



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0087765
(43) 공개일자 2024년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G01M 17/10 (2019.01) (52) CPC특허분류 G01M 17/10 (2019.01) (21) 출원번호 10-2024-7010470 (22) 출원일자(국제) 2022년10월07일 심사청구일자 없음 (85) 번역문제출일자 2024년03월28일 (86) 국제출원번호 PCT/JP2022/037742 (87) 국제공개번호 WO 2023/058776 국제공개일자 2023년04월13일 (30) 우선권주장 JP-P-2021-166505 2021년10월08일 일본(JP)	(71) 출원인 고쿠사이 게이소쿠키 가부시카이가이사 일본 도쿄도 다마시 나가야마 6초메 21반 1고 (72) 발명자 마츠모토 시게루 일본 2060025 도쿄 다마시 나가야마 6초메 21반 1고 고쿠사이 게이소쿠키 가부시카이가이사 내 마츠모토 신이치 일본 2060025 도쿄 다마시 나가야마 6초메 21반 1고 고쿠사이 게이소쿠키 가부시카이가이사 내 (뒷면에 계속) (74) 대리인 특허법인와이에스장
--	--

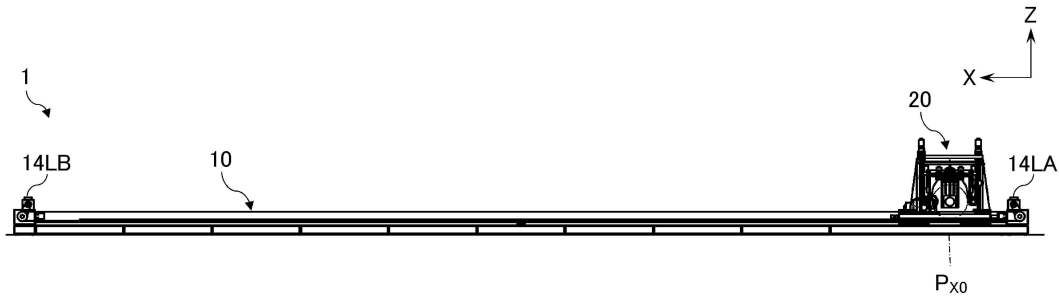
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **차륜 시험 시스템**

(57) 요약

본 발명은 보다 실제의 주행 상태에 가까운 시험을 행하는 것이 가능한 차륜 시험 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 차륜 시험 시스템은, 시험륜이 전동하는 레일을 갖춘 제1 시험 장치와, 시험륜과 접촉하면서 시험륜과 함께 회전하는 웨조트를 갖춘 제2 시험 장치와, 제1 시험 장치 및 제2 시험 장치에 의해 얻어진 시험 데이터를 처리하는 시험 데이터 처리 장치를 갖추고, 시험 데이터 처리 장치가, 제1 시험 장치에 의한 시험 결과와 제2 시험 장치에 의한 시험 결과에 기초하여 제2 시험 장치에 의한 시험 결과를 제1 시험 장치에 의한 시험 결과로 환산하는 것이다.

대표도



(72) 발명자

미야시타 히로시

일본 2060025 도쿄 다마시 나가야마 6초메 21반 1
고 고쿠사이 케이소쿠키 가부시키키가이샤 내

무라우치 카즈히로

일본 2060025 도쿄 다마시 나가야마 6초메 21반 1
고 고쿠사이 케이소쿠키 가부시키키가이샤 내

토키타 슈우이치

일본 2060025 도쿄 다마시 나가야마 6초메 21반 1
고 고쿠사이 케이소쿠키 가부시키키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

시험륵이 전동하는 레일을 갖춘 제1 시험 장치와,

시험륵과 접촉하면서 시험륵과 함께 회전하는 궤조륵을 갖춘 제2 시험 장치와,

상기 제1 시험 장치 및 상기 제2 시험 장치에 의해 얻어진 시험 데이터를 처리하는 시험 데이터 처리 장치를 갖추고,

상기 시험 데이터 처리 장치가, 상기 제1 시험 장치에 의한 시험 결과와 상기 제2 시험 장치에 의한 시험 결과에 기초하여 상기 제2 시험 장치에 의한 시험 결과를 상기 제1 시험 장치에 의한 시험 결과로 환산하는,

것을 특징으로 하는 차륵 시험 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 시험 장치가

상기 시험륵을 회전 가능하게 유지하고, 상기 시험륵을 상기 레일에 접촉시킨 상태에서 상기 레일을 따라 주행 가능한 캐리지와,

상기 시험륵을 구동하는 시험륵 구동 수단을 갖추고,

상기 시험륵 구동 수단이

상기 캐리지의 속도에 대응하는 회전수의 회전 운동을 공급하는 회전 운동 공급 수단과,

상기 회전 운동 공급 수단으로부터 공급된 회전 운동의 위상을 변화시켜, 상기 레일과 상기 시험륵 사이의 미끄럼률을 제어하는 미끄럼률 제어 장치를 갖춘,

것을 특징으로 하는 차륵 시험 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 시험 장치가

상기 시험륵을 회전 가능하게 유지하고, 상기 시험륵을 상기 레일에 접촉시킨 상태에서 상기 레일을 따라 주행 가능한 캐리지와,

상기 시험륵을 구동하는 시험륵 구동 수단을 갖추고,

상기 시험륵 구동 수단이

상기 캐리지의 속도에 대응하는 회전수의 회전 운동을 공급하는 회전 운동 공급 수단과,

상기 회전 운동 공급 수단으로부터 공급된 회전 운동의 위상을 변화시켜, 상기 시험륵에 가해지는 소정의 토크를 발생시키는 토크 발생 수단을 갖춘,

것을 특징으로 하는 차륵 시험 시스템.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 시험 장치가

상기 레조륵을 회전 가능하게 지지하는 레조륵 지지부와,
 상기 시험륵을 상기 레조륵에 접촉시킨 상태에서 회전 가능하게 지지하는 차륵 지지부와,
 상기 레조륵 및 상기 시험륵을 회전시키는 제1 전동기와,
 상기 시험륵과 상기 레조륵 사이의 미끄럼륵을 제어하는 미끄럼륵 제어 장치
 를 갖추고,
 상기 미끄럼륵 제어 장치가
 상기 제1 전동기에 의해 회전 구동되는 회전 프레임과,
 상기 회전 프레임에 부착된 제2 전동기를 갖추고,
 상기 레조륵 및 상기 시험륵의 적어도 일방이, 상기 미끄럼륵 제어 장치를 통하여 상기 제1 전동기에 접속된,
 것을 특징으로 하는 차륵 시험 시스템.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제2 시험 장치가
 상기 레조륵을 회전 가능하게 지지하는 레조륵 지지부와,
 상기 시험륵을 상기 레조륵에 접촉시킨 상태에서 회전 가능하게 지지하는 차륵 지지부와,
 상기 레조륵 및 상기 시험륵을 회전시키는 제1 전동기와,
 상기 시험륵과 상기 레조륵 사이의 미끄럼륵을 제어하는 토크 발생 장치
 를 갖추고,
 상기 토크 발생 장치가
 상기 제1 전동기에 의해 회전 구동되는 회전 프레임과,
 상기 회전 프레임에 부착된 제2 전동기를 갖추고,
 상기 레조륵 및 상기 시험륵의 적어도 일방이, 상기 토크 발생 장치를 통하여 상기 제1 전동기에 접속된,
 것을 특징으로 하는 차륵 시험 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 철도용의 차륵의 시험에 적합한 차륵 시험 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 철도 차량의 주행시의 레조(이하 「레일」이라고 한다.)와 차륵의 상호작용을 모의적으로 조사하기 위한 시험 장치가 알려져 있다. 예를 들면 특허문헌 1에는, 레일을 모의한 단면 형상을 외주에 가지는 원반 형상 부재인 레조륵에 차륵을 바깥 댄 상태에서 양자를 회전시킴으로써 철도 차량의 주행 상태를 모의한 시험을 행하는 것이 가능한 시험 장치가 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특개 2007-271447호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 특허문헌 1에 기재된 시험 장치는, 차륜과 접촉하는 레일 두정면이 종단면(즉, 차축에 수직인 단면)에 있어서 곡률을 가지는 대략 원기둥면이기 때문에, 레일 두정면(頭頂面)이 종단면에 있어서 곡률을 가지지 않는 레일 상을 주행하는 실제의 철도 차량의 주행 상태를 정확하게 재현할 수 없다는 문제가 있었다.
- [0005] 본 발명은 상기한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 보다 실제의 주행 상태에 가까운 시험을 행하는 것이 가능한 차륜 시험 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 하나의 실시형태에 의하면, 시험륜이 전동(轉動)하는 레일을 갖춘 제1 시험 장치와, 시험륜과 접촉하면서 시험륜과 함께 회전하는 케조륜을 갖춘 제2 시험 장치와, 제1 시험 장치 및 제2 시험 장치에 의해 얻어진 시험 데이터를 처리하는 시험 데이터 처리 장치를 갖추고, 시험 데이터 처리 장치가, 제1 시험 장치에 의한 시험 결과와 제2 시험 장치에 의한 시험 결과에 기초하여, 제2 시험 장치에 의한 시험 결과를 제1 시험 장치에 의한 시험 결과로 환산하는, 차륜 시험 시스템이 제공된다.

발명의 효과

- [0007] 본 발명의 하나의 실시형태에 의하면, 보다 실제의 주행 상태에 가까운 시험을 행하는 것이 가능한 차륜 시험 장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 레일식 차륜 시험 장치의 좌측면도이다.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시형태에 따른 레일식 차륜 시험 장치의 평면도이다.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 레일식 차륜 시험 장치의 배면도이다.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시형태에 따른 레일식 차륜 시험 장치의 확대도(좌측면시)이다.
- 도 5는 본 발명의 제1 실시형태에 따른 레일식 차륜 시험 장치의 확대도(평면시)이다.
- 도 6는 가이드 기구의 배치를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 가이드 기구(A형)의 단면도이다.
- 도 8은 가이드 기구(B형)의 단면도이다.
- 도 9는 레일 부재의 접속부를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 구동 시스템의 개략적인 논리 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 11은 구동 시스템의 주요부의 개략적인 기계 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 12는 구동부 및 구동 폴리부의 개략 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 13은 제1 종동부의 평면도이다.
- 도 14는 도 13의 A-A 단면도이다.
- 도 15는 도 13의 B-B 단면도이다.
- 도 16은 도 13의 C-C 단면도이다.
- 도 17은 제2 종동부의 단면도이다.
- 도 18은 토크 부여부의 단면도이다.
- 도 19는 얼라인먼트부(40)의 개략 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 20은 도 19의 A-A 화살표에서 본 도면이다.

- 도 21은 도 19의 B-B 화살표에서 본 도면이다.
- 도 22는 도 19의 C-C 화살표에서 본 도면이다.
- 도 23은 도 19의 D-D 화살표에서 본 도면이다.
- 도 24는 스핀들부의 개략 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 25는 제어 시스템의 개략 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 26은 본 발명의 제2 실시형태에 따른 제조륜식 차륜 시험 장치의 사시도이다.
- 도 27은 본 발명의 제2 실시형태에 따른 제조륜식 차륜 시험 장치의 사시도이다.
- 도 28은 본 발명의 제2 실시형태에 따른 제조륜식 차륜 시험 장치의 평면도이다.
- 도 29는 구동 시스템의 개략 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 30은 기어 박스의 개략 구성을 나타내는 단면도이다.
- 도 31은 토크 발생 장치 및 그 주변의 개략 구성을 나타내는 단면도이다.
- 도 32는 제2 전동기의 개략 구성을 나타내는 단면도이다.
- 도 33은 제어 시스템의 개략 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 34는 본 발명의 제2 실시형태에 따른 차륜 시험 장치의 개략 구성을 나타내는 평면도이다.
- 도 35는 본 발명의 제2 실시형태에 따른 차륜 시험 장치의 개략 구성을 나타내는 정면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하, 도면을 참조하면서, 본 발명의 하나의 실시형태에 대해 설명한다. 또한 이하의 설명에 있어서, 동일하거나 또는 대응하는 사항에는 동일하거나 또는 대응하는 부호를 붙이고, 중복되는 설명을 생략한다. 또 각 도면에 있어서, 부호가 공통되는 사항이 복수 표시되는 경우에는, 반드시 그들 복수의 표시의 전부에 부호를 붙이지 않고, 그들 복수의 표시의 일부에 대해 부호의 부여를 적절하게 생략한다. 또 각 도면에 있어서, 설명의 편의상, 구성의 일부를 생략하거나 또는 단면으로 나타내고 있다.
- [0010] 이하에 설명하는 본 발명의 실시형태에 따른 차륜 시험 시스템은, 레일과 차륜 사이의 접촉 특성의 시험에 적합한 것이다. 본 실시형태의 차륜 시험 시스템은, 제조(이하 「레일」이라고 한다.)를 사용하는 레일식(또는 플랫폼식)의 차륜 시험 장치(1)(이하 「제1 시험 장치(1)」라고 한다.)와, 제조륜을 사용하는 제조륜식의 차륜 시험 장치(2)(이하 「제2 시험 장치(2)」라고 한다.)를 갖추고, 이들 2종류의 차륜 시험 장치를 병용하는 것에 의해, 저속역(예를 들면 0~40km/h)으로부터 고속역(예를 들면 60~200km/h)까지의 넓은 속도역에 걸쳐 접촉 특성을 정확하게 측정할 수 있다.
- [0011] 도 1~3은, 순서대로, 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 제1 시험 장치(1)의 좌측면도, 평면도 및 배면도이다. 또 도 4 및 도 5는, 순서대로, 제1 시험 장치(1)의 주요부를 확대한 좌측면도 및 평면도이다.
- [0012] 평면도(도 2 및 도 5)에 있어서, 오른쪽에서 왼쪽을 향하는 방향을 X축 방향, 위에서 아래를 향하는 방향을 Y축 방향, 지면에 수직으로 뒤에서 앞을 향하는 방향을 Z축 방향으로 정의한다. X축 방향 및 Y축 방향은 서로 직교하는 수평 방향이며, Z축 방향은 연직 방향이다. 또 특별히 정하는 경우를 제외하고, 전후, 좌우, 상하의 각 방향을 캐리지(20)의 주행 방향(X축 정방향)을 향했을 때의 각 방향으로서 정의한다. 즉, X축 정방향을 전, X축 부방향을 후, Y축 정방향을 좌, Y축 부방향을 우, Z축 정방향을 상, Z축 부방향을 하로 한다.
- [0013] 제1 시험 장치(1)는, X축 방향으로 가늘고 긴 가이드부(10) 및 제조부(60)와, 가이드부(10) 상을 X축 방향으로 주행 가능한 캐리지(20)를 갖추고 있다. 도 3에 나타내는 바와 같이, 제조부(60)는 가이드부(10)의 베이스 프레임(11)(이하 「베이스(11)」라고 줄여서 기재한다.)의 좌측 부분에 재치되어 있다. 제조부(60)의 상면에는 캐리지(20)에 장착된 시험륜(W)이 전동하는 시험 레일(63)이 설치되어 있다. 본 실시형태에 있어서는, 시험 조건에 따라 제조부(60)를 교환할 수 있도록, 제조부(60)는 가이드부(10)의 베이스(11)에 분리 가능하게 부착되어 있다. 또한 가이드부(10)의 베이스(11)와 제조부(60)의 프레임(61)을 예를 들면 용접 등에 의해 일체화해도 된다. 또 제조부(60)를 기초(F)(도 3) 상에 직접 설치하여, 제조부(60)를 가이드부(10)로부터 완전히 분리시켜도 된다.

- [0014] 도 5에 나타내는 바와 같이, 가이드부(10)의 전단부에는, 후술하는 구동부(14LB 및 14RB)에 인접하여, 1쌍의 차 멈춤부(13)가 설치되어 있다. 차 멈춤부(13)는 캐리지(20)가 오버런했을 때, 캐리지(20)와 충돌하여, 캐리지(20)를 강제적으로 정지시키는 장치이다. 각 차 멈춤부(13)는 캐리지(20)와의 충돌시에 발생하는 충격을 완화하는 1쌍의 유압식의 완충 장치를 갖추고 있다.
- [0015] 도 3에 나타내는 바와 같이, 캐리지(20)에는 시험륜(W)이 부착된다. 시험 중, 시험륜(W)을 시험 레일(63)에 접지시킨 상태에서 캐리지(20)가 주행하고, 시험륜(W)은 시험 레일(63) 상을 전동한다.
- [0016] 도 3 및 도 5에 나타내는 바와 같이, 가이드부(10)는 캐리지(20)의 X축 방향으로의 이동을 안내하는 복수(도시하는 실시예에 있어서는 3개)의 가이드 기구(12A, 12B 및 12C)를 갖추고 있다. 가이드 기구(12A, 12B 및 12C)는 가이드부(10)의 좌단부, 폭 방향(즉 Y축 방향) 중앙부 및 우단부에 각각 설치되어 있다.
- [0017] 도 6은 가이드 기구(12A)의 좌측면도이다. 또 도 7 및 도 8은 각각 가이드 기구(12A 및 12B)의 단면도이다. 또한 가이드 기구(12C)는 가이드 기구(12A)와 좌우 대칭으로 구성되어 있기 때문에, 가이드 기구(12C)에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0018] 각 가이드 기구(12A, 12B 및 12C)는, X축 방향으로 뺀 케도를 형성하는 1개의 레일(121)과, 레일(121) 상을 주행 가능한 1개 이상(도시하는 실시예에 있어서는 2개)의 주행부(122A(도 7), 122B(도 8) 또는 122C(도시하지 않음. 가이드 기구(12A)의 주행부(122A)와 좌우 대칭으로 구성된다.))를 갖추고 있다. 주행부(122A)에 대해 도 6에 나타내는 바와 같이, 주행부(122A, 122B 및 122C)는 2개 중 일방이 캐리지(20)의 바닥면의 전단부에 부착되고, 타방이 후단부에 부착되어 있다.
- [0019] 도 7 및 도 8에 나타내는 바와 같이, 레일(121)은 가이드부(10)의 베이스(11) 상에 부설되어 있다. 또 각 주행부(122A, 122B 및 122C)는 캐리지(20)의 메인 프레임(21)의 하면에 부착되어 있다.
- [0020] 레일(121)은, 두부(121h)와, 두부(121h)보다 폭이 넓은 바닥부(121f)와, 두부(121h)와 바닥부(121f)를 연결하는 폭이 좁은 복부(121w)를 가지는 평저 레일이다. 본 실시형태의 레일(121)은 예를 들면 일본공업규격 JIS E 1120:2007에 준거하는 열처리 레일(예를 들면 열처리 레일 50N-HH340)에 추가공이 시행된 것이다. 열처리 레일은 두부에 열처리를 시행하여, 내마모성을 향상시킨 철도용 레일이다.
- [0021] 도 7에 나타내는 바와 같이, 가이드 기구(12A)의 주행부(122A)는, 캐리지(20)의 메인 프레임(21)의 하면에 부착된 X축 방향으로 긴 프레임(123)과, 프레임(123)에 부착된 복수의 롤러 유닛(128A)을 갖추고 있다. 롤러 유닛(128A)은, 프레임(123)에 부착된 3개의 로드(124a, 124b 및 124c)와, 각 로드(124a, 124b 및 124c)에 각각 부착된 3개의 롤러 조립품(125a, 125b 및 125c)을 갖추고 있다. 각 롤러 유닛(128A)의 3개의 롤러 조립품(125a, 125b 및 125c)은 X축 방향에 있어서 동일한 위치에 배치되어 있다. 또 도 6에 나타내는 바와 같이, 복수의 롤러 유닛(128A)은 X축 방향으로 소정의 간격으로 늘어서 있다.
- [0022] 롤러 조립품(125b 및 125c)은 롤러 조립품(125a)과 동일한 구성을 가지고 있기(단, 롤러 조립품(125c)은 롤러 조립품(125a)과는 크기가 상이하다.) 때문에, 이들을 대표하여 롤러 조립품(125a)에 대해 설명하고, 롤러 조립품(125b 및 125c)에 대한 중복된 설명은 생략한다.
- [0023] 도 7에 나타내는 바와 같이, 롤러 조립품(125a)은, 레일(121) 상을 전동하는 롤러(126a)와, 롤러(126a)를 회전 가능하게 지지하는 1쌍의 베어링(127a)을 갖추고 있다. 베어링(127a)은 구름 베어링이며, 도시하는 실시예에 있어서는 볼 베어링이 사용되고 있다.
- [0024] 본 실시형태에 있어서는 롤러(126a)의 외주면(126ap)은 원기둥면 형상으로 형성되어 있지만, 회전축 방향으로(즉, 도 7에 나타내는 회전축을 포함하는 종단면에 있어서도) 곡률을 가지는 곡면(예를 들면 롤러(126a)의 중심점(126ag)을 중심으로 하는 구면)으로 해도 된다.
- [0025] 롤러 조립품(125a)의 베어링(127a)은 예를 들면 단열의 래디얼 베어링이다. 베어링(127a)은, 로드(124a)와 끼워맞춘 내륜(127a1)과, 롤러(126a)의 내주면과 끼워맞춘 외륜(127a3)과, 내륜(127a1)과 외륜(127a3) 사이에 개재되는 복수의 전동체인 볼(127a2)을 갖추고 있다. 볼(127a2)은 내륜(127a1)의 외주면 및 외륜(127a3)의 내주면에 각각 형성된 원환 형상 홈의 쌍에 의해 정해지는 원 케도 상을 전동한다.
- [0026] 롤러 조립품(125a)은 외주면(126ap)이 레일(121)의 두부 상면(두정면)(121a)에 접촉하여, 캐리지(20)의 주행에 따라 두부 상면(121a) 상을 전동하도록 배치되어 있다. 롤러 조립품(125b)은 외주면(126bp)이 레일(121)의 두부 하면(121b)의 일방에 접촉하여, 두부 하면(121b) 상을 전동하도록 배치되어 있다. 또 롤러 조립품(125c)은 외주면(126cp)이 레일(121)의 두부 측면(121c)의 일방에 접촉하여, 두부 측면(121c) 상을 전동하도록 배치되어

있다.

- [0027] 레일(121)은, 롤러 조립품(125a, 125b 및 125c)과 각각 접촉하는 두부 상면(121a), 두부 하면(121b) 및 두부 측면(121c)에 대하여, 형상을 평면으로 변경함과 아울러, 평면도나 평행도 등의 면정밀도를 높이는 추가공(예를 들면 연삭 가공이나 연마 가공 등)이 시행되어 있다.
- [0028] 상기 서술한 바와 같이, 캐리지(20)의 좌우 양단부에 각각 부착된 가이드 기구(12A)와 가이드 기구(12C)는 좌우 대칭으로 구성되어 있다. 즉, 가이드 기구(12C)는 가이드 기구(12A)와 동일한 것을 좌우 역방향으로(즉, 연직축 둘레에 180도 회전시켜) 배치한 것이다.
- [0029] 도 8에 나타내는 바와 같이, 가이드 기구(12B)의 주행부(122B)는, 캐리지(20)의 메인 프레임(21)의 하면에 부착된 프레임(123)과, 프레임(123)에 부착된 복수의 롤러 유닛(128B)을 갖추고 있다. 롤러 유닛(128B)은 2개의 로드(124a 및 124b)와 2개의 롤러 조립품(125a 및 125b)을 갖추고 있다. 또 로드(124b) 및 롤러 조립품(125b)은 가이드 기구(12A)의 주행부(122A)에서는 레일(121)의 좌측에 배치되어 있는 것에 대해, 가이드 기구(12B)의 주행부(122B)에서는 레일(121)의 우측에 배치되어 있다. 즉, 가이드 기구(12B)의 주행부(122B)는, 상기 서술한 가이드 기구(12A)의 주행부(122A)로부터 롤러 조립품(125c) 및 로드(124c)를 생략하고, 좌우 역방향으로 배치한 것이다. 또한 가이드 기구(12B)의 주행부(122B)가 롤러 조립품(125c) 및 로드(124c)를 갖추고 있어도 된다.
- [0030] 본 실시형태에서는, 레일(121)의 좌측에 배치된 가이드 기구(12A)의 롤러 조립품(125b 및 125c)에 의해, 레일(121)에 대하여 캐리지(20)가 오른쪽(Y축 부방향)으로 이동하는 것이 저지되어 있다. 또 레일(121)의 우측에 배치된 가이드 기구(12B)의 롤러 조립품(125b)과 가이드 기구(12C)의 롤러 조립품(125b 및 125c)에 의해, 레일(121)에 대하여 캐리지(20)가 왼쪽(Y축 정방향)으로 이동하는 것이 저지되어 있다. 따라서, 캐리지(20)는 레일(121)에 대한 Y축 방향으로의 이동이 저지되어 있다. 또 가이드 기구(12A, 12B 및 12C)의 롤러 조립품(125b)에 의해, 레일(121)에 대하여 캐리지(20)가 위(Z축 정방향)로 이동하는 것이 저지되어 있다. 이와 같이, 레일(121)에 대한 캐리지(20)의 Y축 방향 및 Z축 정방향으로의 이동을 저지하는 것에 의해, 레일(121)로부터의 캐리지(20)의 탈선이 방지되어 있다.
- [0031] 본 실시형태에서는, 주행부(122B)(도 8)가 주행부(122A)(도 7)와 좌우 역방향으로 배치되어 있지만, 주행부(122B)를 주행부(122A)와 좌우 동일한 방향으로 배치해도 된다. 마찬가지로, 주행부(122C)와 주행부(122A)를 좌우 동일한 방향으로 배치해도 된다. 단, 주행부(122A), 주행부(122B) 및 주행부(122C)의 어느 2개가 서로 좌우 역방향으로 배치(즉, 레일(121)에 대하여 롤러 조립품(125b 및 125c)이 좌우 역측에 배치)된다.
- [0032] 캐리지(20)의 좌우(Y축 방향)의 이동을 저지하기 위해서, 적어도 서로 좌우 역방향으로 배치된 2개의 주행부(122A, 122B 또는 122C)가 롤러 조립품(125c) 및 로드(124)를 갖추고 있으면 된다.
- [0033] 캐리지(20)의 위(Z축 정방향)로의 이동을 저지하기 위해서, 적어도 1개의 주행부(122A, 122B 또는 122C)가 롤러 조립품(125b) 및 로드(124b)를 갖추고 있으면 된다.
- [0034] 레일(121)의 두부 하면(121b)이 수평면과 이루는 각도가 일정한 각도(예를 들면 5°)보다 큰 경우에는, 롤러 조립품(125c) 대신에 롤러 조립품(125b)을 사용할 수 있다.
- [0035] 가이드 기구(12)의 레일(121)은 복수의 짧은 레일 부재가 접속된 것이어도 된다. 그 경우, 도 9에 나타내는 바와 같이, 레일(121)의 이음매(121j)는 레일(121)의 길이 방향(X축 방향)에 대하여 수직이 아니라, 평면시에 있어서 비스듬히(즉, 이음매(121j)가 ZX 평면에 대해 어느 각도 θ 를 이루고 기울도록) 형성해도 된다. 이음매(121j)를 비스듬히 형성하는 것에 의해, 온도 변화에 의해 레일(121)의 신축이 발생해도, 이음매(121j)에서의 레일 부재끼리의 슬라이드에 의해 레일(121)의 뒤틀림이 해방되기 때문에, 레일(121)의 만곡이 방지된다.
- [0036] 비스듬한 이음매(121j)를 형성하는 경우, 레일(121)의, 이음매(121j)보다 전방에 있어서 두부 측면(121c)이 이음매(121j)와 둔각을 이루는 측(즉, 가이드 기구(12A)에 있어서는 좌측이며, 가이드 기구(12B 및 12C)에 있어서는 우측)에 롤러 조립품(125b 및 125c)(도 9)이 배치된다. 롤러 조립품(125b 및 125c)을 이와 같이 배치하는 것에 의해, 레일(121)의 이음매(121j)에 어긋남이 발생해도, 롤러 조립품(125b 및 125c)이 이음매(121j)의 예각인 단부(121e)와 충돌하여, 큰 충격이나 손상이 발생하는 것이 방지된다.
- [0037] 또한 이음매(121j)에 있어서, 접촉하는 2개의 레일 부재의 단면끼리를 접촉 시켜도 되고, 단면간에 소정의 틈을 마련하여 비접촉으로 맞대어도 된다. 또 본 실시형태에서는, 레일(121)의 이음매(121j)에 있어서, 접촉되는 2개의 레일 부재의 단면끼리가 단순히 맞대어져 있을 뿐이며 접합되어 있지 않지만, 용접 또는 납땜 등에 의해 이음매(121j)에 있어서 레일 부재를 접합해도 된다.

- [0038] 또한 본 실시형태의 가이드 기구(12A, 12B 및 12C) 대신에, 가이드웨이형 순환식 리니어 베어링(소위 리니어 가이드)을 사용할 수도 있다. 볼 순환 리니어 베어링은 평행한 2개의 직선 궤도의 인접하는 단끼리를 각각 반원 궤도로 연결한 장원형의 궤도를 가지고 있다. 이와 같은 직선 궤도를 가지는 리니어 베어링을 고속으로(예를 들면 10km/h 이상의 속도로) 주행시키면, 전동체가 직선 궤도로부터 곡선 궤도로 이행할 때, 전동체에 급격하게 원심력이 발생하기(즉, 전동체 및 곡선 궤도의 전동면에 충격 하중이 가해지기) 때문에, 전동체 및 전동면이 급속하게 마모되거나 또는 손상된다. 그 때문에 캐리지(20)를 고속으로 주행시키면, 리니어 베어링의 수명이 짧아지거나 또는 파손된다는 문제가 있다.
- [0039] 본 실시형태의 가이드 기구(12A, 12B 및 12C)에 있어서 사용되는 베어링(127a~c)은, 전동체가 항상 일정한 곡률의 원 궤도 상을 주행하기 때문에, 전동체에 작용하는 원심력의 급격한 변동(즉 충격 하중)은 발생하지 않는다. 그 때문에 예를 들면 60km/h를 넘는 빠른 주속으로 롤러(126a~c)를 회전시켜도, 베어링(127a~c)의 현저한 수명의 저하나 파손은 발생하지 않는다. 따라서, 전동체의 궤도의 곡률이 일정한 원 궤도를 가지는 구름 베어링을 사용하여 가이드 기구(12A~C)를 구성하는 것에 의해, 캐리지(20)의 고속 주행(예를 들면 10km/h 이상의 속도에서의 주행)이 가능하게 된다. 본 실시형태의 제1 시험 장치(1)는 상기 서술한 가이드 기구(12A, 12B 및 12C)를 채용함으로써, 85km/h를 넘는 속도에서의 캐리지(20)의 주행이 가능하게 되어 있다.
- [0040] 제1 시험 장치(1)는 캐리지(20) 및 시험륜(W)을 구동하는 구동 시스템(DS)을 갖추고 있다. 도 10은 구동 시스템(DS)의 개략적인 논리 구성을 나타내는 블록도이다. 또 도 11은 구동 시스템(DS)의 주요부의 개략적인 기계 구성을 나타낸 도면이다. 또한 도 10에 있어서, 화살표는 기계적 동력(이하, 간단히 「동력」이라고 한다.)의 전달 경로를 나타낸다.
- [0041] 도 10에 나타내는 바와 같이, 구동 시스템(DS)은, 동력을 발생시키는 발동부(AS)와, 발동부(AS)가 발생시킨 동력을 구동 대상인 캐리지(20) 및 시험륜(W)에 전하는 전동부(TS)를 포함한다. 또한 구동 시스템(DS)은 시험륜(W) 및 궤도부(60)와 함께 동력 순환계를 구성한다.
- [0042] 발동부(AS)는, 가이드부(10)에 부착된 좌우 2쌍의 구동부(14)(제1 발동 수단)와, 캐리지(20)에 부착된 토크 발생 장치(30)(제2 발동 수단)를 갖추고 있다. 구동부(14)는 주로 캐리지(20)의 주행 속도 및 시험륜(W)의 회전수의 제어에 사용되며, 토크 발생 장치(30)는 주로 시험륜(W)에 부여하는 토크의 제어에 사용된다.
- [0043] 전동부(TS)는, 구동부(14)가 발생시킨 동력을 캐리지(20)에 전하는 제1 전동부(TS1)와, 제1 전동부(TS1)에 의해 전달된 동력의 일부를 취출하여 토크 발생 장치(30)에 전하는 제2 전동부(TS2)와, 토크 발생 장치(30)로부터 출력된 동력을 시험륜(W)에 전하는 제3 전동부(TS3)를 포함한다. 또한 토크 발생 장치(30)도 전동부(TS)의 일부를 구성한다.
- [0044] 도 4 및 도 5에 나타내는 바와 같이, 2쌍의 구동부(14)(좌측의 1쌍의 구동부(14LA 및 14LB)와 우측의 1쌍의 구동부(14RA 및 14RB))는 가이드부(10)의 베이스(11) 상의 네 모퉁이 부근에 설치되어 있다. 구동부(14LA 및 14RA)는 가이드부(10)의 후단부에 배치되고, 구동부(14LB 및 14RB)는 가이드부(10)의 전단부에 배치되어 있다.
- [0045] 후술하는 바와 같이, 우측의 구동부(14RA 및 14RB)는, 캐리지(20)를 구동시켜 주행시키는 캐리지 구동 수단으로서의 기능과, 캐리지(20)의 주행 속도에 대응하는 회전수로 시험륜(W)을 회전 구동시키는 시험륜 구동 수단(회전수 부여 수단)으로서의 기능을 겸비하고 있다. 좌측의 구동부(14LA 및 14LB)는, 캐리지 구동 수단으로서의 기능을 가지고 있다.
- [0046] 제1 전동부(TS1)는 벨트 기구(15(15L, 15R)) 및 종동부(제1 종동부(22) 및 제2 종동부(23))의 각 1쌍을 포함한다. 좌측의 벨트 기구(15L)는 좌측의 1쌍의 구동부(14LA 및 14LB)에 의해 구동되고, 우측의 벨트 기구(15R)는 우측의 1쌍의 구동부(14RA 및 14RB)에 의해 구동된다. 제1 종동부(22)와 제2 종동부(23)는 캐리지(20)의 메인 프레임(21)에 부착되어 있다. 제1 종동부(22)는 우측의 벨트 기구(15R)에 접속되고, 제2 종동부(23)는 좌측의 벨트 기구(15L)에 접속되어 있다.
- [0047] 도 12는 구동부(14) 및 벨트 기구(15)의 구동 폴리부(150)의 개략 구조를 나타낸 도면이다. 도 13은 제1 종동부(22)의 평면도이다. 도 14, 도 15 및 도 16은 순서대로 도 13의 A-A 단면도, B-B 단면도 및 C-C 단면도이다. 또 도 17은 제2 종동부(23)의 개략 구조를 나타내는 단면도이다.
- [0048] 각 벨트 기구(15(15L, 15R))는, 1쌍의 구동 폴리부(150)와, 벨트(151(151L, 151R))와, 제1 종동부(22)에 유지된 3개의 종동 폴리(155A, 155C 및 156)(도 14) 또는 제2 종동부(23)에 유지된 3개의 종동 폴리(155A, 155B 및 155C)(도 17)와, 캐리지(20)의 메인 프레임(21)에 벨트(151)의 양단부를 각각 고정하는 1쌍의 벨트 클램프

(157)(도 3, 도 5)를 갖추고 있다. 구동 폴리부(150)는 가이드부(10)의 베이스(11) 상에 설치되어, 대응하는 구동부(14)에 접속되어 있다.

- [0049] 벨트(151R)는 1쌍의 구동 폴리부(150)의 구동 폴리(152A, 152B)와 3개의 종동 폴리(155A, 156 및 155C)에 감겨 걸려 있다. 벨트(151L)는 1쌍의 구동 폴리부(150)의 구동 폴리(152A, 152B)와, 3개의 종동 폴리(155A, 155B 및 155C)에 감겨 걸려 있다.
- [0050] 구동부(14)는 모터(141)(제1 모터)와 벨트 기구(142)를 갖추고 있다. 모터(141)는 예를 들면 회전부의 관성 모멘트가 $0.01\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 이하(보다 적합하게는 $0.008\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 이하), 정격 출력이 3kW 내지 60kW(보다 실용적으로는 7kW 내지 37kW)의 초저관성 고풍력형의 AC 서보 모터이다. 이와 같은 초저관성 또한 고풍력의 모터(141)를 사용하는 것에 의해, 캐리지(20)를 짧은 주행 거리(예를 들면 20~50m)에서 최고속도(예를 들면 240km)까지 가속시키는 것이 가능하게 된다.
- [0051] 또한 모터(141)로는 회전부가 표준적인 크기의 관성 모멘트를 가지는 모터를 사용해도 된다. 또 모터(141)는 예를 들면 구동 제어에 인버터가 사용되는 소위 인버터 모터 등의 속도 제어가 가능한 다른 종류의 전동기여도 된다.
- [0052] 벨트 기구(142)는, 모터(141)의 축(141b)에 부착된 구동 폴리(142a)와, 종동 폴리(142c)와, 구동 폴리(142a)와 종동 폴리(142c)에 감겨 걸린 벨트(142b)를 갖추고 있다. 벨트(142b)는 예를 들면 후술하는 벨트(151)와 동일한 구성의 이빨 부착 벨트이다. 벨트(142b)의 종류는 벨트(151)와 상이해도 된다.
- [0053] 벨트 기구(142)는 구동 폴리(142a)보다 종동 폴리(142c)의 피치 원 직경이 크기(즉, 이빨 수가 많기) 때문에, 1보다 큰 감속비를 가지고 있다. 그 때문에 모터(141)로부터 출력된 회전은 벨트 기구(142)에 의해 감속된다. 또한 벨트 기구(142)의 감속비는 1 이하여도 된다. 또 벨트 기구(142) 대신에(또는 더해서), 감속기를 구동부(14)에 설치해도 된다. 또 벨트 기구(142)나 감속기를 설치하지 않고, 모터(141)의 축(141b)에 벨트 기구(15)의 후술하는 샤프트(153)를 직결시켜도 된다.
- [0054] 구동부(14)에 인접하여, 벨트 기구(15)의 구동 폴리부(150)가 배치되어 있다. 구동 폴리부(150)는, 1쌍의 베어링부(154)와, 1쌍의 베어링부(154)에 의해 회전 가능하게 지지된 샤프트(153)와, 샤프트(153)에 부착된 구동 폴리(152)를 갖추고 있다. 벨트 기구(142)의 종동 폴리(142c)도 샤프트(153)에 부착되어 있어, 구동부(14)의 출력은 샤프트(153) 및 구동 폴리(152)를 통하여 구동 폴리(152)에 감겨 걸린 벨트(151)에 전해진다.
- [0055] 벨트(151)는 강선의 심선을 가지는 이빨 부착 벨트이다. 또한 벨트(151)에는 예를 들면 탄소 섬유, 아라미드 섬유, 초고분자량 폴리에틸렌 섬유 등의 소위 슈퍼 섬유로부터 형성된 심선을 가지는 것을 사용해도 된다. 카본 심선 등의 경량이며 또한 고강도의 심선을 사용하는 것에 의해, 비교적 출력이 낮은 모터를 사용하여 캐리지(20)를 높은 가속도로 구동하는(또는 시험륜(W)에 높은 구동력/제동력을 부여하는) 것이 가능하게 되고, 제1 시험 장치(1)의 소형화가 가능하게 된다. 또 동일한 출력의 모터를 사용하는 경우, 소위 슈퍼 섬유로부터 형성된 심선을 가지는 경량의 벨트(151)를 사용하는 것에 의해, 제1 시험 장치(1)의 고성능화(구체적으로는 가속 성능의 향상)가 가능하게 된다.
- [0056] 도 3 내지 도 5에 나타내는 바와 같이, 각 벨트(151)의 양단부는 각각에 의해 캐리지(20)의 메인 프레임(21)에 고정되어 있다. 이것에 의해 각 벨트(151)는 캐리지(20)를 통하여 루프를 형성하고 있다. 각 벨트 기구(15)가 작동하면, 캐리지(20)는 각 벨트(151)에 의해 잡아당겨져, X축 방향으로 주행한다.
- [0057] 본 실시형태에 있어서는, 루프의 하측에 있어서 벨트 클램프(157)에 의해 벨트(151)가 캐리지(20)에 고정되고, 루프의 상측에 있어서 벨트 기구(15)와 제1 종동부(22) 또는 제2 종동부(23)가 접속되어 있다. 높이가 비교적 낮은 벨트 클램프(157)를 제1 종동부(22) 또는 제2 종동부(23)보다 하방에 배치하는 것에 의해, 벨트 기구(15)의 높이를 낮게 할 수 있다. 또한 루프의 상측에 있어서 벨트(151)가 캐리지(20)에 고정되는 구성으로 해도 된다.
- [0058] 도 4에 나타내는 바와 같이, 벨트 기구(15)의 1쌍의 구동 폴리(152(152A, 152B))는 캐리지(20)가 주행 가능한 영역을 사이에 끼우고 배치되며, 베이스(11) 상에 유지된(즉, 무게중심 위치가 베이스(11)에 대하여 고정된) 고정 폴리이다. 또 제1 종동부(22) 또는 제2 종동부(23)에 유지된 종동 폴리(155(155A, 155B, 155C) 및 156)는 캐리지(20)와 함께 X축 방향으로 이동 가능한 가동 폴리이다.
- [0059] 이하의 설명에 있어서는, 좌우로 1쌍이 설치된 구성에 대해서는, 원칙적으로 좌측의 구성에 대해 설명하고, 우측의 구성에 대해서는 부호를 각괄호로 둘러싸서 병기하며, 중복되는 설명을 생략한다.

- [0060] 본 실시형태에서는, 1쌍의 구동부(14LA와 14LB[14RA와 14RB])는 동위상으로 구동된다. 또 좌측의 구동부(14LA 및 14LB)와 우측의 구동부(14RA 및 14RB)는 좌우 역방향으로 배치되어 있어, 서로 역위상으로 구동된다.
- [0061] 구동 폴리(152)(도 12)와 종동 폴리(155)(도 14, 도 17)의 유효 직경(즉, 피치 원 직경) 또는 이빨 수는 어느 것이나 동일하다. 제1 종동부(22)에 유지된 종동 폴리(156)(도 14)의 피치 원 직경 또는 이빨 수는 구동 폴리(152) 및 종동 폴리(155)보다 큰(예를 들면 2배의) 값으로 되어 있다.
- [0062] 도 5에 나타내는 바와 같이, 캐리지(20)는, 메인 프레임(21), 제1 종동부(22), 제2 종동부(23), 벨트 기구(24), 벨트 기구(25), 전동축부(26), 브레이크 장치(27), 브레이크 장치(28), 토크 발생 장치(30), 얼라인먼트부(40) 및 스핀들부(50)(차축부)를 갖추고 있다. 또한 도 10에 나타내는 바와 같이, 제1 종동부(22) 및 벨트 기구(24)에 의해 제2 전동부(TS2)가 구성된다. 또 벨트 기구(25), 전동축부(26) 및 스핀들부(50)에 의해 제3 전동부(TS3)가 구성된다.
- [0063] 도 11에 나타내는 바와 같이, 스핀들부(50)는 회전 가능하게 지지된 스핀들(52)을 갖추고 있다. 스핀들(52)은 그 일단에 시험륜(W)이 동축으로(즉, 중심선을 공유하도록) 부착되는 축(즉, 차축)이며, 토크 발생 장치(30)로부터 출력된 동력에 의해 스핀들(52)과 함께 시험륜(W)이 회전 구동된다. 얼라인먼트부(40)는 스핀들부(50)의 방향을 바꿈으로써, 시험륜(W)의 얼라인먼트 조정(즉, 시험 레일(63)에 대한 시험륜(W)의 방향의 위치 및 방향의 조정)이 가능한 기구부이다.
- [0064] 도 13 내지 도 16에 나타내는 바와 같이, 제1 종동부(22)는, 본체부(221), 베어링부(222), 베어링부(223), 샤프트(224), 구동 치차(225), 샤프트(226) 및 종동 치차(227)를 갖추고 있다.
- [0065] 도 14에 나타내는 바와 같이, 본체부(221)는, Y축 방향으로 뻗은 2개의 로드(221b)와, 내륜이 각 로드(221b)와 끼워맞춰진 1쌍의 베어링(221c)을 갖추고 있다. 벨트 기구(15R)의 종동 폴리(155A 및 155C)는 각 베어링(221c)의 외륜과 각각 끼워맞춰져 있다. 이 구성에 의해, 벨트 기구(15R)의 종동 폴리(155A 및 155C)는 본체부(221)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다.
- [0066] 도 16에 나타내는 바와 같이, 본체부(221)는 베어링(221a)을 갖추고 있다. 베어링부(222)는 상하로 늘어선 1쌍의 베어링(222a 및 222b)을 갖추고 있다. 또 베어링부(223)는 상하로 늘어선 1쌍의 베어링(223a 및 223b)을 갖추고 있다.
- [0067] 샤프트(224)는, 길이 방향의 일단부에 있어서 베어링(221a)에 의해, 타단부에 있어서 베어링(223a)에 의해, 중간부에 있어서 베어링(222a)에 의해, 회전 가능하게 지지되어 있다. 샤프트(224)에는 벨트 기구(15R)의 종동 폴리(156)와 구동 치차(225)가 부착되어 있다.
- [0068] 샤프트(226)는 샤프트(224)보다 짧고, 길이 방향의 일단부에 있어서 베어링(222b)에 의해, 타단부에 있어서 베어링(223b)에 의해, 회전 가능하게 지지되어 있다. 샤프트(226)에는 구동 치차(225)와 맞물리는 종동 치차(227)와, 벨트 기구(24)의 구동 폴리(241)가 부착되어 있다.
- [0069] 즉, 제1 종동부(22)를 통하여 종동 폴리(156)(벨트 기구(15R))와 구동 폴리(241)(벨트 기구(24))가 연결되어 있다. 벨트 기구(15R)에 의해 전해진 동력의 일부는 종동 폴리(156)를 통하여 샤프트(224)에 전해진 후, 구동 치차(225) 및 종동 치차(227)를 통하여 샤프트(226)에 전해지고, 또한 구동 폴리(241)를 통하여 벨트 기구(24)에 전해진다. 벨트 기구(24)에 전해진 동력은 시험륜(W)의 구동에 사용된다.
- [0070] 즉, 우측의 제1 종동부(22)와, 제1 종동부(22)에 의해 회전 가능하게 지지된 종동 폴리(156)(및 종동 폴리(155A, 155C))는 벨트 기구(15R)로부터 동력의 일부를 취출하여, 벨트 기구(24)에 공급하는 기능을 가지고 있다.
- [0071] 벨트 기구(15R)에 의해 전해진 동력의 나머지 부분은, 벨트 클램프(157)에 의해 벨트(151)가 고정된 캐리지(20)의 메인 프레임(21)에 전해지고, 캐리지(20)의 구동에 사용된다.
- [0072] 즉, 우측의 벨트 기구(15R)는 캐리지(20)를 구동시키는 수단(캐리지 구동 수단)의 일부를 구성함과 아울러, 시험륜(W)을 구동시키는 수단(시험륜 구동 수단)의 일부도 구성한다. 또 우측의 벨트 기구(15R)는 우측의 제1 종동부(22)와 함께, 구동부(14RA, 14RB)가 발생시킨 동력을 캐리지(20)의 구동에 사용되는 동력과 시험륜(W)의 구동에 사용되는 동력으로 분배하는 수단(동력 분배 수단)으로서 기능한다.
- [0073] 본 실시형태의 벨트 기구(15R)는 입력측의 구동 폴리(152)보다 출력측의 종동 폴리(156)의 피치 원 직경이 크기 때문에, 1보다 큰 감속비를 가지고 있다. 또한 본 발명은 이 구성에 한정되지 않으며, 종동 폴리(156)의 피치

원 직경을 구동 폴리(152)의 피치 원 직경 이상으로 하여, 벨트 기구(15R)의 감속비를 1 이하로 해도 된다.

- [0074] 또 제1 종동부는 구동 치차(225) 및 종동 치차(227)를 포함하는 것에 의해, 동력의 회전 방향을 반전시킨다.
- [0075] 도 17에 나타내는 바와 같이, 제2 종동부(23)(본체부(231))는 Y축 방향으로 뺀 3개의 로드(231b)와, 내륜이 각 로드(231b)와 끼워맞춰진 3개의 베어링(231c)을 갖추고 있다. 3개의 로드(231b)는 X축 방향에 있어서 등간격으로 배치되어 있다. 본 실시형태에서는, 중앙의 로드(231b)가 나머지 2개의 로드(231b)보다 높은 위치에 배치되어 있지만, 모든 로드(231b)를 동일한 높이로 배치해도 된다.
- [0076] 각 베어링(231c)의 외륜에는, 벨트 기구(15L)의 3개의 종동 폴리(155)(앞에서부터 순서대로 종동 폴리(155A, 155B 및 155C))가 끼워맞춰져 있다. 이 구성에 의해, 벨트 기구(15L)의 종동 폴리(155A, 155B 및 155C)는 제2 종동부(23)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다.
- [0077] 도 4에 나타내는 바와 같이, 벨트 기구(15)의 벨트(151)는 구동 폴리(152A, 152B)에 의해 되접히는 것에 의해, 상측의 부분(151a)과 하측의 부분(151b)으로 나뉘어져 있다. 상측의 부분(151a)과 하측의 부분(151b)은 각각 캐리지(20)의 주행 방향으로 뺀, 서로 역방향으로 구동된다. 구체적으로는, 캐리지(20)에 고정된 벨트(151)의 하측의 부분(151b)이 캐리지(20)와 함께 캐리지의 주행 방향으로 구동되고, 상측의 부분(151a)이 캐리지(20) 및 하측의 부분(151b)과 역방향으로 구동된다. 또 캐리지(20)에 부착된 종동 폴리(155 및 156)는 캐리지(20)와 역방향으로 주행하는 벨트(151)의 상측의 부분(151a)에 감겨 걸리고, 상측의 부분(151a)에 의해 구동된다.
- [0078] 도 10 및 도 11에 나타내는 바와 같이, 우측의 벨트 기구(15R)에 의해 전달된 동력의 일부는, 제2 전동부(TS2)에 의해 토크 발생 장치(30)에 전달되고, 또한 제3 전동부(TS3)에 의해 시험륜(W)에 전달되어, 시험륜(W)의 구동에 사용된다. 또한 제2 전동부(TS2)는 제1 종동부(22) 및 벨트 기구(24)를 포함하고, 제3 전동부(TS3)는 벨트 기구(25), 전동축부(26) 및 스핀들부(50)를 포함한다. 상기 서술한 바와 같이, 우측의 벨트 기구(15R)에 의해 전달된 동력의 나머지 부분은, 벨트 클램프(157)에 의해 벨트(151)의 선단부가 고정된 캐리지(20)의 메인 프레임(21)에 전해져, 캐리지(20)의 구동에 사용된다. 상기한 바와 같이 구성된 벨트 기구(15R) 및 제1 종동부(22)에 의해, 벨트(151)에 의한 캐리지(20)와 시험륜(W)의 양쪽의 구동이 가능하게 되어 있다.
- [0079] 또한 좌측의 제2 종동부(23)는 벨트 기구(15L)에 의해 전달되는 동력의 일부를 취출하여 캐리지(20)에 설치된 제2 전동부(TS2)에 전달하기 위한 구성(구체적으로는, 베어링부(222, 223), 샤프트(224, 226), 구동 치차(225) 및 종동 치차(227))를 갖추고 있지 않은 점에 있어서, 우측의 제1 종동부(22)와 상이하다. 또한 좌측의 제2 종동부(23)는 필수 구성 요소는 아니지만, 좌측의 제2 종동부(23)를 설치함으로써, 캐리지(20)가 좌우의 벨트 기구(15L, 15R)로부터 받는 힘이 균형잡혀, 캐리지(20)의 주행이 안정화한다.
- [0080] 상기한 바와 같이, 본 실시형태에서는, 공통의 동력 전달 장치(즉, 벨트 기구(15R))에 의해 전달된 동력을 사용하여 캐리지(20) 및 시험륜(W)을 구동시키는 구성이 채용되어 있다. 이 구성에 의해, 캐리지(20)의 주행 속도에 상관없이, 항상 캐리지(20)의 주행 속도에 대응한 주속(회전수)으로 시험륜(W)을 회전 구동시키는 것이 가능하게 되어 있다. 또 본 실시형태에서는, 토크 발생 장치(30)의 작동량(즉 소비 전력)을 줄이기 위해서, 토크 발생 장치(30)가 작동하고 있지 않을 때는, 캐리지(20)의 주행 속도와 대략 동일한 주속으로 시험륜(W)이 회전 구동되도록 구성되어 있다.
- [0081] 벨트 기구(24)는, 상기 서술한 제1 종동부(22)의 샤프트(226)(도 16)에 부착된 구동 폴리(241)와, 후술하는 토크 발생 장치(30)의 축부(314)(도 18)에 부착된 종동 폴리(242)와, 구동 폴리(241)와 종동 폴리(242)에 감겨 걸린 벨트(243)를 갖추고 있다. 벨트(243)는 예를 들면 상기 서술한 벨트(151)와 동일한 구성의 이빨 부착 벨트이다. 벨트(243)의 종류는 벨트(151)와 상이해도 된다.
- [0082] 도 18은 토크 발생 장치(30)의 구조를 나타낸 도면이다. 토크 발생 장치(30)는 시험륜(W)에 부여하는 토크를 발생시키고, 이 토크를 벨트 기구(24)에 의해 전달된 회전 운동에 더해 출력한다. 바꾸어 말하면, 토크 발생 장치(30)는 벨트 기구(24)에 의해 전달된 회전 운동의 위상을 변화시킴으로써, 시험륜(W)에 토크를 부여할(즉, 시험레일(63)과 시험륜(W) 사이에 구동력 또는 제동력을 부여할) 수 있다.
- [0083] 토크 발생 장치(30)는 시험륜(W)을 구동시키는 동력을 발생시키는 제2 발동 수단으로서 기능함과 아울러, 구동부(14)(제1 발동 수단)의 모터(141)(제1 모터)가 발생시키는 동력과 토크 발생 장치(30)의 후술하는 모터(32)(제2 모터)가 발생시키는 동력을 결합시키는 동력 결합 수단으로서도 기능한다.
- [0084] 구동 시스템(DS)에 토크 발생 장치(30)를 편입시킴으로써, 시험륜(W)의 회전수를 제어하기 위한 동력원(구동부(14RA, 14RB))과 토크를 제어하기 위한 동력원(후술하는 모터(32))에서 역할을 분담하는 것이 가능하게 된다.

그리고, 이것에 의해 보다 소용량의 동력원을 사용하는 것이 가능하게 됨과 아울러, 시험륜(W)에 가해지는 회전 수 및 토크를 보다 높은 정밀도로 제어하는 것이 가능하게 된다. 또 토크 발생 장치(30)를 캐리지(20)에 편입시킴으로써, 벨트 기구(15R)에 가해지는 부하가 저감되기 때문에, 벨트 기구(15R)의 소형화(예를 들면 사용하는 이빨 부착 벨트의 개수의 삭감)나, 보다 내하중이 낮은 부재의 사용이 가능하게 된다.

- [0085] 토크 발생 장치(30)는, 회전 프레임(31)과, 회전 프레임(31) 내에 부착된 모터(32)(제2 모터), 감속기(33) 및 샤프트(34)와, 회전 프레임(31)을 회전 가능하게 지지하는 3개의 베어링부(351, 352 및 353)와, 슬립링부(37)와, 회전 프레임(31)의 회전수를 검출하는 로터리 인코더(38)를 갖추고 있다.
- [0086] 본 실시형태에 있어서는, 모터(32)에는 회전부의 관성 모멘트가 $0.01\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 이하(보다 적합하게는 $0.008\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 이하), 정격 출력이 3kW 내지 60kW(보다 실용적으로는 7kW 내지 37kW)의 초저관성 고풍력형의 AC 서보 모터가 사용되고 있다.
- [0087] 회전 프레임(31)은, 직경이 큰 대략 원통 형상의 제1 통부(311)(모터 수용부), 제2 통부(312)(연결통) 및 제3 통부(313)와, 제1 통부(311)보다 직경이 작은 대략 원통 형상의 축부(314 및 315)를 가지고 있다. 제1 통부(311)의 일단부(도 18에 있어서의 우단부)에는, 제2 통부(312) 및 제3 통부(313)를 통하여 축부(314)가 동축으로 결합하고 있다. 또 제1 통부(311)의 타단부(도 18에 있어서의 좌단부)에는, 축부(315)가 동축으로 결합하고 있다. 축부(314)는 베어링부(351 및 353)에 의해, 축부(315)는 베어링부(352)에 의해, 각각 회전 가능하게 지지되어 있다.
- [0088] 제1 통부(311)의 중공부에는 모터(32)가 수용되어 있다. 모터(32)는 축(321)이 회전 프레임(31)과 동축으로 배치되고, 모터 케이스(320)(즉 스테이터)가 복수의 스테드 볼트(323)에 의해 제1 통부(311)에 고정되어 있다.
- [0089] 제2 통부(312) 및 제3 통부(313)의 중공부에 감속기(33)가 배치되어 있다. 감속기(33)의 입력축(332)에는 모터(32)의 축(321)이 접속되고, 출력축(333)에는 샤프트(34)가 접속되어 있다.
- [0090] 제2 통부(312)의 일단부(도 18에 있어서의 우단부)에는, 외주로 돌출되는 플랜지(312a)가 형성되어 있다. 제2 통부(312)의 타단부(도 18에 있어서의 좌단부)에는, 외주로 돌출되는 플랜지(312b)와 내주로 돌출되는 내측 플랜지(312c)가 형성되어 있다.
- [0091] 모터(32)의 플랜지(320a)는 제2 통부(312)의 내측 플랜지(312c)에 고정되어 있다. 감속기(33)의 기어 케이스(331)는 제2 통부(312)의 일단부(즉, 플랜지(312a)의 근원)에 고정되어 있다. 즉, 모터(32)의 모터 케이스(320)와 감속기(33)의 기어 케이스(331)는, 단일의 짧은 통 형상의 부재인 제2 통부(312)를 통하여 높은 강성으로 연결되어 있다. 이것에 의해 모터(32)의 축(321) 및 감속기(33)의 입력축(332)에는 굽힘 모멘트는 거의 가해지지 않고, 축(321) 및 입력축(332)의 원활한(즉, 저마찰의) 회전이 확보되어, 시험륜(W)에 부여하는 토크의 제어의 정밀도가 향상되고 있다.
- [0092] 축부(315)의 근원에는 제1 통부(311)와 동일 직경의 플랜지(315a)가 형성되어 있고, 이 플랜지(315a)의 외주부에 제1 통부(311)의 일단이 고정되어 있다. 또 모터(32)의 플랜지(320b)는 제1 통부(311)의 플랜지(315a)에 고정되어 있다. 모터(32)는 모터 케이스(320)의 길이 방향에 있어서의 양단부 및 중앙부에 있어서 회전 프레임(31)에 고정되어 있기 때문에, 높은 강성으로 지지되어 있다.
- [0093] 축부(314)의 근원에는 제3 통부(313)와 동일 직경의 플랜지(314a)가 형성되어 있고, 이 플랜지(314a)의 외주부에 제3 통부(313)의 일단이 고정되어 있다. 또 제3 통부(313)의 타단은 제2 통부(312)의 플랜지(312a)의 외주부에 고정되어 있다.
- [0094] 축부(314)는 근원측의 플랜지(314a)의 부근을 베어링부(351)에 의해, 선단부를 베어링부(353)에 의해, 각각 회전 가능하게 지지되어 있다. 베어링부(351)와 베어링부(353) 사이에는, 벨트 기구(24)의 중동 폴리(242)가 배치되고, 축부(314)의 외주에 동축으로 부착되어 있다. 벨트 기구(24)에 의해 전달된 동력에 의해, 토크 발생 장치(30)의 회전부가 회전 구동된다. 즉, 축부(314)(회전 프레임(31))는 토크 발생 장치(30)의 입력축이 되고 있다.
- [0095] 축부(314)의 양단부(즉, 베어링부(351) 또는 베어링부(353)에 의해 지지된 부분)의 내주에는 1쌍의 베어링(314b)이 설치되어 있다. 샤프트(34)는 축부(314)의 중공부에 통과되어, 1쌍의 베어링(314b)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다. 샤프트(34)의 선단은 축부(314)의 선단으로부터 바깥으로 돌출되어 있다. 축부(314)로부터 돌출된 샤프트(34)의 선단부에는 벨트 기구(25)의 구동 폴리(251)가 동축으로 부착되어 있어, 샤프트(34)로부터 출력되는 동력에 의해 벨트 기구(25)가 구동된다. 즉, 샤프트(34)는 토크 발생 장치(30)의 출력축이 되고 있다.

- [0096] 모터(32)로부터 출력되는 토크는 감속기(33)에 의해 증폭되어, 샤프트(34)에 전달된다. 샤프트(34)로부터 벨트 기구(25)에 출력되는 회전은, 벨트 기구(24)에 의해 구동되는 회전 프레임(31)의 회전에, 모터(32) 및 감속기(33)에 의해 만들어지는 토크를 중첩시킨 것이 된다. 토크 발생 장치(30)는 입력축인 회전 프레임(31)의 축부(315)에 전달된 회전 운동에, 토크 발생 장치(30)가 발생시킨 토크를 더하여, 출력축인 샤프트(34)로부터 출력한다.
- [0097] 감속기(33)의 감속비는 45/1~120/1의 범위 내(보다 바람직하게는 55/1~100/1의 범위 내)로 설정되어 있다. 이것에 의해 충분한 크기의 접선력 f_T 를 부여하면서, 미끄럼률 S를 0.01%의 정밀도로 계속하는 것이 가능하게 된다.
- [0098] 슬립링부(37)는 복수 쌍의 슬립링(371)과 브러시(372), 지지관(373), 베어링부(374), 지주(375) 및 지지 아암(376)을 갖추고 있다. 지지관(373)은 회전 프레임(31)의 축부(315)에 동축으로 연결되어 있다. 지지관(373)의 선단부는 베어링부(374)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다. 지지 아암(376)은 지지관(373)과 평행하게 배치되어, 그 일단이 회전 프레임(31)측에 배치된 지주(375)에 고정되며, 타단이 베어링부(374)의 프레임에 고정되어 있다.
- [0099] 복수의 슬립링(371)은 축 방향으로 일정한 간격을 두고 늘어서 있고, 지지관(373)의 외주에 부착되어 있다. 복수의 브러시(372)는 각각 대응하는 슬립링(371)의 외주면과 마주보고 접촉하도록 배치되어, 지지 아암(376)에 부착되어 있다.
- [0100] 각 슬립링(371)에는 각각 리드선(도시하지 않음)이 접속되어 있다. 리드선은 지지관(373)의 중공부에 통과되어, 회전 프레임(31)의 축부(315)의 중공부로 인출되어 있다. 모터(32)의 케이블(325)은 축부(315)의 중공부에 통과되어, 케이블(325)에 포함되는 복수의 와이어가 각각 대응하는 슬립링(371)의 리드선과 접속되어 있다. 또 브러시(372)는 드라이버(32a)(도 25)에 접속되어 있다. 즉, 모터(32)와 드라이버(32a)는 슬립링부(37)를 통하여 접속되어 있다.
- [0101] 로터리 인코더(38)는 슬립링부(37)의 베어링부(374)에 부착되어 있다. 또 로터리 인코더(38)의 입력축에는 회전 프레임(31)과 일체로 회전하는 지지관(373)이 접속되어 있다.
- [0102] 도 11에 나타내는 바와 같이, 벨트 기구(25)는, 토크 발생 장치(30)의 출력축(샤프트(34))에 부착된 구동 폴리(251)와, 전동축부(26)의 입력축(전동축(261))에 부착된 종동 폴리(252)와, 구동 폴리(251)와 종동 폴리(252)에 감겨 걸린 벨트(253)를 갖추고, 토크 발생 장치(30)로부터 출력된 동력을 전동축부(26)에 전달한다. 벨트(253)는 예를 들면 상기 서술한 벨트(151)와 동일한 구성의 이빨 부착 벨트이다. 벨트(253)의 종류는 벨트(151)와 상이해도 된다.
- [0103] 전동축부(26)는, 전동축(261)과, 전동축(261)을 회전 가능하게 지지하는 1쌍의 베어링부(262)와, 디스크 브레이크(263)와, 슬라이드식 등속 조인트(265)와, 전동축(266)과, 전동축(266)을 회전 가능하게 지지하는 베어링(267)을 갖추고 있다. 디스크 브레이크(263)는 전동축(261)에 부착된 디스크 로터(263a)와, 디스크 로터(263a)에 마찰을 부여하여 제동을 행하는 캘리퍼(263b)를 갖추고 있다.
- [0104] 전동축(261)은 일단부에 벨트 기구(25)의 종동 폴리(252)가 부착되고, 타단에 디스크 로터(263a)를 통하여 슬라이드식 등속 조인트(265)의 일단이 접속되어 있다. 슬라이드식 등속 조인트(265)의 타단은 전동축(266)을 통하여 스핀들(52)과 연결되어 있다. 슬라이드식 등속 조인트(265)는 작동각(즉, 입력축과 출력축이 이루는 각도)에 상관없이, 회전 변동없이 원활하게 회전을 전달 가능하게 구성되어 있다. 또 슬라이드식 등속 조인트(265)는 축 방향의 길이(전달 거리)도 가변이다.
- [0105] 시험륜(W)이 부착되는 스핀들(52)은 얼라인먼트부(40)에 의해 그 각도 및 위치가 가변으로 지지되어 있다. 슬라이드식 등속 조인트(265)를 통하여 전동축(261)과 스핀들(52)을 연결하는 것에 의해, 스핀들(52)의 각도나 위치가 변화해도, 이 변화에 슬라이드식 등속 조인트(265)가 유연하게 추종할 수 있다. 그 때문에 스핀들(52)이나 전동축(261)에 큰 뒤튐림이 가해지지 않고, 동력이 원활하게 전달된다.
- [0106] 도 19는 얼라인먼트부(40)의 개략 구조를 나타내는 도면이다. 또 도 20, 도 21, 도 22 및 도 23은 순서대로 도 19의 A-A 화살표에서 본 도면, B-B 화살표에서 본 도면, C-C 화살표에서 본 도면 및 D-D 화살표에서 본 도면이다.
- [0107] 얼라인먼트부(40)는, 윤중 조정부(42), 캠버 조정부(44) 및 슬립각 조정부(46)를 갖추고 있다.
- [0108] 윤중 조정부(42)는 스핀들(52) 및 스핀들(52)에 부착된 시험륜(W)의 높이(보다 구체적으로는 레일 두정면(63a))

으로부터 시험륜(W)의 중심(C)까지의 거리)를 변경하는 것에 의해, 시험륜(W)에 가해지는 윤중(시험 레일(63)로부터 받는 수직 하중)을 조정하는 기구이다. 윤중 조정부(42)는, 베이스(11)에 대하여 상하(Z축 방향)로 이동 가능한 승강 프레임(421)(제1 가동 프레임)과, 승강 프레임(421)의 상하의 이동을 안내하는 복수(도시하는 실시예에 있어서는 2쌍)의 리니어 가이드(422)와, 승강 프레임(421)을 상하로 구동하는 1개 이상(도시하는 실시예에 있어서는 1쌍)의 Z축 구동 유닛(43)을 갖추고 있다.

- [0109] 캐리지(20)의 메인 프레임(21)의 좌측에는, 얼라인먼트부(40)를 수용하는 오두막집 형상(또는 정자 형상)의 얼라인먼트 기구 지지부(214)가 설치되어 있다. 승강 프레임(421)은 얼라인먼트 기구 지지부(214) 내에 수용되어 있다. 리니어 가이드(422)는, 상하로 뺀 레일(422a)과, 레일(422a) 상을 주행 가능한 1개 이상(도시하는 실시예에 있어서는 2개)의 주행부(422b)를 갖추고 있다. 각 리니어 가이드(422)의 레일(422a) 및 주행부(422b)의 일방이 얼라인먼트 기구 지지부(214)에 부착되고, 타방이 승강 프레임(421)에 부착되어 있다.
- [0110] Z축 구동 유닛(43)(제1 구동 유닛)은, 모터(431)와, 모터(431)의 회전 운동을 Z축 방향의 직선 운동으로 변환하는 볼 나사(432)(운동 변환기)를 갖추고 있다. 볼 나사(432)는, 모터(431)의 축에 연결된 나사축(432a)과, 나사축(432a)과 맞물리는 너트(432b)와, 나사축(432a)을 회전 가능하게 지지하는 베어링(432c 및 432d)을 갖추고 있다. 모터(431)와 2개의 베어링(432c 및 432d)은 얼라인먼트 기구 지지부(214)에 부착되고, 너트(432b)는 승강 프레임(421)에 부착되어 있다.
- [0111] 모터(431)에 의해 볼 나사(432)를 구동하면, 너트(432b)와 함께 승강 프레임(421)이 상하로 이동한다. 이것에 따라, 승강 프레임(421)에 지지된 캠버 조정부(44), 슬립각 조정부(46) 및 스핀들부(50)를 통하여 시험륜(W)이 승강하고, 볼 나사(432)의 구동량(즉, 시험륜(W)의 높이)에 따른 하중이 시험륜(W)에 가해진다.
- [0112] 본 실시형태에서는, 모터(431)에 나사축(432a)이 직결되어 있지만, 감속기 또는 예를 들면 워 기어 등의 회전을 감속시키는 치차 장치를 통하여 모터(431)와 나사축(432a)이 연결된 구성으로 해도 된다.
- [0113] 본 실시형태에서는 운동 변환기로서 이송 나사 기구가 사용되고 있지만, 회전 운동을 직선 운동으로 변환 가능한 다른 종류의 운동 변환기를 사용해도 된다.
- [0114] 본 실시형태의 모터(431)는 서보 모터이지만, 작동량의 제어가 가능한 다른 종류의 모터를 모터(431)로서 사용해도 된다.
- [0115] 캠버 조정부(44)는 E_{ϕ} 축(시험륜(W)의 중심(C)을 통과하는 전후로 뺀 축) 둘레에 스핀들(52)을 선회시킴으로써, 노면에 대한 시험륜(W)의 기울기인 캠버각을 조정하는 기구이다. 캠버 조정부(44)는 E_{ϕ} 축을 중심으로 회전 가능한 ϕ 회전 프레임(441)(제2 가동 프레임)과, ϕ 회전 프레임(441)을 회전 가능하게 지지하는 1쌍의 베어링(442)과, ϕ 회전 프레임(441)의 회전을 안내하는 1쌍의 곡선 가이드(443)와, ϕ 회전 프레임(441)을 회전 구동하는 좌우 1쌍의 ϕ 구동 유닛(45)(제2 구동 유닛)을 갖추고 있다.
- [0116] 도 19에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태의 ϕ 회전 프레임(441) 및 승강 프레임(421)은 Y축 방향으로 보아 문형(\cap 형)의 형상을 가지고 있다. ϕ 회전 프레임(441)은 \cap 형의 승강 프레임(421)의 공동부에 수용되어 있다. ϕ 회전 프레임(441)의 정면 및 배면에는 각각 E_{ϕ} 축과 동축으로 외측으로(즉, 시험륜(W)으로부터 멀어지는 방향으로) 돌출되는 원기둥 형상의 피봇(441a)이 설치되어 있다. 각 피봇(441a)은 승강 프레임(421)에 부착된 1쌍의 베어링(442)에 의해, 각각 회전 가능하게 지지되어 있다. ϕ 회전 프레임(441)은 피봇(441a)을 지축으로 하여, E_{ϕ} 축을 중심으로 회전 가능하게 지지되어 있다. 또한 베어링(442)이 ϕ 회전 프레임(441)에 부착되고, 피봇(441a)이 승강 프레임(421)에 부착된 구성으로 해도 된다. 또 ϕ 회전 프레임(441) 및 승강 프레임(421)의 형상은 본 실시형태의 형상에 한정되지 않고, 스핀들부(50) 등을 수용 가능한 공동부를 가지는 형상이면 된다.
- [0117] 곡선 가이드(443)는, E_{ϕ} 축과 동심으로 배치된 원호 형상의 곡선 레일(443a)과, 곡선 레일(443a) 상을 주행 가능한 1개 이상(도시하는 실시예에 있어서는 2개)의 주행부(443b)를 갖추고 있다. 곡선 레일(443a) 및 주행부(443b)의 일방이 승강 프레임(421)에 부착되고, 타방이 ϕ 회전 프레임(441)에 부착되어 있다.
- [0118] ϕ 구동 유닛(45)은, ϕ 회전 프레임(441)의 정면 및 배면에 각각 부착된 1쌍의 평치차(453)와, 각 평치차(453)와 각각 맞물리는 1쌍의 피니언(452)과, 각 피니언(452)을 구동하는 1쌍의 모터(451)를 갖추고 있다. 또한 평치차(453)가 승강 프레임(421)에 부착되고, 모터(451)가 ϕ 회전 프레임(441)에 부착된 구성으로 해도 된다. 평치차(453)는 E_{ϕ} 축을 중심으로 하는 원호 형상으로 형성된(즉, E_{ϕ} 축과 동축의) 세그먼트 치차이다. 또한 평치차(453)는 도시하는 실시예에 있어서는 내치차이지만, 외치차여도 된다.

- [0119] 모터(451)는 승강 프레임(421)에 부착되고, 피니언(452)은 모터(451)의 축(451s)과 결합하고 있다. 또한 본 실시형태의 모터(451)는 서보 모터이지만, 작동량의 제어가 가능한 다른 종류의 모터를 모터(451)로서 사용해도 된다.
- [0120] 모터(451)에 의해 피니언(452)이 회전 구동되면, 피니언(452)과 맞물린 평치차(453)와 함께 ϕ 회전 프레임(441)이 승강 프레임(421)에 대하여 E_{ϕ} 축의 돌레를 회전한다. 이것에 따라, 슬립각 조정부(46) 및 스핀들부(50)를 통하여 ϕ 회전 프레임(441)에 지지된 시험륜(W)이 E_{ϕ} 축의 돌레에 선회하고, 캠버각이 변화한다.
- [0121] 슬립각 조정부(46)는 스핀들(52)의 E_{θ} 축(시험륜(W)의 중심(C)을 통과하는 상하로 뺀 축) 돌레의 방향을 변경하는 것에 의해, 캐리지(20)의 주행 방향(X축 방향)에 대한 시험륜(W)(보다 구체적으로는 차축에 수직인 차륜 중심면)의 기울기인 슬립각을 조정하는 기구이다. 도 19에 나타내는 바와 같이, 슬립각 조정부(46)는, E_{θ} 축을 중심으로 회전 가능한 θ 회전 프레임(461)(제3 가동 프레임)과, θ 회전 프레임(461)을 회전 가능하게 지지하는 베어링(462)과, θ 회전 프레임(461)을 회전 구동하는 θ 구동 유닛(47)을 갖추고 있다.
- [0122] θ 회전 프레임(461)은 Y축 방향으로 보아 문형(\cap 형)의 ϕ 회전 프레임(441)의 공동부에 수용되어 있다. θ 회전 프레임(461)의 상면에는, E_{θ} 축과 동축으로 돌출되는 피봇(461a)이 설치되어 있다. 피봇(461a)은 ϕ 회전 프레임(441)의 천판에 부착된 베어링(462)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다. θ 회전 프레임(461)은 피봇(461a)을 지축으로 하여, E_{θ} 축을 중심으로 회전 가능하게 지지되어 있다.
- [0123] θ 구동 유닛(47)은, θ 회전 프레임(461)에 부착된 평치차(473)와, 평치차(473)와 맞물리는 1개 이상(도시하는 실시예에 있어서는 1쌍)의 피니언(452)과, 각 피니언(452)을 회전 구동하는 1개 이상의(도시하는 실시예에 있어서는 1쌍)의 모터(471)를 갖추고 있다. 평치차(473)는 피봇(461a)에 동축으로 결합하고 있다. 모터(471)는 ϕ 회전 프레임(441)에 부착되고, 피니언(452)은 모터(471)의 축에 부착되어 있다.
- [0124] 도 24는 스핀들부(50)(차륜 지지부)의 개략 구조를 나타내는 도면이다. 스핀들부(50)는 θ 회전 프레임(461)의 하단부에 부착되어 있다. 스핀들부(50)는, θ 회전 프레임(461)에 고정된 프레임(51)과, 프레임(51)에 부착된 복수(도시하는 실시예에 있어서는 1쌍)의 베어링(53)과, 베어링(53)에 회전 가능하게 지지된 스핀들(52)과, 시험륜(W)에 가해지는 힘을 검출하는 6분력 센서(54)와, 스핀들(52)의 선단부에 6분력 센서(54)를 통하여 동축으로 부착된 차축(55)을 갖추고 있다. 6분력 센서(54)는 복수의 압전 소자(도시하지 않음)를 갖추고 있다. 차축(55)에는 시험륜(W)(도 1)이 부착된다.
- [0125] 스핀들(52)의 말단에는 전동축부(26)의 전동축(266)이 접속되어 있다. 전동축(266)은 스핀들부(50)의 프레임(51)에 부착된 베어링(267)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다.
- [0126] 얼라인먼트부(40)는 캠버각(ϕ 각)이나 슬립각(θ 각)을 변경해도 시험륜(W)의 위치가 이동하지 않도록, E_{θ} 축, E_{ϕ} 축 및 E_{λ} 축의 3축이 시험륜(W)의 중심(C)의 일점에 교차하도록 구성되어 있다.
- [0127] 도 25는 제1 시험 장치(1)의 제어 시스템(1a)의 개략 구성을 나타내는 블록도이다. 제어 시스템(1a)은, 장치 전체의 동작을 제어하는 제어부(72), 각종 계측을 행하는 계측부(74) 및 외부와의 입출력을 행하는 인터페이스부(76)를 갖추고 있다.
- [0128] 제어부(72)에는, 각 구동부(14)의 모터(141), 토크 발생 장치(30)의 모터(32), 윤중 조정부(42)의 모터(431), 캠버 조정부의 모터(451), 슬립각 조정부(46)의 모터(471) 및 이동 유닛(1655)의 모터(1655m)가, 드라이버(141a, 32a, 431a, 451a, 471a 및 1655a)를 각각 통하여 접속되어 있다. 또 제어부(72)에는 온도 조정 장치(64c)가 접속되어 있다.
- [0129] 제어부(72)와 각 드라이버(141a, 32a, 431a, 451a 및 471a)는 광파이버에 의해 통신 가능하게 접속되어, 제어부(72)와 각 드라이버 사이에서 고속의 피드백 제어가 가능하게 되어 있다. 이것에 의해 보다 고정밀도(시간축에 있어서 고분해능 또한 고확도)의 동기 제어가 가능하게 되어 있다.
- [0130] 계측부(74)에는, 스핀들부(50)의 6분력 센서(54), 하중검출부(165)의 3분력 센서(1651) 및 센서 위치 검출부(1656)의 근접 센서(1656c)가, 앰프(54a, 1651a 및 1656ca)를 각각 통하여 접속되어 있다. 6분력 센서(54), 3분력 센서(1651) 및 근접 센서(1656c)로부터의 신호는, 앰프(54a, 1651a 및 1656ca)에 의해 각각 증폭된 후, 계측부(74)에 있어서 디지털 신호로 변환되어, 이것에 의해 계측 데이터가 생성된다. 계측 데이터는 제어부(72)에 입력된다. 또한 도 25에 있어서, 3분력 센서(1651), 앰프(1651a), 근접 센서(1656c) 및 앰프(1656ca)는

각각 1개만이 도시되어 있다.

- [0131] 각 모터(141, 32, 431, 451, 471 및 1655m)에 내장된 로터리 인코더(RE)가 검출한 위상 정보는 각 드라이버(141a, 32a, 451a, 471a 및 1655a)를 각각 통하여 제어부(72)에 입력된다.
- [0132] 인터페이스부(76)는, 예를 들면 유저와의 사이에서 입출력을 행하기 위한 유저 인터페이스, LAN(Local Area Network) 등의 각종 네트워크와 접속하기 위한 네트워크 인터페이스, 외부 기기와 접속하기 위한 USB(Universal Serial Bus)나 GPIB(General Purpose Interface Bus) 등의 각종 통신 인터페이스의 하나 이상을 갖추고 있다. 또 유저 인터페이스는 예를 들면 각종 조작 스위치, 표시기, LCD(liquid crystal display) 등의 각종 디스플레이 장치, 마우스나 터치 패드 등의 각종 포인팅 디바이스, 터치 스크린, 비디오 카메라, 프린터, 스캐너, 버저, 스피커, 마이크로폰, 메모리 카드 리더 라이터 등의 각종 입출력 장치의 하나 이상을 포함한다.
- [0133] 제어부(72)는 예를 들면 인터페이스부(76) 및 LAN을 통하여 서버(77) 및 분석 장치(78)(예를 들면 워크스테이션, PC, 클라우드 컴퓨팅 서비스 등)에 접속되어 있다. 서버(77)에는 시험 조건의 데이터나 시험 결과의 데이터가 저장된다. 또 분석 장치(78)(시험 데이터 처리 장치)에 의해, 제1 시험 장치(1) 및 제2 시험 장치(2)의 시험 결과에 기초하는 고도의 분석이 행해진다.
- [0134] 제어부(72)는 인터페이스부(76)를 통하여 입력된 속도의 설정 데이터에 기초하여 각 구동부(14)의 모터(141)의 구동을 동기 제어하는 것에 의해, 캐리지(20)를 소정의 속도로 주행시킬 수 있다. 또한 본 실시형태에서는, 4개의 구동부(14) 모두를 동위상에서 구동한다(보다 정확하게는 좌측의 구동부(14LA 및 14LB)와 우측의 구동부(14RA 및 14RB)는 역위상[역회전]에서 구동된다).
- [0135] 또 제어부(72)는 인터페이스부(76)를 통하여 취득한 시험륜(W)에 부여해야 할 전후력(제동력 또는 구동력)의 설정 데이터에 기초하여 토크 발생 장치(30)의 모터(32)의 구동을 제어하는 것에 의해, 시험륜(W)에 소정의 전후력을 부여할 수 있다. 또 제어부(72)는 전후력의 설정 데이터 대신에 토크의 설정 데이터(또는 가속도의 설정 데이터)에 기초하여 토크 발생 장치(30)를 제어하는 것에 의해, 시험륜(W)에 소정의 토크를 부여할 수도 있다.
- [0136] 제어부(72)는 캐리지(20)를 소정의 주행 속도로 주행시키는(동시에, 시험륜(W)을 주행 속도와 대략 동일한 주속으로 회전시키는) 구동부(14)의 제어와, 시험륜(W)에 전후력(또는 토크)을 부여하기 위한 토크 발생 장치(30)의 제어를, 동기 신호에 기초하여 동기시켜 행할 수 있다.
- [0137] 토크 발생 장치(30)에 발생시키는 토크의 파형으로서는, 정현파, 정현반파(하프사인파), 톱니형상파(톱파), 삼각파, 사다리꼴파 등의 기본 파형 외에, 노상 시험에 있어서 예측된 전후력(또는 토크) 파형, 시뮬레이션 계산에 의해 얻어진 전후력(또는 토크) 파형 또는 그 밖의 임의의 합성 파형(예를 들면 평선 제네레이터 등에 의해 생성된 파형)을 사용할 수 있다.
- [0138] 캐리지(20)의 주행 속도(또는 시험륜(W)의 회전수)의 제어에 대해서도, 마찬가지로 기본 파형 외에, 노상 시험에 있어서 예측된 차륜의 회전수의 파형, 시뮬레이션 계산에 의해 얻어진 속도 변화의 파형, 또는 그 밖의 임의의 합성 파형(예를 들면 평선 제네레이터 등에 의해 생성된 파형)을 사용할 수 있다.
- [0139] 제1 시험 장치(1)는 시험 레일(63)과 시험륜(W) 사이의 μ -S 특성을 예측하는 기능을 갖추고 있다. μ -S 특성은 예를 들면 캐리지(20)를 소정의 속도로 주행시키면서, 시험륜(W)에 가해지는 토크(또는 접선력)를 연속적으로 변화시키고, 주행 중의 미끄럼률 S 및 마찰 계수 μ 의 변화를 연속적으로 측정함으로써 예측된다.
- [0140] 미끄럼률 S는 다음 식에 의해 계산된다.
- [0141]
$$S=(V_C-V_T)/V_T$$
- [0142] 단,
- [0143] V_C : 시험륜의 주속(m/s)
- [0144] V_T : 캐리지의 주행 속도(m/s)
- [0145] 시험륜(W)의 주속 V_C 는 다음 식에 의해 계산된다.
- [0146]
$$V_C=R_{\text{W}} \times \Omega_{52}=R_{\text{W}} \times (\Omega_{31}+\Omega_{321}/r_{33})$$
- [0147] 단,

- [0148] Ω_{52} :스핀들(52)의 각속도(rad/s)
- [0149] Ω_{31} :회전 프레임(31)의 각속도(rad/s)
- [0150] Ω_{321} :모터(32)의 축(321)의 각속도(rad/s)
- [0151] r_{33} :감속기(33)의 감속비
- [0152] R_W :시험륜(W)의 반경(m)
- [0153] 또한 토크 발생 장치(30)의 회전 프레임(31)의 각속도 Ω_{31} 은 토크 발생 장치(30)의 로터리 인코더(38)에 의해 검출되고, 토크 발생 장치(30) 모터(32)의 축(321)의 각속도 Ω_{321} 은 모터(32)의 로터리 인코더(RE)에 의해 검출된다.
- [0154] 또 제3 전동부(TS3)(예를 들면 스핀들부(50))에 스핀들(52)의 각속도 Ω_{52} 를 검출하는 로터리 인코더를 설치하여, 각속도 Ω_{52} 로부터 시험륜(W)의 주속 V_c 를 계산해도 된다.
- [0155] 캐리지(20)의 주행 속도 V_T (m/s)는 다음 식에 의해 계산된다.
- [0156] $V_T=(PD_{152}/2)\times\Omega_{141b}$
- [0157] 단,
- [0158] Ω_{141b} :모터(141)의 축(141b)의 각속도(rad/s)
- [0159] PD_{152} :구동 폴리(152)의 피치 원 직경(m)
- [0160] 또한 구동부(14)의 모터(141)의 축(141b)의 각속도 Ω_{141b} 는 모터(141)의 로터리 인코더(RE)에 의해 검출된다.
- [0161] 또 캐리지(20)의 주행 속도 V_T 를 검출하는 속도 센서(예를 들면 도플러식 또는 공간필터식의 속도 센서)를 설치하여, 속도 센서에 의해 주행 속도 V_T 를 직접 검출해도 된다.
- [0162] 마찰 계수 μ 는 다음 식에 의해 계산된다.
- [0163] $\mu=f_T/f_W$
- [0164] 단,
- [0165] f_T :접선력(N)
- [0166] f_W :윤중(N)
- [0167] 또한 시험륜(W)에 가해지는 주행 방향(X축 방향)의 힘인 접선력 f_T (트랙션 포스, 전후력 또는 종(縱) 크리프력 이라고도 한다.) 및 상하 방향(Z축 방향)의 힘인 윤중 f_W 는 스핀들부(50)의 6분력 센서(54)에 의해 검출된다.
- [0168] 이어서 레조륜식의 제2 시험 장치(2)에 대해 설명한다.
- [0169] 도 26 및 도 27은 각각 본 발명의 제1 실시형태에 따른 제2 시험 장치(2)의 사시도이다. 도 26은 정면측에서 본 도면이며, 도 27은 배면측에서 본 도면이다. 도 28은 제2 시험 장치(2)의 평면도이다.
- [0170] 도 26에 있어서, 좌표축으로 나타내는 바와 같이, 우하측으로부터 좌상측을 향하는 방향을 X축 방향, 우상측으로부터 좌하측을 향하는 방향을 Y축 방향, 하측으로부터 상측을 향하는 방향을 Z축 방향으로 정의한다. X축 방향 및 Y축 방향은 서로 직교하는 수평 방향이며, Z축 방향은 연직 방향이다. X축 방향, Y축 방향 및 Z축 방향의 각 방향으로 뻗은 임의의 직선을 각각 X축, Y축 및 Z축이라고 부른다. 또 X축 정방향을 좌방, X축 부방향을 우방, Y축 정방향을 전방, Y축 부방향을 후방, Z축 정방향을 상방, Z축 부방향을 하방이라고 부른다.
- [0171] 제2 시험 장치(2)는 철도 차량의 주행시에 발생하는 레일과 차륜의 상호작용을 모의적으로 재현하여, 예를 들면 레일-차륜간의 점착력 특성 등의 평가를 행하는 것이 가능한 장치이다. 본 실시형태에서는, 외주부가 레일 두부

를 모방한 단면 형상을 가지는 레조륜(R)이 사용되고, 시험용의 차륜(이하 「시험륜(W)」이라고 한다.)을 레조륜(R)에 누른 상태에서 양자를 회전시킴으로써 철도 차량의 주행시의 레일과 차륜과의 상호작용이 모의적으로 재현된다.

- [0172] 제2 시험 장치(2)는 레조륜(R) 및 시험륜(W)을 구동하는 구동 시스템(DS)을 갖추고 있다. 도 29는 구동 시스템(DS)의 개략 구성을 나타내는 블록도이다. 구동 시스템(DS)은 기계적 동력(이하, 간단히 「동력」이라고 한다.)을 발생시키는 발동부(AS)와, 발동부(AS)가 발생시킨 동력을 구동 대상인 레조륜(R) 및 시험륜(W)에 전하는 전동부(TS)를 포함하고, 후술하는 바와 같이 레조륜(R) 및 시험륜(W)과 함께 동력 순환계를 구성한다.
- [0173] 발동부(AS)는, 구동 대상의 회전 속도를 제어 가능한 회전 구동 장치(2010)(속도 제어용 구동 장치)와, 구동 대상에 부여하는 토크를 제어 가능한 토크 발생 장치(2020)(토크 제어용 구동 장치)를 포함한다. 본 실시형태의 구동 시스템(DS)은 구동 제어를 속도 제어와 토크 제어로 나누고, 속도 제어와 토크 제어를 각각 전용의 구동 장치가 분담하는 구성을 채용하는 것에 의해, 비교적 용량이 작은 원동기를 사용하면서도 고속이며 또한 큰 토크의 구동이 가능하게 되어 있다. 또 구동 시스템(DS)은 동력 순환계를 채용하는 것에 의해, 종래의 장치보다 높은 에너지 이용 효율을 실현한다.
- [0174] 전동부(TS)에는 제1 전동부(2030) 및 제2 전동부(2040)가 포함된다. 또 토크 발생 장치(2020)도 전동부(TS)의 일부를 구성한다. 제1 전동부(2030)는 회전 구동 장치(2010)로부터 출력되는 회전을 레조륜(R) 및 토크 발생 장치(2020)에 전달한다. 토크 발생 장치(2020)는 회전 구동 장치(2010)로부터 전달된 동력에 토크 발생 장치(2020) 자체가 발생시키는 동력을 더해 출력한다. 제2 전동부(2040)는 토크 발생 장치(2020)의 출력을 시험륜(W)에 전달한다.
- [0175] 레조륜(R)과 시험륜(W)은 회전축을 서로 평행하게 향하게 하여, 직경 방향으로 늘어서도록 제2 시험 장치(2)에 부착된다. 시험을 행할 때는, 시험륜(W)이 레조륜(R)에 눌러, 시험륜(W)의 외주면(답면)이 레조륜(R)의 외주면(두정면)에 접촉된 상태에서, 시험륜(W)과 레조륜(R)이 서로 역회전으로 대략 동일한 주속(즉, 외주면의 선속도)으로 회전 구동된다. 이 때, 전동부(TS)는 시험륜(W) 및 레조륜(R)을 통하여 동력 순환계(즉 동력 전달축의 루프)를 구성한다. 토크 발생 장치(2020)는, 입력축(제1 전동부(2030))과 출력축(제2 전동부(2040)) 사이에 위상차를 부여하는 것에 의해, 동력 순환계에 토크를 부여한다. 제2 시험 장치(2)는 동력 순환 방식을 채용하는 것에 의해, 발생한 동력을 거의 흡수하지 않고 시험륜(W)에 토크(또는 접선력)를 부여하는 것이 가능하게 되기 때문에, 비교적 적은 소비 에너지로 동작할 수 있다.
- [0176] 또한 본 실시형태의 제1 전동부(2030)는 토크 발생 장치(2020)(구체적으로는 후술하는 제2 전동기(2022))의 작동이 정지한 상태에 있어서, 레조륜(R)과 시험륜(W)이 서로 역회전으로 동일한 주속으로 회전 구동되도록 구성되어 있다. 또한 토크 발생 장치(2020)의 작동이 정지한 상태에 있어서 레조륜(R)과 시험륜(W)에 주속차가 발생하는 구성으로 해도 된다. 그러나, 이 경우에는, 주속차를 보상하기 위해서 토크 발생 장치(2020)의 작동량이 늘어나기 때문에, 에너지 소비량이 증가한다. 또 본 실시형태의 제1 전동부(2030)는 레조륜(R)과 토크 발생 장치(2020)가 동일한 회전수로 회전 구동되도록 구성되어 있지만, 레조륜(R)과 시험륜(W)을 대략 동일한 주속으로 회전 구동시키는 구성이면, 레조륜(R)과 토크 발생 장치(2020)를 상이한 회전수로 회전시키는 구성으로 해도 된다.
- [0177] 도 26-28에 나타내는 바와 같이, 회전 구동 장치(2010)는, 장력조정대(2011)와, 장력조정대(2011) 상에 설치된 제1 전동기(2012)(속도 제어용 모터)를 갖추고 있다. 본 실시형태의 제1 전동기(2012)는 인버터에 의해 구동되는 소위 인버터 모터이지만, 예를 들면 서보 모터나 스테핑 모터 등의 회전수의 제어가 가능한 다른 종류의 모터를 제1 전동기(2012)에 사용해도 된다. 또 회전 구동 장치(2010)는 제1 전동기(2012)로부터 출력되는 회전을 감속하는 감속기를 갖추고 있어도 된다. 장력조정대(2011)에 대해서는 후술한다.
- [0178] 제1 전동부(2030)는 제1 벨트 기구부(2031), 레조륜 지지부(2032), 샤프트(2033) 및 기어 박스(2034)(치차 장치)를 갖추고 있다.
- [0179] 도 26에 나타내는 바와 같이, 제1 벨트 기구부(2031)는, 회전 구동 장치(2010)에 의해 구동되는 구동 폴리(2311)와, 레조륜 지지부(2032)의 입력축(후술하는 샤프트(2321)의 일방)에 부착된 중동 폴리(2312)와, 구동 폴리(2311)와 중동 폴리(2312)에 감겨 걸린 벨트(2313)를 갖추고 있다.
- [0180] 회전 구동 장치(2010)로부터 출력되는 회전은 제1 전동부(2030)의 제1 벨트 기구부(2031)에 의해 레조륜 지지부(2032)에 전달된다.
- [0181] 본 실시형태의 벨트(2313)는 폭 방향으로 늘어선 복수의 V자 형상의 리브를 가지는 V 리브드 벨트이지만, 예를

들면 사다리꼴의 단면 형상을 가지는 V벨트, 이빨 부착 벨트, 평벨트, 환벨트 등의 다른 종류의 벨트를 사용해도 된다.

- [0182] 본 실시형태의 제1 벨트 기구부(2031)는, 구동 풀리(2311), 종동 풀리(2312) 및 벨트(2313)로 구성되는 단일의 벨트 전동 유닛을 갖추고 있지만, 병렬 또는 직렬로 접속된 2개 이상의 벨트 전동 유닛을 갖춘 구성으로 해도 된다.
- [0183] 또 회전 구동 장치(2010)로부터 케조륜 지지부(2032)로의 전동에는, 벨트 전동에 한정되지 않고, 체인 전동이나 와이어 전동 등의 다른 종류의 와인딩 전동, 또는 치차 전동 등의 다른 전동 방식을 사용해도 된다. 또 회전 구동 장치(2010)와 케조륜 지지부(2032)를 동축으로(즉, 회전축이 일치하도록) 배치하고, 회전 구동 장치(2010)의 출력축과 케조륜 지지부(2032)의 입력축을 직결하는 구성으로 해도 된다.
- [0184] 여기서, 회전 구동 장치(2010)의 장력조정대(2011)에 대해 설명한다. 도 27에 나타내는 바와 같이, 장력조정대(2011)는, 베이스(B)에 고정된 고정 프레임(2111)과, 회전 구동 장치(2010)가 부착되는 가동 프레임(2112)을 갖추고 있다. 가동 프레임(2112)은 우단부에 있어서 Y축 방향으로 뺀 로드(2114R)를 통하여 고정 프레임(2111)에 선회 가능하게 연결되어 있어, Y축 둘레의 기울기가 조정 가능하게 되어 있다. 가동 프레임(2112)의 기울기를 바꾸는 것에 의해, 구동 풀리(2311)(도 26)와 종동 풀리(2312)의 거리를 변화시키고, 이것에 의해 구동 풀리(2311)와 종동 풀리(2312)에 감겨 걸린 벨트(2313)의 장력을 조정하는 것이 가능하게 되어 있다.
- [0185] 도 27 및 도 28에 나타내는 바와 같이, 케조륜 지지부(2032)는 베어링(2322) 및 샤프트(2321)를 1쌍씩 갖추고 있다. 1쌍의 베어링(2322)은 회전축을 Y축 방향을 향하게 하여 전후(즉, Y축 방향)로 늘어서서, 동축으로 배치되어 있다.
- [0186] 일방의 샤프트(2321)는 전방의 베어링(2322)에 의해, 또 타방의 샤프트(2321)는 후방의 베어링(2322)에 의해, 각각 회전 가능하게 지지되어 있다. 샤프트(2321)는 그 일단에 케조륜(R)을 부착하기 위한 플랜지가 설치된 플랜지 부착 샤프트이며, 케조륜(R)의 양측면에 1개씩 볼트에 의해 분리 가능하게 동축으로 부착되어 있다.
- [0187] 전방의 샤프트(2321)의 타단부에는 제1 벨트 기구부(2031)의 종동 풀리(2312)가 부착되어 있다. 또 후방의 샤프트(2321)의 타단에는 샤프트(2033)의 일단이 접속되어 있다. 샤프트(2033)의 타단은 기어 박스(2034)의 입력축(2342a)에 접속되어 있다.
- [0188] 제1 벨트 기구부(2031)에 의해 케조륜 지지부(2032)에 전달된 동력은, 그 일부가 케조륜(R)에 부여되고, 나머지가 샤프트(2033)에(또한 토크 발생 장치(2020) 및 제2 전동부(2040)를 통하여 시험륜(W)에) 부여된다. 즉, 케조륜 지지부(2032)(구체적으로는 샤프트(2321))는 제1 전동기(2012)가 발생시켜 제1 벨트 기구부(2031)에 의해 전달된 동력을 케조륜(R)과 샤프트(2033)(최종적으로는 시험륜(W))에 분배하는 동력 분배 수단으로서 기능한다.
- [0189] 또한 샤프트(2321)와 케조륜(R)의 결합 구조는 플랜지에 의한 결합에 한정되지 않고, 예를 들면 케조륜(R)의 중심에 설치된 관통 구멍에 샤프트(2321)를 끼워맞추는 구조 등, 다른 결합 구조를 사용해도 된다.
- [0190] 또 케조륜 지지부(2032)는 케조륜(R)의 회전수를 검출하는 로터리 인코더(2323)(회전수 검출 수단)를 갖추고 있다.
- [0191] 도 30은 기어 박스(2034) 및 그 주변을 수평면에서 절단한 개략 단면도이다. 기어 박스(2034)는, 케이스(2341)와, 케이스(2341)에 부착된 각 1쌍의 제1 베어링(2343) 및 제2 베어링(2345)과, 1쌍의 제1 베어링(2343)에 의해 회전 가능하게 지지된 제1 치차(2342)(입력축 치차)와, 1쌍의 제2 베어링(2345)에 의해 회전 가능하게 지지된 제2 치차(2344)(출력축 치차)를 갖추고 있다.
- [0192] 제1 치차(2342) 및 제2 치차(2344)는 회전축을 Y축 방향을 향하게 하여, 서로 이빨이 맞물리도록 X축 방향으로 늘어서서 배치되고, 케이스(2341) 내에 수용되어 있다. 제1 치차(2342)의 일단부는 기어 박스(2034)의 입력축(2342a)이며, 샤프트(2033)의 타단부에 접속되어 있다. 제2 치차(2344)의 일단부는 기어 박스(2034)의 출력축(2344a)이며, 토크 발생 장치(2020)의 후술하는 케이싱(2021)의 일단부에 접속되어 있다.
- [0193] 제2 치차(2344)에는 회전축을 중심선으로 하는 원기둥 형상의 관통 구멍(2344b)이 형성되어 있다. 토크 발생 장치(2020)의 후술하는 출력축(2024)은 제2 치차(2344)의 일단(도 30에 있어서는 좌단. 즉, 출력축(2344a)의 선단.)으로부터 관통 구멍(2344b)에 끼워넣어져, 제2 치차(2344)를 관통하여, 그 선단부가 제2 치차(2344)의 타단으로부터 돌출되어 있다.
- [0194] 본 실시형태에서는, 제1 치차(2342)와 제2 치차(2344)의 이빨 수는 동수이며, 기어 박스(2034)의 치차비는 1로

되어 있다. 또한 시험륜(W)과 레조륜(R)을 역회전으로 대략 동일한 주속으로 회전시키는 구성이면, 기어 박스(2034)의 치차비를 1 이외의 값으로 해도 된다.

- [0195] 사프트(2033)로부터 토크 발생 장치(2020)로의 전동에는, 치차 전동에 한정되지 않고, 예를 들면 벨트 전동이나 체인 전동 등의 와인딩 전동 등, 다른 전동 방식을 사용해도 된다.
- [0196] 도 31은 토크 발생 장치(2020) 및 기어 박스(2034)와 그 주변을 X축 방향과 수직인 평면에서 절단한 개략 단면도이다.
- [0197] 토크 발생 장치(2020)는, 회전 구동 장치(2010)에 의해 회전 구동되는 본체부(2020A)(회전부)와, 본체부(2020A)를 회전 가능하게 지지하는 1쌍의 베어링 유닛(2025, 2026)을 갖추고 있다.
- [0198] 본체부(2020A)는, 베어링 유닛(2025, 2026)에 의해 지지된 대략 통 형상의 케이싱(2021)(회전 프레임)과, 케이싱(2021)에 부착된 제2 전동기(2022) 및 감속기(2023)와, 출력축(2024)을 갖추고 있다. 출력축(2024)은 케이싱(2021)과 동축으로 배치되어 있다. 제2 전동기(2022)의 후술하는 축(2221) 및 로터(2222)(회전자)를 케이싱(2021)과 동축으로 배치해도 된다. 제2 전동기(2022)를 케이싱(2021)과 동축으로 배치하는 것에 의해, 본체부(2020A)의 언밸런스가 경감되어, 본체부(2020A)를 원활하게(즉, 회전수나 토크의 불필요한 요동이 적게) 회전시키는 것이 가능하게 된다. 또한 본 실시형태의 제2 전동기(2022)는 AC 서보 모터이지만, DC 서보 모터나 스테핑 모터 등, 구동량(회전각)의 제어가 가능한 다른 종류의 전동기를 제2 전동기(2022)로서 사용해도 된다.
- [0199] 감속기(2023)의 감속비는 45/1~120/1의 범위 내(보다 바람직하게는 55/1~100/1의 범위 내)로 설정되어 있다. 이것에 의해 충분한 크기의 접선력 f_t 를 부여하면서, 미끄럼률을 0.01%의 정밀도로 계측하는 것이 가능하게 된다.
- [0200] 케이싱(2021)은 대략 원통 형상의 제1 원통부(2212) 및 제2 원통부(2214)(모터 수용부)와, 제1 원통부(2212)와 제2 원통부(2214)를 연결하는 연결부(2213)와, 제1 원통부(2212)에 접속된 제1 축부(2211)와, 제2 원통부(2214)에 접속된 제2 축부(2215)를 가지고 있다. 제1 축부(2211), 제1 원통부(2212), 연결부(2213), 제2 원통부(2214) 및 제2 축부(2215)는 어느 것이나 축 방향으로 관통하는 중공부를 가지는 통 형상 부재이며, 이 순서로 동축으로 연결되어, 통 형상의 케이싱(2021)을 형성한다. 케이싱(2021)은 제1 축부(2211)에 있어서 베어링 유닛(2025)에 의해 지지되고, 제2 축부(2215)에 있어서 베어링 유닛(2026)에 의해 지지되어 있다. 제1 축부(2211)의 선단부는 토크 발생 장치(2020)의 입력축이며, 기어 박스(2034)의 출력축(2344a)에 접속되어 있다.
- [0201] 도 32는 제2 전동기(2022)의 개략 구성을 나타내는 종단면도이다. 제2 전동기(2022)는, 축(2221)과, 영구 자석 등으로 구성되어 축(2221)과 일체로 결합한 로터(2222)와, 내주에 코일(2223a)이 설치된 통 형상의 스테이터(2223)(고정자)와, 스테이터(2223)의 양단부에 개구를 막도록 부착된 1쌍의 플랜지(2224, 2226)와, 각 플랜지(2224, 2226)에 부착된 1쌍의 베어링(2225, 2227)과, 축(2221)의 각도 위치(위상)를 검출하는 로터리 인코더(RE)를 갖추고 있다.
- [0202] 축(2221)은 1쌍의 베어링(2225, 2227)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다. 축(2221)의 일단부(도 32에 있어서의 우단부)는 플랜지(2224) 및 베어링(2225)을 관통하여 외부로 돌출되어, 제2 전동기(2022)의 출력축이 되고 있다. 축(2221)의 타단부(도 32에 있어서의 좌단부)는 로터리 인코더(RE)에 접속되어 있다.
- [0203] 도 31에 나타내는 바와 같이, 제2 전동기(2022)는 케이싱(2021)의 제2 원통부(2214)의 중공부(구획(C1))에 수용되어 있다. 케이싱(2021)의 연결부(2213)의 일단부(도 31에 있어서의 좌단부)에는 내주로 돌출되는 내측 플랜지부(2213a)가 형성되어 있다. 제2 전동기(2022)의 스테이터(2223)(도 32)는 토크 발생 장치(2020)의 회전축을 중심으로 방사 형상으로 배치된 복수의 봉 형상의 연결 부재(2217)를 통하여 제2 원통부(2214)에 고정되어 있다. 연결 부재(2217)는 예를 들면 양단부에 수나사가 형성된 스톨드 볼트나 전나사 볼트가 사용된다. 또 제2 전동기(2022)의 플랜지(2224)(도 32)는 연결부(2213)의 내측 플랜지부(2213a)에 지지되어 있다.
- [0204] 감속기(2023)는 케이싱(2021)의 연결부(2213) 및 제1 원통부(2212)에 의해 둘러싸인 구획(C2)에 수용되어 있다. 감속기(2023)의 입력축(2231)에는 제2 전동기(2022)의 축(2221)이 접속되고, 감속기(2023)의 출력축(2232)에는 토크 발생 장치(2020)의 출력축(2024)이 접속되어 있다. 또한 토크 발생 장치(2020)에 감속기(2023)를 설치하지 않고, 제2 전동기(2022)의 축(2221)에 출력축(2024)을 직접 접속시키는 구성으로 해도 된다.
- [0205] 감속기(2023)의 케이스(2233)는 연결부(2213)의 타단부에 고정되어 있다. 즉, 제2 전동기(2022)의 플랜지(2224)(도 32)와 감속기(2023)의 케이스(2233)는 단일의 통 형상의 연결부(2213)에 의해 일체로 연결되어 있다. 그 때문에 제2 전동기(2022)와 감속기(2023)는 높은 강성으로 일체로 결합되고, 축(2221)에 굽힘 모멘트가 가해지기 어렵게 되어 있다. 이것에 의해 축(2221)이 베어링(2225, 2227)으로부터 받는 마찰이 경감되기 때문에, 토

크 발생 장치(2020)에 의한 토크 제어의 정밀도가 향상되고 있다.

- [0206] 토크 발생 장치(2020)의 출력축(2024)은 케이싱(2021)의 제1 축부(2211) 및 기어 박스(2034)(구체적으로는 제2 치차(2344))의 증공부를 빠져나가, 기어 박스(2034)의 후방으로 돌출되어 있다. 케이싱(2021)의 제1 축부(2211) 및 기어 박스(2034)의 제2 치차(2344)의 내주에는 출력축(2024)을 회전 가능하게 지지하는 베어링(2211a) 및 베어링(2344c)이 각각 설치되어 있다.
- [0207] 기어 박스(2034)로부터 후방으로 돌출된 출력축(2024)의 선단축의 부분에는, 후술하는 제2 벨트 기구부(2041)의 2개의 구동 폴리(2411)가 부착되어 있다. 또 출력축(2024)의 선단부는 제2 벨트 기구부(2041)의 베어링 유닛(2414)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다.
- [0208] 베어링 유닛(2026)의 전방에 인접하여 슬립 링부(2027)가 설치되어 있다. 슬립 링부(2027)는 토크 발생 장치(2020)의 본체부(2020A)와 함께 회전하는 가동부(2027A)와, 베이스(B)에 고정된 고정부(2027B)로 구성되어 있다.
- [0209] 가동부(2027A)는, 토크 발생 장치(2020)의 제2 축부(2215)에 동축으로 접속된 링 지지관(2271)과, 링 지지관(2271)의 외주에 간격을 두고 동축으로 부착된 복수의 슬립 링(2272)을 갖추고 있다.
- [0210] 토크 발생 장치(2020)의 제2 전동기(2022)의 케이블(2228)은 케이싱(2021)의 제2 축부(2215)에 통과되어 있다. 또 케이블(2228)을 구성하는 복수의 전선이 링 지지관(2271)의 증공부에 통과되어, 대응하는 슬립 링(2272)에 각각 접속되어 있다.
- [0211] 고정부(2027B)는, 브러시 지지부(2274)와, 브러시 지지부(2274)에 지지된 복수의 브러시(2273)와, 링 지지관(2271)의 선단부를 회전 가능하게 지지하는 베어링부(2275)를 갖추고 있다. 브러시(2273)는 대응하는 슬립 링(2272)의 외주면과 접촉하도록 Y축 방향으로 간격을 두고 늘어서 있다. 브러시(2273)는 후술하는 서보 앰프(2022a) 등에 배선 접속되어 있다.
- [0212] 베어링부(2275)에는 링 지지관(2271)의 회전수(즉, 토크 발생 장치(2020)의 입력축인 케이싱(2021)의 회전수)를 검출하는 로터리 인코더(228)가 부착되어 있다.
- [0213] 도 28에 나타내는 바와 같이, 제2 전동부(2040)는, 제2 벨트 기구부(2041), 슬라이드식 등속 조인트(2042) 및 차륜 지지부(2050)를 갖추고 있다.
- [0214] 제2 벨트 기구부(2041)는, 구동 폴리(2411), 종동 폴리(2412) 및 벨트(2413)로 구성되는 2세트의 벨트 전동 유닛과, 베어링 유닛(2414)과, 축(415)과, 1쌍의 베어링 유닛(2416)을 갖추고 있다.
- [0215] 상기 서술한 바와 같이, 2개의 구동 폴리(2411)는 기어 박스(2034)를 통과한 토크 발생 장치(2020)의 출력축(2024)의 선단축의 부분에 각각 부착되어 있다. 또 베어링 유닛(2414)은 출력축(2024)의 선단부를 회전 가능하게 지지하고 있다.
- [0216] 또한 기어 박스(2034)와 구동 폴리(2411) 사이에 추가의 베어링 유닛(2414)을 설치하여, 출력축(2024)의 선단부를 1쌍의 베어링 유닛(2414)에 의해 지지하는 구성으로 해도 된다. 또 본 실시형태에서는, 토크 발생 장치(2020)의 출력축(2024)에 구동 폴리(2411)가 부착되어 있지만, 출력축(2024)과는 별개로 구동 폴리(2411)를 지지하는 축을 설치하여, 출력축(2024)에 연결된 이 축을 베어링 유닛(2414)이 지지하는 구성으로 해도 된다.
- [0217] 2개의 종동 폴리(2412)는 1쌍의 베어링 유닛(2416)에 의해 회전 가능하게 지지된 축(415)에 부착되어 있다.
- [0218] 벨트(2413)는 대응하는 구동 폴리(2411)와 종동 폴리(2412)에 감겨 걸려 있다.
- [0219] 본 실시형태의 벨트(2413)는 강선의 심선을 가지는 이빨 부착 벨트이다. 또한 벨트(2413)로는, 예를 들면 탄소 섬유, 아라미드 섬유, 초고분자량 폴리에틸렌 섬유 등의 소위 슈퍼 섬유로부터 형성된 심선을 가지는 것을 사용해도 된다. 카본 심선 등의 경량이며 또한 고강도의 심선을 사용하는 것에 의해, 비교적 출력이 낮은 모터를 사용하여 높은 가속도로 구동하는(또는 시험륜(W)에 높은 구동력/제동력을 부여하는) 것이 가능하게 되고, 제2 시험 장치(2)의 소형화가 가능하게 된다. 또 동일한 출력의 모터를 사용하는 경우, 소위 슈퍼 섬유로부터 형성된 심선을 가지는 경량의 벨트(2413)를 사용하는 것에 의해, 제2 시험 장치(2)의 고성능화가 가능하게 된다. 또 일반적인 자동차용 또는 산업용의 타이밍 벨트를 벨트(2413)로서 사용해도 된다. 또 이빨 부착 벨트 대신에 평벨트나 V벨트를 벨트(2413)로서 사용해도 된다. 또 제1 벨트 기구부(2031)의 벨트(2313)로도, 벨트(2413)로 사용할 수 있는 이들 벨트를 사용할 수 있다.

- [0220] 본 실시형태의 제2 벨트 기구부(2041)는 병렬로 접속된 1쌍의 벨트 전동 유닛을 갖추고 있지만, 단일의 또는 병렬로 접속된 3개 이상의 벨트 전동 유닛을 갖춘 구성으로 해도 된다.
- [0221] 또 토크 발생 장치(2020)로부터 슬라이드식 등속 조인트(2042)로의 전동에는, 벨트 전동에 한정되지 않고, 체인 전동이나 와이어 전동 등의 다른 종류의 와인딩 전동, 또는 치차 전동 등의 다른 전동 방식을 사용해도 된다. 또 토크 발생 장치(2020)와 슬라이드식 등속 조인트(2042)를 대략 직선 형상(또는 <자> 형상)으로 늘어놓아 배치하고, 토크 발생 장치(2020)의 출력축(2024)과 슬라이드식 등속 조인트(2042)의 입력축을 직결하는 구성으로 해도 된다.
- [0222] 차륜 지지부(2050)는 슬라이드식 등속 조인트(2042)를 통하여 토크 발생 장치(2020)에 연결되어 있다. 구체적으로는, 슬라이드식 등속 조인트(2042)의 일단(즉, 입력축)이 제2 벨트 기구부(2041)의 축(415)에 접속되고, 슬라이드식 등속 조인트(2042)의 타단(출력축)이 차륜 지지부(2050)의 후술하는 스핀들(2527)에 연결되어 있다.
- [0223] 슬라이드식 등속 조인트(2042)는 작동각(즉, 입력축과 출력축이 이루는 각도)에 상관없이, 회전 변동없이 원활하게 회전을 전달 가능하게 구성되어 있다. 또 슬라이드식 등속 조인트(2042)는 축 방향의 길이(전달 거리)도 가변이다.
- [0224] 후술하는 바와 같이, 스핀들(2527)은 그 위치가 가변으로 지지되어 있다. 슬라이드식 등속 조인트(2042)를 통하여 스핀들(2527)을 제2 벨트 기구부(2041)의 축(415)에(또는 토크 발생 장치(2020)의 출력축(2024)에) 접속하는 것에 의해, 스핀들(2527)의 위치가 변화해도, 이 변화에 슬라이드식 등속 조인트(2042)가 유연하게 추종하기 때문에, 스핀들(2527)이나 축(415)(또는 토크 발생 장치(2020)의 출력축(2024))에 큰 뒤튐림이 가해지는 것이 방지되고, 스핀들(2527)에 회전을 원활하게 전달하는 것이 가능하게 된다. 또 슬라이드식 등속 조인트(2042)를 사용하는 것에 의해, 스핀들(2527)의 위치(즉, 슬라이드식 등속 조인트(2042)의 작동각)에 의해 스핀들(2527)에 전달되는 회전수가 변화하는 것이 방지된다.
- [0225] 도 26에 나타내는 바와 같이, 차륜 지지부(2050)는, 고정 베이스(2051)와, 고정 베이스(2051) 상에 설치된 본체부(2052) 및 윤중 부여부(2053)를 갖추고 있다.
- [0226] 도 28에 나타내는 바와 같이, 본체부(2052)는, 가동 베이스(2522)와, 가동 베이스(2522)를 고정 베이스(2051)에 대하여 X축 방향으로 이동 가능하게 지지하는 1쌍의 리니어 가이드(2521)와, 가동 베이스(2522) 상에 설치된 지지 프레임(2523)과, 지지 프레임(2523)에 부착된 베어링 유닛(2528)과, 베어링 유닛(2528)에 의해 회전 가능하게 지지된 스핀들(2527)과, 스핀들(2527)에 동축으로 부착된 토크 센서(2524) 및 검출 치차(2525)와, 검출 치차(2525)의 회전을 검출하는 회전 검출기(2526)를 갖추고 있다. 리니어 가이드(2521)는 직선 형상의 레일(가이드웨이)과 전동체를 통하여 레일 상을 주행 가능한 캐리지를 갖춘 가이드웨이형 순환식 구름 베어링이지만, 다른 방식의 직선 안내 기구를 리니어 가이드(2521)로서 사용해도 된다. 리니어 가이드(2521)는 윤중 부여부(2053)의 일부를 구성한다. 또 검출 치차(2525)와 회전 검출기(2526)에 의해, 스핀들(2527)의 회전수를 검출하는 회전수 검출 수단이 구성된다.
- [0227] 지지 프레임(2523)은, 가동 베이스(2522)에 고정된 지주(2523a)와, 지주(2523a)에 고정된 아암(2523b)을 가지고 있다. 본 실시형태의 지주(2523a)는 L형 브래킷이지만, 다른 형태의 지주(2523a)를 사용해도 된다. 또 지주(2523a)와 아암(2523b)을 일체로 형성해도 된다. 아암(2523b)은 지주(2523a)의 상부로부터 후방으로 뺀 기부(2523b1)와, 기부(2523b1)의 후단부로부터 좌방으로 뺀 간부(幹部)(2523b2)를 가지는, 위로부터 보아 대략 L자 형상의 구조체이다. 간부(2523b2)의 선단부에는 Y축 방향으로 관통하는 중공부가 형성되어 있다. 이 중공부에는 구동축(구체적으로는 슬라이드식 등속 조인트(2042), 토크 센서(2524), 검출 치차(2525) 및 스핀들(2527)을 연결한 것)이 통과된다.
- [0228] 베어링 유닛(2528)은 아암(2523b)에 부착되어 있다. 구체적으로는, 베어링 유닛(2528)은 회전축을 Y축 방향으로 향하게 하여, 간부(2523b2)의 선단부의 정면에 부착되어 있다. 베어링 유닛(2528)에는 스핀들(2527)로부터 받는 힘을 검출하는 복수의 3분력 센서(2529)(접선력 검출 수단, 제1 횡압 검출 수단)가 설치되어 있다. 3분력 센서(2529)는 압전식 힘 센서이지만, 다른 방식의 힘 센서를 3분력 센서(2529)로서 사용해도 된다.
- [0229] 스핀들(2527)은 검출 치차(2525) 및 토크 센서(2524)를 통하여 슬라이드식 등속 조인트(2042)의 출력축에 접속되어 있다. 검출 치차(2525) 및 토크 센서(2524)는 간부(2523b2)의 선단부에 형성된 중공부에 수용되어 있다. 시험륜(W)은 스핀들(2527)의 선단에 설치된 부착부에 부착된다. 토크 센서(2524)는 스핀들(2527)에 가해지는(즉, 시험륜(W)에 가해지는) 토크를 검출한다.

- [0230] 회전 검출기(2526)는 검출 치차(2525)의 외주면과 대향하여 배치되고, 지지 프레임(2523)의 간부(2523b2)에 고정되어 있다. 회전 검출기(2526)는 예를 들면 광학식, 전자식 또는 자전식 등의 비접촉형의 회전 검출기이며, 검출 치차(2525)의 각도 위치의 변화를 검출한다.
- [0231] 윤중 부여부(2053)는 차륜 지지부(2050)의 본체부(2052)를 X축 방향으로 이동시켜, 스프인들(2527)에 부착된 시험륜(W)을 레조륜(R)에 누르는 것에 의해, 소정의 크기의 윤중을 시험륜(W)에 부여하는 기구부이다.
- [0232] 윤중 부여부(2053)는 모터(2531)와, 모터(2531)의 회전 운동을 X축 방향의 직선 운동으로 변환하는 운동 변환기(2532)와, 시험륜(W)에 가해지는 윤중을 검출하는 윤중 검출기(2533)(도 35)를 갖추고 있다.
- [0233] 모터(2531)는 AC 서보 모터이지만, DC 서보 모터나 스테핑 모터 등, 구동량(회전각)의 제어가 가능한 다른 종류의 전동기를 모터(2531)로서 사용해도 된다.
- [0234] 본 실시형태의 운동 변환기(2532)는 예를 들면 워 치차 장치 등의 감속기와 볼 나사 등의 이송 나사 기구를 조합한 스크류잭이지만, 다른 방식의 운동 변환기를 사용해도 된다. 운동 변환기(2532)의 직선 운동부(2532a)는 윤중 검출기(2533)를 통하여 지지 프레임(2523)에 고정되어 있다.
- [0235] 모터(2531)에 의해 운동 변환기(2532)를 구동시키면, 직선 운동부(2532a)와 함께, 지지 프레임(2523) 및 지지 프레임(2523)에 지지된 스프인들(2527)이 X축 방향으로 이동한다. 이것에 의해 스프인들(2527)에 부착된 시험륜(W)이 레조륜(R)에 대하여 진퇴한다. 시험륜(W)과 레조륜(R)이 접촉한 상태에서, 시험륜(W)이 레조륜(R)을 향하는 방향(즉, X축 정방향)으로 더욱 모터(2531)에 의해 운동 변환기(2532)를 구동시키면, 시험륜(W)이 레조륜(R)에 눌러, 시험륜(W)에 윤중이 부여된다.
- [0236] 윤중 검출기(2533)는 윤중 부여부(2053)에 의해 지지 프레임(2523) 및 스프인들(2527)을 통하여 시험륜(W)에 부여되는 X축 방향의 힘(즉, 윤중)을 검출하는 힘 센서이다. 본 실시형태의 윤중 검출기(2533)는 뒤틀림 게이지식의 로드셀이지만, 예를 들면 압전식 힘 센서 등의 다른 방식의 힘 센서를 윤중 검출기(2533)로서 사용해도 된다. 후술하는 제어부(2072)는 윤중 검출기(2533)의 검출 결과에 기초하여 소정의 크기의 윤중이 시험륜(W)에 부여되도록 모터(2531)의 구동을 제어한다.
- [0237] 도 33은 제2 시험 장치(2)의 제어 시스템(CS)의 개략 구성을 나타내는 블록도이다. 제어 시스템(CS)은, 제2 시험 장치(2) 전체의 동작을 제어하는 제어부(2072)와, 제2 시험 장치(2)에 설치된 각종의 검출기로부터의 신호에 기초하여 각종 계측을 행하는 계측부(2074)와, 외부와의 입출력을 행하는 인터페이스부(2076)를 갖추고 있다.
- [0238] 제어부(2072)에는 제2 전동기(2022) 및 모터(2531)가 각각 서보 앰프(2022a 및 2531a)를 통하여, 또한 제1 전동기(2012)가 드라이버(2012a)(인버터 회로)를 통하여 접속되어 있다.
- [0239] 계측부(2074)에는 로터리 인코더(228, 2323), 토크 센서(2524), 3분력 센서(2529) 및 윤중 검출기(2533)가 앰프(2028a, 2323a, 2524a, 2529a 및 533a)를 각각 통하여 접속되어 있다. 또한 도 33에 있어서는, 복수 세트의 3분력 센서(2529) 및 앰프(2529a)가 그 중 대표의 1세트만이 표시되어 있다. 또 증폭 회로 및 아날로그-디지털 변환 회로가 내장된 회전 검출기(2526)는 계측부(2074)에 직접 접속되어 있다.
- [0240] 계측부(2074)는 로터리 인코더(2323)의 신호에 기초하여 레조륜(R)의 회전수를 계측하고, 로터리 인코더(228)의 신호에 기초하여 토크 발생 장치(2020)의 입력축(케이싱(2021))의 회전수를 계측하고, 회전 검출기(2526)의 신호에 기초하여 스프인들(2527)의 회전수(즉, 시험륜(W)의 회전수)를 계측한다. 또 계측부(2074)는 토크 센서(2524)의 신호에 기초하여 시험륜(W)에 가해지는 토크를 계측하고, 복수의 3분력 센서(2529)의 신호에 기초하여 시험륜(W)에 가해지는 접선력(전후력, 종 크리프력) 및 횡압(스러스트 하중)을 계측하고, 윤중 검출기(2533)의 신호에 기초하여 윤중을 계측한다. 즉, 계측부(2074)는 레조륜(R)의 회전수를 계측하는 제1 회전수 계측 수단, 토크 발생 장치(2020)의 회전수를 계측하는 제2 회전수 계측 수단, 시험륜(W)의 회전수를 계측하는 제3 회전수 계측 수단, 시험륜(W)에 가해지는 토크를 계측하는 토크 계측 수단, 시험륜(W)에 가해지는 접선력을 계측하는 접선력계측 수단, 시험륜(W)에 가해지는 횡압을 계측하는 횡압 계측 수단, 및 시험륜(W)에 부여되는 윤중을 계측하는 윤중 계측 수단으로서 기능한다. 계측부(2074)는 이들 계측값을 제어부(2072)에 송신한다.
- [0241] 본 실시형태의 제2 시험 장치(2)는 비교적 범용성이 높은 장치이기 때문에 많은 계측 수단(및 대응하는 검출 수단)을 갖추고 있지만, 제2 시험 장치(2)는 이들 계측 수단이나 검출 수단 전부를 갖출 필요는 없고, 시험에 의해 조사해야 할 사항에 따라 적절하게 선택되는 1세트 이상의 계측 수단 및 검출 수단을 갖추고 있으면 된다.
- [0242] 각 서보 모터(제2 전동기(2022), 모터(531))에 내장된 로터리 인코더(RE)가 검출한 축의 위상 정보는 각 서보

앰프(2022a, 2531a)를 각각 통하여 제어부(2072)에 입력된다.

- [0243] 인터페이스부(2076)는 예를 들면 유저와의 사이에서 입출력을 행하기 위한 유저 인터페이스, LAN(Local Area Network) 등의 각종 네트워크와 접속하기 위한 네트워크 인터페이스, 외부 기기와 접속하기 위한 USB(Universal Serial Bus)나 GPIB(General Purpose Interface Bus) 등의 각종 통신 인터페이스의 하나 이상을 갖추고 있다. 또 유저 인터페이스는 예를 들면 각종 조작 스위치, 표시기, LCD(liquid crystal display) 등의 각종 디스플레이 장치, 마우스나 터치 패드 등의 각종 포인팅 디바이스, 터치 스크린, 비디오 카메라, 프린터, 스캐너, 버저, 스피커, 마이크로폰, 메모리 카드 리더 라이터 등의 각종 입출력 장치의 하나 이상을 포함한다.
- [0244] 제어부(2072)는 예를 들면 인터페이스부(2076) 및 LAN을 통하여 서버(77) 및 분석 장치(78)(예를 들면 워크스테이션, PC, 클라우드 컴퓨팅 서비스 등)에 접속되어 있다. 서버(77)에는 시험 조건의 데이터나 시험 결과의 데이터가 저장된다. 또 분석 장치(78)에 의해, 제1 시험 장치(1) 및 제2 시험 장치(2)의 시험 결과에 기초하는 고도의 분석이 행해진다.
- [0245] 제어부(2072)는 인터페이스부(2076)를 통하여 입력된 궤조륜(R)의 회전수(또는 선속도)의 설정 데이터 및 계측부(2074)에 의한 궤조륜(R)의 회전수의 계측 결과에 기초하여 궤조륜(R)이 설정된 회전수로 회전하도록, 제1 전동기(2012)의 구동을 제어한다.
- [0246] 제어부(2072)는 인터페이스부(2076)를 통하여 입력된 윤중의 설정 데이터 및 계측부(2074)에 의한 윤중의 계측 결과에 기초하여, 설정된 윤중이 시험륜(W)에 부여되도록, 윤중 부여부(2053)의 모터(531)의 구동을 제어한다.
- [0247] 제어부(2072)는 인터페이스부(2076)를 통하여 입력된 시험륜(W)의 토크의 설정 데이터 및 계측부(2074)에 의한 토크의 계측 결과에 기초하여 설정되어 토크가 시험륜(W)에 부여되도록, 토크 발생 장치(2020)의 제2 전동기(2022)의 구동을 제어한다.
- [0248] 이어서 제2 시험 장치(2)를 사용하여 시험을 행하는 방법의 일례를 설명한다. 우선, 제어부(2072)는 궤조륜(R) 및 시험륜(W)이 제2 시험 장치(2)에 부착된 상태에서, 윤중 부여부(2053)의 모터(531)를 구동시키고, 시험륜(W)을 궤조륜(R)에 근접시키고 접촉시켜, 설정된 윤중을 시험륜(W)에 부여한다. 또한 윤중의 설정값으로서, 일정값 또는 시간에 따라 변동하는 변동값을 설정할 수 있다.
- [0249] 이어서 제어부(2072)는 궤조륜(R)이 설정된 회전수로 회전하도록, 회전 구동 장치(2010)의 제1 전동기(2012)를 구동시킨다. 또한 궤조륜(R)의 회전수의 설정값으로서, 일정값 또는 시간에 따라 변동하는 변동값을 설정할 수 있다. 또 제어부(2072)는 궤조륜(R)의 회전수가 설정값에 도달할 때까지, 시험륜(W)의 토크가 제로(무부하)가 되도록 제2 전동기(2022)를 제어한다.
- [0250] 궤조륜(R)의 회전수가 설정값에 도달하면, 제어부(2072)는 시험륜(W)에 설정된 토크가 부여되도록, 토크 발생 장치(2020)의 제2 전동기(2022)의 구동을 제어한다. 또한 시험륜(W)의 토크의 설정값으로서, 일정값 또는 시간에 따라 변동하는 변동값을 설정할 수 있다. 또한 궤조륜(R)의 회전 구동의 개시시로부터 시험륜(W)에 설정된 토크가 부여되도록 제2 전동기(2022)의 구동을 제어해도 된다.
- [0251] 제어부(2072)는 이 상태에서 소정의 시간(시험 시간)에 걸쳐 궤조륜(R)의 회전수, 시험륜(W)의 토크, 접선력, 횡압 및 윤중을 연속적으로 계측하면서, 궤조륜(R) 및 시험륜(W)을 회전시킨다. 이 때, 제어부(2072)는 각 계측값을 계측 시각과 대응지어 제어부(2072)의 기억 장치(2072a)(또는 예를 들면 LAN을 통하여 제어부(2072)에 접속된 서버 등의 제어부(2072)에 의해 액세스 가능한 기억 수단)에 저장한다.
- [0252] 제어부(2072)는 소정의 시간이 경과하면, 시험륜(W)의 토크가 제로가 되도록 토크 발생 장치(2020)의 제2 전동기(2022)의 구동을 제어한다. 이어서 제어부(2072)는 회전 구동 장치(2010)의 제1 전동기(2012)를 제어하여, 궤조륜(R)의 회전수를 서서히 감속시켜 회전을 정지시킨 후, 윤중 부여부(2053)의 모터(531)를 구동시켜, 시험륜(W)을 궤조륜(R)으로부터 소정 거리만큼 떨어뜨리고, 시험을 종료한다.
- [0253] 또한 상기한 시험 순서는 제2 시험 장치(2)를 사용하여 행하는 것이 가능한 시험 순서의 일례에 지나지 않고, 다른 다양한 시험 순서로 시험을 행하는 것이 가능하다.
- [0254] 제2 시험 장치(2)는 궤조륜(R)과 시험륜(W) 사이의 μ -S 특성을 계측하는 기능을 갖추고 있다. μ -S 특성은 예를 들면 궤조륜(R)을 소정의 주속으로 회전시키면서, 시험륜(W)에 가해지는 토크(또는 접선력)를 연속적으로 변화시키고, 주행 중의 미끄럼률 S 및 마찰 계수 μ 의 변화를 연속적으로 측정함으로써 계측된다.
- [0255] 미끄럼률 S는 다음 식에 의해 계산된다.

- [0256] $S=(V_C-V_T)/V_T$
- [0257] 단,
- [0258] V_C : 시험륵의 주속(m/s)
- [0259] V_T : 궤조륵(R)의 주속(m/s)
- [0260] 시험륵(W)의 주속 V_C 는 다음 식에 의해 계산된다.
- [0261] $V_C=R_W \times \Omega_{2527}=R_W \times (\Omega_{2021}+\Omega_{2221}/r_{2023})$
- [0262] 단,
- [0263] Ω_{2527} :스핀들(2527)의 각속도(rad/s)
- [0264] Ω_{2021} :케이싱(2021)의 각속도(rad/s)
- [0265] Ω_{2221} :제2 전동기(2022)의 축(2221)의 각속도(rad/s)
- [0266] r_{2023} :감속기(2023)의 감속비
- [0267] R_W : 시험륵(W)의 반경(m)
- [0268] 또한 토크 발생 장치(2020)의 케이싱(2021)의 각속도 Ω_{2021} 은 로터리 인코더(228)에 의해 검출되고, 토크 발생 장치(2020)의 제2 전동기(2022)의 축(2221)의 각속도 Ω_{2221} 은 제2 전동기(2022)의 로터리 인코더(RE)에 의해 검출된다.
- [0269] 또 제1 전동부(2024)(예를 들면 스핀들(2527))에 스핀들(2527)의 각속도 Ω_{2527} 을 검출하는 로터리 인코더를 설치하여, 각속도 Ω_{2527} 로부터 시험륵(W)의 주속 V_C 를 계산해도 된다.
- [0270] 궤조륵(R)의 주속 V_T (m/s)는 로터리 인코더(2323)에 의해 검출된다.
- [0271] 마찰 계수 μ 는 다음 식에 의해 계산된다.
- [0272] $\mu=f_T/f_W$
- [0273] 단,
- [0274] f_T :접선력(N)
- [0275] f_W :윤중(N)
- [0276] 또한 시험륵(W)에 가해지는 수직 방향(X축 방향)의 힘인 윤중 f_W 는 스핀들부(50)의 6분력 센서(54)에 의해 검출된다. 또 시험륵(W)에 가해지는 접선 방향(Z축 방향)의 힘인 접선력 f_T (트랙션 포스, 전후력 또는 종 크리프력이라고도 한다.)는 토크 센서(2524)에 의해 검출되는 시험륵(W)의 토크로부터 계산된다. 접선력 f_T 는 6분력 센서(54)에 의해 검출된 것을 사용해도 된다.
- [0277] 궤조륵(R)을 사용하는 제2 시험 장치(2)에 의한 계측에 있어서는, 궤조륵(R)의 레일 두정면이 주행 방향으로 곡률을 가지고 있기 때문에, 궤조륵(R)과 시험륵(W)의 접촉의 상태(예를 들면 접촉 면적이나 하중 분포 등)는 제1 시험 장치(1)에 있어서의 시험 레일(63)과 시험륵(W)의 접촉의 상태와는 상이한 것이 된다. 그 때문에 제2 시험 장치(2)를 사용한 시험에 의해 얻어진 μ -S 특성은 제1 시험 장치(1)를 사용한 시험에 의해 얻어진 μ -S 특성과는 상이한 것이 된다. 실제의 철도 레일인 시험 레일(63)을 사용하는 제1 시험 장치(1)의 계측 결과 쪽이 궤조륵(R)을 사용하는 제2 시험 장치(2)의 계측 결과보다 실제의 철도 차량에 있어서의 거동을 보다 정확하게 재현한 것이 된다.
- [0278] 한편, 제2 시험 장치(2)는 고속역(예를 들면 60km/h 이상)의 시험이 가능하지만, 제1 시험 장치(1)는 속내에 설

치하기 때문에 시험 레일(63)의 길이에 제한이 있어, 고속역에서 시험을 행하는 것이 어렵다.

- [0279] 그래서, 본 실시형태에 따른 차륜 시험 시스템(구체적으로는 분석 장치(78))은 저속역(예를 들면 0~40km/h) 또는 저중속역(예를 들면 0~60km/h)에 있어서 제1 시험 장치(1) 및 제2 시험 장치(2)에 의한 μ -S 특성의 계측을 행하고, 양 장치에 의한 계측 결과의 비교로부터, 제2 시험 장치(2)의 계측 결과를 제1 시험 장치(1)의 계측 결과로 환산하는 계산식(이하 「보정식」이라고 한다.)을 결정한다. 제1 시험 장치(1)에 의한 계측이 어려운 중고속역(예를 들면 40km/h 이상) 또는 고속역(예를 들면 60km/h 이상)에 대해서는, 제2 시험 장치(2)에 의한 μ -S 특성의 계측 결과를 보정식에 의해 제1 시험 장치(1)에 의한 계측 결과에 상당하는 μ -S 특성으로 환산한다. 그리고, 제1 시험 장치(1)에 의해 계측한 저속역(또는 저중속역)에 있어서의 μ -S 특성과, 제2 시험 장치(2)에 의한 계측 결과로부터 환산한 중고속역(또는 고속역)에 있어서의 μ -S 특성을 서로 이어, 저속역으로부터 고속역에 걸친 μ -S 특성을 합성한다. 이것에 의해 저속역으로부터 고속역에 걸쳐, 실제의 철도 차량에 가까운 μ -S 특성을 계측하는 것이 가능하게 되고 있다.
- [0280] 보정식은 예를 들면 제2 시험 장치(2)에 의한 μ -S 특성과 제1 시험 장치(1)에 의한 μ -S 특성과의 차분의 곡선(오차 곡선)의 회귀 분석에 의해 결정된다. 구체적으로는, 제1 시험 장치(1)에 의해 계측한 마찰 계수를 μ_1 , 제2 시험 장치(2)에 의해 계측한 마찰 계수를 μ_2 로 하고, 미끄럼률 S를 설명 변수, 마찰 계수의 오차 $\mu_2 - \mu_1$ 을 목적 변수로 하는 단회귀 분석(예를 들면 최소 제곱법)을 행함으로써 보정식이 얻어진다. 근사의 종류(함수형)로는 선형 근사, 다항식 근사, 대수 근사, 지수 근사 등을 사용할 수 있다.
- [0281] 또 미끄럼률 S를 설명 변수, 마찰 계수의 비 μ_1 / μ_2 를 목적 변수(보정 계수)로 하여 회귀 계산을 행하여 보정식을 얻어도 된다.
- [0282] 본 실시형태에 있어서, 제1 시험 장치(1)의 토크 발생 장치(30) 및 제2 시험 장치(2)의 토크 발생 장치(2020)에 의해, 미끄럼률 S를 높은 정밀도로 제어 또는 계측하는 것이 가능하게 되어 있다. 즉, 토크 발생 장치(30) 및 토크 발생 장치(2020)는 미끄럼률 제어 장치로서의 역할을 담당하고 있다.
- [0283] 제2 시험 장치(2)의 감속기(2023) 또는 기어 박스(2034) 대신에(또는 추가하여), 변속기를 제2 시험 장치(2)에 설치해도 된다. 이것에 의해 1대의 제2 시험 장치(2)에 의해, 큰 주축이 필요한 마모 시험(내구 시험)과 큰 토크가 필요한 μ -S 시험의 양쪽을 행하는 것이 가능한 마모/ μ -S 복합 시험기가 실현된다.
- [0284] (제2 실시형태)
- [0285] 이어서 본 발명의 제2 실시형태에 대해 설명한다. 또한 이하의 제2 실시형태의 설명에 있어서는, 상기 서술한 제1 실시형태와 상위한 사항을 중심으로 하고, 제1 실시형태와 공통 또는 대응하는 구성에 대해서는, 동일한 또는 대응하는 부호를 붙이고, 중복되는 설명을 생략한다.
- [0286] 본 발명의 제2 실시형태에 따른 차륜 시험 시스템은, 상기 서술한 제1 실시형태의 차륜 시험 장치(2) 대신에 차륜 시험 장치(2X)를 갖춘 것이다. 따라서, 이하의 설명에서는, 제2 실시형태에 따른 차륜 시험 장치(2X)에 대해 설명한다.
- [0287] 도 34는 본 발명의 제2 실시형태에 따른 차륜 시험 장치(2X)의 개략 구성을 나타내는 평면도이다. 또 도 35는 차륜 시험 장치(2X)의 개략 구성을 나타내는 정면도이다.
- [0288] 차륜 시험 장치(2X)는 제1 실시형태의 차륜 지지부(2050)에 횡압 부여 기능, 어택각 부여 기능 및 캔트각 부여 기능이 추가된 차륜 지지부(2X50)를 갖추고 있다.
- [0289] 도 34에 나타내는 바와 같이, 차륜 시험 장치(2X)의 차륜 지지부(2X50)는, 윤중 부여부(2053)에 더해, 횡압 부여부(2X54), 캔트각 부여부(2X55) 및 어택각 부여부(2X56)를 갖추고 있다. 또 도 35에 나타내는 바와 같이, 차륜 지지부(2X50)는 3개의 가동 베이스(제1 가동 베이스(2X522A), 제2 가동 베이스(2X522B) 및 제3 가동 베이스(2X522C))를 갖추고 있다.
- [0290] 횡압 부여부(2X54)는 시험륜(W)에 횡압(스러스트 하중)을 부여하는 기구부이다. 또한 횡압에는 횡 크리프력(접착력의 시험륜(W)의 축 방향의 성분)과 플랜지 반력(시험륜(W)의 플랜지와 궤조륜(R)의 게이시 코너와의 접촉에 의해 발생하는 작용)이 포함되는데, 후자의 플랜지 반력이 횡압 부여부(2X54)에 의해 부여된다.
- [0291] 횡압 부여부(2X54)는 고정 베이스(2051)에 대하여 제1 가동 베이스(2X522A)를 Y축 방향으로 이동 가능하게 지지하는 복수(예를 들면 3개)의 리니어 가이드(2X541)와, 고정 베이스(2051)에 부착된 모터(2X542)(도 34)와, 모터(2X542)의 회전 운동을 Y축 방향의 직선 운동으로 변환하는 운동 변환기(2X543)와, 시험륜(W)에 가해지는 횡

압을 검출하는 횡압 검출기(2X544)(도 34)를 갖추고 있다. 리니어 가이드(2X541)는 리니어 가이드(2521)와 동일한 구성의 가이드웨이형 순환식 구름 베어링이지만, 다른 방식의 직선 안내 기구를 리니어 가이드(2X541)로서 사용해도 된다.

- [0292] 또한 본 실시형태에서는, 횡압 검출기(2X544)(제2 횡압 검출 수단)는 플랜지 반력을 부여하는 경우의 횡압의 검출에 사용되고, 플랜지 반력을 부여하지 않는 경우에는 3분력 센서(2529)(제1 횡압 검출 수단)가 횡압의 검출에 사용된다. 차륜 시험 장치(2X)에 횡압 검출기(2X544)를 설치하지 않고, 플랜지 반력을 부여하는 경우에도 3분력 센서(2529)를 사용하여 횡압을 검출하는 구성으로 해도 된다. 또 플랜지 반력을 부여하지 않는 경우에도 횡압 검출기(2X544)를 사용하여 횡압을 검출하는 구성으로 해도 된다. 또 횡압 검출기(2X544)를 사용하여 정적인 횡압(주로 플랜지 반력)을 검출하면서, 3분력 센서(2529)를 사용하여 동적인 횡압(주로 횡 크리프력)을 검출하는 구성으로 해도 된다.
- [0293] 본 실시형태의 모터(2542)는 AC 서보 모터이지만, DC 서보 모터나 스테핑 모터 등, 구동량(회전각)의 제어가 가능한 다른 종류의 전동기를 모터(2542)로서 사용해도 된다.
- [0294] 본 실시형태의 운동 변환기(2543)는 볼 나사 등의 이송 나사 기구이지만, 다른 방식의 운동 변환기를 사용해도 된다. 운동 변환기(2543)의 나사축(2543a)은 고정 베이스(2051)에 부착된 1쌍의 베어링에 의해 회전 가능하게 지지되고, 일단이 모터(2542)의 축에 접속되어 있다. 운동 변환기(2543)의 너트(2543b)(직선 운동부)는 횡압 검출기(2X544)를 통하여 제1 가동 베이스(2X522A)에 고정되어 있다. 모터(2542)에 의해 나사축(2543a)을 회전시키면, 너트(2543b)와 함께 제1 가동 베이스(2X522A)가 Y축 방향으로 이동한다. 이것에 의해 제1 가동 베이스(2X522A)에 지지된 시험륜(W)도 Y축 방향으로 이동하고, 퀘조륜(R)에 대한 시험륜(W)의 축 방향에 있어서의 위치가 변화된다. 시험륜(W)을 Y축 방향으로 변위시켜, 시험륜(W)의 플랜지를 퀘조륜(R)에 접촉시키면, 시험륜(W)에 플랜지 반력이 부여된다. 플랜지 반력의 크기는 시험륜(W)의 Y축 방향에 있어서의 위치에 따라 변화된다.
- [0295] 도 33에 나타내는 바와 같이, 모터(2542)는 서보 앰프(2542a)를 통하여 제어부(2072)에 접속되어 있다. 횡압 검출기(2X544)는 앰프(2544a)를 통하여 계측부(2074)에 접속되어 있다. 또한 모터(2542)에 내장된 로터리 인코더(RE)가 검출한 축의 위상 정보는 서보 앰프(2542a)를 통하여 제어부(2072)에 입력된다.
- [0296] 계측부(2074)는 횡압 검출기(2X544)의 신호에 기초하여 시험륜(W)에 부여되는 횡압을 계측한다. 제어부(2072)는 인터페이스부(2076)를 통하여 입력된 횡압의 설정 데이터 및 계측부(2074)에 의한 횡압의 계측 결과에 기초하여, 설정된 횡압이 시험륜(W)에 부여되도록, 모터(2X542)의 구동을 제어한다.
- [0297] 캔트각 부여부(2X55)는 시험륜(W)에 캔트각을 부여하는 기능을 가지는 기구부이다. 도 35에 나타내는 바와 같이, 캔트각 부여부(2X55)는, 제1 가동 베이스(2X522A) 및 제2 가동 베이스(2X522B)의 일방에 부착된 연직으로 뻗은 선회 지축(2X551)과, 선회 지축(2X551)을 회전 가능하게 지지하는, 제1 가동 베이스(2X522A) 및 제2 가동 베이스(2X522B)의 타방에 부착된 베어링(2X552)을 갖추고 있다. 제2 가동 베이스(2X522B)는 선회 지축(2X551) 및 베어링(2X552)에 의해, 연직선인 베어링(2X552)의 회전축(A1)을 중심으로 회전 가능하게 지지되어 있다.
- [0298] 베어링(2X552)은 퀘조륜(R)에 시험륜(W)이 접촉하는 접촉 위치(P)(본 실시형태에서는 퀘조륜(R)의 우단)를 회전축(A1)이 통과하도록, 접촉 위치(P)의 대략 바로 아래에 배치되어 있다. 회전축(A1)은 접촉 위치(P)에 있어서의 퀘조륜(R) 및 시험륜(W)의 접선이 된다. 그 때문에 회전축(A1)을 중심으로 제2 가동 베이스(2X522B)가 회전하면, 시험륜(W)은 접촉 위치(P)를 지점(支點)으로 Z축 둘레로 선회하여(바꾸어 말하면, 시험륜(W)과 퀘조륜(R)의 공통의 접선의 둘레로 회전 이동하여), 퀘조륜(R)에 대한 접선 둘레의 기울기(즉, 캔트각)가 변화된다.
- [0299] 캔트각 부여부(2X55)는 제2 가동 베이스(2X522B)를 회전축(A1)으로부터 떨어진 외주 부분에 있어서, 제1 가동 베이스(2X522A)에 대하여 회전축(A1)을 중심으로 선회 가능하게 지지하는 곡선 가이드(2X553)를 갖추고 있다. 곡선 가이드(2X553)는 곡선 형상의 레일(가이드웨이)과 전동체를 통하여 레일 상을 주행 가능한 캐리지를 갖춘 가이드웨이형 순환식 구름 베어링이지만, 다른 방식의 곡선 안내 기구를 곡선 가이드(2X553)로서 사용해도 된다.
- [0300] 또 캔트각 부여부(2X55)는, 모터(2X554)(도 34)와, 모터(2X554)의 회전 운동을 Y축 방향의 직선 운동으로 변환하는 운동 변환기(2555)를 갖추고 있다. 본 실시형태의 모터(2X554)는 AC 서보 모터이지만, DC 서보 모터나 스테핑 모터 등, 구동량(회전각)의 제어가 가능한 다른 종류의 전동기를 모터(2X554)로서 사용해도 된다. 또 본 실시형태의 운동 변환기(2555)는 볼 나사 등의 이송 나사 기구이지만, 다른 방식의 운동 변환기를 사용해도 된다.

- [0301] 운동 변환기(2555)의 나사축(2555a)은 1쌍의 베어링에 의해 회전 가능하게 지지되고, 일단이 모터(2554)의 축에 접속되어 있다. 모터(2X554) 및 운동 변환기(2555)의 1쌍의 베어링은 제1 가동 베이스(2X522A) 상에 설치된 연직축 둘레로 회전 가능한 회전 테이블에 부착되어 있다. 모터(2X554)는 축이 회전 테이블의 회전축과 수직으로 교차하도록 배치되어 있다.
- [0302] 도 35에 나타내는 바와 같이, 운동 변환기(2X555)의 너트(2X555b)(직선 운동부)는 힌지(2X556)를 통하여 제2 가동 베이스(2X522B)에 연직축 둘레로 회전 가능하게 연결되어 있다. 모터(2X554)에 의해 나사축(2X555a)을 회전시키면, 제2 가동 베이스(2X522B)에 부착된 힌지(2X556)가 너트(2X555b)와 함께 대략 Y축 방향으로 이동한다. 이것에 따라, 제2 가동 베이스(2X522B)가 회전축(A1)을 중심으로 회전하고, 제2 가동 베이스(2X522B)에 지지된 시험륜(W)은 접촉 위치(P)를 지점으로 선회하여, 캔트각이 변화된다.
- [0303] 도 33에 나타내는 바와 같이, 모터(2X554)는 서보 앰프(2X554a)를 통하여 제어부(2072)에 접속되어 있다. 모터(2X542)에 내장된 로터리 인코더(RE)가 검출한 축의 위상 정보는 서보 앰프(2X542a)를 통하여 제어부(2072)에 입력된다.
- [0304] 제어부(2072)는 모터(2554)에 내장된 로터리 인코더(RE)의 신호에 기초하여 캔트각의 현재값을 계산한다. 제어부(2072)는 인터페이스부(2076)를 통하여 입력된 캔트각의 설정 데이터 및 현재값에 기초하여, 설정된 캔트각이 시험륜(W)에 부여되도록, 모터(2X554)의 구동을 제어한다.
- [0305] 어택각 부여부(2X56)는 시험륜(W)에 어택각을 부여하는 기능을 가지는 기구부이다. 어택각은 레일과 차륜이 이루는 각도이며, 보다 구체적으로는 레일의 폭 방향(침목 방향)과 차륜의 축 방향이 이루는 상하축 둘레의 각도(즉, 요잉 방향의 각도)이다. 차륜 시험 장치(2X)에 있어서는, 어택각은 궤조륜(R)의 회전축과 시험륜(W)의 회전축이 X축 둘레로 이루는 각도로서 정의된다.
- [0306] 도 35에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태의 차륜 지지부(2X50)의 지지 프레임(2X523)은 제3 가동 베이스(2X522C)에 고정된 상자형의 지주(2X523a)와, X축 방향으로 뺀 회전축(A2)을 중심으로 회전 가능하게 지주(2X523a)에 연결된 아암(2X523b)을 갖추고 있다. 아암(2X523b)은 제1 실시형태의 아암(2523b)과 마찬가지로 위에서 보아 대략 L자 형상의 부재이며, 지주(2X523a)의 상부에 연결된 Y축 방향으로 뺀 기부(2X523b1)와, 기부(2X523b1)의 후단부로부터 좌방으로 뺀 간부(2X523b2)를 가지고 있다.
- [0307] 기부(2X523b1)의 우단으로부터는 X축 방향으로 선회 지축(2X561)이 돌출되어 있다. 또 지주(1523a)의 상부에는 선회 지축(2X561)을 회전 가능하게 지지하는 베어링(2X562)이 부착되어 있다. 아암(1523b)은 선회 지축(2X561)을 통하여 베어링(2X562)에 의해 Y축 방향으로 뺀 회전축(A2)을 중심으로 회전 가능하게 지지되어 있다. 베어링(2X562)은 회전축(A2)이 접촉 위치(P)를 통과하도록 배치되어 있다. 즉, 회전축(A2)은 시험륜(W)의 답면을 수직으로 통과하는 직선으로 되어 있다. 선회 지축(2X561) 및 베어링(2562)은 어택각 부여부(2X56)의 일부를 구성한다.
- [0308] 도 34에 나타내는 바와 같이, 어택각 부여부(2X56)는, 모터(2X564)와, 모터(2X564)의 회전 운동을 Z축 방향의 직선 운동으로 변환하는 운동 변환기(2X563)를 갖추고 있다. 본 실시형태의 모터(2X564)는 AC 서보 모터이지만, DC 서보 모터나 스테핑 모터 등, 구동량(회전각)의 제어가 가능한 다른 종류의 전동기를 모터(2X564)로서 사용해도 된다. 또 본 실시형태의 운동 변환기(2X563)는 볼 나사 등의 이송 나사 기구이지만, 다른 방식의 운동 변환기를 사용해도 된다.
- [0309] 운동 변환기(2X563)의 나사축은 1쌍의 베어링에 의해 회전 가능하게 지지되어, 일단이 모터(2X564)의 축에 베벨 기어를 통하여 접속되어 있다. 또한 운동 변환기(2563)의 나사축을 모터(2X564)의 축에 직결해도 된다. 모터(2X564) 및 운동 변환기(2X563)는 X축 방향으로 뺀 회전축을 가지는 힌지를 통하여 힌지의 회전축을 중심으로 일정한 각도 범위에서 회전(즉, 요동) 가능하게 제3 가동 베이스(2X522C)에 연결된 요동 프레임에 부착되어 있다.
- [0310] 운동 변환기(2X563)의 너트(직선 운동부)는 X축 방향으로 뺀 회전축을 가지는 힌지를 통하여 지지 프레임(1523)의 아암(1523b)에 힌지의 회전축을 중심으로 요동 가능하게 연결되어 있다. 모터(2564)에 의해 운동 변환기(2X563)의 나사축을 회전시키면, 너트와 함께 아암(1523b)에 부착된 힌지가 대략 Z축 방향으로 이동한다. 이것에 따라, 아암(1523b)과 함께 아암(1523b)에 지지된 시험륜(W)이 접촉 위치(P)를 통과하는 회전축(A2)(바꾸어 말하면, 시험륜의 답면에 수직인 직선)을 중심으로 회전 이동하고, 어택각이 부여된다.
- [0311] 도 33에 나타내는 바와 같이, 모터(2X564)는 서보 앰프(2X564a)를 통하여 제어부(2072)에 접속되어 있다. 모터

(2X564)에 내장된 로터리 인코더(RE)가 검출한 축의 위상 정보는 서보 앰프(2X564a)를 통하여 제어부(2072)에 입력된다.

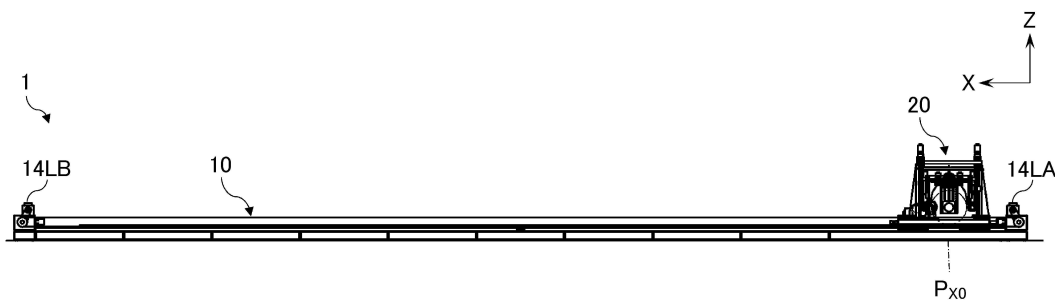
- [0312] 제어부(2072)는 모터(2X564)에 내장된 로터리 인코더(RE)의 신호에 기초하여 어택각의 현재값을 계산한다. 제어부(2072)는 인터페이스부(2076)를 통하여 입력된 어택각의 설정 데이터 및 현재값에 기초하여, 설정된 어택각이 시험륜(W)에 부여되도록, 모터(2X564)의 구동을 제어한다.
- [0313] 도 35에 나타내는 바와 같이, 윤중 부여부(2053)의 운동 변환기(2532)의 직선 운동부(2532a)는, 윤중 검출기(2533)를 통하여 지지 프레임(3523)의 지주(3523a)에 고정되어 있다. 또 운동 변환기(2532)의 직선 운동부(2532a)는 중심선이 회전축(A2)과 일치하도록 배치되어 있다. 이것에 의해 윤중을 부여할 때, 지지 프레임(1523)에 큰 힘의 모멘트가 가해지는 것이 방지된다.
- [0314] 이상이 본 발명의 실시형태의 설명이다. 본 발명의 실시형태는 상기에 설명한 것에 한정되지 않고, 다양한 변형이 가능하다. 예를 들면 본 명세서 중에 예시적으로 명시된 실시형태 등의 구성 및/또는 본 명세서 중의 기재로부터 당업자에게 자명한 실시형태 등의 구성을 적절하게 조합한 구성도 본원의 실시형태에 포함된다.
- [0315] 제1 시험 장치(1)는 상기한 실시형태에서는 2개의 벨트 기구(15)를 갖추고 있지만, 1개 또는 3개 이상의 벨트 기구(15)를 갖춘 구성으로 해도 된다.
- [0316] 벨트 기구(15)는 상기한 실시형태에서는 1쌍의 구동부(14)가 발생시킨 동력에 의해 구동되지만, 1개 또는 3개 이상의 구동부(14)에 의해 구동되는 구성으로 해도 된다.
- [0317] 상기한 실시형태에서는, 각 벨트 기구(15, 24, 25)에 이빨 부착 벨트 및 이빨 부착 풀리가 사용되고 있지만, 벨트 기구의 하나 이상에 대해 이빨 부착 벨트 대신에 평벨트나 V벨트, 또는 폭 방향으로 늘어선 복수의 V자 형상의 리브를 가지는 V 리브드 벨트를 사용해도 된다. 또 유리 섬유를 꼬아합친 심선을 갖춘 범용의 벨트를 사용해도 된다. 또 각 벨트 기구 대신에, 체인 전동 기구나 와이어 전동 기구 등의 다른 종류의 와인딩 전동 기구나, 볼 나사 기구, 치차 전동 기구 또는 유압 기구 등의 다른 종류의 동력 전달 기구를 사용해도 된다.
- [0318] 상기한 실시형태에서는, 캐리지(20)를 구동하는 동력과 시험륜(W)(스핀들(52))을 구동하는 동력이 공통의 구동부(14)에 의해 공급되어, 공통의 벨트 기구(15)에 의해 전달되지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않는다. 예를 들면 캐리지(20)를 구동하는 동력과 시험륜(W)을 구동하는 동력을 개별의 구동부에 의해 생성하고, 개별의 동력 전달 수단(예를 들면 개별의 벨트 기구)에 의해 전달하는 구성으로 해도 된다. 이 경우, 캐리지(20)의 주행 속도와 시험륜(W)의 주속을 맞추기 위해서, 캐리지 구동용의 구동부와 시험륜 구동용의 구동부의 구동을 동기 제어할 필요가 있다.
- [0319] 상기한 실시형태에서는, 캐리지(20)를 구동하는 기구(캐리지 구동 수단)와 시험륜(W)을 구동하는 기구(시험륜 구동 수단)의 일부(구동부(14) 및 벨트 기구(15))를 공통화하는 것에 의해, 심플한 구동 시스템 및 제어 시스템이 실현되어 있다. 캐리지 구동 수단과 시험륜 구동 수단의 공통화(특히 구동부(14)의 공통화)는 토크 발생 장치(30)를 도입하여, 시험륜(W)의 속도 제어와 토크 제어의 동력원을 분리하는 것에 의해, 구동부(14)가 깊어지는 부하가 저감됨으로써 가능하게 되어 있다.
- [0320] 상기한 실시형태에서는, 우측의 구동부(14RA 및 14RB)가 캐리지 구동 수단과 회전 운동 공급 수단을 겸하고, 좌측의 구동부(14LA 및 14LB)가 캐리지 구동 수단으로서 기능하는 구성이 채용되어 있지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면 좌측의 구동부(14LA 및 14LB)가 캐리지 구동 수단과 회전 운동 공급 수단을 겸하고, 우측의 구동부(14RA 및 14RB)가 캐리지 구동 수단으로서 기능하는 구성으로 해도 된다. 또 좌측의 구동부(14LA 및 14LB)와 우측의 구동부(14RA 및 14RB)의 양쪽이 캐리지 구동 수단과 회전 운동 공급 수단을 겸하는 구성으로 해도 된다. 이러한 구성은 예를 들면 제1 종동부(22 및 22L)의 합계 2개의 샤프트(223B)를 연결하는(바꾸어 말하면, 좌우의 제1 종동부(22 및 22L)를 연결하는 1개의 긴 샤프트(223B)로 치환하는) 것으로 실현된다.
- [0321] 상기한 실시형태에서는, 가이드부(10)의 가이드 기구(12)에 있어서, 1쌍의 단열의 베어링(127a) 등에 의해 로드(124a) 등이 지지되어 있지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않으며, 예를 들면 하나 이상의 복열 또는 단열의 베어링에 의해 로드가 지지되어도 된다.
- [0322] 상기한 실시형태에서는, 가이드부(10)의 가이드 기구(12)에 있어서, 열처리 레일이 사용되고 있지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않으며, 예를 들면 보통 레일(JIS E 1101:2001)이나 경레일(JIS E 1103:1993)을 사용해도 된다. 또 평저 레일에 한정되지 않고, 쌍두 레일, 우두 레일, 다리형 레일 등의 다른 형상의 레일을 사용해도 된다.

도 된다.

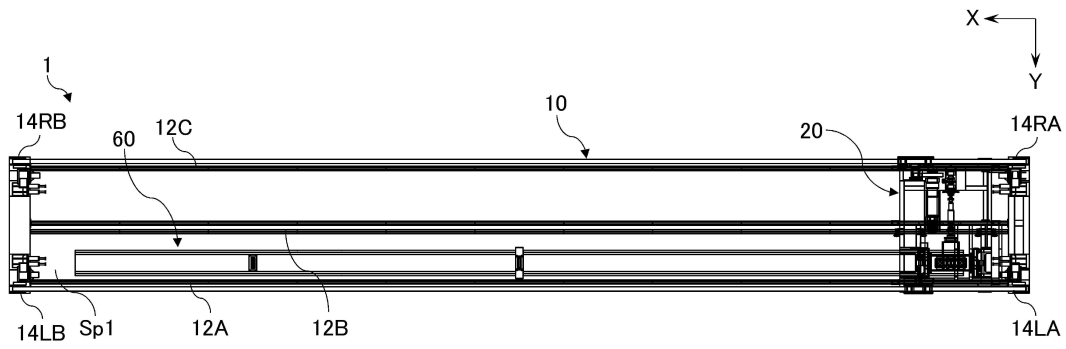
- [0323] 상기한 실시형태에서는, 구동부(14)에 모터(141)(AC 서보 모터)가 사용되고 있지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않는다. AC 서보 모터 대신에, 속도 제어 또는 위치 제어가 가능한 다른 종류의 모터(예를 들면 DC 서보 모터나, 인버터 회로와 AC 모터 또는 브러시리스 모터를 조합한 소위 인버터 모터 등)를 사용해도 된다.
- [0324] 상기한 실시형태에서는, 토크 발생 장치(30), 윤중 조정부(42) 및 슬립각 조정부(46)에, 각각 AC 서보 모터인 모터(32, 451 및 461)가 사용되고 있지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않는다. AC 서보 모터 대신에, 위치 제어가 가능한 다른 종류의 모터(예를 들면 DC 서보 모터나 스테핑 모터 등)를 사용해도 된다.
- [0325] 상기한 실시형태에서는, 윤중 부여부(2053)가 차륜 지지부(2050(2X50))에 설치되어, 시험륜(W)을 궤조륜(R)에 대하여 진퇴시킴으로써 윤중을 조정하도록 구성되어 있지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않는다. 예를 들면 윤중 부여부를 궤조륜 지지부에 설치하여, 궤조륜(R)을 시험륜(W)에 대하여 진퇴시킴으로써 윤중을 조정하는 구성으로 해도 된다.
- [0326] 상기한 실시형태에서는, 궤조륜(R)이 토크 발생 장치(2020)를 통하지 않고 회전 구동 장치(2010)에 접속되고, 시험륜(W)이 토크 발생 장치(2020)를 통하여 회전 구동 장치(2010)에 접속되어 있지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않는다. 예를 들면 궤조륜(R)이 토크 발생 장치(2020)를 통하여 회전 구동 장치(2010)에 접속되고, 시험륜(W)이 토크 발생 장치(2020)를 통하지 않고 회전 구동 장치(2010)에 접속되는 구성으로 해도 된다. 또 토크 발생 장치(2020)를 2개 설치하여, 일방의 토크 발생 장치(2020)를 통하여 궤조륜(R)이 회전 구동 장치(2010)에 접속되고, 타방의 토크 발생 장치(2020)를 통하여 시험륜(W)이 회전 구동 장치(2010)에 접속되는 구성으로 해도 된다.
- [0327] 상기한 실시형태에서는, 차륜 지지부(2050(2X50))에 복수의 3분력 센서가 설치되어, 복수의 3분력 센서의 검출 결과에 기초하여 계측부(2074)가 시험륜(W)에 가해지는 토크나 윤중을 계측하는 구성이 채용되어 있지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않는다. 예를 들면 복수의 2분력 센서 또는 1분력 센서의 검출 결과에 기초하여 토크나 윤중을 계측하는 구성으로 해도 된다.
- [0328] 상기한 실시형태에서는, 궤조륜 지지부(2032)에 동력 분배 수단(2030)의 기능이 편입되어 있지만, 궤조륜 지지부(2032)로부터 동력 분배 수단을 분리한 구성으로 해도 된다. 예를 들면 제1 전동부(2030)와 궤조륜 지지부(2032)를 추가의 동력 전달 수단(예를 들면 와인딩 전동이나 치차 전동)을 통하여 연결할 수 있다. 이 경우, 제1 전동부(2030)의 축에 부착되는 추가의 동력 전달 수단의 풀리나 치차가 동력 분배 수단으로서 기능한다.
- [0329] 상기한 제2 실시형태에서는, 고정 베이스(2051)와 스핀들(2527)이, 횡압 부여부(2X54), 캔트각 부여부(2X55), 윤중 부여부(2X53) 및 어택각 부여부(2X56)를 이 순서로 개재시켜 연결되어 있지만, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않으며, 횡압 부여부(2054), 캔트각 부여부(2X55), 윤중 부여부(2053) 및 어택각 부여부(2X56)는 어떠한 순서로 연결되어도 된다.

도면

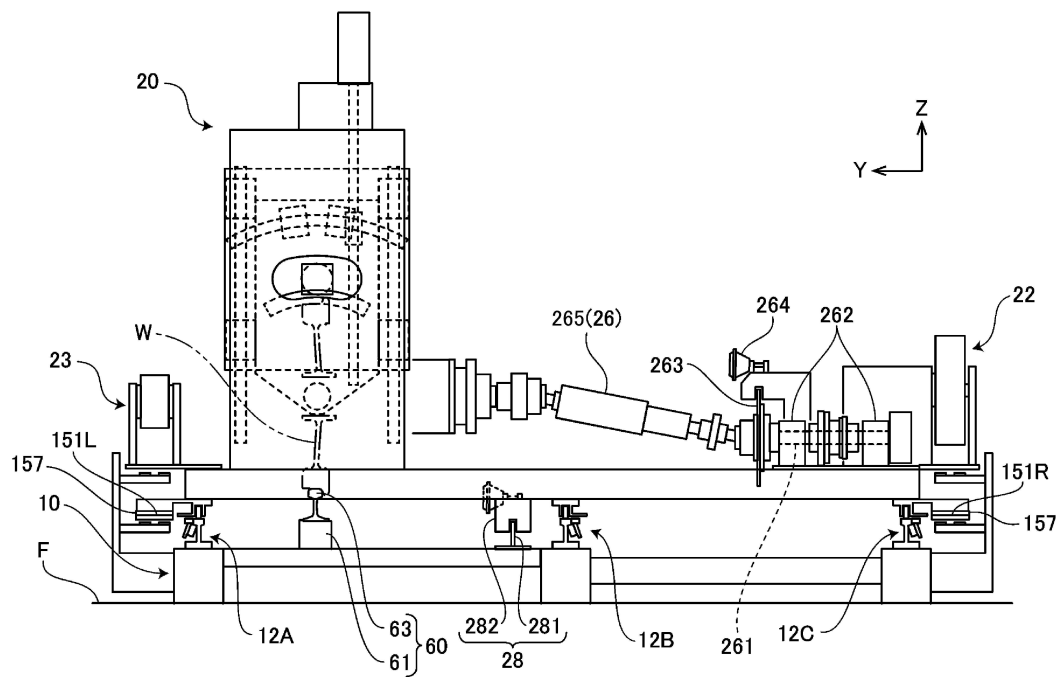
도면1



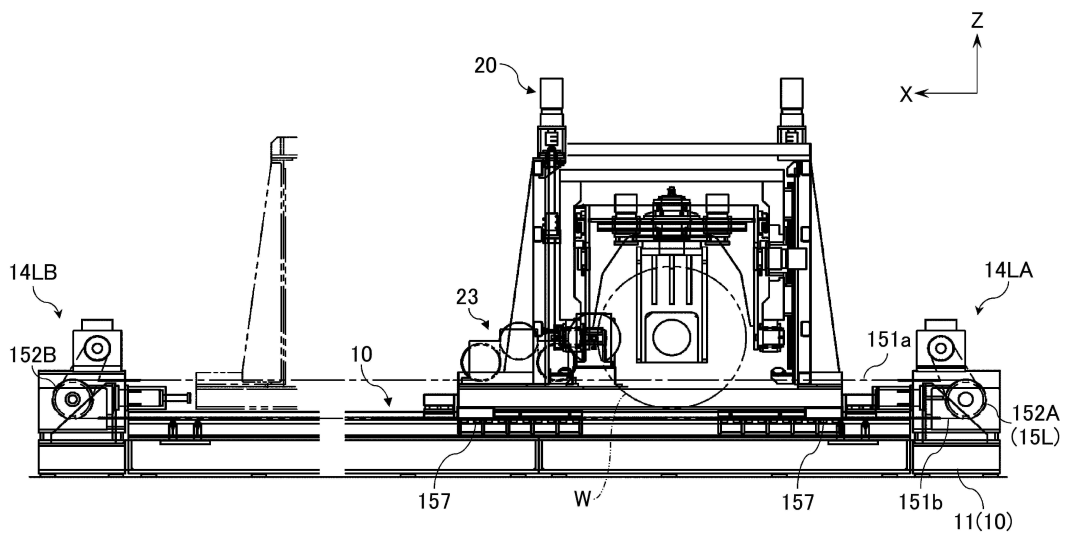
도면2



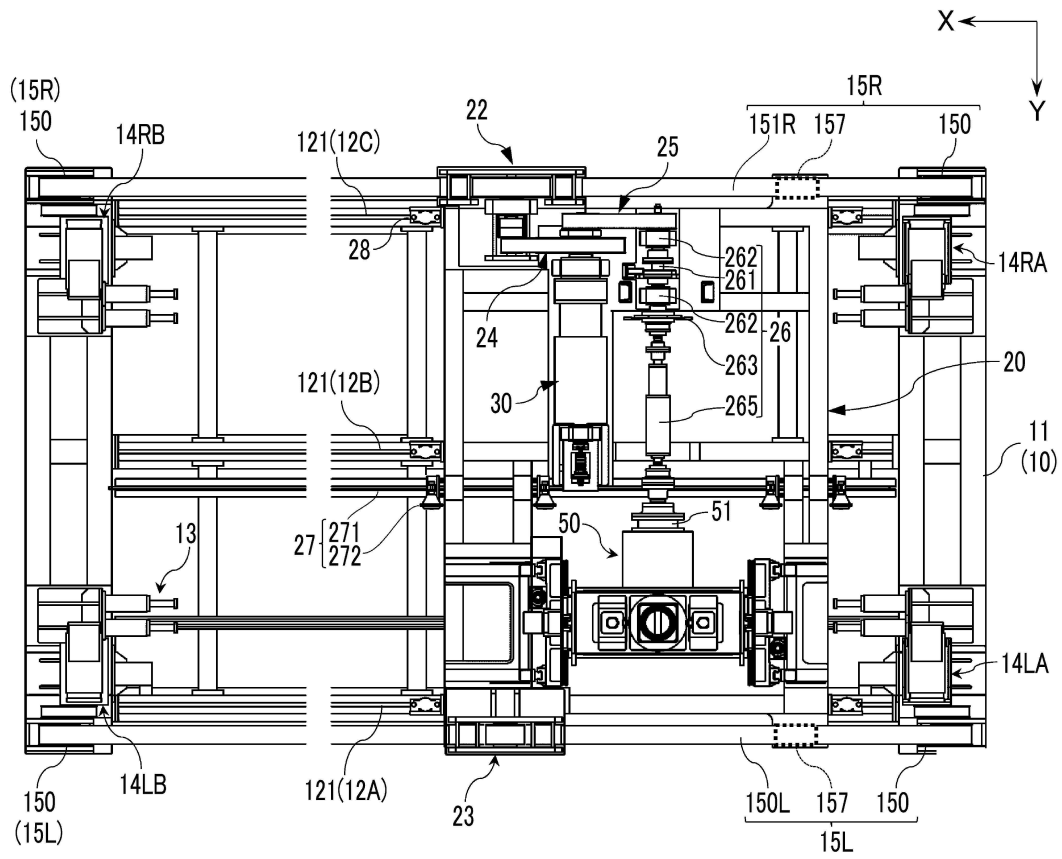
도면3



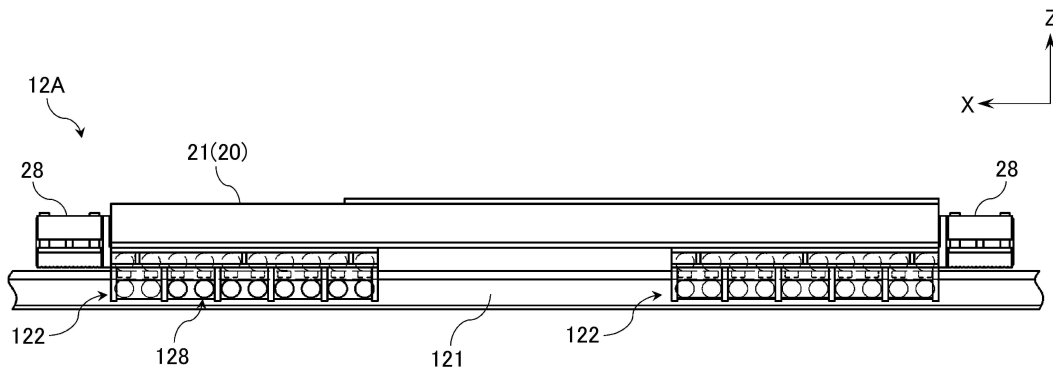
도면4



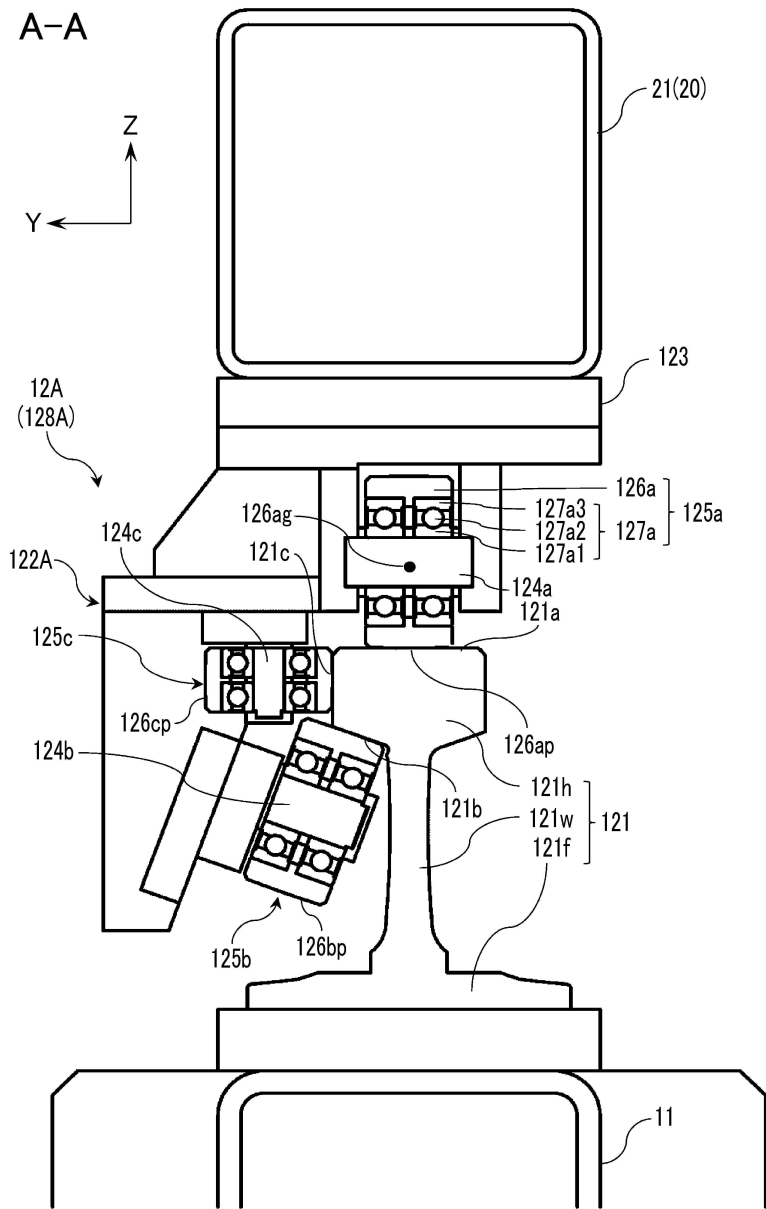
도면5



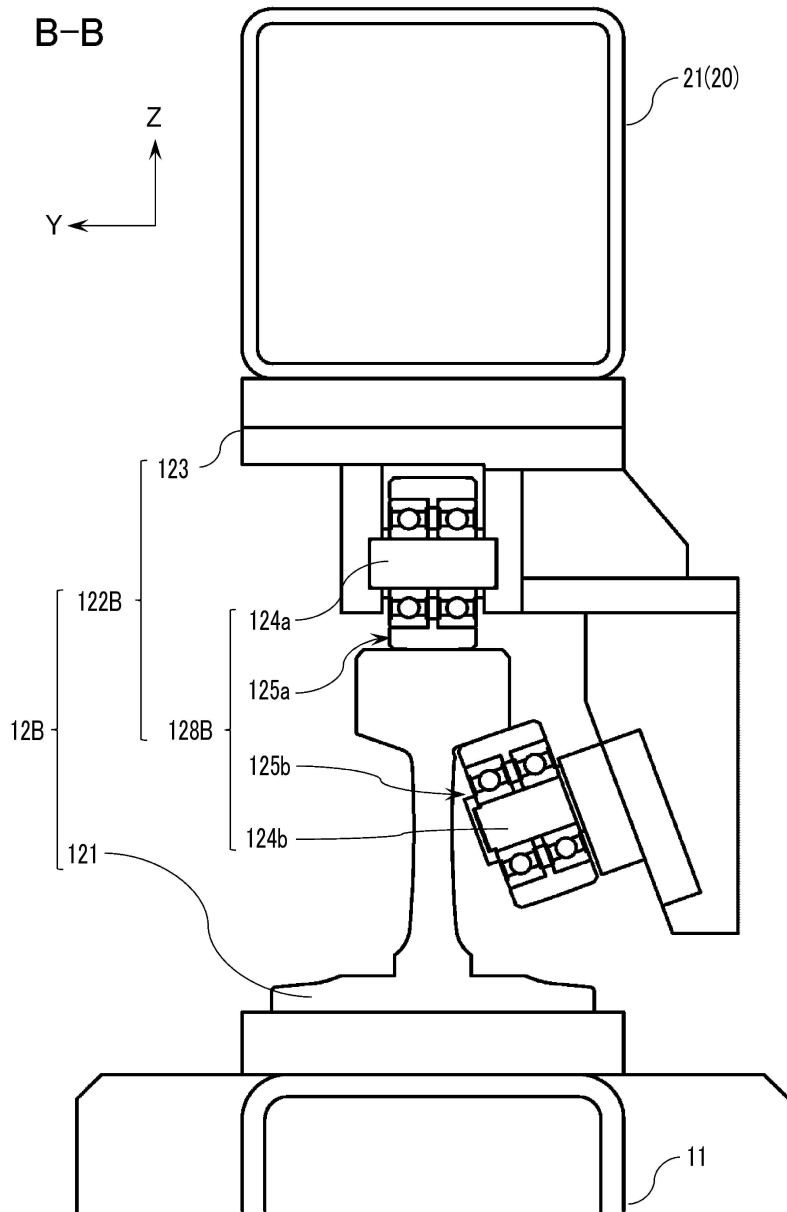
도면6



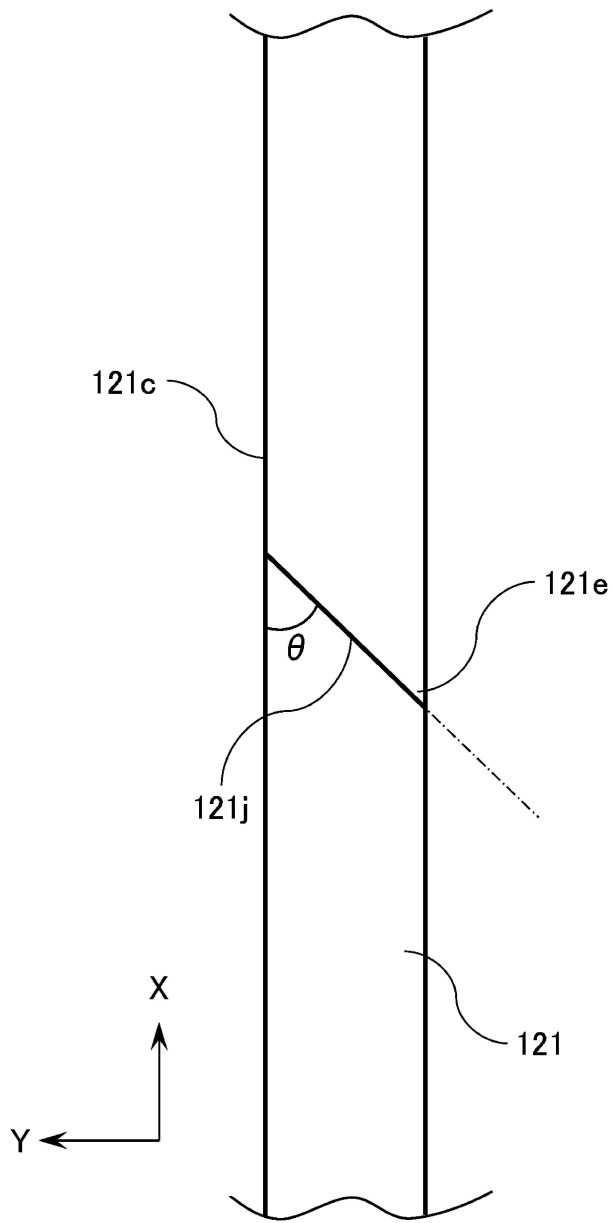
도면7



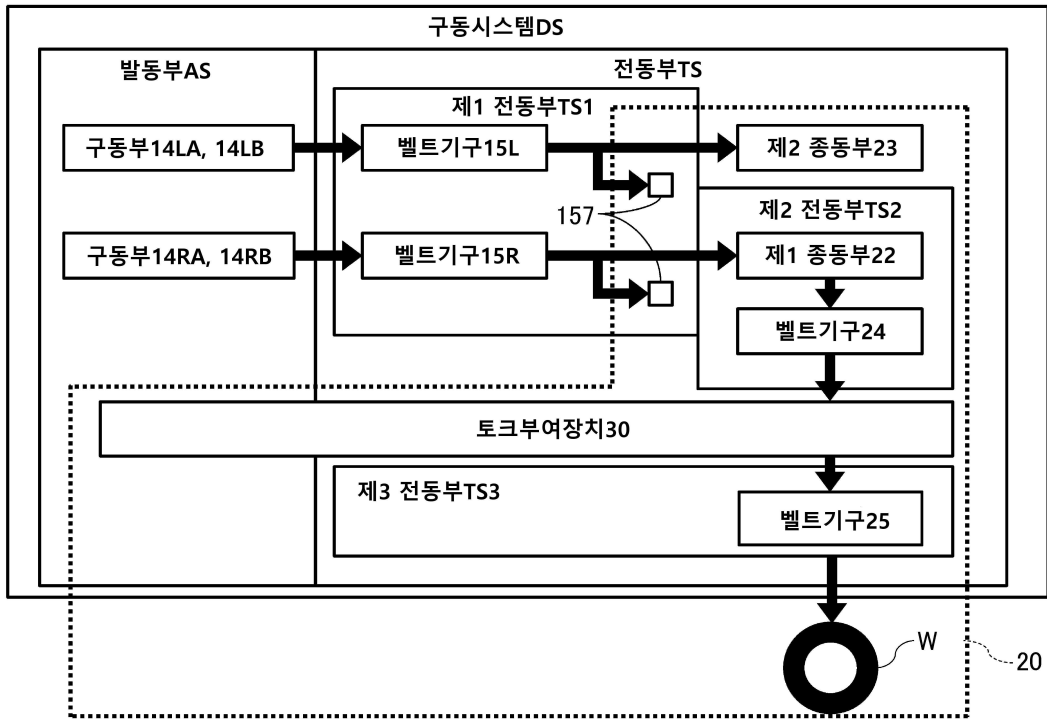
도면8



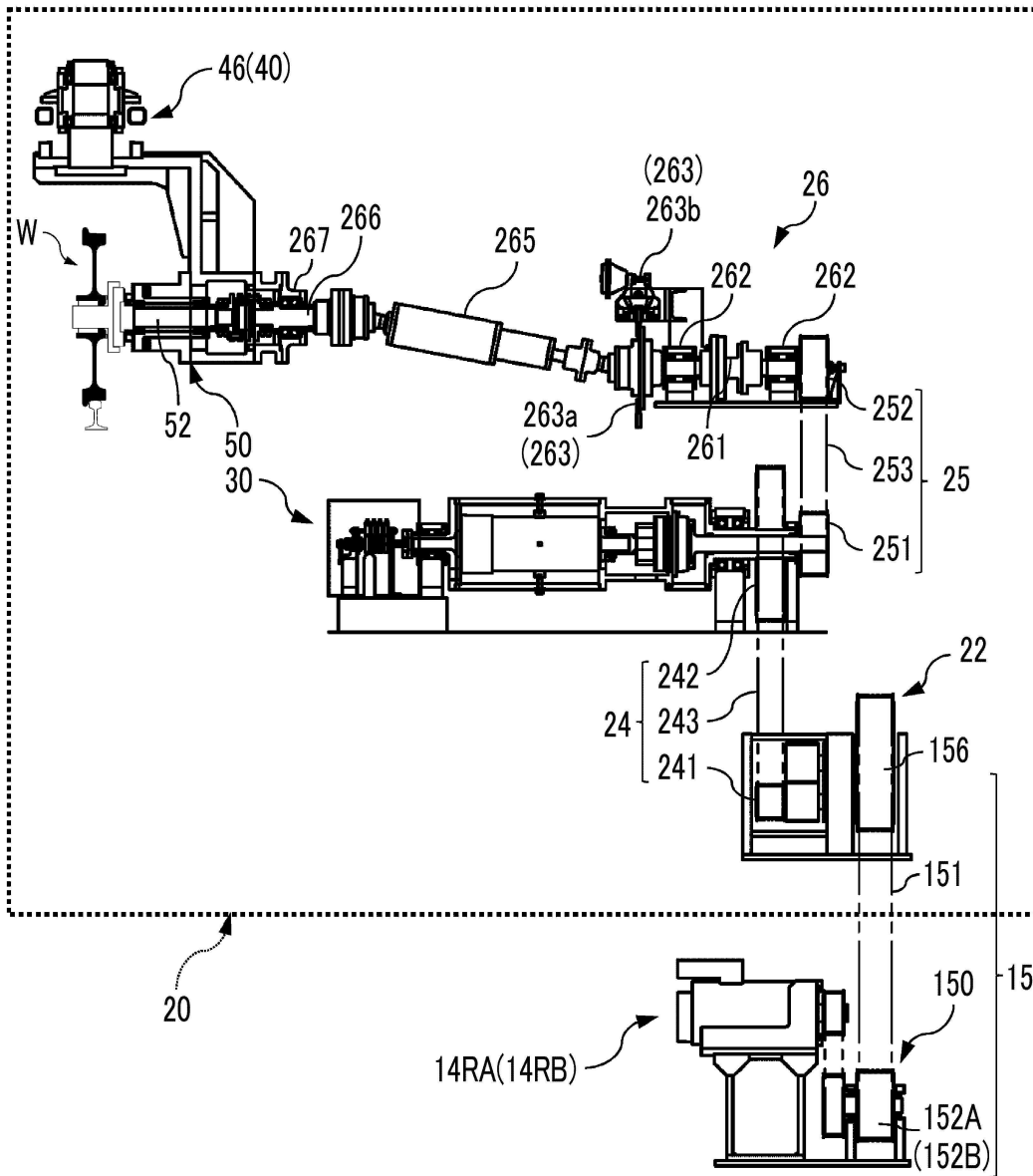
도면9



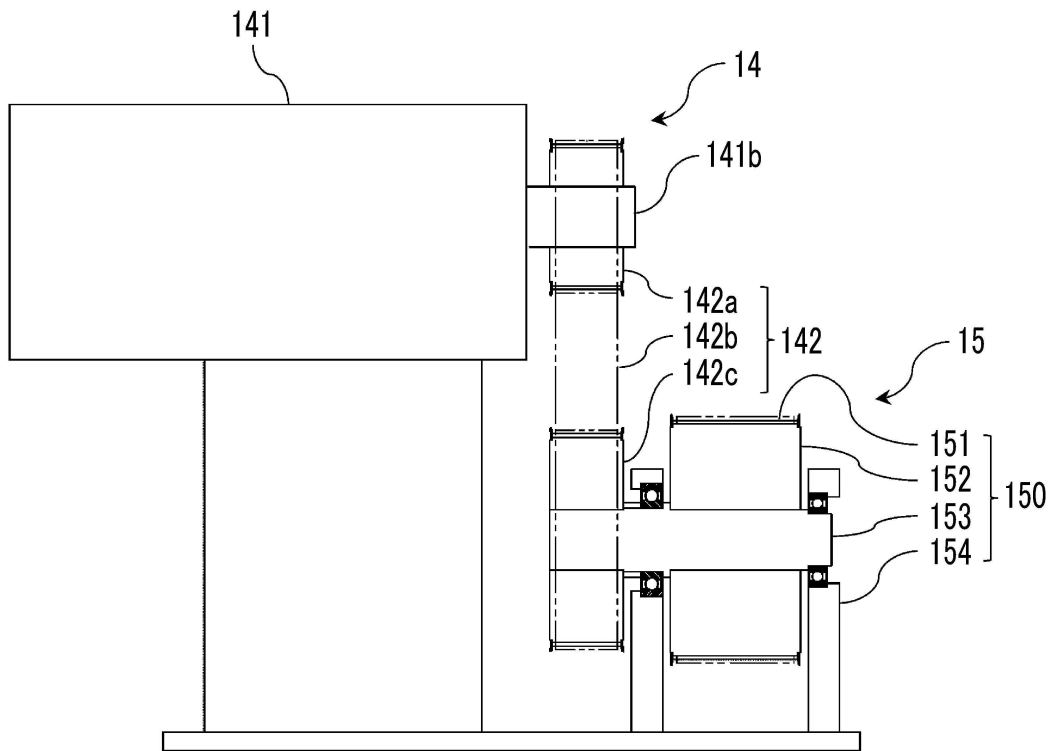
도면10



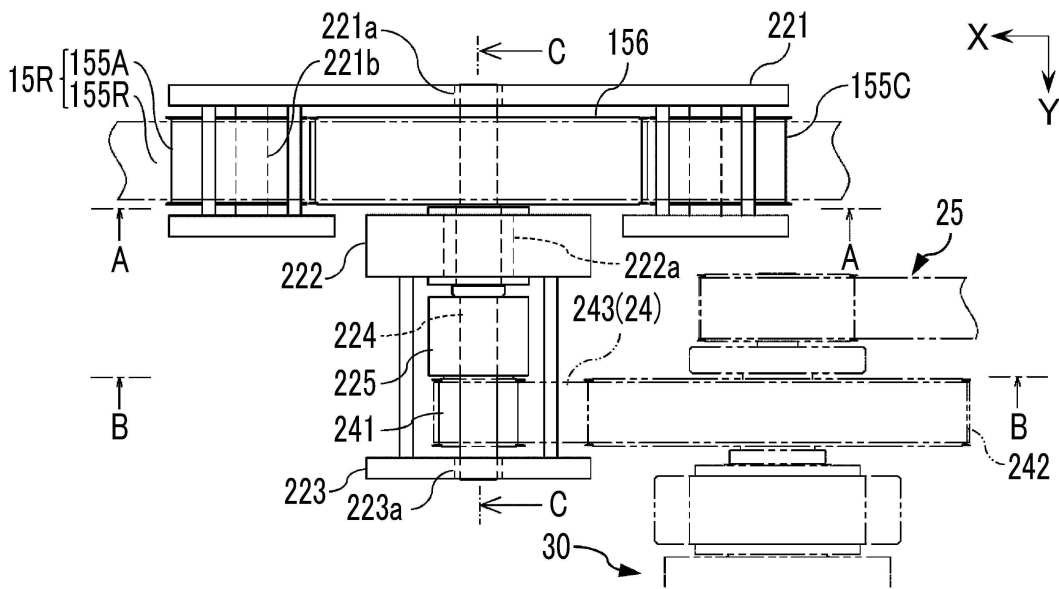
도면11



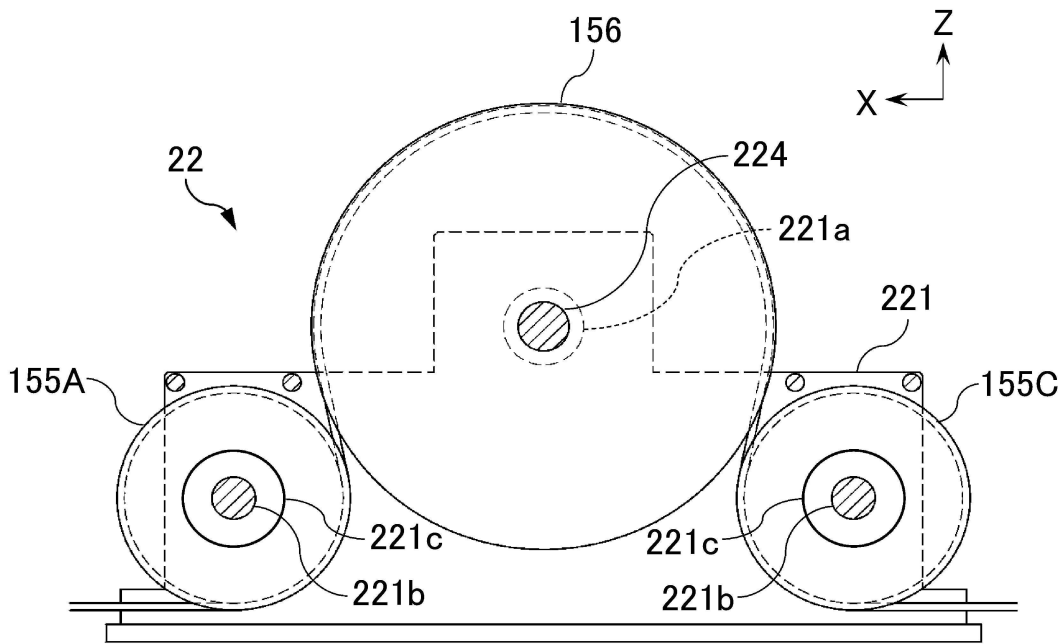
도면12



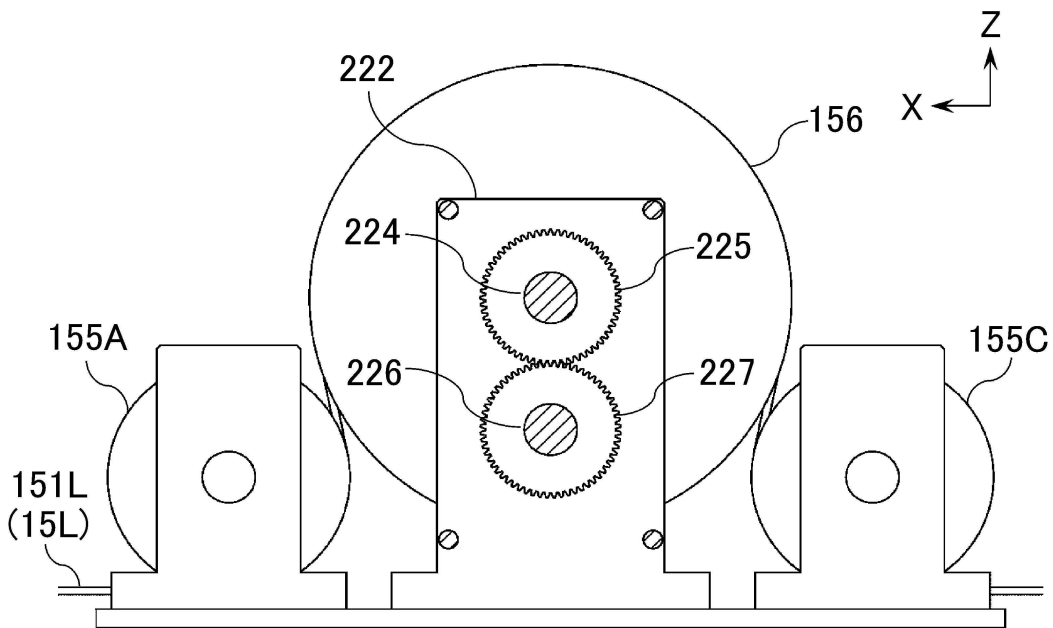
도면13



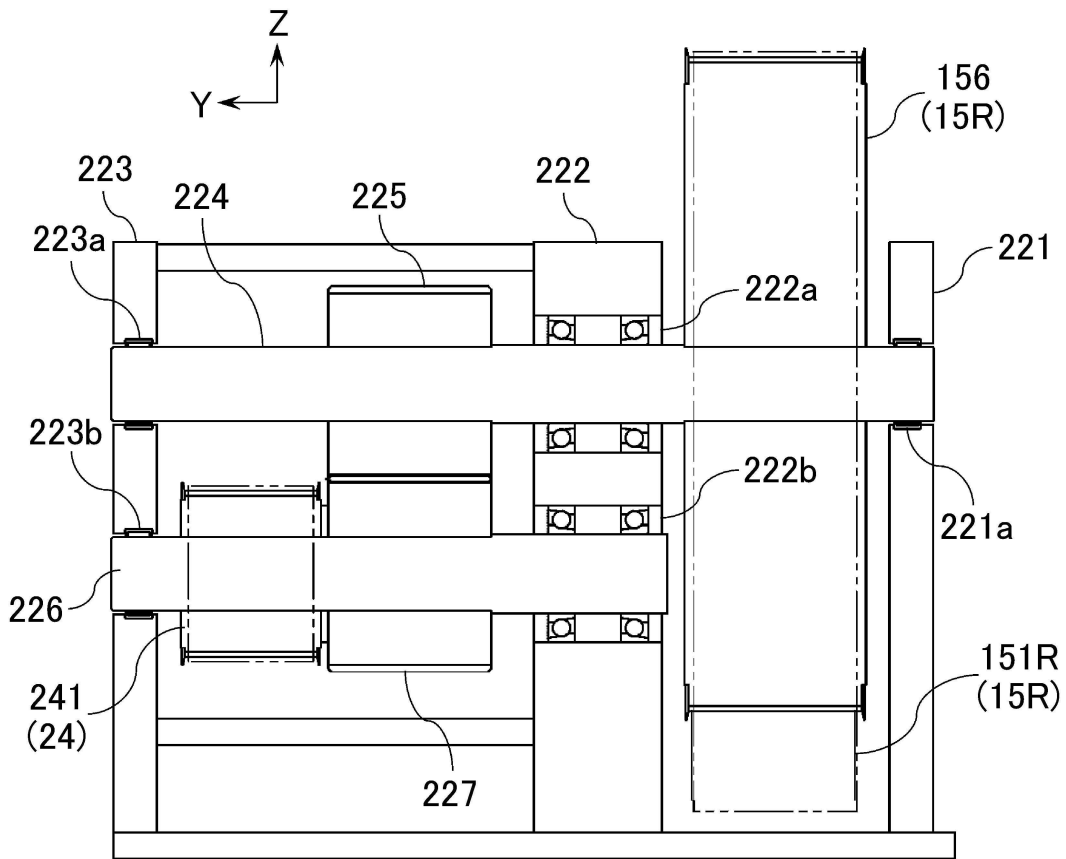
도면14



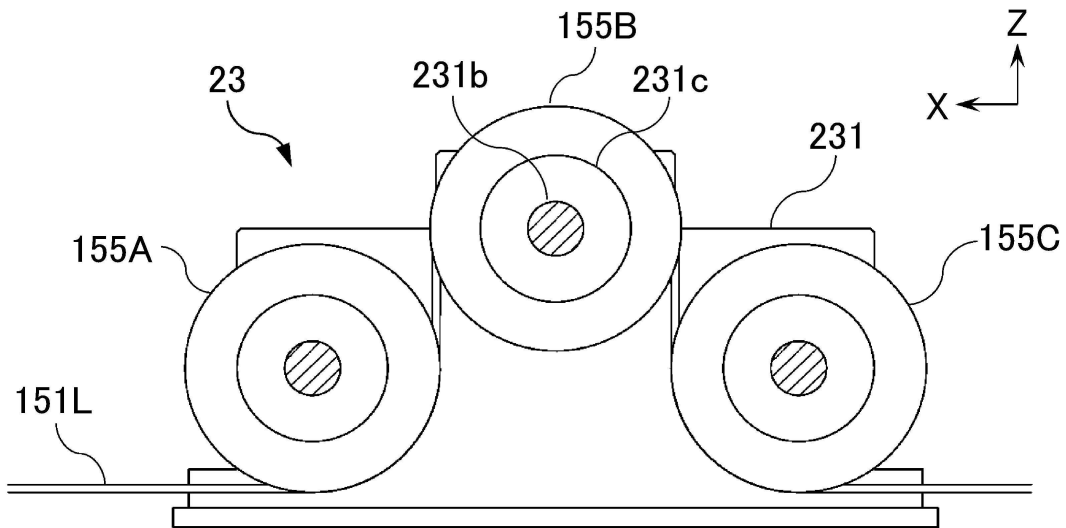
도면15



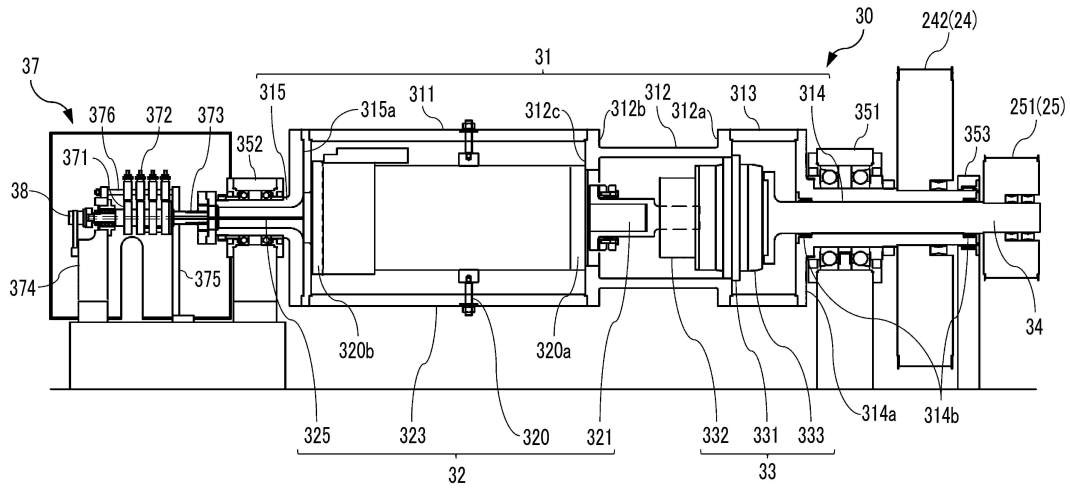
도면16



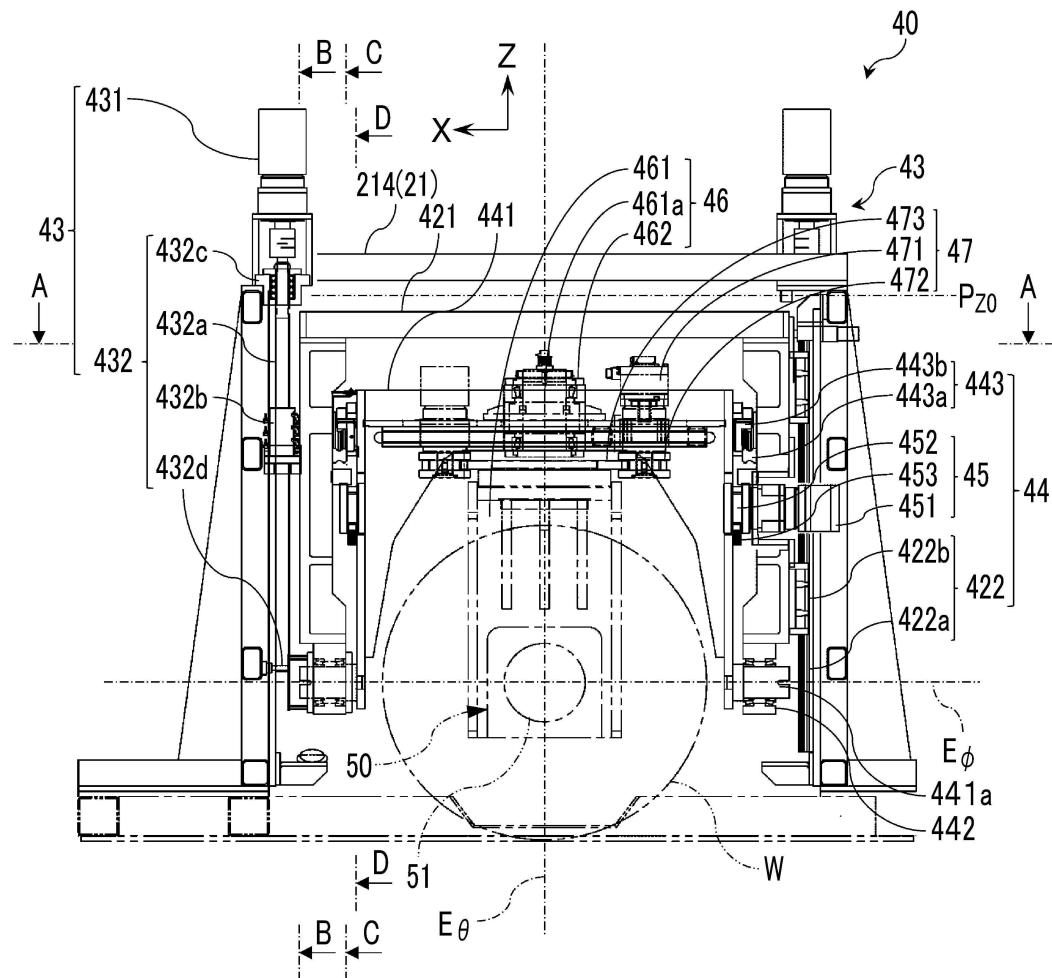
도면17



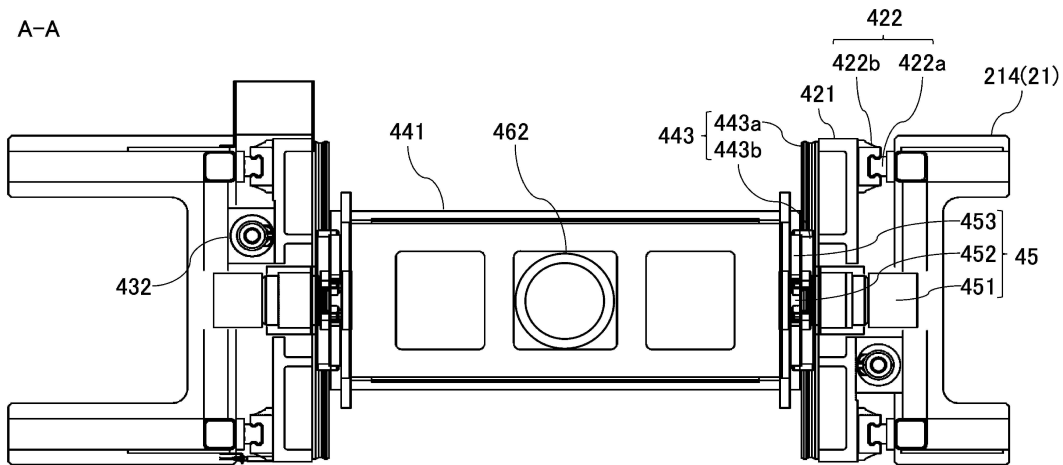
도면18



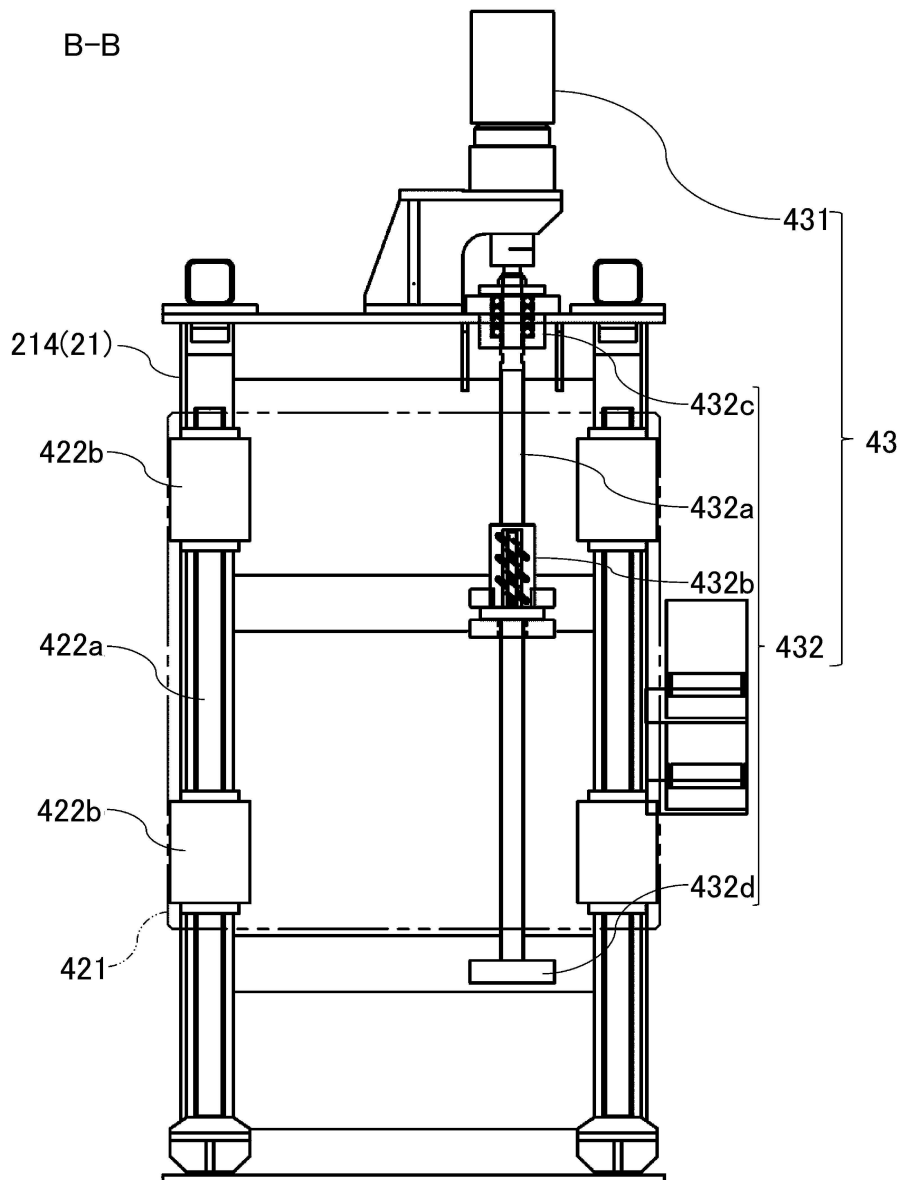
도면19



도면20

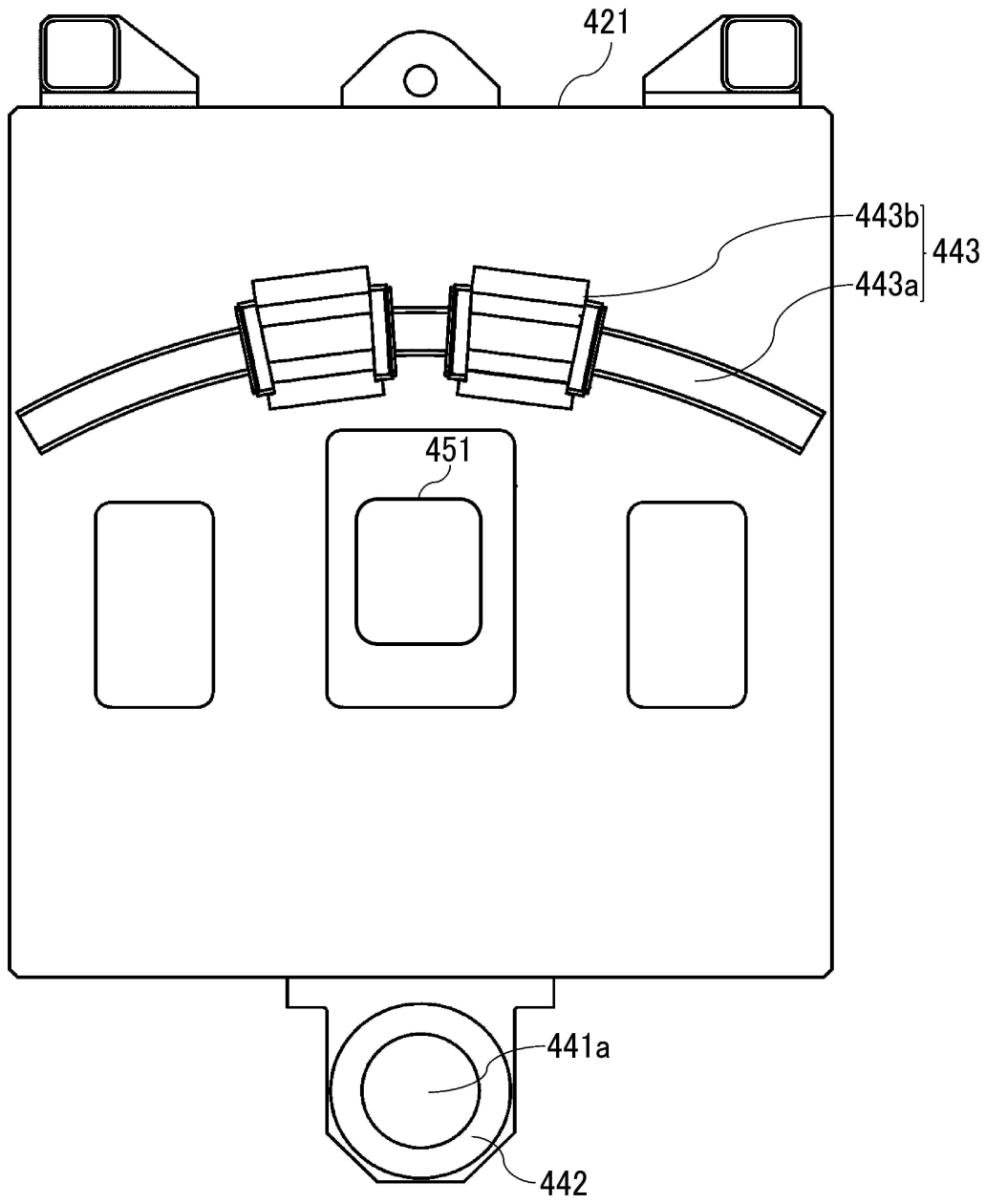


도면21



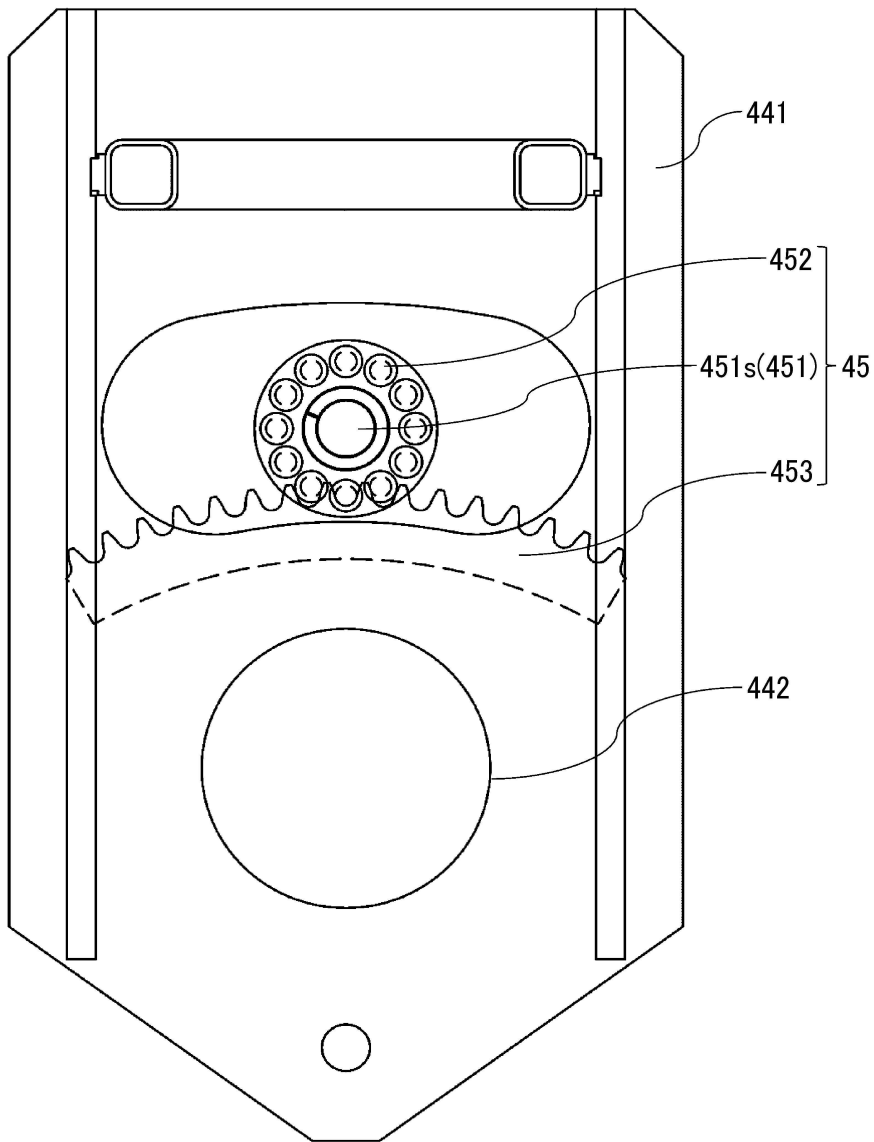
도면22

C-C

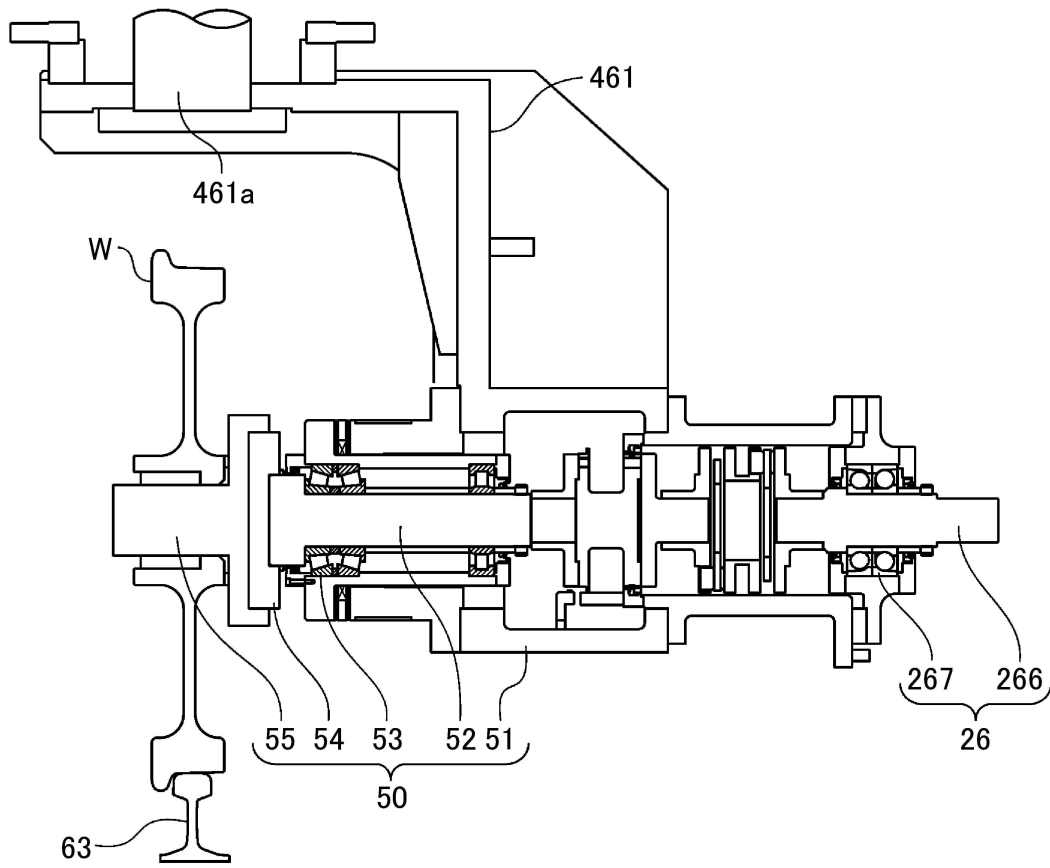


도면23

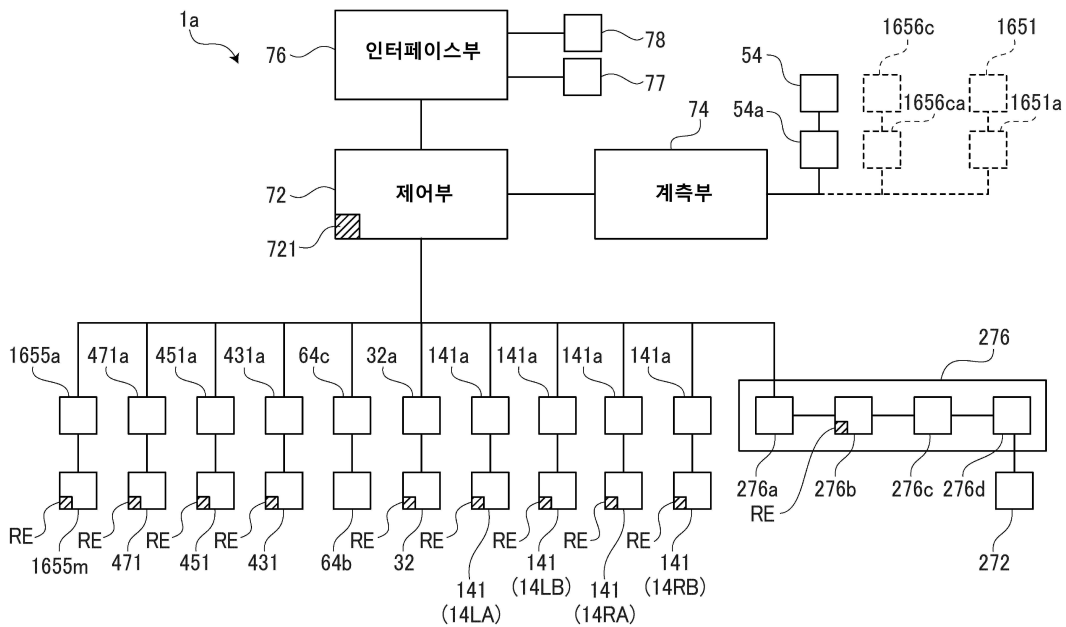
D-D



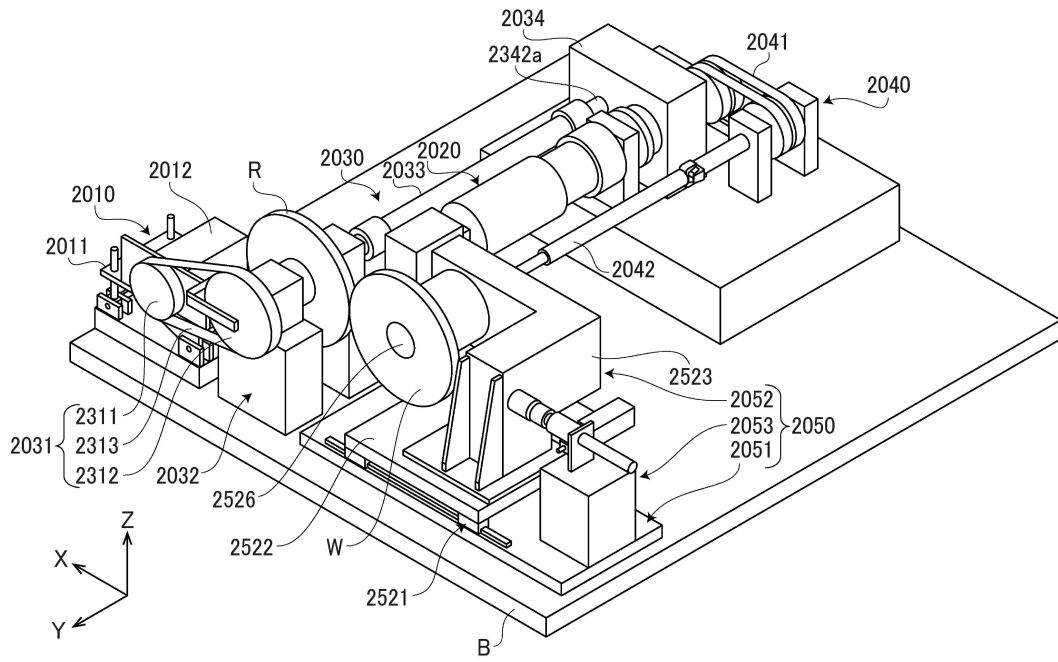
도면24



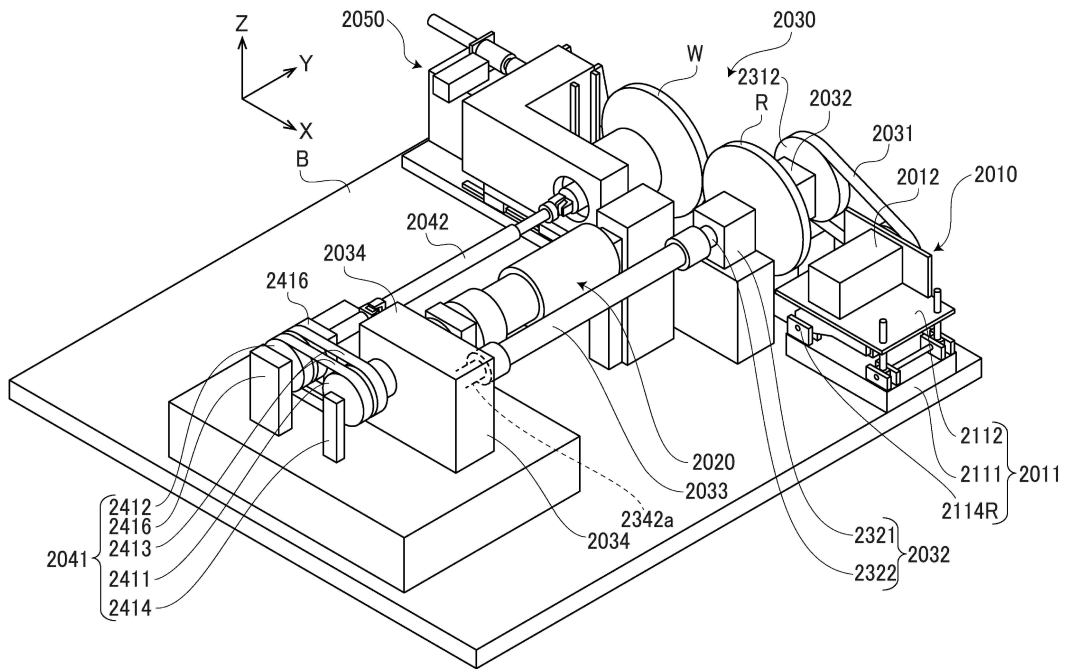
도면25



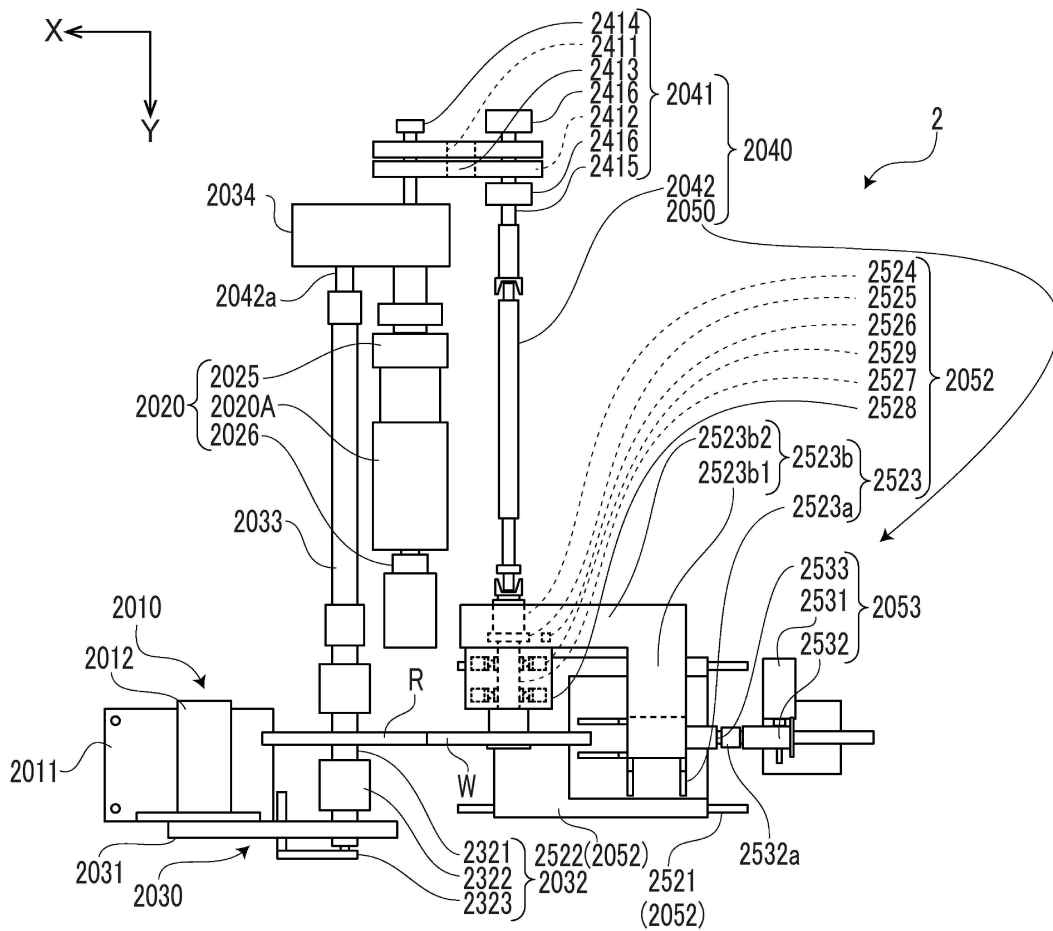
도면26



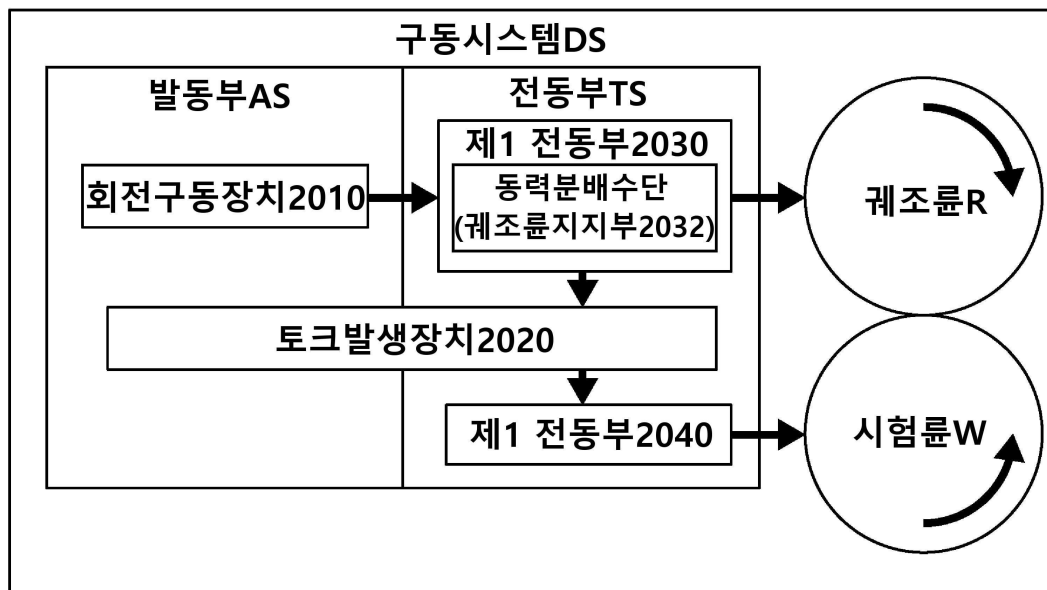
도면27



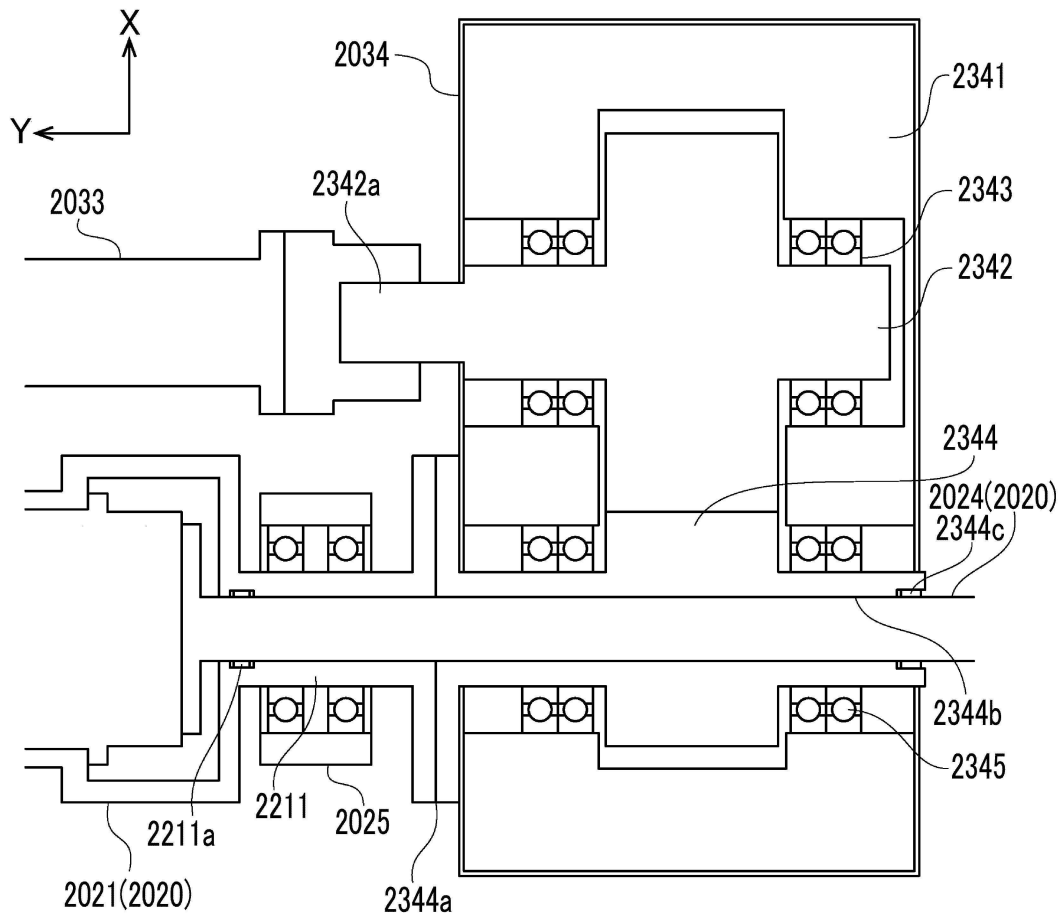
도면28



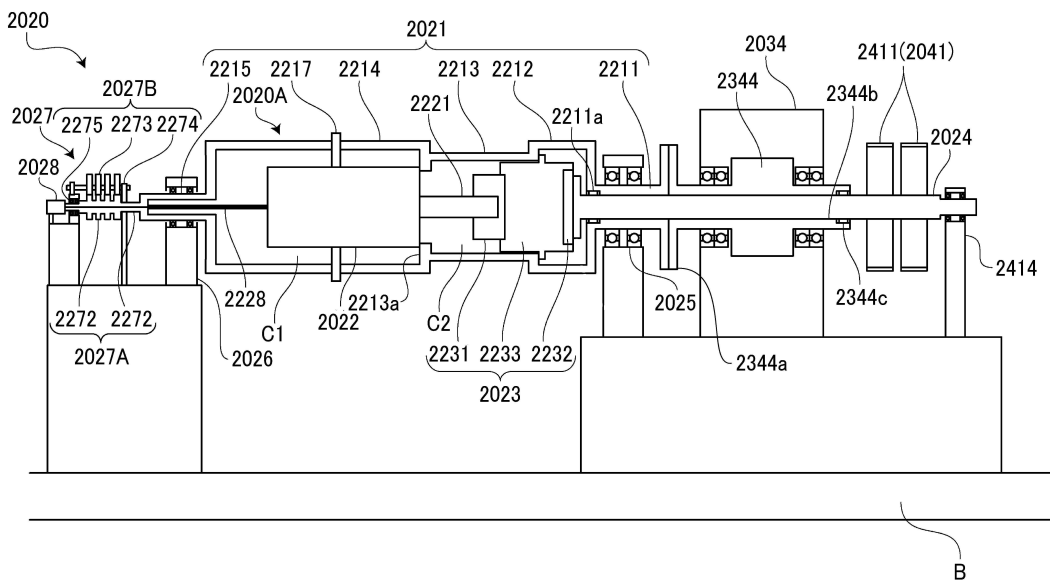
도면29



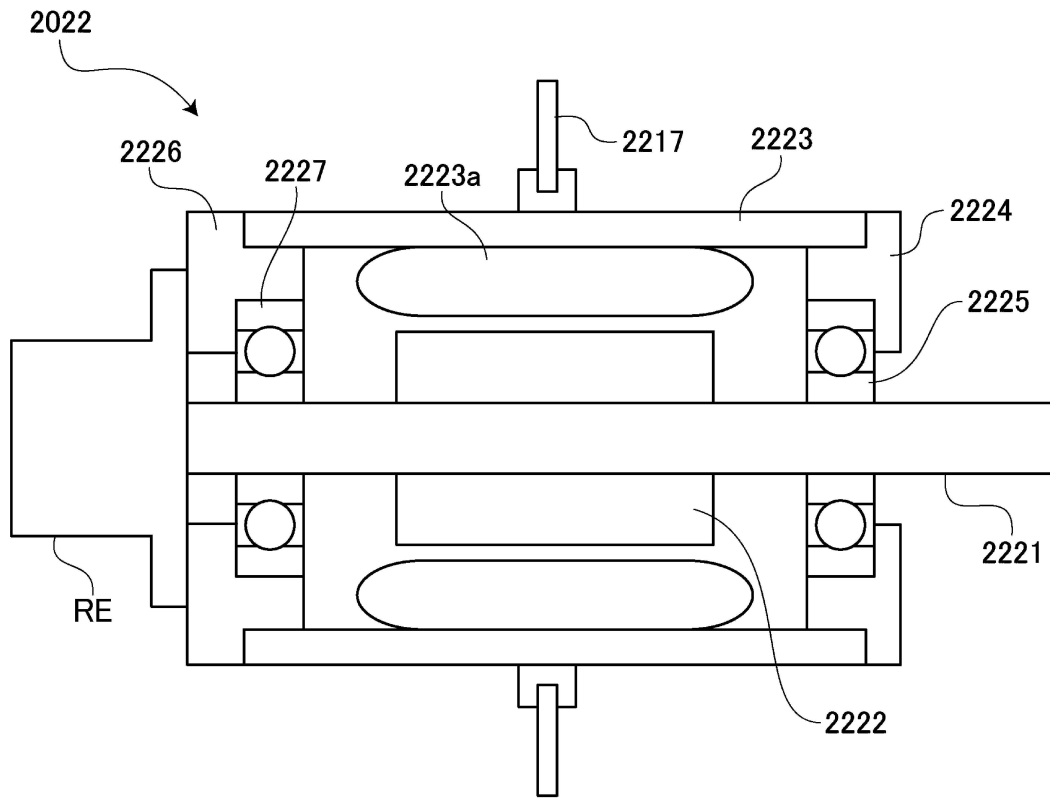
도면30



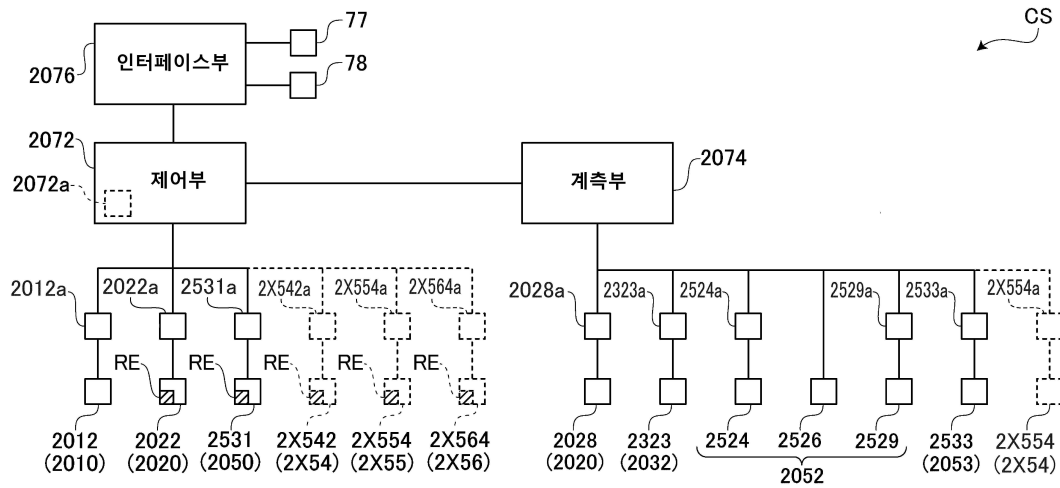
도면31



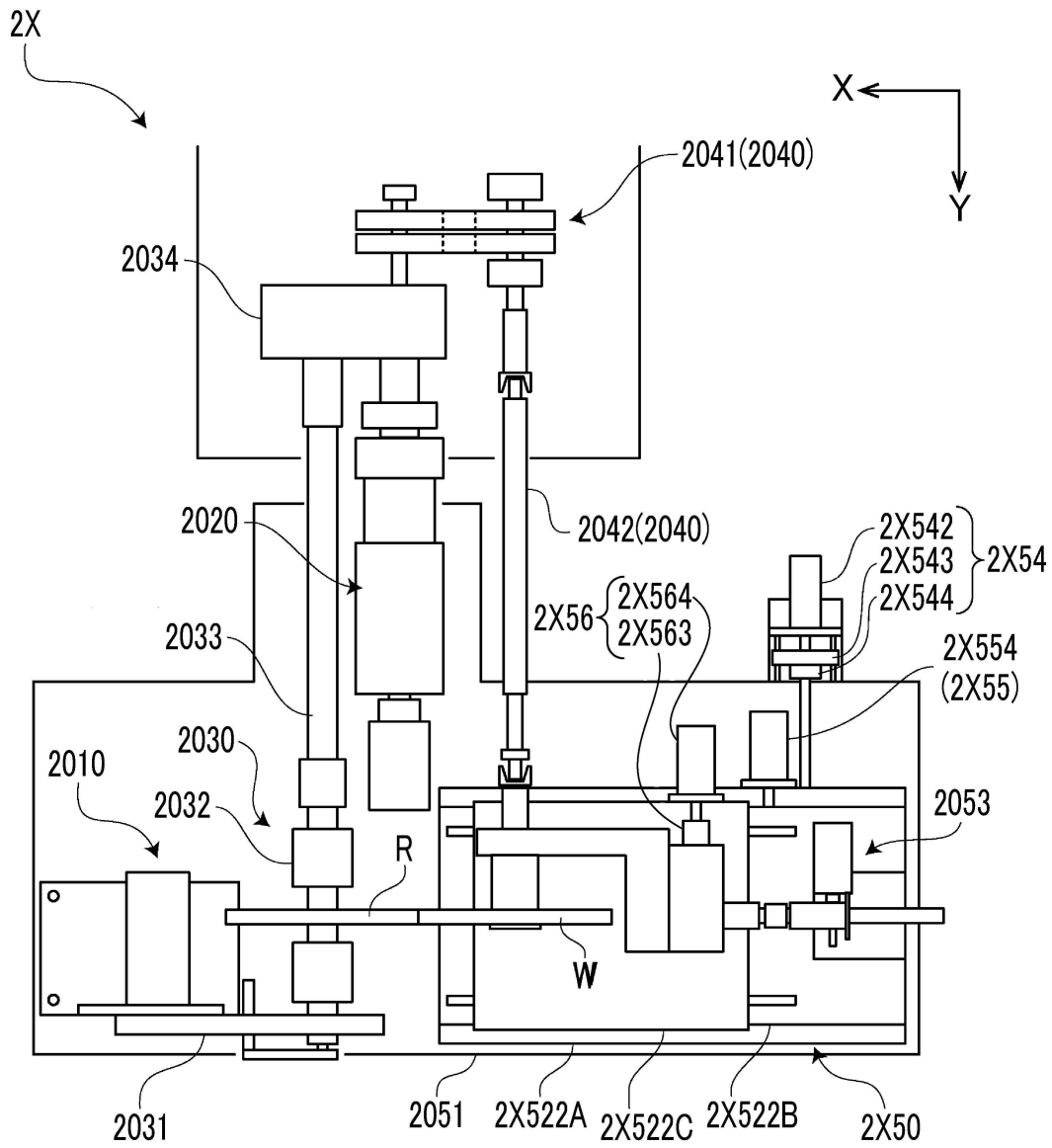
도면32



도면33



도면34



도면35

