



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0100866
(43) 공개일자 2023년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01M 8/02 (2016.01) C01B 3/38 (2006.01)
H01M 8/0232 (2016.01) H01M 8/0258 (2016.01)
H01M 8/1004 (2016.01)

(52) CPC특허분류

H01M 8/02 (2013.01)
C01B 3/386 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0190507

(22) 출원일자 2021년12월29일
심사청구일자 2021년12월29일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

이후승

대전광역시 유성구 어은로 57, 116동 404호(어은동, 한빛아파트)

아타나리 스리니바산

대전광역시 유성구 대학로 99, 440호(궁동, 공학1호관)

(74) 대리인

특허법인오암

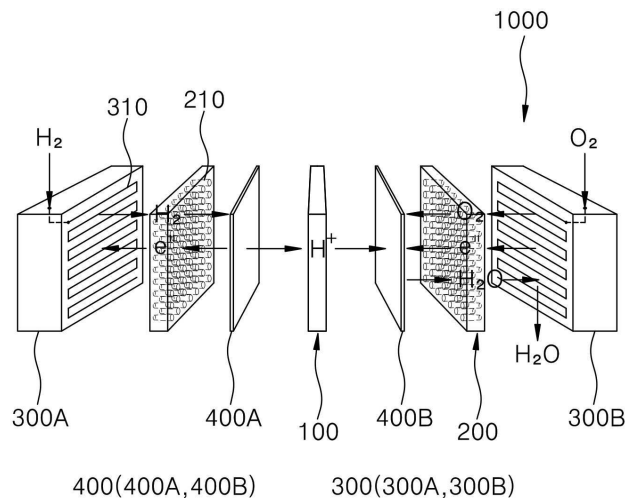
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 수소 연료전지, 수소 연료전지 제조방법

(57) 요약

본 발명은 멤브레인을 사이에 두고 대향 배치되고 두께방향으로 복수개의 가스확산층이 천공되는 가스확산층과, 전극의 외측면에 결합되고 기체의 유동을 가이드하는 패턴이 형성되는 바이폴라플레이트와, 가스확산층과 멤브레인 사이에 위치되는 촉매층을 포함하고, 가스확산층과 상기 바이폴라플레이트가 금속 재질로 형성되는 수소 연료전지에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01M 8/0232 (2013.01)

H01M 8/0258 (2013.01)

H01M 8/1004 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

멤브레인(100)을 사이에 두고 대향 배치되고 두께방향으로 복수개의 가스확산홀(210)이 천공되는 가스확산층(200);

상기 가스확산층의 외측면에 결합되고 기체의 유동을 가이드하는 패턴(310)이 형성되는 바이폴라플레이트(300); 및

상기 가스확산층과 상기 멤브레인(100) 사이에 위치되는 촉매층(400);을 포함하고,

상기 가스확산층(200)과 상기 바이폴라플레이트(300)는 금속 재질로 형성되는, 수소 연료전지.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 가스확산홀(210)과 상기 패턴(310)은 레이저로 가공되는 것;을 특징으로 하는, 수소 연료전지.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 가스확산홀(210)은 상기 멤브레인(100)과 마주보는 내측보다 상기 바이폴라플레이트(300)와 마주보는 외측의 직경이 작은 것;을 특징으로 하는, 수소 연료전지.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 가스확산홀(110)은 테이퍼 형태의 단면 형상을 가지는 것;을 특징으로 하는, 수소 연료전지.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 가스확산층(200)과 상기 바이폴라플레이트(300) 사이에 위치되어 가스확산층(200)과 바이폴라플레이트(300)를 결합하는 전도성 에폭시(500);를 더 포함하는, 수소 연료전지.

청구항 6

제 5항의 수소 연료전지 제조방법에 있어서,

상기 바이폴라플레이트(300)에 전도성 에폭시(500)를 도포하는 에폭시 도포단계;

전도성 에폭시(500)가 도포된 바이폴라플레이트(300)에 레이저를 이용하여 상기 패턴(310)을 형성하는 패턴 형성단계;

상기 바이폴라플레이트(300)에 가스확산층(200)을 결합하는 결합단계;를 포함하는, 수소 연료전지 제조방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 가스 확산층(210) 및 상기 패턴(310) 형성에 사용되는 레이저는 피코 또는 펨토세컨 레이저인 것;을 특징으로 하는, 수소 연료전지 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가스확산층과 바이폴라플레이트가 금속재질로 이루어진 수소 연료전지와, 이러한 수소 연료전지의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 연료전지의 성능은 전기전도도에 비례하므로 종래의 연료전지는 가스확산층과 바이폴라플레이트를 탄소계 소재로 만드는 경우가 많았다.

[0003] 그러나, 탄소계 소재의 경우 입자가 균일하게 퍼져있지 않고 일부 영역에 뭉쳐있는 경우가 많아 세밀한 가공이 어려운 문제점이 있었다.

[0004] 그리고, 내구성 문제로 두께를 얇게 만들 수 없어, 연료전지의 집적도를 높일 수 없는 문제점 또한 가지고 있었다.

[0005] 따라서, 보다 가공이 용이하고 두께를 얇게 형성하여도 충분한 내구성을 가질 수 있는 가스확산층 및 바이폴라플레이트와, 이러한 개량된 가스확산층 및 바이폴라플레이트를 포함하는 연료전지 개발 필요성이 대두되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 특허문헌 1) 국내공개특허공보 제10-1999-0081105호(명칭: 가스확산전극 및 이를 이용한 수소 이온 교환막 연료전지, 공개일: 1999.11.15)

(특허문헌 0003) 특허문헌 2) 국내공개특허공보 제10-2007-0021135호(명칭: 수소이온교환막 연료전지용 가스확산전극 및 막전극접합체, 공개일: 2007.02.22)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 가스확산층과 바이폴라플레이트가 금속 재질로 형성되어 가공이 용이하고, 두께를 최소화하여 집적도를 높일 수 있는 수소 연료전지를 제공하는 것이다.

[0008] 또한, 레이저로 가공 가능하여 가공 정밀도를 극대화 가능한 수소 연료전지를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명인 수소 연료전지는, 멤브레인(100)을 사이에 두고 대향 배치되고 두께방향으로 복수개의 가스확산층(210)이 천공되는 가스확산층(200); 상기 가스확산층의 외측면에 결합되고 기체의 유동을 가이드하는 패턴(310)이 형성되는 바이폴라플레이트(300); 및 상기 가스확산층과 상기 멤브레인(100) 사이에 위치되는 촉매층(400);을 포함하고, 상기 가스확산층(200)과 상기 바이폴라플레이트(300)는 금속

재질로 형성되는 것을 특징으로 한다.

- [0010] 상기 가스확산홀(210)과 상기 패턴(310)은 레이저로 가공되는 것;을 특징으로 한다.
- [0011] 상기 가스확산홀(210)은 상기 멤브레인(100)과 마주보는 내측보다 상기 바이폴라플레이트(300)와 마주보는 외측의 직경이 작은 것;을 특징으로 한다.
- [0012] 상기 가스확산홀(110)은 테이퍼 형태의 단면 형상을 가지는 것;을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 가스확산층(200)과 상기 바이폴라플레이트(300) 사이에 위치되어 가스확산층(200)과 바이폴라플레이트(300)를 결합하는 전도성 에폭시(500);를 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 가스확산층(200)은 상기 바이폴라플레이트(300)로 기체가 유입되는 입구측에 인접하게 위치되는 상부영역(S1)과, 바이폴라플레이트(300)를 통과한 기체가 배출되는 출구측에 인접하게 위치되는 하부영역(S2)과, 상기 상부영역(S1)과 하부영역(S2) 사이에 위치되는 중앙영역(S3)으로 구분되고, 상기 상부영역(S1)에 위치되는 상기 가스확산홀(210)과 상기 중앙영역(S3)에 위치되는 상기 가스확산홀(210)은 멤브레인(100)과 마주보는 내측보다 바이폴라플레이트(300)와 마주보는 외측 직경이 작게 형성되되, 하부영역(S1)에 위치되는 가스확산홀(210)은 멤브레인(100)과 마주보는 내측보다 바이폴라플레이트(300)와 마주보는 외측 직경이 크게 형성되는 것;을 특징으로 한다.
- [0015] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명인 수소 연료전지 제조방법은, 상기 바이폴라플레이트(300)에 전도성 에폭시(500)를 도포하는 에폭시 도포단계; 전도성 에폭시(500)가 도포된 바이폴라플레이트(300)에 레이저를 이용하여 상기 패턴(310)을 형성하는 패턴 형성단계; 상기 바이폴라플레이트(300)에 가스확산층(200)을 결합하는 결합단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명인 수소 연료전지는, 가스확산층과 바이폴라플레이트가 금속 재질로 형성되므로, 가스확산홀 및 패턴 가공이 용이하고, 가스확산층과 바이폴라플레이트의 두께를 최소화 하여도 충분한 내구성을 가질 수 있는 장점이 있다.
- [0017] 또한, 상기 가스확산층과 바이폴라플레이트가 동일 재질로 형성되므로 서로 결합이 용이할 뿐만 아니라, 높은 전기전도도를 가질 수 있는 장점이 있다.
- [0018] 그리고, 가스확산홀이 촉매층이 위치되는 내측으로 갈수록 직경이 넓어지는 테이퍼 구조를 가지므로, 기체가 이동 과정에서 확산되며 촉매층 전 영역에 균일하게 퍼질 수 있는 장점이 있다.
- [0019] 즉, 기체를 균일하게 퍼트려 연료와 촉매 사이의 반응성을 극대화 가능한 것이다.
- [0020] 아울러, 바이폴라플레이트에 에폭시를 도포한 상태에서 레이저로 패턴을 가공하므로, 패턴 가장자리를 감싸는 에폭시의 내면이 가열되며 바이폴라플레이트와 보다 공고히 결합되어 기체의 누출을 방지 가능한 장점이 있다.
- [0021] 또한, 패턴이 복수개의 유로를 형성하므로, 기체의 이동을 보다 안정적으로 가이드 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명인 수소 연료전지를 나타낸 분해 사시도.
- 도 2는 본 발명인 수소 연료전지의 가스확산층을 나타낸 정면도.
- 도 3은 본 발명인 수소 연료전지의 가스확산층을 나타낸 사시도,
- 도 4는 본 발명인 수소 연료전지의 가스확산층을 나타낸 단면도.
- 도 5 내지 도 6은 본 발명인 수소 연료전지의 가스확산층에 형성된 가스확산홀의 형태에 따라 가변되는 기체의 확산성을 나타낸 실험데이터.
- 도 7은 본 발명인 수소 연료전지의 바이폴라플레이트를 나타낸 정면도.
- 도 8 내지 도 9는 수소 연료전지 제조방법을 설명하기 위한 개념도.
- 도 10은 본 발명인 수소 연료전지 가스확산층의 다른 형태를 설명하기 위한 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명의 실시예들에 대한 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0024] 본 발명의 실시예들을 설명함에 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 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 수소 연료전지(1000)와, 상기 수소 연료전지 제조방법에 관하여 설명하도록 한다.
- [0026] 도 1은 본 발명인 수소 연료전지를 나타낸 분해 사시도이고, 도 2는 본 발명인 수소 연료전지의 가스확산층을 나타낸 정면도이고, 도 3은 본 발명인 수소 연료전지의 가스확산층을 나타낸 사시도이고, 도 4는 본 발명인 수소 연료전지의 가스확산층을 나타낸 단면도이고, 도 5는 본 발명인 수소 연료전지의 가스확산층에 형성된 가스 확산홀의 형태에 따라 가변되는 기체의 확산성을 나타낸 실험데이터이고, 도 6은 본 발명인 수소 연료전지의 바이폴라플레이트를 나타낸 정면도이고, 도 7 내지 도 8은 수소 연료전지 제조방법을 설명하기 위한 개념도이고, 도 9는 본 발명인 수소 연료전지 가스확산층의 다른 형태를 설명하기 위한 단면도이고, 도 10은 본 발명인 수소 연료전지 가스확산층의 다른 형태를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0027] 도 1 내지 도 2를 참조하면 본 발명인 수소 연료전지(1000)는, 멤브레인(100)을 사이에 두고 대향 배치되고, 두께방향으로 복수개의 가스확산홀(210)이 천공되는 가스확산층(200)과, 상기 전극(200)의 외측면에 결합되고 기체의 유동을 가이드하는 패턴(310)이 형성되는 바이폴라플레이트(300)와, 상기 가스확산층(200)과 상기 멤브레인(100) 사이에 위치되는 촉매층(400)을 포함할 수 있다.
- [0028] 상세히 설명하면, 어노드측(좌측) 제1 바이폴라플레이트(300A)의 제1 패턴(310A)에 수소를 주입하면, 수소가 어노드측 제1 촉매층(400A)과 반응하여 수소 이온 및 전자로 분리된다.
- [0029] 그리고, 분리된 전자는 연결된 도선을 따라 이동하여 동력장치를 구동하고, 수소 이온은 멤브레인(100)을 통과하여 캐소드측(타측)에 위치한 제2 촉매층(400B)으로 전달되며, 수소 이온은 제2 바이폴라플레이트(300B)의 제2 패턴(310B)으로 주입된 산소와 제2 촉매층(400B)에서 반응하여 물로 변환된다.
- [0030] 이때, 배터리의 성능을 극대화 하기 위해서는 가스확산층(200)과 바이폴라플레이트(300)의 전도도가 중요하기 때문에, 종래에는 가스확산층(200)과 바이폴라플레이트(300)를 탄소(카본)계 물질로 만들었지만, 이러한 탄소계 물질의 경우 입자 분포가 고르지 않기 때문에 정밀한 가공이 어려웠을 뿐만 아니라, 내구성이 낮아 충분한 내구성을 가지도록 하기 위해 일정 이상의 두께로 만들어야 하는 문제점 또한 가지고 있었다.
- [0031] 그리고, 정밀하지 못한 가공으로 만들어지는 패턴(310)은 기체의 이동을 저해하는 요소로 작용하여, 연료전지의 성능을 저하시켰다.
- [0032] 따라서, 본 발명에서는 상기 가스확산층(200)과 상기 바이폴라플레이트(300)를 금속으로 형성하여 가공성 및 내구성을 높이고, 패턴을 설계된 형태로 보다 정확하게 형성하여 기체의 이동이 보다 원활하게 이루어질 수 있도록 하였다.
- [0033] 이때, 상기 가스확산층(200)과 상기 바이폴라플레이트(300)가 금속 재질로 만들어지므로, 가스확산홀(210) 및 패턴(310)을 레이저를 이용하여 가공 가능하고, 이러한 레이저 가공은 가스확산홀(210)과 패턴(310)을 보다 정밀하게 만들 수 있도록 하는 효과가 있음은 물론이며, 금속 재질이라 함은 다양한 금속을 포함할 수 있으나 전도성이 높고 가공이 용이한 스테인레스강(SS), 티타늄(Ti)을 보다 권장한다.
- [0034] 상기 가스확산홀(210)은 촉매층(400)으로 기체를 확산 주입하기 위한 홀로, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 상기 가스확산층(200) 상에 복수개가 천공 형성될 수 있다.
- [0035] 이때, 상기 가스확산홀(210)은 다양한 형태일 수 있지만 상기 촉매층(400)으로 기체를 보다 균일하게 공급할 수

있는 특수한 형상을 가지는 것을 권장하며, 일 실시예로는 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이 가스확산층(200)의 두께방향 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 넓어지는 형태일 수 있다.

[0036] 상세히 설명하면, 어노드측 제1 촉매층(400A)으로 가스가 균일하게 공급될수록 수소의 산화가 효과적으로 이루어지고, 캐소드측 제2 촉매층(400B)으로 산소의 공급이 원활하게 이루어질수록 수소이온과 산소의 결합이 원활하게 이루어지므로, 가스확산홀(210)의 직경을 촉매층(400)과 인접할수록 확장되는 테이퍼 형태로 만들어, 촉매층(400)으로의 기체 공급이 원활하게 이루어질 수 있도록 한 것이다.

[0037] 이때, 가스확산홀(210)은 도 5에 도시된 바와 같이 입구측 직경과 출구측 직경의 비가 1:1 내지 1:2일 경우 기체의 확산이 원활하게 이루어지지 않으므로, 입구측 직경과 출구측 직경의 비가 도 6에 도시된 바와 같이 1:4 내지 1:6으로 이루어져 가스확산홀(210)을 통과한 기체가 넓게 퍼져나갈 수 있는 것을 권장하고, 보다 올바른 실시예로 가스확산홀(210)은 가스확산층(200)의 두께가 1mm일 때 입구측의 직경이 0.2mm, 출구측의 직경이 0.8mm일 수 있다.

[0038] 또한, 본 발명에서 상기 바이폴라플레이트(300)는 상기 패턴(310)이 하나의 유로만 형성할 수 있으나, 도 7에 도시된 바와 같이 복수개의 패턴(310)이 이격 배치되어 서로 밀접 배치된 복수개의 유로를 형성할 수 있으며, 보다 올바른 패턴(310)의 개수는 3개 내지 5개일 수 있다.

[0039] 복수개의 패턴(310)을 이격 형성할 경우 기체의 이동을 보다 안정적으로 가이드 가능할 뿐만 아니라, 복수개의 가스확산홀(210)에 공급되는 기체의 균일도를 높일 수 있는 장점이 있다.

[0040] 또한, 본 발명인 수소 연료전지(1000)는 도 8에 도시된 바와 같이 상기 가스확산층(200)과 상기 바이폴라플레이트(300) 사이에 전도성 에폭시(500)가 위치되어 가스확산층(200)과 바이폴라플레이트(300)를 연결하고, 가스확산층(200)과 바이폴라플레이트(300) 사이의 틈으로 기체가 누출되는 것을 방지 가능하다.

[0041] 이때, 상기 전도성 에폭시(500)를 통한 바이폴라플레이트(300)와 가스확산층(200)의 결합은, 바이폴라플레이트(300)에 전도성 에폭시(500)를 도포하는 에폭시 도포단계와, 전도성 에폭시(500)가 도포된 바이폴라플레이트(300)에 레이저(L)를 조사하여 패턴(310)을 형성하는 패턴 형성단계와, 바이폴라플레이트(300)에 가스확산층(200)을 결합하는 결합단계를 포함할 수 있다.

[0042] 상세히 설명하면, 전도성 에폭시의 경우 일정한 온도로 가열 시 접착력이 한층 높아지는 특성을 가지므로, 상기 바이폴라플레이트(300) 표면에 전도성 에폭시(500)를 도포 후 패턴(310) 형성작업이 이루어지면, 도 9에 도시된 바와 같이 레이저 가장자리에 위치된 전도성 에폭시(500)에 Heat effective zone(E)이 형성되어, 전도성 에폭시(500)와 바이폴라플레이트(300)가 보다 공고히 밀착 결합되는 것이다.

[0043] 이러한 밀착력 향상은 패턴(310)을 통해 이동하는 기체의 누출을 막을 수 있는 장점이 있다.

[0044] 패턴(310) 형성 시 에폭시(500)에 Heat effective zone(E)이 나타나게 하기 위해서는, 전도성 에폭시(500)를 설계된 온도로 정확하게 가열해야 하므로, 레이저는 가공 대상이 가열되는 온도를 조절 가능한 피코 또는 펨토 세컨 레이저가 사용되는 것을 권장하고, 상기 제조방법은 상기 에포시 도포단계와 패턴 형성단계 사이에 전도성 에폭시의 접착력을 높일 수 있는 온도를 찾는 베이킹 온도 검출단계와, 패턴 형성 과정에서 검출된 온도에 맞게 전도성 에폭시를 가열 가능하도록 레이저의 출력을 조절하는 레이저 출력 조절단계가 더 포함될 수 있다.

[0045] 또한, 도 10을 참조하면 상기 가스확산층(200)은 상기 바이폴라플레이트(300)로 기체가 유입되는 입구측에 인접하게 위치되는 상부영역(S1)과, 바이폴라플레이트(300)를 통과한 기체가 배출되는 출구측에 인접하게 위치되는 하부영역(S2)과, 상기 상부영역(S1)과 하부영역(S2) 사이에 위치되는 중앙영역(S3)으로 구분되고, 상기 상부영역(S1)에 위치되는 상기 가스확산홀(210)과 상기 중앙영역(S3)에 위치되는 상기 가스확산홀(210)은 멤브레인(100)과 마주보는 내측보다 바이폴라플레이트(300)와 마주보는 외측 직경이 작게 형성되되, 하부영역(S1)에 위치되는 가스확산홀(210)은 멤브레인(100)과 마주보는 내측보다 바이폴라플레이트(300)와 마주보는 외측 직경이 크게 형성될 수 있다.

[0046] 상세히 설명하면, 상부영역(S1) 및 중앙영역(S2)에 형성된 가스확산홀(210)은 촉매층(400)이 위치되는 내측으로 갈수록 직경을 크게하여 촉매층(400)으로의 기체 유입 및 확산이 보다 쉽게 이루어지게 하고, 하부영역(S2)에 형성된 가스확산홀(210)은 바이폴라플레이트(300)가 위치되는 외측으로 갈수록 직경을 크게하여 바이폴라플레이트(300)로의 산소 및 물 배출이 용이하게 이루어질 수 있도록 한 것이다.

[0047] 아울러, 상기 가스확산홀(210)은 상기 상부영역(S1)에서 하부영역(S3)으로 갈수록 가스확산홀(210)의 직경이 커

지는 것을 권장한다.

[0048] 상세히 설명하면, 상기 패턴(310)을 통해 기체 주입 시 패턴(310)을 따라 흐르는 기체의 양이 입구측에서 출구측으로 갈수록 줄어들기 때문에, 가스확산홀(210)이 모두 동일한 직경을 가질 경우 상부영역(S1)에서 하부영역(S2)으로 갈수록 가스확산홀(210)로 공급되는 기체의 양이 줄어들어, 촉매층(400)에 기체를 균일하게 공급하기 어려운 문제점이 있으므로, 상부영역(S1)에서 하부영역(S3)으로 갈수록 가스확산홀(210)의 평균 직경을 작게 형성하여, 모든 가스확산홀(210)로 동일한 양의 기체가 공급될 수 있도록 한 것이다.

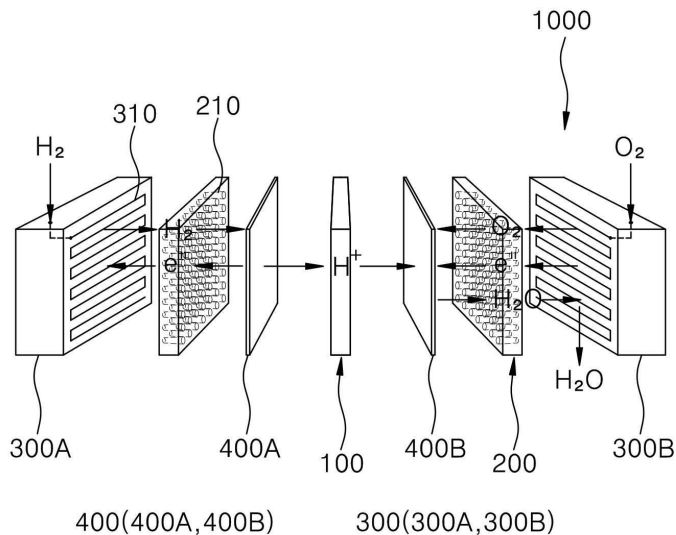
[0049] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

부호의 설명

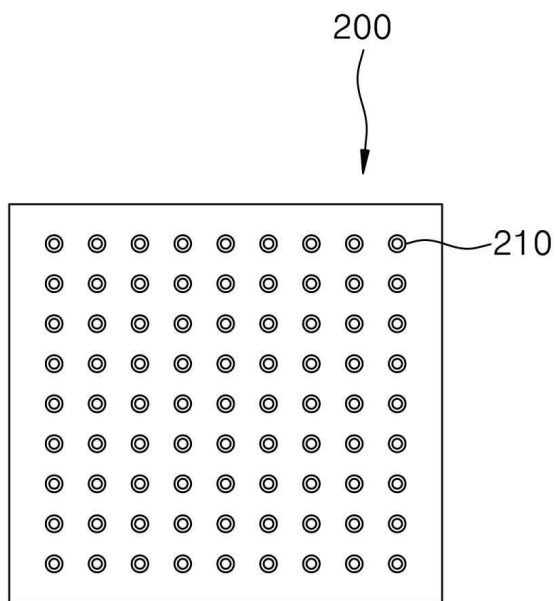
[0050] 100 : 멤브레인
200 : 가스 확산층 210 : 가스확산홀
300 : 바이폴라플레이트 310 : 패턴
400 : 촉매층
500 : 전도성 에폭시
S1 : 가스 확산층의 상부영역 S2 : 가스 확산층의 하부영역
S3 : 가스 확산층의 중앙영역

도면

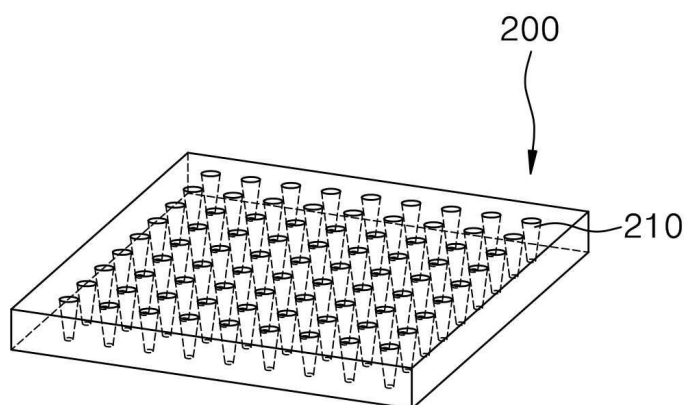
도면1



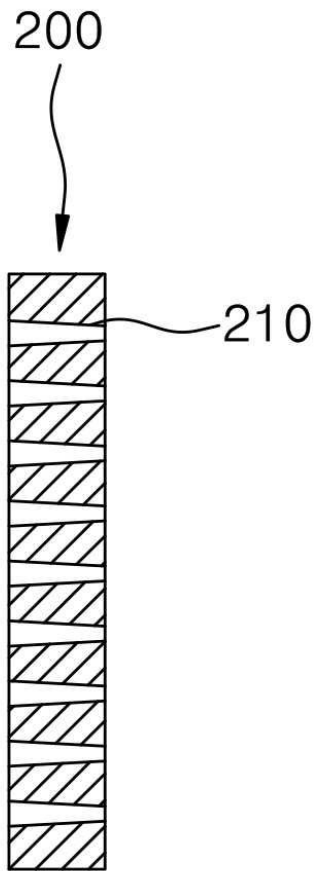
도면2



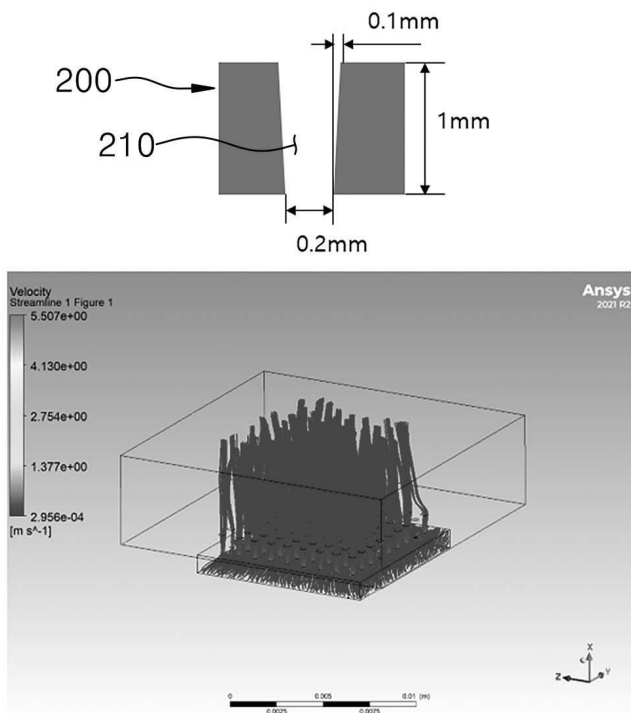
도면3



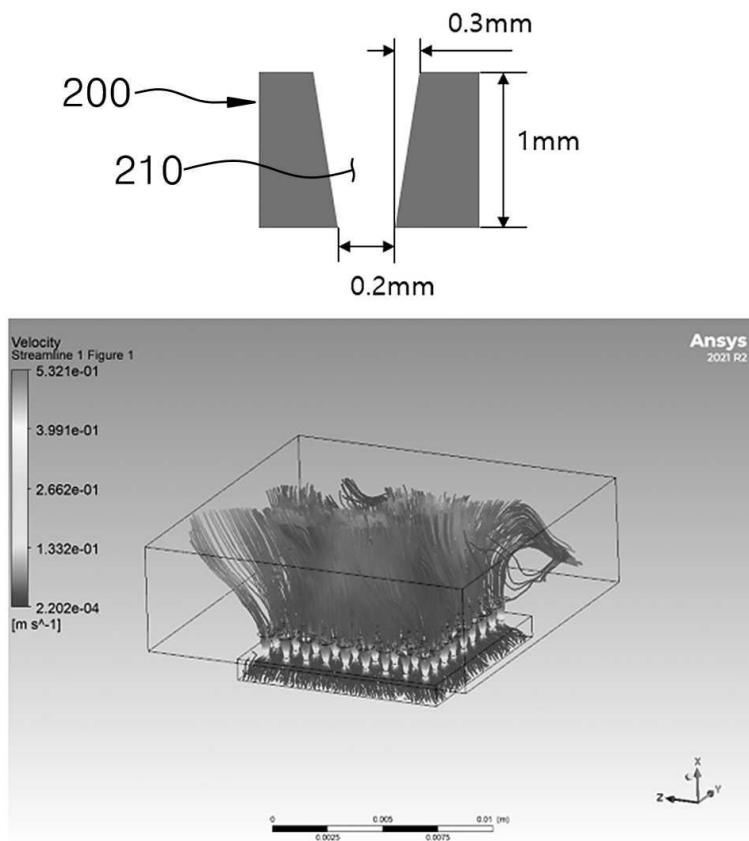
도면4



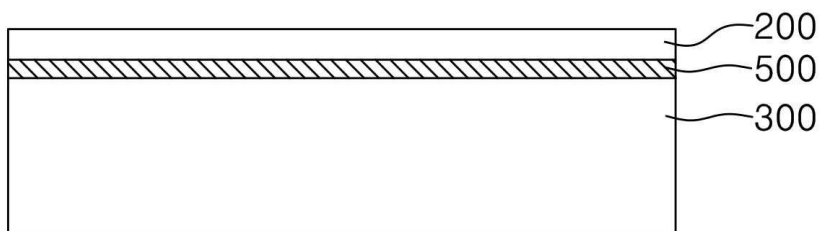
도면5



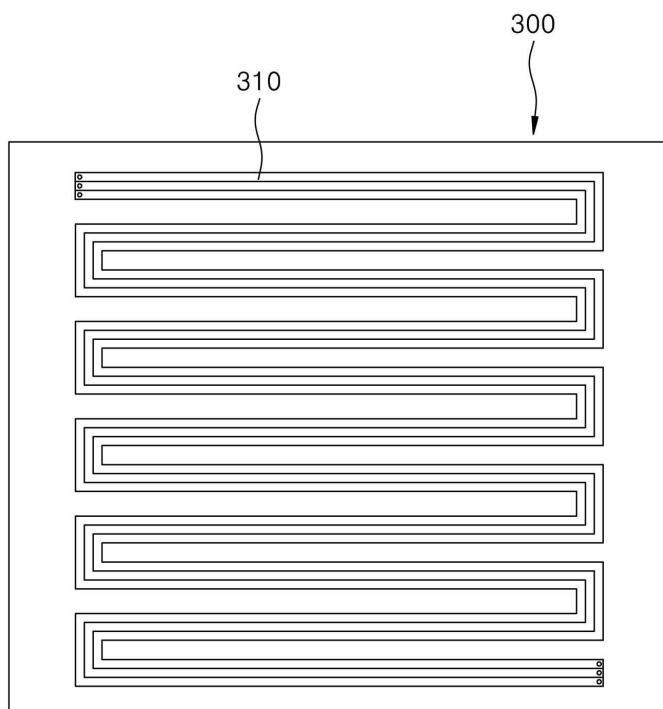
도면6



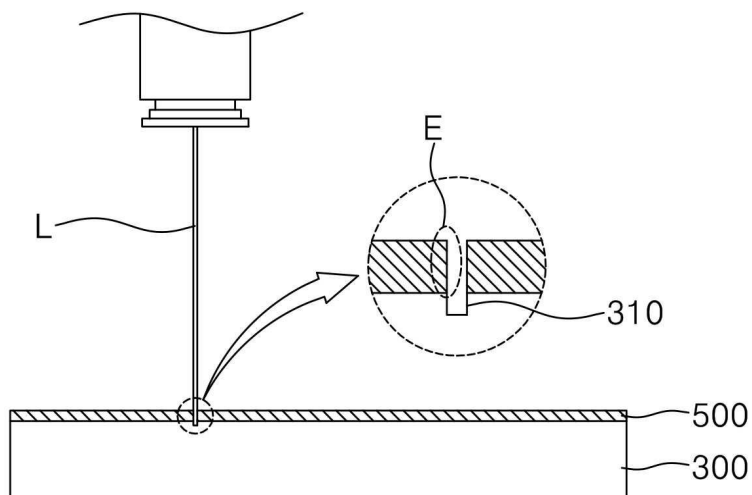
도면7



도면8



도면9



도면10

