



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0064248
(43) 공개일자 2009년06월18일

(51) Int. Cl.

H01M 8/04 (2006.01) H01M 8/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0131833

(22) 출원일자 2007년12월15일

심사청구일자 2007년12월15일

(71) 출원인

한밭대학교 산학협력단

대전 유성구 덕명동 산16-1

(72) 발명자

최종민

경기 성남시 수정구 고등동 201-2

김용찬

서울 강북구 미아동 1353번지 북한산시티 아파트
111동 802호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

홍동우

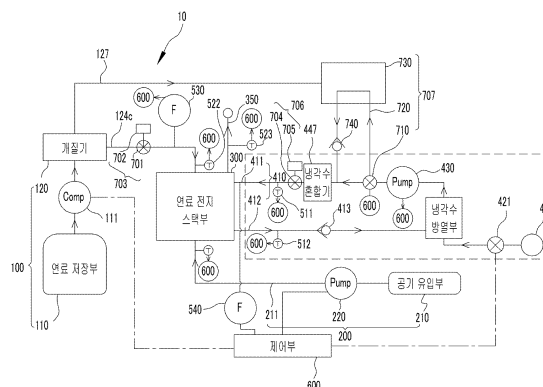
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 및 이의제어 방법

(57) 요약

본 발명은, 연료를 개질하여 개질 연료를 생성하는 개질기를 구비하는 연료 공급부; 외부 공기를 공급하는 공기 공급부; 상기 연료 공급부와 상기 공기 공급부와 연결되고, 전해질막과 상기 전해질막을 사이에 두고 서로 대향하여 배치되는 애노드 및 캐소드를 구비하여, 수소의 산화 반응 및 산소의 환원 반응을 통하여 전기를 생산하는 연료 전지 스택부; 상기 연료 전지 스택부에서 생성되는 열과 열교환을 이루어 상기 연료 전지 스택부를 냉각시키는 냉각수 라인을 구비하는 연료 전지 냉각부; 상기 연료 전지 스택부의 냉각수 유출입 온도를 측정하는 냉각수 온도 센서와, 상기 연료 전지 스택부의 배기 가스 온도를 측정하는 배기 온도 센서와, 상기 연료 전지 스택부의 냉각수 유량을 측정하는 냉각수 유량계 및 상기 연료 전지 스택부로 유입되는 개질 연료 유량을 측정하는 연료 유량계를 포함하는 센서부; 상기 연료 전지 스택부의 과열로 인한 성능 저하를 방지하기 위하여 상기 연료 전지 스택부로 개질 연료 유입을 제어하는 연료 조절 밸브부를 구비하는 모드 제어 구동부; 과열로 인한 성능 저하를 방지하기 위한 연료 유량 데이터를 구비하는 저장부; 및 상기 센서부의 감지 신호에 기초하여 상기 연료 조절 밸브부를 제어하는 제어부;를 구비하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 및 이의 제어 방법을 제공한다.

대표도



(72) 발명자

정진택

서울 송파구 방이동 89 올림픽선수촌 아파트 251동
901호

이용택

경기 안양시 동안구 부림동 공작럭키아파트
507-1005

김보성

서울 성북구 안암동5가 12-53 201호

특허청구의 범위

청구항 1

연료를 개질하여 개질 연료를 생성하는 개질기를 구비하는 연료 공급부;

외부 공기를 공급하는 공기 공급부;

상기 연료 공급부와 상기 공기 공급부와 연결되고, 전해질막과 상기 전해질막 사이에 두고 서로 대향하여 배치되는 애노드 및 캐소드를 구비하여, 수소의 산화 반응 및 산소의 환원 반응을 통하여 전기를 생산하는 연료 전지 스택부;

상기 연료 전지 스택부에서 생성되는 열과 열교환을 이루어 상기 연료 전지 스택부를 냉각시키는 냉각수 라인을 구비하는 연료 전지 냉각부;

상기 연료 전지 스택부의 냉각수 유출입 온도를 측정하는 냉각수 온도 센서와, 상기 연료 전지 스택부의 배기가스 온도를 측정하는 배기 온도 센서와, 상기 연료 전지 스택부의 냉각수 유량을 측정하는 냉각수 유량계 및 상기 연료 전지 스택부로 유입되는 개질 연료 유량을 측정하는 연료 유량계를 포함하는 센서부;

상기 연료 전지 스택부의 과열로 인한 성능 저하를 방지하기 위하여 상기 연료 전지 스택부로의 개질 연료 유입을 제어하는 연료 조절 밸브부를 구비하는 모드 제어 구동부;

과열로 인한 성능 저하를 방지하기 위한 연료 유량 데이터를 구비하는 저장부; 및

상기 센서부의 감지 신호에 기초하여 상기 연료 조절 밸브부를 제어하는 제어부;를 구비하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 연료 조절 밸브부는:

상기 연료 전지 스택부의 상류로 상기 개질기와 사이에 배치되는 연료 조절 밸브와,

상기 제어부의 제어 신호에 따라 상기 연료 조절 밸브를 구동하는 연료 조절 밸브 구동기를 구비하는 것을 특징으로 하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 모드 제어 구동부는 상기 냉각수의 유입을 제어하는 냉각수 조절 밸브부를 구비하는 것을 특징으로 하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 모드 제어 구동부는, 상기 연료 전지 스택부의 저온 구동을 위하여 상기 연료 전지 스택부에 유입되는 냉각수를 예열시키는 냉각수 예열부를 구비하는 것을 특징으로 하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 냉각수 예열부는:

상기 연료 전지 스택부로 유입되는 냉각수 라인의 상류에 배치되고, 상기 제어부의 제어 신호에 따라 개폐 제어되는 예열 밸브와,

상기 예열 밸브 및 냉각수 라인과 유체 소통을 이루는 예열 라인과,

상기 예열 라인이 경유하여 열교환을 이루는 예열 교환기를 구비하는 것을 특징으로 하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 예열 교환기는 상기 개질기의 개질기 배기 가스 라인에 배치되고, 상기 예열 라인은 상기 개질기의 배기 가스 라인과 열 교환되는 것을 특징으로 하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치.

청구항 7

연료를 개질하여 개질 연료를 생성하는 개질기를 구비하는 연료 공급부; 외부 공기를 공급하는 공기 공급부; 상기 연료 공급부와 상기 공기 공급부와 연결되고, 전해질막과 상기 전해질막 사이에 두고 서로 대향하여 배치되는 애노드 및 캐소드를 구비하여, 수소의 산화 반응 및 산소의 환원 반응을 통하여 전기를 생산하는 연료 전지 스택부; 상기 연료 전지 스택부에서 생성되는 열과 열교환을 이루어 상기 연료 전지 스택부를 냉각시키는 냉각수 라인을 구비하는 연료 전지 냉각부; 상기 연료 전지 스택부의 냉각수 유출입 온도를 측정하는 냉각수 온도 센서와, 상기 연료 전지 스택부의 배기 가스 온도를 측정하는 배기 온도 센서와, 상기 연료 전지 스택부의 냉각수 유량을 측정하는 냉각수 유량계 및 상기 연료 전지 스택부로 유입되는 개질 연료 유량을 측정하는 연료 유량계를 포함하는 센서부; 상기 연료 전지 스택부의 과열로 인한 성능 저하를 방지하기 위하여 상기 연료 전지 스택부로 개질 연료 유입을 제어하는 연료 조절 밸브부를 구비하는 모드 제어 구동부; 과열로 인한 성능 저하를 방지하기 위한 연료 유량 데이터를 구비하는 저장부; 및 상기 센서부의 감지 신호에 기초하여 상기 연료 조절 밸브부를 제어하는 제어부;를 구비하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치를 제공하는 장치 제공 단계와,

상기 연료 전지 스택부의 스택 배기 가스 온도를 감지하는 감지 단계와,

상기 제어부가 상기 스택 배기 가스 온도에 기초하여 제어 모드를 선택하는 모드 선택 단계와,

상기 제어부의 제어 신호에 따라 선택된 제어 모드를 수행하는 모드 수행 단계를 구비하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 제어 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 모드 선택 단계는:

상기 저장부에 사전 설정된, 저온 구동 온도, 냉각수 제어 온도 및 연료 제어 온도 중의 하나 이상과 상기 스택 배기 가스 온도를 비교하여, 저온 구동 모드, 냉각수 제어 모드, 및 연료 제어 모드 중의 하나를 선택하는 것을 특징으로 하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 제어 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 연료 전지 스택부의 상류로 상기 개질기와의 사이에 배치되는 연료 조절 밸브와, 상기 제어부의 제어 신호에 따라 상기 연료 조절 밸브를 구동하는 연료 조절 밸브 구동기를 구비하고, 상기 저장부에는 상기 연료 전지 스택부에 대한 스택 배기 가스 설정 온도가 저장되고,

상기 연료 제어 모드는:

상기 냉각수 온도 센서가 냉각수 온도를 감지하는 냉각수 온도 감지 단계와,

상기 냉각수 온도와 상기 스택 배기 가스 온도 및 상기 저장부에 사전 저장된 연료 유량 데이터로부터 연료 유량을 산출하는 연료 유량 산출 단계와,

상기 제어부로부터 상기 산출된 연료 유량에 대응하는 제어 신호에 따라 상기 연료 유량 조절 밸브부를 구동하는 연료 조절 밸브부 구동 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치

제어 방법.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 모드 제어 구동부는 상기 냉각수의 유입을 제어하는 냉각수 조절 밸브부를 구비하고,

상기 냉각수 제어 모드는:

상기 연료 유량계가 상기 개질 연료의 유량을 감지하는 연료 유량 감지 단계와,

상기 연료 유량과 상기 스택 배기 가스 설정 온도 및 상기 저장부에 사전 저장된 냉각수 유량 데이터로부터 냉각수 유량을 산출하는 냉각수 유량 산출 단계와,

상기 제어부로부터, 상기 산출된 냉각수 유량에 대응하는 제어 신호에 따라 상기 냉각수 유량 조절 밸브부를 구동하는 냉각수 조절 밸브부 구동 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 제어 방법.

청구항 11

제 8항에 있어서,

상기 모드 제어 구동부는, 상기 연료 전지 스택부의 저온 구동을 위하여 상기 연료 전지 스택부에 유입되는 냉각수를 예열시키는 냉각수 예열부를 구비하고,

상기 저온 구동 모드는 상기 제어부의 제어 신호에 따라 냉각수 예열부의 예열 밸브를 구동하는 예열 라인 작동 단계를 포함하고,

상기 예열 라인 작동 단계는, 상기 개질기의 배기 가스 라인과 열교환을 이루는 냉각수 예열부의 예열 밸브의 개폐를 조절하는 것을 특징으로 하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 제어 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 연료 전지 및 이의 제어 방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 고온으로 인한 열화 발생을 방지하고 저온 구동 성능도 향상시킬 수 있는 구조의 작동 성능 신뢰성을 확보하기 위한 연료 전지 장치 및 이의 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 일반적인 연료 전지는 연료의 에너지를 전기적 에너지를 직접 변화시키는 장치로서, 초기 우주선 등의 한정된 분야에서 사용되었으나, 다양한 구조 및 재료 개발에 따라 현재에는 분산 전력 시스템, 자동차, 가정용 및 휴대 전원 장치로서 응용 분야가 확대되고 있다.
- <3> 작동 유형에 따라 저온형 연료 전지와 고온형 연료 전지로 분류될 수 있는데, 일상 생활에서 상온 작동을 가능하게 한다는 점에서 저온형 연료 전지에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 저온형 연료 전지는 직접 메탄올 연료 전지(DMFC)와 고분자 전해질막 연료 전지(PEMFC)로 분류될 수 있는데, 직접 메탄올 연료 전지는 노트북 등의 전원 사용 등과 같은 저출력 용으로, 고분자 전해질막 연료 전지는 자동차 구동 등과 같은 구동력 생성 출력 용으로 각각의 개발 분야가 구체화되고 있다.
- <4> 고분자 전해질막 연료 전지는 수소 등의 연료 가스와 공기 등의 산화제를 전기 화학적으로 반응시켜 열과 전기를 동시에 발생시키는데, 연료 가스로서 수소를 직접 저장하여 사용하는 순수소형과, 탄화 수소 계열의 연료를 개질하여 사용하는 개질수소형으로 분류될 수 있다. 순수소형의 경우 응답성이 빠르다는 장점이 있으나, 수소의 저장 문제와 안정성 확보 어려움과 같은 단점이 있다. 개질수소형의 경우 LNG 등과 같은 탄화 수소 계열의 기존 연료를 사용한다는 점에서 안정성 확보 등은 용이하나 이를 개질하여야 한다는 점에서 응답성이 느리다는 문제점이 수반되었다. 예를 들어 연료 전지가 자동차 구동용으로 사용되는 경우, 응답성이 느리다는 점은 연료

전지 운용 상의 치명적인 단점으로 작용한다.

- <5> 이러한 개질 수소형 연료 전지의 개질기를 예열시키는 구조를 취하는 등 응답성 향상을 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 또한, 연료 전지의 전체적 응답성 향상은 개질기에서 뿐만 아니라, 연료 전지 스택에서의 응답성 향상도 요구된다. 개질기에서의 응답성이 확보되더라도, 연료 전지 스택에서의 응답성이 뒷받침되지 못할 경우, 전체 시스템의 요구되는 소정의 응답성 확보가 곤란하다. 특히, 연료 전지 스택에서의 전기 에너지 생산을 신속하게 이루고 최적의 산화-환원 반응을 이루기 위해서는 연료 전지에 구비되는 촉매의 적절한 온도 조건, 예를 들어 고분자 연료 전지의 경우 80도 정도의 작동 상태의 온도를 신속하게 확보하는 것이 필요하다. 하지만, 초기 및/또는 저온 구동시 촉매의 적정 온도 조건보다 낮은 온도에서는 촉매의 활성화가 저해됨으로써 신속한 초기 구동이 어려워 연료 전지를 구비하는 시스템 전체의 응답성이 느리고 운전 성능이 낮다는 문제점이 있었다.
- <6> 또한, 장시간 운전 내지 비정상적 운전 상태로 인한 고온시 고분자 중합체로 이루어지는 전해질막과 같은 내부 구성요소의 열화로 인한 손상과 성능 저하가 발생하였다. 이를 위하여 종래 기술에 따르면 단순히 모든 운전 상태를 중지시키는 방법을 취하였는데, 이는 운전자의 어림짐작에 따른 것으로 연속적 운전 상태가 이루어지지 않아 안정적인 운전 상태를 유지하기 어려웠다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <7> 따라서, 본 발명은 고분자 전해질막 연료 전지의 상기와 같은 문제점을 해결하고자 하는 것으로, 고온으로 인한 열화를 방지하고 연속적인 운전을 가능하게 하고, 최적화된 운전 상태를 유지하여 최적의 전력 생성 상태를 형성하며, 저온 구동에서의 응답성 및 운전 성능을 향상시키기 위하여 연료 전지 스택부의 촉매의 최적 운전 조건을 확보할 수 있도록 작동 성능의 신뢰성을 확보할 수 있는 연료 전지 장치 및 이의 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

- <8> 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 연료를 개질하여 개질 연료를 생성하는 개질기를 구비하는 연료 공급부; 외부 공기를 공급하는 공기 공급부; 상기 연료 공급부와 상기 공기 공급부와 연결되고, 전해질막과 상기 전해질막 사이에 두고 서로 대향하여 배치되는 애노드 및 캐소드를 구비하여, 수소의 산화 반응 및 산소의 환원 반응을 통하여 전기를 생산하는 연료 전지 스택부; 상기 연료 전지 스택부에서 생성되는 열과 열교환을 이루어 상기 연료 전지 스택부를 냉각시키는 냉각수 라인을 구비하는 연료 전지 냉각부; 상기 연료 전지 스택부의 냉각수 유출입 온도를 측정하는 냉각수 온도 센서와, 상기 연료 전지 스택부의 배기 가스 온도를 측정하는 배기 온도 센서와, 상기 연료 전지 스택부의 냉각수 유량을 측정하는 냉각수 유량계 및 상기 연료 전지 스택부로 유입되는 개질 연료 유량을 측정하는 연료 유량계를 포함하는 센서부; 상기 연료 전지 스택부의 과열로 인한 성능 저하를 방지하기 위하여 상기 연료 전지 스택부로의 개질 연료 유입을 제어하는 연료 조절 밸브부를 구비하는 모드 제어 구동부; 과열로 인한 성능 저하를 방지하기 위한 연료 유량 데이터를 구비하는 저장부; 및 상기 센서부의 감지 신호에 기초하여 상기 연료 조절 밸브부를 제어하는 제어부;를 구비하는, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치를 제공한다.
- <9> 상기 연료 전지 장치에 있어서, 상기 연료 조절 밸브부는: 상기 연료 전지 스택부의 상류로 상기 개질기와 사이에 배치되는 연료 조절 밸브와, 상기 제어부의 제어 신호에 따라 상기 연료 조절 밸브를 구동하는 연료 조절 밸브 구동기를 구비할 수도 있다.
- <10> 또한, 상기 모드 제어 구동부는 상기 냉각수의 유입을 제어하는 냉각수 조절 밸브부를 구비할 수도 있고, 상기 모드 제어 구동부는, 상기 연료 전지 스택부의 저온 구동을 위하여 상기 연료 전지 스택부에 유입되는 냉각수를 예열시키는 냉각수 예열부를 구비할 수도 있다.
- <11> 또한, 상기 냉각수 예열부는: 상기 연료 전지 스택부로 유입되는 냉각수 라인의 상류에 배치되고, 상기 제어부의 제어 신호에 따라 개폐 제어되는 예열 밸브와, 상기 예열 밸브 및 냉각수 라인과 유체 소통을 이루는 예열 라인과, 상기 예열 라인이 경유하여 열교환을 이루는 예열 교환기를 구비할 수도 있고, 상기 예열 교환기는 상기 개질기의 개질기 배기 가스 라인에 배치되고, 상기 예열 라인은 상기 개질기의 배기 가스 라인에 열 교환될 수도 있다.

<12> 본 발명의 다른 일면에 따르면, 연료를 개질하여 개질 연료를 생성하는 개질기를 구비하는 연료 공급부; 외부 공기를 공급하는 공기 공급부; 상기 연료 공급부와 상기 공기 공급부와 연결되고, 전해질막과 상기 전해질막을 사이에 두고 서로 대향하여 배치되는 애노드 및 캐소드를 구비하여, 수소의 산화 반응 및 산소의 환원 반응을 통하여 전기를 생산하는 연료 전지 스택부; 상기 연료 전지 스택부에서 생성되는 열과 열교환을 이루어 상기 연료 전지 스택부를 냉각시키는 냉각수 라인을 구비하는 연료 전지 냉각부; 상기 연료 전지 스택부의 냉각수 유출 입 온도를 측정하는 냉각수 온도 센서와, 상기 연료 전지 스택부의 배기 가스 온도를 측정하는 배기 온도 센서와, 상기 연료 전지 스택부의 냉각수 유량을 측정하는 냉각수 유량계 및 상기 연료 전지 스택부로 유입되는 개질 연료 유량을 측정하는 연료 유량계를 포함하는 센서부; 상기 연료 전지 스택부의 과열로 인한 성능 저하를 방지하기 위하여 상기 연료 전지 스택부의 개질 연료 유입을 제어하는 연료 조절 밸브부를 구비하는 모드 제어 구동부; 과열로 인한 성능 저하를 방지하기 위한 연료 유량 데이터를 구비하는 저장부; 및 상기 센서부의 감지 신호에 기초하여 상기 연료 조절 밸브부를 제어하는 제어부;를 구비하는 연료 전지 장치를 제공하는 장치 제공 단계와, 상기 연료 전지 스택부의 스택 배기 가스 온도를 감지하는 감지 단계와, 상기 제어부가 상기 스택 배기 가스 온도에 기초하여 제어 모드를 선택하는 모드 선택 단계와, 상기 제어부의 제어 신호에 따라 선택된 제어 모드를 수행하는 모드 수행 단계를 구비하는 연료 전지 장치 제어 방법을 제공한다.

<13> 상기 연료 전지 장치 제어 방법에 있어서, 상기 모드 선택 단계는: 상기 저장부에 사전 설정된, 저온 구동 온도, 냉각수 제어 온도 및 연료 제어 온도 중의 하나 이상과 상기 스택 배기 가스 온도를 비교하여, 저온 구동 모드, 냉각수 제어 모드, 및 연료 제어 모드 중의 하나를 선택할 수도 있다.

<14> 또한, 상기 연료 전지 스택부의 상류로 상기 개질기와 사이에 배치되는 연료 조절 밸브와, 상기 제어부의 제어 신호에 따라 상기 연료 조절 밸브를 구동하는 연료 조절 밸브 구동기를 구비하고, 상기 저장부에는 상기 연료 전지 스택부에 대한 스택 배기 가스 설정 온도가 저장되고, 상기 연료 제어 모드는: 상기 냉각수 온도 센서가 냉각수 온도를 감지하는 냉각수 온도 감지 단계와, 상기 냉각수 온도와 상기 스택 배기 가스 온도 및 상기 저장부에 사전 저장된 연료 유량 데이터로부터 연료 유량을 산출하는 연료 유량 산출 단계와, 상기 제어부로부터 상기 산출된 연료 유량에 대응하는 제어 신호에 따라 상기 연료 유량 조절 밸브부를 구동하는 연료 조절 밸브부 구동 단계를 포함할 수도 있다.

<15> 또한, 상기 모드 제어 구동부는 상기 냉각수의 유입을 제어하는 냉각수 조절 밸브부를 구비하고, 상기 냉각수 제어 모드는: 상기 연료 유량계가 상기 개질 연료의 유량을 감지하는 연료 유량 감지 단계와, 상기 연료 유량과 상기 스택 배기 가스 설정 온도 및 상기 저장부에 사전 저장된 냉각수 유량 데이터로부터 냉각수 유량을 산출하는 냉각수 유량 산출 단계와, 상기 제어부로부터, 상기 산출된 냉각수 유량에 대응하는 제어 신호에 따라 상기 냉각수 유량 조절 밸브부를 구동하는 냉각수 조절 밸브부 구동 단계를 포함할 수도 있고, 상기 모드 제어 구동부는, 상기 연료 전지 스택부의 저온 구동을 위하여 상기 연료 전지 스택부에 유입되는 냉각수를 예열시키는 냉각수 예열부를 구비하고, 상기 저온 구동 모드는 상기 제어부의 제어 신호에 따라 냉각수 예열부의 예열 밸브를 구동하는 예열 라인 작동 단계를 포함하고, 상기 예열 라인 작동 단계는, 상기 개질기의 배기 가스 라인과 열교환을 이루는 냉각수 예열부의 예열 밸브의 개폐를 조절할 수도 있다.

효 과

<16> 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 및 이의 제어 방법은 다음과 같은 효과를 갖는다.

<17> 첫째, 본 발명에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 및 이의 제어 방법은, 모드 제어 구동부의 연료 조절 밸브부를 통하여, 과열로 인한 연료 전지 스택부의 내부 구성요소의 열화를 방지하고 연속적인 운전 상태를 유지할 수 있도록 한다.

<18> 둘째, 본 발명에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 및 이의 제어 방법은, 모드 제어 구동부의 냉각수 조절 밸브부를 통하여 냉각수 유량 제어를 통하여 연료 전지 스택부 내의 최적화된 온도 유지를 통하여 최적의 전력 생성을 가능하게 할 수도 있다.

<19> 셋째, 본 발명에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 및 이의 제어 방법은, 저온 구동 상태라고 판단되는 경우, 제어부는 냉각수 예열을 통한 적절한 온도의 냉각수를 연료 전지 스택부에 제공하여 촉매의 최적 운전 조건을 제공함으로써, 신속한 전력 생산 및 최적의 상태를 유지할 수 있도록 할 수 있다.

<20> 넷째, 본 발명에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 및 이의 제어 방법은, 간단한 구조의 배선 라인 및 열 교환기를 통하여 최적의 운전 성능을 확보할 수 있도록 함으로써, 제조 비용 등을 포함한 생산

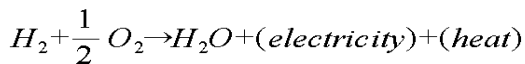
원가를 최적화시킬 수도 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <21> 이하에서는 본 발명에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치 및 이의 제어 방법에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.
- <22> 도 1에는 본 발명의 일실시예에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치(이하, 연료 전지 장치)에 대한 개략적인 블록 구성도가 도시되고, 도 2에는 본 발명의 일실시예에 따른 연료 전지 장치에 대한 개략적인 구성도가 도시된다. 본 발명의 일실시예에 따른 연료 전지 장치(10)는 연료 공급부(100)와, 공기 공급부(200)와, 연료 전지 스택부(300)와, 연료 전지 냉각부(400)와, 센서부(500), 모드 제어 구동부(700) 및 제어부(600)를 포함하는데, 애노드와 캐소드를 구비하는 연료 전지 스택부(300)에 연료 공급부(100)와 공기 공급부(200)가 각각 연료(보다 구체적으로, 수소) 및 공기를 공급하여 전기 에너지를 생성한다.
- <23> 연료 공급부(100)는 연료 저장부(110)와 개질기(120)를 구비한다. 연료 저장부(110)는 하기되는 연료 전지 스택부(300)에 주입되는 수소를 생성하기 위한 연료를 저장하는데, 사용되는 연료는 메탄올, 에탄올, 액화 석유가스(LPG), 액화 천연 가스(LNG) 또는 가솔린 등과 같은 탄화수소 계열의 액체 또는 기체 연료를 포함한다. 연료 저장부(110)에 저장된 탄화 수소 연료는 컴프레서(111)를 통하여 개질기(120)로 전달되는데, 컴프레서(111)는 하기되는 제어부(600)와 전기적 소통을 이루어 제어부(600)의 제어 신호에 따라 작동하여 개질기(120)로의 탄화 수소 연료 공급을 제어한다. 개질기(120)는 연료 저장부(110)에 저장된 연료를 개질(reforming)하여 수소로 전환하기 위한 장치로서, 설계 사양에 따라 다양한 구성을 취할 수 있는데, 본 발명의 일실시예에 따른 개질기(120)는 수증기-연료 개질 반응을 위한 이중관 개질기 구조를 취한다. 즉, 도 3에는 본 발명의 일실시예에 따른 개질기(120)의 개략적인 단면도가 도시되는데, 개질기(120)는 개질 버너 내관(121)과 개질 외관(123)을 구비하는데, 개질 버너 내관(121)은 개질 외관(123)보다 작은 직경을 지니며 개질 외관(123)의 중심을 관통하여 배치되는 구성을 취한다. 개질 외관(123)의 외부에는 개질기 하우징(125)이 배치되는데, 개질기 하우징(125)은 내부 공간을 형성하여 개질기의 다른 구성요소들이 수용되도록 형성되고, 외부로의 열 손실을 방지하기 위하여 개질기 하우징(125)은 단열 구조를 취한다. 개질 버너 내관(121)의 일단은 버너 연료/공기 유입 라인(126)과 연결되고 타단은 개질기 배기 가스 라인(127)과 연결된다. 개질 버너 내관(121)에는 버너 토치(129)가 배치되는데, 예를 들어 하기되는 제어부(600)의 제어 신호에 따라 작동할 수 있는 버너 토치(129)에 의하여 발생된 스파크에 의하여 버너 연료/공기 유입 라인(126)을 통하여 유입된 연료가 연소되어 개질기 배기 가스 라인(127)을 따라 배출된다.
- <24> 개질 외관(123)의 일측에는 연료 저장부(110)로부터 제공되는 연료를 유입시키기 위한 연료 공급 라인(124a)과 물을 제공하기 위한 물 공급 라인(124b)이 배치되고, 개질 외관(123)의 타측에는 개질된 연료 등을 연료 전지 스택부(300)로 전달하기 위한 개질 연료 라인(124c)이 배치된다. 개질 외관(123)과 개질 버너 내관(121)의 사이에는 개질기 촉매(122)가 배치되는데, 개질기 촉매(122)는 Cu-Zn계 촉매가 사용될 수도 있고, 실리카(SiO₂) 및/또는 알루미늄(Al₂O₃)의 담체에 구리(Cu), 백금(Pt) 등의 촉매 물질이 담지된 구조를 취할 수도 있는 등 연료의 종류 및 설계 사양에 따라 다양한 구성이 가능하다. 연료 공급 라인(124a) 및 물 공급 라인(124b)을 통하여 유입된 연료는 개질 버너 내관(121)의 내측에서 발생하는 버너 연소에 의하여 발생하는 열에 의하여 수증기와 연료를 통한 개질이 이루어져 수소 등을 포함한 개질 연료가 개질 연료 라인(124c)을 통하여 연료 전지 스택부(300)로 공급된다. 여기서, 도시되지는 않았으나, 개질기(120)의 예열을 위한 예열기가 내부에 더 구비되는 구조를 취할 수도 있는 등 다양한 구성이 가능하다. 또한, 여기서 도시되지는 않았으나, 개질기(120)는 유해 물질 제거부를 더 구비하여, 촉매 반응, 흡착 반응, 또는 막분리와 같은 방법을 통하여 일산화탄소 등의 유해 물질이 제거된 개질 연료가 개질 연료 라인(124c)을 통하여 연료 전지 스택부(300)로 공급될 수 있도록 함으로써, 유해 가스에 의한 연료 전지에 구비되는 촉매 등의 피독으로 인한 연료 전지 장치의 성능 저하를 방지할 수 있다.
- <25> 공기 공급부(200)는 연료 전지 스택부(300)에서의 산소의 환원 반응을 형성하기 위한 산소를 제공한다. 즉, 공기 공급부(200)는 외부 공기를 유입하기 위한 공기 유입부(210) 및 이에 연결된 공기 유입 라인(211)을 구비하는데, 공기 유입 라인(211)의 일단은 연료 전지 스택부(300)의 공기 유입구와 연결되어 연료 전지 스택부(300)에 공기 유입을 허용한다. 공기 유입 라인(211) 상에는 컴프레서와 같은 공기 공급기(220)가 구비되어 연료 전지 스택부(300)로의 공기 유입을 보다 원활하게 할 수 있다.
- <26> 연료 전지 스택부(300)는 연료 공급부(100) 및 공기 공급부(200)와 연결되고 전해질막과 전해질막을 사이에 두고 서로 대향하여 배치되는 애노드(anode) 및 캐소드(cathode)를 구비한다. 도 4에는 본 발명의 일실시예에 따

른 연료 전지 스택부(300)의 개략적인 부분 단면도가 도시되는데, 연료 전지 스택부(300)는 애노드(310), 캐소드(320) 및 전해질막(330)으로 이루어지는 막 전극 어셈블리(MEA:membrane electrode assembly, 300')를 구비하는 단위 셀이 복수 개 직렬 배치되는 멀티 셀 타입의 스택 구조를 취한다. 단위 셀로서의 MEA(membrane electrode assembly, 300')를 구비하는 연료 전지 스택부(300)는 애노드(310)과 캐소드(320)과 전해질막(330)을 구비하는데, 전해질막(330)은 애노드(310)과 캐소드(320)의 사이에 배치된다. 전해질막(330)은 수소 이온을 전달할 수 있는 고분자 박막으로 형성되고, 애노드(310) 및 캐소드(320)는 예를 들어 카본 페이퍼와, 카본 페이퍼에 도포된 촉매와 PTFE(polytetrafluoroethylene)와 같은 소수성 재료(hydrophobic agent) 등을 포함하는 구성을 취할 수도 있는데, 애노드(310)과 캐소드(320)는 동일한 구조를 취한다. 촉매는 백금 촉매일 수도 있고, 백금(Pt)과 루비듐(Ru), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 몰리브덴(Mo) 중의 하나 이상으로 이루어지는 백금 합금으로 구성되는 구조를 취할 수도 있는 등 다양한 구성이 가능하다. 막 전극 어셈블리(300')의 외측에는 기체 확산층(GDL, gas diffusion layer, 340)이 구비되고, 기체 확산층(340)의 외측에 분리판(350)이 구비되는 구성을 취할 수 있는데, 분리판(350)에는 각각 수소 등의 개질 연료/공기의 유입을 허용하는 분리판 채널(미도시)이 형성되고 분리판 채널(미도시)을 통하여 유입된 수소 등의 개질 연료/공기는 각각의 기체 확산층(340)을 통하여 애노드(310) 및 캐소드(320)를 향하여 균일하게 제공 확산된다. 각각의 분리판(350)은 외부 전기 회로와 연결되어 애노드(310) 및 캐소드(320) 간의 전기적 소통을 이루는데, 분리판(350)은 전기 전도성 및 내부식성이 우수한 재질로 형성될 수도 있다.

<27> 즉, 수소 분자로부터 분리된 전자는 애노드(310)에서 기체 확산층(340), 분리판(350) 및 외부 전기 회로(미도시)를 통하여 캐소드(320)로 전달되는데, 이 과정은 다음과 같은 화학식으로 표현될 수 있다.



<28>

<29> 여기서, 부산물로서 생성된 물은 캐소드로부터 기체 확산층을 거쳐 캐소드 측 분리판에 형성된 채널로 전달되는데, 이와 같은 전달이 보다 용이하게 이루어질 수 있도록 캐소드 측 기체 확산층이 PTFE로 코팅될 수도 있다.

<30> 분리판(350)의 외측에는 냉각 플레이트(360)가 구비되고 냉각 플레이트(360)에는 냉각수가 유동하는 냉각수 채널이 형성되어 연료 전지 스택부(300)에서 발생하는 열을 방열하는 구성을 취할 수 있다. 도 4에서 본 발명의 연료 전지 스택부(300)의 설명을 용이하게 하기 위하여 단위 셀이 도시되었으나, 복수 개가 스택 구조로 복수 개가 적층될 수도 있고 복수 개가 적층된 구조의 연료 전지 스택부의 최외곽 단부에는 엔드 플레이트로 형상 고정되는 구조를 취할 수도 있는 등 다양한 구성이 가능하다.

<31> 연료 전지 냉각부(400)는 연료 전지 스택부(300)에서 생성된 열과 열교환을 이루어 연료 전지 스택부(300)를 냉각한다. 연료 전지 냉각부(400)는 냉각수 라인(410;411,412)와 냉각수 방열부(420)과 냉각수 펌프(430)를 구비한다. 냉각수 라인(410;411,412)는 연료 전지 스택부(300)의 상류와 연결되어 냉각수를 연료 전지 스택부(300)로 유입시키는 냉각수 유입 라인(411)과 연료 전지 스택부(300)의 하류와 연결되어 냉각수를 연료 전지 스택부(300)로부터 유출시키는 냉각수 유출 라인(412)을 구비한다. 냉각수 유입 라인(411) 측에는 냉각수 펌프(430)가 구비되어 냉각수의 수압을 증대시켜 연료 전지 스택부(300)로의 냉각수 유동이 원활해지도록 강제 유동시킨다. 냉각수 유입 라인(411)과 냉각수 유출 라인(412)의 사이에는 냉각수 방열부(420)가 구비되는데, 냉각수 방열부(420)는 냉각수의 일정 용량을 수용할 수 있도록 하여 냉각수가 열을 방출하여 냉각되는 과정을 수행한다. 냉각수 방열부(420)는 외부 냉각수 공급원(4)과도 연결되는데, 냉각수 방열부(420)와 외부 냉각수 공급원(4)과의 연결은 냉각수 공급 밸브(421)를 통하여 이루어진다. 하기되는 제어부(600)의 제어 신호에 따라 냉각수 공급 밸브(421)가 작동하여 냉각수의 보충이 제어된다. 냉각수 유출 라인(412) 상으로 냉각수 방열부(420)의 하류에는 냉각수의 역류를 방지하기 위한 냉각수 체크 밸브(413)가 더 구비될 수도 있다.

<32> 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 연료 전지 장치(10)는 모드 제어 구동부(700)를 포함하는데, 모드 제어 구동부(700)는 연료 전지 스택부(300)의 과열로 인한 열화를 방지하기 위하여 연료 조절 밸브부(703) 및 냉각수 조절 밸브부(706)를 포함한다. 연료 조절 밸브부(703)는 연료 조절 밸브(701)와 연료 조절 밸브 구동기(702)를 포함하는데, 연료 조절 밸브(701)는 개질 연료를 연료 전지 스택부(300)로 공급하는 개질 연료 라인(124c)의 상에 연료 전지 스택부(300)의 상류로 개질기(120)와의 사이에 배치된다. 연료 조절 밸브 구동기(702)는 연료 조절 밸브(701)와 연결되는데, 하기되는 제어부(600)로부터의 제어 신호에 따라 연료 조절 밸브(701)를 조정하여 개질 연료 라인(124c)을 따라 연료 전지 스택부(300)로 유입되는 개질 연료의 유량을 제어한다. 냉각수 조절 밸브부(706)는 연료 전지 스택부(300)로 연료 전지 냉각부(400)를 통하여 순환 유입되는 냉각수의 유량을 제어한다. 즉, 냉각수 조절 밸브부(706)는 냉각수 조절 밸브(704)와 냉각수 조절 밸브 구동기(705)를 포함하는데,

냉각수 조절 밸브(704)는 냉각수 유입 라인(411) 상으로 연료 전지 스택부(300)의 상류에 배치된다. 냉각수 조절 밸브 구동기(705)는 냉각수 조절 밸브(704)와 연결되는데, 냉각수 조절 밸브 구동기(705)는 제어부(600)의 제어 신호에 따라 작동하여 냉각수 조절 밸브(704)를 구동시킴으로써, 냉각수 유입 라인(411)을 따라 연료 전지 스택부(300)로 유입되는 냉각수의 유량을 조절한다.

<33> 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 연료 전지 장치(10)는 냉각수 예열부(707)를 구비한다. 냉각수 예열부(707)는 연료 전지 스택부의 내부 온도가 촉매 활성화를 위한 최적화 온도에 도달하지 못한 경우 연료 전지 스택부의 작동 성능을 최적화시킬 수 있는 온도에 신속하게 도달할 수 있도록 하는 저온 구동 제어 모드시 실행되는데, 냉각수 예열부(707)는 연료 전지 스택부로 유입되는 냉각수 예열을 가능하게 한다. 도 2에 도시된 본 발명의 일실시예에 따른 연료 전지 장치(10)의 냉각수 예열부(707)는 예열 밸브(710)와 예열 라인(720)을 구비한다. 예열 밸브(710)는 상기 연료 전지 스택부로 유입되는 냉각수 라인(410)의 상류, 보다 구체적으로 냉각수 유입 라인(411)과 냉각수 방열부(420) 사이에 배치되고 하기되는 제어부(600)의 제어 신호에 따라 개폐 제어된다. 여기서, 예열 밸브(710)는 3-웨이 밸브 타입으로 구성되는 것으로 도시되었으나, 예열 밸브(710)는 연료 전지 스택부로 유입되는 냉각수 라인(410)의 상류로 보다 구체적으로 냉각수 유입 라인(411)으로부터 분기되는 예열 라인(720) 상에 배치되는 밸브 타입으로 구성될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 구성이 가능하다.

<34> 예열 라인(720)은 일단이 냉각수 유입 라인(410)에 배치되는 예열 밸브(710)와 연결되어 냉각수 유입 라인(411)으로부터 분기되고 타단이 냉각수 라인(410)의 예열 밸브(710)의 하류에 연결되어 냉각수 유입 라인(411)과 합류하여 냉각수 유입 라인(411) 및 예열 밸브(710)와 유체 소통을 이룬다. 예열 라인(720)은 예열 밸브(710)를 통하여 냉각수 유입 라인(411)으로부터 분기되어 예열 교환기(750)와 열 교환을 이룬다. 본 발명의 일실시예에 따른 예열 교환기(750)는 개질기(120)의 개질기 배기 가스 라인(127) 상에 배치되는데, 예열 라인(720)은 예열 교환기(750)에서 개질기 배기 가스 라인(127)과 대향류 구조(counter flow)를 취한다. 경우에 따라, 예열 라인(720)이 개질기 배기 가스 라인(127)을 나선형 구조로 둘러싸는 구조를 취할 수도 있는 등 열교환이 원활하게 이루어질 수 있도록 하는 범위에서 다양한 구조를 취할 수 있다.

<35> 예열 라인(720)이 냉각수 유입 라인(411)과 합류하는 지점으로 예열 라인(720)의 상류 측에는 냉각수 유입 라인(411)으로부터의 냉각수 역류를 방지하기 위한 바이패스 체크 밸브(445)가 더 구비되는 구조를 취할 수도 있다. 또한, 냉각수 라인(411)과 예열 라인(720)의 합류 후 하류측에는 냉각수 혼합기(447)가 더 구비될 수도 있다. 냉각수 혼합기(447)는 냉각수 라인(411)과 예열 라인(720)의 합류 지점 하류에 배치되어 서로 다른 온도, 즉 양자 간에 온도차가 있는 냉각수의 혼류를 보다 용이하게 하여 연료 전지 스택부(300)로 유입되는 냉각수의 온도를 제어 조건에 맞도록 유지할 수 있다. 연료 전지 스택부(300)가 저온 운전시, 냉각수 예열부(707)의 예열 교환기(743)에서는 개질기 배기 가스 라인(127)을 통하여 토출되는 개질기 토출 가스를 작동 유체로 사용하여 연료 전지 스택부(300)로의 유입전 냉각수와 열교환이 이루어진다. 즉, 연료 전지 스택부(300)의 온도가 저온 운전 상태인 경우, 고온의 개질기 배기 가스 라인(127)을 통하여 토출되는 개질기 토출 가스와 연료 전지 스택부(300)의 유입전 냉각수 간의 열교환을 통하여 냉각수로 열전달을 이루고 냉각수를 고온으로 변환하여 이를 연료 전지 스택부(300)로 유입시킴으로써, 연료 전지 스택부(300)의 작동이 최적 상태를 이루는 온도로의 도달 시간을 최소화시켜 연료 전지 작동 성능을 증대시킬 수 있다.

<36> 센서부(500)는 본 발명의 일실시예에 따른 연료 전지 장치 각각의 구성요소에 대한 상태를 감지하고 이를 하기되는 제어부(600)로 전달한다. 센서부(500)는 냉각수 온도 센서(510;511,512), 연료 전지 온도 센서(520;521,522,523), 냉각수 유량계(540) 및 연료 유량계(530)를 포함한다. 냉각수 온도 센서(510;511,512)는 냉각수 유입 온도 센서(511)와 냉각수 유출 온도 센서(512)를 포함하는데, 냉각수 유입 온도 센서(511)는 연료 전지 스택부(300)의 상류로 연료 전지 냉각부(400)의 냉각수 유입 라인(411) 상에 배치되어 연료 전지 스택부(300)로 유입되는 냉각수의 온도를 감지하고, 냉각수 유출 온도 센서(512)는 연료 전지 스택부(300)의 하류로 연료 전지 냉각부(400)의 냉각수 유출 라인(412) 상에 배치되어 연료 전지 스택부(300)를 거쳐 유출되는 냉각수의 온도를 감지한다. 또한, 연료 전지 온도 센서(520;521,522,523)는 공기 유입 온도 센서(521)와 개질 연료 유입 온도 센서(522)와 스택 배기 온도 센서(523)를 구비하는데, 공기 유입 온도 센서(521)는 연료 전지 스택부(300)의 상류로 공기 공급부(200)의 공기 유입 라인(211) 상에 배치되어 연료 전지 스택부(300)로 유입되는 공기, 즉 산소의 온도를 감지 및 측정하고, 개질 연료 온도 센서(522)는 연료 전지 스택부(300)의 상류로 개질 연료 라인(124c) 상에 배치되어 유입되는 수소 등의 개질 연료의 온도를 감지하며, 스택 배기 온도 센서(523)는 연료 전지 스택부(300)의 하류로 연료 전지 스택부(300)로부터의 가스 배기를 위한 스택 배기 라인(350)에 배치되어 배기되는 가스의 온도를 감지한다. 각각의 냉각수 온도 센서 및 연료 전지 온도 센서는 제어부(600)와 전기적 소통을 이루어 각각이 감지한 신호는 제어부(600)로 전달된다.

- <37> 냉각수 유량계(540)는 냉각수 유입 라인(411) 상으로 연료 전지 스택부(300)의 상류에 배치되어 냉각수 유입 라인(411)을 통하여 연료 전지 스택부(300)로 유입되는 연료 전지 냉각부(400)에서 순환되는 냉각수의 유량을 검출한다. 또한, 연료 유량계(530)는 개질 연료 라인(124c) 상으로 연료 전지 스택부(300)와 개질기(120)의 사이에 배치되어 개질 연료 라인(124c)을 통하여 연료 전지 스택부(300)로 유입되는 연료의 유량을 측정한다.
- <38> 제어부(600)는 연료 공급부(100)의 컴프레서(111), 연료 전지 냉각부(400)의 냉각수 펌프(430)와 전기적 소통을 이루어 각각의 구성 요소의 작동을 위한 제어 신호를 인가하고 센서부(500)와 전기적 소통을 이루어 이들의 감지 작동을 위한 제어 신호를 인가하거나 이들로부터 감지된 신호 및 사용자에게 의하여 입력된 작동 모드에 대한 입력 명령에 기초하여 연료 전지 장치의 작동을 제어한다. 또한, 본 발명에 따른 제어부(600)는 센서부(500)의 감지 신호에 기초하여 모드 제어 구동부(700), 즉 연료 조절 밸브부(703), 냉각수 조절 밸브부(706) 및 냉각수 예열부(707)의 작동 여부를 판단하여 제어 모드를 선택하고 제어 신호를 인가한다. 즉, 제어부(600)는 사용자에게 의한 작업 모드 및 센서부(500)의 감지 신호에 기초하여 제어 모드를 선택하는데, 제어 모드는 연료 공급을 완전 차단하기 위한 첫 다운 모드, 연료 유량을 제어하여 연속 운전 상태를 유지하되 연료 전지 스택부의 과열을 방지하기 위한 연료 제어 모드, 연료 유량을 조절할 필요없이 냉각수의 유량 제어를 통하여 연료 전지 스택부의 최적 운전 상태를 유지할 수 있는 냉각수 제어 모드를 포함한다. 예를 들어, 제어부(600)가 감지된 신호에 기초하여 선택한 제어 모드가 저온 구동 모드인 경우 제어부는 냉각수 예열부(707)의 예열 밸브(710)의 작동을 위한 제어 신호 인가 여부를 판단하여 개폐 제어를 실행하고 냉각수 예열을 위하여 바이패스되는 냉각수의 유량을 제어하여 연료 전지 스택부(300)로 유입되는 냉각수의 온도를 적절하게 형성한다. 제어부(600)는 제어 모드를 선택하는 기준으로서, 저온 구동 온도(TL), 스택 배기 온도(Ts), 연료 전지 스택부(300)의 냉각수 유출 라인(412)에서 측정 냉각수 온도(Tw), 하기되는 저장부(800)에 사전 설정되어 저장되는 연료 유량 데이터 및 냉각수 유량 데이터로부터 판단한다.
- <39> 저장부(800)는 제어부(600)와 전기적 소통을 이루며, 과열로 인한 연료 전지 스택부의 성능 저하를 방지하기 위하여 제어 모드 선택을 위한 기준 값으로서의 연료 유량 데이터, 냉각수 유량 데이터 및 각종 사전 설정 값을 저장할 수 있다. 연료 유량 데이터(도 10 참조)는 다수 개의 사전 설정 스택 배기 가스 설정 온도(Top1, Top2, Top3, ...)가 일정하게 유지할 수 있도록, 냉각수 유출 라인(412)에서 얻어진 냉각수 온도(Tw)에 대한 연료 유량($\dot{m}_f$) 값을 나타내는데, 이는 사전 실행되는 실험을 통하여 얻어져 저장부(800)에 사전 저장될 수 있다.
- <40> 냉각수 유량 데이터(도 8 참조)는 다수 개의 연료 유량($\dot{m}_f$)을 일정하게 유지된 상태에서, 연료 전지 스택부의 온도를 일정하게 유지할 수 있도록 필요한 냉각수 유량($\dot{m}_w$)을 스택 배기 가스 온도(Ts)에 대하여 나타낸 것으로, 이러한 냉각수 유량 데이터도 사전 실험을 통하여 얻어져 저장부(800)에 사전 저장될 수 있다. 여기서, 이러한 연료 유량 데이터 및 냉각수 유량 데이터는 연료 전지 스택부의 과도한 온도 상승 방지 및 최적의 연속적 운전 상태 유지를 위한 제어 모드의 일례로 도시된 것으로 본 발명에 따른 연료 전지 장치(10)의 데이터들이 이에 국한되는 것은 아니다.
- <41> 연산부(900)는 제어부(600)와 전기적 소통을 이루는데, 제어부(600)의 제어 신호에 따라 소정의 신호에 대한 연산값을 산출한다. 예를 들어, 제어부(600)로부터의 제어 신호에 따라 상기 연료 유량 데이터 및/또는 냉각수 유량 데이터에 부재한 값을 산출하기 위하여 보간법을 통한 연산 과정을 연산부(900)가 수행한다.
- <42> 이하에서는, 도면을 참조하여 상기 실시예에 따른 연료 전지 장치의 제어 방법을 설명한다.
- <43> 먼저, 상기한 실시예의 구성을 이루는 연료 전지 장치의 제공이 이루어진다(S10). 상기 실시예에 기술된 연료 전지 장치와 동일한 구조를 취하므로 연료 전지 장치의 구성에 대한 설명은 상기한 바로 대체한다.
- <44> 그런 후, 센서부(500)는 각각의 구성 요소 중 연료 전지 스택부(300)의 스택 배기 가스 온도(Ts)를 감지한다(S20). 즉, 센서부(500)의 연료 전지 온도 센서(520) 중 스택 배기 온도 센서(523)는 스택 배기 라인(350)에서의 온도를 측정하여 스택 배기 라인(350)을 통하여 유출되는 배기 가스의 온도를 측정한다. 감지된 온도는 스택 배기 온도 센서(523)로부터 제어부(600)로 전달된다.
- <45> 스택 배기 온도 센서(523)로부터 스택 배기 가스의 온도를 입력받은 제어부(600)는, 스택 배기 가스 온도에 기초하여 모드 제어 구동부(700)가 수행하여야 할 제어 모드를 선택한다(S30). 즉, 도 6에는 단계 S30에 대한 구

체적 단계가 도시되는데, 제어부(600)는 입력받은 스택 배기 온도(T_s)를 저온 구동 온도(T_L), 냉각수 제어 온도(T_2) 및 연료 제어 온도(T_3) 중의 하나 이상과 비교하여, 저온 구동 모드, 냉각수 제어 모드 및 연료 제어 모드 중의 하나를 선택하는데, 먼저, 제어부(600)는 스택 배기 온도(T_s)를 저온 구동 온도(T_L)와 비교한다(S31). 스택 배기 온도(T_s)가 저온 구동 온도(T_L)보다 작은 경우, 제어부(600)는 실행되어야 할 제어 모드로 예열 라인 작동을 수행하는 저온 구동 제어 모드를 선택한다(S32). 반면, 스택 배기 온도(T_s)가 저온 구동 온도(T_L) 이상인 경우, 제어부(600)는 다시 스택 배기 온도(T_s)를 냉각수 제어 온도(T_2)와 비교한다(S33). 스택 배기 온도(T_s)가 냉각수 제어 온도(T_2)보다 작은 경우, 제어부(600)는 실행되어야 할 제어 모드로 냉각수 유량 제어를 통하여 연료 전지 스택부(300)의 작동 상태를 최적화시키는 냉각수 제어 모드를 선택한다(S34). 반면, 스택 배기 온도(T_s)가 냉각수 제어 온도(T_2) 이상인 경우, 제어부(600)는 또 다시 스택 배기 온도(T_s)를 연료 제어 온도(T_3)와 비교한다(S35). 여기서, 연료 제어 온도(T_3)는 냉각수 제어 온도(T_2)보다 큰 값을 가지고, 연료 제어 온도(T_3)는 연료 전지 스택부 내부의 고분자 중합체로 구성되는 전해질의 열화를 발생시키는 온도보다 낮은 온도의 값을 가진다. 스택 배기 온도(T_s)가 연료 제어 온도(T_3)보다 작은 경우, 제어부(600)는 스택 배기 온도 변화(ΔT_s)를 사전 설정 온도 임계 변화(ΔT_{cr})와 비교하고(S36), 스택 배기 온도 변화(ΔT_s)가 사전 설정 온도 임계 변화(ΔT_{cr})보다 작은 경우, 제어부(600)는 실행되어야 할 제어 모드로 연료 유량 제어를 통하여 연료 전지 스택부(300)의 연속적 작동을 유지하면서 열화를 방지하는 연료 제어 모드를 선택한다(S37). 여기서, 스택 배기 온도 변화(ΔT_s)는 사전 설정된 주기로 감지되는 스택 배기 온도(T_s)를 저장부(800)에 임시 저장되고 차후의 값과 비교를 통하여 산출될 수 있고, 사전 설정 온도 임계 변화(ΔT_{cr})는 저장부(800)에 사전 설정 저장되는데, 사전 설정 온도 임계 변화(ΔT_{cr})도 사전 실험을 통하여 얻어지며 이는 운전 조건에 따라 다양한 값이 선택될 수도 있다.

<46> 스택 배기 온도(T_s)가 연료 제어 온도(T_3) 이상이거나, 스택 배기 온도(T_s)가 연료 제어 온도(T_3)보다 작더라도 스택 배기 온도 변화(ΔT_s)가 사전 설정 온도 임계 변화(ΔT_{cr}) 이상인 경우, 제어부(600)는 셋 다운 모드를 제어 모드로 선택한다(S38).

<47> 그런 후, 제어부(600)는 단계 S30에서 선택된 각각의 제어 모드를 수행한다(S40). 즉, 제어부(600)는 단계 S30에서 선택된 각각의 제어 모드에 해당하는 제어 신호를 모드 제어 구동부(700)로 인가하고 신호를 전달받은 모드 제어 구동부(700), 즉 연료 조절 밸브부(703), 냉각수 조절 밸브부(706) 및 냉각수 예열부(707)를 구동시킨다.

<48> 제어부(600)가 선택한 제어 모드가 연료 제어 모드인 경우, 제어부(600)는 연료 제어 모드를 수행한다(S300). 도 9에는 연료 제어 모드에 대한 흐름도가 도시되는데, 먼저, 제어부(600)는 냉각수 온도(T_w)를 감지한다(S310). 여기서 냉각수 온도(T_w)는 상기한 바와 같이 연료 전지 스택부(300)로부터 배출되는 냉각수의 냉각수 유출 라인(412)으로 연료 전지 스택부(300)의 하류에서 측정된 냉각수 온도를 나타낸다. 그런 후, 제어부(600)는 감지된 냉각수 온도(T_w)와 연료 유량 데이터로부터 연료 전지 스택부(300)의 과열로 인한 열화 내지 파손

을 방지하되 연속 운전 상태를 유지할 수 있도록 하는 연료 유량($\dot{m}_{fc}$)을 산출한다(S320). 도 10에는 연료 유량 데이터에 대한 선도가 도시되는데, 이는 사전 실험을 통하여 얻어질 수 있는 것으로 연료 전지 스택부에 대한 다수 개의 사전 설정 스택 배기 가스 설정 온도($Top1, Top2, Top3, \dots$)에 대한 값을 가지는데, 감지된 냉각수 온도(T_w)와 연료 유량 데이터로부터 운전자에 의하여 설정되는 연료 전지 스택부의 최적화된 운전을 이룰 수 있는 약 80℃ 부근의 사전 설정 스택 배기 가스 설정 온도($Top1, 2, 3$)를 연료 전지 장치(300)가 유지할 수 있도록

하는, 감지된 냉각수 온도(T_w)에 대한 개질 연료의 연료 유량($\dot{m}_{fc}$)을 얻을 수 있다. 운전자에 의하여 사전 설정되는 스택 배기 가스 설정 온도값이 연료 유량 데이터의 선도 상에 존재하지 않는 경우, 하기되는 연산부가

보간법 등을 통하여 최적값을 산출할 수도 있다. 그런 후, 제어부(600)는 목표값으로서의 연료 유량($\dot{m}_{fc}$)에 대응하는 제어 신호를 모드 제어 구동부(700)의 연료 조절 밸브부(703)의 연료 조절 밸브 구동기(702)로 인가하고, 연료 조절 밸브 구동기(702)는 제어 신호에 따라 구동되어 개질 연료 라인(124c)을 따라 연료 전지 스택부

(300)로 소정의 산출된 연료 유량($\dot{m}_{fc}$)의 연료가 유입되도록 한다(S330). 경우에 따라, 제어부(600)는 연료 유량계(530)로부터의 주기적 입력 신호를 통하여 정확한 유량 제어가 수행되는지를 판단하는 별도의 제어 단계를 더 수행할 수도 있다.

<49> 또한, 제어부(600)가 선택한 제어 모드가 냉각수 제어 모드인 경우, 제어부(600)는 냉각수 제어 모드를 수행한

다(S200). 도 7에는 냉각수 제어 모드에 대한 흐름도가 도시되는데, 먼저 제어부(600)는 연료 유량($\dot{m}_f$)을 감지한다(S210). 연료 유량 감지는 센서부(500)의 연료 유량계(530)가 측정하는데, 연료 유량계(S530)에서 감지된 연료 유량값에 대한 신호는 제어부(600)로 전달된다. 그런 후, 제어부(600)는 연료 유량 신호와 기 감지된 스택 배기 온도(T_s)와 저장부(800)에 저장된 냉각수 유량 데이터(도 8 참조)로부터 냉각수 유량을 산출한다(S220). 도 8에서, 다수 개의 연료 유량값에 대하여 연료 전지 스택부(300)의 내부 온도를 최적화된 상태로 유지하기 위하여 내부 열량을 제거하기 위해 필요한 냉각수 유량($\dot{m}_w$)을 스택 배기 가스 온도(T_s)에 대하여 도

출한 것으로 이는 사전 실험을 통하여 얻을 수 있다. 그런 후, 산출된 냉각수 유량($\dot{m}_w$)에 대응하는 신호를 제어부(600)는 모드 제어 구동부(700)의 냉각수 조절 밸브부(706)로 전달하여, 냉각수 조절 밸브 구동기(705)를 구동하여 냉각수 조절 밸브(704)를 조절하여 소정의 냉각수 유량이 소통되도록 한다(S230). 경우에 따라, 제어부(600)는 냉각수 유량계(540)로부터의 주기적 입력 신호를 통하여 정확한 유량 제어가 수행되는지를 판단하는 별도의 제어 단계를 더 수행할 수도 있다.

<50> 또 한편, 제어부(600)가 선택한 제어 모드가 저온 구동 모드인 경우, 제어부(600)는 신속한 구동을 위한 냉각수 예열 모드 실행이 필요하다고 판단하여 냉각수 예열부(707)의 작동을 위한 제어 신호를 인가한다(S100). 제어부(600)의 제어 신호에 따라 냉각수 예열부(707)의 예열 밸브(710)가 작동하여 냉각수 유입 라인(411)을 통하여 유입되는 냉각수의 유로를 예열 라인(720)으로 분류시킨다. 분기된 냉각수의 유동은 예열 라인(720)을 따라 관류하여 예열 교환기(750)를 유동한다. 예열 교환기(750)에서 예열 라인(720)을 관류하는 냉각수는 개질기 배기 가스 라인(127)을 통하여 배출되는 연소 배기 가스와 열교환을 이루고 바이패스 체크 밸브(445)를 거쳐 다시 냉각수 유입 라인(411)과 합류하고, 경우에 따라 냉각수 혼합기(447)에서 고온의 냉각수와 저온의 냉각수가 혼합되어 열교환을 이루어 균일한 온도의 냉각수를 형성하여 연료 전지 스택부(300)로 유입된다. 경우에 따라, 상기 실시예들에서 각각의 저온 구동 제어 모드, 냉각수 유량 제어 모드, 연료 제어 모드 등의 제어 모드가 수행된 후 감지 단계로 복귀되어 제어 과정을 반복적으로 수행할 수도 있다.

<51> 본 발명은 도면에 도시된 일실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

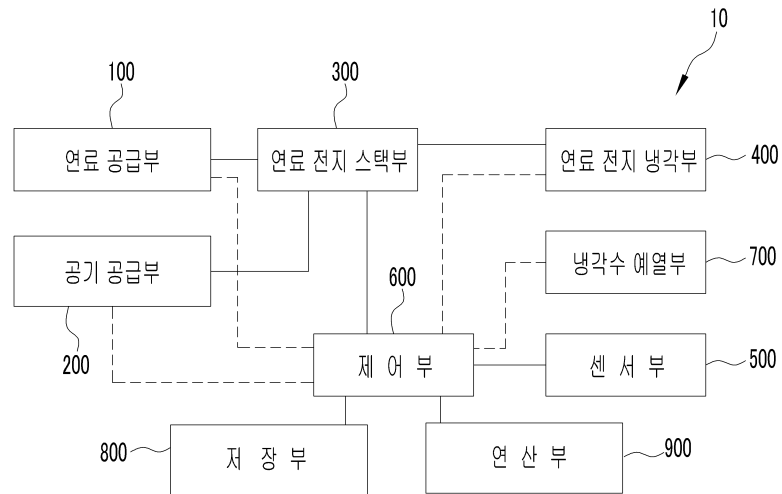
도면의 간단한 설명

- <52> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치의 개략적인 블록도이다.
- <53> 도 2는 도 1의 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치에 대한 개략적인 구성도이다.
- <54> 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치의 개질기에 대한 개략적인 단면도이다.
- <55> 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치의 연료 전지 스택부에 대한 개략적인 부분 단면도이다.
- <56> 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치의 제어 과정을 나타내는 흐름도이다.
- <57> 도 6은 도 5의 단계 S30에 대한 보다 구체적인 흐름도이다.
- <58> 도 7은 도 5의 단계 S200에 대한 보다 구체적인 흐름도이다.
- <59> 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치의 연료 유량 데이터에 대한 선도이다.
- <60> 도 9는 도 5의 단계 S300에 대한 보다 구체적인 흐름도이다.
- <61> 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른, 작동 성능 신뢰성 확보를 위한 연료 전지 장치의 냉각수 유량 데이터에 대한 선도이다.
- <62> *도면의 주요부분에 대한 부호의 설명*

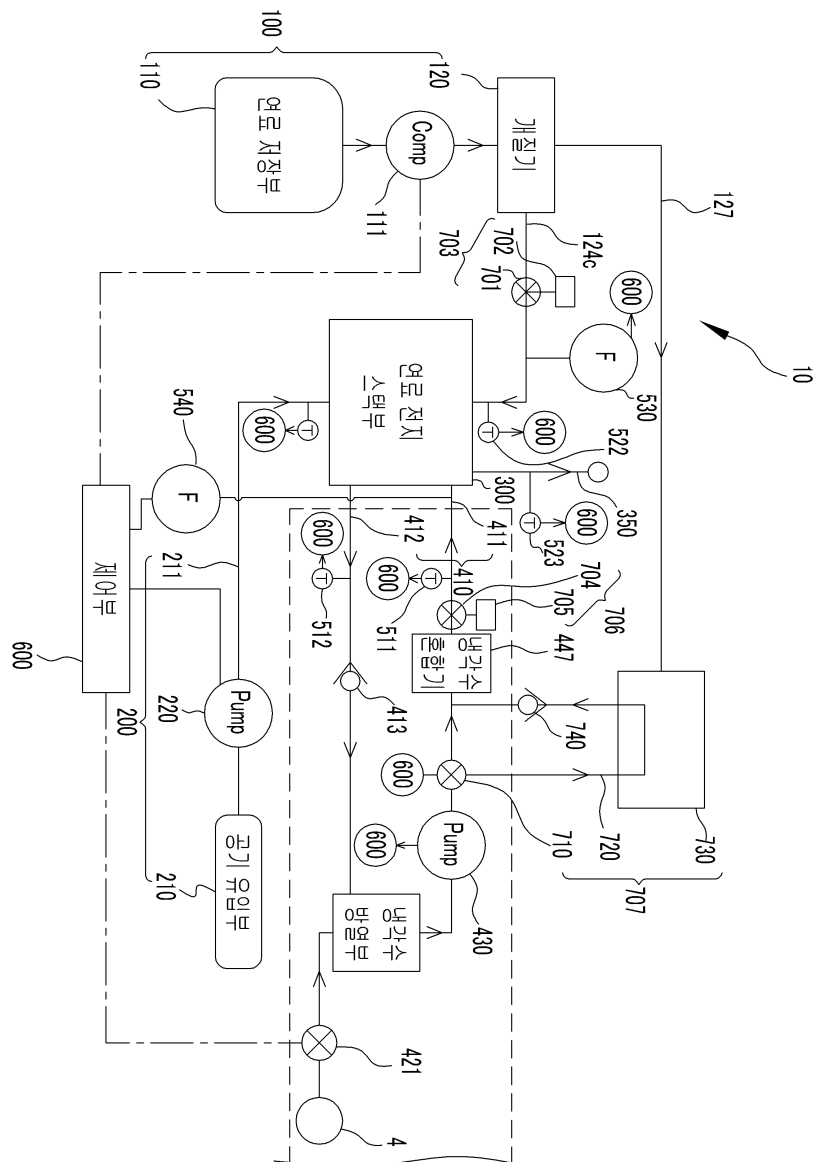
- <63> 10...연료 전지 장치 100...연료 공급부
- <64> 200...공기 공급부 300...연료 전지 스택부
- <65> 400...연료 전지 냉각부 500...센서부
- <66> 600...제어부

도면

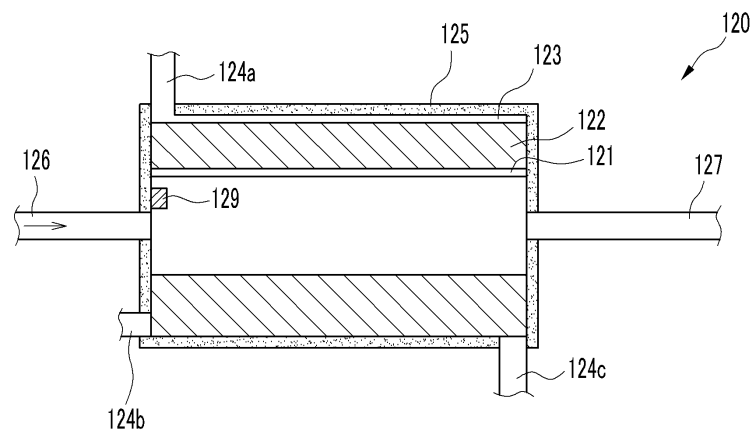
도면1



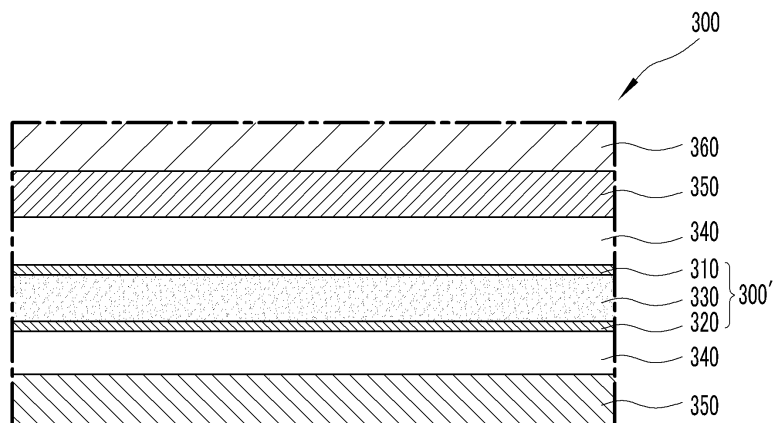
도면2



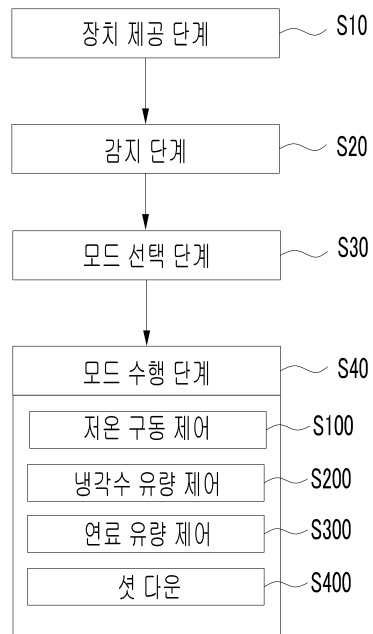
도면3



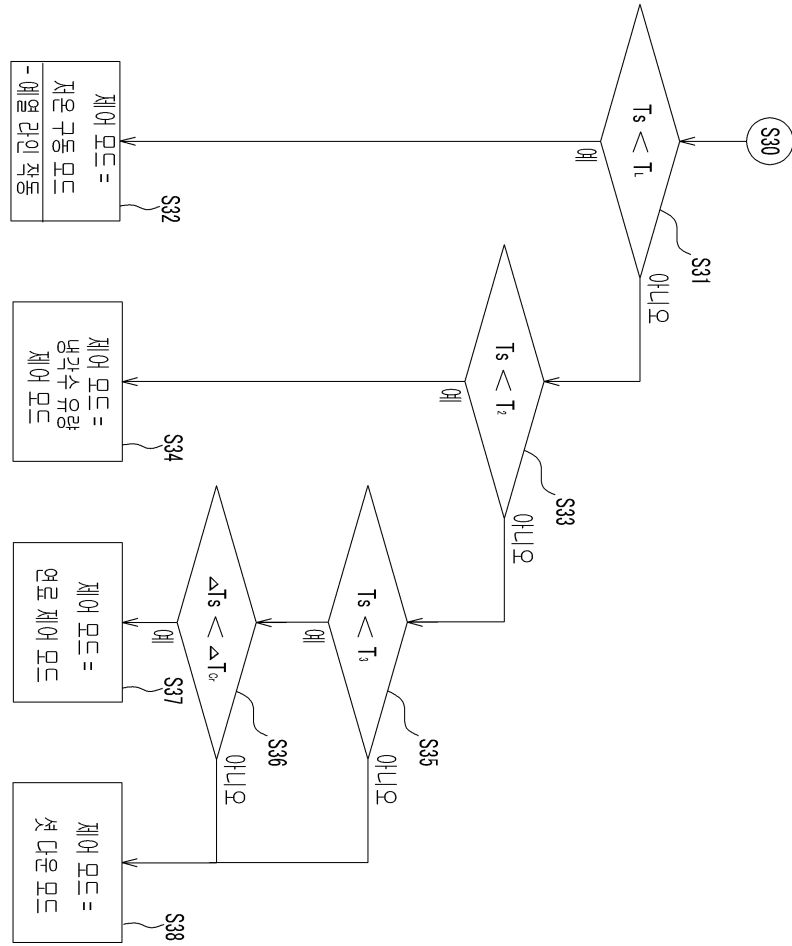
도면4



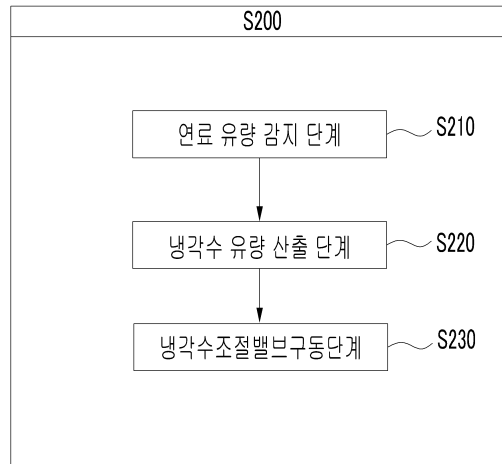
도면5



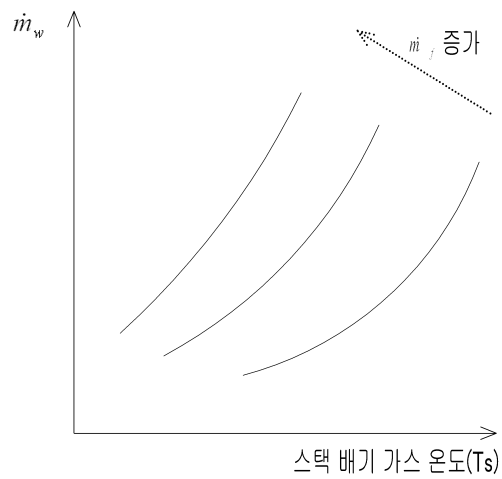
도면6



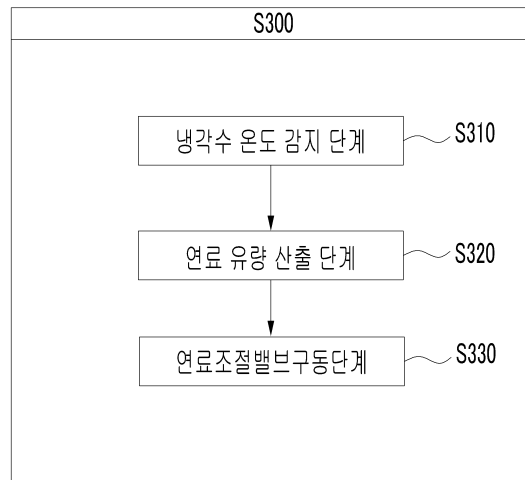
도면7



도면8



도면9



도면10

