



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년08월03일
(11) 등록번호 10-1053991
(24) 등록일자 2011년07월28일

(51) Int. Cl.
H01M 8/04 (2006.01) G01R 31/36 (2006.01)
G01R 27/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-7021683
(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년04월18일
심사청구일자 2009년10월16일
(85) 번역문제출일자 2009년10월16일
(65) 공개번호 10-2009-0121398
(43) 공개일자 2009년11월25일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2008/057997
(87) 국제공개번호 WO 2008/133318
국제공개일자 2008년11월06일
(30) 우선권주장
JP-P-2007-110355 2007년04월19일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2004273162 A
JP2007027047 A
JP평성07014599 A
JP2004030979 A
전체 청구항 수 : 총 8 항

(73) 특허권자
도요타 지도샤 (주)
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지
(72) 발명자
나가누마 요시아키
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지, 도요
타 지도샤 (주) 내
(74) 대리인
특허법인화우

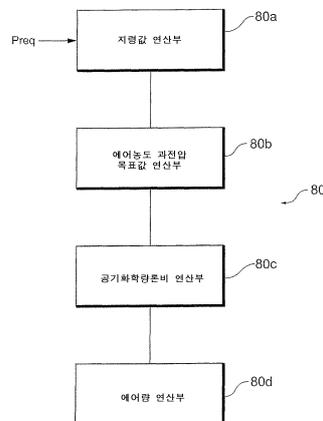
심사관 : 김경민

(54) 연료전지시스템 및 전원제어방법

(57) 요약

다차원 맵을 이용하지 않고 공기화학량론비를 구하기 위하여, 본 발명에 관한 연료전지시스템은, 요구 전력을 기초로 저효율 발전시에 있어서의 연료전지(20)에서의 지령 전류값 및 지령 전압값을 연산하고, 지령 전류값을 기준 전류로 한 경우의 연료전지(20)의 기준 전압을 지령 전압값과 수온으로부터 추측하고, 얻어진 기준 전압과 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 구하고, 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 연산하고, 공기화학량론비에 의거하여 저효율 발전 시에 있어서의 공기량을 연산하고, 연산된 공기량에 따라 연료전지(20)에 대한 공기의 공급량을 제어한다. 이 때, 지령 전압값과 수온으로부터 기준 전압을 추측하고, 기준 전압과 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 구하고, 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 산출함으로써, 다차원 맵을 이용하지 않고 공기화학량론비를 구한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

저효율 발전을 실시하는 연료전지시스템에 있어서,

당해 저효율 발전시에 있어서의 당해 연료전지에 대한 지령 전류값 및 지령 전압값을 연산하는 지령값 연산부와,

당해 지령 전류값을 기준 전류로 한 경우의 당해 연료전지의 기준 전압을 추측하고, 당해 기준 전압과 당해 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 연산하는 공기 농도 과전압 목표값 연산부와,

당해 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 연산하는 공기화학량론비 연산부와,

당해 공기화학량론비에 의거하여 당해 저효율 발전 시에 있어서의 공기량을 연산하는 공기량 연산부를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 연료전지시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 공기 농도 과전압 목표값 연산부는,

당해 연료전지의 온도를 검출하고, 검출된 당해 온도와 당해 지령 전류값으로부터 당해 기준 전압을 추측하는 연료전지시스템.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 공기 농도 과전압 목표값 연산부는,

당해 연료전지의 임피던스를 추측하고, 추측된 당해 임피던스와 당해 지령 전류값으로부터 당해 기준 전압을 추측하는 연료전지시스템.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 공기 농도 과전압 목표값 연산부는,

전회 종료 시에 있어서의 당해 연료전지의 임피던스를 추측하고, 추측된 당해 임피던스와 당해 지령 전류값으로부터 당해 기준 전압을 추측하는 연료전지시스템.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 공기화학량론비 연산부는,

당해 연료전지의 함수량을 더 측정하고, 측정된 함수량을 참조하여 당해 공기화학량론비를 연산하는 연료전지시스템.

청구항 6

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공기화학량론비 연산부는,

당해 공기 농도 과전압 목표값과 당해 공기화학량론비의 일차원 맵에 의거하여 당해 공기화학량론비를 연산하는 연료전지시스템.

청구항 7

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공기화학량론비 연산부는,

당해 공기 농도 과전압 목표값과 측정된 당해 연료전지의 함수량과 당해 공기화학량론비의 이차원 맵에 의거하여 당해 공기화학량론비를 연산하는 연료전지시스템.

청구항 8

저효율 발전을 실시하는 연료전지시스템을 위한 전원제어방법에 있어서,

당해 저효율 발전시에 있어서의 당해 연료전지에 대한 지령 전류값 및 지령 전압값을 연산하는 단계와,

당해 지령 전류값을 기준 전류로 한 경우의 당해 연료전지의 기준 전압을 추측하는 단계와,

당해 기준 전압과 당해 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 연산하는 단계와,

당해 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 연산하는 단계와,

당해 공기화학량론비에 의거하여 당해 저효율 발전시에 있어서의 공기량을 연산하는 단계를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 연료전지시스템을 위한 전원제어방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 수소와 산소의 전기화학반응에 의해 전기 에너지를 발생시키는 연료전지를 구비한 연료전지시스템에 관한 것으로, 특히 시동 시의 저효율 운전 시의 공기량 추정연산에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 수소와 산소의 전기화학반응을 이용하여 발전하는 연료전지로서는, 예를 들면, 고체 고분자형 연료전지가 있다. 이 고체 고분자형 연료전지는, 복수의 셀을적층하여 구성된 스택을 구비하고 있다. 스택을 구성하는 셀은, 애노드(연료극)와 캐소드(공기극)를 구비하고 있고, 이들 애노드와 캐소드의 사이에는, 이온 교환기로서 술폰산기를 가지는 고체 고분자 전해질막이 개재하고 있다.

[0003] 애노드에는 연료가스(수소가스 또는 탄화수소를 개질하여 수소 리치하게 한 개질수소)가 공급되고, 캐소드에는 산화제로서 산소를 함유하는 가스(산화제 가스), 일례로서, 공기가 공급된다. 애노드에 연료가스가 공급됨으로써, 연료가스에 함유되는 수소가 애노드를 구성하는 촉매층의 촉매와 반응하고, 이것에 의하여 수소 이온이 발생한다. 발생한 수소 이온은 고체 고분자 전해질막을 통과하여, 캐소드에서 산소와 전기반응을 일으킨다. 이 전기화학반응에 의하여 발전이 행하여지는 구성으로 되어 있다.

[0004] 그런데, 연료전지시스템에서는, 저운 기동 시에, 전회 시스템 정지 시의 수분이 연료전지 내에 잔류하고 있으면 수분이 동결하여, 기동하지 않는 경우가 있다. 또, 기동하였다 하여도, 자기의 반응에 의해 생긴 생성물이 동결하여 발전이 정지하는 경우도 있다.

[0005] 그래서, 예를 들면, 일본국 특개2004-30979호 공보에 기재되어 있는 바와 같이, 시동 시에, 연료전지에 대한 공기 공급량을 통상 발전 시의 공급량보다 적게 설정하고, 산소 부족에 의해 연료전지의 자기 발열량을 증대시키는 제어를 하는 것이 행하여지고 있다. 이 때, 반응가스의 공급량을 감소시켜, 연료전지의 전압을 0볼트 부근으로 제어하면, 셀에 역전위가 생기는 경우가 있다. 역전위가 발생하지 않은 전류값은 연료전지의 온도에 의해 변화하기 때문에, 예를 들면, 일본국 특개2006-73501호 공보에 기재되어 있는 바와 같이, 역전위가 발생하지 않은 전위에서 연료전지를 동작시키는 데 필요한 산소 공급량과, 연료전지의 온도를 미리 관계지어 맵화하고, 연료전지의 온도에 의거하여 산소 공급량을 결정하는 것이 행하여지고 있다.

발명의 상세한 설명

[0006] 반응가스의 공급량을 감소시켜 저효율 발전을 행하여 연료전지를 승온함에 있어서, 저효율 발전 시의 요구 전류·전압을 충족시키도록, 공기화학량론비(연료전지의 발전에 필요 최저한의 공기량을 1로 한 경우의 비)를 결정하기 위해서는, 연료전지의 온도나 함수량 등의 영향을 고려할 필요가 있다. 그러나, 연료전지의 온도나 함수량 등의 영향을 고려하여 공기화학량론비를 결정하기 위해서는, 다차원 맵이 필요하게 되고, 이 다차원 맵을 위

한 전자제어 유닛(ECU)의 메모리용량이 커진다. 또, 다차원 맵을 이용한 연산은 일반적으로 수치 적합성이 나쁘고, 추정 정밀도가 나빠지는 경향이 있어, 전력 오차나 필요 연료 가스량 추정에도 오차를 일으킬 가능성이 있었다.

- [0007] 그래서, 본 발명은, 다차원 맵을 이용하지 않고 저효율 발전 시의 연료전지에서의 공기화학량론비를 정밀도 좋게 결정하는 연료전지시스템을 제공하는 것을 목적으로 하는 것이다.
- [0008] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은, 저효율 발전을 실시하는 연료전지시스템에 있어서, 당해 저효율 발전 시에 있어서의 당해 연료전지에 대한 지령 전류값 및 지령 전압값을 연산하는 지령값 연산부와, 당해 지령 전류값을 기준전류로 한 경우의 당해 연료전지의 기준 전압을 추측하고, 당해 기준 전압과 당해 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 연산하는 공기 농도 과전압 목표값 연산부와, 당해 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 연산하는 공기화학량론비 연산부와, 당해 공기화학량론비에 의거하여 당해 저효율 발전시에 있어서의 공기량을 연산하는 공기량 연산부를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 이와 같은 구성에 의하면, 저효율 발전 시에 있어서의 연료전지에 대한 지령 전류값 및 지령 전압값을 충족시키는 공기화학량론비를 결정함에 있어서, 지령 전류값을 기준 전류로 하여, 연료전지의 기준 전압을 추측하고, 추측한 기준 전압과 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 구하고, 이 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 연산하고, 연산에 의하여 얻어진 공기화학량론비에 의거하여 저효율 발전 시에 있어서의 공기량을 구하도록 하였기 때문에, 다차원 맵을 이용하지 않고 공기화학량론비를 구할 수 있다. 이 때문에, 메모리 용량의 저감에 기여하고, 다차원 맵을 이용하지 않기 때문에, 구해지는 공기화학량론비의 정밀도를 높일 수 있다.
- [0010] 즉, 지령 전류값과 지령 전압값을 충족시키기 위한 공기화학량론비를 구함에 있어서, 지령 전류값을 기준 전류로 한 경우의 연료전지의 기준 전압을 추측하고, 이 추측에 의한 기준 전압과 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 구하는 것으로 하였기 때문에, 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 구할 수 있고, 다차원 맵을 이용하지 않고 공기화학량론비를 결정할 수 있다. 이 때, 연료전지의 온도나 함수량을 고려하여 기준 전압을 추측함으로써, 연료전지의 온도나 함수량의 영향을 고려하여 정확한 공기화학량론비를 구하는 것이 가능하게 된다.
- [0011] 상기 연료전지시스템을 구성함에 있어서는, 이하의 요소를 부가할 수 있다.
- [0012] 적합하게는, 상기 공기 농도 과전압 목표값 연산부는, 당해 연료전지의 온도를 검출하고, 검출된 당해 온도와 당해 지령 전류값으로부터 당해 기준 전압을 추측한다.
- [0013] 이와 같은 구성에 의하면, 연료전지의 온도를 검출하고, 검출된 온도와 지령전류값으로부터 기준 전압을 추측함으로써, 연료전지의 온도의 영향을 고려한, 더욱 정밀도가 높은 공기화학량론비를 구할 수 있다.
- [0014] 적합하게는, 상기 공기 농도 과전압 목표값 연산부는, 당해 연료전지의 임피던스를 추측하고, 추측된 당해 임피던스와 당해 지령 전류값으로부터 당해 기준 전압을 추측한다.
- [0015] 이와 같은 구성에 의하면, 연료전지의 임피던스를 추측하고, 추측된 임피던스와 지령 전류값으로부터 기준 전압을 추측함으로써, 함수량에 대응한 기준 전압을 구할 수 있고, 연료전지의 함수량의 영향을 고려한, 더욱 정밀도가 높은 공기화학량론비를 구할 수 있다.
- [0016] 적합하게는, 상기 공기 농도 과전압 목표값 연산부는, 전회 종료 시에 있어서의 당해 연료전지의 임피던스를 추측하고, 추측된 당해 임피던스와 당해 지령 전류값으로부터 당해 기준 전압을 추측한다.
- [0017] 이와 같은 구성에 의하면, 전회 종료 시에 있어서의 연료전지의 임피던스를 추측하고, 추측된 임피던스와 지령 전류값으로부터 기준 전압을 추측함으로써, 전회 정지 시의 함수량에 온도가 보정된 기준 전압을 구할 수 있고, 전회 정지 시에 있어서의 연료전지의 함수량과 온도의 영향을 고려한, 더욱 정밀도가 높은 공기화학량론비를 구할 수 있다.
- [0018] 적합하게는, 상기 공기화학량론비 연산부는, 당해 연료전지의 함수량을 더 측정하고, 측정된 함수량을 참조하여 당해 공기화학량론비를 연산한다.
- [0019] 이와 같은 구성에 의하면, 연료전지의 함수량을 측정하고, 측정된 함수량을 참조하여 공기화학량론비를 연산함으로써, 연료전지의 함수량의 영향을 고려한, 더욱 정밀도가 높은 공기화학량론비를 구할 수 있다.
- [0020] 적합하게는, 상기 공기화학량론비 연산부는, 당해 공기 농도 과전압 목표값과 당해 공기화학량론비의 일차원 맵

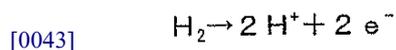
에 의거하여 당해 공기화학량론비를 연산한다.

- [0021] 이와 같은 구성에 의하면, 미리 특성을 측정함으로써 만들어진 일차원 맵을 참조하고, 당해 공기 농도 과전압 목표값으로부터 공기화학량론비를 간단하게 구할 수 있다.
- [0022] 적합하게는, 상기 공기화학량론비 연산부는, 당해 공기 농도 과전압 목표값과 측정된 당해 연료전지의 함수량과 당해 공기화학량론비의 이차원 맵에 의거하여 당해 공기화학량론비를 연산한다.
- [0023] 이와 같은 구성에 의하면, 함수량의 영향도 포함하여, 더욱 정밀도가 높은 공기화학량론비를 구할 수 있다.
- [0024] 또 본 발명의 전원제어방법은, 저효율 발전을 실시하는 연료전지시스템을 위한 전원 제어방법에 있어서,
- [0025] 1) 당해 저효율 발전시에 있어서의 당해 연료전지에 대한 지령 전류값 및 지령 전압값을 연산하는 단계와,
- [0026] 2) 당해 지령 전류값을 기준 전류로 한 경우의 당해 연료전지의 기준 전압을 추측하는 단계와,
- [0027] 3) 당해 기준 전압과 당해 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 연산하는 단계와,
- [0028] 4) 당해 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 연산하는 단계와,
- [0029] 5) 당해 공기화학량론비에 의거하여 당해 저효율 발전시에 있어서의 공기량을 연산하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

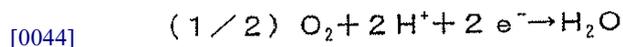
실시예

- [0038] (전체 구성)
- [0039] 도 1은, 본 발명이 적용된 연료전지시스템의 시스템 구성도이다.
- [0040] 도 1에서, 연료전지시스템(10)은, 연료전지(20)에 연료가스(수소가스)를 공급하기 위한 연료가스 공급계통(4)과, 연료전지(20)에 산화가스(공기)를 공급하기 위한 산화가스 공급계통(7)과, 연료전지(20)를 냉각하기 위한 냉각액 공급계통(3)과 연료전지(20)로부터의 발전 전력을 충방전하는 전력 계통(9)을 구비하여 구성되어 있다.
- [0041] 연료전지(20)는, 불소계 수지 등에 의해 형성된 프로톤 전도성의 이온 교환막 등으로 이루어지는 고분자 전해질 막(21)의 양면에 애노드극(22)과 캐소드극(23)을 스크린 인쇄 등으로 형성한 막·전극 접합체(24)를 구비하고 있다. 막·전극 접합체(24)의 양면은, 연료가스, 산화가스, 냉각수의 유로를 가지는 세퍼레이터(도시 생략)에 의해 샌드위치되어 있다. 이 세퍼레이터와 애노드극(22) 및 캐소드극(23)의 사이에, 각각 홈 형상의 애노드 가스 채널(25) 및 캐소드 가스 채널(26)을 형성하고 있다. 애노드극(22)은, 연료극용 촉매층을 다공질 지지층 상에 설치하여 구성되고, 캐소드극(23)은, 공기극용 촉매층을 다공질 지지층 상에 설치하여 구성되어 있다. 이들 전극의 촉매층은, 예를 들면 백금입자를 부착하여 구성되어 있다.
- [0042] 애노드극(22)에서는, 다음 수학적 식 (1)의 산화반응이 생기고, 캐소드극(23)에서는, 다음 수학적 식 (2)의 환원반응이 생긴다. 연료전지(20) 전체로서는, 다음 수학적 식 (3)의 발전반응이 생긴다.

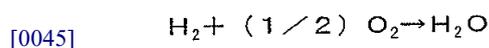
수학적 식 1



수학적 식 2



수학적 식 3



- [0046] 또한, 도 1에서는 설명의 편의상, 막·전극 접합체(24), 애노드 가스 채널(25) 및 캐소드 가스 채널(26)로 이루어지는 단위 셀의 구조를 모식적으로 나타내고 있으나, 실제로는 상기한 세퍼레이터를 거쳐 복수의 단위 셀(셀군)이 직렬로 접속된 스택구조를 구비하고 있다.

- [0047] 연료전지시스템(10)의 냉각액 공급계통(3)에는, 냉각액을 순환시키는 냉각로(31), 연료전지(20)로부터 배수되는 냉각액의 온도를 검출하는 온도센서(32), 냉각액의 열을 외부로 방열하는 라디에이터(열교환기)(33), 라디에이터(33)로 유입되는 냉각액의 수량을 조정하는 밸브(34), 냉각액을 가압하여 순환시키는 냉각액 펌프(35), 연료전지(20)에 공급되는 냉각액의 온도를 검출하는 온도센서(36) 등이 설치되어 있다.
- [0048] 연료전지시스템(10)의 연료가스 공급계통(4)에는, 연료가스공급장치(42)로부터의 연료가스(애노드 가스), 예를 들면, 수소가스를 애노드 가스 채널(25)에 공급하기 위한 연료가스 유로(40)와, 애노드 가스 채널(25)로부터 배기되는 연료 오프 가스를 연료가스 유로(40)로 순환시키기 위한 순환유로(순환경로)(51)가 배관되어 있고, 이들 가스 유로에 의하여 연료가스 순환계통이 구성되어 있다.
- [0049] 연료가스 유로(40)에는, 연료가스 공급장치(42)로부터의 연료가스 유출을 제어하는 차단밸브(소스밸브)(43), 연료가스의 압력을 검출하는 압력센서(44), 순환경로(51)의 연료가스 압력을 조정하는 조정밸브(인젝터)(45), 연료전지(20)에 대한 연료가스 공급을 제어하는 차단밸브(46)가 설치되어 있다. 연료가스 공급장치(42)는, 예를 들면 고압 수소 탱크, 수소흡장합금, 개질기 등에 의하여 구성된다.
- [0050] 순환유로(51)에는, 연료전지(20)로부터 순환유로(51)에 대한 연료 오프 가스공급을 제어하는 차단밸브(52), 연료 오프 가스에 함유되는 수분을 제거하는 기액분리기(53) 및 배출밸브(54), 애노드 가스 채널(25)를 통과할 때에, 압력 손실을 받은 연료 오프 가스를 압축하여 적절한 가스압까지 승압시켜, 연료가스 유로(40)로 환류시키는 수소펌프(순환펌프)(55), 연료가스 유로(40)의 연료가스가 순환유로(51)측으로 역류하는 것을 방지하는 역류저지밸브(56)가 설치되어 있다. 수소펌프(55)를 모터에 의해 구동함으로써, 수소펌프(55)의 구동에 의한 연료 오프 가스는, 연료가스 유로(40)에서 연료가스 공급장치(42)로부터 공급되는 연료가스와 합류한 후, 연료전지(20)에 공급되어 재이용된다. 또한, 수소펌프(55)에는, 수소펌프(55)의 회전수를 검출하는 회전수 센서(57)가 설치되어 있다.
- [0051] 또, 순환유로(51)에는, 연료전지(20)로부터 배기된 연료 오프 가스를, 희석기(예를 들면 수소 농도 저감장치)(62)를 거쳐 차 밖으로 배기하기 위한 배기유로(61)가 분기하여 배관되어 있다. 배기유로(61)에는 퍼지밸브(63)가 설치되어 있고, 연료 오프 가스의 배기 제어를 행할 수 있도록 구성되어 있다. 퍼지밸브(63)를 개폐함으로써, 연료전지(20) 내의 순환을 반복하여, 불순 농도가 증가한 연료 오프 가스를 외부로 배출하고, 신규의 연료가스를 도입하여 셀 전압의 저하를 방지할 수 있다.
- [0052] 한편, 연료전지시스템(10)의 산화가스 공급계통(7)에는, 캐소드 가스 채널(26)에 산화가스(캐소드 가스)를 공급하기 위한 산화가스 유로(71)와, 캐소드 가스 채널(26)로부터 배기되는 캐소드 오프 가스를 배기하기 위한 캐소드 오프 가스 유로(72)가 배관되어 있다. 산화가스 유로(71)에는, 대기로부터 공기를 도입하는 에어클리너(74) 및 도입한 공기를 압축하고, 압축한 공기를 산화제 가스로서, 캐소드 가스 채널(26)에 송급하는 에어컴프레서(75)가 설정되어 있다. 에어컴프레서(75)에는 에어컴프레서(75)의 회전수를 검출하는 회전수 센서(73)가 설치되어 있다. 산화가스 유로(71)와 캐소드 오프 가스 유로(72)의 사이에는 습도 교환을 행하는 가습기(76)가 설치되어 있다. 캐소드 오프 가스 유로(72)에는, 캐소드 오프 가스 유로(72)의 배기압력을 조정하는 압력 조정밸브(77), 캐소드 가스 중의 수분을 제거하는, 옵션으로서의 구성인 기액 분리기(64), 캐소드 오프 가스의 배기음을 흡수하는 머플러(65)가 설치되어 있다. 기액 분리기(64)로부터 배출된 캐소드 오프 가스는 분류되어, 한쪽은, 희석기(62)로 흘러 들어, 희석기(62) 내에 체류하는 연료 오프 가스와 혼합 희석된다. 또 분류된 다른쪽의 캐소드 오프 가스는, 머플러(65)로 흡음되고, 희석기(62)에 의해 혼합 희석된 가스와 혼합되어, 차 밖으로 배출된다.
- [0053] 또, 연료전지시스템(10)의 전력 계통(9)에는, 1차측에 배터리(91)의 출력단자가 접속되고, 2차측에 연료전지(20)의 출력단자가 접속된 DC-DC 컨버터(90), 2차전지로서 잉여 전력을 충전하는 배터리(91), 배터리(91)의 충전상태를 감시하는 배터리 컴퓨터(92), 연료전지(20)의 부하 또는 구동대상이 되는 차량 주행용 모터(94)에 교류전력을 공급하는 인버터(93), 연료전지시스템(10)의 각종 고압 보조기계(96)에 교류전력을 공급하는 인버터(95), 연료전지(20)의 출력 전압을 측정하는 전압센서(97) 및 출력 전류를 측정하는 전류센서(98)가 접속되어 있다.
- [0054] DC-DC 컨버터(90)는, 연료전지(20)의 잉여 전력 또는 차량 주행용 모터(94)에 대한 제동 동작에 의해 발생하는 회생 전력을 전압 변환하여 배터리(91)에 공급하여 충전시킨다. 또, 차량 주행용 모터(94)의 요구 전력에 대한, 연료전지(20)의 발전 전력의 부족분을 보충하기 위하여, DC-DC 컨버터(90)는, 배터리(91)로부터의 방전 전력을 전압 변환하여 2차측으로 출력한다.

- [0055] 인버터(93, 95)는, 직류전류를 3상 교류전류로 변환하여, 차량 주행용 모터(94) 및 고압 보조기계(96)에 각각 출력한다. 차량 주행용 모터(94)에는, 모터(94)의 회전수를 검출하는 회전수센서(99)가 설치되어 있다. 모터(94)는, 디퍼런셜을 거쳐 차륜(100)이 기계적으로 결합되어 있고, 모터(94)의 회전력을 차량의 추진력으로 변환 가능하게 되어 있다.
- [0056] 전압센서(97) 및 전류센서(98)는, 전력 계통(9)에 중첩된 교류신호의 전압에 대한 전류의 위상과 진폭에 의거하여 교류 임피던스를 측정하기 위한 것이다. 교류 임피던스는, 연료전지(20)의 함수량에 대응하고 있다.
- [0057] 또한, 연료전지시스템(10)에는, 연료전지(12)의 발전을 제어하기 위한 제어부(80)가 설치되어 있다. 제어부(80)는, 예를 들면 CPU(중앙처리장치), RAM, ROM, 인터페이스회로 등을 구비한 범용 컴퓨터로 구성되어 있다. 제어부(80)는, 온도센서(32, 36), 압력센서(44), 회전수센서(57, 73, 99)로부터의 센서신호나 전압센서(97), 전류센서(98), 이그니션 스위치(82)로부터의 신호를 도입하고, 전지운전의 상태, 예를 들면, 전력 부하에 따라 각 모터를 구동하여, 수소펌프(55) 및 에어컴프레서(75)의 회전수를 조정하고, 또한, 각종 밸브의 개폐 제어 또는 밸브 개방도의 조정 등을 행하도록 되어 있다.
- [0058] 도 2에, 제어부(80)가 소정의 컴퓨터 프로그램을 실행함으로써 실현되는 기능 블럭을 나타낸다.
- [0059] 도 2에 나타내는 바와 같이, 제어부(80)는, 연료전지(20)에 대한 반응가스의 공급량을 감소시켜 저효율 발전을 행함에 있어서, 연료전지시스템(20)에 대한 요구전력(Preq)을 기초로, 저효율 발전 시에 있어서의 연료전지(20)에 대한 지령 전류값 및 지령 전압값을 연산하는 지령값 연산부(80a)와, 지령값 연산부(80a)의 연산에 의해 얻어진 지령 전류값을 기준 전류로 한 경우의 연료전지(20)의 기준 전압을 추측하고, 추측된 기준 전압과 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 연산하는 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)와, 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)의 연산에 의해 얻어진 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비[연료전지(20)의 발전에 필요한 최저한의 공기량을 1로 한 경우의 비]를 연산하는 공기화학량론비 연산부(80c)와, 공기화학량론비 연산부(80c)의 연산에 의하여 얻어진 공기화학량론비에 의거하여 저효율 발전시에 있어서의 공기량을 연산하는 공기량 연산부(80d)를 구비하여 구성되어 있다.
- [0060] (실시형태 1)
- [0061] 본 실시형태 1에서는, 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)에서, 연료전지(20)의 기준 전압을 추측함에 있어서는, 온도센서(32, 36)를 수온센서로서 사용하고, 수온센서의 검출 온도와 지령 전류값으로부터 기준 전압을 추측한다.
- [0062] 단, 뒤에서 설명하는 바와 같이, 그외, 연료전지(20)의 임피던스를 전류센서(98)의 검출 전류와 전압센서(97)의 검출 전압을 기초로 추측하고, 추측된 임피던스와 지령 전류값으로부터 연료전지(20)의 기준 전압으로서, 임피던스, 즉 함수량에 대응한 기준 전압을 추측할 수 있다.
- [0063] 또, 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)에서, 연료전지(20)의 기준 전압을 추측함에 있어서는, 전회 종료 시에 있어서의 연료전지(20)의 임피던스를 전류센서(98)의 검출 전류와 전압센서(97)의 검출 전압을 기초로 추측하고, 추측된 임피던스와 지령 전류값으로부터 연료전지의 기준 전압을 추측하고, 전회 종료 시의 함수량에 온도의 보정을 가한 기준 전압을 구할 수도 있다.
- [0064] 도 3에, 지령 전류값과 지령 전압값의 관계인 연료전지의 I-V 특성을 나타낸다.
- [0065] 도 3에는, 저효율 운전 시에 있어서의 연료전지에 대한 지령 전류값(I1)과 지령 전압값(V1)으로부터 정해지는 지령 동작점(P1)이 나타나 있다. 한편, 산화가스(공기)나 연료가스(수소가스)가 충분한 경우의 통상 운전 시의 온도로부터 정해지는 기준 I-V 특성은, 곡선 f1로서 나타내고 있다. 지령 전류값을 기준으로 하여 생각한 경우, 지령 동작점(P1)에서의 전압(V1)과, 지령 동작점(P1)의 전류(I1)에서의 곡선(f1) 상의 기준 전압(Vth)의 차가 「공기 농도 과전압 목표값」이 된다.
- [0066] 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)는, 지령 전류값을 기준 전류로 한 경우의 연료전지(20)의 기준 전압을 추측함에 있어서는, 지령 전류값과 지령 전압값으로부터 정해지는 지령 동작점(P1)에서의 지령 전압값(V1)과 기준 I-V 특성 곡선(f1)에서의 기준 전압값(Vth)의 차를 연산하고, 공기 농도 과전압 목표값으로서 출력하도록 구성되어 있다.
- [0067] 도 4에, 기준 I-V 특성과 연료전지 온도(t)의 관계도를 나타낸다.
- [0068] 도 4에 나타내는 바와 같이, 전류 지령값과 기준 전압값의 관계를 나타내는 기준 I-V 특성 곡선은, 연료전지

(20)의 온도에 의하여 변화된다. 즉, 전류 지령값과 기준 전압값의 관계를 나타내는 기준 I-V 특성 곡선(f1~f6)은, 연료전지(20)의 온도가 낮을 때에는 기준 I-V 특성 곡선(f1)에 따른 특성을 나타내고, 연료전지(20)의 온도가 높아짐에 따라, 기준 전압값(Vth)을 나타내는 기준 I-V 특성 곡선은 f2, f3, f4, f5, f6로 변화된다. 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)는, 도 4에 나타내는 바와 같은 연료전지 온도(t)와 기준 I-V 특성 곡선의 관계를, 미리 일차원 맵으로서 유지하고 있다. 그리고, 지령 전류값과 연료전지(20)의 온도로부터 기준 전압을 추측할 때에는, 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)는, 도 4에 나타내는 관계를 나타내는 맵(200)을 이용하여, 지령 전류값에 대응하는 기준 전압값을 연산하고, 그것으로부터 공기 농도 과전압 목표값을 산출하는 것으로 하고 있다.

- [0069] 도 5에, 공기 농도 목표 전압값으로부터 정해지는 공기화학량론비의 관계도를 나타낸다.
- [0070] 공기화학량론비 연산부(80c)는, 도 5에 나타내는 관계도를, 미리 일차원 맵으로서 보존하고 있다. 그리고, 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 연산함에 있어서는, 공기화학량론비 연산부(80c)는, 도 5에 나타내는 관계를 나타내는 기준 전압값 맵(202)을 이용하여, 공기 농도 과전압 목표값에 대응하는 공기화학량론비를 연산하는 것으로 하고 있다.
- [0071] 다음에, 도 7의 플로우차트에 따라, 실시형태 1에서의 작용을 설명한다.
- [0072] 먼저, 제어부(80)의 지령값 연산부(80a)는, 저효율 발전을 실시하는 연료전지시스템(10)에 대한 요구 전력(Preq)을 기초로 연료전지(20)에 대한 지령 전류값과 지령 전압값을 연산한다(S1). 다음에, 제어부(80)의 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)는, 온도센서(32, 36)의 검출 온도(수온)를 도입하고(S2), 검출온도와 지령 전류값 및 지령 전압값에 따라 도 4에 나타내는 관계를 나타내는 기준 전압값 맵(200)을 검색하여, 기준 전압값(Vth)을 추측한다(S3). 이 후 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)는, 추측된 기준 전압값(Vth)과 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 연산한다(S4).
- [0073] 다음에, 제어부(80)의 공기화학량론비 연산부(80c)는, 산출된 공기 농도 과전압 목표값을 기초로 도 5에 나타내는 관계를 나타내는 기준 전압값 맵(202)을 검색하고, 공기 농도 과전압 목표값에 대응한 공기화학량론비를 구한다(S5). 그리고, 제어부(80)의 공기량 연산부(80d)는, 구한 공기화학량론비에 따라 공기량, 예를 들면, 전류센서(98)의 검출에 의한 전류값 × 환산계수 × 공기화학량론비에 따라 공기량을 산출하고(S6), 이 루틴에서의 처리를 종료한다.
- [0074] 이들 처리에 의해 구해진 공기량에 대응하여, 제어부(80)는 에어컴프레서(75)를 구동하고, 필요한 양의 공기가 연료전지(20)에 공급되게 된다.
- [0075] 이상, 본 실시형태 1에 의하면, 지령 전류값을 기준 전류로 한 경우의 연료전지(20)의 기준 전압을 추측함에 있어서, 지령 전류값과 연료전지(20)의 온도를 기초로 기준 전압을 추측하도록 하였기 때문에, 연료전지(20)의 온도에 대응한 기준 전압을 구할 수 있음과 동시에, 기준 전압과 지령 전압의 차로부터 얻어진 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 구할 수 있고, 메모리 용량의 저감을 도모할 수 있다. 또, 다차원 맵을 이용하지 않기 때문에, 높은 정밀도로 공기화학량론비를 구할 수 있다.
- [0076] (실시형태 2)
- [0077] 다음에, 실시형태 2에 대하여 설명한다. 본 실시형태 2는, 연료전지의 임피던스에 의거하여 공기화학량론비를 추정하는 예에 관한 것이다.
- [0078] 도 7에, 기준 I-V 특성과 임피던스의 관계도를 나타낸다.
- [0079] 도 7에 나타내는 바와 같이, 기준 I-V 특성은, 상기 연료전지의 온도에서의 경우와 마찬가지로, 연료전지의 임피던스에 영향을 받아 변화된다. 연료전지의 임피던스는, 연료전지의 셀에 잔류하고 있는 수분량, 즉 연료전지의 함수량에 대응하고 있다.
- [0080] 본 실시형태 2에서는, 제어부(80)의 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)는, 도 7에 나타내는 바와 같은 관계를 일차원 맵으로서 미리 기억하고 있다. 그리고, 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)는, 전압센서(97) 및 전류센서(98)에 의해 검출된 연료전지의 전압 및 전류에 의거하여, 연료전지(20)의 교류 임피던스를 측정하고, 측정된 임피던스로부터 직접 공기 농도 과전압 목표값을 연산한다.
- [0081] 즉, 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)는, 도 4에 나타내는 바와 같은 관계를 나타내는 맵(200) 대신, 도 7에 나타내는 바와 같은 기준 전압값 맵(204)을 이용하도록 구성되어 있다. 그 밖의 구성은 실시형태 1과 동일

하다. 또한, 맵(204)에서의 특성 곡선(f11~f16)은, f11이 가장 임피던스가 낮고, 임피던스가 높아짐에 따라 특성 곡선(f12~f16)의 특성이 된다.

- [0082] 다음에 도 8의 플로우차트에 따라 본 실시형태 2에서의 작용을 설명한다.
- [0083] 먼저, 제어부(80)의 지령값 연산부(80a)는, 저효율 발전을 실시하는 연료전지시스템(10)에 대한 요구 전력(Preq)을 기초로 연료전지(20)에 대한 지령 전류값과 지령전압값을 연산한다(S11). 다음에, 제어부(80)의 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)는, 전류센서(98)의 검출 전류와 전압센서(97)의 검출 전압을 기초로 연료전지(20)의 임피던스를 산출한다(S12). 그리고 공기 농도 과전압 목표값 연산부(80b)는, 산출한 임피던스와 지령 전류값 및 지령 전압값에 따라 도 7에 나타내는 바와 같은 관계를 기록한 기준 전압값 맵(204)을 검색하여, 대응하는 기준 전압값(Vth)을 추측한다(S13). 그리고, 추측된 기준 전압값과 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 연산한다(S14).
- [0084] 다음에, 제어부(80)의 공기화학량론비 연산부(80c)는, 산출된 공기 농도 과전압 목표값을 기초로 도 5에 나타내는 맵(202)을 검색하고, 공기 농도 과전압 목표값에 대응한 공기화학량론비를 구한다(S15). 그리고 제어부(80)의 공기량 연산부(80d)는, 구한 공기화학량론비에 따른 공기량, 예를 들면, 전류센서(98)의 검출에 의한 전류값 × 환산계수 × 공기화학량론비에 따라 공기량을 산출하고(S16), 이 루틴에서의 처리를 종료한다.
- [0085] 이들 처리에 의하여 구해진 공기량에 대응하여, 제어부(80)는 에어컴프레서(75)를 구동하고, 필요한 양의 공기가 연료전지(20)에 공급되게 된다.
- [0086] 이상, 본 실시형태 2에 의하면, 지령 전류값을 기준 전류로 한 경우의 연료전지(20)의 기준 전압을 추측함에 있어서, 지령 전압값과 연료전지(20)의 임피던스를 기초로 추측하도록 하였기 때문에, 연료전지(20)의 임피던스에 대응한 기준 전압을 구할 수 있음과 동시에, 기준 전압과 지령 전압의 차로부터 얻어진 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 구할 수 있고, 메모리 용량의 저감을 도모할 수 있다. 또, 다차원 맵을 이용하지 않기 때문에, 높은 정밀도로 공기화학량론비를 구할 수 있다.
- [0087] (변형예)
- [0088] 본 발명은, 상기 실시형태에 한정되지 않고, 여러가지로 변형하여 적용하는 것이 가능하다.
- [0089] 예를 들면, 상기 실시형태 2에서, 공기량을 연산하는 전제로서 공기 농도 과전압 목표값을 산출하기 위하여 임피던스를 측정하고 있었으나, 그 대신, 전회 종료 시에 있어서의 연료전지(20)의 임피던스(함수량)를 추측하고, 추측된 임피던스와 지령 전압값으로부터 기준 전압을 추측함으로써, 전회 종료 시에 있어서의 함수량에 온도의 보정을 가한 기준 전압을 구할 수 있다. 전회의 임피던스를 이용함으로써, 공기량 연산을 위해서만 임피던스를 할 필요가 없어지고, 임피던스를 이용한, 정밀도 높은 공기화학량론비 연산, 나아가서는 정확한 공기량 공급이 가능해진다.
- [0090] 또 상기 실시형태에서는, 공기 농도 과전압 목표값과 공기화학량론비의 관계를 나타내는 맵(202)을 이용하는 대신, 연료전지(20)의 함수량을 임피던스의 측정으로 설정하고, 함수량과 공기 농도 과전압 목표값의 2차원 맵으로부터 공기화학량론비를 구하는 구성을 채용함으로써, 연료전지(20)의 함수량의 영향을 고려한 공기화학량론비를 더욱 정확하게 구할 수 있다.

산업상 이용 가능성

- [0091] 본 발명에 의하면, 지령 전류값을 기준 전류로 하여, 연료전지의 기준 전압을 추측하고, 추측한 기준 전압과 지령 전압값의 차를 공기 농도 과전압 목표값으로서 구하고, 이 공기 농도 과전압 목표값에 의거하여 공기화학량론비를 연산하고, 연산에 의해 얻어진 공기화학량론비에 의거하여 저효율 발전 시에 있어서의 공기량을 구하도록 하였기 때문에, 다차원 맵을 이용할 필요가 없고, 메모리 용량을 저감하고, 높은 정밀도로 공기화학량론비를 구할 수 있다.

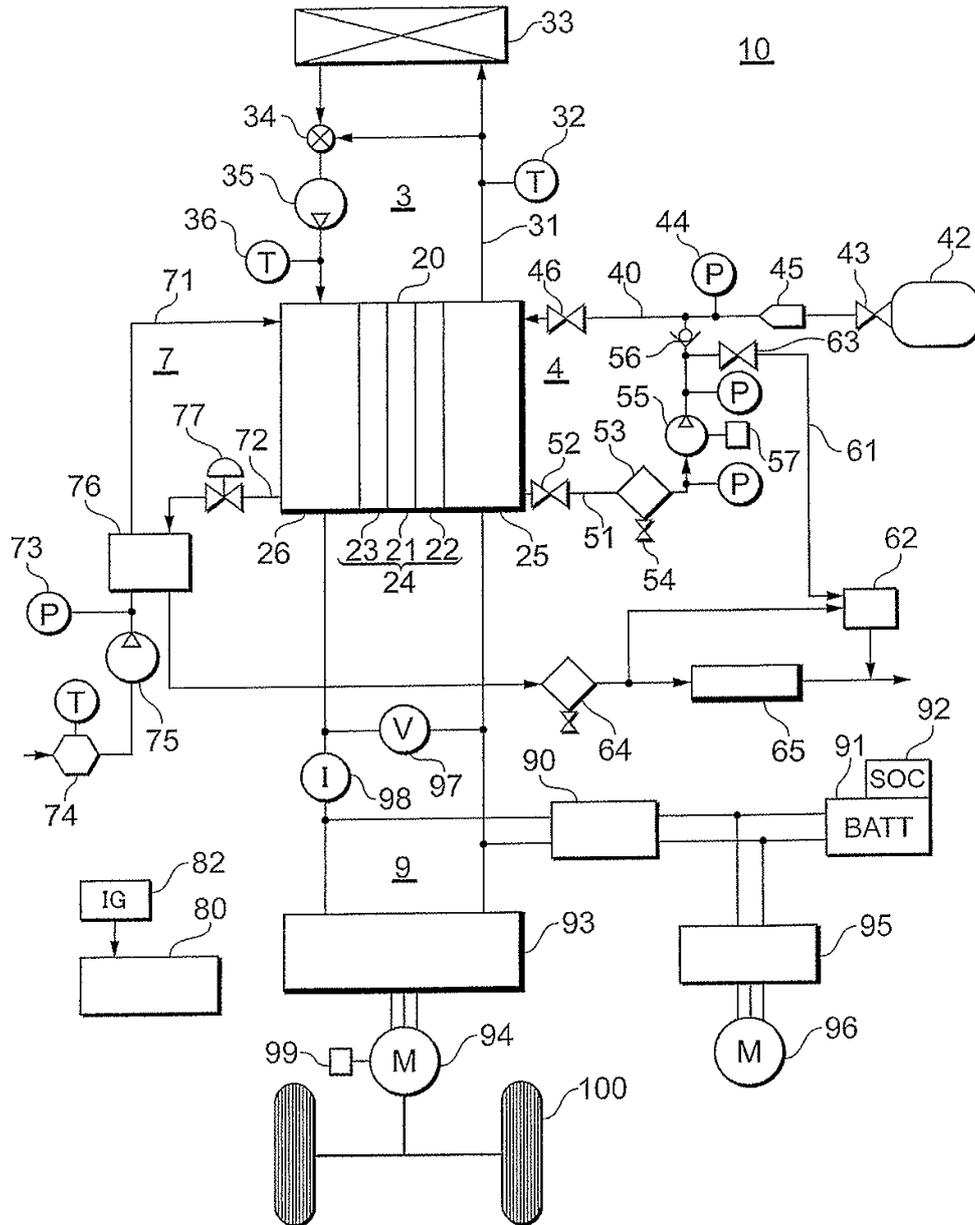
도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명에 관한 연료전지시스템의 시스템 구성도,
- [0031] 도 2는 제어부의 기능을 설명하기 위한 기능 블럭도,
- [0032] 도 3은 지령 전류값과 지령 전압값의 관계인 연료전지의 기준 I-V 특성도,

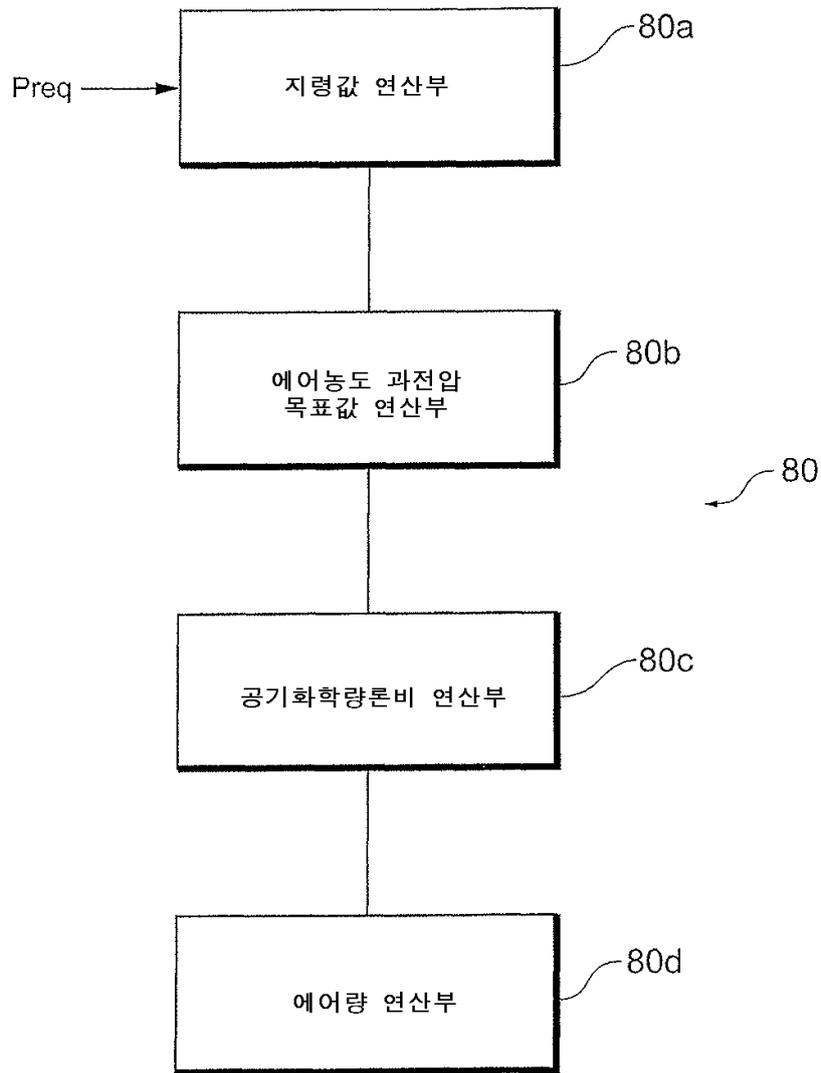
- [0033] 도 4는 기준 I-V 특성과 연료전지 온도(t)의 관계도,
- [0034] 도 5는 공기 농도 목표 전압값으로부터 정해지는 공기화학량론비의 관계도,
- [0035] 도 6은 실시형태 1에서의 작용을 설명하기 위한 플로우차트,
- [0036] 도 7은 기준 I-V 특성과 임피던스의 관계도,
- [0037] 도 8은 실시형태 2에서의 작용을 설명하기 위한 플로우차트이다.

도면

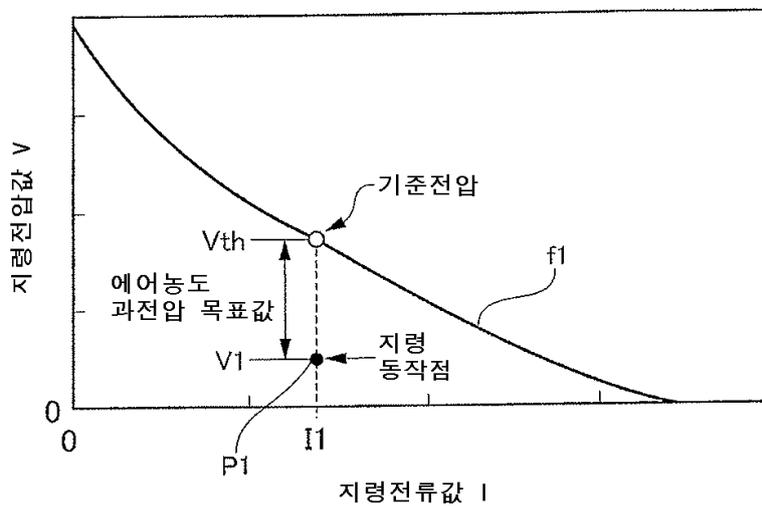
도면1



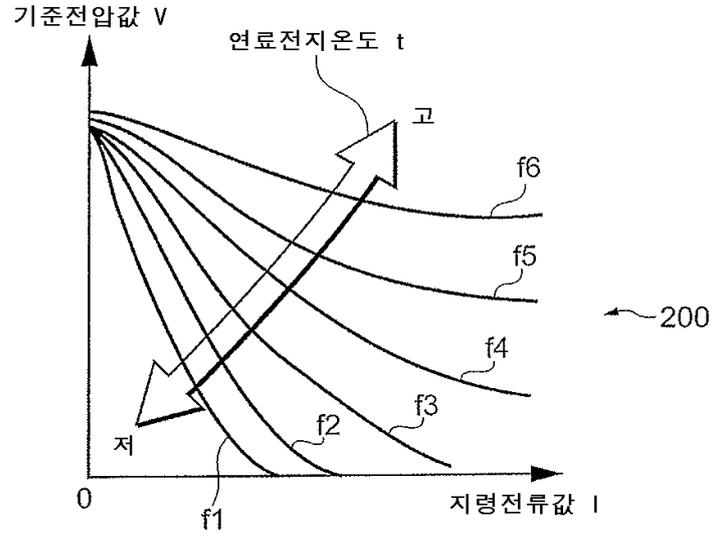
도면2



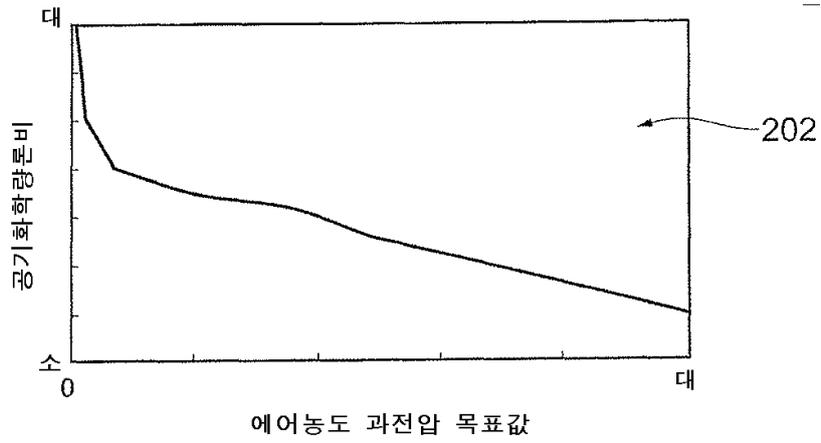
도면3



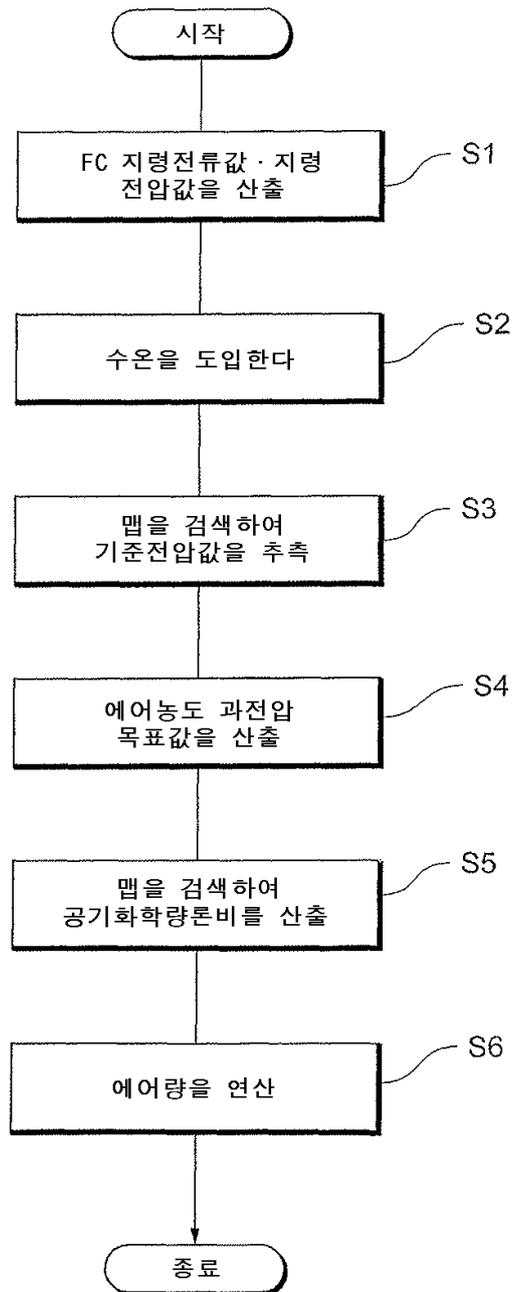
도면4



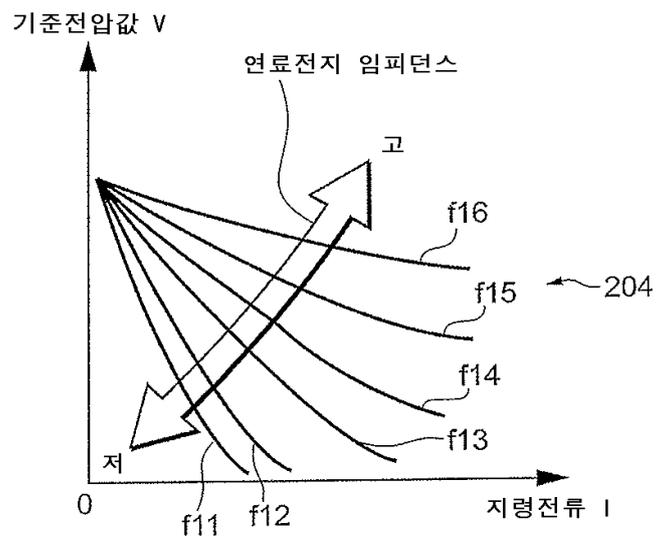
도면5



도면6



도면7



도면8

