(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0131592
(43) 공개일자 2023년09월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*H01M 8/04298* (2016.01) *H01M 8/0202* (2016.01)
*H01M 8/0258* (2016.01) *H01M 8/04119* (2016.01)
*H01M 8/04313* (2016.01) *H01M 8/0432* (2016.01)
*H01M 8/04492* (2016.01) *H01M 8/10* (2016.01)
(52) CPC특허분류
*H01M 8/04305* (2013.01)
*H01M 8/0202* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0028650
(22) 출원일자 2022년03월07일
심사청구일자 2022년03월07일

(71) 출원인
**충남대학교산학협력단**
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
**유상석**
대전광역시 유성구 대학로 59 샹그릴라오피스텔 1010호
**한재수**
대전광역시 중구 산성로 108-24 주공2차아파트 201동 203호
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**이충한**

전체 청구항 수 : 총 6 항

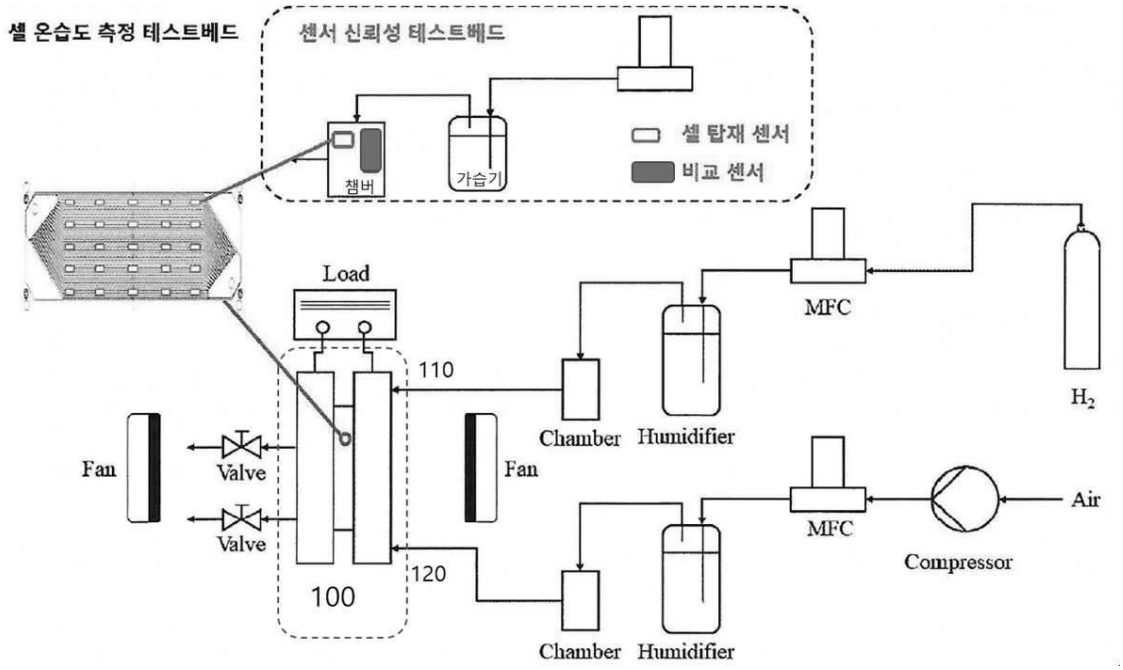
(54) 발명의 명칭 **고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치**

## (57) 요 약

본 발명은 고분자 전해질 연료전지(PEMFC:Proton-exchange membrane fuel cell)의 온도 및 습도 평가 장치에 관한 것으로, 본 발명에 따르면 고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치가 제공되고, 이 장치는, 고분자 전해질막을 전해질로 사용하는 연료전지 스택; 상기 연료전지 스택에 포함된 분리판에 설치되는

(뒷면에 계속)

## 대 표 도



복수의 온습도 센서; 및 상기 복수의 온습도 센서로부터 수신된 온습도 값에 기반하여 유로 채널 내 온도 및 습도 분포를 분석하는 분석장치를 포함한다.

본 발명에 따르면 PEMFC의 단위전지의 분리판에 형성되는 가스 유로 채널 내부에 소형의 온도 및 습도 센서를 다수 설치하고 다수의 온도 및 습도 센서로부터 획득된 온도 및 습도 데이터를 이용하여 단위전지의 운전중 분리판 내의 온도 및 수분 농도를 분석함으로써 분리판의 유로 채널 설계에 활용할 수 있는 고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치를 제공할 수 있다.

(52) CPC특허분류
***H01M 8/0258*** (2013.01)
***H01M 8/04126*** (2013.01)
***H01M 8/04313*** (2013.01)
***H01M 8/0432*** (2013.01)
***H01M 8/04492*** (2013.01)
*H01M 2008/1095* (2013.01)
*Y02E 60/50* (2020.08)

(72) 발명자
**김영현**
대전광역시 유성구 대학로76번안길 37 행복공간 402호
**김태형**
대전광역시 유성구 문화원로19번길 36, 301호
**최유라**
대전광역시 유성구 대학로 59 샹그릴라오피스텔 1010호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 1711142561 |
| 과제번호 | 2019R1A2C1087784 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 개인기초연구(과기정통부)(R&D) |
| 연구과제명 | 다양한 부하 모드에서의 차량용 이온교환막 연료전지 내부 온도장 및 습도장 계측을 통한 성능 및 내구 특성 연구 |
| 기 여 율 | 1/1 |
| 과제수행기관명 | 충남대학교 |
| 연구기간 | 2019.09.01 ~ 2024.02.29 |

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치에 있어서,

고분자 전해질막을 전해질로 사용하는 연료전지 스택;

상기 연료전지 스택에 포함된 분리판에 설치되는 복수의 온습도 센서; 및

상기 복수의 온습도 센서로부터 수신된 온습도 값에 기반하여 유로 채널 내 온도 및 습도 분포를 분석하는 분석 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는

고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 연료전지 스택의 분리판의 일면에는 기체가 흐르는 유로 채널이 형성되어 있고, 상기 복수의 온습도 센서는 상기 유로 채널이 형성된 일면의 반대측인 타면에 타공된 홈부에 설치되는 것을 특징으로 하는

고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 분리판의 타면에 형성된 홈부는 분리판의 일면에 형성된 유로와 연통되어 있는 것을 특징으로 하는

고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 온습도 센서는 I2C 통신 로직을 통해 분석장치와 연결되고, 복수의 온습도 센서는 슬래이브 장치로서 복수의 FPGA에 연결되고, 복수의 FPGA는 마스터 장치로서 C 기반 프로세서에 연결되어, 복수의 FPGA 각각은 그에 연결된 복수의 온습도 센서로부터 실시간으로 측정되는 온습도 값을 마스터 장치인 C 기반 프로세서의 로직에 따라 분석장치로 전송하도록 구성된 것을 특징으로 하는

고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

복수의 FPGA 각각은 개별적인 온습도 채널을 형성하고, 상기 분석 장치는 온습도 채널 마다의 상대 습도(%), 전류 밀도(A/Cm2) 및 전압(V)을 사용자에게 제공하도록 구성된 것을 특징으로 하는

고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치.

**청구항 6**

제2항에 있어서,

상기 분리판을 외측에서 감싸는 집전판, 절연판 및 엔드 플레이트에는 상기 분리판에 형성된 홈부에 대응하는 위치에 온습도 센서의 배선이 통과하는 개구가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는

고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 고분자 전해질 연료전지(PEMFC:Proton-exchange membrane fuel cell)의 온도 및 습도 평가 장치에 관한 것으로 보다 구체적으로는 고분자 전해질 연료전지를 구성하는 분리판 내의 가스 유로 채널 내에서 온도 및 습도를 평가할 수 있는 고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0003] 일반적으로, 연료전지는 연료에너지를 직접 전기에너지로 바꾸는 발전 시스템으로써 저공해와 고효율의 이점이 있다. 특히 연료전지는 저장 및 운송이 용이한 석유 에너지, 천연가스, 메탄올 등의 에너지원을 이용하여 전기에너지를 생성할 수 있기 때문에 차세대 에너지원으로 주목받고 있다. 이러한 연료전지는 사용되는 전해질의 종류에 따라 인산형, 융용탄산염형, 고체 산화물형, 고분자 전해질형, 알칼리형 연료전지 등으로 구분되어 지며, 이들 각각의 연료전지는 기본적으로 같은 원리에 의해 작동되지만 사용되는 연료의 종류, 운전온도, 촉매, 전해질 등이 서로 다르다.

[0005] PEMFC(POroton-exchange membrane fuel cell)로 알려진 고분자 전해질 연료전지는 수소 이온 교환 특성을 갖는 고분자막을 전해질로 사용하는 연료전지로써 다른 형태의 연료전지에 비하여 전류밀도가 큰 고출력 특성을 가지며, 구조가 간단하며 빠른 시동과 응답특성, 우수한 내구성을 가지고, 아울러 수소 이외에도 메탄올이나 천연가스를 연료로 사용할 수 있어 자동차의 동력원, 분산형, 현지설치용 발전기, 군수용 비상전원, 우주선용 전원 등의 다양한 분야에 응용하기에 적합하다.

[0007] 도 1은 일반적인 고분자막을 전해질로 사용하는 연료전지 스택을 설명하기 위한 도면이다. 도 1에 도시한 바와 같이, 연료전지 스택은 기본적으로 고분자 전해질막과 이 전해질막의 양면에 접합되는 에노드 전극 및 캐소드 전극을 포함한다. 전해질막, 에노드 전극 및 캐소드 전극은 소위 막-전극 어셈블리(MEA)로 불리는 단위전지를 구성한다. 전기화학적 반응성, 이온 전도성, 전자 전도성, 연료 또는 산화제 전달성, 부산물 전달성, 계면 안정성 등에 대한 성능 향상을 위해 에노드 전극과 캐소드 전극은 백금 촉매층과 확산층을 각각 포함하여 이루어진다. 또한, 연료전지 스택은 단위전지들 사이에 설치되는 바이폴라 플레이트와 단위전지의 일측면과 엔드 플레이트 사이에 설치되는 모노폴라 플레이트를 포함한다. 이들 플레이트는 전기적 절연 특성을 구비하며 그것들의 일면 또는 양면에는 연료 공급을 위한 유동유로가 설치된다. 복수의 단위전지와 플레이트들의 적층체는 한 쌍의 엔드 플레이트와 체결부재에 의해 가압된 채로 고정된다.

[0009] 전술한 연료전지 스택의 작동원리는 다음과 같다. 먼저 에노드 전극에 수소가 공급되고 캐소드 전극에 산소 혹은 산소를 포함한 공기가 공급되면, 에노드 전극측의 공급된 수소가 백금 촉매층에서 전자와 수소이온으로 불리되어 전자는 외부도선을 따라 이동하고 수소이온은 전해질 막을 통해 이동한 후 캐소드 측에서 산소와 전자 그리고 수소이온이 만나 물을 생성한다. 이때 외부 회로를 통해 이동하는 전자에 의해 전기에너지가 얻어지게 된다.

[0011] 도 1을 참조하면 연료전지 스택은 전기가 발생되는 부분이고, 습도 조절장치는 가스저장탱크로부터 연료전지 스택으로 공급되는 수소와 산소(공기)의 습도를 조절하는 장치이다. 연료전지 시스템에서 출력은 공급되는 수소와 산소(공기)의 가습 정도에 따라 변할 수 있기 때문에 가습기가 필요하다. 반응가스의 가습은 연료전지 스택 내의 막 전극 접합체(Membrane Electrode Assembly)를 구성하고 있는 이온교환막의 이온 전도도를 높여 산화극에서 생성된 수소 프로톤 이온을 쉽게 환원극으로 이동시키고, 환원극으로 공급된 산소(공기)와 외부에서 일을 하고 돌아온 전자와 전기화학 반응을 통해 물을 생성하게 된다. 막 전극 접합체를 구성하고 있는 이온교환막은 가습이 많이 될수록 이온전도도 또한 높아지게 되어 연료전지 스택의 효율을 높이게 된다. 그러나 높은 가습조건은 연료전지 스택으로 반응 가스와 함께 가습기로부터 공급된 수증기의 응축이 일어나 촉매와 반응가스들의 접촉을 방해할 수 있는 상태가 되어 연료전지 스택의 효율을 떨어뜨리게 된다. 반대로 가습의 양이 적을 경우 이온교환막이 건조되어 수소 프로톤 이온의 전달이 줄어들고, 환원극에서 산소와의 반응이 줄어들어 연료전지 스택의 효율을 떨어뜨리게 된다. 따라서, 연료전지 시스템에서는 상기와 같은 이유에 따라 적절한 가습조건을 감안하여 두 가지 상반된 효과의 적절한 점을 찾는 것이 매우 중요하다.

[0013] 도 2는 종래 기술에 의한 연료전지시스템과 가습시스템의 일례를 나타내는 계통도이다. 도 2를 참조하면, 종래 기술에 의한 연료전지에서 온도 및 습도의 측정 기술의 경우 단위 전지 또는 셀의 수단 가스로부터 온도 및 습도를 측정하거나 단위 전지의 양극판 표면의 온도를 측정여 습도를 계산하는 방식을 이용해 왔다. 그러나 이와 같은 종래의 온도 및 습도 측정 방식은 가스가 흐르는 유로 채널 형상에 따른 온도 및 습도 분포에 대한 정보를 얻을 수 없고, 따라서 과도 상태에서 발생되는 기계적 피로를 방지하기 위한 내구적 전략을 세울 수 없다라는 문제점이 존재한다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2010-0132194(2010.12.17)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 전술한 문제점에 기반하여 안출된 발명으로서 본 발명은 단위전지 내부의 수분 농도를 분석함으로써 바이폴라 플레이트(분리판) 채널 설계에 활용할 수 있을 뿐만 아니라 과도 상태에서 발생되는 기계적 피로를 사전에 방지할 수 있는 고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0018] 전술한 과제를 해결하기 위해 본 발명의 하나의 양태에 따르면, 고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치가 제공되고, 이 장치는, 고분자 전해질막을 전해질로 사용하는 연료전지 스택; 상기 연료전지 스택에 포함된 분리판에 설치되는 복수의 온습도 센서; 및 상기 복수의 온습도 센서로부터 수신된 온습도 값에 기반하여 유로 채널 내 온도 및 습도 분포를 분석하는 분석장치를 포함한다.

[0020] 또한 전술한 양태에서, 연료전지 스택의 분리판의 일면에는 기체가 흐르는 유로 채널이 형성되어 있고, 상기 복수의 온습도 센서는 상기 유로 채널이 형성된 일면의 반대측인 타면에 타공된 홈부에 설치된다.

[0022] 또한 전술한 어느 하나의 양태에서 분리판의 타면에 형성된 홈부는 분리판의 일면에 형성된 유로와 연통되어 있

다.

[0024] 또한 전술한 어느 하나의 양태에서 복수의 온습도 센서는 I2C 통신 로직을 통해 분석장치와 연결되고, 복수의 온습도 센서는 슬래이브 장치로서 복수의 FPGA에 연결되고, 복수의 FPGA는 마스터 장치로서 C 기반 프로세서에 연결되어, 복수의 FPGA 각각은 그에 연결된 복수의 온습도 센서로부터 실시간으로 측정되는 온습도 값을 마스터 장치인 C 기반 프로세서의 로직에 따라 분석장치로 전송하도록 구성된 다.

[0026] 또한 전술한 어느 하나의 양태에서 복수의 FPGA 각각은 개별적인 온습도 채널을 형성하고, 상기 분석 장치는 온습도 채널 마다의 상대 습도(%), 전류 밀도(A/Cm2) 및 전압(V)을 사용자에게 제공하도록 구성된다.

[0028] 또한 전술한 어느 하나의 양태에서 상기 분리판을 외측에서 감싸는 집전판, 절연판 및 엔드 플레이트에는 상기 분리판에 형성된 홈부에 대응하는 위치에 온습도 센서의 배선이 통과하는 개구가 형성되어 있다.

## *발명의 효과*

[0030] 본 발명에 따르면 PEMFC의 단위전지의 분리판에 형성되는 가스 유로 채널 내부에 소형의 온도 및 습도 센서를 다수 설치하고 다수의 온도 및 습도 센서로부터 획득된 온도 및 습도 데이터를 이용하여 단위전지의 운전중 분리판 내의 온도 및 수분 농도를 분석함으로써 분리판의 유로 채널 설계에 활용할 수 있는 고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치를 제공할 수 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0032] 도 1은 일반적인 고분자막을 전해질로 사용하는 연료전지 스택을 설명하기 위한 도면;

도 2는 도 2는 종래 기술에 의한 연료전지시스템과 가습시스템의 일례를 나타내는 계통도;

도 3은 본 발명에 따른 고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치의 평가 시스템의 전체 계통도;

도 4는 본 발명에 따른 고분자 전해질 연료전지의 분리판의 구조를 나타내는 도면;

도 5는 도 4의 분리판을 포함하는 연료전지의 타공 구조를 나타내는 도면;

도 6은 센서로부터 수집되는 온습도 데이터를 고속 처리하기 위한 로직을 나타내는 설명도;

도 7은 온습도 센서의 측정 신뢰도 평가 결과의 일례를 나타내는 도면;

도 8은 온습도 평가 장치에 의해 측정된 채널별 온습도 상태를 나타내는 그래프이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0033] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0035] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다. 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0037] 도 3은 본 발명에 따른 고분자 전해질 연료전지의 유로 채널 내 온도 및 습도 평가 장치의 평가 시스템의 전체 계통도를 나타낸 도면이다. 도 3을 참조하면 연료전지(100)의 애노드 전극(110) 측은 챔버 및 가습기로 이루어진 습도조절장치를 통해 수소원(H2)에 연결되고, 연료전지(100)의 캐소드 전극(120) 측 역시 애노드 전극측과 유사하게 챔버 및 가습기로 이루어진 습도조절장치를 통해 산소를 포함하는 공기원(O2)에 연결된다.

[0039] 먼저 수소원(H2)으로부터 습도조절장치를 통해 에노드 전극에 수소가 공급되고 공기원(O2)으로부터 습도조절장치를 통해 캐소드 전극에 산소 혹은 산소를 포함한 공기가 공급되면, 에노드 전극측의 공급된 수소가 백금 촉매층에서 전자와 수소이온으로 불리되어 전자는 외부도선을 따라 이동하고 수소이온은 전해질 막을 통해 이동한 후 캐소드 측에서 산소와 전자 그리고 수소이온이 만나 물을 생성한다. 이때 외부 회로를 통해 이동하는 전자에 의해 전기에너지가 얻어지게 된다.

[0041] 이와같은 연료전지는 애노드에서 연료인 수소가 산화 반응을 일으키고, 캐소드에서 산소가 환원 반응을 일으킨다. 이때의 전자 이동에 의해 전기에너지가 발생된다. 애노드와 캐소드 사이의 반응식은 다음과 같다.

[0042] 애노드 : $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

[0043] 캐소드 : $1/2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$

[0044] 총 반응식 : $H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O$

[0046] 통상적으로 연료전지는 기본적으로 고분자 전해질막과 이 전해질막의 양면에 접합되는 에노드 전극 및 캐소드 전극을 포함한다. 전해질막, 에노드 전극 및 캐소드 전극은 소위 막-전극 어셈블리(MEA)로 불리는 단위전지를 구성한다. 전기화학적 반응성, 이온 전도성, 전자 전도성, 연료 또는 산화제 전달성, 부산물 전달성, 계면 안정성 등에 대한 성능 향상을 위해 에노드 전극과 캐소드 전극은 백금 촉매층과 확산층을 각각 포함하여 이루어진다. 또한, 연료전지 스택은 단위전지들 사이에 설치되는 바이폴라 플레이트와 단위전지의 일측면과 엔드 플레이트 사이에 설치되는 모노폴라 플레이트를 포함한다. 이들 플레이트는 전기적 절연 특성을 구비하며 그것들의 일면 또는 양면에는 연료 공급을 위한 유동유로가 설치된다. 복수의 단위전지와 플레이트들의 적층체는 한 쌍의 엔드 플레이트와 체결부재에 의해 가압된 채로 고정된다.

[0048] 바이폴라 플레이트는 기체가 전극내로 들어갈 때 바이폴라 플레이트에 새겨져있는 유로를 통해 기체가 흐르게 하고, 전극에서 생성된 전자를 모으는 집전(current collector) 역할을 수행한다. 또한 연료 전지를 식히는 냉각기(cooler) 역할도 수행할 수 있으며, MEA(전극/전해질 접합체)를 지탱하고 기체가 외부로 누출되는 것을 막도록 구성된다.

[0050] 본 발명에서 가장 핵심이 되는 것은 좁은 셀 유로에 군집화된 형태로 탑재하여 유로 내의 온도 및 습도에 관한 분포 정보를 고속으로 얻을 수 있도록 하는데 있다. 따라서 유로에 설치가 가능한 만큼의 소형이면서 I2C 디지털 통신이 가능한 센서를 선정할 필요가 있다.

[0052] 먼저 전술한 필수 요건이 갖추어진 셀 탑재 센서들의 후보군을 선정하고 선정된 후보군의 각각을, 채널에 센서가 탑재된 기계적 구조와 가스가 유동하는 유체 구조를 모사한 환경(테스트 베드)에서 센서 신뢰성 평가 및 캘리브레이션을 통해 정확한 신호를 센싱하고 있음을 확인한 후 하나의 센서를 선정한다. 신뢰성의 평가는 도 7에 도시된 바와 같이 넓은 운전 조건(40, 60, 80°C 온도 / 25, 50, 75% 상대습도)에서 센서 신뢰성 실험 수행하였다.

[0054] 또한 유로 내 탑재될 센서의 신뢰성 평가는 가스가 유동하는 조건에서 온습도를 측정하는데 신뢰도가 확보된 상용 센서 중 일종을 채택하여 비교 센서로 선정하며, 온습도 측정을 용이하게 하기 위해 가습기 후단에 설치된 측정 챔버 내에 셀 탑재 센서와 함께 설치된다. 여기서 셀 탑재 센서가 가스 온습도 측정을 위해 가스를 샘플링하는 가스 수신부 면의 위치는 반드시 채널 내 탑재되었을 때의 구조를 반영하도록 하며, 비교 센서는 챔버 내 중앙부에 위치하도록 하여 가스 라인에서 유동하는 가스의 온습도를 샘플링할 수 있도록 한다.

[0056] 상기 설계 절차에 따라 셀 탑재 환경에서도 실제 온습도 측정을 적절히 수행하는지 검증할 수 있어야 하며, 셀 탑재 환경에서 측정되는 평가 센서와 가스 라인 환경에서 측정되는 비교 센서의 온습도 거동이 다를 경우 캘리브레이션을 통해 적절한 온습도 평가가 가능할 수 있도록 조종한다.

[0058] 신뢰성 평가로부터 탑재될 센서를 선정한 후에는 센서가 직접 탑재될 분리판을 포함하는 셀을 제작한다. 분리판 채널 형상을 결정하고 유로 흐름 등 측정 전략에 따라 센서 위치를 결정한다. 본 특허에서는 입출구가 평행한 평행유로 채널을 예시로 들고 있으나 측정 및 제어 전략에 따라 분리판 유로를 다르게 설계할 수도 있다.

[0060] 도 4는 본 발명에 따라 센서가 설치된 분리판(바이폴라 플레이트)의 정면도이고, 도 5의 (a)는 도 4의 분리판을 포함하는 셀을 A-A' 방향으로 절단한 횡단면도를, (b)는 센서의 설치 모습을 나타내는 사시도이다. 도 4 및 도 5를 참조하면, 미세 채널 내 센서 가스 수신부가 설치될 만큼을 타공하여야 하므로 분리판 재질은 금속 분리판으로 제작하고 센서 가스 수신부를 포함한 기타 센서 형상을 고려하여 분리판 채널에 타공을 수행한다. 셀 체결 후 결선의 편리성을 위하여 센서에 미리 선을 연결한 후 타공된 셀에 선정된 센서를 설치한다. 소형의 센서에서 선간 거리가 가까워 신호 교란이 발생할 경우를 대비하여 PCB 등을 이용하여 선간 거리를 이격하는 작업을 수행한 후 설치한다. 집전판(160), 절연판(미도시), 및 엔드 플레이트(170) 등 기타 셀 부품에도 센서 선을 외부로 인출해 낼 수 있도록 타공한다.

[0062] 도 6은 센서로부터 수집되는 온습도 데이터를 고속 처리하기 위한 로직을 나타내는 설명도이다. 본 발명에서는 미세 채널 또는 유로에 체결된 센서로부터 측정된 온습도를 고속으로 측정하기 위한 I2C 통신 로직을 탑재한 ECU를 제작한다. 병렬처리가 가능한 마이크로칩 FPGA를 이용함으로써 수십개의 온습도 측정을 마이크로초 단위로 수행할 수 있다.

[0064] 디지털 통신중 I2C 통신은 수십개의 센서와 연결되어 센서에 실제적으로 접근하는 슬래이브(Slave) 장치와 사용자 로직에 따라 어떤 센서로부터 값을 수신할지를 선택하는 마스터(Master) 장치로 구성되며, 본 발명에서는 FPGA를 슬레이브(Slave) 장치로, C 기반 프로세서를 마스터(Master) 장치로 설정된다.

[0066] 각각의 FPGA(슬래이브)와 연결된 수십개의 센서로부터 실시간으로 측정되는 온습도 값은 C 기반 프로세서의 로직에 따라 PC(분석장치)로 전송된다. C 코딩을 통해 PC 버퍼에 액세스하는 시간을 사용자가 원하는 대로 조절할 수 있고, 탑재된 ECU를 별도로 제작하면 메인 컨트롤러에서 DAQ에 할애하는 부하를 줄여 고속 측정 시스템을 구현하는 것이 가능하다. FPGA는 수십개의 센서와 직접 연결되어 마이크로초 단위로 센서값을 지속적으로 업데이트하고, C 기반 프로세서는 사용자가 원하는 시간에 FPGA에 접근하여 업데이트된 센서값을 취득할 수 있도록 하는 로직이 ECU 내에 탑재되어 있다. 이용되는 센서의 수와, FPGA의 수는 실시예에 이용되는 분리판 또는 연료전지의 형상 및 구조에 따라 상이하며 적정한 범위내에서 선택적으로 이용될 수 있다.

[0068] 도 8은 전술한 바와 같은 온습도 평가 장치에 의해 측정된 채널별 온습도 상태를 나타내는 그래프이다. 도 8에 도시된 바와 같이 입구측 채널(CH4)에 비해 출구측 채널(CH0)로 갈수록 온습도가 높아지는 것을 알 수 있으며, 이 경우 히터등의 제어 시스템을 이용하여 출구측 온도 등을 조절해줌으로써 셀 전체에 걸쳐 균일한 상대 습도

유지가 가능하게 된다.

[0070] 이와 같은 본 발명에 따르면 수십개의 센서값을 마이크로초 단위로 지속적으로 업데이트하는 FPGA와 사용자 명령에 따라 FPGA에 접근하는 C 기반 프로세서로 구성된, 실시간 측정 ECU를 이용하여 고속 측정이 가능하고, 다양한 운전 조건에서 셀 내 온/습도 분포에 대한 분석이 가능하며, 디지털 통신을 이용하여 아날로그 통신 대비 온/습도 측정 결선의 단순화가 가능하게 된다. 또한 채널 형상에 따른 온/습도 분포에 따라 제어 시스템의 사전 설계가 가능하여, 연료전지 셀 운전 중 미세 채널 중앙 또는 후단에서 온도 편차가 발생되는 경우, 특정 구역내 히터의 가동 시간을 줄이거나 증가시켜 셀 전체에 걸친 균일한 온도 제어가 가능하게 된다.

[0072] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0074] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively)처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0076] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0078] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0080] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속하는 것으로 해석되어야만 한다.

## 부호의 설명

[0082] 100: 연료 전지 110: 애노드 전극

120: 캐소드 전극

150: 분리판 또는 바이폴라 플레이트

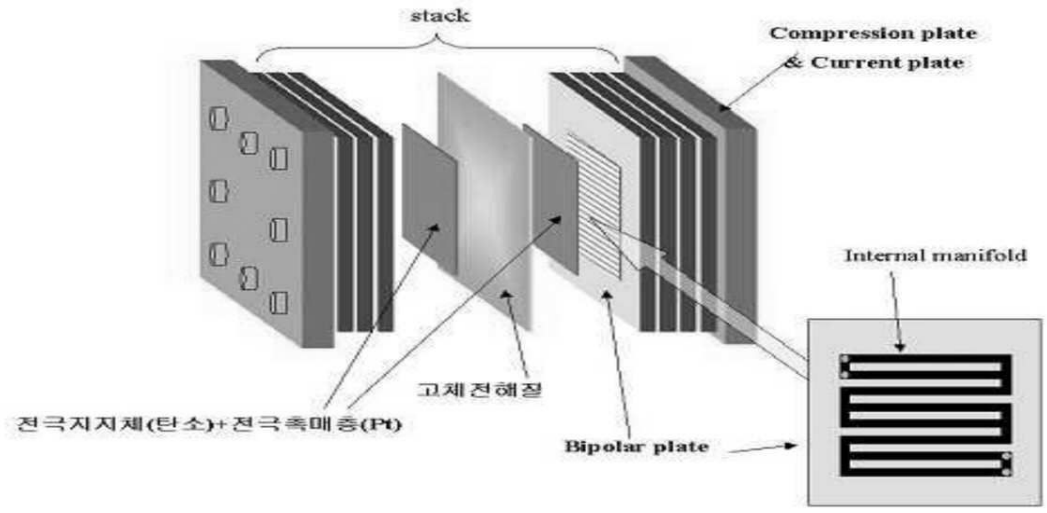
151: 미세 유로 152: 타공 홈

153: 온습도 센서 160: 집전판

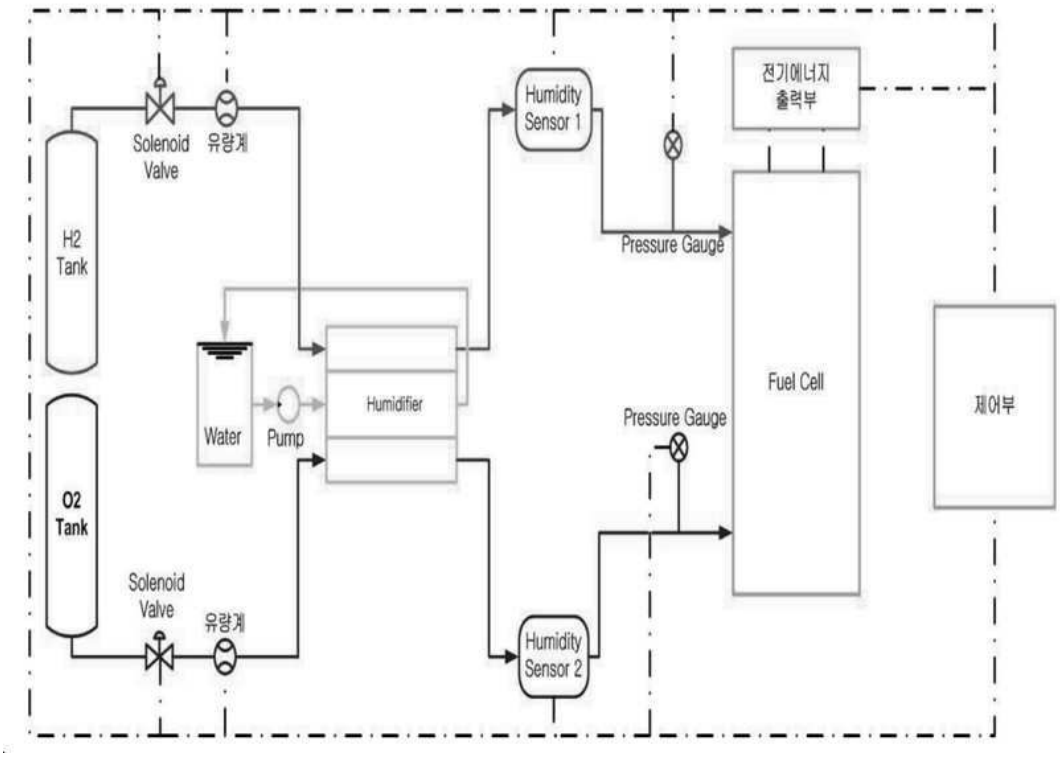
170: 엔드 플레이트

## 도면

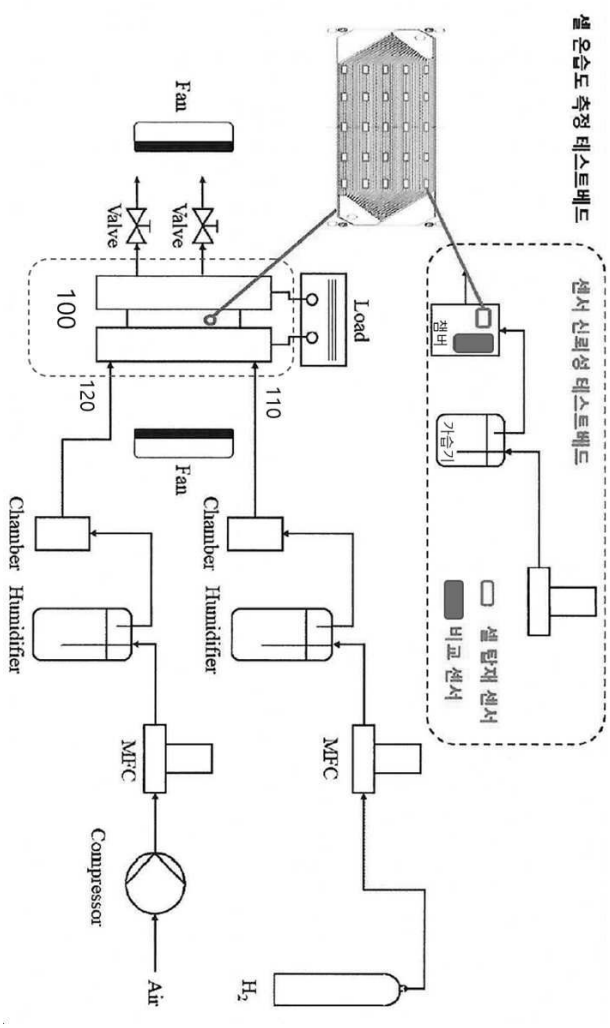
### 도면1



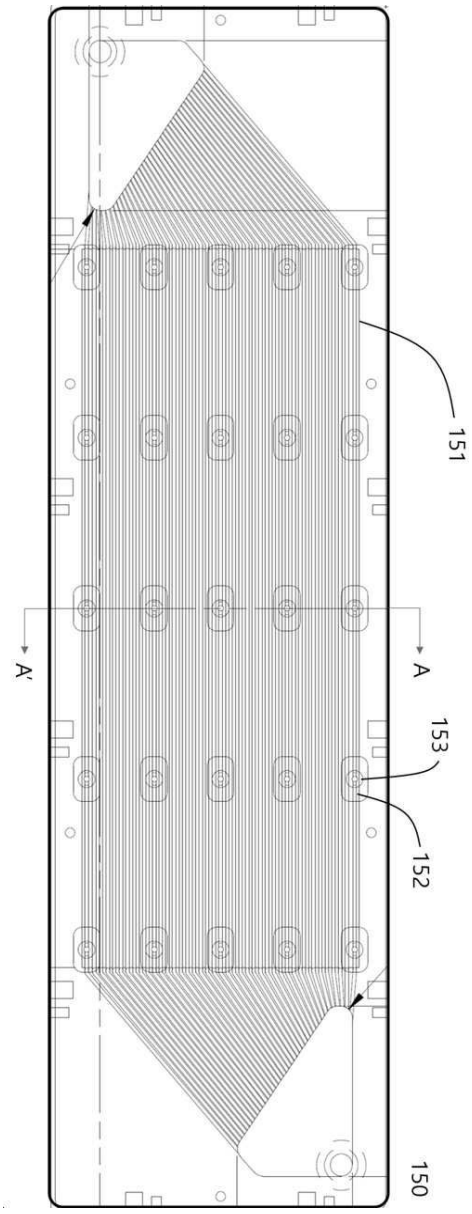
도면2


Solenoid Valve
유량계
H2 Tank
O2 Tank
Water
Pump
Humidifier
Solenoid Valve
유량계
Humidity Sensor 1
Humidity Sensor 2
Pressure Gauge
Pressure Gauge
전기에너지 출력부
Fuel Cell
제어부

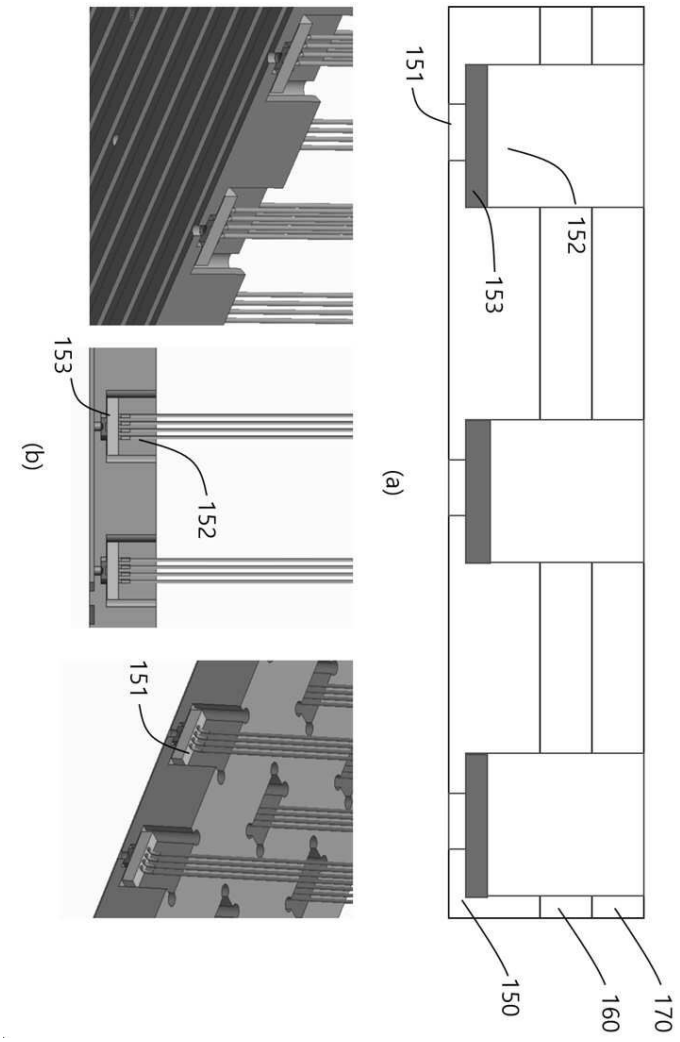
도면3


셀 온습도 측정 테스트베드
Fan
Valve
Valve
100
Load
120
110
Fan
Chamber
Humidifier
Chamber
Humidifier
MFC
MFC
Compressor
Air
$H_2$
셀 온습도 측정 테스트베드
챔버
가습기
셀 탐재 센서
비교 센서

도면4

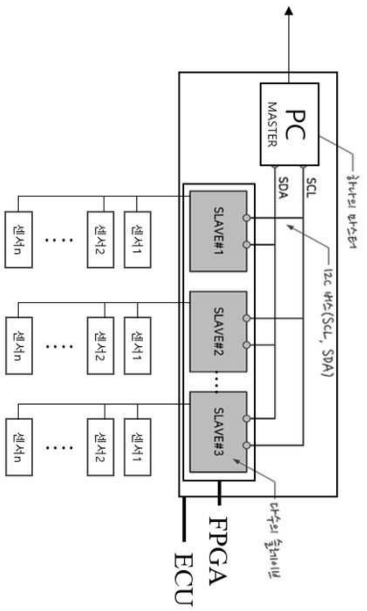


도면5

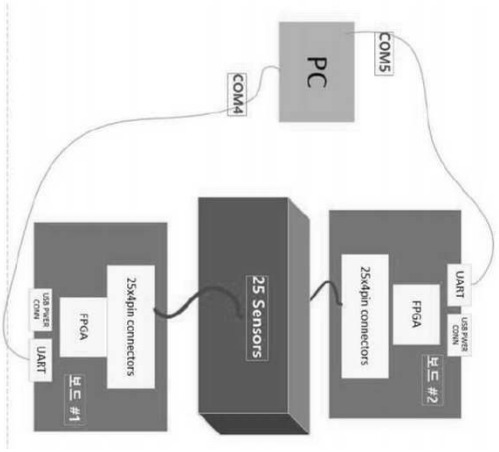


도면6

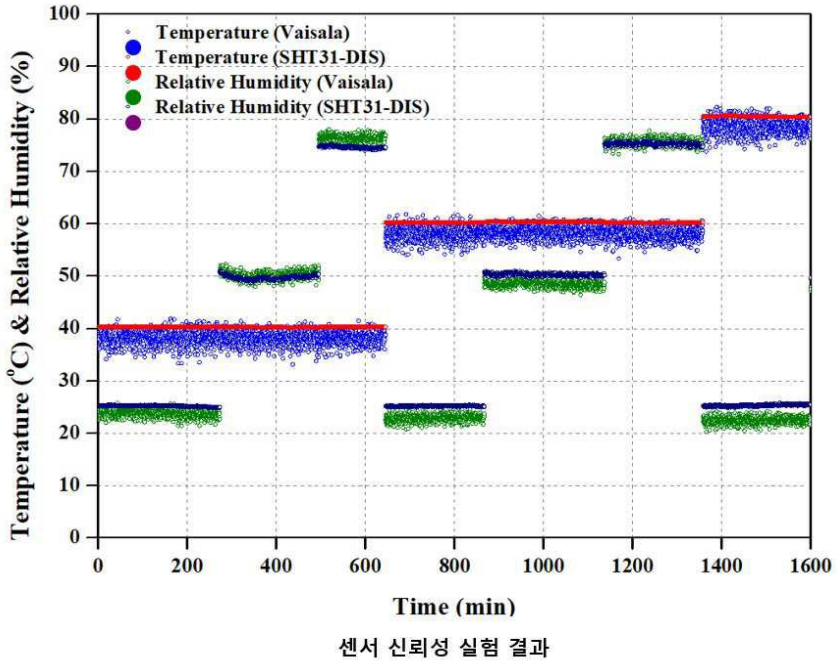
(a)


PC
MASTER
SCL
SDA
I2C 버스(SCL, SDA)
SLAVE#1
SLAVE#2
SLAVE#3
센서1
센서2
센서n
FPGA
ECU

(b)


PC
COM4
COM5
25 Sensors
25x4pin connectors
FPGA
UART
USB PWR CONN
보드 #1
보드 #2

도면7




센서 신뢰성 실험 결과

도면8

