(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0128247
(43) 공개일자 2013년11월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/02 (2006.01) *H01M 8/10* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0052154
(22) 출원일자 2012년05월16일
심사청구일자 2012년05월16일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
최영돈
서울특별시 성북구 정릉4동 809 정릉하이츠 3-1809
최남현
경기도 포천시 소흘읍 송우리 추산마을주공5단지 아파트 501동 1404호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
홍동우

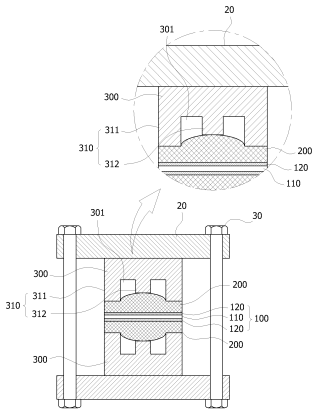
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **연료 전지용 분리판**

(57) 요 약

본 발명은 연료 전지용 분리판에 관한 것으로, 가스 확산층과 접촉하며 가스 유로를 이루도록 형성되는 다수개의 리브에 대해 끝단면의 높이가 서로 다른 메인 리브부와 서브 리브부로 구성함으로써, 연료 전지의 스택 구조 결합시 가스 확산층에 대한 과압축 및 응력 집중 현상을 방지하고, 이에 따라 가스 확산층의 압축에 의한 전해질막의 손상을 방지하여 연료 전지의 내구성을 향상시킬 수 있고, 가스 확산층의 압축률을 감소시켜 가스 확산층의 가스 투과도가 낮아지는 현상을 보완할 수 있어 반응 기체의 확산 및 반응성을 양호한 상태로 유지할 수 있으며, 촉매층에서 생성된 물이 가스 확산층을 용이하게 투과하여 배출될 수 있어 연료 전지의 성능을 안정적으로 유지시킬 수 있는 연료 전지용 분리판을 제공한다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

윤성호

대전광역시 유성구 신성동 대림두레아파트 107-403

한성호

서울특별시 관악구 신림동 610-265 늘푸른아파트 402호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20110027590
부처명	연구지원부
연구사업명	중견연구자지원_핵심연구(공동)
연구과제명	공기호흡형 PEMFC의 자체가습 및 채널유동 최적화를 통한 성능 향상 연구
기 여 율	1/1
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2011.09.01 ~ 2012.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

막전극 접합체의 양측에 배치되는 가스 확산층에 압착 결합되어 연료 가스 또는 공기를 공급하는 연료 전지용 분리판에 있어서,

상기 가스 확산층과 접촉하는 일면에는 연료 가스 또는 공기가 공급되도록 가스 유로가 형성되고,

상기 가스 유로가 서로 평행하게 다수개의 홈 형태로 형성되도록 상기 가스 유로 사이사이에는 서로 평행하게 돌출된 형태로 다수개의 리브가 형성되며,

상기 리브는 일정 높이를 갖는 메인 리브부와, 끝단의 높이가 상기 메인 리브부보다 낮게 형성되는 서브 리브부 중 어느 하나 이상을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 하는 연료 전지용 분리판.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 리브는 상기 메인 리브부 및 서브 리브부가 구간마다 반복하여 교대로 형성되는 것을 특징으로 하는 연료 전지용 분리판.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 리브는 순차적으로 인접하게 배치되는 리브마다 서로 대응되는 일정 구간에서 상기 메인 리브부와 상기 서브 리브부가 순차적으로 교번하여 배치되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 연료 전지용 분리판.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 유로가 지그재그 방향으로 형성되도록 상기 리브에는 직선 구간 및 변환 구간이 형성되고, 상기 서브 리브부가 형성된 경우 상기 서브 리브부는 상기 직선 구간에만 형성되는 것을 특징으로 하는 연료 전지용 분리판.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 메인 리브부의 끝단면은 볼록한 곡면을 이루도록 형성되고, 상기 서브 리브부의 끝단면은 오목한 곡면을 이루도록 형성되는 것을 특징으로 하는 연료 전지용 분리판.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 서브 리브부의 끝단면에는 길이 방향을 따라 파형이 형성되는 웨이브부가 형성되는 것을 특징으로 하는 연료 전지용 분리판.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 연료 전지용 분리판에 관한 것이다. 보다 상세하게는 가스 확산층과 접촉하며 가스 유로를 이루도록 형성되는 다수개의 리브에 대해 끝단면의 높이가 서로 다른 메인 리브부와 서브 리브부로 구성함으로써, 연료 전지의 스택 구조 결합시 가스 확산층에 대한 과압축 및 응력 집중 현상을 방지하고, 이에 따라 가스 확산층의 압축에 의한 전해질막의 손상을 방지하여 연료 전지의 내구성을 향상시킬 수 있고, 가스 확산층의 압축률을 감소시켜 가스 확산층의 가스 투과도가 낮아지는 현상을 보완할 수 있어 반응 기체의 확산 및 반응성을 양호한 상태로 유지할 수 있으며, 촉매층에서 생성된 물이 가스 확산층을 용이하게 투과하여 배출될 수 있어 연료 전지의 성능을 안정적으로 유지시킬 수 있는 연료 전지용 분리판에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 신재생 에너지원의 하나인 연료전지는 수소의 화학에너지를 전기에너지로 바로 전환하므로 효율이 매우 높아 에너지 절감 효과가 크며 공해 물질을 거의 배출하지 않아 친환경적이므로 환경오염 및 에너지 문제를 해결할 수 있는 차세대 대체에너지 기술로 인정되고 있다. 이러한 연료전지는 그 응용분야가 다양하여 자동차, 선박, 항공 등의 수송 부문과 발전소 등의 발전, 노트북과 같은 휴대용 기기의 전원공급장치 등으로 사용될 수 있다.

[0003] 이러한 연료 전지는 수소와 공기 중 산소를 이용하여 전기를 발생시키며 공기의 공급방식에 따라 일반적인 압축공기형 연료 전지 시스템과 공기호흡형 연료 전지 시스템으로 구분된다. 압축공기형 연료 전지는 단위체적당 높은 전력밀도를 나타내고 있으나 압축기나 가습기 등의 부가적인 장치를 필요로 한다. 반면, 공기호흡형 연료 전지는 공기의 공급을 자연대류나 송풍팬을 이용한 강제대류에 의존하므로 상대적으로 낮은 전력밀도를 나타내지만, 대신에 시스템에서 압축기와 가습기를 제거할 수 있기 때문에 시스템의 소형화 및 경량화에 있어서 매우 효과적이며, 압축기에 소요되는 동력을 절약할 수 있어서 시스템의 효율적인 구성이 가능하다. 따라서, 최근에는 공기 호흡형 연료 전지에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

[0004] 이러한 연료 전지는 기본적으로 전해질막과 전해질막의 양면에 코팅된 양극 및 음극 촉매층으로 구성된 막전극 접합체(Membrane Electrode Assembly, MEA)와, 이들 촉매층에 연료(수소) 및 공기를 공급해주는 분리판으로 구성되며, 막전극 접합체와 분리판 사이에는 연료 및 공기의 원활한 전달을 위해 가스 확산층(Gas Diffusion Layer)과 가스켓이 구비된다. 막전극 접합체의 양극 촉매층에서는 수소가 수소이온으로 전환되고, 양극 촉매층에서 생성된 수소이온은 전해질 막을 통하여 음극 촉매층 쪽으로 이동되어 음극 촉매층에 공급되는 공기 중 산소와 반응하여 물을 생성한다. 이 과정에서 양극 촉매층에서 생성된 전자가 외부회로를 통하여 음극 촉매층으로 전달되어 소모됨으로써 전력이 발생된다.

[0005] 실질적으로 시스템에 적용되는 연료 전지는 이러한 막전극 접합체와 분리판이 다수개 적층되어 스택을 이루는 방식으로 구성되며, 분리판의 양면에는 막전극 접합체의 전극에 수소 및 공기가 균일하게 공급될 수 있도록 가스 유로가 형성된다.

[0006] 도 1은 일반적인 연료 전지의 스택 구조를 개념적으로 도시한 도면이고, 도 2는 종래 기술에 따른 연료 전지의 단위 셀 구조를 개념적으로 도시한 도면이다.

[0007] 일반적인 연료 전지는 전해질막(110)의 양면에 양극 및 음극 촉매층(120)이 접촉 배치되는 형태로 구성된 막전극 접합체(100)와, 막전극 접합체(100)의 촉매층(120)에 연료 및 공기를 공급할 수 있도록 막전극 접합체(100)의 양측에 배치되는 분리판(300)을 포함하여 구성되는데, 하나의 막전극 접합체(100)와 2개의 분리판(300)이 하나의 단위 셀(10)을 이루고, 이러한 단위 셀(10)이 다수개 적층 배치되어 스택 구조를 이루며 하나의 연료 전지를 이루도록 구성된다. 이러한 연료 전지 스택의 적층 방향 양측 최외곽에는 각각 엔드 플레이트(20)가 마감 결합된다.

[0008] 막전극 접합체(100)와 분리판(300) 사이에는 연료 또는 공기의 원활한 전달을 위해 가스 확산층(200)이 구비되고, 가스 확산층(200)과 접촉하는 분리판(300)의 일면에는 연료 또는 공기를 전달할 수 있도록 가스 유로(301)가 형성된다. 가스 확산층(200)은 분리판(300)에 형성된 가스 유로(301)로부터 촉매층(120) 내의 촉매에 균일하게 연료 가스 또는 산화제 가스 등의 반응 가스를 공급하기 위해 반응 가스를 확산시키는 기능을 수행함과 동시

에 촉매층(120)에서 반응에 의해 생성된 물을 신속하게 가스 유로(301)로 배출시키는 기능 등을 수행한다.

[0009] 분리판(300)의 가스 유로(301)는 도 2에 도시된 바와 같이 서로 평행한 다수개의 홈 형태로 형성되는데, 이는 다수개의 리브(310)가 서로 평행하게 돌출 형성되어 다수개의 리브(310) 사이사이에 홈 형태의 가스 유로(301)가 형성되는 방식으로 구성된다.

[0010] 연료 전지 스택은 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 양측 최외곽에 각각 배치된 엔드 플레이트(30) 사이에 다수개의 단위 셀(10)이 적층된 상태로 별도의 결합 볼트(30)를 이용하여 엔드 플레이트(30)를 상호 압축 결합하는 형태로 구성된다.

[0011] 이러한 구성에 따라 가스 유로(301)를 형성하는 분리판(300)의 리브(310) 끝단면이 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이 가스 확산층(200)과 접촉하며 가스 확산층(200)을 압축하게 되고, 이에 따라 가스 확산층(200)은 리브(310)와 접촉하는 부분이 압착되며 가스 유로(301) 공간으로 침투하게 된다.

[0012] 따라서, 연료 전지의 스택 체결시 가스 확산층(200)은 분리판(300)의 리브(310)와 접촉하는 부위에서 응력이 집중되어 과압축이 발생하고, 이에 따라 가스 확산층이 전해질막을 손상시켜 전해질막의 내구성이 저하되는 문제가 있었다. 또한, 가스 확산층(200)이 분리판(300)의 리브(310)와 접촉하는 부위에서 압축률이 증가하여 기체 투과도가 낮아지게 되며, 이에 따라 반응 가스의 확산 및 반응성을 저하시키고, 촉매층에서 생성된 물의 배출이 원활하지 못하게 되어 연료 전지의 성능을 저하시키는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 발명한 것으로서, 본 발명의 목적은 연료 전지의 스택 구조 결합시 가스 확산층에 대한 과압축 및 응력 집중 현상을 방지하고, 이에 따라 가스 확산층의 압축에 의한 전해질막의 손상을 방지하고 연료 전지의 내구성을 향상시킬 수 있는 연료 전지용 분리판을 제공하는 것이다.

[0014] 본 발명의 다른 목적은 연료 전지의 스택 구조 결합시 가스 확산층의 압축률을 감소시켜 가스 확산층의 가스 투과도가 낮아지는 현상을 보완할 수 있고, 이에 따라 반응 기체의 확산 및 반응성을 양호한 상태로 유지할 수 있어 연료 전지의 성능을 향상시킬 수 있는 연료 전지용 분리판을 제공하는 것이다.

[0015] 본 발명의 또 다른 목적은 연료 전지의 스택 구조 결합시 가스 확산층의 압축률을 감소시켜 촉매층에서 생성된 물이 가스 확산층을 용이하게 투과하여 배출되도록 하고, 이에 따라 연료 전지의 성능을 안정적으로 유지시킬 수 있는 연료 전지용 분리판을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명은, 막전극 접합체의 양측에 배치되는 가스 확산층에 압착 결합되어 연료 가스 또는 공기를 공급하는 연료 전지용 분리판에 있어서, 상기 가스 확산층과 접촉하는 일면에는 연료 가스 또는 공기가 공급되도록 가스 유로가 형성되고, 상기 가스 유로가 서로 평행하게 다수개의 홈 형태로 형성되도록 상기 가스 유로 사이사이에는 서로 평행하게 돌출된 형태로 다수개의 리브가 형성되며, 상기 리브는 일정 높이를 갖는 메인 리브부와, 끝단의 높이가 상기 메인 리브부보다 낮게 형성되는 서브 리브부 중 어느 하나 이상을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 하는 연료 전지용 분리판을 제공한다.

[0017] 이때, 상기 리브는 상기 메인 리브부 및 서브 리브부가 구간마다 반복하여 교대로 형성될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 리브는 순차적으로 인접하게 배치되는 리브마다 서로 대응되는 일정 구간에서 상기 메인 리브부와 상기 서브 리브부가 순차적으로 교번하여 배치되도록 형성될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 가스 유로가 지그재그 방향으로 형성되도록 상기 리브에는 직선 구간 및 변환 구간이 형성되고, 상기 서브 리브부가 형성된 경우 상기 서브 리브부는 상기 직선 구간에만 형성될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 메인 리브부의 끝단면은 볼록한 곡면을 이루도록 형성되고, 상기 서브 리브부의 끝단면은 오목한 곡면을 이루도록 형성될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 서브 리브부의 끝단면에는 길이 방향을 따라 파형이 형성되는 웨이브부가 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 의하면, 가스 확산층과 접촉하며 가스 유로를 이루도록 형성되는 다수개의 리브에 대해 끝단면의 높이가 서로 다른 메인 리브부와 서브 리브부로 구성함으로써, 연료 전지의 스택 구조 결합시 가스 확산층에 대한 과압축 및 응력 집중 현상을 방지하고, 이에 따라 가스 확산층의 압축에 의한 전해질막의 손상을 방지하고 연료 전지의 내구성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0023] 또한, 전술한 리브의 구조를 통해 연료 전지의 스택 구조 결합시 가스 확산층의 압축률을 감소시켜 가스 확산층의 가스 투과도가 낮아지는 현상을 보완할 수 있고, 이에 따라 반응 기체의 확산 및 반응성을 양호한 상태로 유지할 수 있어 연료 전지의 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0024] 또한, 연료 전지의 스택 구조 결합시 가스 확산층의 압축률이 감소되어 촉매층에서 생성된 물이 가스 확산층을 용이하게 투과하여 배출될 수 있고, 이에 따라 연료 전지의 성능을 안정적으로 유지시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 일반적인 연료 전지의 스택 구조를 개념적으로 도시한 도면,

도 2는 종래 기술에 따른 연료 전지의 단위 셀 구조를 개념적으로 도시한 도면,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지용 분리판을 적용한 연료 전지의 단위 셀 구조를 개념적으로 도시한 도면,

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지용 분리판의 구성을 개략적으로 도시한 사시도,

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지용 분리판의 구성을 개략적으로 도시한 평면도,

도 6은 가스 확산층의 압축률과 투과도의 상관 관계를 나타내는 그래프,

도 7 및 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지용 분리판을 적용한 연료 전지의 발전 부하 변화 실험 결과를 비교한 그래프,

도 9 및 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지용 분리판의 또 다른 형상을 개략적으로 도시한 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0027] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지용 분리판을 적용한 연료 전지의 단위 셀 구조를 개념적으로 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지용 분리판의 구성을 개략적으로 도시한 사시도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지용 분리판의 구성을 개략적으로 도시한 평면도이고, 도 6은 가스 확산층의 압축률과 투과도의 상관 관계를 나타내는 그래프이고, 도 7 및 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지용 분리판을 적용한 연료 전지의 발전 부하 변화 실험 결과를 비교한 그래프이다.

[0028] 먼저, 연료 전지는 종래 기술에서 설명한 바와 같이 다수개의 단위 셀이 적층되어 하나의 스택 구조를 이루는 형태로 구성되는데, 각각의 단위 셀은 전해질막(110)의 양면에 양극 및 음극 촉매층(120)이 접촉 배치되는 형태로 구성된 막전극 접합체(100)와, 막전극 접합체(100)의 촉매층(120)에 연료 및 공기를 공급할 수 있도록 막전극 접합체(100)의 양측에 배치되는 분리판(300)을 포함하여 구성되며, 막전극 접합체(100)와 분리판(300) 사이에는 연료 또는 공기의 원활한 전달을 위해 가스 확산층(200)이 구비된다.

[0029] 이러한 연료 전지 스택의 적층 방향 양측 최외곽에는 각각 엔드 플레이트(20)가 마감 결합되고, 엔드 플레이트(20)를 별도의 결합 볼트(30)를 통해 상호 압축 결합하여 하나의 스택을 이루도록 구성된다. 이때, 분리판(300)에는 결합 볼트(30)를 통해 엔드 플레이트(20)와 결합될 수 있도록 결합홀(320)이 형성된다.

[0030] 본 발명은 이러한 연료 전지에 사용되는 분리판(300)에 대한 발명으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 분리판(300)은 가스 확산층(200)과 접촉하는 일면에 연료 가스 또는 공기가 공급될 수 있도록 가스 유로(301)가 형성된다.

[0031] 가스 유로(301)는 반응 가스의 유동 경로가 증가될 수 있도록 지그재그 형태로 형성될 수 있는데, 이러한 가스 유로(301)의 양단에는 외부로부터 반응 가스가 유입 및 유출되도록 유입구(330) 및 유출구(340)가 형성된다.

[0032] 이때, 가스 유로(301)는 도 3 내지 도 5에 도시된 바와 같이 서로 평행한 다수개의 홈 형태로 형성될 수 있는데, 이를 위해 가스 유로(301) 사이사이에는 서로 평행하게 돌출된 형태로 다수개의 리브(310)가 형성된다.

[0033] 각각의 리브(310)는 본 발명의 일 실시예에 따라 일정 높이를 갖는 메인 리브부(311)와, 끝단의 높이가 메인 리브부(311)보다 낮게 형성되는 서브 리브부(312) 중 적어도 어느 하나 이상을 갖도록 형성된다. 좀 더 구체적으로는, 다수개의 리브(310) 중 일부 리브(310)는 전 구간에서 메인 리브부(311)만 갖도록 형성되고, 나머지 리브(310)는 메인 리브부(311) 및 서브 리브부(312)를 각 구간별로 모두 갖도록 형성될 수 있다.

[0034] 메인 리브부(311)는 그 끝단 높이가 분리판(300)의 표면 높이와 동일한 높이로 형성될 수 있고, 서브 리브부(312)는 메인 리브부(311)의 끝단면이 오목하게 함몰된 형태로 메인 리브부(311)의 높이보다 더 낮은 높이로 형성된다.

[0035] 메인 리브부(311) 및 서브 리브부(312)를 모두 갖는 리브(310)는 메인 리브부(311)와 서브 리브부(312)가 구간마다 반복하여 교대로 형성될 수 있다. 이는 메인 리브부(311)의 끝단면을 일부 구간마다 반복적으로 함몰된 형태로 가공하여 서브 리브부(312)가 반복 형성되도록 하는 방식으로 이루어질 수 있다.

[0036] 또한, 다수개의 리브(310)는 순차적으로 인접하게 배치되는 리브(310)마다 서로 대응되는 일정 구간에서 메인 리브부(311) 및 서브 리브부(312)가 순차적으로 교번하여 배치되도록 형성되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 분리판(300)의 일면에 10개의 리브(310)가 서로 평행하게 형성된 경우, 1번째 리브(310)의 일정 구간에는 서브 리브부(312)가 형성되고, 1번째 리브(310)와 인접한 2번째 리브(310)의 일정 구간에는 메인 리브부(311)가 형성되며, 2번째 리브(310)와 인접한 3번째 리브(310)의 일정 구간에는 다시 서브 리브부(312)가 형성되고, 4번째 리브(310)에는 다시 메인 리브부(311)가 형성되는 방식으로 10번째 리브(310)까지 순차적으로 서브 리브부(312)와 메인 리브부(311)가 교번하여 배치되도록 형성될 수 있다. 이때, 서브 리브부(312)와 메인 리브부(311)가 형성되는 구간은 각각의 리브(310)에서 모두 서로 대응되는 구간에 인접하게 형성된다.

[0037] 즉, 1,3,5,7,9번째 리브(310)의 일정 구간에는 서브 리브부(312)가 형성되고, 2,4,6,8,10번째 리브(310)에는 이와 대응되는 구간에 메인 리브부(311)가 형성되어 서로 대응되는 동일한 구간에서 메인 리브부(311)와 서브 리브부(312)가 순차적으로 교번하여 배치되도록 구성될 수 있다.

[0038] 이와 같이 구성된 가스 유로(301)와 리브(310)의 구조를 단순화하여 살펴보면, 도 3에 도시된 바와 같이 일정한 구간에서 2개의 메인 리브부(311) 사이에 1개의 서브 리브부(312)가 배치되는 형태로 구성되며, 메인 리브부(311)와 서브 리브부(312) 사이에 각각 가스 유로(301)가 형성된다.

[0039] 이때, 메인 리브부(311)의 끝단 높이가 서브 리브부(312)의 끝단 높이보다 더 높게 형성되므로, 분리판(300)의 일면이 가스 확산층(200)과 접촉 압착되는 과정에서 메인 리브부(311)의 끝단면이 가스 확산층(200)에 압착되고, 메인 리브부(311)에 의해 압착된 가스 확산층(200)은 2개의 메인 리브부(311) 사이 공간, 즉 가스 유로(301) 및 서브 리브부(312)가 형성된 공간으로 침투하게 된다. 이때, 서브 리브부(312)는 가스 확산층(200)을 압축하지 않고 단순히 가스 확산층(200)에 접촉하는 정도로 유지되도록 끝단면의 높이가 형성되는 것이 바람직하다.

[0040] 이러한 구조에 따라 가스 확산층(200)은 실질적으로 메인 리브부(311)에 의해서만 압축되므로, 압축 부위가 감소하여 전체적으로 가스 확산층(200)에 대한 압축률이 감소하게 되고, 특히, 서브 리브부(312)가 형성된 공간으로 가스 확산층(200)이 침투하며 압축 방지되므로, 연료 전지의 스택 구조 결합시 가스 확산층(200)에 대한 과압축 및 응력 집중 현상을 방지할 수 있다. 따라서, 분리판(300)에 의한 압축에 의해 가스 확산층(200)이 전해질막을 손상시키는 현상을 방지할 수 있어 연료 전지의 내구성을 더욱 향상시킬 수 있다.

[0041] 또한, 가스 확산층(200)의 압축률이 감소함으로써, 가스 확산층(200)의 가스 투과도가 낮아지는 현상을 보완할

수 있으며, 이에 따라 반응 기체의 확산 및 반응성을 양호한 상태로 유지할 수 있다. 아울러, 가스 확산층(200)의 압축률 감소로 인해, 촉매층(120)에서 생성된 물이 가스 확산층(200)을 투과하여 용이하게 배출될 수 있어 연료 전지의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0042] 한편, 가스 유로(301)는 반응 가스의 유동 경로가 증가하도록 전술한 바와 같이 분리판(300)의 일면에 지그재그 방향으로 형성될 수 있는데, 이에 따라 다수개의 리브(310) 또한 지그재그 방향으로 형성된다. 따라서, 다수개의 리브(310)에는 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 직선 구간(P1) 및 방향 전환되는 변환 구간(P2)이 형성되고, 변환 구간(P2)은 절곡된 직선 구간 형태 또는 곡선 구간 형태로 형성될 수 있다.

[0043] 이때, 리브(310)에 서브 리브부(312)가 형성된 경우, 서브 리브부(312)는 변환 구간(P2)에는 형성되지 않고 직선 구간(P1)에만 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 반응 가스는 지그재그 방향으로 형성된 가스 유로(301)를 통과하는 과정에서 변환 구간(P2)에서 가스 유동력에 의해 외측 방향으로 쏠리게 되므로, 변환 구간(P2)에서는 전기화학 반응이 더욱 활발하게 일어나게 된다. 따라서, 이러한 변환 구간(P2)에는 전류 밀도가 불균일해질 수 있으므로, 서브 리브부(312)는 반응 가스의 유동이 상대적으로 균일한 직선 구간(P1)에서만 형성되는 것이 바람직하다.

[0044] 따라서, 지그재그 형태로 형성되는 어느 하나의 리브(310)를 기준으로 보면, 직선 구간(P1)에서 서브 리브부(312)가 형성되고 변환 구간(P2)에서는 메인 리브부(311)가 형성되며, 다시 직선 구간(P1)에서 서브 리브부(312), 변환 구간(P2)에서 메인 리브부(311)가 반복 형성되는 방식으로 구성된다. 물론, 서브 리브부(312)가 형성되지 않는 리브(310)는 전체 구간에서 메인 리브부(311)만 균일하게 형성될 수 있다.

[0045] 이러한 구성에 따라 지그재그 형태의 다수개 리브(310)는 직선 구간(P1)에서만 메인 리브부(311)와 서브 리브부(312)가 순차적으로 교번하여 배치되고, 이에 따라 더욱 안정적이고 균일한 연료 전지의 성능을 발휘할 수 있다.

[0046] 한편, 전술한 바와 같이 서브 리브부(312)의 끝단면은 가스 확산층(200)과 단순 접촉하는 정도로 유지되도록 그 높이가 형성되는 것이 바람직한데, 이를 위해 메인 리브부(311)와 서브 리브부(312)의 높이차는 가스 확산층(200) 두께의 20% 내지 30%로 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 가스 확산층(200)의 최초 상태의 두께가 100㎛ 라면, 메인 리브부(311)와 서브 리브부(312)의 높이차는 20㎛ 내지 30㎛ 로 형성되는 것이 바람직하다.

[0047] 일반적으로 연료 전지의 적정 체결압으로 사용되는 10~20bar(=1~2MPa)의 압력으로 가스 확산층을 압축하면 가스 확산층의 두께가 20~30% 줄어드는 것으로 알려져 있다. 따라서, 연료 전지의 체결 시 서브 리브부(312)는 가스 확산층(200)과 접촉만 유지하는 상태를 가지는 것이 바람직하므로, 메인 리브부(311)와 서브 리브부(312)의 높이차는 가스 확산층(200) 두께의 20~30%가 바람직하다.

[0048] 또한, 도 6에는 가스 확산층(200)의 압축 두께에 따른 가스 투과도의 변화 상태에 대한 실험 결과 그래프가 도시되는데, 380㎛ 두께의 가스 확산층(200)을 250㎛ 두께로 약 35% 정도의 압축률로 압축하게 되면, 가스 투과도가 급격하게 낮아지게 되고, 그 이상 압축하게 되면, 가스 투과도는 거의 변화없이 일정하게 유지됨을 알 수 있다.

[0049] 가스 확산층의 압축에 따른 투과도에 관한 연구의 이론적인 배경이 되는 공식은 Darcy's Law인데, 이 식은 가스 확산층과 같은 다공성 매질의 투과도를 계산할 때 사용되며, 아래와 같다.

$$P_{in}^2 - P_{out}^2 = \frac{\mu}{K}\frac{2RTL}{M_w}m'$$

[0050]

[0051] 여기에서 투과도 K값이 작아지면, Pin2 - Pout2 이 증가하게 되는데, 기체가 다공성 매질을 통과할 때 더 높은 압력차가 발생하는 것을 뜻하는 것으로, 연료 전지에 적용하여 기체가 다공성 매질인 가스 확산층(200)을 통과하여 촉매층(120)까지 도달하는 과정에서 보면, 서브 리브부(312)가 형성된 분리판의 경우 가스 확산층(200)의 압축률이 낮아 투과도가 향상되고, 이에 따라 기체가 통과하는데 상대적으로 더 낮은 압력이 필요하므로, 부하가 변할 때 응답성이 향상됨을 알 수 있다.

[0052] 도 7 및 도 8에는 종래 기술에 따른 일반적인 리브 형태인 서브 리브부(312)가 형성되지 않는 경우와 본 발명에

따른 서브 리브부(312)가 형성된 경우에 대한 발전 부하 변화 상태가 도시된다.

[0053] 도 7에 도시된 바와 같이 전류 밀도를 0.6/cm^2 에서 0.8A/cm^2 으로 변화시켰을 때, 서브 리브부(312)가 형성되지 않은 경우에는 0.304V의 전압 변화가 발생한 후 정상 상태로 되었으나, 서브 리브부(312)가 형성된 경우에는 0.215V의 전압 변화가 발생한 후 정상 상태로 됨을 알 수 있다. 도 8에서도 마찬가지로 전류 밀도를 0.8/cm^2 에서 1.0A/cm^2 으로 변화시켰을 때, 서브 리브부(312)가 형성되지 않은 경우에는 0.355V의 전압 변화가 발생한 후 정상 상태로 되었으나, 서브 리브부(312)가 형성된 경우에는 0.254V의 전압 변화가 발생한 후 정상 상태로 됨을 알 수 있다.

[0054] 즉, 리브(310)에 서브 리브부(312)가 형성된 경우, 전류 밀도 변화에 따른 전압 변화가 상대적으로 감소함을 알 수 있다. 따라서, 서브 리브부(312)를 형성하게 되면, 전술한 바와 같이 응답성이 향상되어 발전 부하를 변화시키는 경우 더욱 안정적인 발전 성능을 발휘할 수 있음을 알 수 있다.

[0055] 도 9 및 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지용 분리판의 또 다른 형상을 개략적으로 도시한 사시도이다.

[0056] 도 9에 도시된 바와 같이 메인 리브부(311)의 끝단면은 볼록한 곡면을 이루도록 형성되고, 서브 리브부(312)의 끝단면은 오목한 곡면을 이루도록 형성될 수 있다. 이러한 구성에 따라 메인 리브부(311) 및 서브 리브부(312)의 끝단면과 가스 확산층(200)의 접촉 면적이 증가하므로, 리브(310)와 가스 확산층(200)과의 접촉 저항을 감소시킬 수 있고, 가스 확산층(200)에 대한 과압축을 더욱 방지할 수 있다.

[0057] 또한, 도 10에 도시된 바와 같이 서브 리브부(312)의 끝단면에는 서브 리브부(312)의 길이 방향을 따라 파형이 형성되는 웨이브부(312-1)가 형성될 수 있다. 이러한 웨이브부(312-1)에 의해 서브 리브부(312)와 가스 확산층(200)과의 접촉 면적을 증가시켜 접촉 저항을 감소시킬 수 있고 가스 확산층(200)에 대한 과압축을 방지할 수 있다.

[0058] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0059]

100: 막전극 접합체 110: 전해질막

120: 촉매층 200: 가스 확산층

300: 분리판 301: 가스 유로

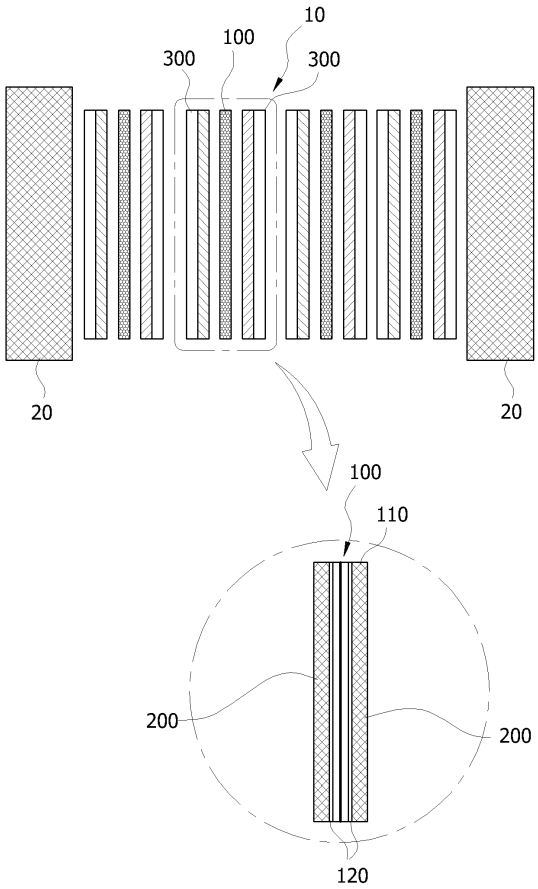
310: 리브 311: 메인 리브부

312: 서브 리브부 P1: 직선 구간

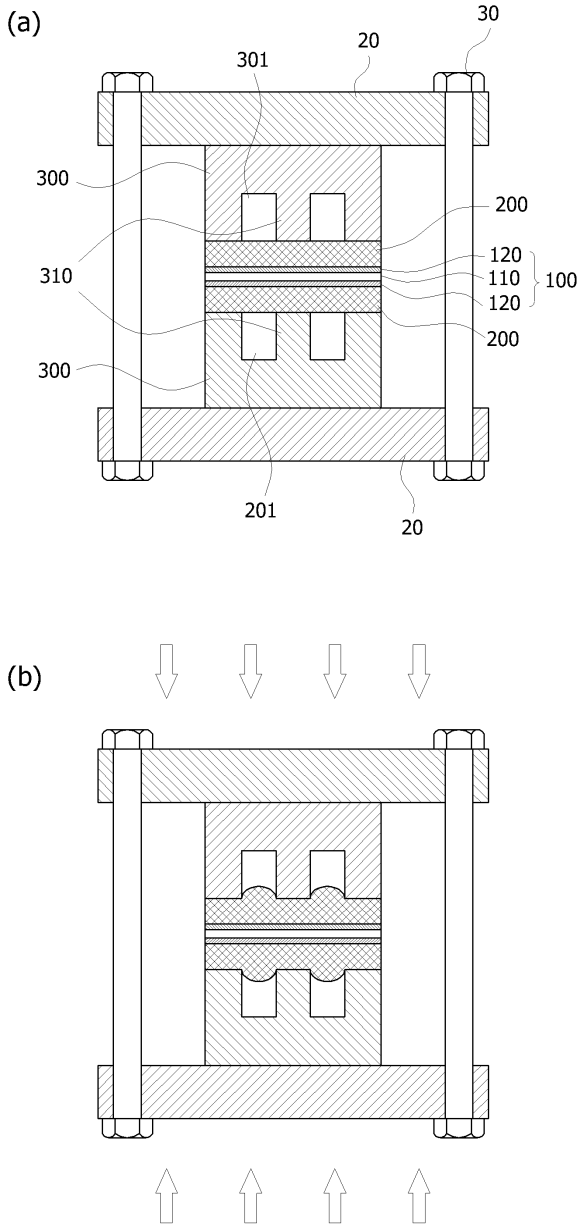
P2: 변환 구간

도면

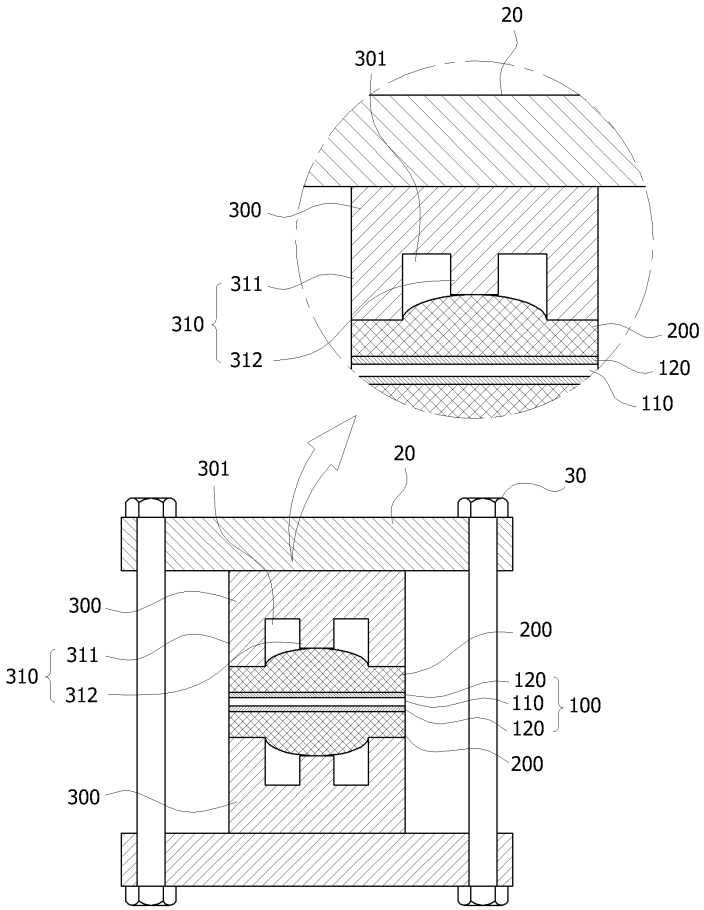
도면1



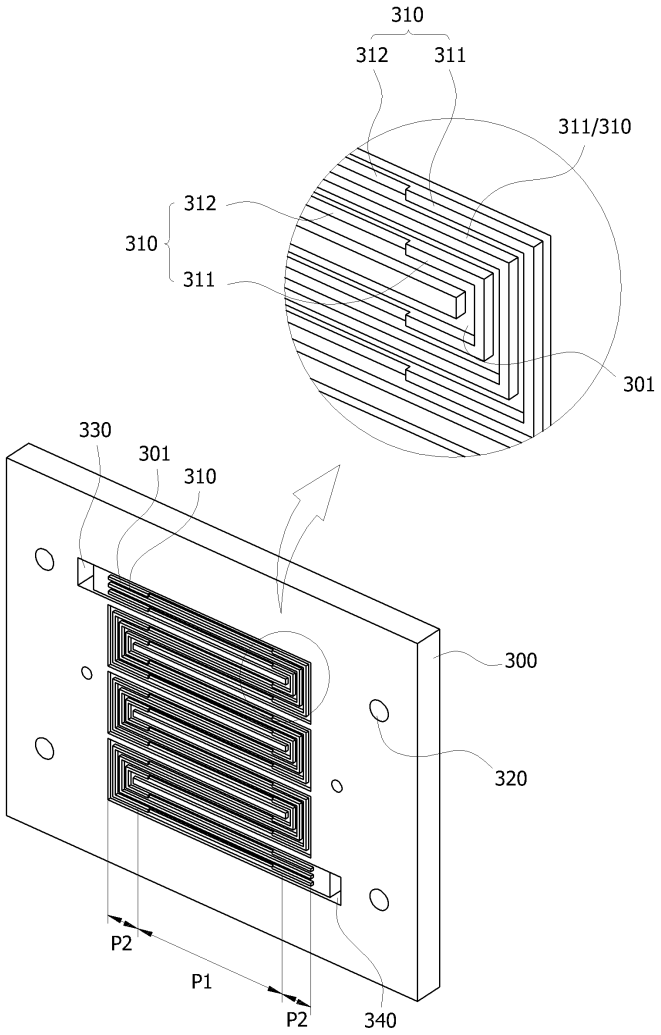
도면2



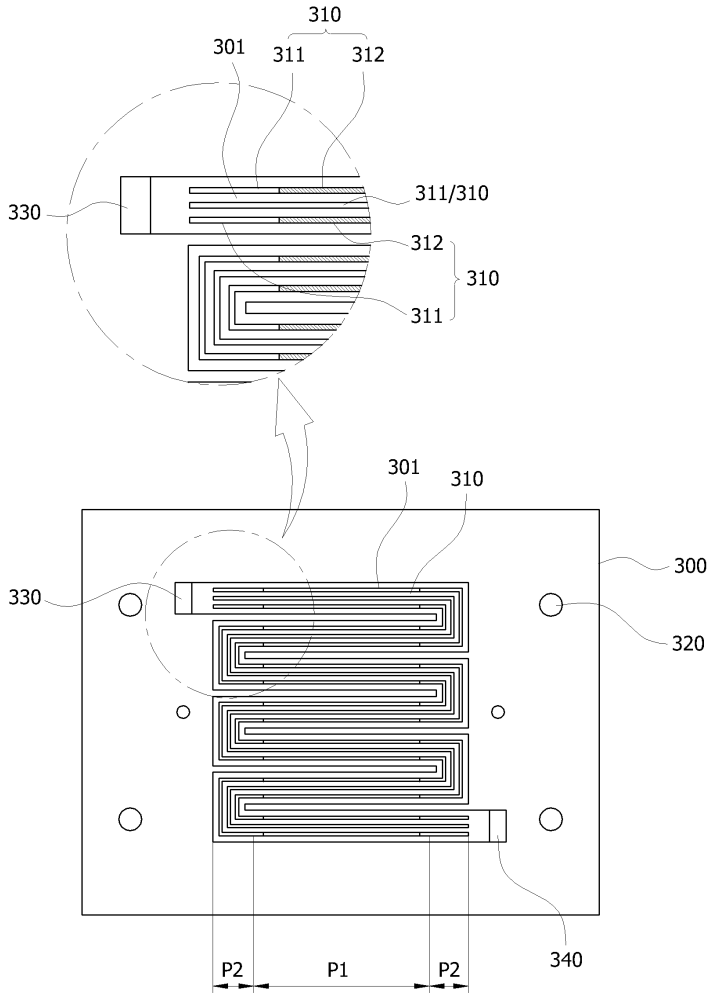
도면3


20
301
300
311
310
312
200
120
110
301
20
30
300
311
310
312
200
120
110
100
120
200
300

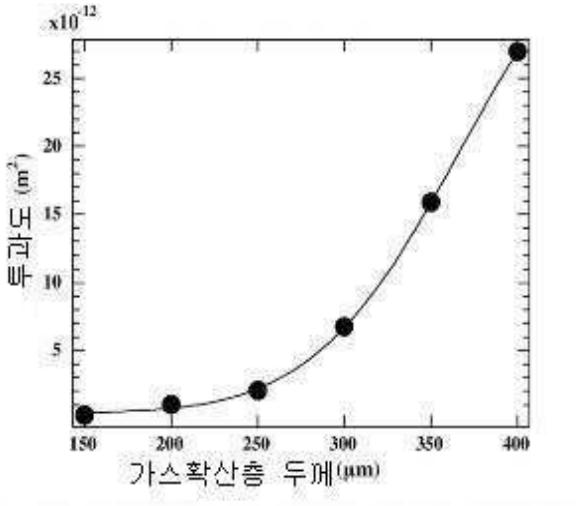
도면4


310
312
311
311/310
312
310
311
301
330
301
310
300
320
P2
P1
P2
340

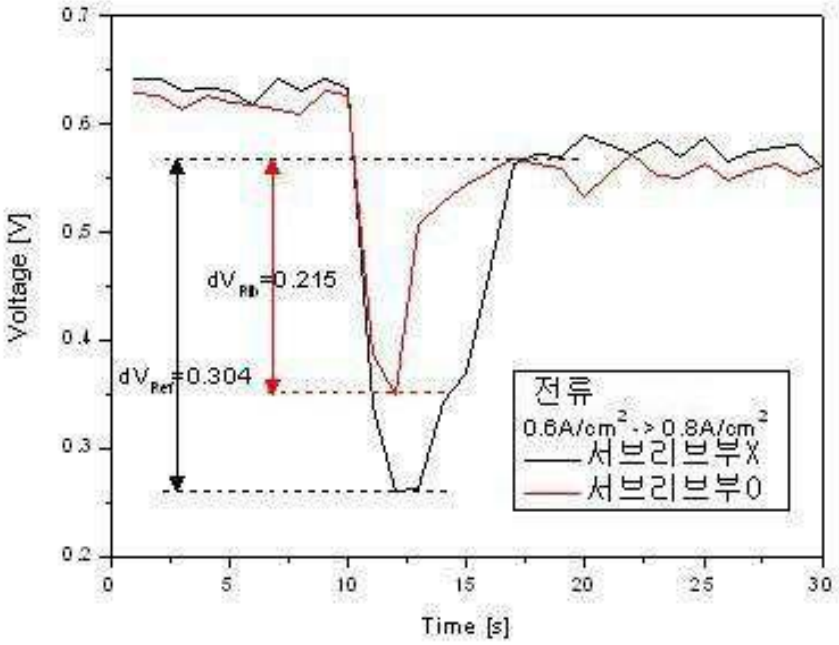
도면5


310
301
311
312
311/310
330
312
310
311
301
310
300
330
320
340
P2
P1
P2

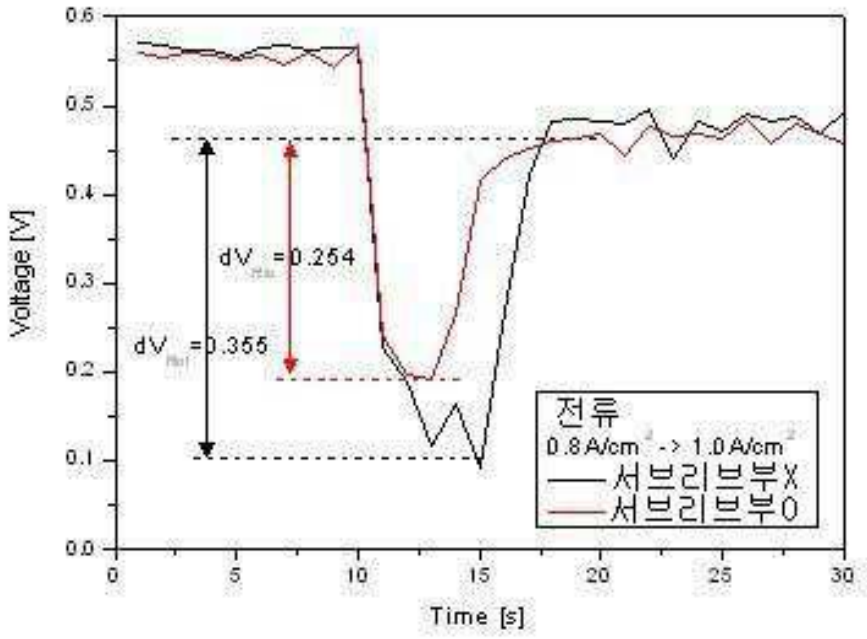
도면6


x10-12
25
20
15
10
5
투과도 (m2)
150
200
250
300
350
400
가스확산층 두께(μm)

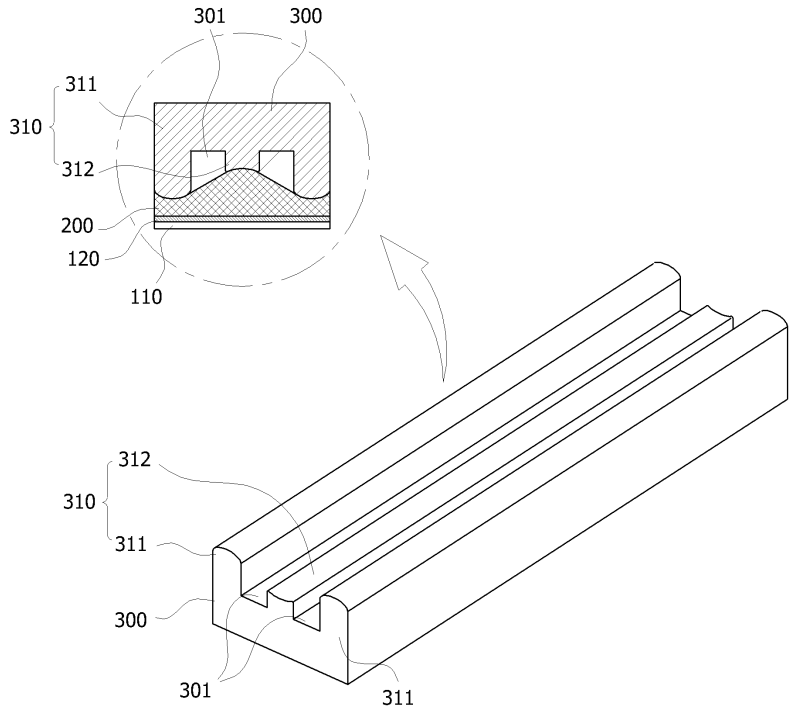
도면7


Voltage [V]
Time [s]
dV=0.215
dV=0.304
전류
0.6A/cm² -> 0.8A/cm²
서브리브부X
서브리브부0

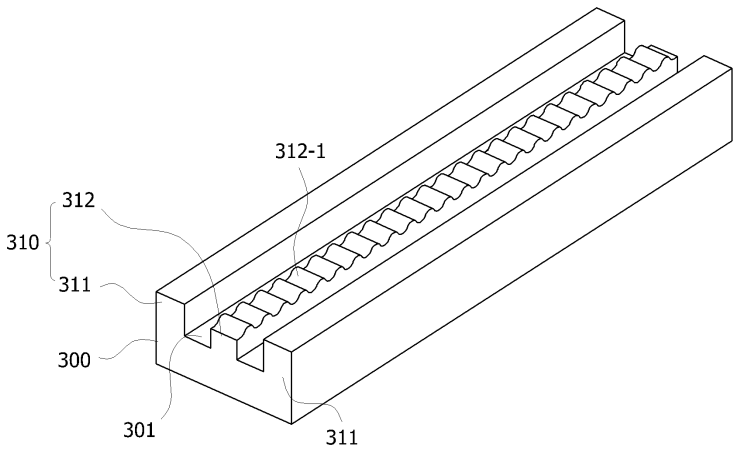
도면8


Voltage [V]
Time [s]
dV=0.254
dV=0.355
전류
0.8A/cm² -> 1.0A/cm²
서브리브부X
서브리브부0

도면9


301
300
311
310
312
200
120
110
312
310
311
300
301
311

도면10


312-1
312
310
311
300
301
311