



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년05월02일
(11) 등록번호 10-1031899
(24) 등록일자 2011년04월21일

(51) Int. Cl.

H01M 8/04 (2006.01) *H01M 8/06* (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7014022

(22) 출원일자(국제출원일자) 2006년12월05일

심사청구일자 2008년06월11일

(85) 번역문제출일자 2008년06월11일

(65) 공개번호 10-2008-0068739

(43) 공개일자 2008년07월23일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/324624

(87) 국제공개번호 WO 2007/069554

국제공개일자 2007년06월21일

(30) 우선권주장

JP-P-2005-00362043 2005년12월15일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2005302571 A*

JP2005216626 A

JP2002289237 A

JP평성09312167 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 2 항

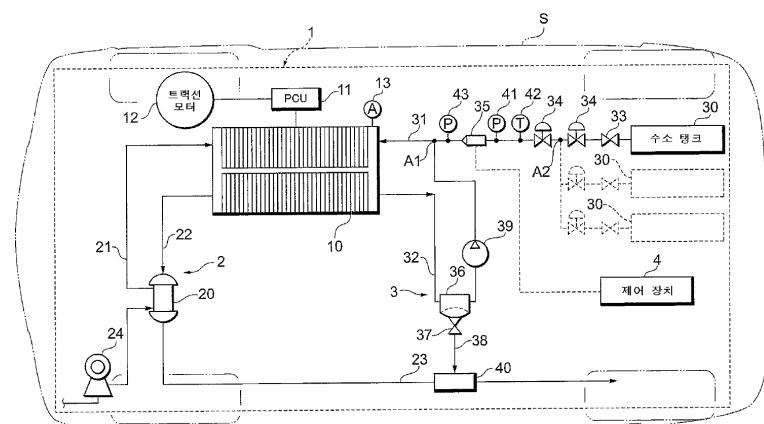
심사관 : 김경민

(54) 연료 전지 시스템 및 이동체

(57) 요 약

연료 전지, 연료 전지에 연료 가스를 공급하는 연료 공급 시스템, 연료 공급 시스템의 상류측의 가스 상태를 조정하여 하류측에 가스를 공급하는 인젝터, 및 기결정된 구동 주기로 인젝터를 구동 및 제어하는 제어 유닛을 포함하는 연료 전지 시스템이 개시된다. 제어 유닛은 연료 전지의 작동 상태에 따라 인젝터의 구동 주기를 설정한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

연료 전지 시스템에 있어서,

연료 전지; 상기 연료 전지에 연료 가스를 공급하는 연료 공급 시스템; 상기 연료 공급 시스템의 상류측의 가스 상태를 조정하여 하류측에 상기 가스를 공급하는 인젝터; 및 기결정된 구동 주기로 상기 인젝터를 구동 및 제어하는 제어 수단을 포함하되,

상기 제어 수단은 기결정된 연산 주기로 연산을 실행하고, 상기 구동 주기를 상기 연산 주기의 배수로 설정하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 6

연료 전지 시스템에 있어서,

연료 전지; 상기 연료 전지에 연료 가스를 공급하는 연료 공급 시스템; 상기 연료 공급 시스템의 상류측의 가스 상태를 조정하여 하류측에 상기 가스를 공급하는 인젝터; 및 기결정된 구동 주기로 상기 인젝터를 구동 및 제어하는 제어 수단을 포함하되,

상기 제어 수단은 상기 인젝터의 전개(totally opening, 全開) 제어 또는 전폐(totally closing, 併閉) 제어 동안의 상기 구동 주기를 비-전개 제어 또는 비-전폐 제어 동안보다 더 짧게 설정하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 연료 전지 시스템 및 이동체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 현재, 반응 가스(연료 가스 및 산화 가스)의 공급을 받아 전력을 발생시키는 연료 전지를 포함하는 연료 전지 시스템이 제안되고, 실용화되어 왔다. 이러한 연료 전지 시스템에는 수소 탱크와 같은 연료 공급원으로부터 공급되는 연료 가스를 연료 전지에 공급하기 위한 연료 공급 유로가 제공된다.

- [0003] 또한, 연료 공급원으로부터의 연료 가스의 공급 압력이 현저하게 높은 경우, 이 공급 압력을 일정한 값으로 감소시키는 압력 조정 밸브(조절기)가 연료 공급 유로에 제공되는 것이 일반적이다. 현재, 연료 가스의 공급 압력을 예를 들어, 2 단계로 변화시키는 기계식의 가변 압력 조정 밸브(가변 조절기)가 연료 공급 유로에 제공되고, 그로 인해 상기 시스템의 작동 상태에 따라 연료 가스의 공급 압력이 변경되는 기술이 제안된다(예를 들면, 일본 특허 출원 공개 No. 2004-139984 참조).
- [0004] 또한, 근래에 있어서는, 인젝터(injector)가 연료 전지 시스템의 연료 공급 유로에 배치되고 이 인젝터의 작동 상태가 제어되고, 그로 인해 연료 공급 유로 내의 연료 가스의 공급 압력이 조정되는 기술이 제안되어 왔다. 상기 인젝터는, 밸브 몸체가 기결정된 구동 주기로 전자기 구동력에 의해 직접적으로 구동될 수 있고 밸브 시트(seat)로부터 격리되어 가스 상태(가스 유량 또는 가스 압력)를 조정할 수 있는 전자기 구동식 개방/폐쇄 밸브이다. 제어 장치가 인젝터의 밸브 몸체를 구동하여 연료 가스의 분사 시기 및 분사 시간을 제어하고, 그로 인해 연료 가스의 유량 및 압력이 제어될 수 있다.
- [0005] 이러한 인젝터를 사용하는 연료 전지 시스템에 있어서는, 제어 장치는 기결정된 구동 주기로 인젝터를 구동한다. 그러나, 구동 주기가 지나치게 긴 경우, 연료 가스의 공급 압력에 맥동(脈動, pulsation)이 발생할지도 모른다. 그러므로, 종래에는, 연료 가스 공급 압력의 맥동을 억제하기 위해, 도 8A에 도시된 비교적 짧은 일정한 구동 주기 T로 인젝터가 구동되어 왔다.
- 발명의 상세한 설명**
- [0006] 그러나, 인젝터가 비교적 짧은 일정한 구동 주기로 구동되는 경우, 다음 문제가 발생한다. 즉, 연료 전지의 작동 상태에 따라 연료 가스의 압력을 조정하기 위해, 제어 장치는, 연료 전지의 발전 전류가 작은 경우에는 연료 가스의 공급 압력을 감소시키기 위해 인젝터의 분사 유량이 줄어들도록 제어를 실행한다. 이러한 제어 동안 인젝터의 구동 주기가 짧고 일정한 경우, 도 8B에 도시된 바와 같이, 비-분사 시간 T_0 이 불규칙적으로 발생하고, 인젝터도 불규칙적으로 작동한다. 이러한 방식으로 인젝터가 불규칙적으로 작동하는 경우, 불쾌한 작동음이 발생된다.
- [0007] 본 발명은 이러한 상황을 고려하여 개발되어 왔고, 그 목적은 인젝터를 포함하는 연료 전지 시스템 내의 불쾌한 작동음의 발생을 억제하는 것이다.
- [0008] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 연료 전지 시스템은 연료 전지, 이 연료 전지에 연료 가스를 공급하는 연료 공급 시스템, 이 연료 공급 시스템의 상류측의 가스 상태를 조정하여 하류측에 가스를 공급하는 인젝터, 기결정된 구동 주기로 이 인젝터를 구동 및 제어하는 제어 수단을 포함하는 연료 전지 시스템이되, 제어 수단은 연료 전지의 작동 상태에 따라 구동 주기를 설정한다.
- [0009] 이러한 구성에 따르면, 연료 전지의 작동 상태(연료 전지의 발전량(전력, 전류, 전압), 연료 전지의 온도, 퍼지(purge) 작동의 실행 동안 작동 상태, 시동시의 작동 상태, 간헐적 작동 상태, 연료 전지 시스템의 이상 상태, 연료 전지 본체의 이상 상태 등)에 따라서 인젝터의 구동 주기가 설정(변경)될 수 있다. 예를 들어, 연료 전지의 발전 전류값이 작은 경우에는, 구동 주기가 길어질 수 있어, 인젝터의 불규칙적인 작동이 억제될 수 있다. 그 결과, 불쾌한 작동음의 발생이 억제될 수 있다. "가스 상태"는 유량, 압력, 온도, 물농도 등에 의해 표시되는 가스 상태이고, 특히 가스 유량 및 가스 압력 중 적어도 하나를 포함함을 유의한다.
- [0010] 연료 전지 시스템에 있어서, 연료 전지에 의해 발생되는 전력량이 작은 경우 제어 수단은 구동 주기를 길게 설정하는 것이 바람직하다. 또한, 연료 전지 시스템에 있어서, 연료 전지에 공급되는 연료 가스의 압력이 낮은 경우, 제어 수단은 구동 주기를 길게 설정하는 것이 바람직하다.
- [0011] 이러한 경우에, 연료 전지에 의해 발생되는 전력량의 저하 동안 및 연료 가스의 공급 압력의 저하 동안에 인젝터의 불규칙적인 작동이 억제되어, 불쾌한 작동음의 발생을 억제할 수 있다.
- [0012] 또한, 연료 전지 시스템에 있어서, 연료 공급 시스템으로부터 공급되는 연료 가스를 연료 전지에 공급하는 연료 공급 유로, 연료 전지로부터 나오는 연료 오프 가스(off gas)를 배출하는 연료 배출 유로 및 연료 배출 유로로부터의 가스를 배출하는 배출 밸브를 구비하는 연료 공급 시스템이 채택될 수 있다. 이러한 경우에, 제어 수단은 배출 밸브의 개방/폐쇄 작동을 제어하여 연료 오프 가스의 퍼지 작동을 실행하고, 퍼지 작동의 실행 동안의 구동 주기를 퍼지 작동의 실행이 없는 동안보다 더 짧게 설정하는 것이 바람직하다.
- [0013] 이러한 경우에, 퍼지 작동의 실행 동안에 연료 가스의 공급 압력이 일시적으로 저하되는 것이 억제될 수 있다.

그 결과, 퍼지 동안 발전 성능의 저하가 억제될 수 있다.

[0014] 또한, 연료 전지 시스템에 있어서, 제어 수단은 기결정된 연산 주기로 연산을 실행하고, 구동 주기를 연산 주기의 배수로 설정하는 것이 바람직하다.

[0015] 이러한 경우에, 인젝터의 구동 주기는 제어 수단의 연산 주기와 일치되기 쉬워, 인젝터의 제어 정밀도가 향상될 수 있다.

[0016] 또한, 연료 전지 시스템에 있어서, 제어 수단은 인젝터의 전개(totally opening, 全開) 제어 또는 전폐(totally closing, 併閉) 제어 동안의 구동 주기를 비-전개 제어 또는 비-전폐 제어 동안보다 더 짧게 설정하는 것이 바람직하다.

[0017] 이러한 경우에, 전개 제어 동안의 인젝터의 오버슛(overshoot)(제어량이 목표 압력값을 상회하는 상태) 및 전폐 제어 동안의 인젝터의 언더슛(undershoot)(제어량이 목표 압력값을 밀도는 상태)을 억제하는 것이 가능하여, 그로 인해 인젝터의 전개 제어 또는 전폐 제어 동안의 제어 정밀도가 향상될 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명에 따른 이동체는 상기 연료 전지 시스템을 포함한다.

[0019] 이러한 구성은 불쾌한 작동음의 발생을 억제하기 위해 인젝터의 불규칙적인 작동이 억제될 수 있는 연료 전지 시스템을 포함하여, 이동체의 승객에게 불쾌감을 거의 주지 않는다. 작동음이 안정화되므로, 승객에게 안전한 느낌이 제공될 수 있다.

[0020] 본 발명에 따르면, 인젝터를 포함하는 연료 전지 시스템에 있어서, 불쾌한 작동음의 발생이 억제될 수 있다.

실시예

[0032] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 연료 전지 시스템(1)이 도면을 참조하여 설명될 것이다. 본 실시예에서는, 본 발명이 연료 전지 차량(S)(이동체)의 발전 시스템이 탑재된 차량에 적용되는 일례가 설명될 것이다.

[0033] 우선, 본 발명의 실시예에 따른 연료 전지 시스템(1)의 구성이 도 1 내지 5를 참조하여 설명될 것이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 연료 전지 시스템(1)은 반응 가스(산화 가스 및 연료 가스)의 공급을 받아 전력을 발생시키는 연료 전지(10)를 포함하고, 연료 전지(10)에 산화 가스로서 공기를 공급하는 산화 가스 배관 시스템(2), 연료 전지(10)에 연료 가스로서 수소 가스를 공급하는 수소 가스 배관 시스템(3), 시스템 전체를 통합적으로 제어하는 제어 장치(4) 등을 더 포함한다.

[0034] 연료 전지(10)는 반응 가스의 공급을 받아 전력을 발생시키는 단일 전지의 필요한 수가 라미네이팅(laminating)되는 적층 구조를 갖는다. 연료 전지(10)에 의해 발생된 전력은 전력 제어 유닛(PCU)(11)에 공급된다. PCU(11)는 연료 전지(10)와 트랙션 모터(12) 사이에 배치되는 인버터, DC-DC 컨버터 등을 포함한다. 또한, 발전 중의 전류를 검출하는 전류 센서(13)가 연료 전지(10)에 부착된다.

[0035] 산화 가스 배관 시스템(2)은 가습기(20)에 의해 가습되는 산화 가스(공기)를 연료 전지(10)에 공급하는 공기 공급 유로(21), 연료 전지(10)로부터 나오는 산화 오프-가스를 가습기(20)로 이끄는 공기 배출 유로(22), 및 가습기(20)로부터의 산화 오프-가스를 외부로 이끌기 위한 배기 유로(23)를 포함한다. 공기 공급 유로(21)에는 대기 공기로부터 산화 가스를 흡수하여 압력하에서 가습기(20)에 가스를 공급하는 압축기(24)가 제공된다.

[0036] 수소 가스 배관 시스템(3)은 고압의 수소 가스가 수신되는 연료 공급원으로서의 수소 탱크(30), 수소 탱크(30)의 수소 가스를 연료 전지(10)에 공급하기 위한 연료 공급 유로로서의 수소 공급 유로(31), 및 연료 전지(10)로부터 나오는 수소 오프-가스를 수소 공급 유로(31)에 되돌려 보내기 위한 순환 유로(32)를 포함한다. 수소 가스 배관 시스템(3)은 본 발명의 연료 공급 시스템의 일 실시예이다. 수소 탱크(30) 대신에, 탄화 수소계의 연료로부터 수소 리치(rich) 개질 가스를 형성하는 개질(reforming) 유닛, 및 이 개질 유닛에 의해 형성된 개질 가스를 고압 상태로 만들어 압력을 축적하는 고압 가스 탱크가 연료 공급원으로서 채택될 수 있음을 유의한다. 선택적으로, 수소 흡장 합금을 가지는 탱크가 연료 공급원으로서 채택될 수도 있다.

[0037] 수소 공급 유로(31)에는 수소 탱크(30)로부터의 수소 가스의 공급을 차단 또는 허용하는 차단 밸브(33), 수소 가스의 압력을 조정하는 조정기(regulator)(34), 및 인젝터(35)가 제공된다. 또한, 인젝터(35)의 상류측에는, 수소 공급 유로(31) 내의 수소 가스의 압력 및 온도를 검출하는 1차 압력 센서(41) 및 온도 센서(42)가 각각 제공된다. 인젝터(35)의 하류측 및 수소 공급 유로(31)와 순환 유로(32) 사이의 합류부의 상류측에는, 수소 공급 유로(31) 내의 수소 가스의 압력을 검출하는 2차 압력 센서(43)가 제공된다.

[0038]

조정기(34)는 상류 압력(1차 압력)을 기 설정된 2차 압력으로 조정하는 장치이다. 본 실시예에서는, 1차 압력을 감소시키는 기계식의 감압 밸브가 조정기(34)로서 채택된다. 배압(back pressure) 챔버 내부의 배압에 의해서 압력 조정 챔버의 1차 압력을 기결정된 압력으로 감소시켜 2차 압력으로 하기 위한 격판(diaphragm)에 의해 분리된 배압 챔버 및 압력 조정 챔버로 형성되는 하우징(housing)을 구비한 공지의 구성이 기계식의 감압 밸브로 채택될 수 있다. 본 실시예에서는, 도 1에 도시된 바와 같이, 인젝터(35)의 상류 압력을 효과적으로 감소시키기 위해 2개의 조정기(34)가 인젝터(35)의 상류측에 배치될 수 있다. 그러므로, 인젝터(35)의 기계적 구조(밸브 몸체, 하우징, 유로, 구동 장치 등)의 설계 자유도가 높아질 수 있다. 인젝터(35)의 상류 압력이 감소될 수 있어, 인젝터(35)의 상류 압력과 하류 압력과의 차이의 증가에 기인하여 인젝터(35)의 밸브 몸체가 쉽게 이동하지 못하는 것이 방지될 수 있다. 그러므로, 인젝터(35)의 하류 압력의 가변 압력 조정 영역이 넓어질 수 있고, 인젝터(35)의 응답성의 저하가 억제될 수 있다.

[0039]

인젝터(35)는 밸브 몸체를 전자기 구동력에 의해 직접적으로 기결정된 구동 주기로 구동하여 밸브 시트로부터 밸브 몸체를 격리할 수 있어, 그로 인해 가스 유량 및 가스 압력이 조정될 수 있는 전자기 구동식 개방/폐쇄 밸브이다. 인젝터(35)는 수소 가스와 같은 가스 연료를 분사하는 분사 구멍을 구비한 밸브 시트, 분사 구멍에 가스 연료를 안내 및 공급하는 노즐 몸체, 및 노즐 몸체에 대해 축 방향(가스 흐름 방향)으로 이동가능하게 유지되어 분사 구멍을 개방 및 폐쇄하는 밸브 몸체를 포함한다. 본 실시예에서, 인젝터(35)의 밸브 몸체는 전자기 구동 장치인 솔레노이드(solenoid)에 의해 구동되고, 분사 구멍의 개구면적을 2 단계 또는 다단계로 전환하기 위해, 이 솔레노이드에 공급되는 펄스형의 여자(勵磁, exciting) 전류는 온 또는 오프될 수 있다. 인젝터(35)의 가스 분사 시기 및 가스 분사 시간은 제어 장치(4)로부터 출력되는 제어 신호에 근거하여 제어되고, 그로 인해 수소 가스의 유량 및 압력이 정밀하게 제어된다. 인젝터(35)는 밸브(밸브 몸체 및 밸브 시트)를 전자기 구동력에 의해 직접적으로 구동하여 밸브를 개방 및 폐쇄하고, 인젝터의 구동 주기는 높은 응답 범위까지 제어될 수 있다. 그러므로, 인젝터는 높은 응답성을 갖는다.

[0040]

인젝터(35)의 하류측에 요구되는 가스 유량을 공급하기 위해, 인젝터(35)의 가스 유로에 제공되는 밸브 몸체의 개구면적(개구도) 및 개방시간 중 적어도 하나가 변경되어, 그로 인해 하류측(연료 전지(10) 측)에 공급되는 가스의 유량(또는 수소 몰동도)이 조정된다. 가스 유량을 조정하기 위해 인젝터(35)의 밸브 몸체가 열고 닫히고, 인젝터(35)의 상류측에 공급되는 가스의 압력과 비교했을 때 인젝터(35)의 하류측에 공급되는 가스의 압력이 저하됨을 유의한다. 그러므로, 인젝터(35)는 압력 조정 밸브(감압 밸브, 조정기)로 해석될 수 있다. 또한, 본 실시예에서는, 인젝터(35)는 가스 요구에 근거하여 기결정된 압력 범위에서 요구되는 압력에 일치하도록 인젝터(35)의 상류 가스 압력의 압력 조정량(감압량)을 변화시킬 수 있는 가변 압력 조정 밸브로 해석될 수 있다.

[0041]

도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서는, 수소 공급 유로(31)와 순환 유로(32) 사이의 합류부(A1)로부터 상류측 상에 인젝터(35)가 배치됨을 유의한다. 도 1의 파선으로 도시된 바와 같이 복수의 수소 탱크(30)가 연료 공급원으로서 채택되는 경우에는, 수소 탱크(30)로부터 공급되는 수소 가스가 합류하는 부분(수소 가스 합류부(A2))로부터 하류측 상에 인젝터(35)가 배치된다.

[0042]

순환 유로(32)는 기체-액체 분리기(36) 및 배기 배출 밸브(37)를 매개로 하여 배출 유로(38)에 연결된다. 기체-액체 분리기(36)는 수소 오프-가스로부터 수분을 회수한다. 배기 배출 밸브(37)는 제어 장치(4)로부터의 지시를 근거로 작동하여 기체-액체 분리기(36)에 의해 회수된 수분 및 순환 유로(32)로부터의 불순물을 포함하는 수소 오프 가스(연료 오프 가스)를 배출(폐기)한다. 순환 유로(32)에는 순환 유로(32) 내의 수소 오프-가스를 가압하여 수소 공급 유로(31)를 향하여 가스를 공급하는 수소 펌프(39)가 제공된다. 배기 배출 밸브(37) 및 배출 유로(38)를 매개로 하여 배출되는 수소 오프 가스는 회석 유닛(40)에 의해 회석되어 배기 유로(23) 내의 산화 오프 가스와 합류됨을 유의한다. 순환 유로(32)는 본 발명의 연료 배출 유로의 일 실시예이며, 배기 배출 밸브(37)는 본 발명의 배출 밸브의 일 실시예이다.

[0043]

제어 장치(4)는 연료 전지 차량(S)에 제공되는 가속용 작동 부재(가속 장치 등)의 작동량을 검출하고, 가속 요구(예를 들어, 트랙션 모터(12)와 같은 부하 장치로부터의 요구 발전량)과 같은 제어 정보를 수신하여 시스템의 다양한 장치의 작동을 제어한다. 부하 장치는 트랙션 모터(12) 외에, 연료 전지(10)를 작동하기 위해 필요한 보조 기계(예를 들면, 압축기(24)의 모터, 수소 펌프(39) 또는 냉각 펌프), 연료 전지 차량(S)의 주행에 관여하는 다른 장치(변속기, 휠 제어 장치, 스티어링 장치, 서스펜션(suspension) 장치 등) 내에서 사용하기 위한 액츄에이터, 승객 공간의 공기 조절 장치(에어컨), 조명 또는 오디오 시스템과 같은 일반적인 전력 소비 장치를 포함함을 유의한다.

[0044]

제어 장치(4)는 컴퓨터 시스템(도시 안됨)으로 구성된다. 이러한 컴퓨터 시스템은 CPU, ROM, RAM, HDD, 입력/출

력 인터페이스, 디스플레이 등을 포함한다. CPU는 ROM에 기록된 각종 제어 프로그램을 읽고 실행하여 각종 제어 작동을 실현한다.

[0045] 구체적으로, 도 2에 도시된 바와 같이, 제어 장치(4)는 연료 전지(10)의 작동 상태(전류 센서(13)에 의해 검출된 연료 전지(10)의 발전시의 전류값)에 근거하여 연료 전지(10)에 의해 소비되는 수소 가스의 유량(이하, "수소 소비량"으로 지칭)을 산출한다(연료 소비량 산출 기능: B1). 본 실시예에서는, 연료 전지(10)의 발전 전류값과 수소 소비량 사이의 관계를 나타내는 특정의 연산식을 사용하여 제어 장치(4)의 각 연산 주기마다 수소 소비량이 산출 및 개신된다.

[0046] 또한, 제어 장치(4)는 연료 전지(10)의 작동 상태(전류 센서(13)에 의해 검출된 연료 전지(10)의 발전시의 발전 전류값)에 근거하여 인젝터(35)의 하류 위치에 있어서 연료 전지(10)에 공급되는 수소 가스의 목표 압력값을 산출한다(목표 압력값 산출 기능: B2). 본 실시예에서는, 연료 전지(10)의 발전 전류값과 목표 압력값 사이의 관계를 나타내는 특정의 맵을 사용하여 제어 장치(4)의 각 연산 주기마다 목표 압력값이 산출 및 개신된다.

[0047] 또한, 제어 장치(4)는 산출된 목표 압력값과 인젝터(35)의 하류 위치에 있어서 2차 압력 센서(43)에 의해 검출된 압력값(검출 압력값) 사이의 편차를 산출하고, 이 편차의 절대값이 기결정된 임계값 이하인지 여부를 판단한다(편차 판단 기능: B3). 그 다음, 편차의 절대값이 기결정된 임계값 이하인 경우, 제어 장치(4)는 이 편차를 감소시키기 위한 피드백 보정 유량을 산출한다(피드백 보정 유량 산출 기능: B4). 피드백 보정 유량은 목표 압력값과 검출 압력값 사이의 편차의 절대값을 감소시키기 위해 수소 소비량에 가산되는 수소 가스 유량이다. 본 실시예에서는, PI 제어 등의 목표 추종형 제어 규칙을 사용하여 피드백 보정 유량이 산출된다.

[0048] 또한, 제어 장치(4)는 인젝터(35)의 상류 가스 상태(1차 압력 센서(41)에 의해 검출되는 수소 가스의 압력 및 온도 센서(42)에 의해 검출되는 수소 가스의 온도)에 근거하여 인젝터(35)의 상류 정적(static) 유량을 제어한다(정적 유량 산출 기능: B5). 본 실시예에서는, 인젝터(35)의 상류측 상의 수소 가스의 압력 및 온도와 정적 유량 사이의 관계를 나타내는 특정의 연산식을 사용하여 제어 장치(4)의 각 연산 주기마다 정적 유량이 산출 및 개신된다.

[0049] 또한, 제어 장치(4)는 인젝터(35)의 상류 가스 상태(수소 가스의 압력 및 온도) 및 인가 전압에 근거하여 인젝터(35)의 무효 분사 시간을 산출한다(무효 분사 시간 산출 기능: B6). 여기에서, 무효 분사 시간이란 인젝터(35)가 제어 장치(4)로부터 제어 신호를 수신한 때부터 분사가 실제로 개시될 때까지에 요구되는 시간을 의미한다. 본 실시예에서는, 인젝터(35)의 상류측의 수소 가스의 압력 및 온도, 인가 전압 및 무효 분사 시간 사이의 관계를 나타내는 특정의 맵을 사용하여 제어 장치(4)의 각 연산 주기마다 무효 분사 시간이 산출 및 개신된다.

[0050] 또한, 제어 장치(4)는 연료 전지(10)의 작동 상태(전류 센서(13)에 의해 검출되는 연료 전지(10)의 발전시의 전류값)에 따라 인젝터(35)의 구동 주기 및 구동 주파수를 산출한다(구동 주기 산출 기능: B7). 여기에서, 구동 주기란 인젝터(35)의 개방/폐쇄 구동의 주기, 즉 분사 구멍의 개방/폐쇄 상태를 나타내는 단계형(on/off) 과정의 주기를 의미한다. 구동 주파수는 구동 주기의 역수이다.

[0051] 본 실시예의 제어 장치(4)는 도 3A에 도시된 바와 같이 연료 전지(10)의 발전 전류값 및 구동 주파수를 나타내는 맵을 사용하여 구동 주파수를 산출하여, 연료 전지(10)의 발전 전류값이 감소함에 따라 구동 주파수가 낮아진다(구동 주기는 길어짐). 제어 장치는 구동 주파수에 대응하는 구동 주기도 산출한다. 예를 들면, 연료 전지(10)의 발전 전류값이 큰 경우, 도 4A에 도시된 바와 같이 높은 구동 주파수(짧은 구동 주기 T_1)가 설정된다. 반면에, 연료 전지(10)의 발전 전류값이 작은 경우, 도 4B에 도시된 바와 같이 낮은 구동 주파수(긴 구동 주기 T_2)가 설정된다.

[0052] 더욱이, 본 실시예의 제어 장치(4)는 배기 배출 밸브(37)의 개방/폐쇄 작동을 제어하여 퍼지 작동(배기 배출 밸브(37)를 매개로 하여 순환 유로(32)로부터 수소 오프 가스를 배출하는 작동)을 실행한다. 그리고, 이러한 퍼지 작동의 실행 동안, 제어 장치(4)는 도 3B에 도시된 맵을 사용하여 인젝터(35)의 구동 주파수를 퍼지 작동의 실행이 없는 동안보다 더 높은 주파수로(짧은 구동 주기) 설정한다. 구체적으로, 도 3B에 도시된 바와 같이, 제어 장치(4)는 퍼지 작동의 실행 동안의 최소 구동 주파수 F_2 를 평상시(퍼지 작동의 실행이 없는 경우)의 최소 구동 주파수 F_1 보다 현저히 높게 설정한다. 제어 장치(4)는 구동 주기를 연산 주기의 배수로 설정한다.

[0053] 또한, 제어 장치(4)는 수소 소비량 및 피드백 보정 유량을 가산하여 인젝터(35)의 분사 유량을 산출한다(분사 유량 산출 기능: B8). 그리고, 제어 장치(4)는 인젝터(35)의 분사 유량을 정적 유량으로 나누어 얻은 값을 구동 주기에 곱하여 인젝터(35)의 기본 분사 시간을 산출하고, 상기 장치는 이 기본 분사 시간 및 무효 분사 시간을

가산하여 인젝터(35)의 총 분사 시간을 산출한다(총 분사 시간 산출 기능: B9).

[0054] 그리고, 제어 장치(4)는 상술된 절차를 통해 산출된 인젝터(35)의 총 분사 시간을 실현하기 위한 제어 신호를 출력함으로써, 인젝터(35)의 가스 분사 시간 및 가스 분사 시기를 제어하여, 연료 전지(10)에 공급되는 수소 가스의 유량 및 압력을 조정한다. 즉, 편차의 절대값이 기결정된 임계값 이하인 경우, 제어 장치(4)는 이 편차를 감소시키기 위한 피드백 제어를 실현한다.

[0055] 또한, 목표 압력값과 검출 압력값 사이의 편차의 절대값이 기결정된 임계값을 넘는 경우, 제어 장치(4)는 인젝터(35)의 전개 제어 또는 전폐 제어를 실현한다. 여기에서, 전개 제어 또는 전폐 제어는, 목표 압력값과 검출 압력값 사이의 편차의 절대값이 기결정된 임계값 이하가 될 때까지 인젝터(35)의 개구도를 전부 개방 또는 폐쇄로 유지하는 소위 오픈 루프(open loop) 제어이다.

[0056] 구체적으로, 편차의 절대값이 기결정된 임계값을 넘고 검출 압력값이 목표 압력값보다 더 작은 경우, 제어 장치(4)는 인젝터(35)를 전부 개방하기 위한(즉, 연속적인 분사를 위한) 제어 신호를 출력하여 연료 전지(10)에 공급되는 수소 가스의 유량 및 압력을 최대화한다(전개 제어 기능: B10). 반면에, 편차의 절대값이 기결정된 임계값을 넘고 검출 압력값이 목표 압력값보다 더 큰 경우, 제어 장치(4)는 인젝터(35)를 전부 폐쇄하기 위한(즉, 분사를 정지시키기 위한) 제어 신호를 출력하여 연료 전지(10)에 공급되는 수소 가스의 유량 및 압력을 최소화한다(전폐 제어 기능: B11).

[0057] 또한, 제어 장치(4)는 인젝터(35)의 전개 제어 또는 전폐 제어 동안 높은 구동 주파수(짧은 구동 주기)를 설정한다. 본 실시예에서는, 전개 제어 또는 전폐 제어가 실행되는 경우의 구동 주파수는 피드백 제어가 실행되는 경우의 구동 주파수의 2 배로 설정된다. 즉, 피드백 제어를 실행하기 위한 최단 구동 주기가 도 5에 도시된 T_1 인 경우, 전개 제어 또는 전폐 제어를 실행하기 위한 최단 구동 주기는 도 5에 도시된 $T_3 (= 0.5T_1)$ 으로 설정된다. 이러한 방식으로 인젝터(35)의 전개 제어 또는 전폐 제어 동안 높은 구동 주파수(짧은 구동 주기)가 설정되고, 그로 인해 전개 제어 동안의 오버슛(제어량으로서의 검출 압력값이 목표 압력값을 상회하는 상태) 또는 전폐 제어 동안의 언더슛(검출 압력값이 목표 압력값을 밀도는 상태)이 억제될 수 있다.

[0058] 다음으로, 본 실시예에 따른 연료 전지 시스템(1)의 작동 방법이 도 6의 플로우차트를 참조하여 설명될 것이다.

[0059] 연료 전지 시스템(1)의 통상 작동 동안에는, 수소 가스가 수소 공급 유로(31)를 매개로 하여 수소 탱크(30)로부터 연료 전지(10)의 연료극에 공급되고 가습 및 조정된 공기가 공기 공급 유로(21)를 매개로 하여 연료 전지(10)의 산화극에 공급되어, 전력을 발생시킨다. 이러한 경우에, 연료 전지(10)로부터 추출되는 전력(요구 전력)은 제어 장치(4)에 의해 산출되고, 그 발전량에 대응하는 수소 가스 및 공기의 양이 연료 전지(10)에 공급된다. 본 실시예에서는, 이러한 통상 작동으로부터 작동 상태가 변화하는 경우(예를 들어, 발전량이 줄어드는 경우)에 있어서 불규칙적인 작동음이 발생되는 것이 방지된다.

[0060] 즉, 우선, 연료 전지 시스템(1)의 제어 장치(4)는 전류 센서(13)를 사용하여 연료 전지(10)의 발전시의 전류값을 검출한다(전류 검출 단계: S1). 제어 장치(4)는 전류 센서(13)에 의해 검출된 전류값에 근거하여 연료 전지(10)에 공급되는 수소 가스의 목표 압력값을 산출한다(목표 압력값 산출 단계: S2). 그 다음에, 제어 장치(4)는 2차 압력 센서(43)를 사용하여 인젝터(35)의 하류 압력값을 검출한다(압력값 검출 단계: S3). 그리고, 제어 장치(4)는 목표 압력값 산출 단계 S2에서 산출된 목표 압력값과 압력값 검출 단계 S3에서 검출된 압력값(검출 압력값) 사이의 편차 ΔP 를 산출한다(편차 산출 단계: S4).

[0061] 다음에, 제어 장치(4)는 편차 산출 단계 S4에서 산출된 편차 ΔP 의 절대값이 제1 임계값 ΔP_1 이하인지 여부를 판단한다(제1 편차 판단 단계: S5). 제1 임계값 ΔP_1 은 검출 압력값이 목표 압력값보다 더 작은 경우에 있어서 피드백 제어 및 전개 제어를 전환하기 위한 임계값이다. 목표 압력값과 검출 압력값 사이의 편차 ΔP 의 절대값이 제1 임계값 ΔP_1 이하라고 판단되는 경우, 제어 장치(4)는 후술되는 제2 편차 판단 단계 S7로 이행한다. 반면에, 목표 압력값과 검출 압력값 사이의 편차 ΔP 의 절대값이 제1 임계값 ΔP_1 을 넘는다고 판단되는 경우, 제어 장치(4)는 인젝터(35)를 전부 개방하기 위한(연속적인 분사를 위한) 제어 신호를 출력하여 연료 전지(10)에 공급되는 수소 가스의 유량 및 압력을 최대화한다(전개 제어 단계: S6). 이러한 전개 제어 단계 S6에 있어서, 제어 장치(4)는 높은 구동 주파수(짧은 구동 주기)를 설정한다.

[0062] 목표 압력값과 검출 압력값 사이의 편차 ΔP 의 절대값이 제1 임계값 ΔP_1 이하라고 제1 편차 판단 단계 S5에서 판단되는 경우, 제어 장치(4)는 편차 산출 단계 S4에서 산출된 편차 ΔP 의 절대값이 제2 임계값 ΔP_2 이하인지

여부를 판단한다(제2 편차 판단 단계: S7). 제2 임계값 ΔP_2 는 검출 압력값이 목표 압력값보다 더 큰 경우에 있어서 피드백 제어 및 전폐 제어를 전환하기 위한 임계값이다. 목표 압력값과 검출 압력값 사이의 편차 ΔP 의 절대값이 제2 임계값 ΔP_2 이하라고 판단되는 경우, 제어 장치(4)는 후술되는 퍼지 판단 단계 S9로 시프트한다. 반면에, 목표 압력값과 검출 압력값 사이의 편차 ΔP 의 절대값이 제2 임계값 ΔP_2 를 넘는다고 판단되는 경우, 제어 장치(4)는 인젝터(35)를 전부 폐쇄하기 위한(분사를 정지시키기 위한) 제어 신호를 출력하여 연료 전지(10)에 공급되는 수소 가스의 유량 및 압력을 최소화한다(전폐 제어 단계: S8). 이러한 전폐 제어 단계 S8에 있어서, 제어 장치(4)는 높은 구동 주파수(짧은 구동 주기)를 설정한다.

[0063] 목표 압력값과 검출 압력값 사이의 편차 ΔP 의 절대값이 제2 임계값 ΔP_2 이하라고 제2 편차 판단 단계 S7에서 판단되는 경우, 제어 장치(4)는 퍼지 작동이 실행되는 중인지 여부를 판단한다(퍼지 판단 단계: S9). 그리고, 퍼지 작동이 실행되는 중이라고 판단되는 경우, 제어 장치(4)는 도 3B에 도시된 퍼지 작동 실행시를 위한 맵 및 전류 검출 단계 S1에서 검출된 연료 전지(10)의 발전 전류값에 근거하여 인젝터(35)의 구동 주파수 및 구동 주기를 산출한다(퍼지시 구동 주기 산출 단계: S10). 반면에, 퍼지 작동이 실행되지 않는다고 판단되는 경우, 도 3A에 도시된 통상시를 위한 맵 및 전류 검출 단계 S1에서 검출된 연료 전지(10)의 발전 전류값에 근거하여 인젝터(35)의 구동 주파수 및 구동 주기를 산출한다(통상시 구동 주기 산출 단계: S11). 그 후에, 제어 장치(4)는 산출된 구동 주기를 사용하여 피드백 제어를 실현한다(피드백 제어 단계: S12).

[0064] 피드백 제어 단계 S12가 구체적으로 설명될 것이다. 우선, 제어 장치(4)는 전류 센서(13)에 의해 검출된 전류값에 근거하여 연료 전지(10)에 의해 소비되는 수소 가스의 유량(수소 소비량)을 산출한다. 또한, 제어 장치(4)는 목표 압력값 산출 단계 S2에서 산출된 목표 압력값과 압력값 검출 단계 S3에서 검출된 인젝터(35)의 하류 압력값 사이의 편차 ΔP 에 근거하여 피드백 보정 유량을 산출한다. 그리고, 제어 장치(4)는 산출된 수소 소비량 및 피드백 보정 유량을 가산하여 인젝터(35)의 분사 유량을 산출한다.

[0065] 또한, 제어 장치(4)는 1차 압력 센서(41)에 의해 검출된 인젝터(35)의 수소 가스의 상류 압력 및 온도 센서(42)에 의해 검출된 인젝터(35)의 상류측의 수소 가스의 온도에 근거하여 인젝터(35)의 상류 정적 유량을 산출한다. 그리고, 제어 장치(4)는 구동 주기에 인젝터(35)의 분사 유량을 정적 유량으로 나누어 얻은 값을 곱하여 인젝터(35)의 기본 분사 시간을 산출한다.

[0066] 또한, 제어 장치(4)는 1차 압력 센서(41)에 의해 검출된 인젝터(35)의 상류 수소 가스 압력, 온도 센서(42)에 의해 검출된 인젝터(35)의 상류 수소 가스 온도 및 인가 전압에 근거하여 인젝터(35)의 무효 분사 시간을 산출한다. 그리고, 제어 장치(4)는 이 무효 분사 시간 및 인젝터(35)의 기본 분사 시간을 가산하여 인젝터(35)의 총 분사 시간을 산출한다. 그 후에, 제어 장치(4)는 산출된 인젝터(35)의 총 분사 시간에 관한 제어 신호를 출력하여 인젝터(35)의 가스 분사 시간 및 가스 분사 시기를 제어하고, 그로 인해 연료 전지(10)에 공급되는 수소 가스의 유량 및 온도가 조정된다.

[0067] 상술된 실시예의 연료 전지 시스템(1)에 따르면, 연료 전지(10)의 발전 전류값이 작은 경우, 낮은 구동 주파수(긴 구동 주기)가 설정될 수 있다. 그러므로, 연료 전지(10)에 의해 발생되는 전력량의 저하 동안에 인젝터(35)의 불규칙적인 작동이 억제되어, 그로 인해 불쾌한 작동음의 발생이 억제될 수 있다.

[0068] 또한, 상술된 실시예의 연료 전지 시스템(1)에 따르면, 배기 배출 밸브(37)의 개방/폐쇄 작동이 제어되어 퍼지 작동을 실행하는 경우, 높은 구동 주파수(짧은 구동 주기)가 설정될 수 있다. 그러므로, 퍼지 작동의 실행 동안 수소 가스의 공급 압력이 일시적으로 저하되는 것이 억제될 수 있다. 그 결과, 퍼지 동안에 있어서 발전 성능의 저하가 억제될 수 있다.

[0069] 또한, 상술된 실시예에 따른 연료 전지 시스템(1)에 있어서, 인젝터(35)의 전개 제어 또는 전폐 제어 동안에 높은 구동 주파수(짧은 구동 주기)가 설정될 수 있다. 그러므로, 인젝터(35)의 전개 제어 동안의 오버슛 및 인젝터(35)의 전폐 제어 동안의 언더슛이 억제될 수 있고, 인젝터(35)의 전개 제어 또는 전폐 제어 동안의 제어 정밀도가 향상될 수 있다.

[0070] 또한, 상술된 실시예의 연료 전지 시스템(1)에 따르면, 구동 주기는 제어 장치(4)의 연산 주기의 배수로 설정되어, 인젝터(35)의 구동 주기는 제어 장치(4)의 연산 주기와 일치될 수 있다. 그 결과, 인젝터(35)의 제어 정밀도가 향상될 수 있다.

[0071] 또한, 상술된 실시예에 따른 연료 전지 차량(S)(이동체)은 인젝터(35)의 불규칙적인 작동을 억제하여 불쾌한 작동음의 발생을 억제할 수 있는 연료 전지 시스템(1)을 포함하여, 승객에게 불쾌감을 거의 주지 않는다. 작동음

이 안정화되므로, 승객에게 안전한 느낌이 제공될 수 있다.

[0072] 상기 실시예에 있어서, 연료 전지 시스템(1)의 수소 가스 배관 시스템(3)에 순환 유로(32)가 제공되는 일례가 설명되어 왔음을 유의한다. 그러나, 예를 들어, 도 7에 도시된 바와 같이, 순환 유로(32)를 생략하기 위해 배출 유로(38)가 연료 전지(10)에 직접적으로 연결될 수도 있다. 이러한 구성(데드 앤드(dead end) 시스템)이 채택되는 경우에도, 제어 장치(4)는 상기 실시예와 같이 동일한 방식으로 작동 상태에 따라 인젝터(35)의 구동 주파수(구동 주기)를 적절하게 설정하여, 그로 인해 상기 실시예와 유사한 작용 및 효과를 얻을 수 있다.

[0073] 또한, 상기 실시예에서는, 순환 유로(32)에 수소 펌프(39)가 제공되는 일례가 설명되어 왔다. 그러나, 수소 펌프(39) 대신에 이젝터(ejector)가 채택될 수도 있다. 상기 실시예에서는, 가스 배기 및 수분 배출 모두를 실현하는 배기 배출 밸브(37)가 순환 유로(32)에 제공되는 일례가 설명되어 왔다. 그러나, 기체-액체 분리기(36)에 의해 회수된 수분을 외부로 배출하는 배수 밸브 및 순환 유로(32)로부터 가스를 배출하는 배기 밸브가 개별적으로 제공될 수도 있어, 제어 장치(4)가 배기 밸브를 제어할 수 있다.

[0074] 또한, 상기 실시예에서는, 수소 가스 배관 시스템(3)의 수소 공급 유로(31)의 인젝터(35)의 하류 위치에 2차 압력 센서(43)가 배치되어, 이러한 위치에서 압력이 조정되도록(기결정된 목표 압력값에 가까워짐) 인젝터(35)의 작동 상태(분사 시간)를 설정하는 일례가 설명되어 왔다. 그러나, 2차 압력 센서의 위치는 이러한 예에 한정되지 않는다.

[0075] 예를 들어, 연료 전지(10)의 수소 가스 입구에 근접한 위치(수소 공급 유로(31) 상), 연료 전지(10)의 수소 가스 출구에 근접한 위치(순환 유로(32) 상) 또는 수소 펌프(39)의 출구에 근접한 위치(순환 유로(32) 상)에 2차 압력 센서가 배치될 수도 있다. 이러한 경우에는, 2차 압력 센서의 각 위치에서의 목표 압력값이 기록된 맵이 미리 준비되고, 이 맵에 기록된 목표 압력값 및 2차 압력 센서에 의해 검출된 압력값(검출 압력값)에 근거하여 피드백 보정 유량이 산출된다.

[0076] 또한, 상기 실시예에서는, 수소 공급 유로(31)에 차단 밸브(33) 및 조정기(34)가 제공되는 일례가 설명되어 왔다. 그러나, 분사기(35)는 가변 압력 조정 밸브의 기능 및 수소 가스의 공급을 차단하는 차단 밸브의 기능을 실행한다. 그러므로, 차단 밸브(33) 및 조정기(34)가 반드시 제공될 필요는 없다. 따라서, 인젝터(35)가 사용되는 경우, 차단 밸브(33) 및 조정기(34)가 생략될 수 있어, 시스템이 소형화 및 저렴하게 구성될 수 있다.

[0077] 또한, 상기 실시예에서는, 발전시의 연료 전지(10)의 전류값에 근거하여 인젝터(35)의 구동 주파수(구동 주기)가 설정되는 일례가 설명되어 왔다. 그러나, 수소 가스의 목표 압력값 및 검출 압력값에 근거하여 인젝터(35)의 구동 주파수(구동 주기)가 설정될 수도 있다. 이러한 경우에, 목표 압력값(또는 검출 압력값)과 구동 주파수 사이의 관계를 나타내는 맵을 사용하여, 목표 압력값(또는 검출 압력값)이 작아지는 만큼 구동 주파수가 낮아지도록(구동 주기가 길어지도록) 구동 주파수가 산출되어, 그로 인해 이 구동 주파수에 대응하는 구동 주기가 산출될 수 있다. 따라서, 수소 가스의 공급 압력의 저하 동안에 인젝터의 불규칙적인 작동이 억제되어 불쾌한 작동 음의 발생이 억제될 수 있다.

[0078] 더욱이, 상기 실시예에서는, 연료 전지(10)의 발전시의 전류값이 검출되어, 이 전류값에 근거하여 인젝터(35)의 구동 주파수(구동 주기)를 설정하는 일례가 설명되어 왔다. 그러나, 연료 전지(10)의 작동 상태를 나타내는 다른 물리량(연료 전지(10)의 발전시의 전압값 또는 전력값, 연료 전지(10)의 온도 등)이 검출되어, 이 검출된 물리량에 따라 인젝터(35)의 구동 주파수(구동 주기)를 설정할 수도 있다. 더욱이, 제어 장치는 연료 전지(10)가 정지 상태, 시동시의 작동 상태, 간헐적 작동에 들어가기 직전의 작동 상태, 간헐적 작동으로부터 회복한 직후의 작동 상태, 또는 통상 작동 상태에 있는지 여부와 같은 작동 상태를 판단하여, 이러한 작동 상태에 따라 인젝터(35)의 구동 주파수(구동 주기)를 설정할 수도 있다.

산업상 이용 가능성

[0079] 상기 실시예에서 상술된 바와 같이, 본 발명에 따른 연료 전지 시스템은 연료 전지 차량뿐만 아니라 연료 전지 차량 이외의 각종 이동체(로봇, 선박, 항공기 등)에 탑재될 수도 있다. 본 발명의 연료 전지 시스템은 건물(주택, 빌딩 등)의 발전 설비로서 사용하기 위한 고정식 발전 시스템에 적용될 수도 있다.

도면의 간단한 설명

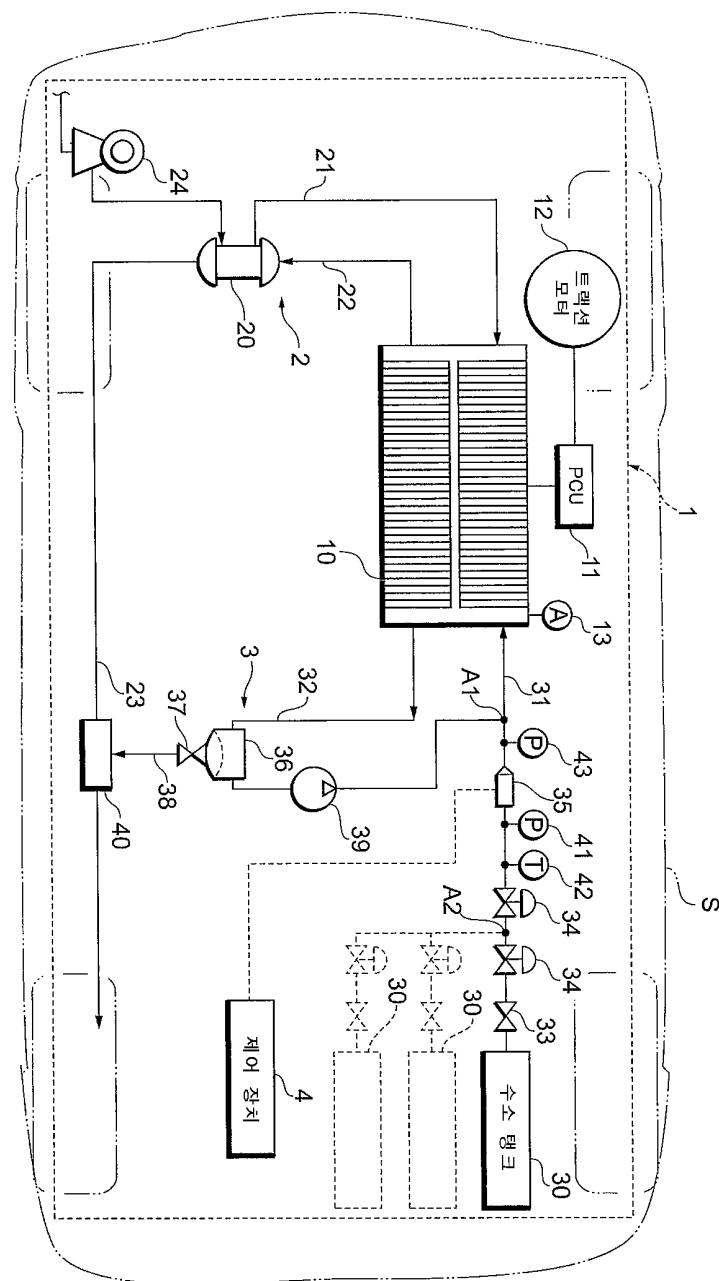
[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 연료 전지 시스템의 구성 다이어그램이며;

[0022] 도 2는 도 1에 도시된 연료 전지 시스템의 제어 장치의 제어 구성을 도시하는 제어 블록 다이어그램이며;

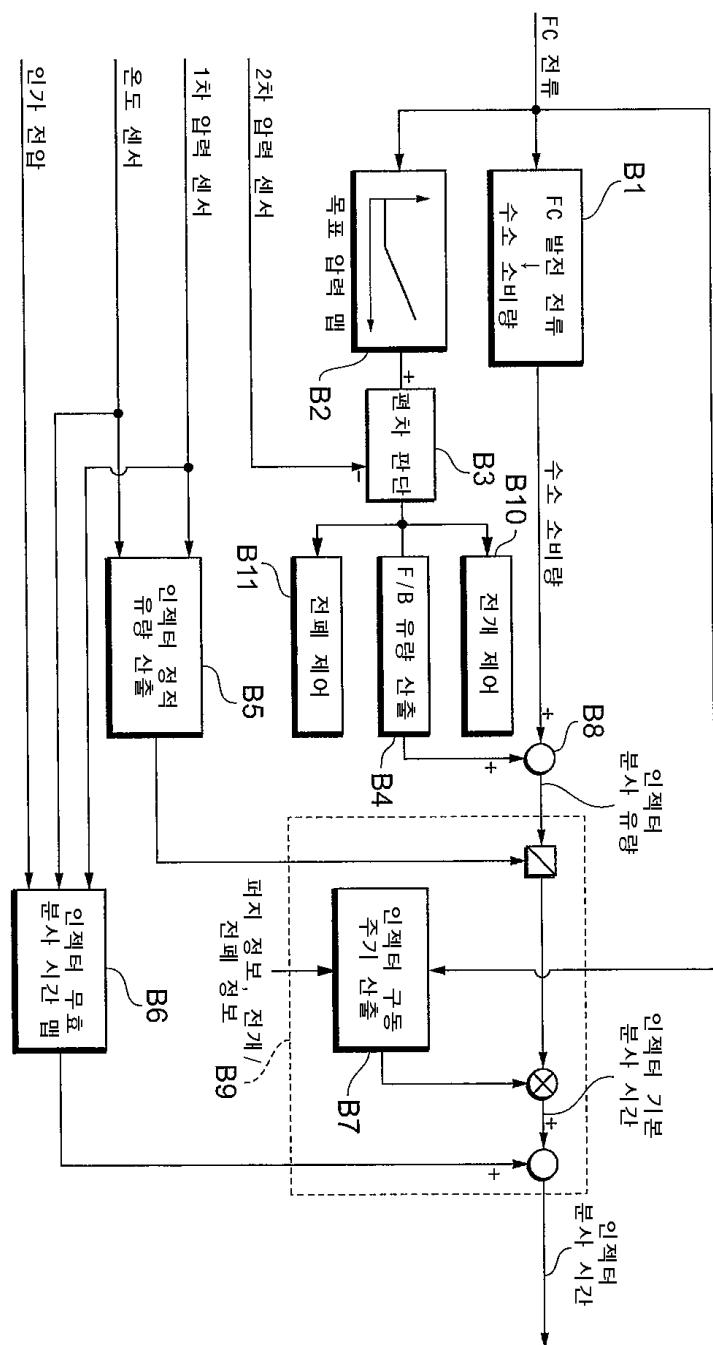
- [0023] 도 3A는 도 1에 도시된 연료 전지 시스템의 발전 전류값과 구동 주파수 사이의 관계를 나타내는 맵(평상시: 퍼지 작동이 실행이 없는 동안)이며;
- [0024] 도 3B는 도 1에 도시된 연료 전지 시스템의 발전 전류값과 구동 주파수 사이의 관계를 나타내는 맵(퍼지 작동의 실행 동안)이며;
- [0025] 도 4A는 도 1에 도시된 연료 전지 시스템의 인젝터의 구동 주기의 파형을 나타내는 파형 다이어그램(발전 전류값이 큰 경우)이며;
- [0026] 도 4B는 도 1에 도시된 연료 전지 시스템의 인젝터의 구동 주기의 파형을 나타내는 파형 다이어그램(발전 전류값이 작은 경우)이며;
- [0027] 도 5는 연료 전지 시스템의 전개 작동시에 있어서 수소 가스 공급 압력의 이력을 나타내는 타임차트이며;
- [0028] 도 6은 도 1에 도시된 연료 전지 시스템의 작동 방법을 도시하는 풀로우차트이며;
- [0029] 도 7은 도 1에 도시된 연료 전지 시스템의 수정예를 도시하는 구성 다이어그램이며;
- [0030] 도 8A는 종래의 연료 전지 시스템의 인젝터의 구동 주기의 파형을 나타내는 파형 다이어그램(발전 전류값이 큰 경우)이며;
- [0031] 도 8B는 종래의 연료 전지 시스템의 인젝터의 구동 주기의 파형을 나타내는 파형 다이어그램(발전 전류값이 작은 경우)이다.

도면

도면1

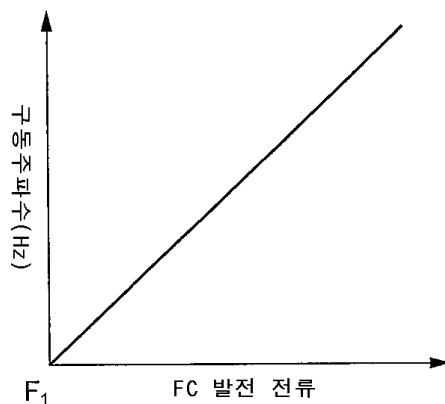


도면2

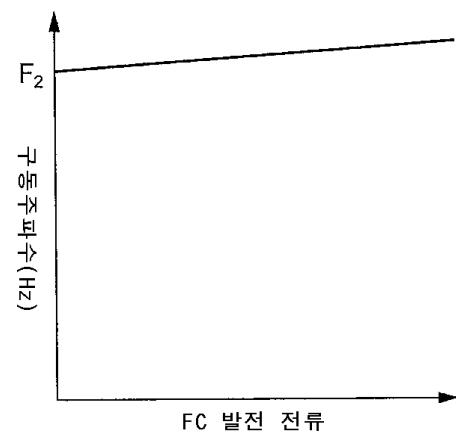


도면3

(a)

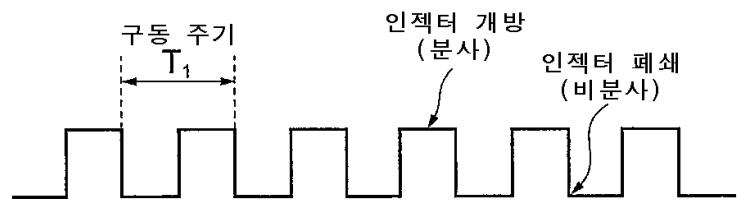


(b)



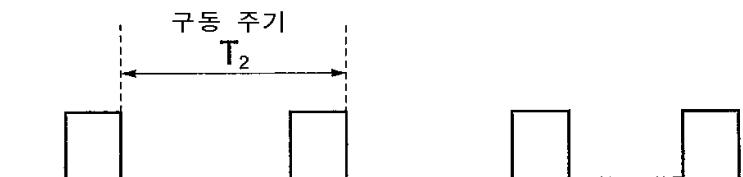
도면4

(a)



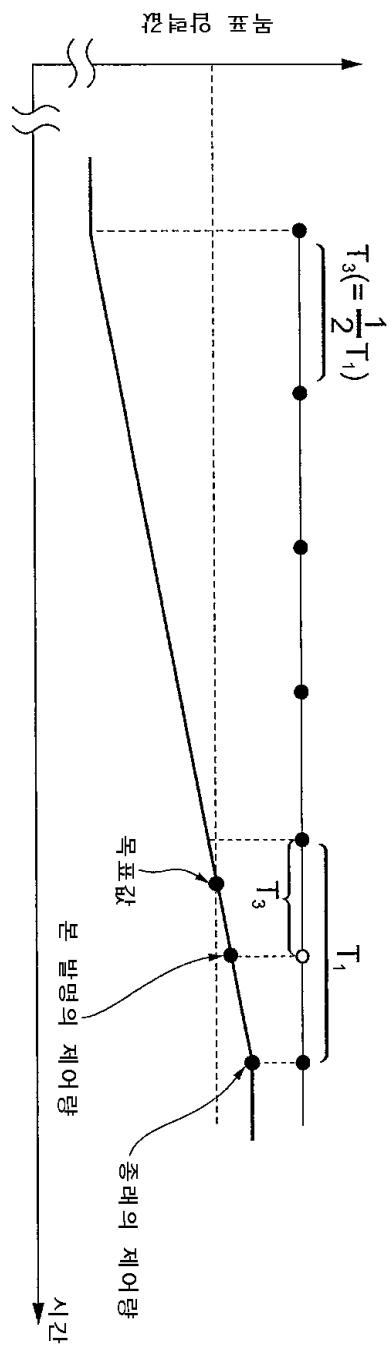
(FC 발전 전류 : 큼, 구동 주파수 : 높음)

(b)

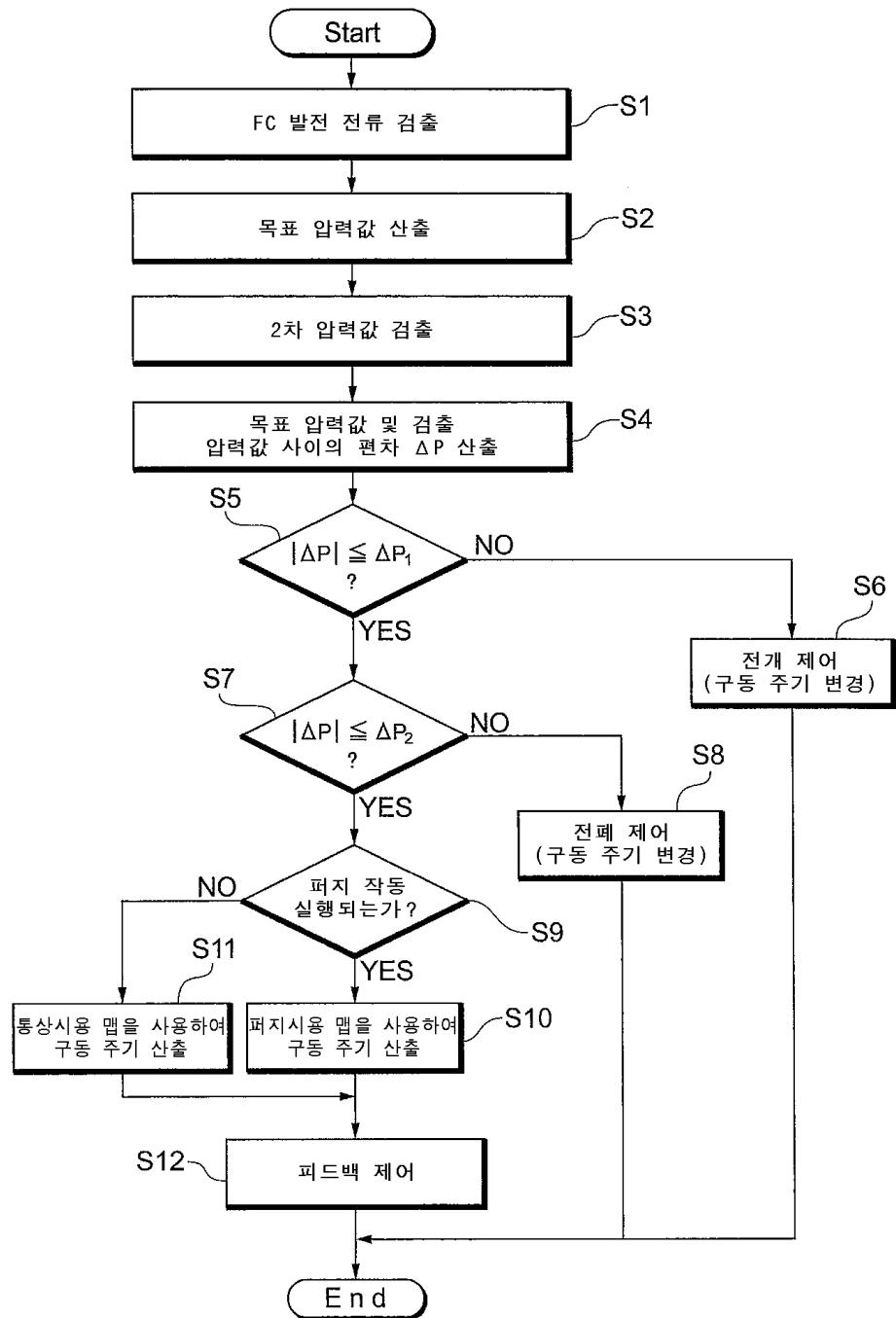


(FC 발전 전류 : 작음, 구동 주파수 : 낮음)

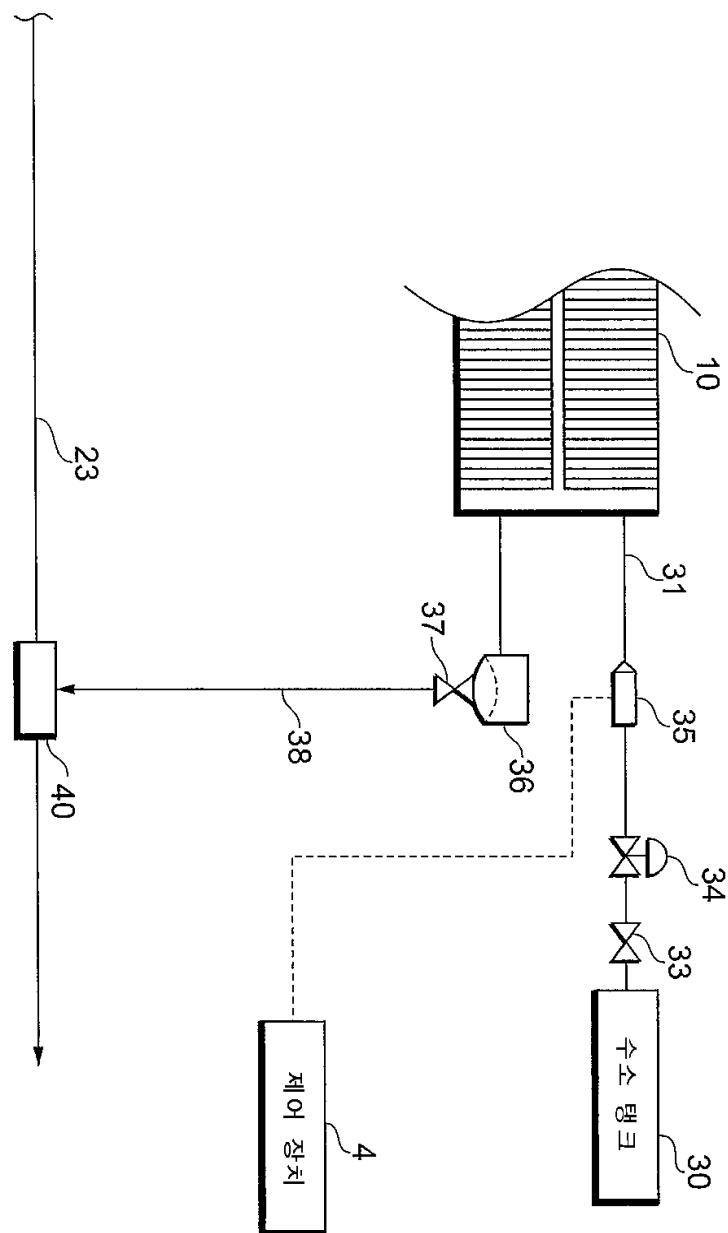
도면5



도면6

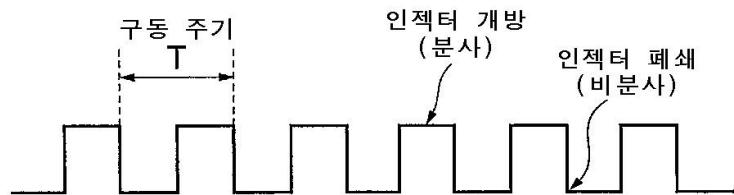


도면7



도면8

(a)



(b)

