(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0024540
(43) 공개일자 2023년02월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/04664 (2016.01) *H01M 8/04082* (2016.01)
H01M 8/04119 (2016.01) *H01M 8/0432* (2016.01)
H01M 8/0438 (2016.01) *H01M 8/04746* (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/04664 (2013.01)
H01M 8/04156 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0106442
(22) 출원일자 2021년08월12일
심사청구일자 2021년08월12일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김용주
세종특별자치시 국책연구원1로 15 새샘마을9단지 중흥리버뷰1차 901동 303호
김완수
경기도 평택시 경기대로 508 휴먼시아2단지 203동 108호
(74) 대리인
이충한

전체 청구항 수 : 총 6 항

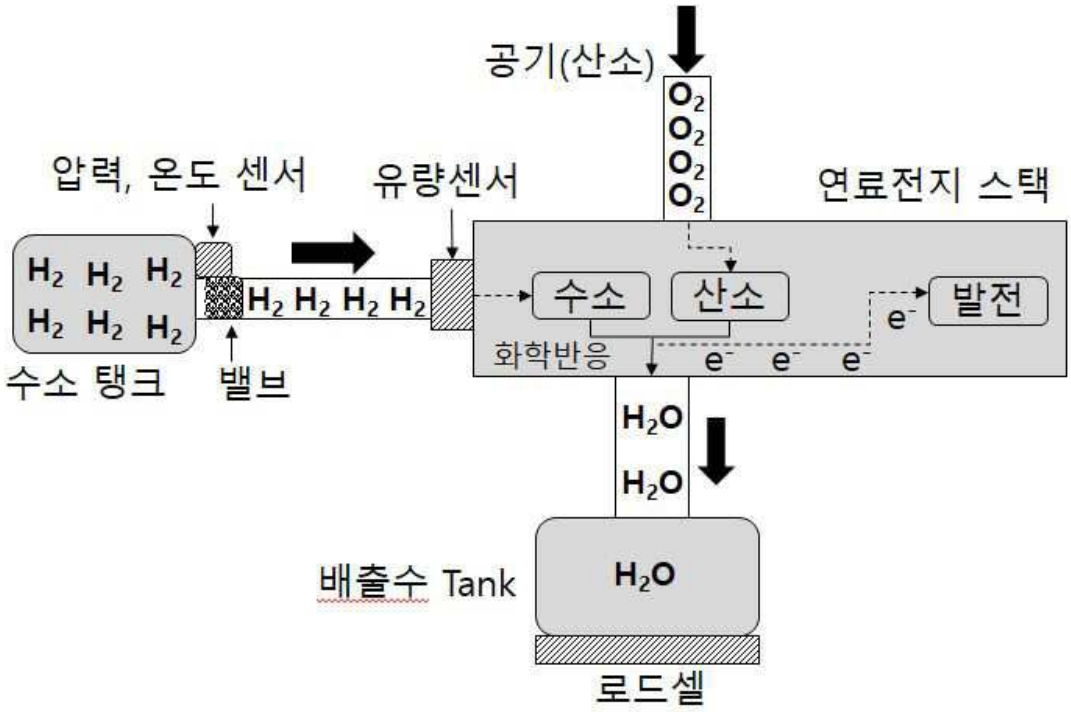
(54) 발명의 명칭 **수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템**

(57) 요 약

본 발명은, 수소탱크에서 공급된 수소 이온과 공기중의 산소가 연료전지 스택을 통해 화학 반응하여 전기에너지를 생성하고, 이를 통해 농기계를 구동하는 농기계에 있어서, 수소탱크 및 연료전지 스택의 이상에 따른 고장 진단을 실시간으로 이루어질 수 있게 하기 위한, 수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템 및 진단

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



방법에 관한 것으로, 수소를 저장하고, 연료전지 스택(3)에 수소를 공급하는 수소탱크(1); 상기 수소탱크(1)로부터 수소를 공급받고, 외부로부터 산소를 공급받아서, 상기 수소와 산소의 전기화학반응으로 전기에너지를 생산하는 연료전지 스택(3); 상기 연료전지 스택(3)에서 수소와 산소의 전기화학반응에 의해 발생하는 배출수를 저장하는 배출수 보관탱크(5);를 가지며, 상기 수소탱크(1)와 상기 연료전지 스택(3) 사이에는 수소 공급로(2)가 설치되어 수소를 수소탱크(1)로부터 연료전지 스택(3)으로 공급하며, 상기 수소탱크(1)에는 압력 및 온도 센서(10)를 설치하고, 상기 수소공급로(2)에는 유량센서(20)를 설치하며, 상기 배출수 보관탱크(5)의 하측에는 로드셀(4)을 설치하는 것을 특징으로 하는, 수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
H01M 8/04201 (2013.01)
H01M 8/04328 (2013.01)
H01M 8/04388 (2013.01)
H01M 8/04753 (2013.01)
H01M 2250/20 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415175019
과제번호	20014649
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	기계장비산업기술개발(R&D)
연구과제명	트랙터 부착형 농작업기의 지능화 기술 및 표준형 통합 제어기 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

수소를 저장하고, 연료전지 스택(3)에 수소를 공급하는 수소탱크(1);

상기 수소탱크(1)로부터 수소를 공급받고, 외부로부터 산소를 공급받아서, 상기 수소와 산소의 전기화학반응으로 전기에너지를 생산하는 연료전지 스택(3);

상기 연료전지 스택(3)에서 수소와 산소의 전기화학반응에 의해 발생하는 배출수를 저장하는 배출수 보관탱크(5);를 가지며

상기 수소탱크(1)와 상기 연료전지 스택(3) 사이에는 수소 공급로(2)가 설치되어 수소를 수소탱크(1)로부터 연료전지 스택(3)으로 공급하며,

상기 수소탱크(1)에는 압력 및 온도 센서(10)를 설치하고,

상기 수소공급로(2)에는 유량센서(20)를 설치하며,

상기 배출수 보관탱크(5)의 하측에는 로드셀(4)을 설치하는 것을 특징으로 하는,

수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수소 공급로(2)와 수소탱크(1)의 연결 부분에는 수소의 공급을 제어할 수 있도록 수소 공급 제어 밸브(11)가 더 설치되는 것을 특징으로 하는,

수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 유량센서(20)는 수소 공급로(2)와 연료전지 스택(3)의 연결 부분에 설치되는 것을 특징으로 하는,

수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 압력 및 온도 센서(10)에서는, 수소 탱크(1) 내에 본재하는 수소의 무게를 측정하며,

상기 유량센서(20)에서는, 수소의 밀도를 이용하여 연료전지 스택(3)에 공급되는 수소의 무게를 측정하며,

상기 초기 수소탱크(1) 내에 존재하는 수소의 무게와 연료전지 스택(3)에 공급된 수소의 무게 차이를 산출하고, 현재 수소탱크(1) 내에 존재하는 수소의 무게와 비교하여, 동일한 값을 나타내면 정상으로, 동일한 값을 나타내지 않으면 고장으로 판단하는 것을 특징으로 하는,

수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유량센서(20)를 통해 연료전지 스택에 공급되는 수소의 무게를 산출하고, 로드셀(4)을 통해 배출수 보관탱크(5)의 무게를 산출하여, 공급 수소의 무게와 배출수의 무게 비가를 측정하는 것에 의하여, 연료전지 스택(3)의 고장 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는,

수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템.

청구항 6

수소를 저장하고, 연료전지 스택(3)에 수소를 공급하는 수소탱크(1);

상기 수소탱크(1)로부터 수소를 공급받고, 외부로부터 산소를 공급받아서, 상기 수소와 산소의 전기화학반응으로 전기에너지를 생산하는 연료전지 스택(3);

상기 연료전지 스택(3)에서 수소와 산소의 전기화학반응에 의해 발생하는 배출수를 저장하는 배출수 보관탱크(5);를 가지며

상기 수소탱크(1)와 상기 연료전지 스택(3) 사이에는 수소 공급로(2)가 설치되어 수소를 수소탱크(1)로부터 연료전지 스택(3)으로 공급하며,

상기 수소탱크(1)에는 압력 및 온도 센서(10)를 설치하고,

상기 압력 및 온도 센서(10)에 의해 측정된 압력(P) 및 온도(T)로, 수소탱크(1) 내의 존재하는 수소의 무게(Wp)를 계산하여, 실시간 수소 사용량을 제공하는 것을 특징으로 하는,

수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 수소탱크에서 공급된 수소 이온과 공기중의 산소가 연료전지 스택을 통해 화학 반응하여 전기에너지를 생성하고, 이를 통해 농기계를 구동하는 농기계에 있어서, 수소탱크 및 연료전지 스택의 이상에 따른 고장 진단을 실시간으로 이루어질 수 있게 하기 위한, 수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템 및 진단 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 수소 연료전지를 이용한 동력 발생과 고장 진단을 위한 선행기술로, 공개특허공보 제10-2020-0064375호(2020. 6. 8. 공개)에는, 알칼리금속 저장탱크; 물을 포함하는 유체가 내장되되, 상기 알칼리금속 저장탱크로부터 공급받은 알칼리금속과 상기 물이 반응하여 수소기체가 생성되는 수소가스 발생부; 및 상기 수소가스 발생부로부터 수소기체를 공급받는 수소가스 저장부;를 포함하는 수소 생산 장치에 관한 기술이 개시되어 있다.

[0004] 또한, 공개특허공보 제10-2008-0048850호(2008. 6. 3. 공개)에는, 수소를 저장하여 공급하는 적어도 하나의 수소 탱크; 상기 각 수소 탱크의 온도를 검출하는 온도 센서; 상기 수소 탱크의 압력을 검출하는 압력 센서; 상기 수소를 산소와 반응시켜 전기를 생성하는 연료 전지 스택; 상기 수소를 연료 전지 스택에 공급하는 연료 프로세싱 시스템; 및 상기 수소 탱크의 초기 온도 및 압력 값을 이용하여 계산된 상기 각 수소 탱크의 초기 수소 양에서 일정 시간후, 상기 수소 탱크의 온도 및 압력 값을 이용하여 계산되는 수소 양 감산함로써, 수소 탱크로부터 공급된 각 수소 공급 양을 계산하고, 상기 일정 시간 동안 상기 연료 전지 스택에서 생성된 전류 값 누적하여 계산된 스택 수소 사용양과 일정 주기로 배출되는 외부 배출 수소 양을 합산한 총 수소 사용양과 상기 각 수소 공급 양과 비교하여 상기 각 수소 탱크들의 고장을 판단하여 알람하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는

연료전지 자동차 시스템의 수소 탱크 고장 판단 시스템에 관한 기술이 개시되어 있다.

[0005] 또한, 공개특허공보 제10-2009-0062587호(2009. 6. 17. 공개)에는, 고온에서 수소를 방출시키는 제1저장합금 분말이 충진된 외부공간과, 연료전지 스택에서 발생하는 열만으로 수소를 방출시키는 제2저장합금 분말을 충진된 내부공간과, 상기 내부 및 외부공간을 구획하도록 내부 및 외부공간 사이에 배열된 금속필터와, 연료전지 스택과 라디에이터 사이에서 냉각루프의 일 구성을 이루면서 상기 내부공간의 길이방향을 따라 배열되는 제2열교환튜브와; 상기 제1저장합금 분말의 수소 방출을 위하여 외부공간에 별도로 연결되는 독립 열교환 루프;를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 연료전지 자동차용 수소저장 시스템에 관한 기술이 개시되어 있다.

[0006] 또한, 공개특허공보 제10-2019-0101704호(2019. 9. 2. 공개)에는, 연료탱크에서 고압으로 충전된 수소가 고압 레귤레이터를 통해 일정압력으로 조절되어 저압 레귤레이터를 통해 스택에 공급될 수 있는 압력으로 조절되고, 상기 고압 레귤레이터와 저압 레귤레이터 사이에는 수소의 흐름을 조절하기 위하여 솔레노이드 밸브가 설치되는 것을 특징으로 하는 자동차 수소 공급장치에 관한 기술이 개시되어 있다.

[0007] 또한, 공개특허공보 제10-2013-0070162호(2013. 6. 27. 공개)에는, 수소가 저장되는 연료탱크, 상기 연료탱크로부터 공급된 수소의 압력을 조절하는 레귤레이터, 상기 레귤레이터에서 압력이 조절된 수소를 스택에 공급하는 이젝터, 상기 연료탱크와 상기 이젝터 사이에서 설치되어 수소를 공급하는 수소공급라인을 통해 공급되는 수소와 상기 스택에서 배출되는 냉각수를 열교환시키는 열교환기, 상기 스택에서 배출되는 가스를 재순환시켜 이젝터에 공급하는 재순환라인 및 상기 열교환기에 공급되는 냉각수의 양을 조절하는 조절부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자동차용 연료전지 수소공급시스템에 관한 기술이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 공개특허공보 제10-2020-0064375호(2020. 6. 8. 공개)

(특허문헌 0002) 특허문헌 2 : 공개특허공보 제10-2008-0048850호(2008. 6. 3. 공개)

(특허문헌 0003) 특허문헌 3 : 공개특허공보 제10-2009-0062587호(2009. 6. 17. 공개)

(특허문헌 0004) 특허문헌 4 : 공개특허공보 제10-2019-0101704호(2019. 9. 2. 공개)

(특허문헌 0005) 특허문헌 5 : 공개특허공보 제10-2013-0070162호(2013. 6. 27. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 상기 선행기술들 및 종래기술에 따른, 수소 연료전지의 고장 진단 시스템은, 수소 탱크의 온도 및 압력 데이터와 연료전지 스택의 전류 수치를 사용하여 진단하는 것으로, 시스템의 어느 구성에 고장이 발생한 것인지, 명확하게 판단하기 곤란하다는 문제점을 가지고 있다.

[0011] 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 해결하고자 하는 것으로, 시스템의 고장을 진단함에 있어서, 수소탱크 자체의 수소 누출에 따른 것인지, 또는 연료전지 스택에서 충분한 반응이 이루어지지 않는 것에 따른 것인지를 명확하게 구분하여 진단하고자 하는 것을 목적으로 하는 것이다.

[0012] 또한, 본 발명은 고장 진단을 신속하게 하여, 고장에 대한 대응을 신속하게 하고자 하는 것을 목적으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 수소탱크로부터 수소 누출을 통해 발생할 수 있는 폭발과 같은 위험 상황에 따른 2차 피해를 예방하고자 하는 것을 목적으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명은 연료전지 스택으로 공급되는 수소량과 배출수의 비율을 검지하여, 연료전지 스택에서의 수소와 산소의 반응 성능을 분석할 수 있으며, 이를 통해서 연료전지 스택의 고장을 신속하게 진단하고자 하는 것을 목적으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명은 수소 농기계의 실시간 수소 사용량 모니터링이 가능하므로, 연료 소모량 측정에 적용하고자 하

는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명은 상기와 같은 과제를 해결하고자 하는 것으로, [1] 수소를 저장하고, 연료전지 스택(3)에 수소를 공급하는 수소탱크(1); 상기 수소탱크(1)로부터 수소를 공급받고, 외부로부터 산소를 공급받아서, 상기 수소와 산소의 전기화학반응으로 전기에너지를 생산하는 연료전지 스택(3); 상기 연료전지 스택(3)에서 수소와 산소의 전기화학반응에 의해 발생하는 배출수를 저장하는 배출수 보관탱크(5);를 가지며, 상기 수소탱크(1)와 상기 연료전지 스택(3) 사이에는 수소 공급로(2)가 설치되어 수소를 수소탱크(1)로부터 연료전지 스택(3)으로 공급하며, 상기 수소탱크(1)에는 압력 및 온도 센서(10)를 설치하고, 상기 수소공급로(2)에는 유량센서(20)를 설치하며, 상기 배출수 보관탱크(5)의 하측에는 로드셀(4)을 설치하는 것을 특징으로 하는, 수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템에 관한 것이다.

[0018] 또한, 본 발명은 [2] 상기 [1]에 있어서, 상기 수소 공급로(2)와 수소탱크(1)의 연결 부분에는 수소의 공급을 제어할 수 있도록 수소 공급 제어 밸브(11)가 더 설치되는 것을 특징으로 하는, 수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템에 관한 것이다.

[0019] 또한, 본 발명은 [3] 상기 [1]에 있어서, 상기 유량센서(20)는 수소 공급로(2)와 연료전지 스택(3)의 연결 부분에 설치되는 것을 특징으로 하는, 수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템에 관한 것이다.

[0020] 또한, 본 발명은 [4] 상기 [1]에 있어서, 상기 압력 및 온도 센서(10)에서는, 수소 탱크(1) 내에 존재하는 수소의 무게를 측정하며, 상기 유량센서(20)에서는, 수소의 밀도를 이용하여 연료전지 스택(3)에 공급되는 수소의 무게를 측정하며, 상기 초기 수소탱크(1) 내에 존재하는 수소의 무게와 연료전지 스택(3)에 공급된 수소의 무게 차이를 산출하고, 현재 수소탱크(1) 내에 존재하는 수소의 무게와 비교하여, 동일한 값을 나타내면 정상으로, 동일한 값을 나타내지 않으면 고장으로 판단하는 것을 특징으로 하는, 수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템에 관한 것이다.

[0021] 또한, 본 발명은 [5] 상기 [1]에 있어서, 상기 유량센서(20)를 통해 연료전지 스택에 공급되는 수소의 무게를 산출하고, 로드셀(4)을 통해 배출수 보관탱크(5)의 무게를 산출하여, 공급 수소의 무게와 배출수의 무게 비가를 측정하는 것에 의하여, 연료전지 스택(3)의 고장 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는, 수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템에 관한 것이다.

[0022] 또한, 본 발명은 수소를 저장하고, 연료전지 스택(3)에 수소를 공급하는 수소탱크(1); 상기 수소탱크(1)로부터 수소를 공급받고, 외부로부터 산소를 공급받아서, 상기 수소와 산소의 전기화학반응으로 전기에너지를 생산하는 연료전지 스택(3); 상기 연료전지 스택(3)에서 수소와 산소의 전기화학반응에 의해 발생하는 배출수를 저장하는 배출수 보관탱크(5);를 가지며, 상기 수소탱크(1)와 상기 연료전지 스택(3) 사이에는 수소 공급로(2)가 설치되어 수소를 수소탱크(1)로부터 연료전지 스택(3)으로 공급하며, 상기 수소탱크(1)에는 압력 및 온도 센서(10)를 설치하고, 상기 압력 및 온도 센서(10)에 의해 측정된 압력(P) 및 온도(T)로, 수소탱크(1) 내의 존재하는 수소의 무게(Wp)를 계산하여, 실시간 수소 사용량을 제공하는 것을 특징으로 하는, 수소 연료전지를 사용하는 농기계의 고장 진단 시스템에 관한 것이다.

발명의 효과

[0024] 본 발명은, 상기와 같은 구성으로 이루어지는 것으로, 시스템의 고장을 진단함에 있어서, 수소탱크 자체의 수소 누출에 따른 것인지, 또는 연료전지 스택에서 충분한 반응이 이루어지지 않는 것에 따른 것인지를 명확하게 구분하여 진단할 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명은 고장 진단을 신속하게 하여, 고장에 대한 대응을 신속하게 할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명은 수소탱크로부터 수소 누출을 통해 발생할 수 있는 폭발과 같은 위험 상황에 따른 2차 피해를 예방할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명은 연료전지 스택으로 공급되는 수소량과 배출수의 비율을 감지하여, 연료전지 스택에서의 수소와 산소의 반응 성능을 분석할 수 있으며, 이를 통해서 연료전지 스택의 고장을 신속하게 진단할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명은 수소 농기계의 실시간 수소 사용량 모니터링이 가능하므로, 연료 소모량 측정에 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 전체적인 개념도

도 2는 본 발명의 수소탱크의 수소 누출 진단 방법을 나타내는 흐름도

도 3은 본 발명의 연료전지 스택의 고장 진단 방법을 나타내는 흐름도

도 4는 본 발명의 시스템 제어 블록도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명을 설명함에 있어 종래기술과 동일한 기술 구성에 대하여는 동일한 명칭을 그대로 부여하여 설명한다.

[0033] 본 발명은, 수소를 저장하고, 연료전지 스택(3)에 수소를 공급하는 수소탱크(1); 상기 수소탱크(1)로부터 수소를 공급받고, 외부로부터 산소를 공급받아서, 상기 수소와 산소의 전기화학반응으로 전기에너지를 생산하는 연료전지 스택(3); 상기 연료전지 스택(3)에서 수소와 산소의 전기화학반응에 의해 발생하는 배출수를 저장하는 배출수 탱크(5);를 가지며, 상기 수소탱크(1)와 상기 연료전지 스택(3) 사이에는 수소 공급로(2)가 설치되어 수소를 수소탱크(1)로부터 연료전지 스택(3)으로 공급하며, 상기 수소탱크(1)에는 압력 및 온도 센서(10)를 설치하고, 상기 수소공급로(2)에는 유량센서(20)를 설치하며, 상기 배출수 보관탱크(5)의 하측에는 로드셀(4)을 설치하는 것을 특징으로 하는 것으로, 아래에서는 상기 구성들에 대해서 도면을 살펴보면서 구체적으로 설명한다.

[0035] [수소탱크(1)]

[0036] 본 발명의 수소탱크(1)는, 도 1에 나타나 있는 것과 같이, 수소를 저장하는 탱크이며, 상기 수소탱크(1)에 저장된 수소는 아래에서 설명하는 연료전지 스택(3)으로 공급된다. 이때 상기 수소탱크(1)와 상기 연료전지 스택(3) 사이에는 수소를 공급하기 위한 수소 공급로(2)가 설치된다.

[0037] 또한, 상기 수소탱크(1)에는 압력 및 온도 센서(10)를 설치하고, 상기 수소공급로(2)의 수소탱크(1)와 연결되는 부분에는 수소 공급 제어 밸브(11)를 설치하여, 상기 수소탱크(1)에서 상기 연료전지 스택(3)으로 공급되는 수소의 양을 제어하게 된다.

[0038] 상기 압력 및 온도 센서(10)에서 측정된 압력(P)과 온도(T)는, 상기 수소탱크(1) 내의 저장된 수소의 무게(W)를 측정하기 위한 것이다.

[0039] 상기 온도(T)와 압력(P)에 의한 무게(W)의 측정은, 아래와 같은 식에 의하여 이루어질 수 있다.

[0040] $$PV = nRT \quad \rightarrow \quad n = \frac{PV}{RT} = \frac{W}{M} \quad \rightarrow \quad W = \frac{PVM}{RT}$$

[0041] (P:압력, V:부피, R:기체상수(수소=420.3), T:온도, n:시료의 몰수(mol), W:시료의 질량(g), M:시료의 몰질량(g/mol, 수소=1)

[0043] 상기 식에 의하여, 본 발명에서는 초기 수소탱크(1) 내에 존재하는 수소의 무게(Ws)와, 현재 수소탱크(1)내에 존재하는 수소 무게(Wp)를 비교하여, 즉 초기 수소 무게(Ws)에서 현재의 수소 무게(Wp)를 빼는 것에 의하여, 얼마만큼의 수소가 수소탱크(1)에서 외부로 공급되었는지 정확하게 확인할 수 있다.

[0045] [연료전지 스택(3)]

[0046] 본 발명의 연료전지 스택(3)은, 도 1에 나타나 있는 것과 같이, 상기 수소탱크(1)로부터 공급되는 수소 이온과 공기 중의 산소를 공급받아 연료전지를 통해 화학 반응하여 전기 에너지를 생성하고, 이 과정에서 수소와 산소가 반응하여 생성되는 물(H_2O)을 외부로 배출하게 된다. 이때 배출되는 물(H_2O)은 아래에서 설명하는 배출수 보관탱크(5)로 배출된다.

[0047] 상기 수소탱크(1)에 보관된 수소는, 연료전지 스택(3)으로 이동하며, 연료전지 스택(3)에서 외부로부터 공급받은 공기(산소)와 전기화학반응을 통해 전기를 생성하고 생성된 전기로 모터를 돌려 동력을 발생시키게 된다.

[0048] 이때, 수소 반응과 산소 반응은 아래와 같은 식으로 이루어지며, 상기 수소 반응과 산소 반응에 의하여, $4e^-$ 는 전기에너지로, $2H_2O$는 배출수로 각각 공급 및 배출된다.

[0049] 수소 반응 : $2H_2 = 4H^+ + 4e^-$

[0050] 산소 반응은 $O_2 + 4H^+ = 2H_2O$

[0051] 본 발명의 수소 농기계에서 에너지를 발생시키는 핵심은, 상기 수소와 산소의 전기화학반응이며, 정상적으로 반응이 이루어지지 않게 되면, 에너지 생산이 불가능해진다.

[0053] 또한, 수소탱크(1)에서 수소가 누출되면, 폭발 등 큰 사고의 위험이 있으므로, 이에 대한 진단 기능이 필요한 것으로, 본 발명은 수소 농기계의 고장 진단 시스템을 제공하고자 하는 것을 해결하고자 하는 과제로 하는 것이다.

[0054] 본 발명은 상기와 같은 과제를 해결하기 위하여, 상기 연료전지 스택(3)이 상기 수소 공급로(2)와 연결되는 부분에, 유량센서(20)를 설치한다.

[0055] 상기 유량센서(20)에서는, 수소의 밀도를 이용하여 연료전지 스택(3)에 공급되는 수소의 무게(Wf)를 측정하며, 상기 초기의 수소탱크(1) 내에 존재하는 수소의 무게(Ws)와 연료전지 스택(3)에 공급된 수소의 무게(Wf)의 차이를 산출하고, 현재 수소탱크(1) 내에 존재하는 수소의 무게(Wp)와 비교하여, 무게(Ws)-무게(Wf)=무게(Wp)의 값을 나타내면 정상으로, 무게(Ws)-무게(Wf)≠무게(Wp)의 값을 나타내면 고장으로 판단하게 된다.

[0056] 이때, 상기 유량센서(20)를 통해 연료전지 스택(3)에 공급되는 수소의 유량을 측정하고, 수소의 밀도(0.08988 g/L)를 이용하여 연료전지 스택(3)에 공급되는 수소의 무게를 산출하게 된다.

[0057] 즉, 상기 초기의 수소탱크(1) 내에 존재하는 수소의 무게(Ws)와 연료전지 스택(3)에 공급되는 수소의 무게(Wf) 차이를 산출하고, 현재 수소탱크(1) 내에 존재하는 수소의 무게(Wp)와 비교하여, 수소탱크(1)에서의 수소 누출 유무를 진단하게 된다.

[0058] 정리하면, 수소탱크(1)의 온도(T) 및 압력(P)을 이용하여, 수소탱크(1) 내에 존재하는 현재 수소의 무게(Wp)를 산출하고, 상기 연료전지 스택(3)에 연결되는 수소 공급로(2) 부분에 설치되는 유량센서(20)를 통해 공급되는 수소의 무게(Wf)를 산출하여, 상기 두 값의 합이 초기 수소탱크(1)의 수소 무게(Ws)와 일치하지 않게 되면 수소탱크(1) 내의 수소가 외부로 누출되는 것으로 진단하며, 상기 두 값의 합이 초기 수소탱크(1)의 수소 무게와 일치하게 되면 수소탱크(1) 내의 수소가 외부로 누출되지 않는 것으로 진단하게 된다.

[0060] [배출수 보관탱크(5)]

[0061] 본 발명의 배출수 보관탱크(5)는, 상기 연료전지 스택(1)에서 수소 이온과 공기 중의 산소를 공급받아 연료전지를 통해 화학 반응하여 전기 에너지를 생성하고, 이 과정에서 수소와 산소가 반응하여 생성되는 물(H_2O)을 받아들이는 것이다.

[0062] 상기 배출수 보관탱크(5)의 하측에는 로드셀(4)을 설치하여, 배출수 보관탱크(5) 내에 저장되는 배출수의 무게를 측정하게 된다.

[0063] 본 발명에서는, 상기 유량센서(20)를 통해서 연료전지 스택(3)에 공급되는 수소의 무게(Wf)을 산출하고, 상기 로드셀(4)을 통해서 배출수 보관탱크(5)의 배출수 무게(Ww)를 산출하여, 공급 수소의 무게(Wf)와 배출수 무게

(Ww)의 비가 1:9의 무게비를 갖는지 확인하고, 상기 무게비가 1 : 9를 벗어나게 되면, 연료전지 스택(3)을 고장으로 판정하고, 상기 무게비가 1 : 9를 유지하게 되면 연료전지 스택(3)을 정상으로 판정하게 된다.

[0064] 이때 상기 무게비를 1 : 9로 하는 것은, 수소 원자 1몰의 질량이 1g, 산소 원자 1몰의 질량은 16g이므로, 수소(H_2) : 산소(O) = 물(H_2O)은 2 : 16 = 18의 무게비를 가지기 때문이다.

[0066] [제어기(7)]

[0067] 본 발명은 상기와 같은 구성에 의하여, 수소탱크(1) 또는 연료전지 스택(3)에 고장이 발생하거나, 수소탱크(1)와 연료전지 스택(3) 모두에 고장이 발생하는 경우에, 모니터링 시스템(미도시)을 통하여 사용자에게 정보를 제공할 수 있다.

[0068] 또한 본 발명은, 수소공급로(2)의 수소탱크(1)와 연결되는 부분에 설치한 수소 공급 제어 밸브(11)를 개폐하는 수소 공급 제어 밸브 제어 유닛(미도시)을 더 가질 수 있다.

[0070] 아래에서는 상기와 같은 구성으로 이루어지는 본 발명의 진단 방법에 대해서 구체적으로 살펴본다.

[0071] 도 2를 살펴보면서, 본 발명의 수소 탱크(2)의 수소 누출 진단 방법에 대해서 설명한다.

[0072] 먼저, 수소탱크(1)에 존재하는 초기의 수소 무게(Ws)를 산출한다. 상기 수소 무게(Ws)는 상기 압력 및 온도 센서(10)에 의해 측정 가능하다.

[0073] 다음으로, 연료전지 스택(3)에 공급되는 수소 무게(Wf)를 산출한다. 상기 수소 무게(Wf)는, 상기 유량센서(20)에 의해 측정 가능하다.

[0074] 다음으로 수소 탱크(1)에 존재하는 현재 수소 무게(Wp)를 산출한다. 상기 수소 무게(Wp)는 상기 압력 및 온도 센서(10)에 의해 측정 가능하다.

[0075] 상기와 같은 과정에 의하여 측정된 값들이, 무게(Ws)-무게(Wf) = 무게(Wp)의 식을 만족하면, 정상 작동으로 판단하여, 반복하여 상기 수소 무게들(Ws, Wf, Wp)의 값을 측정하게 된다.

[0076] 그렇지만, 상기와 같이 과정에 의하여 측정된 값들이, 무게(Ws)-무게(Wf) ≠ 무게(Wp)의 값을 나타내면, 고장으로 판단하고, 수소 유출 경고 신호를 출력함과 함께, 수소 공급 제어 밸브(11)를 제어하는 수소 공급 제어 밸브 제어 유닛(미도시)을 작동시켜 수소 공급을 정지시킨다.

[0078] 또한, 도 3를 살펴보면서, 본 발명의 연료전지 스택(3)의 고장 진단 방법에 대해서 설명한다.

[0079] 먼저, 연료전지 스택(3)에 공급되는 수소 무게(Wf)를 산출한다. 상기 수소 무게(Wf)는, 상기 유량센서(20)에 의해 측정 가능하다.

[0080] 다음으로 배출수 보관탱크(5)에 존재하는 배출수의 무게(Ww)를 산출한다. 상기 배출수의 무게(Ww)는 상기 로드셀(4)에 의해 측정 가능하다.

[0081] 상기와 같은 과정에 의하여 측정된 값들이, 9*무게(Wf) = 무게(Ww)의 식을 만족하면, 정상 작동으로 판단하여, 반복하여 상기 수소 무게들(Wf, Ww)의 값을 측정하게 된다.

[0082] 그렇지만, 상기와 같이 과정에 의하여 측정된 값들이, 9*무게(Wf) ≠ 무게(Ww)의 식을 만족하면, 고장으로 판단하여 연료전지 고장 신호를 출력함과 함께, 공기(산소) 공급을 정지하고, 수소 공급 제어 밸브(11)를 제어하는 수소 공급 제어 밸브 제어 유닛(미도시)을 작동시켜 수소 공급을 정지시킨다.

[0084] 본 발명은, 상기와 같은 구성을 갖는 것에 의하여, 수소탱크(1)로부터 수소 누출을 통해 발생할 수 있는 위험상황(폭발 등)에 대한 2차 피해를 예방할 수 있으며, 연료전지 스택(3)으로 유입되는 수소량과 배출수의 비율을 검지하여 연료전지스택(3)에서 수소와 산소의 반응 성능을 분석할 수 있으며, 이를 통해 연료전지 스택(3)의 고장진단이 가능한 것으로, 수소 농기계의 고장 진단을 신속하게 하는 것에 의하여 2차 피해를 예방할 수 있다. 또한, 수소 농기계의 실시간 수소 사용량을 모니터링할 수 있는 것으로, 연료 소모량 측정에 확대 적용하는 것

도 가능하다.

[0086] 이상의 설명은 본 발명을 예시적으로 설명한 것이고, 명세서에 게시된 실시예는 본 발명의 기술사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 그러므로 본 발명의 보호범위는 청구범위에 기재된 사항에 의해 해석되고, 그와 균등한 범위 내에 있는 기술적 사항도 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0088] 1 : 수소탱크

10 : 압력 및 온도 센서

11 : 수소 공급 제어 밸브

2 : 수소 공급로

20 : 유량센서

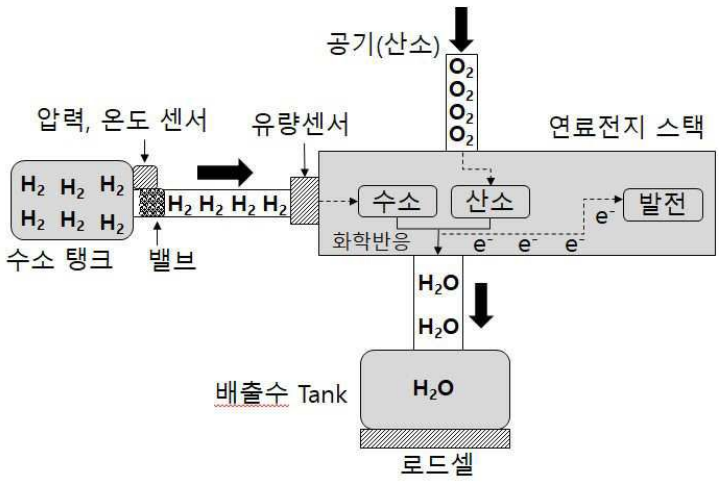
3 : 연료전지 스택

4 : 로드셀

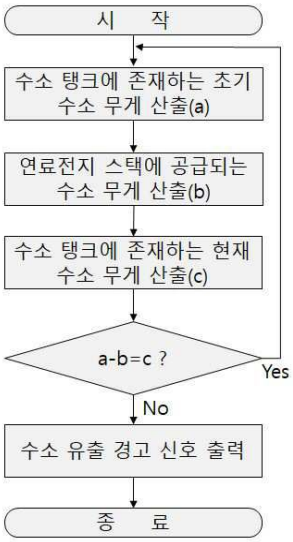
5 : 배출수 보관탱크

도면

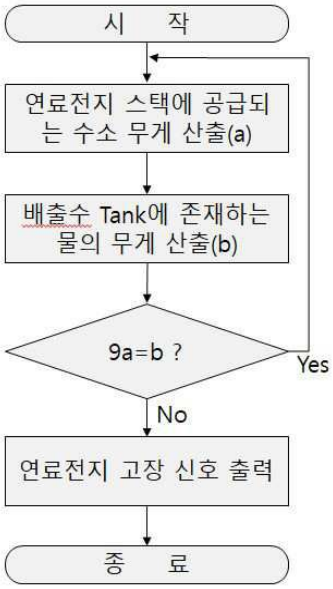
도면1



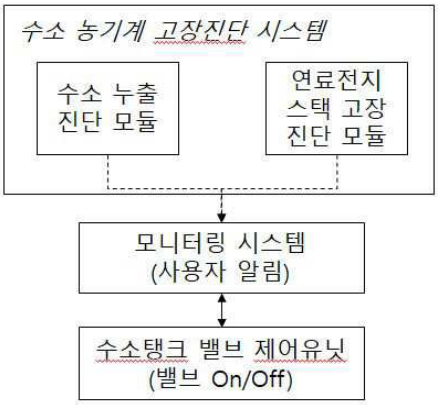
도면2


시 작
수소 탱크에 존재하는 초기 수소 무게 산출(a)
연료전지 스택에 공급되는 수소 무게 산출(b)
수소 탱크에 존재하는 현재 수소 무게 산출(c)
a-b=c ?
Yes
No
수소 유출 경고 신호 출력
종 료

도면3


시 작
연료전지 스택에 공급되는 수소 무게 산출(a)
배출수 Tank에 존재하는 물의 무게 산출(b)
9a=b ?
Yes
No
연료전지 고장 신호 출력
종 료

도면4


수소 농기계 고장진단 시스템
수소 누출 진단 모듈
연료전지 스택 고장 진단 모듈
모니터링 시스템 (사용자 알림)
수소탱크 밸브 제어유닛 (밸브 On/Off)