



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0002382
(43) 공개일자 2025년01월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 7/075 (2014.01) B60L 9/18 (2006.01)
H02K 7/118 (2014.01) H02P 27/06 (2006.01)
H02P 5/74 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02K 7/075 (2013.01)
B60L 9/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7037131
(22) 출원일자(국제) 2023년04월05일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년11월07일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/014154
(87) 국제공개번호 WO 2023/195502
국제공개일자 2023년10월12일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-064830 2022년04월08일 일본(JP)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
고쿠사이 게이소쿠키 가부시카이가이사
일본 도쿄도 다마시 나가야마 6초메 21반 1고
(72) 발명자
마츠모토 시게루
일본국 2060025 도쿄도 다마시 나가야마 6초메 2
1반 1고 고쿠사이 게이소쿠키 가부시카이가이사 내
마츠모토 신이치
일본국 2060025 도쿄도 다마시 나가야마 6초메 2
1반 1고 고쿠사이 게이소쿠키 가부시카이가이사 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인와이에스장

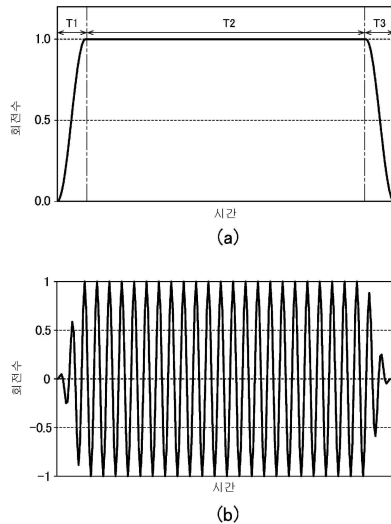
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 전동 액추에이터, 전동 모빌리티

(57) 요약

본 발명은 회생 에너지의 이용 효율을 향상시키는 것을 목적으로 한다. 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 전동 액추에이터는, 원하는 주파수로 정전과 역전을 반복하는 전동기와, 전동기가 출력하는 정역 회전 운동을 일방향 회전 운동으로 변환하는 운동변환기를 갖춘다.

대표도



(52) CPC특허분류

H02K 7/1185 (2013.01)

H02P 27/06 (2013.01)

H02P 5/74 (2013.01)

H02P 5/74 (2013.01)

(72) 발명자

무라우치 가즈히로

일본국 2060025 도쿄도 다마시 나가야마 6초메 21
반 1고 고쿠사이 게이소쿠키 가부시카이가이샤 내

미야시타 히로시

일본국 2060025 도쿄도 다마시 나가야마 6초메 21
반 1고 고쿠사이 게이소쿠키 가부시카이가이샤 내

스즈키 마사미

일본국 2060025 도쿄도 다마시 나가야마 6초메 21
반 1고 고쿠사이 게이소쿠키 가부시카이가이샤 내

(30) 우선권주장

JP-P-2022-064829 2022년04월08일 일본(JP)

JP-P-2022-109889 2022년07월07일 일본(JP)

JP-P-2022-159176 2022년10월02일 일본(JP)

명세서

청구범위

청구항 1

원하는 주파수로 정전과 역전을 반복하는 전동기와,
상기 전동기가 출력하는 정역 회전 운동을 일방향 회전 운동으로 변환하는 운동변환기를 갖추는
전동 액추에이터.

청구항 2

제1항에 있어서,
전원으로부터 공급되는 전력을 상기 전동기에 공급하는 구동 장치를 더 갖추고,
상기 구동 장치는, 상기 전동기가 정전과 역전을 반복했을 때, 상기 전동기로부터 회생되는 전력 중 상기 전동
기의 가속에서 소비되지 않은 전력을 상기 전원으로 회생시키는 전원 회생 컨버터를 포함하는,
전동 액추에이터.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 전원 회생 컨버터는 상기 전동기의 정전시 및 역전시의 각각의 감속 과정에 있어서 상기 전동기로부터 회
생되는 전력을 상기 전원에 출력하는,
전동 액추에이터.

청구항 4

제2항에 있어서,
상기 전원은 교류 전원으로 구성되고,
상기 전원 회생 컨버터는 쌍방향 ACDC 컨버터로 구성되는,
전동 액추에이터.

청구항 5

제2항에 있어서,
상기 전원은 직류 전원으로 구성되고,
상기 전원 회생 컨버터는 쌍방향 DCDC 컨버터로 구성되는,
전동 액추에이터.

청구항 6

제2항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 구동 장치는, 상기 전동기가 정전과 역전을 반복했을 때, 상기 전동기로부터 회생되는 전력 중 상기 전동
기의 가속에서 소비되지 않은 전력을 비축하는 커패시터를 더 갖추는,
전동 액추에이터.

청구항 7

제1항에 있어서,

전원으로부터 공급되는 전력을 상기 전동기에 공급하는 구동 장치를 더 갖추고,

상기 구동 장치는, 상기 전동기가 정전과 역전을 반복했을 때, 상기 전동기로부터 회생되는 전력 중 상기 전동기의 가속에서 소비되지 않은 전력을 비축하는 커패시터를 포함하는,

전동 액추에이터.

청구항 8

제2항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전동기는 정전과 역전을 3Hz 이상의 소요 주파수에서 반복하는,

전동 액추에이터.

청구항 9

제2항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 운동변환기가,

상기 정역 회전 운동을 왕복 직선 운동으로 변환하는 제1 운동변환기와,

상기 왕복 직선 운동을 상기 일방향 회전 운동으로 변환하는 제2 운동변환기를 포함하는,

전동 액추에이터.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 전동기를 포함하는, 복수의 전동기와,

상기 제1 운동변환기를 포함하는, 상기 복수의 전동기의 각각이 출력하는 정역 회전 운동을 왕복 직선 운동으로 변환하는 복수의 제1 운동변환기와,

상기 제2 운동변환기를 포함하는, 상기 복수의 제1 운동변환기의 각각에 의해 변환된 왕복 직선 운동을 상기 일방향 회전 운동으로 변환하는 복수의 제2 운동변환기를 더 갖추고,

상기 복수의 제2 운동변환기는 상기 일방향 회전 운동의 출력축을 공유하는,

전동 액추에이터.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 운동변환기가,

볼나사와,

상기 볼나사의 너트에 고정되어, 너트와 함께 직선 운동하는 직동부와,

회전축 둘레에 회전이 자유로운 회전체와,

상기 회전체 중 상기 회전축에 대하여 편심한 부분과 상기 직동부의 각각에 회전 가능하게 연결된 연결봉을 포함하는,

전동 액추에이터.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 회전체는 크랭크샤프트이며,

상기 연접봉은 상기 크랭크샤프트의 크랭크핀에 회전 가능하게 연결되는,
전동 액추에이터.

청구항 13

제11항에 있어서,
상기 회전체는 스핀들이며,
상기 연접봉은 상기 스핀들의 회전축에 대하여 편심한 위치에 형성된 돌출부에 회전 가능하게 연결되는,
전동 액추에이터.

청구항 14

제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 구동 장치를 제어하는 제어 장치를 더 갖추고,
상기 제어 장치는, 상기 직동부가 상기 직동부의 이동에 의해 상기 회전체에 회전력이 발생하지 않는 사점에 이르는 타이밍을 피하여, 상기 전동기의 회전을 정전과 역전의 사이에서 전환하도록, 상기 구동 장치를 제어하는,
전동 액추에이터.

청구항 15

제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 구동 장치를 제어하는 제어 장치를 더 갖추고,
상기 제어 장치는, 적어도 상기 직동부가 상기 직동부의 이동에 의해 상기 회전체에 회전력이 발생하지 않는 사점에 이르는 타이밍에 있어서 상기 전동기의 토크가 제한되도록, 상기 구동 장치를 제어하는,
전동 액추에이터.

청구항 16

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 운동변환기가,
상기 전동기의 축에 접속된, 제1 회전축 둘레에 회전이 자유로운 제1 원반부와,
상기 운동변환기의 출력축에 접속된, 제2 회전축 둘레에 회전이 자유로운 제2 원반부와,
상기 제1 원반부 중 상기 제1 회전축에 대하여 편심한 부분과 상기 제2 원반부 중 상기 제2 회전축에 대하여 편심한 부분의 각각에 회전 가능하게 연결되는 연접봉을 포함하는,
전동 액추에이터.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항의 전동 액추에이터를 갖추는 전동 모빌리티.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전동 액추에이터 그리고 전동 액추에이터를 갖춘 전동 모빌리티에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 모터 등의 전동 액추에이터를 구동원으로 하는 산업 기계나 전동 비하클 등이 널리 사용되고 있다. 사회의 에너지 절약화를 실현하기 위해서는 구동원의 전력 절약이 강하게 요구되고 있다. 관련되는 기술로서, 예를 들면 특

허문헌 1이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특개 2017-139839호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 특허문헌 1에 기재된 전기자동차는 관성 주행시나 제동시에 모터 제너레이터에 의한 회생 발전이 행해질뿐이며, 개선의 여지가 있다.

[0005] 본 발명은 상기한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 전력 절약성이 개선된 전동 액추에이터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 하나의 태양에 의하면, 원하는 주파수로 정전과 역전을 반복하는 전동기와, 상기 전동기가 출력하는 정역 회전 운동을 일방향 회전 운동으로 변환하는 운동변환기를 구비하는 전동 액추에이터가 제공된다.

발명의 효과

[0007] 본 발명의 하나의 실시형태에 의하면, 전력 절약성이 개선된 전동 액추에이터를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 사시도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 개략 구조를 나타낸 평면도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시형태의 연결부의 측면도이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시형태의 크랭크샤프트의 측면도이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 급전 시스템(전기 구동 시스템)의 개략 구성을 나타낸 블록도이다.

도 6은 제1 실시형태의 전기 구동 시스템의 회로 구성을 나타내는 도면이다.

도 7(a)는 본 발명의 제1 실시형태의 모터의 1사이클의 구동 파형이며, (b)는 모터의 1사이클 중 전반에 있어서의 모터의 회전수[rpm]를 나타낸 그래프이며, (c)는 모터의 1사이클 중 후반에 있어서의 모터의 회전수를 나타낸 그래프이며, (d)는 모터의 1사이클 중 전반에 있어서의 모터의 토크[Nm]를 나타낸 그래프이며, (e)는 모터의 1사이클 중 후반에 있어서의 모터의 토크를 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 제1 실시형태와 종래의 모터의 동작을 대비하는 도면이다.

도 9는 본 발명의 제2 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 제어상의 연구에 대해 설명하는 도면이다.

도 10은 본 발명의 제3 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 제어상의 연구에 대해 설명하는 도면이다.

도 11은 본 발명의 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 사시도이다.

도 12는 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 측면도이다.

도 13은 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 평면도이다.

도 14는 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 정면도이다.

도 15는 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 크랭크샤프트의 구성도이다.

- 도 16은 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 급전 시스템(전기 구동 시스템)의 개략 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 17은 본 발명의 제5 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 사시도이다.
- 도 18은 본 발명의 제5 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 평면도이다.
- 도 19는 본 발명의 제6 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 사시도이다.
- 도 20은 본 발명의 제7 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 사시도이다.
- 도 21은 제7 실시형태의 치차 장치의 기구를 나타낸 도면이다.
- 도 22는 본 발명의 제8 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 사시도이다.
- 도 23은 제8 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 급전 시스템(전기 구동 시스템)의 개략 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 24는 본 발명의 제9 실시형태에 따른 전기자동차의 동력계의 개략 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 25는 본 발명의 제10 실시형태에 따른 철도 차량의 구동 기구의 개략 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 26은 제10 실시형태에 따른 철도 차량의 급전 시스템(전기 구동 시스템)의 개략 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 27은 본 발명의 제11 실시형태에 따른 타이어 시험 장치의 외관도이다.
- 도 28은 제11 실시형태에 따른 타이어 시험 장치의 외관도이다.
- 도 29는 제11 실시형태의 토크 발생 장치의 내부 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 30은 제11 실시형태의 급전 시스템의 개략 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 31은 본 발명의 제12 실시형태에 따른 유니포머터 및 동균형 복합 시험 장치의 기본 구성을 나타내는 측면도이다.
- 도 32는 제12 실시형태에 있어서 스핀들을 회전 구동하는 방법을 모식적으로 나타낸 것이다.
- 도 33은 본 발명의 제13 실시형태에 따른 밸런스 측정 장치의 측정부의 정면도이다.
- 도 34는 제13 실시형태에 따른 밸런스 측정 장치의 측정부의 측면도이다.
- 도 35는 본 발명의 제14 실시형태에 따른 충돌 모의 시험 장치의 사시도이다.
- 도 36은 제14 실시형태에 따른 충돌 모의 시험 장치의 시험부 및 벨트 기구의 구조를 나타내는 사시도이다.
- 도 37은 전동 액추에이터의 급전 시스템의 개략 구성의 변형예를 나타낸 블록도이다.
- 도 38은 전동 액추에이터의 급전 시스템의 개략 구성의 다른 변형예를 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 본 발명자는 전동기를 높은 반복 주파수에서 반전 구동시킴으로써 회생 전력의 이용 효율을 높일 수 있는 것을 발견했다. 높은 반복 주파수는 예를 들면 10Hz 이상이거나, 어디까지나 예이며, 10Hz 이상에 한정되지는 않는다.
- [0010] 이하, 도면을 참조하면서, 본 발명의 실시형태에 대해 설명한다. 또한 이하의 설명에 있어서, 동일 또는 대응하는 사항에는 동일 또는 대응하는 부호를 붙이고, 중복되는 설명을 생략한다. 또 각 도면에 있어서, 부호가 공통되는 사항이 복수 표시되는 경우에는, 반드시 그들 복수 표시의 전부에 부호를 붙이지 않고, 그들 복수 표시의 일부에 대해 부호의 부여를 적절하게 생략한다.
- [0011] <제1 실시형태>
- [0012] 도 1 및 도 2는 각각 본 발명의 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터(100)의 사시도 및 평면도이다. 또한 도 2에 있어서, 후술하는 피스톤(50)의 일부를 단면도로 나타내고 있다.
- [0013] 도 1에 나타내는 바와 같이, 전동 액추에이터(100)는 구동 유닛(100d) 및 크랭크샤프트(70)를 갖춘다. 또한 전

동 액추에이터(100)에는 또한 도 5 및 도 6에 있어서 후술하는 서보 앰프(95)(구동 장치)와 제어 장치(96)가 포함되어도 된다.

- [0014] 본 명세서에 있어서, 전동 액추에이터라는 용어는, 모터와 모터에 의해 구동되는 기구만을 의미해도 되고, 모터와 기구의 집합(기구부라고 기재한다.)에 모터를 구동하는 구동 장치를 더한 것을 의미해도 되며, 또한 구동 장치를 제어하는 제어 장치까지를 포함시킨 것을 의미해도 된다. 또 전동 액추에이터에 구동 장치나 제어 장치가 포함되는 경우, 구동 장치나 제어 장치는 기구부와 동일한 광체(筐體) 내에 설치되어도 되고, 기구부와는 별개의 장치로서 구성되어 케이블 등으로 기구부와 접속되어도 된다.
- [0015] 구동 유닛(100d)은, 모터(10)(전동기), 베어링(30), 볼나사(40)(이송 나사 기구), 직동부(50)(이하 「피스톤(50)」이라고 한다.) 및 연결봉(60)을 갖춘다.
- [0016] 모터(10)는 예를 들면 초저관성 고회전형의 AC 서보 모터이다. 이와 같은 초저관성 또한 고회전형의 모터(10)를 사용함으로써, 예를 들면 100Hz 이상의 높은 주파수에서의 왕복 회전 구동이 가능하게 되어 있다.
- [0017] 볼나사(40)의 나사축(41)은 프레임(도시하지 않음)에 고정되는 베어링(30)에 의해 회전 가능하게 지지된다. 나사축(41)은 축이음(20)에 의해 모터(10)의 축(11)과 연결된다.
- [0018] 피스톤(50)은 축선 Ax1 방향으로 뺄는 중공부(50a)가 형성된 통 형상의 부재이다. 또한 축선 Ax1은 구동 유닛(100d)의 중심선이며, 모터(10) 및 볼나사(40)의 회전축과 공통되는 직선이다. 볼나사(40)의 너트(42)는 예를 들면 피스톤(50)의 중공부(50a)의 일단부(도 2에 있어서의 좌단부)에 수용되어, 피스톤(50)에 고정된다.
- [0019] 피스톤(50)의 타단부(도 2에 있어서의 우단부)에는, 피스톤(50)의 축선과 수직으로(바꾸어 말하면, 크랭크샤프트(70)와 평행하게) 핀(52)이 부착된다.
- [0020] 도 3은 연결봉(60)의 측면도이다. 연결봉(60)은 소직경의 핀 구멍(62a)이 형성된 소단부(62)와, 대직경의 핀 구멍(64a)이 형성된 대단부(64)와, 소단부(62)와 대단부(64)를 연결하는 로드부(66)를 가진다. 핀 구멍(62a) 및 64a)은 서로 평행하게 형성되어 있다.
- [0021] 소단부(62)의 핀 구멍(62a)에는, 예를 들면 부시(도시하지 않음)를 통하여 핀(52)이 삽입된다. 또 핀(52)의 양단부는 피스톤(50)의 타단부에 형성된 한 쌍의 핀 구멍(50b)(도 2)에 끼워넣어져, 피스톤(50)에 고정된다. 이것에 의해, 연결봉(60)은 소단부(62)에 있어서 핀(52)을 통하여 피스톤(50)의 타단부에 핀(52)을 선회 중심축으로 하여 일정한 각도 범위에서 선회 가능하게 연결된다. 또한 연결봉(60)은 핀(52)(제1 핀)에 더해, 후술하는 크랭크핀(72)(제2 핀)에도 회전 가능하게 연결된다.
- [0022] 도 4는 크랭크샤프트(70)의 측면도이다. 크랭크샤프트(70)는, 한 쌍의 동축에(즉, 회전축 또는 중심선이 일치하도록) 배치된 크랭크 저널(71)과, 크랭크 저널(71)의 축선(즉, 크랭크샤프트(70)의 회전축인 축선 Ax2)에 대하여 편심하여 배치된 크랭크핀(72)과, 크랭크 저널(71)과 크랭크핀(72)을 연결하는 한 쌍의 크랭크 아암(73)과, 축선 Ax2에 대하여 각 크랭크 아암(73)의 반대측에 설치된 한 쌍의 밸런스웨이트(74)와, 크랭크 저널(71)의 하나와 동축에 결합한 출력축(75)을 가진다. 밸런스웨이트(74)는 축선 Ax2에 대하여 편심한 크랭크핀(72) 및 크랭크 아암(73)에 의해 발생하는 불균형을 없애도록 형성되어 있다.
- [0023] 크랭크샤프트(70)는 한 쌍의 크랭크 저널(71)에 있어서, 프레임(도시하지 않음)에 고정되는 도시하지 않는 한 쌍의 베어링(예를 들면 구름 베어링)에 의해 회전 가능하게 지지되는 회전체이다.
- [0024] 크랭크핀(72)은 크랭크샤프트(70)의 회전축에 대하여 편심한 편심 핀이며, 연결봉(60)의 대단부(64)의 핀 구멍(64a)에, 예를 들면 부시(도시하지 않음)를 통하여 삽입된다. 이것에 의해, 크랭크샤프트(70)는 연결봉(60)과 회전 가능하게 연결된다.
- [0025] 또한 연결봉(60)의 핀 구멍(62a) 및 64a)과 끼워맞추는 부시에는 예를 들면 무급유 부시가 사용된다. 또 부시 대신에 예를 들면 구름 베어링 등의 다른 종류의 베어링을 사용해도 된다.
- [0026] 모터(10)는 축(11)이 소정의 각도 범위에서 반복 왕복 회전하도록 구동된다. 즉, 모터(10)는 소정의 주파수에서 정전과 역전을 반복한다. 모터(10)의 회전(보다 구체적으로는, 왕복 회전 운동, 즉 정역 회전 운동)은, 볼나사(40)에 의해 직선 운동으로 변환되어, 피스톤(50)에 전달된다. 그 결과, 피스톤(50)은 볼나사(40)의 너트(42)와 함께 소정의 스트로크로 축선 Ax1 상을 왕복 직선 운동한다. 즉, 볼나사(40)는 모터(10)의 왕복 회전 운동(정역 회전 운동)을 왕복 직선 운동으로 변환하는 제1 운동변환기로서 기능한다. 피스톤(50)의 축선 Ax1 방향의 왕복 직선 운동은, 연결봉(60)에 의해 크랭크샤프트(70)의 편심한 크랭크핀(72)에 전달되어, 크랭크샤프트(70)의 회

전 운동으로 변환된다. 즉, 연접봉(60)과 크랭크샤프트(70)(그리고 연접봉(60)을 선회 가능하게 지지하는 핀(52) 및 크랭크샤프트(70)를 회전 가능하게 지지하는 도시하지 않는 베어링)에 의해, 왕복 운동(왕복 직선 운동)을 일방향의 회전 운동(이하 「일방향 회전 운동」이라고 한다.)으로 변환하는 제2 운동변환기로서의 크랭크 기구(보다 구체적으로는, 슬라이더 크랭크 기구)가 구성된다.

[0027] 도 5는 모터(10)에 구동 전력을 공급하는 급전 시스템(90S)(전기 구동 시스템(90))의 개략 구성을 나타낸 블록도이다. 도 6은 전기 구동 시스템(90)의 회로 구성을 나타내는 도면이다. 또한 급전 시스템(90S)은 모터(10)와 함께 전기 구동 시스템(90)을 구성한다.

[0028] 일차 전원(91)은 상용 전원 또는 전원 장치이며, 예를 들면 삼상 교류의 전력을 공급한다. 일차 전원(91)으로부터 공급되는 전력(이하 「계통 전력」이라고 한다.)은 회로차단기(92), 전자개폐기(93) 및 리액터(94)를 통하여 서보 앰프(95)(구동 장치)에 공급된다. 서보 앰프(95)는 일차 전원(91)으로부터 공급되는 교류를 모터(10)의 구동 전력으로 변환하는 인버터 장치이며, 일차 전원(91)으로부터 공급되는 전력을 모터(10)에 공급한다. 서보 앰프(95)의 출력 단자에는 모터(10)가 접속되어, 서보 앰프(95)로부터 모터(10)에 구동 전력이 공급된다. 서보 앰프(95)는 제어 장치(96)와 통신 가능하게 접속되어, 제어 장치(96)의 제어에 따라 동작한다.

[0029] 서보 앰프(95)는 전원 회생 컨버터(95a), 인버터(95b) 및 커패시터(95c)를 갖춘다. 전원 회생 컨버터(95a)는 전원 회생에 적합한 컨버터이며, 예를 들면 PWM(Pulse Width Modulation) 제어에 의해 전원측 전류를 정현파화하는 PWM 컨버터이다. 또한 전원 회생 컨버터(95a)는 120° 통전 방식에 의해 전력 변환을 행하는 것이어도 된다. 또 인버터(95b)는 예를 들면 PWM 제어에 의해 출력하는 전력을 제어하는 PWM 인버터이다. 또 본 실시형태의 전원 회생 컨버터(95a)는 역행 동작(즉, 서보 앰프(95)로부터 공급되는 전력에 의해 모터(10)를 구동하는 동작 모드)시에 일차 전원(91)으로부터 공급되는 교류를 정류하는 기능과, 회생 동작시에 일차 전원(91)으로 귀환시키는 계통 전력과 동등한 품질의 교류를 생성하는 기능을 겸비하는데, 역행 동작 전용의 컨버터와 전원 회생 전용의 컨버터를 개별적으로 설치해도 된다.

[0030] 전원 회생 컨버터(95a)는, 스위칭 소자(SW1~S14)와, 커패시터(혹은 콘덴서)(C)와, 트랜스(Tr)를 갖춘다. 인버터(95b)는 스위칭 소자(SW15~SW20)를 갖춘다. 또한 스위칭 소자(SW1~SW20)는 예를 들면 IGBT(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)로 한다.

[0031] 일차 전원(91)(예를 들면 단상 3선식 상용 전원 또는 3상 3선식 상용 전원)으로부터 공급되는 전력이 모터(10)에 공급되는 경우, 제어 장치(96)에 의해 스위칭 소자(SW1~SW6)가 일차 전원(91)으로부터 공급되는 교류 전력의 주파수에 따라 반복하여 온, 오프됨으로써 일차 전원(91)으로부터 공급되는 교류 전력이 정류된다.

[0032] 또 일차 전원(91)으로부터 공급되는 전력이 모터(10)에 공급되는 경우, 스위칭 소자(SW1~SW6)에 의해 정류된 전력이 커패시터(C)에 의해 평활된다.

[0033] 또 일차 전원(91)으로부터 공급되는 전력이 모터(10)에 공급되는 경우, 제어 장치(96)에 의해 스위칭 소자(SW7, SW10)와 스위칭 소자(SW8, SW9)가 교대로 반복하여 온, 오프됨으로써 커패시터(C)에 의해 평활된 전력이 트랜스(Tr)의 일차 코일(L1)로부터 이차 코일(L2)로 전해진다.

[0034] 또 일차 전원(91)으로부터 공급되는 전력이 모터(10)에 공급되는 경우, 제어 장치(96)에 의해 스위칭 소자(SW11, SW14)와 스위칭 소자(SW12, SW13)가 교대로 반복하여 온, 오프됨으로써 일차 코일(L1)로부터 이차 코일(L2)로 전해진 전력이 정류된다.

[0035] 또 일차 전원(91)으로부터 공급되는 전력이 모터(10)에 공급되는 경우, 스위칭 소자(SW11~SW14)에 의해 정류된 전력은 커패시터(95c)에 의해 평활된다.

[0036] 또 일차 전원(91)으로부터 공급되는 전력이 모터(10)에 공급되는 경우, 제어 장치(96)에 의해 스위칭 소자(SW15~SW20)가 각각 반복하여 온, 오프됨으로써, 커패시터(95c)에 의해 평활된 전력이, 120도씩 위상이 상이한 교류 전력으로 변환되어 모터(10)에 공급된다.

[0037] 또 모터(10)로부터 회생되는 전력이 서보 앰프(95)에 공급되는 경우, 스위칭 소자(SW15~SW20)에 병렬 접속되어 있는 각 다이오드에 의해 모터(10)의 3상으로부터 각각 공급되는 교류 전력이 정류된다.

[0038] 또 모터(10)로부터 회생되는 전력이 서보 앰프(95)에 공급되는 경우, 스위칭 소자(SW15~SW20)에 병렬 접속되어 있는 각 다이오드에 의해 정류된 전력은 커패시터(95c)에 의해 평활된다.

[0039] 또 모터(10)로부터 회생되는 전력이 서보 앰프(95)에 공급되는 경우, 제어 장치(96)에 의해 스위칭 소자(SW11,

SW14)와 스위칭 소자(SW12, SW13)가 교대로 반복하여 온, 오프됨으로써 커패시터(95c)에 의해 평활된 전력이 트랜스(Tr)의 이차 코일(L2)로부터 일차 코일(L1)로 전해진다.

- [0040] 또 모터(10)로부터 회생되는 전력이 서보 앰프(95)에 공급되는 경우, 스위칭 소자(SW7 내지 SW10)에 병렬 접속되어 있는 각 다이오드에 의해 이차 코일(L2)로부터 일차 코일(L1)로 전해진 전력이 정류된다.
- [0041] 또 모터(10)로부터 회생되는 전력이 서보 앰프(95)에 공급되는 경우, 스위칭 소자(SW7~SW10)에 병렬 접속되어 있는 각 다이오드에 의해 정류된 전력이 커패시터(C)에 의해 평활된다.
- [0042] 또 모터(10)로부터 회생되는 전력이 서보 앰프(95)에 공급되는 경우, 제어 장치(96)에 의해 스위칭 소자(SW1~SW6)가 각각 반복하여 온, 오프됨으로써, 커패시터(C)에 의해 평활된 전력이 교류 전력으로 변환되어 일차 전원(91)에 공급된다.
- [0043] 모터(10)를 구동시킬 때(역행 동작시)는, 리액터(94)로부터 출력된 교류 전력은 전원 회생 컨버터(95a)에 의해 직류로 변환되어, 커패시터(95c)에 의해 평활화된 후, 인버터(95b)에 의해 교류(예를 들면 펄스열)의 구동 전력으로 변환된다. 인버터(95b)로부터 출력되는 구동 전력은 모터(10)에 입력되어, 모터(10)를 회전 구동한다.
- [0044] 모터(10)가 회생 전력을 발생시킬 때(회생 동작시)는, 모터(10)로부터 출력되는 회생 전력은 인버터(95b)에 의해 직류로 변환되어, 직류 모선(95d)을 통하여 전원 회생 컨버터(95a)에 입력된다. 또한 정부 한 쌍의 도선으로부터 1계통의 직류 모선(95d)이 구성된다. 전원 회생 컨버터(95a)는 직류 모선(95d)으로부터 공급되는 직류 전력을 정현파 교류로 변환하고, 리액터(94), 전자개폐기(93) 및 회로차단기(92)를 통하여 일차 전원에 출력한다.
- [0045] 도 7(a)는 모터(10)의 1사이클의 구동 파형을 나타낸 그래프이다. 도 7(b)는 모터(10)의 1사이클 중 전반에 있어서의 모터(10)의 회전수[rpm]의 변화를 간략화하여 나타낸 그래프이며, 도 7(c)는 모터(10)의 1사이클 중 후반에 있어서의 모터(10)의 회전수의 변화를 간략화하여 나타낸 그래프이다. 도 7(d)는 모터(10)의 1사이클 중 전반에 있어서의 모터(10)의 토크[Nm]의 변화를 간략화하여 나타낸 그래프이며, 도 7(e)는 모터(10)의 1사이클 중 후반에 있어서의 모터(10)의 토크의 변화를 간략화하여 나타낸 그래프이다. 도 7(a)에 있어서, 횡축은 시간 t 를 나타내고, 종축은 축(11)의 각도 위치 θ 를 나타낸다. 도 7(b) 및 도 7(c)에 있어서, 횡축은 시간 t 를 나타내고, 종축은 모터(10)의 회전수를 나타낸다. 도 7(d) 및 도 7(e)에 있어서, 횡축은 시간 t 를 나타내고, 종축은 모터(10)의 토크를 나타낸다. 도 7(a)~도 7(e)의 각각의 시간 폭은 서로 일치한다.
- [0046] 모터(10)는, 시각 t_0 로부터 시각 t_6 까지의 시간 t 가 반복하여 경과하는 동안, 축(11)의 각도 위치 θ 가 $-\theta_a \sim \theta_a$ 의 범위에서 정현파의 구동 파형에 따라 반복하여 변동하도록 구동된다. 또한 모터(10)의 구동 파형은 정현파에 한정되는 것은 아니다. 모터(10)의 구동 파형이 정현파의 구동 파형인 경우, 모터의 회전 속도(회전수)의 파형은 실제로는 여현 파형이 된다. 단, 도 7(b) 및 도 7(c)에서는 설명의 편의상, 모터의 회전 속도의 파형을, 변화가 큰 범위에 대해서는 일정한 속도 변화로, 변화가 작은 범위는 속도 변화 없음(일정한 회전수)으로, 간략화하여 나타내고 있다.
- [0047] 도 7(a)에 나타내는 구간 A, 보다 상세하게는 예를 들면 시각 t_0 로부터 시각 t_1 까지의 제1 기간에 있어서, 축(11)은 정의 회전 방향에 있어서 가속된다. 즉, 제1 기간에 있어서, 정전시의 모터(10)의 회전수가 상승하고, 이 때 발생하는 토크를 정의 토크(가속 토크)로 한다. 또 이 때, 서보 앰프(95)로부터 모터(10)에 전력이 공급된다(역행 동작). 예를 들면 제1 기간에 있어서, 커패시터(95c)나 커패시터(C)에 축적된 전력이 모터(10)에 공급됨과 아울러, 부족분의 전력이 일차 전원(91)으로부터 모터(10)에 공급된다.
- [0048] 도 7(a)에 나타내는 구간 B, 보다 상세하게는 예를 들면 시각 t_2 로부터 시각 t_3 까지의 제2 기간에 있어서, 축(11)은 정의 회전 방향에 있어서 감속된다. 즉, 제2 기간에 있어서, 정전시의 모터(10)의 회전수가 감소하고, 부의 토크(감속 토크)가 발생한다. 이 때, 모터(10)로부터 서보 앰프(95)에 회생 전력이 공급된다(회생). 예를 들면 제2 기간에 있어서, 모터(10)로부터 회생되는 전력이 커패시터(95c)나 커패시터(C)에 축적된다.
- [0049] 도 7(a)에 나타내는 구간 C, 보다 상세하게는 예를 들면 시각 t_3 로부터 시각 t_4 까지의 제3 기간에 있어서, 축(11)은 부의 회전 방향에 있어서 가속된다. 즉, 제3 기간에 있어서, 역전시의 모터(10)의 회전수가 상승하고, 이 때 발생하는 토크를 정의 토크(가속 토크)로 한다. 또 이 때, 서보 앰프(95)로부터 모터(10)에 전력이 공급된다(역행 동작). 예를 들면 제3 기간에 있어서, 커패시터(95c)나 커패시터(C)에 축적된 전력이 모터(10)에 공급됨과 아울러, 부족분의 전력이 일차 전원(91)으로부터 모터(10)에 공급된다.
- [0050] 도 7(a)에 나타내는 구간 D, 보다 상세하게는 예를 들면 시각 t_5 로부터 시각 t_6 까지의 제4 기간에 있어서, 축(11)은 부의 회전 방향에 있어서 감속된다. 즉, 제4 기간에 있어서, 역전시의 모터(10)의 회전수가 감소하고,

부의 토크(감속 토크)가 발생한다. 이 때, 모터(10)로부터 서보 앰프(95)에 회생 전력이 공급된다(회생 동작). 예를 들면 제4 기간에 있어서, 모터(10)로부터 회생되는 전력이 커패시터(95c)나 커패시터(C)에 축적된다.

[0051] 이와 같이, 역행 동작과 회생이 반복됨으로써, 회생시에 커패시터(95c)나 커패시터(C)에 축적된 전력을 다음회의 역행 동작시에 모터(10)의 구동에 사용할 수 있기 때문에, 다음회의 역행 동작시에 일차 전원(91)으로부터 모터(10)에 공급되는 전력을 저감할 수 있다. 이것에 의해, 전기 구동 시스템(90)의 전력 절약화를 도모할 수 있다. 또 가속(역행 동작)과 감속(회생 동작)을 방향을 교대로 바꾸면서 반복함으로써, 모터(10)의 축(11)이 왕복 회전한다. 이와 같은 왕복 회전이 예를 들면 최대 500Hz의 반복 주파수에서 반복된다.

[0052] 이와 같이, 본 실시형태에서는, 모터(10)에 가속과 감속을 반복하는 동작을 행하게 하기 때문에, 모터(10)로의 전력의 공급과, 모터(10)에 의한 회생 전력의 발생이 교대로 반복된다. 모터(10)와의 전력의 수수에 따른 직류 모션(95d)의 단시간(예를 들면 모터(10)의 1사이클정도)의 전압 변동은 주로 커패시터(95c)에 의해 조정(바꾸어 말하면, 평준화)된다. 그 때문에 구간 A, C에 있어서 모터(10)에 공급되는 전력량의 대부분이 구간 B, D에 있어서 회생 전력으로서 회수되어 재이용되기 때문에, 일차 전원(91)으로부터 공급되는 전력을 거의 소비하지 않고 모터(10)를 구동시키는 것이 가능하게 되어 있다.

표 1

No.	주파수 F	토크 T_0	소비전력값 W_A	출력전력값 W_B	에너지 절약률 $R=100(1-W_A/W_B)$
1	10 Hz	23.5 %	0.354 kW	7.808 kW	95.5 %
2	25 Hz	70.0 %	1.093 kW	26.959 kW	95.9 %
3	50 Hz	76.0 %	0.971 kW	15.777 kW	93.8 %
4	75 Hz	76.0 %	0.870 kW	10.539 kW	91.7 %
5	100 Hz	64.0 %	0.843 kW	5.641 kW	85.1 %
6	125 Hz	77.0 %	0.991 kW	6.449 kW	84.6 %
7	150 Hz	62.7 %	0.781 kW	3.598 kW	78.3 %
8	175 Hz	74.0 %	1.037 kW	4.267 kW	75.7 %
9	200 Hz	83.0 %	1.338 kW	4.672 kW	71.4 %

[0053]

[0054] 표 1에 본 실시형태의 전동 액추에이터(100)의 구동 조건 및 소비 전력의 측정 결과를 나타낸다.

[0055] 「주파수 F」는 도 7에 나타내는 1사이클의 구동을 1초간당 반복하는 횟수이다. 소비 전력의 측정은 주파수 F를 최대 200Hz까지 25Hz 간격으로 변화시켜 행했다. 단, 최소 주파수는 0Hz가 아니라, 안정적인 동작이 가능한 10Hz로 했다.

[0056] 「토크 T_0 」는 모터(10)의 축(11)의 상대 토크(정격 토크에 대한 비율을 백분율로 표기한 것.)의 최대값(진폭)이다.

[0057] 「소비전력값 W_A 」은 회로차단기(92)(도 5)의 상류에 있어서 전력측정기(PM)에 의해 측정된 전기 구동 시스템(90) 전체로서의 소비 전력의 평균값이다.

[0058] 「출력전력값 W_B 」은 서보 앰프(95)로부터 모터(10)에 출력된 전력의 평균값이다.

[0059] 「에너지 절약률 R」은 회생 전력의 재이용에 의해 삭감된 소비 전력의 비율이며, $R=100 \times (1-W_A/W_B)$ 에 의해 계산된다.

[0060] 본 실시형태의 전동 액추에이터(100)를 사용함으로써, 200Hz 이하의 주파수 F에 있어서 70%를 넘는 에너지 절약률이 달성된다. 특히, 75Hz 이하의 저주파수역에 있어서는, 90%를 넘는 에너지 절약률이 달성된다.

[0061] 본 실시형태의 전동 액추에이터(100)에 의한 소비 전력의 삭감 효과는, 모터(10)의 왕복 회전의 반복 주파수를 1Hz로 한 경우에도 얻어지지만, 반복 주파수를 3Hz 이상(보다 바람직하게는 5Hz 이상)으로 한 경우에, 회생 전력이 전동 액추에이터(100) 자신에 의해 효율적으로 재이용되기 때문에, 양호한 에너지 절약률이 얻어진다.

[0062] 도 8(a)는 종래의 전형적인 모터의 구동 파형을 개략적으로 나타낸 그래프이며, 도 8(b)는 본 실시형태에 있어

서의 모터(10)의 구동 파형을 개략적으로 나타낸 그래프이다.

- [0063] 도 8(a)에 나타내는 바와 같이, 종래의 전형적인 모터의 구동에 있어서는, 구간 T_1 에 있어서 소정의 회전수까지 가속된 후, 일정한 회전수로 연속적으로 구동되고(구간 T_2), 종료시에 감속되어 정지된다(구간 T_3). 이와 같은 구동에 있어서는, 회생 전력은 구간 T_3 에 있어서만 발생한다. 따라서, 회생 전력의 이용에 의한 소비 전력의 저감 효과는 약간인 것이 된다.
- [0064] 한편, 본 실시형태에 있어서는, 도 8(b)에 나타내는 바와 같이, 구동의 개시부터 종료까지의 전구간에 걸쳐, 모터(10)의 가속(역행 동작)과 감속(회생 동작)이 높은 주파수에서 반복된다. 감속시에 발생한 회생 전력은 즉시 다음의 역행 동작으로 소비된다. 즉, 구동의 개시부터 종료까지, 회생 전력의 발생과 소비가 정상적으로 반복된다. 그 결과, 본 실시형태에 있어서는, 회생 전력의 이용에 의한 소비 전력의 저감 효과가 매우 큰 것이 되고 있다.
- [0065] 이상과 같이, 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터(100)에 의하면, 모터(10)가 출력하는 정역 회전 운동을 일방향 회전 운동으로 변환하는 운동변환기를 갖추으로써, 모터(10)를 정역 회전시켜 적극적으로 회생 에너지를 발생시키면서, 일방향 회전 운동을 출력할 수 있다. 따라서, 자동차나 전차 등의 모빌리티에 이용되는 일방향 회전 운동을 모터(10)의 축으로부터 직접적으로 얻은 경우보다 작은 소비 전력으로 얻을 수 있다.
- [0066] <제2 실시형태>
- [0067] 도 9는 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 제어상의 연구에 대해 설명하는 도면이다. 도 9(a)는 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터(100)에 있어서의 제어예를 나타내고, 도 9(b)는 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터에 있어서의 제어예를 나타내고 있다.
- [0068] 도 9(a) 및 도 9(b)의 종축은 왕복 직선 운동을 행하는 피스톤(50)의 위치를 나타내고 있다. 위치 100과 위치 -100은 각각 전동 액추에이터의 슬라이더 크랭크 기구가 하사점과 상사점에 있을 때의 피스톤(50)의 위치를 나타내고 있다.
- [0069] 도 9(a) 및 도 9(b)의 횡축은 일방향 회전 운동을 행하는 크랭크샤프트(70)의 위상을 나타내고 있다. 위상 90과 위상 270은 각각 전동 액추에이터의 슬라이더 크랭크 기구가 하사점과 상사점에 있을 때의 크랭크샤프트(70)의 위상을 나타내고 있다.
- [0070] 또한 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 구성은, 제어 장치(96)가 후술하는 모터(10)의 제어(위상 시프트 제어)를 실행 가능하게 구성된 점을 제외하고, 제1 실시형태의 전동 액추에이터(100)의 구성과 동일하다. 따라서, 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터에서도, 모터(10)의 왕복 회전 운동이 볼나사(40)에 의해 왕복 직선 운동으로 변환되고, 그 왕복 직선 운동이 더욱 슬라이더 크랭크 기구에 의해 일방향 회전 운동으로 변환되어 출력된다. 도 9(a) 및 도 9(b)의 정현파 파형은 이들 전동 액추에이터에 있어서의 피스톤(50)의 위치와 크랭크샤프트(70)의 위상의 관계를 나타내고 있다.
- [0071] 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터(100)에서는, 제어 장치(96)는, 도 9(a)에 나타내는 바와 같이, 피스톤(50)이 하사점에 이르는 타이밍 t_1 에서 모터(10)의 회전 방향을 정전으로부터 역전으로 전환하고, 피스톤(50)이 상사점에 이르는 타이밍 t_2 에서 모터(10)의 회전 방향을 역전으로부터 정전으로 전환하도록 서보 앰프(95)를 제어한다. 이것에 의해, 피스톤(50)의 이동에 의해 크랭크샤프트(70)에 회전력이 발생하지 않는 사점(상사점, 하사점)에 있어서 관성에 의해 크랭크샤프트(70)의 회전 방향을 유지하면서, 왕복 직선 운동을 회전 운동으로 변환할 수 있다. 즉, 왕복 직선 운동을 일방향 회전 운동으로 변환할 수 있다.
- [0072] 그런데, 모터(10)의 정전과 역전을 전환할 때는, 모터(10)에서는 큰 토크가 발생한다. 이 때문에, 피스톤(50)으로부터 크랭크샤프트(70)에 전달되는 힘이 접선 방향(회전 방향)으로는 가해지지 않고 직경 방향으로만 전달되는 상사점과 하사점에서 회전 방향을 전환하면, 모터(10)에서 발생한 큰 토크에 기인하여 크랭크샤프트(70)의 직경 방향으로 큰 힘이 발생해버린다. 그 결과, 크랭크샤프트(70)에 진동이 발생해버려, 크랭크샤프트(70)의 원활한 회전이 저해되는 일이 있다.
- [0073] 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터에서는, 이와 같은 사정을 감안하여, 제어 장치(96)는 피스톤(50)이 하사점에 이르는 타이밍 t_1 과 상사점에 이르는 타이밍 t_3 을 피하여, 모터(10)의 회전을 정전과 역전 사이에서 전환하도록 서보 앰프(95)를 제어한다. 예를 들면 제어 장치(96)는, 도 9(b)에 나타내는 바와 같이, 피스톤(50)이 하사점에 이르는 타이밍 t_1 보다 약간 늦은 타이밍 t_3 에서 회전 방향을 정전으로부터 역전으로 전환하고, 피스톤(50)

0)이 상사점에 이른 타이밍 t_2 보다 약간 늦은 타이밍 t_4 에서 회전 방향을 역전으로부터 정전으로 전환하도록 서보 앰프(95)를 제어해도 된다. 또한 이 시간차(t_3-t_1 , t_4-t_2)는 예를 들면 크랭크샤프트(70)의 위상의 0.5도 정도에 상당하고, 그 동안에 발생하는 변위는 대략 크랭크 기구의 여유(유간)의 범위 내이다. 또한 상기 시간차(t_3-t_1 , t_4-t_2)는 크랭크샤프트(70)의 위상의 1.5도 이하로 할 수 있고, 1도 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한 0.5도 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0074] 이와 같이, 상사점과 하사점으로부터 어긋난 위치에서 회전 방향을 전환하도록 모터(10)를 제어함으로써, 크랭크샤프트(70)의 직경 방향으로 가해지는 힘을 억제하면서, 상사점과 하사점에 있어서 회전력을 가하는 것이 가능하게 된다. 따라서, 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터에 의하면, 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터(100)보다 진동을 억제하면서 원활한 일방향 회전을 출력할 수 있다.

[0075] 또한 구체적인 제어 방법으로서, 제어의 전구간에 있어서 크랭크샤프트(70)의 위상에 대하여 모터(10)의 제어의 위상에 일정한 위상차를 부여하는 방법이나, 사점(상사점, 하사점)의 근방(예를 들면 사점을 중심으로 하는 $\pm 10^\circ$ 의 범위)에 있어서 위상차를 서서히 증가 및 감소(해소)시키는 방법이 있다.

[0076] 또한 도 9(b)에서는 상사점과 하사점을 통과 후에 회전 방향을 전환하는 예를 나타냈지만, 제어 장치(96)는 상사점과 하사점을 통과 전에 회전 방향을 전환하도록 서보 앰프(95)를 제어해도 된다.

[0077] <제3 실시형태>

[0078] 도 10은 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 제어상의 연구에 대해 설명하는 도면이다. 도 10(a)는 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터에 있어서의 피스톤(50)의 위치와 크랭크샤프트(70)의 위상의 관계를 나타낸 도면이며, 도 10(b)는 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터에 있어서의 토크 제한과 크랭크샤프트(70)의 위상의 관계를 나타낸 도면이다.

[0079] 또한 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 구성은, 제어 장치(96)가 후술하는 모터(10)의 제어(부하 억제 제어)를 실행 가능하게 구성된 점을 제외하고, 제1 실시형태의 전동 액추에이터(100)의 구성과 동일하다.

[0080] 제2 실시형태에 있어서 상기 서술한 바와 같이, 상사점과 하사점에서 모터(10)의 회전 방향을 전환하면, 크랭크샤프트(70)의 직경 방향으로 큰 힘이 가해져, 크랭크샤프트(70)에 진동이 발생하기 쉽다. 그래서, 본 실시형태에서는, 제어 장치(96)는 적어도 사점(상사점, 하사점)에 이르는 타이밍에 있어서 모터(10)의 토크가 제한되도록 서보 앰프(95)를 제어한다. 제어 장치(96)는, 예를 들면 도 10에 나타내는 바와 같이, 회전 방향이 전환되는 상사점과 하사점의 부근($\theta_1 \sim \theta_2$, $\theta_3 \sim \theta_4$)에 있어서 모터(10)의 토크에 제한을 가하여, 제한된 토크의 범위 내에서 모터(10)를 제어해도 된다. 이것에 의해, 크랭크샤프트(70)의 직경 방향으로 과도한 힘이 가해지는 것을 방지할 수 있기 때문에, 크랭크샤프트(70)의 원활한 회전을 저해하는 진동의 발생을 억제할 수 있다. 따라서, 본 실시형태에 따른 전동 액추에이터에 의하면, 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터(100)보다 진동을 억제하면서 원활한 일방향 회전을 출력할 수 있다.

[0081] <제4 실시형태>

[0082] 상기 서술한 제1 실시형태의 전동 액추에이터(100)는 단일의 구동 유닛(100d)을 갖춘 것이지만, 전동 액추에이터에 복수의 구동 유닛을 설치해도 된다. 이어서 설명하는 본 발명의 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터(200)는 4개의 구동 유닛(200d)을 갖춘 것이다. 또한 전동 액추에이터(200)에는 도 16에 있어서 후술하는 서보 앰프(295)(구동 장치)와 제어 장치(296)가 포함되어도 된다.

[0083] 도 11은 본 발명의 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터(200)의 사시도이다. 도 12 내지 도 14는 각각 전동 액추에이터(200)의 측면도, 평면도, 정면도이다. 도 15는 전동 액추에이터(200)의 크랭크샤프트(270)의 구성도이다.

[0084] 본 발명의 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터(200)는 4기통 엔진의 구조를 모방한 4기통형의 액추에이터이며, 크랭크샤프트(270)와, 크랭크샤프트(270)와 연결한 4개의 구동 유닛(200d)을 갖춘다. 즉, 전동 액추에이터(200)는, 4개의 전동기와, 4개의 제1 운동변환기와, 4개의 제2 운동변환기를 갖추고 있으며, 후술하는 바와 같이, 4개의 제2 운동변환기가 일방향 회전 운동의 출력축을 공유한 구성이다. 또한 전동 액추에이터(200)에는 또한 도 16에 있어서 후술하는 서보 앰프(295)(구동 장치)와 제어 장치(296)가 포함된다.

[0085] 각 구동 유닛(200d)은 제1 실시형태의 구동 유닛(100d)과 유사한 구조를 가지고, 도 11에 나타내는 바와 같이, 모터(10)와 축이음(20)과 베어링(30)과 볼나사(40)와 피스톤(250)과 연결봉(260)을 포함한다.

- [0086] 도 12에 나타내는 바와 같이, 모터(10)는 축이음(20)을 수용하는 프레임(220)에 고정되고, 프레임(220)은 베이스(210) 상에 고정된다. 모터(10)의 출력축은, 도 13에 나타내는 바와 같이, 프레임(220)에 설치된 베어링(30)에 지지된 볼나사(40)의 축과, 축이음(20)에 의해 접속된다.
- [0087] 볼나사(40)의 너트에는 피스톤(250)이 고정된다. 피스톤(250)은, 도 12에 나타내는 바와 같이, 프레임(230) 상면에 볼나사(40)의 축과 평행하게 배열설치된 레일(241)을 따라 이동 가능한 캐리지(242) 상에 놓인다. 이와 같이 피스톤(250)을 캐리지(242) 상에 배치함으로써, 피스톤(250)의 직선 운동이 레일(241)과 캐리지(242)에 의해 가이드된다. 이것에 의해, 피스톤(250)이 왕복 직선 운동을 행할 때 볼나사(40)에 대하여 수직 방향으로 과도한 굽힘 응력이 가해지는 것을 방지한다.
- [0088] 피스톤(250)의 단부(251)는, 도 12 및 도 13에 나타내는 바와 같이, 연접봉(260)의 일단(클레비스부)에 핀(252)(제1 핀)에 의해 회전 가능하게 연결된다. 이것에 의해, 연접봉(260)은 피스톤(250)의 왕복 직선 운동에 따라 핀(252)을 선회 중심축으로 하여 일정한 각도 범위에서 선회 가능하게 되어 있다. 또 연접봉(260)의 타단은, 도 13 및 도 14에 나타내는 바와 같이, 크랭크샤프트(270)에 크랭크핀(273)에 의해 회전 가능하게 연결된다.
- [0089] 크랭크샤프트(270)는 회전체이며, 4기통 엔진용의 크랭크샤프트를 모방한 구조를 가진다. 크랭크샤프트(270)는, 도 15에 나타내는 바와 같이, 복수의 부품으로 이루어지고, 이들이 볼트로 서로 고정됨으로써 구성된다. 이와 같은 구성이면, 4기통형에 한정되지 않고, 임의의 수의 구동 유닛(d)에 대응한 크랭크샤프트를 용이하게 구성 가능하다.
- [0090] 크랭크샤프트(270)는, 구체적으로는, 도 14 및 도 15에 나타내는 바와 같이, 베이스(210)로부터 세워져 설치한 베어링부(베어링부(281), 베어링부(282))에 설치된 베어링에 지지되는 크랭크 저널(크랭크 저널(271), 크랭크 저널(272))과, 연접봉(260)에 회전 가능하게 연결되는 크랭크핀(273)과, 크랭크핀(273)을 크랭크 저널의 축에 대하여 편심한 위치에 조인트하는 크랭크 아암(274)을 갖춘다. 크랭크핀(273)은 크랭크샤프트(270)의 회전축에 대하여 편심한 편심 핀이다.
- [0091] 크랭크 저널(271, 272)과 크랭크핀(273)의 각각은, 크랭크 아암(274)과 볼트로 고정되고, 또한 크랭크 저널(271, 272)과 크랭크핀(273)은 크랭크 아암(274)을 통하여 접속된다.
- [0092] 또한 크랭크샤프트(270)에는, 출력축을 가지는 크랭크 저널(271)과, 크랭크 아암(274)에 끼워진 크랭크 저널(272)의, 2종류의 크랭크 저널이 포함된다. 크랭크 아암(274)에 끼워진 크랭크 저널(272)은, 베어링에 삽입통과 가능하게 하기 위해서, 2개의 부품(크랭크 저널(272a)과 크랭크 저널(272b))으로 구성되어 있어, 일방의 부품(크랭크 저널(272a))을 베어링에 삽입통과 후에 타방의 부품(크랭크 저널(272b))과 볼트로 하나로 고정한다.
- [0093] 이상과 같이 구성된 전동 액추에이터(200)에서는, 모터(10)의 왕복 회전 운동이 볼나사(40)에 의해 피스톤(250)의 왕복 직선 운동으로 변환된다. 또한 연접봉(260)과 크랭크샤프트(270)가 슬라이더 크랭크 기구를 구성함으로써, 피스톤(250)의 왕복 직선 운동이 크랭크샤프트(270)의 일방향 회전 운동으로 변환된다. 즉 전동 액추에이터(200)는 제1 실시형태의 전동 액추에이터(200)와 마찬가지로, 모터(10)의 왕복 회전 운동을 일방향 회전 운동으로 변환하여 출력하도록 구성되어 있다.
- [0094] 전동 액추에이터(200)는, 크랭크샤프트(270)의 4개의 크랭크핀(273)에, 4개의 구동 유닛(200d)의 연접봉(260)이 각각 회전 가능하게 끼워맞춰지는 점이, 전동 액추에이터(100)와는 상이하다. 전동 액추에이터(200)에서는, 크랭크샤프트(270)에 연결한 4개의 구동 유닛(200d)에 의해 크랭크샤프트(270)가 회전 구동된다. 바꾸어 말하면, 4개의 구동 유닛(200d)은, 각각의 크랭크 기구에 의해 출력되는 일방향 회전 운동의 출력축인 크랭크샤프트(270)를 공유함으로써, 4개의 구동 유닛(200d)이 발생시키는 동력이 크랭크샤프트(270)에 있어서 결합된다. 이 점도 전동 액추에이터(200)는 전동 액추에이터(100)와 상이하다.
- [0095] 또한 크랭크샤프트(270)에 포함되는 4개의 크랭크핀(273)의 편심 방향은 특별히 한정하지 않지만, 서로 상이하게 해도 된다. 예를 들면 4개의 크랭크핀(273)의 편심 방향을 180° 씩 교대로 상이하게 해도 된다. 또 4개의 크랭크핀(273)이 사점에 오는 타이밍이 일치하지 않도록, 예를 들면 4개의 크랭크핀(273)의 편심 방향을 90° 씩 상이하게 해도 된다. 이것에 의해, 크랭크샤프트(270)에 회전력이 작용하지 않는 시간을 없애어 원활한 회전을 실현해도 된다.
- [0096] 도 16은 본 발명의 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터(200)의 급전 시스템(290S)(전기 구동 시스템(290))의 개략 구성을 나타낸 블록도이다. 또한 급전 시스템(290S)은 4개의 구동 유닛(200d)(구체적으로는 모터(10))과

함께 전기 구동 시스템(290)을 구성한다.

[0097] 제4 실시형태의 전기 구동 시스템(290) 및 급전 시스템(290S)은, 일차 전원의 콘센트(도시하지 않음)에 끼워넣어지는 플러그(291)를 갖추는 점, 및 서보 앰프의 구성에 있어서, 제1 실시형태와 상이하다. 제4 실시형태의 서보 앰프(295)는, 배터리(295e)와, 4개의 구동 유닛(200d)의 각각에 대응하는 4개의 인버터(95b)를 갖추고 있다. 제4 실시형태의 전동 액추에이터(200)는, 배터리(295e)를 갖춘 것에 의해, 일차 전원에서부터 떼어진 상태에서 배터리(295e)에 축적된 전력에 의해 작동 가능하게 되어 있다. 배터리(295e)는 전원 회생 컨버터(95a) 및 4개의 인버터(95b)와 병렬로 한 쌍의 도선으로 이루어지는 직류 모선(95d)에 접속된다. 각 인버터(95b)에는 대응하는 구동 유닛(200d)의 모터(10)가 각각 접속된다.

[0098] 4개의 인버터(95b)는 서로 병렬로 공통되는 1계통의 직류 모선(95d)에 접속된다. 즉, 전원 회생 컨버터(95a), 배터리(295e) 및 커패시터(95c)에 의해 생성되는 직류 전력이 4개의 인버터(95b)로 분배된다. 또 4개의 인버터(95b)로부터 출력되는 회생 전력이 직류 모선(95d)에 있어서 결합된다. 직류 모선(95d)으로 되돌려진 회생 전력의 일부는 다시 4개의 인버터(95b)로 분배된다. 또 잉여의 회생 전력은 커패시터(95c) 및 배터리(295e)에 충전되거나, 또는 전원 회생 컨버터(95a)를 통하여 일차 전원으로 되돌려진다.

[0099] 또한 4개의 크랭크핀(273)의 편심 방향을 90° 씩 바꾼 경우(즉, 4개의 크랭크핀(273)의 편심 방향이 12시, 3시, 6시 및 9시의 방향인 경우), 크랭크샤프트(270)의 12시 및 6시의 방향으로 편심한 크랭크핀(273)에 연결하는 2개의 구동 유닛(200d)의 모터(10)와, 3시 및 9시의 방향으로 편심한 크랭크핀(273)에 연결하는 나머지 2개의 구동 유닛(200d)의 모터(10)는, 전력을 소비/회생시키는 타이밍이 상반되기 때문에, 일방의 2개의 구동 유닛(200d)의 모터(10)로부터 출력되는 회생 전력의 대부분이, 타방의 2개의 구동 유닛(200d)의 모터(10)에 의해 효율적으로 소비된다. 따라서, 보다 낮은 소비 전력으로 전동 액추에이터(200)를 구동하는 것이 가능하게 된다.

[0100] <제5 실시형태>

[0101] 도 17은 본 발명의 제5 실시형태에 따른 전동 액추에이터(201)의 사시도이다. 도 18은 전동 액추에이터(201)의 평면도이다.

[0102] 본 발명의 제5 실시형태에 따른 전동 액추에이터(201)는, 도 17에 나타내는 바와 같이, 크랭크샤프트(270a)와, 크랭크샤프트(270a)와 연결한 2개의 구동 유닛(200d)을 갖춘다. 구동 유닛(200d)은 제4 실시형태에서 상기 서술한 바와 같으며, 상세한 설명을 생략한다. 즉, 전동 액추에이터(201)는, 2개의 전동기와, 2개의 제1 운동변환기와, 2개의 제2 운동변환기를 갖추고 있고, 2개의 제2 운동변환기가 일방향 회전 운동의 출력축을 공유한 구성이다. 또한 전동 액추에이터(201)에는, 전동 액추에이터(200)와 마찬가지로, 서보 앰프(295)(구동 장치)와 제어 장치(296)가 포함되어도 된다.

[0103] 크랭크샤프트(270a)는 2기통 엔진용의 크랭크샤프트를 모방한 구조를 가진다. 크랭크샤프트(270a)는 제5 실시형태의 크랭크샤프트(270)와 마찬가지로 복수의 부품으로 구성되며, 복수의 부품이 볼트로 서로 고정됨으로써 구성된다.

[0104] 크랭크샤프트(270a)는, 구체적으로는, 도 18에 나타내는 바와 같이, 베이스(210)로부터 세워져 설치한 베어링부(베어링부(281), 베어링부(282))에 설치된 베어링에 지지되는 크랭크 저널(크랭크 저널(271), 크랭크 저널(272))과, 연접봉(260)에 회전 가능하게 연결되는 크랭크핀(273)과, 크랭크핀(273)을 크랭크 저널의 축에 대하여 편심한 위치에 조인트하는 크랭크 아암(274)을 갖춘다. 또한 크랭크샤프트(270a)에서는 기통 수(구동 유닛수)의 감소에 따라 부품점수가 크랭크샤프트(270)보다 적은 점이 상이하다. 예를 들면 기통간에 설치되는 크랭크 저널(272)은 1개뿐이며, 기통마다 설치되는 크랭크핀(273)도 2개뿐이다.

[0105] 상기한 제1 실시형태 내지 제5 실시형태에서는, 왕복 운동(왕복 직선 운동)을 일방향 회전 운동으로 변환하는 제2 운동변환기로서, 연접봉과 크랭크샤프트로 구성되는 크랭크 기구(슬라이더 크랭크 기구)가 채용되어 있지만, 본 발명은 이 구성에 한정되지 않는다. 이하, 크랭크샤프트를 사용하지 않는 실시형태에 대해 설명한다.

[0106] <제6 실시형태>

[0107] 도 19는 본 발명의 제6 실시형태에 따른 전동 액추에이터(300)의 외관도이다. 본 실시형태의 전동 액추에이터(300)는 베이스(304)와, 베이스(304) 상에 설치된 구동 유닛(300d) 및 스핀들부(370)를 갖춘다. 또한 전동 액추에이터(300)에는, 상기 서술한 실시형태에 따른 전동 액추에이터와 마찬가지로, 도시하지 않는 서보 앰프와 제어 장치가 포함되어도 된다.

- [0108] 구동 유닛(300d)은, 모터(10)와, 모터(10)의 회전 운동을 직선 운동으로 변환하는 볼나사(40)와, 볼나사(40)의 나사축(41)을 회전 가능하게 지지하는 베어링(30)과, 축선 방향(즉, 축선 Ax1의 연장 방향)으로 이동 가능한 상자형의 직동부(350)(이하 「피스톤(350)」이라고 한다.)와, 피스톤(350)을 축선 방향으로 가동으로 지지하는 가이드웨이형 순환식 리니어 베어링(354)(이하 「리니어 가이드(354)」라고 한다.)과, 피스톤(350)과 스핀들부(370)의 후술하는 스핀들(372)을 연결하는 연결봉(360)과, 베이스(304) 상에 부착된 프레임(305) 및 프레임(306)을 갖춘다. 모터(10) 및 베어링(30)은 프레임(305)에 부착된다. 또한 본 실시형태의 구동 유닛(300d)의 축선 Ax1은, 모터(10)의 축(11) 및 볼나사(40)의 나사축(41)의 중심선과 공통인 직선이다.
- [0109] 리니어 가이드(354)는, 레일(354a)과, 레일(354a) 상을 주행 가능한 캐리지(354b)를 갖춘다. 레일(354a)은 프레임(306)의 상면에 부착되고, 캐리지(354b)는 피스톤(350)의 하면에 부착된다. 이것에 의해, 피스톤(350)은 베이스(304)에 대하여 축선 방향으로만 이동 가능하게 지지된다.
- [0110] 모터(10)의 축(11)(도시하지 않음)은 축이음(20)에 의해 볼나사(40)의 나사축(41)에 접속된다. 볼나사(40)의 너트(42)(도시하지 않음)는 피스톤(350)의 중공부에 수용되어, 피스톤(350)에 고정된다. 모터(10)의 축(11)이 왕복 회전하는 것에 따라, 피스톤(350)이 축선 방향으로 왕복 이동한다. 피스톤(350)의 축선 방향에 있어서의 일단에는 클레비스(351)가 설치되어 있다.
- [0111] 스핀들부(370)는, 회전체인 스핀들(372)과, 스핀들(372)을 회전 가능하게 지지하는 베어링부(374)를 갖춘다. 스핀들(372)의 일단면에는 핀(372p)이 편심하여 부착되어 있다. 즉 핀(372p)은 스핀들(372)의 회전축에 대하여 편심한 편심 핀이다.
- [0112] 본 실시형태의 연결봉(360)의 양단부에는 볼조인트(362)가 설치되어 있다. 일방의 볼조인트(362)는 핀(52)을 통하여 핀(52)을 중심으로 회전 가능하게 클레비스(351)와 연결된다. 또 타방의 볼조인트(362)는 핀(372p)을 통하여 핀(372p)을 중심으로 회전 가능하게 스핀들(372)과 연결된다. 또한 볼조인트(362) 대신에 자동 조심 구름 베어링이나 자동 조심 볼 베어링 등의 구름 베어링을 사용해도 된다.
- [0113] 모터(10)는 축(11)이 소정의 각도 범위에서 반복하여 왕복 회전하도록 구동된다. 모터(10)의 회전은 볼나사(40)에 의해 직선 운동으로 변환되어, 피스톤(350)에 전달된다. 그 결과, 피스톤(350)은 소정의 스트로크로 축선 Ax1 상을 왕복 직선 운동한다. 즉, 볼나사(40)는 모터(10)로부터 출력되는 왕복 회전 운동을 왕복 직선 운동으로 변환하는 제1 운동변환기로서 기능한다. 피스톤(350)의 축선 Ax1방향의 왕복 직선 운동은, 연결봉(360)에 의해 핀(372p)에 전달되어, 스핀들(372)의 일방향 회전 운동으로 변환된다. 즉, 연결봉(360)과 스핀들(372)에 의해, 왕복 운동(왕복 직선 운동)을 일방향 회전 운동으로 변환하는 제2 운동변환기로서의 링크 기구가 구성된다.
- [0114] <제7 실시형태>
- [0115] 도 20은 본 발명의 제7 실시형태에 따른 전동 액추에이터(400)의 외관도이다. 본 실시형태의 전동 액추에이터(400)는, 가로로 늘어서 배치된 2개의 구동 유닛(400d)과, 2개의 구동 유닛(400d)에 접속된 치차 장치(470)를 갖춘다. 전동 액추에이터(400)에는, 상기 서술한 실시형태에 따른 전동 액추에이터와 마찬가지로, 도시하지 않는 서보 앰프와 제어 장치가 포함되어도 된다. 또한 본 실시형태의 구동 유닛(400d)은, 2개의 구동 유닛(400d)의 프레임(405)이 일체화되어 있는 점에서 제6 실시형태의 구동 유닛(300d)과 구성이 상이하지만, 그 밖의 구성은 구동 유닛(300d)과 공통된다.
- [0116] 도 21은 치차 장치(470)의 기구를 나타낸 도면이다. 또한 도 21에는 구동 유닛(300d)의 연결봉(360)도 도시되어 있다.
- [0117] 치차 장치(470)는, 케이스(471)(도 20)와, 케이스(471)에 부착된 2쌍의 베어링(473, 476)과, 한 쌍의 베어링(473)에 의해 회전 가능하게 지지된 제1 축(472)(입력축)과, 제1 축(472)에 부착된 구동 치차(474)와, 한 쌍의 베어링(476)에 의해 회전 가능하게 지지된 제2 축(475)(출력축)과, 제2 축(475)에 부착된 종동 치차(477)를 갖춘다. 구동 치차(474)는 종동 치차(477)와 맞물려, 제1 축(472)의 회전 운동은 구동 치차(474) 및 종동 치차(477)를 통하여 제2 축(475)에 전달된다.
- [0118] 제1 축(472)의 양단부에는 각각 원반부(472a)가 설치되어 있다. 각 원반부(472a)에는 핀(472p)이 편심하여 부착되어 있다. 또한 본 실시형태에 있어서는, 2개의 원반부(472a)의 핀(472p)의 편심 방향이 90도 어긋나 있다.
- [0119] 일방의 구동 유닛(400d)의 연결봉(360)은 제1 축(472)의 일방의 원반부(472a)의 핀(472p)에 연결되고, 타방의 구동 유닛(400d)의 연결봉(360)은 제1 축(472)의 타방의 원반부(472a)의 핀(472p)에 연결된다. 따라서, 한 쌍의 구동 유닛(400d)으로부터 출력되는 동력이, 치차 장치(470)(보다 구체적으로는, 제1 축(472))에 있어서 합성되

어, 제2 축(475)으로부터 출력된다.

- [0120] 본 실시형태에 있어서는, 2개의 구동 유닛(400d)의 연결봉(360)과 각각 결합하는 2개의 원반부(472a)의 핀(472p)의 편심 방향이 90도 어긋나 있다. 그 때문에 2개의 구동 유닛(400d)의 모터(10)는 전력을 소비/회생시키는 타이밍이 서로 상반되기 때문에, 일방의 구동 유닛(400d)의 모터(10)로부터 출력되는 회생 전력의 대부분이, 타방의 구동 유닛(400d)의 모터(10)에 의해 효율적으로 소비된다. 따라서, 보다 낮은 소비 전력으로 전동 액추에이터(400)를 구동하는 것이 가능하게 되어 있다.
- [0121] 상기 서술한 제1-제7 실시형태에 있어서는, 왕복 회전 운동을 제1 운동변환기에 의해 왕복 직선 운동으로 일단 변환한 후, 또한 제2 운동변환기에 의해 일방향 회전 운동으로 변환하는 구성이 채용되어 있다. 그러나, 본 발명은 이 구성에 한정되는 것은 아니며, 이어서 설명하는 본 발명의 제8 실시형태와 같이, 왕복 회전 운동을 일방향 회전 운동으로 직접 변환하는 구성도 본 발명의 범위에 포함된다.
- [0122] <제8 실시형태>
- [0123] 도 22는 본 발명의 제8 실시형태에 따른 전동 액추에이터(500)의 외관도이다. 본 실시형태의 전동 액추에이터(500)는, 베이스(504)와, 베이스(504) 상에 설치된 구동 유닛(500d) 및 스핀들부(570)를 갖춘다. 또한 전동 액추에이터(500)에는, 도 23에 나타내는 서보 앰프(95)와 제어 장치(96)가 포함되어도 된다. 구동 유닛(500d)은, 모터(10)와, 모터(10)의 축(11)에 결합한 구동 디스크(550)(제1 원반부)와, 연결봉(560)을 갖춘다. 구동 디스크(550)에는 핀(552)(제1 핀)이 편심하여 부착되어 있다.
- [0124] 스핀들부(570)는, 스핀들(572)과, 스핀들(572)을 회전 가능하게 지지하는 베어링부(574)를 갖춘다. 스핀들(572)은, 원기둥 형상의 축부(572b)와, 축부(572b)의 일단부에 결합한 종동 디스크(572a)(제2 원반부)와, 종동 디스크(572a)에 편심하여 부착된 핀(572p)(제2 핀)을 갖춘다.
- [0125] 연결봉(560)의 양단부에는 볼조인트(562)가 설치되어 있다. 일방의 볼조인트(562)는 핀(552)을 통하여 핀(552)을 중심으로 회전 가능하게 구동 디스크(550)와 연결된다. 또 타방의 볼조인트(562)는 핀(572p)을 통하여 핀(572p)을 중심으로 회전 가능하게 종동 디스크(572a)(스핀들(572))와 연결된다. 즉, 연결봉(560)은 구동 디스크(550)(핀(552)) 및 종동 디스크(572a)(핀(572p))와 각각 조인트(대우(對偶))에 의해 결합되어 있다. 또한 볼조인트(562) 대신에 자동 조심 구름 베어링이나 자동 조심 볼 베어링 등의 구름 베어링을 사용해도 된다.
- [0126] 모터(10)는 축(11)(및 구동 디스크(550))이 소정의 각도 범위에서 반복하여 왕복 회전하도록 구동된다. 이것에 의해, 연결봉(560)이 소정의 스트로크로 길이 방향으로 반복하여 밀고당겨져, 그 결과, 종동 디스크(572a)(스핀들(572))가 일방향으로 연속하여 회전한다. 즉, 구동 디스크(550), 연결봉(560) 및 종동 디스크(572a)로 구성되는 링크 기구에 의해, 모터(10)의 왕복 회전 운동이 스핀들(572)의 일방향 회전 운동으로 변환된다. 또한 이 링크 기구는, 2개의 크랭크 기구(구체적으로는, 구동 디스크(550)와 연결봉(560)으로 구성되는 제1 운동변환기로서의 제1 크랭크 기구와, 연결봉(560)과 종동 디스크(572a)로 구성되는 제2 운동변환기로서의 제2 크랭크 기구)를 결합한 것으로 해석할 수도 있다.
- [0127] 또 본 실시형태의 스핀들부(570)(보다 구체적으로는, 베어링부(574))는 발전기(80)(도 23)를 내장하고 있다.
- [0128] 도 23은 본 발명의 제8 실시형태에 따른 전동 액추에이터(500)의 급전 시스템(590S)(전기 구동 시스템(590))의 개략 구성을 나타낸 블록도이다. 또한 급전 시스템(590S)은 모터(10)와 함께 전기 구동 시스템(590)을 구성한다.
- [0129] 제8 실시형태의 전기 구동 시스템(590) 및 급전 시스템(590S)은, 발전기(80)와, 발전기(80)가 발생시킨 전력을 계통 전력(예를 들면 삼상 교류)으로 변환하여 일차 전원측에 공급하는 인버터 장치(97)를 갖춘 점에 있어서, 제1 실시형태의 전기 구동 시스템(90) 및 급전 시스템(90S)과 상이하다. 또한 인버터 장치(97)는 제어 장치(96)와 통신 가능하게 접속되어, 제어 장치(96)의 제어에 따라 동작한다.
- [0130] 인버터 장치(97)는, 컨버터(97a), 인버터(97b) 및 커패시터(97c)를 갖춘다. 컨버터(97a)는 예를 들면 다이오드 브리지 회로를 포함하는 전파 정류 방식의 정류기를 갖춘다. 컨버터(97a)의 입력측에 PWM 컨버터를 설치하고, 컨버터(97a)의 입력 전류를 정현파화해도 된다. 인버터(97b)는 예를 들면 PWM 제어에 의해 출력하는 전력을 제어하는 PWM 인버터이다.
- [0131] 발전기(80)가 발생시킨 전력은, 컨버터(97a)에 의해 직류로 변환되어, 커패시터(97c)에 의해 평활화된 후, 인버터(97b)에 입력된다. 또한 정부 한 쌍의 도선으로부터 1계통의 직류 모선(97d)이 구성된다. 인버터(97b)는 직류 모선(97d)으로부터 공급되는 직류 전력을 계통 전력과 동등한 품질의 정현파 교류로 변환하고, 일차 전원(91)측

에 출력한다.

- [0132] 본 실시형태의 구성에 의하면, 회생 동작시 뿐만아니라 역행 동작시에도 발전기(80)에 의해 발전이 행해져 일차 전원(91)측에 전력이 공급되기 때문에, 전력 에너지를 보다 효율적으로 이용할 수 있다.
- [0133] 본 실시형태에서는, 발전기(80)는 스핀들부(570)의 베어링부(574)에 내장되어 있지만, 구동 유닛(500d)에 설치해도 된다. 예를 들면 모터(10)와 구동 디스크(550) 사이에 발전기(80)를 설치해도 된다. 또 모터(10)의 축(11)이나 스핀들(572)의 축부(572b)를 연장하여 발전기(80)의 입력축과 연결하고, 동력의 일부를 발전기(80)에 공급하는 구성으로 해도 된다. 또 벨트나 체인 등의 감기 전동 또는 치차 기구 등에 의해, 구동 유닛(500d) 또는 스핀들부(570)의 회전축으로부터 동력의 일부를 분기하여 발전기(80)에 전달하는 구성으로 해도 된다.
- [0134] 본 실시형태의 발전기(80)는 교류발전기이지만, 직류발전기를 사용해도 된다. 이 경우, 발전기가 발생시키는 전력의 정류가 불필요하게 되기 때문에, 인버터 장치(97)의 컨버터(97a)는 불필요하게 되고, 예를 들면 직류발전기의 출력 단자는 컨버터(97a)를 통하지 않고 직류 모선(97d)에 접속된다.
- [0135] 인버터 장치(97)에 배터리를 설치하여, 배터리를 커패시터(97c)와 병렬로 직류 모선(97d)에 접속하는 구성으로 해도 된다.
- [0136] 또 발전기(80)와 모터(10) 사이에 클러치를 설치하여, 발전기(80)에 의한 동력 흡수를 행하는 타이밍을 클러치의 단속에 의해 제어하는 구성으로 해도 된다.
- [0137] 또 인버터 장치(97)의 직류 모선(97d), 커패시터(97c) 및 인버터(97b)를, 서보 앰프(95)의 직류 모선(95d), 커패시터(95c) 및 전원 회생 컨버터(95a)와 각각 공통화해도 된다.
- [0138] 이어서 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터의 응용예에 대해 설명한다.
- [0139] <제9 실시형태>
- [0140] 도 24는 본 발명의 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터(200)를 원동기로서 탑재한 전기자동차(1)의 동력계의 개략 구성을 나타낸 도면이다. 전기자동차(1)는, 동력 전달 장치(2)와 좌우의 드라이브 샤프트(3a 및 3b)를 갖춘다. 동력 전달 장치(2)는 도시하지 않는 변속 장치, 최종 감속 장치 및 차동 장치를 갖춘다. 전동 액추에이터(200)의 크랭크샤프트(270)는 동력 전달 장치(2)의 입력축에 접속된다. 드라이브 샤프트(3a 및 3b)는 동력 전달 장치(2)의 좌우의 출력축에 각각 접속된다. 각 드라이브 샤프트(3a, 3b)의 선단에는 각각 차륜(W)이 부착된다. 전동 액추에이터(200)로부터 출력되는 동력은, 동력 전달 장치(2)의 변속 장치, 최종 감속 장치 및 차동 장치를 통하여 드라이브 샤프트(3a, 3b)에 전달되어, 드라이브 샤프트(3a, 3b)의 선단에 부착된 차륜(W)을 회전 구동한다.
- [0141] 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터는, 회전 운동을 출력하는 각종 원동기(예를 들면 엔진, 전동기, 유압 모터, 공기 모터, 증기 터빈 등)에 치환하여 사용할 수 있다.
- [0142] 도 24에 나타내는 응용예는, 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터를 4륜 전기자동차에 응용한 예인데, 2륜차나 3륜차 또는 6륜 이상의 차륜을 가지는 트럭, 버스, 트랙터 등의 각종 자동차에 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터를 사용할 수 있다. 또 전기자동차에 한정되지 않고, 하이브리드 자동차에도 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터를 사용할 수 있다.
- [0143] 또 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터는 자동차에 한정되지 않고, 철도 차량의 원동기로서도 사용할 수 있다.
- [0144] <제10 실시형태>
- [0145] 이어서 설명하는 제10 실시형태는 본 발명을 철도 시스템에 적용한 예이다.
- [0146] 도 25는 본 발명의 제10 실시형태에 따른 철도 차량(600)의 구동 기구의 개략 구성을 나타낸 도면이다. 철도 차량(600)은 복수(도 25에 나타내는 예에서는 3개)의 대차(601)를 갖춘다. 대차(601)는 구동 장치로서, 본 발명의 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터(200)를 갖춘 동대차이다.
- [0147] 대차(601)는, 2개의 전동 액추에이터(200)와, 각 2쌍의 차축(603)(차축(603a, 603b)), 베어링(602), 축상자(도시하지 않음), 축상자 지지 장치(도시하지 않음) 및 차륜(604)을 갖춘다. 전동 액추에이터(200)의 크랭크샤프트(270)의 양단에는 차축(603a 및 603b)의 일단이 접속된다. 차축(603a 및 603b)의 타단에는 차륜(604)이 부착된다.

- [0148] 각 베어링(602)은 각 축상자에 부착되고, 각 축상자는 각 축상자 지지 장치 를 통하여 대차 프레임(605)에 부착된다. 베어링(602) 및 축상자는 축상자 지지 장치에 의해 대차 프레임(605)(프레임)에 대하여 완충 지지된다. 각 차축(603a 및 603b)은 각 베어링(602)에 의해 회전 가능하게 지지된다.
- [0149] 도 26은 본 발명의 제10 실시형태에 따른 철도 차량(600)의 급전 시스템(690S)(전기 구동 시스템(690))의 개략 구성을 나타낸 블록도이다. 또한 급전 시스템(690S)은 철도 차량(600)에 탑재된 복수의 전동 액추에이터(200)(구체적으로는, 복수의 모터(10))와 함께 전기 구동 시스템(690)을 구성한다.
- [0150] 철도 차량(600)은, 트롤리 선(접촉 전선)인 가선(691b)과 접촉하는 팬터그래프(692c)를 집전 장치로서 갖춘, 가선 집전 방식에 의해 집전을 행하는 동력차이다. 가선(691b)에는 변전소(691a)로부터 계통 전력(예를 들면 삼상 교류)이 공급된다.
- [0151] 전기 구동 시스템(690)(급전 시스템(690S)) 중, 철도 차량(600)에 탑재되는 이동체 구동 시스템(690M)(이동체 급전 시스템(690MS))은, 대응하는 대차(601)마다 유닛화된 1개 이상의 이동체 구동 유닛(690MU)(이동체 급전 시스템(690MSU))으로 구성된다. 또한 이동체 구동 유닛(690MU)(이동체 급전 시스템(690MSU))은, 대차(601) 단위గా 아니라, 철도 차량(600) 단위, 또는 복수의 철도 차량(600)을 연결한 열차 단위로 구성해도 된다.
- [0152] 본 발명의 제10 실시형태에 따른 전기 구동 시스템(690)에 의하면, 본 발명의 제2 실시형태에 따른 전기 구동 시스템(290)과 동일한 작용 효과가 얻어진다. 즉, 회생 전력이 효율적으로 모터(10)의 구동에 이용되기 때문에, 낮은 소비 전력으로 철도 차량(600)(전동 액추에이터(200))을 구동하는 것이 가능하게 되어 있다.
- [0153] 본 실시형태에서는, 팬터그래프(692c)를 집전 장치로서 사용하는 가선 집전 방식이 채용되어 있지만, 다른 종류의 집전 장치(예를 들면 부궤, 트롤리 폴 등)나 다른 종류의 집전 방식(예를 들면 급전용 레일 [제3 궤조] 에 집전 슈를 접촉시켜 집전하는 제3 궤조 방식 등)을 사용해도 된다.
- [0154] 본 실시형태의 철도 차량(600)은 주행 장치로서 대차(601)를 사용하는 대차 형식의 차량이며, 대차(601)에 이동체 구동 유닛(690MU)이 실장되어 있지만, 본 발명은 이 구성에 한정되지 않는다. 예를 들면 차체에 주행 장치 및 이동체 구동 유닛(690MU)을 직접 설치한 구성으로 해도 된다.
- [0155] 본 실시형태에서는, 각 대차(601)의 이동체 구동 유닛(690MU)(구체적으로는, 서보 앰프(695))이 배터리(295e)를 갖추고 있지만, 복수의 대차(601)의 이동체 구동 유닛(690MU)으로 배터리(295e)를 공유하는 구성으로 해도 된다. 이 경우, 예를 들면 복수의 대차(601) 중 하나(또는 일부)의 서보 앰프(695)에만 배터리(295e)를 설치하고, 상기 복수의 대차(601)의 직류 모선(95d)을 연결하는 구성으로 해도 된다. 또 배터리(295e)를 서보 앰프(695)의 외부(예를 들면 차체 상)에 배치하고, 상기 복수의 대차(601)의 직류 모선(95d)과 접속하는 구성으로 해도 된다.
- [0156] 본 실시형태에서는, 전동 액추에이터(200)의 크랭크샤프트(270)의 양단에 분할 차축(603a, 603b)을 직결하는 구성이 채용되어 있지만, 본 발명은 이 구성에 한정되지 않는다. 예를 들면 전동 액추에이터(200)와 분할되어 있지 않은 차축(603)을 기어 장치 등의 동력 전달 장치를 통하여 접속하는 구성으로 해도 된다.
- [0157] 본 실시형태에서는, 축상자 및 축상자 지지 장치를 사용하는 축상자 지지 방식이 채용되어 있지만, 본 발명은 이 구성에 한정되지 않는다.
- [0158] <제11 실시형태>
- [0159] 이어서 본 발명을 타이어 시험 장치에 적용한 예에 대해 설명한다. 이하에 설명하는 본 발명의 제11 실시형태에 따른 타이어 시험 장치는, 타이어의 마모 시험, 내구 시험, 주행 안정성 시험 등을 행하는 것이 가능한 시험 장치이다.
- [0160] 도 27 및 도 28은 각각 상이한 방향으로부터 본, 본 발명의 제11 실시형태에 따른 타이어 시험 장치(2000)의 사시도이다. 본 실시형태의 타이어 시험 장치(2000)는, 외주면에 모의 노면이 형성된 회전 드럼(2010)과, 타이어(T)를 모의 노면에 소정의 자세로 접지시킨 상태에서 회전 가능하게 유지하는 얼라인먼트 조정 기구(2160)와, 타이어(T)에 부여하는 토크를 발생시키는 토크 발생 장치(130)(슬립률 제어 장치)와, 회전 드럼(2010) 및 토크 발생 장치(130)의 케이싱을 회전 구동하는 인버터 모터(2080)를 갖추고 있다.
- [0161] 회전 드럼(2010)은 한 쌍의 베어링(2011a)에 의해 회전이 자유롭게 지지되어 있다. 인버터 모터(2080)의 출력축에는 폴리(2012a)가 부착되고, 회전 드럼(2010)의 일방의 축에는 폴리(2012b)가 부착되어 있다. 폴리(2012a)와 폴리(2012b)는 구동 벨트(2015)(예를 들면 톱니 부착 벨트)에 의해 연결되어 있다. 회전 드럼(2010)의 타방의

축은 중계축(2013)을 통하여 폴리(2012c)가 부착되어 있다. 또한 중계축(2013)은 폴리(2013)가 부착되는 일단부 부근에 있어서 베어링(2011b)에 의해 회전이 자유롭게 지지되어 있다. 폴리(2012c)는 구동 벨트(2016)에 의해 폴리(2012d)에 연결되어 있다. 폴리(2012d)는 폴리(2012e)에 동축으로 고정되어 있고, 폴리(2012e)와 함께 베어링(2011c)(도 28)에 의해 회전이 자유롭게 지지되어 있다. 또 폴리(2012e)는 구동 벨트(2017)에 의해 토크 발생 장치(130)의 후술하는 케이싱(131)의 축부(131a)에 연결되어 있다.

[0162] 도 29는 토크 발생 장치(130)의 내부 구조를 나타낸 도면이다. 토크 발생 장치(130)는, 케이싱(131)과, 케이싱(131) 내에 고정된 서보 모터(10) 및 감속기(133)를 갖추고 있다. 또한 본 실시형태에서는, 제1 실시형태와 동일 구성의 서보 모터(10)가 사용된다. 케이싱(131)의 축 방향 양단부에 통 형상의 축부(131a, 131b)가 형성되어 있다. 케이싱(131)은 축부(131a, 131b)에 있어서 베어링부(2020, 2030)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다. 또 일단축(도 29에 있어서의 우단축)의 축부(131a)의 외주에는 폴리(2012f)가 부착되어 있다.

[0163] 감속기(133)는 입력축(133a)과 출력축(133b)을 가지고 있어, 입력축(133a)에 입력된 회전 운동을 감속시켜 출력축(133b)에 출력한다. 감속기(133)의 입력축(133a)은 커플링(134)에 의해 서보 모터(10)의 구동축(150a)과 연결되어 있다. 또 감속기(133)의 출력축(133b)에는 연결축(135)이 접속된다. 또한 감속기(133)는 임의 선택적으로 토크 발생 장치(130)에 설치된다. 토크 발생 장치(130)에 감속기(133)를 설치하지 않고, 서보 모터(10)의 구동축(150a)에 연결축(135)을 직접 접속해도 된다.

[0164] 연결축(135)은 케이싱(131)의 통 형상의 축부(131a)의 중공부에 통과되어, 축부(131a)의 내주에 설치된 한 쌍의 베어링(136)에 의해 회전 가능하게 지지된다. 연결축(135)의 선단부는 축부(131a)의 선단부로부터 돌출되어 있다. 축부(131a)로부터 돌출된 연결축(135)은, 등속 조인트(2014)(도 27)를 통하여 얼라인먼트 조정 기구(2160)의 스핀들에 접속된다. 얼라인먼트 조정 기구(2160)의 스핀들에는 타이어(T)가 장착된 휠이 부착된다.

[0165] 이것에 의해, 인버터 모터(2080)를 구동하면, 회전 드럼(2010)이 회전함과 아울러, 회전 드럼(2010)을 통하여 인버터 모터(2080)에 연결된 토크 발생 장치(130)의 케이싱(131)이 회전하도록 되어 있다. 또 토크 발생 장치(130)가 작동하지 않을 때, 회전 드럼(2010)과 타이어(T)가 접촉부에 있어서의 주축이 동일하게 되도록, 역방향으로 회전하도록 되어 있다. 또 토크 발생 장치(130)를 작동시킴으로써, 타이어(T)에 동적 또는 정적인 구동력 및 제동력을 부여할 수 있다.

[0166] 본 실시형태에 있어서는, 인버터 모터(2080)로부터 출력된 동력은, 회전 드럼(2010), 중계축(2013), 토크 발생 장치(130), 등속 조인트(2014), 얼라인먼트 조정 기구(2160)의 스핀들 및 타이어(T)를 통하여 다시 회전 드럼(2010)에 전달된다. 즉, 회전 드럼(2010), 중계축(2013), 토크 발생 장치(130), 등속 조인트(2014), 얼라인먼트 조정 기구(2160)의 스핀들 및 타이어(T)로 이루어지는 동력전달로는, 동력순환계를 구성하고 있다. 그 때문에 인버터 모터(2080)의 동력이 효율적으로 이용되어, 적은 소비 전력으로 동작할 수 있도록 되어 있다.

[0167] 본 실시형태의 얼라인먼트 조정 기구(2160)는, 공시체인 타이어(T)를 휠에 장착한 상태에서 회전 가능하게 지지하여, 타이어(T)의 트레드부를 회전 드럼(2010)의 모의 노면에 바깥 댐과 아울러, 모의 노면에 대한 타이어(T)의 방향이나 타이어 하중(접지압)을 설정된 상태로 조정하는 기구이다. 얼라인먼트 조정 기구(2160)는, 타이어(T)의 회전축의 위치를 회전 드럼(2010)의 반경 방향으로 이동시켜 타이어 하중을 조정하는 타이어 하중 조정부(2161)와, 타이어(T)의 회전축을 모의 노면의 수선의 둘레로 기울여 모의 노면에 대한 타이어(T)의 슬립각을 조정하는 슬립각 조정부(2162)와, 타이어(T)의 회전축을 회전 드럼(2010)의 회전축에 대하여 경사시켜 캠각을 조정하는 캠각 조정부(2163)와, 타이어(T)를 회전축 방향으로 이동시키는 트래버스 장치(2164)를 갖추고 있다. 타이어 하중 조정부(2161), 슬립각 조정부(2162), 캠각 조정부(2163) 및 트래버스 장치(2164)는 각각 서보 모터(M1, M2, M3 및 M4)를 갖추고 있다. 서보 모터(M1, M2, M3 및 M4)는 예를 들면 AC 서보 모터이다.

[0168] 도 30은 서보 모터(10) 및 인버터 모터(2080)에 전력을 공급하는 본 발명의 제2 실시형태에 따른 급전 시스템(2800S)(전기 구동 시스템(2800))의 개략 구성을 나타내는 블록도이다.

[0169] 본 실시형태의 급전 시스템(2800S)은, 전자개폐기(2830)의 후단으로부터 분기된 인버터 모터(2080)에 전력을 공급하는 급전 계통(2860)(리액터(2870), 드라이버(2880)), 얼라인먼트 조정 기구(2160)의 서보 모터(M1, M2, M3, M4)에 전력을 각각 공급하는 급전 계통(2891(리액터(R1), 서보 앰프(A1)), 2892(리액터(R2), 서보 앰프(A2)), 2893(리액터(R3), 서보 앰프(A3)), 2894(리액터(R4), 서보 앰프(A4)))을 가지는 점에서 제1 실시형태의 급전 시스템(90S)과 상이하다. 또한 드라이버(2880)는 인버터 모터(2080)의 구동 전력을 발생시키는 장치이며, 도시하지 않는 인버터 회로를 갖추고 있다. 또 드라이버(2880) 및 서보 앰프(A1~A4)는 각각 제어 유닛(C2)과 통신 가능하게 접속되어, 제어 유닛(C2)의 제어에 따라 동작한다. 또한 서보 앰프(A1, A2, A3, A4)는 서보 앰프

(2850)와 동일한 구성을 가지고 있다.

- [0170] 본 실시형태의 타이어 시험 장치(2000)를 사용한 시험에 있어서는, 인버터 모터(2080)가 출력하는 회전수와 토크 발생 장치(130)(구체적으로는, 서보 모터(10))가 발생시키는 토크를 합성한 회전 운동이 타이어(T)에 부여된다. 타이어 시험 장치(2000)를 사용한 시험의 일례에 있어서는, 인버터 모터(2080)가 일정한 회전수를 출력하고, 서보 모터(10)가 변동 토크(예를 들면 랜덤한 진동 토크)를 출력하도록 제어된다. 구체적으로는, 서보 모터(10)는 소정의 진동 파형 데이터에 기초하여 진폭 및 주기를 바꾸면서 왕복 회전 구동된다. 즉, 제어 유닛(C2)에 의해 모터(10)가 정전과 역전을 반복하도록 제어된다. 이것에 의해, 서보 모터(10)의 가속과 감속이 반복되기 때문에, 서보 앰프(2850)로부터 서보 모터(10)로의 구동 전력의 공급과, 서보 모터(10)로부터 서보 앰프(2850)로의 회생 전력의 공급이 반복된다.
- [0171] 서보 모터(10)가 발생시키는 회생 전력의 대부분은 일시적으로 커패시터(2853)에 축적된 후, 서보 모터(10)의 구동에 사용된다. 회생 전력의 잉여분은, 전원 회생 컨버터(2851) 및 리액터(2840)를 통하여 급전 계통(2860, 2891, 2892, 2893, 2894)에 공급되어, 인버터 모터(2080) 및 서보 모터(M1, M2, M3, M4)의 구동에 사용된다. 그 때문에 서보 모터(10)가 발생시키는 회생 전력의 대부분이 서보 모터(10, M1~M4) 및 인버터 모터(2080)의 구동에 재이용되어, 서보 모터(10)의 구동을 위해 사용되는 일차 전원(2810)의 전력소비량이 약간 억제된다. 또 인버터 모터(2080) 및 서보 모터(M1, M2, M3, M4)가 발생시키는 회생 전력도, 다른 모터(즉, 서보 모터(10, M1, M2, M3, M4) 및 인버터 모터(2080))의 구동에 재이용되어, 일차 전원(2810)의 전력소비량이 더욱 억제된다.
- [0172] 이상 설명한 구성의 타이어 시험 장치(2000)에 타이어(T)를 세트하고, 회전 구동용의 인버터 모터(2080)를 구동함으로써, 타이어(T) 및 회전 드럼(2010)이 동일한 주속으로 회전한다. 그 상태에서, 토크 발생 장치(130)의 서보 모터(10)를 구동하여, 타이어(T)에 구동력이나 제동력을 부여함으로써, 실제의 주행 상태를 시뮬레이트한 타이어의 마모 시험, 내구 시험, 주행 안정성 시험 등을 행하는 것이 가능하게 된다.
- [0173] 또한 본 실시형태에서는, 타이어(T) 및 회전 드럼(2010)을 동일한 주속으로 회전시키기 위해서 인버터 모터(2080)를 사용했지만, 도 30의 드라이버(2880)와 인버터 모터(2080) 대신에, 서보 모터(10)와 구동 유닛(100d)을 포함하는 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터(100)를 사용해도 된다. 즉 서보 모터(10)의 출력축에는 직접 풀리(2012a)를 부착하는 것이 아니라, 서보 모터(10)의 왕복 회전을 일방향 회전으로 변환하는 구동 유닛(100d)을 서보 모터(10)와 풀리(2012a) 사이에 설치하면 된다. 이것에 의해, 타이어(T)와 회전 드럼(2010)을 동일한 주속으로 회전시키는 동작에도 회생 에너지를 이용하는 것이 가능하게 된다.
- [0174] <제12 실시형태>
- [0175] 이하에 설명하는 본 발명의 제12 실시형태에 따른 복합 시험 장치는, 타이어의 유니포머티 시험과 동균형 시험을 행하는 것이 가능한 시험 장치이다. 도 31은 본 발명의 실시형태의 유니포머티 및 동균형 복합 시험 장치(3000)(이하, 복합 시험 장치(3000)라고 한다)의 기본 구성을 나타내는 측면도이다. 도 32는 복합 시험 장치(3000)의 스핀들(3120)을 회전 구동하는 방법을 모식적으로 나타낸 것이다.
- [0176] 복합 시험 장치(3000)는, 도 31에 나타내는 바와 같이, 타이어(T)를 하부 림(3010)과 상부 림(3020)으로 상하로 끼워넣어 유지하도록 구성되어 있다. 보다 상세하게는, 복합 시험 장치(3000)는, 상단부에 상부 림(3020)이 고정된 로크 샤프트(3300)를, 스핀들(3120)에 삽입하여 고정함으로써, 하부 림(3010)과 상부 림(3020) 사이에서 타이어(T)를 끼워넣어 유지한다.
- [0177] 유니포머티 시험에서는, 스핀들(3120)의 측방에 설치된 회전 드럼(3030)을 사용한다. 회전 드럼(3030)은 타이어(T)에 대하여 근접/이간하는 방향으로 뺄는 레일(3031) 상을 슬라이드 가능한 가동 하우징(3032)에 탑재되어, 도시하지 않는 모터에 의해 구동되는 래크 피니언 기구(3035)(피니언(3036)·래크(3038))에 의해 타이어(T)에 대하여 근접/이간 방향으로 이동한다. 또 회전 드럼(3030)은 도시하지 않는 전동 액추에이터(이하, 전동 액추에이터(100a)라고 기재한다.)에 의해 임의의 회전수로 회전 가능하다. 또한 전동 액추에이터(100a)의 구성은, 제1 실시형태에 있어서 상기 서술한 전동 액추에이터(100)와 동일하다.
- [0178] 유니포머티 시험을 실시할 때는, 래크 피니언 기구(3035)에 의해 이 회전 드럼(3030)을 타이어(T)에 맞게 하고, 또한 회전 드럼(3030)을 타이어(T)에 수백kgf 이상의 힘으로 누른다. 이어서, 이 상태에서 회전 드럼(3030)을 회전시켜(따라서 회전 드럼(3030)에 맞닿아 있는 타이어(T)도 회전 드럼(3030)에 따라 회전한다), 그 때의 부하의 변동으로부터 회전하고 있는 타이어에 발생하는 힘의 불균일을 스핀들 하우징(3110)의 측면에 설치된 3축 압전 소자에 의해 계측한다.
- [0179] 본 실시형태에서는, 이 회전 드럼(3030)을 전동 액추에이터(100a)를 사용하여 회전시킨다. 이것에 의해, 회생

에너지를 이용하면서 회전 드럼(3030)을 회전시켜, 유니포머티 시험을 행할 수 있다.

- [0180] 한편, 동균형 시험은 회전 드럼(3030)을 타이어(T)로부터 이간시킨 상태에서 스핀들(3120)째 타이어(T)를 회전시키고, 그 때 타이어(T)의 불균형으로부터 발생하는 가진력으로부터 타이어의 편심 상태를 측정하는 시험이다.
- [0181] 스핀들(3120)의 하단에는, 동균형 시험시에 스핀들(3120)을 회전 구동하기 위한 폴리(3140)가 부착되어 있다. 또 스핀들(3120)이 고정된 베이스(3050)에는 도시하지 않는 래크 피니언 기구에 의해 스핀들(3120)을 향하여 수평으로 진퇴 가능한 전동 액추에이터(100b)가 설치되어 있어, 이 전동 액추에이터(100b)에 의해 스핀들(3120)을 회전시킨다. 또한 전동 액추에이터(100b)의 구성은, 제1 실시형태에 있어서 상기 서술한 전동 액추에이터(100)와 동일하다. 이것에 의해, 회생 에너지를 이용하면서 스핀들(3120)을 회전시켜, 동균형 시험을 행할 수 있다.
- [0182] 전동 액추에이터(100b)의 출력 회전축에는 구동 폴리(3144)가 스핀들(3120)의 폴리(3140)와 동일한 높이에 부착되어 있다. 또 도 32에 나타내는 바와 같이, 구동 폴리(3144) 및 스핀들(3120)의 폴리(3140)와 동일한 높이에 한 쌍의 종동 폴리(3143)가 회전 가능하게 설치되어 있다. 또한 종동 폴리(3143)는 상기한 도시하지 않는 래크 피니언 기구에 의해 전동 액추에이터(100b)(구동 폴리(3144))와 함께 진퇴한다. 여기서 무단 벨트(3142)가 구동 폴리(3144) 및 종동 폴리(3143)에 걸쳐져 있어, 전동 액추에이터(100b)에 의해 무단 벨트(3142)를 소정의 속도로 진행시킬 수 있다.
- [0183] 래크 앤드 피니언 기구에 의해 무단 벨트(3142)가 폴리(3140)에 맞닿은 상태(도 32의 실선의 상태)에서 전동 액추에이터(100b)를 구동시킴으로써, 폴리(3140)가 회전하여, 하부 림(3010)과 상부 림(3020) 사이에서 타이어(T)를 유지한 채 스핀들(3120)이 회전한다. 이 때 스핀들 하우징(3110)의 측면에 설치된 3축 압전 소자에 의해 가진력을 계속한다.
- [0184] 본 실시형태에서는, 전동 액추에이터(100b)를 사용함으로써 회생 에너지를 이용하면서 스핀들(3120)을 회전시켜, 동균형 시험을 행할 수 있다.
- [0185] 즉, 복합 시험 장치(3000)에는, 제1 실시형태의 전동 액추에이터(100)와 동일한 2개의 전동 액추에이터(100a, 100b)가 설치되어 있어, 전동 액추에이터(100a)가 회전 드럼(3030)을 회전시키기 위해서, 전동 액추에이터(100b)가 스핀들(3120)을 회전시키기 위해서, 사용된다. 이것에 의해, 유니포머티 시험과 동균형 시험의 어느 쪽에 있어서도 회생 에너지를 이용하면서, 시험을 실시할 수 있다.
- [0186] <제13 실시형태>
- [0187] 이하에 설명하는 본 발명의 제13 실시형태에 따른 밸런스 측정 장치(4000)는 회전체의 밸런스를 측정 가능한 시험 장치이다. 도 33 및 도 34는 각각 본 발명의 실시형태에 따른 밸런스 측정 장치(4000)의 정면도와 측면도이다. 또한 이후의 기재에 있어서는 도 33 중 상하 방향을 Y축 방향, 상하 방향과 회전체의 회전축 방향의 쌍방에 수직인 방향을 X축 방향이라고 정의한다. 본 실시형태의 회전체(4100)는 예를 들면 크랭크축이며, 밸런스 측정 장치(4000)는 예를 들면 크랭크축의 밸런스를 측정하는 장치이다.
- [0188] 밸런스 측정 장치(4000)의 장치 프레임은, 베이스(4013)와, 베이스(4013)로부터 연직 상방으로 뻗는 복수의 스프링(4014)과, 그들 스프링(4014)에 지지된 테이블(4015)로 이루어져 있다. 테이블(4015)의 하면에는 구동 샤프트용 베어링(4012a 및 4012b)이 부착되어 있다. 구동 샤프트(4005)는 이 구동 샤프트용 베어링(4012a 및 4012b)에 회전 가능하게 지지된다. 또 도 34에 나타내는 바와 같이, 베이스(4013)의 X축 방향 양단으로부터는 연직 상방으로 거의 강체로 간주할 수 있는 제1 측벽(4013a) 및 제2 측벽(4013b)이 연장되어 있다.
- [0189] 베이스(4013)에는 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터(100)가 부착되어 있다. 전동 액추에이터(100)의 구동축에는 폴리(4003)가 부착되어 있다. 한편, 구동 샤프트(4005)의 일단에는 제1 폴리(4006)가 부착되어 있고, 이 제1 폴리(4006)와 전동 액추에이터(100)의 구동축에 부착된 폴리(4003)에는 제1 무단 벨트(4004)가 걸쳐져 있어, 전동 액추에이터(100)를 구동함으로써, 구동 샤프트(4005)를 제1 무단 벨트(4004)를 통하여 회전 구동할 수 있다.
- [0190] 또 테이블(4015)의 상면으로부터 연직 상방에 서로 평행한 제1 테이블 측벽(4017a) 및 제2 테이블 측벽(4017b)이 고정되어 있다. 제1 테이블 측벽(4017a) 및 제2 테이블 측벽(4017b)은 스프링(4014)의 스프링 상수와 비교하여 매우 높은 강성을 가지는 강체이다. 제1 테이블 측벽(4017a)에는 종동 샤프트용 베어링(4016a 및 4016c)이, 또 제2 테이블 측벽(4017b)에는 종동 샤프트용 베어링(4016b 및 4016d)이 각각 고정되어 있다. 또한 도 33에는 종동 샤프트용 베어링(4016a 및 4016b)만 기재되어 있고, 종동 샤프트용 베어링(4016c 및 4016d)은 각각 종동 샤프트용 베어링(4016a 및 4016b)의 도 33의 안측에 배치되어 있다. 종동 샤프트용 베어링(4016a, 4016b,

4016c, 4016d)은 각각 중동 샤프트(4010a, 4010b, 4010c, 4010d)(도 33에는 4010a, 4010b만 기재)를 회전 가능하게 지지한다.

[0191] 중동 샤프트(4010a, 4010b, 4010c, 4010d)의 일단에는 각각 폴리(4009a, 4009b, 4009c, 4009d)가 부착되어 있다. 또 구동 샤프트(4005)의 일단의 폴리(4006)에 인접한 개소 및 구동 샤프트(4005)의 타단에는 제2 폴리(4007a 및 4007b)가 부착되어 있다. 제2 폴리(4007a)와 중동 샤프트(4010a)에 부착된 폴리(4009a) 및 중동 샤프트(4010c)에 부착된 폴리(4009c), 제2 폴리(4007b)와 중동 샤프트(4010b)에 부착된 폴리(4009b) 및 중동 샤프트(4010d)에 부착된 폴리(4009d)에는 각각 제2 무단 벨트(4008a 및 4008b)가 걸쳐져 있다. 따라서, 구동 샤프트(4005)가 회전하면, 그 동력이 제2 무단 벨트(4008a)를 통하여 중동 샤프트(4010a 및 4010c)에 전달되고, 이 결과, 중동 샤프트(4010a 및 4010c)가 회전한다. 또 구동 샤프트(4005)로부터의 동력은 제2 무단 벨트(4008b)를 통하여 중동 샤프트(4010b 및 4010d)에도 전달되고, 이 결과, 중동 샤프트(4010b 및 4010d)도 회전한다.

[0192] 중동 샤프트(4010a, 4010b, 4010c, 4010d)의 타단에는 각각 롤러(4011a, 4011b, 4011c, 4011d)가 부착되어 있다. 롤러(4011a, 4011c) 상에는 회전체(4100)의 회전축의 일단(4110a)이, 또 롤러(4011b, 4011d) 상에는 회전체(4100)의 회전축의 타단(4110b)이 각각 재치된다. 회전체(4100)는 이 롤러(4011a, 4011b, 4011c, 4011d)의 회전에 종동하여 회전한다. 즉 전동 액추에이터(100)를 구동함으로써 회생 에너지를 이용하면서 회전체(4100)를 회전시킬 수 있다.

[0193] 회전체(4100)의 타단(4110b)에는 키홈(4102)이 형성되어 있다. 또 밸런스 측정 장치(4000)에는 또한 키홈(4102)을 검출하기 위한 센서(S)가 배치되어 있다.

[0194] 또 도 33 및 도 34에 나타내는 바와 같이, 베이스(4013)의 제1 측벽(4013a)과 테이블(4015) 사이에는 진동 픽업(VDL 및 VDR)이 부착되어 있다. 동적 불균형을 가지는 크랭크축인 회전체(4100)는 회전하면 진동한다. 본 실시형태의 밸런스 측정 장치에서는, 회전체(4100)(크랭크축)의 진동이 롤러(4011a, 4011b, 4011c, 4011d), 제1 및 제2 테이블 측벽(4017a, 4017b) 등을 통하여 테이블(4015)에 전달된다. 진동 픽업(VDL 및 VDR)은 회전하고 있는 회전체(4100)(크랭크축)로부터 테이블(4015)에 전달된 진동을 검출한다. 바꾸어 말하면, 진동 픽업(VDL 및 VDR)은 회전하는 회전체(4100)(크랭크축)가 롤러(4011a, 4011b, 4011c, 4011d)에 가하는 부하의 변동을 검출한다.

[0195] 진동 픽업(VDL 및 VDR)은 각각 회전체(4100)의 회전축에 수직인 2성분(X축 방향 및 Y축 방향)의 가속도를 계측 가능한 가속도 센서이다. 진동 픽업(VDL)은 제1 테이블 측벽(4017a)과 동일한 XY평면 상에, 또 진동 픽업(VDR)은 제2 테이블 측벽(4017b)과 동일한 XY평면 상에 부착되어 있다.

[0196] 또 베이스(4013)의 제2 측벽(4013b)과 테이블(4015) 사이에는 압전 액추에이터(VL 및 VR)가 부착되어 있다. 압전 액추에이터(VL)는 제1 테이블 측벽(4017a)과 동일한 XY평면 상에, 또 압전 액추에이터(VR)는 제2 테이블 측벽(4017b)과 동일한 XY평면 상에 부착되어 있다. 압전 액추에이터는 인가되는 전압의 크기에 따라 신축하여 접촉하는 물체에 변위를 부여하는 것이 가능한 부재이며, 따라서 압전 액추에이터(VL 및 VR)에 입력하는 신호를 제어함으로써, 테이블(4015)을 자유롭게 가진할 수 있다.

[0197] <제14 실시형태>

[0198] 도 35는 본 발명의 제14 실시형태에 따른 충돌 모의 시험 장치(5000)의 사시도이다. 충돌 모의 시험 장치(5000)는 자동차 등(철도 차량, 항공기, 선박을 포함한다.)의 충돌시에 자동차 등이나 승무원, 자동차 등의 장비품 등에 가해지는 충격을 재현하는 장치이다. 또한 본 실시형태의 충돌 모의 시험 장치(5000)는 제품이나 부품에 대하여 강한 충격파를 부여하여, 충격에 대한 내구성이나 신뢰성을 평가하는 충격 시험 장치로서 사용할 수도 있다.

[0199] 충돌 모의 시험 장치(5000)는 자동차의 차량의 프레임에 해당하는 테이블(5240)을 갖추고 있다. 테이블(5240)에는 예를 들면 승무원의 더미를 태운 시트나 전기자동차용의 고전압 배터리 등의 공시체가 부착된다. 설정된 가속도(예를 들면 충돌시에 차량의 프레임에 가해지는 충격에 상당하는 가속도)로 테이블(5240)이 구동되면, 테이블(5240)에 부착된 공시체에 실제의 충돌시와 마찬가지로의 충격이 가해진다. 이 때 공시체가 받은 손상(또는 공시체에 장착된 가속도 센서 등의 계측 결과로부터 예측되는 손상)에 따라, 승무원의 안전이 평가된다.

[0200] 본 실시형태의 충돌 모의 시험 장치(5000)는 테이블(5240)을 수평 방향의 1방향으로만 구동 가능하게 구성되어 있다. 도 35에 좌표축으로 나타내는 바와 같이, 테이블(5240)의 가동 방향을 X축 방향, X축 방향과 수직인 수평 방향을 Y축 방향, 연직 방향을 Z축 방향으로 정의한다. 또 모의하는 차량의 진행 방향을 기준으로, X축 정방향을 전방, X축 부방향을 후방, Y축 부방향을 우방, Y축 정방향을 좌방이라고 부른다. 또 테이블(5240)이 구동되

는 X축 방향을 「구동 방향」이라고 부른다. 또한 충돌 모의 시험에 있어서는, 차량의 진행 방향과는 역방향(즉 후방)으로 큰 가속도가 테이블(5240)에 가해진다.

- [0201] 충돌 모의 시험 장치(5000)는, 테이블(5240)을 갖춘 시험부(5200)와, 테이블(5240)을 구동하는 전방구동부(5300) 및 후방구동부(5400)와, 각 구동부(5300, 5400)가 발생시키는 회전 운동을 X축 방향의 병진 운동으로 변환하여 테이블(5240)에 전달하는 4개의 벨트 기구(5100(벨트 기구(5100a, 5100b, 5100c, 5100d)))와, 제어 시스템(도시하지 않음)을 갖추고 있다.
- [0202] 시험부(5200)는 충돌 모의 시험 장치(5000)의 X축 방향에 있어서의 중앙부에 배치되고, 전방구동부(5300) 및 후방구동부(5400)는 시험부(5200)의 전방 및 후방에 각각 인접하여 배치되어 있다.
- [0203] 도 36은 시험부(5200) 및 벨트 기구(5100)의 구조를 나타내는 사시도이다. 또한 설명의 편의를 위해, 도 36에 있어서는, 시험부(5200)의 구성 요소인 테이블(5240) 및 베이스 블록(5210)(후술)의 도시가 생략되어 있다.
- [0204] 시험부(5200)는, 테이블(5240) 이외에, 베이스 블록(5210)(도 35)과, 베이스 블록(5210) 상에 부착된 프레임(5220)과, 프레임(5220) 상에 부착된 한 쌍의 리니어 가이드웨이(5230)(이하, 「리니어 가이드(5230)」라고 약기한다.)를 갖추고 있다. 한 쌍의 리니어 가이드(5230)에 의해, 테이블(5240)이 X축 방향(구동 방향)으로만 이동 가능하게 지지되어 있다.
- [0205] 도 36에 나타내는 바와 같이, 프레임(5220)은 Y축 방향으로 뻗는 복수의 연결바(5220C)에 의해 연결된 좌우 한 쌍의 하프 프레임(우프레임(5220R), 좌프레임(5220L))을 가지고 있다. 우프레임(5220R)과 좌프레임(5220L)은 동일 구조(엄밀하게는 거울상 관계)를 가지기 때문에, 좌프레임(5220L)만에 대해 상세를 설명한다.
- [0206] 좌프레임(5220L)은, 각각 X축 방향으로 뻗는 부착부(5221) 및 레일 지지부(5222)와, 부착부(5221)와 레일 지지부(5222)를 연결하는 3개의 Z축 방향으로 뻗는 연결부(5223(5223a, 5223b, 5223c))를 가지고 있다. 도 35에 나타내는 바와 같이, 부착부(5221)는, 그 길이가 베이스 블록(5210)의 X축 방향에 있어서의 길이와 대략 동일하고, 베이스 블록(5210)에 의해 전체 길이가 지지되어 있다. 또 연결부(5223a)에 의해, 부착부(5221)와 레일 지지부(5222)의 후단부끼리가 연결되어 있다.
- [0207] 레일 지지부(5222)는 부착부(5221)보다(즉, 베이스 블록(5210)보다) 길고, 그 선단부가 베이스 블록(5210)보다 전방으로 돌출되어, 전방구동부(5300)의 상방에 배치되어 있다.
- [0208] 리니어 가이드(5230)는, X축 방향으로 뻗는 레일(5231)과, 전동체를 통하여 레일(5231) 상을 주행하는 2개의 캐리지(5232)를 갖추고 있다. 한 쌍의 리니어 가이드(5230)의 레일(5231)은 우프레임(5220R) 및 좌프레임(5220L)의 레일 지지부(5222)의 상면에 각각 고정되어 있다. 레일(5231)의 길이는 레일 지지부(5222)의 길이와 대략 동일하고, 레일 지지부(5222)에 의해 레일(5231)의 전체 길이가 지지되어 있다. 캐리지(5232)의 상면에는 복수의 부착 구멍(나사 구멍)이 설치되어 있고, 테이블(5240)에는 캐리지(5232)의 부착 구멍에 대응하는 복수의 관통 구멍이 설치되어 있다. 캐리지(5232)는 테이블(5240)의 각 관통 구멍에 통과된 볼트(도시하지 않음)를 캐리지(5232)의 각 부착 구멍에 끼움으로써 테이블(5240)에 조여져 있다. 또한 테이블(5240)과 4개의 캐리지(5232)에 의해 대차(스레드)가 구성된다.
- [0209] 또 테이블(5240)에는 시트 등의 공시체(도시하지 않음)를 부착하기 위한 나사 구멍 등의 부착 구조가 형성되어 있어, 테이블(5240)에 공시체를 직접 부착할 수 있도록 되어 있다. 이것에 의해, 공시체를 부착하기 위한 부착 판 등의 부재가 불필요하게 되기 때문에, 충격이 가해지는 가동 부분의 중량을 가볍게 할 수 있고, 높은 주파수 성분까지 충실도가 높은 충격을 공시체에 부여하는 것이 가능하게 되어 있다.
- [0210] 도 36에 나타내는 바와 같이, 각 벨트 기구(5100)는, 톱니 부착 벨트(5120)와, 톱니 부착 벨트(5120)가 감긴 한 쌍의 톱니 부착 폴리(제1 폴리(5140), 제2 폴리(5160))와, 톱니 부착 벨트(5120)를 테이블(5240)에 고정하기 위한 한 쌍의 벨트 클램프(5180)를 갖추고 있다.
- [0211] 우프레임(5220R)과 좌프레임(5220L) 사이에는, 4개의 톱니 부착 벨트(5120)가 평행하게 배치되어 있다. 톱니 부착 벨트(5120)는 각각 길이 방향의 2개소에 있어서, 벨트 클램프(5180)에 의해 테이블(5240)에 고정되어 있다.
- [0212] 도 35에 나타내는 바와 같이, 전방구동부(5300)는, 베이스 블록(5310)과, 베이스 블록(5310) 상에 설치된 4개의 전동 액추에이터(5320(5320a, 5320b, 5320c, 5320d))를 갖추고 있다. 또 후방구동부(5400)는, 베이스 블록(5410)과, 베이스 블록(5410) 상에 설치된 4개의 전동 액추에이터(5420(5420a, 5420b, 5420c, 5420d))를 갖추고 있다. 계 8개의 전동 액추에이터는 각각 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터(100)와 동일 구성을 가지고, 설치하는 위치나 방향, 구성 요소의 길이나 배치 간격에 약간의 상위점이 있지만, 기본적인 구성은 공통되어 있

다. 또 전방구동부(5300)와 후방구동부(5400)의 기본적인 구성도 공통되어 있다.

- [0213] 도시하지 않는 제어부는, 입력된 가속도 파형에 기초하여 각 전동 액추에이터(5320a~d, 5420a~d)의 서보 모터의 구동을 동기 제어함으로써, 상기 가속도 파형에 따라 테이블(5240)에 가속도를 부여할 수 있다. 또한 본 실시형태에서는, 제어부는 8개의 서보 모터의 전부를 동위상에서 각각 왕복 회전 구동시킨다. 이것에 의해, 회생 에너지를 이용하면서 각 전동 액추에이터로부터 일방향 회전 운동을 출력하여 테이블(5240)에 가속도를 부여할 수 있다.
- [0214] 또 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터는, 회전 운동을 출력하는 각종 원동기(예를 들면 엔진, 전동기, 유압 모터, 공기 모터, 증기 터빈 등)에 치환하여 사용할 수 있다.
- [0215] 또 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터는, 전동식의 2륜차, 3륜차 혹은 4륜차 또는 6륜 이상의 차륜을 가지는 트럭, 버스, 트랙터 등의 각종 전기자동차에 한정되지 않고, 철도 차량의 원동기로서도 사용할 수 있다. 즉 임의의 비히클의 원동기로서 사용 가능하다. 또 비행기(예를 들면 프로펠러기)나 헬리콥터 등의 항공기 또는 선박의 원동기로서도 사용할 수 있다. 즉 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터는 임의의 모빌리티의 원동기로서 사용 가능하다.
- [0216] 또 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터는, 건설 기계, 농업 기계, 목공 기계, 공작 기계, 단압 기계, 사출성형기, 로봇트, 운반 기계(예를 들면 크레인, 승강기, 컨베이어 등) 등의 각종 산업 기계의 원동기로서도 사용할 수 있다.
- [0217] 또 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터는, 각종 가전 기기(세탁기, 냉장고, 에어컨디셔너, 컴프레서 등)의 원동기로서도 사용할 수 있다.
- [0218] 또 본 발명의 실시형태에 따른 전동 액추에이터는, 유압 펌프나 컴프레서를 구동하는 원동기로서도 사용할 수 있다.
- [0219] 이상이 본 발명의 예시적인 실시형태의 설명이다. 본 발명의 실시형태는, 상기에 설명한 것에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상의 범위에 있어서 다양한 변형이 가능하다. 예를 들면 명세서 중에 예시적으로 명시되는 실시형태 등 또는 자명한 실시형태 등을 적절하게 조합한 내용도 본 발명의 실시형태에 포함된다.
- [0220] 상기 서술한 구동 유닛(100d)은, 볼나사(40)의 나사축(41)이 모터(10)의 축(11)과 직접 연결되어 있지만, 구동 유닛에 감속기를 설치하고, 감속기를 통하여 모터(10)와 볼나사(40)를 연결하는 구성으로 해도 된다.
- [0221] 제1 실시형태의 전기 구동 시스템(90)(급전 시스템(90S))(도 5)에, 제4 실시형태와 마찬가지로 플러그(291) 및 배터리(295e)를 설치한 구성으로 해도 된다.
- [0222] 또 제4 실시형태의 전기 구동 시스템(290)(급전 시스템(290S))(도 16)으로부터 플러그(291) 및 배터리(295e)를 제거하고, 회로차단기(92)를 일차 전원(91)에 직결하는 구성으로 해도 된다.
- [0223] 또 제4 실시형태의 전기 구동 시스템(290)(급전 시스템(290S))(도 16)으로부터 회로차단기(92), 전자개폐기(93) 및/또는 리액터(94)를 제거하고, 이들을 플러그(291)의 전단(일차 전원측)에 설치해도 된다.
- [0224] 또 제1 실시형태의 전기 구동 시스템(90)(급전 시스템(90S))(도 5)에 있어서, 일차 전원(91)으로서 교류발전기를 사용해도 된다.
- [0225] 제4 실시형태의 전기 구동 시스템(290)(급전 시스템(290S))(도 16) 또는 제11 실시형태의 전기 구동 시스템(690)(급전 시스템(690S))(도 26)에 있어서, 배터리(295e)를 제거하고, 정전 용량이 큰 커패시터(95c)를 사용하여, 커패시터(95c)가 배터리(295e)의 축전 기능도 담당하는 구성으로 해도 된다.
- [0226] 제4 실시형태의 전기 구동 시스템(290)(급전 시스템(290S))(도 16)에 있어서는, 1개의 서보 앰프(95)에 복수의 인버터(95b)를 설치하고, 각 인버터(95b)에 각각 모터(10)를 접속하는 구성(즉, 전원 회생 컨버터(95a), 커패시터(95c) 및 직류 모선(95d)을 복수의 모터(10)로 공유하는 구성)이 채용되어 있지만, 본 발명은 이 구성에 한정되지 않는다. 예를 들면 모터(10)마다 제1 실시형태의 서보 앰프(95)(도 5)를 설치하는 구성으로 해도 된다. 이 경우, 예를 들면 리액터(94)의 후단에서 배선을 분기시키고, 각 분기 배선에 서보 앰프(95)가 접속된다. 또는 서보 앰프(95)마다 리액터(94)를 설치하고, 전자개폐기(93)의 후단에서 배선을 분기시켜, 각 분기 배선에 리액터(94) 및 서보 앰프(95)를 접속하는 구성으로 해도 된다.
- [0227] 상기 서술한 본 발명의 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터(100)는 단일의 구동 유닛(100d)을 갖추고, 본 발

명의 제4 실시형태에 따른 전동 액추에이터(200)는 4개의 구동 유닛(200d)을 갖추고, 본 발명의 제5 실시형태에 따른 전동 액추에이터(201)는 2개의 구동 유닛(200d)을 갖추는데, 본 발명은 이들 구성에 한정되는 것은 아니며, 전동 액추에이터에는 임의의 수의 구동 유닛을 설치할 수 있다.

[0228] 상기 서술한 전동 액추에이터(100, 200 및 201)는 단일의 크랭크샤프트(크랭크샤프트(70), 크랭크샤프트(270), 크랭크샤프트(270a))를 갖추는데, 복수의 크랭크샤프트로 분할해도 된다. 예를 들면 전동 액추에이터가 4개의 구동 유닛을 갖추는 경우, 크랭크샤프트를 2개로 분할하여, 각 크랭크샤프트에 2개씩 구동 유닛(100d)을 연결시킨 구성으로 해도 된다. 이 경우, 각 크랭크샤프트(70)의 동력이 합성되도록, 분할한 복수의 크랭크샤프트(70)는 예를 들면 치차 기구나 벨트 기구 등의 감기 전동 기구에 의해 서로 연결된다. 크랭크샤프트(70)를 분할함으로써, 복수의 구동 유닛의 배치의 자유도가 증가하기 때문에, 소형화가 가능하게 된다.

[0229] 제11 실시형태에 따른 타이어 시험 장치(2000), 제12 실시형태에 따른 복합 시험 장치(3000), 제13 실시형태에 따른 밸런스 측정 장치(4000), 제14 실시형태에 따른 충돌 모의 시험 장치(5000)에서는, 전동 액추에이터(100)가 사용되는 예를 나타냈지만, 이들 장치에 사용되는 전동 액추에이터는 제1 실시형태에 따른 전동 액추에이터(100)에 한정되지 않는다. 예를 들면 전동 액추에이터(200)나 전동 액추에이터(201) 등 2기통형 이상의 전동 액추에이터가 사용되어도 된다.

[0230] 상기한 각 실시형태에 있어서, 모터(10)는 AC 서보 모터이지만, DC 서보 모터나 스테핑 모터 등 구동량(회전각)의 제어가 가능한 다른 종류의 전동기를 모터(10)로서 사용해도 된다.

[0231] 상기한 제4 실시형태, 제10 실시형태에 있어서, 급전 시스템에 발전기를 갖추는 구성을 예시했지만, 발전기는 제4 실시형태, 제10 실시형태에 한정되지 않고, 다른 실시형태의 급전 시스템에 설치되어도 된다.

[0232] 상기한 각 실시형태에 있어서는, 서보 앰프(95)로부터 잉여의 회생 전력을 일차 전원(91)측으로 되돌리는 것이 가능한 전원 회생 컨버터(95a)가 사용되고 있지만, 잉여 전력을 일차 전원(91)측으로 되돌리는 전원 회생 기능을 가지지 않는 컨버터를 사용해도 된다. 전원 회생 기능을 가지지 않는 컨버터를 사용하는 경우에는, 회생 전력을 흡수하는 회생 저항을 서보 앰프(95)에 설치하지 않고, 잉여 전력을 저류하는 장치(예를 들면 대용량 커패시터나 대용량 배터리 등)를 서보 앰프(95)에 설치하는 것이 바람직하다.

[0233] 도 37 및 도 38은 각 실시형태에 따른 전동 액추에이터에 전력을 공급하는 급전 시스템의 변형예를 나타낸 도면이다. 상기한 각 실시형태에서는 일차 전원으로부터 공급되는 전력을 변환하여 전동기를 구동하는 시스템을 예시했지만, 전원으로부터 시스템에 공급되는 전력은 교류 전력에 한정되지 않는다. 도 37, 도 38에 나타내는 바와 같이, 배터리(791)로부터 공급되는 직류 전력을 컨버터를 통하여 인버터에 공급함으로써 모터(10)를 구동해도 된다. 이 경우, 회생 전력은 일차 전원으로 출력되는 대신에, 배터리(791)에 충전된다.

[0234] 또한 도 37에 나타내는 급전 시스템(790S)(전기 구동 시스템(790))은, 컨버터로서 쌍방향 DCDC 컨버터(795a)를 갖춘다. 우선, 배터리(791)에 충전기(792)가 접속되어, 일차 전원의 콘센트(도시하지 않음)에 끼워넣어지는 플러그(291)로부터 충전기(792)를 통하여 공급되는 전력에 의해 배터리(791)가 충전된다. 이어서 서보 앰프(795)에 배터리(791)가 접속되어, 배터리(791)로부터의 전력을 쌍방향 DCDC 컨버터(795a)를 통하여 인버터(95b)에 공급하여 모터(10)를 구동함과 아울러, 인버터(95b)로부터의 회생 전력을 쌍방향 DCDC 컨버터(795a)를 통하여 배터리(791)에 출력한다.

[0235] 또 도 38에 나타내는 급전 시스템(890S)(전기 구동 시스템(890))은, 전원 회생 컨버터(95a)의 상류에 쌍방향 DCAC 컨버터(895a)를 갖춘다. 우선, 배터리(791)에 충전기(792)가 접속되어, 일차 전원의 콘센트(도시하지 않음)에 끼워넣어지는 플러그(291a)로부터 충전기(792)를 통하여 공급되는 전력에 의해 배터리(791)가 충전된다. 이어서 서보 앰프(895)에 배터리(791)가 접속되어, 배터리(791)로부터의 전력을 쌍방향 DCAC 컨버터(895a)와 전원 회생 컨버터(95a)를 통하여 인버터(95b)에 공급하여 모터(10)를 구동함과 아울러, 인버터(95b)로부터의 회생 전력을 전원 회생 컨버터(95a)와 쌍방향 DCAC 컨버터(895a)를 통하여 배터리(791)에 출력한다. 또 전원 회생 컨버터(95a) 및 쌍방향 DCAC 컨버터(895a)는 플러그(291b)에 접속되어 있다. 일차 전원의 콘센트(도시하지 않음)에 끼워넣어지는 플러그(291b)로부터의 전력은 전원 회생 컨버터(95a)를 통하여 인버터(95b)에 공급되고, 이 전력에 의해 모터(10)를 구동할 수도 있다. 또 플러그(291b)로부터 공급되는 전력은 쌍방향 DCAC 컨버터(895a)를 통하여 배터리(791)에 공급되고, 이 전력에 의해 배터리(791)를 충전할 수도 있다.

[0236] 상기한 각 실시형태에서는, 모터(10)로부터 인버터(95b) 및 전원 회생 컨버터(95a)를 통하여 일차 전원(91)에 전력을 회생시키고 있었지만, 모터(10)로부터 인버터(95b) 및 전원 회생 컨버터(95a)를 통하지 않고 일차 전원(91)에 전력을 회생시켜도 된다.

- [0237] 본 명세서에는 하기의 발명도 기재되어 있다.
- [0238] [부기 1]
- [0239] 전동기와,
- [0240] 상기 전동기에 구동 전력을 공급하는 구동 장치와,
- [0241] 상기 전동기가 반복하여 왕복 회전 운동을 출력하도록 상기 구동 장치를 제어 가능한 제어 장치와,
- [0242] 상기 왕복 회전 운동을 일방향 회전 운동으로 변환하는 운동변환기
- [0243] 를 갖추고,
- [0244] 상기 구동 장치가,
- [0245] 전원에서부터 공급되는 교류 전력을 직류 전력으로 변환하는 컨버터와,
- [0246] 상기 직류 전력으로부터 구동 전력을 생성하는 인버터를 갖춘,
- [0247] 전동 액추에이터.
- [0248] [부기 2]
- [0249] 상기 운동변환기가,
- [0250] 상기 전동기의 축에 접속된 제1 원반부와,
- [0251] 상기 제1 원반부에 편심하여 부착된 제1 핀과,
- [0252] 상기 운동변환기의 출력축에 접속된 제2 원반부와,
- [0253] 상기 제2 원반부에 편심하여 부착된 제2 핀과,
- [0254] 상기 제1 원반부와 상기 제2 원반부를 연결하는 연결봉
- [0255] 을 갖추고,
- [0256] 상기 연결봉의 일단부가 상기 제1 핀과 회전 가능하게 결합하고,
- [0257] 상기 연결봉의 타단부가 상기 제2 핀과 회전 가능하게 결합한,
- [0258] 부기 1에 기재된 전동 액추에이터.
- [0259] [부기 3]
- [0260] 상기 운동변환기가,
- [0261] 상기 왕복 회전 운동을 왕복 직선 운동으로 변환하는 제1 운동변환기와,
- [0262] 상기 왕복 직선 운동을 상기 일방향 회전 운동으로 변환하는 제2 운동변환기
- [0263] 를 포함하는,
- [0264] 부기 1에 기재된 전동 액추에이터.
- [0265] [부기 4]
- [0266] 전동기와,
- [0267] 상기 전동기의 회전 운동을 직선 운동으로 변환하는 제1 운동변환기와,
- [0268] 상기 직선 운동을 회전 운동으로 변환하는 제2 운동변환기와,
- [0269] 상기 전동기에 구동 전력을 공급하는 구동 장치와,
- [0270] 상기 구동 장치를 제어하는 제어 장치
- [0271] 를 갖추고,
- [0272] 상기 구동 장치가,

- [0273] 전원에서부터 공급되는 교류 전력을 직류 전력으로 변환하는 컨버터와,
- [0274] 상기 직류 전력으로부터 구동 전력을 생성하는 인버터를 갖추고,
- [0275] 상기 제어 장치가 반복하여 왕복 구동하도록 상기 전동기를 제어하는,
- [0276] 전동 액추에이터.
- [0277] [부기 5]
- [0278] 상기 제1 운동변환기가 볼나사이며,
- [0279] 상기 이송 나사의 너트에 고정되어, 너트와 함께 직선 운동하는, 제1 핀을 갖춘 직동부와,
- [0280] 편심한 크랭크핀을 갖춘 크랭크샤프트와,
- [0281] 상기 제1 핀 및 상기 크랭크핀에 회전 가능하게 연결된 연결봉
- [0282] 을 갖춘,
- [0283] 부기 4에 기재된 전동 액추에이터.
- [0284] [부기 6]
- [0285] 상기 구동 장치가,
- [0286] 상기 컨버터와 상기 인버터를 접속하는 한 쌍의 도선으로 이루어지는 직류 모선과,
- [0287] 상기 한 쌍의 도선을 연결하는 커패시터를 갖춘,
- [0288] 부기 1 내지 부기 5 중 어느 한 항에 기재된 전동 액추에이터.
- [0289] [부기 7]
- [0290] 복수의 상기 전동기를 갖추고,
- [0291] 상기 구동 장치가,
- [0292] 상기 컨버터에 접속된 한 쌍의 도체로 이루어지는 1계통의 직류 모선과,
- [0293] 상기 1계통의 직류 모선에 접속된 복수의 상기 인버터와,
- [0294] 상기 한 쌍의 도선을 연결하는 커패시터를 갖춘,
- [0295] 부기 1 내지 부기 5 중 어느 한 항에 기재된 전동 액추에이터.
- [0296] [부기 8]
- [0297] 상기 컨버터가 PWM 컨버터인,
- [0298] 부기 1 내지 부기 7 중 어느 한 항에 기재된 전동 액추에이터.
- [0299] [부기 9]
- [0300] 상기 제어 장치가, 3Hz 이상의 주파수에서 반복하여 왕복 구동하도록 상기 전동기를 제어하는,
- [0301] 부기 1 내지 부기 8 중 어느 한 항에 기재된 전동 액추에이터.
- [0302] [부기 10]
- [0303] 상기 전동기가 발생시키는 동력에 의해 전력을 발생시키는 발전기를 갖춘,
- [0304] 부기 1 내지 부기 9 중 어느 한 항에 기재된 전동 액추에이터.
- [0305] [부기 11]
- [0306] 상기 발전기가 발생시키는 전력을 계통 전력과 동등한 품질의 교류로 변환하여 전원측에 공급하는 인버터 장치를 갖춘,
- [0307] 부기 10에 기재된 전동 액추에이터.

- [0308] [부기 12]
- [0309] 차륜과,
- [0310] 상기 차륜을 구동하는 회전 운동을 출력하는, 부기 1 내지 부기 11 중 어느 한 항에 기재된 전동 액추에이터
- [0311] 를 갖춘,
- [0312] 전기자동차.
- [0313] [부기 13]
- [0314] 차륜과,
- [0315] 상기 차륜을 구동하는 회전 운동을 출력하는, 부기 1 내지 부기 11 중 어느 한 항에 기재된 전동 액추에이터
- [0316] 를 갖춘,
- [0317] 철도 차량.
- [0318] [부기 14]
- [0319] 대차를 갖추고, 이 대차가,
- [0320] 상기 차륜과,
- [0321] 상기 전동 액추에이터를 갖춘,
- [0322] 부기 13에 기재된 철도 차량.
- [0323] [부기 21]
- [0324] 원하는 주파수로 정전과 역전을 반복하는 전동기와,
- [0325] 상기 전동기가 출력하는 정역 회전 운동을 일방향 회전 운동으로 변환하는 운동변환기를 갖추는,
- [0326] 전동 액추에이터.
- [0327] [부기 22]
- [0328] 전원에서부터 공급되는 전력을 상기 전동기에 공급하는 구동 장치를 더 갖추고,
- [0329] 상기 구동 장치는, 상기 전동기가 정전과 역전을 반복했을 때, 상기 전동기로부터 회생되는 전력 중 상기 전동기의 가속에서 소비되지 않은 전력을 상기 전원으로 회생시키는 전원 회생 컨버터를 포함하는,
- [0330] 부기 21에 기재된 전동 액추에이터.
- [0331] [부기 23]
- [0332] 상기 전원 회생 컨버터는, 상기 전동기의 정전시 및 역전시의 각각의 감속 과정에 있어서 상기 전동기로부터 회생되는 전력을 상기 전원에 출력하는,
- [0333] 부기 22에 기재된 전동 액추에이터.
- [0334] [부기 24]
- [0335] 상기 전원은 교류 전원으로 구성되고,
- [0336] 상기 전원 회생 컨버터는 쌍방향 ACDC 컨버터로 구성되는,
- [0337] 부기 22에 기재된 전동 액추에이터.
- [0338] [부기 25]
- [0339] 상기 전원은 직류 전원으로 구성되고,
- [0340] 상기 전원 회생 컨버터는 쌍방향 DCDC 컨버터로 구성되는,
- [0341] 부기 22에 기재된 전동 액추에이터.

- [0342] [부기 26]
- [0343] 상기 구동 장치는, 상기 전동기가 정전과 역전을 반복했을 때, 상기 전동기로부터 회생되는 전력 중 상기 전동기의 가속에서 소비되지 않은 전력을 비축하는 커패시터를 더 갖추는,
- [0344] 부기 22 내지 부기 25 중 어느 하나에 기재된 전동 액추에이터.
- [0345] [부기 27]
- [0346] 전원으로부터 공급되는 전력을 상기 전동기에 공급하는 구동 장치를 더 갖추고,
- [0347] 상기 구동 장치는, 상기 전동기가 정전과 역전을 반복했을 때, 상기 전동기로부터 회생되는 전력 중 상기 전동기의 가속에서 소비되지 않은 전력을 비축하는 커패시터를 포함하는,
- [0348] 부기 21에 기재된 전동 액추에이터.
- [0349] [부기 28]
- [0350] 상기 전동기는 정전과 역전을 3Hz 이상의 소요 주파수에서 반복하는,
- [0351] 부기 22 내지 부기 27 중 어느 하나에 기재된 전동 액추에이터.
- [0352] [부기 29]
- [0353] 상기 운동변환기가,
- [0354] 상기 정역 회전 운동을 왕복 직선 운동으로 변환하는 제1 운동변환기와,
- [0355] 상기 왕복 직선 운동을 상기 일방향 회전 운동으로 변환하는 제2 운동변환기를 포함하는,
- [0356] 부기 22 내지 부기 28 중 어느 하나에 기재된 전동 액추에이터.
- [0357] [부기 30]
- [0358] 상기 전동기를 포함하는, 복수의 전동기와,
- [0359] 상기 제1 운동변환기를 포함하는, 상기 복수의 전동기의 각각이 출력하는 정역 회전 운동을 왕복 직선 운동으로 변환하는 복수의 제1 운동변환기와,
- [0360] 상기 제2 운동변환기를 포함하는, 상기 복수의 제1 운동변환기의 각각에 의해 변환된 왕복 직선 운동을 상기 일방향 회전 운동으로 변환하는 복수의 제2 운동변환기를 더 갖추고,
- [0361] 상기 복수의 제2 운동변환기는 상기 일방향 회전 운동의 출력축을 공유하는,
- [0362] 부기 29에 기재된 전동 액추에이터.
- [0363] [부기 31]
- [0364] 상기 운동변환기가,
- [0365] 볼나사와,
- [0366] 상기 볼나사의 너트에 고정되어, 너트와 함께 직선 운동하는 직동부와,
- [0367] 회전축 둘레에 회전이 자유로운 회전체와,
- [0368] 상기 회전체 중 상기 회전축에 대하여 편심한 부분과 상기 직동부의 각각에 회전 가능하게 연결된 연결봉
- [0369] 을 포함하는,
- [0370] 부기 29에 기재된 전동 액추에이터.
- [0371] [부기 32]
- [0372] 상기 회전체는 크랭크샤프트이며,
- [0373] 상기 연결봉은 상기 크랭크샤프트의 크랭크핀에 회전 가능하게 연결되는,
- [0374] 부기 31에 기재된 전동 액추에이터.

- [0375] [부기 33]
- [0376] 상기 회전체는 스핀들이며,
- [0377] 상기 연접봉은 상기 스핀들의 회전축에 대하여 편심한 위치에 형성된 돌출부에 회전 가능하게 연접되는,
- [0378] 부기 31에 기재된 전동 액추에이터.
- [0379] [부기 34]
- [0380] 상기 구동 장치를 제어하는 제어 장치를 더 갖추고,
- [0381] 상기 제어 장치는, 상기 직동부가 상기 직동부의 이동에 의해 상기 회전체에 회전력이 발생하지 않는 사점에 이르는 타이밍을 피하여, 상기 전동기의 회전을 정전과 역전 사이에서 전환하도록, 상기 구동 장치를 제어하는,
- [0382] 부기 31 내지 부기 33 중 어느 하나에 기재된 전동 액추에이터.
- [0383] [부기 35]
- [0384] 상기 구동 장치를 제어하는 제어 장치를 더 갖추고,
- [0385] 상기 제어 장치는, 적어도 상기 직동부가 상기 직동부의 이동에 의해 상기 회전체에 회전력이 발생하지 않는 사점에 이르는 타이밍에 있어서 상기 전동기의 토크가 제한되도록, 상기 구동 장치를 제어하는,
- [0386] 부기 31 내지 부기 33 중 어느 하나에 기재된 전동 액추에이터.
- [0387] [부기 36]
- [0388] 상기 운동변환기가,
- [0389] 상기 전동기의 축에 접속된, 제1 회전축 둘레에 회전이 자유로운 제1 원반부와,
- [0390] 상기 운동변환기의 출력축에 접속된, 제2 회전축 둘레에 회전이 자유로운 제2 원반부와,
- [0391] 상기 제1 원반부 중 상기 제1 회전축에 대하여 편심한 부분과 상기 제2 원반부 중 상기 제2 회전축에 대하여 편심한 부분의 각각에 회전 가능하게 연결되는 연접봉을 포함하는,
- [0392] 부기 31 내지 부기 38 중 어느 하나에 기재된 전동 액추에이터.
- [0393] [부기 37]
- [0394] 부기 31 내지 부기 36 중 어느 하나에 기재된 전동 액추에이터를 갖추는 전동 모빌리티.

부호의 설명

- [0395] 1...전기자동차
- 10...모터
- 40...볼나사
- 50, 250, 350...피스톤(직동부)
- 60, 135, 260, 360, 560...연접봉
- 70, 270, 270a...크랭크샤프트
- 80...발전기
- 95, 295, 695, 795, 895, 995, 2850...서보 앰프
- 95a, 2851...전원 회생 컨버터
- 95b, 97b, 2852...인버터
- 95c, 97c, 2853...커패시터
- 96, 296, C2...제어 장치(제어 유닛)

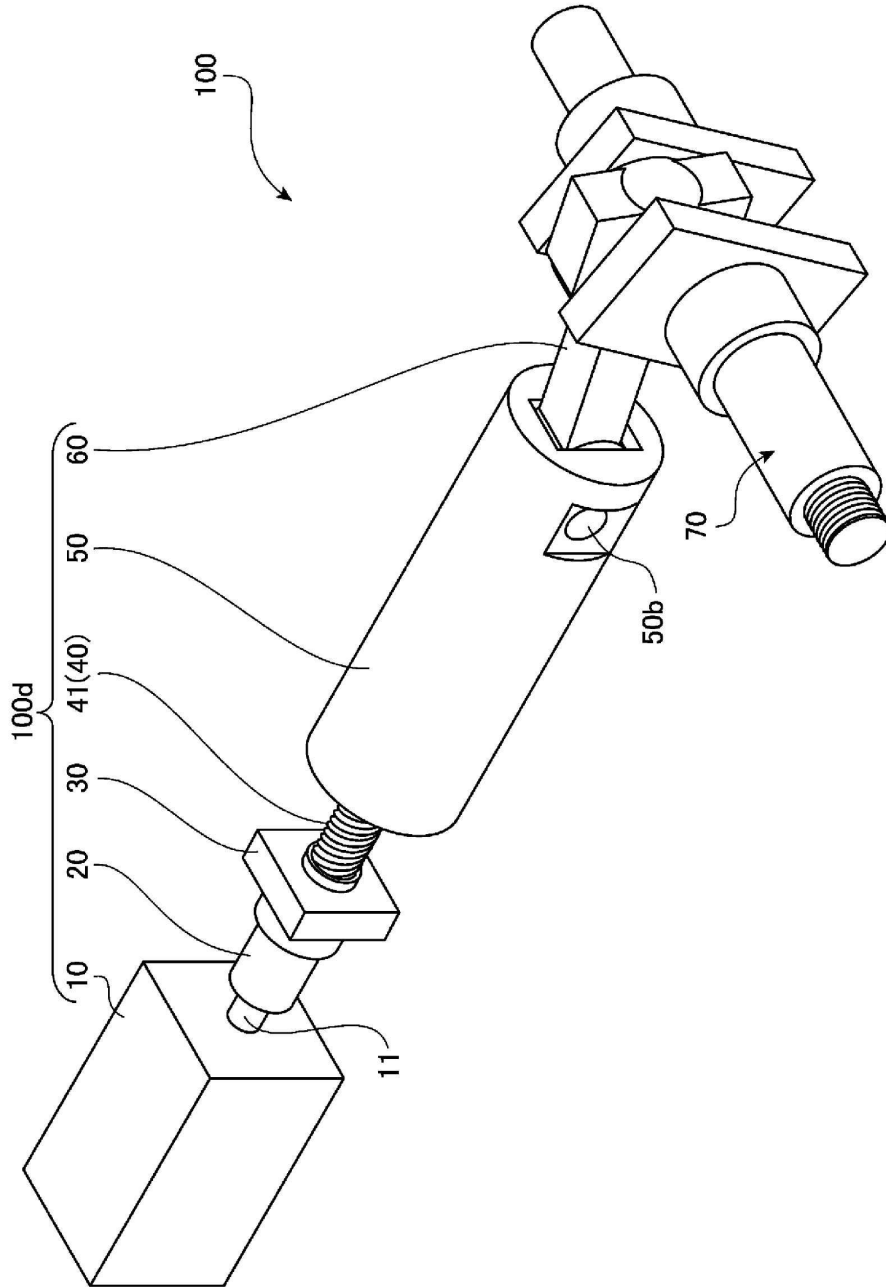
100, 200, 201, 300, 400, 500, 5320, 5320a, 5420...전동 액추에이터

100d, 200d, 300d, 400d, 500d...구동 유닛

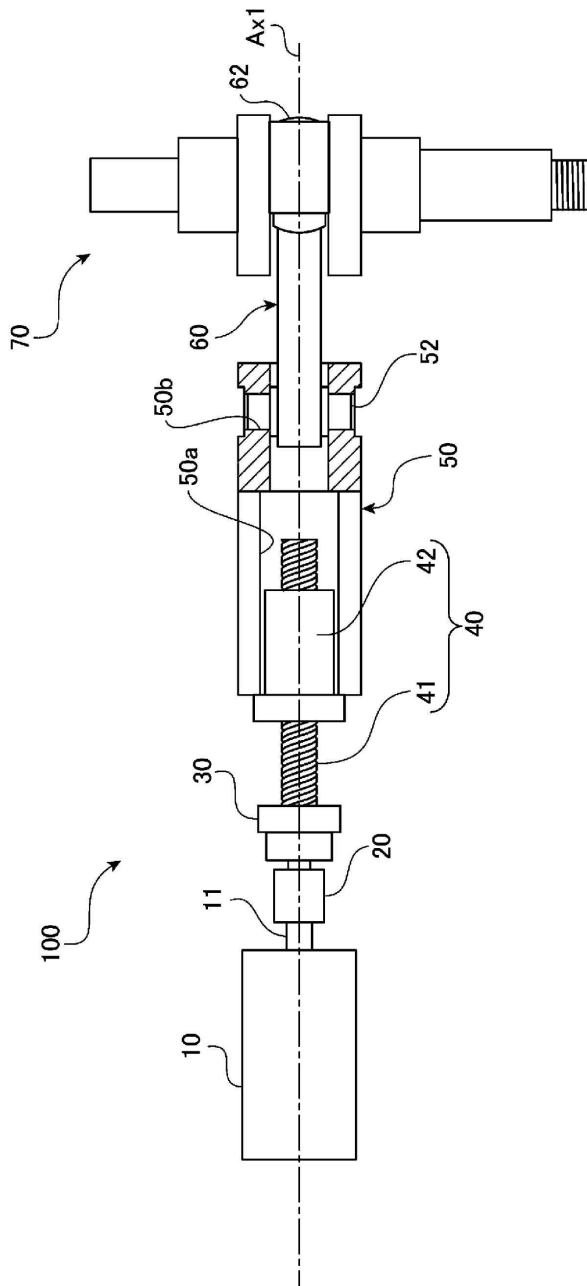
600...철도 차량

도면

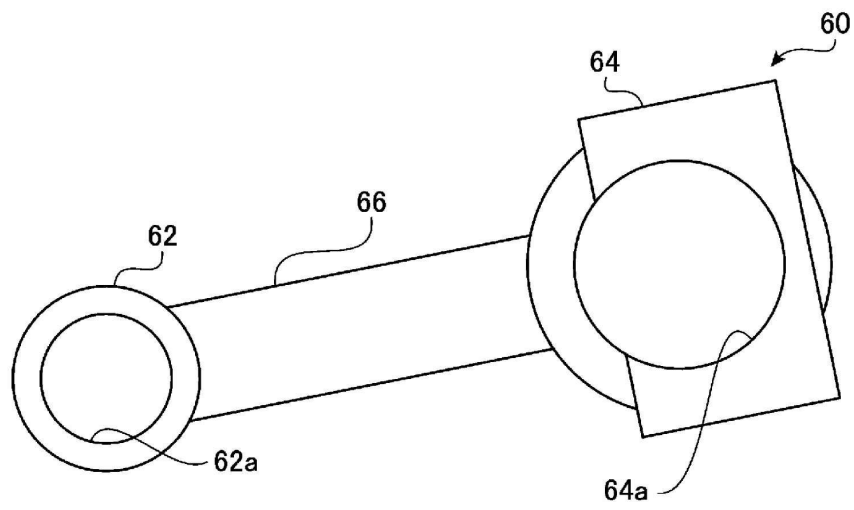
도면1



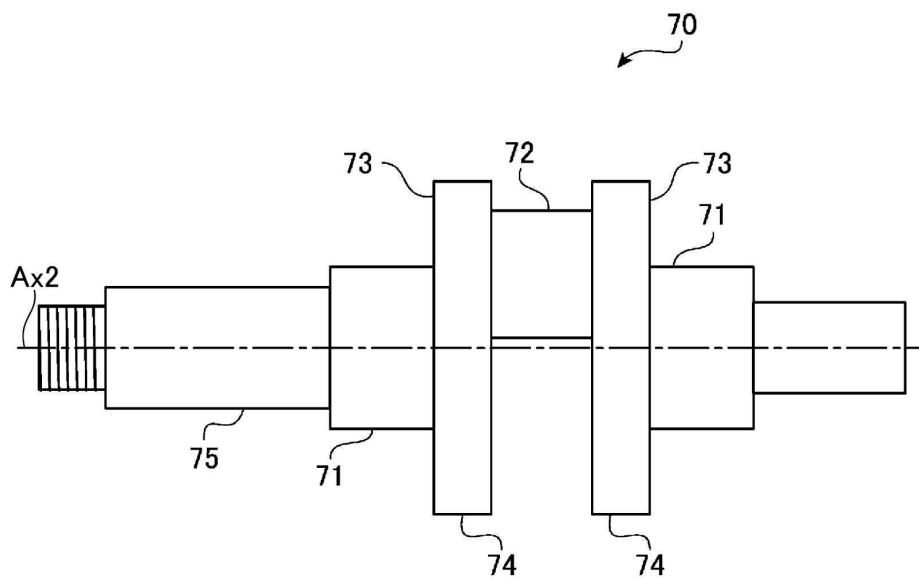
도면2



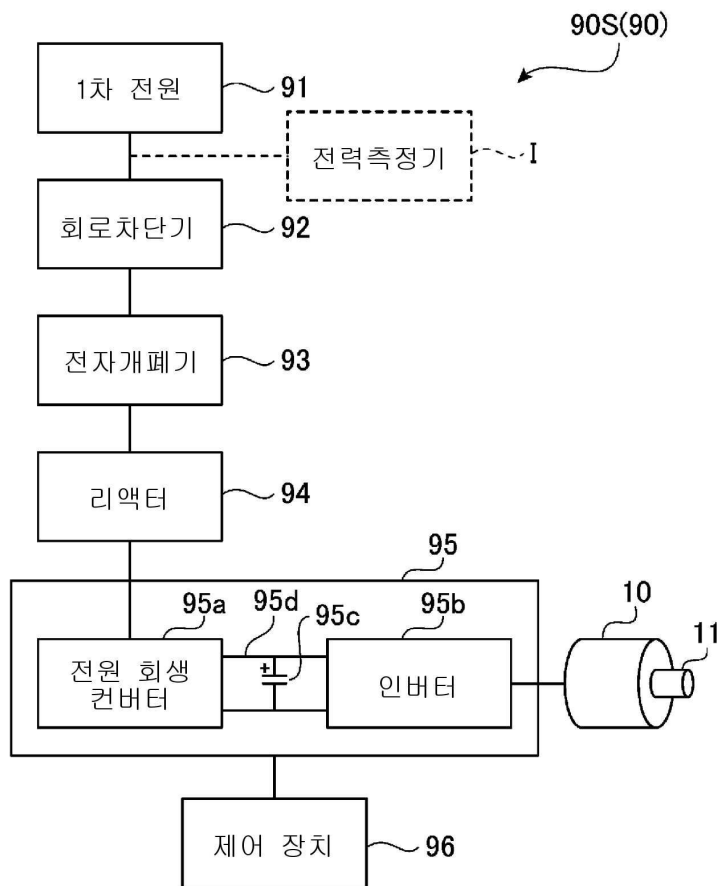
도면3



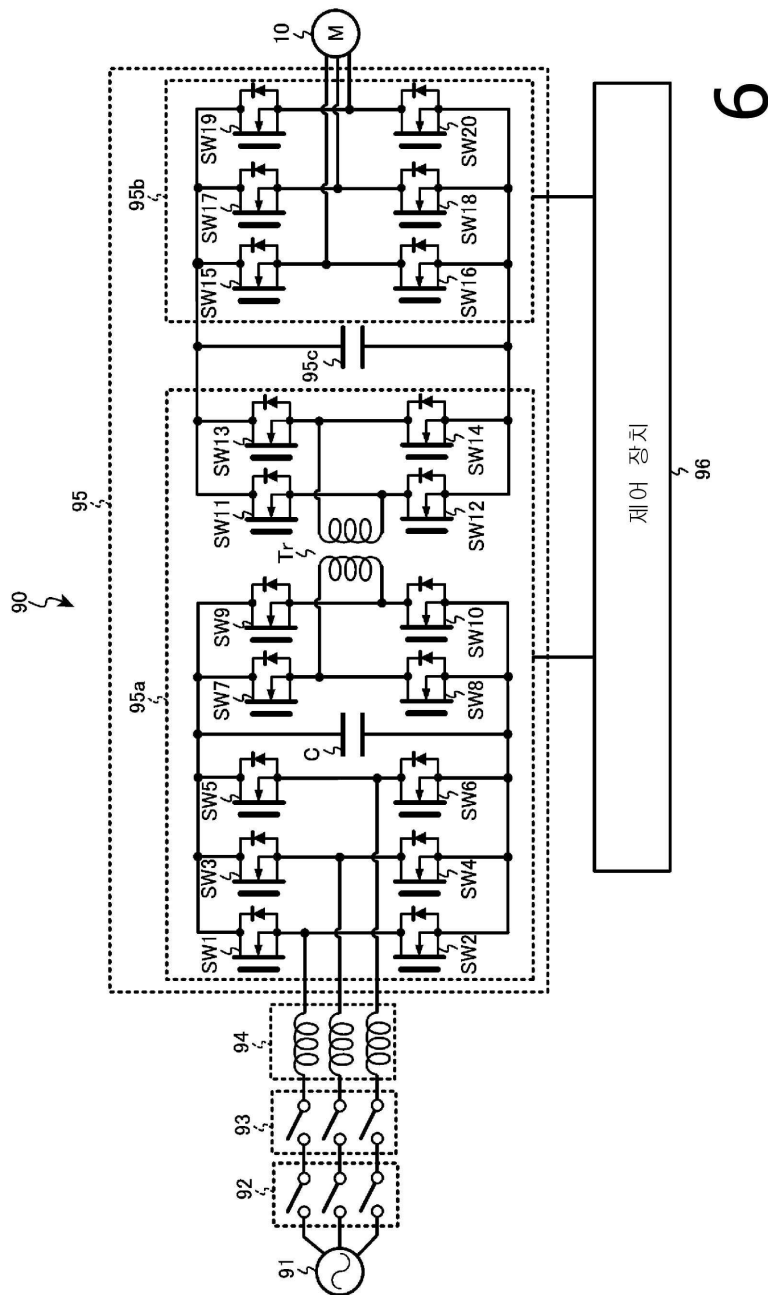
도면4



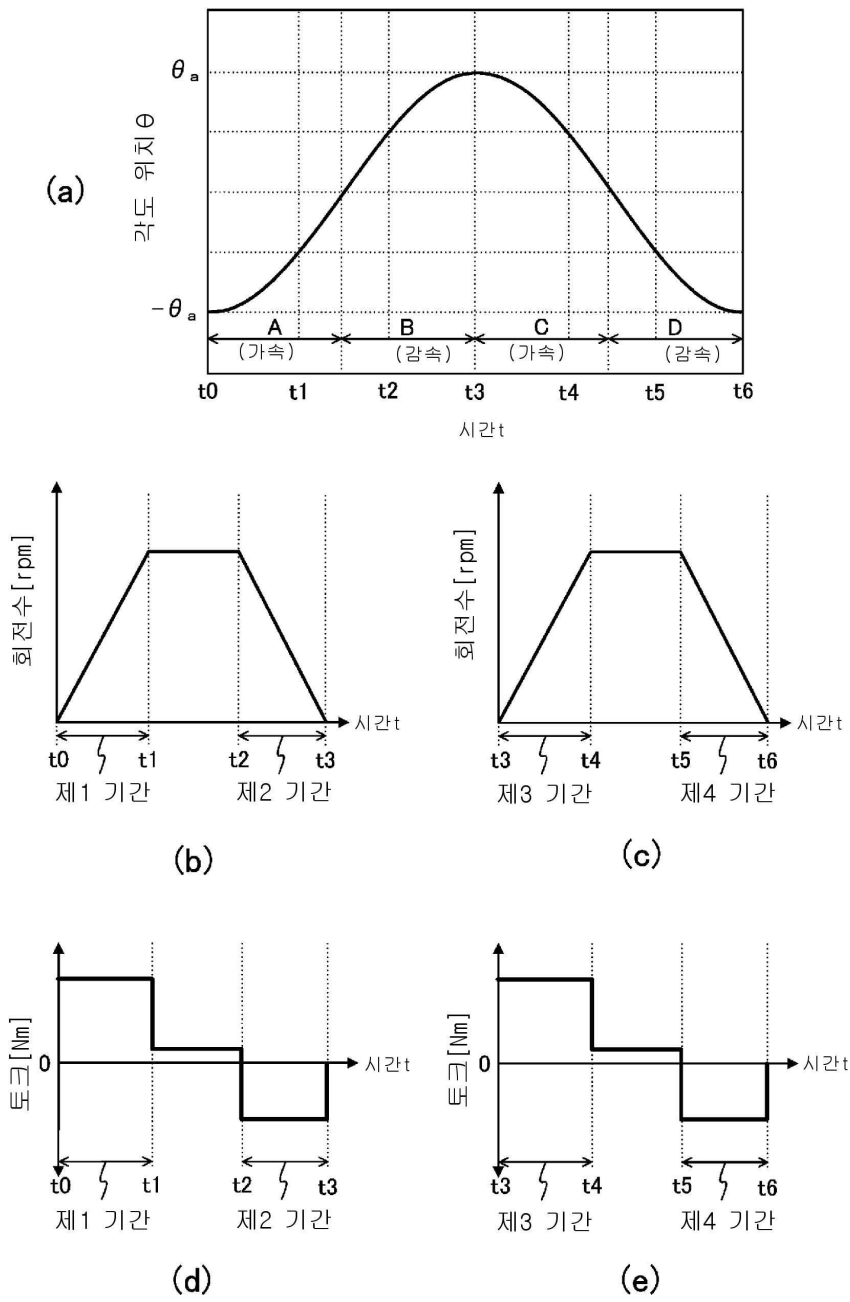
도면5



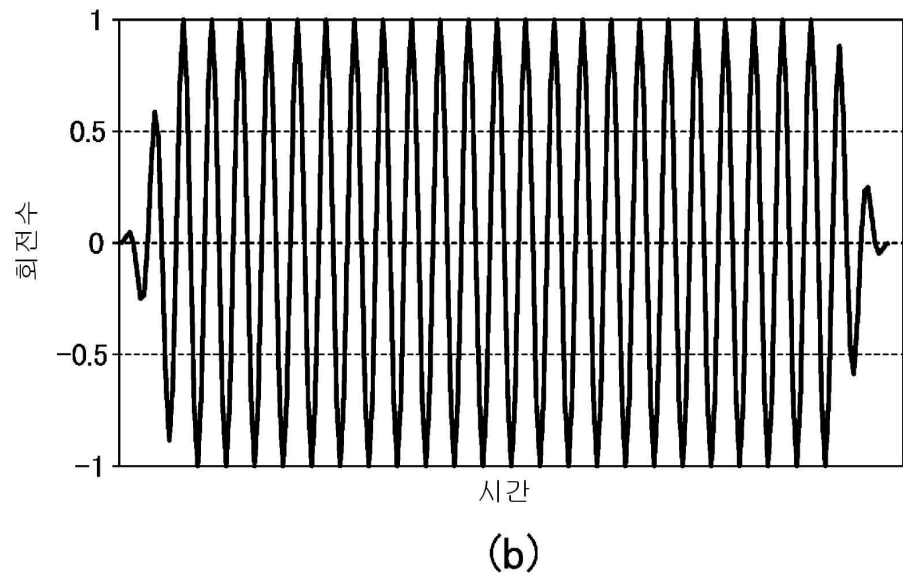
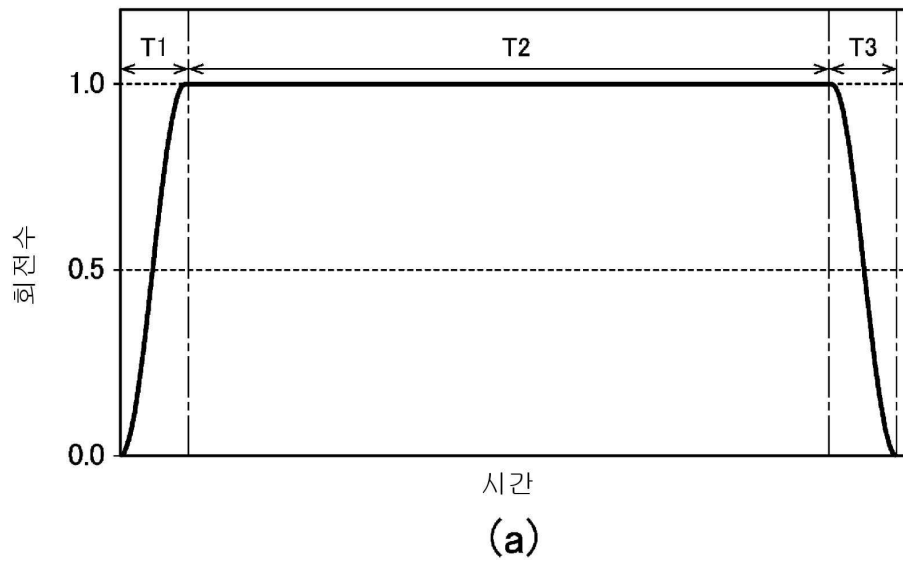
도면6



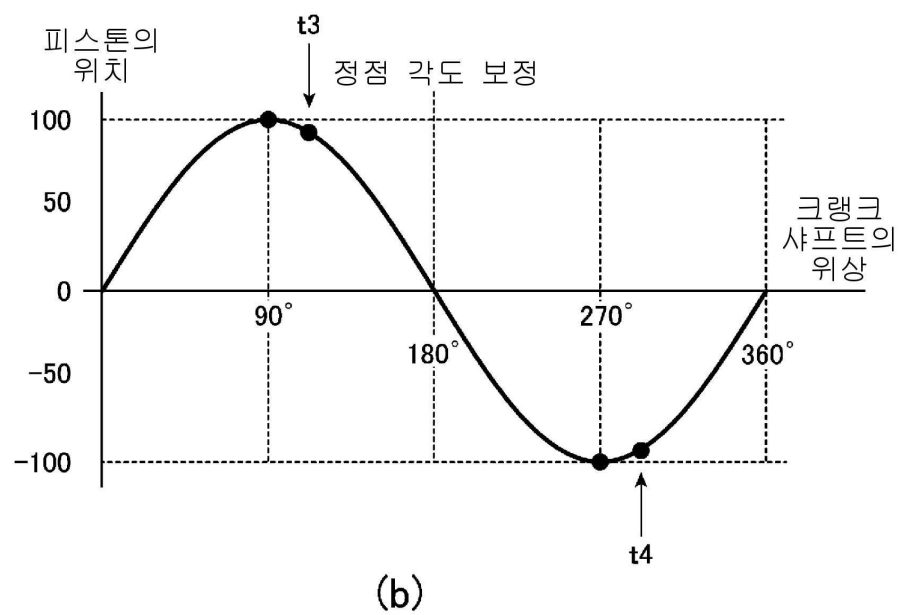
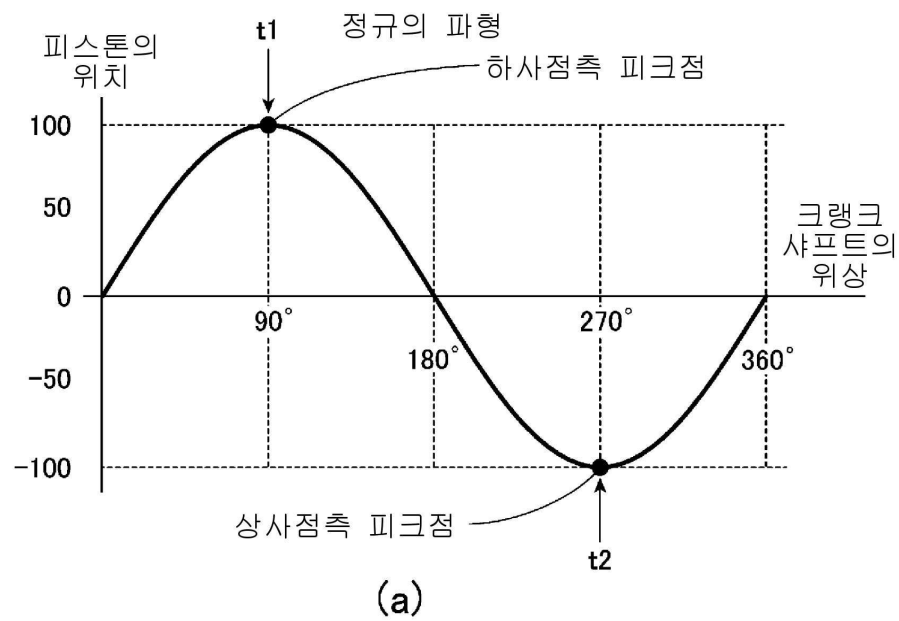
도면7



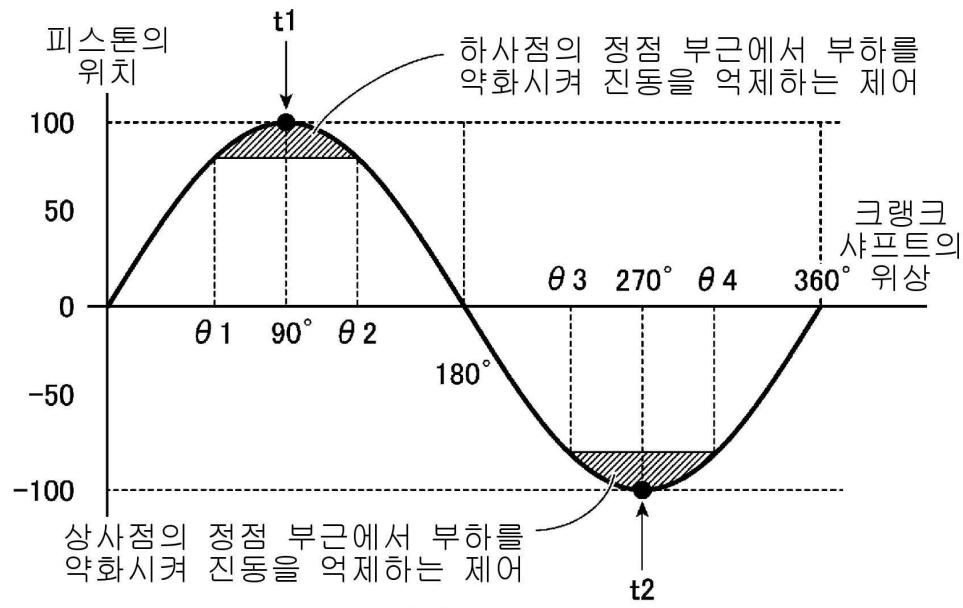
도면8



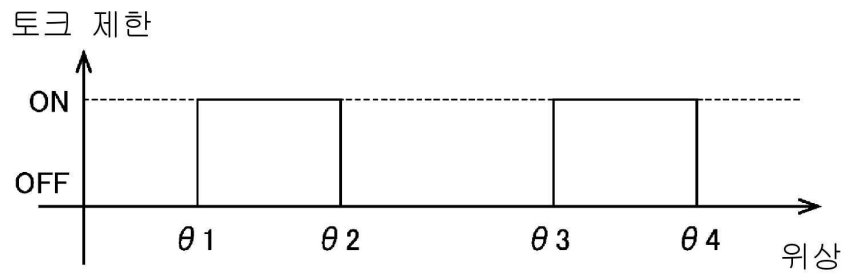
도면9



도면10

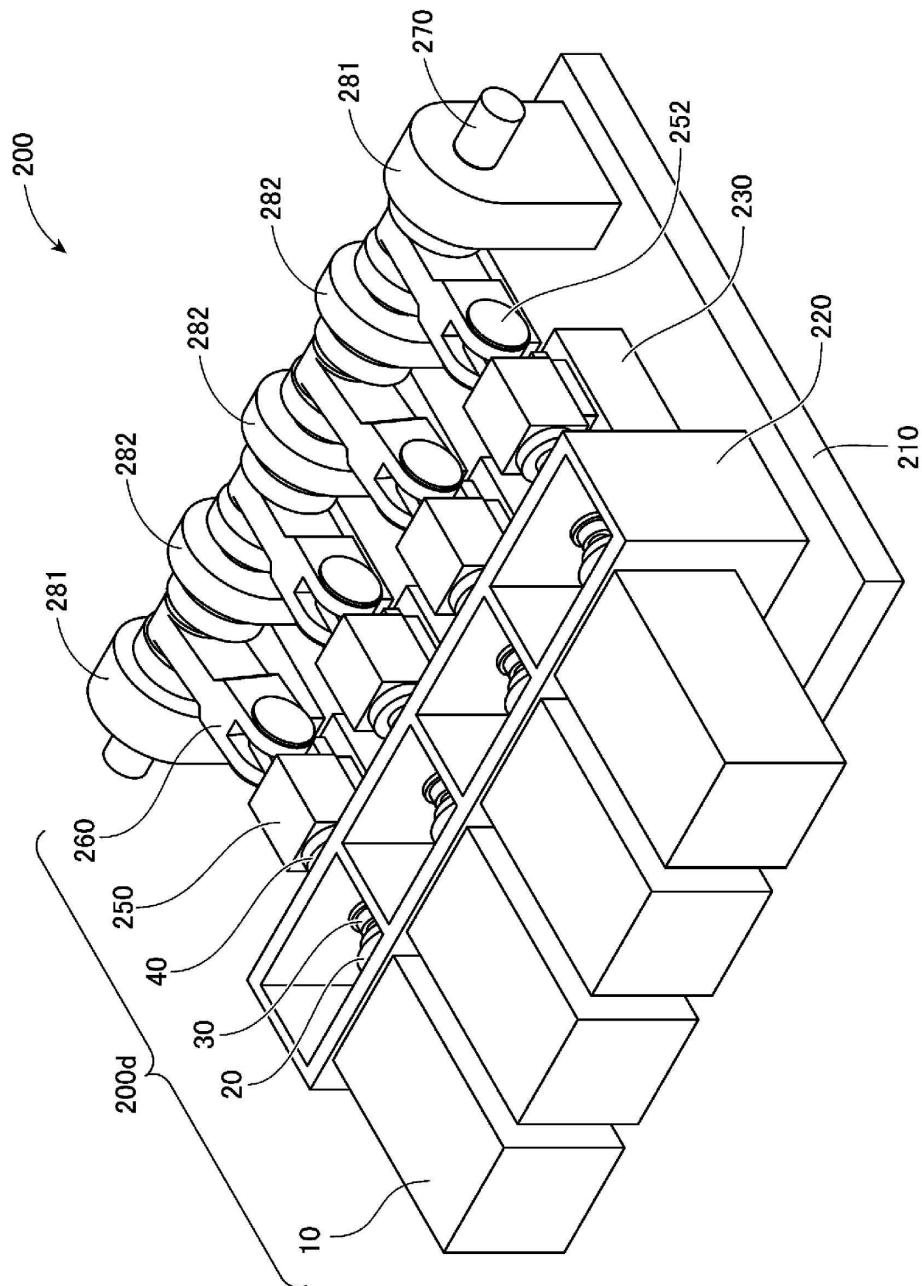


(a)

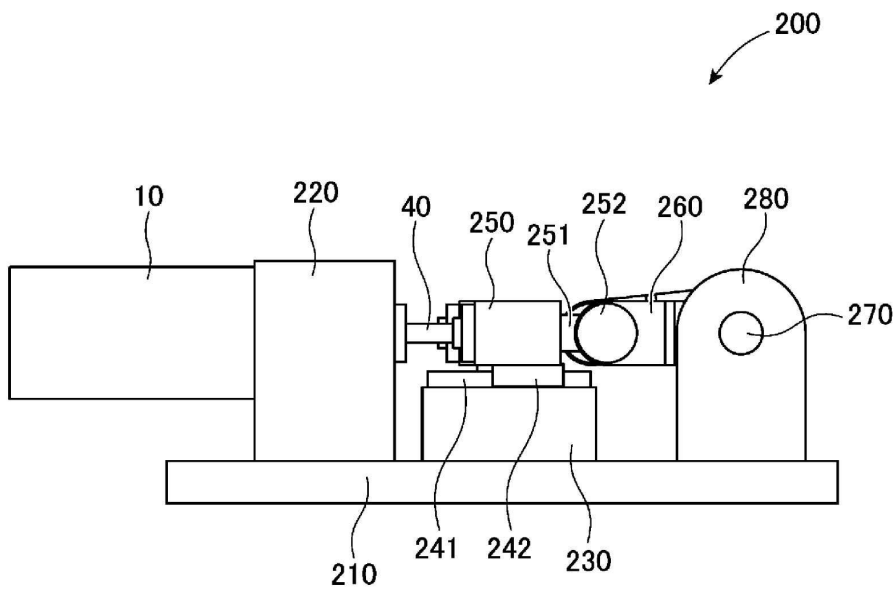


(b)

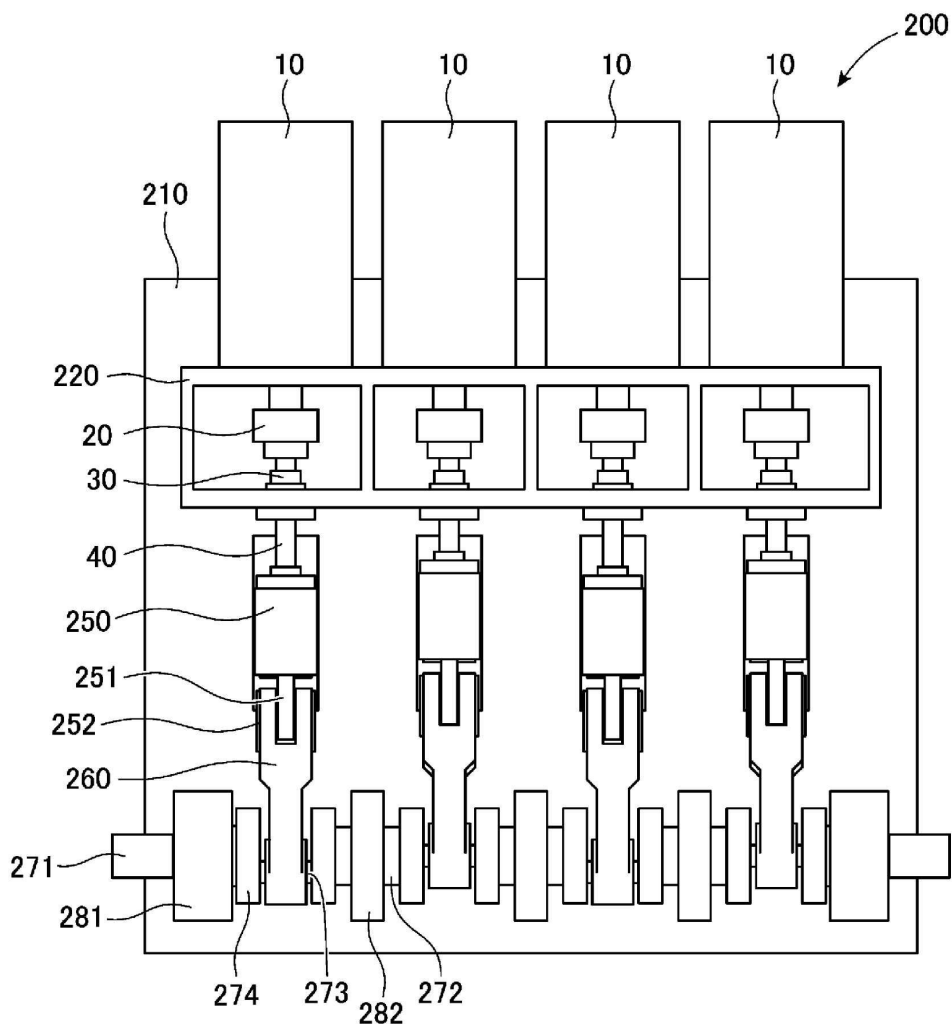
도면11



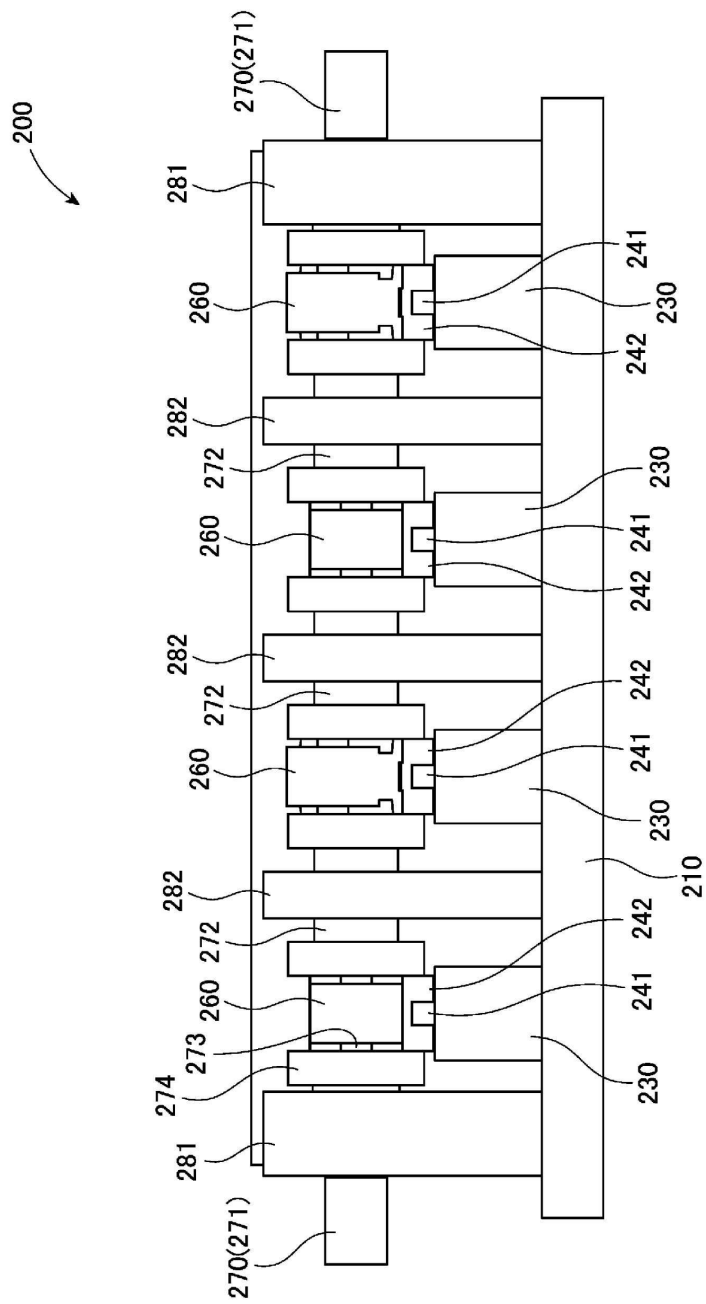
도면12



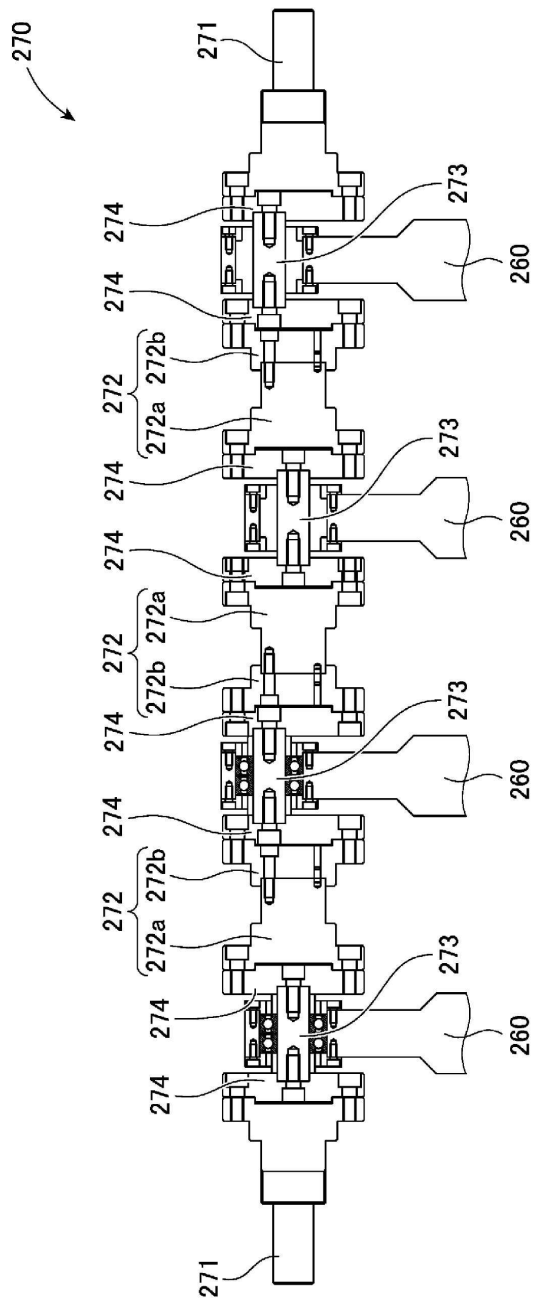
도면13



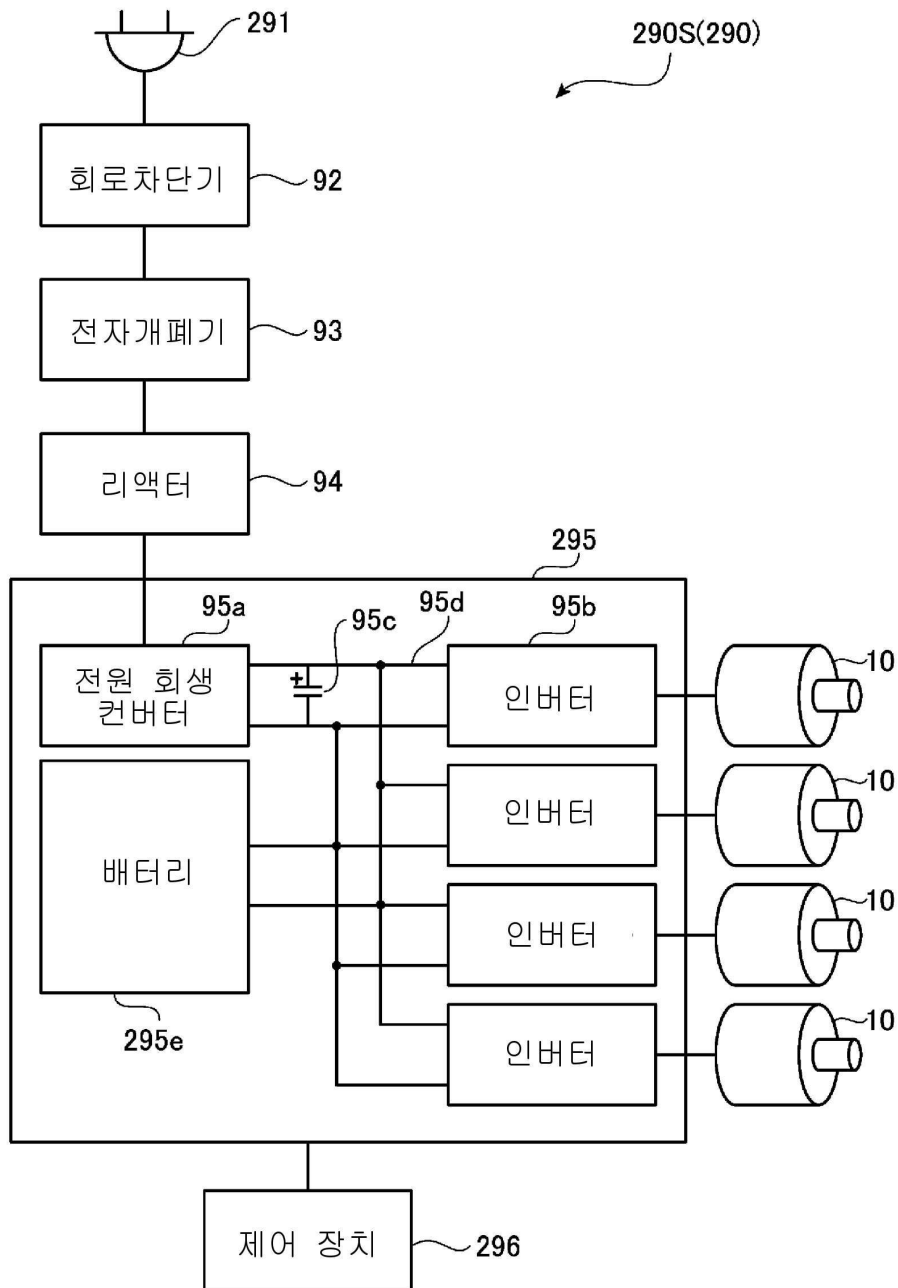
도면14



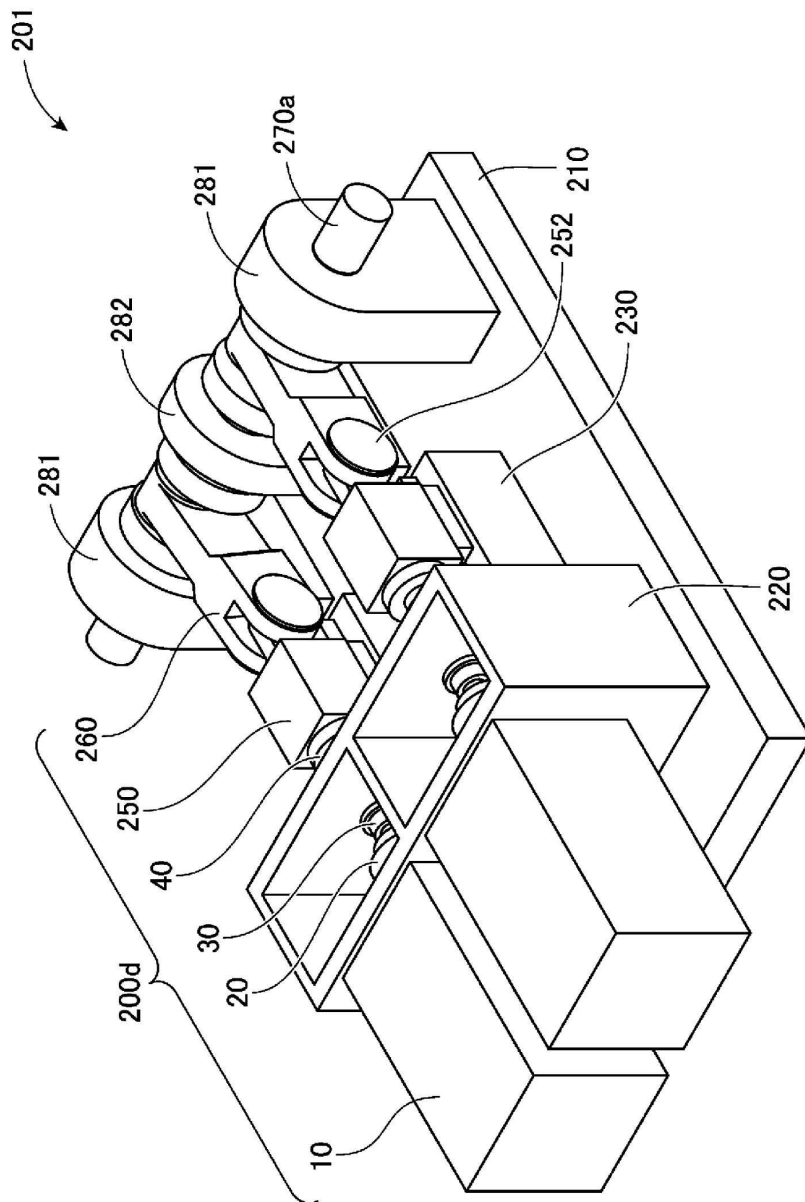
도면15



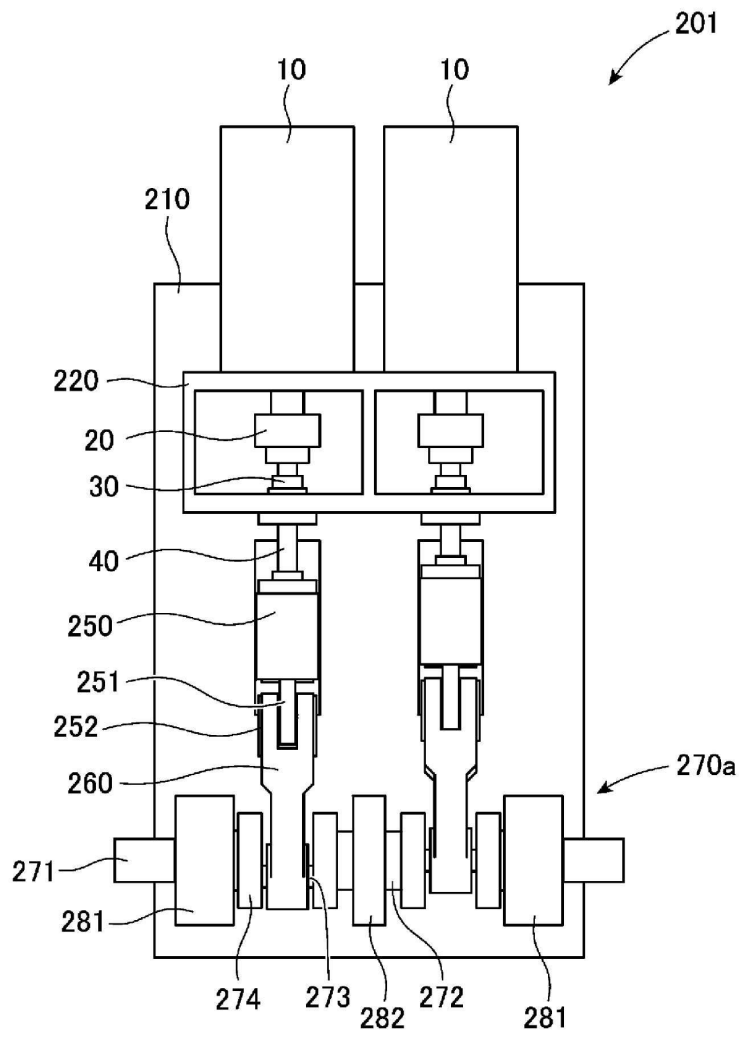
도면16



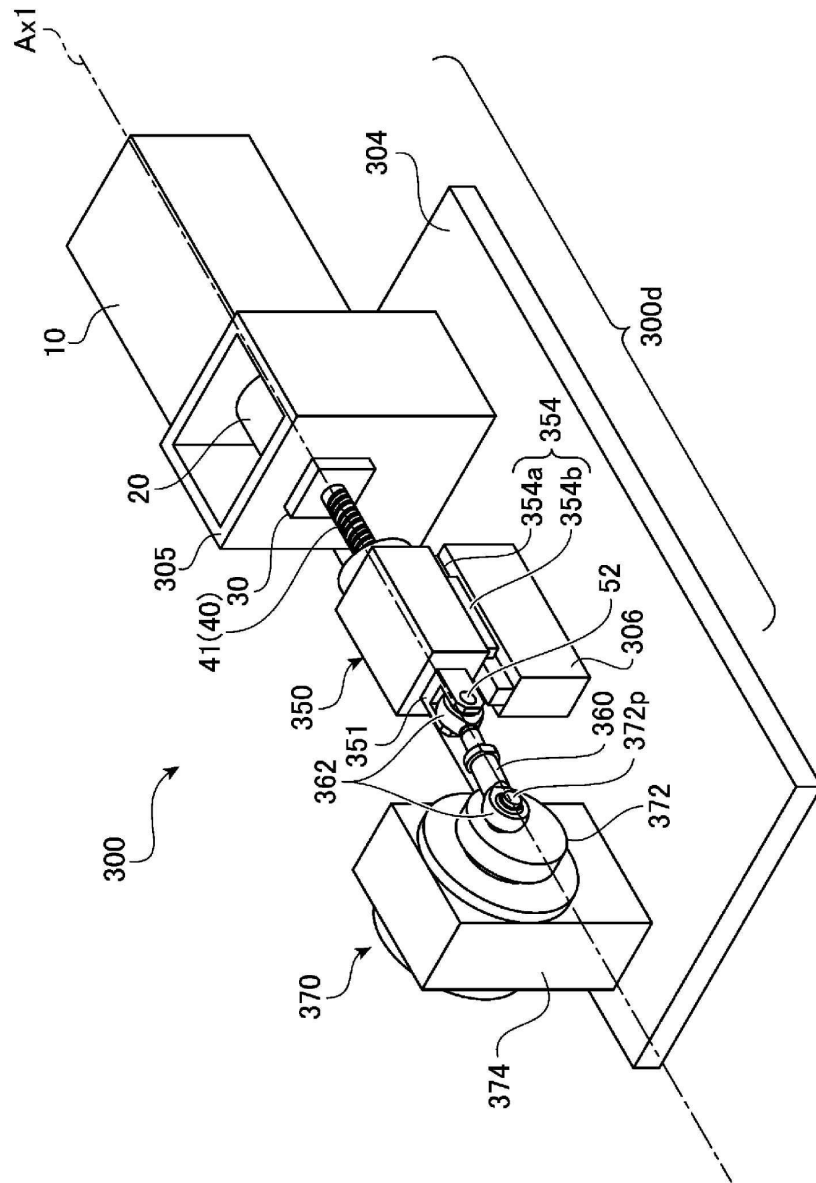
도면17



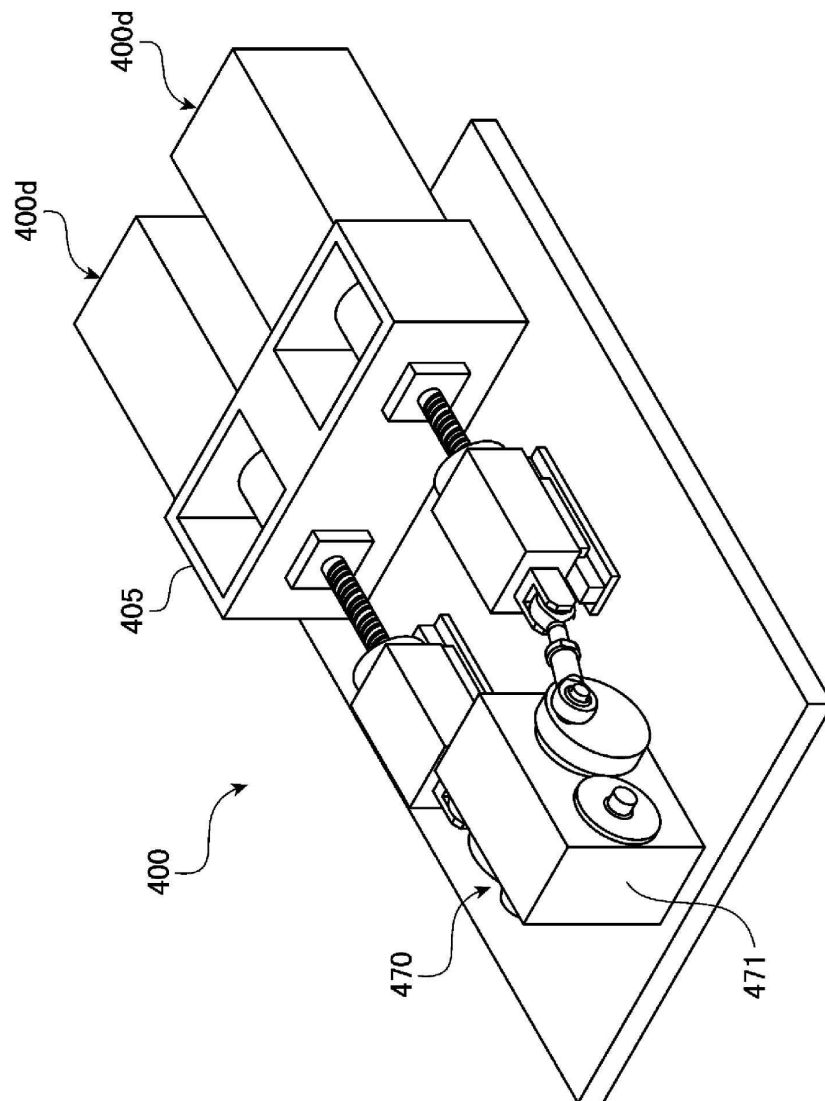
도면18



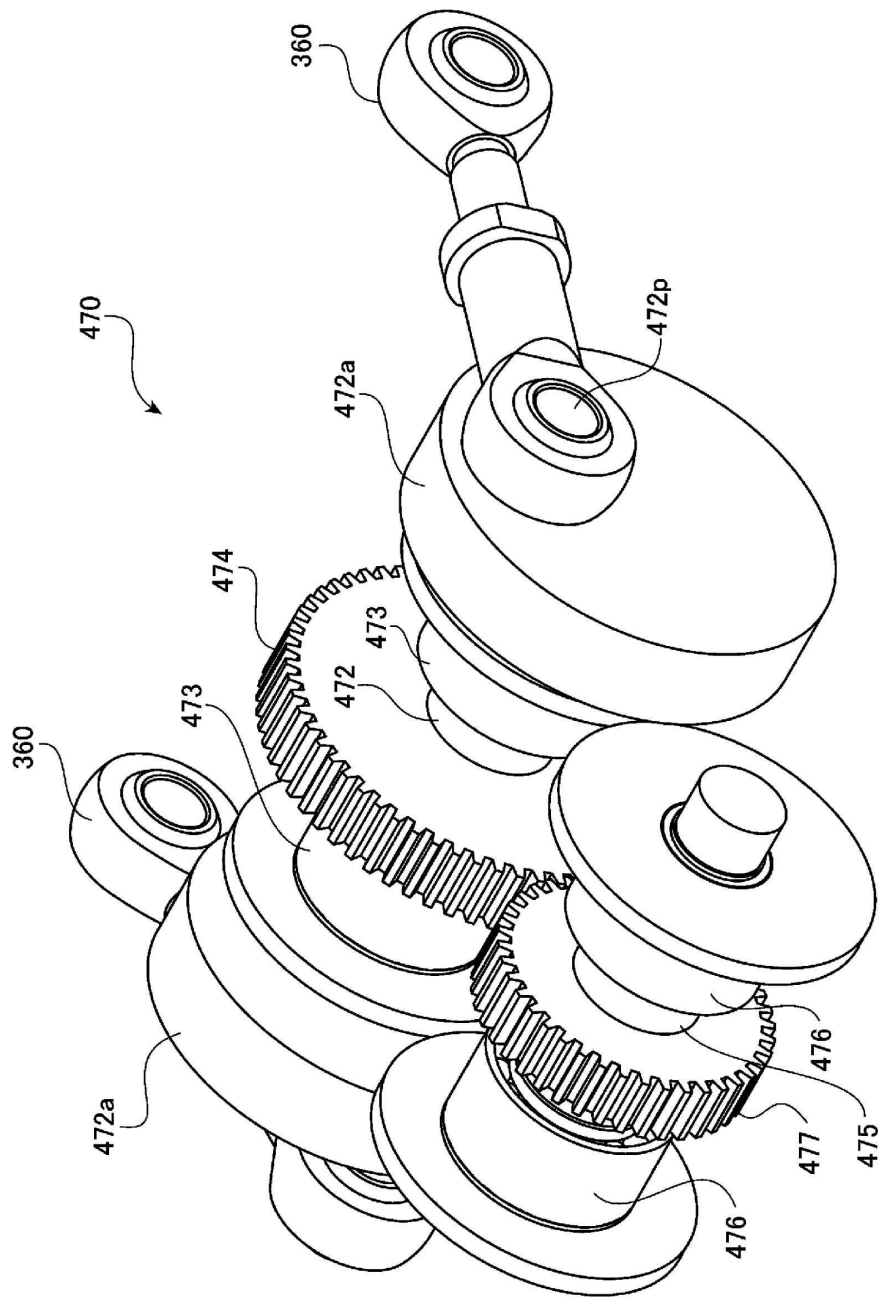
도면19



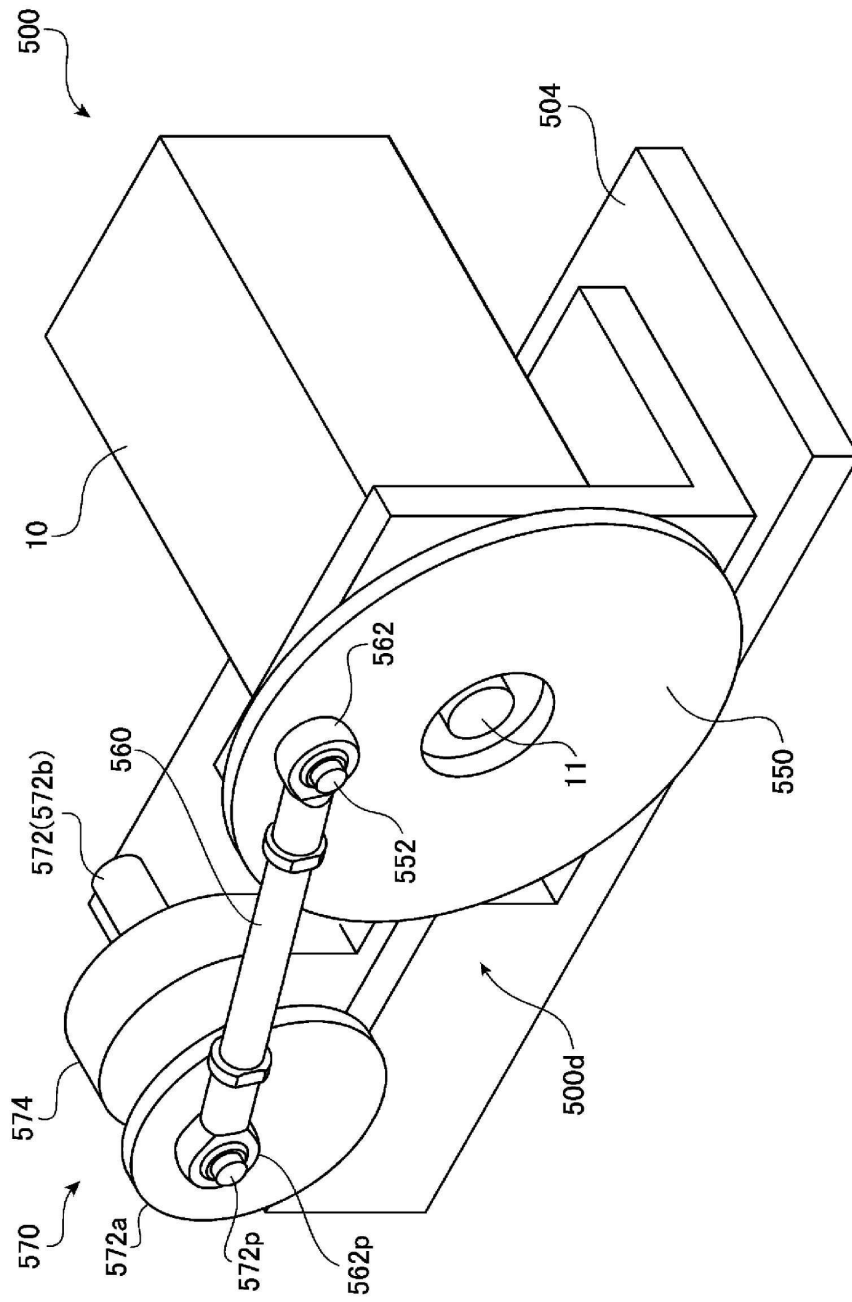
도면20



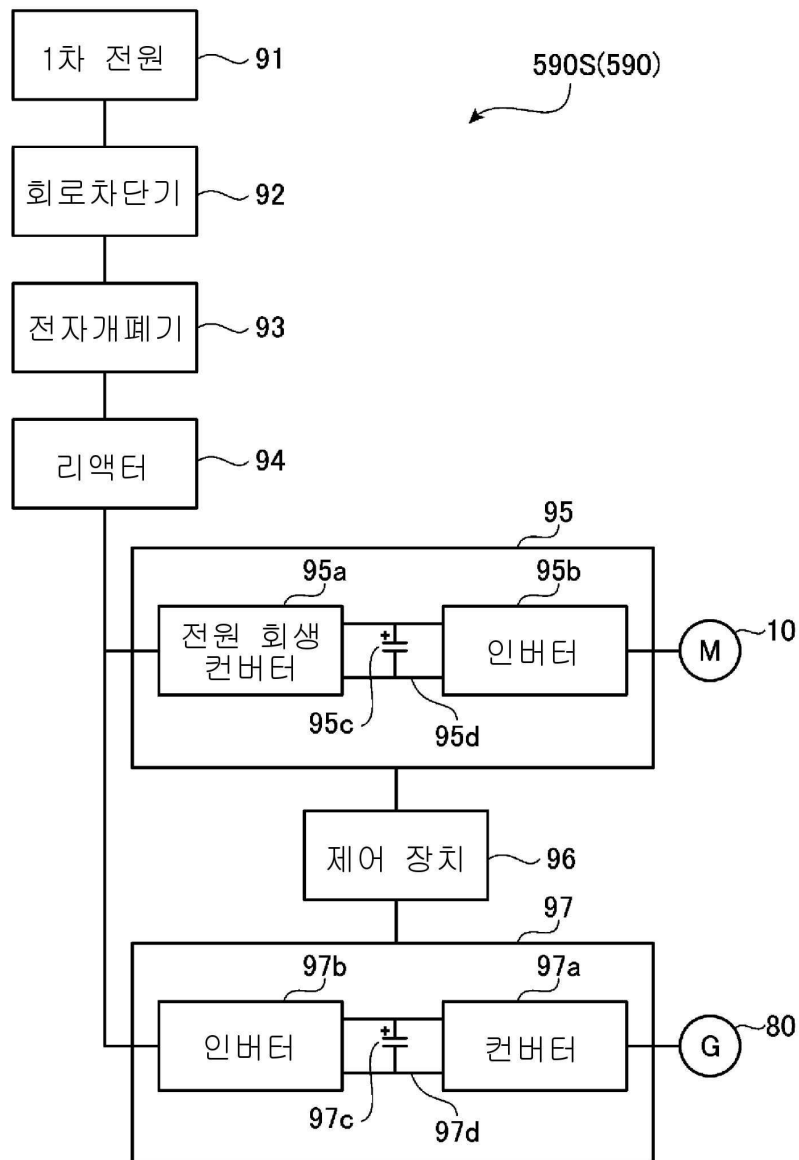
도면21



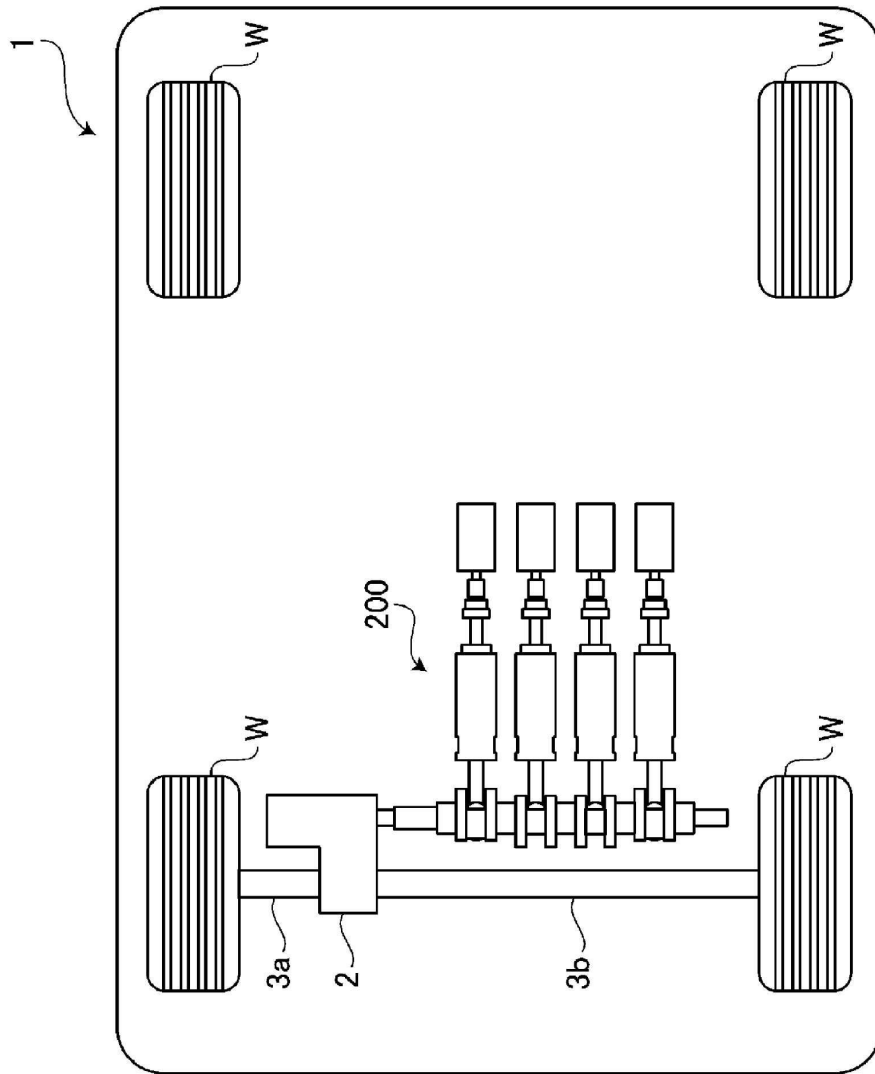
도면22



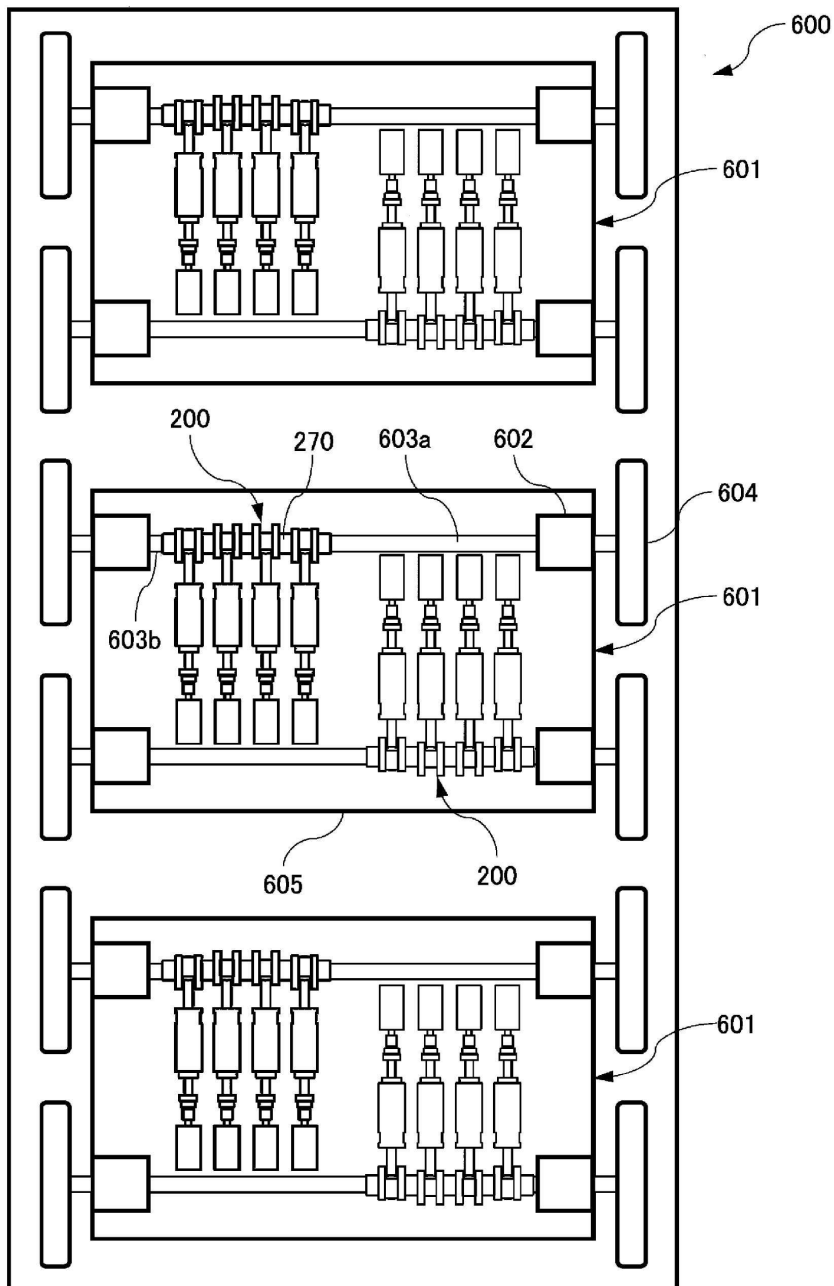
도면23



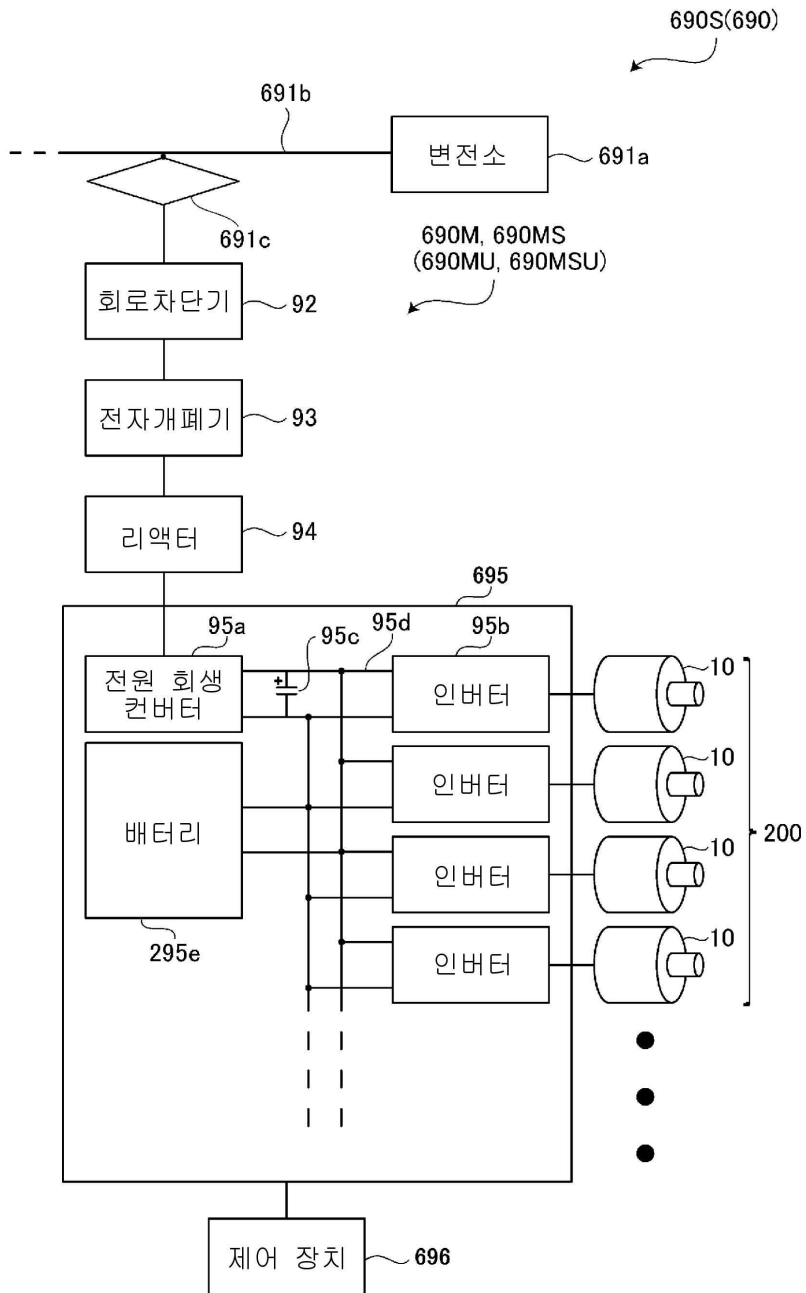
도면24



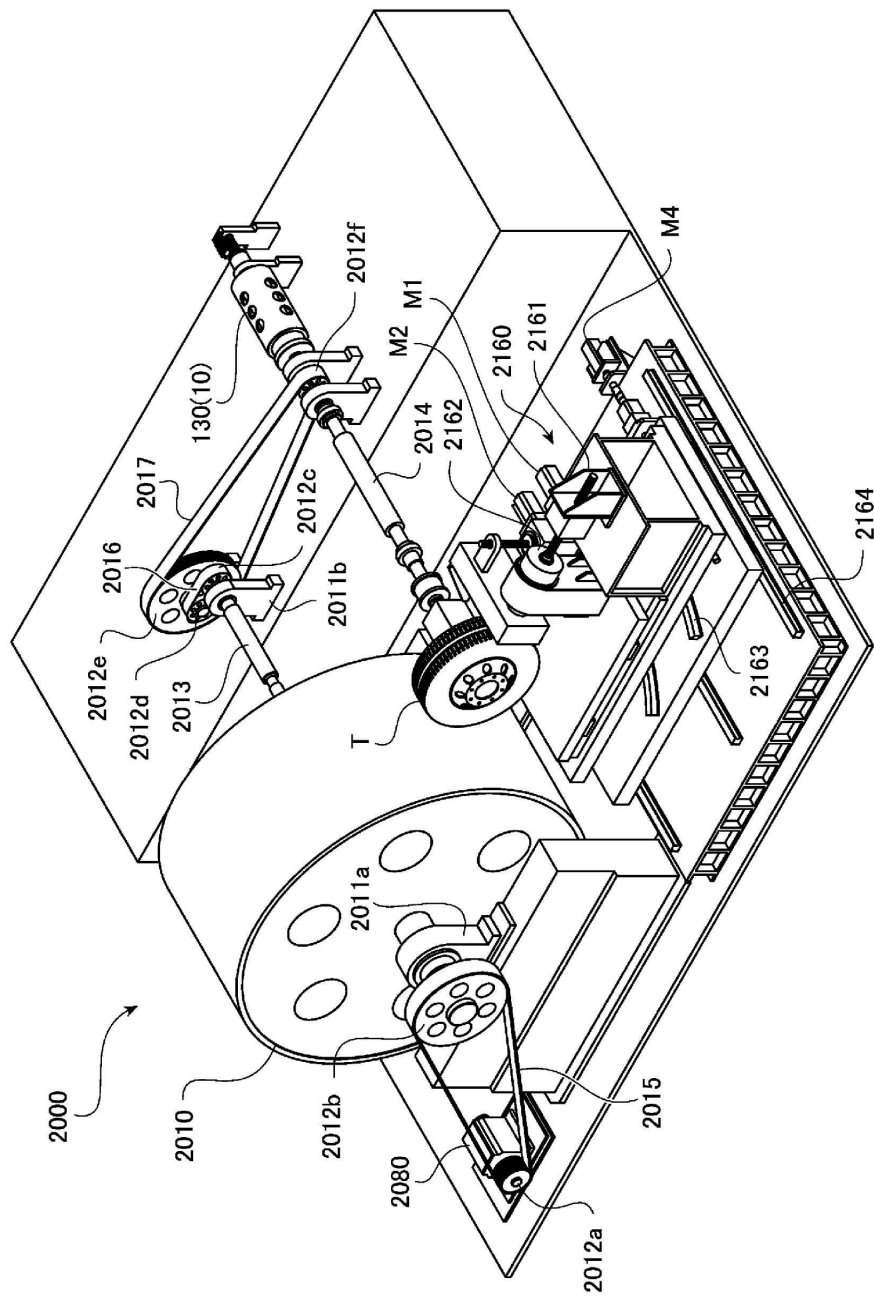
도면25



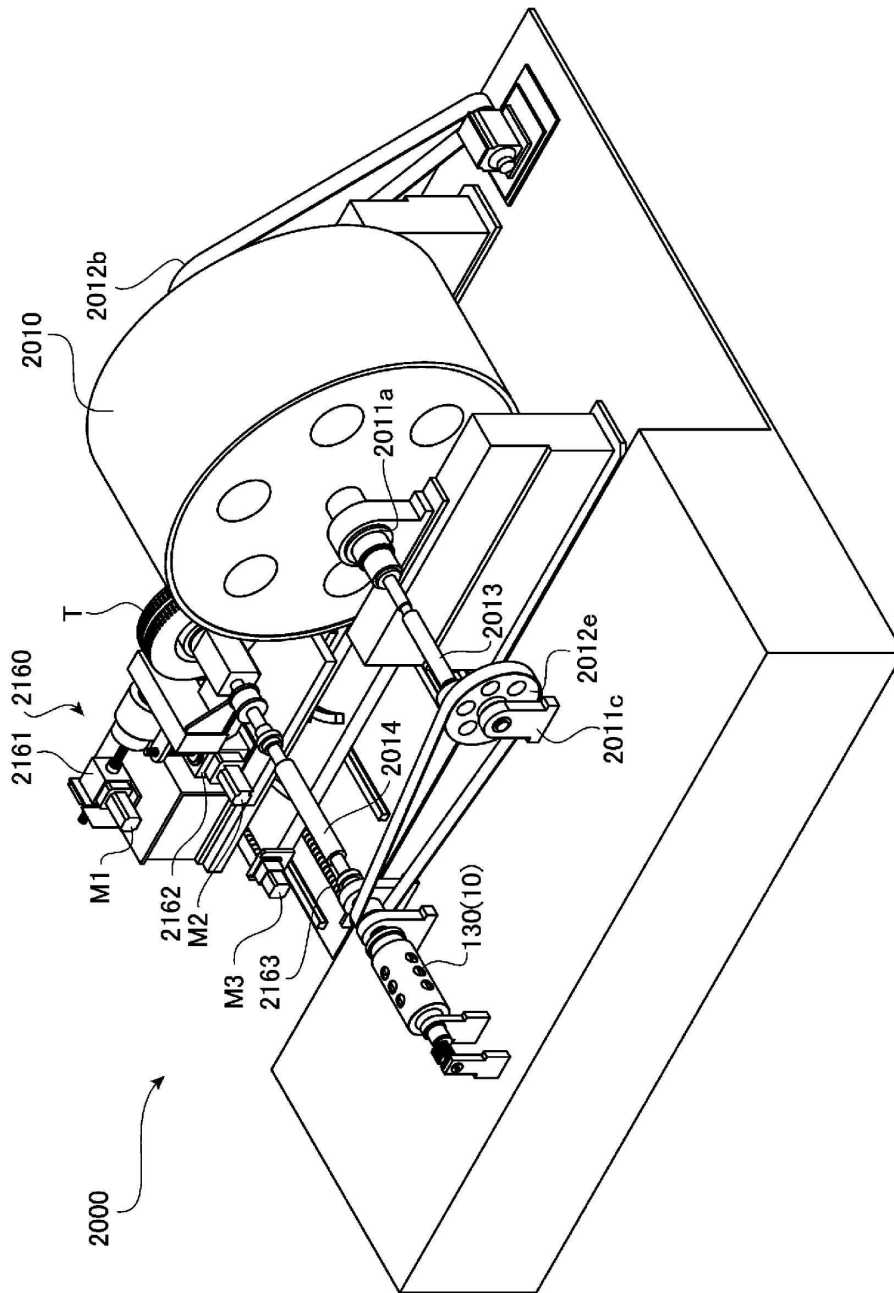
도면26



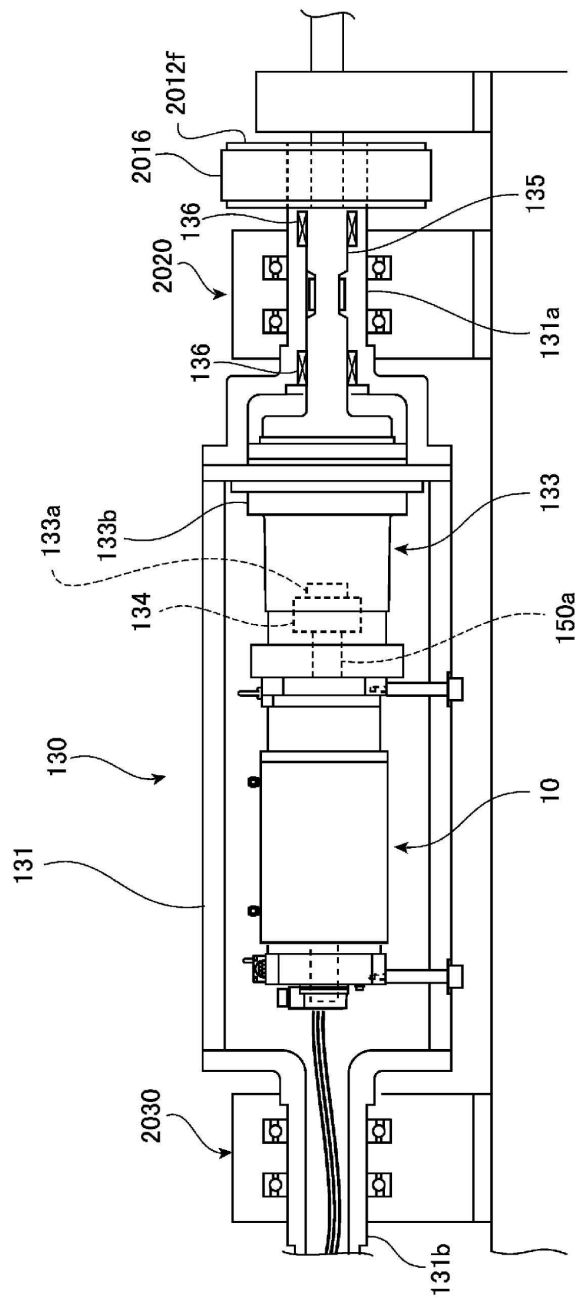
도면27



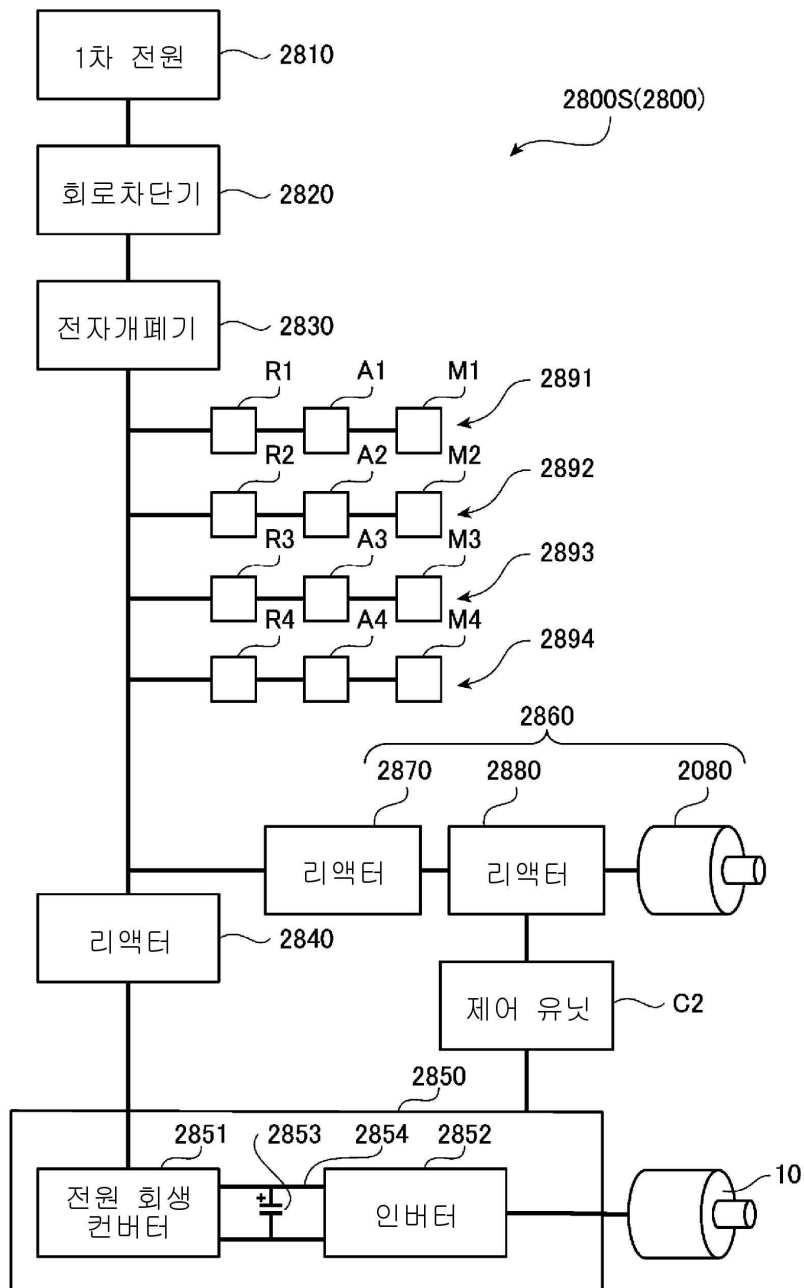
도면28



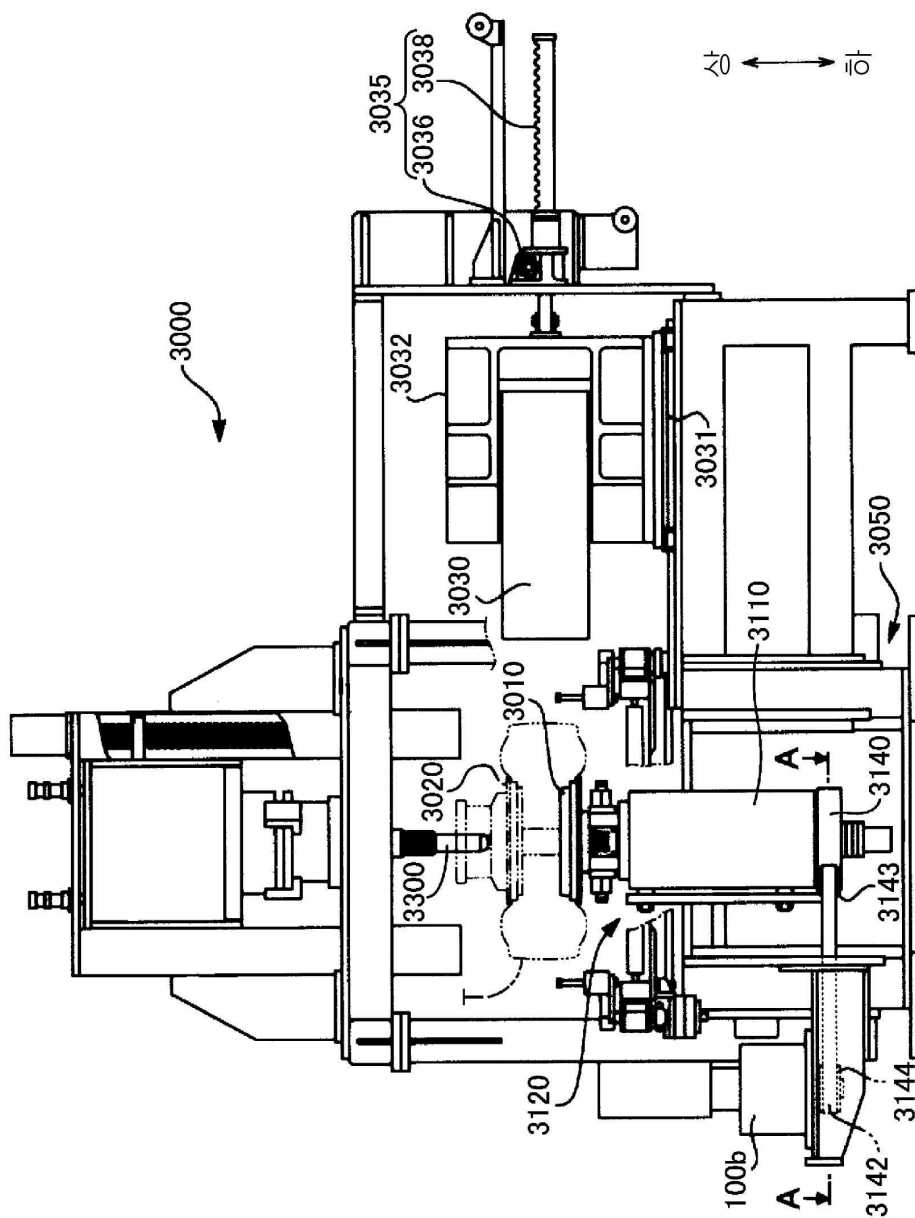
도면29



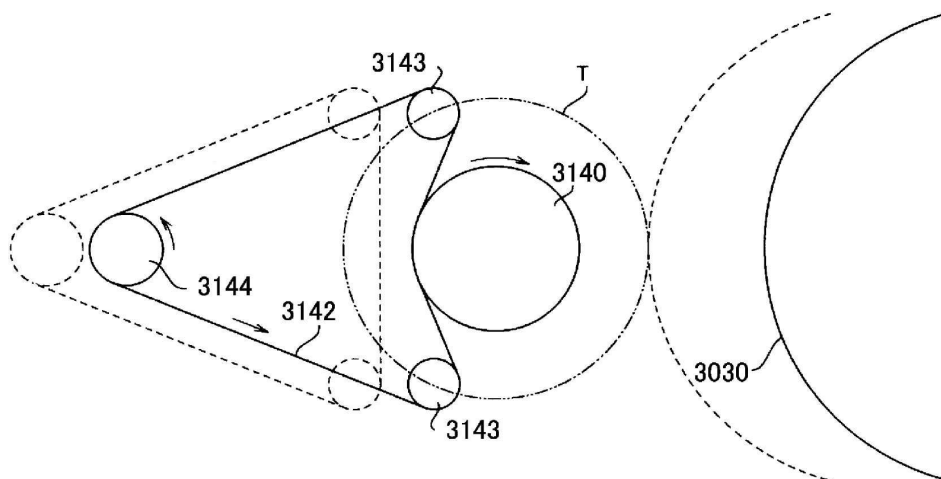
도면30



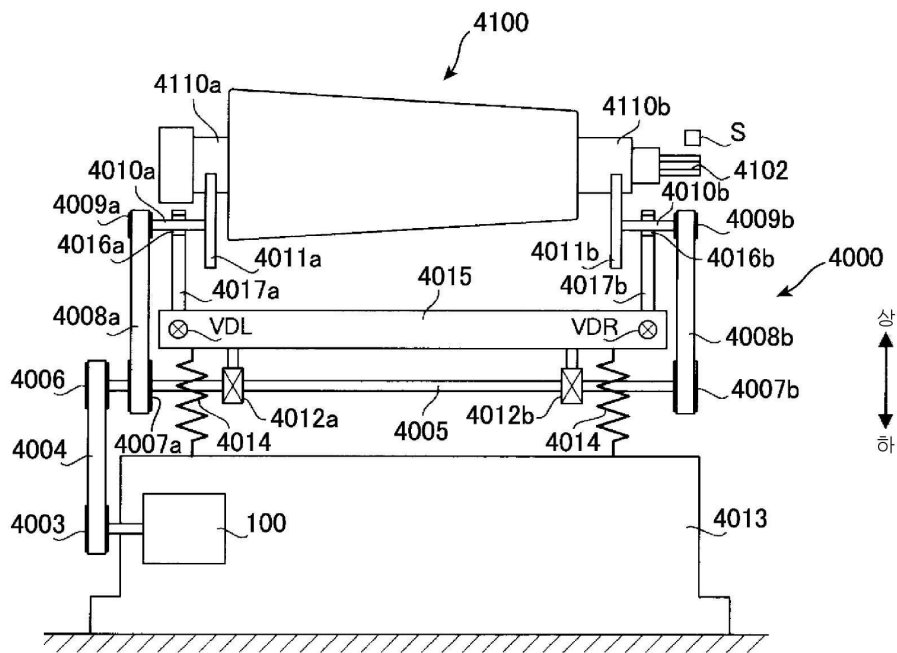
도면31



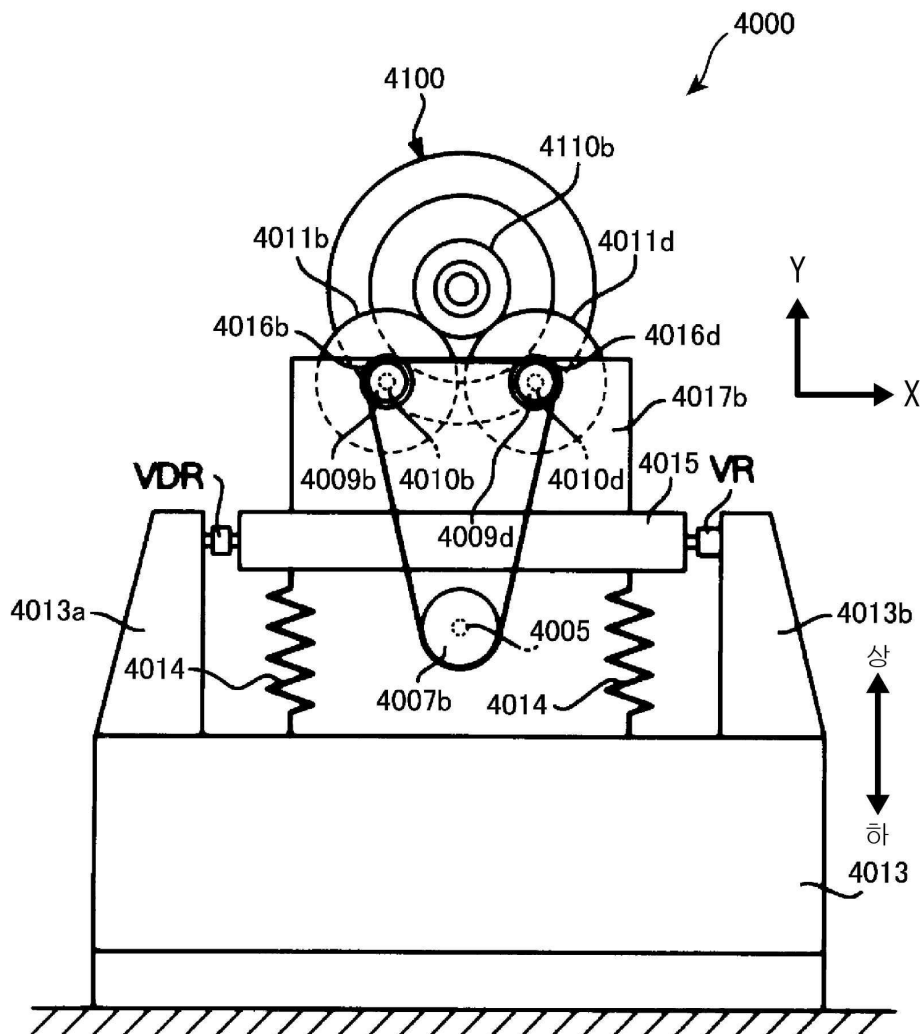
도면32



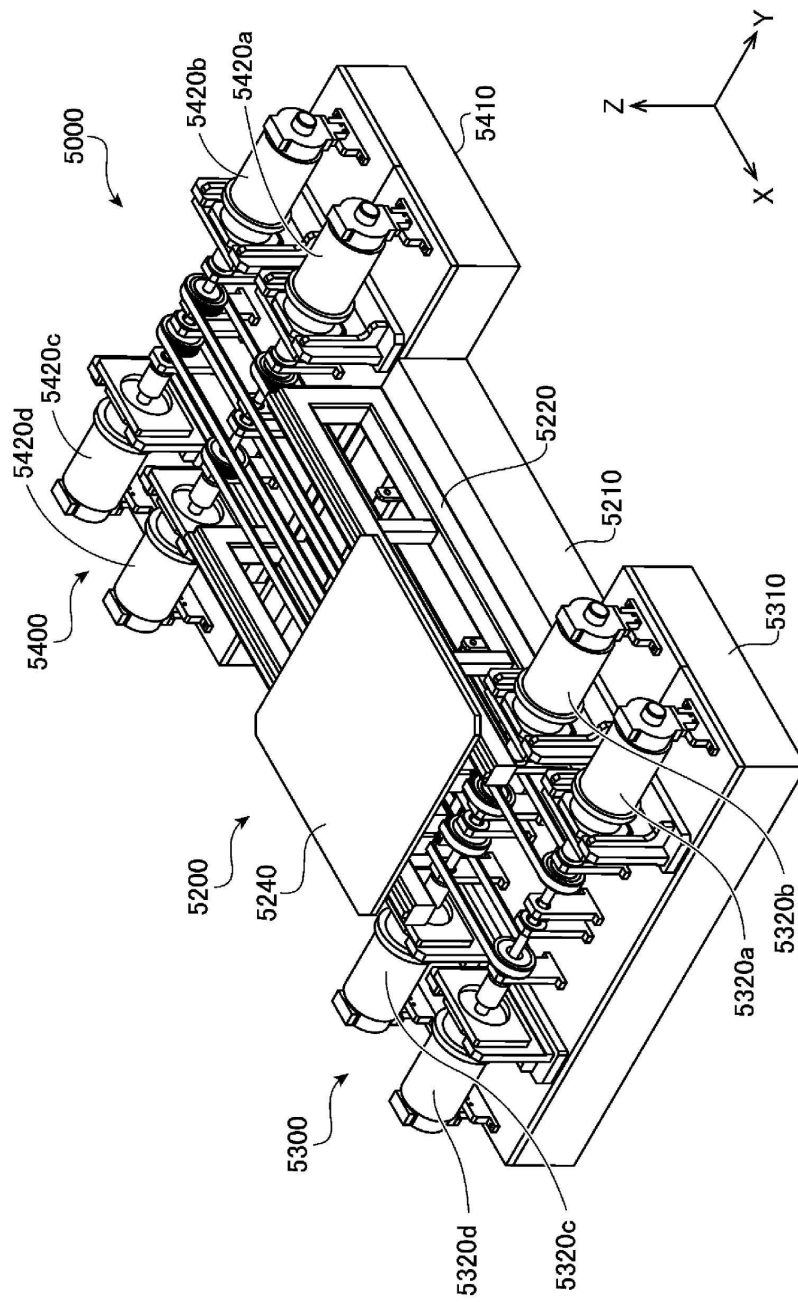
도면33



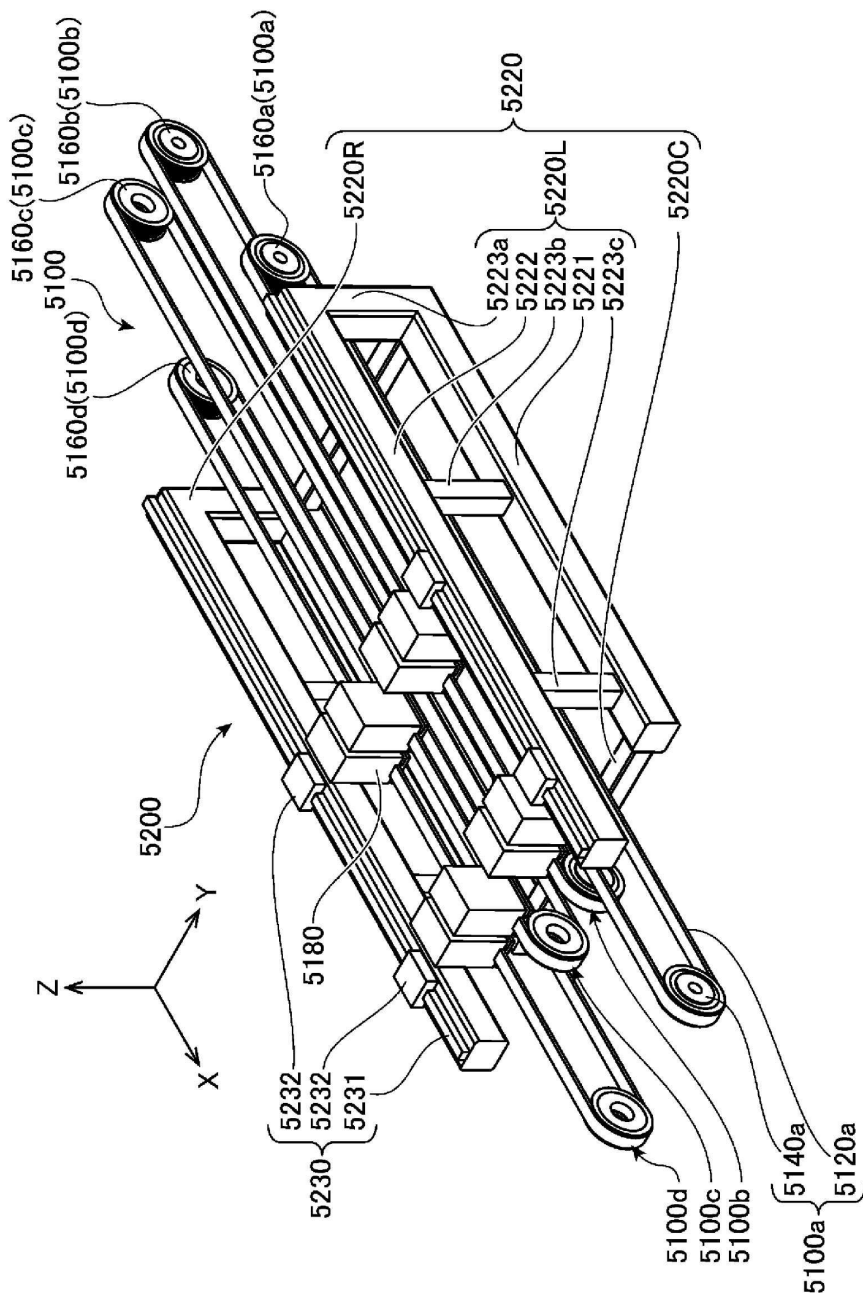
도면34



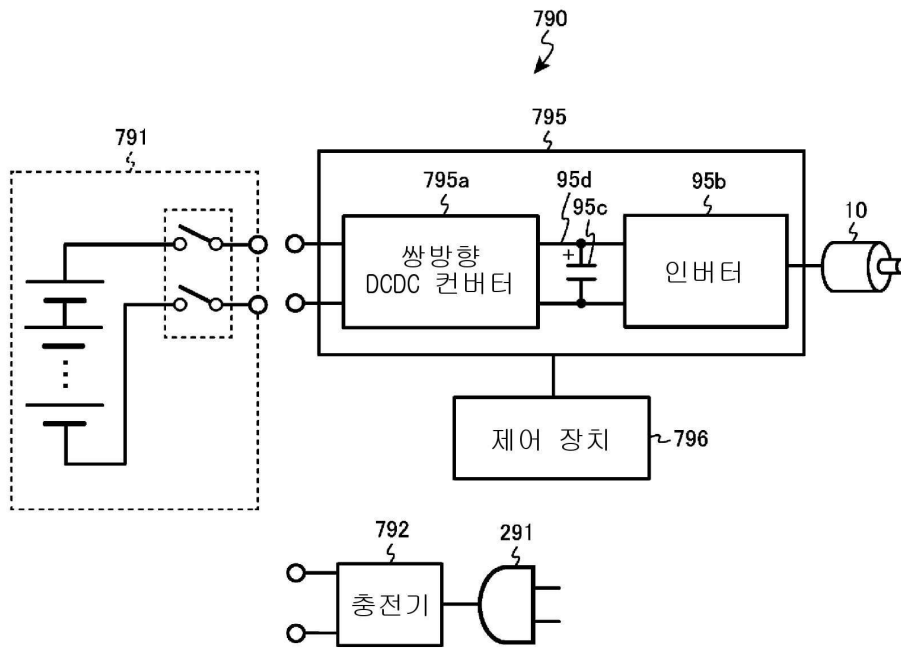
도면35



도면36



도면37



도면38

