



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0145803
(43) 공개일자 2023년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01M 8/04298 (2016.01) H01M 8/04014

(2016.01)

H01M 8/0432 (2016.01) H01M 8/04746 (2016.01)

(52) CPC특허분류

H01M 8/04305 (2013.01)

H01M 8/04014 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0044671

(22) 출원일자 2022년04월11일

심사청구일자 2022년04월11일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

장경식

울산광역시 남구 대공원로99번길 19, 104동 504호(옥동, 울산 옥동 대공원 한신타일러스)

박상환

부산광역시 해운대구 선수촌로 95, 109동 205호(반여동, 센텀대림아파트)

김현지

울산광역시 동구

(74) 대리인

김정수

전체 청구항 수 : 총 2 항

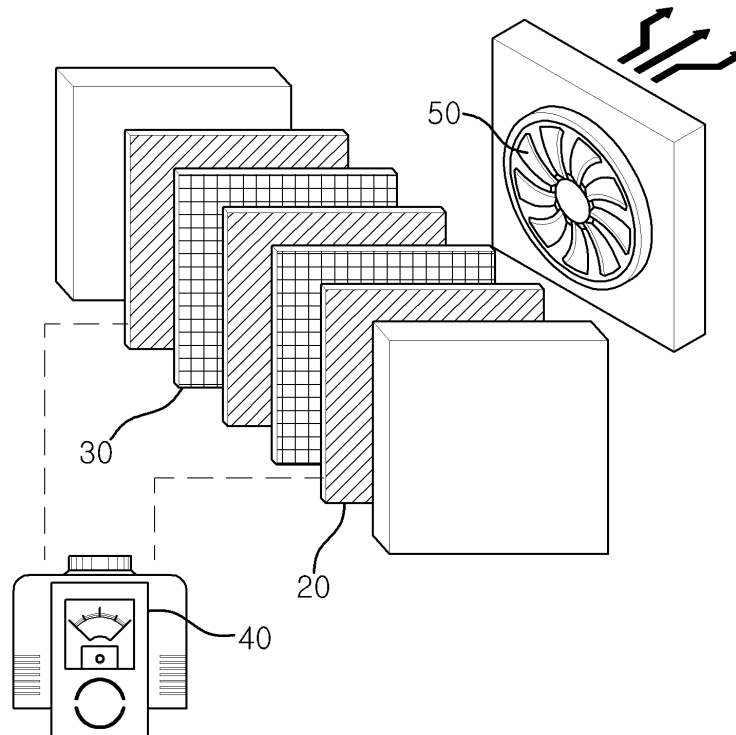
(54) 발명의 명칭 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치는, 좌측단에 배치되는 제1 엔드플레이트, 엔드플레이트의 우측면에 적층되는 제1 발열판, 발열판의 우측면에 적층되는 제1 분리판, 제1 분리막의 우측면에 적층되는 제2 발열판, 제2 발열판의 우측면에 적층되는 제2 분리판, 제2 분리막의 우측면에 적층되는 제3

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



발열판, 제3 발열판의 우측면에 적층되는 제2 엔드플레이트로 이루어지는 연료전지 스택, 제1,2,3 발열판 각각에 전원을 공급하는 전원공급장치, 연료전지 스택 주변에 설치되고 일정 크기의 날개를 회전시켜 공기를 순환시키는 냉각팬, 연료전지 스택에 설치되는 온도센서 및 전원공급장치와 냉각팬과 온도센서 각각의 작동을 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이상과 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 연료전지 시스템의 구성요소 일부를 대체하여 연료전지 시스템과 유사한 발열량을 갖는 간이 연료전지 시스템을 구축하여 공랭식 냉각 성능 시험을 수행 가능하게 함으로써, 인프라 구축 비용 절감 및 안정성 확보 효과를 얻을 수 있는 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치 및 방법을 제공할 수 있게 되는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

H01M 8/0432 (2013.01)

H01M 8/04776 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345341781
과제번호	2021RIS-003
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체-대학협력기반지역혁신사업
연구과제명	극저온연료를 사용하는 친환경선박용 기자재 시스템의 기술개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경상국립대학교
연구기간	2021.11.01 ~ 2022.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

좌측단에 배치되는 제1 엔드플레이트;

상기 엔드플레이트의 우측면에 적층되는 제1 발열판;

상기 발열판의 우측면에 적층되는 제1 분리판;

상기 제1 분리판의 우측면에 적층되는 제2 발열판;

상기 제2 발열판의 우측면에 적층되는 제2 분리판;

상기 제2 분리판의 우측면에 적층되는 제3 발열판;

상기 제3 발열판의 우측면에 적층되는 제2 엔드플레이트;로 이루어지는 연료전지 스택;

상기 제1,2,3 발열판 각각에 전원을 공급하는 전원공급장치;

상기 연료전지 스택 주변에 설치되고 일정 크기의 날개를 회전시켜 공기를 순환시키는 냉각팬;

상기 연료전지 스택에 설치되는 온도센서; 및

상기 전원공급장치와 상기 냉각팬과 상기 온도센서 각각의 작동을 제어하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치.

청구항 2

제 1항에 의한 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치를 이용하는 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법에 있어서,

상기 제1,2,3 발열판 부분이 각각 막전극접합체로 구성되는 실제 연료전지 시스템의 다공성을 실험적 또는 전산 유동해석을 통해 구하는 다공성산정단계;

상기 실제 연료전지 시스템의 발열량을 실험적 또는 설계값을 이용하여 추정하는 발열량추정단계;

연료전지 시스템의 부품을 3D 프린팅을 통하여 제작하는 부품제작단계;

상기 막전극접합체를 대체하여 상기 제1,2,3 발열판을 각각 삽입하여 조립함으로써 간이 연료전지 시스템을 구현하는 발열판조립단계;

상기 간이 연료전지 시스템 전단에 냉각팬을 장착하는 냉각팬장착단계;

상기 실제 연료전지 시스템의 발열량에 해당하는 발열이 이루어지도록 상기 제1,2,3 발열판에 각각 전원을 인가하는 전원인가단계;

상기 연료전지 스택의 온도를 일정 시간 간격으로 측정하는 온도모니터링단계;

측정된 온도가 미리 설정된 냉각 시작 온도에 이르면 상기 냉각팬을 작동시키는 냉각팬작동단계; 및

일정 시간 간격으로 측정된 복수의 온도값을 비교하여 냉각성능을 산출하는 냉각성능산출단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 연료전지 냉각을 시험하기 위한 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 연료전지의 주 발열 구성을 비

슷한 발열판으로 대체하고 냉각 성능을 시험함으로써, 연료전지 냉각성능 측정 시험 관련 비용을 절감할 수 있게 하는 구조를 포함하는 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치 및 이를 활용한 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로, 연료전지는 연료가 가지고 있는 에너지를 전기적 에너지로 직접 변환시키는 장치로서, 통상 전해질을 사이에 두고 양극(anode)과 음극(cathode)으로 된 한 쌍의 전극을 배치함과 아울러 이온화된 연료가스의 전기화학적 반응을 통해 전기와 열을 함께 얻는 시스템이다.
- [0004] 특히, 고분자 전해질 연료전지는 전류밀도가 높고 운전온도가 낮으며 부식 및 전해질 손실이 적다는 장점을 가지고 있어 군사용이나 우주선의 동력원으로 개발되기 시작하였으나, 현재는 출력 밀도가 높고 장치가 간단하여 모듈화가 가능하다는 점을 이용하여 자동차의 동력원으로 응용하기 위한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다.
- [0005] 차세대의 에너지 변환장치로서 주목을 받고 있는 연료전지 중에서 이온 전도성을 갖는 고분자막을 전해질로 사용하는 고분자 분리막 연료전지(Polymer Membrane Fuel Cell)는 비교적 낮은 온도에서 출력밀도가 크고, 출력을 기민하게 변경할 수 있으므로, 신속한 시동이 요구되는 자동차의 동력 공급원으로 사용하기에 적합하다.
- [0006] 또한, 고분자 분리막 연료전지에 사용되는 전해질도 고체 타입이어서 취급이 용이하고 안전도가 높다는 장점이 있다.
- [0007] 연료전지의 효율이 대략 50% 정도로 출력만큼의 에너지가 열로 방출되어 연료전지의 사용 중에 고열이 발생되는데, 연료전지의 수명과 성능을 유지하고 가장 안정된 출력상태를 얻기 위해서는, 고분자 전해질 연료전지의 경우 그 온도를 대략 25℃(상온)에서 80℃ 이내의 온도범위에서 유지해야 한다.
- [0008] 상술한 바와 같이 연료전지가 일정한 온도범위 내로 유지되어야 하기 때문에 발열량 및 온도를 측정하여 냉각 장치의 성능을 평가해야 할 필요가 생기게 된다.
- [0009] 이때, 냉각 장치의 성능 평가를 목적으로 연료전지를 실제 설계의 구성 그대로 구현하여 성능 평가 시험을 진행하는 것은 구현에 소요되는 시간 및 비용적 측면에서 불필요하거나 과도한 지출이 야기될 수 있다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1575430호(명칭: 연료 전지 냉각 불량 진단 장치 및 방법, 등록일: 2015년 12월 1일)
- (특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제10-2006-0024914호(명칭: 연료전지 열관리시스템의 평가장치, 공개일: 2006년 3월 20일)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 상기한 문제점을 개선하기 위하여 발명된 것으로, 본 발명의 한 가지 목적은, 연료전지 시스템의 구성요소 일부를 대체하여 연료전지 시스템과 유사한 발열량을 갖는 간이 연료전지 시스템을 구축하여 공랭식 냉각 성능 시험을 수행 가능하게 함으로써, 인프라 구축 비용을 절감 및 안정성 확보 효과를 얻을 수 있는 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치 및 이를 활용한 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법을 제공하는 것이다.
- [0014] 본 발명의 기술적 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제는 아래

의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기 과제를 달성하기 위하여 안출된, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치는, 좌측단에 배치되는 제1 엔드플레이트, 엔드플레이트의 우측면에 적층되는 제1 발열판, 발열판의 우측면에 적층되는 제1 분리판, 제1 분리판의 우측면에 적층되는 제2 발열판, 제2 발열판의 우측면에 적층되는 제2 분리판, 제2 분리판의 우측면에 적층되는 제3 발열판, 제3 발열판의 우측면에 적층되는 제2 엔드플레이트로 이루어지는 연료전지 스택, 제1,2,3 발열판 각각에 전원을 공급하는 전원공급장치, 연료전지 스택 주변에 설치되고 일정 크기의 날개를 회전시켜 공기를 순환시키는 냉각팬, 연료전지 스택에 설치되는 온도센서 및 전원공급장치와 냉각팬과 온도센서 각각의 작동을 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법은, 본 발명에 의한 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치를 이용하는 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법으로서, 제1,2,3 발열판 부분이 각각 막전극접합체로 구성되는 실제 연료전지 시스템의 다공성을 실험적 또는 전산유동해석을 통해 구하는 다공성산정단계, 실제 연료전지 시스템의 발열량을 실험적 또는 설계값을 이용하여 추정하는 발열량추정단계, 연료전지 시스템의 부품을 3D 프린팅을 통하여 제작하는 부품제작단계, 막전극접합체를 대체하여 제1,2,3 발열판을 각각 삽입하여 조립함으로써 간이 연료전지 시스템을 구현하는 발열판조립단계, 간이 연료전지 시스템 전단에 냉각팬을 장착하는 냉각팬장착단계, 실제 연료전지 시스템의 발열량에 해당하는 발열이 이루어지도록 제1,2,3 발열판에 각각 전원을 인가하는 전원인가단계, 연료전지 스택의 온도를 일정 시간 간격으로 측정하는 온도모니터링단계, 측정된 온도가 미리 설정된 냉각 시작 온도에 이르면 냉각팬을 작동시키는 냉각팬작동단계 및 일정 시간 간격으로 측정된 복수의 온도값을 비교하여 냉각성능을 산출하는 냉각성능산출단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연료전지 시스템의 구성요소 일부를 대체하여 연료전지 시스템과 유사한 발열량을 갖는 간이 연료전지 시스템을 구축하여 공랭식 냉각 성능 시험을 수행 가능하게 함으로써, 인프라 구축 비용을 절감 및 안정성 확보 효과를 얻을 수 있는 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치 및 이를 활용한 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법을 제공할 수 있게 되는 효과가 있다.

[0021] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 연료전지의 주요 부품 적층을 이해하기 쉽게 분해도로 표시한 개념적 도면이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치의 구성을 개념적으로 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0025] 실시예를 설명함에 있어서 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.

[0026] 마찬가지로 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다. 또한, 각

구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다. 각 도면에서 동일한 또는 대응하는 구성요소에는 동일한 참조 번호를 부여하였다.

- [0028] 도 1은 연료전지의 주요 부품 적층을 이해하기 쉽게 분해도로 표시한 개념적 도면이다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 연료전지는 크게 막전극접합체(MEA)(10), 전해질막(6), 촉매층(5), 가스확산층(4), 가스켓(3), 분리판(2), 집전판(1)으로 구성된다.
- [0030] 연료전지는 안쪽부터 전해질막(6)-촉매층(5)-가스확산층(4)-(가스켓(3))-분리판(2) 순으로 구성되어 있으며 이렇게 만든 한 단위를 연료전지 단위 셀이라고 한다. 단위 셀은 약 0.7V의 전압을 생성하며 출력을 높이기 위해 직렬로 쌓아(스택) 사용하며, 이를 ‘연료전지스택’ 이라고 부른다.
- [0031] 도 1의 연료전지 예는 현재 가장 널리 쓰이는 연료전지 유형인 고분자 전해질 연료전지(PEMFC: Polymer/Proton Electrolyte Membrane Fuel Cell)를 예로 든 것이다. 이외 연료전지 유형으로서, 고체 산화물 연료전지(SOFC), 알칼리 연료전지(AFC), 용융탄산염 연료전지(MCFC), 인산 연료전지(PAFC), 직접 메탄올 연료전지(DMFC) 등이 있으며, 각각에 대한 설명은 생략한다.
- [0032] 막전극접합체(10)(MEA: Membrane-Electrode Assembly)는 음극과 양극을 전해질막(6)에 부착한 것으로 산소와 수소의 전기화학 반응이 일어나는 연료전지의 핵심 부품으로서, 전해질막(6), 촉매층(5), 가스확산층(4)으로 이루어진다. 막전극접합체(10)의 제작 과정에서 가스확산층(4)의 구조를 유지하고 전극과 전해질의 접촉을 좋게 하는 것이 중요하다.
- [0033] 전해질막(6)(Electrolytic membrane)은 이온을 전달하고 반응기체(산소, 수소)를 분리하여 접촉을 막는 역할을 하는 부분으로서, 높은 이온 전도성이 필요하고 이온 외의 전자 등의 통과는 막아야 하며 화학적으로 안정성이 우수한 소재가 필요하다.
- [0034] 촉매층(5)(Catalyst layer)은 수소의 산화반응, 산소의 환원반응을 촉진하는 역할을 하는 부분이다. 음극과 양극에서 수소와 산소의 반응속도가 다른 문제를 해결하기 위한 방안으로 촉매량을 조절하며, 일산화탄소 등에 의해 손상이 가지 않는 소재를 개발할 필요가 있다. 또한, 가격이 비싼 백금 촉매를 사용할 경우 백금 사용량은 줄이면서 효과는 늘리기 위해 나노사이즈의 백금 입자를 뿌리는 기술로 비용을 절감할 수 있다.
- [0035] 가스확산층(4)(Gas diffusion layer)은 반응기체를 촉매층에 전달하고 물을 제거하는 역할을 하는 부분이다. 높은 기체 확산성, 배수성, 강성을 요구하며 두께를 얇게 하는 등의 노력을 통하여 가격을 낮추기 위한 노력이 진행되고 있다.
- [0036] 가스켓(3)(Gasket)은 막전극접합체(MEA) 주변을 감싸 가스가 새지 않도록 막는 역할을 하며 주로 고무 폴리머로 만들어 진다. 내열성과 탄성이 좋고 압축변형에 저항성이 높은 소재가 필요하다.
- [0037] 분리판(2)(Separator/Bipolar plate)은 연료전지스택에서 단위 셀을 분리하는 역할을 하며, 전기전도체 역할도 하기도 하고 생성된 물을 외부로 배출하는 역할도 한다. 연료전지 무게의 약 60%를 차지한다. 요구되는 특성은 높은 전기전도도, 열전도율, 기계적 강도를 가져야 하고 부식에 강하고 가벼운 소재가 필요하다.
- [0038] 집전판(1)(Current Collector Plate)은 연료전지에서 만들어낸 전류를 흘려주는 역할을 하며, 형상에 따라 저항 값이 달라지기 때문에 디자인 최적화가 필요한 부분이다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치의 구성을 개념적으로 나타낸 도면이다.
- [0041] 도 2를 참조하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치는, 연료전지의 단위 셀 구성 중 막전극접합체를 대체하여 삽입되는 발열판(20), 발열판(20)으로 전원을 공급하는 전원공급장치(40), 발열판(20) 주변에 설치되고 일정 크기의 날개를 회전시켜 공기를 순환시키는 냉각팬(50), 발열판(20) 또는 단위 셀에 인접하도록 설치되는 온도센서 및 전원공급장치(40)와 냉각팬(50)과 온도센서의 작동을 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 여기에서, 발열판(20)을 분리판(30) 외측에 삽입하는 구성도 가능하다.
- [0043] 또한, 발열판(20)의 제작 시 발열판(20)의 다공성(porosity)을 조정함으로써, 냉각팬(50)에 의한 공기유량을 조

정하여 발열판(20)을 이용하지 않고 구현되는 실제 연료전지 시스템에서의 공기유량과 비슷한 공기유량이 되도록 조절할 수 있다.

[0044] 이때, 발열판(20)의 제조에는 3D 프린팅 방법을 이용할 수 있다. 발열판(20)의 제조가 대량으로 이루어지는 것이 아니고 경우에 따라 시험에 필요한 정도의 소량만 제조되고, 다공성을 조정해야 할 필요도 생기기 때문에 결과물의 특성을 쉽게 조절할 수 있는 3D 프린팅 방법으로 발열판(20)을 제조하는 편이 보다 유리하게 된다.

[0046] 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법의 순서도이다.

[0047] 도 3을 참조하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법은, 본 발명에 의한 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치를 이용하는 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법으로서, 제1,2,3 발열판 부분이 각각 막전극접합체로 구성되는 실제 연료전지 시스템의 다공성을 실험적 또는 전산유동해석을 통해 구하는 다공성산정단계(S10), 실제 연료전지 시스템의 발열량을 실험적 또는 설계값을 이용하여 추정하는 발열량추정단계(S20), 연료전지 시스템의 부품을 3D 프린팅을 통하여 제작하는 부품제작단계(S30), 막전극접합체를 대체하여 제1,2,3 발열판을 삽입하여 조립함으로써 간이 연료전지 시스템을 구현하는 발열판조립단계(S40), 간이 연료전지 시스템 전단에 냉각팬을 장착하는 냉각팬장착단계(S50), 실제 연료전지 시스템의 발열량에 해당하는 발열이 이루어지도록 제1,2,3 발열판에 각각 전원을 인가하는 전원인가단계(S60), 연료전지 스택의 온도를 일정 시간 간격으로 측정하는 온도모니터링단계(S70), 측정된 온도가 미리 설정된 냉각 시작 온도에 이르면 냉각팬을 작동시키는 냉각팬작동단계(S80) 및 일정 시간 간격으로 측정된 여러 온도값을 비교하여 냉각성능을 산출하는 냉각성능산출단계(S90)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0048] 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 연료전지 냉각성능 측정 시험 방법은, 발열판을 연료전지의 단위 셀 구성 중 한 쌍의 분리판의 외측에 각각 삽입하여 수행될 수도 있는 것을 특징으로 한다.

[0049] 또한, 냉각성능산출단계(S90) 이후, 필요하다면 발열판 또는 냉각팬에 인가되는 전원의 전압/전류를 조정한 후 전압/전류가 조정된 전원을 인가하는 전원제어단계를 추가하여 실시할 수도 있다.

[0051] 도면 1 내지 3을 참조하여 설명한, 이상과 같은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른, 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치 및 방법에 의하면, 실제 연료전지 시스템을 이용하는 연료전지 냉각성능 측정 시험 장치/방법에 비하여 적은 비용과 시간으로 간이 연료전지 시스템을 구축하여 공랭식 냉각 성능 시험을 수행할 수 있게 된다.

[0052] 또한, 본 발명에 의한 간이 연료전지 시스템에는 실제 수소 공급이 이루어지지 않기 때문에 냉각성능 시험용 인프라 구축에 소요되는 비용이 절감되는 동시에 안정성도 확보할 수 있게 된다.

[0055] 한편, 본 명세서와 도면에는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

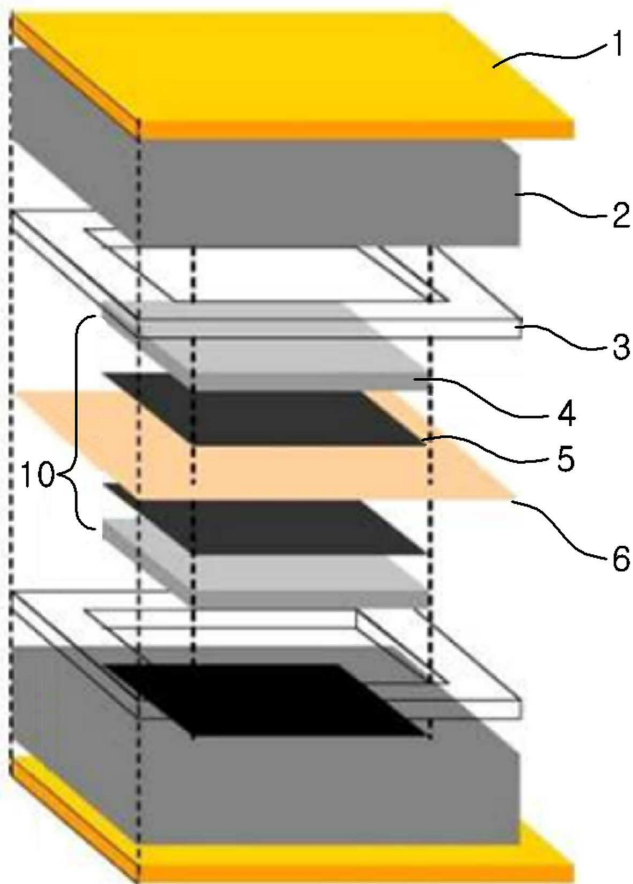
부호의 설명

- [0057]
- 1 : 집전판
 - 2 : 분리판
 - 3 : 가스켓
 - 4 : 가스확산층
 - 5 : 촉매층

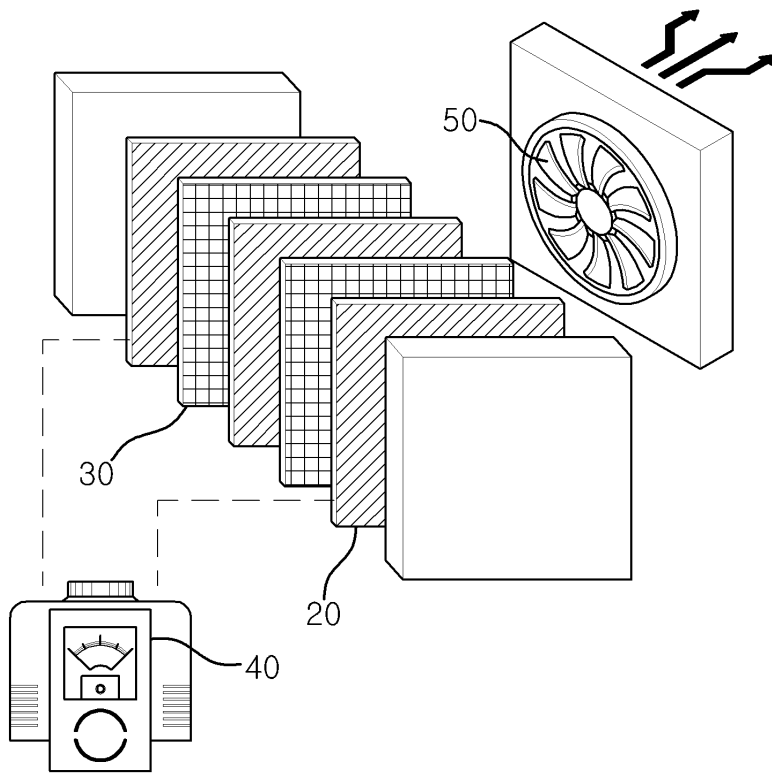
- 6 : 전해질막
- 10 : 막전극접합체
- 20 : 발열판
- 30 : 분리판
- 40 : 전원공급장치
- 50 : 냉각팬

도면

도면1



도면2



도면3

