



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월14일
(11) 등록번호 10-1716599
(24) 등록일자 2017년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01D 15/10 (2006.01) F02C 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F01D 15/10 (2013.01)
F02C 9/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7020718
(22) 출원일자(국제) 2014년03월26일
심사청구일자 2015년07월30일
(85) 번역문제출일자 2015년07월30일
(65) 공개번호 10-2015-0100940
(43) 공개일자 2015년09월02일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/058419
(87) 국제공개번호 WO 2014/157277
국제공개일자 2014년10월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2013-070571 2013년03월28일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP소화59043910 A
JP소화61104259 A
JP소화60006003 A
JP2012167550 A

(73) 특허권자
미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가부시기가이샤
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3쵸메 3-1
(72) 발명자
사사하라 준
일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 16반 5고 미츠
비시 주교교 가부시기가이샤 내
기타우치 요스케
일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 16반 5고 미츠
비시 주교교 가부시기가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 17 항

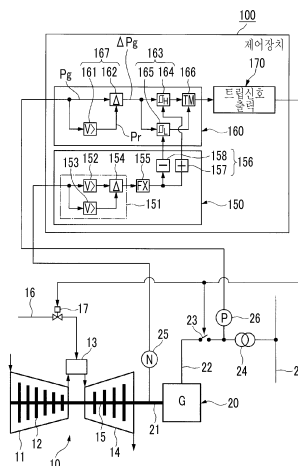
심사관 : 이정혜

(54) 발명의 명칭 원동기의 이상 검출 방법, 이 방법을 실행하는 원동기의 제어 장치, 및 이 장치를 구비하고 있는 발전 플랜트

(57) 요약

제어 장치(100)는, 출력계(26)로 검지된 발전기(20)의 출력의 변동폭이 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 원동기인 가스 터빈(10)이 이상인지 아닌지를 판단하는 이상 판단부(160)와, 회전수계(25)로 검지된 회전수를 이용하여, 회전수 변동폭이 커짐에 따라, 허용 출력 변동폭이 커지도록, 허용 출력 변동폭을 보정하는 보정부(150)를 구비한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F05D 2220/31 (2013.01)

F05D 2220/32 (2013.01)

F05D 2260/80 (2013.01)

F05D 2270/05 (2013.01)

F05D 2270/304 (2013.01)

(72) 발명자

에토 요스케

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 16반 5고 미즈비
시 주교교 가부시킴가이샤 내

히라사키 다케오

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 16반 5고 미즈비
시 주교교 가부시킴가이샤 내

이우치 히데키

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 16반 5고 미즈비
시 주교교 가부시킴가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

발전기에 기계적으로 접속되어 있는 원동기의 이상 검출 방법에 있어서,

출력계로 검지된 상기 발전기의 출력의 변동폭이 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단하는 이상 판단 공정과,

상기 이상 판단 공정에서의 판단 기준이 되는 상기 허용 출력 변동폭과, 상기 이상 판단 공정에서의 판단 대상이 되는 상기 출력계로 검지된 상기 출력 중 일방을, 회전수계로 검지된 상기 발전기와 상기 원동기 중 일방의 회전수를 이용하여 보정하는 보정 공정을

을 실행하는

원동기의 이상 검출 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 보정 공정에서는, 상기 일방의 회전수를 이용하여, 상기 회전수의 회전수 변동폭을 구하는 회전수 변동폭 산출 공정과, 상기 회전수 변동폭이 커짐에 따라, 상기 허용 출력 변동폭이 커지도록, 상기 허용 출력 변동폭을 보정하는 허용 변동폭 보정 공정을 실행하고,

상기 이상 판단 공정에서는, 상기 출력계로 검지된 상기 출력의 변동폭이 상기 허용 변동폭 보정 공정에서 보정된 상기 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단하는

원동기의 이상 검출 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 회전수 변동폭 산출 공정에서는,

상기 회전수가 정격 회전수보다 높을 때에 저하한 경우에, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 회전수 저하율을 이용하여 구해지는 회전수인 상참조 회전수를 구하는 상참조 회전수 연산 공정과,

상기 회전수가 정격 회전수 이하일 때에 상승한 경우에, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 회전수 상승률을 이용하여 구해지는 회전수인 하참조 회전수로서, 상기 상참조 회전수와 동일한 시각에 있어서의 하참조 회전수를 구하는 하참조 회전수 연산 공정과,

상기 상참조 회전수와 상기 하참조 회전수의 차를 구하고, 상기 차를 상기 회전수 변동폭으로서 출력하는 편차 연산 공정

을 실행하는

원동기의 이상 검출 방법.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 이상 판단 공정에서는, 상기 출력계로 검지된 상기 출력과 상기 출력에 대한 기준 출력의 차를 상기 출력의 변동으로 하는 출력 변동 산출 공정을 실행하는

원동기의 이상 검출 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 보정 공정에서는, 상기 일방의 회전수와, 상기 회전수의 단위 시간당 변화율인 회전수 변화율과, 상기 원동기 및 상기 발전기에 있어서의 회전계의 관성 모멘트를 이용하여, 상기 원동기의 겉보기상의 출력 변동을 구하고, 상기 출력계로 검지된 상기 발전기의 출력으로부터 상기 겉보기상의 출력 변동분을 감산한 값을, 보정된 출력으로 하며,

상기 이상 판단 공정에서는, 상기 보정 공정에서 보정된 상기 출력의 변동폭이 상기 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단하는

원동기의 이상 검출 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 보정 공정에서는, 상기 출력계로부터 출력된 상기 출력으로부터, 상기 회전수계로부터의 출력에 대한 상기 출력계로부터의 출력 지연 시간분 지연되고 있는 상기 겉보기상의 출력 변동을 감산하는

원동기의 이상 검출 방법.

청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 이상 판단 공정에서는, 상기 보정 공정에서 보정된 상기 출력과 상기 출력계로 검지된 상기 출력에 대한 기준 출력의 차를 상기 출력의 변동으로 하는 출력 변동 산출 공정을 실행하는

원동기의 이상 검출 방법.

청구항 8

제 4 항에 있어서,

상기 출력 변동 산출 공정에서는, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 출력 변화율을 이용하여 구해지는 출력인 참조 출력을 상기 기준 출력으로 하는

원동기의 이상 검출 방법.

청구항 9

발전기에 기계적으로 접속되어 있는 원동기의 제어 장치에 있어서,

출력계로 검지된 상기 발전기의 출력의 변동폭이 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단하는 이상 판단부와,

상기 이상 판단부에서의 판단 기준이 되는 상기 허용 출력 변동폭과, 상기 이상 판단부에서의 판단 대상이 되는 상기 출력계로 검지된 상기 출력 중 일방을, 회전수계로 검지된 상기 발전기와 상기 원동기 중 일방의 회전수를 이용하여 보정하는 보정부와,

상기 이상 판단부에서 상기 원동기가 이상이라고 판단되면, 상기 원동기를 트립시킬 수 있는 조작부에 트립 신호를 출력하여, 상기 원동기를 트립시키는 트립 신호 출력부

를 구비하고 있는 원동기의 제어 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 보정부는, 상기 일방의 회전수를 이용하여, 상기 회전수의 회전수 변동폭을 구하는 회전수 변동폭 산출부와, 상기 회전수 변동폭이 커짐에 따라, 상기 허용 출력 변동폭이 커지도록, 상기 허용 출력 변동폭을 보정하는 허용 변동폭 보정부를 가지고,

상기 이상 판단부는, 상기 출력계로 검지된 상기 출력의 변동폭이 상기 허용 변동폭 보정부에서 보정된 상기 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단하는

원동기의 제어 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 회전수 변동폭 산출부는,

상기 회전수가 정격 회전수보다 높을 때에 저하한 경우에, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 회전수 저하율을 이용하여 구해지는 회전수인 상참조 회전수를 구하는 상참조 회전수 연산부와,

상기 회전수가 정격 회전수 이하일 때에 상승한 경우에, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 회전수 상승률을 이용하여 구해지는 회전수인 하참조 회전수로서, 상기 상참조 회전수와 동일한 시각에 있어서의 하참조 회전수를 구하는 하참조 회전수 연산부와,

상기 상참조 회전수와 상기 하참조 회전수의 차를 구하고, 상기 차를 상기 회전수 변동폭으로서 출력하는 편차 연산부

를 가지는,

원동기의 제어 장치.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 이상 판단부는, 상기 출력계로 검지된 상기 출력과 상기 출력에 대한 기준 출력의 차를 상기 출력의 변동으로 하는 출력 변동 산출부를 가지는

원동기의 제어 장치.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 보정부는,

상기 일방의 회전수와, 상기 회전수의 단위 시간당 변화율인 회전수 변화율과, 상기 원동기 및 상기 발전기에 있어서의 회전계의 관성 모멘트를 이용하여, 상기 원동기의 겉보기상의 출력 변동을 구하는 겉보기 출력 변동 산출부와,

상기 출력계로 검지된 상기 발전기의 출력으로부터 상기 겉보기상의 출력 변동분을 감산한 값을, 보정된 출력으로 하는 출력 연산부

를 가지고,

상기 이상 판단부는, 상기 보정부가 보정한 상기 출력의 변동폭이 상기 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단하는

원동기의 제어 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 보정부는, 상기 출력 연산부에 입력하는 상기 겉보기상의 출력 변동율, 상기 회전수계로부터의 출력에 대한 상기 출력계로부터의 출력 지연 시간분 지연시키는 지연 시간 조절부를 가지는

원동기의 제어 장치.

청구항 15

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

상기 이상 판단부는, 상기 보정부가 보정한 상기 출력과 상기 출력계로 검지된 상기 출력에 대한 기준 출력의 차를 상기 출력의 변동으로 하는 출력 변동 산출부를 가지는

원동기의 제어 장치.

청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 출력 변동 산출부는, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 출력 변화율을 이용하여 구해지는 출력인 참조 출력을 상기 기준 출력으로 하는

원동기의 제어 장치.

청구항 17

청구항 9, 10, 11, 13, 14 중 어느 한 항에 기재된 원동기의 제어 장치와,

상기 원동기와,

상기 발전기와,

상기 조작부

를 구비하고 있는 발전 플랜트.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은, 발전기에 기계적으로 접속되어 있는 원동기의 이상 검출 방법, 이 방법을 실행하는 원동기의 제어 장치 및 이 제어 장치를 구비하고 있는 발전 플랜트에 관한 것이다. 본원은, 2013년 3월 28일에, 일본에 출원된 특허 출원 2013-070571호에 근거하여 우선권을 주장하며, 이 내용을 여기에 원용한다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 발전기에 기계적으로 접속되어 있는 원동기로서는, 가스 터빈, 증기 터빈, 풍차 등이 있다. 이들 원동기의 급격한 출력 변화, 즉 변동을 검지할 수 있으면, 원동기의 안전 운전을 실현할 수 있다.
- [0003] 따라서, 특허 문헌 1에서는, 원동기 또는 발전기의 현재의 출력과, 소정 시간 전의 원동기 또는 발전기의 출력의 차인 출력 변화량 또는 출력 변화율을 구하고, 이들의 값과 기준값을 비교함으로써, 원동기의 급격한 출력 변화를 검지하는 기술을 제안하고 있다.
- [0004] (선행 기술 문헌)
- [0005] (특허 문헌)
- [0006] (특허 문헌 1) 일본 공개 특허 공보 평 11-64127호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 발전기의 출력과 가스 터빈이나 증기 터빈 등의 원동기의 출력은, 기본적으로 동일하다. 이로 인하여, 원동기와 발전기 중, 일방의 출력을 검지할 수 있으면, 이를 타방의 출력으로서 취급할 수 있다.
- [0008] 그런데, 원동기의 출력을 직접 검지하는 것은 어렵다. 한편, 발전기의 출력에 대해서는, 발전기에 출력계(전력계)를 마련함으로써, 이 출력을 용이하게 검지할 수 있다. 이로 인하여, 원동기 또는 발전기의 출력을 검지하는 경우, 발전기의 출력을 검지하여, 이를 대응하는 경우가 많다.
- [0009] 이와 같이, 발전기에 출력계를 마련하여, 이 발전기 및 원동기의 출력을 관리하는 경우, 원동기의 출력이 일정한 경우에도, 전력 계통의 변동에 따라 발전기의 회전수와 발전기의 출력이 변동한다. 일반적으로, 가스 터빈이나 증기 터빈 등의 원동기에는, 부하 변동을 검출하고, 급격하게 변화한 경우에 트립시키는 기능이 구비되어 있다. 이와 같은 경우, 특허 문헌 1에 기재된 기술에서는, 원동기의 출력이 일정하더라도, 원동기의 출력이 급격하게 변화했다고 검지하고, 원동기의 안전 운전을 위하여 이 원동기를 트립시킬 가능성이 높다.
- [0010] 즉, 종래 기술에서는, 전력 계통이 변동한 경우에, 원동기가 이상이라고 오검출하는 경우가 있다는 문제점이 있다.
- [0011] 따라서, 본 발명은, 원동기 이상의 오검출을 줄일 수 있는 원동기의 이상 검출 방법, 이러한 방법을 실행하는 원동기의 제어 장치 및 이 장치를 구비하고 있는 발전 플랜트를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 문제점을 해결하기 위한 발명에 관한 일 양태로서의 원동기의 이상 검출 방법은, 발전기에 기계적으로 접속되어 있는 원동기의 이상 검출 방법에 있어서, 출력계로 검지된 상기 발전기의 출력의 변동폭이 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단하는 이상 판단 공정과, 상기 이상 판단 공정에서의 판단 기준이 되는 상기 허용 출력 변동폭과, 상기 이상 판단 공정에서의 판단 대상이 되는 상기 출력계로 검지된 상기 출력 중 일방을, 회전수계로 검지된 상기 발전기와 상기 원동기 중 일방의 회전수를 이용하여 보정하는 보정 공정을 실행한다.
- [0013] 원동기의 출력이 일정한 경우에도, 전력 계통이 변동하면, 이에 따라 발전기의 회전수와 발전기의 출력이 변동한다. 이 경우, 당해 이상 검출 방법에서는, 회전수를 이용하여, 이상 판단 공정에서의 판단 기준이 되는 허용 출력 변동폭과, 이상 판단 공정에서의 판단 대상이 되는 출력계로 검지된 출력 중 어느 일방이 보정된다. 이로 인하여, 당해 이상 검출 방법에서는, 전력 계통의 변동에 따른 발전기의 회전수의 변동에 의하여, 발전기의 출력이 변동해도, 허용 출력 변동폭과 출력의 상대 관계에 있어서, 전력 계통의 변동에 따른 출력의 변동이 없는 것으로 취급된다.
- [0014] 따라서, 당해 이상 검출 방법에서는, 전력 계통이 변동한 경우에 있어서의 원동기 이상의 오검출을 줄일 수 있

다.

- [0015] 여기에서, 상기 원동기의 이상 검출 방법에 있어서, 상기 보정 공정에서는, 상기 일방의 회전수를 이용하여, 상기 회전수의 회전수 변동폭을 구하는 회전수 변동폭 산출 공정과, 상기 회전수 변동폭이 커짐에 따라, 상기 허용 출력 변동폭이 커지도록, 상기 허용 출력 변동폭을 보정하는 허용 변동폭 보정 공정을 실행하고, 상기 이상 판단 공정에서는, 상기 출력계로 검지된 상기 출력의 변동폭이 상기 허용 변동폭 보정 공정에서 보정된 상기 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단해도 된다.
- [0016] 당해 이상 검출 방법에서는, 회전수 변동폭이 커짐에 따라 허용 출력 변동폭이 커진다. 이로 인하여, 당해 이상 검출 방법에서는, 전력 계통의 변동에 따른 발전기의 회전수의 변동에 의하여, 발전기의 출력이 변동해도, 허용 출력 변동폭이 커지므로, 원동기 이상의 오검출을 줄일 수 있다.
- [0017] 또, 상기 허용 변동폭 보정 공정을 실행하는 상기 원동기의 이상 검출 방법에 있어서, 상기 회전수 변동폭 산출 공정에서는, 상기 회전수가 정격 회전수보다 높을 때에 저하한 경우에, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 회전수 저하율을 이용하여 구해지는 회전수인 상참조 회전수를 구하는 상참조 회전수 연산 공정과, 상기 회전수가 정격 회전수 이하일 때에 상승한 경우에, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 회전수 상승률을 이용하여 구해지는 회전수인 하참조 회전수로서, 상기 상참조 회전수와 동일한 시각에 있어서의 하참조 회전수를 구하는 하참조 회전수 연산 공정과, 상기 상참조 회전수와 상기 하참조 회전수의 차를 구하고, 상기 차를 상기 회전수 변동폭으로서 출력하는 편차 연산 공정을 실행해도 된다.
- [0018] 또, 상기 허용 변동폭 보정 공정을 실행하는 상기 원동기의 이상 검출 방법에 있어서, 상기 이상 판단 공정에서는, 상기 출력계로 검지된 상기 출력과 상기 출력에 대한 기준 출력의 차를 상기 출력의 변동으로 하는 출력 변동 산출 공정을 실행해도 된다.
- [0019] 또, 상기 일 양태로서의 상기 원동기의 이상 검출 방법에 있어서, 상기 보정 공정에서는, 상기 일방의 회전수와, 상기 회전수의 단위 시간당 변화율인 회전수 변화율과, 상기 원동기 및 상기 발전기에 있어서의 회전계의 관성 모멘트를 이용하여, 상기 원동기의 겉보기상의 출력 변동을 구하고, 상기 출력계로 검지된 상기 발전기의 출력으로부터 상기 겉보기상의 출력 변동분을 감산한 값을, 보정된 출력으로 하며, 상기 이상 판단 공정에서는, 상기 보정 공정에서 보정된 상기 출력의 변동폭이 상기 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단해도 된다.
- [0020] 상기 서술한 바와 같이, 원동기의 출력이 일정한 경우에도, 전력 계통이 변동하면, 이에 따라 발전기의 회전수와 발전기의 출력이 변동한다. 이 경우에 있어서의 발전기의 출력 변동은, 원동기에 있어, 겉보기상의 출력 변동이 된다. 따라서, 당해 이상 검출 방법에서는, 회전수 등을 이용하여, 원동기의 겉보기상의 출력 변동을 구하여, 이 겉보기상의 출력 변동을 출력계로 검지된 출력으로부터 감산하여, 출력계로 검지된 출력으로부터 전력 계통의 변동에 따른 출력의 변동을 제외시키고 있다. 이로 인하여, 당해 이상 검출 방법에서는, 전력 계통의 변동에 따른 발전기의 회전수의 변동에 의하여, 발전기의 출력이 변동해도, 이 출력의 변동이 제외된 출력에 근거하여, 원동기의 이상의 여부가 판단되므로, 원동기 이상의 오검출을 줄일 수 있다.
- [0021] 여기에서, 원동기의 겉보기상의 출력 변동을 구하는 상기 원동기의 이상 검출 방법에 있어서, 상기 보정 공정에서는, 상기 출력계로부터 출력된 상기 출력으로부터, 상기 회전수계로부터의 출력에 대한 상기 출력계로부터의 출력 지연 시간분 지연되고 있는 상기 겉보기상의 출력 변동을 감산해도 된다.
- [0022] 복수의 발전 플랜트에 있어서, 회전수계로 검지된 회전수의 위상과 출력계로 검지된 실제의 출력의 위상을 비교한 결과, 소정 시각에 있어서의 회전수의 회전수계로부터의 출력 시각에 대하여, 출력계는, 동일한 소정 시각에 있어서의 발전기의 출력의 출력 시각이 지연되고 있는 것이 판명되었다.
- [0023] 지연 시간분 지연되고 있는 발전기의 출력으로부터, 회전수 등으로부터 구해진, 지연되고 있지 않은 겉보기상의 출력 변동을 감산하고, 보정값을 구하면, 적절한 보정값을 얻을 수 없다. 따라서, 당해 이상 검출 방법에서는, 보정 공정에 있어서, 출력계로부터 출력된 출력으로부터, 회전수계로부터의 출력에 대한 출력계로부터의 출력 지연 시간분 지연되고 있는 겉보기상의 출력 변동을 감산함으로써, 적절한 보정값을 얻고 있다.
- [0024] 또, 원동기의 겉보기상의 출력 변동을 구하는, 어느 상기 원동기의 이상 검출 방법에 있어서, 상기 이상 판단 공정에서는, 상기 보정 공정에서 보정된 상기 출력과 상기 출력계로 검지된 상기 출력에 대한 기준 출력의 차를 상기 출력의 변동으로 하는 출력 변동 산출 공정을 실행해도 된다.
- [0025] 또, 상기 출력 변동 산출 공정을 실행하는, 어느 상기 원동기의 이상 검출 방법에 있어서, 상기 출력 변동 산출

공정에서는, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 출력 변화율을 이용하여 구해지는 출력인 참조 출력을 상기 기준 출력으로 해도 된다.

[0026] 상기 문제점을 해결하기 위한 발명에 관한 일 양태로서의 원동기의 제어 장치는, 발전기에 기계적으로 접속되어 있는 원동기의 제어 장치에 있어서, 출력계로 검지된 상기 발전기의 출력의 변동폭이 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단하는 이상 판단부와, 상기 이상 판단부에서의 판단 기준이 되는 상기 허용 출력 변동폭과 상기 이상 판단부에서의 판단 대상이 되는 상기 출력계로 검지된 상기 출력 중 일방을, 회전수계로 검지된 상기 발전기와 상기 원동기 중 일방의 회전수를 이용하여 보정하는 보정부와, 상기 이상 판단부에서 상기 원동기가 이상이라고 판단되면, 상기 원동기를 트립시킬 수 있는 조작부에 트립 신호를 출력하여, 상기 원동기를 트립시키는 트립 신호 출력부를 구비하고 있다.

[0027] 당해 제어 장치에서는, 이상의 이상 검출 방법과 마찬가지로, 전력 계통이 변동한 경우에 있어서의 원동기 이상의 오검출을 줄일 수 있다. 이 결과, 당해 제어 장치에서는, 원동기의 오(誤)트립을 줄일 수 있다.

[0028] 또, 상기 원동기의 제어 장치에 있어서, 상기 보정부는, 상기 일방의 회전수를 이용하여, 상기 회전수의 회전수 변동폭을 구하는 회전수 변동폭 산출부와, 상기 회전수 변동폭이 커짐에 따라, 상기 허용 출력 변동폭이 커지도록, 상기 허용 출력 변동폭을 보정하는 허용 변동폭 보정부를 가지고, 상기 이상 판단부는, 상기 출력계로 검지된 상기 출력의 변동폭이 상기 허용 변동폭 보정부에서 보정된 상기 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단해도 된다.

[0029] 또, 상기 허용 변동폭 보정부를 가지는 상기 원동기의 제어 장치에 있어서, 상기 회전수 변동폭 산출부는, 상기 회전수가 정격 회전수보다 높을 때에 저하한 경우에, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 회전수 저하율을 이용하여 구해지는 회전수인 상참조 회전수를 구하는 상참조 회전수 연산부와, 상기 회전수가 정격 회전수 이하일 때에 상승한 경우에, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 회전수 상승률을 이용하여 구해지는 회전수인 하참조 회전수로서, 상기 상참조 회전수와 동일한 시각에 있어서의 하참조 회전수를 구하는 하참조 회전수 연산부와, 상기 상참조 회전수와 상기 하참조 회전수의 차를 구하고, 상기 차를 상기 회전수 변동폭으로서 출력하는 편차 연산부를 가져도 된다.

[0030] 또, 상기 허용 변동폭 보정부를 가지는, 어느 상기 원동기의 제어 장치에 있어서, 상기 이상 판단부는, 상기 출력계로 검지된 상기 출력과 상기 출력에 대한 기준 출력의 차를 상기 출력의 변동으로 하는 출력 변동 산출부를 가져도 된다.

[0031] 또, 상기 일 양태로서의 상기 원동기의 제어 장치에 있어서, 상기 보정부는, 상기 일방의 회전수와, 상기 회전수의 단위 시간당 변화율인 회전수 변화율과, 상기 원동기 및 상기 발전기에 있어서의 회전계의 관성 모멘트를 이용하여, 상기 원동기의 궤보기상의 출력 변동을 구하는 궤보기 출력 변동 산출부와, 상기 출력계로 검지된 상기 발전기의 출력으로부터 상기 궤보기상의 출력 변동분을 감산한 값을, 보정된 출력으로 하는 출력 연산부를 가지고, 상기 이상 판단부는, 상기 보정부가 보정한 상기 출력의 변동폭이 상기 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라서, 상기 원동기가 이상인지 아닌지를 판단해도 된다.

[0032] 또, 상기 궤보기 출력 변동 산출부를 가지는 상기 원동기의 제어 장치에 있어서, 상기 보정부는, 상기 출력 연산부에 입력하는 상기 궤보기상의 출력 변동을, 상기 회전수계로부터의 출력에 대한 상기 출력계로부터의 출력 지연 시간분 지연시키는 지연 시간 조절부를 가져도 된다.

[0033] 또, 상기 허용 변동폭 보정부를 가지는, 어느 상기 원동기의 제어 장치에 있어서, 상기 이상 판단부는, 상기 보정부가 보정한 상기 출력과 상기 출력계로 검지된 상기 출력에 대한 기준 출력의 차를 상기 출력의 변동으로 하는 출력 변동 산출부를 가져도 된다.

[0034] 또, 상기 출력 변동 산출부를 가지는, 어느 상기 원동기의 제어 장치에 있어서, 상기 출력 변동 산출부는, 상기 원동기 및 상기 발전기가 정상 운전 중일 때에 허용되는 출력 변화율을 이용하여 구해지는 출력인 참조 출력을 상기 기준 출력으로 해도 된다.

[0035] 상기 문제점을 해결하기 위한 발명에 관한 일 양태로서의 발전 플랜트는, 이상의 어느 상기 제어 장치와, 상기 원동기와, 상기 발전기와, 상기 조작부를 구비하고 있다.

발명의 효과

[0036] 본 발명의 일 양태에 의하면, 전력 계통이 불안정해져, 발전기의 출력이 변동한 경우에도, 원동기가 이상인지 아닌지의 판단을 보다 정확하게 행할 수 있어, 원동기 이상의 오검출을 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 본 발명에 관한 제 1 실시 형태에 있어서의 발전 플랜트의 계통도이다.
 도 2는 본 발명에 관한 제 1 실시 형태에 있어서의 발전기 출력의 변동에 따른 가스 터빈의 트립을 설명하기 위한 설명도이다.
 도 3은 본 발명에 관한 제 1 실시 형태에 있어서의 회전수 변동폭의 구하는 방법을 나타내는 설명도이다.
 도 4는 본 발명에 관한 제 1 실시 형태에 있어서의 회전수 변동폭과 보정량의 관계를 나타내는 그래프이다.
 도 5는 본 발명에 관한 제 1 실시 형태에 있어서의 제어 장치의 동작을 나타내는 플로차트이다.
 도 6은 발전기 또는 가스 터빈의 회전수의 변동과 발전기 출력의 변동의 관계를 나타내는 설명도이다.
 도 7은 종래 기술에 있어서의 회전수 변동폭과 허용 출력 변동폭의 관계를 나타내는 설명도이다.
 도 8은 본 발명에 관한 제 1 실시 형태에 있어서의 회전수 변동폭과 허용 출력 변동폭의 관계를 나타내는 설명도이다.
 도 9는 본 발명에 관한 제 2 실시 형태에 있어서의 제어 장치의 기능 블록도이다.
 도 10은 발전기 또는 가스 터빈의 회전수와 발전기 및 가스 터빈의 출력의 관계를 나타내는 설명도이다.
 도 11은 본 발명에 관한 제 2 실시 형태에 있어서의 제어 장치의 동작을 나타내는 플로차트이다.
 도 12는 본 발명에 관한 제 2 실시 형태에 있어서의 가스 터빈 출력의 변동에 따른 가스 터빈의 트립을 설명하기 위한 설명도이다.
 도 13은 본 발명에 관한 제 3 실시 형태에 있어서의 제어 장치의 기능 블록도이다.
 도 14는 본 발명에 관한 제 3 실시 형태에 있어서의 회전수 변화율의 구하는 방법을 나타내는 설명도이다.
 도 15는 본 발명에 관한 제 4 실시 형태에 있어서의 제어 장치의 기능 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 이하, 본 발명에 관한 발전 플랜트의 각종 실시 형태에 대하여, 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0039] "제 1 실시 형태"

[0040] 먼저, 도 1~도 8을 이용하여, 제 1 실시 형태로서의 발전 플랜트에 대하여 설명한다.

[0041] 본 실시 형태의 발전 플랜트는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 원동기로서의 가스 터빈(10)과, 가스 터빈(10)의 구동으로 발전하는 발전기(20)와, 제어 장치(100)를 구비하고 있다.

[0042] 가스 터빈(10)은, 대기를 압축하여 압축 공기를 생성하는 공기 압축기(11)와, 연료를 압축 공기 중에서 연소시키고 고온의 연소 가스를 생성하는 연소기(13)와, 연소 가스에 의하여 구동하는 터빈(14)을 구비하고 있다. 이 터빈(14)의 로터(15)와 발전기(20)의 로터(21)는 기계적으로 접속되어 있다. 이로 인하여, 터빈(14)의 로터(15)가 회전하면 발전기(20)의 로터(21)도 회전한다. 터빈(14)의 로터(15) 또는 발전기(20)의 로터(21)에는, 일방의 로터(15, 21)의 회전수를 검지하는 회전수계(25)가 마련되어 있다. 연소기(13)에는, 이 연소기(13)에 연료를 공급하는 연료 라인(16)이 접속되어 있다. 이 연료 라인(16)에는, 연료 차단 밸브(17)가 마련되어 있다.

[0043] 발전기(20)와 전력 계통(29)은, 전원선(22)으로 전기적으로 접속되어 있다. 이 전원선(22)에는, 차단기(23)와, 변압기(24)와, 발전기(20)의 출력을 검지하는 출력계(26)가 마련되어 있다.

[0044] 제어 장치(100)는, 출력계(26)로 검지된 출력의 변동폭이 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라 가스 터빈(10)이 이상인지 아닌지를 판단하는 이상 판단부(160)와, 회전수계(25)로 검지된 회전수를 이용하

여 허용 출력 변동폭을 보정하는 보정부(150)와, 이상 판단부(160)가 이상이라고 판단하면, 조작부인 연료 차단 밸브(17) 및 차단기(23)에 대하여 트립 신호를 출력하는 트립 신호 출력부(170)를 구비하고 있다. 조작부의 하나인 연료 차단 밸브(17)는, 이 트립 신호를 받으면 닫혀, 연소기(13)로의 연료 공급이 정지된다. 또, 조작부의 다른 하나인 차단기(23)는, 이 트립 신호를 받으면 열려, 발전기(20)와 전력 계통(29)의 전기적인 접속이 끊어진다.

[0045] 제어 장치(100)의 이상 판단부(160)는, 출력계(26)로부터의 출력의 변동폭(ΔP_g)을 구하는 출력 변동 산출부(167)와, 출력 변동폭(ΔP_g)이 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외인지 아닌지를 판단하는 허용폭 판단기(163)와, 출력 변동폭(ΔP_g)이 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외로 되어 있는 시간이 소정 시간 이상인지 아닌지를 판단하기 위한 허용 외 시간 판단기(166)를 가지고 있다.

[0046] 출력 변동 산출부(167)는, 출력계(26)로부터의 출력에 근거하여 참조 출력(P_r)을 출력하는 참조 출력 발생기(161)와, 참조 출력(P_r)과 출력계(26)로부터의 발전기(20)의 출력(P_g)의 차인 출력 변동폭(ΔP_g)을 구하는 감산기(162)를 가지고 있다.

[0047] 참조 출력(P_r)은, 도 2에 나타내는 바와 같이, 가스 터빈(10) 및 발전기(20)가 정상 운전 중일 때에 허용되는 출력 변화율에 근거하여 구해지는 현시점(t_b)의 출력이다. 참조 출력 발생기(161)는, 출력이 증가한 경우의 증가시 참조 출력($P_{ri}(P_r)$)과, 출력이 감소한 경우의 감소시 참조 출력($P_{rd}(P_r)$)을 출력한다. 감산기(162)는, 발전기(20)의 출력(P_g)과 증가시 참조 출력(P_{ri})의 차인 증가시 출력 변동폭($\Delta P_i(\Delta P_g)$) 및 발전기(20)의 출력(P_g)과 감소시 참조 출력(P_{rd})의 차인 감소시 출력 변동폭($\Delta P_d(\Delta P_g)$)을 구한다.

[0048] 다만, 여기에서는, 참조 출력(P_r)을 기준으로 하여, 이 참조 출력(P_r)과 출력계(26)로부터의 발전기(20)의 출력(P_g)의 차를 출력 변동폭(ΔP_g)으로 하고 있지만, 소정 시간 전의 발전기(20)의 출력을 기준으로 하여, 이 기준이 되는 발전기(20)의 출력과 현시점의 발전기(20)의 출력의 차를 출력 변동폭(ΔP_g)으로 해도 된다.

[0049] 허용폭 판단기(163)는, 출력이 증가한 경우의 상한 허용 변동폭(ΔP_{si})을 감산기(162)로부터의 출력 변동폭(ΔP_g)이 넘고 있는지 아닌지를 판단하는 상한 판단기(164)와, 출력이 감소한 경우의 하한 허용 변동폭(ΔP_{sd})을 감산기(162)로부터의 출력 변동폭(ΔP_g)이 넘고 있는지 아닌지를 판단하는 하한 판단기(165)를 가진다. 허용폭 판단기(163)는, 감산기(162)로부터의 출력 변동폭(ΔP_g)이 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외이면, 이상 상태인 것을 나타내는 이상 신호를 출력한다. 구체적으로는, 감산기(162)로부터의 출력 변동폭(ΔP_g)이 상한 허용 변동폭(ΔP_{si})을 넘고 있는 경우에는 상한 판단기(164)가 이상 신호를 출력하고, 감산기(162)로부터의 출력 변동폭(ΔP_g)이 하한 허용 변동폭(ΔP_{sd})을 음의 측으로 넘고 있는 경우에는 하한 판단기(165)가 이상 신호를 출력한다.

[0050] 허용 외 시간 판단기(166)는, 타이머를 가지고, 허용폭 판단기(163)로부터의 이상 신호가 입력되면 타이머에 의한 카운트다운을 개시하며, 이 이상 신호의 입력이 소정 시간(T_p)(도 2 참조) 이상 계속되면, 즉, 타이머가 0이 되면, 트립 신호 출력부(170)에 대하여 이상 신호를 출력한다.

[0051] 트립 신호 출력부(170)는, 허용 외 시간 판단기(166)로부터의 이상 신호가 입력되면, 조작부인 연료 차단 밸브(17)나 차단기(23) 등에 트립 신호를 출력한다.

[0052] 제어 장치(100)의 보정부(150)는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 회전수계(25)로 검지된 회전수의 변동폭을 구하는 회전수 변동폭 산출부(151)와, 회전수 변동폭에 따라 허용 출력 변동폭의 보정량을 구하는 보정량 연산부(155)와, 보정량에 따라 허용 출력 변동폭을 보정하는 허용 변동폭 보정부(156)를 가진다.

[0053] 회전수 변동폭 산출부(151)는, 현시점의 상참조 회전수를 구하는 상참조 회전수 연산기(152)와, 현시점의 하참조 회전수를 구하는 하참조 회전수 연산기(153)와, 상참조 회전수와 하참조 회전수의 차를 회전수 변동폭으로서 출력하는 감산(편차 연산)기(154)를 가진다.

[0054] 도 3에 나타내는 바와 같이, 상참조 회전수(N_{ru})는, 회전수가 정격 회전수보다 높을 때에 저하한 경우에, 가스 터빈(10) 및 발전기(20)가 정상 운전 중일 때에 허용되는 회전수 저하율을 이용하여 구해지는 회전수이다. 또, 하참조 회전수(N_{rd})는, 회전수가 정격 회전수 이하일 때에 상승한 경우에, 가스 터빈(10) 및 발전기(20)가 정상 운전 중일 때에 허용되는 회전수 상승률을 이용하여 구해지는 회전수이다. 감산기(154)는, 현시점의 상참조 회전수(N_{ru})와 현시점의 하참조 회전수(N_{rd})의 차를 구하고, 이를 현시점의 회전수 변동폭(ΔN_p)으로서 출력한다.

[0055] 다만, 여기에서의 정격 회전수란, 전력 계통(29)의 주파수에 의하여 정해지는 회전수이다. 또, 현시점의 회전수 변동폭(ΔN_p)으로서는, 예를 들면, 현시점으로부터 미리 정한 소정 시간 과거까지의 시간에 있어서의 최대

회전수와 최소 회전수의 차를 채용해도 된다.

- [0056] 보정량 연산부(155)는, 회전수 변동폭을 보정량으로 변환하는 함수 F를 가지고 있다. 이 함수 F는, 예를 들면, 도 4에 나타내는 바와 같이, 회전수 변동폭의 크기에 비례하는 보정량을 출력하는 함수이다. 따라서, 보정량 연산부(155)는, 입력하는 회전수 변동폭의 크기가 커지면, 이에 비례하여 큰 보정량을 출력한다.
- [0057] 허용 변동폭 보정부(156)는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 이상 판단부(160)의 상한 판단기(164)가 보유하고 있는 상한 허용 변동폭(ΔP_{Si})에 보정량을 더하는 상한 보정기(157)와, 하한 판단기(165)가 보유하고 있는 하한 허용 변동폭(ΔP_{Sd})으로부터 보정량을 감산하는 하한 보정기(158)를 가진다. 따라서, 회전수 변동폭의 크기가 커지면, 상한 판단기(164)가 보유하고 있는 상한 허용 변동폭(ΔP_{Si})은 보다 커지고, 하한 판단기(165)가 보유하고 있는 하한 허용 변동폭(ΔP_{Sd})은 음의 측으로 보다 커진다.
- [0058] 다음으로, 도 5에 나타내는 플로차트에 따라, 제어 장치(100)의 처리의 흐름에 대하여 설명한다.
- [0059] 제어 장치(100)의 허용 변동폭 보정부(156)는, 회전수계(25)로부터의 회전수를 받아, 이 회전수에 근거하여 이상 판단부(160)의 허용폭 판단기(163)가 보유하고 있는 허용 출력 변동폭을 보정한다(보정 공정(S1)). 이 보정 공정(S1)에서는, 먼저, 회전수 변동폭 산출부(151)가 회전수계(25)로부터의 회전수의 변동폭을 구한다(회전수 변동폭 산출 공정(S2)). 다음으로, 보정량 연산부(155)가 회전수 변동폭의 크기에 비례한 보정량을 구하고, 허용 변동폭 보정부(156)가 이상 판단부(160)의 허용폭 판단기(163)가 보유하고 있는 허용 변동폭(ΔP_s)을 보정한다(허용 변동폭 보정 공정(S3)). 구체적으로, 허용 변동폭 보정부(156)는, 상기 서술한 바와 같이, 회전수 변동폭의 크기에 비례하여, 허용폭 판단기(163)의 상한 판단기(164)가 보유하고 있는 상한 허용 변동폭(ΔP_{Si})을 크게 하고, 허용폭 판단기(163)의 하한 판단기(165)가 보유하고 있는 하한 허용 변동폭(ΔP_{Sd})을 음의 측으로 크게 한다.
- [0060] 이상으로, 보정 공정(S1)이 종료된다.
- [0061] 또, 이상의 보정 공정(S1)과 병행하여, 이상 판단부(160)는, 가스 터빈(10)이 이상인지 아닌지를 판단한다(이상 판단 공정(S4)). 이 이상 판단 공정(S4)에서는, 먼저, 참조 출력 발생기(161)가 출력계(26)로부터의 출력을 받아, 이 출력에 근거하여 참조 출력(P_r)을 출력한다. 감산기(162)는, 이 참조 출력(P_r)과 출력계(26)로부터의 발전기(20)의 출력(P_g)의 차인 출력 변동폭(ΔP_g)을 구한다(출력 변동폭 산출 공정(S5)). 그리고, 이 출력 변동폭(ΔP_g)에 근거하여 각 판단기(163, 166)가 이상인지 아닌지의 판단을 행한다(판단 공정(S6)).
- [0062] 이 판단 공정(S6)에서는, 허용폭 판단기(163)가 감산기(162)로부터 출력 변동폭(ΔP_g)을 받아, 이 출력 변동폭(ΔP_g)이 보정부(150)에서 보정된 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외인지 아닌지를 판단한다. 그리고, 허용폭 판단기(163)는, 출력 변동폭(ΔP_g)이 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외이면, 이상 상태인 것을 나타내는 이상 신호를 출력한다. 이 이상 신호가 출력되면, 허용 외 시간 판단기(166)는, 출력 변동폭(ΔP_g)이 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외로 되어 있는 시간이 소정 시간(T_p) 이상인지 아닌지를 판단하여, 소정 시간(T_p) 이상이면, 트립 신호 출력부(170)에 이상 신호를 출력한다. 즉, 이 판단 공정(S6)에서는, 출력 변동폭(ΔP_g)이 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외이고, 또한 이 상태가 소정 시간(T_p) 계속되면, 트립 신호 출력부(170)에 이상 신호를 출력한다. 한편, 출력 변동폭(ΔP_g)이 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외가 아니거나, 또는, 출력 변동폭(ΔP_g)이 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외인 상태가 소정 시간(T_p) 계속되지 않는 경우에는, 스텝 1로 되돌아간다.
- [0063] 트립 신호 출력부(170)는, 이상 판단부(160)가 이상 신호를 출력하면(S6에서 Yes인 경우), 상기 서술한 바와 같이, 조작부에 대하여 트립 신호를 출력한다(S7). 이 결과, 가스 터빈(10)은 트립한다.
- [0064] 도 6에 나타내는 바와 같이, 가스 터빈(10)의 출력이 일정해도, 전력 계통(29)이 변동하면, 발전기(20)의 회전수와 발전기(20)의 출력이 변동한다. 이 회전수와 출력에는, 매우 높은 상관성이 있어, 회전수가 크게 변동하면, 출력도 크게 변동한다. 단, 회전수와 출력에는, 다소 위상 어긋남이 있다.
- [0065] "배정기술"란에서 설명한 특허 문헌 1에 기재된 기술에서는, 발전기(20)의 현재의 출력과 소정 시간 전의 발전기(20)의 출력의 차와, 고정값인 기준값이 비교되어, 가스 터빈(10) 상태를 판정하고 있다. 즉, 도 7에 나타내는 바와 같이, 기준값인 발전기(20)의 출력의 허용 출력 변동폭(ΔP_s)은, 회전수 변동폭(ΔN_p)의 변화에 관계없이 일정하다. 따라서, 가스 터빈(10)의 출력이 일정해도, 전력 계통(29)이 변동하여, 발전기(20)의 출력이 크게 변동하면, 예를 들면, 도 6 중의 시각(tx)에서 가스 터빈(10)을 트립시킬 가능성이 있다.
- [0066] 한편 본 실시 형태에서는, 도 8에 나타내는 바와 같이, 회전수 변동폭(ΔN_p)의 크기에 비례하여, 허용 출력 변

동폭(ΔP_s)을 크게 하고 있기 때문에, 보다 구체적으로는, 회전수 변동폭(ΔN_p)의 크기에 비례하여, 상한 허용 변동폭(ΔP_{si})을 크게 함과 함께, 하한 허용 변동폭(ΔP_{sd})을 음의 측으로 크게 하고 있다. 따라서, 도 6에 나타내는 바와 같이, 전력 계통(29)의 큰 변동에 의하여, 발전기(20)의 회전수가 크게 변동하여, 발전기(20)의 출력도 크게 변동해도, 이때의 출력 변동폭(ΔP_g)은 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 내가 되어, 가스 터빈(10)을 트립시키지 않는다. 바꾸어 말하면, 본 실시 형태에서는, 예를 들면, 가스 터빈(10)의 출력이 일정할 때에, 전력 계통(29)이 크게 변동하여, 발전기(20)의 출력도 크게 변동해도, 가스 터빈(10)이 이상이라고는 판단하지 않고, 가스 터빈(10)의 운전이 계속된다.

[0067] 이상과 같이, 본 실시 형태에서는, 전력 계통(29)이 변동한 경우에 있어서의 가스 터빈 이상의 오검출 및 가스 터빈(10)의 오프를 줄일 수 있다.

[0068] "제 2 실시 형태"

[0069] 다음으로, 도 9~도 12를 이용하여, 제 2 실시 형태로서의 발전 플랜트에 대하여 설명한다.

[0070] 본 실시 형태 및 이하의 실시 형태의 발전 플랜트는, 모두, 제 1 실시 형태의 제어 장치(100)를 변경한 것이며, 그 이외의 구성은 제 1 실시 형태의 발전 플랜트와 동일하다. 따라서, 본 실시 형태 및 이하의 실시 형태에 대해서는, 주로, 제 1 실시 형태의 제어 장치(100)의 변경 내용에 대하여 설명한다.

[0071] 본 실시 형태의 제어 장치(100a)는, 도 9에 나타내는 바와 같이, 출력의 변동폭이 허용 출력 변동폭의 범위 외가 되었는지 아닌지에 따라 가스 터빈(10)이 이상인지 아닌지를 판단하는 이상 판단부(160a)와, 출력계(26)로 검지된 출력을 보정하는 보정부(110)와, 제 1 실시 형태와 동일한 트립 신호 출력부(170)를 구비하고 있다.

[0072] 이상 판단부(160a)는, 보정부(110)로부터의 출력(P_t)의 변동폭(ΔP)을 구하는 출력 변동 산출부(167a)와, 제 1 실시 형태와 동일한 허용폭 판단기(163) 및 허용 외 시간 판단기(166)를 가지고 있다.

[0073] 출력 변동 산출부(167a)는, 출력계(26)로부터의 출력에 근거하여 참조 출력(P_r)을 출력하는 참조 출력 발생기(161)와, 참조 출력(P_r)과 보정부(110)로부터의 출력(P_t)의 차인 출력 변동폭(ΔP_g)을 구하는 감산기(162a)를 가지고 있다.

[0074] 참조 출력 발생기(161)는, 제 1 실시 형태와 마찬가지로, 출력이 증가한 경우의 증가시 참조 출력($P_{ri}(P_r)$)과, 출력이 감소한 경우의 감소시 참조 출력($P_{rd}(P_r)$)을 출력한다. 감산기(162a)는, 보정부(110)로부터의 출력(P_t)과 증가시 참조 출력(P_{ri})의 차인 증가시 출력 변동폭(ΔP_i) 및 보정부(110)로부터의 출력(P_t)과 감소시 참조 출력(P_{rd})의 차인 감소시 출력 변동폭(ΔP_d)을 구한다.

[0075] 다만, 여기에서는, 참조 출력(P_r)을 기준으로 하여, 이 참조 출력(P_r)과 보정부(110)로부터의 출력(P_t)의 차를 출력 변동폭(ΔP_g)으로 하고 있지만, 소정 시간 전의 보정부(110)로부터의 출력(P_t)을 기준으로 하여, 이 기준이 되는 보정부(110)로부터의 출력과 현시점의 보정부(110)로부터의 출력의 차를 출력 변동폭(ΔP_g)으로 해도 된다.

[0076] 허용폭 판단기(163) 및 허용 외 시간 판단기(166)는, 상기 서술한 바와 같이, 제 1 실시 형태의 것과 동일하다.

[0077] 제어 장치(100a)의 보정부(110)는, 회전수계(25)로 검지된 회전수를 이용하여, 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동을 구하는 겉보기 출력 변동 산출부(111)와, 겉보기 출력 변동 산출부(111)가 구한 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동과 출력계(26)로 검지된 발전기(20)의 출력(P_g)을 이용하여 가스 터빈(10)의 출력(P_t)을 구하는 출력 연산부(118)를 가진다. 즉, 이 보정부(110)는, 출력계(26)로 검지된 발전기(20)의 출력(P_g)을 보정함으로써, 보정 후의 출력으로서 가스 터빈(10)의 출력(P_t)을 출력한다.

[0078] 가스 터빈(10)의 출력(P_t)은, 이하의 식 (1)에서 나타내는 바와 같이, 출력계(26)로 검지된 발전기(20)의 출력(P_g)으로부터, 가스 터빈(10) 및 발전기(20)에 있어서의 회전계의 관성력에 의한 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동(Δp)을 감산한 값이다.

[0079]
$$P_t = P_g - \Delta p \cdots \cdots (1)$$

[0080] 따라서, 출력 연산부(118)는, 출력계(26)로 검지된 발전기(20)의 출력(P_g)과, 겉보기 출력 변동 산출부(111)가 구한 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동(Δp)의 편차를 구하는 편차 연산기이다.

[0081] 가스 터빈(10) 및 발전기(20)에 있어서의 회전계의 관성력에 의한 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동(Δp)은, 이하의 식 (2)로 나타낼 수 있다.

[0082]

$$\Delta p = Tr \times \omega$$

[0083]

$$= -I \times d\omega / dt \times \omega$$

[0084]

$$= -I \times (2\pi / 60) 2 \times dN / dt \times N \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0085]

Tr : 가속 토크(= $-I \times d\omega / dt$) [N · m]

[0086]

ω : 각속도(= $2\pi N / 60$) [rad/s]

[0087]

I : 관성 모멘트 [kg · m²]

[0088]

t : 시간 [s]

[0089]

N : 회전수 [rpm]

[0090]

다만, 식 (2) 중의 관성 모멘트 I는, 가스 터빈(10) 및 발전기(20)에 있어서의 회전계의 관성 모멘트이다. 이로 인하여, 이 관성 모멘트 I는, 가스 터빈(10)에 있어서의 공기 압축기(11)의 로터(12), 터빈(14)의 로터(15) 및 발전기(20)의 로터(21)를 합한 것의 관성 모멘트이다. 또, 식 (2) 중에서, 시간 변화에 따른 변동 파라미터는, 회전수(N)뿐이며, 다른 파라미터는 고정값이다. 이로 인하여, 식 (2)에서 나타나는 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동(Δp)은, 회전수(N)를 검지함으로써 구할 수 있다.

[0091]

도 10에 나타내는 바와 같이, 가스 터빈(10)의 출력(P_t)이 일정해도, 전력 계통(29)이 변동하면, 발전기(20)의 회전수와 발전기(20)의 출력(P_g)이 변동한다. 이와 같은 전력 계통(29)의 변동에 따른 발전기(20)의 출력 변동은, 가스 터빈(10)의 정미(正味)의 출력(P_t)에 대하여, 상기 식 (2)에 나타나 있는 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동(Δp)이 된다. 따라서, 전력 계통(29)이 변동한 경우에도, 식 (1)에 나타내는 바와 같이, 출력계(26)로 검지된 발전기(20)의 출력(P_g)으로부터 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동(Δp)을 감산함으로써, 가스 터빈(10)의 정미의 출력(P_t)을 구할 수 있다. 다만, 가스 터빈(10), 발전기(20) 및 전력 계통(29)이 안정되어 있는 경우, 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동(Δp)은 실질적으로 "0"이 된다. 이로 인하여 이 경우, 식 (1)로부터 이해할 수 있는 바와 같이, 가스 터빈(10)의 출력(P_t)과 발전기(20)의 출력(P_g)은 실질적으로 동일해진다.

[0092]

그런데, 가스 터빈(10) 및 발전기(20)의 회전수(N)가 일정 주기 T로 변동하고 있는 경우, 이 회전수의 위상에 대하여 발전기(20)의 출력의 위상은, 이론적으로는 T/4만큼 어긋난다. 그러나, 복수의 발전 플랜트에 있어서, 회전수계로 검지된 회전수의 위상과 출력계로 검지된 실제의 출력의 위상을 비교하면, 출력계로 검출된 출력의 위상은, 회전수계로 검지된 회전수의 위상에 대하여 T/4보다 지연되고 있는 것이 판명되었다. 즉, 출력계로 검지되는 실제의 출력의 위상은, 이론적인 출력의 위상에 대하여 지연 시간(T_d)분 지연되고 있는 것이 판명되었다. 바꾸어 말하면, 소정 시각에 있어서의 회전수의 회전수계로부터의 출력 시각에 대하여, 출력계는 동일한 소정 시각에 있어서의 발전기의 출력의 출력 시각이 지연 시간(T_d)분 지연되는 것이 판명되었다.

[0093]

이 지연 시간(T_d)의 발생 원인은 명확하게 판명되어 있지 않지만, 출력계의 하드웨어가 지연 시간의 발생에 기인하고 있다고 생각된다. 출력계는 기본적으로, 전류계와, 전압계와, 전류계로 검지된 전류값과 전압계로 검지된 전압값을 곱하는 연산기를 가지고 구성되어 있다. 이와 같이, 출력계는, 복수의 단계를 거쳐 출력을 얻고 있기 때문에, 출력계로 검지되는 출력의 위상은, 이론적인 출력 위상에 대하여 지연된다고 생각된다.

[0094]

식 (1)을 이용하여, 가스 터빈(10)의 출력(P_t)을 구하는 경우, 식 (1) 중의 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동(Δp)은, 식 (2)를 이용하여 상기 서술한 바와 같이, 회전수가 검지되면 구해진다. 이로 인하여, 회전수로부터 구해지는 겉보기상의 출력 변동(Δp)의 위상은 이론적인 출력 변동의 위상과 실질적으로 일치하며, 이 이론적인 출력 변동에 대하여 실질적으로 지연되고 있지 않다. 한편, 식 (1) 중의 발전기(20)의 출력(P_g)은 출력계(26)로 검지된 것이기 때문에, 이 발전기(20)의 출력(P_g)의 위상은 이론적인 출력의 위상에 대하여 지연 시간(T_d)분 지연되고 있다.

[0095]

임시로, 위상이 지연 시간(T_d)분 지연되고 있는 발전기(20)의 출력(P_g)으로부터, 위상이 지연되고 있지 않은 겉보기상의 출력 변동(Δp)을 감산하여, 가스 터빈(10)의 출력(P_t)을 구한다고 가정한다. 이 경우, 지연 시간(T_d)이 비교적 짧은 시간이면, 그다지 문제가 되지 않지만, 지연 시간(T_d)이 비교적 긴 시간이 되면, 구해지는 가스 터빈(10)의 출력(P_t)에 큰 오차가 포함되게 된다. 특히, 지연 시간(T_d)이 회전수의 변동 주기 T의 1/2인 경우, 본래, 출력의 양의 피크값으로부터 출력 변동의 양의 피크값을 감산해야 함에도 불구하고, 출력의 양의 피크값으로부터 출력 변동의 음의 피크값을 감산하게 되어, 가스 터빈(10)의 출력의 변동이 겉보기상의 변동보

다 매우 커지게 된다.

- [0096] 따라서, 본 실시 형태의 겔보기 출력 변동 산출부(111)에서는, 이상의 지건에 근거하여, 회전수계(25)로 검지된 회전수(N)로부터, 지연 시간(T_d)을 조절한 가스 터빈(10)의 겔보기상의 출력 변동(Δp)을 구한다. 구체적으로, 본 실시 형태의 겔보기 출력 변동 산출부(111)는, 도 9에 나타내는 바와 같이, 회전수계(25)로 검지된 회전수(N)를 이용하여 지연 시간(T_d)을 고려하고 있지 않은 가스 터빈(10)의 겔보기상의 출력 변동을 구하는 출력 변동 연산부(120)와, 이 겔보기상의 출력 변동을 미리 정해져 있는 지연 시간(T_d)분만큼 지연시키는 지연 시간 조절부(112)를 가지고 있다.
- [0097] 출력 변동 연산부(120)는, 서로 상이한 샘플링 시각에 샘플링된 2개의 회전수를 이용하여 회전수 변화율(dN/dt)을 구하는 회전수 변화율 연산부(130)와, 가스 터빈(10) 및 발전기(20)에 있어서의 회전계의 관성 모멘트 I 를 출력하는 관성 모멘트 발생기(121)와, 식 (2) 중의 상수인 $[-(2\pi/60)^2]$ 를 출력하는 상수 발생기(122)와, 복수의 승산기(123, 124, 125)를 가지고 있다. 승산기(123, 124, 125)로서는, 관성 모멘트 I 와 상수 $[-(2\pi/60)^2]$ 를 곱하는 제 1 승산기(123)와, 제 1 승산기(123)로부터의 출력 $[-I \times (2\pi/60)^2]$ 에 회전수 변화율(dN/dt)을 곱하는 제 2 승산기(124)와, 제 2 승산기(124)로부터의 출력 $[-I \times (2\pi/60)^2 \times dN/dt]$ 에 회전수(N)를 곱하는 제 3 승산기(125)를 가지고 있다. 즉, 이 출력 변동 연산부(120)는, 식 (2)의 연산을 실행한다.
- [0098] 회전수 변화율 연산부(130)는, 회전수계(25)로부터의 회전수를 소정 시간(T_s) 지연시켜 출력하는 지연기(133)와, 회전수계(25)로부터의 회전수와 지연기(133)로부터의 회전수의 차를 구하는 감산기(134)와, 소정 시간(T_s)을 출력하는 시간 발생기(132)와, 감산기(134)로부터의 출력을 시간 발생기(132)로부터의 소정 시간(T_s)으로 나누는 제산기(139)를 가진다. 즉, 회전수 변화율 연산부(130)는, 현시점의 회전수와, 현시점으로부터 소정 시간(T_s) 과거의 회전수의 평균 회전수 변화율을 현시점의 회전수 변화율로 하고 있다.
- [0099] 다음으로, 도 11에 나타내는 플로차트에 따라, 제어 장치(100a)의 처리의 흐름에 대하여 설명한다.
- [0100] 제어 장치(100a)의 보정부(110)는, 회전수계(25)로부터의 회전수(N)와 출력계(26)로부터의 발전기(20)의 출력(P_g)을 받아, 이 출력(P_g)을 보정하여, 가스 터빈(10)의 출력(P_t)을 출력한다(보정 공정(S10)).
- [0101] 이 보정 공정(S10)에서는, 먼저, 보정부(110)의 출력 변동 연산부(120)가, 가스 터빈(10)의 겔보기상의 출력 변동(Δp)을 구한다(겔보기 출력 변동 연산 공정(S12)). 이때, 출력 변동 연산부(120)의 회전수 변화율 연산부(130)가 상기 서술한 방법으로 회전수 변화율을 구한다. 출력 변동 연산부(120)는, 식 (2)에 따라, 이 회전수 변화율과 회전수와 회전계의 관성 모멘트 등을 이용하여, 가스 터빈(10)의 겔보기상의 출력 변동(Δp)을 구한다.
- [0102] 보정 공정(S10)에서는, 계속해서, 지연 시간 조절부(112)가 출력 변동 연산부(120)에서 구해진 가스 터빈(10)의 겔보기상의 출력 변동(Δp)을 지연 시간(T_d) 전의 겔보기상의 출력 변동(Δp)으로 조절한다(지연 시간 조절 공정(S13)). 구체적으로, 지연 시간 조절부(112)는, 지연기이며, 지연 시간 조절부(112)가 출력 변동 연산부(120)에서 구해진 가스 터빈(10)의 겔보기상의 출력 변동(Δp)을 지연 시간(T_d)만큼 지연시킨 후 출력한다.
- [0103] 이 결과, 지연 시간 조절부(112)로부터 출력된 겔보기상의 출력 변동(Δp)은, 출력계(26)의 지연 시간(T_d)을 고려한 겔보기상의 출력 변동이 된다. 다만, 겔보기 출력 변동 연산 공정(S12)과 지연 시간 조절 공정(S13)을 합친 공정이, 출력계(26)의 지연 시간(T_d)을 고려한 겔보기상의 출력 변동을 구하는 겔보기 출력 변동 산출 공정(S11)을 이룬다.
- [0104] 보정 공정(S10)에서는, 추가로 출력 연산부(118)가, 식 (1)에 따라, 출력계(26)로부터의 발전기(20)의 출력(P_g)으로부터, 겔보기 출력 변동 산출부(111)에서 구해진 가스 터빈(10)의 겔보기상의 출력 변동(Δp)을 감산하여, 가스 터빈(10)의 출력(P_t)을 구한다(출력 연산 공정(S14)). 출력계(26)로부터의 발전기(20)의 출력(P_g)은, 현시점으로부터 실질적으로 지연 시간(T_d) 지연된 출력이지만, 겔보기 출력 변동 산출부(111)로부터의 가스 터빈(10)의 겔보기상의 출력 변동(Δp)도, 현시점으로부터 실질적으로 지연 시간(T_d) 지연된 겔보기상의 출력 변동이다. 이로 인하여, 출력 연산부(118)가 취급하는 발전기(20)의 출력(P_g)과 가스 터빈(10)의 겔보기상의 출력 변동(Δp) 사이에는, 지연 시간(T_d)에 근거하는 위상 어긋남이 없다. 따라서, 출력 연산부(118)는, 정확한 가스 터빈(10)의 출력을 구할 수 있다.
- [0105] 이상으로, 보정 공정(S10)이 종료된다.
- [0106] 이상 판단부(160a)는, 가스 터빈(10)이 이상인지 아닌지를 판단한다(이상 판단 공정(S4a)). 이 이상 판단 공정(S4a)에서는, 먼저, 참조 출력 발생기(161)가 출력계(26)로부터의 출력을 받아, 이 출력에 근거하여 참조 출력

(Pr)을 출력한다. 감산기(162a)는, 이 참조 출력(Pr)과 보정부(110)로부터의 가스 터빈(10)의 출력(Pt)의 차인 출력 변동폭(ΔP_g)을 구한다(출력 변동폭 산출 공정(S5a)). 그리고, 이 출력 변동폭(ΔP_g)에 근거하여 각 판단기(163, 166)가 이상인지 아닌지의 판단을 행한다(판단 공정(S6a)).

[0107] 이 판단 공정(S6a)에서는, 허용폭 판단기(163)가 감산기(162a)로부터 출력 변동폭(ΔP_g)을 받아, 이 출력 변동폭(ΔP_g)이 미리 정해져 있는 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외인지 아닌지를 판단한다. 그리고, 허용폭 판단기(163)는, 출력 변동폭(ΔP_g)이 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외이면, 이상 상태인 것을 나타내는 이상 신호를 출력한다. 이 이상 신호가 출력되면, 허용 외 시간 판단기(166)는, 출력 변동폭(ΔP_g)이 허용 출력 변동폭(ΔP_s)의 범위 외로 되어 있는 시간이 소정 시간(T_p) 이상인지 아닌지를 판단하여, 소정 시간(T_p) 이상이면, 트립 신호 출력부(170)에 이상 신호를 출력한다.

[0108] 트립 신호 출력부(170)는, 제 1 실시 형태와 마찬가지로, 이상 판단부(160a)가 이상 신호를 출력하면(S6a에서 Yes인 경우), 상기 서술한 바와 같이, 조작부에 대하여 트립 신호를 출력한다(S7). 이 결과, 가스 터빈(10)은 트립한다.

[0109] 예를 들면, 도 12에 나타내는 바와 같이, 시각(t_a)으로부터 가스 터빈(10)의 출력(Pt)이 비교적 급격하게 감소하기 시작했다고 가정한다. 다만, 도 12에 나타내는 가스 터빈(10)의 출력(Pt)은, 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동(Δp)을 포함하지 않은 정미의 출력이다. 이 결과, 감소시 참조 출력($P_{rd}(Pr)$)과 가스 터빈(10)의 출력(Pt)의 차인 감소시 출력 변동폭($\Delta P_d(\Delta P)$)이 발생한다. 가스 터빈(10)의 출력(Pt)은, 그 후에도 비교적 급격하게 감소하면, 점차 감소시 출력 변동폭(ΔP_d)도 음의 측으로 커진다. 이 감소시 출력 변동폭(ΔP_d)이, 시각(t_b)일 때에 미리 정해져 있는 하한 허용 변동폭($\Delta P_{sd}(\Delta P_s)$)을 음의 측으로 넘으면, 하한 판단기(165)는 허용 외 시간 판단기(166)에 이상 신호를 출력한다. 허용 외 시간 판단기(166)는, 이상 신호의 입력이 소정 시간(T_p) 계속되면, 시각(t_b)으로부터 소정 시간(T_p) 후의 시각(t_c)에, 트립 신호 출력부(170)에 이상 신호를 출력한다. 이 결과, 트립 신호 출력부(170)는, 상기 서술한 바와 같이, 조작부에 대하여 트립 신호를 출력하여, 가스 터빈(10)이 트립한다.

[0110] 이상과 같이, 본 실시 형태에서는, 예를 들면, 전력 계통(29)이 불안정해져, 가스 터빈(10)과 발전기(20)의 출력 밸런스가 무너진 경우 등이라도, 발전기(20)의 출력으로부터 정확한 가스 터빈(10)의 출력을 구할 수 있다.

[0111] 또, 본 실시 형태에서는, 가스 터빈(10)의 출력(Pt)이 일정한 경우에, 전력 계통(29)의 불안정에 기인하여 발전기(20)의 출력(Pg)이 변동해도, 이상과 같이 정확하게 구해진 가스 터빈(10)의 출력(Pt)에 따라 가스 터빈(10)이 이상인지 아닌지의 판단이 행해지므로, 가스 터빈 이상의 오검출 및 가스 터빈(10)의 오토트립을 줄일 수 있다.

[0112] "제 3 실시 형태"

[0113] 다음으로, 도 13 및 도 14를 이용하여, 제 3 실시 형태로서의 발전 플랜트에 대하여 설명한다.

[0114] 본 실시 형태의 제어 장치(100b)는, 제 2 실시 형태의 제어 장치(100a)에 있어서의 회전수 변화율 연산부(130)를 변경한 것이며, 그 이외의 구성은 제 2 실시 형태의 제어 장치(100a)와 기본적으로 동일하다. 따라서, 이하에서는, 주로 이 변경 내용에 대하여 설명한다.

[0115] 먼저, 본 실시 형태의 회전수 변화율 연산부(130b)에서의 회전수 변화율의 산출 방법에 대하여, 도 14를 참조하여 설명한다.

[0116] 제 1 시각(t_1)에 있어서의 회전수 변화율을 구하려면, 제 1 시각(t_1)에 회전수계(25)로부터 출력된 제 1 회전수(N_1)와, 제 1 시각(t_1)으로부터 소정 시간(T_s) 전인 제 2 시각(t_2)에 회전수계(25)로부터 출력된 제 2 회전수(N_2)를 이용하여, 양 회전수(N_1, N_2)의 차인 제 1 회전수 변화량(ΔN_1)을 구한다. 다음으로, 제 1 시각(t_1)으로부터 소정 시간(T_s) 후인 제 3 시각(t_3)에 회전수계(25)로부터 출력된 제 3 회전수(N_3)와 제 1 회전수(N_1)를 이용하여, 양 회전수(N_3, N_1)의 차인 제 2 회전수 변화량(ΔN_2)을 구한다.

[0117] 다음으로, 제 1 회전수 변화량(ΔN_1)과 제 2 회전수 변화량(ΔN_2)의 평균치인 평균 변화량(ΔN_a)을 구한다. 다음으로, 이 평균 변화량(ΔN_a)을 소정 시간(T_s)으로 나누고, 이 값을 제 1 시각(t_1)에 있어서의 회전수 변화율로 한다.

[0118] 즉, 여기에서는, 제 1 시각(t_1)과 제 2 시각(t_2) 사이에서의 제 1 평균 회전수 변화율과, 제 1 시각(t_1)과 제 3 시각(t_3) 사이에서의 제 2 평균 회전수 변화율의 평균값을 제 1 시각(t_1)에 있어서의 회전수 변화율로 하고 있

다.

- [0119] 제 1 시각(t_1)과 제 2 시각(t_2) 사이의 소정 시간(T_s) 및 제 1 시각(t_1)과 제 3 시각(t_3) 사이의 소정 시간(T_s)은, 예상되는 지연 시간(T_d) 이하의 시간이다.
- [0120] 그런데, 제 1 시각(t_1)에 있어서의 회전수 변화율을 이상과 같이 구하는 경우, 제 1 시각(t_1)에 대하여 미래의 시각인 제 3 시각(t_3)에 있어서의 제 3 회전수(N_3)가 필요하다.
- [0121] 또, 출력 연산부(118)에 있어서, 제 1 시각(t_1)에서의 회전수 변화율을 이용하여 구해지는 겉보기상의 출력 변동분이 감산되는 대상은, 제 1 시각(t_1)에서의 발전기(20)의 출력이다. 이 제 1 시각(t_1)에서의 발전기(20)의 출력은, 소정 시간(T_s)이 예상되는 지연 시간(T_d) 이하의 시간인 관계상, 제 1 시각(t_1)에 대하여 소정 시간(T_s)만큼 미래의 시각인 제 3 시각(t_3)보다 더 미래의 시각, 즉 제 1 시각(t_1)으로부터 지연 시간(T_d)분만큼 미래인 제 4 시각(t_4)에 출력계(26)로부터 출력되는 출력이다. 따라서, 제 1 시각(t_1)에서의 발전기(20)의 출력이 얻어지는 제 4 시각(t_4)으로부터 보면, 제 3 시각(t_3)은 과거의 시각이다. 이로 인하여, 출력 연산부(118)에 있어서, 제 1 시각(t_1)에서의 가스 터빈(10)의 출력을 구하는 경우에는, 제 3 시각(t_3)이 제 4 시각(t_4)에 대하여 과거의 시각이기 때문에, 제 1 시각(t_1)에 대하여 미래의 시각인 제 3 시각(t_3)에 있어서의 제 3 회전수(N_3)를 얻을 수 있다.
- [0122] 본 실시 형태의 회전수 변화율 연산부(130b)는, 이상의 방법으로 회전수 변화율을 구한다. 따라서, 이 회전수 변화율 연산부(130b)는, 도 13에 나타내는 바와 같이, 상수인 "2"를 출력하는 상수 발생기(131)와, 소정 시간(T_s)을 출력하는 시간 발생기(132)와, 회전수계(25)로부터의 회전수를 소정 시간(T_s) 지연시켜 출력하는 제 1 지연기(133)와, 회전수계(25)로부터의 회전수와 제 1 지연기(133)로부터의 회전수의 차를 구하는 제 1 감산기(134)와, 제 1 지연기(133)로부터의 회전수를 소정 시간(T_s) 더 지연시켜 출력하는 제 2 지연기(135)와, 제 1 지연기(133)로부터의 회전수와 제 2 지연기(135)로부터의 회전수의 차를 구하는 제 2 감산기(136)와, 제 1 감산기(134)로부터의 출력에 제 2 감산기(136)로부터의 출력을 더하는 가산기(137)와, 가산기(137)로부터의 출력을 상수 발생기(131)로부터의 "2"로 나누는 제 1 제산기(138)와, 제 1 제산기(138)로부터의 출력을 시간 발생기(132)로부터의 소정 시간(T_s)으로 나누는 제 2 제산기(139)를 가진다.
- [0123] 여기에서, 이 회전수 변화율 연산부(130b)에 있어서, 회전수계(25)로부터 상기 서술한 제 3 시각(t_3)에 있어서의 제 3 회전수(N_3)가 출력되었다고 가정한다. 이 때, 제 1 지연기(133)는, 제 3 시각(t_3)으로부터 소정 시간(T_s) 전인 제 1 시각(t_1)에 있어서의 제 1 회전수(N_1)를 출력한다. 제 1 감산기(134)는, 제 1 회전수(N_1)와 제 3 회전수(N_3)의 차인 제 2 회전수 변화량(ΔN_2)을 출력한다. 또, 이 때, 제 2 지연기(135)는, 제 1 시각(t_1)으로부터 소정 시간(T_s) 전인 제 2 시각(t_2)에 있어서의 제 2 회전수(N_2)를 출력한다. 제 2 감산기(136)는, 제 1 지연기(133)로부터의 출력인 제 1 회전수(N_1)와 제 2 지연기(135)로부터의 출력인 제 2 회전수(N_2)의 차인 제 1 회전수 변화량(ΔN_1)을 출력한다. 가산기(137) 및 제 1 제산기(138)에서는, 제 1 회전수 변화량(ΔN_1)과 제 2 회전수 변화량(ΔN_2)의 평균값인 평균 변화량(ΔN_a)을 구한다. 제 2 제산기(139)는, 평균 변화량(ΔN_a)을 소정 시간(T_s)으로 나누어, 제 1 시각(t_1)에 있어서의 회전수 변화율을 출력한다.
- [0124] 다만, 이상에서는, 평균 변화량(ΔN_a)을 구한 후, 이 평균 변화량(ΔN_a)을 소정 시간(T_s)으로 나누어 회전수 변화율을 구하고 있지만, 제 1 회전수 변화량(ΔN_1) 및 제 2 회전수 변화량(ΔN_2)을 구한 후, 이들 변화량의 변화율을 구하여, 각 변화율의 평균값을 제 1 시각(t_1)에 있어서의 회전수 변화율로 해도 된다.
- [0125] 그런데, 도 14를 이용하여 상기 서술한 바와 같이, 출력 연산부(118)에 있어서, 제 1 시각(t_1)에서의 회전수 변화율을 이용하여 구해지는 겉보기상의 출력 변동분이 감산되는 대상은, 제 1 시각(t_1)에서의 발전기(20)의 출력이다. 이 제 1 시각(t_1)에서의 발전기(20)의 출력은, 제 1 시각(t_1)으로부터 지연 시간(T_d)분만큼 미래인 제 4 시각(t_4)에 출력계(26)로부터 출력되는 출력이다.
- [0126] 한편, 제 1 시각(t_1)에서의 회전수 변화율은, 제 1 시각(t_1)으로부터 소정 시간(T_s)분만큼 미래인 제 3 시각(t_3)에 회전수계(25)로부터 출력되는 회전수를 이용하여 구할 수 있다. 따라서, 제 1 시각(t_1)에서의 회전수 변화율이 구해지는 시각은, 제 1 시각(t_1)으로부터 소정 시간(T_s)분만큼 미래인 제 3 시각(t_3) 이후가 된다.
- [0127] 이로 인하여, 출력 변동 연산부(120b)가, 제 1 시각(t_1)에 있어서의 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동(Δp)을 출력하는 시각도, 제 1 시각(t_1)으로부터 소정 시간(T_s)분만큼 미래인 제 3 시각(t_3) 이후가 된다. 따라서, 출력 변동 연산부(120b)로부터의 출력인 겉보기상의 출력 변동(Δp)은, 이미 소정 시간(T_s) 지연되고 있으므로, 이 겉보기상의 출력 변동(Δp)을 ($T_d - T_s$)분 지연시키는 것만으로, 이 겉보기상의 출력 변동(Δp)과 출력계(26)로부터의 발전기(20)의 출력과의 지연 시간(T_d) 차가 해소된다.

- [0128] 따라서, 본 실시 형태의 지연 시간 조절부(112b)는, 제 2 실시 형태와 달리, 출력 변동 연산부(120b)로부터의 출력인 겉보기상의 출력 변동(Δp)을 (T_d-T_s)분 지연시킨다.
- [0129] 지연 시간 조절부(112b)에 의하여 (T_d-T_s)분 지연된 겉보기상의 출력 변동(Δp)은, 겉보기 출력 변동 산출부(111b)의 출력으로서, 보정부(110b)의 출력 연산부(118)에 보내진다. 출력 연산부(118)에서는, 제 2 실시 형태와 동일하게, 출력계(26)로부터의 출력(P_g)으로부터, 겉보기 출력 변동 산출부(111b)로부터의 겉보기상의 출력 변동(Δp)이 감산되어, 감산 결과인 가스 터빈(10)의 정미의 출력이 이상 판단부(160a)에 출력된다.
- [0130] 이상, 본 실시 형태에서는, 3개의 시각으로부터 회전수 변화율을 구하고 있으므로, 보다 정확한 회전수 변화율을 구할 수 있다. 본 실시 형태에서는, 도 14에 나타내는 바와 같이, 시각(t_1)을 기준으로 하여, 이 시각(t_1)과 과거의 시각(t_2) 사이의 평균 회전수 변화율뿐만 아니라, 이 시각(t_1)과 미래의 시각(t_3) 사이의 평균 회전수 변화율도 사용하여, 이들 평균 회전수 변화율의 평균값을 시각(t_1)에서의 회전수 변화율로 하고 있다. 이로 인하여, 본 실시 형태에서는, 회전수 변화율을 구하는 시각(t_1)에서의 회전수가 극대값 또는 극소값을 취할 때에는, 제 2 실시 형태보다도 보다 정확한 회전수 변화율을 구할 수 있다.
- [0131] "제 4 실시 형태"
- [0132] 다음으로, 도 15를 이용하여, 제 4 실시 형태로서의 발전 플랜트에 대하여 설명한다.
- [0133] 본 실시 형태의 제어 장치(100c)는, 제 2 실시 형태의 제어 장치(100a)에 있어서의 지연 시간 조절부(112)의 위치를 변경한 것이며, 그 이외의 구성은 제 2 실시 형태의 제어 장치(100a)와 기본적으로 동일하다. 따라서, 이하에서는, 주로, 이 변경 내용에 대하여 설명한다.
- [0134] 제 2 실시 형태의 지연 시간 조절부(112)는, 겉보기 출력 변동 연산부(120)와 출력 연산부(118) 사이에 배치되어 있다. 한편, 본 실시 형태의 지연 시간 조절부(112c)는, 회전수계(25)와 겉보기 출력 변동 연산부(120) 사이에 배치되어 있다.
- [0135] 본 실시 형태에서는, 회전수계(25)로 검지된 회전수가 지연 시간 조절부(112c)에 의하여 겉보기 시간(T_d) 지연된 후, 겉보기 출력 변동 연산부(120)에 입력된다. 이 결과, 겉보기 출력 변동 연산부(120)에서 구해진 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동(Δp)은, 이미 겉보기 시간(T_d)분 지연되어 있게 된다. 이로 인하여, 본 실시 형태에서는, 제 2 실시 형태와 같이, 겉보기 출력 변동 연산부(120)로부터의 겉보기상의 출력 변동(Δp)은, 지연 시간 조절되지 않고, 출력 연산부(118)에 입력된다.
- [0136] 이상과 같이, 출력계(26)로부터의 출력 지연에 대한 출력 변동의 지연 시간 조절은, 제 1 실시 형태와 같이, 겉보기 출력 변동 연산부(120)의 출력인 가스 터빈(10)의 겉보기상의 출력 변동에 대하여 행해도 되고, 본 실시 형태와 같이, 겉보기 출력 변동 연산부(120)의 입력값인 회전수에 대하여 행해도 된다. 따라서, 제 3 실시 형태에 있어서도, 본 실시 형태와 마찬가지로, 지연 시간 조절부를 회전수계(25)와 겉보기 출력 변동 연산부(120b) 사이에 배치해도 된다. 또, 제 3 실시 형태에서는, 겉보기 출력 변동 연산부(120b)에 있어서의 제 1 지연기(133) 및 제 2 지연기(135)에서 회전수를 지연시키는 소정 시간(T_s)을 지연 시간(T_d)으로 설정하는 것으로도, 지연 시간 조절을 실행할 수 있다.
- [0137] 다만, 이상의 실시 형태는, 모두 가스 터빈이 원동기인 발전 플랜트이지만, 원동기가 가스 터빈에 한정되는 것은 아니며, 예를 들면, 증기 터빈이나 풍차 등이어도 된다.

[0138] (산업상이용가능성)

[0139] 본 발명의 일 양태에 의하면, 가스 터빈 중의 고온부의 냉각을 도모하면서, 압축기로부터 추기(抽氣)된 압축 공기의 열을 유효하게 이용할 수 있다.

부호의 설명

[0140] 10 : 가스 터빈

11 : 공기 압축기

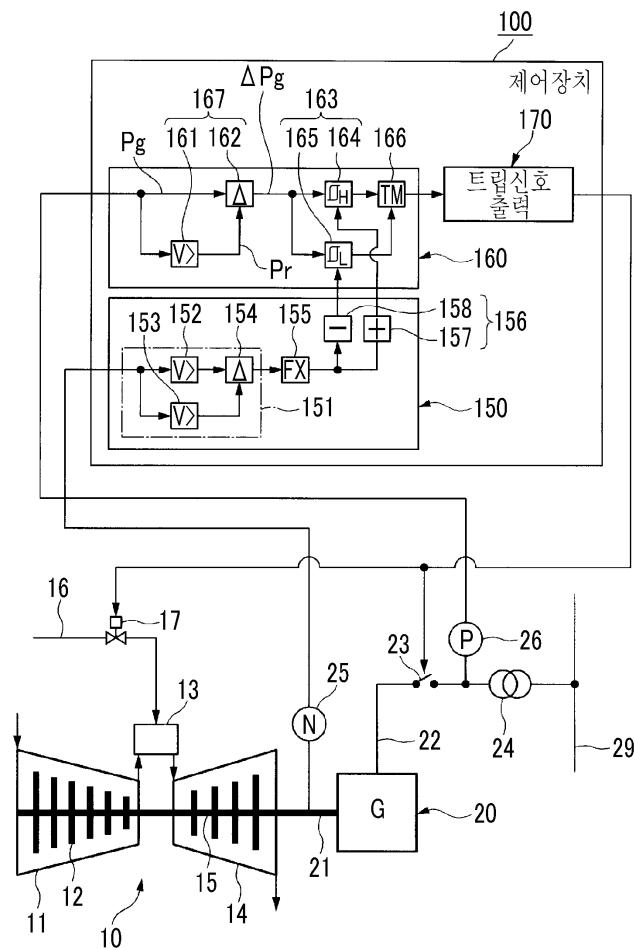
13 : 연소기

14 : 터빈

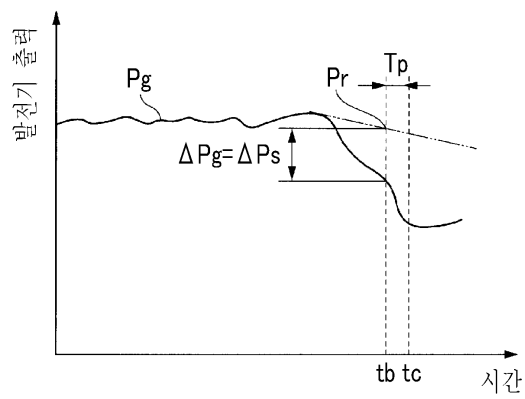
- 17 : 연료 차단 밸브
 20 : 발전기
 23 : 차단기
 25 : 회전수계
 26 : 출력계
 100, 100a, 100b, 100c : 제어 장치
 110, 110b : 보정부
 111, 111b : 겉보기 출력 변동 산출부
 112, 112a, 112b, 112c : 지연 시간 조절부
 120, 120b : 출력 변동 연산부
 130, 130b : 회전수 변화율 연산부
 160, 160a : 이상 판단부
 170 : 트립 신호 출력부

도면

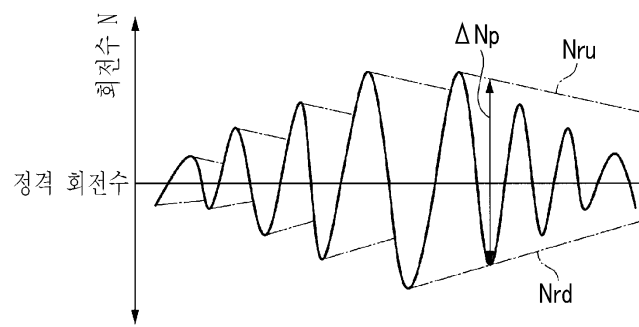
도면1



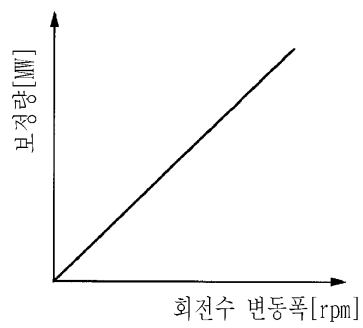
도면2



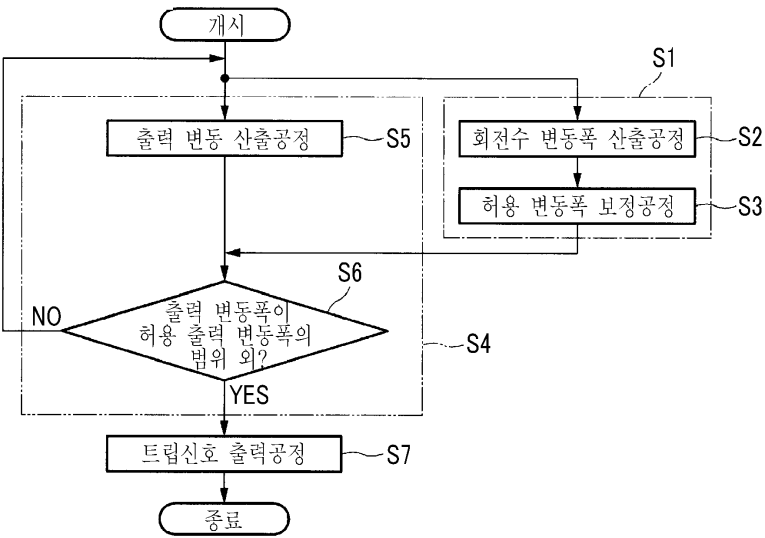
도면3



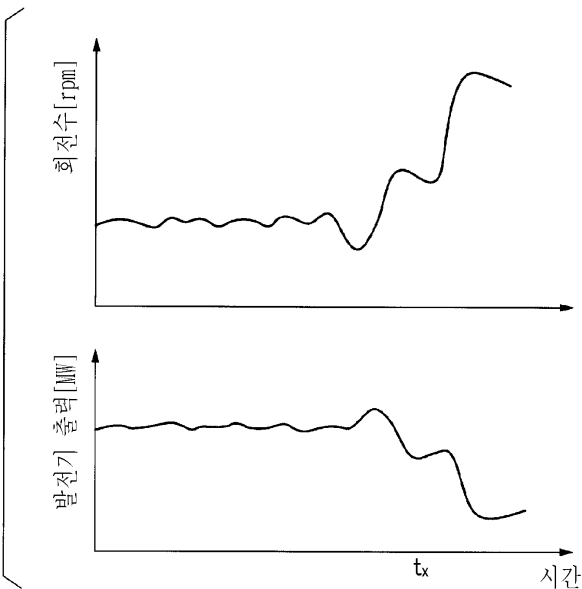
도면4



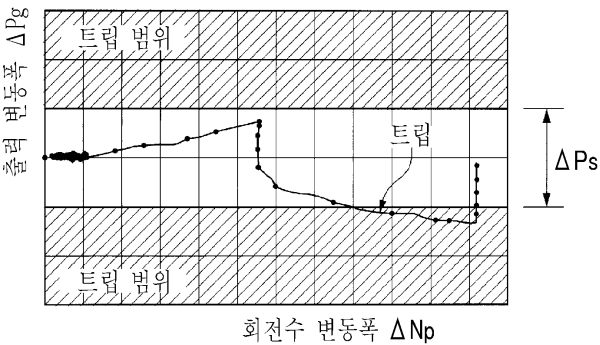
도면5



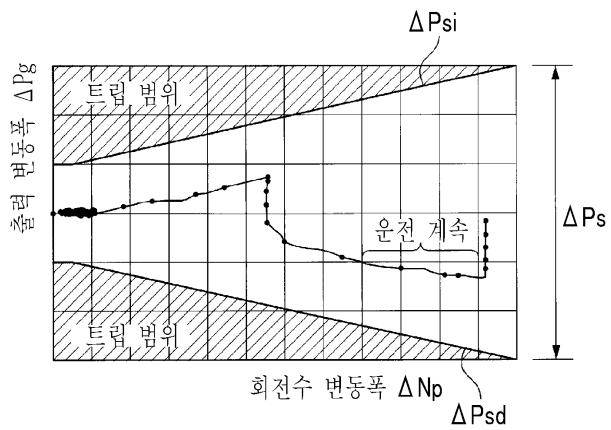
도면6



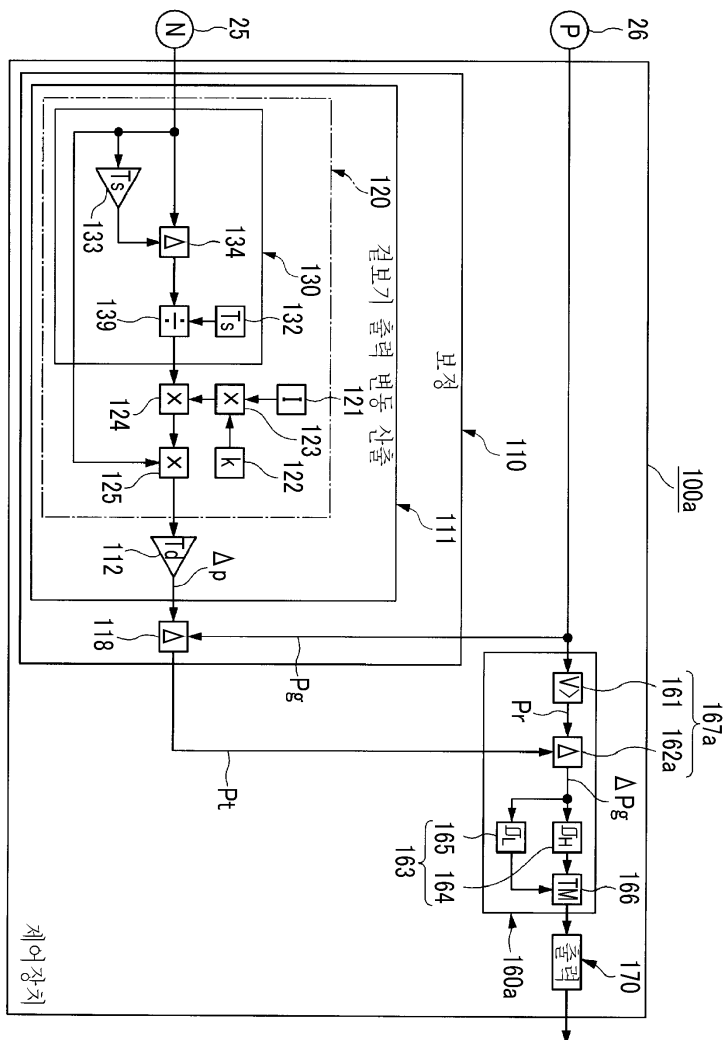
도면7



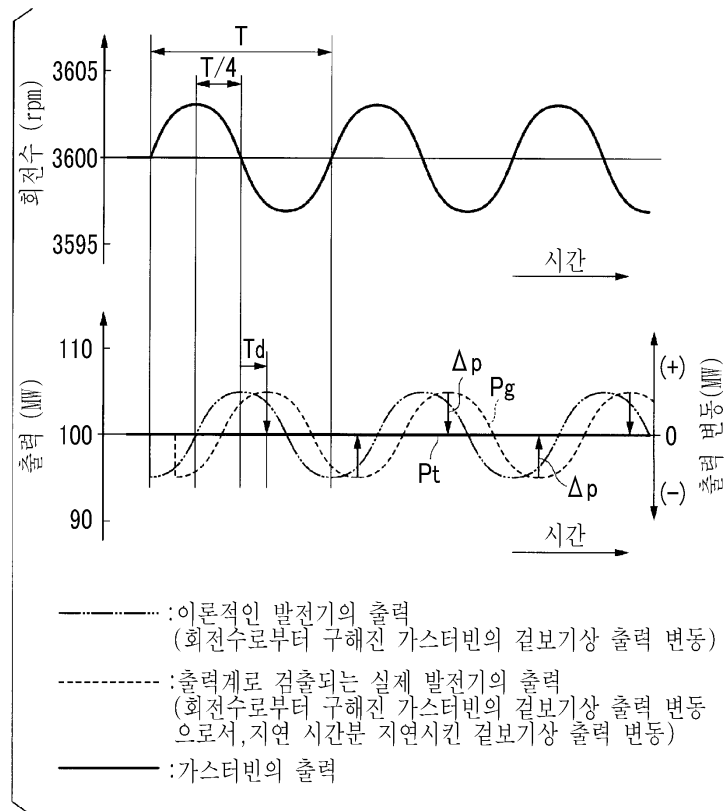
도면8



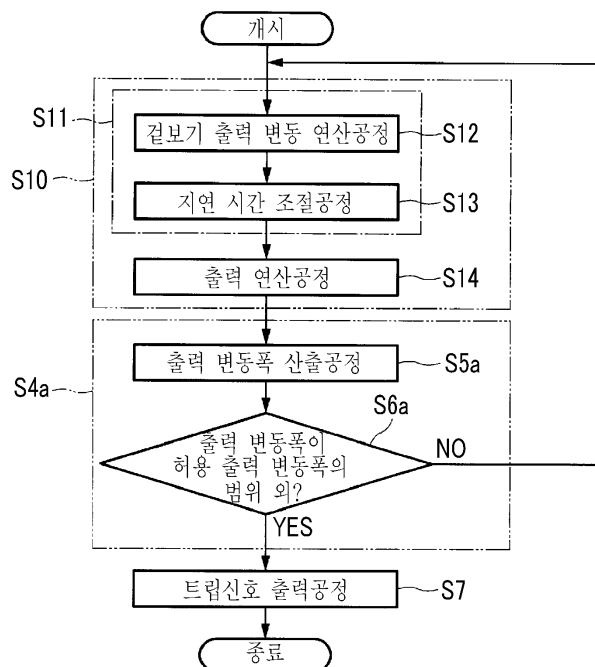
도면9



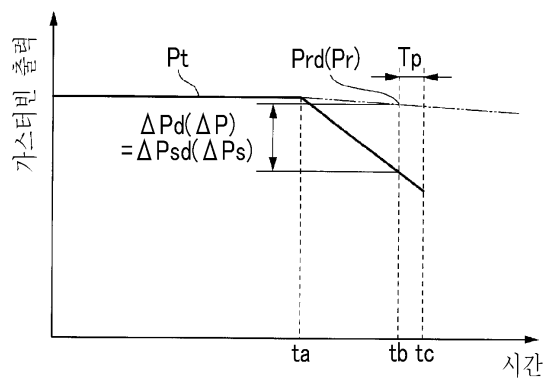
도면10



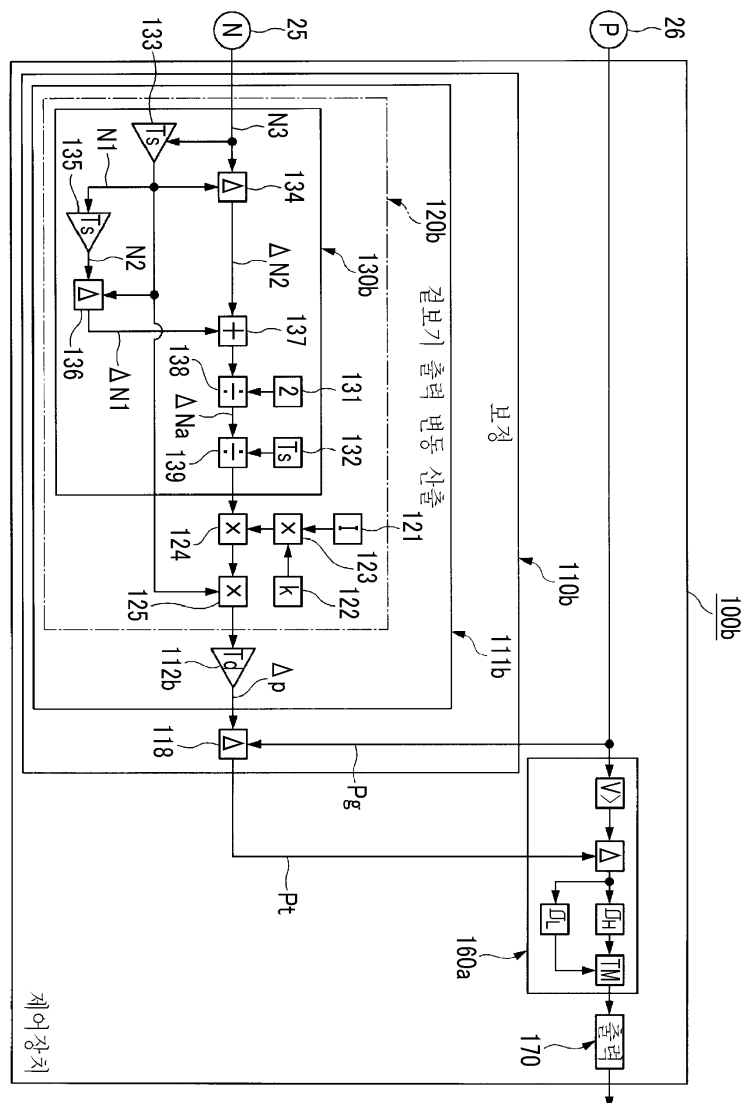
도면11



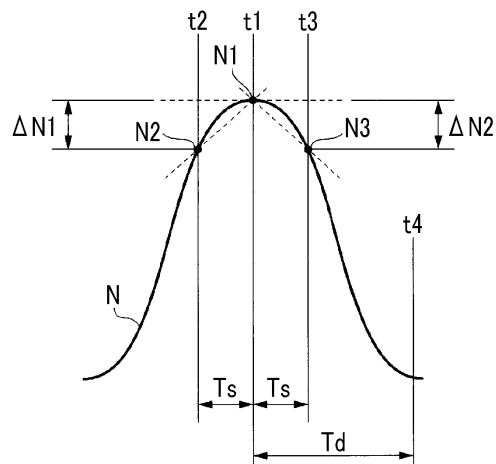
도면12



도면13



도면14



도면15

