



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년04월09일
(11) 등록번호 10-1847329
(24) 등록일자 2018년04월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02C 3/28 (2006.01) C10J 3/46 (2006.01)
C10J 3/48 (2006.01) F01K 23/10 (2006.01)
F02C 3/22 (2006.01) F02C 6/00 (2006.01)
F02C 6/18 (2006.01) F22B 1/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F02C 3/28 (2013.01)
C10J 3/46 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7036079
(22) 출원일자(국제) 2015년06월26일
심사청구일자 2016년12월23일
(85) 번역문제출일자 2016년12월23일
(65) 공개번호 10-2017-0012392
(43) 공개일자 2017년02월02일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/068533
(87) 국제공개번호 WO 2016/024447
국제공개일자 2016년02월18일
(30) 우선권주장
JP-P-2014-163813 2014년08월11일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009197693 A

(73) 특허권자
미쓰비시 히타치 파워 시스템즈 가부시기가이샤
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3초메 3-1
(72) 발명자
요시다 나오시게
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3초메 3반 1고 미쓰비시 히타치 파워 시스템즈 가
부시기가이샤 내
사카모토 고이치
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3초메 3반 1고 미쓰비시 히타치 파워 시스템즈 가
부시기가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 6 항

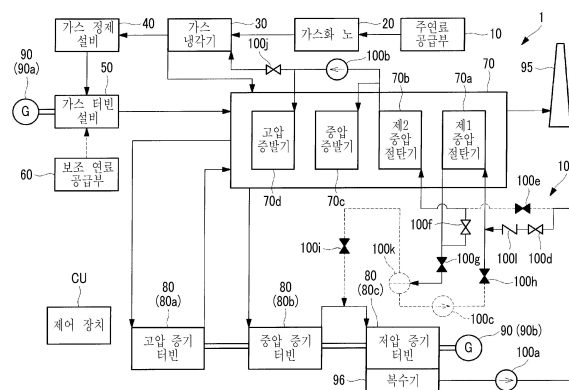
심사관 : 이택상

(54) 발명의 명칭 가스화 복합 발전 설비, 및 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법

(57) 요약

미분탄으로부터 가연성 가스를 생성하는 가스화 노(20)와, 가스 냉각기(30)와, 가스 터빈 설비(50)와, 보조 연료를 가스 터빈 설비(50)로 공급하는 보조 연료 공급부(60)와, 배열 회수 보일러(70)와, 증기 터빈 설비(80)와, 발전기(90)와, 냉각수를 순환시키는 순환 계통부(100)를 구비하고, 배열 회수 보일러(70)가, 제1 중압 절탄기(70a)와 제2 중압 절탄기(70b)를 가지며, 미분탄으로부터 생성되는 가연성 가스를 연소시키는 경우는 냉각수가 제1 중압 절탄기(70a)와 제2 중압 절탄기(70b)와 가스 냉각기(30)를 직렬로 경유하는 직렬의 열교환 계통을 형성하고, 보조 연료를 연소시키는 경우는 냉각수가 제1 중압 절탄기(70a)와 제2 중압 절탄기(70b)의 각각에 경유하는 개별의 열교환 계통을 형성하는 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)를 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

C10J 3/48 (2013.01)
F01K 23/10 (2013.01)
F02C 3/22 (2013.01)
F02C 6/00 (2013.01)
F02C 6/18 (2013.01)
F22B 1/18 (2013.01)
Y02E 20/18 (2013.01)
Y02E 50/11 (2013.01)
Y02E 50/12 (2013.01)

(72) 발명자

교사카 겐이치로

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 16반 5고 미츠비
시 주교교 가부시키키가이샤 내

기즈 데츠야

일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3쵸메 3반 1고 미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가
부시키키가이샤 내

교야마 요시노리

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 16반 5고 미츠비
시 주교교 가부시키키가이샤 내

후지이 다카시

일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3쵸메 3반 1고 미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가
부시키키가이샤 내

시나다 오사무

일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3쵸메 3반 1고 미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가
부시키키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

산소 함유 기체를 이용하여 고체 탄소질 연료를 가스화 반응시켜 가연성 가스를 생성하는 가스화 노와,
 상기 가스화 노에 의하여 생성된 상기 가연성 가스와 냉각수의 열교환에 의하여 상기 냉각수로부터 증기를 생성하는 가스 냉각기와,
 상기 가스 냉각기에 의하여 냉각된 상기 가연성 가스, 또는 보조 연료 공급부로부터 공급되는 보조 연료를 연소시켜 회전 동력을 얻는 가스 터빈 설비와,
 상기 가스 터빈 설비로부터 배출되는 연소 배기 가스의 열량을 회수하여 증기를 발생시키는 배열 회수 보일러와,
 상기 배열 회수 보일러로부터 공급되는 증기에 의하여 회전 동력을 얻는 증기 터빈 설비와,
 상기 가스 터빈 설비 및 상기 증기 터빈 설비가 공급하는 상기 회전 동력에 의하여 구동되는 발전기와,
 상기 배열 회수 보일러에 있어서 상기 냉각수의 열교환을 시키는 순환 계통부를 구비하고,
 상기 배열 회수 보일러가, 상기 연소 배기 가스와 상기 냉각수의 열교환을 행하는 제1 열교환기 및 제2 열교환기를 가지며,
 상기 가스 터빈 설비가 상기 가연성 가스를 연소시키는 경우와, 상기 보조 연료를 연소시키는 경우에 따라, 상기 순환 계통부는, 상기 냉각수가 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기와 상기 가스 냉각기 중 어느 것을 경유할지를 전환하는 가스화 복합 발전 설비.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 순환 계통부는, 상기 가스 터빈 설비가 상기 가연성 가스를 연소시키는 경우는 상기 냉각수가 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기와 상기 가스 냉각기를 직렬로 경유하는 직렬의 열교환 계통을 형성하고, 상기 가스 터빈 설비가 상기 보조 연료를 연소시키는 경우는, 상기 냉각수가 상기 가스 냉각기를 경유하지 않고 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기를 각각 개별적으로 경유하는 개별의 열교환 계통을 형성하며,
 상기 연소 배기 가스가 상기 배열 회수 보일러로부터 소정의 배기 온도 범위에서 배출되는 가스화 복합 발전 설비.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
 상기 가스 터빈 설비가 상기 보조 연료를 연소시키는 경우에 형성되는 상기 개별의 열교환 계통은, 상기 제1 열교환기에 상기 냉각수를 순환시키는 제1 열교환 계통과, 상기 제2 열교환기에 상기 냉각수를 순환시키는 제2 열교환 계통을 포함하고,
 상기 제1 열교환 계통은, 상기 제1 열교환기에 의하여 열교환된 상기 냉각수가 유도됨과 함께 상기 냉각수로부터 분리된 증기를 상기 증기 터빈 설비로 공급하는 기수 분리기를 가지며,
 상기 순환 계통부는, 상기 기수 분리기로부터 상기 증기 터빈 설비의 증기의 공급량에 따라, 상기 제2 열교환 계통으로부터 상기 제1 열교환 계통으로의 상기 냉각수의 유입량을 조절하는 조절 밸브를 갖는 가스화 복합 발전 설비.

청구항 4

가스화 복합 발전 설비의 운전 방법으로서,

상기 가스화 복합 발전 설비가,

산소 함유 기체를 이용하여 고체 탄소질 연료를 가스화 반응시켜 가연성 가스를 생성하는 가스화 노와,

상기 가스화 노에 의하여 생성된 상기 가연성 가스와 냉각수의 열교환에 의하여 상기 냉각수로부터 증기를 생성하는 가스 냉각기와,

상기 가스 냉각기에 의하여 냉각된 상기 가연성 가스, 또는 보조 연료 공급부로부터 공급되는 보조 연료를 연소시켜 회전 동력을 얻는 가스 터빈 설비와,

상기 가스 터빈 설비로부터 배출되는 연소 배기 가스의 열량을 회수하여 증기를 발생시키는 배열 회수 보일러와,

상기 배열 회수 보일러로부터 공급되는 증기에 의하여 회전 동력을 얻는 증기 터빈 설비와,

상기 가스 터빈 설비 및 상기 증기 터빈 설비가 공급하는 상기 회전 동력에 의하여 구동되는 발전기를 구비하고,

상기 배열 회수 보일러가,

상기 연소 배기 가스와 상기 냉각수의 열교환을 행하는 제1 열교환기와,

상기 연소 배기 가스와 상기 냉각수의 열교환을 행하는 제2 열교환기를 가지며,

상기 가스 터빈 설비가 상기 가연성 가스를 연소시키는 경우와, 상기 보조 연료를 연소시키는 경우에 따라, 상기 냉각수가 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기와 상기 가스 냉각기 중 어느 것을 경유할지를 전환하는 공정을 포함하는 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 전환하는 공정은, 상기 가스 터빈 설비가 상기 가연성 가스를 연소시키는 경우에 상기 냉각수가 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기와 상기 가스 냉각기를 직렬로 경유하는 직렬의 열교환 계통을 형성하고, 상기 가스 터빈 설비가 상기 보조 연료를 연소시키는 경우에, 상기 냉각수가 상기 가스 냉각기를 경유하지 않고 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기를 각각 개별적으로 경유하는 개별의 열교환 계통을 형성하며,

상기 연소 배기 가스가 상기 배열 회수 보일러로부터 소정의 배기 온도 범위에서 배출되는 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 개별의 열교환 계통은, 상기 제1 열교환기에 상기 냉각수를 순환시키는 제1 열교환 계통과, 상기 제2 열교환기에 상기 냉각수를 순환시키는 제2 열교환 계통을 포함하고,

상기 제1 열교환 계통은, 상기 제1 열교환기에 의하여 열교환된 상기 냉각수가 유도됨과 함께 상기 냉각수로부터 분리된 증기를 상기 증기 터빈 설비로 공급하는 기수 분리기를 가지며,

상기 기수 분리기로부터 상기 증기 터빈 설비로의 증기의 공급량에 따라, 상기 제2 열교환 계통으로부터 상기 제1 열교환 계통으로의 상기 냉각수의 유입량을 조절하는 조절 공정을 갖는 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 가스화 복합 발전 설비, 및 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가스화 복합 발전 설비는, 예를 들면 석탄, 바이오매스 등의 고체 탄소질 연료를 가스화하여 생성된 가연성 가스를 연소하여 얻어지는 가스 터빈의 구동력과, 가스 터빈의 배열(排熱)을 회수하여 얻어지는 증기 터빈의 구동력에 의하여 발전을 행한다. 대표적인 것으로서는, 석탄을 이용하는 석탄 가스화 복합 발전 설비(Integrated Gasification Combined Cycle: IGCC)를 들 수 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

[0003] 가스화 복합 발전 설비는, 일반적으로, 고체 탄소질 연료의 공급 장치, 가스화 노, 차콜 회수 장치, 가스 정제 설비, 가스 터빈 설비, 증기 터빈 설비, 배열 회수 보일러를 구비하여 구성된다. 가스화 노에서는, 고체 탄소질 연료가 가스화 반응에 의하여 가스화되어, 가연성 가스가 생성된다. 가스화 노가 생성한 가연성 가스는, 차콜 회수 장치에서 고체 탄소질 연료의 미반응분(차콜)이 제거된 후 가스 정제 설비에 의하여 정제되어, 가스 터빈 설비에 공급된다.

[0004] 가스 터빈 설비는, 가연성 가스를 연소기로 연소하여 고온·고압의 연소 배기 가스를 생성하여, 가스 터빈을 구동한다. 배열 회수 보일러는, 가스 터빈을 구동한 후의 연소 배기 가스로부터 열회수하여 증기를 생성한다. 증기 터빈 설비는, 배열 회수 보일러가 생성한 증기에 의하여 증기 터빈을 구동한다.

[0005] 종래의 가스화 복합 발전 설비는, 가스화 노에 의하여 생성된 가연성 가스와 냉각수의 열교환에 의하여 냉각수로부터 증기를 생성하는 가스 냉각기(신가스 쿨러(syngas cooler))를 구비하고 있다. 가스 냉각기에는, 배열 회수 보일러의 절단기에서 연소 배기 가스와 열교환한 냉각수가 공급된다. 또, 가스 냉각기에 의하여 생성된 증기는, 배열 회수 보일러에 공급되어 더 고온·고압의 증기가 된 후에, 증기 터빈 설비로 공급된다. 이와 같이, 종래의 가스화 복합 발전 설비에 있어서, 냉각수 및 증기는, 배열 회수 보일러와, 가스 냉각기와, 증기 터빈 설비의 사이에서 순환하게 되어 있다.

[0006] (선행기술문헌)

[0007] (특허문헌)

[0008] (특허문헌 1) 일본 공개특허공보 2009-197693호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 특허문헌 1에 개시되는 가스화 복합 발전 설비에 있어서는, 가스화 노의 이상이나 메인터넌스 등의 이유에 의하여 가스화 노를 장기적으로 정지시키는 경우에, 가스 터빈 설비에서 보조 연료를 이용한 연소를 행하여 복합 발전을 계속한다. 이 경우, 가스화 노에 의하여 가연성 가스가 생성되지 않고, 가스 냉각기에 의하여 증기가 생성되지 않기 때문에, 배열 회수 보일러를 통과하는 증기량이 설계 유량보다 큰 폭으로 적어져 증기 온도가 과도하게 상승해 버린다.

[0010] 따라서, 특허문헌 1에서는, 가스 터빈 설비에서 보조 연료를 이용한 연소를 행하여 복합 발전을 계속하는 경우에, 증기 온도가 과도하게 상승하지 않도록, 배열 회수 보일러를 통과하는 증기가, 복수의 과열기 중 적어도 하나를 우회하도록 하고 있다.

[0011] 그러나, 특허문헌 1에서는, 보조 연료를 이용한 복합 발전을 행할 때에, 배열 회수 보일러를 통과하는 증기량이 설계 유량보다 큰 폭으로 적어져 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율이 큰 폭으로 저하된다. 또, 특허문헌 1에서는, 배열 회수 보일러를 통과하는 증기 온도가 과도하게 상승하지 않도록, 복수의 과열기 중 적어도 하나를 우회하도록 하고 있다. 이로 인하여, 배열 회수 보일러에 의한 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율이 더 저하된다.

[0012] 본 발명은, 상기의 과제를 해결하기 위하여 이루어진 것이며, 가스화 노나 가스 정제 설비가 장애, 또는 그 외의 요인으로 장기적으로 정지되는 경우에도, 가스화 노가 생성하는 가연성 가스의 대체가 되는 다른 보조 연료

를 가스 터빈 설비에서 연소시켜 연소 배기 가스를 생성하고, 배열 회수 보일러에 의한 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율을 유지하는 것이 가능한 가스화 복합 발전 설비 및 그 운전 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명은, 상기의 과제를 해결하기 위하여, 하기의 수단을 채용했다.
- [0014] 본 발명의 일 양태에 관한 가스화 복합 발전 설비는, 산소 함유 기체를 이용하여 고체 탄소질 연료를 가스화 반응시켜 가연성 가스를 생성하는 가스화 노와, 상기 가스화 노에 의하여 생성된 상기 가연성 가스와 냉각수의 열교환에 의하여 상기 냉각수로부터 증기를 생성하는 가스 냉각기와, 상기 가스 냉각기에 의하여 냉각된 상기 가연성 가스, 또는 보조 연료 공급부로부터 공급되는 보조 연료를 연소시켜 회전 동력을 얻는 가스 터빈 설비와, 상기 가스 터빈 설비로부터 배출되는 연소 배기 가스의 열량을 회수하여 증기를 발생시키는 배열 회수 보일러와, 상기 배열 회수 보일러로부터 공급되는 증기에 의하여 회전 동력을 얻는 증기 터빈 설비와, 상기 가스 터빈 설비 및 상기 증기 터빈 설비가 공급하는 상기 회전 동력에 의하여 구동되는 발전기와, 상기 배열 회수 보일러에 있어서 상기 냉각수의 열교환을 시키는 순환 계통부를 구비하고, 상기 배열 회수 보일러가, 상기 연소 배기 가스와 상기 냉각수의 열교환을 행하는 제1 열교환기 및 제2 열교환기를 가지며, 상기 가스 터빈 설비가 상기 가연성 가스를 연소시키는 경우와, 상기 보조 연료를 연소시키는 경우에 따라, 상기 순환 계통부는, 상기 냉각수가 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기와 상기 가스 냉각기 중 어느 것을 경유할지를 전환한다.
- [0015] 본 발명의 일 양태에 관한 가스화 복합 발전 설비에 있어서, 가스화 노에 의하여 가연성 가스가 생성되는 경우, 가스 냉각기에 의하여 냉각된 가연성 가스는, 가스 터빈 설비에 의하여 연소되고 연소 배기 가스가 되어 배열 회수 보일러에 유도된다. 이 경우, 가스 냉각기가 가연성 가스로부터 열회수함과 함께 증기를 발생시켜, 발생한 증기량에 알맞는 급수가, 배열 회수 보일러가 갖는 제1 열교환기(제1 중압 절단기)와 제2 열교환기(제2 중압 절단기)를 통하여 가스 냉각기에 공급된다. 연소 배기 가스와 제1 열교환기(제1 중압 절단기)와 제2 열교환기(제2 중압 절단기)가 충분히 열교환하기 때문에, 배열 회수 보일러 출구에 있어서의 연소 배기 가스의 온도가 낮아져, 연소 배기 가스의 열량이 충분히 회수된다.
- [0016] 한편, 가스화 노에 의하여 가연성 가스가 생성되지 않는 경우, 보조 연료가 보조 연료 공급부로부터 가스 터빈 설비에 공급되고, 연소 배기 가스가 되어 배열 회수 보일러에 유도된다. 이 경우, 가스 냉각기에 의한 열회수가 없기 때문에 급수가 행해지지 않고, 배열 회수 보일러가 갖는 제2 열교환기(제2 중압 절단기)를 통과하는 급수량이 적어져, 연소 배기 가스의 온도를 충분히 낮출 수 없다.
- [0017] 따라서, 본 발명의 일 양태에 관한 가스화 복합 발전 설비에 있어서, 순환 계통부는, 가스 터빈 설비가 가연성 가스를 연소시키는 경우와, 보조 연료를 연소시키는 경우에 따라, 냉각수가 제1 열교환기와 제2 열교환기와 가스 냉각기 중 어느 것을 경유할지를 전환하도록 했다.
- [0018] 이와 같이 함으로써, 가스 터빈 설비가 가연성 가스를 연소시키는 경우와, 보조 연료를 연소시키는 경우에 따라, 냉각수가 경유하는 열교환기를 적절히 전환하여, 연소 배기 가스의 온도를 충분히 저하시킬 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 양태에 관한 가스화 복합 발전 설비에 있어서는, 상기 순환 계통부가, 상기 가스 터빈 설비가 상기 가연성 가스를 연소시키는 경우는 상기 냉각수가 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기와 상기 가스 냉각기를 직렬로 경유하는 직렬의 열교환 계통을 형성하고, 상기 가스 터빈 설비가 상기 보조 연료를 연소시키는 경우는, 상기 냉각수가 상기 가스 냉각기를 경유하지 않고 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기를 각각 개별적으로 경유하는 개별의 열교환 계통을 형성하여, 상기 연소 배기 가스가 상기 배열 회수 보일러로부터 소정의 배기 온도 범위에서 배출되는 구성으로 해도 된다.
- [0020] 본 구성에 의하면, 가스 터빈 설비가 보조 연료를 연소시키는 경우는, 냉각수가 가스 냉각기를 경유하지 않고 제1 열교환기와 제2 열교환기를 각각 개별적으로 경유하는 개별의 열교환 계통이 형성된다.
- [0021] 이와 같이 함으로써, 제1 열교환기와 제2 열교환기에 의하여 직렬의 열교환 계통을 형성하는 경우에 비하여, 배열 회수 보일러에 의한 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0022] 따라서, 가스화 노가 생성하는 가연성 가스의 대체가 되는 보조 연료를 가스 터빈 설비에서 연소시켜 연소 배기 가스를 생성하는 경우이더라도, 배열 회수 보일러에 의한 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율을 유지하는 것이 가능한 가스화 복합 발전 설비를 제공할 수 있다.
- [0023] 상기 구성의 가스화 복합 발전 설비에 있어서는, 상기 가스 터빈 설비가 상기 보조 연료를 연소시키는 경우에

형성되는 상기 개별의 열교환 계통은, 상기 제1 열교환기에 상기 냉각수를 순환시키는 제1 열교환 계통과, 상기 제2 열교환기에 상기 냉각수를 순환시키는 제2 열교환 계통을 포함하고, 상기 제1 열교환 계통은, 상기 제1 열교환기에 의하여 열교환된 상기 냉각수가 유도됨과 함께 상기 냉각수로부터 분리된 증기를 상기 증기 터빈 설비로 공급하는 기수(汽水) 분리기를 가지며, 상기 순환 계통부는, 상기 기수 분리기로부터 상기 증기 터빈 설비의 증기의 공급량에 따라, 상기 제2 열교환 계통으로부터 상기 제1 열교환 계통으로의 상기 냉각수의 유입량을 조절하는 조절 밸브를 갖고 있어도 된다.

[0024] 이와 같은 가스화 복합 발전 설비에 의하면, 가스 터빈 설비가 보조 연료를 연소시키는 경우에 형성되는 제1 열교환 계통이 갖는 기수 분리기는, 제1 열교환기에 의하여 열교환된 냉각수로부터 증기를 분리하여 증기 터빈 설비로 공급한다. 그리고, 기수 분리기로부터 증기 터빈 설비로의 증기의 공급량에 따라 제2 열교환 계통으로부터 제1 열교환 계통으로의 냉각수의 유입량이 조절 밸브에 의하여 조절된다. 이로 인하여, 제1 열교환 계통을 유통하는 냉각수의 유량이 적절히 유지된다.

[0025] 본 발명의 일 양태에 관한 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법은, 상기 가스화 복합 발전 설비가, 산소 함유 기체를 이용하여 고체 탄소질 연료를 가스화 반응시켜 가연성 가스를 생성하는 가스화 노와, 상기 가스화 노에 의하여 생성된 상기 가연성 가스와 냉각수의 열교환에 의하여 상기 냉각수로부터 증기를 생성하는 가스 냉각기와, 상기 가스 냉각기에 의하여 냉각된 상기 가연성 가스, 또는 보조 연료 공급부로부터 공급되는 보조 연료를 연소시켜 회전 동력을 얻는 가스 터빈 설비와, 상기 가스 터빈 설비로부터 배출되는 연소 배기 가스의 열량을 회수하여 증기를 발생시키는 배열 회수 보일러와, 상기 배열 회수 보일러로부터 공급되는 증기에 의하여 회전 동력을 얻는 증기 터빈 설비와, 상기 가스 터빈 설비 및 상기 증기 터빈 설비가 공급하는 상기 회전 동력에 의하여 구동되는 발전기를 구비하고, 상기 배열 회수 보일러가, 상기 연소 배기 가스와 상기 냉각수의 열교환을 행하는 제1 열교환기와, 상기 연소 배기 가스와 상기 냉각수의 열교환을 행하는 제2 열교환기를 가지며, 상기 가스 터빈 설비가 상기 가연성 가스를 연소시키는 경우와, 상기 보조 연료를 연소시키는 경우에 따라, 상기 냉각수가 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기와 상기 가스 냉각기 중 어느 것을 경유할지를 전환하는 공정을 포함한다.

[0026] 본 발명의 일 양태에 관한 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법에 있어서, 가스화 노에 의하여 가연성 가스가 생성되는 경우, 가스 냉각기에 의하여 냉각된 가연성 가스는, 가스 터빈 설비에 의하여 연소되고 연소 배기 가스가 되어 배열 회수 보일러에 유도된다. 이 경우, 가스 냉각기가 가연성 가스로부터 열회수함과 함께 증기를 발생시켜, 발생한 증기량에 알맞는 급수가, 배열 회수 보일러가 갖는 제1 열교환기(제1 중압 절단기)와 제2 열교환기(제2 중압 절단기)를 통하여 가스 냉각기에 공급된다. 연소 배기 가스와 제1 열교환기(제1 중압 절단기)와 제2 열교환기(제2 중압 절단기)가 충분히 열교환하기 때문에, 배열 회수 보일러 출구에 있어서의 연소 배기 가스의 온도가 낮아져, 연소 배기 가스의 열량이 충분히 회수된다.

[0027] 한편, 가스화 노에 의하여 가연성 가스가 생성되지 않는 경우, 보조 연료가 보조 연료 공급부로부터 가스 터빈 설비에 공급되고, 연소 배기 가스가 되어 배열 회수 보일러에 유도된다. 이 경우, 가스 냉각기에 의한 열회수가 없기 때문에 급수가 행해지지 않고, 배열 회수 보일러가 갖는 제2 열교환기(제2 중압 절단기)를 통과하는 급수량이 적어져, 연소 배기 가스의 온도를 충분히 낮출 수 없다.

[0028] 따라서, 본 발명의 일 양태에 관한 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법에 있어서는, 가스 터빈 설비가 가연성 가스를 연소시키는 경우와, 보조 연료를 연소시키는 경우에 따라, 냉각수가 제1 열교환기와 제2 열교환기와 가스 냉각기 중 어느 것을 경유할지를 전환하도록 했다.

[0029] 이와 같이 함으로써, 가스 터빈 설비가 가연성 가스를 연소시키는 경우와, 보조 연료를 연소시키는 경우에 따라, 냉각수가 경유하는 열교환기를 적절히 전환하여, 연소 배기 가스의 온도를 충분히 저하시킬 수 있다.

[0030] 본 발명의 일 양태에 관한 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법에 있어서는, 상기 전환하는 공정은, 상기 가스 터빈 설비가 상기 가연성 가스를 연소시키는 경우에 상기 냉각수가 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기와 상기 가스 냉각기를 직렬로 경유하는 직렬의 열교환 계통을 형성하고, 상기 가스 터빈 설비가 상기 보조 연료를 연소시키는 경우에, 상기 냉각수가 상기 가스 냉각기를 경유하지 않고 상기 제1 열교환기와 상기 제2 열교환기를 각각 개별적으로 경유하는 개별의 열교환 계통을 형성하며, 상기 연소 배기 가스가 상기 배열 회수 보일러로부터 소정의 배기 온도 범위에서 배출되는 구성으로 해도 된다.

[0031] 본 구성에 의하면, 가스 터빈 설비가 보조 연료를 연소시키는 경우는, 냉각수가 가스 냉각기를 경유하지 않고 제1 열교환기와 제2 열교환기를 각각 개별적으로 경유하는 개별의 열교환 계통이 형성된다.

- [0032] 이와 같이 함으로써, 제1 열교환기와 제2 열교환기에 의하여 직렬의 열교환 계통을 형성하는 경우에 비하여, 배열 회수 보일러에 의한 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0033] 따라서, 가스화 노가 생성하는 가연성 가스의 대체가 되는 보조 연료를 가스 터빈 설비에서 연소시켜 연소 배기 가스를 생성하는 경우이더라도, 배열 회수 보일러에 의한 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율을 유지하는 것이 가능한 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법을 제공할 수 있다.
- [0034] 상기 구성의 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법에 있어서는, 상기 개별의 열교환 계통이, 상기 제1 열교환기에 상기 냉각수를 순환시키는 제1 열교환 계통과, 상기 제2 열교환기에 상기 냉각수를 순환시키는 제2 열교환 계통을 포함하고, 상기 제1 열교환 계통이, 상기 제1 열교환기에 의하여 열교환된 상기 냉각수가 유도됨과 함께 상기 냉각수로부터 분리된 증기를 상기 증기 터빈 설비로 공급하는 기수 분리기를 가지며, 상기 기수 분리기로부터 상기 증기 터빈 설비로의 증기의 공급량에 따라, 상기 제2 열교환 계통으로부터 상기 제1 열교환 계통으로의 상기 냉각수의 유입량을 조절하는 조절 공정을 갖고 있어도 된다.
- [0035] 이와 같은 가스화 복합 발전 설비의 운전 방법에 의하면, 가스 터빈 설비가 보조 연료를 연소시키는 경우에 형성되는 제1 열교환 계통이 갖는 기수 분리기는, 제1 열교환기에 의하여 열교환된 냉각수로부터 증기를 분리하여 증기 터빈 설비로 공급한다. 그리고, 기수 분리기로부터 증기 터빈 설비로의 증기의 공급량에 따라 제2 열교환 계통으로부터 제1 열교환 계통으로의 냉각수의 유입량이 조절 밸브에 의하여 조절된다. 이로 인하여, 제1 열교환 계통을 유통하는 냉각수의 유량이 적절히 유지된다.

발명의 효과

- [0036] 본 발명에 의하면, 가스화 노나 가스 정제 설비가 장애, 또는 그 외의 요인으로 장기적으로 정지되는 경우에도, 가스화 노가 생성하는 가연성 가스의 대체가 되는 보조 연료를 가스 터빈 설비에서 연소시켜 연소 배기 가스를 생성하고, 배열 회수 보일러에 의한 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율을 유지하는 것이 가능한 가스화 복합 발전 설비 및 그 운전 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비를 나타내는 계통도이며, 가스화 노가 생성하는 가연성 가스를 연소시키는 상태를 나타내는 도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비를 나타내는 계통도이며, 보조 연료를 연소시키는 상태를 나타내는 도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비의 동작을 나타내는 플로차트이다.
- 도 4는 비교예의 석탄 가스화 복합 발전 설비를 나타내는 계통도이며, 가스화 노가 생성하는 가연성 가스를 연소시키는 상태를 나타내는 도이다.
- 도 5는 비교예의 석탄 가스화 복합 발전 설비를 나타내는 계통도이며, 보조 연료를 연소시키는 상태를 나타내는 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 이하, 본 발명의 일 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비에 대하여, 도면을 이용하여 설명한다.
- [0039] 도 1, 도 2에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비(Integrated Gasification Combined Cycle: IGCC)(1)는, 주연료 공급부(10)와, 가스화 노(20)와, 가스 냉각기(30)와, 가스 정제 설비(40)와, 가스 터빈 설비(50)와, 보조 연료 공급부(가스 공급부)(60)와, 배열 회수 보일러(70)와, 증기 터빈 설비(80)와, 발전기(90)와, 순환 계통부(100)와, 제어 장치(CU)를 구비한다.
- [0040] 주연료 공급부(10)는, 고체 탄소질 연료인 석탄을, 석탄 밀(도시하지 않음)을 이용하여 분쇄하고 미분탄을 생성하여, 가스화 노(20)로 공급하는 장치이다. 주연료 공급부(10)에 의하여, 생성된 미분탄은, 공기 분리 장치(도시하지 않음)로부터 공급되는 질소 가스에 의하여 반송됨으로써, 가스화 노(20)로 공급된다.
- [0041] 가스화 노(20)는, 주연료 공급부(10)로부터 공급되는 미분탄을 산소 함유 기체인 가스화제에 의하여 가스화 반응시켜 가스화하고, 가연성 가스를 생성하는 장치이다. 가스화 노(20)에는, 예를 들면 공기 분사 2단 분류상(噴流床) 가스화 노라고 불리는 방식의 노가 채용되고 있다. 가스화 노(20)는, 생성한 가연성 가스를 가스 냉각기

(30)에 공급한다. 가스화 노(20)는, 가스 냉각기(30)와 함께 가스화 노 설비를 구성하고 있다.

- [0042] 산소 함유 기체로서는, 산소를 포함하는 공기나, 공기 분리 장치(도시하지 않음)에서 생성되는 산소 가스가 이용된다.
- [0043] 가스 냉각기(30)는, 가스화 노(20)로부터 공급되는 가연성 가스와 냉각수의 열교환에 의하여 냉각수로부터 증기를 생성하는 열교환기이다. 가스 냉각기(30)는, 배열 회수 보일러(70)의 제2 중압 절탄기(70b)로부터 공급되는 냉각수와 가연성 가스의 열교환에 의하여 증기를 생성하고, 생성한 증기를 고압 증기 터빈(80a)으로 공급한다.
- [0044] 가스 냉각기(30)에서 열회수된 가연성 가스는, 차콜 회수 장치(도시하지 않음)에 의하여 차콜이 회수된 후에 가스 정제 설비(40)로 유도된다.
- [0045] 가스 정제 설비(40)는, 차콜 회수 장치에서 차콜이 분리 제거된 가연성 가스를 정제하여 황분(黃分) 등의 불순물을 제거하여, 가스 터빈 설비(50)의 연료 가스로서 적합한 성상(性狀)의 가스를 정제하는 설비이다. 가스 정제 설비(40)에 의하여 정제된 가연성 가스는, 가스 터빈 설비(50)의 연소기(도시하지 않음)에 공급된다.
- [0046] 가스 터빈 설비(50)는, 연소기(도시하지 않음)와, 압축기(도시하지 않음)와, 가스 터빈(도시하지 않음)을 구비한다. 연소기는, 가스 정제 설비(40)로부터 공급되는 가연성 가스를, 압축기에 의하여 압축된 압축 공기를 이용하여 연소시킨다. 이렇게 하여 가연성 가스가 연소되면, 고온 고압의 연소 배기 가스가 생성되어 연소기로부터 가스 터빈으로 공급된다. 그 결과, 고온 고압의 연소 배기 가스가 워크(work)를 하여 가스 터빈을 구동하고, 고온의 연소 배기 가스가 배출된다. 가스 터빈의 회전축 출력은, 발전기(90a)나 압축기의 구동원으로서 사용된다.
- [0047] 보조 연료 공급부(가스 공급부)(60)는, 주연료 공급부(10)로부터 미분탄이 가스화 노(20)에 공급되지 않고, 가스화 노(20)에 의하여 가연성 가스가 생성되지 않는 경우에, 가스 터빈 설비(50)에 가연성 가스인 보조 연료를 공급하는 장치이다. 제어 장치(CU)는, 주연료 공급부(10)로부터 미분탄이 가스화 노(20)에 공급되지 않는 경우, 보조 연료 공급부(60)로부터 보조 연료를 공급하도록 보조 연료 공급부(60)를 제어한다.
- [0048] 보조 연료로서는, 예를 들면 천연 가스 등의 탄화 수소계 가스를 이용할 수 있다. 그 외, 탄화 수소계 가스 이외에도, 다양한 가연성 가스를 이용할 수 있다.
- [0049] 배열 회수 보일러(70)는, 가스 터빈 설비(50)로부터 배출되는 고온의 연소 배기 가스가 보유하는 열을 회수하여 증기를 생성하는 설비이다. 배열 회수 보일러(70)는, 연소 배기 가스와 물의 열교환에 의하여 증기를 생성하고, 생성한 증기를 증기 터빈 설비(80)로 공급한다. 배열 회수 보일러(70)는, 물과의 열교환에 의하여 온도 저하된 연소 배기 가스를, 필요한 처리를 실시한 후에 연돌(95)로부터 대기로 방출한다.
- [0050] 배열 회수 보일러(70)는, 가스 터빈 설비(50)로부터 배출되는 고온의 연소 배기 가스와 냉각수 또는 증기와 열교환을 하기 위한 복수의 열교환기를 구비하고 있다. 복수의 열교환기는, 연소 배기 가스의 유통 방향의 하류측으로부터 상류측을 향하여, 제1 중압 절탄기(70a), 제2 중압 절탄기(70b), 중압 증발기(70c), 고압 증발기(70d)의 순서로 배치되어 있다.
- [0051] 증기 터빈 설비(80)는, 배열 회수 보일러(70)로부터 공급되는 증기를 구동원으로 하여 운전되며, 발전기(90b)가 연결되는 회전축을 회전시키는 설비이다. 발전기(90b)는, 회전축의 회전에 의한 회전 동력을 이용하여 발전을 행한다.
- [0052] 증기 터빈 설비(80)는, 고압 증기 터빈(80a)과, 중압 증기 터빈(80b)과, 저압 증기 터빈(80c)을 구비하고 있다.
- [0053] 순환 계통부(100)는, 가스 냉각기(30)와, 배열 회수 보일러(70)와, 증기 터빈 설비(80)의 사이에서, 냉각수 및 냉각수가 증발한 증기를 순환시키는 각종 장치와, 그들 장치를 접속하는 유로로 이루어지는 계통이다.
- [0054] 순환 계통부(100)는, 중압 급수 펌프(100a)와, 고압 급수 펌프(100b)와, 순환 펌프(100c)와, 조절 밸브(100d)와, 전환 밸브(100e, 100f, 100g, 100h, 100i, 100j)를 구비한다. 또, 순환 계통부(100)는, 기수 분리기(100k)와 역류 방지 밸브(100l)를 구비한다.
- [0055] 중압 급수 펌프(100a)는, 저압 증기 터빈(80c)에서 워크를 끝낸 저압 증기를 냉각하는 복수기(96)에 저류된 냉각수를 급수하는 펌프이다.
- [0056] 고압 급수 펌프(100b)는, 제2 중압 절탄기(70b)로부터 배출되는 냉각수를, 중압 증발기(70c), 고압 증발기(70d), 및 가스 냉각기(30)로 급수하는 펌프이다.
- [0057] 순환 펌프(100c)는, 기수 분리기(100k)에서 증기가 분리된 냉각수를 제1 중압 절탄기(70a)로 급수하는

펌프이다.

- [0058] 기수 분리기(100k)는, 제1 중압 절탄기(70a)에서 가열되어 전환 밸브(100g)에 의하여 감압된 냉각수를, 증기와 드레인수로 분리하는 장치이다. 기수 분리기(100k)에 의하여 분리된 증기는, 저압 증기 터빈(80c)에 공급된다. 한편, 기수 분리기(100k)에 의하여 분리된 드레인수는, 제1 중압 절탄기(70a)에 공급된다.
- [0059] 조절 밸브(100d)는, 기수 분리기(100k)에 의하여 분리된 증기에 상당하는 양의 냉각수를, 제1 중압 절탄기(70a)를 순환하는 순환 계통에 공급하기 위한 밸브이다.
- [0060] 역류 방지 밸브(100l)는, 조절 밸브(100d)의 하류측에 마련되어 있으며, 조절 밸브(100d)에 냉각수가 역류하는 것을 방지하는 밸브이다.
- [0061] 전환 밸브(100e, 100f, 100g, 100h, 100i, 100j)는, 순환 계통부(100)를 구성하는 유로 상에 마련되어, 개폐 상태를 전환함으로써 순환 계통부(100)에 제1 중압 절탄기(70a)와, 제2 중압 절탄기(70b)와 가스 냉각기(30)가 관련하는 복수의 열교환 계통을 형성할 수 있는 전환 밸브이다.
- [0062] 제어 장치(제어부)(CU)는, 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)의 각 부를 제어하는 장치이다. 제어 장치(CU)는, 제어 동작을 실행하기 위한 제어 프로그램이 기억된 기억부(도시하지 않음)로부터 제어 프로그램을 읽어내 실행함으로써, 각종 제어 동작을 실행한다.
- [0063] 이하, 제어 장치(CU)에 의하여 실행되는 처리에 대하여 도 3의 플로차트를 이용하여 설명한다.
- [0064] 제어 장치(CU)는, 도 3의 플로차트에 나타내는 동작을 실행함으로써, 가스화 노(20)에 의한 가연성 가스의 생성이 행해지고 있는지 여부에 따라 냉각수의 열교환 계통을 형성하여, 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율을 유지한다.
- [0065] 스텝 S301에서, 제어 장치(CU)는, 가스화 노(20)가 가연성 가스를 생성하고 있는지 여부를 판단하여, YES이면 스텝 S302로 처리를 진행하고, NO이면 스텝 S303으로 처리를 진행한다.
- [0066] 제어 장치(CU)는, 주연료 공급부(10)로부터 가스화 노(20)로 주연료인 미분탄이 공급되고 있는 경우는, YES라고 판단한다. 한편, 제어 장치(CU)는, 이상(異常) 등에 의하여 주연료 공급부(10)로부터 가스화 노(20)로의 미분탄의 공급이 정지되어 있는 경우는, NO라고 판단한다.
- [0067] 스텝 S302(제1 열교환 공정)에서, 제어 장치(CU)는, 제1 중압 절탄기(70a)와, 제2 중압 절탄기(70b)와 가스 냉각기(30)에 의하여 직렬의 열교환 계통을 형성하도록, 전환 밸브(100e, 100f, 100g, 100h, 100i) 및 조절 밸브(100d)의 개폐 상태를 제어한다.
- [0068] 제어 장치(CU)는, 전환 밸브(100e, 100g, 100h, 100i)를 폐쇄 상태(도 1 중의 흑색의 밸브)로 하고, 전환 밸브(100f) 및 조절 밸브(100d)를 개방 상태(도 1 중의 백색의 밸브)로 하도록 제어한다.
- [0069] 여기에서, 전환 밸브(100j)의 개폐 상태의 전환은, 가스 냉각기(30) 내에 설치된 드럼(도시하지 않음)의 수위 레벨에 의하여 제어된다. 가스화 노(20)로부터 가스 냉각기(30)에 공급되는 가연성 가스와의 열교환에 의하여 드럼 내의 냉각수가 증발하여 수위 레벨이 저하되면, 수위 레벨을 유지하기 위하여, 전환 밸브(100j)가 개방 상태가 된다. 가스화 노(20)로부터 공급되는 가연성 가스가 감소하면, 수위 레벨이 저하되지 않기 때문에, 전환 밸브(100j)는 폐쇄 상태를 유지한다.
- [0070] 여기에서는, 전환 밸브(100j)의 개폐 상태의 전환에 대하여 설명했지만, 다른 전환 밸브(100e, 100f, 100g, 100h, 100i)에 대해서는, 예를 들면 제어 장치(CU)가, 다른 전환 밸브에 내장된 구동 기구를 제어하여 밸브체를 구동함으로써 행해진다. 또 예를 들면, 다른 전환 밸브에 구동 기구가 내장되어 있지 않은 경우, 다른 전환 밸브의 개폐 상태의 전환은, 제어 장치(CU)가 표시 장치(도시하지 않음)에 다른 전환 밸브를 개방 상태로 해야 하는지 폐쇄 상태로 해야 하는지의 지시를 표시함으로써 행해진다. 후자의 경우, 다른 전환 밸브의 개폐 상태는, 표시 장치의 지시에 따라 작업자가 수동으로 전환한다.
- [0071] 여기에서, 스텝 S302의 동작에 의하여 형성되는 직렬의 열교환 계통에 대하여 도 1을 이용하여 설명한다.
- [0072] 도 1에 있어서, 중압 급수 펌프(100a)에 의하여 압송되는 냉각수는, 조절 밸브(100d)와 역류 방지 밸브(100l)를 경유하여 제1 중압 절탄기(70a)에 유도된다. 제1 중압 절탄기(70a)에 유도된 냉각수는, 연소 배기 가스와의 열교환에 의하여 가열된 후, 전환 밸브(100f)를 경유하여 제2 중압 절탄기(70b)에 유도된다.
- [0073] 제2 중압 절탄기(70b)에 유도된 냉각수는, 연소 배기 가스와의 열교환에 의하여 가열된 후, 일부가 고압 급수

펌프(100b)에 유도되고, 다른 일부가 중압 증발기(70c)에 유도된다. 중압 증발기(70c)에 유도된 냉각수는, 연소 배기 가스와의 열교환에 의하여 가열되어 증기가 되며, 중압 증기 터빈(80b)으로 유도된다.

[0074] 고압 급수 펌프(100b)에 유도된 냉각수는, 일부가 전환 밸브(100j)를 경유하여 가스 냉각기(30)로 유도되고, 다른 일부가 고압 증발기(70d)에 유도된다. 고압 증발기(70d)에 유도된 냉각수는, 연소 배기 가스와의 열교환에 의하여 가열되어 증기가 되며, 고압 증기 터빈(80a)으로 유도된다. 가스 냉각기(30)로 유도된 냉각수는, 가스화 노(20)에 의하여 생성된 가연성 가스와의 열교환에 의하여 가열되어 증기가 되며, 그 증기가 배열 회수 보일러(70)에 유도되고 열교환기(도시하지 않음)에 의하여 가열된 후에 고압 증기 터빈(80a)으로 유도된다.

[0075] 고압 증기 터빈(80a)으로 유도된 증기는, 고압 증기 터빈(80a)에서 회전 동력으로서 이용된다. 고압 증기 터빈(80a)에서 워크를 하여 온도가 저하된 증기는, 배열 회수 보일러(70) 내에서 재열된 후에 중압 증기 터빈(80b)에 유도되어, 중압 증기 터빈(80b)에서 회전 동력으로서 이용된다.

[0076] 중압 증기 터빈(80b)에서 워크를 하여 온도가 저하된 증기는, 저압 증기 터빈(80c)으로 유도되어 회전 동력으로서 이용된다. 저압 증기 터빈(80c)에서 워크를 하여 온도가 저하된 증기는, 복수기(96)에 의하여 냉각되고 액화하여, 복수기(96)의 저류부(도시하지 않음)에 저류된다. 복수기(96)의 저류부에 저류된 물은 냉각수로서 다시 고압 급수 펌프(100b)에 유도된다.

[0077] 이상과 같이, 가스화 노(20)가 가연성 가스를 생성하고 있는 경우, 제어 장치(CU)는, 제1 중압 절탄기(70a)와, 제2 중압 절탄기(70b)와 가스 냉각기(30)에 의하여 직렬의 열교환 계통을 형성한다. 이 직렬의 열교환 계통에 있어서는, 제1 중압 절탄기(70a)와, 제2 중압 절탄기(70b)와, 가스 냉각기(30)에 의한 열교환이 행해지기 때문에, 가스 냉각기(30)에 단위 시간당 유통되는 냉각수의 유량은, 제1 중압 절탄기(70a)와, 제2 중압 절탄기(70b)와, 가스 냉각기(30)에 의하여 회수되는 열량에 따른 유량이 된다.

[0078] 한편, 도 3의 스텝 S303에서 제어 장치(CU)는, 가스화 노(20)가 가연성 가스를 생성하고 있지 않은 점에서, 가스 터빈 설비(50)에 공급하는 연료를 가스화 노(20)가 생성하는 가연성 가스로부터 보조 연료 공급부(60)가 공급하는 보조 연료로 전환한다. 제어부(CU)는, 보조 연료 공급부(60)로 제어 신호를 송신함으로써, 보조 연료 공급부(60)로부터 가스 터빈 설비(50)로 보조 연료가 공급되도록 한다.

[0079] 스텝 S304(제2 열교환 공정)에서, 제어 장치(CU)는, 제1 중압 절탄기(70a)와, 제2 중압 절탄기(70b)와 가스 냉각기(30)의 각각에 의하여 개별의 열교환 계통(제1 열교환 계통, 제2 열교환 계통)을 형성하도록, 전환 밸브(100e, 100f, 100g, 100h, 100i) 및 조절 밸브(100d)의 개폐 상태를 제어한다.

[0080] 제어 장치(CU)는, 전환 밸브(100f)를 폐쇄 상태(도 2 중의 흑색의 밸브)로 하고, 전환 밸브(100e, 100g, 100h, 100i)를 개방 상태(도 2 중의 백색의 밸브)로 하도록 제어한다. 또한, 후술하는 바와 같이 조절 밸브(100d)의 개폐 상태는, 기수 분리기(100k)에 의하여 분리되는 증기의 양에 따라, 적절히 조정된다.

[0081] 여기에서, 스텝 S304의 동작에 의하여 형성되는 개별의 열교환 계통에 대하여 도 2를 이용하여 설명한다.

[0082] 스텝 S304의 동작에 의하여 형성되는 개별의 열교환 계통의 일방은, 제1 중압 절탄기(70a)에 냉각수를 순환시키는 제1 열교환 계통이다. 개별의 열교환 계통의 타방은, 제2 중압 절탄기(70b)에 냉각수를 순환시키는 제2 열교환 계통이다. 제1 열교환 계통과 제2 열교환 계통은, 각각 독립적으로 냉각수를 순환시키는 열교환 계통으로 되어 있다.

[0083] 먼저, 제1 중압 절탄기(70a)에 냉각수를 순환시키는 제1 열교환 계통에 대하여 설명한다.

[0084] 제1 열교환 계통은, 순환 펌프(100c)가 압송하는 냉각수를, 전환 밸브(100h)를 경유하여 제1 중압 절탄기(70a)에 유도한다. 제1 중압 절탄기(70a)에 유도된 냉각수는, 연소 배기 가스와의 열교환에 의하여 가열된 후, 전환 밸브(100g)를 경유하여 기수 분리기(100k)에 유도된다. 전환 밸브(100g)에서 감압된 냉각수는, 물과 증기가 혼합된 상태의 냉각 매체로서 기수 분리기(100k)에 유도된다. 기수 분리기(100k)는, 전환 밸브(100g)로부터 유도된 냉각 매체로부터 증기를 분리하고, 전환 밸브(100i)를 경유하여 저압 증기 터빈(80c)으로 공급한다.

[0085] 한편, 기수 분리기(100k)는, 전환 밸브(100g)로부터 유도된 냉각 매체로부터 드레인수를 분리하여, 순환 펌프(100c)로 공급한다. 순환 펌프(100c)는, 기수 분리기(100k)가 분리한 드레인수(냉각수)를, 전환 밸브(100h)를 경유하여 제1 중압 절탄기(70a)에 다시 유도한다. 이와 같이, 냉각수는, 순환 펌프(100c)와 전환 밸브(100h)와 제1 중압 절탄기(70a)와 전환 밸브(100g)와 기수 분리기(100k)에 의하여 구성되는 제1 열교환 계통을 순환한다.

[0086] 여기에서, 기수 분리기(100k)에 의하여 분리된 증기는 제1 열교환 계통의 외부인 저압 증기 터빈(80c)에 유도된

다. 이로 인하여, 제1 열교환 계통을 유통하는 냉각수의 유량은, 분리된 증기의 양에 따른 만큼만 감소해 버린다. 따라서, 본 실시형태에서는, 제어 장치(CU)가, 기수 분리기(100k)에 의하여 분리된 증기의 양에 따른 냉각수를, 제2 열교환 계통으로부터 제1 열교환 계통으로 유입시키도록 조절 밸브(100d)의 개방도를 조절한다.

[0087] 제어 장치(CU)는, 기수 분리기(100k)가 갖는 액면 센서가 일정한 액면 높이를 나타내도록, 조절 밸브(100d)의 개방도를 조절한다. 제어 장치(CU)는, 액면 센서가 검출하는 액면 높이가 목표 높이보다 낮아진 경우는 조절 밸브(100d)의 개방도를 크게 하여 제2 열교환 계통으로부터 제1 열교환 계통으로 냉각수를 유입시킨다. 또, 제어 장치(CU)는, 액면 센서가 검출하는 액면 높이가 목표 높이보다 높아진 경우는 조절 밸브(100d)를 폐쇄 상태하여 제2 열교환 계통으로부터 제1 열교환 계통으로 냉각수가 유입되지 않도록 한다.

[0088] 다음으로, 제2 중압 절탄기(70b)에 냉각수를 순환시키는 제2 열교환 계통에 대하여 설명한다.

[0089] 도 2에 있어서, 중압 급수 펌프(100a)에 의하여 압송되는 냉각수는, 전환 밸브(100e)를 경유하여 제2 중압 절탄기(70b)에 유도된다. 제2 중압 절탄기(70b)에 유도된 냉각수는, 연소 배기 가스와의 열교환에 의하여 가열된 후, 일부가 고압 급수 펌프(100b)에 유도되고, 다른 일부가 중압 증발기(70c)에 유도된다. 중압 증발기(70c)에 유도된 냉각수는, 연소 배기 가스와의 열교환에 의하여 가열되어 증기가 되며, 중압 증기 터빈(80b)으로 유도된다.

[0090] 고압 급수 펌프(100b)에 유도된 냉각수는, 그 전부가 고압 증발기(70d)에 유도된다. 고압 증발기(70d)에 유도된 냉각수는, 연소 배기 가스와의 열교환에 의하여 가열되어 증기가 되며, 고압 증기 터빈(80a)으로 유도된다.

[0091] 고압 증기 터빈(80a)으로 유도된 증기는, 고압 증기 터빈(80a)의 회전 동력으로서 이용된다. 고압 증기 터빈(80a)에서 워크를 하여 온도가 저하된 증기는, 배열 회수 보일러(70) 내에서 재열된 후에 중압 증기 터빈(80b)에 유도되어, 중압 증기 터빈(80b)에서 회전 동력으로서 이용된다.

[0092] 이와 같이, 스텝 S304의 동작에 의하여 제1 열교환 계통과 제2 열교환 계통으로 이루어지는 개별의 열교환 계통을 형성하는 경우, 각각의 열교환 계통에 있어서 독립적으로 냉각수가 순환하게 된다. 특히, 제1 열교환 계통은, 기수 분리기(100k)에서 증기로서 분리되지 않는 만큼의 냉각수가 제1 중압 절탄기(70a)를 순환하여 열교환을 행하게 된다. 이로 인하여, 단위 시간당 제1 중압 절탄기(70a)를 순환하는 냉각수의 유량을 증가시켜, 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율을 높일 수 있다.

[0093] 이상 설명한 바와 같이, 제어 장치(CU)는, 도 3의 플로차트에 나타내는 동작을 실행함으로써, 가스화 노(20)에 의한 가연성 가스의 생성이 행해지고 있는지 여부에 따라, 냉각수의 열교환 계통으로서, 직렬 혹은 개별의 순환 계통 중 어느 하나를 형성하여, 배열 회수 보일러(70)의 열회수 효율을 유지할 수 있다.

[0094] 여기에서, 도 4 및 도 5를 이용하여, 본 실시형태의 비교예의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1')에 대하여 설명한다.

[0095] 본 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)는, 배열 회수 보일러(70)가 제1 중압 절탄기(70a)와 제2 중압 절탄기(70b)를 구비한다.

[0096] 그에 대하여, 비교예의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1')는, 배열 회수 보일러(70')가 단일의 중압 절탄기(70e)를 구비한다.

[0097] 또한, 도 4 및 도 5에 있어서, 도 1 및 도 2와 동일한 부호를 붙인 것은, 도 1 및 도 2와 동일한 것이기 때문에, 설명을 생략한다.

[0098] 도 4에 나타내는 바와 같이, 가스화 노(20)가 가연성 가스를 생성하고 가스 터빈 설비(50)가 가연성 가스를 연소시키는 경우, 고압 급수 펌프(100b)에 유도된 냉각수는, 일부가 전환 밸브(100j)를 통하여 가스 냉각기(30)로 유도되며, 다른 일부가 고압 증발기(70d)에 유도된다.

[0099] 도 4에 나타내는 상태에서는, 가스 냉각기(30)에서 가연성 가스와 냉각수의 열교환에 의하여 증기가 발생한다. 이로 인하여, 가스 냉각기(30)에는, 고압 급수 펌프(100b)를 통하여 충분한 급수량으로 냉각수가 계속적으로 유입된다. 따라서, 중압 절탄기(70e), 중압 증발기(70c), 고압 증발기(70d)를 유통하는 냉각수의 급수량이 충분한 양이 되어, 배열 회수 보일러(70')에 의한 열회수 효율은, 높은 상태로 유지된다.

[0100] 한편, 도 5에 나타내는 바와 같이, 가스 터빈 설비(50)가 보조 연료를 연소시키는 경우, 고압 급수 펌프(100b)에 유도된 냉각수는, 그 전부가 고압 증발기(70d)에 유도된다. 이 경우, 고압 급수 펌프(100b)에 유도된 냉각수는, 전환 밸브(100j)를 통하여 가스 냉각기(30)로 유도되는 일이 없다. 이것은, 가스 냉각기(30)에서 가연성 가

스와 냉각수의 열교환이 행해지지 않고, 증기가 발생하지 않기 때문이다. 이로 인하여, 가스 냉각기(30)에는, 고압 급수 펌프(100b)를 통하여 냉각수가 거의 유입되지 않는다. 따라서, 중압 절탄기(70e), 중압 증발기(70c), 고압 증발기(70d)를 유통하는 냉각수의 급수량이 충분한 양이 되지 않아, 배열 회수 보일러(70')에 의한 열회수 효율은, 낮은 상태가 되어 버린다.

[0101] 이와 같이 비교예의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1')에서는, 가스 터빈 설비(50)가 보조 연료를 연소시키는 경우, 가스 냉각기(30)에 냉각수가 거의 유입되지 않으며, 그에 따라, 배열 회수 보일러(70')에 의한 열회수 효율은, 낮은 상태가 되어 버린다.

[0102] 예를 들면, 비교예의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1')에 있어서, 가스 터빈 설비(50)가 가연성 가스를 연소시키는 경우에 배열 회수 보일러(70')로부터 배출되는 연소 배기 가스의 온도가 약 120인 경우, 가스 터빈 설비(50)가 보조 연료를 연소시키는 경우에 배열 회수 보일러(70')로부터 배출되는 연소 배기 가스의 온도가 약 200가 된다.

[0103] 한편, 본 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)에서는, 가스 터빈 설비(50)가 보조 연료를 연소시키는 경우이더라도, 제1 열교환 계통과 제2 열교환 계통으로 이루어지는 개별의 열교환 계통이 형성되기 때문에, 배열 회수 보일러(70)에 의한 열회수 효율은, 높은 상태로 유지된다.

[0104] 예를 들면, 본 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)에 있어서, 가스 터빈 설비(50)가 가연성 가스를 연소시키는 경우에 배열 회수 보일러(70)로부터 배출되는 연소 배기 가스의 온도가 약 120인 경우, 가스 터빈 설비(50)가 보조 연료를 연소시키는 경우에 배열 회수 보일러(70)로부터 배출되는 연소 배기 가스의 온도도 약 120가 된다.

[0105] 또한, 본 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)에 있어서, 배열 회수 보일러(70)로부터 배출되는 연소 배기 가스의 소정의 배기 온도 범위는, 약 120가 되는 것이 바람직하다. 소정의 배기 온도 범위는, 예를 들면 110 이상 또한 130 이하의 범위여도 된다. 보다 바람직하게는, 115 이상 또한 125 이하의 범위이다.

[0106] 이와 같이, 가스 터빈 설비(50)가 보조 연료를 연소시키는 경우에 대하여, 비교예의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1')와 본 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)를 대비하면, 비교예보다 본 실시형태가, 열회수 효율이 높아진다.

[0107] 본 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)는, 가스 터빈 설비(50)가 보조 연료를 연소시키는 경우에 제1 중압 절탄기(70a)에 의하여 열회수되는 열량은, 기수 분리기(100k)에 의하여 분리되는 증기로서 저압 증기 터빈(80c)으로 공급된다.

[0108] 일례로서, 기수 분리기(100k)에 의하여 분리되는 냉각수(드레인수)의 질량 유량에 대한 증기의 질량 유량의 비가 약 10%가 되도록 한 경우, 가스 터빈 설비(50)가 보조 연료를 연소시킬 때의 본 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)의 발전 효율이, 비교예의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1')의 발전 효율보다 약 2% 높아진다.

[0109] 다음으로, 본 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)가 나타내는 작용 및 효과에 대하여 설명한다.

[0110] 본 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)에 있어서, 가스화 노(20)에 의하여 가연성 가스가 생성되는 경우, 가스 냉각기(30)에 의하여 냉각된 가연성 가스는, 가스 터빈 설비(50)에 의하여 연소되어 연소 배기 가스가 되며 배열 회수 보일러(70)에 유도된다. 이 경우, 배열 회수 보일러(70)가 갖는 제1 중압 절탄기(70a)(제1 열교환기)와 제2 중압 절탄기(70b)(제2 열교환기)가 연소 배기 가스로부터 열회수함과 함께, 가스 냉각기(30)가 가연성 가스로부터 열회수한다. 이 경우, 제1 중압 절탄기(70a)와 제2 중압 절탄기(70b)와 가스 냉각기(30)에 의하여 직렬의 열교환 계통이 형성되기 때문에, 제1 중압 절탄기(70a)와 제2 중압 절탄기(70b)와 가스 냉각기(30)에 의하여 회수되는 열량에 따른 유량의 냉각수가 순환 계통부(100)를 단위 시간당 유통하게 된다.

[0111] 한편, 가스화 노(20)에 의하여 가연성 가스가 생성되지 않는 경우, 보조 연료가 보조 연료 공급부(가스 공급부)(60)로부터 가스 터빈 설비(50)에 공급되고, 연소 배기 가스가 되어 배열 회수 보일러(70)에 유도된다. 이 경우, 배열 회수 보일러(70)가 갖는 제1 중압 절탄기(70a)와 제2 중압 절탄기(70b)가 연소 배기 가스로부터 열회수하는 한편, 가스 냉각기(30)에 의한 열회수는 행해지지 않는다. 이 경우, 제1 중압 절탄기(70a)와 제2 중압 절탄기(70b)의 각각에 의하여 개별의 열교환 계통이 형성된다. 이로 인하여, 순환 계통부(100)를 단위 시간당 유통하는 냉각수의 유량은, 제1 중압 절탄기(70a)를 형성하는 제1 열교환 계통을 단위 시간당 유통하는 냉각수의 유량과 제2 중압 절탄기(70b)를 형성하는 제2 열교환 계통을 단위 시간당 유통하는 냉각수의 유량을 합산한 유량이 된다.

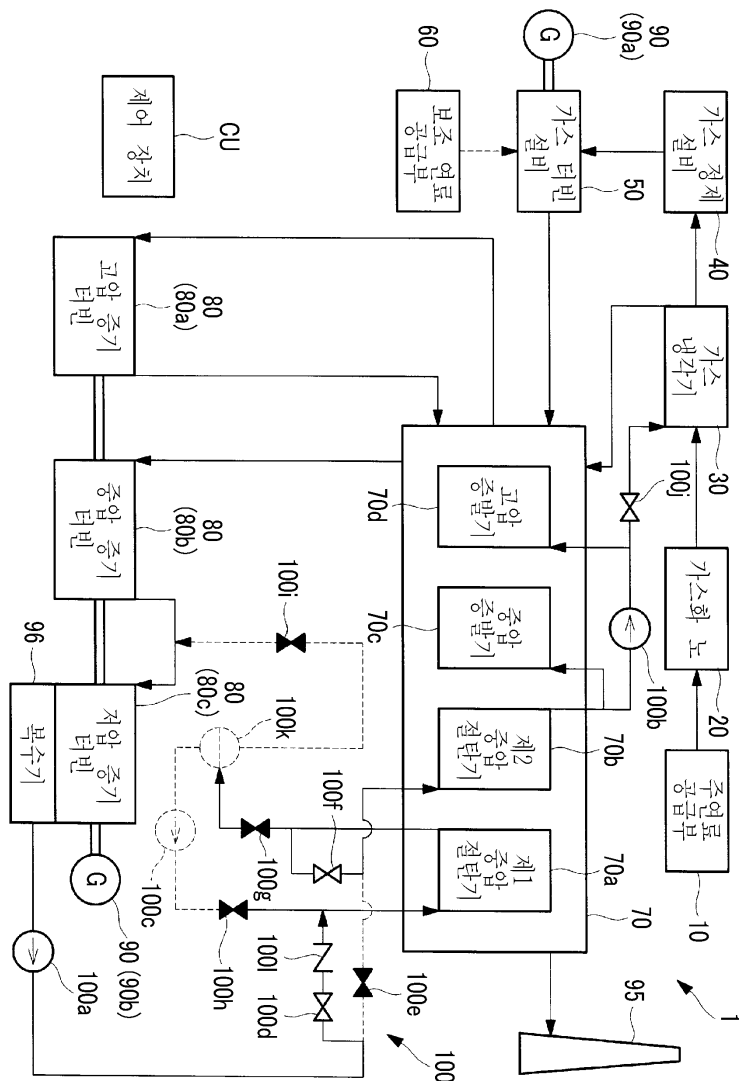
- [0112] 이로 인하여, 제1 중압 절탄기(70a)와 제2 중압 절탄기(70b)에 의하여 직렬의 열교환 계통을 형성하는 경우에 비하여, 순환 계통부(100)를 단위 시간당 유통하는 냉각수의 유량이 증가한다. 이로써, 직렬의 열교환 계통을 형성하는 경우에 비하여, 배열 회수 보일러(70)에 의한 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0113] 따라서, 가스화 노(20)가 생성하는 가연성 가스의 대체가 되는 보조 연료를 가스 터빈 설비(50)에서 연소시켜 연소 배기 가스를 생성하는 경우이더라도, 배열 회수 보일러(70)에 의한 연소 배기 가스로부터의 열회수 효율을 유지하는 것이 가능한 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)를 제공할 수 있다.
- [0114] 또, 본 실시형태의 석탄 가스화 복합 발전 설비(1)에 의하면, 가스 터빈 설비(50)가 보조 연료를 연소시키는 경우에 순환 계통부(100)가 형성하는 제1 열교환 계통이 갖는 기수 분리기(100k)는, 제1 중압 절탄기(70a)에 의하여 열교환된 냉각수로부터 증기를 분리하여 증기 터빈 설비(80)로 공급한다. 그리고, 기수 분리기(100k)로부터 증기 터빈 설비(80)로의 증기의 공급량에 따라 제2 열교환 계통으로부터 제1 열교환 계통으로의 냉각수의 유입량이 조절 밸브(100d)에 의하여 조절된다. 이로 인하여, 제1 열교환 계통을 유통하는 냉각수의 유량이 적절히 유지된다.
- [0115] [다른 실시형태]
- [0116] 이상의 설명에 있어서는, 가연성 가스를 생성하기 위한 설비로서, 분쇄된 석탄(미분탄)을 가스화하는 가스화 노(20)를 이용하는 예를 나타냈지만, 다른 양태여도 된다.
- [0117] 예를 들면, 가연성 가스를 생성하기 위한 설비로서, 간벌재, 폐재목, 유목, 초류, 폐기물, 오니, 타이어 등의 바이오매스 연료 등, 다른 고체 탄소질 연료를 가스화하는 가스화 노 설비를 이용하도록 해도 된다.
- [0118] 이상의 설명에 있어서는, 가스 터빈 설비(50)와 증기 터빈 설비(80)가, 각각에 전용으로 마련된 발전기(90a, 90b)에 구동력을 부여하는 것으로 했지만, 다른 양태여도 된다. 예를 들면, 가스 터빈 설비(50)와 증기 터빈 설비(80)가, 단일의 발전기(90)에 구동력을 부여하는 양태여도 된다.

부호의 설명

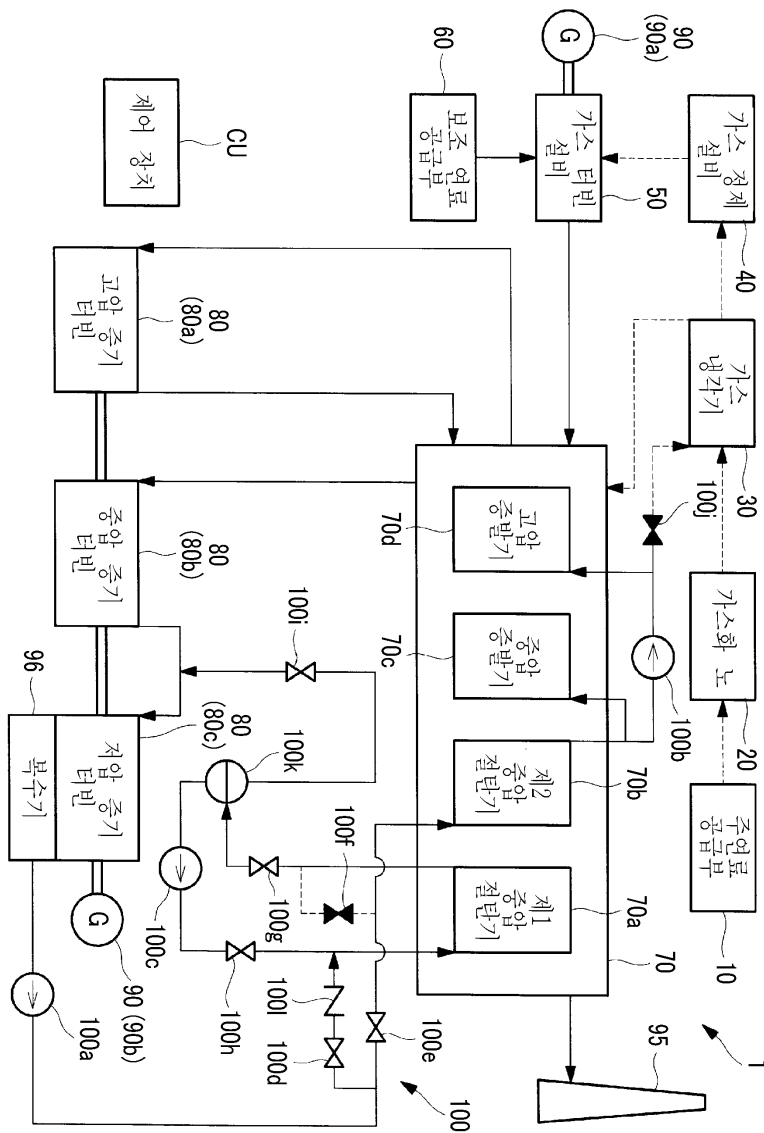
- [0119] 1, 1' : 석탄 가스화 복합 발전 설비(가스화 복합 발전 설비)
- 10 : 주연료 공급부
- 20 : 가스화 노
- 30 : 가스 냉각기
- 40 : 가스 정제 설비
- 50 : 가스 터빈 설비
- 60 : 보조 연료 공급부(가스 공급부)
- 70, 70' : 배열 회수 보일러
- 70a : 제1 중압 절탄기(제1 열교환기)
- 70b : 제2 중압 절탄기(제2 열교환기)
- 70c : 중압 증발기
- 70d : 고압 증발기
- 80 : 증기 터빈 설비
- 90 : 발전기
- 100 : 순환 계통부
- 100k : 기수 분리기
- CU : 제어 장치

도면

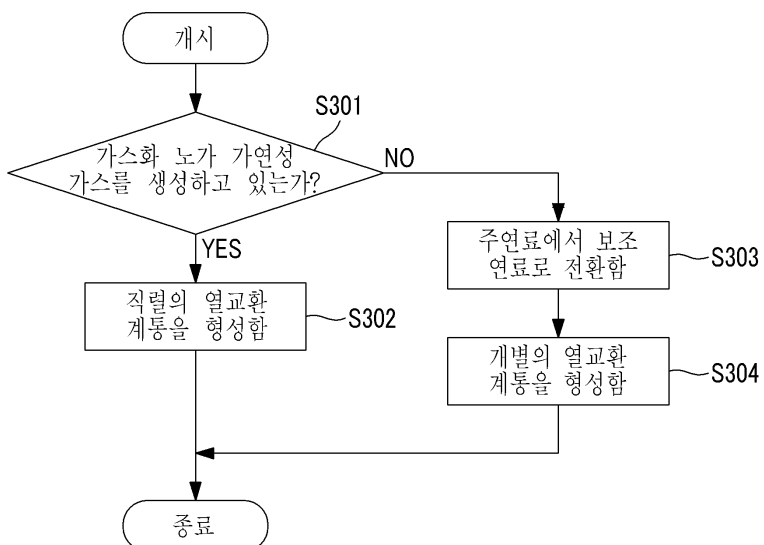
도면1



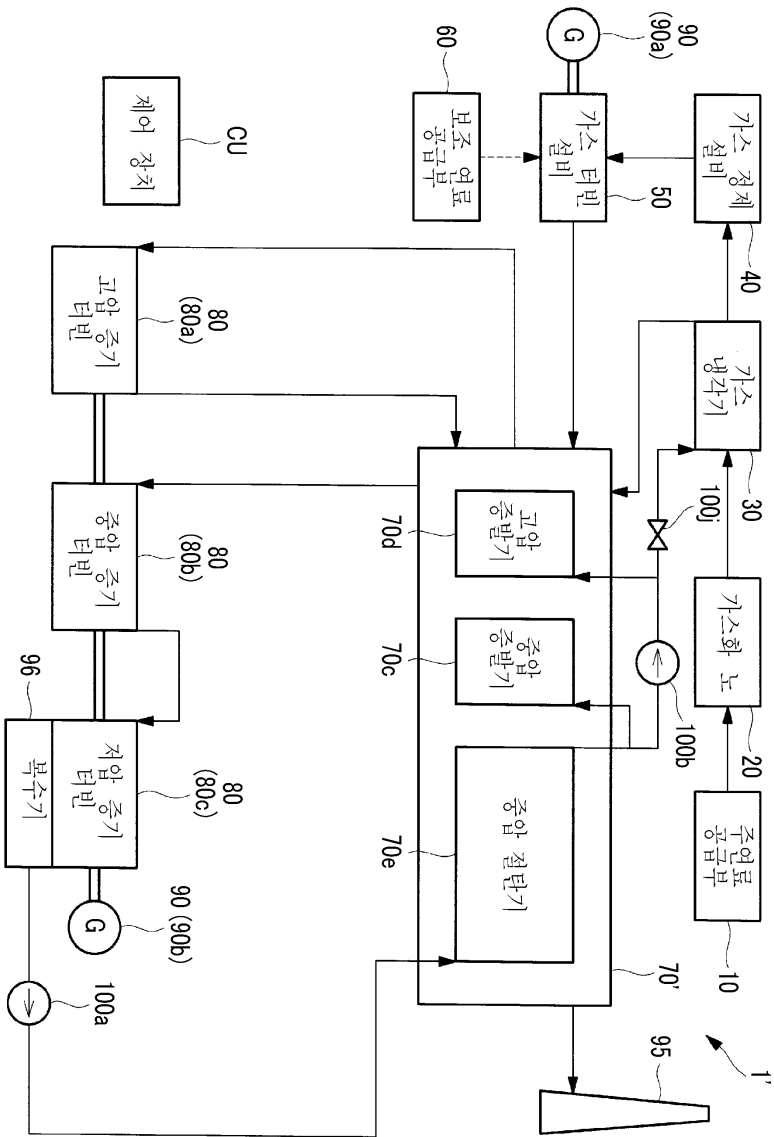
도면2



도면3



도면4



도면5

