



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월04일

(11) 등록번호 10-2039875

(24) 등록일자 2019년10월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F01D 3/04 (2006.01) F01D 25/16 (2006.01)

F16C 17/04 (2006.01) F16C 27/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F01D 3/04 (2013.01)

F01D 25/168 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-7011585

(22) 출원일자(국제) 2016년10월25일

심사청구일자 2018년04월24일

(85) 번역문제출일자 2018년04월24일

(65) 공개번호 10-2018-0059512

(43) 공개일자 2018년06월04일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2016/081594

(87) 국제공개번호 WO 2017/073565

국제공개일자 2017년05월04일

(30) 우선권주장

JP-P-2015-212134 2015년10월28일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP09170401 A\*

JP49017704 Y\*

JP55024291 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

미즈비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키키가이샤

일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이  
3쵸메 3-1

(72) 발명자

이이지마 다카요시

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

하시모토 신야

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

가타오카 마사히토

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

(74) 대리인

제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 7 항

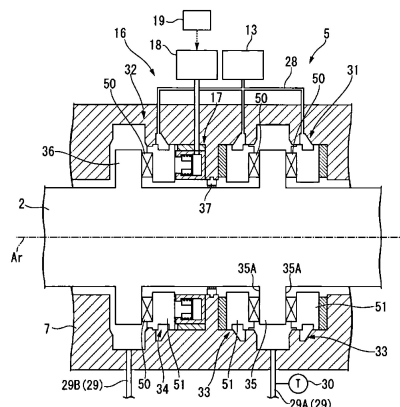
심사관 : 김희영

(54) 발명의 명칭 회전 기계 및 회전 기계의 제어 방법

## (57) 요약

직경 방향 외측으로 돌출하는 제1 트러스트 칼라(35)와 제2 트러스트 칼라(36)가 형성되어 축 방향으로 연장하는 로터(2)와, 제1 트러스트 칼라(35)를 통해 축 방향에 걸리는 하중을 받아들이는 제1 트러스트 베어링 장치(31)와, 제2 트러스트 칼라(36)를 통해 축 방향에 걸리는 하중을 받아들이는 제2 트러스트 베어링 장치(32)와, 제1 트러스트 베어링 장치(31)와 제2 트러스트 베어링 장치(32)의 적어도 한쪽에 걸리는 하중을 제어하는 하중 제어 장치(16)를 구비하는 회전 기계를 제공한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

*F16C 17/04* (2013.01)

*F16C 27/06* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

직경 방향 외측으로 돌출하는 제1 트러스트 칼라와 제2 트러스트 칼라가 형성되어 축 방향으로 연장하는 로터와,

상기 제1 트러스트 칼라를 통해 상기 축 방향에 걸리는 하중을 받아들이는 제1 트러스트 베어링 장치와,

상기 제2 트러스트 칼라를 통해 상기 축 방향에 걸리는 하중을 받아들이는 제2 트러스트 베어링 장치와,

상기 제1 트러스트 베어링 장치와 제2 트러스트 베어링 장치의 적어도 한쪽에 걸리는 하중을 제어하는 하중 제어 장치를 구비하고,

상기 제2 트러스트 베어링 장치는 상기 제2 트러스트 칼라의 상기 축 방향을 향하는 면을 지지하는 제2 트러스트 베어링 본체를 갖고,

상기 하중 제어 장치는,

상기 제2 트러스트 베어링 본체를 상기 축 방향으로 가압하는 구동 장치와,

상기 구동 장치에 오일을 공급하는 제1 오일 공급 계통과,

상기 오일의 유압을 제어하는 제어기를 갖고,

상기 구동 장치는,

상기 제2 트러스트 베어링 본체를 가압하는 가압부를 갖는 구동 로드와,

상기 가압부가 상기 제2 트러스트 베어링 본체로부터 멀어지는 방향으로 상기 구동 로드를 가압하는 탄성 부재를 구비하여,

상기 유압에 의해 상기 제2 트러스트 베어링 본체를 상기 제2 트러스트 베어링 장치에 걸리는 하중의 방향과는 역방향으로 가압하는 회전 기계.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 트러스트 베어링 본체는, 상기 제2 트러스트 칼라로부터의 하중을 지지하는 베어링 패드와, 상기 베어링 패드를 지지하는 캐리어 링을 갖고,

상기 구동 장치는 상기 베어링 패드를 가압하는 회전 기계.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 트러스트 베어링 본체는, 상기 제2 트러스트 칼라로부터의 하중을 지지하는 베어링 패드와, 상기 베어링 패드를 지지하는 캐리어 링을 갖고,

상기 구동 장치는 상기 캐리어 링을 가압하는 회전 기계.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 트러스트 베어링 본체는 상기 제2 트러스트 칼라의 상기 축 방향의 한쪽에만 배치되어 있는 회전 기계.

#### 청구항 6

직경 방향 외측으로 돌출하는 제1 트러스트 칼라와 제2 트러스트 칼라가 형성되어 축 방향으로 연장하는 로터와,

상기 제1 트러스트 칼라를 통해 상기 축 방향에 걸리는 하중을 받아들이는 제1 트러스트 베어링 장치와,

상기 제2 트러스트 칼라를 통해 상기 축 방향에 걸리는 하중을 받아들이는 제2 트러스트 베어링 장치와,

상기 제1 트러스트 베어링 장치와 제2 트러스트 베어링 장치의 적어도 한쪽에 걸리는 하중을 제어하는 하중 제어 장치를 구비하고,

상기 제2 트러스트 베어링 장치는 상기 제2 트러스트 칼라의 상기 축 방향을 향하는 면을 지지하는 제2 트러스트 베어링 본체를 갖고,

상기 하중 제어 장치는 상기 제2 트러스트 베어링 본체를 상기 축 방향으로 가압하는 구동 장치를 갖고,

상기 제2 트러스트 베어링 본체는 상기 제2 트러스트 칼라의 상기 축 방향의 한쪽에만 배치되어 있고,

상기 제1 트러스트 베어링 장치는 상기 제1 트러스트 칼라의 상기 축 방향을 향하는 면을 지지하는 제1 트러스트 베어링 본체를 갖고, 상기 제1 트러스트 베어링 본체는 상기 제1 트러스트 칼라의 상기 축 방향의 양측에 배치되어 있는

회전 기계.

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 트러스트 베어링 본체와 상기 제2 트러스트 베어링 본체의 적어도 한쪽은 상기 트러스트 칼라의 상기 축 방향을 향하는 면과 대면하는 베어링 패드를 갖고,

상기 베어링 패드와 상기 트러스트 칼라의 축 방향을 향하는 면 사이에 윤활유를 공급하는 제2 오일 공급 계통을 갖는 회전 기계.

#### 청구항 10

제 1 항, 제 3 항 내지 제 6 항 및 제 9 항 중 어느 한 항에 기재된 회전 기계의 제어 방법에 있어서,

주로 제1 트러스트 베어링 장치에서 상기 하중을 받아들이는 제1 운전 공정과,

상기 하중을 감시하는 하중 감시 공정과,

상기 하중이 미리 정해진 값에 도달한 경우에, 상기 제1 트러스트 베어링 장치 및 상기 제2 트러스트 베어링 장치에서 상기 하중을 받아들이는 제2 운전 공정을 갖는

회전 기계의 제어 방법.

### 발명의 설명

### 기술 분야

본 발명은 회전 기계 및 회전 기계의 제어 방법에 관한 것이다.

[0001]

[0002] 본원은 2015년10월28일에 출원된 특허출원 제2015-212134호에 대해 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

### 배경 기술

[0003] 일반적으로, 예를 들어 가스 터빈 등의 로터(회전축)를 갖는 회전 기계에는, 로터의 트러스트 하중(축 방향으로 작용하는 힘)을 받아들이는 트러스트 베어링 장치(thrust bearing device)가 설치되어 있다.

[0004] 최근, 가스 터빈의 대출력화에 수반하여, 트러스트 베어링 장치에 걸리는 트러스트 하중이 커지고 있다. 예를 들어, 특허문헌 1에는, 로터의 트러스트 하중을 저감하기 위해, 로터의 단부에 피스톤을 설치하고, 유압에 의해 피스톤을 축 방향으로 이동시키는 장치가 기재되어 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 제(평)9-170401호

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006] 그러나 상기한 종래의 장치에 있어서는 유압을 이용하여 회전체인 피스톤을 구동하는 구조이기 때문에, 작동유의 실링(sealing)이 곤란하여 높은 압력을 가할 수 없다. 따라서 회전 기계의 로터의 트러스트 하중이 커지면 대응할 수 없다는 과제가 있었다.

[0007] 본 발명은, 로터의 트러스트 하중을 받아들이는 트러스트 베어링 장치를 갖는 회전 기계에 있어서, 과대한 트러스트 하중에 대응할 수 있는 회전 기계 및 회전 기계의 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 제1 양태에 의하면, 회전 기계는, 직경 방향 외측으로 돌출하는 제1 트러스트 칼라(thrust collar)와 제2 트러스트 칼라가 형성되어 축 방향으로 연장하는 로터와, 상기 제1 트러스트 칼라를 통해 상기 축 방향에 걸리는 하중을 받아들이는 제1 트러스트 베어링 장치와, 상기 제2 트러스트 칼라를 통해 상기 축 방향에 걸리는 하중을 받아들이는 제2 트러스트 베어링 장치와, 상기 제1 트러스트 베어링 장치와 제2 트러스트 베어링 장치의 적어도 한쪽에 걸리는 하중을 제어하는 하중 제어 장치를 구비한다.

[0009] 이러한 구성에 의하면, 축 방향에 걸리는 하중이 과대해진 경우에 있어서, 제1 트러스트 베어링 장치와 제2 트러스트 베어링 장치의 적어도 한쪽에 걸리는 하중을 제어함으로써, 양쪽 트러스트 베어링 장치의 하중을 평균화하여 과대한 하중에 대응시킬 수 있다.

[0010] 상기 회전 기계에 있어서, 상기 제2 트러스트 베어링 장치는 상기 제2 트러스트 칼라의 상기 축 방향을 향하는 면(面)을 지지하는 제2 트러스트 베어링 본체를 가지며, 상기 하중 제어 장치는 상기 제2 트러스트 베어링 본체를 상기 축 방향으로 가압하는 구동 장치를 가져도 좋다.

[0011] 상기 회전 기계에 있어서, 상기 제2 트러스트 베어링 본체는, 상기 제2 트러스트 칼라로부터의 하중을 지지하는 베어링 패드와, 상기 베어링 패드를 지지하는 캐리어 링(carrier ring)을 가지며, 상기 구동 장치는 상기 베어링 패드를 가압해도 좋다.

[0012] 상기 회전 기계에 있어서, 상기 제2 트러스트 베어링 본체는, 상기 제2 트러스트 칼라로부터의 하중을 지지하는 베어링 패드와, 상기 베어링 패드를 지지하는 캐리어 링을 가지며, 상기 구동 장치는 상기 캐리어 링을 가압해도 좋다.

[0013] 상기 회전 기계에 있어서, 상기 제2 트러스트 베어링 본체는 상기 제2 트러스트 칼라의 상기 축 방향의 한쪽에만 배치되어도 좋다.

[0014] 이러한 구성에 의하면, 트러스트 베어링 본체를 트러스트 칼라의 양측에 배치하지 않음으로써, 트러스트 베어링

본체의 수를 저감할 수 있다.

- [0015] 상기 회전 기계에 있어서, 상기 제1 트러스트 베어링 장치는 상기 제1 트러스트 칼라의 상기 축 방향을 향하는 면을 지지하는 제1 트러스트 베어링 본체를 가지며, 상기 제1 트러스트 베어링 본체는 상기 제1 트러스트 칼라의 상기 축 방향의 양측에 배치되어도 좋다.
- [0016] 이러한 구성에 의하면, 로터가 축 방향의 어느 쪽의 방향으로 가압된 경우에 있어서도, 로터의 트러스트 하중을 받아들일 수 있다.
- [0017] 상기 회전 기계에 있어서, 상기 하중 제어 장치는, 상기 구동 장치에 오일을 공급하는 제1 오일 공급 계통과, 상기 오일의 유압을 제어하는 제어기를 가지며, 상기 구동 장치는 상기 유압에 의해 상기 제2 트러스트 베어링 본체를 상기 제2 트러스트 베어링 장치에 걸리는 하중의 방향과는 역방향으로 가압하는 구성으로 해도 좋다.
- [0018] 상기 회전 기계에 있어서, 상기 구동 장치는, 상기 제2 트러스트 베어링 본체를 가압하는 가압부를 갖는 구동 로드(driving rod)와, 상기 가압부가 상기 제2 트러스트 베어링 본체로부터 멀어지는 방향으로 상기 구동 로드를 가압하는 탄성 부재를 구비해도 좋다.
- [0019] 이러한 구성에 의하면, 구동 장치의 유압이 낮은 상태에 있어서, 구동 로드를 제2 트러스트 베어링 본체로부터 멀어지는 방향으로 되돌릴 수 있다.
- [0020] 상기 회전 기계에 있어서, 상기 제1 트러스트 베어링 본체와 상기 제2 트러스트 베어링 본체의 적어도 한쪽은 상기 트러스트 칼라의 상기 축 방향을 향하는 면과 대면하는 베어링 패드를 갖고, 상기 베어링 패드와 상기 트러스트 칼라의 축 방향을 향하는 면 사이에 순환유를 공급하는 제2 오일 공급 계통을 가져도 좋다.
- [0021] 이러한 구성에 의하면, 오일을 공급하는 계통으로서, 윤활유를 공급하는 계통과, 작동유를 공급하는 계통의 2계통이 존재함으로써, 유압을 독립하여 제어할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 제2 양태에 의하면, 회전 기계의 제어 방법은, 축 방향으로 연장하는 로터와 상기 로터에 상기 축 방향에 걸리는 하중을 받아들이는 제1 트러스트 베어링 및 제2 트러스트 베어링을 구비하는 회전 기계에 있어서, 주로 제1 트러스트 베어링에서 상기 하중을 받아들이는 제1 운전 공정과, 상기 하중을 감시하는 하중 감시 공정과, 상기 하중이 미리 정해진 값에 도달한 경우에 상기 제1 트러스트 베어링 및 상기 제2 트러스트 베어링에서 상기 하중을 받아들이는 제2 운전 공정을 갖는다.

### 발명의 효과

- [0023] 본 발명에 의하면, 로터의 트러스트 하중을 받아들이는 트러스트 베어링 장치를 갖는 회전 기계에 있어서, 과대한 트러스트 하중에 대응할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 실시형태의 가스 터빈의 모식적인 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시형태의 가스 터빈의 로터 및 제1베어링 장치의 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시형태의 제2 트러스트 베어링 장치의 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시형태의 제2 변형예의 제2 트러스트 베어링 장치의 단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시형태의 제3 변형예의 제2 트러스트 베어링 장치의 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 본 발명의 실시형태의 회전 기계인 가스 터빈에 대해 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0026] 도 1에 나타내는 바와 같이, 가스 터빈(1)은, 공기(A)를 압축하는 압축기(20)와, 압축기(20)에서 압축된 공기 속에서 연료(F)를 연소시켜 연소 가스를 생성하는 연소기(10)와, 연소 가스에 의해 구동하는 터빈(40)을 구비하고 있다.
- [0027] 압축기(20)는, 축선(Ar)을 중심으로 회전하는 압축기 로터(21)와, 압축기 로터(21)를 덮는 압축기 차실(車室)(25)과, 복수의 정익단(靜翼段)(26)을 갖는다. 터빈(40)은, 축선(Ar)을 중심으로 회전하는 터빈 로터(41)와, 터빈 로터(41)를 덮는 터빈 차실(45)과, 복수의 정익단(46)을 갖는다.

- [0028] 압축기 로터(21)와 터빈 로터(41)는 동일 축선(Ar) 상에 위치하고, 서로 접속되어 가스 터빈 로터(2)(이하, 로터(2)라고 부른다)를 이룬다. 로터(2)는 축 방향으로 연장하고 있다. 로터(2)에는, 예를 들어 발전기의 로터가 접속되어 있다. 압축기 차실(25)과 터빈 차실(45)은 서로 접속되어 가스 터빈 차실(3)을 이룬다.
- [0029] 또한, 이하의 설명에 있어서, 회전축인 로터(2)가 연장되어 있는 방향(도 1에 나타내는 축선(Ar)을 따르는 방향)을 축 방향으로 한다. 또한, 축선(Ar)과 직교하는 방향을 직경 방향이라고 하고, 직경 방향에서 축선(Ar)으로부터 멀어지는 축을 직경 방향 외측이라고 부르며, 이 직경 방향에서 축선(Ar)에 근접하는 축을 직경 방향 내측이라고 부른다. 또한, 축 방향에 있어서, 터빈(40)을 기준으로 하여 압축기(20) 축을 상류 측, 압축기(20)를 기준으로 하여 터빈(40) 축을 하류 측이라고 부른다.
- [0030] 압축기 로터(21)는, 축선(Ar)을 중심으로 축 방향으로 연장되는 로터 축(22)과, 로터 축(22)에 부착되어 있는 복수의 동익단(動翼段)(23)을 갖는다. 복수의 동익단(23)은 축 방향으로 나란히 있다. 각각의 동익단(23)은 원주 방향으로 나란히 있는 복수의 동익(23a)으로 구성되어 있다. 복수의 동익단(23)의 각 하류 측에는, 정익단(26)이 배치되어 있다. 각각의 정익단(26)은 압축기 차실(25)의 내측에 설치되어 있다. 각각의 정익단(26)은 원주 방향으로 나란히 있는 복수의 정익(26a)으로 구성되어 있다.
- [0031] 터빈 로터(41)는, 축선(Ar)을 중심으로 축 방향으로 연장되는 로터 축(42)과, 로터 축(42)에 부착되어 있는 복수의 동익단(43)을 갖는다. 복수의 동익단(43)은 축 방향으로 나란히 있다. 각각의 동익단(43)은 원주 방향으로 나란히 있는 복수의 동익(43a)으로 구성되어 있다. 복수의 동익단(43)의 각 상류 측에는, 정익단(46)이 배치되어 있다. 각각의 정익단(46)은 터빈 차실(45)의 내측에 설치되어 있다. 각각의 정익단(46)은 원주 방향으로 나란히 있는 복수의 정익(46a)으로 구성되어 있다.
- [0032] 로터 축(42)의 외주 측과 터빈 차실(45)의 내주 측 사이에 있어서, 정익(46a) 및 동익(43a)이 배치되어 있는 환상의 공간은, 연소기(10)로부터의 연소 가스가 흐르는 가스 유로(9)이다. 가스 유로(9)는 축선(Ar)을 중심으로 하여 환상을 이루며, 축 방향으로 길다.
- [0033] 가스 터빈(1)은, 로터(2)를 회전 가능하게 지지하는 제1베어링 장치(5)와, 제2베어링 장치(6)와, 하중 제어 장치(16)를 갖고 있다. 제1베어링 장치(5)는 로터(2)의 상류 측의 단부에 설치되어 있다. 제2베어링 장치(6)는 로터(2)의 하류 측의 단부에 설치되어 있다.
- [0034] 제1베어링 장치(5)는, 제1 저널 베어링 장치(first journal bearing device)(11)와, 제1 트러스트 베어링 장치(31)와, 제2 트러스트 베어링 장치(32)와, 제1 윤활유 공급 장치(13)(제2 오일 공급 계통)를 갖고 있다. 저널 베어링 장치(11)는 케이싱(7)에 고정되어 있고, 로터(2)의 직경 방향의 이동을 규제한다. 제1 트러스트 베어링 장치(31) 및 제2 트러스트 베어링 장치(32)는 케이싱(7)에 고정되어 있고, 로터(2)의 축 방향 하중을 받아들이며 케이싱(7)에 대한 로터(2)의 축 방향의 이동을 규제한다.
- [0035] 제1 윤활유 공급 장치(13)는 윤활유 공급 라인(28)을 통해 제1 저널 베어링 장치(11)와 트러스트 베어링 장치(31, 32)에 대해 윤활유의 공급을 행한다. 베어링 장치에서 윤활에 사용된 윤활유는 윤활유 회수 라인(29)을 통해 회수되고, 다시 윤활에 사용된다. 이에 의해, 윤활유가 베어링 장치(11, 31, 32)에 순환한다.
- [0036] 제1 트러스트 베어링 장치(31)에서 사용되는 윤활유는 제1윤활유 회수 라인(29A)을 통해 회수된다. 제2 트러스트 베어링 장치(32)에서 사용되는 윤활유는 제2윤활유 회수 라인(29B)을 통해 회수된다. 제1윤활유 회수 라인(29A)에는, 제1윤활유 회수 라인(29A)을 흐르는 윤활유의 온도를 측정하는 온도 측정 장치(30)가 설치되어 있다.
- [0037] 제2베어링 장치(6)는 제2 저널 베어링 장치(14)와 제2 윤활유 공급 장치(15)를 갖고 있다.
- [0038] 도 2에 나타내는 바와 같이, 제1 트러스트 베어링 장치(31)는 한 쌍의 제1 트러스트 베어링 본체(33)를 갖고 있다. 제1 트러스트 베어링 본체(33)는 로터(2)에 형성되어 있는 제1 트러스트 칼라(35)에 대응하여 설치되어 있다. 제1 트러스트 칼라(35)는 로터(2)의 외주면으로부터 직경 방향 외측으로 돌출하고 있다.
- [0039] 제1 트러스트 베어링 장치(31)는 제1 트러스트 칼라(35)를 통해 축 방향에 걸리는 트러스트 하중을 받아들인다. 제1 트러스트 베어링 본체(33)는 제1 트러스트 칼라(35)를 협지하고, 축 방향의 상류 측 및 하류 측에 배치되어 있다. 즉, 제1 트러스트 베어링 본체(33)는 제1 트러스트 칼라(35)의 축 방향의 양측에 배치되어 있다.
- [0040] 또한, 본 실시형태의 가스 터빈(1)은, 가스 터빈(1)의 출력의 상승에 수반하여, 로터(2)가 축 방향의 하류 측을 향해 가압된다. 즉, 한 쌍의 제1 트러스트 베어링 본체(33) 중 주로 축 방향 하류 측에 배치되어 있는 제1 트



러스트 베어링 본체(33)가 트러스트 하중을 받아들인다.

- [0041] 제1 트러스트 베어링 본체(33)는 제1 트러스트 칼라(35)의 축 방향을 향하는 면(35A)과 대면하여 배치되어 있다. 제1 트러스트 베어링 본체(33)는 경사 패드 베어링(tilting pad bearing)이며, 제1 트러스트 칼라(35)로부터의 하중을 지지하는 복수의 베어링 패드(50)와, 베어링 패드(50)를 지지하는 캐리어 링(51)을 갖고 있다.
- [0042] 복수의 베어링 패드(50)는 동일 형상을 이루며, 제1 트러스트 칼라(35)의 축 방향을 향하는 면(35A)과 대면하는 위치에 로터(2)를 중심으로 하여 원주 방향으로 등간격으로 축선(Ar)에 대해 대칭으로 배치되어 있다. 베어링 패드(50)에는, 제1 윤활유 공급 장치(13)로부터 윤활유가 공급되어, 제1 트러스트 칼라(35)와 베어링 패드(50) 사이에 윤활유 막이 형성된다. 이에 의해, 제1 트러스트 칼라(35)의 회전 시에 제1 트러스트 칼라(35)와 베어링 패드(50) 사이에서 발생하는 마찰 등을 저감할 수 있다.
- [0043] 또한, 복수의 베어링 패드(50)는 반드시 동일 형상일 필요는 없다. 또한, 복수의 베어링 패드(50)는 축선(Ar)에 대해 대칭으로 배치되어 있을 필요는 없다. 예를 들어, 위쪽에 배치되는 베어링 패드(50)와 아래쪽에 배치되는 베어링 패드(50)의 원주 방향의 폭을 다른 것으로 해도 좋다.
- [0044] 제2 트러스트 베어링 장치(32)는 제2 트러스트 베어링 본체(34)를 갖고 있다. 제2 트러스트 베어링 장치(32)는 제2 트러스트 칼라(36)를 통해 축 방향에 걸리는 트러스트 하중을 받아들인다. 제2 트러스트 베어링 본체(34)는 제2 트러스트 칼라(36)의 축 방향 하류 측에 배치되어 있다. 즉, 제2 트러스트 베어링 본체(34)는 제2 트러스트 칼라(36)의 축 방향의 한쪽에 배치되어 있다. 환언하면, 제2 트러스트 베어링 본체(34)는, 가스 터빈(1)의 출력의 상승에 수반하여, 제2 트러스트 칼라(36)가 이동하는 방향으로 배치되어 있다.
- [0045] 제2 트러스트 베어링 본체(34)는 베어링 패드(50)와 캐리어 링(51)을 갖고 있다. 제2 트러스트 베어링 본체(34)는 제1 트러스트 베어링 본체(33)와 같은 구성이기 때문에, 설명을 생략한다.
- [0046] 하중 제어 장치(16)는 유압에 의해 제2 트러스트 베어링 본체(34)를 제2 트러스트 베어링 장치(32)에 걸리는 트러스트 하중의 방향과는 역방향으로 가압함으로써, 제1 트러스트 베어링 장치(31)에 걸리는 트러스트 하중을 제어하는 장치이다. 하중 제어 장치(16)는, 유압에 의해 구동되는 구동 장치(17)와, 작동유 공급 장치(18)(제1 오일 공급 계통)와, 제어기(19)를 갖고 있다.
- [0047] 도 3에 나타내는 바와 같이, 구동 장치(17)는, 박스(53)와, 박스(53)의 내부에 배치된 플레이트(55)와, 플레이트(55)의 이동에 따라 구동되는 복수의 구동 로드(54)와, 스프링(56)(탄성 부재, 압축 코일 스프링)을 갖고 있다. 작동유 공급 장치(18)는 박스(53)의 내부에 작동유를 공급하는 장치이다.
- [0048] 구동 장치(17)는 작동유 공급 장치(18)로부터 공급되는 고압의 작동유의 압력에 의해, 구동 로드(54)를 축 방향으로 구동하는 액추에이터(actuator)이다. 구동 장치(17)는 케이싱(7)에 고정되어 있다.
- [0049] 박스(53)는 로터(2)를 둘러싸도록 원주 방향으로 연장하고 있으며, 제2 트러스트 베어링 본체(34)와 케이싱(7) 사이에 배치되어 있다. 플레이트(55)는 박스(53) 안에 수용되어, 박스(53)의 내부 공간을 축 방향 상류 측의 제1 공간(A1)과 축 방향 하류 측의 제2 공간(A2)으로 구획하고 있다. 작동유가 제2 공간(A2)에 공급됨으로써, 플레이트(55)는 축 방향 상류 측으로 이동한다.
- [0050] 복수의 구동 로드(54)는 로터(2)를 중심으로 하여 원주 방향으로 등간격으로 축선(Ar)(도 2 참조)에 대해 대칭으로 배치되어 있다. 구동 로드(54)의 축 방향 상류 측의 단부에는, 가압부(57)가 설치되어 있다. 구동 로드(54)의 축 방향 하류 측의 단부는 플레이트(55)에 접속되어 있다. 가압부(57)는 축 방향 상류 측을 향해 제2 트러스트 베어링 본체(34)를 가압하도록 배치되어 있다. 즉, 플레이트(55)와 함께 구동 로드(54)가 축 방향 상류 측으로 이동함으로써, 가압부(57)가 제2 트러스트 베어링 본체(34)를 가압한다. 이에 의해, 제2 트러스트 베어링 본체(34)는 축 방향 상류 측으로 가압된다.
- [0051] 또한, 복수의 구동 로드(54)는 축선(Ar)에 대해 대칭으로 배치되어 있을 필요는 없다.
- [0052] 구동 장치(17)는 케이싱(7)에 고정되어 있기 때문에, 제2 트러스트 베어링 본체(34)는 케이싱(7)에 대해 상대적으로 이동한다.
- [0053] 스프링(56)은 코일상을 이루는 탄성 부재이며, 압축 코일 스프링이다. 스프링(56)은 박스(53)의 축 방향 상류 측의 벽부(53A)와 플레이트(55) 사이에 배치되어 있다. 수축된 스프링(56)이 원래로 되돌아가는 탄성력에 의해, 플레이트(55)가 박스(53)의 축 방향 상류 측의 벽부(53A)로부터 멀어지는 방향으로 가압된다. 즉, 스프링(56)에 의해 구동 장치(17)의 구동 로드(54)(가압부(57))가 박스(53)의 내부에 몰입하는 방향으로 가압된다.



이에 의해, 가압부(57)가 제2 트러스트 베어링 본체(34)로부터 멀어지는 방향으로 이동한다.

- [0054] 또한, 본 실시형태에서는 탄성 부재로서 스프링(56)을 채용했지만 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 판 스프링이나 엘라스토머를 이용해도 좋다.
- [0055] 제어기(19)는 작동유 공급 장치(18)를 제어하는 컴퓨터이다. 제어기(19)는 가스 터빈(1)의 출력, 온도 측정 장치(30)에 의해 측정되는 온도 등을 감시하는 기능을 갖고 있다.
- [0056] 케이싱(7)에는, 제1 트러스트 칼라(35)(도 2 참조)와 제2 트러스트 칼라(36) 사이의 공간을 실링하는 실링 장치(37)가 설치되어 있다. 실링 장치(37)는 케이싱(7)의 내주면에 배치된 링상 실링 장치 본체(38)와, 실링 장치 본체(38)로부터 로터(2)의 외주면을 향해 돌출하는 복수의 실링 핀(seal fin)(39)을 갖고 있다.
- [0057] 다음에, 본 실시형태의 가스 터빈(1)에 있어서의 하중 제어 장치(16)의 제어 방법에 대해 설명한다. 본 실시형태의 가스 터빈(1)은 로터(2)의 트러스트 하중(축 방향으로 일하는 힘)을 받아들이는 트러스트 베어링 장치(31, 32)를 갖고 있다. 하중 제어 장치(16)는 제1 트러스트 베어링 장치(31)의 허용 이상의 트러스트 하중이 발생한 경우에, 제2 트러스트 베어링 장치(32)를 축 방향으로 가압함으로써, 트러스트 하중을 분산하는 기능을 갖고 있다.
- [0058] 하중 제어 장치(16)의 제어 방법은, 주로 제1 트러스트 베어링 장치(31)에서 하중을 받아들이는 제1 운전 공정과, 하중을 감시하는 하중 감시 공정과, 하중이 미리 정해진 값에 도달한 경우에 제1 트러스트 베어링 장치(31) 및 제2 트러스트 베어링 장치(32)에서 하중을 받아들이는 제2 운전 공정을 갖는다.
- [0059] 하중 감시 공정에 있어서, 제어기(19)는 가스 터빈(1)의 출력을 감시한다. 여기서, 가스 터빈(1)의 출력은 제1 트러스트 베어링 장치(31)에 걸리는 트러스트 하중과 비례하고 있기 때문에, 가스 터빈(1)의 출력이 상승함에 따라, 트러스트 하중도 증대한다.
- [0060] 또한, 트러스트 하중을 감시하는 방법은 출력을 감시하는 방법에 한정된 것은 아니며, 트러스트 하중에 상당 또는 비례하는 파라미터를 감시하는 방법이어도 좋다. 예를 들어, 트러스트 하중 그 자체, 회전 기계의 회전수, 회전 기계 또는 베어링의 부재의 메탈 온도, 베어링의 폐유 온도 등, 또는 이들의 조합을 감시하는 방법이어도 좋다. 또한, 트러스트 하중을 감시하는 방법은 가스 터빈(1)의 차실 압력, 또는 압축기(20)의 압력비를 감시하는 방법이어도 좋다.
- [0061] 제어기(19)는 가스 터빈(1)의 출력이 미리 정해진 출력치(P)에 도달한 것을 감지하면, 제2 운전 공정으로서, 제2 트러스트 베어링 장치(32)를 이동시킨다.
- [0062] 제2 운전 공정에 있어서, 제어기(19)는 작동유 공급 장치(18)에 대해 구동 장치(17)의 박스(53)에 작동유를 공급하도록 지령한다. 이에 의해, 플레이트(55)가 축 방향 상류 측으로 이동하고, 가압부(57)가 제2 트러스트 베어링 본체(34)의 캐리어 링(51)을 가압한다. 이에 의해, 베어링 패드(50)가 제2 트러스트 칼라(36)에 가압되어, 제2 트러스트 베어링 장치(32)가 기능한다.
- [0063] 제2 운전 공정에서 참조되는 가스 터빈의 출력치(P)는 제1 트러스트 베어링 본체(33)의 정격 하중에 기초하여 결정된다. 출력치(P)는, 예를 들어 제1 트러스트 베어링 본체(33)에 걸리는 트러스트 하중이 정격 하중에 도달한 때의 가스 터빈(1)의 출력을 이용하여 설정할 수 있다.
- [0064] 또한, 하중 제어 장치(16)는 가스 터빈(1)의 출력에 따라 가압부(57)에 의해 제2 트러스트 베어링 본체(34)를 가압하는 가압력을 조정할 수 있다. 예를 들어, 상기한 출력치(P)보다도 출력이 높아짐에 따라, 가압력을 증대시킬 수 있다.
- [0065] 상기 실시형태에 의하면, 트러스트 베어링 장치에 대해 축 방향에 걸리는 트러스트 하중이 과대해진 경우에 있어서, 제2 트러스트 베어링 본체(34)를 가압하여 제1 트러스트 베어링 장치(31)에 걸리는 트러스트 하중을 제어함으로써, 양쪽 트러스트 베어링 장치(31, 32)의 하중을 평균화할 수 있다. 이에 의해, 트러스트 베어링 장치를 과대한 하중에 대응시킬 수 있다.
- [0066] 또한, 복수의 구동 로드(54)가 원주 방향으로 연장하는 플레이트(55)에 연결되어 있음으로써, 복수의 가압부(57)의 가압력을 평균화할 수 있다.
- [0067] 또한, 구동 장치(17)에 스프링(56)을 설치함으로써, 제2 공간(A2) 속의 유압이 낮은 상태에 있어서, 구동 로드(54)를 박스(53)의 내부에 몰입시킬 수 있다.

- [0068] 또한, 상기 실시형태에 있어서는, 제2 트러스트 베어링 본체(34)는 제2 트러스트 칼라(36)의 축 방향의 한쪽에 만 배치되어 있다. 트러스트 베어링 본체를 트러스트 칼라의 양측에 배치하지 않음으로써, 트러스트 베어링 본체의 수를 저감할 수 있다. 즉, 제1 트러스트 베어링 장치(31)에 과대한 트러스트 하중이 걸린 경우에만 제2 트러스트 베어링 장치(32)를 사용하기 때문에, 트러스트 하중이 과대해진 경우에 트러스트 하중이 걸리지 않는 방향으로 트러스트 베어링 장치를 배치할 필요는 없다.
- [0069] 또한, 오일을 공급하는 계통으로서, 윤활유를 공급하는 계통인 윤활유 공급 장치(13, 15)와, 작동유를 공급하는 작동유 공급 장치(18)의 2계통이 존재함으로써, 유압을 독립하여 제어할 수 있다.
- [0070] 또한, 제1 트러스트 베어링 본체(33)가 제1 트러스트 칼라(35)의 축 방향의 양측에 배치되어 있음으로써, 가스 터빈(1)의 출력이 낮은 경우 등, 로터(2)가 축 방향의 상류 측에 가압된 경우에 있어서도, 로터(2)의 트러스트 하중을 받아들일 수 있다.
- [0071] 또한, 상기 실시형태에서는, 제1 트러스트 베어링 장치(31)에 걸리는 트러스트 하중을 저감하기 위해, 제2 트러스트 베어링 본체(34)를 가압하는 구성으로 했지만 이에 한정되는 것은 아니다. 제2 트러스트 베어링 장치(32)에 걸리는 트러스트 하중을 저감하기 위해, 제1 트러스트 베어링 본체(33)를 가압하는 구성으로 해도 좋다.
- [0072] (제1 변형예)
- [0073] 다음에, 본 발명의 실시형태의 가스 터빈의 제1 변형예에 대해 설명한다.
- [0074] 상기 실시형태의 가스 터빈(1)에 있어서는, 하중 제어 장치(16)를 가스 터빈(1)의 출력에 기초하여 제어하는 구성으로 했지만 이에 한정되는 것은 아니다. 제1 트러스트 베어링 장치(31)에서 사용된 윤활유의 온도는 제1 트러스트 베어링 장치(31)에 걸리는 트러스트 하중에 비례하여 상승한다. 따라서 제1윤활유 회수 라인(29A)에 설치되어 있는 온도 측정 장치(30)에 의해 측정되는 윤활유의 온도에 기초하여 하중 제어 장치(16)를 제어해도 좋다.
- [0075] 제어기(19)는 제1윤활유 회수 라인(29A)을 흐르는 윤활유의 온도가 미리 정해진 온도에 도달한 것을 검지하면 제2 운전 공정을 실행한다.
- [0076] 상기 변형예에 의하면, 트러스트 베어링 장치의 부하가 반영되는 윤활유의 온도에 기초하여, 하중 제어 장치(16)를 제어할 수 있다.
- [0077] 또한, 실링 장치(37)가 설치되어 있음으로써, 제1 트러스트 베어링 장치(31)에서 사용된 윤활유와 제2 트러스트 베어링 장치(32)에서 사용된 윤활유가 서로 혼합되는 것을 방지할 수 있다. 이에 의해, 제1 트러스트 베어링 장치(31)에서 사용된 윤활유의 온도를 보다 정확히 측정할 수 있다.
- [0078] 또한, 하중 제어 장치(16)를 제어하기 위해 참조하는 요소는 상기한 가스 터빈(1)의 출력, 윤활유의 온도에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 케이싱(7)의 메탈 온도나, 차실 내부의 압력이나, 가스 터빈(1)의 회전수를 참조해도 좋다.
- [0079] (제2 변형예)
- [0080] 다음에, 본 발명의 실시형태의 가스 터빈의 제2 변형예에 대해 설명한다.
- [0081] 상기 실시형태의 가스 터빈(1)에 있어서는, 구동 장치(17)는 제2 트러스트 베어링 본체(34)의 캐리어 링(51)을 가압하는 구성으로 했지만 이에 한정되는 것은 아니다. 도 4에 나타내는 바와 같이, 본 변형예의 구동 장치(17)는, 구동 장치(17)의 구동 로드(54)의 가압부(57)가 제2 트러스트 베어링 본체(34)의 베어링 패드(50)를 직접 가압하도록 구성되어 있다. 구동 로드(54)는 제2 트러스트 베어링 본체(34)의 캐리어 링(51)에 형성되어 있는 관통 구멍(51A)을 관통하고 있다.
- [0082] (제3 변형예)
- [0083] 다음에, 본 발명의 실시형태의 가스 터빈의 제3 변형예에 대해 설명한다.
- [0084] 상기 실시형태의 가스 터빈(1)에 있어서는, 압축 코일 스프링인 스프링(56)의 탄성력을 벽부(53A)와 플레이트(55)가 이격하도록 작용시킴으로써, 가압부(57)를 제2 트러스트 베어링 본체(34)로부터 이격시키는 구성으로 했지만 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0085] 도 5에 나타내는 바와 같이, 본 변형예의 구동 장치(17)는, 가압부(57)의 배면(57A)과, 박스(53)의 축 방향 하

류 측의 벽부(53B)를 접속하는 스프링(56C)을 갖고 있다. 본 실시형태의 스프링(56C)은 인장 코일 스프링이다. 스프링(56C)의 일 단은 가압부(57)의 배면(57A)에 고정부(58)를 통해 고정되어 있다. 스프링(56C)의 타 단은 박스(53)의 벽부(53B)에 고정부(59)를 통해 고정되어 있다.

[0086] 신장된 스프링(56C)이 원래로 되돌아가는 탄성력에 의해, 가압부(57)와 벽부(53B)가 접근하는 방향으로 가압된다. 즉, 스프링(56C)에 의해 구동 장치(17)의 구동 로드(54)(가압부(57))가 박스(53)의 내부에 몰입하는 방향으로 가압된다. 이에 의해, 가압부(57)가 제2 트러스트 베어링 본체(34)로부터 멀어지는 방향으로 이동한다.

[0087] 이 변형예에 의하면, 제1실시형태의 구동 장치(17)가 갖는 플레이트(55)를 필요로 하지 않을 수 있다.

[0088] 이상, 본 발명의 실시형태에 대해 도면을 참조하여 상세하게 설명했지만 각 실시형태에 있어서의 각 구성 및 그들의 조합 등은 일례이며, 본 발명의 취지로부터 이탈하지 않는 범위 내에서 구성의 부가, 생략, 치환, 및 그 외의 변경이 가능하다. 또한, 본 발명은 실시형태에 의해 한정되는 것은 아니며, 청구범위의 범위에 의해서만 한정된다.

[0089] 예를 들어, 상기 실시형태에서는 회전 기계로서 가스 터빈을 예시했지만 트러스트 하중을 발생시키는 로터를 갖는 회전 기계라면, 예를 들어 증기 터빈, 축류 압축기 등, 다른 회전 기계에 본 발명을 적용해도 좋다.

[0090] 또한, 상기 실시형태에서는, 제1 트러스트 베어링 장치(31) 및 제2 트러스트 베어링 장치(32)의 양쪽이 경사 패드 베어링인 것으로 했지만 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제1 트러스트 베어링 장치(31) 및 제2 트러스트 베어링 장치(32) 중 한쪽을 트러스트 롤러 베어링으로 해도 좋다.

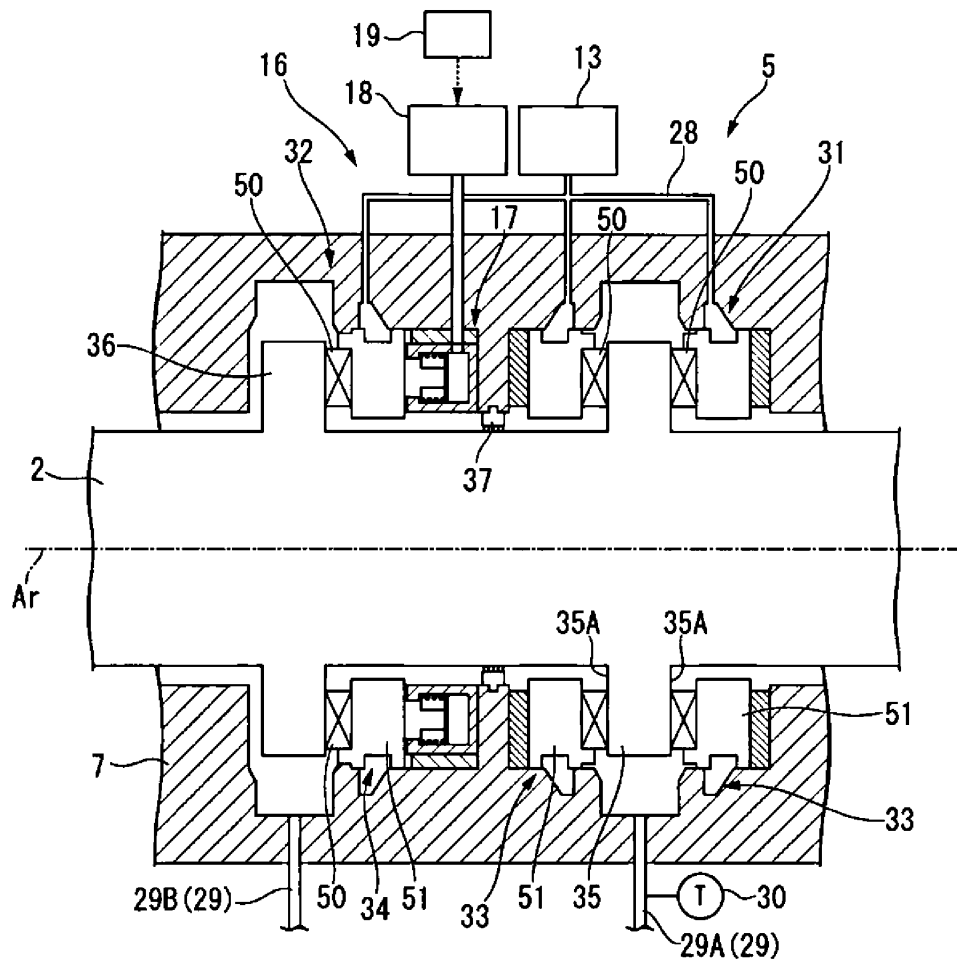
### 부호의 설명

- [0091]
- 1: 가스 터빈
  - 2: 가스 터빈 로터
  - 3: 가스 터빈 차실
  - 5: 제1베어링 장치
  - 6: 제2베어링 장치
  - 7: 케이싱
  - 10: 연소기
  - 11: 제1 저널 베어링 장치
  - 13: 제1 윤활유 공급 장치(제2 오일 공급 계통)
  - 14: 제2 저널 베어링 장치
  - 15: 제2 윤활유 공급 장치
  - 16: 하중 제어 장치
  - 17: 구동 장치
  - 18: 작동유 공급 장치(제1 오일 공급 계통)
  - 19: 제어기
  - 20: 압축기
  - 25: 압축기 차실
  - 28: 윤활유 공급 라인
  - 29: 윤활유 회수 라인
  - 30: 온도 측정 장치
  - 31: 제1 트러스트 베어링 장치

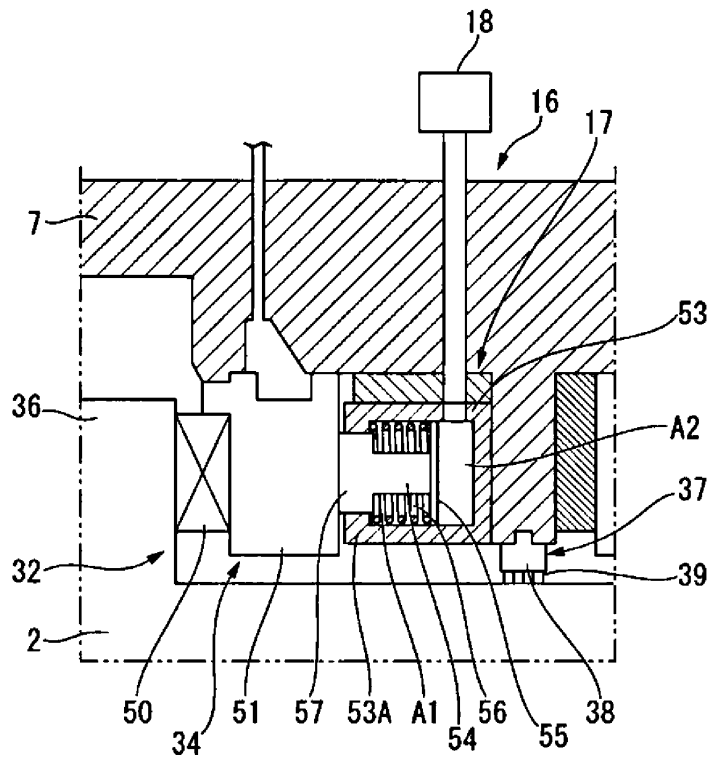
- 32: 제2 트러스트 베어링 장치
- 33: 제1 트러스트 베어링 본체
- 34: 제2 트러스트 베어링 본체
- 35: 제1 트러스트 칼라
- 36: 제2 트러스트 칼라
- 37: 실링 장치
- 38: 실링 장치 본체
- 39: 실링 핀
- 40: 터빈
- 45: 터빈 차실
- 50: 베어링 패드
- 51: 캐리어 링
- 53: 박스
- 54: 구동 로드
- 55: 플레이트
- 56, 56C: 스프링(탄성 부재)
- 57: 가압부
- Ar: 축선



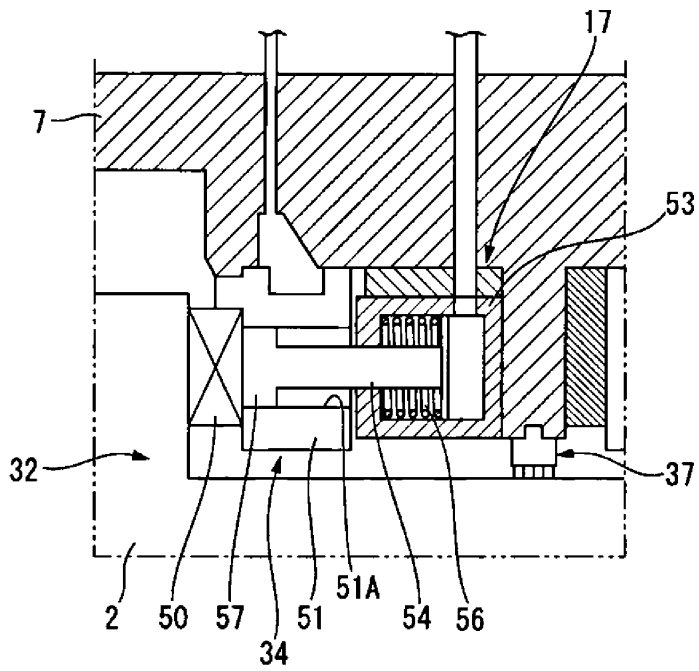
도면2



도면3



도면4





도면5

