



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월17일

(11) 등록번호 10-2290578

(24) 등록일자 2021년08월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02C 9/28 (2006.01) F01D 21/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
F02C 9/28 (2013.01)
F01D 21/003 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-7023253

(22) 출원일자(국제) 2018년02월22일

심사청구일자 2019년08월07일

(85) 번역문제출일자 2019년08월07일

(65) 공개번호 10-2019-0102268

(43) 공개일자 2019년09월03일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2018/006436

(87) 국제공개번호 WO 2018/155552

국제공개일자 2018년08월30일

(30) 우선권주장

JP-P-2017-032682 2017년02월23일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2016023604 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

미츠비시 파워 가부시키키가이샤

일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3초메 3-1

(72) 발명자

다카키 가즈시게

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16-5 미츠비시
주요교 가부시키키가이샤 내

사이토 아키히코

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16-5 미츠비시
주요교 가부시키키가이샤 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 6 항

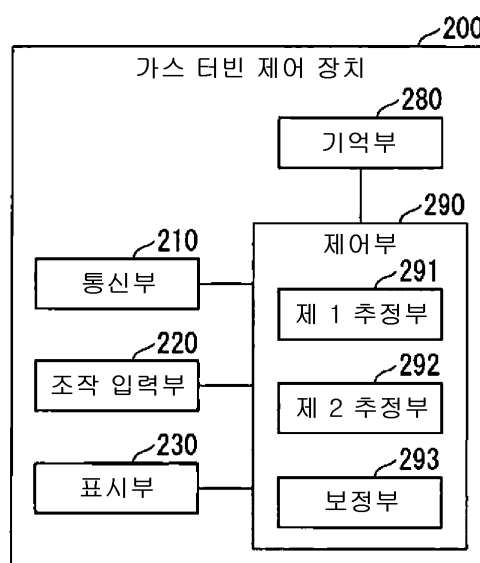
심사관 : 이택상

(54) 발명의 명칭 가스 터빈 제어 장치, 가스 터빈 플랜트 및 가스 터빈 제어 방법

(57) 요약

가스 터빈 제어 장치가 가스 터빈에의 연료 유량을 이용한 물리 모델인 제 1 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 1 온도를 추정하는 제 1 추정부와, 상기 가스 터빈의 배기가스 온도를 이용한 물리 모델인 제 2 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 2 온도를 추정하는 제 2 추정부와, 상기 제 2 온도에 근거하여 상기 제 1 온도를 보정해서 터빈 입구 온도 추정 값을 산출하는 보정부를 구비한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

F05D 2270/303 (2013.01)

(72) 발명자

다케나카 류지

일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3쵸메 3-1 미즈비시 히타치 파워 시스템즈 가부시
키가이샤 내

후쿠모토 교시로

일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3쵸메 3-1 미즈비시 히타치 파워 시스템즈 가부시
키가이샤 내

이와사키 요시후미

일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3쵸메 3-1 미즈비시 히타치 파워 시스템즈 가부시
키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

가스 터빈에의 연료 유량을 이용한 물리 모델인 제 1 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 1 온도를 추정하는 제 1 추정부와,

상기 가스 터빈의 배기가스 온도를 이용한 물리 모델인 제 2 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 2 온도를 추정하는 제 2 추정부와,

상기 제 1 모델에의 입력이 되는 추정 값에 대해서, 상기 제 2 모델을 이용한 계산으로 얻어진 추정 값을 이용한 보정을 실행하는 입력 값 보정부와,

자연 요소를 이용하여, 상기 가스 터빈의 상태의 정정(靜定)시에는, 보정 후의 터빈 입구 온도 추정 값이 상기 제 2 온도와 동일해지도록, 상기 제 2 온도에 근거하여 상기 제 1 온도를 보정해서 터빈 입구 온도 추정 값을 산출하는 보정부를 구비하는

가스 터빈 제어 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 모델을 이용한 계산으로 얻어진 상기 추정 값은 상기 가스 터빈의 상태가 일정한 정정시에 있어서의 추정 값인

가스 터빈 제어 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 2 모델을 이용한 계산으로 얻어진 상기 추정 값은 연료 유량의 추정 값 또는 공기 유량의 추정 값인

가스 터빈 제어 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 추정부는 연소기에 있어서의 열수지를 나타내는 상기 제 1 모델에 근거하여 상기 제 1 온도를 추정하고,

상기 제 2 추정부는 상기 가스 터빈의 배기가스 온도를 이용한 히트 밸런스를 나타내는 상기 제 2 모델에 근거하여 상기 제 2 온도를 추정하며,

상기 보정부는 상기 제 1 온도와 상기 제 2 온도의 비율에 근거하여 결정된 보정 계수를 이용해서 상기 제 1 온도를 보정하는

가스 터빈 제어 장치.

청구항 5

제 1 항에 기재된 가스 터빈 제어 장치를 구비하는

가스 터빈 플랜트.

청구항 6

가스 터빈에의 연료 유량을 이용한 물리 모델인 제 1 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 1 온도를

추정하는 공정과,

상기 가스 터빈의 배기가스 온도를 이용한 물리 모델인 제 2 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 2 온도를 추정하는 공정과,

상기 제 1 모델에의 입력이 되는 추정 값에 대해서, 상기 제 2 모델을 이용한 계산으로 얻어진 추정 값을 이용한 보정을 실행하는 공정과,

자연 요소를 이용하여, 상기 가스 터빈의 상태의 정정(靜定)시에는, 보정 후의 터빈 입구 온도 추정 값이 상기 제 2 온도와 동일해지도록, 상기 제 2 온도에 근거하여 상기 제 1 온도를 보정해서 터빈 입구 온도 추정 값을 산출하는 공정을 포함하는

가스 터빈 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가스 터빈 제어 장치, 가스 터빈 플랜트 및 가스 터빈 제어 방법에 관한 것이다.

[0002] 본원은 2017년 2월 23일에 일본에 출원된 일본 특허 출원 제 2017-32682 호에 근거하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경 기술

[0003] 가스 터빈의 제어에 터빈 입구 온도를 이용하는 경우가 있다. 이에 대해, 가스 터빈의 입구가 고온이 되어서, 터빈 입구 온도를 고정밀도로 실측하는 것이 곤란한 경우가 있다. 그래서, 터빈 입구 온도를 추정하기 위한 기술이 제안되고 있다. 예를 들어, 특허문헌 1에는 가스 터빈의 연소기에 있어서의 열수지(熱收支)에 근거하여 터빈 입구 온도를 추정하는 기술이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 2005-240608 호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 연소기에 있어서의 열수지에 근거하여 터빈 입구 온도를 추정함으로써, 과도기에 있어서의 응답성을 확보할 수 있다. 게다가, 터빈 입구 온도의 추정 정밀도를 높일 수 있으면, 가스 터빈의 제어의 정밀도를 높일 수 있다.

[0006] 본 발명은 터빈 입구 온도의 추정에 대해 응답성을 확보하고, 또한, 추정 정밀도를 높일 수 있는, 가스 터빈 제어 장치, 가스 터빈 플랜트 및 가스 터빈 제어 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 제 1 태양에 의하면, 가스 터빈 제어 장치는, 가스 터빈으로의 연료 유량을 이용한 물리 모델인 제 1 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 1 온도를 추정하는 제 1 추정부와, 상기 가스 터빈의 배기가스 온도를 이용한 물리 모델인 제 2 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 2 온도를 추정하는 제 2 추정부와, 상기 제 2 온도에 근거하여 상기 제 1 온도를 보정해서 터빈 입구 온도 추정 값을 산출하는 보정부를 구비한다.

[0008] 상기 제 1 추정부는 연소기에 있어서의 열수지를 나타내는 상기 제 1 모델에 근거하여 상기 제 1 온도를 추정하고, 상기 제 2 추정부는 상기 가스 터빈의 배기가스 온도를 이용한 히트 밸런스(heat balance)를 나타내는 상기 제 2 모델에 근거하여 상기 제 2 온도를 추정하며, 상기 보정부는 상기 제 1 온도와 상기 제 2 온도의 비율에 근거하여 결정된 보정 계수를 이용해서 상기 제 1 온도를 보정하도록 해도 좋다.

- [0009] 상기 가스 터빈 제어 장치가 상기 제 1 모델에의 입력이 되는 추정 값 중 적어도 1개에 대해서, 상기 제 2 모델을 이용한 계산으로 얻어진 추정 값을 이용한 보정을 실행하는 입력 값 보정부를 구비하도록 해도 좋다.
- [0010] 본 발명의 제 2 태양에 의하면, 가스 터빈 플랜트는 상기한 어느 하나의 가스 터빈 제어 장치를 구비한다.
- [0011] 본 발명의 제 3 태양에 의하면, 가스 터빈 제어 방법은 가스 터빈으로의 연료 유량을 이용한 물리 모델인 제 1 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 1 온도를 추정하는 공정과, 상기 가스 터빈의 배기가스 온도를 이용한 물리 모델인 제 2 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 2 온도를 추정하는 공정과, 상기 제 2 온도에 근거하여 상기 제 1 온도를 보정해서 터빈 입구 온도 추정 값을 산출하는 공정을 포함한다.

발명의 효과

- [0012] 상기한 가스 터빈 제어 장치, 가스 터빈 플랜트 및 가스 터빈 제어 방법에 의하면, 터빈 입구 온도의 추정에 대해 응답성을 확보하고, 또한, 추정 정밀도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 제 1 실시형태에 따른 가스 터빈 플랜트의 기능 구성을 도시하는 개략 블록도이다.
- 도 2는 제 1 실시형태에 따른 플랜트 본체의 구성을 도시하는 개략 구성도이다.
- 도 3은 제 1 실시형태에 따른 가스 터빈 제어 장치의 기능 구성을 도시하는 개략 블록도이다.
- 도 4는 제 1 실시형태에 있어서의 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값의 제 1 예를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 제 1 실시형태에 있어서의 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정의 제 2 예를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 제 1 실시형태에 따른 함수 LAG의 값의 예를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 제 1 실시형태에 따른 가스 터빈 제어 장치가 터빈 입구 온도 추정 값을 구하는 처리 순서의 예를 도시하는 도면이다.
- 도 8은 제 2 실시형태에 따른 가스 터빈 제어 장치의 기능 구성을 도시하는 개략 블록도이다.
- 도 9는 제 2 실시형태에 따른 가스 터빈 제어 장치가 터빈 입구 온도 추정 값을 구하는 처리 순서의 예를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 본 발명의 실시형태를 설명하지만, 이하의 실시형태는 청구범위에 따른 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 실시형태 내에서 설명되어 있는 특징의 조합 전부가 발명의 해결 수단에 필수라고는 할 수 없다.
- [0015] <제 1 실시형태>
- [0016] 도 1은 제 1 실시형태에 따른 가스 터빈 플랜트의 기능 구성을 도시하는 개략 블록도이다. 도 1에 도시되는 바와 같이, 가스 터빈 플랜트(1)는 플랜트 본체(100)와, 가스 터빈 제어 장치(200)를 구비한다.
- [0017] 이하에서는, 가스 터빈 플랜트(1)가 가스 터빈 발전 플랜트인 경우를 예로 설명한다. 단, 가스 터빈 플랜트(1)는 가스 터빈 발전 플랜트에 한정되지 않고, 가스 터빈을 구비한 플랜트이면 좋다.
- [0018] 플랜트 본체(100)는 가스 터빈 제어 장치(200)의 제어에 따라 동작하여 회전력을 생성하고, 생성한 회전력으로 발전을 실행한다.
- [0019] 도 2는 플랜트 본체(100)의 구성예를 도시하는 개략 구성도이다. 도 2의 예에서, 플랜트 본체(100)는 가스 터빈(110)과, 발전기(120)를 구비한다. 가스 터빈(110)은 입구 안내 날개(111)와, 압축기(112)와, 차실(113)과, 연소기(114)와, 터빈(115)과, 회전축(116)을 구비한다.
- [0020] 가스 터빈(110)은 연료 가스를 연소시켜서 회전력을 생성한다.
- [0021] 압축기(112)는 공기(대기)를 집어넣어서 압축한다. 압축기(112)에 의한 압축 공기는 차실(113)을 경유하여 연소기(114)에 유입한다. 압축기(112)의 공기 흡입구에는 입구 안내 날개(111)가 마련되어 있다. 입구 안내 날

개(111)는 가스 터빈 제어 장치(200)의 제어에 따라 입구 안내 날개(111) 자신의 날개 개방도를 조정하는 것에 의해, 압축기(112)에의 흡기량을 조정한다.

- [0022] 연소기(114)는 연료 공급 라인으로부터 공급되는 연료 가스와, 압축기(112)로부터의 압축 공기를 혼합시켜서 연소시킨다. 연소에 의해서 생긴 연소 가스가 터빈(115)에 유입하고, 터빈(115)의 날개에 부딪쳐서 터빈(115)을 회전시킨다.
- [0023] 터빈(115)과 압축기(112)와 발전기(120)는 회전축(116)에 의해서 접속되어 있다. 회전축(116)이 터빈(115)으로부터 압축기(112)에 회전력을 전달하고, 압축기(112)는 터빈(115)으로부터의 회전력으로 공기의 압축을 실행한다. 또한, 회전축(116)이 터빈(115)으로부터 발전기(120)로 회전력을 전달하고, 발전기(120)는 터빈(115)으로부터의 회전력으로 발전한다.
- [0024] 가스 터빈 제어 장치(200)는 플랜트 본체(100)를 제어한다. 특히, 가스 터빈 제어 장치(200)는 터빈 입구 온도 추정 값을 실시간으로 구하고, 얻어진 추정 값에 근거하여 가스 터빈(110)을 제어한다. 여기서 말하는 터빈 입구 온도는, 터빈(115)의 연소 가스 입구에 있어서의 온도이다.
- [0025] 가스 터빈 제어 장치(200)는 예를 들면, EWS(Engineering WorkStation) 또는 PLC(Programmable Logic Controller) 등의 컴퓨터를 이용하여 구성된다.
- [0026] 도 3은 가스 터빈 제어 장치(200)의 기능 구성을 도시하는 개략 블록도이다. 도 3에 도시되는 바와 같이, 가스 터빈 제어 장치(200)는 통신부(210)와, 조작 입력부(220)와, 표시부(230)와, 기억부(280)와, 제어부(290)를 구비한다. 제어부(290)는 제 1 추정부(291)와, 제 2 추정부(292)와, 보정부(293)를 구비한다.
- [0027] 통신부(210)는 다른 기기와 통신을 실행한다. 특히, 통신부(210)는 플랜트 본체(100)에 마련된 각 센서로부터 센서 데이터를 수신한다. 또한, 통신부(210)는 플랜트 본체(100)의 각 부에 대해서 제어 신호를 송신한다.
- [0028] 조작 입력부(220)는 예를 들면, 조작반(操作盤) 또는 키보드, 또는 이들의 조합 등의 입력 디바이스를 구비하여 유저 조작을 받는다.
- [0029] 표시부(230)는 예를 들면, 표시판 또는 액정 패널 등의 표시 화면, 또는 이들의 조합 등의 표시 장치를 구비하여 각종 정보를 표시한다.
- [0030] 기억부(280)는 가스 터빈 제어 장치(200)가 구비하는 기억 디바이스를 이용하여 구성되고, 각종 정보를 기억한다.
- [0031] 제어부(290)는 가스 터빈 제어 장치(200)의 각 부를 제어하여 각종 기능을 실행한다. 제어부(290)는 예를 들면, 가스 터빈 제어 장치(200)가 구비하는 CPU(Central Processing Unit; 중앙 처리 장치)가, 기억부(280)로부터 프로그램을 읽어내서 실행함으로써 구성된다.
- [0032] 제 1 추정부(291)는 제 1 온도를 추정한다. 여기서 말하는 제 1 온도는, 제 1 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값이다. 여기서 말하는 제 1 모델은, 가스 터빈으로의 연료 유량을 이용한 물리 모델이다. 여기서 말하는 가스 터빈으로의 연료 유량을 이용한 물리 모델이란, 가스 터빈으로의 연료 유량의 입력을 받아서 물리량을 계산하는 모델이다. 제 1 모델로서 공지의 모델을 이용할 수 있다.
- [0033] 가스 터빈 제어 장치(200)에 있어서의 물리 모델의 데이터 형식은, 특정의 형식에 한정되지 않는다. 예를 들어, 물리 모델이 함수 또는 방정식 등 수식의 형태로 나타나도 좋고, 입력과 출력의 대응 관계를 나타내는 표 형식으로 나타나도 좋다.
- [0034] 연료 유량의 변화와 터빈 입구 온도의 변화의 관계는, 연료 유량의 변화에 따라 터빈 입구 온도가 변화하는 관계에 있다. 구체적으로는, 연료 유량의 변화에 따라, 연료를 연소하여 얻어진 연소 가스의 유량 또는 온도가 변화하고, 연소 가스로 따뜻해지는 터빈 입구의 온도가 변화한다. 따라서, 제 1 추정부(291)가 가스 터빈(110)으로의 연료 유량을 이용하여 터빈 입구 온도를 추정함으로써, 연료 유량의 변화에 대한 터빈 입구 온도의 변화를 지연 없이 추정할 수 있다. 이 점에서, 제 1 추정부(291)가 추정하는 제 1 온도는, 가스 터빈 상태가 변화하는 과도시의 응답성이 좋다.
- [0035] 제 1 추정부(291)가 제 1 모델로서, 연소기에 있어서의 열수지를 나타내는 물리 모델을 이용하도록 해도 좋다. 예를 들어, 제 1 추정부(291)가 일본 특허 공개 제 2005-240608 호 공보에 기재된 식 (1)으로 나타내는 모델을 이용하도록 해도 좋다.

[0036] [수식 (1)]

$$\begin{aligned} c_{p4} \times V_{cb} \times \gamma_4 \times \frac{dT_4}{dt} \\ = c_{pf} \times G'_f \times T'_f + c_{p3} \times G'_3 \times T'_3 + \eta \times H_f \times G'_f \\ - c_{p4} \times G'_4 \times T_4 \end{aligned} \quad \dots (1)$$

[0037]

[0038] c_{p4} 는, 연소 가스 비열[kcal/kg℃]을 나타낸다.

[0039] V_{cb} 는, 터빈의 차실 내지 미통의 용적[m³]을 나타낸다.

[0040] γ_4 는, 연소 가스 비중[kg/m³]을 나타낸다.

[0041] T_4 는, 추정 대상인 터빈 입구 온도[℃]를 나타낸다.

[0042] t 는, 시간[sec]을 나타낸다.

[0043] c_{pf} 는, 연료 비열[kcal/kg℃]을 나타낸다.

[0044] G'_f 는, 지연 보상된 연료 유량 계측 값[kg/s]을 나타낸다.

[0045] T'_f 는, 지연 보상된 연료 온도 계측 값[℃]을 나타낸다.

[0046] c_{p3} 는, 차실 비열[kcal/kg℃]을 나타낸다.

[0047] G'_3 는, 지연 보상된 연소기 유입 공기 유량 계측 값[kg/s]을 나타낸다. G'_3 로서 계산 값을 이용하도록 해도 좋다.

[0048] T'_3 는, 지연 보상된 차실 온도 계측 값[℃]을 나타낸다.

[0049] η 는, 연소기의 열효율[kcal/kg]을 나타낸다.

[0050] H_f 는, 발열량[kcal/kg]을 나타낸다.

[0051] G'_4 는, 지연 보상된 터빈 입구 연소 가스 유량[kg/s]을 나타낸다. $G'_4=G'_3+G'_f$ 이다.

[0052] η 및 V_{cb} 는 설계 값이며, 설계 단계에서 산출된다.

[0053] 제 2 추정부(292)는 제 2 온도를 추정한다. 여기서 말하는 제 2 온도는, 제 2 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값이다. 여기서 말하는 제 2 모델은, 가스 터빈의 배기가스 온도를 이용한 물리 모델이다. 여기서 말하는 가스 터빈의 배기가스 온도를 이용한 물리 모델은, 가스 터빈의 배기가스 온도의 입력을 받아서 물리량을 계산하는 모델이다. 제 2 모델로서 공지의 모델을 이용할 수 있다.

[0054] 배기가스 온도는 연소 가스가 터빈을 경유하여 배기가스로서 터빈으로부터 방출될 때의 온도이다. 따라서, 터빈 입구 온도와 배기가스 온도란, 각각 터빈의 입구와 출구에 있어서의 연소 가스의 온도이며 강한 상관성을 갖고 있다. 제 2 추정부(292)가 배기가스 온도에 근거하여 터빈 입구 온도를 추정하는 것에 의해, 터빈 입구 온도(제 2 온도)를 고정밀도로 추정할 수 있다. 특히, 가스 터빈 상태가 일정한 정정(靜定)시에 있어서, 제 2 온도가 제 1 온도보다 정밀도가 높다.

[0055] 한편, 터빈 입구 온도가 터빈을 경유하기 전의 연소 가스의 온도인 것에 대해, 배기가스 온도가 터빈을 경유한 후의 연소 가스의 온도이므로, 배기가스 온도는 터빈 입구 온도의 변화에 지연되어 변화한다. 게다가, 일반적으로, 온도 센서에 의한 온도 계측 시에 지연이 생긴다. 특히, 배기가스 온도를 정밀하게 측정하려고 하면 계측 지연이 큰 것이 생각된다. 이 때문에, 제 2 추정부(292)가 추정하는 제 2 온도보다 제 1 추정부(291)가 추정하는 제 1 온도 쪽이 가스 터빈 상태가 변화하는 과도시의 응답성이 좋다.

[0056] 제 2 추정부(292)가 제 2 모델로서, 가스 터빈의 배기가스 온도를 이용한 히트 밸런스를 나타내는 모델을 이용하도록 해도 좋다. 이하, 식 (2) 내지 식 (8)을 참조하여, 제 2 추정부(292)가 이용하는 제 2 모델의 예에 대

해 설명한다.

터빈의 일(W_t)은 식 (2)와 같이 나타낸다.

[수식 (2)]

$$W_t = \Delta H \times G_t \quad \dots (2)$$

ΔH 는, 터빈으로의 열 낙차(엔탈피 차)를 나타낸다. G_t 는, 터빈 통과 유량(터빈을 통과하는 연소 가스의 유량)을 나타낸다.

터빈으로의 열 낙차(ΔH)는 식 (3)과 같이 나타낸다.

[수식 (3)]

$$\Delta H = H_{1T} - H_{2T} \quad \dots (3)$$

H_{1T} 는, 터빈 입구의 엔탈피를 나타낸다. H_{2T} 는, 터빈 출구의 엔탈피를 나타낸다.

식 (2) 및 식 (3)으로부터 식 (4)을 얻을 수 있다.

[수식 (4)]

$$\frac{W_t}{G_t} = H_{1T} - H_{2T} \quad \dots (4)$$

식 (4)는 식 (5)와 같이 변형할 수 있다.

[수식 (5)]

$$H_{1T} = H_{2T} + \frac{W_t}{G_t} \quad \dots (5)$$

또한, 엔탈피를 온도로 변환하는 관계식을 이용하면, 터빈 입구 온도 추정 값인 제 2 온도(T_{1T})는, 식 (6)과 같이 나타낸다.

[수식 (6)]

$$T_{1T} = f(H_{1T}) \quad \dots (6)$$

여기서의 함수 f 는, 물성으로 정해지는 함수이다. 예를 들어, 기억부(280)가 함수(f)를 미리 기억해둔다.

식 (5) 및 식 (6)에서, 식 (7)을 얻을 수 있다.

[수식 (7)]

$$T_{1T} = f\left(H_{2T} + \frac{W_t}{G_t}\right) \quad \dots (7)$$

제 2 추정부(292)가 식 (7)으로 나타나는 모델을 제 2 모델로서 이용하도록 해도 좋다. 이 경우, 제 2 추정부(292)는 식 (8)에 근거하여 발전기 출력(P_e)으로부터 터빈의 일(W_t)을 산출한다.

[수식 (8)]

$$P_e = W_t + W_c + W_{Loss} \quad \dots (8)$$

W_c 는, 압축기의 일을 나타내고, W_{Loss} 는, 기계적인 손실(메카로스, Mechanical Loss)을 나타낸다. 제 2 추정부(292)는 W_c 의 값 및 W_{Loss} 의 값을 계산으로 취득한다.

또한, 제 2 추정부(292)가 식 (7)의 터빈 통과 유량(G_t)으로서 측정 값을 이용하도록 해도 좋고 계산 값을 이용하도록 해도 좋다. 또한, 제 2 추정부(292)는 터빈 출구의 엔탈피(H_{2T})를 공지의 엔탈피 산출 방법에 근거하여

산출한다.

[0083] 보정부(293)는 제 2 온도에 근거하여 제 1 온도를 보정해서 터빈 입구 온도 추정 값을 산출한다.

[0084] 보정부(293)가 제 1 온도와 제 2 온도의 비율에 근거하여 결정된 보정 계수를 이용해서 제 1 온도를 보정하도록 해도 좋다. 예를 들어, 보정부(293)가 식 (9)에 근거하여 보정 계수(X)를 산출하도록 해도 좋다.

[0085] [수식 (9)]

$$X = \alpha \times \frac{T1T_t}{T1T_f} + (1 - \alpha) \times X' \quad \dots (9)$$

[0087] α 는, $0 < \alpha \leq 1$ 의 정수로 나타내는 조정 계수이다. 조정 계수(α)의 값은 예를 들면, 조작자가 조작 입력부 (220)를 이용하여 실행하는 입력 조작에 따라 설정된다.

[0088] $T1T_t$ 는, 제 2 온도를 나타낸다. $T1T_f$ 는, 제 1 온도를 나타낸다.

[0089] X' 는, 보정 계수(X)의 과거 값을 나타낸다. 예를 들어, 1 연산주기 전의 보정 계수(X)의 값을 X' 의 값으로서 이용하도록 해도 좋다.

[0090] 식 (9)의 「 $T1T_t/T1T_f$ 」로 나타나는 바와 같이, 보정 계수(X)는, 제 1 온도와 제 2 온도의 비율에 근거하여 결정된 보정 계수의 예에 해당한다.

[0091] 보정부(293)는 식 (10)에 나타내는 바와 같이, 보정 계수(X)를 이용하여 제 1 온도를 보정한다.

[0092] [수식 (10)]

$$T1T_e = X \times T1T_f \quad \dots (10)$$

[0094] $T1T_e$ 는, 터빈 입구 온도 추정 값을 나타낸다.

[0095] 식 (10)의 「X」에 식 (9)을 대입하면, 식 (11)과 같이 나타난다.

[0096] [수식 (11)]

$$T1T_e = \alpha \times T1T_t + (1 - \alpha) \times X' \times T1T_f \quad \dots (11)$$

[0098] 식 (11)에서는, 제 1 온도($T1T_t$), 제 2 온도($T1T_f$) 각각에 계수를 곱셈하고 가중치 부여를 실행하여, 이들 값을 합계하고 있다.

[0099] 가스 터빈 상태가 변화하는 과도시에는, 제 1 온도($T1T_f$)의 항(「 $(1 - \alpha) \times X' \times T1T_f$ 」)에 의해서 제 2 온도($T1T_t$)만의 경우보다 응답성이 좋은 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 얻을 수 있다.

[0100] 또한, 가스 터빈 상태가 일정한 정상시에는, 제 2 온도($T1T_t$)의 항(「 $\alpha \times T1T_t$ 」)에 의해서 제 1 온도($T1T_f$)만의 경우보다 정밀도가 높은 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 얻을 수 있다.

[0101] 또한, 보정부(293)가 제 1 온도($T1T_f$)를 보정함으로써, 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)에 제 2 온도($T1T_t$)를 반영시키므로, 정상시와 과도시로 처리를 전환할 필요가 없다. 이에 의해, 처리의 전환에 수반하는 추정 값의 급변(急變)을 회피할 수 있다. 또한, 정상시인지 과도시인지의 판정을 실행할 필요가 없는 점, 및 처리의 전환을 실행할 필요가 없는 점에서, 제어부(290)의 부하가 경감되게 된다.

[0102] 여기서, 도 4 및 도 5를 참조하여, 가스 터빈 제어 장치(200)에 의한 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)의 정밀도에 대해서, 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 추정의 경우와의 비교로 설명한다.

[0103] 도 4는 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값의 제 1 예를 나타내는 그래프이다. 도 4에서는, 터빈 부하 상승시에 있어서의 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값의 예를 나타내고 있다.

[0104] 도 4의 횡축은 시간을 나타낸다. 종축은 온도를 나타낸다.

- [0105] 선(L11)은, 터빈 입구 온도의 실제 값의 예를 나타낸다. 선(L12)은, 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값의 예를 나타낸다. 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도의 추정으로서, 예를 들면, GT 출력 계측 값, 대기 온도 계측 값, 및 IGV 개방도 지령 값을 히트 밸런스 데이터에 적용하여 터빈 입구 온도 추정 값을 구하도록 해도 좋다.
- [0106] 터빈에 유입한 연소 가스가 터빈의 운동 날개에 부딪쳐서 운동 날개 및 회전축을 회전시키고, 회전축에 의해서 발전기에 전달된 회전력에 의해서 발전기가 발전한다. 이 때문에, 터빈 입구 온도가 변화하고 나서 발전기 출력이 변화하기까지는, 회전축 등의 관성에 의한 지연 등의 지연이 생긴다. 따라서, 도 4의 예와 같이, 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도의 추정에서는, 터빈 입구 온도의 추정 값의 변화가 실제 값의 변화에 비해 지연된다.
- [0107] 이에 대해, 상기와 같이 가스 터빈 제어 장치(200)에서는, 연료 유량에 근거하는 제 1 온도($T1T_f$)를 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)에 반영시킴으로써, 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하여 터빈 입구 온도를 추정하는 경우보다 높은 응답성을 얻을 수 있다. 이 점에서, 가스 터빈 제어 장치(200)에서는, 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도의 추정의 경우보다, 과도시에 있어도 고정밀도로 터빈 입구 온도를 추정할 수 있다.
- [0108] 도 5는 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정의 제 2 예를 나타내는 그래프이다. 도 5에서는, 터빈 부하 강하시에 있어서의 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값의 예를 나타내고 있다.
- [0109] 도 5의 횡축은 시간을 나타낸다. 종축은 온도를 나타낸다.
- [0110] 선(L21)은, 터빈 입구 온도의 실제 값의 예를 나타낸다. 선(L22)은, 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값의 예를 나타낸다.
- [0111] 발전기 출력이 변화할 때, 전력 계통과의 관계에 의해 발전기 출력이 진동하는 경우가 있다. 이에 의해, 도 5의 예와 같이, 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값이 진동하는 것이 생각된다. 한편, 이 진동은 발전기와 전력 계통과의 관계에 의한 것이며, 도 5의 예와 같이 터빈 입구 온도는 진동하지 않고 변화하고 있는 것이 생각된다.
- [0112] 실제의 터빈 입구 온도와 크게 상이한 터빈 입구 온도 추정 값을 이용하여 가스 터빈의 제어를 실행한 경우, 실화(失火)에 의한 트립(trip)이나, 연소 진동에 의한 연소기의 손상 등이 생길 가능성이 있다.
- [0113] 이에 대해, 상기와 같이 가스 터빈 제어 장치(200)에서는, 연료 유량에 근거하는 제 1 온도($T1T_f$)를 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)에 반영시킴으로써, 발전기 출력의 진동에 의한 영향을 회피 또는 저감시킬 수 있다. 이 점에서, 가스 터빈 제어 장치(200)에서는, 발전기 출력을 이용한 히트 밸런스 모델에 근거하는 터빈 입구 온도의 추정의 경우보다, 과도시에 있어서도 고정밀도로 터빈 입구 온도를 추정할 수 있다.
- [0114] 또한, 보정부(293)가 실행하는 보정은 식 (10) 및 식 (11)에 나타내는 것에 한정되지 않는다. 보정부(293)가 실행하는 보정으로서, 제 1 온도에 근거하여 과도시의 응답성을 확보하고, 제 2 온도에 근거하여 정정시의 정밀도를 얻을 수 있는 여러 보정을 이용할 수 있다.
- [0115] 예를 들어, 보정부(293)가 식 (12)에 근거하여 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 추정하도록 해도 좋다.
- [0116] [수식 (12)]
- [0117]
$$T1T_e = T1T_f + T1T_t - LAG(T1T_f) \quad \cdots (12)$$
- [0118] 여기서, LAG는, 1차 래그(lag) 요소를 나타내는 함수이다.
- [0119] 도 6은 함수 LAG의 값의 예를 나타내는 그래프이다. 도 6은 함수 LAG에의 입력 값이 시간에 관해서 일정한 경우의, 함수 LAG의 값을 나타내고 있다.
- [0120] 도 6의 예와 같이, 함수 LAG의 출력 값은 시간 경과에 따라 입력 값에 가까워져 간다. 또한, 식 (12)에 있어서, 함수 LAG를 대신하여, 시간 경과에 따라 출력 값이 입력 값에 가까워지는 다른 함수를 이용하도록 해도 좋다. 후술하는 식 (13)에 대해서도 마찬가지이다.

[0121] 식 (12)에서는, 정정시에는 함수 LAG의 값이 제 1 온도($T1T_f$)가 되어, 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)은 제 2 온도($T1T_t$)와 동일하게 된다. 이에 의해, 정정시에 있어서의 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 더욱 고정밀도로 추정할 수 있다.

[0122] 또한, 식 (12)에서는, 과도시에는, 함수 LAG의 값의 변화에 지연이 생기고, 제 1 온도($T1T_f$)의 변화가 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)에 반영된다. 이에 의해, 과도시에 있어서의 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)의 응답성을 확보할 수 있다.

[0123] 이와 같이, 보정부(293)가 식 (12)을 이용하여 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 추정하는 것에 의해, 터빈 입구 온도의 추정에 대해 응답성을 확보하고, 또한, 추정 정밀도를 높일 수 있다.

[0124] 또는, 보정부(293)가 식 (13)에 근거하여 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 추정하도록 해도 좋다.

[0125] [수식 (13)]

$$T1T_e = \frac{T1T_f \times T1T_t}{LAG(T1T_f)} \quad \dots (13)$$

[0126] 식 (13)에서는, 정정시에는 함수 LAG의 값이 제 1 온도($T1T_f$)가 되어, 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)은 제 2 온도($T1T_t$)와 동일하게 된다. 이에 의해, 정정시에 있어서의 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 더욱 고정밀도로 추정할 수 있다.

[0128] 또한, 식 (13)에서는, 과도시에는, 함수 LAG의 값의 변화에 지연이 생겨서, 제 1 온도($T1T_f$)의 변화가 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)에 반영된다. 이에 의해, 과도시에 있어서의 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)의 응답성을 확보할 수 있다.

[0129] 이와 같이, 보정부(293)가 식 (13)을 이용하여 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 추정하는 것에 의해, 터빈 입구 온도의 추정에 대해 응답성을 확보하고, 또한, 추정 정밀도를 높일 수 있다.

[0130] 또는, 보정부(293)가 식 (14)에 근거하여 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 추정하도록 해도 좋다.

[0131] [수식 (14)]

$$T1T_e = T1T_f + LAG(T1T_t - T1T_f) \quad \dots (14)$$

[0132] 식 (14)에서는, 정정시에는, 함수 LAG의 값이 제 2 온도($T1T_t$)에서 제 1 온도($T1T_f$)를 감산한 값(「 $T1T_t - T1T_f$ 」)이 되어, 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)은 제 2 온도($T1T_t$)와 동일하게 된다. 이에 의해, 정정시에 있어서의 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 더욱 고정밀도로 추정할 수 있다.

[0134] 또한, 식 (14)에서는, 과도시에는, 함수 LAG의 값의 변화에 지연이 생겨서, 제 1 온도($T1T_f$)의 변화가 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)에 반영된다. 이에 의해, 과도시에 있어서의 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)의 응답성을 확보할 수 있다.

[0135] 이와 같이, 보정부(293)가 식 (14)을 이용하여 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 추정하는 것에 의해, 터빈 입구 온도의 추정에 대해 응답성을 확보하고, 또한, 추정 정밀도를 높일 수 있다.

[0136] 또는, 보정부(293)가 식 (15)에 근거하여 터빈 입구 온도 추정 값($T1T_e$)을 추정하도록 해도 좋다.

[0137] [수식 (15)]

$$T1T_e = T1T_f \times LAG\left(\frac{T1T_t}{T1T_f}\right) \quad \dots (15)$$

[0138] 식 (15)의 「 $LAG(T1T_t/T1T_f)$ 」는, 제 1 온도와 제 2 온도의 비율에 근거하여 결정된 보정 계수의 예에

해당한다.

- [0140] 식 (15)에서는, 정정시에는, 함수 LAG의 값이 제 2 온도(T_{1T_f})를 제 1 온도(T_{1T_f})로 나눈 값(「 T_{1T_f}/T_{1T_f} 」)이 되어, 터빈 입구 온도 추정 값(T_{1T_e})은 제 2 온도(T_{1T_f})와 동일하게 된다. 이에 의해, 정정시에 있어서의 터빈 입구 온도 추정 값(T_{1T_e})을 더욱 고정밀도로 추정할 수 있다.
- [0141] 또한, 식 (15)에서는, 과도시에는, 함수 LAG의 값의 변화에 지연이 생겨서, 제 1 온도(T_{1T_f})의 변화가 터빈 입구 온도 추정 값(T_{1T_e})에 반영된다. 이에 의해, 과도시에 있어서의 터빈 입구 온도 추정 값(T_{1T_e})의 응답성을 확보할 수 있다.
- [0142] 이와 같이, 보정부(293)가 식 (15)을 이용하여 터빈 입구 온도 추정 값(T_{1T_e})을 추정하는 것에 의해, 터빈 입구 온도의 추정에 대해 응답성을 확보하고, 또한, 추정 정밀도를 높일 수 있다.
- [0143] 다음에, 도 7을 참조하여 가스 터빈 제어 장치(200)의 동작에 대해 설명한다. 도 7은 가스 터빈 제어 장치(200)가 터빈 입구 온도 추정 값을 구하는 처리 순서의 예를 도시하는 도면이다. 가스 터빈 제어 장치(200)는 예를 들면, 소정 주기마다 도 7의 처리를 반복한다.
- [0144] 도 7의 예에서, 제 1 추정부(291)는 제 1 모델을 이용하여 제 1 온도를 산출한다(단계(S111)). 또한, 제 2 추정부(292)는 제 2 모델을 이용하여 제 2 온도를 산출한다(단계(S121)). 제 1 추정부(291) 및 제 2 추정부(292)가, 단계(S111)에 있어서의 처리와 단계(S121)에 있어서의 처리를 병렬 실행하도록 해도 좋고, 순차적으로 실행하도록 해도 좋다.
- [0145] 보정부(293)는 단계(S111)에서 얻어진 제 1 온도를, 단계(S121)에서 얻어진 제 2 온도에 근거하여 보정한다(단계(S131)).
- [0146] 단계(S131) 후, 도 7의 처리를 종료한다.
- [0147] 이상과 같이, 제 1 추정부(291)는 가스 터빈(110)에의 연료 유량을 이용한 물리 모델인 제 1 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 1 온도(T_{1T_f})를 추정한다. 제 2 추정부(292)는 가스 터빈(110)의 배기가스 온도를 이용한 물리 모델인 제 2 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 2 온도(T_{1T_f})를 추정한다. 보정부(293)는 제 2 온도에 근거하여 제 1 온도를 보정해서 터빈 입구 온도 추정 값(T_{1T_e})을 산출한다.
- [0148] 가스 터빈 제어 장치(200)에서는, 연료 유량에 근거하는 제 1 온도(T_{1T_f})를 이용하는 점에서, 터빈 입구 온도 추정 값(T_{1T_e})의 응답성을 확보할 수 있다. 또한, 가스 터빈 제어 장치(200)에서는, 배기가스 온도에 근거하는 제 2 온도(T_{1T_f})를 이용하는 점에서, 터빈 입구 온도 추정 값(T_{1T_e})을 고정밀도로 추정할 수 있다.
- [0149] 이와 같이, 가스 터빈 제어 장치(200)에 의하면, 터빈 입구 온도의 추정에 대해 응답성을 확보하고, 또한, 추정 정밀도를 높일 수 있다.
- [0150] 또한, 보정부(293)가 제 1 온도(T_{1T_f})를 보정하는 것에 의해, 터빈 입구 온도 추정 값(T_{1T_e})에 제 2 온도(T_{1T_f})를 반영시키므로, 정정시와 과도시로 처리를 변환할 필요가 없다. 이에 의해, 처리의 전환에 수반되는 추정 값의 급변을 회피할 수 있다. 또한, 정정시인지 과도시인지의 판정을 실행할 필요가 없는 점, 및 처리의 전환을 실행할 필요가 없는 점에서, 제어부(290)의 부하가 경감되게 된다.
- [0151] 예를 들어, 제 1 추정부(291)는 연소기(114)에 있어서의 열수지를 나타내는 제 1 모델에 근거하여 제 1 온도를 추정한다. 제 2 추정부(292)는 터빈(115)의 배기가스 온도를 이용한 히트 밸런스를 나타내는 제 2 모델에 근거하여 제 2 온도를 추정한다. 보정부(293)는 제 1 온도와 제 2 온도의 비율에 근거하여 결정된 보정 계수를 이용하여 제 1 온도를 보정한다.
- [0152] 이에 의해, 가스 터빈 제어 장치(200)에 의하면, 상기와 같이, 터빈 입구 온도의 추정에 대해 응답성을 확보하고, 또한, 추정 정밀도를 높일 수 있다. 또한, 가스 터빈 제어 장치(200)에 의하면, 상기와 같이, 정정시와 과도시로 처리를 변환할 필요가 없고, 처리의 전환에 수반되는 추정 값의 급변을 회피할 수 있다. 또한, 정정시인지 과도시인지의 판정을 실행할 필요가 없는 점, 및 처리의 전환을 실행할 필요가 없는 점에서, 제어부(290)의 부하가 경감되게 된다.

- [0153] <제 2 실시형태>
- [0154] 가스 터빈 제어 장치가 제 1 모델에의 입력이 되는 추정 값에 대해서 보정을 실행하도록 해도 좋다. 제 2 실시 형태에서는 이 점에 대해 설명한다.
- [0155] 도 8은 제 2 실시형태에 따른 가스 터빈 제어 장치의 기능 구성을 도시하는 개략 블록도이다. 도 8에 도시되는 바와 같이, 가스 터빈 제어 장치(300)는 통신부(210)와, 조작 입력부(220)와, 표시부(230)와, 기억부(280)와, 제어부(390)를 구비한다. 제어부(390)는 제 1 추정부(291)와, 제 2 추정부(292)와, 보정부(293)와, 입력 값 보정부(394)를 구비한다.
- [0156] 도 8의 각부 중, 도 3의 각부에 대응하여 동일한 기능을 갖는 부분에는 동일한 부호(210, 220, 230, 280, 291, 292, 293)를 부여하여 설명을 생략한다. 가스 터빈 제어 장치(300)는, 제어 장치(390)가 입력 값 보정부(394)를 구비하는 점에서 가스 터빈 제어 장치(200)의 경우와 상이하다. 그 이외는, 가스 터빈 제어 장치(200)의 경우와 같다. 도 1의 구성에서, 가스 터빈 제어 장치(200)를 대신하여 가스 터빈 제어 장치(300)를 이용할 수 있다.
- [0157] 입력 값 보정부(394)는 제 1 모델에의 입력이 되는 추정 값 중 적어도 1개에 대해서, 제 2 모델을 이용한 계산으로 얻어진 추정 값을 이용한 보정을 실행한다.
- [0158] 여기서, 제 1 모델에의 입력이 되는 값 중, 연료 유량 및 공기 유량 등 계산으로 구하는 값은, 실제의 값에 대해서 오차를 포함하고 있을 가능성이 있다. 터빈 입구 온도의 경우와 같이, 이들 제 1 모델에의 입력에 대해서도, 정정시에 관해서는 제 2 모델의 계산 과정에서 얻어진 값이 더욱 정밀도가 높다고 생각될 수 있다.
- [0159] 그래서, 입력 값 보정부(394)는 터빈 입구 온도의 보정에 대해 설명한 것과 마찬가지로, 제 1 모델에의 입력이 되는 값에 대해서도, 제 2 모델의 계산 과정에서 얻어진 값을 정정시에 관해서 반영시키는 보정을 실행한다.
- [0160] 이에 의해, 가스 터빈 제어 장치(300)에서는, 터빈 입구 온도의 추정 정밀도를 더욱 높일 수 있다.
- [0161] 다음에, 도 9를 참조하여 가스 터빈 제어 장치(300)의 동작에 대해 설명한다. 도 9는 가스 터빈 제어 장치(300)가 터빈 입구 온도 추정 값을 구하는 처리 순서의 예를 도시하는 도면이다. 가스 터빈 제어 장치(300)는 예를 들면, 소정 주기마다 도 9의 처리를 반복한다.
- [0162] 도 9의 예에서, 입력 값 보정부(394)는 제 1 모델에의 입력이 되는 추정 값 중 적어도 1개에 대해서, 제 2 모델을 이용한 계산으로 얻어진 추정 값을 이용한 보정을 실행한다(단계(S211)).
- [0163] 단계(S212, S221, S231)는 각각 도 7의 단계(S111, S121, S131)와 같다.
- [0164] 단계(S231) 후, 도 9의 처리를 종료한다.
- [0165] 이상과 같이, 입력 값 보정부(394)는 제 1 모델에의 입력이 되는 추정 값 중 적어도 1개에 대해서, 제 2 모델을 이용한 계산으로 얻어진 추정 값을 이용한 보정을 실행한다.
- [0166] 이에 의해, 가스 터빈 제어 장치(300)에서는, 터빈 입구 온도의 추정 정밀도를 더욱 높일 수 있다.
- [0167] 또한, 제 1 실시형태, 제 2 실시형태 중 어느 하나에 있어서도, 제 1 추정부(291)의 처리를 실행하는 컴퓨터와, 제 2 추정부(292)의 처리를 실행하는 컴퓨터는 동일한 컴퓨터여도 좋고, 각각 다른 컴퓨터여도 좋다.
- [0168] 여기서, 제 1 모델을 이용한 제 1 온도의 계산은, 반복 계산을 필요로 하지 않고 처리 부하가 비교적 가벼운 것이 기대된다.
- [0169] 한편, 제 2 모델을 이용한 제 2 온도의 계산의 경우, 반복 계산이 포함되어 처리 부하가 비교적 무거운 것이 생각된다. 이 때문에, 일반적인 제어 장치를 이용하여 제 2 추정부(292)의 처리를 실행했을 경우, 제어 주기 내에 계산이 끝나지 않을 가능성이 있다.
- [0170] 그래서, 제어 장치와는 별도로 제 2 추정부(292)의 처리를 실행하기 위한 컴퓨터를 준비하여, 이 컴퓨터가 계산하는 제 2 온도를 보정부(293)에 집어넣도록 해도 좋다.
- [0171] 또한, 제어부(290 또는 390) 전부 또는 일부의 기능을 실현하기 위한 프로그램을 컴퓨터 판독가능한 기록 매체에 기록하고, 이 기록 매체에 기록된 프로그램을 컴퓨터 시스템에 읽어들여서 실행하는 것에 의해 각부의 처리를 실행해도 좋다. 또한, 여기서 말하는 「컴퓨터 시스템」이란, OS나 주변 기기 등의 하드웨어를 포함하는 것으로 한다.

- [0172] 또한, 「컴퓨터 시스템」은, WWW시스템을 이용하는 경우이면, 홈페이지 제공 환경(또는 표시 환경)도 포함하는 것으로 한다.
- [0173] 또한, 「컴퓨터 관독가능한 기록 매체」란, 플렉시블 디스크, 광자기 디스크, ROM, CD-ROM 등의 가반(可搬) 매체, 컴퓨터 시스템에 내장되는 하드 디스크 등의 기억 장치를 말한다. 또한 상기 프로그램은 전술한 기능의 일부를 실현하기 위한 것이어도 좋고, 더욱이 전술한 기능을 컴퓨터 시스템에 이미 기록되어 있는 프로그램과의 조합으로 실현될 수 있는 것이어도 좋다.
- [0174] 이상, 본 발명의 실시형태를 도면을 참조하여 상술했지만, 구체적인 구성은 이 실시형태에 한정되는 것이 아니며, 이 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위의 설계 변경 등도 포함된다.

산업상 이용가능성

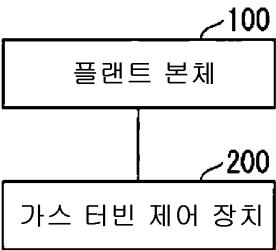
- [0175] 본 발명의 실시형태는 가스 터빈에의 연료 유량을 이용한 물리 모델인 제 1 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 1 온도를 추정하는 제 1 추정부와, 상기 가스 터빈의 배기가스 온도를 이용한 물리 모델인 제 2 모델에 근거하는 터빈 입구 온도 추정 값인 제 2 온도를 추정하는 제 2 추정부와, 상기 제 2 온도에 근거하여 상기 제 1 온도를 보정해서 터빈 입구 온도 추정 값을 산출하는 보정부를 구비하는 가스 터빈 제어 장치에 관한 것이다.
- [0176] 이 실시형태에 의하면, 터빈 입구 온도의 추정에 대해 응답성을 확보하고, 또한, 추정 정밀도를 높일 수 있다.

부호의 설명

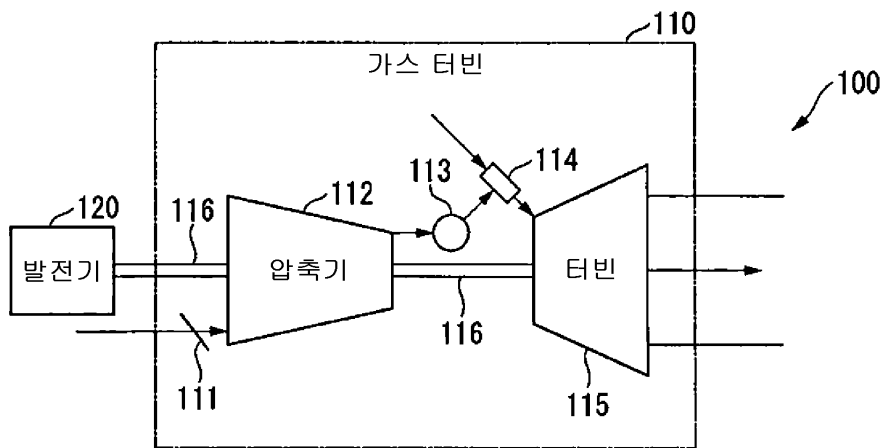
- | | | |
|--------|------------------------|----------------|
| [0177] | 1 : 가스 터빈 플랜트 | 100 : 플랜트 본체 |
| | 110 : 가스 터빈 | 111 : 입구 안내 날개 |
| | 112 : 압축기 | 113 : 차실 |
| | 114 : 연소기 | 115 : 터빈 |
| | 116 : 회전축 | 120 : 발전기 |
| | 200, 300 : 가스 터빈 제어 장치 | 210 : 통신부 |
| | 220 : 조작 입력부 | 230 : 표시부 |
| | 280 : 기억부 | 290, 390 : 제어부 |
| | 291 : 제 1 추정부 | 292 : 제 2 추정부 |
| | 293 : 보정부 | 394 : 입력 값 보정부 |

도면

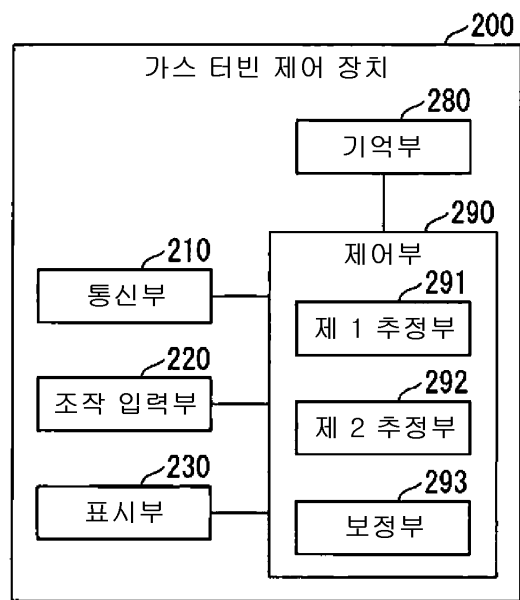
도면1



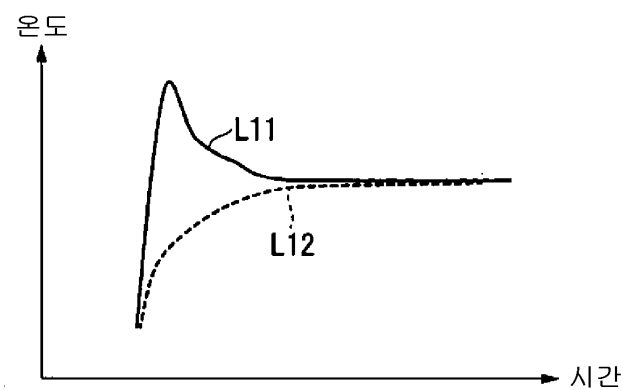
도면2



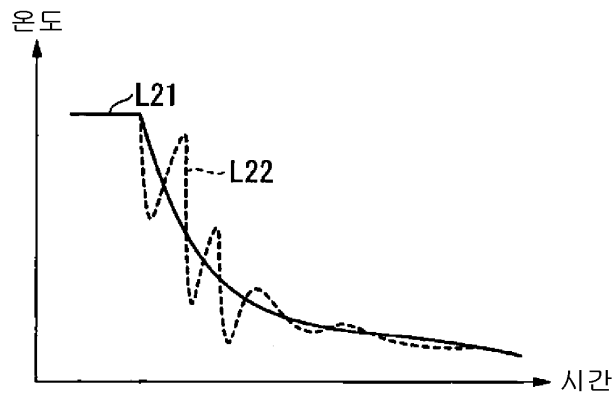
도면3



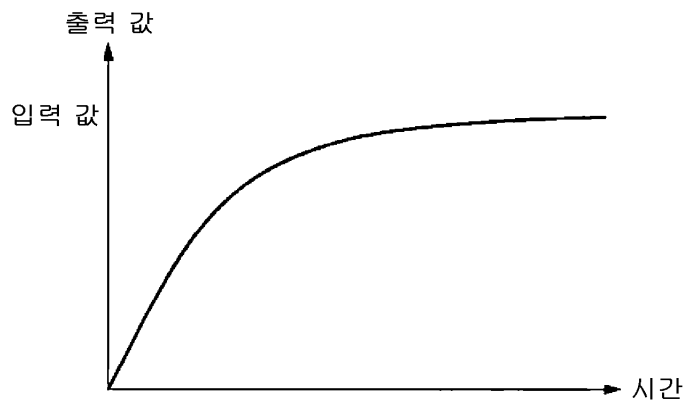
도면4



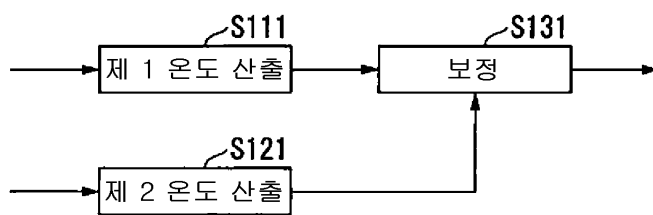
도면5



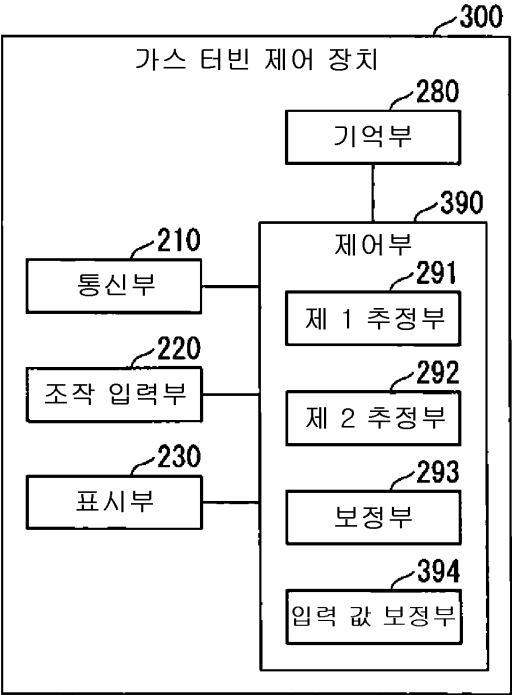
도면6



도면7



도면8



도면9

