(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월08일
(11) 등록번호 10-1766559
(24) 등록일자 2017년08월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/04 (2016.01) *H01M 8/12* (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/04029 (2013.01)
H01M 8/04343 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7011990
(22) 출원일자(국제) 2013년11월05일
심사청구일자 2015년05월07일
(85) 번역문제출일자 2015년05월07일
(65) 공개번호 10-2015-0067328
(43) 공개일자 2015년06월17일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/079945
(87) 국제공개번호 WO 2014/073547
국제공개일자 2014년05월15일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-247119 2012년11월09일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2010272342 A*
KR1020110021599 A*
JP2007027055 A*
JP평성05082150 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키가이샤
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이 3쵸메 3-1
(72) 발명자
나카모토 유키마사
일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 16-5 미츠비시 쥬고교 가부시키가이샤 내
후지타 가즈노리
일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 16-5 미츠비시 쥬고교 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
제일특허법인

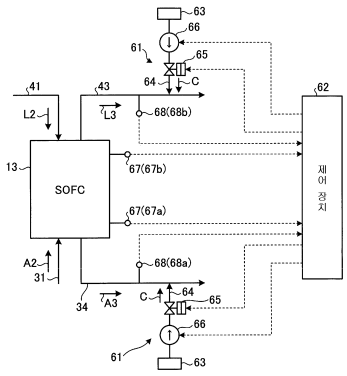
전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 임충환

(54) 발명의 명칭 **발전 시스템 및 발전 시스템에 따른 연료 전지 배기의 냉각 방법**

(57) 요 약

연료 전지에서 배출되는 배기의 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 현상이 있어도, 배기를 보내는 배기 라인에서의 배기 온도를 보호한다. SOFC(13)와, SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 보내는 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)과, SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 온도, 혹은 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)의 온도를 검출하는 온도 검출기(67)와, 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)의 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 냉각하는 배기 냉각 장치(61)와, 온도 검출기(67)에 의해 검출된 온도가 소정 온도를 초과한 경우, 배기 냉각 장치(61)를 기동하는 제어 장치(62)를 갖는다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01M 8/0435 (2013.01)
H01M 8/04402 (2013.01)
H01M 8/0441 (2013.01)
H01M 8/04716 (2013.01)
H01M 2008/1293 (2013.01)
Y02E 60/50 (2013.01)
Y02E 60/525 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

연료 전지와,

상기 연료 전지에서 배출되는 배기를 보내는 배기 라인과,

상기 연료 전지에서 배출되는 배기의 온도 또는 상기 배기 라인의 온도를 검출하는 온도 검출기와,

상기 배기 라인의 내부에 냉각재를 보내서 상기 배기 라인의 배기를 냉각하는 배기 냉각부와,

상기 연료 전지의 정격 운전시에 있어서의 배기 온도를 초과하는 소정 온도가 사전에 기억되며, 상기 온도 검출기에 의해 검출된 온도가 상기 소정 온도를 초과하면, 상기 배기 냉각부를 기동시키는 제어를 하고, 상기 온도 검출기에 의해 검출된 온도가 상기 소정 온도를 하회하면, 상기 배기 냉각부의 기동을 정지시키는 제어를 하는 제어부와,

상기 배기를 이용하는 장치에 도달하기 이전의 라인에 석출하는 냉각재를 추출하여 회수하는 물 회수부를 구비하는 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 물 회수부는, 상기 냉각재를 수용하는 회수 용기와, 상기 회수 용기에 상기 냉각재와 함께 상기 연료 전지에서 배출되는 배기가 보내진 경우에 해당 배기를 연소하는 연소 설비를 갖추는 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 배기 냉각부가,

냉각재를 저장하는 냉각재 저장부와,

상기 배기 라인과 상기 냉각재 저장부를 접속하는 냉각재 공급 라인과,

상기 냉각재 공급 라인에 설치된 냉각재 개폐 밸브와,

상기 냉각재 공급 라인에 설치되어 상기 냉각재 저장부에서 상기 배기 라인에 냉각재를 보내는 냉각재 압송기를 구비하고,

상기 제어부는 상기 온도 검출기에 의해 검출된 온도가 상기 소정 온도를 초과한 경우, 상기 냉각재 개폐 밸브를 개방 제어함과 동시에 상기 냉각재 압송기를 구동시키는 제어를 하고, 상기 온도 검출기에 의해 검출된 온도가 상기 소정 온도를 하회하는 경우, 상기 냉각재 개폐 밸브를 폐지 제어함과 동시에 상기 냉각재 압송기를 정지시키는 제어를 하는 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 냉각재 저장부에 냉각재로서 물이 저장되는 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

시스템 내에서 석출하는 물을 추출하여 회수하는 물 회수부를 갖추고, 해당 물 회수부에서 회수되는 물이 상기 냉각재 저장부에 냉각재로서 물이 저장되는 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 배기 라인의 압력을 검출하는 압력 검출기를 갖추고,

상기 제어부는, 상기 압력 검출기에서 검출한 압력에 기초하여, 상기 냉각재 압송기의 냉각재를 보내는 압력이 상기 배기 라인의 압력보다도 높아지도록 상기 냉각재 압송기를 제어하는 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 배기 라인이, 상기 연료 전지에서 배출되는 배(排) 공기를 보내는 배 공기 라인인 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 8

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 배기 라인이, 상기 연료 전지에서 배출되는 배(排) 연료 가스를 보내는 배 연료 라인인 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 9

연료 전지에서 배출되는 배기를 배기 라인으로 보내는 공정과,

상기 연료 전지에서 배출되는 배기의 온도가 소정 온도를 초과한 경우, 상기 배기 라인의 내부에 냉각재를 보내서 상기 배기 라인의 배기를 냉각하는 공정과,

상기 연료 전지로부터 배출되는 배기의 온도가 상기 소정 온도를 하회하는 경우, 상기 냉각재의 송출을 중단해서 상기 배기 라인의 배기의 냉각을 정지하는 공정과,

상기 배기를 이용하는 장치에 도달하기 이전의 라인에 석출하는 상기 냉각재를 추출하여 회수하는 공정을 갖는 것을 특징으로 하는

발전 시스템에 따른 연료 전지 배기의 냉각 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 연료 전지와 가스 터빈과 증기 터빈을 조합한 발전 시스템 및 발전 시스템에 따른 연료 전지 배기의 냉각 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 연료 전지로서의 고체산화물형 연료 전지(Solid Oxide Fuel Cell : 이하, SOFC)는 용도가 넓고 고효율인 연료 전지로서 알려져 있다. 이 SOFC는 이온 도전율을 높이기 위해 작동 온도가 높게 되어 있기 때문에 가스 터빈이 압축기에서 토출된 공기를 공기극 측에 공급하는 공기(산화제)로서 사용할 수 있다. 또한, SOFC는 이용할 수

없었던 고온의 연료를 가스 터빈의 연소기에 연료로서 사용할 수 있다.

[0003] 그러므로 예를 들어, 하기 특허문헌1에 기재된 바와 같이 고효율 발전을 달성할 수 있는 발전 시스템으로서, SOFC와 가스 터빈과 증기 터빈을 조합한 것이 여러 종류 제안되어 있다. 이 특허문헌 1에 기재된 컴바인드 시스템은 SOFC와, 이 SOFC에서 배출된 배(排) 연료 가스와 배출 공기를 연소하는 가스 터빈 연소기와, 공기를 압축하여 SOFC에 공급하는 압축기를 갖는 가스 터빈을 설치한 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제 2009-205930 호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상술한 종래의 발전 시스템에 있어서, SOFC에서 배출된 배기(배(排) 공기 또는 배 연료 가스)는 고온이고, 정격 운전 시에서는, 예를 들어 배 공기는 600℃, 배 연료 가스는 450℃에 달한다. 또한, SOFC의 운전 상태에 변화가 있는 경우, 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 현상도 상정된다. 따라서, 배 공기를 가스 터빈 연소기에 보내기 위한 배 공기 라인(배관)이나, 배 연료 가스를 가스 터빈 연소기에 보내기 위한 배 연료 라인(배관)은 정격 운전 시의 온도를 초과하는 상정 온도에서 견딜 수 있는 배관 재료나 배관 두께로 설계하는 것이 필요해진다. 그러나 이 상정 온도는, 어느 정도가 될지 파악하는 것이 어렵고, 설계를 확정할 수 없는 문제가 있다. 게다가 상정 온도를 파악할 수 있다고 해도, 상정 온도에 견딜 수 있는 배관 재료가 상당히 고가거나 이 배관 재료로 상당히 두꺼운 배관 두께로 하게 되어 제조 가격이 불어나는 문제가 있다.

[0006] 본 발명은 상술한 문제를 해결하는 것으로서, 연료 전지에서 배출된 배기의 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 현상이 있어도, 배기를 보내는 배기 라인(배관)을 보호 가능한 발전 시스템 및 발전 시스템에 따른 연료 전지 배기의 냉각 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 발전 시스템은, 연료 전지와, 상기 연료 전지에서 배출된 배기를 보내는 배기 라인과, 상기 연료 전지에서 배출되는 배기의 온도 또는 상기 배기 라인의 온도를 검출하는 온도 검출기와, 상기 배기 라인의 배기를 냉각하는 배기 냉각부와, 상기 온도 검출기에 의해 검출된 온도가 소정 온도를 초과한 경우, 상기 배기 냉각부를 기동하는 제어부를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0008] 따라서 연료 전지의 운전 상태에 변화가 있고, 그 때에 연료 전지에서 배출되는 배기의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 경우, 배기 냉각 장치를 기동함으로써, 배기를 냉각하고, 배기의 배기 온도를 내릴 수 있다. 그 결과, 배기를 보내기 위한 배기 라인이 고온에 의해 파손되는 사태를 방지할 수 있다. 또한 배기 라인을 설계하는 상정 온도가 파악되고, 이 상정 온도를 연료 전지의 정격 운전 시에 가까운 온도로 설정할 수 있기 때문에 안전하며 제조 가격이 불어나지 않는 설계를 행할 수 있다.

[0009] 본 발명의 발전 시스템에서는, 상기 배기 냉각부가 냉각재를 저장하는 냉각재 저장부와, 상기 배기 라인과 상기 냉각재 저장부를 접속하는 냉각재 공급 라인과, 상기 냉각재 공급 라인에 설치된 냉각재 개폐 밸브와, 상기 냉각재 공급 라인에 설치되어 상기 냉각재 저장부에서 상기 배기 라인으로 냉각재를 보내는 냉각재 압송기를 갖추고, 상기 제어부는, 상기 온도 검출기에 의해 검출된 온도가 소정 온도를 초과한 경우, 상기 냉각재 개폐 밸브를 개방 제어함과 동시에 상기 냉각재 압송기를 구동하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 따라서 연료 전지의 운전 상태에 변화가 있고, 그 때에 연료 전지에서 배출되는 배기의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 경우, 냉각재 개폐 밸브를 개방함과 동시에 냉각재 압송기를 구동함으로써, 배기를 냉각하고, 배기의 배기 온도를 내릴 수 있다.

[0011] 본 발명의 발전 시스템에서는, 상기 냉각재 저장부에 냉각재로서 물이 저장되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 따라서 연료 전지의 운전 상태에 변화가 있고, 그 때에 연료 전지에서 배출되는 배기의 배기 온도가 정격 운전

시의 온도를 초과하는 경우, 냉각재로서 물을 배기 라인에 공급한다. 그러므로, 물은 고온의 배기에 의해 기화하기 때문에 배기 온도를 내릴 수 있다.

[0013] 본 발명의 발전 시스템에서는, 시스템 내에 석출하는 물을 추출하여 회수하는 물 회수부를 구비하고, 해당 물 회수부에서 회수된 물이 상기 냉각재 저장부에 냉각재로서 저장되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 따라서 시스템 내에 석출하는 물을 추출하고, 이 물을 냉각재 저장부에 저장함으로써 시스템 내에서 석출한 물을 냉각재로서 유효하게 이용할 수 있다.

[0015] 본 발명의 발전 시스템에서는, 상기 배기 라인의 압력을 검출하는 압력 검출기를 갖추고, 상기 제어부는 상기 압력 검출기에서 검출한 압력에 의거하여 상기 냉각재 압송기의 냉각재를 보내는 압력이 상기 배기 라인의 압력보다도 높아지도록 상기 냉각재 압송기를 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 따라서, 연료 전지에서 배출되는 배기의 온도 상승에 따라 압력이 상승한 경우, 이 압력을 압력 검출기로 검출하고, 냉각재 압송기가 냉각재를 압송하는 압력을 상승시킨다. 그러므로, 냉각재를 배기 라인에 확실하게 보낼 수 있고, 배기 기온을 확실하게 내릴 수 있다.

[0017] 본 발명의 발전 시스템에서는, 상기 배기 라인이 상기 연료 전지에서 배출되는 배 공기를 보내는 배 공기 라인인 것을 특징으로 한다.

[0018] 따라서, 연료 전지에서 배출되는 배 공기의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 경우, 배 공기를 냉각하고, 배 공기의 배기 온도를 내릴 수 있다. 그 결과, 배 공기를 보내기 위한 배 공기 라인이 고온에 의해 파손되는 사태를 방지할 수 있다. 또한 배 공기 라인을 설계하는 상정 온도가 파악되고, 이 상정 온도를 연료 전지의 정격 운전 시에 가까운 온도로 설정할 수 있기 때문에 안전하며 제조 가격이 불어나지 않는 설계를 행할 수 있다.

[0019] 본 발명의 발전 시스템에서는, 상기 배기 라인이 상기 연료 전지에서 배출되는 배 연료 가스를 보내는 배 연료 라인인 것을 특징으로 한다.

[0020] 따라서 연료 전지에서 배출되는 배 연료 가스의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과한 경우, 배 연료 가스를 냉각하고, 배 연료 가스의 배기 온도를 내릴 수 있다. 그 결과, 배 연료 가스를 보내기 위한 배 연료 라인이 고온에 의해 파손되는 상태를 방지할 수 있다. 또한 배 연료 라인을 설계하는 상정 온도가 파악되고, 이 상정 온도를 연료 전지의 정격 운전 시에 가까운 온도로 설정할 수 있기 때문에 안전하며 제조 가격이 불어나지 않는 설계를 행할 수 있다.

[0021] 또한 본 발명의 발전 시스템에 따른 연료 전지 배기의 냉각 방법은, 연료 전지에서 배출되는 배기를 배기 라인으로 보내는 공정과, 상기 연료 전지에서 배출되는 배기의 온도가 소정 온도를 초과한 경우, 상기 배기 라인의 배기를 냉각하는 공정을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0022] 따라서, 연료 전지의 운전 상태에 변화가 있고, 그때에 연료 전지에서 배출되는 배기의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 경우, 배기를 냉각하고 배기의 배기 온도를 낮춘다. 그 결과, 배기를 보내기 위한 배기 라인이 고온에 의해 파손되는 사태를 방지할 수 있다. 또한 배기 라인을 설계하는 상정 온도가 파악되고, 이 상정 온도를 연료 전지의 정격 운전 시에 가까운 온도로 설정할 수 있기 때문에 안전하며 제조 가격이 불어나지 않는 설계를 행할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 발전 시스템 및 발전 시스템에 따른 연료 전지 배기의 냉각 방법에 의하면, 연료 전지에서 배출되는 배기의 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 현상이 있어도 배기를 냉각함으로써 배기를 보내는 배기 라인을 보호할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 관련한 발전 시스템에 따른 냉각 장치를 나타내는 개략도이다.

도 2는 본 실시예에 관련한 발전 시스템에 따른 냉각 장치의 냉각재 공급부 중 일부를 나타내는 개략도이다.

도 3은 본 실시예에 관련한 발전 시스템에 따른 냉각 장치의 냉각재 공급부 중 일부를 나타내는 구성도이다.

도 4는 본 실시예의 발전 시스템에 따른 고체산화물형 연료 전지 배기의 냉각의 플로차트이다.

도 5는 본 실시예에 관련한 발전 시스템에 따른 냉각 장치의 냉각재 공급부의 일부를 나타내는 구성도이다.

도 6은 본 실시예의 발전 시스템에 따른 냉각재 보충 플로차트이다.

도 7은 본 실시예의 발전 시스템에 따른 냉각재 공급 시의 플로차트이다.

도 8은 본 실시예의 발전 시스템을 나타내는 개략 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 아래에 첨부 도면을 참조하여, 본 발명에 관련한 발전 시스템 및 발전 시스템에 따른 연료 전지 배기의 냉각 방법의 호적한 실시예를 상세하게 설명한다. 또한, 이 실시예에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 또한 실시예가 여러 개인 경우에는 각 실시예를 조합하여 구성한 것도 포함하도록 한다.

[0026] **실시예**

[0027] 본 실시예의 발전 시스템은 고체산화물형 연료 전지(이하, SOFC라고 칭한다)와 가스 터빈과 증기 터빈을 조합한 트리플 컴바인드 사이클(Triple Combined Cycle : 등록상표)이다. 이 트리플 컴바인드 사이클은, 가스 터빈 컴바인드 사이클 발전(GTCC)의 상류 측에 SOFC를 설치하는 것에 의해, SOFC, 가스 터빈, 증기 터빈의 3단계로 전기를 추출하는 것이 가능하기 때문에 극도로 높은 발전 효율을 실현할 수 있다. 또한 아래의 설명에서는, 본 발명의 연료 전지로서 고체산화물형 연료 전지를 적용하여 설명하지만, 이 형식의 연료 전지에 한정되는 것은 아니다.

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 관련한 발전 시스템에 따른 냉각 장치를 나타내는 개략도, 도 2, 도 3 및 도 5는 본 실시예에 관련한 발전 시스템에 따른 냉각 장치의 냉각재 공급부의 일부를 나타내는 구성도, 도 4는 본 실시예의 발전 시스템에 따른 SOFC배기의 냉각 플로차트, 도 5는 본 실시예에 관련한 발전 시스템에 따른 냉각 장치의 냉각재 공급부 중 일부를 나타내는 구성도, 도 6은 본 실시예의 발전 시스템에 따른 냉각재 보충 플로차트, 도 7은 본 실시예의 발전 시스템에 따른 냉각재 공급 시의 플로차트, 도 8은 본 실시예의 발전 시스템을 나타내는 개략 구성도이다.

[0029] 본 실시예에 있어서, 도 8에 나타나는 바, 발전 시스템(10)은 가스 터빈(11) 및 발전기(12)와, SOFC(13)와, 증기 터빈(14) 및 발전기(15)를 갖는다. 이 발전 시스템(10)은 가스 터빈(11)에 의한 발전과, SOFC(13)에 의한 발전과, 증기 터빈(14)에 의한 발전을 조합함으로써, 높은 발전 효율을 얻도록 구성한 것이다.

[0030] 가스 터빈(11)은 압축기(21), 연소기(22), 터빈(23)을 가지고 있고, 압축기(21)와 터빈(23)은 회전축(24)에 의해 일체회전 가능하게 연결되어 있다. 압축기(21)는 공기 주입 라인(25)에서 주입한 공기(A)를 압축한다. 연소기(22)는 압축기(21)에서 제 1 압축 공기 공급 라인(26)을 통하여 공급된 압축 공기(A1)와, 제 1 연료 가스 공급 라인(27)에서 공급된 연료 가스(L1)를 혼합하여 연소한다. 터빈(23)은 연소기(22)에서 배(排) 가스 공급 라인(28)을 통하여 공급된 배 가스(연소 가스)(G)에 의해 회전한다. 또한 도시하지 않으나, 터빈(23)은 압축기(21)로 압축된 압축 공기(A1)가 차량 안을 통하여 공급되고, 이 압축 공기(A1)를 냉각 공기로서 날개 등을 냉각한다. 발전기(12)는 터빈(23)과 동일 축(軸) 상에 설치되어 있고, 터빈(23)이 회전함으로써 발전할 수 있다. 또한, 여기에서는 연소기(22)에 공급하는 연료 가스(L1)로서, 예를 들어 액화 천연 가스(LNG)를 사용한다.

[0031] SOFC(13)는 환원제로서의 고온 연료 가스와 산화제로서의 고온 공기(산화성 가스)가 공급됨으로써, 소정의 작동 온도에서 반응하여 발전을 행한다. 이 SOFC(13)는 압력용기 안에 공기극과 고체 전해질과 연료극이 수용되어 구성된다. 공기극에 압축 공기가 공급되고, 연료극에 연료 가스가 공급됨으로써 발전을 행한다. 또한 여기서는, SOFC(13)에 공급하는 연료 가스(L2)로서, 예를 들어 액화 천연 가스(LNG), 수소(H_2) 및 일산화 탄소(CO), 메탄(CH_4) 등의 탄화 수소 가스, 석탄 등 탄소질 원료의 가스화 설비에 의해 제조된 가스를 사용한다. 또한, SOFC(13)에 공급되는 압축 공기의 공기는, 산소를 약 15% 내지 30% 포함하는 산화성 가스이고, 대표적으로는 공기가 호적하지만, 공기 이외에도 연소 배 가스와 공기의 혼합 가스나, 산소와 공기의 혼합 가스 등이 사용 가능하다(이하, SOFC(13)에 공급되는 산화성 가스를 공기라고 함).

[0032] 이 SOFC(13)는, 제 1 압축 공기 공급 라인(26)에서 분기한 제 2 압축 공기 공급 라인(압축 공기 공급 라인)(31)이 연결되고, 압축기(21)가 압축된 일부의 압축 공기(A2)를 공기극의 도입부에 공급할 수 있다. 이 제 2 압축 공기 공급 라인(31)은 공급하는 공기량을 조정 가능한 제어 밸브(32)와, 압축 공기(A2)를 승압 가능한 블로워(33)가 공기가 흐르는 방향에 따라 설치되어 있다. 제어 밸브(32)는 제 2 압축 공기 공급 라인(31)에 따른, 공기가 흐르는 방향의 상류 측에 설치되고, 블로워(33)가 제어 밸브(32)의 하류 측에 설치되어 있다. SOFC(1

3)는 공기극에서 사용된 배 공기(A3)를 배출하는 배 공기 라인(34)이 연결되어 있다. 이 배 공기 라인(34)은 공기극에서 사용된 배 공기(A3)를 외부에 배출하는 배출 라인(35)과, 연소기(22)에 연결되는 압축 공기 순환 라인(36)으로 분기된다. 이들 배출 라인(35)과 압축 공기 순환 라인(36)을 포함하여 배 공기 라인(34)이라고 한다. 배출 라인(35)은 배출한 공기량을 조정 가능한 제어 밸브(37)가 설치되고, 압축 공기 순환 라인(36)은 순환하는 공기량을 조정 가능한 제어 밸브(38)가 설치되어 있다.

[0033] 또한 SOFC(13)는, 연료 가스(L2)를 연료극 도입부에 공급하는 제 2 연료 가스 공급 라인(41)이 설치되어 있다. 제 2 연료 가스 공급 라인(41)은, 공급하는 연료 가스량을 조정 가능한 제어 밸브(42)가 설치되어 있다. SOFC(13)는, 연료극에서 사용된 배 연료 가스(L3)를 배출하는 배 연료 라인(43)이 연결되어 있다. 이 배 연료 라인(43)은 외부에 배출하는 배출 라인(44)과, 연소기(22)에 연결되는 배 연료 가스 공급 라인(45)으로 분기된다. 이러한 배출 라인(44)과 배 연료 가스 공급 라인(45)을 포함하여 배 공기 라인(43)이라고 한다. 배출 라인(44)은 배출하는 연료 가스량을 조정 가능한 제어 밸브(46)가 설치되고, 배 연료 가스 공급 라인(45)은 공급하는 연료 가스량을 조정 가능한 제어 밸브(47)와, 연료를 승압 가능한 블로워(48)가 연료가 흐르는 방향에 따라 설치되어 있다. 제어 밸브(47)는 배 연료 가스 공급 라인(45)에 따른 배 연료 가스(L3)의 공기가 흐르는 방향의 상류 측에 설치되고, 블로워(48)는 제어 밸브(47)의 배 연료 가스(L3)가 흐르는 방향의 하류 측에 설치되어 있다.

[0034] 또한 SOFC(13)는, 배 연료 라인(43)과 제 2 연료 가스 공급 라인(41)을 연결하는 연료 가스 재순환 라인(49)이 설치되어 있다. 연료 가스 재순환 라인(49)은, 배 연료 라인(43)의 배 연료 가스(L3)를 제 2 연료 가스 공급 라인(41)으로 재순환하는 재순환 블로워(50)가 설치되어 있다.

[0035] 증기 터빈(14)은 배열 회수 보일러(HRSG)(51)에서 생성된 증기에 의해 터빈(52)을 회전하는 것이다. 이 배열 회수 보일러(51)는 가스 터빈(11)(터빈(23))으로부터의 배 가스 라인(53)이 연결되어 있고, 공기와 고온의 배 가스(G) 간에 열 교환을 행함으로써, 증기(S)를 생성한다. 증기 터빈(14)(터빈(52))은 배열 회수 보일러(51) 간에 증기 공급 라인(54)과 급수 라인(55)이 설치되어 있다. 그리고, 배수 라인(55)은 복수기(56)와 급수 펌프(57)가 설치되어 있다. 발전기(15)는 터빈(52)과 동일 축 상에 설치되어 있고, 터빈(52)이 회전함으로써 발전할 수 있다. 또한, 배열 회수 보일러(51)로 열이 회수된 배 가스(G)는 유해물질이 제거된 후 대기로 배출된다.

[0036] 여기서, 본 실시예의 발전 시스템(10)의 작동에 대하여 설명한다. 발전 시스템(10)을 기동할 경우, 가스 터빈(11), 증기 터빈(14), SOFC(13)의 순서로 기동한다.

[0037] 먼저 가스 터빈(11)에서, 압축기(21)가 공기(A)를 압축하고 연소기(22)가 압축 공기(A1)와 연료 가스(L1)를 혼합하여 연소하며 터빈(23)이 배 가스(G)에 의해 회전함으로써, 발전기(12)가 발전을 개시한다. 다음으로 증기 터빈(14)에서, 배열 회수 보일러(51)에 의해 생성된 증기(S)에 의해 터빈(52)이 회전하고, 이것에 의해 발전기(15)가 발전을 개시한다.

[0038] 이어서 SOFC(13)에서는, 먼저 압축 공기(A2)를 공급하여 승압을 개시함과 동시에 가열을 개시한다. 배출 라인(35)의 제어 밸브(37)와 압축 공기 순환 라인(36)의 제어 밸브(38)를 폐지(閉止)하고, 제 2 압축 공기 공급 라인(31)의 블로워(33)를 정지한 상태에서, 제어 밸브(32)를 소정 개도(開度)만큼 개방한다. 그러면, 압축기(21)로 압축한 일부의 압축 공기(A2)가 제 2 압축 공기 공급 라인(31)에서 SOFC(13) 측으로 공급된다. 이것에 의해, SOFC(13) 측은 압축 공기(A2)가 공급됨으로써 압력이 상승한다.

[0039] 한편, SOFC(13)에서는 연료극 측에 연료 가스(L2)를 공급하여 승압을 개시한다. 배출 라인(44)의 제어 밸브(46)와 배 연료 가스 공급 라인(45)의 제어 밸브(47)를 폐지하고, 블로워(48)를 정지한 상태에서 제 2 연료 가스 공급 라인(41)의 제어 밸브(42)를 개방함과 동시에, 연료 가스 재순환 라인(49)의 재순환 블로워(50)를 구동한다. 그러면, 연료 가스(L2)가 제 2 연료 가스 공급 라인(41)에서 SOFC(13) 측으로 공급됨과 동시에, 배 연료 가스(L3)가 연료 가스 재순환 라인(49)에 의해 재순환한다. 이것에 의해, SOFC(13) 측은 연료 가스(L2)가 공급됨으로써 압력이 상승한다.

[0040] 그리고, SOFC(13)의 공기극 측의 압력이 압축기(21)의 출구 압력이 되면, 제어 밸브(32)를 전개(全開)함과 동시에 블로워(33)를 구동한다. 그와 동시에 제어 밸브(37)를 개방하여 SOFC(13)로부터의 배 공기(A3)를 배출 라인(35)에서 배출한다. 그러면, 압축 공기(A2)가 블로워(33)에 의해 승압된 후 SOFC(13) 측으로 공급된다. 그와 동시에 제어 밸브(46)를 개방하여 SOFC(13)로부터의 배 연료 가스(L3)를 배출 라인(44)에서 배출한다. 그리고, SOFC(13)에 따른 공기극 측의 압력과 연료극 측의 압력이 목표 압력에 도달하면 SOFC(13)의 승압이 완료한다.

[0041] 그 후, SOFC(13)의 반응(발전)이 안정되고, 배 공기(A3)와 배 연료 가스(L3)의 성분이 안정되면, 제어 밸브(3

7)를 폐지하는 한편, 제어 밸브(38)를 개방한다. 그러면, SOFC(13)로부터의 배 공기(A3)가 압축 공기 순환 라인(36)에서 연소기(22)로 공급된다. 또한, 제어 밸브(46)를 폐지하는 한편, 제어 밸브(47)를 개방하여 블로워(48)를 구동한다. 그러면, SOFC(13)로부터의 배 연료 가스(L3)가 배 연료 가스 공급 라인(45)에서 연소기(22)로 공급된다. 이때, 제 1 연료 가스 공급 라인(27)에서 연소기(22)에 공급되는 연료 가스(L1)를 감량한다.

[0042] 여기서 가스 터빈(11)의 구동에 의한 발전기(12)에서의 발전, SOFC(13)에서의 발전, 증기 터빈(14)의 구동에 의해 발전기(15)에서의 발전이 전부 행해지게 되고, 발전 시스템(10)이 정상(定常) 운전하게 된다.

[0043] 한편, SOFC(13)에서 배출되는 배기(배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3))는 고온이고, 정격 운전 시에서는, 예를 들어 배 공기(A3)는 600℃, 배 연료 가스(L3)는 450℃에 달한다. 그리고 SOFC(13)의 운전 상태에 변화가 있는 경우, 그때의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 현상도 상정된다.

[0044] 그래서 본 실시예의 발전 시스템(10)에서는, 도 1에 나타낸 바와 같이, 배 공기(A3)나 배 연료 가스(L3)(배 공기(A3)나 배 연료 가스(L3)를 총칭하여 배기라고 함)의 배기 온도를 내리기 위해, SOFC(13)에서 배출되는 배 공기를 보내는 배 공기 라인(34)이나 SOFC(13)에서 배출되는 배 연료 가스(L3)를 보내는 배 연료 라인(43)에(배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43)을 총칭하는 배기 라인을 말함) 배기 냉각 장치(배기 냉각부)(61)를 설치하고, 제어 장치(제어부)(62)는 SOFC(13)에서 배출되는 배기 온도가 소정 온도를 초과한 경우에 배기 냉각 장치(61)를 구동하도록 하고 있다.

[0045] 배 공기 라인(34)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)는, 배 공기 라인(34)의 SOFC(13) 바로 옆에 설치되어 있고, 냉각재 저장부(63)와, 냉각재 공급 라인(64)과, 냉각재 개폐 밸브(65)와, 냉각재 압송기(66)와, 온도 검출기(67(67a))를 갖고 있다. 마찬가지로, 배 연료 라인(43)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)는, 배 연료 라인(43)의 SOFC(13) 바로 옆에 설치되어 있고, 냉각재 저장부(63)와, 냉각재 공급 라인(64)과, 냉각재 개폐 밸브(65)와, 냉각재 압송기(66)와, 온도 검출기(67(67b))를 갖고 있다. 배 공기 라인(34)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)와 배 연료 라인(43)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)는 동일한 구성이기 때문에, 아래에서는 배 공기 라인(34)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)를 중심으로 설명한다.

[0046] 냉각재 저장부(63)는 냉각재(C)를 저장하는 용기이다. 이 냉각재 저장부(63)는 배 공기 라인(34)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)와 배 연료 라인(43)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)에서 공유되어도 좋다. 또한 여기서의 냉각재(C)는 물이 적용되고, 이 물이 냉각재 저장부(63)에 저장된다.

[0047] 냉각재 공급 라인(64)은 배기 라인과 냉각재 저장부(63)를 접속한다. 구체적으로 냉각재 공급 라인(64)은, 배 공기 라인(34)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)에서는 배 공기 라인(34)과 냉각재 저장부(63)를 접속한다. 한편, 냉각재 공급 라인(64)은, 배 연료 라인(43)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)에서는 배 연료 라인(43)과 냉각재 저장부(63)를 접속한다. 이 냉각재 공급 라인(64)은 도 2에 나타낸 바와 같이, 배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43)의 내부에 냉각재 분사 노즐(64a)이 설치되어 있다. 도 2에 나타나는 냉각재 분사 노즐(64a)은 단일하게 나타나 있지만, 이것에 한정되지 않는다. 예를 들어, 도 3에 나타낸 바와 같이 배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43)의 외측을 감싸는 환형 라인(64b)에 냉각재 공급 라인(64)이 접속되고, 환형 라인(64b)에서 배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43)에 접속된 여러 개의 분기선(Branch line)(64c), 배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43) 내부에 설치된 여러 개의 냉각재 분사 노즐(64a)이 접속되어 있어도 좋다.

[0048] 냉각재 개폐 밸브(65)는 냉각재 공급 라인(64)에 설치되고, 냉각재 공급 라인(64)을 개폐한다.

[0049] 냉각재 압송기(66)는 냉각재 공급 라인(64) 상의 냉각재 저장부(63)와 냉각재 개폐 밸브(65) 간에 설치되고, 냉각재 저장부(63)에서 배 공기 라인(34)에 냉각재(C)를 보낸다.

[0050] 온도 검출기(67)는 SOFC(13)에서 배출되는 배기 온도를 검출한다. 구체적으로 온도 검출기(67a)는, 배 공기 라인(34)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)에서는 SOFC(13)에 따른 공기극의 배 공기(A3)의 온도를 검출한다. 이 온도 검출기(67a)는 배 공기 라인(34)의 SOFC(13) 바로 옆에 설치되고, 배 공기 라인(34)에 보내지는 배 공기(A3)의 온도를 검출해도 좋다. 또한, 온도 검출기(67a)는 배 공기 라인(34)의 SOFC(13) 바로 옆에 설치되고, 배 공기 라인(34)의 온도를 검출해도 좋다. 한편, 온도 검출기(67b)는, 배 연료 라인(43)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)에서는 SOFC(13)에 따른 연료극의 배 연료 가스(L3)의 온도를 검출한다. 이 온도 검출기(67b)는 배 연료 라인(43)의 SOFC(13) 바로 옆에 설치되고, 배 연료 라인(43)에 보내지는 배 연료 가스(L3)의 온도를 검출해도 좋다. 또한, 온도 검출기(67b)는 배 연료 라인(43)의 SOFC(13) 바로 옆에 설치되고, 배 연료 라인(43)의 온도를 검출해도 좋다.

[0051] 제어 장치(62)는 배 공기(A3)나 배 연료 가스(L3)의 배기 온도의 상한(上限)온도(예를 들어, SOFC(13)이 정격

운전 시의 온도를 초과하는 소정 온도)가 사전에 기억되어 있다. 그리고 제어 장치(62)는 온도 검출기(67)로 검출한 배기 온도가 상한 온도를 초과한 경우, 배기 냉각 장치(61)를 기동한다.

[0052] 즉, 도 4에 나타낸 바와 같이, SOFC(13)의 정격 운전 시에 있어서, 배기 온도가 상승하고, 온도 검출기(67)로 검출된 배기 온도가 상한 온도를 초과한 경우(스텝S1 : Yes), 제어 장치(62)는 냉각재 개폐 밸브(65)를 개방함과 동시에, 냉각재 압송기(66)를 구동한다(스텝S2). 그러면, 냉각재(C)가 냉각재 저장부(63)에서 배 공기 라인(34)에 보내지고, 냉각재 분사 노즐(64a)에서 배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43)의 내부에 분사된다. 한편, 배기 온도가 상한 온도를 초과하지 않으면(스텝S1 : No), 제어 장치(62)는 온도 검출기(67)로 검출한 배기 온도를 재차 입력하고 감시를 행한다.

[0053] 그리고, 온도 검출기(67)로 검출한 배기 온도가 상한 온도를 밑돈 경우(스텝S3 : Yes), 제어 장치(62)는 냉각재 개폐 밸브(65)를 폐지함과 동시에 냉각재 압송기(66)를 정지하고(스텝S4), 본 제어를 종료하며, 스텝S1로 돌아가 온도 검출기(67)로 검출한 배기 온도를 재차 입력하고 감시를 행한다. 한편, 배기 온도가 저하하지 않으면(스텝S3 : No), 제어 장치(62)는 스텝S2로 돌아가 냉각재 개폐 밸브(65)의 개방 및 냉각재 압송기(66)의 구동을 계속한다. 예를 들어, 온도 검출기(67a)로 검출한 배기 온도가 상한 온도를 초과하면, 배기 라인(34)에 설치된 냉각재 분사 노즐(64a)에서 냉각재(C)가 분출된다. 그 후, 온도 검출기(67a)로 검출한 배기 온도가 상한 온도를 밑돌면, 냉각재 분사 노즐(64a)에서 냉각재(C) 분출이 정지한다.

[0054] 이와 같이 본 실시예의 발전 시스템(10)에 있어서는, SOFC(13)와, SOFC(13)에서 배출된 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 보내는 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)과, SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 온도, 혹은 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)의 온도를 검출하는 온도 검출기(67)와, 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)의 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 냉각하는 배기 냉각 장치(61)와, 온도 검출기(67)에 의해 검출된 온도가 소정 온도를 초과한 경우, 배기 냉각 장치(61)를 기동하는 제어 장치(62)를 갖는다.

[0055] 따라서, SOFC(13)의 운전 상태에 변화가 있고, 그때에 SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 경우, 배기 냉각 장치(61)를 기동함으로써, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 냉각하고, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 배기 온도를 낮출 수 있다. 그 결과, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 보내기 위한 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)이 고온에 의해 파손되는 사태를 방지할 수 있다. 또한 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)을 설계하는 상정 온도가 파악되고, 이 상정 온도를 SOFC(13)의 정격 운전 시와 가까운 온도로 설정할 수 있기 때문에 안전하며 제조 가격이 불어나지 않는 설계를 행할 수 있다.

[0056] 또한 본 실시예의 발전 시스템(10)에 따른 연료 전지 배기의 냉각 방법에 있어서는, SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)으로 보내는 공정과, SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 온도가 소정 온도를 초과한 경우, 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)의 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 냉각하는 공정을 갖는다.

[0057] 따라서, SOFC(13)의 운전 상태에 변화가 있고, 그때에 SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 경우, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 냉각하고, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 배기 온도를 낮출 수 있다. 그 결과, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 보내기 위한 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)이 고온에 의해 파손되는 사태를 방지할 수 있다. 또한 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)을 설계하는 상정 온도가 파악되고, 이 상정 온도를 SOFC(13)의 정격 운전 시와 가까운 온도로 설정할 수 있기 때문에 안전하며 제조 가격이 불어나지 않는 설계를 행할 수 있다.

[0058] 또한, 본 실시예의 발전 시스템(10)은, 배기 냉각 장치(61)가 냉각재(C)를 저장하는 냉각재 저장부(63)와, 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)과 냉각재 저장부(63)를 접속하는 냉각재 공급 라인(64)과, 냉각재 공급 라인(64)에 설치된 냉각재 개폐 밸브(65)와, 냉각재 공급 라인(64)에 설치되어 냉각재 저장부(63)에서 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)에 냉각재(C)를 보내는 냉각재 압송기(66)를 갖추고, 제어 장치(62)는 온도 검출기(67)에 의해 검출된 온도가 소정 온도를 초과한 경우, 냉각재 개폐 밸브(65)를 개방 제어함과 동시에 냉각재 압송기(66)를 구동한다.

[0059] 따라서, SOFC(13)의 운전 상태에 변화가 있고, 그때에 SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 경우, 냉각재 개폐 밸브(65)를 개방함과 동시에 냉각재 압송기(66)를 구동함으로써, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 냉각하고, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L

3)의 배기 온도를 낮출 수 있다.

[0060] 또한 본 실시예의 발전 시스템(10)은, 냉각재 저장부(63)에 냉각재(C)로서 물이 저장되는 것이 바람직하다.

[0061] 따라서, SOFC(13)의 운전 상태에 변화가 있고, 그때에 SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 경우, 냉각재(C)로서 물을 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)에 공급한다. 그러므로, 물은 고온의 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)에 접촉하여 기화하고, 이것에 의해 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 온도를 낮출 수 있다.

[0062] 또한, 배 연료 라인(43)에 설치되는 배기 냉각 장치(61)에서는, 냉각재(C)로서 물 외에, 에틸알코올 또는 메틸알코올이 냉각재 저장부(63)에 저장되어도 좋다. 이 경우, 에틸알코올 또는 메틸알코올이 고온의 배 연료 가스(L3)에 의해 기화되기 때문에 배 연료 가스(L3)의 온도를 낮출 수 있다. 기화된 에틸알코올 또는 메틸알코올은 연소기(22)에서 연소된다.

[0063] 한편 본 실시예의 발전 시스템(10)은, 도 5에 나타낸 바와 같이 물 회수 장치(물 회수부)(71)가 설치되어 있다. 물 회수 장치(71)는 시스템 내에서 석출하는 물을 추출하여 회수한다.

[0064] 이 물 회수 장치(71)는, 예를 들어 발전 시스템(10)에 따른 각 라인(34, 35, 36, 43, 44, 45, 49)에 설치 가능하다. 도 5에서는 이러한 라인을 대표하여, 물 회수 장치(71)를 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)에 설치된 형태를 나타낸다. 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)은 상술한 바와 같이, SOFC(13)에서 배출되는 고온의 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)가 보내진다. 그러므로, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)에 포함되는 수분이 수적(水滴)이 되어 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43) 내부에 석출한다. 그리고 이 수적이 연소기(22)에 유입되면, 연소기(22)의 연소에 문제가 발생할 우려가 있다. 그래서 물 회수 장치(71)에 의해 이 물을 추출하여 회수한다.

[0065] 물 회수 장치(71)는 도 5에 나타낸 바와 같이, 물 회수 기구(72)와, 물 회수 용기(73)와, 물 회수 라인(74)과, 저류량 검출기(75)와, 물 회수 개폐 밸브(76)를 갖고 있다.

[0066] 물 회수 기구(72)는, 예를 들어 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43) 내부의 낮은 위치에 설치되고, 물 회수기(72a)와 저류부(72b)를 갖는다. 물 회수기(72a)는 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)에 포함되는 수분을 분리하여 회수하는 것이다. 물 회수기(72a)는, 예를 들어 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)의 내부에 메시(Mesh)를 배치하여 이 메시에 수분을 부착시켜 분리하는 것이나, 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43) 내부에 여러 개의 파형판을 틈새를 두고 설치하여 이 파형판에 수분을 부착시켜 분리하는 것이나, 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43) 내부에 두고 회전류(Rotational Flow)를 형성함으로써 원심력에 의해 수분을 분리하는 것이나, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 위쪽으로 유통시켜 아래쪽에 수분을 모아두는 것 등 여러 가지 형태가 있다. 저류부(72b)는 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43) 내부의 낮은 위치에서 아래쪽에 오목하게 형성된 요부다. 저류부(72b)는 물 회수기(72a)에서 분리된, 수분이 적하(滴下)하여 모인다.

[0067] 물 회수 용기(73)는 저장부(72b)에 모인 물을 저장하는 용기이다. 이 물 회수 용기(73)는 배 공기 라인(34) 또는 배 연료 라인(43)의 외부이며 저류부(72b)보다도 낮은 위치에 설치되어 있다.

[0068] 물 회수 라인(74)은 저류부(72b)에 모인 물을 물 회수 용기(73)에 보내는 것이며, 저류부(72b)와 물 회수 용기(73) 사이를 접속한다.

[0069] 저류량 검출기(75)는 저류부(72b)에 설치되어 있고, 저류부(72b)에 모인 물의 저류량을 검출한다. 저류량 검출기(75)에서 검출된 저류량은 제어 장치(62)에 입력된다.

[0070] 물 회수 개폐 밸브(76)는 물 회수 라인(74)에 설치되어 물 회수 라인(74)을 개폐한다. 물 회수 개폐 밸브(76)의 개폐는 제어 장치(62)에 의해 제어된다.

[0071] 이 물 회수 장치(71)는 저류부(72b)에 모이고, 저류량 검출기(75)에서 검출된 저류량이 소정의 상한량을 초과한 경우, 제어 장치(62)는 물 회수 개폐 밸브(76)를 개방 제어한다. 그러면 물 회수 라인(74)을 개재하여 저류부(72b)의 물이 물 회수 용기(73)에 보내진다. 한편, 저류부(72b)의 물이 감소하고, 저류량 검출기(75)에서 검출된 저류량이 소정 하한량(下限量)을 밑돈 경우(또는 없어진 경우), 제어 장치(62)는 물 회수 개폐 밸브(76)를 폐지 제어한다.

[0072] 또한 물 회수 장치(71)는 물 회수 용기(73)에 따른 물보다 높은 공간이 가스 배출 라인(77)을 개재하여 연소 설비(78)에 접속되어 있다. 그리고 물 회수 용기(73)에 물과 함께 배 연료 라인(43)의 배 연료 가스(L3)가 보내

진 경우, 이 배 연료 가스(L3)가 가스 배출 라인(77)을 개재하여 연소 설비(78)에 보내져 연소된다.

[0073] 이 물 회수 장치(71)는 물 공급 장치(물 공급부)(81)를 개재하여 냉각재 저장부(63)에 접속되어 있다. 물 공급 장치(81)는 물 회수 용기(73)와 냉각재 저장부(63) 사이를 접속하는 물 공급 라인(82)을 갖고 있다. 그리고 물 공급 라인(82)에 물 공급 개폐 밸브(83) 및 물 공급 압송기(84)가 설치되어 있다. 물 공급 개폐 밸브(83)는 물 공급 라인(82)을 개폐한다. 물 공급 개폐 밸브(83)의 개폐는 제어 장치(62)에 의해 제어된다. 물 공급 압송기(84)는 물 회수 용기(73)에서 물 공급 라인(82)으로 물을 보낸다. 물 공급 압송기 개폐 밸브(84)의 개폐는 제어 장치(62)에 의해 제어된다. 또한 냉각재 저장부(63)는, 저장되는 물의 저장량을 검출하는 저장량 검출기(85)가 설치되어 있다. 저장량 검출기(85)에서 검출된 저장량은 제어 장치(62)에 입력된다.

[0074] 제어 장치(62)는 냉각재 저장부(63)에 저장되는 물의 저장량에 따른 하한량이 사전에 기억되어 있다. 그리고 제어 장치(62)는 저장량 검출기(85)에서 검출한 저장량이 하한량을 밑돈 경우, 물 공급 장치(81)를 기동한다.

[0075] 즉, 도 6에 나타낸 바와 같이 예를 들어, 냉각재 저장부(63)에서 배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43) 내부에 냉각재(C)로서의 물이 공급되고, 냉각재 저장부(63)에 따른 물의 저장량이 감소하며, 저장량 검출기(85)에서 검출한 저장량이 하한량을 밑돈 경우(스텝S21 : Yes), 제어 장치(62)는 물 공급 개폐 밸브(83)를 개방함과 동시에 물 공급 압송기(84)를 구동한다(스텝S22). 그러면 물 회수 장치(71)에 따른 물 회수 용기(73)의 물이 물 공급 라인(82)을 개재하여 냉각재 저장부(63)로 보내진다. 한편, 저장량 검출기(85)에서 검출된 저장량이 하한량을 밑돌지 않으면(스텝S21 : No), 제어 장치(62)는 저장량 검출기(85)에서 검출한 저장량을 재차 입력하여 감시를 행한다.

[0076] 그리고 물 공급 개폐 밸브(83)를 개방함과 동시에, 물 공급 압송기(84)를 구동한 결과 저장량이 증가하고, 저장량 검출기(85)에서 검출한 저장량이 만수(滿水)가 된 경우(S23 : Yes), 제어 장치(62)는 물 공급 개폐 밸브(83)를 폐지함과 동시에 물 공급 압송기(84)를 정지(스텝S24), 본 제어를 종료하고, 스텝S21로 돌아가 저장량 검출기(85)에서 검출한 저장량을 재차 입력하고 감시를 행한다. 한편, 저장량이 증가하지 않으면(스텝S3 : No), 제어 장치(62)는 스텝S2로 돌아가 물 공급 개폐 밸브(83)의 개방 및 물 공급 압송기(84)의 구동을 지속한다.

[0077] 이와 같이 본 실시예의 발전 시스템(10)에 있어서는, 시스템 내에 석출하는 물을 추출하여 회수하는 물 회수 장치(71)를 갖추고, 이 물 회수 장치(71)에서 회수된 물이 냉각재 저장부(63)에 냉각재(C)로서 저장된다.

[0078] 따라서 시스템 내에 석출하는 물을 추출하고, 이 물을 냉각재 저장부(63)에 저장함으로써 시스템 내에서 석출한 물을 냉각재(C)로서 유효하게 이용할 수 있다.

[0079] 또한 본 실시예의 발전 시스템(10)에 있어서는, 시스템 내에 석출하는 물을 추출하여 회수하는 물 회수 장치(71)와, 물 회수 장치(71)와 냉각재 저장부(63)를 접속하는 물 공급 라인(82)과, 물 공급 라인(82)에 설치된 물 공급 개폐 밸브(83)와, 물 공급 라인(82)에 설치되어 물 회수 장치(71)에서 냉각재 저장부(63)에 물을 보내는 물 공급 압송기(84)와, 냉각재 저장부(63)에 따른 물의 저장량을 검출하는 저장량 검출기(85)를 갖추고, 제어 장치(62)는 저장량 검출기(85)에 의해 검출된 물의 저장량이 하한량을 밑돈 경우, 물 공급 개폐 밸브(83)를 개방 제어함과 동시에 물 공급 압송기(84)를 구동한다.

[0080] 따라서, 냉각재 저장부(63)에 저장되는 물의 저장량이 감소된 경우, 시스템 내에 석출하는 물을 추출하여 회수하는 물 회수 장치(71)에서 냉각재 저장부(63)에 물을 공급한다. 그러므로, 시스템 내에 석출하는 물을 이용하여 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)를 냉각할 수 있다. 게다가 냉각재 저장부(63)에 따른 물의 저장량이 감소된 경우에, 물을 보충할 수 있다. 이 결과, 냉각용 물의 부족을 없애고, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 온도를 확실하게 내릴 수 있다.

[0081] 또한 물 회수 장치(71)에 회수되어 저장부(72b)에 저장된 물은, 냉각재(C)로서 이용하는 이외에, 발전 시스템(10)에 따른 터빈(11)의 연소기(22)의 냉각수로서 이용 가능하다.

[0082] 한편, 본 실시예의 발전 시스템(10)은 도 1에 나타낸 바와 같이, 배기 라인으로서의 배 공기 라인(34)에 압력 검출기(68(68a)), 배 연료 라인(43)에 압력 검출기(68(68b))가 설치되어 있다. 이러한 압력 검출기(68)는 배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43)의 압력을 검출한다. 압력 검출기(68)로 검출된 압력은 제어 장치(62)에 입력된다.

[0083] 제어 장치(62)는 압력 검출기(68)에서 검출한 압력에 의거하여 냉각재 압송기(66)를 제어한다.

[0084] 즉, 도 8에 나타낸 바와 같이 도 4에 나타낸 제어에 있어서, 스텝S2에서 냉각재 압송기를 구동하는 경우, 압력 검출기(68)에서 검출한 라인 압력(배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43)의 압력)이 냉각재 압송기(66)에 따른

압송 압력을 초과하는 경우(스텝S31), 제어 장치(62)는 예를 들어, 냉각재 압송기(66)의 회전수를 올리는 등, 냉각재 압송기(66)를 제어하고, 냉각재(C)를 압송하는 압력을 상승시킨다(스텝S32). 한편, 압력 검출기(68)에서 검출한 압력이 냉각재 압송기(66)에 따른 압송의 압력을 초과하고 있지 않으면(스텝S31 : No), 제어 장치(62)는 압력 검출기(68)에서 검출한 압력을 재차 입력하고 감시를 행한다.

[0085] 그리고 냉각재 압송기(66)를 제어하고, 냉각재(C)를 압송하는 압력을 상승시킨 결과, 압력 검출기(68)에서 검출한 라인 압력이 냉각재 압송기(66)에 따른 압송의 압력보다도 밑돌고 있으면(스텝S33 : Yes), 제어 장치(62)는 본 제어를 종료하고, 스텝S31로 돌아가 압력 검출기(68)에서 검출한 압력을 재차 입력하여 감시를 행한다. 한편, 압력 검출기(68)에서 검출한 라인 압력이 냉각재 압송기(66)에 따른 압송의 압력보다도 밑돌고 있으면(스텝S33 : No), 제어 장치(62)는 스텝S32로 돌아가 냉각재 압송기(66)를 제어하며, 냉각재(C)를 압송하는 압력을 상승시킨다.

[0086] 이와 같이 본 실시예의 발전 시스템(10)에 있어서는, 배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43)의 압력을 검출하는 압력 검출기(68)를 갖추고, 제어 장치(62)는 압력 검출기(68)에서 검출한 압력에 의거하여 냉각재 압송기(66)의 냉각재(C)를 보내는 압력이 배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43)의 압력보다도 높아지도록 냉각재 압송기(66)를 제어한다.

[0087] 따라서 예를 들어, SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3)의 온도 상승에 따라 압력이 상승한 경우, 또는 SOFC(13)에서 배출되는 배 연료 가스(L3)의 온도 상승에 따라 압력이 상승한 경우, 이 압력을 압력 검출기(68)로 검출하고, 냉각재 압송기(66)가 냉각재(C)를 압송하는 압력을 상승시킨다. 그러므로, 냉각재(C)를 배 공기 라인(34)이나 배 연료 라인(43)에 확실하게 보낼 수 있고, 배 공기(A3) 또는 배 연료 가스(L3)의 온도를 확실하게 내릴 수 있다.

[0088] 한편, 상술한 바와 같이, 본 실시예의 발전 시스템(10)에 있어서는, 배기 라인이 SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3)를 보내는 배 공기 라인(34)이다.

[0089] 따라서, SOFC(13)에서 배출되는 배 공기(A3)의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 경우, 배 공기(A3)를 냉각하고, 배 공기(A3)의 배기 온도를 낮출 수 있다. 그 결과, 배 공기(A3)를 보내기 위한 배 공기 라인(34)이 고온에 의해 파손되는 사태를 방지할 수 있다. 또한 배 공기 라인(34)을 설계하는 상정 온도가 파악되고, 이 상정 온도를 SOFC(13)의 정격 운전 시와 가까운 온도로 설정할 수 있기 때문에 안전하며 제조 가격이 불어나지 않는 설계를 행할 수 있다.

[0090] 한편, 상술한 바와 같이, 본 실시예의 발전 시스템(10)에 있어서는, 배기 라인이 SOFC(13)에서 배출되는 배 연료 가스(L3)를 보내는 배 연료 라인(43)이다.

[0091] 따라서, SOFC(13)에서 배출되는 배 연료 가스(L3)의 배기 온도가 정격 운전 시의 온도를 초과하는 경우, 배 연료 가스(L3)를 냉각하고, 배 연료 가스(L3)의 배기 온도를 낮출 수 있다. 그 결과, 배 연료 가스(L3)를 보내기 위한 배 연료 라인(43)이 고온에 의해 파손되는 사태를 방지할 수 있다. 또한 배 연료 라인(43)을 설계하는 상정 온도가 파악되고, 이 상정 온도를 SOFC(13)의 정격 운전 시와 가까운 온도로 설정할 수 있기 때문에 안전하며 제조 가격이 불어나지 않는 설계를 행할 수 있다.

부호의 설명

[0092] 10 : 발전 시스템

13 : SOFC(고체산화물형 연료 전지 : 연료 전지)

34 : 배 공기 라인(배기 라인)

43 : 배 연료 라인(배기 라인)

61 : 배기 냉각 장치(배기 냉각부)

62 : 제어 장치(제어부)

63 : 냉각재 저장부

64 : 냉각재 공급 라인

65 : 냉각재 개폐 밸브

66 : 냉각재 압송기

67 : 온도 검출기

68 : 압력 검출기

71 : 물 회수 장치(물 회수부)

81 : 물 공급 장치(물 공급부)

82 : 물 공급 라인

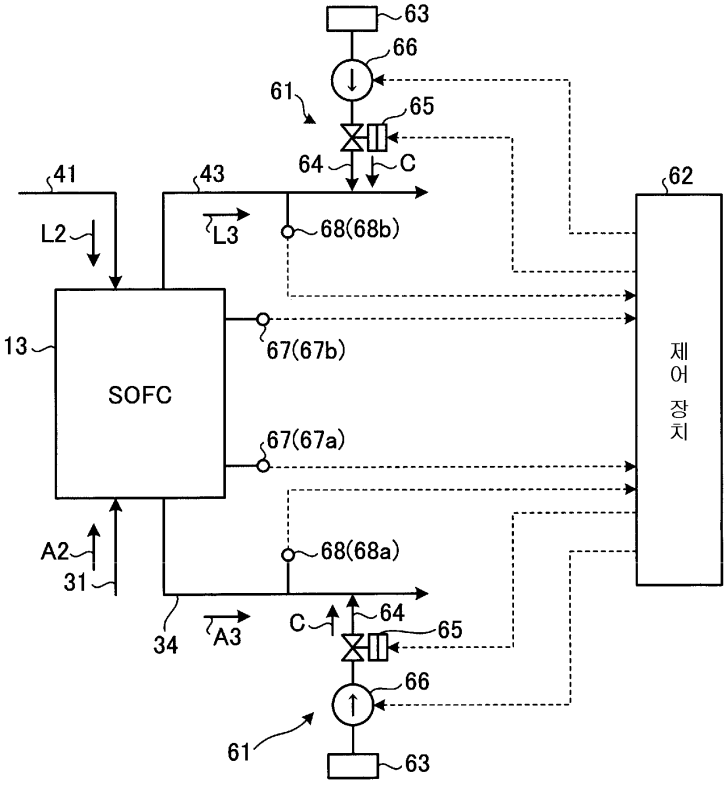
83 : 물 공급 개폐 밸브

84 : 물 공급 압송기

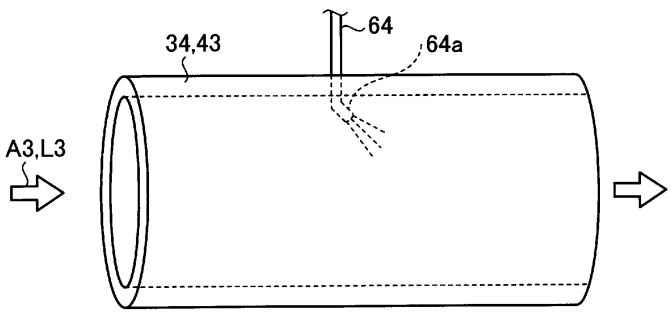
85 : 저장량 검출기

도면

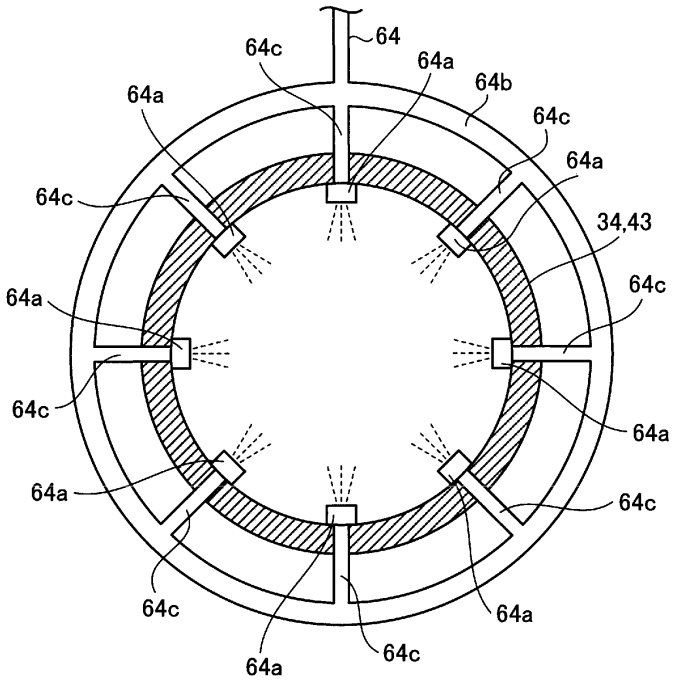
도면1



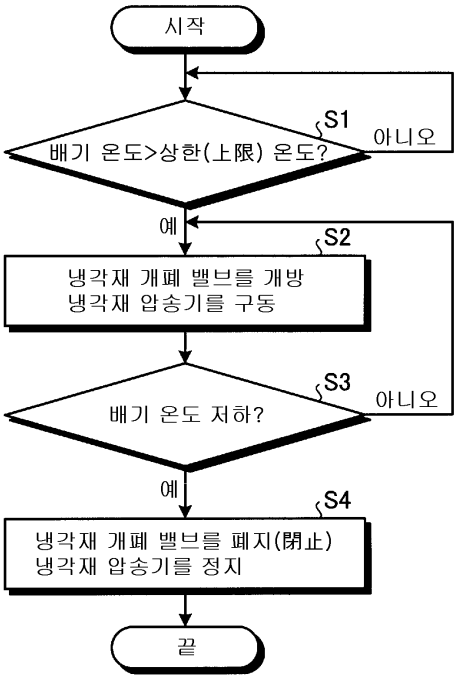
도면2



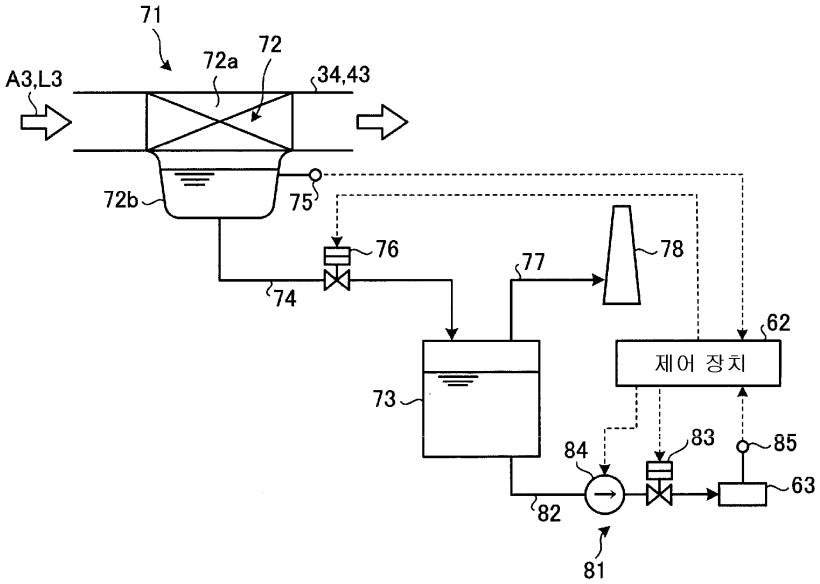
도면3


64
64c
64a
64b
64a
64c
64a
64c
34,43
64a
64c
64a
64c
64a
64c
64a
64c
64a
64c

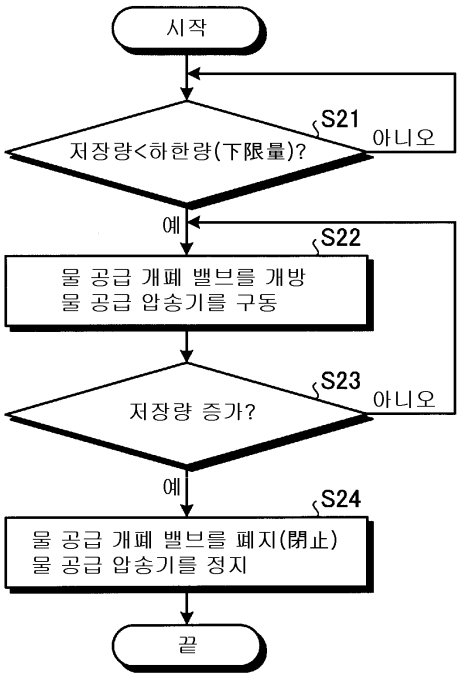
도면4


시작
S1
배기 온도>상한(上限) 온도?
아니오
예
S2
냉각재 개폐 밸브를 개방
냉각재 압송기를 구동
S3
배기 온도 저하?
아니오
예
S4
냉각재 개폐 밸브를 폐지(閉止)
냉각재 압송기를 정지
끝

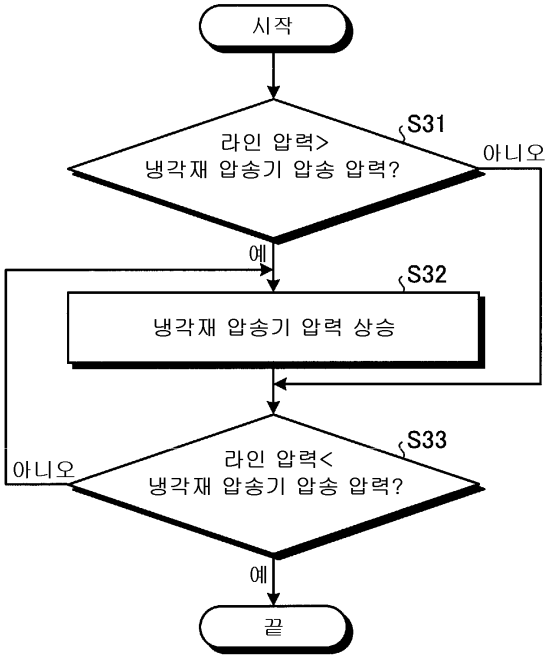
도면5


71
72a
72
A3,L3
34,43
72b
75
76
74
77
78
62
제어 장치
73
84
83
85
63
82
81

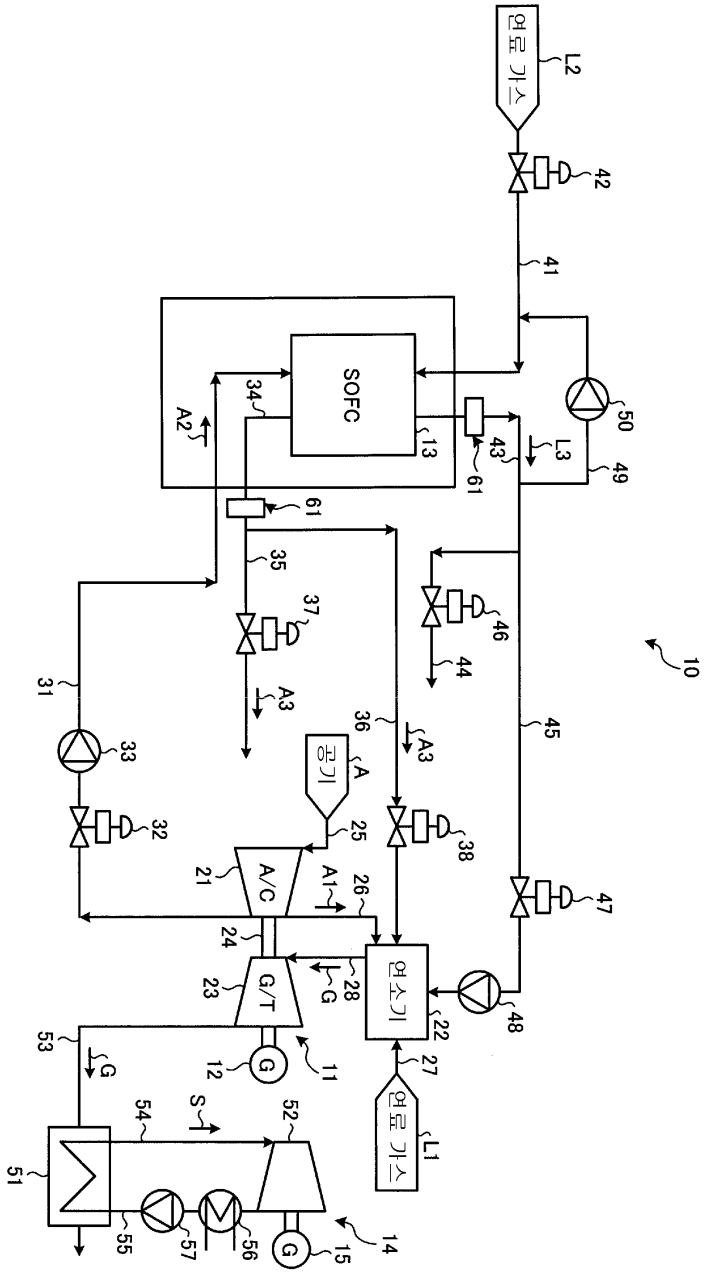
도면6


시작
S21
저장량<하한량(下限量)?
아니오
예
S22
물 공급 개폐 밸브를 개방
물 공급 압송기를 구동
S23
저장량 증가?
아니오
예
S24
물 공급 개폐 밸브를 폐지(閉止)
물 공급 압송기를 정지
끝

도면7


시작
S31
라인 압력>
냉각재 압송기 압송 압력?
아니오
예
S32
냉각재 압송기 압력 상승
S33
라인 압력<
냉각재 압송기 압송 압력?
아니오
예
끝

도면8


연료 가스
L2
42
41
SOFC
34
A2
13
43
61
50
L3
49
61
35
37
46
44
10
31
A3
36
45
33
공기
A
A3
32
25
38
21
A/C
A1
26
47
24
23
G/T
28
G
연소기
22
48
53
G
12
11
27
연료 가스
L1
54
S
52
51
55
57
56
15
14