



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2010년07월28일  
 (11) 등록번호 10-0972835  
 (24) 등록일자 2010년07월22일

(51) Int. Cl.  
**H01M 8/04** (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2008-7011809  
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2006년11월10일  
 심사청구일자 2008년05월16일  
 (85) 번역문제출일자 2008년05월16일  
 (65) 공개번호 10-2008-0056310  
 (43) 공개일자 2008년06월20일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2006/322908  
 (87) 국제공개번호 WO 2007/058283  
 국제공개일자 2007년05월24일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2005-00336067 2005년11월21일 일본(JP)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP평성10340734 A  
 JP2004342430 A  
 JP2005005040 A  
 JP2003109637 A

(73) 특허권자  
**도요타 지도샤 (주)**  
 일본국 아이치켄 도요타시 도요타초 1번지  
 (72) 발명자  
**보노 테츠야**  
 일본국 아이치켄 도요타시 도요타초 1, 도요다 지  
 도샤가부시끼가이샤 내  
 (74) 대리인  
**특허법인화우**

전체 청구항 수 : 총 11 항

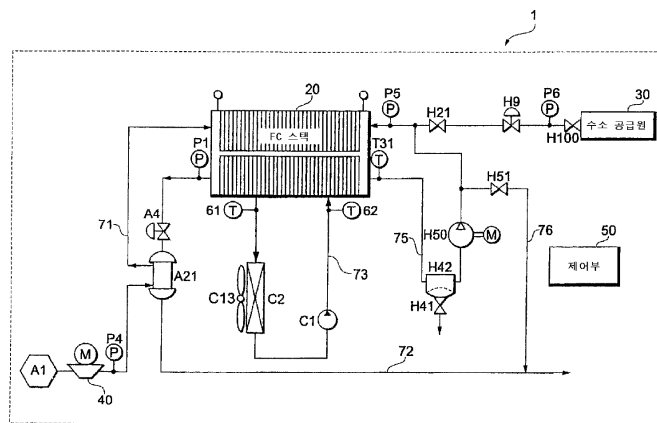
심사관 : 김경민

**(54) 연료 전지 시스템 및 그 온도 조절 방법**

**(57) 요약**

연료 전지, 연료 전지에 냉각수를 공급하는 수단, 냉각수 출구 온도 및 냉각수 입구 온도를 검출하는 온도 센서, 및 냉각수 출구 온도에 근거하여 냉각제의 유량을 제어함으로써 연료 전지의 온도를 조절하는 온도 조절 수단을 구비하는 연료 전지 시스템을 개시한다. 상기 연료 전지 시스템은 온도 센서에 이상이 발생하는지 여부를 결정하는 수단, 및 결정의 결과로서 온도 센서에 이상이 발생하는 경우, 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 냉각수 출구 온도를 추정하는 냉각제 온도 추정 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

**대표도**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

연료 전지, 상기 연료 전지에 냉각제를 순환시키는 냉각제 순환 수단, 상기 냉각제의 온도를 검출하는 온도 센서, 및 상기 연료 전지로부터 배출되는 상기 냉각제의 상기 온도에 근거하여 상기 냉각제의 순환 상태를 제어함으로써 상기 연료 전지의 온도를 조절하는 온도 조절 수단을 구비하는 연료 전지 시스템에 있어서:

상기 온도 센서에 이상이 발생하는지 여부를 결정하는 이상 결정 수단; 및

상기 이상 결정 수단이 상기 온도 센서에 이상이 발생한다고 결정하는 경우, 상기 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 상기 연료 전지로부터 배출되는 상기 냉각제의 온도를 추정하는 냉각제 온도 추정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 이상 결정 수단이 상기 온도 센서에 이상이 발생한다고 결정하는 경우, 상기 냉각제 온도 추정 수단은 상기 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 상기 연료 전지로 흐르는 상기 냉각제의 온도를 추정하고,

상기 온도 조절 수단은 상기 연료 전지로 흐르는 상기 냉각제의 상기 온도에 근거하여 상기 연료 전지로 흐르는 상기 냉각제의 상기 온도를 제어함으로써 상기 연료 전지의 상기 온도를 조절하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 온도 센서는 상기 연료 전지로 흐르는 상기 냉각제의 상기 온도 및 상기 연료 전지로부터 배출되는 상기 냉각제의 상기 온도 모두를 검출하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 연료 전지의 상기 작동 상태에 관한 상기 물리적 정보는 상기 연료 전지의 발전량에 관한 정보 및 상기 연료 전지에 공급되는 반응 가스의 양에 관한 정보 중 하나 이상인 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 연료 전지의 상기 발전량에 관한 상기 정보는 상기 연료 전지의 전력, 전압 및 전류 중 하나 이상에 관한 정보인 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

**청구항 6**

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 연료 전지에 공급되는 상기 반응 가스의 양에 관한 상기 정보는 상기 연료 전지에 공급되는 연료 가스의 양에 관한 정보 및 상기 연료 전지에 공급되는 산화 가스의 양에 관한 정보 중 하나 이상인 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 냉각제 온도 추정 수단은 상기 연료 전지로 흐르는 상기 냉각제의 상기 온도에 관한 정보를 이용함으로써

상기 연료 전지로부터 배출되는 상기 냉각제의 상기 온도를 추정하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 연료 전지는 발전을 실행하는 복수의 단위 전지를 라미네이팅(laminat-ing)함으로써 구성되며,

상기 냉각제 온도 추정 수단은, 상기 단위 전지 내의 발전부로부터 상기 냉각제까지의 열전달율, 상기 단위 전지의 방열량 및 상기 연료 전지의 열용량 중 어느 하나 이상을 참조함으로써, 상기 연료 전지로부터 배출되는 상기 냉각제의 상기 온도를 추정하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 이상 결정 수단이 상기 온도 센서에 이상이 발생한다고 결정하고 상기 연료 전지로 흐르는 상기 냉각제의 상기 온도 및 상기 연료 전지로부터 배출되는 상기 냉각제의 상기 온도 모두가 검출될 수 없는 경우, 상기 연료 전지의 상기 작동을 정지시키는 작동 정지 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템.

**청구항 10**

연료 전지, 상기 연료 전지에 냉각제를 순환시키기 위한 냉각제 순환 수단, 및 상기 냉각제의 온도를 검출하기 위한 온도 센서를 구비하는 연료 전지 시스템의 온도 조절 방법에 있어서:

상기 온도 센서에 이상이 발생하는지 여부를 결정하는 제1 단계;

상기 온도 센서에 이상이 발생한다고 상기 제1 단계에서 결정되는 경우, 상기 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 상기 연료 전지로부터 배출되는 상기 냉각제의 온도를 추정하는 제2 단계; 및

상기 제2 단계에서 추정된 상기 냉각제의 상기 온도에 근거하여 상기 냉각제의 순환 상태를 제어함으로써 상기 연료 전지의 온도를 조절하는 제3 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템의 온도 조절 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 온도 센서에 이상이 발생한다고 상기 제1 단계에서 결정되는 경우, 상기 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 상기 연료 전지로 흐르는 상기 냉각제의 온도를 추정하는 제4 단계; 및

상기 제4 단계에서 추정된 상기 냉각제의 상기 온도에 근거하여 상기 연료 전지로 흐르는 상기 냉각제의 상기 온도를 제어함으로써 상기 연료 전지의 상기 온도를 조절하는 제5 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템의 온도 조절 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 연료 전지 시스템 및 상기 연료 전지 시스템의 온도 조절 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 현재, 연료 가스를 연료 전지의 애노드(anode) 전극에 공급하고 산화 가스를 캐소드(cathode) 전극에 공급하고 전기화학 반응을 일으킴으로써 전력을 발생시키는 연료 전지 시스템이 실용화되어 있다. 이러한 연료 전지 시스템의 연료 전지에 있어서는, 전기화학 반응(발전) 동안 열이 발생되기 때문에, 열에 의해 발전 효율이 저하될 수 있다. 이런 이유 때문에, 연료 전지를 냉각하기 위한 냉각 기구를 제공함으로써, 연료 전지의 작동 온도는 적절한 온도 범위로 유지되고 그로 인해 발전 효율의 저하를 억제한다.

[0003] 종래의 냉각 기구로서는, 연료 전지에 냉각제(냉각수 등)를 순환시키기 위한 냉각제 통로, 냉각제를 순환시키기 위한 펌프, 연료 전지로부터 배출되는 뜨거운 냉각제를 냉각하기 위한 라디에이터 및 팬(fan), 냉각제의 온도를 검출하기 위한 온도 센서, 검출된 냉각제 온도에 근거하여 펌프 및 팬을 제어하기 위한 제어 장치 등으로 구성

되는 종류가 제안되어 있다.

[0004] 또한, 근래에 있어서는, 연료 전지로 흐르는 냉각제의 온도(입구 온도) 및 연료 전지로부터 배출되는 냉각제의 온도(출구 온도)를 온도 센서로 검출하고, 검출된 온도에 근거하여 냉각 기구의 이상을 검출하고 냉각제의 유량을 제어하는 기술이 제안되어 왔다(예를 들면, 일본 특허 공개 No. 2003-109637 참조). 이러한 기술을 채택함으로써, 냉각제의 입구 온도 및 출구 온도에 근거하여 연료 전지의 온도를 조절하는 것이 가능하다.

**발명의 상세한 설명**

[0005] 그러나, 상술된 특허 문헌에 개시된 것과 같은 기술이 채택되는 경우에 있어서, 온도 센서 자체에 이상이 발생하는 경우, 냉각제의 입구 온도 및 출구 온도가 불명확하게 되어, 그로 인해 냉각 기구의 이상을 검출하고 냉각제의 유량을 제어하는 것이 어렵거나 또는 불가능하게 되고, 그 결과 연료 전지의 온도가 제어될 수 없다는 문제가 있다.

[0006] 본 발명은 상술된 사정을 고려하여 만들어졌다. 본 발명의 목적은 연료 전지 시스템의 신뢰도를 개선하는 것이고, 그리고 그것은 온도 센서에 이상이 발생하는 경우에도 온도 조절이 계속될 수 있는 상태를 실현함으로써, 온도 센서에 의해 검출된 냉각제의 온도에 근거하여 연료 전지의 온도를 조절한다.

[0007] 상술된 목적을 달성하기 위하여, 연료 전지, 연료 전지에 냉각제를 순환시키는 냉각제 순환 수단, 냉각제의 온도를 검출하는 온도 센서, 및 연료 전지로부터 배출되는 냉각제의 온도에 근거하여 냉각제의 순환 상태를 제어함으로써 연료 전지의 온도를 조절하는 온도 조절 수단이 제공되는 본 발명에 따른 연료 전지 시스템은, 온도 센서에 이상이 발생하는지 여부를 결정하는 이상 결정 수단, 및 이상 결정 수단이 온도 센서에 이상이 발생한다고 결정하는 경우, 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 연료 전지로부터 배출되는 냉각제의 온도를 추정하는 냉각제 온도 추정 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 이러한 구성에 따르면, 온도 센서에 이상이 발생하는 경우에도, 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 냉각제의 출구 온도를 추정하는 것이 가능하다. 따라서, 추정된 냉각제의 출구 온도에 근거하여 냉각제의 순환 상태(유량 및 온도)를 제어함으로써, 연료 전지의 온도를 조절하는 것이 가능하다. 즉, 온도 센서에 이상이 발생하는 경우에도, 연료 전지의 온도 제어를 실현하는 것이 가능하다.

[0009] 또한, 상술된 연료 전지 시스템은, 이상 결정 수단이 온도 센서에 이상이 발생한다고 결정하는 경우, 냉각제 온도 추정 수단은 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 연료 전지로 흐르는 냉각제의 온도를 추정하고, 그리고 온도 조절 수단은 연료 전지로 흐르는 냉각제의 온도에 근거하여 연료 전지로 흐르는 냉각제의 온도를 제어함으로써 연료 전지의 온도를 조절하는 방식으로 구성될 수도 있다.

[0010] 이러한 구성에 따르면, 온도 센서에 이상이 발생하는 경우에도, 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 냉각제의 입구 온도를 추정하는 것이 가능하다. 따라서, 추정된 냉각제의 입구 온도에 근거하여 연료 전지로 흐르는 냉각제의 온도를 제어함으로써 연료 전지의 온도를 조절하는 것이 가능하다. 즉, 온도 센서에 이상이 발생하는 경우에도, 연료 전지의 온도 제어를 실현하는 것이 가능하다.

[0011] 또한, 상술된 연료 전지 시스템에 있어서, 온도 센서는 연료 전지로 흐르는 냉각제의 온도 및 연료 전지로부터 배출되는 냉각제의 온도 모두를 검출할 수 있는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상술된 연료 전지 시스템에 있어서, 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보로서, 연료 전지의 발전량에 관한 정보(예를 들어, 연료 전지의 전력, 전압, 및 전류 중 적어도 어느 하나에 관한 정보), 및/또는 연료 전지에 공급되는 반응 가스(연료 가스, 산화 가스)의 양에 관한 정보를 채택하는 것이 가능하다.

[0013] 또한, 상술된 연료 전지 시스템에 있어서, 냉각제 온도 추정 수단은 연료 전지로 흐르는 냉각제의 온도에 관한 정보를 이용함으로써 연료 전지로부터 배출되는 냉각제의 온도를 추정할 수도 있다.

[0014] 또한, 상술된 연료 전지 시스템에 있어서, 발전을 실행하는 복수의 단위 전지를 라미네이팅(laminating)함으로써 연료 전지를 구성하는 것이 가능하다. 이러한 경우에, 단위 전지 내의 발전부로부터 냉각제까지의 열전달율, 단위 전지의 방열량, 및 연료 전지의 열용량 중 적어도 어느 하나를 참조함으로써, 냉각제 온도 추정 수단은 연료 전지로부터 배출되는 냉각제의 온도를 추정할 수 있다.

[0015] 또한, 상술된 연료 전지 시스템에는 이상 결정 수단이 온도 센서에 이상이 발생한다고 결정하고 연료 전지로 흐르는 냉각제의 온도 및 연료 전지로부터 배출되는 냉각제의 온도 모두가 검출될 수 없는 경우, 연료 전지의 작동을 정지시키는 작동 정지 수단이 제공될 수도 있다.

- [0016] 이러한 구성에 따르면, 온도 센서에 이상이 발생하고 냉각제의 입구 온도 및 출구 온도 모두가 검출될 수 없는 경우, 연료 전지의 작동을 정지시키고, 그로 인해 연료 전지의 손상의 가능성을 줄이는 것이 가능하다.
- [0017] 또한, 본 발명에 따른 연료 전지 시스템을 구비하는 이동체를 제공하는 것도 가능하다. 이러한 구성을 갖는 이동체에는 신뢰성이 높은 연료 전지 시스템이 제공되고, 그러므로 높은 안전성을 가진다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따르면, 연료 전지, 연료 전지에 냉각제를 순환시키기 위한 냉각제 순환 수단, 및 냉각제의 온도를 검출하기 위한 온도 센서가 제공되는 연료 전지 시스템의 온도 조절 방법은: 온도 센서에 이상이 발생하는지 여부를 결정하는 제1 단계; 온도 센서에 이상이 발생한다고 제1 단계에서 결정되는 경우, 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 연료 전지로부터 배출되는 냉각제의 온도를 추정하는 제2 단계; 및 제2 단계에서 추정된 냉각제의 온도에 근거하여 냉각제의 순환 상태를 제어함으로써 연료 전지의 온도를 조절하는 제3 단계를 포함한다.
- [0019] 이러한 방법에 따르면, 온도 센서에 이상이 발생하는 경우에도, 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 냉각제의 출구 온도가 추정될 수 있다. 따라서, 추정된 냉각제의 출구 온도에 근거하여 냉각제의 순환 상태(유량 및 온도)를 제어함으로써 연료 전지의 온도가 조절될 수 있다. 즉, 온도 센서에 이상이 발생하는 경우에도, 연료 전지의 온도 제어를 실현하는 것이 가능하다.
- [0020] 또한, 상술된 연료 전지 시스템의 온도 조절 방법은 온도 센서에 이상이 발생한다고 제1 단계에서 결정되는 경우, 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 연료 전지로 흐르는 냉각제의 온도를 추정하는 제4 단계; 및 제4 단계에서 추정된 냉각제의 온도에 근거하여 연료 전지로 흐르는 냉각제의 온도를 제어함으로써 연료 전지의 온도를 조절하는 제5 단계를 포함할 수도 있다.
- [0021] 이러한 방법에 따르면, 온도 센서에 이상이 발생하는 경우에도, 연료 전지의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 냉각제의 입구 온도를 추정하는 것이 가능하다. 따라서, 추정된 냉각제의 입구 온도에 근거하여 연료 전지로 흐르는 냉각제의 온도를 제어함으로써 연료 전지의 온도를 조절하는 것이 가능하다. 즉, 온도 센서에 이상이 발생하는 경우에도, 연료 전지의 온도 제어를 실현하는 것이 가능하다.
- [0022] 본 발명에 따르면, 온도 센서에 의해 검출된 냉각제의 온도에 근거하여 연료 전지의 온도를 조절하는 연료 전지 시스템에 있어서, 온도 센서에 이상이 발생하는 경우에도 연료 전지의 온도 조절이 계속될 수 있는 상태를 실현하고, 그로 인해 시스템의 신뢰도를 개선하는 것이 가능하다.

**실시예**

- [0027] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 연료 전지 시스템이 첨부한 도면을 참조하여 설명될 것이다. 본 실시예에서는, 본 발명이 연료 전지 차량의 차량 내 발전 시스템에 적용되는 일례가 설명된다.
- [0028] 우선, 본 실시예에 따른 연료 전지 시스템(1)의 구성이 도 1을 이용하여 설명된다. 연료 전지 시스템(1)은 반응 가스(연료 가스 및 산화 가스)가 공급됨으로써 전력을 발생시키는 연료 전지(20), 연료 전지(20)에 연료 가스로서 수소 가스를 공급하기 위한 수소 공급원(30), 연료 전지(20)에 산화 가스로서 공기를 공급하기 위한 압축기(40), 연료 전지(20)에 냉각제를 순환시키는 냉각제 순환 수단(냉각수 유로(73) 등), 전체 시스템을 총괄적으로 제어하는 제어부(50) 등을 포함함으로써 구성된다.
- [0029] 연료 전지(20)는 요구되는 수의 단위 전지를 라미네이팅함으로써 스택으로 구성되고, 각각의 단위 전지는 연료 가스 및 산화 가스가 공급됨으로써 전력을 발생시킨다. 연료 전지(20)에 의해 발생하는 전력은 파워 제어 유닛(도시 안됨)에 공급된다. 파워 제어 유닛에는 차량의 구동 모터를 구동하는 인버터, 압축기 모터 및 수소 펌프용 모터와 같은 다양한 종류의 보조 장치를 구동하는 인버터, 2차 배터리와 같은 축전 수단을 충전하고 축전 수단으로부터 모터로 전력을 공급하는 DC-DC 컨버터 등이 탑재된다.
- [0030] 도 1에 도시된 바와 같이, 산화 가스로서 공기(외부 공기)는 공기 공급로(71)를 매개로 하여 연료 전지(20)의 공기 공급 포트에 공급된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 공기 공급로(71)에는 공기로부터 미립자를 제거하는 공기 필터(A1), 공기를 가압하는 압축기(40), 공급된 공기의 압력을 검출하는 압력 센서(P4), 공기에 필요한 수분의 양을 더하는 가습기(A21) 등이 제공된다. 압축기(40)는 제어부(50)에 의해 구동 및 제어되는 모터(M)에 의하여 구동된다.
- [0031] 연료 전지(20)로부터 배출되는 공기 오프-가스(off-gas)는 배기로(72)를 통하여 외부로 배기된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 배기로(72)에는 배기 압력을 검출하는 압력 센서(P1), 압력 조정 밸브(A4), 가습기(A21)의 열 교환

환기 등이 제공된다. 압력 센서(P1)는 연료 전지(20)의 공기 배기 포트의 부근에 제공된다. 압력 조정 밸브(A4)는 연료 전지(20)에 공급되는 공기의 압력을 설정하는 압력 조정기(압력 감소 장치)로서 기능한다. 압력 센서(P4 및 P1)에 의해 검출된 신호는 제어부(50)로 전송된다. 압축기(40)의 모터의 회전수 및 압력 조정 밸브(A4)의 개구의 면적이 제어부(50)에 의해 제어되어, 연료 전지(20)로의 공급 공기 압력 및 공급 공기 유량이 설정된다.

[0032] 도 1에 도시된 바와 같이, 연료 가스로서 수소 가스는 연료 공급로(74)를 매개로 하여 수소 공급원(30)으로부터 연료 전지(20)의 수소 공급 포트에 공급된다. 수소 공급원(30)으로서, 예컨대, 고압 수소 탱크가 채택될 수 있다. 또한, 소위 연료 개질기(reformer), 수소 저장 합금 등이 수소 공급원(30)으로 채택될 수도 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 연료 공급로(74)에는 수소 공급원(30)으로부터 수소를 공급하거나 또는 수소의 공급을 정지시키는 주요 정지 밸브(H100), 수소 공급원(30)으로부터 수소 가스의 공급 압력을 검출하는 압력 센서(P6), 연료 전지(20)의 수소 가스의 공급 압력을 감소시키고 조절하는 수소 압력 조정 밸브(H9), 연료 전지(20)의 수소 공급 포트 및 연료 공급로(74) 사이의 부분을 열고 닫는 차단(shutoff) 밸브(H21), 연료 전지(20)에 있어서 수소 가스의 입구 압력을 검출하는 압력 센서(P5) 등이 제공된다. 압력 센서(P5 및 P6)에 의해 검출된 신호는 제어부(50)에 전송되어 각 밸브의 개/폐 작동이 제어부(50)에 의해 제어된다.

[0033] 연료 전지(20)에서 소비되지 않은 수소 가스는 수소 오프-가스로서 수소 순환로(75)에 배출되고, 연료 공급로(74)의 차단 밸브(H21)의 하류 측에 되돌려진다. 도 1에 도시된 바와 같이, 수소 순환로(75)에는 수소 오프-가스의 온도를 검출하는 온도 센서(T31), 수소 오프-가스로부터 수분을 회수하는 기체/액체 분리기(H42), 수소 순환로(75) 외부의 탱크 등에 회수된 생성 수분을 배출하는 수분 배출 밸브(H41), 수소 오프-가스를 가압하는 수소 펌프(H50) 등이 제공된다. 온도 센서(T31)에 의해 검출된 신호는 제어부(50)로 전송된다. 수소 펌프(H50)의 작동은 제어부(50)에 의해 제어된다. 수소 오프-가스는 연료 공급로(74)에서 수소 가스와 혼합되고, 재이용되기 위해 연료 전지(20)에 공급된다. 또한, 수소 순환로(75)는 배기 제어 밸브(H51)를 매개로 하여 퍼지(purge) 통로(76)에 의해 배기로(72)에 연결된다. 배기 제어 밸브(H51)는 제어부(50)로부터의 지령에 의해 작동됨으로써 수소 오프-가스를 외부로 배출(퍼지)한다. 이러한 퍼지 작동을 단속(斷續)적으로 실행함으로써, 수소 오프-가스의 순환이 반복되어 연료 전극 측의 수소 가스의 불순물 농도가 증가되는 것 및 전지 전압이 저하되는 것을 방지하는 것이 가능하다.

[0034] 도 1에 도시된 바와 같이, 냉각제로서 냉각수를 순환시키는 냉각수 유로(73)는 연료 전지(20)의 냉각수 입구 및 출구 포트에 연결된다. 냉각수 유로(73)에는 연료 전지(20)로부터 배출되는 냉각수의 온도(이하, "냉각수 출구 온도"로 지칭)를 검출하는 온도 센서(61), 냉각수의 열을 외부로 방산하는 라디에이터(C2), 냉각수를 가압하고 순환시키는 펌프(C1), 연료 전지(20)로 흐르는 냉각수의 온도(이하, "냉각수 입구 온도"로 지칭)를 검출하는 온도 센서(62) 등이 제공된다. 라디에이터(C2)에는 모터에 의해 회전 구동되는 냉각 팬(C13)이 제공된다. 온도 센서(61 및 62)에 의해 검출된 신호는 연료 전지 냉각 제어를 위해 사용되도록 제어부(50)에 전송된다. 또한, 펌프(C1) 및 냉각 팬(C13)의 작동이 제어부(50)에 의해 제어된다. 펌프(C1)는 제어부(50)에 의해 구동되고, 그로 인해 냉각수 유로(73) 내의 냉각수가 연료 전지(20)에 순환될 수 있음을 유의한다. 즉, 제어부(50), 펌프(C1), 및 냉각수 유로(73)는 본 발명에 따른 냉각제 순환 수단의 한 실시예를 구성한다.

[0035] 제어부(50)는 차량(도시 안됨)의 가속 신호와 같은 요구 부하(load), 및 연료 전지 시스템의 각 센서(압력 센서, 온도 센서 등)로부터의 제어 정보를 수신하고, 그리고 시스템의 각 부분의 각각의 밸브 및 모터의 작동을 제어한다. 제어부(50)는 컴퓨터 시스템(도시 안됨)으로 구성됨을 유의한다. 이러한 컴퓨터 시스템은 CPU, ROM, RAM, HDD, 입력/출력 인터페이스, 디스플레이 등을 포함함으로써 구성되어, 다양한 제어 작동을 실현하도록 CPU는 ROM에 기록된 다양한 제어 프로그램을 읽고 실행한다.

[0036] 구체적으로, 제어부(50)는 온도 센서(61)를 매개로 하여 냉각수 출구 온도를 검출하고, 그리고 검출된 냉각수 출구 온도에 근거하여 펌프(C1)를 제어함으로써 연료 전지(20)로 흐르는 냉각수의 유량을 제어하여, 연료 전지(20)의 온도를 조절한다. 또한, 제어부(50)는 온도 센서(62)를 매개로 하여 냉각수 입구 온도를 검출하고, 그리고 검출된 냉각수 입구 온도에 근거하여 냉각 팬(C13)을 제어함으로써 연료 전지(20)로 흐르는 냉각수의 온도를 제어하여, 연료 전지(20)의 온도를 조절한다. 즉, 제어부(50)는 본 발명에 따른 온도 조절 수단의 한 실시예이다.

[0037] 또한, 제어부(50)는 온도 센서(61)에 이상이 발생하는지 여부를 결정한다. 제어부(50)가 온도 센서(61)에 이상이 발생하고 냉각수 출구 온도가 검출될 수 없다고 결정하는 경우, 제어부(50)는 냉각수 입구 온도에 관한 정보 및 연료 전지(20)의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 냉각수 출구 온도를 추정한다. 즉, 제어부(50)는

이상 결정 수단 및 냉각제 온도 추정 수단의 실시예로서도 기능한다. 온도 조절 수단으로서 기능하는 제어부(50)는 추정된 냉각수 출구 온도에 근거하여 펌프(C1)를 제어함으로써 연료 전지(20)로 흐르는 냉각수의 유량을 제어하고, 그로 인해 연료 전지(20)의 온도를 조절함을 유의한다.

[0038] 냉각수 출구 온도가 추정될 때 사용되는 물리적 정보는, 연료 전지(20)의 발전량에 관한 정보(예를 들어, 연료 전지(20)의 전력에 관한 정보, 전압에 관한 정보, 전류에 관한 정보 등), 연료 전지(20)로의 반응 가스 공급량(연료 가스 공급량 및/또는 산화 가스 공급량)에 관한 정보 등이 포함될 수 있다. 또한, 냉각수 출구 온도를 추정할 때에는, 제어부(50)는 연료 전지(20)를 구성하는 단위 전지 내의 발전부로부터 냉각제까지의 열전달율, 단위 전지의 방열량, 연료 전지(20)의 열용량 등을 참조할 수 있다.

[0039] 또한, 제어부(50)가 온도 센서(61 및 62)에 이상이 발생하고 냉각수 입구 온도 및 냉각수 출구 온도 모두가 검출될 수 없다고 결정하는 경우, 제어부(50)는 연료 전지(20)의 작동을 정지시킨다. 즉, 제어부(50)는 본 발명에 따른 작동 정지 수단의 한 실시예로서 기능도 한다.

[0040] 다음에, 본 실시예에 따른 연료 전지 시스템(1)에 있어서 연료 전지(20)의 온도 조절 방법이 도 2 및 도 3을 이용하여 설명된다.

[0041] 연료 전지 시스템(1)이 정상적으로 작동되는 경우, 연료 공급로(74)를 매개로 하여 수소 공급원(30)으로부터 연료 전지(20)의 연료 전극에 수소 가스가 공급되고, 그리고 공기 공급로(71)를 매개로 하여 연료 전지(20)의 산화 전극에 가습 조절을 당한 공기가 공급되는 방식으로 발전이 실행됨을 유의한다. 이러한 경우에, 연료 전지(20)로부터 끌어내어지는 전력(요구 전력)이 제어부(50)에 의해 산출되어, 발전량에 대응하는 수소 가스 및 공기의 양이 연료 전지(20)에 공급된다. 제어부(50)는 온도 센서(61)를 매개로 하여 냉각수 출구 온도를 검출하고, 그리고 검출된 냉각수 출구 온도에 근거하여 펌프(C1)를 제어함으로써 연료 전지(20)로 흐르는 냉각수의 유량을 제어한다. 또한, 제어부(50)는 온도 센서(62)를 매개로 하여 냉각수 입구 온도를 검출하고, 그리고 검출된 냉각수 입구 온도에 근거하여 냉각 팬(C13)를 제어함으로써 연료 전지(20)로 흐르는 냉각수의 온도를 제어한다. 이러한 냉각수의 유량 제어 및 온도 제어는 연료 전지(20)의 온도를 기결정된 온도 범위 내로 조절할 수 있게 한다.

[0042] 연료 전지 시스템이 정상적으로 작동되는 경우, 제어부(50)는, 냉각수 출구 온도를 검출하는 온도 센서(61)에 이상이 발생하는지 여부를 기결정된 시간 간격마다 결정한다(이상 결정 단계: S1). 온도 센서(61)에 이상이 발생하는지 여부를 결정하기 위한 방법은 센서 신호 입력부에 설치되는 단선/단락 결정 회로의 출력 변화(예를 들면, 전압/저항 변화)에 근거한 결정 방법 등을 포함한다. 이상이 없는 경우, 제어부(50)는 상술된 정상적인 작동을 계속하고, 그리고 온도 센서(61)에 의해 검출된 냉각수 출구 온도 등에 근거하여 연료 전지(20)의 온도를 조절한다(정상 상태 온도 조절 단계: S2).

[0043] 반면에, 이상 결정 단계 S1에서, 제어부(50)가 온도 센서(61)에 이상이 발생한다(냉각수 출구 온도가 검출될 수 없음)고 결정하는 경우, 제어부(50)는 온도 센서(62)에 의해 검출된 냉각수 입구 온도 및 연료 전지(20)의 발전량에 관한 물리적 정보(전류값)에 근거하여 냉각수 출구 온도를 추정한다(출구 온도 추정 단계: S3). 본 실시예에서는, 냉각수 출구 온도가 추정될 때, 도 3에 도시된 가산값 맵이 사용된다. 예를 들면, 온도 센서(62)에 의해 검출된 냉각수 입구 온도가 "50°C"이고 연료 전지(20)의 전류값이 "A<sub>2</sub>"인 경우, 도 3으로부터 가산값(냉각수 입구 온도에 가산되는 값)은 "T<sub>3</sub>°C"로 결정된다. 따라서, 이 경우에 있어서 냉각수 출구 온도는 "50 + T<sub>3</sub>(°C)"으로 추정된다. 출구 온도 추정 단계 S3에서, 제어부(50)는 펌프(C1)의 회전수를 일정하게 함으로써, 냉각수의 공급량의 변화에 의해 야기되는 추정 오차의 발생을 억제함을 유의한다.

[0044] 그 결과, 제어부(50)는 출구 온도 추정 단계 S3에서 추정된 냉각수 출구 온도에 근거하여 펌프(C1)를 제어함으로써 연료 전지(20)로 흐르는 냉각수의 유량을 제어하고, 그로 인해 연료 전지(20)의 온도를 조절한다(이상 상태 온도 제어 단계: S4). 제어부(50)는 연료 전지(20)의 작동 동안 이들 단계의 그룹을 반복한다. 이상 결정 단계 S1에서, 제어부(50)가 온도 센서(61 및 62) 모두에 이상이 발생하고 냉각수 입구 온도 및 냉각수 출구 온도 모두가 검출될 수 없다고 결정하는 경우, 제어부(50)는 연료 전지(20)의 작동을 정지시킴을 유의한다. 이들 단계의 그룹에서, 이상 결정 단계 S1, 출구 온도 추정 단계 S3, 및 이상 상태 온도 제어 단계 S4는 본 실시예에 따른 제1 단계, 제2 단계, 및 제3 단계와 각각 대응한다.

[0045] 상술된 바와 같이 본 실시예에 따른 연료 전지 시스템(1)에 있어서, 온도 센서(61)에 이상이 발생하고 냉각수 출구 온도가 검출될 수 없는 경우에도, 냉각수 입구 온도 및 연료 전지(20)의 작동 상태에 관한 물리적 정보(전류값)에 근거하여 냉각수 출구 온도를 추정하는 것이 가능하다. 따라서, 추정된 냉각수 출구 온도에 근거하여

연료 전지(20)로 흐르는 냉각수의 유량을 제어함으로써 연료 전지(20)의 온도를 조절하는 것이 가능하다. 즉, 온도 센서(61)에 이상이 발생하는 경우에도 연료 전지(20)의 온도 조절을 실현하는 것이 가능하다.

[0046] 또한, 상술된 바와 같이 본 실시예에 따른 연료 전지 시스템(1)에 있어서, 온도 센서(61 및 62)에 이상이 발생하고 냉각수 입구 온도 및 냉각수 출구 온도 모두가 검출될 수 없는 경우에도, 연료 전지(20)의 작동을 정지시키고, 그로 인해 연료 전지(20)의 손상의 가능성을 줄이는 것이 가능하다.

[0047] 또한, 상술된 실시예에 따른 연료 전지 차량에는 신뢰성이 높은 연료 전지 시스템(1)이 제공되고, 그러므로 높은 안전성을 가진다.

[0048] 상기의 실시예에서는, 제어부(50)가 온도 센서(61)의 이상을 결정하고, 그리고 온도 센서(61)에 이상이 발생하는 경우, 제어부(50)가 냉각수 출구 온도를 추정하는 일례가 설명됨을 유의한다. 그러나, 연료 전지 시스템은 제어부(50)가 온도 센서(62)의 이상을 결정하고, 그리고 온도 센서(62)에 이상이 발생하는 경우, 제어부(50)가 냉각수 출구 온도에 관한 정보 및 연료 전지(20)의 작동 상태에 관한 물리적 정보에 근거하여 냉각수 입구 온도를 추정하는 방식으로 구성될 수도 있다(입구 온도 추정 단계).

[0049] 냉각수 입구 온도가 추정될 때, 도 4에 도시된 바와 같은 감산값 맵이 사용될 수 있다. 예를 들면, 온도 센서(61)에 의해 검출된 냉각수 출구 온도가 "80℃"이고 연료 전지(20)의 전류값이 "A<sub>3</sub>"인 경우, 도 4로부터 감산값(냉각수 출구 온도로부터 감산되는 값)은 "T<sub>9</sub>℃"로 결정되어, 냉각수 입구 온도는 "80 - T<sub>9</sub>(℃)"로 추정될 수 있다. 그 다음에, 제어부(50)는 추정된 냉각수 입구 온도에 근거하여 냉각 팬(C13)을 제어함으로써 연료 전지(20)로 흐르는 냉각수의 온도를 제어하고, 그로 인해 연료 전지(20)의 온도를 조절할 수 있게 한다(이상 상태 온도 조절 단계). 입구 온도 추정 단계 및 이상 상태 온도 조절 단계는 본 실시예에 따른 제4 단계 및 제5 단계와 각각 대응한다.

[0050] 또한, 본 실시예에 있어서는, 연료 전지(20)의 발전량에 관한 정보(전력이 발생될 때 연료 전지(20)의 전류값)를 이용함으로써 냉각수 출구 온도가 추정되는 일례가 설명되지만, 전류값 대신에, 연료 전지(20)의 전력값 및 전압값을 이용함으로써, 냉각수 출구 온도가 추정될 수도 있다. 또한, 연료 전지(20)의 발전량(전류값)과 연료 전지(20)로의 반응 가스 공급량(연료 가스 공급량 및/또는 산화 가스 공급량) 사이에는 기결정된 상관 관계가 있기 때문에, 반응 가스 공급량에 관한 정보를 이용함으로써 냉각수 출구 온도를 추정하는 것이 가능하다. 또한, 연료 전지(20)의 발전량과 연료 전지(20)에 요구되는 부하 사이에도 기결정된 상관 관계가 있기 때문에, 요구 부하에 관한 정보를 이용함으로써 냉각수 출구 온도를 추정하는 것 역시 가능하다.

**산업상 이용 가능성**

[0051] 상기의 실시예에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따른 연료 전지 시스템은 연료 전지 차량에 탑재될 수 있고, 연료 전지 차량 이외의 다양한 이동체(로봇, 선박, 항공기 등)에 탑재될 수도 있다. 또한, 본 발명에 따른 연료 전지 시스템은 건물(주택, 고층 건물 등)을 위한 발전 설비로서 사용되는 고정적인 발전 시스템에 적용될 수도 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 연료 전지 시스템의 구성을 도시하는 도면이며;

[0024] 도 2는 도 1에 도시된 연료 전지 시스템에 있어서 연료 전지의 온도 조절 방법을 설명하기 위한 플로우차트이며;

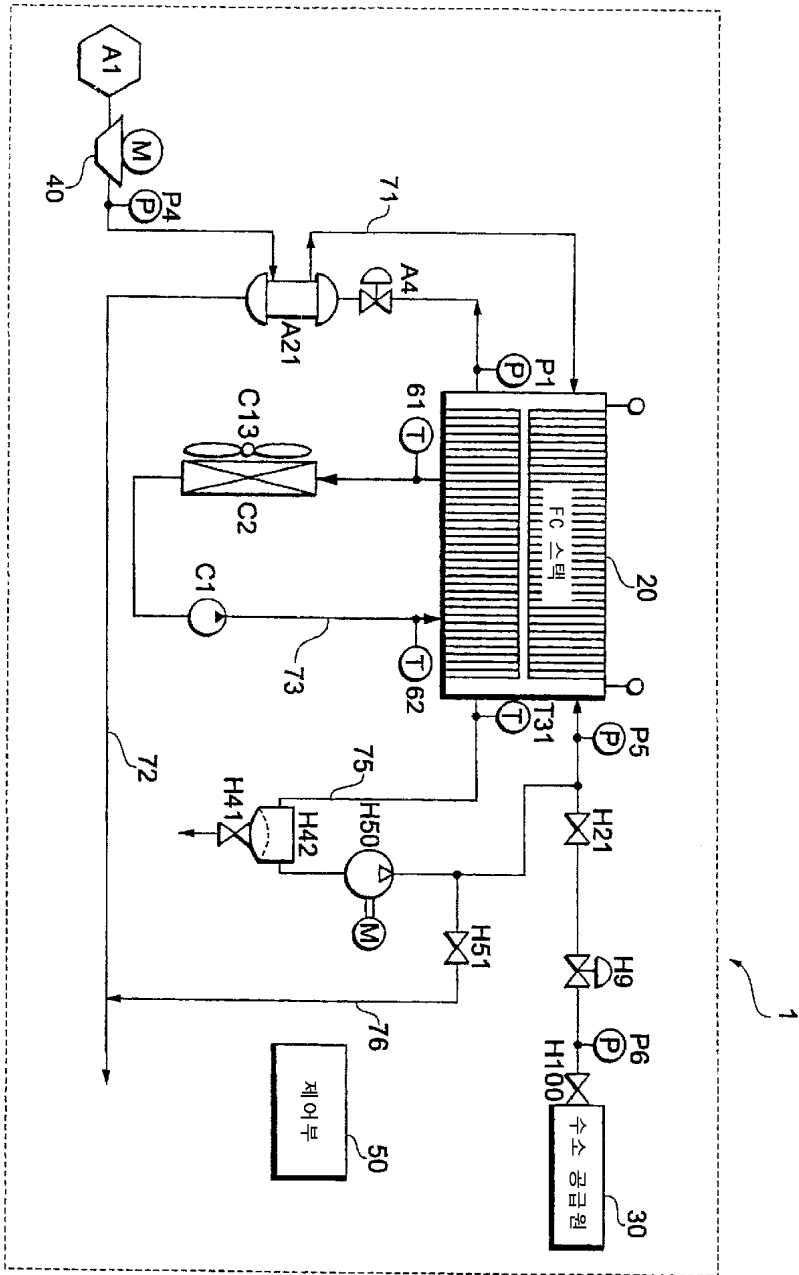
[0025] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 온도 조절 방법에 있어서 냉각수 출구 온도를 추정하기 위해 사용되는 가산값 맵을 도시하며; 및

[0026] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 온도 조절 방법에 있어서 냉각수 입구 온도를 추정하기 위해 사용되는 감산값 맵을 도시한다.

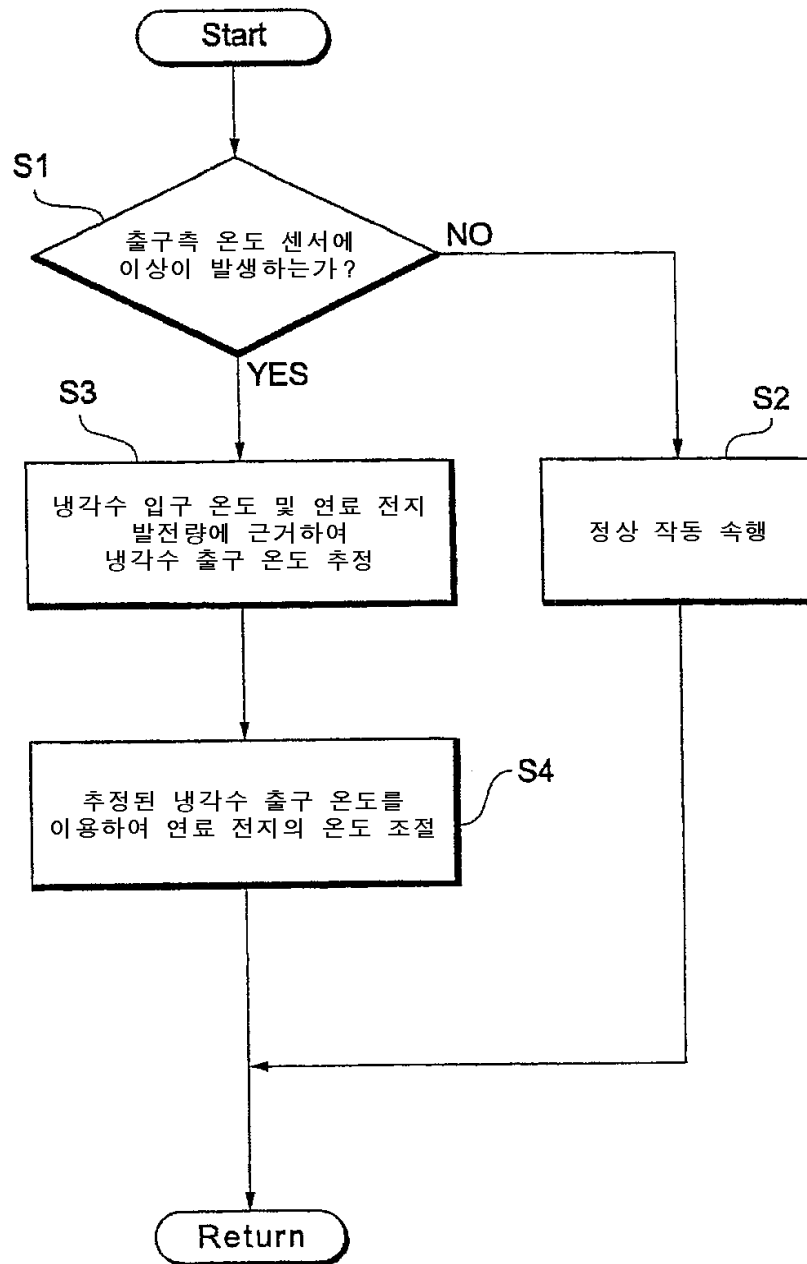


도면

도면1



도면2



도면3

		연료 전지 전류값[A]		
		A1	A2	A3
냉각수 입구 온도[℃]	0	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>
	20	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>
	30	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>
	40	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>
	50	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>
	60	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>
	70	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>
	80	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>

$$0 < A_1 < A_2 < A_3$$

$$0 < T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < T_5$$

도면4

냉각수 출구 온도[℃]			
연료 전지 전류값[A]			
	A1	A2	A3
20	T <sub>6</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>10</sub>
30	T <sub>6</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>10</sub>
40	T <sub>6</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>10</sub>
50	T <sub>6</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>10</sub>
60	T <sub>6</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>10</sub>
70	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>9</sub>
80	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>9</sub>
90	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>9</sub>

$0 < A_1 < A_2 < A_3$   
 $0 < T_6 < T_7 < T_8 < T_9 < T_{10}$