



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월23일
(11) 등록번호 10-2024108
(24) 등록일자 2019년09월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/04 (2016.01) *H01M 8/06* (2016.01)
(21) 출원번호 10-2014-7020139
(22) 출원일자(국제) 2012년12월19일
 심사청구일자 2017년12월05일
(85) 번역문제출일자 2014년07월18일
(65) 공개번호 10-2014-0112037
(43) 공개일자 2014년09월22일
(86) 국제출원번호 PCT/GB2012/053189
(87) 국제공개번호 WO 2013/093461
 국제공개일자 2013년06월27일
(30) 우선권주장
 1122035.7 2011년12월21일 영국(GB)
(56) 선행기술조사문헌
 JP2004039632 A
 JP2008243430 A

- (73) 특허권자
인텔리전트 에너지 리미티드
 영국, 엘리11 3지비 러프버러, 애쉬비 로드, 홀리
 웰 파크, 찬우드 빌딩
(72) 발명자
커크 크리스토퍼 제임스
 영국 엘리11 3지비 러프버러 애쉬비 로드 홀리웰
 파크 찬우드 빌딩 인텔리전트 에너지 리미티드
포스터 사이먼 에드워드
 영국 엘리11 3지비 러프버러 애쉬비 로드 홀리웰
 파크 찬우드 빌딩 인텔리전트 에너지 리미티드
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

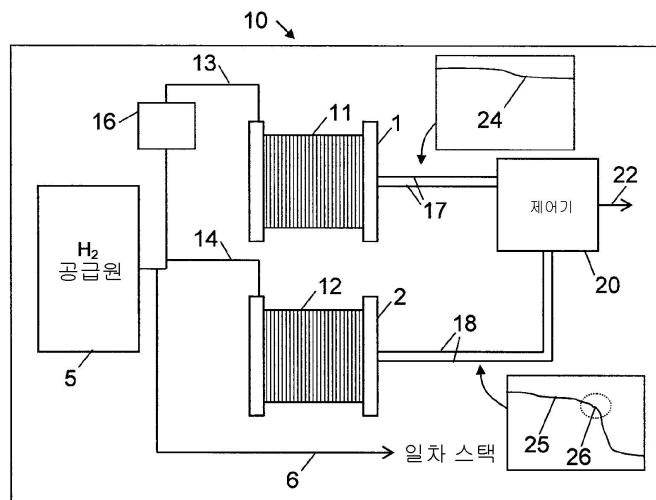
심사관 : 홍성란

(54) 발명의 명칭 수소 품질 모니터

(57) 요 약

한 쌍의 연료 전지는 수소 순도 모니터로서 구성된다. 기준 전지의 역할을 하는 제 1 전지는 수소와 산화제의 전기화학적 반응으로부터 전류를 발생하도록 구성되고, 제 1 수소 공급원으로부터 수소를 수용하도록 구성되는 제 1 연료 유입구를 갖는다. 시험 전지의 역할을 하는 제 2 전지는 수소와 산화제의 전기화학적 반응으로부터 전류를 발생하도록 구성되고, 제 2 수소 공급원으로부터 수소를 수용하도록 구성되는 제 2 연료 유입구를 갖는다. 제어 시스템은 각각의 연료 전지에 전기 부하를 인가하도록, 그리고 각각의 연료 전지의 전기 출력을 결정하도록 구성된다. 제어 시스템은 제 1 연료 전지와 제 2 연료 전지의 전기 출력을 비교하기 위한 비교기 및 상기 비교기의 출력에 기초하여 수소 순도의 도수를 제공하도록 구성되는 순도 모니터 출력을 갖는다.

대 표 도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

적어도 2개의 연료 전지로부터의 출력 전압을 처리하는 제어기를 구비하고 연료 순도를 나타내는 비교 결과를 활용하는 수소 순도 모니터로서,

수소와 산화제의 전기화학적 반응으로부터 전류를 발생하도록 구성되고, 제 1 수소 공급원으로부터 수소를 받아들이도록 구성되는 제 1 연료 유입구를 갖는 제 1 연료 전지;

수소와 산화제의 전기화학적 반응으로부터 전류를 발생하도록 구성되고, 제 2 수소 공급원으로부터 수소를 받아들이도록 구성되는 제 2 연료 유입구를 갖는 제 2 연료 전지;

각각의 연료 전지에 전기 부하를 인가하고 각각의 연료 전지의 전기 출력을 결정하도록 구성되는 제어 시스템으로서, 상기 제 1 연료 전지와 상기 제 2 연료 전지의 전기 출력을 비교하기 위한 비교기를 포함하는 제어 시스템; 및

상기 비교기의 출력에 기초하여 수소 순도의 지표를 제공하도록 구성되는 순도 모니터 출력을 포함하고,

상기 제 1 수소 공급원은 기준 수소 공급원을 포함하고, 상기 제 2 수소 공급원은 상기 기준 수소 공급원의 순도보다 낮은 순도의 시험 수소 공급원을 포함하고,

상기 제 1 연료 전지 및 상기 제 2 연료 전지는, 상기 제 1 연료 전지 및 상기 제 2 연료 전지의 작동을 위한 주위 조건이 동일하도록 상기 수소 순도 모니터 내에 배치되고,

상기 제 1 연료 전지 및 상기 제 2 연료 전지의 작동을 위한 동일한 상기 주위 조건은, 연료 전지 성능에 영향을 미치는 적어도 하나의 인자를 포함하고,

연료 전지 성능에 영향을 미치는 상기 적어도 하나의 인자는 습도, 온도, 압력, 및 공기 오염 중 적어도 하나를 포함하는, 수소 순도 모니터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 수소 공급원은 기지(known)의 순도를 가진 수소 공급원을 포함하는, 수소 순도 모니터.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 기지의 순도를 가진 수소 공급원은 기준 기체를 수용하는 수소 탱크인, 수소 순도 모니터.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 수소 공급원으로부터 수소를 받아들이기 위해, 그리고 상기 제 1 수소 공급원으로서의 수소 정제 기기를 통해 상기 제 2 수소 공급원으로부터 상기 제 1 연료 유입구에 수소를 제공하기 위해, 상기 제 1 연료 유입구와 상기 제 2 연료 유입구 사이에 결합된 수소 정제 기기를 더 포함하는, 수소 순도 모니터.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 수소 정제 기기는 촉매식 정제기를 포함하는, 수소 순도 모니터.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 수소 정제 기기는 팔라듐 멤브레인을 포함하는, 수소 순도 모니터.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 연료 유입구와 제 2 연료 유입구 사이에 결합된 수소 정제 기기로서, 공급물 유입구, 투과물 유출구, 및 잔여물 유출구를 갖는 수소 정제 기기를 더 포함하고,

상기 투과물 유출구는 상기 제 1 수소 공급원으로서의 역할을 하는 상기 제 1 연료 유입구에 결합되고,

상기 잔여물 유출구는 상기 제 2 수소 공급원으로서의 역할을 하는 상기 제 2 연료 유입구에 결합되는, 수소 순도 모니터.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 수소 정제 기기의 공급물 유입구는 공통의 수소 공급원에 결합되는, 수소 순도 모니터.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 수소 정제 기기는 팔라듐 멤브레인을 포함하는, 수소 순도 모니터.

청구항 10

수소 순도를 모니터링하는 방법으로서,

수소와 산화제의 전기화학적 반응으로부터 전류를 발생하도록 구성된 제 1 연료 전지에 제 1 수소 공급원으로부터 수소 연료를 공급하는 단계;

수소와 산화제의 전기화학적 반응으로부터 전류를 발생하도록 구성된 제 2 연료 전지에 제 2 수소 공급원으로부터 수소 연료를 공급하는 단계;

각각의 연료 전지에 전기 부하를 인가하고, 각각의 연료 전지의 전기 출력을 결정하는 단계 – 전기 부하의 인가는, 상기 제 1 연료 전지 및 상기 제 2 연료 전지의 작동을 위한 동일한 주위 조건으로 실행됨 –;

상기 제 1 연료 전지와 상기 제 2 연료 전지의 전기 출력을 비교하는 단계; 및

상기 제 1 연료 전지와 상기 제 2 연료 전지의 전기 출력의 비교에 기초하여 상기 제 1 수소 공급원과 상기 제 2 수소 공급원 중 하나의 수소 순도의 지표를 제공하는 단계를 포함하고,

상기 제 1 수소 공급원은 기준 수소 공급원을 포함하고, 상기 제 2 수소 공급원은 상기 기준 수소 공급원의 순도보다 낮은 순도의 시험 수소 공급원을 포함하고,

상기 제 1 연료 전지 및 상기 제 2 연료 전지의 작동을 위한 동일한 상기 주위 조건은, 연료 전지 성능에 영향을 미치는 적어도 하나의 인자를 포함하고,

연료 전지 성능에 영향을 미치는 상기 적어도 하나의 인자는 습도, 온도, 압력, 및 공기 오염 중 적어도 하나를 포함하는, 수소 순도를 모니터링하는 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 비교기는 시간 기간에 걸쳐 제 1 연료 전지 및 제 2 연료 전지의 각각에 대한 전압의 변화율, 전류의 변화율, 또는 전압의 변화율과 전류의 변화율 모두를 결정하도록 구성되는, 수소 순도 모니터.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 수소 공급원은 수증기 개질장치(steam reformer)인, 수소 순도 모니터.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 연료 전지는 하나의 스택 내에 복수의 직렬 접속된 연료 전지를 포함하거나, 상기 제 2 연료 전지는 하나의 스택 내에 복수의 직렬 접속된 연료 전지를 포함하거나, 또는 상기 제 1 연료 전지와 상기 제 2 연료 전지 모두가 하나의 스택 내에 복수의 직렬 접속된 연료 전지를 포함하는, 수소 순도 모니터.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 연료 전지 및 상기 제 2 연료 전지는 단일의 연료 전지 스택의 일부를 형성하는, 수소 순도 모니터.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

연료 전지 스택 내에 통합된 수소 순도 모니터.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 연료 전지 및 상기 제 2 연료 전지는 각각 양성자 교환 맴브레인 유형인, 수소 순도 모니터.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

미리 정해진 한계를 초과하는 전압 출력 차이가 발생하였음을 상기 비교기가 결정하는 경우 촉발되는 경보(alarm)를 더 포함하는, 수소 순도 모니터.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

연료 전지 성능에 영향을 미치는 상기 적어도 하나의 인자는 적어도 온도를 포함하는, 수소 순도를 모니터링하는 방법.

청구항 19

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 연료 전지와 상기 제 2 연료 전지의 전기 출력을 비교하는 단계는, 연료 전지 성능에 영향을 미치는 주위 조건을 나타내도록 처리되고 사용되는, 수소 순도를 모니터링하는 방법.

청구항 20

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 연료 전지 및 상기 제 2 연료 전지는 단일의 연료 전지 스택의 일부를 형성하는, 수소 순도를 모니터링하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수소 공급의 품질을 모니터링하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 연료 전지에서 발전용 연료로서 수소의 사용은 점점 더 중요해지고 있다. 수소 공급의 순도는 최적의 발전을 위해, 그리고 그 수소를 이용하는 연료 전지를 최적의 조건에 유지하기 위해 중요하다.
- [0003] 현재, 연료 전지 시스템에서 사용되는 수소는 천연 메탄 가스의 수증기 개질(steam reforming)을 통해 합성된다. 최상의 품질 관행이 사용되는 경우에도, 연료 전지 작동에 유해한 다수의 오염물이 수소 연료 내에 존재할 수 있다. 이 유해성은 통상적으로 가역적이지만, 최악의 경우 연료 전지에 비가역적 유해성을 유발할 수 있는 약간의 화합물을 포함하는 고도의 오염이 존재할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 본 발명의 목적은, 특히, 그러나 비배타적으로, 연료 전지의 연료 공급을 모니터링하는 것에 적합한 편리한 수소 품질 모니터를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0005] 하나의 양태에 따라, 본 발명은 수소 순도 모니터를 제공하고, 이 수소 순도 모니터는,
- [0006] 수소와 산화제의 전기화학적 반응으로부터 전류를 발생하도록 구성되고, 제 1 수소 공급원으로부터 수소를 수용하도록 구성되는 제 1 연료 유입구를 갖는 제 1 연료 전지;
- [0007] 수소와 산화제의 전기화학적 반응으로부터 전류를 발생하도록 구성되고, 제 2 수소 공급원으로부터 수소를 수용하도록 구성되는 제 2 연료 유입구를 갖는 제 2 연료 전지;
- [0008] 각각의 연료 전지에 전기 부하를 인가하도록, 그리고 각각의 연료 전지의 전기 출력을 결정하도록 구성되는 제어 시스템으로서, 상기 제 1 연료 전지와 제 2 연료 전지의 전기 출력을 비교하기 위한 비교기를 포함하는, 제어 시스템; 및
- [0009] 상기 비교기의 출력에 기초하여 수소 순도의 도수(indication)를 제공하도록 구성되는 순도 모니터 출력을 포함한다.
- [0010] 수소 순도 모니터는 기지(known)의 순도의 수소 공급원을 포함하는 제 1 수소 공급원을 포함할 수 있다. 기지의 순도 수소 공급원은 기준(reference) 기체를 수용하는 수소 탱크일 수 있다. 수소 순도 모니터는, 상기 제 2 수소 공급원으로부터 수소를 수용하기 위해, 그리고 상기 제 1 수소 공급원으로서의 수소 정제 기기를 통해 상기 제 2 수소 공급원으로부터 상기 제 1 연료 유입구에 수소를 제공하기 위해, 상기 제 1 연료 유입구와 상기 제 2 연료 유입구 사이에 결합된 상기 수소 정제 기기를 포함할 수 있다. 수소 정제 기기는 촉매식 정제기를 포함할 수 있다. 수소 정제 기기는 팔라듐 멤브레인을 포함할 수 있다. 비교기는 시간 기간에 걸쳐 제 1 연료 전지 및 제 2 연료 전지의 각각에 대한 전압 및/또는 전류의 변화율을 결정하도록 구성될 수 있다. 제 2 수소 공급원은 수증기 개질장치일 수 있다. 상기 제 1 연료 전지는 하나의 스택(stack) 내에 복수의 직렬 접속된 연료 전지를 포함할 수 있고, 및/또는 상기 제 2 연료 전지는 하나의 스택 내에 복수의 직렬 접속된 연료 전지를 포함할 수 있다. 상기 제 1 연료 전지 및 상기 제 2 연료 전지는 단일의 연료 전지 스택의 일부를 형성할 수 있다. 제 1 연료 전지 및 제 2 연료 전지는 각각 양성자 교환 멤브레인 유형일 수 있다. 상기 수소 순도 모니터는 더 큰 일차 연료 전지 스택 내에 통합될 수 있다.
- [0011] 다른 양태에 따르면, 본 발명은 수소 순도를 모니터링하는 방법을 제공하고, 이 방법은,
- [0012] 수소와 산화제의 전기화학적 반응으로부터 전류를 발생하도록 구성된 제 1 연료 전지에 제 1 수소 공급원으로부터 수소 연료를 공급하는 단계;
- [0013] 수소와 산화제의 전기화학적 반응으로부터 전류를 발생하도록 구성된 제 2 연료 전지에 제 2 수소 공급원으로부터 수소 연료를 공급하는 단계;
- [0014] 각각의 연료 전지에 전기 부하를 인가하고, 각각의 연료 전지의 전기 출력을 결정하는 단계;
- [0015] 제 1 연료 전지와 제 2 연료 전지의 전기 출력을 비교하는 단계; 및
- [0016] 상기 비교기의 출력에 기초하여 상기 제 1 수소 공급원 및 제 2 수소 공급원 중 하나의 수소 순도의 도수를 제

공하는 단계를 포함한다.

[0017] 이하, 본 발명의 실시형태를 일례로서 그리고 첨부한 도면을 참조하여 설명한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 연료 전지에 기초한 수소 품질 모니터의 개략도를 도시하고;

도 2는 대안적 연료 전지에 기초한 수소 품질 모니터의 개략도를 도시하고; 그리고

도 3은 대안적 연료 전지에 기초한 수소 품질 모니터의 개략도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 명세서에서 설명되는 편리한 수소 순도 모니터링 시스템은 수소 품질을 모니터링하기 위해 연료 전지 기술을 사용한다. 순도 모니터링 시스템은 오염 검출을 제공하고, 연료가 고객에게 전달되기 전에 연료 순도를 평가하기 위해 수소 연료주입 스테이션에서 사용될 수 있다. 순도 모니터링 시스템은, 예를 들면, 건물 또는 차량용 전력 공급부로서 사용되는 작동용 연료 전지(본 명세서에서 일차 연료 전지라 함)에 공급되는 수소 공급을 모니터링하기 위해 사용될 수도 있다. 순도 모니터링 시스템은 주기적 시험 시스템으로서 또는 "인라인"의 연속-작동식 연료 모니터로서 사용될 수 있다.

[0020] 순도 모니터링 시스템은 수소 순도를 모니터링하기 위해 적어도 2 개의 연료 전지의 구성을 사용한다. 수소 순도 모니터링을 수행하기 위해 연료 전지를 사용하는 것의 장점은 기존의 원소 분석 장치 및 방법에 비해 비교적 저렴하다는 것이다. 연료 전지에 기초한 순도 모니터링 시스템의 다른 장점은, 바로 그 본질에서, 순도 모니터가 관련될 수 있는 일차 연료 전지 스택의 작동에 유해한 오염물에 정확하게 반응하도록 순도 모니터링을 수행하는 연료 전지가 용이하게 구성될 수 있다는 것이다.

[0021] 도 1은 수소 순도 모니터(10)의 제 1 구성의 작동의 원리를 설명하는 개략도를 도시한다. 순도 모니터(10)는 제 1 연료 전지(11) 및 제 2 연료 전지(12)를 포함한다. 제 1 연료 전지(11)는 기준 연료 전지이고, 기준 연료 전지 스택(1)로서 직렬 접속된 구성으로 배치되는 다수의 개별 연료 전지를 더 포함할 수 있다. 제 2 연료 전지(12)는 시험 연료 전지이고, 시험 연료 전지 스택(2)로서 직렬 접속된 구성으로 배치되는 다수의 개별 연료 전지를 더 포함할 수 있다. 기준 전지(11)는 연료 유입구(13)를 갖고, 시험 전지(12)는 연료 유입구(14)를 갖는다. 이러한 구성에서, 연료 유입구(13, 14)는 양자 모두 공통의 수소 공급원(5)으로부터 공급받는다. 수소 공급원(5)은 임의의 형태의 저장 탱크 또는 용기, 연속 파이프식 공급부, 또는 증기 개질 시스템과 같은 수소 발생기를 포함하는 임의의 형태의 수소 공급원일 수 있으나, 이것에 한정되지 않는다. 연료 유입구(13)는 정제기(16)를 경유하여 수소 공급원(5)에 연결된다. 정제기(16)는 기준 연료 전지(11) 및 시험 연료 전지(12)의 전기적 성능을 열화시킬 수 있는 오염물을 제거할 수 있는 임의의 형태의 필터일 수 있다. 예를 들면, 임의의 형태의 촉매-활성화 정제기가 사용될 수 있다. 바람직한 정제기는 팔라듐 멤브레인이다. 정제기는 유입구(13), 유입구(14) 및 수소 공급원(5) 사이에 위치되는 것이 바람직하다. 다공질 매체 또는 압력 스윙(swing) 흡착을 이용한 흡착 방법에 기초한 것과 같은 임의의 적절한 정제기 또는 인라인 기체 정제 방법이 사용될 수 있다. MicroTorr ® range(SAES Pure Gas Inc.)와 같은 다양한 가능한 수소 정제기를 상업적으로 구입할 수 있다.

[0022] 수소 공급원(5)은 연료 유입구(14)에 공급되는 것에 공통인, 그리고 발전용 일차 연료 전지 스택 전원(도시되지 않음)에 결합되는 출력(6)을 또한 포함할 수 있다.

[0023] 기준 연료 전지(11)는 전기 출력(17)을 갖고, 시험 연료 전지(12)는 전기 출력(18)을 갖는다. 양자 모두의 전기 출력(17, 18)은 제어기(20)에 연결된다. 제어기(20)는 각각의 연료 전지(11, 12)에 전기 부하(도시되지 않음)를 인가하도록, 그리고 연료 전지(11, 12)의 전기 출력(17, 18)을 모니터링하도록 구성된다. 제어기(20)는 또한 연료 전지(11, 12)의 전기 출력(17, 18)을 비교하는 비교기(도시되지 않음)를 포함한다. 제어기(20)는 비교기의 출력에 기초하여 수소 공급원(5)의 수소 순도의 도수를 제공하도록 구성되는 순도 모니터 출력(22)을 또한 제공한다.

[0024] 사용 시, 수소 공급원(5)은 정제기(16)를 통해 기준 연료 전지(11)에 수소 연료를 공급하지만 시험 연료 전지(12)에는 정제 없이 직접 수소 연료를 공급한다. 기준 연료 전지(11)로부터의 성능 계량(metrics)과 시험 연료 전지(12)로부터의 성능 계량을 비교함으로써, 시험 연료 전지에 공급되는 수소 내에서, 연료 전지 작동에 특히 유해한, 그리고 시험 연료 전지의 전기적 성능을 열화시키는 오염물의 존재를 시험할 수 있다.

[0025] 제어기(20)는 연속적으로, 주기적으로 또는 단속적으로 성능 계량을 실행하도록 구성될 수 있다. 성능 계량은

기준 전지 및 시험 전지의 각각에 대해 일정한 출력 전류에서의 연료 전지 전압을 측정하는 것 및/또는 일정한 전압에서의 출력 전류를 측정하는 것을 포함할 수 있다. 삽입된 출력 그래프(24, 25)에 도시된 바와 같이, 기준 전지(11)에 비교되는 시험 전지(12)에서의 임의의 전압 손실율(26)은 수소 공급원 연료 내의 오염의 양 및 유형에 관계된다. 기준 전지(11)와의 비교는 온도, 습도, 공기 오염, 및 연료 전지 성능에 영향을 주는 기타 요인과 같은 환경적 변화에 대한 측정결과의 정규화(normalization)를 제공한다.

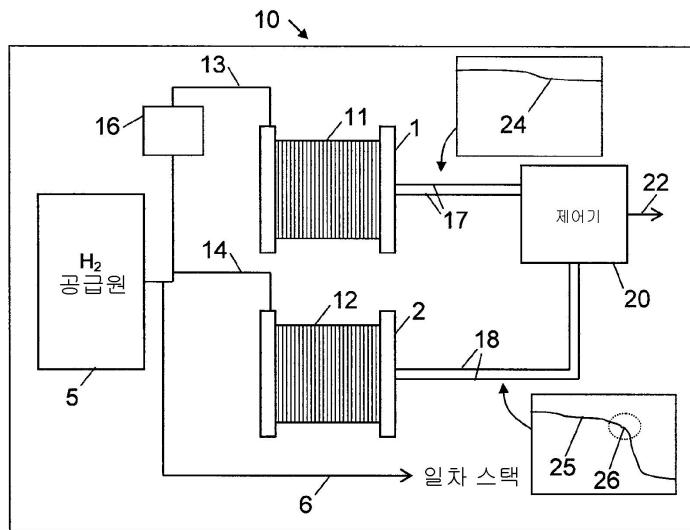
- [0026] 기준 전지(11)와 시험 전지(12)의 상대 성능을 모니터링 및 비교하기 위해 임의의 적절한 알고리즘이 이용될 수 있다. 예시적 알고리즘은 기준 전지 및 시험 전지의 각각에 대한 전압 출력의 변화율을 결정할 수 있고, 각각의 변화율의 차이에 기초한 순도 수준을 결정할 수 있다. 예시적 알고리즘은 기준 전지 및 시험 전지의 전압 출력에서의 절대적 차이에 기초한 순도 수준을 결정할 수 있다. 제어기는 설정된 차이가 일시적으로 또는 한정된 시간 기간에 걸쳐 사전결정된 최대치를 초과하는 경우에 경보(alarm) 조건을 트리거하도록 구성될 수 있다. 전압 출력의 변화율은 수소 공급의 오염의 심각성 도수를 제공할 수 있다.
- [0027] 상이한 오염물 사이의 판별은 상이한 정제기 또는 특정의 오염물을 제거하도록 구성되는 필터인 오염물 필터를 통해 수소 공급원(5)으로부터 각각 수소를 받는 추가의 기준 연료 전지를 제공함으로써 실시될 수 있다.
- [0028] 대안적으로 또는 추가적으로, 상이한 오염물 사이의 판별은 상이한 특정의 오염물에 반응하는 상이한 촉매, 멤브레인, 또는 기타 특징을 갖는 전지를 구비하는 추가의 기준 연료 전지 및 시험 연료 전지를 제공함으로써 실행될 수 있다.
- [0029] 도 2에 도시된 대안적 구성에서, 수소 순도 모니터(10a)는 주 수소 공급원(5)로부터의 정제된 공급 대신 별개의 고순도 수소 공급원(27)을 구비한다. 이러한 구성에서, 고순도 수소 공급원(27)은 기지의 고순도의 수소 기준 기체, 예를 들면, 고도의 완벽한 용기 내의 적어도 하나의 기지의 순도 수준의 수소의 소형 저장 용기 또는 탱크일 수 있다. 다른 양태에서, 순도 모니터(10a)는 도 1의 순도 모니터(10)와 동일한 방식으로 작동한다.
- [0030] 수소 순도 모니터(10, 10a)의 연료 전지는 양성자 교환 멤브레인 유형이 바람직하지만, 수소와 산소의 전기화학적 반응으로부터 전류를 발생시킬 수 있는 다른 연료 전지 유형이 사용될 수도 있다.
- [0031] 기준 연료 전지(11) 및 시험 연료 전지(12)는 하나 이상의 연료 전지 스택의 일부를 형성할 수 있다. 하나의 구성에서, 하나 이상의 직렬 접속된 기준 전지는 단일의 연료 전지 스택 내에서 하나 이상의 직렬 접속된 시험 전지에 결합될 수 있다. 적절한 전압 모니터링 단자는 필수적 출력(17, 18)을 제공하기 위한 관련 전지 또는 전지들의 집단으로부터 스택 내에서 공지된 방식으로 제공될 수 있다. 스택은 기준 전지 또는 전지들을 위한 필요한 별개의 기준 연료 공급부 및 시험 전지 또는 전지들을 위한 시험 연료 공급부를 구비할 수 있다. 동일한 스택 내에 기준 전지와 시험 전지를 통합시키면, 기준 연료 전지 및 시험 연료 전지의 작동을 위한 주위 조건(예를 들면, 온도, 압력, 습도 등)이 더 밀접하게 일치되고, 그 결과 주위 조건의 차이로부터 유발되는 전지들 사이의 임의의 전기 출력 변동이 감소되는 장점이 제공될 수 있다.
- [0032] 또한 정제기(16)는, 예를 들면, 기준 전지 또는 전지들에 인접한 플레이트 내에 촉매 표면을 가짐으로써, 그리고 정제기와 기준 전지 또는 전지들이 유체적으로 직렬이 되도록 수소 전달을 위한 적절한 유체 유동 포트를 제공함으로써, 기준 전지와 동일한 연료 전지 스택 내에 통합될 수 있다.
- [0033] 다른 구성에서, 수소 순도 모니터(10 또는 10a)는 외부의 부하, 예를 들면, 자동차 동력 유닛에 전력을 제공하는 일차 연료 전지 스택 내에 통합될 수 있다. 적절한 전압 모니터링 단자는 필수적 출력(17, 18)을 제공하기 위한 기준 전지 및 시험 전지로서 표시되는 전지로부터 일차 스택 내에서 공지된 방식으로 제공될 수 있다. 일차 스택은 기준 전지 또는 전지들을 위한 필요한 별개의 기준 연료 공급부를 구비할 수 있다. 일차 스택 전력 공급부의 역할을 하는 스택의 잔여부분 및 시험 전지는 공급원(5)으로부터 연료를 제공받는다.
- [0034] 다른 구성에서, 수소 순도 모니터링 시스템은 기준 연료 전지 및/또는 시험 연료 전지 및 팔라듐 멤브레인을 특정 시간 기간 후 또는 오염된 후에 정기적으로 교체할 수 있도록 보유형일 수 있다.
- [0035] 순도 모니터는 주 연료 저장 탱크(5)로의 연료 공급 후 설정된 시간 기간 동안 작동하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 연료 공급의 샘플 체적은 연료 공급에서 오염물의 희석을 방지하기 위해 탱크(5)를 충전하기 전에 취해질 수 있다. 시험 전지와 기준 전지 사이의 전압 강하의 차이가 사전설정 값을 초과하는 경우, 본 시스템은 공급 스테이션 및/또는 탱크로부터 작동하는 일차 연료 전지에서의 정지를 트리거하도록, 또는 연료 공급원의 더욱 상세한 분석을 위한 경보 조건을 트리거하도록 구성될 수 있다.
- [0036] 오염된 후, 시험 전지는 정제된 수소로 세정될 수 있고, 이것은 오염의 유형에 대한 어떤 표시를 제공할 수 있

다. 예를 들면:

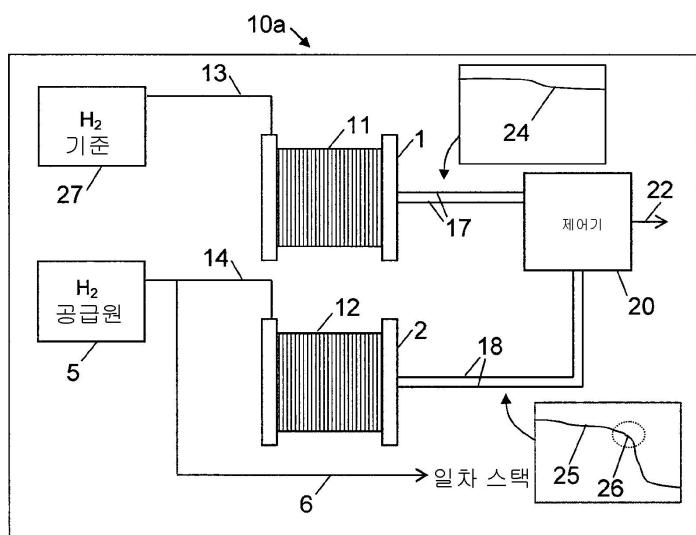
- [0037] (i) 시험 전지 전기 출력의 즉각적 향상은 연료 전지 촉매 상에 직접적인 작용을 가하지는 않지만 수소 농도의 감소를 유발하는 오염물에 의한 농도 오염(회석)에 대응하는 오염임을 나타낼 수 있고;
- [0038] (ii) 시험 전지 전기 출력의 경시적 향상은, 예를 들면, CO에 의한 가역적 촉매 오염에 대응하는 오염임을 나타낼 수 있고;
- [0039] (iii) 시험 전지 전기 출력의 경시적 향상이 전혀 없거나 적은 것은, 예를 들면, 황화합물에 의한 비가역적 촉매 오염에 대응하는 오염임을 나타낼 수 있다.
- [0040] 수소의 오염에 대한 수소 순도 모니터의 감도는 필요한 경우 향상시킬 수 있다. 수소 내의 불순물의 농도는 너무 작아서 합리적인 시간척도 내에서, 예를 들면, 도 1의 장치를 사용하면 검출할 수 없다. 예를 들면, 황을 함유하는 좋은 시험 연료 전지(12) 상에 누적 효과를 가질 수 있고, 넓게 말하면, 1 ppm의 불순물에 100 시간 노출된 시험 전지 상의 효과는 100 ppm의 불순물에 1 시간 노출된 시험 전지 상의 효과와 동일할 수 있다. 그러므로 시험 연료 전지(12)에 수소를 공급하기 전에 수소 내의 불순물이 농축된 경우 유리할 수 있다. 이것은 정제기(16)에서 횡류(cross-flow) 여과 유형의 기법을 이용함으로써, 그리고 도 3에 따라 장치를 재구성함으로써 달성될 수 있다.
- [0041] 횡류 여과 기기에서, 공급물 유동(feed flow)이 필터에 입력되고, 이 유동의 일부는 필터 맨브레인을 통과하여 투과물(permeate) 유동이라고 부르는 여과된 또는 정제된 출력을 형성할 수 있다. 입력된 유동의 다른 일부는 필터 맨브레인의 상류 표면을 따라 유동하여, 이 맨브레인을 효과적으로 세척하고, 잔여물(retentate)이라고 부르는 제 2 출력으로 유동한다. 필터 매체의 상류 면을 연속적으로 세정하기 위해 횡류에 의존하여 필터 폐색을 감소시키기 위해 횡류 여과가 종종 사용되지만, 도 3에 설명된 장치에서 이것은 추가의 이점을 갖는다. 실제로, 정제된 투과물 유동과 잔여물 유동 사이의 불순물 농도의 차이는 증가되고, 입력 유동 내의 불순물은 잔여물 유동 내로 집중되었다.
- [0042] 도 3을 참조하면, 수소 순도 모니터(30)는 수소 공급원(5)에 결합되는 입력 공급물 유동 라인(32)을 구비하는 정제기(31), 상류 측(34) 및 하류 측(35)을 갖는 맨브레인(33), 이 맨브레인(33)의 하류 측(35)과 연통하는 투과물 유동 라인(36), 및 맨브레인(33)의 상류 측(34)과 연통하는 잔여물 유동 라인(37)을 포함한다.
- [0043] 투과물 유동 라인(36)은 기준 연료 전지(11)에 결합되고, 그곳에 정제된 수소가 제공된다. 잔여물 유동 라인(37)은 시험 연료 전지(12)에 결합되고, 그곳에 농축된 불순물을 갖는 수소가 제공된다. 따라서, 전기 출력(17)과 전기 출력(18)의 차이는 투과물 유동과 잔여물 유동에 존재하는 불순물의 비율에 따라 증폭된다.
- [0044] 바람직한 실시예에서, 정제기(31)는 팔라듐(Pd) 맨브레인, 시트 또는 필름(본 명세서에서 이것을 통칭하여 "맨브레인"이라 부른다)을 포함한다. 수소는 얇은 팔라듐 필름을 투과할 수 있다. 그러므로, Pd 맨브레인의 일측이 수소를 함유한 기체 혼합물을 노출되는 경우, 수소는 이 Pd 맨브레인을 투과할 수 있으나 다른 좋은 투과할 수 없다. 수소는 원자로 해리되어 맨브레인을 통해 확산된 다음 다른 면 상에서 분자로 재결합된다. 이 과정은 맨브레인의 전체에 걸쳐 증가된 압력차를 유지함으로써 가속되거나 향상될 수 있다. 맨브레인을 통과하는 수소는 투과물이고, 타측 상에 유지되는 수소 + 오염물 기체는 잔여물이다. 맨브레인을 통한 수소의 플럭스(flux)를 유지하기 위해, 고압의 공급측은 비투과(non-permeating) 종으로 충전되어서는 안되고, 잔여물 유동이 이것을 보조한다. 폴리머 맨브레인을 구비하는 것과 같은 다른 유형의 정제기(31)도 가능하다.
- [0045] 맨브레인(33)의 고압측으로부터의 적절한 잔여물 유동 속도를 선택함으로써, 입력 공급물 유동 내의 낮은 불순물의 농도(예를 들면, 0.1 ppm의 일산화탄소)는, 투과물 유동으로의 오염된 연료 흐름으로부터 수소를 제거함으로써, 잔여물 유동 내에 1 ppm까지 또는 심지어 10 ppm까지 농축될 수 있다. 횡류 정제기(31)에 의해 달성되는 불순물 농도의 양을 정량화하기 위해 조정(calibration) 기법이 사용될 수 있고, 이것에 의해 기준 전지(11) 및 시험 전지(12)의 전기 출력에 기초하여 공급물 유동 내의 효과적인 불순물 농도를 조절할 수 있다.
- [0046] 다른 실시형태는 첨부한 청구항의 범위 내에 포함되는 것이 의도된다.

도면

도면1



도면2



도면3

