(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0069447
(43) 공개일자 2022년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/04537 (2016.01) *H01M 8/04298* (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/04611 (2013.01)
H01M 8/04305 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0156556
(22) 출원일자 2020년11월20일
심사청구일자 2020년11월20일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
주현철
인천광역시 연수구 해돋이로 107, 3동 5006호(송도동, 송도 더샵 퍼스트월드)
이남민
인천광역시 미추홀구 경인남길118번길 20, 501호(용현동, 경인빌리지)
유빈
서울특별시 구로구 구일로2길 60, 210동 205호(구로동, 구일우성아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

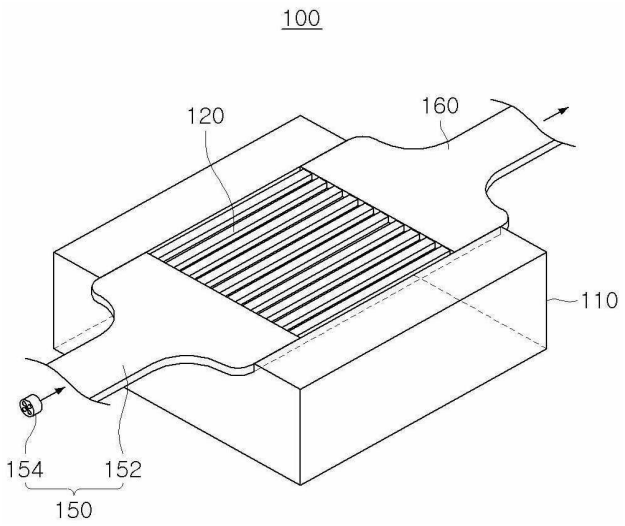
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **단위셀의 성능 측정 장치**

(57) 요 약

본 발명은, MEA(Membrane Electrode Assembly)와, 상기 MEA의 하측에 형성되며 상기 MEA에 산소환원반응용 공기를 공급하는 산소환원반응채널 및 냉각공기가 유동하는 냉각채널을 형성하는 분리판을 포함하는 단위셀의 성능을 측정하는 단위셀의 성능측정장치에 있어서, 내부에 상기 단위셀이 배치되는 공간을 구비하는 본체; 상기 단위셀의 하측에 배치되며, 상기 본체의 내부 공간의 저면에 접하는 가스 확산층(Gas Diffusion Layer, GDL); 상기 본체의 일측에 형성되어, 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널에 공기를 공급하는 공기공급부; 및 상기 본체의 타측에 형성되어 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널을 통과한 공기를 외부로 배출하는 공기배출부를 포함하는 단위셀의 성능 측정장치를 제공한다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415167271
과제번호	20193510100040
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지기술개발사업
연구과제명	지능형 통합에너지플랫폼 기반 복합에너지 허브 시범구축 및 기술 실증(2차년도)
기 여 율	50/100
과제수행기관명	한국가스공사 가스연구원
연구기간	2020.02.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415168349
과제번호	20188550000440
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지국제공동연구(R&D)
연구과제명	드론용 공랭식 패시브타입 초경량 연료전지 무가습 MEA 개발(3차년도)
기 여 율	50/100
과제수행기관명	한국과학기술연구원
연구기간	2020.04.01 ~ 2021.01.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

MEA(Membrane Electrode Assembly)와, 상기 MEA의 하측에 형성되며 상기 MEA에 산소환원반응용 공기를 공급하는 산소환원반응채널 및 냉각공기가 유동하는 냉각채널을 형성하는 분리판을 포함하는 단위셀의 성능을 측정하는 단위셀의 성능측정장치에 있어서,

내부에 상기 단위셀이 배치되는 공간을 구비하는 본체;

상기 단위셀의 하측에 배치되며, 상기 본체의 내부 공간의 저면에 접하는 가스 확산층(Gas Diffusion Layer, GDL);

상기 본체의 일측에 형성되어, 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널에 공기를 공급하는 공기공급부; 및

상기 본체의 타측에 형성되어 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널을 통과한 공기를 외부로 배출하는 공기배출부를 포함하는 단위셀의 성능 측정장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 본체는,

그라파이트(graphite)를 포함하는 단위셀의 성능 측정장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 가스확산층(Gas Diffusion Layer, GDL)은,

카본(carbon)을 포함하고, 플렉시블(flexible)한 다공성 재질로 이루어지는 단위셀의 성능 측정장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 공기 공급부는,

일단이 상기 공간의 일단으로 연결되어 공기를 공급하되, 상기 공간과 연결되는 일단의 폭은 상기 분리판의 폭보다 넓은 폭을 갖고, 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널과 평행하게 동일 높이로 배치되는 공급관과,

외부의 공기를 상기 공급관으로 송풍하는 팬(fan)을 포함하는 단위셀의 성능 측정장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 공기 배출부는,

일단이 상기 공간의 타단으로 연결되되, 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널과 평행하게 동일 높이로 배치되고, 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널에서 배출되는 공기를 상기 본체 외부로 배출하는 배출관을 포함하는 단위셀의 성능 측정장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 공기 공급부는,

일정 직경을 갖고, 하나 또는 그 이상의 개수로 배치되어 외부의 공기를 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널로 공급하는 공기 공급관과,

하면으로는 상기 공급관이 연결되고, 일측으로는 상기 분리판이 배치되는 상기 공간이 연결되며, 내측으로 상기 공급관을 통해 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널로 공급되는 공기가 확산되는 공간을 제공하는 공기 확산부와,

외부의 공기를 상기 공급관으로 송풍하는 팬(fan)을 포함하는 단위셀의 성능 측정장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 공기 배출부는,

일단이 상기 공간의 타단으로 연결되고, 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널에서 배출되는 공기가 임시 저장되는 버퍼부와,

상기 공급관의 개수에 대응하는 개수로 포함되고, 일단은 상기 버퍼부의 하면으로 연결되는 배출관을 포함하는 단위셀의 성능 측정장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 단위셀의 성능 측정 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 최적의 연료 전지의 성능 확보와 작동 안정성 구현을 위해 연료 전지가 포함하는 단위셀의 성능을 측정하는 단위셀의 성능 측정 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 드론(Dron)은 무선전파를 이용하여 조종할 수 있는 무인항공기로, 군사용 뿐만 아니라 농업, 측량, 건설, 재난 감시 등 공공 및 산업 시장으로 빠르게 확산되고 있으며 활용가능성이 지속적으로 높아지고 있다.

[0003] 드론의 동력원으로는 충전 배터리가 가장 많이 사용된다. 그러나, 충전 배터리를 동력원으로 장착한 종래의 드론의 경우에는, 체공시간이 20여분 내외로 매우 짧고, 에너지 밀도가 낮다는 단점이 있어, 드론을 다양한 분야에서 활용하기에는 한계가 발생된다.

[0004] 따라서 드론에 배터리보다 에너지 밀도가 우수하고, 충전시간이 짧은 연료전지 시스템과 같은 에너지 동력원을 적용하는 기술이 요구된다.

[0005] 연료전지 시스템은 수소가스와 산소가스를 이용하여 전기 화학적으로 전기에너지를 생산하는 장치로, 외부에서 연속적으로 공급되는 수소 및 공기를 전기화학반응에 의하여 전기에너지와 열에너지로 변환시킬 수 있다.

[0006] 즉, 연료전지는 산화전극에서의 산화반응 및 환원전극에서의 환원반응을 이용하여 전력을 생성할 수 있으며, 고분자 전해질 막으로 구성된 막-전극 접합체(membrane electrode assembly : MEA)와, 막-전극 전합체의 양단에 구비되는 전도성 물질의 분리판으로 구성된 단위 셀이 복수개 적층되어 구성된다.

[0007] 도 1은 일반적인 따른 연료전지 스택의 단위셀 및 단위셀이 적층되어 있는 모습을 개략적으로 도시한 개념도이다.

[0008] 도 1을 참조하면, 연료전지 스택(1)은 드론 및 무인기에 구비되어 드론 및 무인기를 구동시키는 에너지원으로 적용되는 것으로, 패시브형(passive type) 공랭식 연료전지 스택(1)인 것이 바람직하다. 연료전지 스택(1)은, 단위셀(2)과 매니폴드(3)를 포함한다.

[0009] 단위셀(2)은 수소와 산소를 이용하여 전기 화학적으로 전기에너지를 생산하기 위한 것으로, 도 1에 도시한 바와 같이 연료전지 스택(1)은 단위셀(1)이 적층되어 구비되는 것이 바람직하다. 단위셀(2)은 연료전지용 분리판(12010), 애노드분리판(12020) 및 막-전극접합체(30)를 포함할 수 있다.

[0010] 여기서, 종래의 연료전지는 냉각방식에 따라 수냉식 연료전지와 공랭식 연료전지로 구분되며, 상기 공랭식 연료

전지는 액티브형(acitve type)과 패시브형(Passive type)으로 구분된다.

[0011] 액티브형 공랭식 연료전지는, 연료전지를 냉각시키기 위한 공기 공급 시스템과, 전기화학적 반응을 일으키기 위해 공기 공급시스템이 구분되어 있어 연료전지 시스템의 구조가 복잡해지고, 무게가 증가 하게 된다는 문제점이 있다. 반면,패시브형 공랭식 연료전지의 경우, 냉각 및 가스 공급 시스템이 함께 있어 구조가 단순해지며 초경량화 할 수 있다는 장점이 있다.

[0012] 그러나, 패시브형 공랭식 연료전지는 상온의 공기를 연료가스와 냉각가스로 동시에 사용을 하도록 구성되어, 연료전지 스택에서 발생되는 열을 적정 온도로 냉각하기 위해서는 냉각을 위한 공기가 공급되어야 한다.

[0013] 도 2는 도 1에 도시된 연료전지 스택(1)이 나타내는 단위셀 내부의 수분분포, 온도분포, 전류밀도분포의 일 예를 나타내는 도면이다.

[0014] 여기서, 도 2의 (a)는 단위셀 내부의 수분분포를, (b)는 단위셀 내부의 온도분포를, (c)는 전류밀도분포를 나타내는 도면이다.

[0015] 도 2의 (a), (b), (c)를 참조하면, 단위셀 내부의 수분, 온도 및 전류밀도를 나타내는 색상이 위치에 따라 다르게 나타나고 있고, 이는 단위셀 내부의 수분, 온도 및 전류밀도가 불균일함을 나타낸다.

[0016] 도 2에 도시된 바와 같이, 연료전지 스택으로 유입되는 공기가 무 가습 또는 저 가습한 상태로 유입되면서 전해질 막의 탈수현상을 일으켜 단위셀의 상태가 건조해지고, 단위셀 내부의 수분분포, 온도분포 및 전류밀도 분포의 불균일성이 증가하면, 안정적인 성능확보가 어렵게 된다.

[0017] 상기한 문제점을 해결하고, 공기유량 및 무가습 조건에서 셀 온도를 제어함과 동시에 물 관리를 통한 전해질 막 탈수현상을 억제하고 옴저항을 최소화하여 연료전지의 성능확보와 작동안정성을 최적화하기 위하여는, 공랭식 연료전지를 구성하는 단위셀에 대한 성능평가가 요구된다.

[0018] 본 발명에 대한 선행기술로는 대한민국 등록특허 10-1509949호를 예시할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 연료 전지 스택이 포함하는 각각의 단위셀에 산소환원반응 채널과 냉각채널을 포함하는 분리판을 착탈 가능하게 배치하여 연료전지 스택과 유사한 단위셀 실험 조건을 구현하고 이에 따라 연료전지의 최적화 연구가 가능하도록 하는 단위셀의 성능 측정장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0020] 또한, 본 발명은 단위셀이 포함하는 분리판에 형성된 산소환원반응채널과 냉각채널로 공기를 균일하게 공급하며 각 채널을 통한 공기유량, 채널디자인과 전해질 막의 탈수 현상사이의 상관관계 분석이 가능한 단위셀의 성능 측정장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0021] 또한, 본 발명은 단위셀이 포함하는 분리판에 형성된 냉각채널과 산소환원반응채널의 공기 유입 측의 입구의 단면적을 증가시켜 각각의 채널에 대한 공기 유입이 정도가 균일해지도록 하는 단위셀의 성능 측정장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0022] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명은, MEA(Membrane Electrode Assembly)와, 상기 MEA의 하측에 형성되며 상기 MEA에 산소환원반응용 공기를 공급하는 산소환원반응채널 및 냉각공기가 유동하는 냉각채널을 형성하는 분리판을 포함하는 단위셀의 성능을 측정하는 단위셀의 성능측정장치에 있어서, 내부에 상기 단위셀이 배치되는 공간을 구비하는 본체; 상기 단위셀의 하측에 배치되며, 상기 본체의 내부 공간의 저면에 접하는 가스 확산층(Gas Diffusion Layer, GDL); 상기 본체의 일측에 형성되어, 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널에 공기를 공급하는 공기공급부; 및 상기 본체의 타측에 형성되어 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널을 통과한 공기를 외부로 배출하는 공기배출부를 포함하는 단위셀의 성능 측정장치를 제공한다.

[0023] 상기 본체는, 그라파이트(graphite)를 포함할 수 있다.

[0024] 상기 가스확산층(Gas Diffusion Layer, GDL)은, 카본(carbon)을 포함하고, 플렉시블(flexible)한 다공성 재질

로 이루어질 수 있다.

[0025] 상기 공기 공급부는, 일단이 상기 공간의 일단으로 연결되어 공기를 공급하되, 상기 공간과 연결되는 일단의 폭은 상기 분리판의 폭보다 넓은 폭을 갖고, 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널과 평행하게 동일 높이로 배치되는 공급관과, 외부의 공기를 상기 공급관으로 송풍하는 팬(fan)을 포함할 수 있다.

[0026] 상기 공기 배출부는, 일단이 상기 공간의 타단으로 연결되되, 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널과 평행하게 동일 높이로 배치되고, 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널에서 배출되는 공기를 상기 본체 외부로 배출하는 배출관을 포함할 수 있다.

[0027] 상기 공기 공급부는, 일정 직경을 갖고, 하나 또는 그 이상의 개수로 배치되어 외부의 공기를 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널로 공급하는 공기 공급관과, 하면으로는 상기 공급관이 연결되고, 일측으로는 상기 분리판이 배치되는 상기 공간이 연결되며, 내측으로 상기 공급관을 통해 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널로 공급되는 공기가 확산되는 공간을 제공하는 공기 확산부와, 외부의 공기를 상기 공급관으로 송풍하는 팬(fan)을 포함할 수 있다.

[0028] 상기 공기 배출부는, 일단이 상기 공간의 타단으로 연결되고, 상기 산소환원반응채널 및 상기 냉각채널에서 배출되는 공기가 임시 저장되는 버퍼부와, 상기 공급관의 개수에 대응하는 개수로 포함되고, 일단은 상기 버퍼부의 하면으로 연결되는 배출관을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0029] 상기와 같은 본 발명은, 연료 전지 스택이 포함하는 각각의 단위셀에 산소환원반응채널과 냉각채널을 포함하는 분리판을 착탈 가능하게 배치하여 연료전지 스택을 구성하는 단위셀의 조건을 구현하고, 이 단위셀의 성능을 측정하여 연료전지의 최적화 연구를 할 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명은 단위셀에 형성된 산소환원반응채널과 냉각채널로 공기를 균일하게 공급하며 각 채널을 통한 공기유량, 채널디자인과 전해질 막의 탈수 현상사이의 상관관계 분석이 가능하다.

[0031] 또한, 본 발명은 본 발명은 단위셀이 포함하는 분리판에 형성된 냉각채널과 산소환원반응채널의 공기 유입 측의 입구의 단면적을 증가시켜 각각의 채널에 대한 공기 유입이 정도가 균일해진다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 일반적인 따른 연료전지 스택의 단위셀 및 단위셀이 적층되어 있는 모습을 개략적으로 도시한 개념도이다.

도 2는 도 1에 도시된 연료전지 스택이 나타내는 단위셀 내부의 수분분포, 온도분포, 전류밀도분포의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 사시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 분해 사시도이다.

도 5는 도 3에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 측단면도이다.

도 6은 본 발명에서 측정되는 분리판의 구성을 나타내는 사시도이다.

도 7은 도 6의 A 부분의 상세도면이다.

도 8은 도 6의 A-A 선에 따른 선단면도이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 사시도이다.

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 분해 사시도이다.

도 11은 도 9에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 측단면도이다.

도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 사시도이다.

도 13은 도 12에 도시된 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 평면도이다.

도 14는 본 발명에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 또 다른 실시예를 나타내는 사시도이다.

도 15는 도 14에 도시된 단위셀의 성능 측정 장치의 유동 해석 결과를 나타내는 도면이다.

도 16은 도 9 내지 도 11에 도시된 단위셀의 성능 측정 장치의 산소환원반응채널과 냉각채널로 유입되는 단위 시간당 공기의 질량 흐름률(mass flow rate)을 나타내는 그래프이다.

도 17은 도 12와 도 13에 도시된 단위셀의 성능 측정 장치를 형상화한 참고 모델의 유동 해석 결과를 나타내는 도면이다.

도 18은 도 12와 도 13에 도시된 단위셀의 성능 측정 장치의 산소환원반응채널과 냉각채널로 유입되는 단위 시간당 공기의 질량 흐름률(mass flow rate)을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0034] 도 3과 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 사시도 및 분해 사시도이다. 또한, 도 5는 도 3에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 측단면도이다.

[0035] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 단위셀의 성능 측정장치(100)는 본체(110), 가스 확산층(Gas Diffusion Layer, GDL)(140), 공기 공급부(150) 및 공기 배출부(160)을 포함함을 알 수 있다.

[0036] 우선, 연료전지는 드론 및 무인기에 구비되어 드론 및 무인기를 구동시키는 에너지원으로 적용되는 것으로, 패시브형(passive type) 공랭식 연료전지인 것이 바람직하다. 연료전지는 복수의 단위셀을 포함한다.

[0037] 단위 연료전지는 수소와 산소를 이용하여 전기 화학적으로 전기에너지를 생산하기 위한 것으로, 단위 연료전지가 복수로 적층되는 소정의 연료 전지를 이룰 수 있다.

[0038] 본체(110)는 소정의 크기를 갖는 직육면체 형태로 이루어진다. 여기서, 본체(110)는 그라파이트(graphite)로 제작될 수 있다.

[0039] 본체(110)의 상면 중앙으로는 후술하는 분리판(120), 막-전극 접합체(membrane electrode assembly : MEA)(130) 및 가스 확산층(Gas Diffusion Layer, GDL)(140)이 배치되는 배치홈(112)이 형성된다.

[0040] 배치홈(112)은 본체(110)의 일단에서 타단으로 진행하며 균일한 폭과 깊이를 갖는 직육면체 형태의 홈 형상으로 이루어지고, 가스 확산층(Gas Diffusion Layer, GDL)(140), 분리판(120), 막-전극 접합체(130) 및 가스 확산층(140)의 배치를 위한 공간을 제공한다.

[0041] 배치홈(112) 상에 배치되는 분리판(120)에 대해 살펴보기로 한다.

[0042] 도 6은 본 발명에서 측정되는 분리판의 구성을 나타내는 사시도이고, 도 7은 도 6의 A 부분의 상세도면이며, 도 8은 도 6의 A-A 선에 따른 선단면도이다.

[0043] 도 6 내지 도 8을 참조하면, 분리판(120)은 소정의 크기와 두께를 갖는 직사각형 플레이트(plate) 형태로 이루어진다. 분리판(120)의 크기는 사용자의 필요에 따라 다양하게 설정될 수 있다. 분리판(120)의 두께(t)는 0.05~0.3㎜로 설정될 수 있다. 분리판(120)은 소정의 금속 재질을 포함한다.

[0044] 분리판(120)은 산소환원반응채널(122), 냉각채널(124)을 포함한다.

[0045] 분리판(120)의 상부로는 산소환원반응채널(122)이 일정 간격으로 돌출된다. 산소환원반응채널(122)은 소정의 폭과 높이를 갖고, 단면 형태는 사각형으로 이루어진다. 또한, 산소환원반응채널(122)은 일정 간격으로 평행하게 배치된다. 산소환원반응채널(122)의 이격 간격은 산소환원반응채널(122)의 폭에 대응한다.

[0046] 여기서, 산소환원반응채널(122)의 폭(W)과 높이(h)는 각각 0.3~3㎜로 이루어질 수 있다. 산소환원반응채널(122)의 길이는 분리판(120)의 길이에 대응한다.

[0047] 산소환원반응채널(122)의 일단은 배치홈(112)의 일단으로 배치되어, 후술하는 공기 공급부(150)를 통해 공급되는 산소환원반응용 공기가 유입된다. 유입된 산소환원반응용 공기는 산소환원반응채널(122)의 타단을 통해 후술하는 공기 배출부(160)로 배출된다.

[0048] 냉각채널(124)은 소정의 폭과 높이를 갖고, 소정의 폭과 높이를 갖고, 단면 형태는 사각형으로 이루어진다. 또한, 냉각채널(124)은 일정 간격으로 평행하게 배치된다. 이때, 냉각채널(124)은 평행하게 배치되는 산소환원반응채널(122) 간의 이격 공간 사이에 배치되도록 하는 것이 바람직하다.

[0049] 냉각채널(124)의 폭과 높이는 각각 1mm로서, 산소환원반응채널(122)과 동일하게 형성될 수 있다.

[0050] 또한, 냉각채널(124)은 산소환원반응채널(122) 간의 이격 공간 상에 배치되므로, 냉각채널(124)의 개수는 산소환원반응채널(122) 개수보다 1 적은 개수로 배치될 수 있다.

[0051] 냉각채널(124)의 일단은 배치홈(112)의 일단으로 배치되어, 후술하는 공기 공급부(150)를 통해 공급되는 냉각용 공기가 유입되고, 유입된 공기는 냉각채널(124)의 타단을 통해 후술하는 공기 배출부(160)로 배출된다.

[0052] 분리판(120)의 상부로는 막-전극 접합체(membrane electrode assembly : MEA)(130)가 배치된다. 도 3에서는 막-전극 접합체가 도시되어 있지 않으나, 이는 분리판(120)의 배치를 나타내기 위한 것으로서, 막-전극 접합체(130)의 분리판(120)의 상부에 배치되는 것으로 인식되어야 한다.

[0053] 막-전극 접합체(130)의 크기와 형상은 본체(110)의 상부 형상과 면적에 대응한다.

[0054] 막-전극 접합체(130)는 고분자 전해질로 이루어진다. 막-전극 접합체(130)는 널리 알려진 기술에 해당하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0055] 분리판(120)의 하부로는 본체(110)과의 사이에 가스확산층(Gas Diffusion Layer, GDL)(140)이 배치된다.

[0056] 가스확산층(140)은 분리판(120)과 본체(110)가 접할 때, 분리판(120)과 본체(110) 사이에 발생될 수 있는 전기저항, 열저항 등을 방지할 수 있다.

[0057] 가스확산층(140)은 카본(carbon)을 포함하고, 플렉시블(flexible)한 다공성 재질로 이루어지져 변형이 가능하다. 이에 따라 상기 가스확산층은 분리판 및 본체와 접하는 경우, 공기가 누설되는 것을 최소화할 수 있다. 그리고, 가스확산층(140)은 분리판(120)의 크기와 형태에 대응하는 직사각형 형태로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0058] 공기 공급부(150)는 배치홈(112) 상에 배치된 분리판(120)의 산소환원반응채널(122)과 냉각채널(124)로 공기를 공급한다.

[0059] 공기 공급부(150)는 공급관(152)과 팬(fan)(154)을 포함한다.

[0060] 공급관(152)은 일단이 배치 공간(112)의 일단으로 연결되어, 본체(110) 외부의 공기를 산소환원반응채널(122)과 냉각채널(124)로 공급한다.

[0061] 여기서, 배치홈(112)와 연결되는 공급관(152)의 일단은 그 폭이 분리판(120)의 폭보다 넓게 이루어지는 것이 바람직하다.

[0062] 그리고, 공급관(152)은 산소환원반응채널(122)과 냉각채널(124)로 공기를 공급하기 위하여 산소환원반응채널(122)과 냉각채널(124)과 동일한 높이로 배치된다. 그리고, 공급관(152)의 중심축은 산소환원반응채널(122)과 냉각채널(124)의 중심축과 평행하게 배치되도록 하여, 공급관(152)의 공기 공급 방향과 각 채널의 공기 유입 방향이 일치되도록 하는 것이 바람직하다.

[0063] 팬(154)은 공급관(152) 상에 배치되어 외부의 공기를 공급관(152)으로 일정하게 송풍한다. 송풍된 공기는 산소환원반응채널(122)과 냉각채널(124)로 각각 공급될 수 있다.

[0064] 도 3에서 팬(154)은 공급관(152)과 별도로 도시되어 있으나, 이는 팬(154)의 배치를 나타내기 위한 것으로, 팬(154)은 공급관(152)의 내측으로 배치될 수 있다.

[0065] 공기 배출부(160)는 일단이 배치 공간(112)의 타단으로 연결되어, 산소환원반응채널(122)과 냉각채널(124)에서 배출되는 공기를 본체(110) 외부로 배출한다.

[0066] 공기 배출부(160)는 산소환원반응채널(122)과 냉각채널(124)과 동일한 높이로 배치된다. 그리고, 공급관(152)의 중심축은 산소환원반응채널(122)과 냉각채널(124)의 중심축과 평행하게 배치되는 배출관을 포함한다.

[0067] 배출관에 대해서는 공기 배출부와 동일한 도면 부호를 사용할 수 있다.

[0068] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 사시도이고, 도 10은 본 발명

의 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 분해 사시도이다. 또한, 도 11은 도 9에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 측단면도이다.

[0069] 도 9 내지 도 11을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치(200)는 본체(210), 가스 확산층(Gas Diffusion Layer, GDL)(240), 공기 공급부(250) 및 공기 배출부(260)를 포함한다.

[0070] 이전의 실시예와 동일한 구성에 대해서는 상세한 설명을 생략하고 차이가 있는 구성에 대해서만 설명하기로 한다.

[0071] 공기 공급부(250)는 공급관(252), 공기 확산부(254), 팬(256)을 포함한다.

[0072] 공급관(252)은 일정 직경을 갖고, 본체(110) 외부의 공기를 산소환원반응채널(122)과 냉각채널(124)로 공급한다. 여기서, 공급관(252)의 직경은 8㎜로 설정될 수 있지만, 사용자의 필요에 따라 다양하게 변경될 수 있다.

[0073] 공기 확산부(254)는 공급관(252)을 통해 공급되는 공기의 확산이 이루어지는 소정의 공간을 제공한다. 공급관(252)을 통해 공급되는 공기가 공기 확산부(254) 내부에서 소정 정도로 확산됨으로써 산소환원반응채널과 냉각채널 각각으로는 균일하게 공기가 공급될 수 있다.

[0074] 공기 확산부(254)의 하면으로는 공급관(252)의 일단이 연결된다. 그리고, 공기 확산부(254)의 일측은 분리판(220)이 배치되는 배치 공간(252)의 일단으로 연결된다.

[0075] 공기 확산부(254)는 소정의 크기를 갖는 직육면체 형태로 이루어질 수 있다. 이때, 공기 확산부(254)의 양단은 본체(110)에 대하여 좌우로 배치된다.

[0076] 또한, 공기 확산부(254)의 높이는 10㎜이고, 전후 길이는 9㎜ 로 이루어질 수 있지만, 이에 한정되지 않고 사용자의 필요에 따라 다양하게 설정될 수 있다.

[0077] 공기 배출부(260)는 버퍼부(262)와 배출관(264)을 포함한다.

[0078] 버퍼부(262)는 일단이 배치홈(212)의 타단과 연결되어, 산소환원반응채널(122)과 냉각채널(124)에서 배출되는 공기가 임시 저장되는 공간을 제공한다.

[0079] 버퍼부(262)는 소정의 크기를 갖는 직육면체 형태로 이루어진다.

[0080] 배출관(264)의 일정 직경을 갖는 관 형상으로, 일단은 버퍼부(262)의 하면으로 연결되고, 타단은 본체(110) 외부로 연장되어, 산소환원반응채널과 냉각채널에서 배출되는 공기를 본체(210) 외부로 배출한다. 여기서, 배출관(264)의 직경은 공급관(252)의 직경과 동일하게 설정될 수 있다.

[0081] 도 9 내지 도 11에 의하면, 공급관(152)은 단일개로 배치되지만, 사용자의 필요에 따라 배치 개수는 증가될 수 있다.

[0082] 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 사시도이고, 도 13은 도 12에 도시된 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 구성을 나타내는 평면도이다.

[0083] 이전의 실시예와 동일한 구성에 대해서는 상세한 설명을 생략하고 차이가 있는 부분에 대해서만 설명하기로 한다.

[0084] 도 12와 도 13을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치(300)는 한 쌍의 공급관(352)을 통해 공기가 공급되고, 분리판(320)에서 배출되는 공기를 배출하는 배출관(354)은 공급관(352)의 개수에 대응하여 한 쌍으로 배치됨을 알 수 있다.

[0085] 도 14는 본 발명에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 또 다른 실시예를 나타내는 사시도이다.

[0086] 도 14를 참조하면, 단위셀의 성능 측정장치를 통해 공급되는 공기의 공급량과 배출량의 계산을 용이하게 하기 위해, 공급관과 배출관의 사각형 관 형상으로 설정한 참고 모델임을 알 수 있다.

[0087] 공급관(450)과 배출관(460)이 사각관으로 형성되는 것 이외에는 이전의 실시예와 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0088] 도 14는 도 9 내지 도 11에 도시된 단위셀의 성능 측정장치의 형상을 형상화한 참고모델로서, 도 12와 도 13에 도시된 단위셀의 성능 측정장치를 참고 모델로 형상화하는 경우, 공급관과 배출관의 개수가 증가되는 것 이외에

는 도 14와 동일하다.

[0089] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 사용에 대해 살펴보기로 한다.

[0090] 다음의 [표 1]은 본 발명에 따른 단위셀의 성능 측정장치의 동작 조건과 경계 조건을 나타낸다.

표 1

[0091]

항목	값
유입 공기 온도(양극 / 음극)(℃)	25℃ / 45℃
유입 공기 압력(양극 / 음극)(kPa)	100 kPa / 101.325 kPa
전류 밀도(A/cm^2)	0.5 A/㎠
Stoichiometry(과급률)(ξ_c)	60.0
활성 영역 면적(A_{react})(㎠)	25 ㎠ (5cm X 5cm)
공급관 단면적(실시예 1 / 실시예 2)/실시예 3)(A_{in})	0.64 ㎠ / 1.28 ㎠ /2.58㎠

[0092] 우선, 공기 공급부를 통해 공급되는 공기의 압력과 농도는 다음의 [수학식 1]과 [수학식 2]에 의해 환산된다.

수학식 1

[0093]
$$P_{O_2} = 0.21 \times P_{Air} = 0.21 \times 0.8169[bar] = 0.171551$$

[0094] 여기서, 0.21 은 비례상수이고, 0.8169bar 는 측정이 이루어지는 장소의 기압을 나타낸다.

수학식 2

[0095]
$$C_{O_2,in} = \frac{P_{O_2}}{RT} = \frac{0.1715[bar] \times 10^5 \left[\frac{Pa}{bar}\right]}{8.314\left[\frac{J}{mol \cdot K}\right] \times 298[K]} = 7.042318\left[\frac{mol}{m^3}\right]$$

[0096] 도 9 내지 도 11에 도시된, 본 발명의 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치(200)로 공급되는 공기의 유속은 다음의 [수학식 3]에 의해 계산될 수 있다.

[0097]

수학식 3

[0098]
$$V_{in,c} = \xi_c \times \frac{I}{4 \cdot F \cdot C_{O_2,in}} \times \frac{A_{react}}{A_{in}}$$
$$= 60 \times \frac{0.5 \times 10^4 \left[\frac{A}{m^2}\right]}{4 \times 96487\left[\frac{C}{mol}\right] \cdot 6.924158\left[\frac{mol}{m^3}\right]} \times \frac{25[cm^2]}{0.64[cm^2]} = 4.385160822\left[\frac{m}{s}\right]$$

[0099] P_{02} = 산소의 분압

[0100] P_{Air} = 공기의 압력

[0101] C_{02in} = 입구에서의 산소 농도

[0102] R=이상기체상수

[0103] T = 표준상태 온도

[0104] $V_{in,c}$ = 공급되는 공기의 유속

[0105] ξ_c = 과급률

[0106] F = 페러데이 상수

[0107] A_{react} = 활성 영역 면적

[0108] A_{in} = 입구 면적

[0109] 도 12 와 도 13에 도시된, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 단위셀의 성능 측정장치(300)로 공급되는 공기의 유속은 다음의 [수학식 4]에 의해 계산될 수 있다.

수학식 4

[0110]
$$V_{in,c} = \xi_c \times \frac{I}{4 \cdot F \cdot C_{O_2,in}} \times \frac{A_{react}}{A_{in}}$$
$$= 60 \times \frac{0.5 \times 10^4 \left[\frac{A}{m^2}\right]}{4 \times 96487 \left[\frac{C}{mol}\right] \cdot 6.924158 \left[\frac{mol}{m^3}\right]} \times \frac{25[cm^2]}{1.28[cm^2]} = 2.192580409 \left[\frac{m}{s}\right]$$

[0111] [수학식 3]과 [수학식 4]를 참조하면, 도 12에 도시된 단위셀의 성능 측정장치(300)는 도 9에 도시된 단위셀의 성능 측정장치(200)에 비하여 공급관의 개수가 증가되어 있어, 공급되는 공기의 유속이 감소됨을 알 수 있다.

[0112] 도 15는 도 14에 도시된 단위셀의 성능 측정 장치의 유동 해석 결과를 나타내는 도면이고, 도 16은 도 9 내지 도 11에 도시된 단위셀의 성능 측정 장치의 산소환원반응채널과 냉각채널로 유입되는 단위 시간당 공기의 질량 흐름률(mass flow rate)을 나타내는 그래프이다.

[0113] 도 15를 참조하면, 복수의 산소환원반응채널과 냉각채널 중, 중앙으로 배치되는 채널로 유입되는 공기의 유속은 최대 10.8m/s 이고, 가장자리 측으로 배치되는 채널로 유입되는 공기의 유속은 최소 3.24m/s으로, 유속의 차이가 7.56m/s 임을 알 수 있다.

[0114] 또한, 도 16을 참조하면, 복수의 산소환원반응채널과 냉각채널 중, 중앙으로 배치되는 채널로 유입되는 시간당 공기의 질량 흐름률(mass flow rate)는 가장자리 측으로 배치되는 채널로 유입되는 시간당 공기의 질량 흐름률(mass flow rate)보다 크게 나타남을 알 수 있다.

[0115] 도 17은 도 12와 도 13에 도시된 단위셀의 성능 측정 장치를 형상화한 참고 모델의 유동 해석 결과를 나타내는 도면이고, 도 18은 도 12와 도 13에 도시된 단위셀의 성능 측정 장치의 산소환원반응채널과 냉각채널로 유입되는 단위 시간당 공기의 질량 흐름률(mass flow rate)을 나타내는 그래프이다.

[0116] 도 17을 참조하면, 복수의 산소환원반응채널과 냉각채널 중, 중앙으로 배치되는 채널로 유입되는 공기의 유속은 최대 9.20m/s 이고, 가장자리 측으로 배치되는 채널로 유입되는 공기의 유속은 최소 2.90m/s 로서, 유속의 차이가 6.3m/s임을 알 수 있다.

[0117] 또한, 도 18을 참조하면, 복수의 산소환원반응채널과 냉각채널 중, 중앙으로 배치되는 채널로 유입되는 시간당 공기의 질량 흐름률(mass flow rate)는 가장자리 측으로 배치되는 채널로 유입되는 시간당 공기의 질량 흐름률(mass flow rate)보다 균일하게 나타남을 알 수 있다.

[0118] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0119] 100, 200, 300: 단위셀의 성능 측정장치

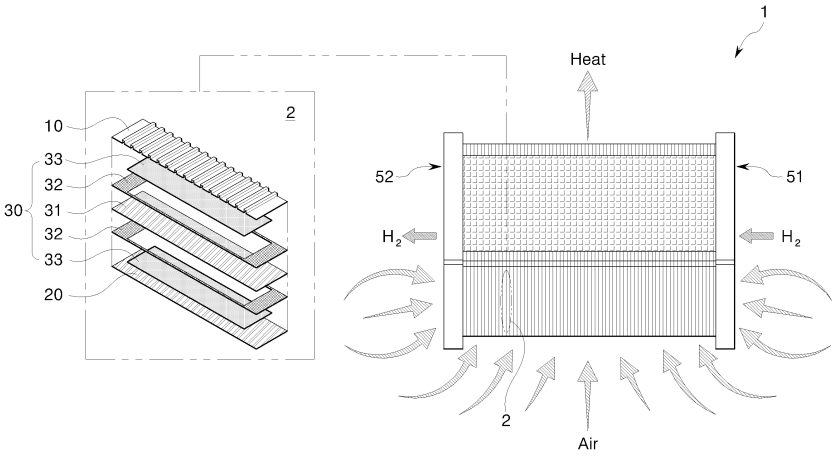
110, 210, 310: 본체 120, 220, 320: 분리판

140, 240: 가스 확산층(Gas Diffusion Layer, GDL)

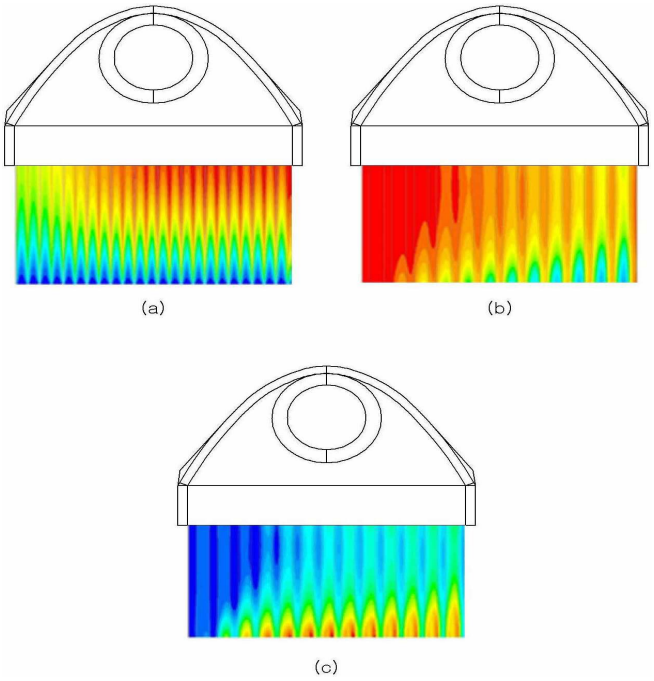
140, 240, 340: 공기 공급부 160, 260, 360: 공기 배출부

도면

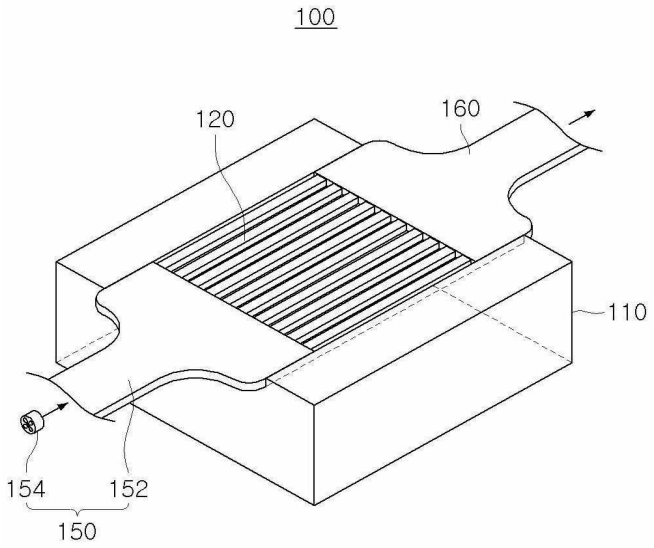
도면1



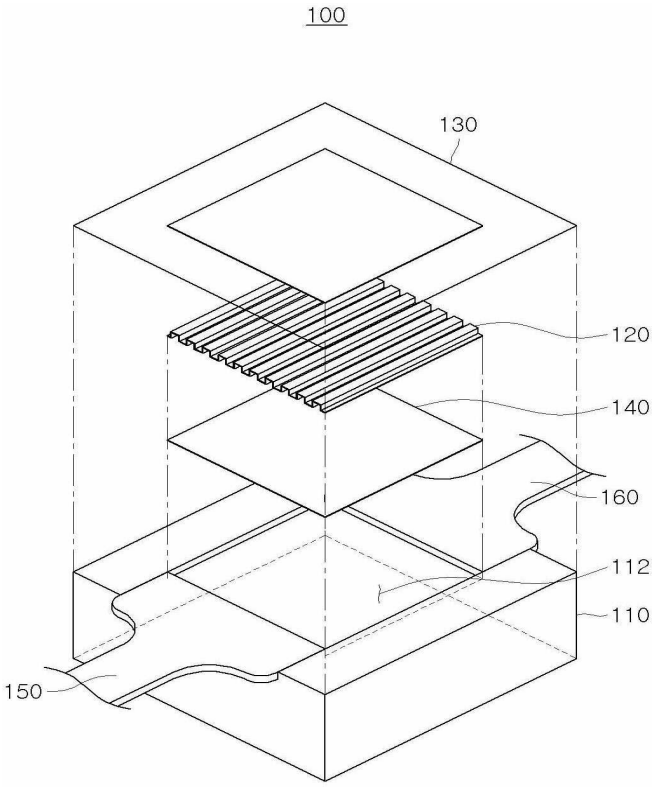
도면2



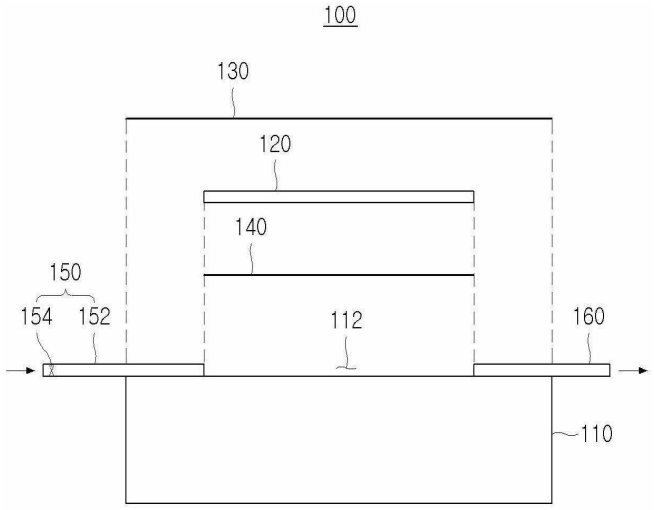
도면3



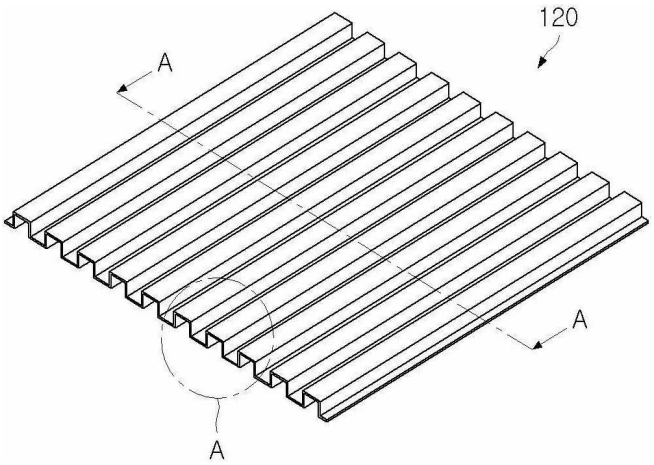
도면4



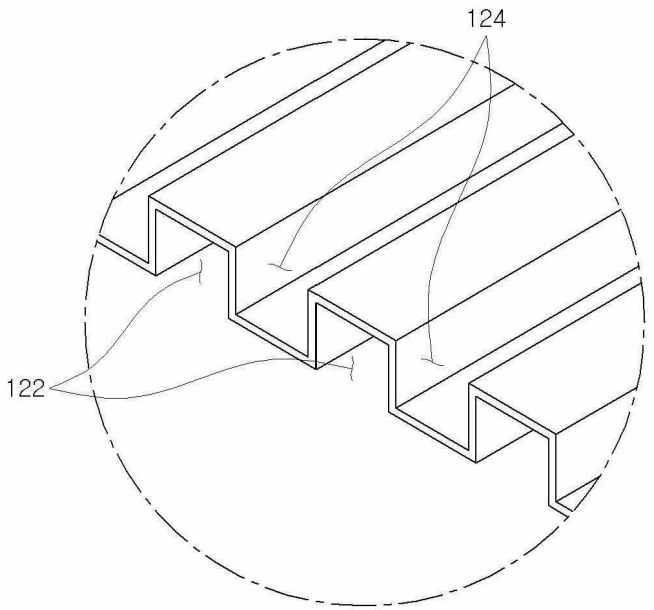
도면5



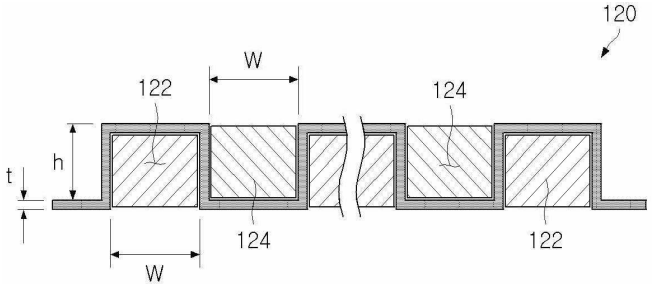
도면6



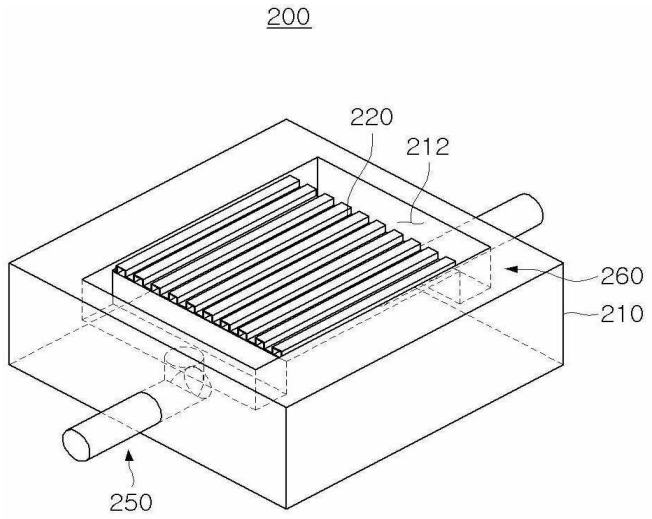
도면7



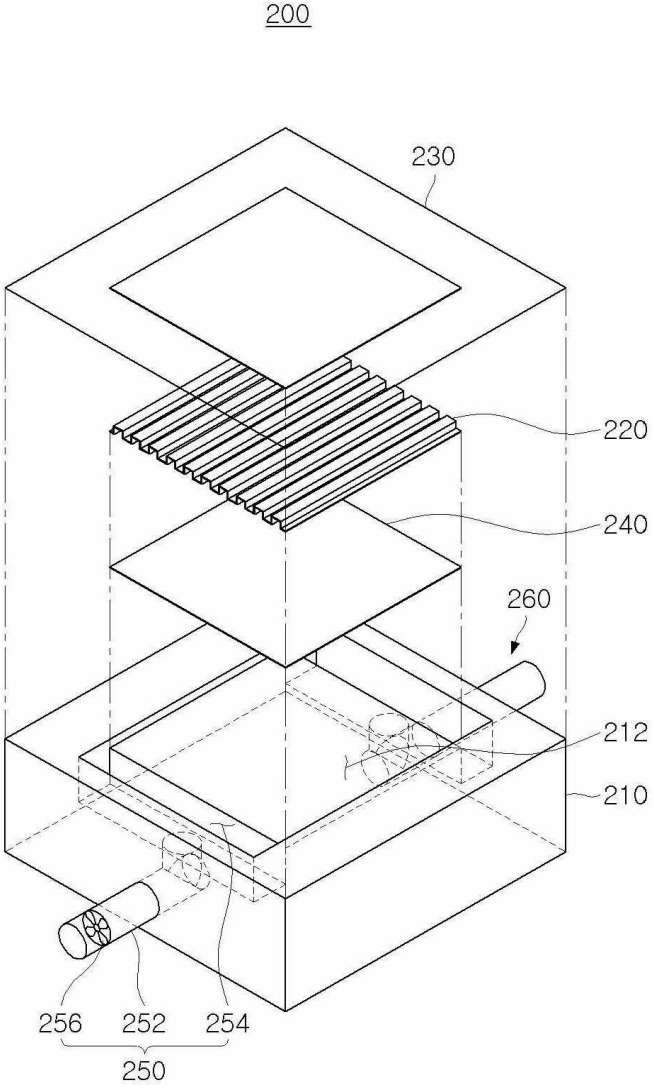
도면8



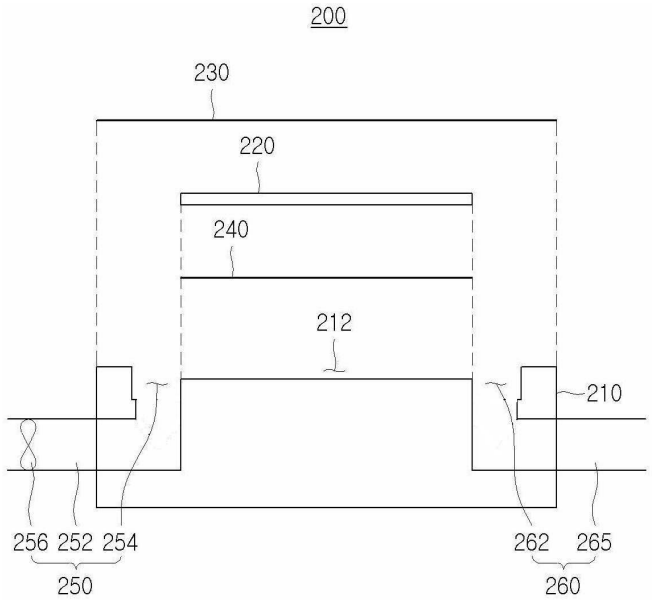
도면9



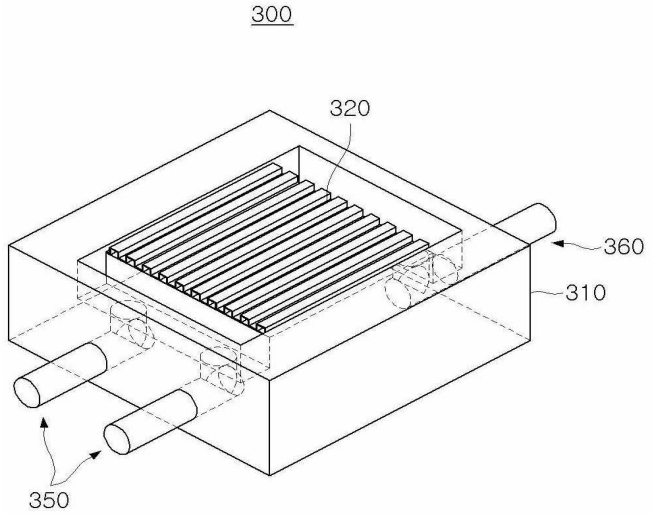
도면10


200
230
220
240
260
212
210
256
252
254
250

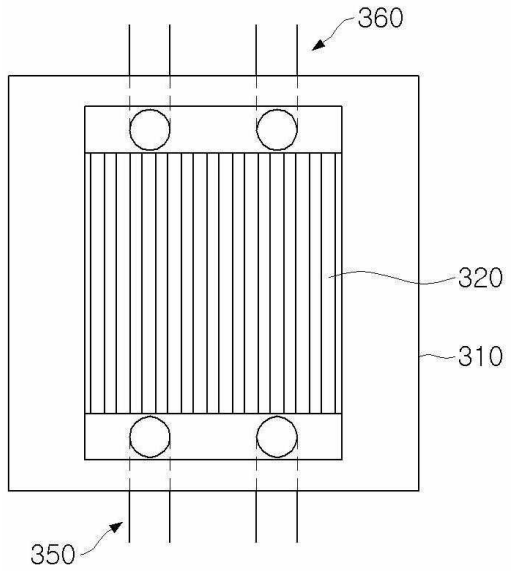
도면11


200
230
220
240
212
210
256
252
254
250
262
265
260

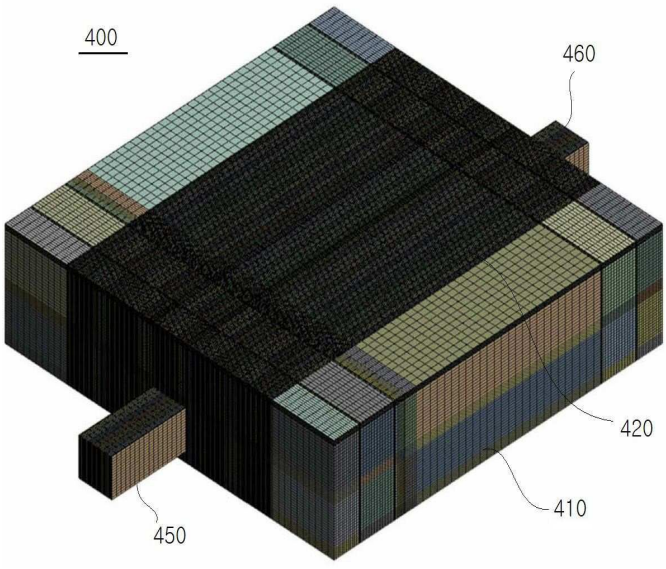
도면12



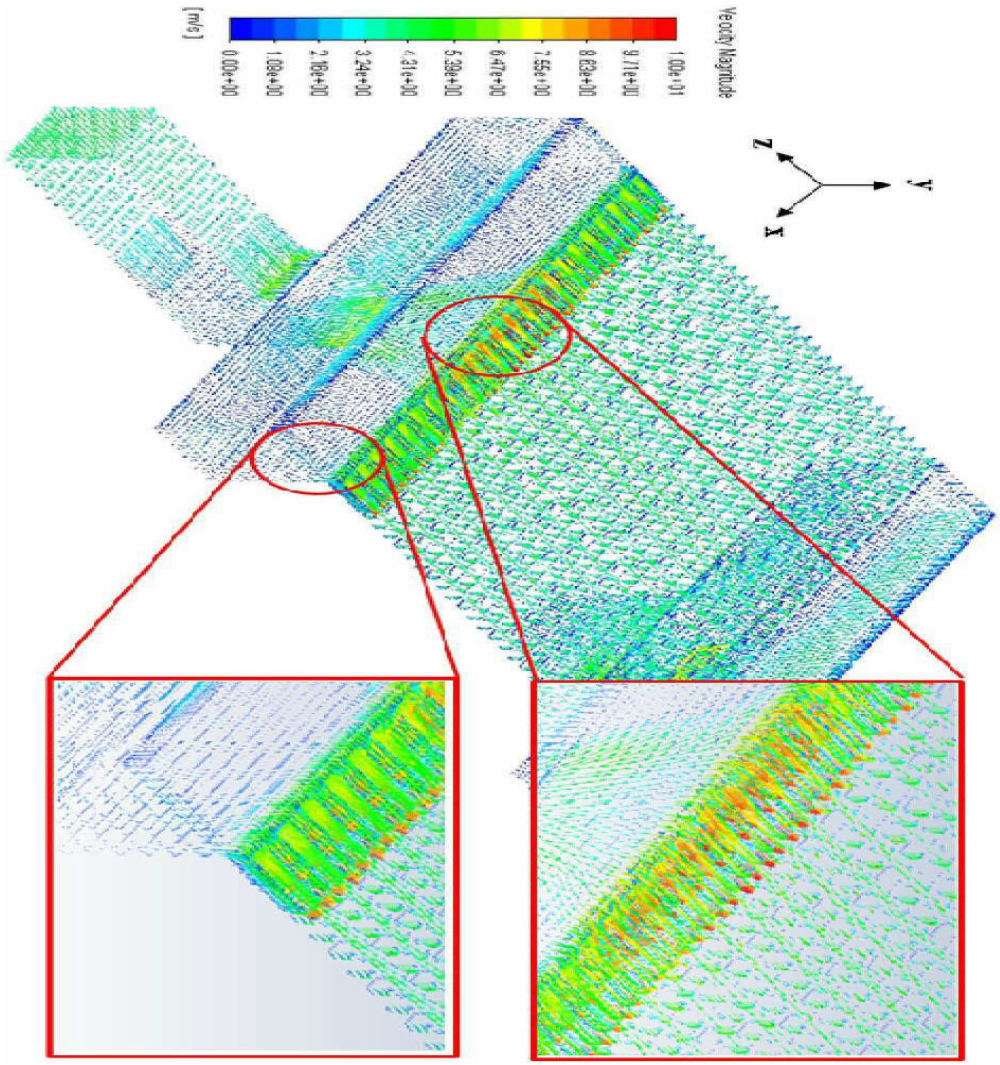
도면13



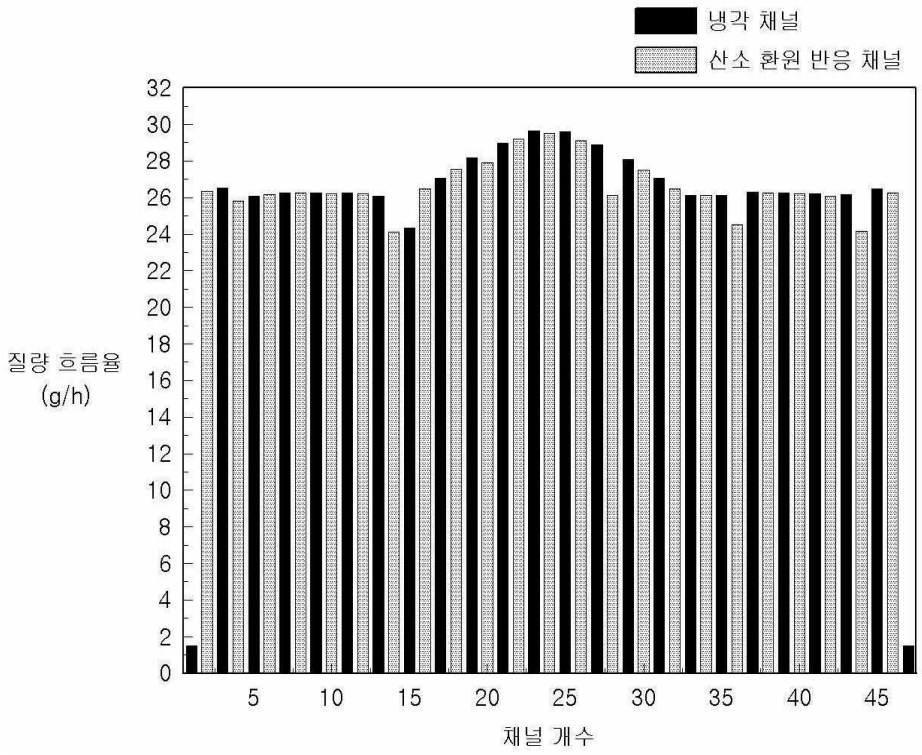
도면14



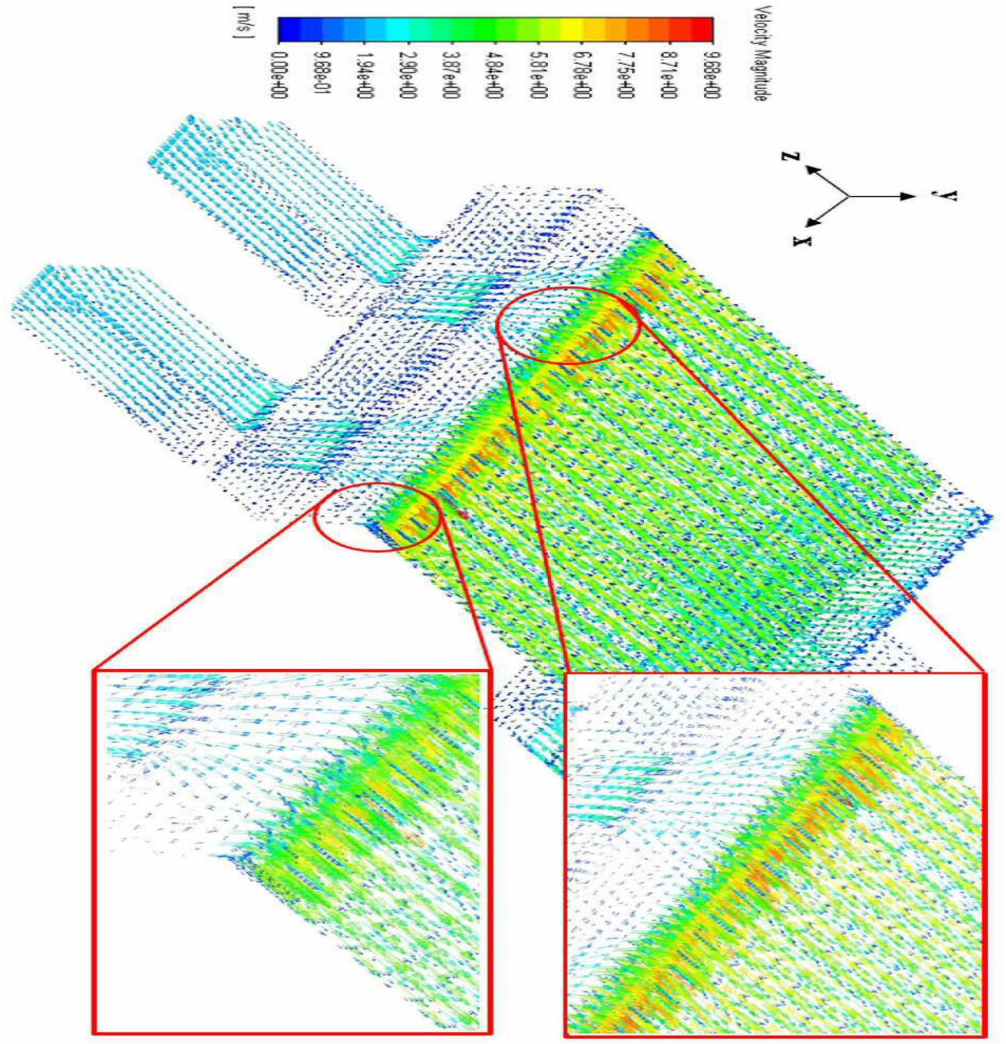
도면15



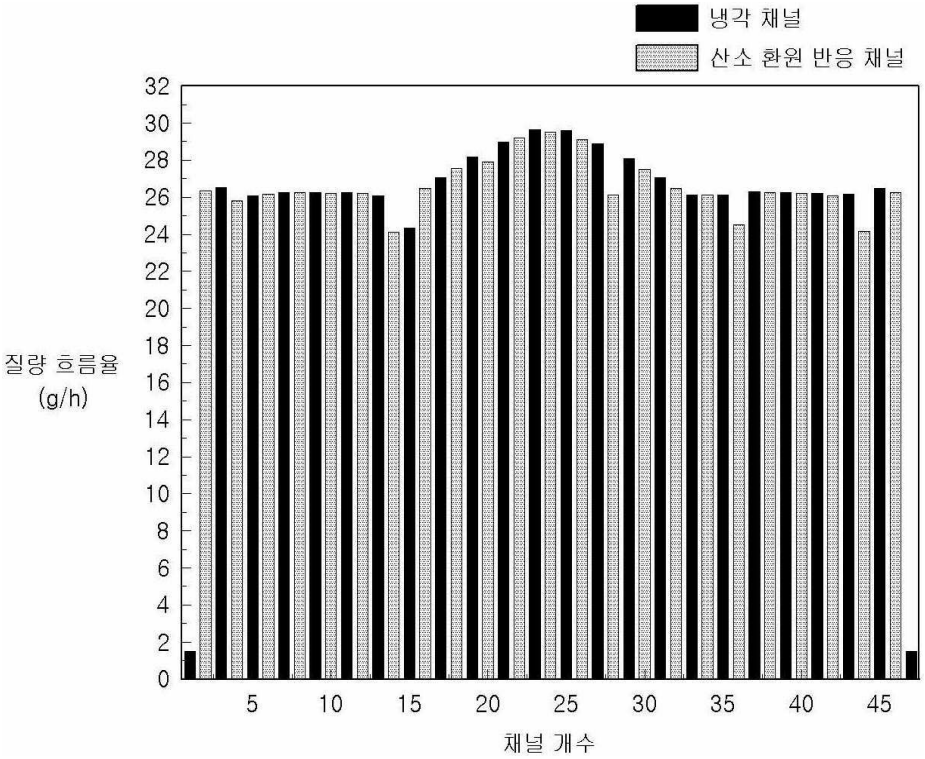
도면16


냉각 채널
산소 환원 반응 채널
질량 흐름율
(g/h)
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
채널 개수

도면17


[m/s]
0.00e+00
9.68e-01
1.94e+00
2.90e+00
3.87e+00
4.84e+00
5.81e+00
6.78e+00
7.75e+00
8.71e+00
9.68e+00
Velocity Magnitude
Z
Y
X

도면18


냉각 채널
산소 환원 반응 채널
질량 흐름율
(g/h)
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
채널 개수