



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0016428  
(43) 공개일자 2013년02월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02K 7/06 (2006.01) B61F 5/24 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-7001657  
(22) 출원일자(국제) 2011년06월27일  
심사청구일자 2013년01월22일  
(85) 번역문제출일자 2013년01월22일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2011/003644  
(87) 국제공개번호 WO 2012/004945  
국제공개일자 2012년01월12일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2010-157015 2010년07월09일 일본(JP)

(71) 출원인  
신닛테츠 스미킨 가부시카이가이사  
일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 6반 1  
고  
무그 재팬 리미티드  
일본 가나가와켄 히라즈카시 니시신도 1-8-37  
(72) 발명자  
다마이 마사후미  
일본 254-0019 가나가와켄 히라즈카시 니시신도  
1-8-37 무그 재팬 리미티드 내  
고토 오사무  
일본국 541-0041 오사카후 오사카시 추오구 기타  
하마 4-5-33 스미토모 긴조쿠 고교 가부시카이가  
이사 내  
(74) 대리인  
김용인, 방해철

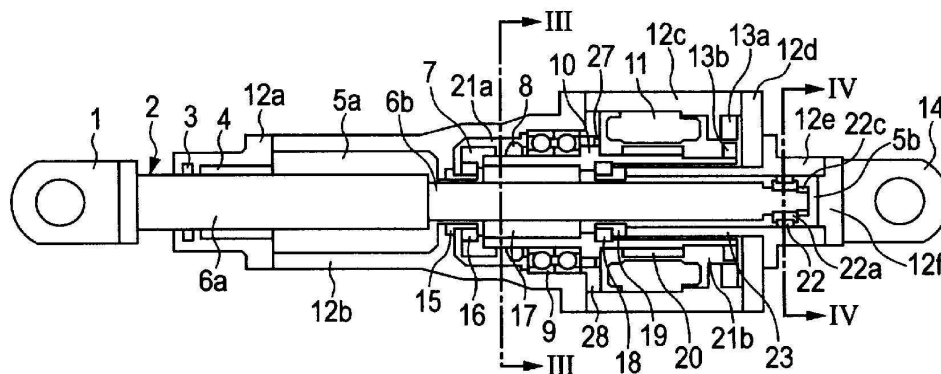
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 리니어 액추에이터 및 철도차량용 요동제어장치

(57) 요약

본 발명은 백 드라이브 포스가 작아 마모 가루 등에 의한 정지가 발생하기 어려운 소형의 리니어 액추에이터, 및 그것을 가지는 철도차량용의 요동제어장치를 제공하는 것이다. 리니어 액추에이터는, 개구단부와 폐색단부를 가지는 중공 구조의 본체와, 본체 내의 폐색단부측에 고정되고, 개구단부측에 개구단을 가지는 실린더와, 한쪽 단부가 이 본체의 개구단부로부터 돌출되어 다른 쪽 단부의 외주부에 웨어링을 가져 축방향으로 슬라이딩 운동 가능하게 실린더 내에 수용된 직동 로드와, 회전 가능하게 본체 내에 지지된 중공 샤프트를 가지고, 중공 샤프트는 외주면의 일부에 영구자석을 가지며, 본체의 내표면 일부에 가지는 권선부와 영구자석은 중공 모터를 구성하고, 중공 샤프트에 동축으로 고정된 너트부와 직동 로드의 외주면의 나사부는 겹쳐 맞추어져서 회전직동 변환기구를 구성하며, 너트부의 축방향의 양측에 있어서 중공 샤프트와 본체 사이를 밀봉하는 회전 오일씰부를 가진다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

리니어 액추에이터는,

개구단부와 밀폐단부를 가지는 중공구조의 본체와,

이 본체 내의 폐색단부측에 고정되고, 개구단부측에 개구단을 가지는 원통 실린더와,

한쪽 단부는 이 본체의 이 개구단부로부터 돌출되고, 다른 쪽 단부는 외주부에 웨어링을 가지며, 이 웨어링은 축방향으로 슬라이딩 운동 가능하게 이 원통 실린더 내에 수용되고, 이 개구단부측의 외주에 이 개구단부의 직동 오일셀을 통하여 축방향으로 슬라이딩 운동 가능한 슬라이딩 운동부를 가지며, 이 직동 오일셀과 이 슬라이딩 운동부는 이 본체의 내부를 밀폐하는 직동 로드와,

이 직동 로드의 축을 중심으로 하여 회전 가능하게 이 본체 내에 지지된 회전 중공 샤프트를 가지고,

이 회전 중공 샤프트는 외주면의 일부에 영구자석을 가지며, 이 본체는 그 내표면의 이 영구자석과 대면하는 위치에 스테이터 권선부를 가지고, 이 영구자석과 이 스테이터 권선부는 중공 모터를 구성하며,

이 회전 중공 샤프트는 동축으로 고정된 너트부를 가지고, 이 직동 로드는 이 슬라이딩 운동부와 이 웨어링 사이의 외주면에 이 너트부와 걸어 맞추어지는 나사부를 가지며, 이 너트부와 이 나사부는 걸어 맞추어져서 회전 중공 샤프트가 회전함으로써 이 직동 로드와 축방향으로 직동하는 회전직동 변환기구를 구성하고,

이 너트부의 이 직동 로드의 축방향에서의 양측에 있어서, 이 회전 중공 샤프트와 이 본체에 고정된 부재와의 사이를 밀봉하는 2곳의 회전 오일셀부를 가지며,

이 회전 오일셀부는, 이 직동 로드와 직동하는 이 본체 내의 영역으로서 윤활유와 기체가 혼재하는 제 1 밀폐영역을, 이 중공 모터가 배치된 제 2 밀폐영역으로부터 분리하여 구분하는 동시에, 이 직동 오일셀부와 협동하여 이 제 1 밀폐영역을 밀봉하는 리니어 액추에이터.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 2곳의 회전 오일셀부는, 상기 너트부로부터 상기 개구단부측에서 상기 본체에 대하여 고정된 제 1 원통 샤프트의 외주와 상기 회전 중공 샤프트에 고정된 제 1 오일셀로 형성되는 제 1 회전 오일셀부와, 상기 원통 실린더의 상기 개구단에 고정된 제 2 원통 샤프트의 외주와 상기 회전 중공 샤프트에 고정된 제 2 오일셀로 형성되는 제 2 회전 오일셀부로 구성되는 리니어 액추에이터.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 리니어 액추에이터는, 상기 직동 로드의 축방향이 대략 수평이 되도록 설치하여 사용되고,

상기 원통 실린더는, 이 직동 로드의 상기 웨어링의 가동 범위보다 상기 폐색단부측의 상부에 개구부를 가지며,

상기 본체는, 상기 너트부보다 상기 개구단부측에 있어서, 상기 제 1 밀폐영역을 구성하는 이 본체의 상부에 개구부를 가지고,

이 원통 실린더의 이 개구부와 이 본체의 이 개구부를 유체 연통하는 유로를 가지는 것을 특징으로 하는 리니어 액추에이터.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 너트부보다 상기 개구단부측의 상기 제 1 밀폐영역에 있어서, 상기 직동 로드의 축을 포함하는 수평면보다 위의 용적은, 이 수평면보다 아래의 용적보다 큰 것을 특징으로 하는 리니어 액추에이터.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 회전 오일씰부의 슬라이딩 운동부의 직경은, 상기 직동 로드와 상기 나사부의 직경의 1.5배 이하인 리니어 액추에이터.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 회전 오일씰부의 슬라이딩 운동부의 직경은, 상기 직동 로드와 상기 나사부의 직경의 1.3배 이하인 리니어 액추에이터.

#### 청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 축방향에서의 상기 제 1 회전 오일씰부와 상기 직동 오일씰 사이에, 상기 제 1 밀폐영역은 윤활유의 저장부를 가지는 리니어 액추에이터.

#### 청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 직동 로드와 상기 슬라이딩 운동부의 축방향에 수직인 단면적을 A, 직동 로드와 최대 스트로크 길이를 L, 최대 스트로크시의 상기 제 1 밀폐영역 내의 기체의 용적을 V로 하였을 때,

$$V/(V-A \times L) < 1.3$$

를 만족시키는 것을 특징으로 하는 리니어 액추에이터.

#### 청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 너트부와 상기 나사부에 의하여 구성되는 상기 회전직동 변환기구는, 유성롤러나사로 구성되는 것을 특징으로 하는 리니어 액추에이터.

#### 청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 너트부는, 축방향으로 관통하는 관통구멍을 가지는 것을 특징으로 하는 리니어 액추에이터.

#### 청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 직동 로드와 상기 웨어링은, 이 직동 로드와 고정된 웨어링 홀더를 통하여 이 직동 로드와 고정되고, 이 웨어링 홀더는 축방향으로 관통하는 관통구멍을 가지는 리니어 액추에이터.

#### 청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 직동 로드는, 상기 다른 쪽 단부측의 단면과, 상기 슬라이딩 운동부로부터 이 단면측의 외주면과의 사이를 유체 연통하는 관통구멍을 가지는 리니어 액추에이터.

#### 청구항 13

철도차량의 대차와 차체 사이에 설치된 제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 기재된 리니어 액추에이터와, 차체의 요동을 억제하도록 리니어 액추에이터의 구동을 액티브하게 제어하는 제어장치를 가지는 철도차량용의

요동제어장치.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은, 리니어 액추에이터, 특히 철도차량 등의 차량에 장착되어, 전자력에 의하여 차량의 진동이나 요동을 제어하는 중공 모터를 사용한 리니어 액추에이터, 및 이 리니어 액추에이터를 가지는 철도차량용의 요동제어장치에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 철도차량 등의 차량의 주행중에 발생하는 진동이나 요동을 제어하기 위하여, 리니어 액추에이터가 사용되고 있다. 차량의 진행방향에 대하여 가로방향의 진동, 요동을 제어하는 것은, 승객의 승차감을 쾌적하게 하고, 안전한 주행조건을 유지하기 위하여 중요한 역할을 담당한다. 최근에는, 특히 고속주행시의 공기력 특성의 영향에 의한 요동이나 진동을, 액티브 제어로 제어하여 차량의 자세를 안정적으로 유지하게 하는 연구가 진행되고 있다. 또한, 일반적으로, 철도차량의 요동방지를 위하여 사용되는 리니어 액추에이터는, 빈번한 교환 등의 메인テナンス가 실행되기 어려운 힘든 조건하에서 사용됨에도 불구하고, 설치되는 사용환경의 온도변화는 크다(예를 들어,  $-20^{\circ}\text{C}$ ~ $60^{\circ}\text{C}$ )라는 힘든 온도조건에서 사용되므로, 리니어 액추에이터의 기능을 안정적으로 유지하는 것이 요구된다.

[0003] 특허문헌 1은, 차체의 가로방향 동요에 저항하는 힘을 발생시키는 차량용 기체압 서보실린더를 개시하고 있다. 특허문헌 1의 구성에 따르면, 차량은 대차(臺車) 상에 공기 스프링을 통하여 탑재되고, 차량의 하부에 설치된 센터링편과 대차 사이에 차량용 공기압 서보실린더가 수평방향으로 설치되며, 공기압 발생부가 차량용 공기압 서보실린더의 외부에 설치되고, 서보실린더의 구동원으로서 압축공기를 공급하고 있는 것이 개시되어 있다.

[0004] 특허문헌 2가 개시하는 차체의 진동을 억제하는 철도차량용 제어장치는, 전동 액추에이터를 차체와 대차 사이에 설치하고, 전동 액추에이터에 의한 구동력을 제어함으로써, 액추에이터 및 댐퍼로서의 기능을 부여하고 있다. 전동 액추에이터로서는, 모터의 회전을 볼나사나 풀러나사 등을 이용하여 직선운동으로 변환하는 기구를 가지며, 이러한 변환부의 마찰 등의 저항으로 댐퍼의 감쇠력과 같은 역할을 담당하고 있는 것이 개시되어 있다.

[0005] 특허문헌

[0006] 특허문헌 1: 일본공개특허공보 2005-075278호

[0007] 특허문헌 2: 일본공개특허공보 2009-101961호

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0008] 특허문헌 1에 따른 차량용 기체압 서보실린더는, 차량용 기체압 서보실린더의 본체 이외의 장소에, 기체압 발생부를 가지고, 또한 차량용 기체압 서보실린더 본체와 기체압 발생부 사이에는, 배관을 설치할 필요가 있어, 전체적으로 소형의 장치를 실현할 수 없다.

[0009] 또한, 특허문헌 2에 따른 철도차량용 제어장치는, 볼나사(11a) 혹은 풀러나사(11a) 등에 의한 직동생성기구와 모터(12)가, 이 철도차량용 제어장치의 직동방향으로 직렬로 배치되어 있으므로, 장치의 소형화를 실현할 수 없다는 과제를 가진다. 이러한 구성은, 도 11에 도시하는 바와 같이, 구동부(모터)와 회전/직동변환부가 실린더 스트로크의 신장방향으로 직렬로 배치되어 있다. 이 때문에, 리니어 액추에이터의 스트로크 방향의 크기를 단축하는 것은 어렵다.

[0010] 본 발명은, 리니어 액추에이터 본체 이외에 압력발생장치와 같은 외부장치를 필요로 하지 않고, 또한, 압력유체에서의 제어장치의 경우에 필요한 구동원인 가압유체의 배관의 설치를 필요로 하지 않는, 소형의 리니어 액추에이터로서, 필요할 때에 원하는 구동력 또는 원하는 감쇠력을 부여하는 리니어 액추에이터로서의 기능을 제공하며, 또한, 리니어 액추에이터로서 기능할 필요가 없을 때에는, 외부 힘에 대하여 큰 부하(백 드라이브 포스)를 가하지 않아, 쉽게 중동할 수 있는 리니어 액추에이터를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 빈번한 교환 등의 메인テナンス를 실행하기 어렵고, 설치되는 사용환경에서의 온도변화가 큰( $-20^{\circ}\text{C}$ ~ $60^{\circ}\text{C}$ ) 힘든 사용조건 하에서도, 저온에서의 윤활유의 점성 증대에 의한 백 드라이브 포스의 증대의 영향을 배제하여, 백 드라이브 포스가 낮은

상태로 안정적으로 기능하는 리니어 액추에이터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 리니어 액추에이터는, 개구단부와 폐색단부를 가지는 중공 구조의 본체와, 이 본체 내의 폐색단부측에 고정되고, 개구단부측에 개구단을 가지는 원통 실린더와, 한쪽 단부는 이 본체의 이 개구단부로부터 돌출되며, 다른 쪽 단부는 외주부에 웨어링(wearing)을 가지고, 이 웨어링은 축방향으로 슬라이딩 운동 가능하게 이 원통 실린더 내에 수용되며, 이 개구단부측의 외주에 이 개구단부의 직동 오일셀을 통하여 축방향으로 슬라이딩 운동 가능한 슬라이딩 운동부를 가지고, 이 직동 오일셀과 이 슬라이딩 운동부는 이 본체의 내부를 폐색하는 직동 로드와, 이 직동 로드의 축을 중심으로 하여 회전 가능하게 이 본체 내에 지지된 회전 중공 샤프트를 가지며,
- [0012] 이 회전 중공 샤프트는 외주면의 일부에 영구자석을 가지고, 이 본체는 그 내표면의 이 영구자석과 대면하는 위치에 스테이터 권선부를 가지며, 이 영구자석과 이 스테이터 권선부는 중공 모터를 구성하고, 이 회전 중공 샤프트는 동축으로 고정된 너트부를 가지며, 이 직동 로드에는 이 슬라이딩 운동부와 이 웨어링 사이의 외주면에 이 너트부와 걸어 맞추어지는 나사부를 가지고, 이 너트부와 이 나사부는 걸어 맞추어져서 회전 중공 샤프트가 회전함으로써 이 직동 로드와 축방향으로 직동하는 회전 직동 변환기구를 구성하며, 이 너트부의 이 직동 로드의 축방향에서의 양측에 있어서, 이 회전 중공 샤프트와 이 본체에 고정된 부재와의 사이를 밀봉하는 2곳의 회전 오일셀부를 가지고, 이 회전 오일셀부는, 이 직동 로드와 직동하는 이 본체 내의 영역으로서 윤활유와 본체가 혼재하는 제 1 밀폐영역을, 이 중공 모터가 배치된 제 2 밀폐영역으로부터 분리하여 구분하는 동시에, 이 직동 오일셀부와 협동하여 이 제 1 밀폐영역을 밀봉하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 본 발명에 따른 철도차량용의 요동제어장치는, 철도차량의 대차와 차체 사이에 설치된 상기 리니어 액추에이터와, 차체의 요동을 억제하도록 리니어 액추에이터의 구동을 액티브하게 제어하는 제어장치를 가지는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

- [0014] 리니어 액추에이터 본체 이외에 압력발생장치와 같은 외부장치를 필요로 하지 않고, 또한 압력유체에서의 제어장치의 경우에 있는 것과 같은 구동원인 가압유체의 배관의 설치를 필요로 하지 않는 소형의 리니어 액추에이터를 실현하고, 필요할 때에는 원하는 구동력을 부여하는 액추에이터로서, 또는 원하는 감쇠력을 부여하는 리니어 액추에이터로서의 기능을 제공하며, 또한 리니어 액추에이터로서 기능하게 할 필요가 없을 때에는, 외부 힘에 대하여 큰 저항력을 부여하지 않아, 쉽게 종동할 수 있다. 또한, 온도 등의 사용환경에 의존하지 않고 안정적으로 리니어 액추에이터로서 기능할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 최소 스트로크시의 단면도이다.
- 도 2는 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 최대 스트로크시의 단면도이다.
- 도 3은 도 1의 III-III에서 본 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 유성롤러나사의 너트부의 확대 부분단면도이다.
- 도 4는 도 1의 IV-IV에서 본 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 웨어링 홀더부의 확대 부분단면도이다.
- 도 5a는 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 조립 단면도(1)이다.
- 도 5b는 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 조립 단면도(2)이다.
- 도 5c는 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 조립 단면도(3)이다.
- 도 5d는 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 조립 단면도(4)이다.
- 도 5e는 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 조립 단면도(5)이다.
- 도 5f는 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 조립 단면도(6)이다.
- 도 5g는 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 조립 단면도(7)이다.

도 5h는 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 조립 단면도(8)이다.

도 5i는 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 조립 단면도(9)이다.

도 6은 실시예 2에 따른 리니어 액추에이터의 최소 스트로크시의 단면도이다.

도 7은 실시예 2에 따른 리니어 액추에이터의 최대 스트로크시의 단면도이다.

도 8은 실시예 1의 변형형태에 따른 리니어 액추에이터의 최대 스트로크시의 단면도이다.

도 9는 실시예 3에 따른 리니어 액추에이터의 최대 스트로크시의 단면도이다.

도 10은 실시예 1 내지 3의 리니어 액추에이터를 적용한 철도차량용의 요동제어장치의 개략구성도이다.

도 11은 (A) 최소 스트로크시, 및 (B) 최대 스트로크시의 종래의 리니어 액추에이터의 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 첨부하는 도면을 참조하면서, 본 발명에 따른 유체밸브 구동기구를 설명한다.
- [0017] **실시예 1**
- [0018] 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 단면도로서, 최소 스트로크의 경우를 도 1에, 최대 스트로크의 경우를 도 2에 나타낸다. 도 1 및 도 2의 단면도를 참조하면서, 본 실시예의 리니어 액추에이터의 구성을 설명한다.
- [0019] 본 발명의 리니어 액추에이터는, 개구단부 및 폐색단부를 가지는 중공구조의 본체를 가진다. 도 1 및 도 2에 나타내는 바와 같이, 본체는 직동 베어링부 케이싱(12a)과, 회전직동 변환부 케이싱(12b)과, 모터부 케이싱(12c)과, 모터부 후부 케이싱(12d)과, 원통 실린더(12e)와, 실린더 후단부 케이싱(12f)으로 구성된다.
- [0020] 본 발명의 리니어 액추에이터는, 본체 내의 폐색단부측에 고정되어 개구단부측에 개구단을 가지는 원통 실린더(23)와, 직동 로드(2)를 가진다.
- [0021] 직동 로드(2)는, 한쪽 단부가 본체의 개구부(직동베어링부 케이싱(12a))로부터 본체 밖으로 돌출되고, 개구단부측의 외주면에 본체의 개구부의 직동 오일셀(3)을 통하여 직동 로드(2)의 축방향으로 슬라이딩 운동 가능한 슬라이딩 운동부(6a)를 가진다. 직동 오일셀(3)과 슬라이딩 운동부(6a)에 의하여, 본체의 내부는 밀봉되어 있다. 직동 로드(2)는 직동 베어링부 케이싱(12a)의 직동 베어링(4)에 의하여 축방향으로 직동 가능하게 지지되어 있다. 직동 로드(2)는 다른 쪽 단부의 외주부에 웨어링 홀더(22a)를 통하여 웨어링(22)을 가지고, 직동 로드(2)의 다른 쪽 단부는 웨어링(22)이 축방향으로 슬라이딩 운동 가능한 상태로 원통 실린더(23)에 수용되어 있다.
- [0022] 더욱이, 본 발명의 리니어 액추에이터는, 본체 내에 구비된 회전 지지부인 앵글러베어링(9)에 의하여 직동 로드(2)와 동축으로 회전 가능하게 본체 내에 지지된 회전 중공 샤프트(10)를 가진다. 앵글러베어링(9)은 베어링 고정 너트(8)에 의하여 회전 중공 샤프트(10)에 고정된다.
- [0023] 회전 중공 샤프트(10)는 외주면의 일부에 로터 영구자석(20)을 구비한다. 한편, 본체의 일부인 모터부 케이싱(12c)의 내표면에는, 회전 중공 샤프트(10)의 로터 영구자석(20)과 대면하는 위치에 스테이터 권선부(11)를 가진다. 로터 영구자석(20)과 스테이터 권선부(11)는 중공 모터를 구성한다. 13a, 13b는 각각, VR형 리졸버(resolver)(가변 리럭턴스(reluctance)형 리졸버)의 스테이터부, 로터부이고, 로터로서의 회전 중공 샤프트의 회전각을 검출하고, 미도시의 제어장치로 출력하여, 모터의 구동제어에 사용된다.
- [0024] 회전 중공 샤프트(10)는, 내주면의 일부에 유성롤러나사의 너트부(17)를 구비한다. 이 너트부(17)는 너트 고정링(7)에 의하여 회전 중공 샤프트(10)에 대하여 회전 중공 샤프트(10)와 동축에 고정된다. 한편, 직동 로드(2)는, 슬라이딩 운동부(6a)와 웨어링(22) 사이의 외주면에, 유성롤러나사의 너트부(17)와 걸어 맞추어지는 걸어맞춤부인 유성롤러나사의 나사부(6b)를 가진다. 이 너트부(17)와 이 나사부(6b)는 서로 걸어 맞추어져서, 회전직동 변환기구인 유성롤러나사를 구성한다. 회전 중공 샤프트(10)가 회전함으로써 유성롤러나사를 통하여 직동 로드(2)는 축방향으로 직동한다. 본 실시예에 있어서는, 유성롤러나사에 의하여 회전직동 변환기구를 실현하고 있는데, 본 발명은 이것으로 한정되지 않으며, 볼나사 등 다른 회전운동을 직동운동으로 변환하는 기능을 가지는 기구를 사용하여도 좋다.
- [0025] 도 3에, 도 1의 III-III에서 본 실시예의 리니어 액추에이터의 유성롤러나사의 너트부(17)의 확대 부분단면도를 나타낸다. 회전 중공 샤프트(10)의 내면에 고정된 이 너트부(17)는, 복수의 롤러(17a)를 가지고, 나사부(6b)의 나사홈(6c)과 걸어 맞추어진다. 또한, 너트부(17)는 축방향으로 관통하는 복수의 관통구멍(17b)을 구비하고, 운



활유가 너트부(17)의 관통구멍(17b)을 경유하여 축방향으로 이동하기 쉬운 구성을 제공하고 있다.

- [0026] 도 4에, 도 1의 IV-IV에서 본 실시예 1에 따른 리니어 액추에이터의 웨어링 홀더(22b)의 부분을 확대한 부분단면도를 나타낸다. 웨어링(22)을 지지하는 웨어링 홀더(22a)는, 그 외주에 오목부를 가지고, 이 오목부에 의하여 웨어링(22)을 지지한다. 또한, 웨어링 홀더(22a)는 축방향으로 관통하는 웨어링 홀더 관통구멍(22b)을 가지고, 웨어링 홀더 관통구멍(22b)에 의하여, 웨어링 홀더(22a)는 축방향으로 유체 연통하고 있다.
- [0027] 유성롤러나사의 너트부(17)의 축방향에서의 양측에 있어서, 본체에 대하여 고정된 부재인 제 1 원통 샤프트(15) 및 제 2 원통 샤프트(19)와 회전 중공 샤프트(10)와의 사이를 밀봉하는 제 1 오일셀(16) 및 제 2 오일셀(18)을 가진다. 제 1 및 제 2 원통 샤프트(15, 19)와 제 1 및 제 2 오일셀(16, 18)은, 각각 협동하여 제 1 회전 오일셀부 및 제 2 회전 오일셀부를 형성한다. 제 1 회전 오일셀부(15, 16) 및 제 2 회전 오일셀부(18, 19)는, 직동 로드(2)가 직동하는 본체 내의 공간으로서 윤활유와 기체가 혼재하는 제 1 밀폐영역(5)을, 중공 모터(11, 20) 및 회전 지지부인 앵글리베어링(9)이 배치된 제 2 밀폐영역(21)으로부터 분리하여 구분한다. 더욱이, 직동 오일셀(3)과 협동하여 제 1 밀폐영역(5)을 밀봉한다. 제 1 및 제 2 원통 샤프트(15, 19)의 외주면은, 그 면 위를 제 1 및 제 2 오일셀(16, 18)이 슬라이딩 운동하므로, 내마모성을 부여하기 위하여 경질 크롬 도금 등을 실시하는 것이 바람직하다. 제 1 및 제 2 오일셀(16, 18)은 고무 등의 재료로 구성된다.
- [0028] 본 발명에 따른 리니어 액추에이터는, 스테이터 권선부(11)와 로터 영구자석(20)으로 이루어지는 중공 모터를 구동원으로 하기 때문에, 종래예로서 나타낸 예와 같이 구동부와 회전/직동 변환부가 실린더 스트로크의 신장방향으로 직렬로 배치되는 경우가 없다. 이 때문에, 본 발명의 리니어 액추에이터는, 실린더의 스트로크 방향으로 소형화할 수 있다.
- [0029] 도 1에 나타낸 최소 스트로크시, 및 도 2에 나타낸 최대 스트로크시의 본 실시예의 리니어 액추에이터의 단면도를 참조하면서, 본 리니어 액추에이터의 동작과 기능에 대하여 설명한다.
- [0030] 도 1에 나타낸 최소 스트로크 상태에 있어서, 미도시의 제어장치에 의하여 중공 모터가 소정의 회전방향으로 구동되고, 로터 영구자석(20)이 스테이터 권선부(11)에 대하여 회전하면, 그것에 따라서 회전 중공 샤프트(10), 및 회전 중공 샤프트(10)에 고정되어 있는 유성롤러나사의 너트부(17)가 회전한다. 너트부(17)가 회전하면, 그것과 걸어 맞추어져 있는 나사부(6b)에 의하여, 직동 로드(2)는 축방향으로 직동한다. 여기에서, 직동 로드(2)의 단부에 고정되어 있는 제 1 구면베어링(1) 및 본체의 실린더 후단부 케이싱(12f)에 고정되어 있는 제 2 구면베어링(14)은, 본 리니어 액추에이터로 제어하고자 하는 부재, 예를 들어 열차의 차량과 대차에 접속되고, 직동 로드(2)의 축을 중심으로 한 회전방향의 움직임은 구속되어 있다. 따라서, 유성롤러나사의 너트부(17)의 회전은, 그것과 걸어 맞추어져 있는 유성롤러나사의 나사부(6b)에 의하여 직동 로드(2)의 축방향의 직동 운동으로 변환된다.
- [0031] 직동 로드(2)가 축방향으로 직동할 때, 원통 실린더(23) 내에 수용되어 있는 직동 로드(2)의 단부의 외주의 웨어링(22)은, 원통 실린더(23)의 내주면과 슬라이딩 운동하면서, 원통 실린더(23) 내를 직동한다. 본 리니어 액추에이터 자체가 진동을 받을 때의 모멘트나, 중력에 대한 설치각도에 의존하는 자체 무게에 의한 모멘트는, 직동베어링부 케이싱(12a)의 직동베어링(4)과 직동 로드(4)의 슬라이딩 운동부(6a), 유성롤러나사의 너트부(17)와 직동 로드(2)의 유성롤러나사의 나사부(6b), 및 직동 로드(2)의 웨어링(22)과 원통 실린더(23)의 내주면으로 받는다. 본 발명에 따른 리니어 액추에이터에 있어서는, 스테이터 권선부(11)와 로터 영구자석(20)으로 이루어지는 중공 모터부를 축방향의 중심에 대하여 본체 내의 제 2 단부측(제 2 구면베어링측)에 배치하고 있으므로, 가해지는 진동 등에 의하여 발생하는 관성모멘트를 작게 억제할 수 있다. 이에 따라, 리니어 액추에이터의 설계 내하중을 작게 할 수 있다는 효과를 가진다.
- [0032] 직동 로드(2)가 직동베어링부 케이싱(12a)으로부터 돌출되고, 도 1의 스트로크 최소의 상태에서 도 2의 스트로크 최대의 상태로 변함으로써, 제 1 밀폐영역(5)의 용적은 증대한다. 또한, 제 1 밀폐영역(5)은, 제 1 및 제 2 회전 오일셀부(15, 16, 18, 19)와 직동 오일셀부(3)에 의하여 밀봉되어 있으므로, 이러한 용적의 증대에 따라서, 제 1 밀폐영역(5) 내의 압력은 저하한다. 유성롤러나사의 나사부(6b)와 너트부(17), 웨어링(22)과 원통 실린더(23)의 내면과의 슬라이딩 운동부, 및 직동베어링부 케이싱(12a)의 직동베어링(4)과 직동 로드(2)의 슬라이딩 운동부(6a)와의 사이의 윤활을 위하여, 제 1 밀폐영역(5) 내에는 윤활유가 밀봉되어 있다. 밀폐공간인 제 1 밀폐영역(5)으로의 직동 로드(2)의 출입을 가능하게 하기 위하여, 제 1 밀폐영역(5) 내에 윤활유와 함께 기체를 밀봉하고, 제 1 밀폐영역(5) 내의 압력의 변동을 버퍼하고 있다. 본 발명의 리니어 액추에이터는, 직동 로드(2)의 축방향이 대략 수평하게 되도록 설치하여 사용되므로, 제 1 밀폐영역(5)의 일부인 원통 실린더(23) 내에도 윤활유와 기체가 존재한다. 직동 로드(2)가 직동할 때에는, 웨어링(22)은 원통 실린더(23)의 내면에 대하여

슬라이딩 운동하면서 이동하고, 원통 실린더(23) 내의 축방향에서의 웨어링(22)의 이동시의 압력차에 따라서, 윤활유 및 기체는, 웨어링 홀더(22a)를 축방향으로 관통하고 있는 웨어링 홀더 관통구멍(22b)을 통하여, 원통 실린더(23) 내의 축방향으로 이동한다.

[0033] 원통 실린더(23) 내면은, 경질 크롬 도금 등에 의하여 내마모성의 향상이 도모되고 있다. 또한, 원통 실린더(23) 내면의 소모가 진행된 경우에는, 실린더 후단부 케이싱(12f)(원통 실린더(23))만을 교환함으로써, 직동 로드(2)의 웨어링(22)과 원통 실린더(23) 내면의 적합한 슬라이딩 운동 특성을 간이한 부품 교환에 의하여 유지할 수 있다는 효과를 가진다.

[0034] 철도차량의 요동방지에 본 발명의 리니어 액추에이터를 이용하는 경우, 특히 고속주행시의 공기력 특성을 위하여 필요시되는 액티브 제어가 있다. 예를 들어, 저속주행에서는 발생하지 않지만, 고속주행에서의 터널 진입시의 순간적인 차량의 가로 요동 혹은 고속주행시의 카르만 소용돌이의 영향에 의한 열차편성의 최종차량의 가로 요동 등이 있다. 이들 요동을 억제하기 위하여, 소정의 주행속도 이하 등, 소정의 조건 이외에는 액티브 제어가 불필요한 경우가 있어, 리니어 액추에이터의 전원을 끈 상태로, 가급적 외부 힘에 대하여 부하(백 드라이브 포스)를 가하지 않고 중동시키고자 하는 요구가 있다.

[0035] 본 발명의 구성에 있어서는, 제 1 및 제 2 회전 오일셀부의 슬라이딩 운동부는, 직동 로드(2)의 걸어맞춤부의 직경의 1.5배 이하의 직경, 더욱 바람직하게는 1.3배 이하의 직경, 보다 더 바람직하게는 1.15배 이하의 직경으로 함으로써, 제 1 및 제 2 회전 오일셀부에서의 슬라이딩 운동 단면적을 작게 하여, 외부 힘에 대하여 작은 부하로 중동시킬 수 있다. 이러한 셀부의 슬라이딩 운동 부분의 직경이, 직동 로드(2)의 걸어맞춤부에 대하여 너무 큰 경우에는, 셀부의 슬라이딩 운동 길이(슬라이딩 운동 단면적)가 증대하고, 외부 힘에 중동시키는 경우의 부하가 커져서 바람직하지 않다. 거꾸로, 제 1 및 제 2 회전 오일셀부의 슬라이딩 운동부의 직경을 너무 작게하면, 셀부의 슬라이딩 운동 길이(슬라이딩 운동 단면적)에 기인하는 외부 힘에 대한 부하는 작게 할 수 있지만, 제 1 및 제 2 원통 샤프트(15, 19)의 내면과 직동 로드(2)(유성롤러나사의 나사부(6b))의 외면의 간격이 좁아지므로, 직동 로드(2)의 스트로크가 변하여 제 1 밀폐영역(5) 내의 압력이 변동할 때, 이 틈을 통하여 이동하는 윤활유의 유체저항이 증대하고, 액추에이터의 구동저항을 증가시켜서, 백 드라이브 포스를 증대시키므로 바람직하지 않다.

[0036] 그리고, 본 발명의 리니어 액추에이터에 있어서는, 마모 가루 등이 발생하기 쉬운 유성롤러나사의 나사부(6b), 너트부(17), 직동베어링(4)은, 오일로 윤활하게 되어, 마모 가루 등이 발생한 경우라도 오일의 점성이 낮으므로 마모 가루가 발생한 장소에 마모 가루를 국소적으로 편재시키지 않고 분산시킬 수 있어, 베어링부의 정지 등의 위험을 회피할 수 있다.

[0037] 한편, 제 1 및 제 2 회전 오일셀부(15, 16, 18, 19)로 밀봉된 제 2 밀폐영역(21(21a, 21b)) 내에 구비된 회전 지지부인 앵글리베어링(9)은 저점도 그리스로 윤활하게 한다. 리니어 액추에이터의 전원이 OFF일 때, 외부 힘에 대하여 작은 부하로 중동시키기 위해서는, 앵글리베어링(9)도 오일로 윤활하게 하는 것이 바람직한데, 제 2 밀폐영역(21) 내에는, 모터부(스테이터 권선부(11), 로터 영구자석(20))가 있으므로, 앵글리베어링(9)에서 발생한 마모 가루 등의 철가루가 유동하여 모터부로 이동하는 위험성을 가급적 배제하기 위하여, 저점도 그리스를 사용한다. 앵글리베어링(9)과 모터부 사이에는, 비접촉 라비린스셀(labyrinth seal)(27)을 설치하고, 저점도 그리스로 밀봉하여, 로터 영구자석(20)과 스테이터 권선부(11)와 VR 리졸버(13a, 13b)를 포함하는 모터 영역(21b)과, 앵글리베어링(9)을 포함하는 베어링 영역(21a)을 분리하고, 앵글리베어링(9)에서 발생한 마모 가루 등의 철가루가 모터 영역(21b)에 침입하는 위험성을 배제하고 있다. 또한, 이러한 비접촉 라비린스셀(27)은, 회전 중공 샤프트(10)에 대하여, 회전축에서 반경방향의 바깥측에 설치되므로, 셀 부분의 두레길이는 길지만, 비접촉셀이므로, 외부 힘에 대하여 작은 부하로 중동할 수 있다.

[0038] 본 발명의 리니어 액추에이터에 있어서는, 직동 로드(2)가 이동하는 제 1 밀폐영역(5)은, 제 1과 제 2 회전 오일셀부(15, 16, 18, 19)와 직동 오일셀부(3)에 의하여 밀봉되어 있으므로, 직동 로드(2)의 스트로크 변위에 기인하는 제 1 밀폐영역(5) 내의 압력변동에 의하여, 바깥공기를 제 1 밀폐영역(5) 내로 유출입시키지 않는다(에어 브리더(air breather) 기능을 가지지 않는다). 이 때문에, -20℃와 같은 저온의 조건하에서 계속 사용하여도, 공기 중 수분의 응고 등의 현상에서 기인하는 슬라이딩 운동 기능의 저하를 불러 일으키지 않아, 양호한 슬라이딩 운동 상태를 유지할 수 있는 효과를 가진다. 또한, 본 발명의 리니어 액추에이터 본체는 바깥공기에 대하여 밀봉되어 있으므로, 공기 중의 수분·먼지 등이 본체 내로 침입하는 것을 방지할 수 있어, 안정적인 기능을 유지할 수 있다. 스트로크 변화에 따라서 본체의 선단부인 직동베어링부 케이싱(12a)으로부터 돌출되었을 때, 직동 로드(2)의 슬라이딩 운동부(6a)가 주위의 환경에 노출되어 수분이나 먼지 등이 슬라이딩 운동



부(6a)의 외표면에 부착되는 것을 방지하기 위하여, 직동베어링부 케이싱(12a)과 제 1 구면베어링(1) 사이에는, 미도시의 벨로즈 등의 커버를 설치하여, 분진 등이 슬라이딩 운동부(6a)의 외표면에 부착하는 것을 미연에 방지하는 것이 바람직하다.

[0039] 한편, 제 1 밀폐영역(5) 내의 기체는, 공기 혹은 질소 등의 불활성 가스를 사용할 수 있다.

[0040] 제 1 밀폐영역(5)은 밀폐공간이므로, 기체가 차지하는 용적과 압력의 곱은 일정하다. 따라서, 제 1 밀폐영역(5) 내의 기체가 차지하는 용적이 V1에서 V2로 변하고, 압력이 P1에서 P2로 변한 경우, 용적 변화 후의 압력(P2)은,

[0041] 
$$P2 = P1 \times (V1/V2)$$

[0042] 
$$= P1 \times (V1/(V1 \pm \Delta V)) \quad (1)$$

[0043] 로 나타낼 수 있다. 여기에서,  $\Delta V$ 는 기체가 차지하는 용적의 V1에서 V2로의 변화량( $V2-V1$ )이고, 직동 로드(2)가 직동베어링부 케이싱(12a)에 대하여 출입하는 체적에 해당하는 양이다. 바꿔 말하면, 직동 로드(2)의 슬라이딩 운동부(6a)의 단면적과 최대 스트로크 길이의 곱으로 나타나는 체적이다. 이러한 관계에 의하여, 직동 로드(2)의 최대 스트로크시와 최소 스트로크시의 제 1 밀폐영역(5) 내의 압력차를 고려하여, 오일셀부의 내압조건을 만족하도록 장치를 설계할 수 있다. 일반적인 오일셀에 있어서 권장되는 허용차압 조건은 0.3기압 정도이다. 따라서, 제 1 밀폐영역(5) 내 및 제 2 밀폐영역(21) 내의 압력의 초기조건을 대기압으로 한 경우,

[0044] 
$$V/(V-A \times L) < 1.3 \quad (2)$$

[0045] 의 조건을 만족시키도록, 제 1 밀폐영역(5)의 용적과 윤활유의 양으로부터 결정되는 최대 스트로크시의 기체의 용적(V), 직동 로드(2)의 축방향에 수직인 평면 내에서의 단면적(A)과 스트로크 길이(L)를 고려하여 설계할 수 있다. 이에 따라, 제 1 밀폐영역(5) 내의 밀폐성을 유지하는 동시에, 오일셀의 기능을 손상시키지 않고 안정된 기능을 유지할 수 있는 리니어 액추에이터를 제공할 수 있다.

[0046] (본 실시예의 리니어 액추에이터의 조립방법)

[0047] 이하, 도 5a 내지 5i를 참조하면서, 본 실시예에 따른 리니어 액추에이터의 조립 방법의 일례를 설명한다.

[0048] 최초로 앵글러베어링(9)의 내륜을 베어링 고정 너트(8)로 회전 중공 샤프트(10)에 고정하고, 회전 중공 샤프트(10)에는 로터 영구자석(20), 제 2 오일셀(18)이 장착된다. 또한, 너트 고정링(7)에 의하여, 유성롤러나사의 너트부(17)가 회전 중공 샤프트(10)의 내주면에 고정된다. 또한, 제 1 오일셀(16)이 너트 고정링(7)에 대하여 고정된다(도 5a를 참조). 본체의 일부를 구성하는 회전직동변환부 케이싱(12b)에는 제 1 원통 샤프트(15)가 설치된다(도 5a).

[0049] 다음으로, 제 1 원통 샤프트(15)의 외주면에 제 1 오일셀(16)을 슬라이딩 운동시키면서, 앵글러베어링(9)을 통하여 회전 중공 샤프트(10)를 회전직동 변환부 케이싱(12b)에 삽입하고, 앵글러베어링 누름판(28)에 의하여, 앵글러베어링(9)의 외륜을 회전직동 변환부 케이싱(12b)에 고정한다. 또한, 비접촉 라비린스셀(27)을 앵글러베어링 누름판(28)과 회전 중공 샤프트(10) 사이에 설치한다(도 5b).

[0050] 중공 모터의 스테이터 권선(11), VR 리졸버(스테이터측)(13a)가 고정된 모터부 케이싱(12c)을 회전직동 변환부 케이싱(12b)으로 연결한다(도 5c). 다음으로, VR 리졸버(로터측)(13b)를 회전 중공 샤프트(10)에 고정된 후, 모터부 후부 케이싱(12d)을 모터부 케이싱(12c) 단부에 고정한다(도 5d).

[0051] 직동 로드(2)와 유성롤러나사의 나사부(6b)를 연결하고, 회전직동 변환부 케이싱(12b)의 개구부측으로부터, 유성롤러나사의 나사부(6b)의 나사홈(6c)을 너트부(17)와 걸어 맞추면서 삽입한다(도 5e).

[0052] 다음으로, 미리 제 2 원통 샤프트(19)를 단부에 고정된 원통 실린더(23)를 모터부 후부 케이싱(12d)의 중앙의 개구부로부터 삽입하고, 제 2 원통 샤프트(19)를 제 2 오일셀(18)에 대하여 슬라이딩 운동시키면서 제 2 오일셀(18)에 삽입하여, 원통 실린더(23)를 모터부 후부 케이싱(12d)에 고정한다(도 5f).

[0053] 그 후, 직동 로드(2)와 유성롤러나사의 나사부(6b)를 원통 실린더(23)의 단부측으로 이동시키고, 웨어링(22)을 외주의 오목부에 장착한 웨어링 홀더(22a)를 직동 로드(2)의 유성롤러나사의 나사부(6b)측의 단부에 장착하여, 웨어링 홀더 고정 너트(22c)에 의하여 직동 로드(2)의 유성롤러나사의 나사부(6b)측의 단부에 고정한다(도 5g).

[0054] 다음으로, 직동 로드(2)의 슬라이딩 운동부(6a)와, 직동 오일셀(3) 및 직동베어링(4)이 고정된 직동베어링부 케이싱(12a)을 슬라이딩 운동시키면서, 직동 로드(2)의 슬라이딩 운동부(6a)를 직동베어링부 케이싱(12a)에 삽입하도록, 직동베어링부 케이싱(12a)을 장착하여, 회전직동 변환부 케이싱(12b)에 대하여 고정한다(도 5h).

- [0055] 마지막으로, 제 1 구면베어링(1)을 직동 로드(2)의 선단부에 고정하고, 실린더 후단부 케이싱(12f)을 원통 실린더(23)의 단부에 고정하여, 제 2 구면베어링(14)을 실린더 후단부 케이싱(12f)에 고정한다(도 5i).
- [0056] 또한, 윤활유는 회전직동 변환부 케이싱(12b) 등에 구성된 미도시의 밀폐패쇄 가능한 오일 주입구로부터 필요한 양을 주입할 수 있다.
- [0057] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 실시예의 구성에 의하여, 리니어 액추에이터 본체 이외에 압력발생장치와 같은 외부장치를 필요로 하지 않으며, 또한 압력유체에서의 제어장치의 경우에 필요한 가압유체의 배관을 필요로 하지 않고, 중공 모터를 사용함으로써 소형의 리니어 액추에이터를 실현할 수 있다. 그리고, 필요할 때에 원하는 구동력을 부여하는 액추에이터로서, 또는 원하는 감쇠력을 부여하는 리니어 액추에이터로서의 기능을 제공하고, 또한 리니어 액추에이터로서 기능하게 할 필요가 없을 때에는, 외부 힘에 대하여 큰 저항력을 주지 않고, 쉽게 종동할 수 있다. 또한, 온도 등의 사용환경에 의존하지 않고 안정된 기능을 유지할 수 있는 리니어 액추에이터를 실현할 수 있다.
- [0058] **실시예 2**
- [0059] 실시예 2에 따른 리니어 액추에이터의 단면도로서, 최소 스트로크의 경우를 도 6에, 최대 스트로크의 경우를 도 7에 나타낸다.
- [0060] 본 실시예의 리니어 액추에이터의 구성은, 도 1 내지 도 3에서 나타난 실시예 1의 리니어 액추에이터와 기본적으로 동일하므로, 같은 구성에 대해서는 설명을 생략하고, 다른 구성에 대해서만 설명한다.
- [0061] 본 실시예의 원통 실린더(23)는, 직동 로드(2)의 웨어링(22)의 폐색단부측의 가동 범위의 상부에 개구부(26)를 가진다. 본체의 일부인 회전직동 변환부 케이싱(12b)은, 유성롤러나사의 너트부(17)의 개구단부측의 상부에 개구부(24)를 가진다. 원통 실린더(23)의 개구부(26)와, 제 1 밀폐영역(5)을 구성하는 본체의 일부인 회전직동 변환부 케이싱(12b)의 개구부(24)는, 바이패스관(25)으로 접속되고, 서로 유체 연통하는 유로가 형성되어 있다.
- [0062] 실시예 1에 있어서 설명한 바와 같이, 직동 로드(2)가 직동베어링부 케이싱(12a)으로부터 돌출되고, 도 6의 최소 스트로크의 상태에서 도 7의 최대 스트로크의 상태로 변함으로써, 제 1 밀폐영역(5)의 용적은 증대한다. 또한, 제 1 밀폐영역(5)은, 제 1 및 제 2 회전 오일셀부(15, 16, 18, 19)와 직동 오일셀부(3)에 의하여 밀봉되어 있으므로, 이러한 용적의 증대에 의하여, 제 1 밀폐영역(5) 내의 압력은 저하한다. 유성롤러나사의 나사부(6b)와 너트부(17), 웨어링(22)과 원통 실린더(23)의 내면과의 슬라이딩 운동부, 및 직동베어링부 케이싱(12a)의 직동베어링과 직동 로드(2)의 슬라이딩 운동부(6a)와의 사이의 윤활을 위하여, 제 1 밀폐영역(5) 내에는 윤활유가 밀봉되어 있는데, 제 1 밀폐영역(5) 내의 압력의 변동에 대응하기 위하여, 제 1 밀폐영역(5) 내에는 윤활유와 함께 기체도 밀봉되어 있다. 본 발명의 리니어 액추에이터는, 직동 로드의 축방향이 대략 수평하게 되도록 설치하여 사용되므로, 제 1 밀폐영역(5)의 일부인 원통 실린더(23) 내의 제 1b 밀폐영역(5b)에도 윤활유와 기체가 존재한다. 도 6의 최소 스트로크시와 도 7의 최대 스트로크시를 비교하면 명확하듯이, 원통 실린더(23) 내의 제 1b 밀폐영역(5b)의 용적의 변화율은 크기 때문에, 이러한 용적 변화량에 따른 압력변화가 발생하고, 그에 따라, 제 1 밀폐영역(5) 내에서 윤활유와 기체의 이동이 발생한다. 특히, 회전직동 변환부 케이싱(12b)의 유성롤러나사의 너트부(17)의 제 1 단부측에, 윤활유의 저장부로서 기능하는 제 1a 밀폐영역(5a)이 형성되어 있다. 바꿔 말하면, 축방향에서의 제 1 회전 오일셀부(15, 16)와 직동 오일셀부(3) 사이에, 제 1 밀폐영역(5)은 윤활유의 저장부로서 기능하는 제 1a 밀폐영역(5a)을 가진다. 이 제 1a 밀폐영역(5a)과 원통 실린더(23) 내의 웨어링(22)의 제 2 단부측의 제 1b 밀폐영역(5b) 사이에서, 유체를 이동시키기 위하여 필요한 힘을 작게 하는 것은, 외부 힘에 대하여 작은 부하로 종동시키기 위하여, 또한, 리니어 액추에이터로서 사용하는 경우에도 신속한 응답을 실현하는 데에 중요하다.
- [0063] 본 실시예의 리니어 액추에이터는, 제 1a 밀폐영역(5a)과 제 1b 밀폐영역(5b)을 유체 연통시키는 바이패스관(25)을 구비한다. 이 때문에, 제 1a 밀폐영역(5a)과 제 1b 밀폐영역(5b)의 압력차에 따라서, 실시예 1의 경우와 같이 웨어링(22)과 원통 실린더(23)의 내면 사이를 경유하는 루트와 더불어, 바이패스관(25)을 경유하는 루트에서, 제 1a 밀폐영역(5a)과 제 1b 밀폐영역(5b) 사이를 윤활유 및 기체가 이동한다. 이 때문에, 윤활유 및 기체의 이동은 실시예 1의 경우에 비하여 쉽게 이루어진다. 또한, 수평으로 설치되는 리니어 액추에이터의 상측에, 제 1 밀폐영역(5)으로부터 바이패스관(25)에 접속하는 개구부(24, 26)가 구비되므로, 압력변화의 버퍼의 역할을 담당하는 기체가 우선적으로 바이패스관(25)을 통하여 제 1a 밀폐영역(5a)과 제 1b 밀폐영역(5b) 사이를 이동하게 된다. 이 때문에, 어떠한 스트로크 상태에 있어서도, 제 1a 밀폐영역(5a) 및 제 1b 밀폐영역(5b) 내에 윤활유가 잔류하는 상태를 유지할 수 있어, 양호한 윤활조건을 유지할 수 있다.

- [0064] 한편, 온도의 저하에 따라서 윤활유의 점도는 지수함수적으로 상승하므로,  $-20^{\circ}\text{C}$ 와 같은 저온시에는, 제 1a 밀폐영역(5a)과 제 1b 밀폐영역(5b) 사이를 윤활유가 이동하기 위하여 형성되어 있는 너트 관통구멍(17b) 및 웨어링 홀더 관통구멍(22b)은, 윤활유에 대하여 큰 유체저항을 나타낸다. 더욱이, 제 1a 밀폐영역(5a) 및 제 1b 밀폐영역(5b)의 유로 길이는 길기 때문에, 저온시( $-20^{\circ}\text{C}$  근방)에는 유체저항의 영향이 커져서 무시할 수 없다. 결과적으로 저온시에는 직동 로드(2)의 스트로크에 대한 백 드라이브 포스가 상승할 우려가 있다.
- [0065] 저온시의 윤활유의 점성 상승에 따르는 유체저항의 증대에 의한 백 드라이브 포스를 저감하기 위한 실시예로서, 도 8에 실시예 1의 변형 실시형태를 나타낸다. 이러한 리니어 액추에이터의 변형 실시형태에 있어서는, 직동 로드(2)는, 유성롤러나사의 나사부(6b)의 단부인 원통 실린더(23)측의 단면으로부터, 슬라이딩 운동부(6a) 근방까지 축방향으로 연장하여 제 1a 밀폐영역(5a)과 제 1b 밀폐영역(5b)을 유체 연통하고 있는 나사부 관통구멍(6c)을 가진다. 바꿔 말하면, 나사부 관통구멍(6c)은, 직동 로드(2)의 원통 실린더(23)에 수용되어 있는 단부측의 단면과, 슬라이딩 운동부(6a)로부터 이 단면측의 외주면과의 사이를 유체 연통하는 관통구멍이다. 이에 따라, 너트 관통구멍(17b) 및 웨어링 홀더 관통구멍(22b)을 경유하는 유로와 더불어, 나사부 관통구멍(6c)을 경유하는 유로를 경유하여도 윤활유는 제 1a 밀폐영역(5a)과 제 1b 밀폐영역(5b) 사이를 이동할 수 있어, 유체저항을 저감할 수 있다. 하지만, 어떠한 유로도 축방향으로 길기 때문에,  $-20^{\circ}\text{C}$  근방과 같은 저온에서의 고점성 상태에서는, 점성 저항의 증대의 영향은 무시할 수 없어, 백 드라이브 포스의 상승이 과제가 된다.
- [0066] 이에 대하여 본 실시예의 구성에 있어서는, 제 1a 밀폐영역(5a) 및 제 1b 밀폐영역(5b)의 상측에 개구부(24, 26)를 가지는 바이패스관(25)을 가지므로, 바이패스관(25)을 경유하여, 윤활유에 대하여 기체가 우선적으로 제 1a 밀폐영역(5a)과 제 1b 밀폐영역(5b) 사이를 흐른다. 저온조건에서 윤활유의 점성이 상승하고, 제 1a 밀폐영역(5a) 및 제 1b 밀폐영역(5b)의 유로에서의 윤활유의 점성저항이 상승하여도, 바이패스관(25)의 존재에 의하여 직동 로드(2)의 스트로크에 대한 슬라이딩 운동 저항의 상승은 완화된다. 더욱이, 바이패스관(25)을 설치한 만큼 제 1 밀폐영역(5) 내의 공기영역의 부피가 커지므로, 직동 로드(2)의 스트로크에 의한 내압 상승이 완화된다.
- [0067] 본 실시예에 있어서는, 제 1a 밀폐영역(5a)과 제 1b 밀폐영역(5b)을 바이패스관(25)에 의하여 유체 연통하는 구성을 예시하여 설명하였는데, 본 발명은 이러한 구성으로 한정되는 것은 아니다. 직동 로드(2)의 축이 대략 수평이 되도록 놓였을 때, 직동 로드(2)의 축을 포함하는 수평면보다 위에 위치하는 제 1a 밀폐영역(5a)의 개구부와 제 1b 밀폐영역(5b)의 개구부를 유체 연통에 연결하는 바이패스유로를 구비함으로써, 본 실시예에서 설명한 바이패스관(25)과 같은 작용효과를 얻을 수 있다. 예를 들어, 본 리니어 액추에이터의 본체(12)를 구성하는 회전직동 변환부 케이싱(12b), 모터부 케이싱(12c), 모터부 후부 케이싱(12d), 원통 실린더(1e)를 관통하는 관통구멍을 형성하고, 제 1a 밀폐영역(5a)과 제 1b 밀폐영역(5b)을 유체 연통시키는 것에 의해서도 본 발명의 작용효과를 얻을 수 있는 것에 유의하기 바란다.
- [0068] 이상으로부터, 제 1 실시예에 대하여, 저온시( $-20^{\circ}\text{C}$  근방)에 있어서 더욱 안정적인 기능을 유지할 수 있는 리니어 액추에이터를 실현할 수 있다.
- [0069] **실시예 3**
- [0070] 도 9에 최대 스트로크시의 실시예 3에 따른 리니어 액추에이터의 단면도를 나타낸다.
- [0071] 본 실시예의 리니어 액추에이터의 구성은, 도 6 및 도 7에서 나타난 실시예 2의 리니어 액추에이터와 기본적인 구성은 같으므로, 같은 구성에 대해서는 설명을 생략하고, 다른 구성에 대해서 설명한다.
- [0072] 본 실시예의 리니어 액추에이터는, 제 1a 밀폐영역(5a)을 구성하는 회전직동 변환부 케이싱(12b)의 형상이 실시예 2의 경우와는 다르다. 그 밖의 구성에 대해서는, 실시예 2와 동일하다.
- [0073] 본 실시예에서의 확장 제 1a 밀폐영역(5a')을 구성하는 회전직동 변환부 케이싱(12b)의 형상은, 직동 로드(2)의 축을 포함하는 수평면에 대하여 상하로 비대칭이고, 직동 로드(2)의 축이 대략 수평하게 되도록 설치되는 리니어 액추에이터에 있어서, 확장 제 1a 밀폐영역(5a')의 직동 로드(2)의 축을 포함하는 대략 수평면보다 상측의 용적이 하측의 용적보다 커지도록 회전직동 변환부 케이싱(12b)을 구성하고 있다.
- [0074] 이러한 구성을 가짐으로써, 소정량의 윤활유량에 대하여 상대적으로 많은 용적의 기체를 밀봉할 수 있다. 이에 따라, 식(2) 중의 V가 커지므로, 기체의 용적의 변화량인  $A \times L$ 이 일정한 경우에는,  $V/(V-A \times L)$ 이 작아져서, 제 1 밀폐영역(5) 내의 압력변화량을 작게 할 수 있다. 압력변화량이 감소하여서 압력변화에 따라서 흐르는 유체량도 감소하므로, 백 드라이브 포스를 작게 할 수 있다. 그에 따라서, 스트로크 길이에 의하여 변하는 제 1 밀폐영역(5) 내의 압력에 대하여 직동 로드(2)를 구동하기 위하여 필요한 힘도 작아져서, 보다 부드러운 리니어 액

추에이터의 구동을 가능하게 한다. 더욱이, 식(2)를 만족하는 장치의 설계의 자유도가 향상된다.

[0075] 또한, 확장 제 1a 밀폐영역(5a')은, 직동 로드(2)의 축보다 상측의 용적이 하측의 용적보다 큰 형상이다. 이와 같은 실시형태에서 확장 제 1a 밀폐영역(5a') 내의 용적을 크게 함으로써, 윤활유 정지의 기능을 가지는 확장 제 1a 밀폐영역(5a') 내의 직동 로드(2)의 축보다 하측 부분에 머물고 있는 윤활유는, 제 1a 밀폐영역(5a)의 용적을 확대하고 있지 않은 실시예 1이나 실시예 2와 마찬가지로, 윤활을 필요로 하는 유성롤러나사(6, 17)나, 웨어링(22)으로의 윤활유의 안정된 공급이 가능하다. 또한, 확장 제 1a 밀폐영역(5a')의 상부에 설치된 개구부(24)와 제 1b 밀폐영역(5b)이 유체 연통하고 있으므로, 압력 버퍼로서의 기체는 바이패스관(25)을 통하여 확장 제 1a 밀폐영역(5a') 및 제 1b 밀폐영역(5b) 사이를 적합하게 유통할 수 있다.

[0076] 본 실시예의 구성을 가짐으로써, 제 1 밀폐영역(5) 내의 밀폐성을 보다 확실하게 유지하여, 안정적인 기능을 실현하는 리니어 액추에이터를 제공할 수 있다.

#### [0077] 실시예 4

[0078] 도 10에 본 발명의 실시예 1 내지 3에 따른 리니어 액추에이터를 적용한 철도차량용의 요동제어장치의 개략구성을 나타낸다. 본 실시예의 철도차량용의 요동제어장치는, 실시예 1 내지 3의 본 발명의 액추에이터를 철도차량의 대차(35)와 차체(30) 사이에 설치하고, 차체(30)의 요동을 억제하도록 리니어 액추에이터(33)의 구동을 액티브 제어하는 제어장치(32)를 구비한다.

[0079] 차륜으로부터 1차 스프링(36)을 통하여 대차(35)로 진동이 전달되고, 대차(35)의 진동은 2차 스프링(34)을 통하여 차체(30)로 전달된다. 가속도계(31)는 차체(30)의 가속도를 측정하고, 제어장치(32)는 측정된 가속도에 따라서 차체(30)의 요동(진동)을 억제하도록, 리니어 액추에이터(33)를 액티브하게 제어한다. 제어장치에 의한 액티브 제어는, 공지의 다양한 제어방법을 적용할 수 있다.

[0080] 철도차량에 있어서, 수평방향이며 차량의 진행방향에 대하여 수직인 방향에 대한 진동(요동)을 제어하는 것은, 철도차량의 승객의 승차감을 쾌적하게 하는 동시에, 주행시의 차량의 주행자세를 안정시키는데에 중요하다. 철도차량의 요동을 억제하기 위하여 리니어 액추에이터를 사용하는 경우, 리니어 액추에이터를 수평방향이며 차량의 진행방향에 대하여 수직인 방향으로 설치하는 것이 가장 효율적인 배치방법이다. 제약된 철도차량의 폭 중에 리니어 액추에이터를 수용하는 점에 있어서, 본 발명의 소형화된 리니어 액추에이터는 큰 이점을 가진다. 특히 협궤(狹軌)의 규격이 폭넓게 적용되어 있는 조건하에 있어서는, 본 발명의 소형화된 리니어 액추에이터를 궤도차량에서의 차체의 요동제어장치에 적용하는 것은 특히 유리하다.

[0081] 철도차량에서의 차체의 요동제어장치와 같이, 빈번한 교환 등의 메인テナンス가 실행되기 어렵고, 설치되는 사용 환경에서의 온도 변화가 큰 힘든 사용조건하에서도, 저온에서의 윤활유의 점성 증대에 의한 백 드라이브 포스의 증대의 영향을 배제하여, 백 드라이브 포스가 낮은 상태에서 안정적으로 기능하는 액추에이터를 활용한 철도차량용 요동제어장치를 실현할 수 있다.

[0082] 본 출원은 2010년 7월 9일에 출원된 일본특허출원 제2010-157015호로부터의 우선권을 주장하는 것이고, 그 내용을 인용하여 본 출원의 일부로 하는 것이다.

#### 부호의 설명

- [0083]
- 1: 제 1 구면베어링
  - 2: 직동 로드
  - 3: 직동 오일셀
  - 4: 직동베어링
  - 5: 제 1 밀폐영역
  - 5a: 제 1a 밀폐영역
  - 5a': 확장 제 1a 밀폐영역
  - 5b: 제 1b 밀폐영역
  - 6a: 슬라이딩 운동부

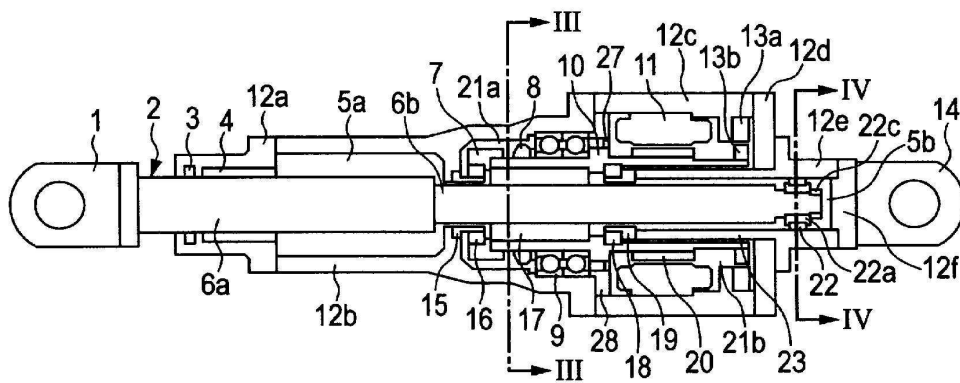
- 6b: 유성롤러나사(나사부)
- 6c: 나사부 관통구멍
- 7: 너트 고정링
- 8: 베어링 고정 너트
- 9: 앵글러베어링
- 10: 회전 중공 샤프트
- 11: 중공 모터(스테이터 권선)
- 12a: 직동베어링부 케이싱
- 12b: 회전직동 변환부 케이싱
- 12c: 모터부 케이싱
- 12d: 모터부 후부 케이싱
- 12e(23): 원통 실린더
- 12f(14): 실린더 후단부 케이싱
- 13a: VR 리졸버(스테이터측)
- 13b: VR 리졸버(로터측)
- 14: 제 2 구면베어링
- 15: 제 1 원통 샤프트(제 1 회전 오일씰부)
- 16: 제 1 오일씰(제 1 회전 오일씰부)
- 17: 유성롤러나사(너트부)
- 17a: 롤러
- 17b: 너트 관통구멍
- 18: 제 2 오일씰(제 2 회전 오일씰부)
- 19: 제 2 원통 샤프트(제 2 회전 오일씰부)
- 20: 중공 모터(로터 영구자석)
- 21: 제 2 밀폐영역
- 21a: 베어링 영역
- 21b: 모터 영역
- 22: 웨어링
- 22a: 웨어링 홀더
- 22b: 웨어링 홀더 관통구멍
- 22c: 웨어링 홀더 고정 너트
- 23: 원통 실린더
- 24: 개구부
- 25: 바이패스관
- 26: 개구부
- 27: 비접촉 라비린스씰



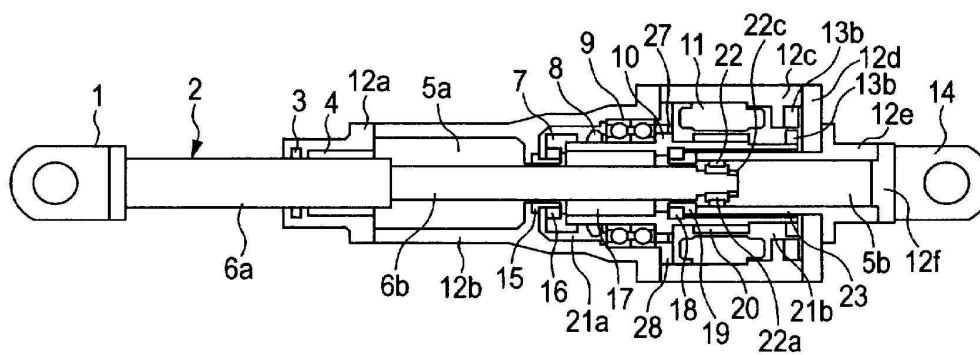
- 28: 앵글리베어링 누름판
- 30: 차체
- 31: 가속도계
- 32: 제어장치
- 33: 리니어 액추에이터
- 34: 2차 스프링
- 35: 대차
- 36: 1차 스프링

## 도면

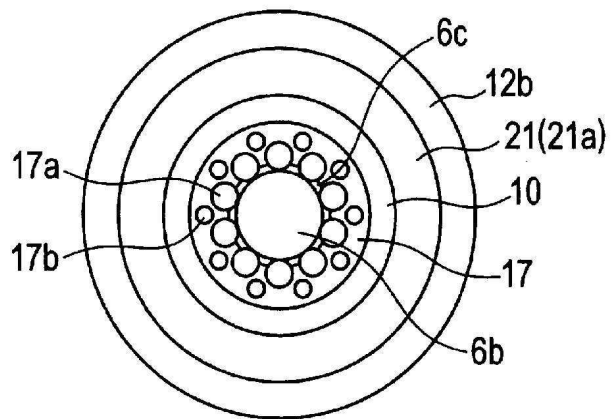
### 도면1



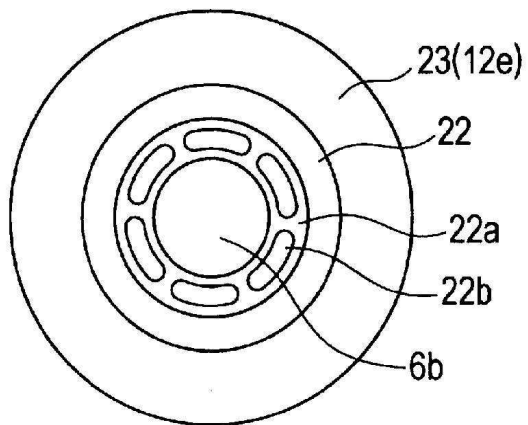
### 도면2



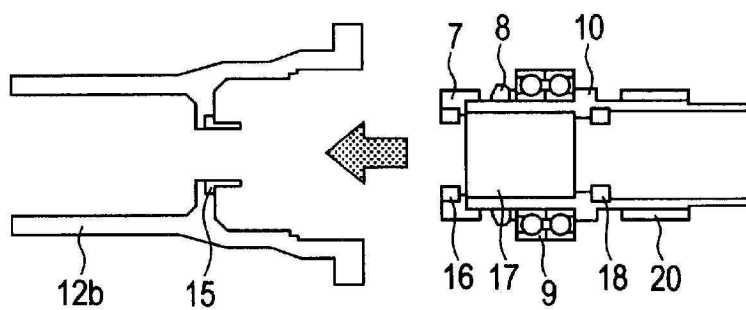
도면3



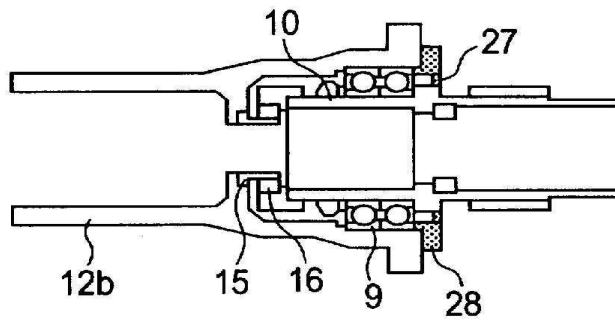
도면4



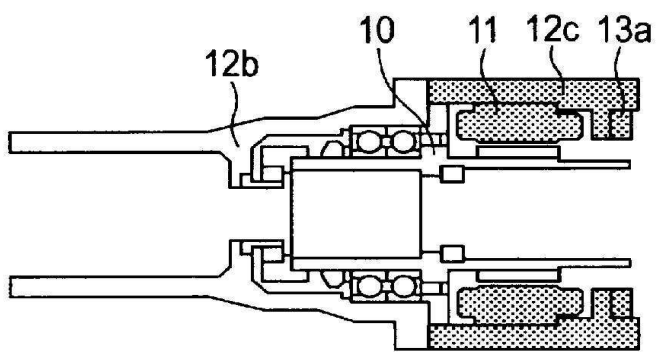
도면5a



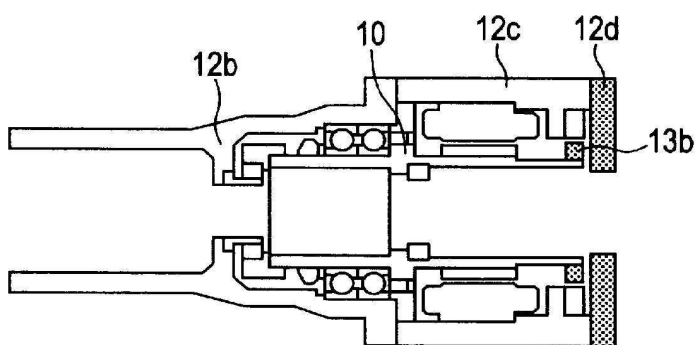
도면5b



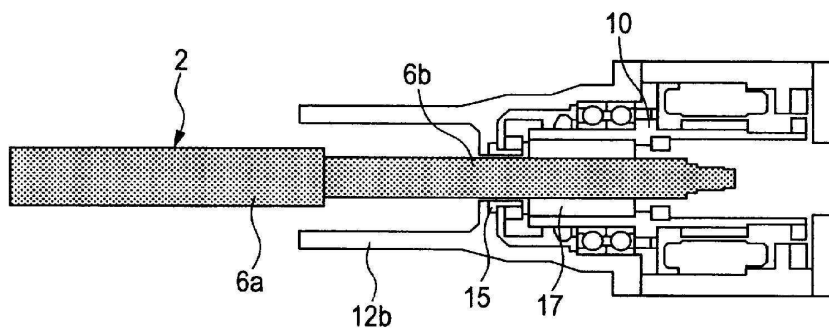
도면5c



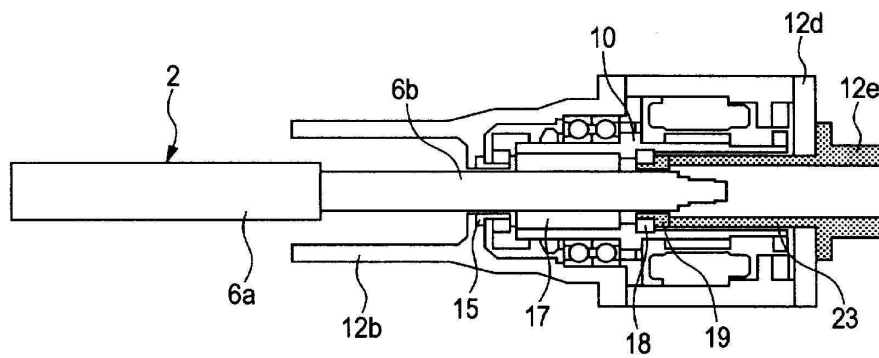
도면5d



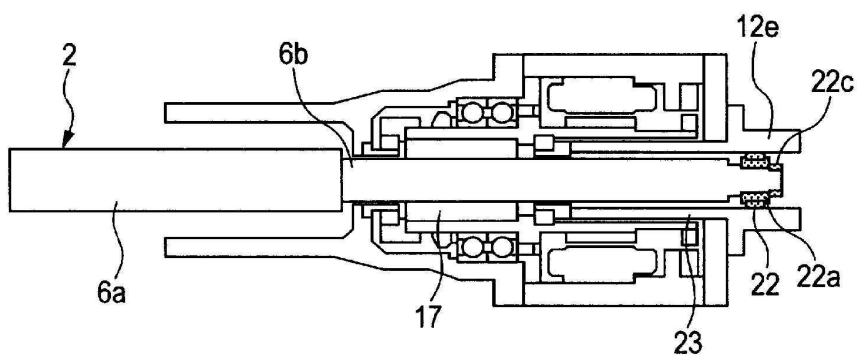
도면5e



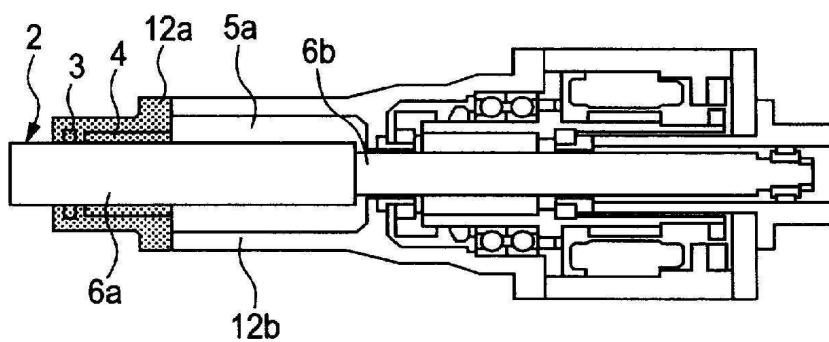
도면5f



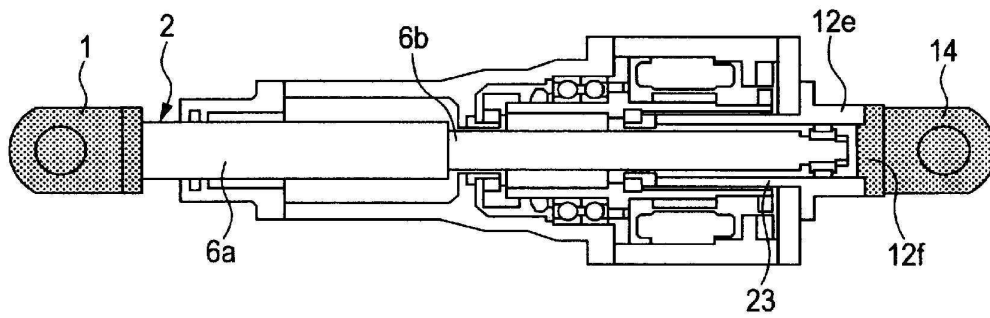
도면5g



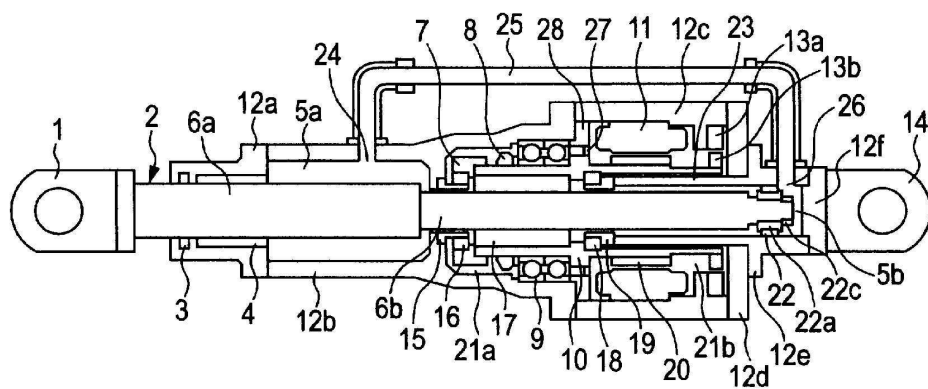
도면5h



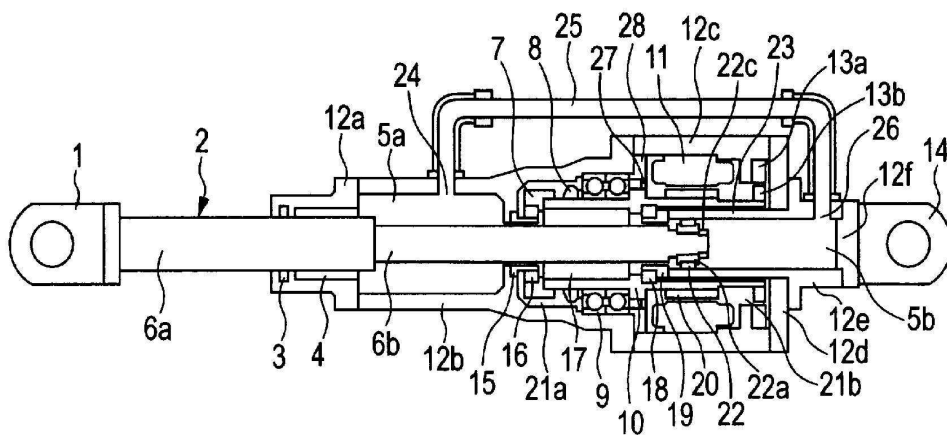
도면5i



도면6

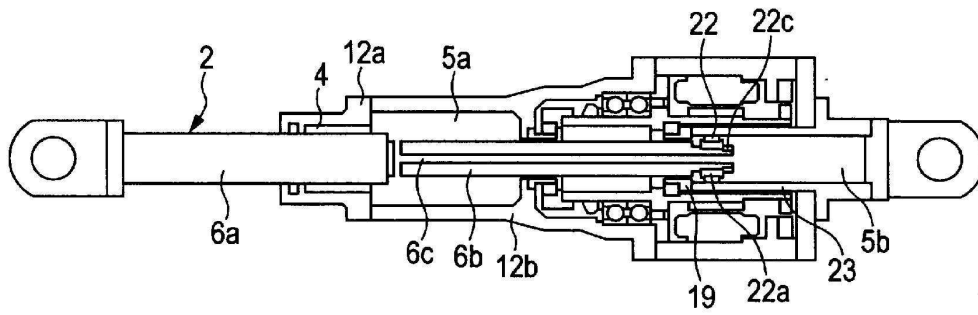


도면7

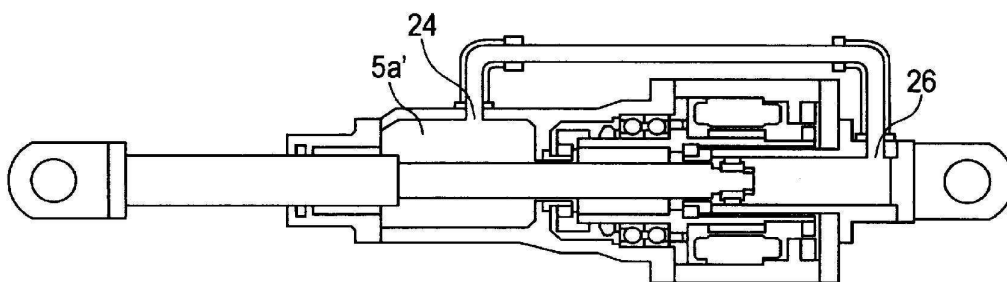




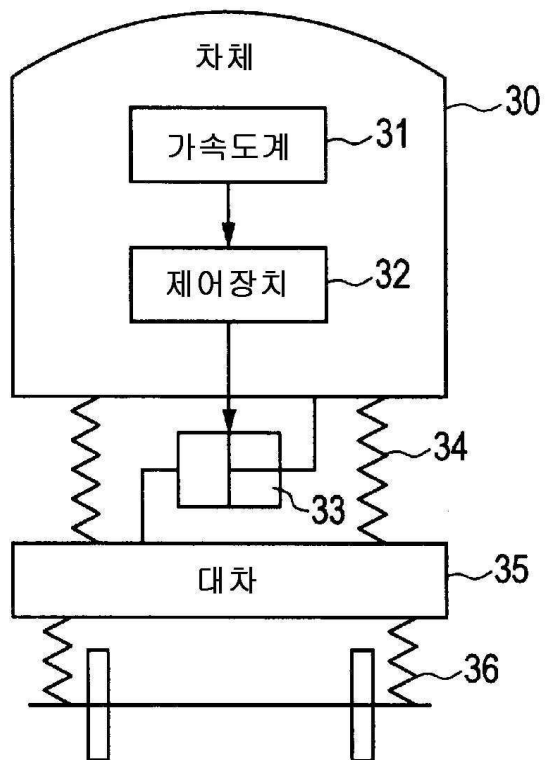
도면8



도면9



도면10



도면11

