적인 세부사항들 없이 실시될 수 있음은 명백할 것이다.

도 1은 본 발명의 일 실시예와 관련된 연료전지의 다양한 양태가 구현될 수 있는 시스템을 나타낸 개념도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예와 관련된 연료전지를 예시적으로 나타낸 예시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예와 관련된 연료전지에 포함된 하나의 단위 셀을 예시적으로 나타낸 분해사시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예와 관련된 수소취성에 의한 부식 후 균열을 예시적으로 보여주는 예시도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예와 관련된 향상된 성능을 갖는 분리판을 제조하는 방법의 예시적인 순서도를 도시한다.

도 6은 본 발명의 일 실시예와 관련된 전해 공정을 수행함에 따라, 가공물에 산화막층이 형성됨을 예시적으로 나타낸 예시도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예와 관련된 분리판을 생성하기 위한 전해가공을 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 다양한 실시예들 및/또는 양상들이 도면들을 참조하여 개시된다. 하기 설명에서는 설명을 목적으로, 하나 이상의 양상들의 전반적 이해를 돕기 위해 다수의 구체적인 세부사항들이 개시된다. 그러나, 이러한 양상(들)은 이러한 구체적인 세부사항들 없이도 실행될 수 있다는 점 또한 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 감지될 수 있을 것이다. 이후의 기재 및 첨부된 도면들은 하나 이상의 양상들의 특정한 예시적인 양상들을 상세하게 기술한다. 하지만, 이러한 양상들은 예시적인 것이고 다양한 양상들의 원리들에서의 다양한 방법들 중 일부가 이용될 수 있으며, 기술되는 설명들은 그러한 양상들 및 그들의 균등물들을 모두 포함하고자 하는 의도이다. 구체적으로, 본 명세서에서 사용되는 "실시예", "예", "양상", "예시" 등은 기술되는 임의의 양상 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되지 않을 수도 있다.

[0029] 이하, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략한다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않는다.

[0030] 비록 제 1, 제 2 등이 다양한 소자나 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 소자나 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 소자나 구성요소를 다른 소자나 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제 1 소자나 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제 2 소자나 구성요소 일 수도 있음은 물론이다.

[0031] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0032] 더불어, 용어 "또는"은 배타적 "또는"이 아니라 내포적 "또는"을 의미하는 것으로 의도된다. 즉, 달리 특정되지 않거나 문맥상 명확하지 않은 경우에, "X는 A 또는 B를 이용한다"는 자연적인 내포적 치환 중 하나를 의미하는 것으로 의도된다. 즉, X가 A를 이용하거나; X가 B를 이용하거나; 또는 X가 A 및 B 모두를 이용하는 경우, "X는 A 또는 B를 이용한다"가 이들 경우들 어느 것으로도 적용될 수 있다. 또한, 본 명세서에 사용된 "및/또는"이라는 용어는 열거된 관련 아이템들 중 하나 이상의 아이템의 가능한 모든 조합을 지칭하고 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0033] 또한, "포함한다" 및/또는 "포함하는"이라는 용어는, 해당 특징 및/또는 구성요소가 존재함을 의미하지만, 하나 이상의 다른 특징, 구성요소 및/또는 이들의 그룹의 존재 또는 추가를 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 달리 특정되지 않거나 단수 형태를 지시하는 것으로 문맥상 명확하지 않은 경우에, 본 명세서와 청구범위에서 단수는 일반적으로 "하나 또는 그 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.

[0034] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 “연결되어” 있다거나 “접속되어” 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 “직접 연결되어” 있다거나 “직접 접속되어” 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0035] 이하의 설명에서 사용되는 구성 요소에 대한 접미사 “모듈” 및 “부”는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.

[0036] 구성 요소(elements) 또는 층이 다른 구성 요소 또는 층의 "위(on)" 또는 "상(on)"으로 지칭되는 것은 다른 구성 요소 또는 층의 바로 위뿐만 아니라 중간에 다른 층 또는 다른 구성 요소를 개재한 경우를 모두 포함한다. 반면, 구성 요소가 "직접 위(directly on)" 또는 "바로 위"로 지칭되는 것은 중간에 다른 구성 요소 또는 층을 개재하지 않은 것을 나타낸다.

[0037] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 구성 요소 또는 다른 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다.

[0038] 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 구성 요소를 뒤집을 경우, 다른 구성 요소의 "아래(below)" 또는 "아래(beneath)"로 기술된 구성 요소는 다른 구성 요소의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 구성 요소는 다른 방향으로도 배향될 수 있고, 이에 따라 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.

[0039] 본 발명의 목적 및 효과, 그리고 그것들을 달성하기 위한 기술적 구성들은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 본 발명을 설명하는데 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로써 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다.

[0040] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다. 단지 본 실시예들은 본 발명이 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 개시의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0042] 도 1은 본 발명의 일 실시예와 관련된 연료전지의 다양한 양태가 구현될 수 있는 시스템을 나타낸 개념도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 연료전지 시스템은, 연료전지(100), 연료공급기(200), 개질기(300) 및 전력변환기(400)를 포함할 수 있다. 전술한 컴포넌트들은 예시적인 것으로서, 본 발명의 연료전지 시스템은 전술한 컴포넌트들로 제한되지 않는다. 즉, 본 발명의 실시예들에 대한 구현 양태에 따라서 추가적인 컴포넌트들이 포함되거나 또는 전술한 컴포넌트들 중 일부가 생략될 수 있다.

[0043] 실시예에서, 연료공급기(200)는 개질기(300)로 연료를 공급하는 역할을 할 수 있다. 예컨대, 여기서 연료는 도시가스, LNG 등을 의미할 수 있다. 개질기(300)는 연료공급기(200)로부터 공급받은 연료(예컨대, 도시가스, LNG 등)를 수소로 변환시키는 장치일 수 있다. 즉, 도 1에 도시된 바와 같이, 연료공급기(200)는 천연가스, 메탄올, 화석 연료 등의 사용을 통해 발생하는 연료를 개질기(300)로 전달하며, 개질기(300)는 이러한 연료를 수소로 변환하여 연료전지(100)로 공급할 수 있다.

[0044] 실시예에서, 개질기(300)는 흡착탈황부와 촉매반응부로 구성될 수 있다. 흡착탈황부에서 가스 내에 존재하는 황성분이 일정(예컨대, 10ppb) 이하로 제거될 수 있다. 촉매반응부에서는 강한 흡열 반응을 통해 고농도의 수소가 생산할 수 있다. 또한, 촉매반응부는 수성 반응을 통해 개질 과정 중 생성된 일산화탄소를 수증기와 반응시켜 수소를 더 제조하고 일산화탄소의 농도를 낮출 수 있다. 또한, 촉매반응부는 수성 반응 후 남은 일산화탄소 농도를 10ppm이하로 낮추기 위해 공기를 주입 즉 선택적 산화 반응을 야기시킬 수 있다.

[0045] 실시예에 따르면, 연료전지(100)는 수소와 산소의 화학반응속도를 제어하여, 수소가 가지고 있는 화학적 에너지로부터 직접 전기에너지를 생성하는 장치일 수 있다. 연료전지(100)는 개질기(300)로부터 공급되는 수소와 외부의 산소를 화학 반응시켜 전기에너지와 물 그리고 부산물로 열을 발생시킬 수 있다. 연료전지(100)는 본체에 해당하는 스택에서 전기에너지를 생성할 수 있으며, 생성된 직류 전기에너지를 전력변환기(400)로 전달할 수 있다. 전력변환기(400)는 연료전지(100)로부터 전달된 직류의 전기에너지를 교류로 변환할 수 있으며, 교류로 변환되는 전기에너지는 각 수요처에 공급될 수 있다. 추가적인 실시예에서, 연료전지 시스템(1000)은 스택에서 발생한 열을 회수하는 열교환기를 더 포함할 수 있다. 예컨대, 열교환기를 통해 회수된 열은, 온수 생성에 활용

될 수 있으며, 해당 온수는 인근 수요처에 공급할 수 있다.

[0046] 전술한 바와 같이, 연료전지 시스템(1000)은 유해 물질을 배출하지 않아 친환경적이며, 발전 효율이 높고, 부산물의 활용도가 높기 때문에 차세대 에너지원으로 주목받고 있다. 실질적으로 전기에너지를 생성하는 역할을 담당하는 연료전지의 성능 향상은, 연료전지 시스템(1000)의 전체적인 효율을 높일 수 있다. 본 발명은 향상된 성능을 가진 분리판을 통해 연료전지(100)를 구성함으로써, 연료전지 시스템(1000)의 효율을 증대시킬 수 있다. 향상된 성능을 가진 분리판이란, 내식성이 높아 수소와 산소의 산화 반응에도 견고함을 유지하며, 부식에 강인하며, 소수취성이 최소화됨에 따라 균열 및 부식에 우수한 성능을 가진 분리판을 의미할 수 있다. 추가적으로, 본원 발명에서 제시하는 분리판은, 기계적 물성이 우수하고, 박막화가 가능함에 따라 스택의 부피 및 중량 감소에 탁월하며, 대량 생산 및 성형성이 우수하여 상용화 측면에서 유리한 장점이 있다. 이하에서는, 도 2 내지 도 7을 참조하여 향상된 성능을 갖는 분리판의 제조 방법 및 해당 분리판을 포함하는 연료전지에 대하여 구체적으로 후술하도록 한다.

[0048] 도 2는 본 발명의 일 실시예와 관련된 연료전지를 예시적으로 나타낸 예시도이다. 도 2는, 연료전지의 본체에 해당하는 스택을 예시적으로 도시한다. 스택에는 여러 개의 셀이 직렬로 연결될 수 있다. 스택은 복수 개의 셀이 직렬로 적층되어 구성될 수 있다. 여기서 복수 개의 셀은, 복수 개의 막전극접합체 막전극접합체(MEA, Membrane-Electrode Assembly)를 의미할 수 있다.

[0049] 실시예에 따르면, 스택에 포함된 복수 개의 셀 각각에서는, 수소와 산소 간의 화학 반응을 통해 전기와 물이 생성될 수 있다. 실시예에서, 물을 전기분해 하는 경우, 전극에서 수소와 산소가 발생하는데, 연료전지는 이러한 전기분해의 역반응을 이용하여 전기에너지를 생성하는 것이다.

[0050] 스택을 구성하는 복수의 셀 중 하나의 단위 셀(100a)은, 도 3에 도시된 바와 같이, 분리판(110), 애노드(또는, 연료극)(120), 전해질막(130) 및 캐소드(또는, 공기극)(140)으로 구성될 수 있다.

[0051] 도 3을 참조하면, 애노드(120)에는 연료(즉, 수소)가 주입되며, 캐소드(140)에는 산화제(즉, 산소)가 공급될 수 있다. 여기서 애노드(120)는 음극에 해당하며, 캐소드(140)는 양극에 해당할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 양쪽 극 각각에는 촉매 역할을 하는 촉매(예컨대, 백금)가 위치될 수 있다. 실시예에서, 촉매란, 반응 과정에서 소모되거나 변하지 않으면서, 반응속도를 빠르게 만드는 물질을 의미할 수 있다, 즉, 촉매는 반응에 필요한 활성화 에너지를 낮추어 반응을 촉진시키는 역할을 한다. 이러한 촉매는, 음극에서는 수소의 이온화를 촉진시키고, 양극에서는 물의 생성을 촉진시킬 수 있다.

[0052] 수소가 애노드(120)로 주입되는 경우, 촉매의 촉매작용을 통해 수소이온과 전자로 분리될 수 있다. 음극의 애노드(120)는 수소가 전자를 잃음에 따라 산화반응이 발생하게 된다. 이 경우, 수소에서 분리된 전자는 외부로 연결된 도선을 따라 흐르면서 전기를 발생시키게 된다. 즉, 음극에서 양극으로 전자가 자발적으로 이동하여 전기에너지가 발생하게 된다.

[0053] 전해질막(130)은 연료와 산소를 분리하고, 수소이온만을 선택적으로 투과시키는 역할을 한다. 즉, 전해질막(130)은 전자이동을 제한하고 수소이온을 애노드(120)에서 캐소드(140) 방향으로 이동시킬 수 있다.

[0054] 이에 따라, 전자에서 분리된 수소 이온은 전해질막(130)을 통해 캐소드(140)로 이동할 수 있다. 캐소드(140)에 주입된 산소와 외부 도선을 타고 온 전자 그리고, 전해질막(130)을 통해 온 수소이온이 만나 물이 생성될 수 있다. 즉, 양극의 캐소드(140)에서 산소분자가 전자와 결합됨에 따라 산소의 환원 반응이 발생하며, 마이너스로 대전된 산소분자와 수소이온의 결합으로 물이 생성될 수 있다.

[0055] 한편, 애노드(120) 및 캐소드(140) 각각에 인접하게 구비되는 분리판(110)은 연료와 산화제 각각을 스택 내부로 균일하게 공급하는 역할을 수행할 수 있다. 구체적으로, 도 3에 도시된 바와 같이, 분리판(110)은 애노드(120)에 연료(즉, 수소)를 그리고 캐소드(140)에 산화제(즉, 산소)를 균일하게 공급할 수 있다. 또한, 분리판(110)은 스택 내부에서 발생하는 열을 외부로 방출하는 역할을 수행할 수 있다.

[0056] 일반적으로 분리판은 흑연계 및 금속계 두 종류로 분류될 수 있다. 흑연계의 경우 전기전도성과 내식성이 탁월하여 현재 널리 사용되고 있다. 흑연계는, 흑연 내부에 기공이 많아 밀도가 낮으므로, 경량의 스택 제작이 가능한 장점이 있다. 다만, 흑연계의 경우, 반응 가스의 혼합을 막기 위해서 일정한 두께 이상으로 구비되어야 하며, 결과적으로 스택의 부피 증가를 야기시킬 수 있다. 즉, 스택의 경량화가 가능한 장점이 있는 반면, 부피 증가를 야기한다는 단점이 있다.

[0057] 금속계는, 흑연이나 복합재료에 비해 재료비가 저렴하고, 기계적 물성이 우수하며, 박막으로 제작이 가능하여 스택의 부피와 중량 감소에 탁월하다. 또한, 성형성이 우수하기 때문에 대량생산에도 유리할 수 있다. 다만, 금속계의 경우, 스택 내부 산화성 분위기에서 내식성이 다소 떨어진다. 이에 따라, 금속계는, 연료전지 작동 중에 녹아서 전극 및 전해질을 오염시킬 수 있으며, 결과적으로 연료전지의 성능 저하를 야기시킬 수 있다.

[0058] 다시 말해, 금속계의 경우, 흑연계에 비해 재료비가 저렴하고, 기계적 물성이 우수하며, 스택의 부피 및 중량 감소에 탁월하고, 대량 생산 및 성형성이 우수하여 상용화 측면에서 유리한 장점이 있으나, 애노드(120)에서 발생하는 산화 반응 시 낮은 내식성으로 인해 녹을 수 있으며, 이에 따라 전극 및 전해질을 오염시킨다는 단점이 있다.

[0059] 일 실시예에 따르면, 본 발명의 분리판(110)은 금속계 가공물을 기반으로 전해가공을 통해 생성되는 것을 특징으로 할 수 있다. 본 발명은, 금속계 가공물을 통해 분리판(110)을 제작하되, 전해가공을 통해 산화 반응 분위기에서도 내식성이 향상되며, 소수취성이 최소화된 분리판을 제공할 수 있다.

[0060] 일 실시예에서, 분리판(110) 생성에 기반이 되는 금속계 가공물은, 알루미늄, 타이타늄, 니켈 및 스테인리스 스틸 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 전술한 금속계 가공물에 대한 구체적인 기재는 예시일 뿐, 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[0061] 일 실시예에 따르면, 전해가공은, 금속 용출 반응을 통해 가공물의 표면 조도를 가공하는 전기화학적 가공 방식을 의미할 수 있다.

[0062] 전해가공은, 가공물과 가공도구가 접촉하지 않는 비접촉식 가공 방법인 것을 특징으로 할 수 있다. 즉, 본 발명에서 분리판(110) 제작에 활용되는 전해가공은, 공구와 공작물이 접촉하지 않는 비접촉식 특수 가공일 수 있다. 예를 들어, 공구와 공작물이 접촉하는 가공의 경우(즉, 기계식(또는 접촉식) 가공의 경우), 표면에 가공변질층 및 불순물이 등의 결함이 필수적으로 존재하게 되어 안정된 내표면을 획득하기 어렵다.

[0063] 실시예에 따르면, 분리판은 고품위 표면을 요구할 수 있다. 예컨대, 분리판은 고순도 원료가 접촉하는 부분임에 따라, 불순물(예컨대, 가공변질층에 따른 요철 또는 미세 버(burr) 등)이 유출되는 경우, 성능에 치명적인 악영향을 줄 수 있다. 이에 따라, 본 발명은 비접촉식의 전기화학적 가공 방식인 전해가공을 통해 내외면을 고청정화 및 고정밀화 하여 분리판을 생성할 수 있다. 특히, 전기화학적 용해작용을 이용하는 전해가공의 경우, 기계적인 가공과 다르게 재료의 강도나 경도에 관계없이 가공이 가능하다는 장점이 있다. 또한, 공구의 마모가 없으며, 잔류응력 및 가공 열이 발생하지 않는다는 장점이 있다.

[0064] 구체적으로, 전해가공은, 가공액의 양극에 가공물을 연결하고, 가공액의 음극에 가공도구를 연결한 상태에서 양극과 음극에 전력을 공급함에 따라 수행되는 것을 특징으로 할 수 있다. 양극에 금속계 가공물을 연결하고, 음극에 가공도구를 연결한 상태에서 전력을 공급하는 경우, 양극에서는 산소가스가 발생하고 음극에서는 용출작용 없이 다량의 수소가스가 발생하게 된다. 양극에서 발생하는 산소가스의 이동은 반응이 일어나는 지점의 가공액을 활발히 혼합 및 유동시키게 되며, 이에 따라 가공액의 포화도가 새롭게 변화될 수 있다. 이와 같은, 산소가스의 이동은 보다 신속한 전기화학가공 반응을 가능하게 할 수 있다.

[0065] 일 실시예에 따르면, 전해가공은 가공물의 패턴 형상 및 패턴 깊이에 대응하여 마이크로 펄스를 적용하여 정밀 가공이 가능한 것을 특징으로 할 수 있다.

[0066] 예컨대, 스택 내부에서 발생하는 기체 또는 액체는 분리판에 형성된 패턴(즉, 채널)을 통해 외부로 신속하게 배출되어야 한다. 패턴 깊이 형상 오차, 패턴 깊이 및 표면거칠기가 일정 수준 확보되지 않는 경우, 패턴 내부에 물이 형성되어 연료전지의 성능을 저하시킬 수 있다.

[0067] 실시예에 따르면, 일반적으로 직류 전압을 이용하여 전해가공을 진행할 수 있다. 다만, 다양한 상황에 대응하여 마이크로 펄스를 적용하는 경우, 해당 금속계 가공물에 대한 정밀 가공이 가능해질 수 있다. 구체적인 예를 들어, 금속계 가공물에서 패턴의 깊이가 매우 얕은 제1영역이 존재하는 경우, 마이크로 펄스를 적용하여 해당 제1영역에 대응하여 정밀 가공을 수행할 수 있다. 실시예에서, 2.5㎚ 내지 3㎛ 파티클이 분사되어 금속계 표면에 대한 전해가공이 수행될 수 있다.

[0068] 구체적인 실시예에 따르면, 전해가공을 통해 분리판에 형성되는 패턴(또는 채널) 깊이는 0.4㎜이며, 패턴의 표면거칠기는 0.025㎛인 것을 특징으로 할 수 있다. 또한, 실시예에 따르면, 본 발명의 전해가공을 통해 분리판에 대한 패터닝을 수행하는 경우, 패턴 깊이 형상 오차가 ±10㎛ 이내인 것을 특징으로 할 수 있다. 예컨대, 금속계에 대한 기계가공을 수행하는 경우, 전술한 바와 같은 정밀한 가공이 어려울 수 있다. 구체적인 예를 들어,

주조 및 엠보스 가공을 통해서는 0.4㎜ 깊이의 정밀 패턴 형성이 어렵다. 뿐만 아니라, 기계 가공을 통해서는 일정 이상의 표면거칠기(예컨대, 0.025㎛)를 확보하기 어려우며, 형상 오차 범위를 최소화하기 어렵다는 문제점이 있다.

[0069] 즉, 본원 발명은 전해가공을 통해 금속계에 대한 정밀한 가공을 수행할 수 있으므로, 패턴 깊이 형상 오차, 패턴 깊이 및 패턴의 표면거칠기를 일정 수준 이상으로 확보할 수 있으며, 이에 따라, 해당 분리판을 포함하는 연료전지의 성능 향상을 도모할 수 있다.

[0070] 다시 말해, 본 발명의 전해가공은 전압을 조정하여 정밀하게 선택적 가공이 가능하다는 장점이 있다. 이러한 정밀 가공은, 극정밀표면 및 극청정표면의 구현을 가능하게 함에 따라 분리판(110)의 성능을 향상시키는 효과가 있다.또한, 이러한 정밀 가공이 가능한 특징은, 미세 버(burr)와 같이 미세한 부분을 빠른 시간에 가공하기에 적합하다는 장점이 있다.

[0071] 구체적인 실시예에 따르면, 본 발명의 분리판(110)의 고유 저항은 3.8mΩcm일 수 있으며, 접촉저항은 10mΩcm일 수 있고, 그리고 저항변화율은 10% 이내일 수 있다. 또한, 본 발명의 분리판(110)의 기밀 유지 특성은, 1000 ppm인 것을 특징으로 할 수 있다. 전술한 분리판(110)의 성능은, 연료전지의 운전 환경에서, 연료전지의 성능을 향상시키기 위한 것일 수 있으며, 본 발명의 전해가공을 통해 해당 성능을 갖도록 구현될 수 있다. 즉, 본 발명의 분리판(110)은 3.8mΩcm의 고유 저항을 가지며, 10mΩcm의 접촉 저항을 가지며, 10% 이내의 저항 변화율을 갖고, 그리고 기밀 유지 특성이 1000 ppm이 되도록 구성될 수 있으며, 이를 통해 연료전지의 성능 향상에 기여할 수 있다.일 실시예에서, 전해가공은 수소의 제거를 통해 수소취성에 의한 균열을 최소화하는 것을 특징으로 할 수 있다. 전해가공을 수행하는 경우, 음극에 연결된 가공도구에 수소가 발생하며, 양극에 연결된 금속계 가공물에 산소 가스가 발생하게 된다. 즉, 전해가공 과정에서 금속계 가공물에는 수소가 제거될 수 있으며, 이는 수소취성에 의한 균열을 최소화한다는 장점이 있다.

[0072] 실시예에서, 금속 가공 과정에서 금속에 수소가 침투하는 경우, 수소에 의해 표면에 균열이 발생할 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 수소취성에 의한 부식이 발생하며 이를 통해 균열이 야기될 수 있다. 구체적인 예를 들어, 기계가공 및 금형으로 가공물의 표면에 요철 또는 tool making이 발생할 수 있으며, 수소 침투로 인해 수소취성이 발생하여 수명에 영향을 줄 수 있다.

[0073] 본 발명의 분리판은 전해가공 과정에서 수소가 제거되어 수소취성이 최소화되며, 이에 따라 수소취성에 의한 부식 및 균열이 최소화될 수 있다. 실시예에서, 전해가공 이후에 분리판은 파티클 정도가 0인 것을 특징으로 할 수 있다. 예컨대, 전해가공이 수행된 이후 파티클 카운터(또는 입자계수기)를 통해 분리판에 잔여하는 파티클을 측정할 수 있다. 전해가공 과정에서 2.5㎚ 내지 3㎛ 파티클을 금속계 표면에 분사하며, 전해가공 후 파티클 정도가 0으로 측정되어야 소수성이 증가하여 분리판의 기능을 수행할 수 있다. 이는 분리판의 수명을 향상시킨다는 장점이 있다. 실시예에서, 본 발명의 분리판은 기계 가공을 통해 생성된 분리판 대비 최대 50% 이상 증가된 수명(예컨대, 1000 시간 이상)을 제공할 수 있다.

[0074] 일 실시예에서, 분리판(110)은 박막 형태로 제작 가능한 것을 특징으로 할 수 있다. 실시예에 따르면, 본 발명의 분리판(110)은 금속계 가공물을 활용한 전해가공을 통해 생성됨에 따라 박막 공정이 가능할 수 있다. 박막 공정이 가능함에 따라, 중량 및 두께를 최소화할 수 있으며, 이는 결과적으로 스택의 중량 및 부피를 최소화시키는 장점이 있다.

[0075] 또한, 전해가공을 통해 생성된 분리판(110)은, 일정 이상의 표면 조도를 가지며, 표면에 산화막층을 포함할 수 있다. 실시예에 따르면, 표면의 거칠기에 관련한 표면 조도가 일정 이상 확보되지 않는 경우, 표면의 형성된 골을 통해 기체 및 수분이 원활하게 배출되지 못하고 잔존하게 되며, 이는 패턴과 유로에 부식을 유발시킬 수 있다. 또한, 전해가공 과정에서 금속계의 가공물의 크롬을 증가시켜 산화막층을 형성되도록 할 수 있다. 이러한 산화막층은 분리판(110)으로 하여금 향상된 내식성을 갖게하여 산화 분위기에서도 높은 형상 유지력을 갖도록 하는 장점이 있다. 또한, 산화막층으로 인해 수소의 침투가 방지되어 수소취성이 최소화될 수 있다.

[0076] 실시예에서, 전해가공을 통해 생성된 분리판은, 후처리 가공이 수행되는 것을 특징으로 할 수 있다. 일 실시예에서, 후처리 가공은, 초순수 세정 및 알칼리 세정을 포함할 수 있다. 즉, 전해가공을 통해 생성된 분리판에 초순수 세정 및 알칼리 세정이 수행될 수 있다. 초순수 세정은, 불순물이 없는 물을 통해 분리판(110)을 세정하는 것을 의미할 수 있다. 알칼리 세정은, 화학 반응을 통해 오염물을 분해 및 세정하는 것을 특징으로 할 수 있다. 실시예에서, 본 발명의 분리판(110)은 고순도 원료가 접촉됨에 따라 고청정화 및 고정밀화되어 구비되어야 한다. 예컨대, 분리판(110)에 불순물이 존재하는 경우, 성능에 치명적인 악영향을 미칠 수 있다. 이에 따라, 본

발명은 전해가공 이후에 분리판(110)에 추가적인 후처리 가공을 수행하여 불순물을 추가로 제거할 수 있다. 이하에서는 도 5를 참조하여, 분리판을 제조하는 방법에 대하여 구체적으로 후술하도록 한다.

[0078] 도 5는 본 발명의 일 실시예와 관련된 향상된 성능을 갖는 분리판을 제조하는 방법의 예시적인 순서도를 도시한다. 도 5에 도시된 단계들은, 필요에 의해 순서가 변경될 수 있으며, 적어도 하나 이상의 단계가 생략 또는 추가될 수 있다. 즉, 도 5에 단계들은 본 발명의 일 실시예에 불과할 뿐, 본 발명의 권리 범위는 이에 제한되지 않는다.

[0079] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연료전지용 분리판 제조 방법은, 가공물에 대한 초순수 세정을 수행하는 단계(S110)를 포함할 수 있다. 가공물은, 금속계에 관한 것으로, 알루미늄, 타이타늄, 니텔, 스테인리스 스틸 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 즉, 본 발명의 가공물은, 금속계 가공물을 의미할 수 있다. 일 실시예에서, 초순수 세정은, 불순물이 없는 물을 통해 분리판(110)을 세정하는 것을 의미할 수 있다.

[0080] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연료전지용 분리판 제조 방법은, 초순수 세정이 수행된 가공물에 대한 부동태(passivation) 처리를 수행하는 단계(S120)를 포함할 수 있다. 실시예에서, 부동태 처리는, 금속 소재에서 산화피막을 생성하는 화학적 처리방법을 의미할 수 있다. 구체적인 예를 들어, 스테인리스는 Cr, Mn 성분으로 인해 자연적으로 약한 산화피막을 가지고 있다. 자연 생성된 피막은 습기, 염분 등으로부터 쉽게 손상될 수 있다. 이에 따라, 부동태 처리를 통해 두꺼운 산화피막을 형성할 수 있다. 부동태 처리 방법은 예를 들어, 질산 처리 및 구연산 처리 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 보다 구체적인 실시예에서, 산화피막 형성에 우수한 질산을 통한 부동태 처리가 수행됨이 바람직하다. 이에 따라, 부동태 처리된 가공물의 표면에는, 크롬 산화물에 관련한 보호 피막이 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다. 도 6의 (a)는 부동태 처리되기 전 금속계 가공물을 예시적으로 도시하며, 도 6의 (b)는 부동태 처리 이후 금속계 가공물을 예시적으로 도시한다. 즉, 도 6에 도시된 바와 같이, 부동채 처리 이후, 크롬 산화물에 관련한 산화막층이 가공물의 표면에 형성될 수 있다. 이러한 산화막층은 분리판(110)으로 하여금 향상된 내식성을 갖게하여 산화 분위기에서도 높은 형상 유지력을 갖도록 하는 장점이 있다. 또한, 산화막층으로 인해 수소의 침투가 방지되어 수소취성이 최소화될 수 있다.

[0081] 일 실시예에서, 가공물에 대한 부동태를 처리를 수행하는 단계는, 부동태 처리된 가공물에 대한 알칼리 세정을 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 알칼리 세정은, 화학 반응을 통해 오염물을 분해 및 세정하는 것을 특징으로 할 수 있다. 본 발명은 1차적인 초순수 세정을 수행하고, 부동태 처리 이후, 추가적인 세정 단계(즉, 알칼리 세정)를 수행함으로써, 불순물을 추가적으로 제거할 수 있다. 즉, 본 발명은 전해가공 이전 최소 두 번 이상의 세정 단계 거쳐 불순물의 제거를 극대화한다.

[0082] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연료전지용 분리판 제조 방법은, 부동태 처리된 가공물에 대한 전해가공을 수행하는 단계(S130)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 전해가공은, 금속 용출 반응을 통해 가공물의 표면 조도를 가공하는 전기화학적 가공 방식인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0083] 전해가공은, 가공물과 가공도구가 접촉하지 않는 비접촉식 가공 방법인 것을 특징으로 할 수 있다. 즉, 본 발명에서 분리판(110) 제작에 활용되는 전해가공은, 공구와 공작물이 접촉하지 않는 비접촉식 특수 가공일 수 있다. 예를 들어, 공구와 공작물이 접촉하는 가공의 경우(즉, 기계식(또는 접촉식) 가공의 경우), 표면에 가공변질층 및 불순물이 등의 결함이 필수적으로 존재하게 되어 안정된 내표면을 획득하기 어렵다.

[0084] 실시예에 따르면, 분리판은 고품위 표면을 요구할 수 있다. 예컨대, 분리판은 고순도 원료가 접촉하는 부분임에 따라, 불순물(예컨대, 가공변질층에 따른 요철 또는 미세 버(burr) 등)이 유출되는 경우, 성능에 치명적인 악영향을 줄 수 있다. 이에 따라, 본 발명은 비접촉식의 전기화학적 가공 방식인 전해가공을 통해 내외면을 고청정화 및 고정밀화 하여 분리판을 생성할 수 있다. 특히, 전기화학적 용해작용을 이용하는 전해가공의 경우, 기계적인 가공과 다르게 재료의 강도나 경도에 관계없이 가공이 가능하다는 장점이 있다. 또한, 공구의 마모가 없으며, 잔류응력 및 가공 열이 발생하지 않는다는 장점이 있다. 다시 말해, 본 발명의 분리판은 가공물과 가공도구가 물리적인 접촉 없이 초정밀 미세 가공이 가능할 수 있다.

[0085] 전해가공을 수행하는 단계는 도 7을 참조하여 이하에서 후술하도록 한다. 실시예에 따르면, 전해가공을 수행하는 단계는, 가공액을 구비하는 단계를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 가공액의 성분은, 가공물의 형상 및 재질에 대응하여 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다. 구체적으로, 가공액의 성분은 가공 형상과 재질에 따라 산성, 알칼리성 등으로 다양하게 적용 가능할 수 있다. 예컨대, 스테인리스 스틸의 경우, 과염소산, 인산, 황산 및 질산 등을 가공액으로 활용할 수 있다. 전술한 가공액에 대한 구체적인 기재는 예시일 뿐, 본 발명은 이에

제한되지 않는다.

[0086] 또한, 실시예에서, 가공액은, 둘 이상의 물질이 혼합되어 구비될 수 있다. 여기서, 둘 이상의 물질의 구비 비율은, 가공물의 형상 및 재질에 대응하여 상이하게 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0087] 또한, 전해가공을 수행하는 단계는, 가공액의 양극에 가공물을 연결하고, 가공액의 음극에 가공도구를 연결하는 단계를 포함할 수 있다. 즉, 가공액 내에서 가공물의 가공도구는 서로 접촉하지 않은 상태일 수 있다.

[0088] 또한, 전해가공을 수행하는 단계는, 양극과 음극에 전력을 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 구체적으로, 도 7을 참조하면, 가공액의 양극에 가공물을 연결하고, 가공액의 음극에 가공도구를 연결한 상태에서 양극과 음극에 전력을 공급함에 따라 전해가공이 수행될 수 있다. 양극에 금속계 가공물을 연결하고, 음극에 가공도구를 연결한 상태에서 전력을 공급하는 경우, 양극에서는 산소가스가 발생하고 음극에서는 용출작용 없이 다량의 수소가스가 발생하게 된다. 양극에서 발생하는 산소가스의 이동은 반응이 일어나는 지점의 가공액을 활발히 혼합 및 유동시키게 되며, 이에 따라 가공액의 포화도가 새롭게 변화될 수 있다. 이와 같은, 산소가스의 이동은 보다 신속한 전기화학가공 반응을 가능하게 할 수 있다.

[0089] 일 실시예에서, 전해가공은, 가공물의 패턴 형상 및 패턴 깊이에 대응하여 마이크로 펄스를 적용하여 정밀 가공이 가능한 것을 특징으로 할 수 있다. 실시예에 따르면, 일반적으로 직류 전압을 이용하여 전해가공을 진행할 수 있다. 다만, 다양한 상황에 대응하여 마이크로 펄스를 적용하는 경우, 해당 금속계 가공물에 대한 정밀 가공이 가능해질 수 있다. 구체적인 예를 들어, 금속계 가공물에서 패턴의 깊이가 매우 얕은 제1영역이 존재하는 경우, 마이크로 펄스를 적용하여 해당 제1영역에 대응하여 정밀 가공을 수행할 수 있다. 즉, 본 발명의 전해가공은 전압을 조정하여 정밀하게 선택적 가공이 가능하다는 장점이 있다. 이러한 정밀 가공은, 극정밀표면 및 극청정표면의 구현을 가능하게 함에 따라 분리판(110)의 성능을 향상시키는 효과가 있다. 또한, 이러한 정밀 가공이 가능한 특징은, 미세 버(burr)와 같이 미세한 부분을 빠른 시간에 가공하기에 적합하다는 장점이 있다.

[0090] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연료전지용 분리판 제조 방법은, 전해가공이 완료된 가공물에 대한 후처리 가공을 수행하여 분리판을 생성하는 단계(S140)를 포함할 수 있다. 실시예에서, 후처리 가공은, 초순수 세정 및 알칼리 세정을 포함할 수 있다. 전해가공을 통해 생성된 분리판에 초순수 세정 및 알칼리 세정이 수행될 수 있다. 실시예에서, 본 발명의 분리판(110)은 고순도 원료가 접촉됨에 따라 고청정화 및 고정밀화되어 구비되어야 한다. 예컨대, 분리판(110)에 불순물이 존재하는 경우, 성능에 치명적인 악영향을 미치므로, 추가적인 세정 단계는 매우 중요할 수 있다. 이에 따라, 본 발명은 전해가공 이후에 분리판(110)에 추가적인 후처리 가공을 수행하여 불순물을 추가로 제거할 수 있다.

[0091] 일 실시예에서, 향상된 성능을 갖는 분리판(110)은 수소취성에 의한 균열을 최소화된 것을 특징으로 할 수 있다. 전해가공을 수행하는 경우, 음극에 연결된 가공도구에 수소가 발생하며, 양극에 연결된 금속계 가공물에 산소 가스가 발생하게 된다. 즉, 전해가공 과정에서 금속계 가공물에는 수소가 제거될 수 있으며, 이는 수소취성에 의한 균열을 최소화한다는 장점이 있다.

[0092] 실시예에서, 금속 가공 과정에서 금속에 수소가 침투하는 경우, 수소에 의해 표면에 균열이 발생할 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 수소취성에 의한 부식이 발생하며 이를 통해 균열이 야기될 수 있다. 구체적인 예를 들어, 기계가공 및 금형으로 가공물의 표면에 요철 또는 tool making이 발생할 수 있으며, 수소 침투로 인해 수소취성이 발생하여 수명에 영향을 줄 수 있다.

[0093] 본 발명의 분리판은 전해가공 과정에서 수소가 제거되어 수소취성이 최소화되며, 이에 따라 수소취성에 의한 부식 및 균열이 최소화될 수 있다. 이는 분리판의 수명을 향상시킨다는 장점이 있다. 실시예에서, 본 발명의 분리판은 기계 가공을 통해 생성된 분리판 대비 최대 50% 이상 증가된 수명을 제공할 수 있다.

[0094] 일 실시예에서, 분리판(110)은 박막 형태로 제작 가능한 것을 특징으로 할 수 있다. 실시예에 따르면, 본 발명의 분리판(110)은 금속계 가공물을 활용한 전해 가공을 통해 생성됨에 따라 박막 공정이 가능할 수 있다. 박막 공정이 가능함에 따라, 중량 및 두께를 최소화할 수 있으며, 이는 결과적으로 스택의 중량 및 부피를 최소화시키는 장점이 있다.

[0095] 전술한 바와 같이, 본원 발명의 분리판(110)은, 금속계 가공물의 전해가공을 통해 생성됨에 따라, 박막화가 가능하여 스택의 부피 및 중량 감소에 탁월하며, 대량 생산 및 성형성이 우수하여 상용화 측면에서 유리할 수 있다. 또한, 전해가공을 통한 미세가공을 통해 분리판(110)의 표면을 극정밀표면으로 구현할 수 있어, 분리판(110)의 성능 향상 및 나아가 연료전지의 성능 향상을 야기할 수 있다. 추가적으로, 산화막층을 통해 수소의 침투가 방지되어 수소취성이 최소화될 수 있으며, 이는 결과적으로, 분리판(110)으로 하여금 향상된 내식성을 갖

게하여 산화 분위기에서도 높은 형상 유지력 제공하는 장점이 있다.

[0097] 이상, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 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, 제한적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

[0098] 제시된 프로세스들에 있는 단계들의 특정한 순서 또는 계층 구조는 예시적인 접근들의 일례임을 이해하도록 한다. 설계 우선순위들에 기반하여, 본 발명의 범위 내에서 프로세스들에 있는 단계들의 특정한 순서 또는 계층 구조가 재배열될 수 있다는 것을 이해하도록 한다. 첨부된 방법 청구항들은 샘플 순서로 다양한 단계들의 엘리먼트들을 제공하지만 제시된 특정한 순서 또는 계층 구조에 한정되는 것을 의미하지는 않는다.

부호의 설명

[0100] 100: 연료 전지

100a: 하나의 단위 셀

110: 분리판

120: 애노드

130: 전해질막

140: 캐소드

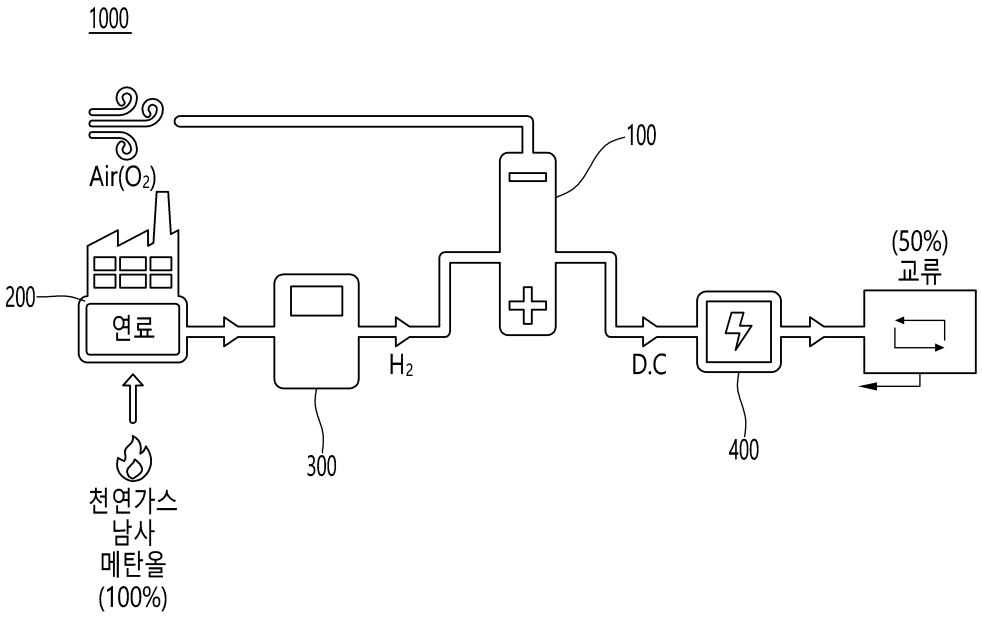
200: 연료공급기

300: 개질기

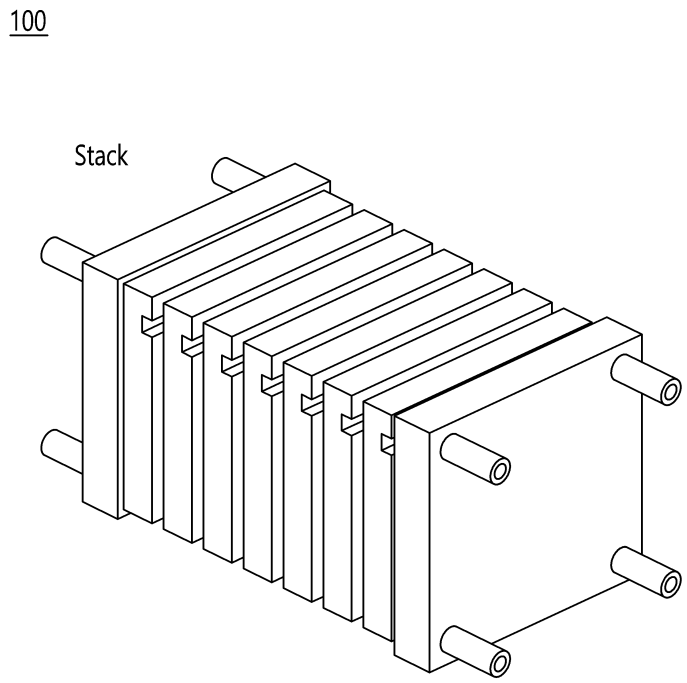
400: 전력변환기

도면

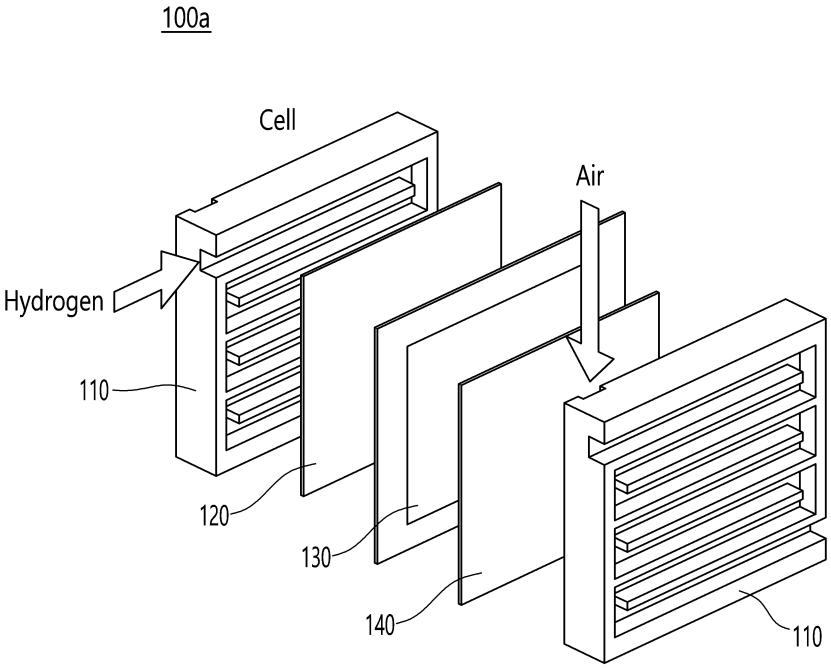
도면1



도면2



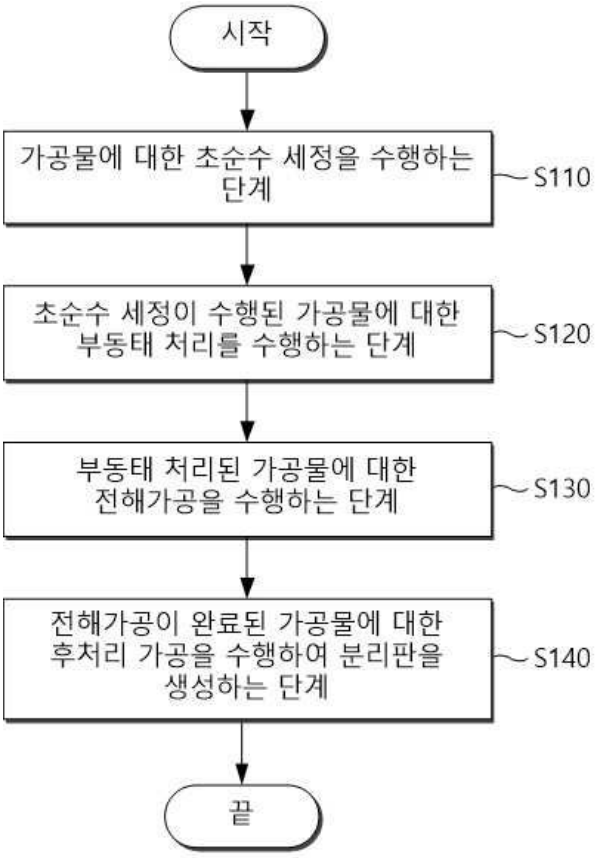
도면3



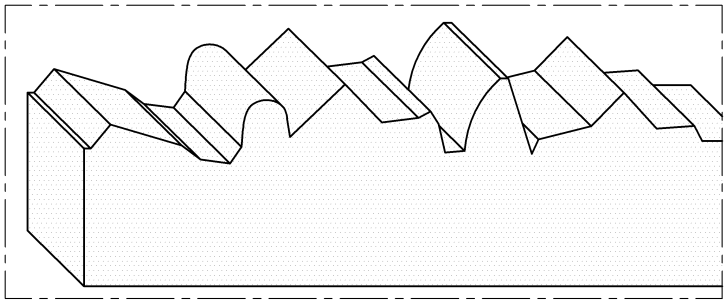
도면4



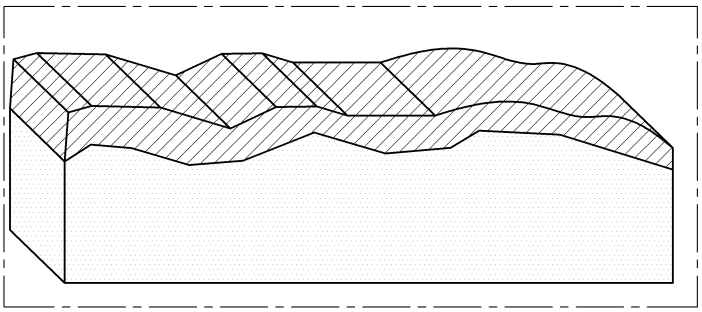
도면5


시작
가공물에 대한 초순수 세정을 수행하는 단계
S110
초순수 세정이 수행된 가공물에 대한 부동태 처리를 수행하는 단계
S120
부동태 처리된 가공물에 대한 전해가공을 수행하는 단계
S130
전해가공이 완료된 가공물에 대한 후처리 가공을 수행하여 분리판을 생성하는 단계
S140
끝

도면6

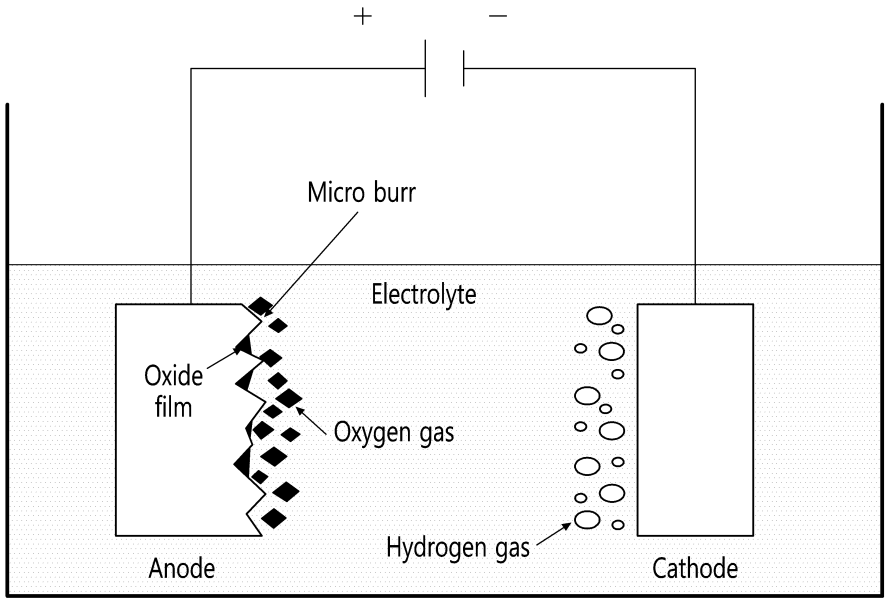


(a)



(b)

도면7


+
−
Micro burr
Electrolyte
Oxide
film
Oxygen gas
Hydrogen gas
Anode
Cathode