



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년04월01일
(11) 등록번호 10-0818830
(24) 등록일자 2008년03월26일

(51) Int. Cl.
F02C 6/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2001-0024936
(22) 출원일자 2001년05월08일
심사청구일자 2006년05월08일
(65) 공개번호 10-2002-0020834
(43) 공개일자 2002년03월16일
(30) 우선권주장
09/659,687 2000년09월11일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP 64000326 A
GB 2335953 A1
US 5896738 A

(73) 특허권자
제너럴 일렉트릭 캄파니
미합중국 뉴욕, 웨벡테디, 원 리버 로우드
(72) 발명자
아난드아쇼크쿠마르
미국뉴욕주12309니스카유나폭스할로우로드1449
베라호우필립파델
미국뉴욕주12110라담카발리어웨이4
얀드리세비츠마이클
미국뉴욕주12065클리프톤파크캐슬파인스31
(74) 대리인
김창세, 장성구

전체 청구항 수 : 총 9 항

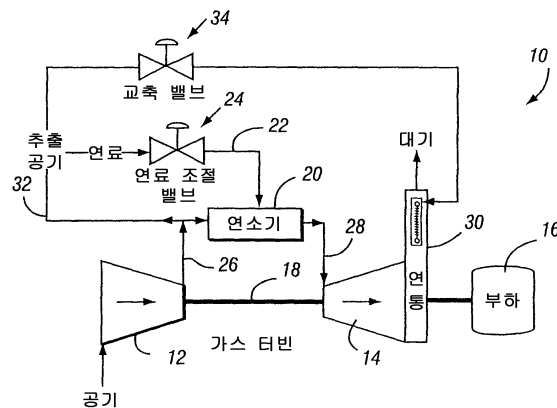
심사관 : 차영란

(54) 가스 터빈 시스템 및 압축기 서지 회피 방법

(57) 요약

본 발명의 가스 터빈 시스템은 압축기(12), 터빈 구성요소(14) 및 부하(16)를 구비하며, 연료와 압축기 방출 추출 공기가 연소기(20)에 공급되고 연소의 가스 생성물이 터빈 구성요소(14)내로 도입되며 그 후 대기로 배기된다. 압축기 방출 추출 공기 회로는 압축기(12)로부터 추출 공기를 제거하고 추출 공기의 일 부분을 연소기(20)에 공급하며 압축기 방출 추출 공기의 나머지 부분을 단순 사이클 시스템내의 터빈 구성요소(14)의 배기 연통(30), 또는 복합 사이클 시스템내의 열 회수 증기 발생기(104)에 공급한다. 양 시스템에 있어서, 연소기로부터 분류된 추출 공기는 배기 연통(30) 또는 열 회수 증기 발생기(104 또는 142)의 상류의 압력을 감소시키기 위해 공기 팽창기(68 또는 154)내에서 팽창될 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

가스 터빈 시스템에 있어서,

압축기, 터빈 구성요소, 부하 및 압축기 방출 추출 공기 회로를 포함하며,

연료와 압축기 방출 공기가 연소기에 공급되고 연소의 가스 생성물이 상기 터빈 구성요소내로 도입되고, 그 후 대기로 배출되며,

상기 압축기 방출 추출 공기 회로는, 압축기 방출 공기의 일 부분을 연소기에 공급하며 상기 압축기 방출 공기의 나머지 부분을 선택적으로 팽창기로, 또는 직접 상기 터빈 구성요소의 배기 연통으로 공급하도록 구성된 유동 조절/우회 밸브를 포함하는

가스 터빈 시스템

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 배기 연통으로의 압축기 방출 공기의 유동을 제어하기 위한 교축 밸브를 포함하는 가스 터빈 시스템.

청구항 14

제 12 항에 있어서,
상기 압축기, 터빈 구성요소 및 부하가 단일 샤프트상에 배열된
가스 터빈 시스템.

청구항 15

삭제

청구항 16

제 12 항에 있어서,
상기 압축기 방출 공기의 나머지 부분이 상기 팽창기의 상류에 있는 예열기내로 도입되는
가스 터빈 시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서,
상기 압축기 방출 공기의 나머지 부분이 상기 팽창기로부터 방출되는
가스 터빈 시스템.

청구항 18

삭제

청구항 19

방출 공기를 터빈 구성요소에 공급하기 위한 압축기, 발전기, 열 회수 증기 발전기 및 증기 터빈을 구비하며,
상기 터빈 구성 요소로부터의 배기가 열 회수 증기 발생기내의 증기 터빈으로부터의 응축된 증기를 재가열하는
데 사용되는 복합 사이클 가스 터빈 작동 시스템에서 낮은 주변 온도 상황 하에서의 압축기 서지를 회피하는 방
법에 있어서,

- a. 상기 압축기로부터의 방출 공기의 일 부분을 상기 가스 터빈의 연소기에 공급하는 단계와,
 - b. 상기 압축기 방출 공기의 나머지 부분을 상기 열 회수 증기 발생기에 공급하고 상기 열 회수 증기 발생기에
서 상기 압축기 방출 공기의 나머지 부분이 대기로 배기되는 단계를 포함하며,
- 그에 의해 압축기 입구 공기 온도를 증가시키지 않고 압축기 서지를 회피하는
압축기 서지 회피 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,
상기 b 단계 전에, 상기 압축기 방출 공기의 나머지 부분을 상기 배기 연통의 상류에 있는 팽창기로 공급하는
단계를 포함하는
압축기 서지 회피 방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

시동과 작동 정지 동안에 상기 압축기 방출 공기를 상기 팽창기 주위로 우회시키는 단계를 포함하는 압축기 서지 회피 방법.

청구항 22

삭제

청구항 23

제 12 항에 있어서,

상기 압축기 방출 공기의 나머지 부분이 상기 팽창기 주위로 우회하여, 시동과 작동 정지 동안에 터빈의 작동을 가능하게 하는

가스 터빈 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <12> 가스 터빈의 일부 응용예에 있어서, 가스 터빈 압력비가 압축기의 작동 압력비 한계에 도달하게 되어, 압축기 서지(surge)가 발생하는 가스 터빈 발전 작동의 예가 있다. 이러한 예는 저-열단위(low-Btu) 연료 또는 막대한 양의 회석액 주입이 있는 임의의 다른 연료가 사용되는 응용예 및/또는 저온의 주위 온도 조건에서 일어날 수 있다. 압축기 압력비는 전형적으로 터빈 압력비보다 크며 그 이유는 터빈 압력비가 터빈 연소기내에서 압력 손실을 받기 때문이다.
- <13> 압축기 압력비 보호를 제공하기 위해 사용되었던 통상적인 방법은 가스 터빈 압축기 방출 공기를 추출하고 추출 공기를 다시 압축기 입구로 재순환시키는 것이다. 입구 추출 열(inlet bleed heat) 제어로서 공지된 가스 터빈 작동의 이 방법은 보다 저온의 주위 공기를 고온의 압축기 방출 공기의 추출 부분과 혼합함으로써 압축기 입구 공기의 입구 온도를 상승시켜, 그에 의해 공기 밀도와 가스 터빈으로의 질량 유동을 감소시킨다. 이 방법이 압축기 서지를 제거하지만, 또한 단순 사이클 작동뿐만 아니라 복합 사이클 작동에 대한 터빈 출력을 감소시킨다. 복합 사이클 작동의 경우, 감소된 가스 터빈 배기 유동이 열 회수 증기 발생기(heat recovery steam generator)내의 증기를 감소시키고 그에 따라 증기 터빈 출력이 감소된다. 입구 추출 열이 또한 압축된 공기를 교축할 때의 에너지 손실로 인해 가스 터빈의 열 효율을 감소시킨다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <14> 본 발명은 압축기 압력비 보호를 제공하기 위해 향상된 압축기 추출 공기 공급 방법을 제공하며, 그에 따라 단순 또는 복합 사이클 가스 터빈 발전의(입구 추출 열 방법에 비하여) 출력과 효율을 향상시킨다. 본 발명은 일반적으로 표준 확산 화염 연소기를 사용하는 가스 터빈에 적용 가능하다.
- <15> 두 개의 실시예가 본 명세서에 개시된다. 각각이 단순 및 복합 사이클 시스템 양자에 적용 가능하다.
- <16> 제 1 실시예에 있어서, 본 발명은 압축기 압력비 한계를 유지하기 위해 충분한 가스 터빈 압축기 방출 공기를 추출하는 단계와, 그것을 단순 사이클 시스템내에서, 또는 복합 사이클 시스템내의 적절한 위치에서(예컨대, 두 개의 유동이 최소한의 온도 차이를 갖는 열 회수 증기 발생기 내의 연통내에서) 가스 터빈 배기와 혼합하는 단계를 포함한다. 이러한 기술은 압축기 입구 온도를 증가시키지 않으며, 따라서 입구 추출 열 방법의 경우에서와 같이 출력을 감소시키지 않는다.
- <17> 압축기 추출 기능이 가스 터빈 작동 기간의 상당 부분 동안 작동되는 제 2 실시예에 있어서, 방법은 압축기 공기 방출 압력과 가스 터빈 배기 연통(또는 열 회수 증기 발생기) 압력 사이의 차이와 관련된 과잉 에너지를 회수하기 위해 공기 팽창 장치를 사용하는 것을 제외한다면 상기 설명된 것과 유사하다. 출력이 증가하는 것 이외에도, 이러한 방법은 발전 효율을 보다 높게 한다. 본 실시예에서는, 압축기 방출 추출 공기의 일부분이 팽창기로부터의 방출 유동과 조합되기 위해 교축 장치를 통해 팽창기를 우회할 수도 있으며, 그에 의해 시동 및

작동 정지와 팽창기가 작동하지 않는 경우에 장치 작동을 가능하게 한다.

<18> 하기의 예는 소정의 응용예에 대하여 경제적 장점에 근거해(단독으로 또는 적절한 조합으로, 단순 사이클과 복합 사이클 작동의 양자에서) 선택될 수 있는 추가적이고 선택적인 변형예이다. 압축기로부터의 고압의 추출 공기는 팽창기 출력을 향상시키기 위해 팽창기내로 도입되기 전에, 필요하다면, 예열기에 의해 더 가열된다. 이러한 가열의 열원은 상류에서는 고온 냉각기를 갖는 가스화 장치(gasifier)의 예와 같이 또는 하류에서는 폐열 보일러내의 가스 터빈 배기로부터 회수된 배기 가스 열과 같이 회수된 열 에너지일 수 있다. 변형예로서, 열원은 예열기에 개개로 공급된 공기 및 연료의 연소를 포함할 수도 있다.

<19> 그러므로, 본 발명의 전체적인 특징으로 볼 때, 본 발명은, 압축기와 터빈 구성요소 및 부하로서 연료와 압축기 방출 추출 공기가 연소기에 공급되고 연소의 가스 생성물이 터빈 구성요소내로 도입되고 그 후 대기로 배기되는 상기 압축기, 터빈 구성요소 및 부하와, 압축기로부터 추출 공기를 제거하고 추출 공기의 일 부분을 연소기로 또한 추출 공기의 나머지 부분을 터빈 구성요소의 배기 연통으로 공급하는 압축기 방출 추출 공기 회로를 포함하는 단순 사이클 가스 터빈 시스템에 관한 것이다.

발명의 구성 및 작용

<20> 도 1을 참조하면, 단순 사이클 가스 터빈 시스템(10)은 하나의 로터 또는 샤프트(18)상에 배열된 압축기(12)와, 터빈 구성요소(14) 및 부하(예컨대, 발전기)(16)를 구비한다. 가스 터빈의 연소기(20)는 유선(26)을 통해 압축기(12)로부터 추출된 고온의 방출 공기뿐만 아니라, 유선(22)과 조절 밸브(24)를 통해 연료를 수용한다. 연소 가스는 유선(28)을 통해 터빈 구성요소(14)내로 도입된다.

<21> 잠재적인 압축기 서지 상황 동안, 압축기 방출 추출 공기 회로가 이용된다. 이러한 회로는 압축기 방출 추출 공기의 일부가 연소기를 우회하게 하고 추출 공기를 유선(32)과 교축 밸브(34)를 통해 가스 터빈 배기 연통(30)에 직접 지향시키며, 또한 밸브(34)가 가스 터빈 배기 연통(30)내로 도입된 추출 공기의 양을 조절한다.

<22> 충분한 압축기 방출 추출 공기를 추출하고 가스 터빈 배기 연통(30)에 직접 이송시킴으로써, 압축기 압력비 한계가 보호되고, 동시에, 압축기 입구 공기 온도의 어떠한 증가도 없으며, 따라서 터빈 출력의 어떠한 손실도 없다.

<23> 도 2에서는, 가스 터빈 작동 기간의 상당 부분 동안 압축기 추출 공기 기능이 사용될 때 특히 유리한 구성이 도시되어 있다. 본 실시예에 있어서, 가스 터빈 시스템(36)은 하나의 로터 또는 샤프트(44)상에 배열된 압축기(38)와, 터빈 구성요소(40) 및 부하(예컨대, 발전기)(42)를 구비한다. 연소기(46)는 유선(48)과 연료 조절 밸브(50)를 통해 연료를, 유선(52)을 통해 압축기(38)로부터 압축기 방출 추출 공기를 수용한다. 연소 가스는 유선(54)을 통해 터빈 구성요소(40)내로 도입된다. 압축기 방출 추출 공기의 예정된 양이 유동 조절/우회 밸브(56)로 지향된다. 잠재적인 압축기 서지 상황 동안, 밸브(56)는 압축기 방출 추출 공기를 유선(70)을 통해 공기 팽창기(68)에 공급하며, 그 후 압축기 공기 방출 압력과 가스 터빈 배기 압력 사이의 차이에 상당하는 공기가 제 2 부하(72)(예컨대, 발전기)를 샤프트(74)를 통해 구동시키기 위해 사용된다. 선택사항으로서, 밸브(56)가 압축기 방출 추출 공기를 가스 터빈 배기 연통(58)으로 유선(60)과 유동 제어 교축 밸브(62)를 통해 조정 가능하게 분류시킬 수 있다. 이것이 시동 및 작동 정지와 팽창기가 작동하지 않는 경우에 장치의 작동을 계속 가능하게 하기 위한 우회 구조[팽창기(68)를 우회하는 구조]로서 유용하다.

<24> 변형 구성으로서, 밸브(56)가 압축기 방출 추출 공기를 유선(66)을 통해 예열기(64)로 공급할 수 있다. 예열기(64)는 유선(76)을 통해 예열기(64)에 이송된 터빈 배기 공기와 열 교환함으로써 추출 공기를 가열한다. 그 후 가열된 추출 공기는 상기 설명된 바와 같이 팽창된다. 선택사항으로서, 유선(78)을 통해 개개로 도입된 연료를 사용함으로써 예열기(64)가 사용되지 않을 수도 있다. 팽창기(68)로부터의 과잉 공기가 유선(60)내로 유선(80)을 통해 도입되고 그 후 가스 터빈 배기 연통(58)으로 도입된다. 이러한 과잉 공기의 일부분이 연통(58)을 우회할 수 있고 유선(81)과 밸브(82)를 통해 연통(58)의 상류에 있는 대기로 방출될 수 있다.

<25> 도 3을 참조하면, 복합 사이클 시스템(84)은 하나의 샤프트(92)상에 배열된 압축기(86)와, 터빈 구성요소(88) 및 부하(예컨대, 발전기)(90)를 구비하는 가스 터빈을 포함한다. 연소기(94)는 유선(96)과 연료 제어 밸브(98)를 통해 연료를, 유선(100)을 통해 압축기(86)로부터 추출된 압축기 방출 공기를 수용한다. 가스 터빈 배기가 증기 터빈(106)으로부터의 증기를 재가열하기 위해 유선(102)을 통해 열 회수 증기 발생기에 공급된다. 증기 터빈(106)으로부터의 응축된 증기가 유선(108)을 통해 열 회수 증기 발생기(104)로 공급되며 재가열된 증기가 유선(110)을 통해 증기 터빈으로 복귀된다. 증기 터빈(106)은 샤프트(112)를 통해 제 2 발전기(107)를 구동

한다.

- <26> 잠재적인 압축기 서지 상황 동안, 압축기 방출 추출 공기의 일부분이 유선(114)과 유동 조절/교축 밸브(116)를 통해 열 회수 증기 발생기(104)로 공급되며, 열 회수 증기 발생기 배기 연통(118)을 통해 대기로 방출되기 전에 가스 터빈 배기와 혼합된다. 도 1에 도시된 실시예에서와 같이, 이러한 구성이 압축기 입구 공기 온도의 증가를 일으키지 않으며, 따라서 압축기가 낮은 주변 온도의 이점(또는 압축기 서지를 또한 발생시키는 다른 요소)을 최대한 이용하게 한다.
- <27> 도 4를 참조하면, 복합 사이클 시스템에 적용 가능한 구성이 도시되며 압축기 방출 공기 압력과 열 회수 증기 발생기 압력 사이의 차이에 관련된 에너지를 회수하는 공기 팽창기를 사용한다. 이러한 복합 사이클 시스템(120)은 단일 샤프트(128)상에 배열된 압축기(122)와, 터빈 구성요소(124) 및 부하(예컨대, 발전기)(126)를 갖는 가스 터빈을 구비한다. 연소기(130)는 유선(132)과 연료 조절 밸브(134)를 통해 연료를, 유선(136)을 통해 압축기(122)로부터 추출된 압축기 방출 공기와 함께 수용한다. 연소기(130)로부터의 연소 가스는 유선(138)을 통해 터빈(124)내로 도입된다. 가스 터빈 배기는 유선(140)을 통해 증기 터빈(144)으로부터의 증기를 재가열하는 열 회수 증기 발생기(142)에 공급된다. 증기 터빈(144)으로부터의 응축된 증기는 유선(146)을 통해 열 회수 증기 발생기(142)로 공급되고, 재가열된 증기는 유선(148)을 통해 증기 터빈(144)으로 복귀된다. 증기 터빈(144)은 발전기(145)를 구동한다.
- <28> 잠재적인 압축기 서지 상황 동안, 압축기 방출 추출 공기의 예정된 양이 유선(152)을 통해 유동 조절/우회 밸브(150)로 지향된다. 밸브(150)는 추출 공기를 유선(156)을 통해 팽창기(154)로 공급한다. 선택사항으로서, 추출 공기가 먼저 유선(156)을 통해 예열기(158)로 공급될 수 있다. 예열기(158)는 압축기 방출 추출 공기를 유선(160)을 통해 열 회수 증기 발생기내의 가스 터빈 배기와 열 교환시킴으로써 가열한다. 선택사항으로서, 예열기(158)는 유선(162)을 통해 도입된 연료를 사용함으로써 사용되지 않을 수도 있다. 그 후 가열된 압축기 방출 추출 공기가 공기 팽창기(154)내에서 팽창되고 과잉 공기가 샤프트(166)를 통해 제 3 부하(예컨대, 발전기)(164)를 구동하기 위해 사용된다. 시동 및 작동 정지 또는 팽창기가 작동하지 않는 다른 경우에, 밸브(150)는 압축기 방출 추출 공기를 유선(166)과 유동 조절/교축 밸브(168)를 통해 열 회수 증기 발생기(142)로 분류시킬 수도 있으며, 따라서 예열기(158)와 팽창기(154)를 우회하게 된다. 작동중일 때, 팽창기(154)로부터의 공기는 유선(170)을 통해 열 회수 증기 발생기(142)의 상류의 유선(166)내로 배출된다. 결국 공기는 열 회수 증기 발생기 연통(172)을 통해 대기로 배기된다. 이러한 공기의 일부가 열 회수 증기 발생기(142)를 우회할 수 있으며 유선(174)과 밸브(176)를 통해 대기로 배출될 수 있다.
- <29> 상기 설명된 압축기 방출 추출 공기 회로가 압축기 서지(즉, 낮은 주변 공기 온도, 터빈으로의 과잉 유동, 낮은 열함량을 갖는 연료의 사용 등)를 일으키는 상황하에서 유용함이 중요하다. 압축기 방출 추출 공기를 압축기의 하류로 통과시킴으로써, 압축기 입구 온도에서의 어떠한 증가도 없으며 입구 추출 열 방법에서와 같은 입력의 부수적 손실도 없다. 주변 온도가 보다 높다면, 유동이 감소되고 전형적으로 어떠한 압축기 서지의 위험도 없어서, 본 발명의 추출 공기 공급 기술이 필요하지 않게 된다.
- <30> 본 발명이 현재 가장 실용적이고 양호한 실시예로서 고려되어 지는 것과 관련하여 설명되었지만, 본 발명은 개시된 실시예에 한정되는 것이 아니라, 첨부된 청구범위의 개념과 범위내의 포함되는 다양한 변형과 동등한 구성을 포함하는 것으로 의도된다고 이해되어야 한다.

발명의 효과

- <31> 본 발명에 따르면, 단순 및 복합 사이클 가스 터빈 시스템에 있어서, 압축기 서지를 회피하기 위해, 향상된 압축기 추출 공기 공급 방법을 제공하며, 그에 따라 시스템의 출력과 효율이 향상된다.

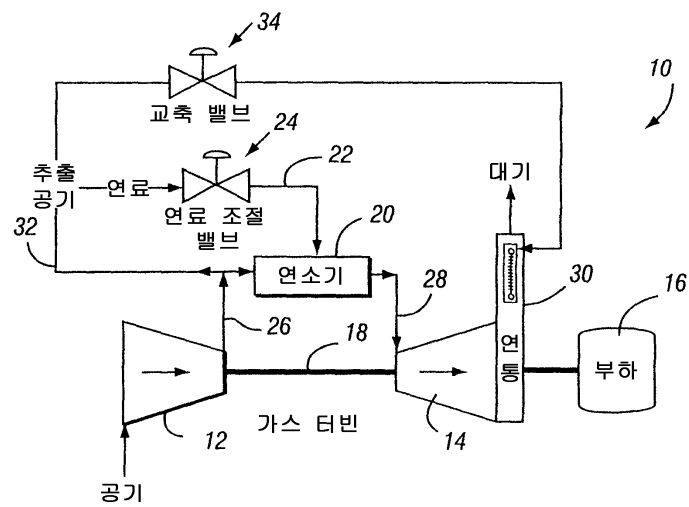
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 압축기 추출 공기가 배기 연통에 보내지는 본 발명에 따른 단순 사이클 가스 터빈의 개략도,
 <2> 도 2는 압축기 추출 공기 압력 에너지가 회수되는 본 발명에 따른 단순 사이클 가스 터빈의 개략도,
 <3> 도 3은 압축기 추출 공기가 열 회수 증기 발생기로 보내지는 복합 사이클 가스 터빈의 개략도,
 <4> 도 4는 압축기 추출 공기 압력 에너지가 회수되는 복합 사이클 가스 터빈의 개략도.

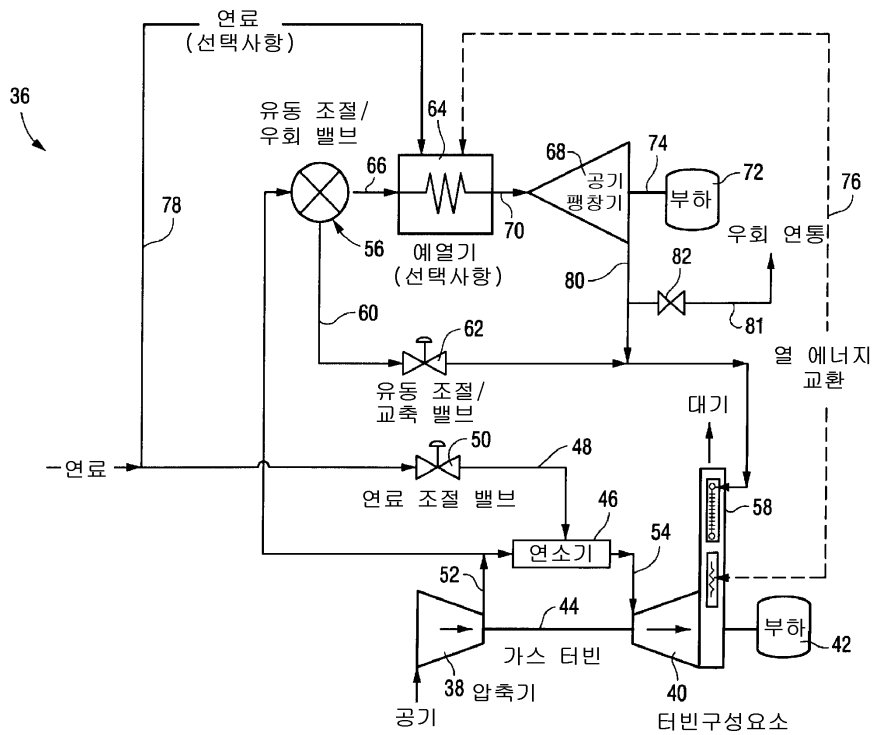
- | | | |
|------|-----------------------------|--------------|
| <5> | <u>도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명</u> | |
| <6> | 12 : 압축기 | 14 : 터빈 구성요소 |
| <7> | 16 : 발전기 | 18 : 샤프트 |
| <8> | 20 : 연소기 | 34 : 교축 밸브 |
| <9> | 56 : 유동 조절/우회 밸브 | 64 : 예열기 |
| <10> | 10 : 단순 사이클 가스 터빈 시스템 | |
| <11> | 84 : 복합 사이클 가스 터빈 시스템 | |

도면

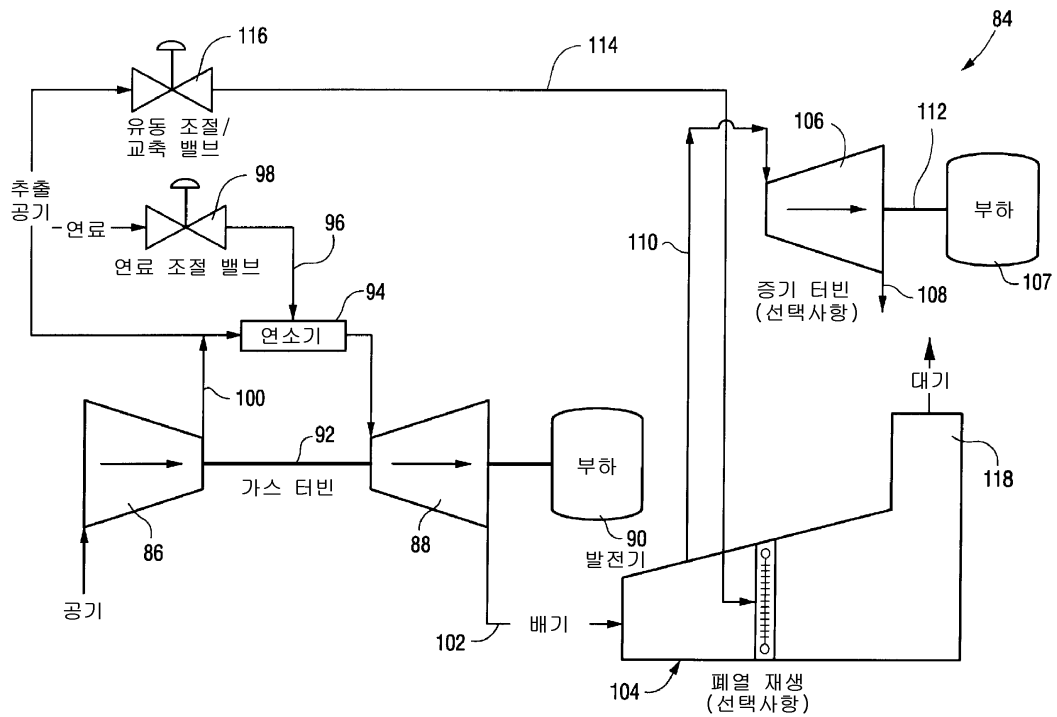
도면1



도면2



도면3



도면4

