



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년06월02일
(11) 등록번호 10-0834485
(24) 등록일자 2008년05월27일

(51) Int. Cl.

H02K 41/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2001-0081600
(22) 출원일자 2001년12월20일
심사청구일자 2006년11월28일
(65) 공개번호 10-2002-0050719
(43) 공개일자 2002년06월27일

(30) 우선권주장

JP-P-2000-00388444 2000년12월21일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌
JP05064412 A
KR100152892 B1

전체 청구항 수 : 총 5 항

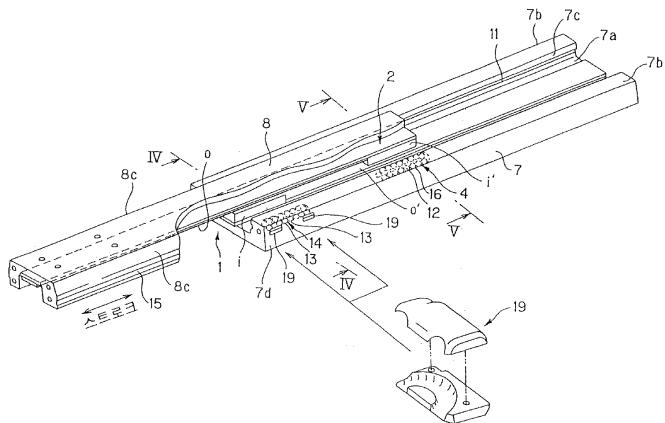
(54) 리니어 모터 및 이것을 구동원으로 하는 구동 장치

(57) 요 약

두께를 얇게 한 채, 추력(推力)을 크게 할 수 있는 리니어 모터를 구동원으로 하는 구동 장치를 제공한다.

구동 장치는 상대적으로 이동 가능한 이너 레일(inner rail)(8) 및 아우터 레일(outer rail)(7)과, 이너 레일(8) 및 아우터 레일(7)에 구동력을 부여하는 제1 및 제2 리니어 모터(1, 2)를 구비한다. 아우터 레일(7)에는 제1 리니어 모터(1)의 1차측 이동자(moval element)(i)가 장착되고, 이 1차측 이동자(i)에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되는 제2 리니어 모터(2)의 2차측 고정자(stator)(o')가 장착된다. 이너 레일(8)에는 제2 리니어 모터(2)의 1차측 이동자(i')가 장착되고, 이 제2 리니어 모터(2)의 1차측(i')에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되는 제1 리니어 모터(1)의 2차측 고정자(o)가 장착된다. 제2 리니어 모터(2)는 제1 리니어 모터(1)에 대하여 반전시킨 상태로 조합되어 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

상대적으로 이동 가능한 제1 및 제2 상대 이동체 중 한쪽 상대 이동체에 장착되는 제1 리니어 모터의 1차축과, 상기 1차축에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되어, 상기 한쪽 상대 이동체에 장착되는 제2 리니어 모터의 2차축과,
상기 제1 및 제2 상대 이동체 중 다른쪽 상대 이동체에 장착되는 제2 리니어 모터의 1차축과,
상기 제2 리니어 모터의 1차축에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되어, 상기 다른쪽 상대 이동체에 장착되는 제1 리니어 모터의 2차축을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 리니어 모터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 리니어 모터 및 상기 제2 리니어 모터는 리니어 유도 모터 또는 리니어 펄스 모터로 이루어지며, 각각의 2차축은 서로 대향하여 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 리니어 모터.

청구항 3

상대적으로 이동 가능한 제1 및 제2 상대 이동체와, 상기 제1 및 제2 상대 이동체에 구동력을 부여하는 구동력 부여 수단을 구비한 구동 장치로서,

상기 구동력 부여 수단은 제1 및 제2 상대 이동체 중 한쪽 상대 이동체의 일단축에 장착된 제1 리니어 모터의 1차축과, 상기 1차축에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되어 상기 한쪽 상대 이동체에 장착된 제2 리니어 모터의 2차축과, 상기 제1 및 제2 상대 이동체 중 다른쪽 상대 이동체에 장착된 제2 리니어 모터의 1차축과, 상기 제2 리니어 모터의 1차축에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되어 상기 다른쪽 상대 이동체에 장착된 제1 리니어 모터의 2차축을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 구동 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 상대 이동체에 대하여 상기 제2 상대 이동체가 상기 상대 이동 방향으로 이동하는 것을 안내하는 제1 및 제2 안내 수단이 상기 상대 이동 방향으로 설치되고,

상기 제1 안내 수단은 상기 제1 상대 이동체에 설치되고, 상기 제2 안내 수단은 상기 제2 상대 이동체에 설치되고,

상기 제1 리니어 모터는 상기 상대 이동 방향에서의, 상기 제1 안내 수단의 위치와 동일 위치에서 추력(推力)을 발생시키고,

상기 제2 리니어 모터는 상기 상대 이동 방향에서의, 상기 제2 안내 수단의 위치와 동일 위치에서 추력을 발생시키는 것을 특징으로 하는 구동 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 상대 이동체에 상기 제1 리니어 모터의 1차축이 장착되고,

상기 제1 안내 수단은 상기 상대 이동 방향에서의, 상기 제1 리니어 모터의 1차축과 동일한 위치에서 상기 제1 상대 이동체에 고정되고,

상기 제2 이동체에 상기 제2 리니어 모터의 1차축이 고정되고,

상기 제2 안내 수단은 상기 상대 이동 방향에서의, 상기 제2 리니어 모터의 1차축과 동일한 위치에서 상기 제2 상대 이동체에 고정되어 있는 것을 특징으로 하는 구동 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <17> 본 발명은 리니어 모터 및 구동원으로서 리니어 모터를 사용한 구동 장치에 관한 것이다.
- <18> 최근, 테이블의 직선 운동을 안내하여 위치 결정하는 위치 결정 테이블이 공작 기계, 산업용 로봇 등에 많이 사용되고 있다. 테이블을 고속으로 작동시키는 요구에 따라, 구동원으로서 볼 나사에 대신하여 리니어 모터를 사용하는 일도 많아지고 있다. 일반적으로, 리니어 모터는 1차측 이동자(movable element)와 평판형의 2차측 고정자(stator)를 가진다. 자장(磁場)의 변화에 의해 1차측 이동자에 추력(推力)이 주어지고, 1차측 이동자가 2차측 고정자 위를 직선적으로 이동한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <19> 테이블을 고속으로 이동시키기 위해서는 리니어 모터의 큰 추력이 요구된다. 추력을 크게 한 리니어 모터로서, 단일의 2차측 고정자를 끼우도록, 2차측 고정자의 양측에 한 쌍의 1차측 이동자를 설치한 양측식의 리니어 모터가 알려져 있다.
- <20> 그러나, 이 양측식의 리니어 모터에 있어서는, 2차측 고정자의 양측에 1차측 이동자가 설치되므로, 리니어 모터의 두께가 두껍게 되어 버린다고 하는 문제가 있다.
- <21> 그래서, 본 발명은 그 두께를 얇게 한 채, 추력을 크게 할 수 있는 리니어 모터 및 이것을 구동원으로 하는 구동 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <22> 이하, 본 발명에 대하여 설명한다. 그리고, 본 발명의 이해를 용이하게 하기 위해 첨부 도면의 참조 번호를 괄호 기입으로 부기하지만, 그것에 의해 본 발명이 도시한 형태에 한정되는 것은 아니다.
- <23> 본 발명자는 추력을 2배로 하고, 또한 리니어 모터를 얇게 하기 위해 리니어 모터를 제1 리니어 모터와 제2 리니어 모터로 구성하고, 제2 리니어 모터를 제1 리니어 모터에 대하여 반전시켜 조합했다. 구체적으로는, 청구항 1의 발명은, 상대적으로 이동 가능한 제1 및 제2 상대 이동체(7, 8) 중 어느 한쪽(7)에 장착되는 제1 리니어 모터(1)의 1차측(i)과, 이 1차측(i)에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되어, 상기 한쪽(7)에 장착되는 제2 리니어 모터(2)의 2차측(o')과, 상기 제1 및 제2 상대 이동체(7, 8)의 다른 쪽(8)에 장착되는 제2 리니어 모터(2)의 1차측(i')과, 이 제2 리니어 모터(2)의 1차측(i')에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되어, 상기 다른 쪽(8)에 장착되는 제1 리니어 모터(1)의 2차측(o)을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 리니어 모터에 의해, 전술한 과제를 해결했다.
- <24> 이 발명에 의하면, 리니어 모터를 2조 내장함으로써, 추력을 2배로 할 수 있고, 또 여자(勵磁)가 평균화되어 그 움직임이 원활하게 된다. 또한, 제2 리니어 모터를 제1 리니어 모터에 대하여 반전시켜 조합하고 있으므로, 리니어 모터 전체의 두께를 제1 리니어 모터 또는 제2 리니어 모터 단체(單體)를 설치한 경우의 두께까지 얇게 할 수 있다.
- <25> 또, 청구항 2의 발명은 청구항 1 기재의 리니어 모터에 있어서, 상기 제1 리니어 모터(1) 및 상기 제2 리니어 모터(2)는 리니어 유도 모터 또는 리니어 펠스 모터로 이루어지며, 각각의 2차측(o, o')은 서로 대향하여 배치되어 있는 것을 특징으로 한다.
- <26> 상기 제1 리니어 모터 및 상기 제2 리니어 모터로서, 예를 들면, 리니어 직류 모터를 사용하는 경우, 2차측 마그넷끼리의 간격이 짧을 때, 마그넷 사이에 교번(交番) 자계가 발생하여 작동 불량이 될 우려가 있다. 본 발명에 의하면, 2차측으로서 마그넷을 사용하지 않는 리니어 유도 모터 및 리니어 펠스 모터를 사용하므로, 교번 자계를 발생하게 할 우려가 없다. 단, 2차측의 거리를 어느 정도 크게 잡을 수 있다면, 서로 영향을 미치지 않으므로, 리니어 직류 모터도 사용 가능하다.
- <27> 또한, 청구항 3의 발명은 상대적으로 이동 가능한 제1 및 제2 이동체(7, 8)와, 상기 제1 및 제2 상대 이동체(7,

8)에 구동력을 부여하는 구동력 부여 수단을 구비한 구동 장치로서, 상기 구동력 부여 수단은 제1 및 제2 상대 이동체(7, 8) 중 어느 한쪽(7)에 장착되는 제1 리니어 모터(1)의 1차측(i)과, 이 1차측(i)에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되어 상기 한쪽(7)에 장착되는 제2 리니어 모터(2)의 2차측(o')과, 상기 제1 및 제2 상대 이동체(7, 8)의 다른 쪽에 장착되는 제2 리니어 모터(2)의 1차측(i')과, 이 제2 리니어 모터(2)의 1차측(i')에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되어 상기 다른 쪽(8)에 장착되는 제1 리니어 모터(1)의 2차측(o)을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 구동 장치에 의해 전술한 과제를 해결했다.

<28> 이 발명에 의하면, 리니어 모터를 2조 내장함으로써, 추력을 2배로 할 수 있고, 또 여자가 평균화되어, 상대 이동체의 움직임을 원활하게 할 수 있다. 또한, 전술한 이유로 리니어 모터의 두께도 얇게 할 수 있으므로, 구동 장치도 얇고 콤팩트하게 할 수 있다.

<29> 또한, 청구항 4의 발명은 청구항 3 기재의 구동 장치에 있어서, 상기 제1 상대 이동체(7)에 대하여 상기 제2 상대 이동체(8)가 상기 상대 이동 방향으로 이동하는 것을 안내하는 제1 및 제2 안내 수단(3, 4)이 상기 상대 이동 방향으로 설치되고, 상기 제1 안내 수단(3)은 상기 제1 상대 이동체(7)에 설치되고, 상기 제2 안내 수단(4)은 상기 제2 상대 이동체(8)에 설치되고, 상기 제1 리니어 모터(1)는 상기 상대 이동 방향에서의, 상기 제1 안내 수단(3)의 위치와 대략 동일 위치에서 추력을 발생시키고, 상기 제2 리니어 모터(2)는 상기 상대 이동 방향에서의, 상기 제2 안내 수단(4)의 위치와 대략 동일 위치에서 추력을 발생시키는 것을 특징으로 한다.

<30> 이 발명에 의하면, 제2 상대 이동체에 대한 제1 상대 이동체의 위치에 상관없이, 상기 안내 수단의 위치와 동일 위치에서 추력을 발생시킬 수 있다. 이 때문에, 각 리니어 모터가 상기 상대 이동 방향 이외의 방향으로의 추력의 성분을 발생해도, 추력점에 위치하는 안내 수단이 이 상개 이동 방향 이외의 방향으로의 추력의 성분을 확실히 부하(負荷)한다. 따라서, 제2 상대 이동체에 대하여 제1 상대 이동체가 원활하게 이동한다. 그리고, 안내 수단과 동일 위치에서 추력을 발생시키지 않으면, 각 리니어 모터의, 상기 상대 이동 방향 이외의 방향으로의 추력의 성분에 의해, 각 이동체에 모멘트가 발생한다. 이 모멘트는 제2 상대 이동체에 대하여 제1 상대 이동체의 원활한 이동을 방해한다.

<31> 또, 제1 안내 수단은 상기 제1 상대 이동체에 설치되고, 제2 안내 수단은 상기 제2 상대 이동체에 설치되어 있다. 제2 상대 이동체에 대한 제1 상대 이동체의 임의의 자세에 있어서, 2개의 안내 수단 사이에는 상응하는 거리를 취할 수 있어, 모멘트 하중도 부하할 수 있는 구동 장치가 얻어진다.

<32> 또, 청구항 5의 발명은 청구항 4 기재의 구동 장치에 있어서, 상기 제1 상대 이동체(7)에 상기 제1 리니어 모터(1)의 1차측(i)이 장착되고, 상기 제1 안내 수단(3)은 상기 상대 이동 방향에서의, 상기 제1 리니어 모터(1)의 1차측(i) 근방에서 상기 제1 상대 이동체(7)에 고정되고, 상기 제2 이동체(8)에 상기 제2 리니어 모터(2)의 1차측(i')이 고정되고, 상기 제2 안내 수단(4)은 상기 상대 이동 방향에서의, 상기 제2 리니어 모터(2)의 1차측(i') 근방에서 상기 제2 상대 이동체(8)에 고정되어 있는 것을 특징으로 한다.

<33> 이 발명에 의하면, 제1 및 제2 리니어 모터가 상기 상대 이동 방향에서의 제1 및 제2 안내 수단의 위치와 동일 위치에서 추력을 발생시킨다.

<34> 도 1 내지 도 3은 본 발명의 제1 실시 형태에서의 구동 장치를 나타낸다. 구동 장치는 제1 상대 이동체로서의 아우터 레일(7)과, 아우터 레일(7)의 길이 방향(상대 이동 방향)으로 슬라이드 가능하게 지지된 제2 상대 이동체로서의 이너 레일(8)과, 아우터 레일(7)과 이너 레일(8) 사이에 끼워지는 구동 수단으로서의 제1 리니어 모터(1) 및 제2 리니어 모터(2)를 구비한다. 아우터 레일(7)에 대하여 이너 레일(8)은 상대적으로 이동 가능하게 되어 있다.

<35> 제1 및 제2 리니어 모터(1, 2)는 본 실시 형태에서는, 예를 들면, 리니어 유도 모터로 이루어지고, 이동자(i, i')와 고정자(o, o')와의 조합에 의해 구성되어 있다. 예를 들면, 이동자(i, i')의 1차 권선(卷線)에 다상(多相) 교류 전류를 흐르게 함으로써 작동하도록 되어 있다.

<36> 아우터 레일(7) 상면의 길이 방향의 일단(선단)측에는, 제1 리니어 모터(1)의 1차측 이동자(i)(이하, 단지 이동자(i)라고 함)가 장착된다. 또, 아우터 레일(7) 상면에는, 이동자(i)에 연속되도록 길이 방향으로 연장되는 제2 리니어 모터(2)의 고정자(o')(이하, 단지 고정자(o')라고 함)가 장착된다. 한편, 이너 레일(8) 하면의 길이 방향의 일단(후단)측에는, 제2 리니어 모터(2)의 이동자(i')(이하, 단지 이동자(i')라고 함)가 장착된다. 또, 이너 레일(8) 하면에는, 이동자(i')에 연속되도록 길이 방향으로 연장되는 제1 리니어 모터(1)의 고정자(o)(이하, 단지 고정자(o)라고 함)가 장착된다. 여자함으로써, 이동자(i)와 고정자(o) 사이, 및 이동자(i')와 고정자(o') 사이에 흡인력이 작용한다. 여기에서, 제2 리니어 모터(2)는 제1 리니어 모터(1)에 대하여 반전시켜 조합되어

있다.

- <37> 아우터 레일(7)은 상면에 개구되는 오목 부분(7a)을 가지는 단면 \square 자형으로 형성된다. 아우터 레일(7)에는, 개구되는 오목 부분(7a)을 사이에 두고 좌우로 서로 평행으로 연장되는 리지(ridge)(7b, 7b)가 형성되어 있다. 리지(7b, 7b)의 내측면(7c, 7c)의 각각에는, 길이 방향에 따라 전동체(轉動體) 전주면(轉走面)으로서의 일조(一條)씩의 볼 전주홈(11, 11)이 형성된다.
- <38> 아우터 레일(7)의 일단(선단)측에는, 이너 레일(8)이 아우터 레일(7)에 대하여 길이 방향으로 이동하는 것을 안내하는 제1 안내 수단으로서의 아우터 레일측 안내 수단(3)이 형성된다. 이 아우터 레일측 안내 수단(3)은 이너 레일(8)과 아우터 레일(7) 사이를 구름 운동하는 전동체로서의 복수의 볼(13 ...)과, 이 볼(13 ...)을 순환시키는 아우터 레일측 볼 순환로(14)를 가진다. 아우터 레일측 볼 순환로(14)의 구성에 대해서는 후술한다.
- <39> 이너 레일(8)은 아우터 레일(7)의 오목 부분(7a)에 끼워지며, 아우터 레일측 안내 수단(3) 및 이너 레일측 안내 수단(4)을 통해 아우터 레일(7)의 리지(7b, 7b) 사이에 끼워지도록 지지된다. 이너 레일(8)은 하면에 개구되는 오목 부분(8a)을 가지는 단면 \square 자형으로 형성되어 있다. 아우터 레일(7)의 리지(7b, 7b)의 내측면(7c, 7c)에 대향하는 이너 레일(8)의 외측면(8c, 8c) 각각에는, 볼 전주홈(11)에 대응하는 부하 전주체 전주면으로서의 부하 볼 전주홈(15)이 형성된다.
- <40> 아우터 레일측 볼 순환로(14)와는 반대측에서의, 이너 레일(8)의 일단(선단)측에는, 이너 레일(8)이 아우터 레일(7)에 대하여 길이 방향으로 이동하는 것을 안내하는 제2 안내 수단으로서의 이너 레일측 안내 수단(4)이 설치된다. 이너 레일측 안내 수단(4)과 아우터 레일측 안내 수단(3)과는 이너 레일(8) 또는 아우터 레일(7)의 길이 방향으로 나란히 되어 있다. 이 이너 레일측 안내 수단(4)은 이너 레일(8)과 아우터 레일(7) 사이를 구름 운동하는 볼(12 ...)과, 볼(12 ...)을 순환시키는 이너 레일측 볼 순환로(16)를 가진다. 그리고, 아우터 레일(7)의 일단에 아우터 레일측 안내 수단(3)이 형성되고, 이너 레일(8)의 일단에 이너 레일측 안내 수단(16)이 형성되고, 서로의 안내 수단이 간섭하지 않는 방향으로부터 이너 레일(8)과 아우터 레일(7)과는 조합되어 있다.
- <41> 도 2에 나타내는 것과 같이, 아우터 레일측 볼 순환로(14)는 볼 전주홈(11)에 대향하는 부하 전주홈(C)과, 볼 전주홈(11)과 대략 평행의 전동체 귀환 통로로서의 볼 귀환 통로(A)와, 부하 전주홈(C) 및 볼 귀환 통로(A)를 연통하는 한 쌍의 방향 전환로(B)로 구성된다. 볼 전주홈(11)과 부하 전주홈(C) 사이에는 복수의 볼(13 ...)이 끼워져 있다. 이너 레일(8)은 아우터 레일(7)에 이 복수의 볼(13 ...)을 통해 지지되어 있다. 그리고, 아우터 레일측 볼 순환로(14)를 볼(13 ...)이 순환함으로써, 이너 레일(8)이 아우터 레일(7)의 길이 방향으로 슬라이드한다. 여기에서, 아우터 레일측 안내 수단(3)은 부하 전주홈(C)의 길이 방향의 길이(L1) 사이에서 이너 레일(8)을 지지한다. 지지의 중심은 부하 전주홈(C)의 길이 방향 중심선(C1) 위에 위치한다.
- <42> 이너 레일측 볼 순환로(16)도, 부하 볼 전주홈(15)에 대향하는 부하 전주홈(C)과, 부하 볼 전주홈(15)과 대략 평행의 전동체 귀환 통로로서의 볼 귀환 통로(A)와, 부하 볼 전주홈(15) 및 볼 귀환 통로(A)를 연통하는 한 쌍의 방향 전환로(B)로 구성된다. 부하 볼 전주홈(15)과 부하 전주홈(C) 사이에는 복수의 볼(12 ...)이 끼워져 있다. 이너 레일(8)은 아우터 레일(7)에 이 복수의 볼(12 ...)을 통해 지지되어 있다. 그리고, 이너 레일측 볼 순환로(16)를 볼(12 ...)이 순환함으로써, 이너 레일(8)이 아우터 레일(7)의 길이 방향으로 슬라이드한다. 여기에서, 이너 레일측 안내 수단(4)은 부하 전주홈(C)의 길이 방향 길이(L2) 사이에서 이너 레일(8)을 지지한다. 지지의 중심은 부하 전주홈(C)의 길이 방향 중심선(C2) 위에 위치한다.
- <43> 부하 볼 귀환 통로(A)는 아우터 레일 본체(7d) 및 이너 레일 본체(8d)의 끝으로부터 길이 방향으로 구멍 뚫기 가공하여 형성된다. 아우터 레일측 볼 순환로(14)의 방향 전환로(B) 및 이너 레일측 볼 순환로(16)의 방향 전환로(B)는 이너 레일 본체(8d) 및 아우터 레일 본체(7d)에 별체로서 장착되는 디플렉터(19)에 형성된다.
- <44> 도 3은 디플렉터(19)를 나타낸다. 이너 레일측 볼 순환로(16) 및 아우터 레일측 볼 순환로(14)에는, 공통의 디플렉터(19)가 사용되고 있다. 디플렉터(19)에는 반원형의 방향 전환로(26)가 형성된다. 디플렉터(19)는 이 방향 전환로(26)를 형성하기 쉽도록 방향 전환로(26)에 따라 분할된 분할체(19a, 19b)를 결합하여 이루어진다. 이 분할체(19a, 19b)는 방향 전환로(26)의 중심선을 포함하는 평면에서 상하로 2 분할되어 있다. 각 분할체(19a, 19b)는 딥플(dimple)(27)과 구멍(28)으로 서로 위치 결정할 수 있도록 되어 있다. 또, 디플렉션(19)에는 이너 레일측 볼 순환로(16) 및 아우터 레일측 볼 순환로(14)에 장착될 때 위치 결정할 수 있도록, 단차(段差)를 불인 충돌부(29)가 형성된다. 디플렉터(19)는, 예를 들면, 합성 수지를 사출 성형 등을 하여 제조된다.
- <45> 도 2에 나타내는 것과 같이, 아우터 레일 본체(7d)에는 측방으로부터 엔드 밀 등으로 구멍(33)이 뚫리며, 디플렉터(19)가 이 구멍(33) 안에 끼워진다. 삽입된 디플렉터(19)는 접착제 등의 결합 수단(32)으로 아우터 레일 본체(7d)에 고정된다.

체(7d)에 결합된다. 이 구멍(33)은 볼 귀환 통로(A)를 관통하여 볼 전주홈(11) 또는 부하 볼 전주홈(15)까지 연장되고, 그 내부에 디플렉터(19)의 충돌부(29)에 맞닿는 단차(33a)를 가진다. 디플렉터(19)의 외주가 구멍(33)에 끼워지고, 디플렉터(19)의 충돌부(29)가 구멍의 단차(33a)와 맞닿음으로써, 디플렉터(19)가 아우터 레일 본체(7d) 또는 이너 레일 본체(8d)에 대하여 위치 결정된다. 디플렉터(19)를 위치 결정함으로써, 볼 전주홈(11) 또는 부하 볼 전주홈(15)으로부터 확실하게 볼(12, 13)을 건져 올리고, 또 볼 귀환 통로(A)에 확실하게 볼(12, 13)을 귀환시킬 수 있다. 이너 레일 본체(8d)에도 측방으로부터 엔드 밀 등으로 구멍(33)이 뚫리고, 디플렉터(19)가 이 구멍(33) 안에 끼워진다. 그리고, 본 실시예에서는, 아우터 레일 본체(7d)에는 외측면으로부터 구멍(33)을 뚫고, 이너 레일 본체(8d)에는 내측면으로부터 구멍(33)을 뚫고 있지만, 물론 아우터 레일 본체(7d)에 내측면으로부터 구멍을 뚫고, 이너 레일 본체(8d)에 외측면으로부터 구멍을 뚫어도 된다.

<46> 도 4에 나타내는 것과 같이, 제1 리니어 모터(1)의 이동자(i)는 제1 리니어 모터(1)의 고정자(o)에 대향하고 있다. 또, 도 5에 나타내는 것과 같이, 제2 리니어 모터(2)의 이동자(i')는 제2 리니어 모터(2)의 고정자(o')에 대향하고 있다. 그리고, 도 6에 나타내는 것과 같이, 제2 리니어 모터(2)는 제1 리니어 모터(1)에 대하여 반전된 상태에서 제1 리니어 모터(1)에 조합되어 있다.

<47> 도 7은 리니어 모터(1, 2)의 일례로서의 리니어 유도 모터(53)를 나타낸다. 리니어 유도 모터(53)는 이동자(i)와 고정자(o)를 가진다. 고정자(o)는 비자성 도체판(54)과 자성 도체판(55)을 상하로 적층하여 구성된다. 리니어 유도 모터(53)의 작동 원리는 기본적으로는 바구니형 유도 모터(회전형)와 동일하며, 렌즈의 법칙(Lenz' law)과 플레밍의 원손 법칙(Fleming's left-hand rule)에서 설명된다. 다상 1차 권선(56)에 다상 교류 전류를 흐르게 하면 시간적 공간적으로 이동하는 진행 자계가 발생한다. 이 진행 자계는 2차측인 비자성 도체판(54) 상에 와류(渦流) 전류를 유도한다. 이 와류 전류가 진행 자계와 함께 추력 발생원이 된다.

<48> 도 6에 나타내는 것과 같이, 이동자(i, i')에는, 길이 방향의 길이(L3, L4)의 전장에 걸쳐 대략 균등하게 추력이 작용한다. 이 때문에, 이동자(i)의 추력점(P1)은 길이(L3)의 대략 중심선(C1) 상에 위치하고, 이동자(i')의 추력점(P2)은 길이(L4)의 중심선(C2) 상에 위치한다. 그리고, 추력점(P1)은 아우터 레일측 안내 수단(3)의 중심선(C1) 상에 대략 위치하고(도 2 참조), 추력점(P2)은 이너 레일측 안내 수단(4)의 지지 중심선(C2) 상에 대략 위치한다.

<49> 도 8은 리니어 모터의 다른 예로서의 리니어 펄스 모터(57)를 나타낸다. 이동자(i)는, 예를 들면, 영구 자석(58)을 중심에 끼우게 하고 그 좌우에 2개의 자기 코어(59, 60)를 대향 배치하여 구성되어 있다. 한쪽의 자기 코어(59)에는 영구 자석(58)에 의해 N극으로 자화(磁化)된 제1 자극(61) 및 제2 자극(62)이 형성되고, 다른 쪽의 자기 코어(60)에는 영구 자석(58)에 의해 S극으로 자화된 제3 자극(63) 및 제4 자극(64)이 형성되어 있다.

<50> 고정자(o)에는 길이 방향과 직교하는 방향으로 연장되는 단면 \square 자 형상의 고정 톱니(65)가 길이 방향으로 전장에 걸쳐, 동일 폴리로 등간격으로 형성되어 있다. 각 자극(磁極)(61~64)에도 고정자(o)와 동일 폴리의 자극 톱니(61a~64a)가 각각 형성되어 있다.

<51> N극측의 제1 자극(61) 및 제2 자극(62)에는, 제1 코일(66) 및 제2 코일(67)이 감겨 있고, 전류가 흘렸을 때 서로 역향(逆向)의 자속(磁束)이 발생하도록 직렬로 결선(結線)되어 있다. 제1 코일(66) 및 제2 코일(67)은 도시하지 않은 펄스 발생원에 전기적으로 접속되어 있다. 한쪽 S극측의 제3 자극(63) 및 제4 자극(64)에도, 동일하게 직렬로 결선된 제3 코일(68) 및 제4 코일(69)이 감겨 있고, 펄스 발생원에 접속되어 있다.

<52> 여기에서, 예를 들면, 제1 자극(61)에 대하여 제2 자극(62)은 자극 톱니(61a, 62a)의 위상이 1/2 폴리만큼 어긋나 있고, 또 제3 자극(63)에 대하여 제4 자극(64)도 동일하게 자극 톱니(63a, 64a)의 위상이 1/2 폴리만큼 어긋나 있는 것으로 한다. 또한, N극측의 제1 자극(61) 및 제2 자극(62)의 자극 톱니(61a, 62a)에 대하여, S극측의 제3 자극(63) 및 제4 자극(64)의 자극 톱니(63a, 64a)는 1/4 폴리만큼 위상이 어긋나 있는 것으로 한다.

<53> 리니어 펄스 모터의 동작 원리에 대하여 설명한다. 도 9 (a)~(d)는 리니어 펄스 모터의 동작 원리를 나타내는 개략도이다. 제1 코일(66)과 제2 코일(67)에는 단자 a로부터, 제3 코일(68)과 제4 코일(69)에는 단자 b로부터 펄스가 입력되도록 되어 있다. 도면 중 (a)에서는 단자 a에 제1 자극(61)을 여자하는 방향으로, 도면 중 (b)에서는 단자 b에 제4 자극(64)을 여자하는 방향으로, 도면 중 (c)에서는 단자 a에 제2 자극(62)을 여자하는 방향으로, 도면 중 (d)에서는 단자 b에 제3 자극(63)을 여자하는 방향으로 각각 펄스가 입력된 상태를 나타내고 있다.

<54> 도면 중 (a)에서 단자 a에 제1 자극(61)을 여자하는 방향으로 펄스를 입력하면, 제1 자극(61)은 영구 자석(58)의 자속과 제1 코일(66)의 자속이 가해져 안정 상태를 유지한다. 다음에, 동 도 (b)에서도 마찬가지로, 단자 b

에 제4 자극(64)을 여자하는 방향으로 펠스를 입력하면, 제4 자극(64)은 안정을 유지하려고 하는 방향, 즉 지면(紙面)을 향해 오른쪽 방향으로 1/4 피치만큼 이동한다. 이와 같이 교대로 펠스 전류를 흐르게 함으로써, 이동자는 동 도 (c), (d)와 연속 동작을 한다.

<55> 도 10은 리니어 모터의 또 다른 예로서의 리니어 직류 모터(70)를 나타낸다. 이동자(i)는 여자 코일(71 ...)과 요크, 고정자(o)는 마그넷(72 ...)과 요크로 구성되어 있다. 이동자(i)를 구성하는 여자 코일(71 ...)은 길이 방향에 따라 복수 나란히 되어 있다. 고정자(o)를 구성하는 마그넷(72 ...)은 길이 방향에 따라 N극 및 S극이 교대로 나란히 하도록 배열되어 있다. 이동자(i)의 위치는 센서로 검출되고, 검출된 장소의 여자 코일(71)의 전류가 역향으로 흐르도록 차례로 전환된다. 여자 코일(71)은 마그넷(72)과의 상호 작용에 의해 플레밍의 원순 법칙에 따르는 추력을 발생한다. 이와 같은 리니어 직류 모터를 사용하는 경우, 2조의 리니어 모터(51, 52)를 배면 맞춤으로 배치하고, 2차측의 마그넷(72, 72)끼리의 간격이 짧을 때, 마그넷(72, 72) 사이에 교변 자계가 발생하여 작동 불량이 될 우려가 있다. 따라서, 2조의 리니어 모터(51, 52)를 배면 맞춤으로 배치하는 경우에는, 2차측으로서 마그넷(72 ...)을 사용하지 않는 리니어 유도 모터(53) 및 리니어 펠스 모터(57)를 바람직하게 사용할 수 있다. 단, 2차측의 거리를 어느 정도 크게 취할 수 있으면, 서로 영향을 미치지 않으므로, 리니어 직류 모터(70)도 사용 가능하다.

<56> 이와 같이 구성되는 리니어 모터(1, 2)를 내장한 구동 장치는 다음과 같이 구동된다. 도 1에 나타내는 것과 같이, 제1 및 제2 리니어 모터(51, 52)의 이동자(i, i')에 전류가 입력되면, 이동자(i, i')와 고정자(o, o') 사이에 흡인력이 작용하여, 아우터 레일(7)에 대하여 이너 레일(8)이 그 길이 방향으로 소정량 이동한다. 이 경우, 제1 리니어 모터(1)의 이동자(i)는 고정자(o)에 대하여 전진하지만, 제2 리니어 모터(2)에 대해서는 고정자(o')를 이동시키기 때문에, 이동자(i')에는 고정자(o')에 대하여 후퇴시키는 방향으로 전류가 입력된다. 그 반작용으로서 고정자(o')가 전진한다. 그리고, 이너 레일(8)이 아우터 레일(7)에 대하여 슬라이드하여, 구동 장치의 전체 길이(이너 레일(8)의 선단으로부터 아우터 레일(7)의 후단까지의 거리)가 신축(伸縮)된다.

<57> 이너 레일(8)과 아우터 레일(7) 사이에 리니어 모터(1, 2)를 2조 내장함으로써, 추력을 2배로 할 수 있고, 또 각 리니어 모터(1, 2)의 여자가 평균화되어, 이너 레일(8)의 움직임을 원활하게 할 수 있다. 또한, 제2 리니어 모터(2)를 제1 리니어 모터(1)에 대하여 반전시켜 조합하고 있으므로, 리니어 모터 전체의 두께를 제1 리니어 모터(1) 또는 제2 리니어 모터(2)를 단독으로 설치한 경우의 두께까지 얇게 할 수 있다.

<58> 또, 제1 및 상기 제2 리니어 모터(1, 2)는 아우터 레일(7)에 대한 이너 레일(8)의 위치에 상관없이, 길이 방향에서의 이너 레일측 및 아우터 레일측 안내 수단(3, 4)의 위치와 동일 위치에서 추력을 발생시킨다. 이 때문에, 각 리니어 모터(1, 2)가 길이 방향(예를 들면, 수평 방향) 이외의 방향으로의 추력의 성분(예를 들면, 수직 방향)을 발생해도, 추력점(P1, P2)에 위치하는 이너 레일측 및 아우터 레일측 안내 수단(3, 4)이 길이 방향 이외로의 추력의 성분을 확실하게 부하한다. 따라서, 아우터 레일(7)에 대하여 이너 레일(8)이 원활하게 이동된다.

<59> 도 11은 이 구동 장치의 이너 레일(8) 선단에 하중(P)이 걸린 상태를 나타낸다. 임의의 신축 자세에 있어서, 아우터 레일측 안내 수단(3)과 이너 레일측 안내 수단(4) 사이에는 상응하는 거리(1)가 있기 때문에, 모멘트 하중도 부하할 수 있는 구동 장치가 얻어진다. 예를 들면, 선단에 하중(P)이 걸렸을 때에는, 아우터 레일측 안내 수단(3)에 반력(R0)이 작용하고, 이너 레일측 안내 수단(4)에 반력(Ri)이 작용하여, $Ri \times 1$ 의 모멘트 하중을 부하한다. 이너 레일(8)이 슬라이드되어 이너 레일의 스트로크가 커지면, 이 거리(1)가 서서히 짧아져 모멘트 하중을 부하할 수 있는 능력도 감소된다. 그러나, 이너 레일(8)이 슬라이드되어도 볼(12 ..., 13 ...)이 순환되어, 이너 레일(8) 또는 아우터 레일(7)로부터 볼(12 ..., 13 ...)이 벗어나지 않으므로, 모멘트 하중을 부하할 수 있는 능력이 현저하게 감소되지 않는다. 또, 임의의 신축 자세에서 부하할 수 있는 볼(12 ..., 13 ...)의 수가 변화되지 않으므로, 일정한 래이디얼(radial) 하중 및 스러스트(thrust) 하중을 부하할 수 있는 구동 장치가 얻어진다.

<60> 또, 전술한 것과 같이, 아우터 레일(7)은 개구되는 오목 부분(7a)을 가지는 단면 Δ 자형으로 형성되어, 아우터 레일(7)의 내측면(7c) 각각에 볼 전주홈(11)을 형성하고, 이너 레일(8)은 아우터 레일(7)의 상기 오목 부분(7a)에 끼워져, 아우터 레일(7)의 내측면(7c)에 대향하는 이너 레일(8)의 외측면(8c) 각각에 부하 볼 전주홈(15)을 형성하고 있으므로, 랫이디얼 하중, 스러스트 하중, 모멘트 하중을 밸런스 양호하게 부하할 수 있는 구름 안내 장치가 얻어진다.

<61> 도 12는 본 발명의 제3 실시 형태의 구동 장치를 나타낸다. 상기 구동 장치는 도면 중 (a)에 나타내는 것과 같이, 이너 레일(8) 및 아우터 레일(7)인 2개의 부재를 구비하고, 이너 레일(8)만이 슬라이드되는 싱글 스트로크이다. 이에 대하여, 도면 중 (b)에 나타내는 것과 같이, 구동 장치를 아우터 레일(7)과, 아우터 레일(7)에 끼워

지는 제1 이너 레일(41)과, 제1 이너 레일(41)에 끼워지는 제2 이너 레일(42)인 3개의 부재로 구성해도 된다. 이 경우, 아우터 레일(7)에 대하여 제1 이너 레일(41)이 슬라이드되고, 제1 이너 레일(41)에 대하여 제2 이너 레일(42)이 슬라이드된다. 제1 이너 레일(42)은 아우터 레일(7)에 대해서는 전술한 이너 레일(8)과 동일한 구성을 가지며, 제2 이너 레일(42)에 대해서는 전술한 아우터 레일(7)과 동일한 구성을 가진다. 제2 이너 레일(42)은 전술한 이너 레일(8)과 동일한 구성을 가진다. 아우터 레일(7)과 제1 이너 레일(41) 사이에는, 상기 제1 및 제2 리니어 모터가 끼워진다. 또, 제1 이너 레일과 제2 이너 레일 사이에도, 제3 및 제4 리니어 모터가 끼워진다. 제3 리니어 모터는 제4 리니어 모터에 대하여 반전시켜 제4 리니어 모터에 조합된다. 이 구동 장치에 의하면, 제2 이너 레일(42)이 더블로 스트로크되므로, 보다 신축 스트로크를 크게 취할 수 있다. 이와 같이, 복수의 부재로 구동 장치를 구성하면 신축 스트로크가 복수단 조합되어, 보다 스트로크가 큰 구동 장치가 얻어진다.

<62> 도 13은 본 발명의 제3 실시 형태의 구동 장치를 나타낸다. 이 실시 형태의 구동 장치는 리니어 모터(1, 2)로서 2조의 로드형(rod-type) 리니어 모터를 내장하고 있다. 이 구동 장치도 상기 실시 형태의 구동 장치와 마찬가지로, 아우터 레일(7)과, 아우터 레일(7)의 길이 방향으로 슬라이드 가능하게 지지된 이너 레일(8)과, 아우터 레일(7)과 이너 레일(8) 사이에 끼워지는 제1 리니어 모터(1) 및 제2 리니어 모터(2)를 구비한다. 아우터 레일(7) 및 이너 레일(8)은 단면 D자 형상으로 형성되고, 아우터 레일(7) 내에 이너 레일(8)이 끼워져 있다.

<63> 제1 및 제2 로드형 리니어 모터는 고정자로서의 로드(o, o')와, 로드(o, o')의 주위를 피복하는 이동자로서의 원통형 코일(i, i')로 구성된다. 원통형의 코일(i, i')은 복수개의 전자석을 축 방향으로 적층하여 이루어진다. 로드(o, o')는 복수개의 영구 자석을 축 방향으로 적층하여 이루어진다. 코일(i, i')은 로드(o, o')에 소정의 캡을 통해 축 방향으로 상대 이동 가능하게 끼워져 있다. 그리고, 로드(o, o')는 단일 자성체에 대하여, N, S의 자극을 교대로 다극 착자(着磁)하는 구성이라도 된다.

<64> 아우터 레일(7)의 선단에는 제1 로드형 리니어 모터(1)의 원통형 코일(i)이 장착되는 동시에, 제2 로드형 리니어 모터(2)의 로드(o')를 축선 방향으로 슬라이드 가능하게 지지하는 아우터 레일측 베어링대(75)가 고정된다. 또, 이너 레일(8)의 후단에는, 제2 로드형 리니어 모터(2)의 원통형 코일(i)이 장착되는 동시에, 제1 로드형 리니어 모터(1)의 로드(o)를 축선 방향으로 슬라이드 가능하게 지지하는 이너 레일측 베어링대(76)가 고정된다. 작동 원리는 상기 실시 형태의 구동 장치와 동일하며, 제1 및 제2 로드형 리니어 모터(1, 2)를 작동함으로써, 아우터 레일측 베어링대(75) 및 이너 레일측 베어링대(76) 사이의 거리가 신축되어, 아우터 레일(7)에 대하여 이너 레일(8)이 슬라이드된다. 이와 같이, 리니어 모터로서는 로드형 리니어 모터를 사용하는 것도 가능하다.

<65> 도 14는 본 발명의 제4 실시 형태에서의 구동 장치를 나타낸다. 이 구동 장치는 제1 상대 이동체로서 편평하고 직사각 형상의 베이스(81)를 가지며, 제2 상대 이동체로서 편평하고 직사각 형상의 테이블(86)을 가지고 있다.

<66> 베이스(81) 상면의 양 바깥쪽에는 평행을 유지하는 한 쌍의 베이스측 레일(82, 82)이 장착된다. 한 쌍의 베이스측 레일(82, 82) 각각에는 이동측 블록(83, 83)이 슬라이드 가능하게 장착된다. 이동측 블록(83, 83)에는 도시하지 않은 볼을 순환시키는 볼 순환로가 형성되어 있다. 그리고, 베이스측 레일(82, 82)과 이동측 블록(83, 83)에서 주지하는 리니어 가이드가 구성된다. 이동측 블록(83, 83)의 상면은 테이블(86) 하면의 일단(후단)에 고정되어 있다.

<67> 또, 테이블(86)의 하면에는, 베이스측 레일(82, 82)의 안쪽에 평행을 유지하는 한 쌍의 테이블측 레일(84, 84)이 장착된다. 이 한 쌍의 테이블측 레일(84, 84) 각각은 고정측 블록(85, 85)에 대하여 슬라이드 가능하게 장착되어 있다. 고정측 블록(85, 85)에는, 도시하지 않은 볼을 순환시키는 볼 순환로가 형성되어 있다. 그리고, 테이블측 레일(84, 84)과 고정측 블록(85, 85)으로 주지하는 리니어 가이드가 구성된다. 고정측 블록(85, 85)의 하면은 베이스(81)의 일단(선단)에 고정되어 있다. 이 실시 형태에서는, 이너 레일측 볼 순환로(16) 및 아우터 레일측 볼 순환로(14)는 상기 제1 실시 형태와 달리, 베이스(81) 및 테이블(86)과는 별체로 된 블록(83, 85)에 형성되어 있다.

<68> 베이스(81)와 테이블(82) 사이에는, 제1 및 제2 리니어 모터(1, 2)가 끼워진다. 이 제1 및 제2 리니어 모터(1, 2)는 상기 실시 형태의 리니어 모터와 동일한 구성을므로, 동일한 부호를 붙이고 그 설명을 생략한다.

<69> 이 실시 형태의 구동 장치 작동 원리는 상기 제1 실시 형태의 구동 장치와 동일하다. 제1 및 제2 리니어 모터(1, 2)의 이동자(i, i')에 전류가 입력되면, 이동자(i, i')와 고정자(o, o') 사이에 흡인력이 작용하여, 베이스(81)에 대하여 테이블(82)이 그 길이 방향으로 소정량 이동된다.

<70> 그리고, 상기 실시 형태에서, 이너 레일(8) 및 아우터 레일(7)로서 직선형 레일이 사용되고 있지만, 곡선형 레일의 사용도 물론 가능하다. 또, 전동체로서 볼(12 …, 13 …)이 사용되고 있지만, 롤러의 적용도 물론 가능하

다. 또한, 볼(12 …, 13 …)을 회전 슬라이드 가능하게 지지하는 벨트형으로서 가요성(可撓性)을 가지는 리테이너를 설치해도 되고, 각 볼(12 …, 13 …) 사이에 볼(12 …, 13 …)을 회전 슬라이드 가능하게 지지하는 스페이서를 설치해도 된다.

발명의 효과

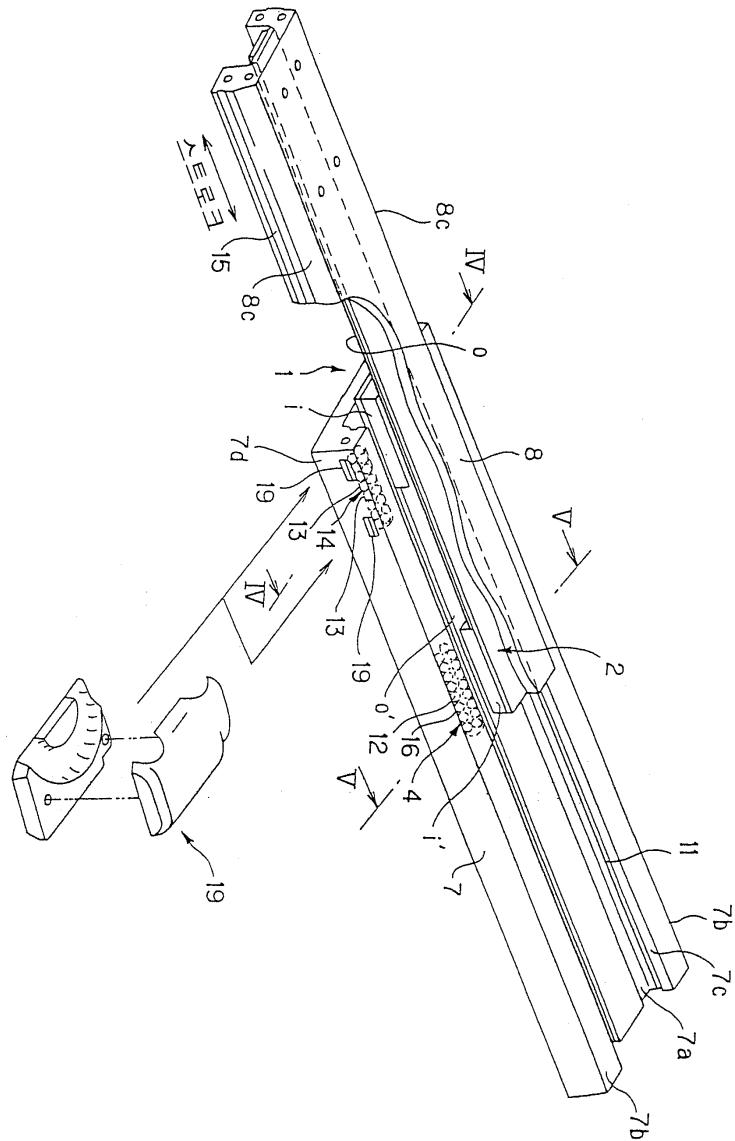
<71> 이상 설명한 것과 같이, 본 발명에 의하면, 리니어 모터가 상대적으로 이동 가능한 제1 및 제2 상대 이동체 중 어느 한쪽에 장착되는 제1 리니어 모터의 1차축과, 이 1차축에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되어, 상기 한쪽에 장착되는 제2 리니어 모터의 2차축과, 상기 제1 및 제2 상대 이동체의 다른 쪽에 장착되는 제2 리니어 모터의 1차축과, 이 제2 리니어 모터의 1차축에 연속되도록 상대 이동 방향으로 연장되어, 상기 다른 쪽에 장착되는 제1 리니어 모터의 2차축을 구비하고 있다. 리니어 모터를 2조 내장함으로써, 추력을 2배로 할 수 있고, 또 여자가 평균화되어 그 움직임이 원활하게 된다. 또한, 제2 리니어 모터를 제1 리니어 모터에 대하여 반전시켜 조합하고 있으므로, 리니어 모터 전체의 두께를 제1 리니어 모터 또는 제2 리니어 모터 단체를 설치한 경우의 두께까지 얇게 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

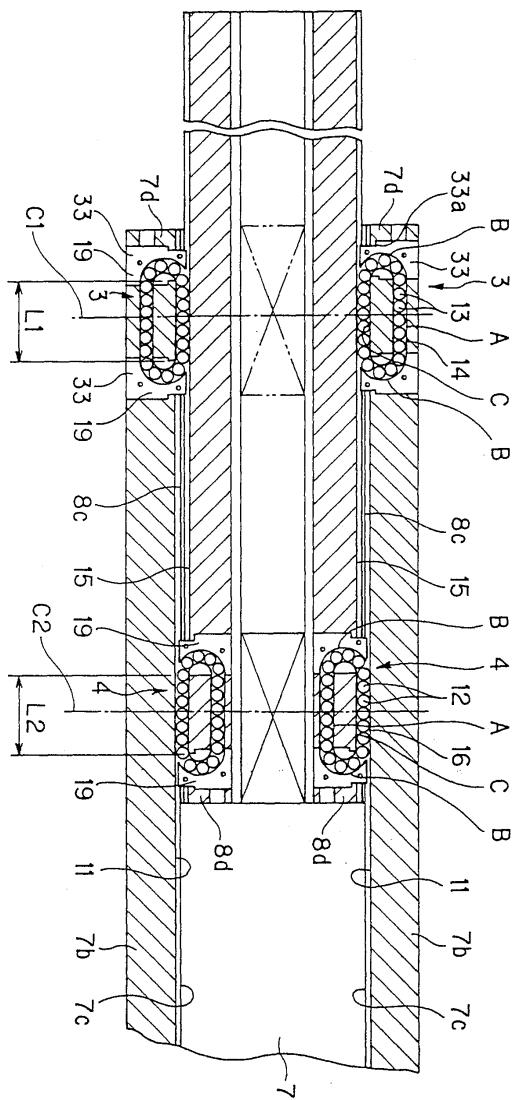
- <1> 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태의 구동을 나타내는 사시도이다.
- <2> 도 2는 본 발명의 제1 실시 형태의 구동을 나타내는 수평 방향 단면도이다.
- <3> 도 3은 상기 구름 안내 장치에 내장되는 디플렉터를 나타내는 사시도이다.
- <4> 도 4는 상기 도 1의 IV-IV선 단면도이다.
- <5> 도 5는 상기 도 1의 V-V선 단면도이다.
- <6> 도 6은 2조의 리니어 모터를 조합한 예를 나타내는 측면도이다.
- <7> 도 7은 리니어 유도 모터를 나타내는 사시도이다.
- <8> 도 8은 리니어 펠스 모터를 나타내는 길이 방향 수직 단면도이다.
- <9> 도 9는 리니어 펠스 모터의 작동 원리를 나타내는 도면이다.
- <10> 도 10은 리니어 직류 모터를 나타내는 사시도이다.
- <11> 도 11은 상기 구동 장치의 선단에 하중이 가해진 상태를 나타내는 도면이다.
- <12> 도 12는 본 발명의 제2 실시 형태의 구동 장치를 나타내는 개략 사시도이다(도면 중 (a)는 2단식의 제1 실시 형태의 구동 장치를 나타내고, 도면 중 (b)는 3단식의 제2 실시 형태의 구동 장치를 나타냄).
- <13> 도 13은 본 발명의 제3 실시 형태의 구동 장치를 나타내는 사시도이다.
- <14> 도 14는 본 발명의 제4 실시 형태의 구동 장치를 나타내는 사시도이다.
- <15> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <16> 1: 제1 리니어 모터, 2: 제2 리니어 모터, 3: 제1 안내 수단, 4: 제2 안내 수단, 7: 아우터 레일(제1 상대 이동체), 8: 이너 레일(제2 상대 이동체), i, i': 1차축(이동자), o, o': 2차축(고정자).

도면

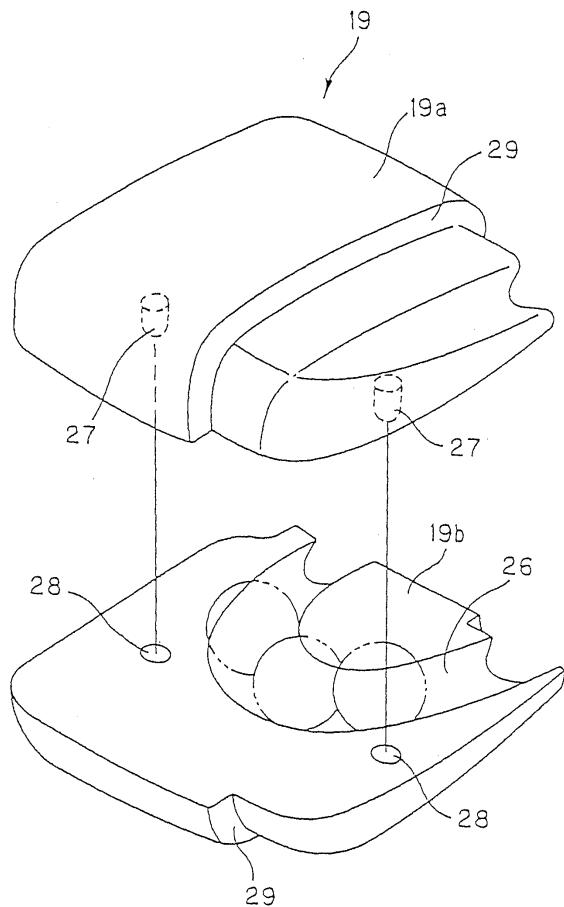
도면1



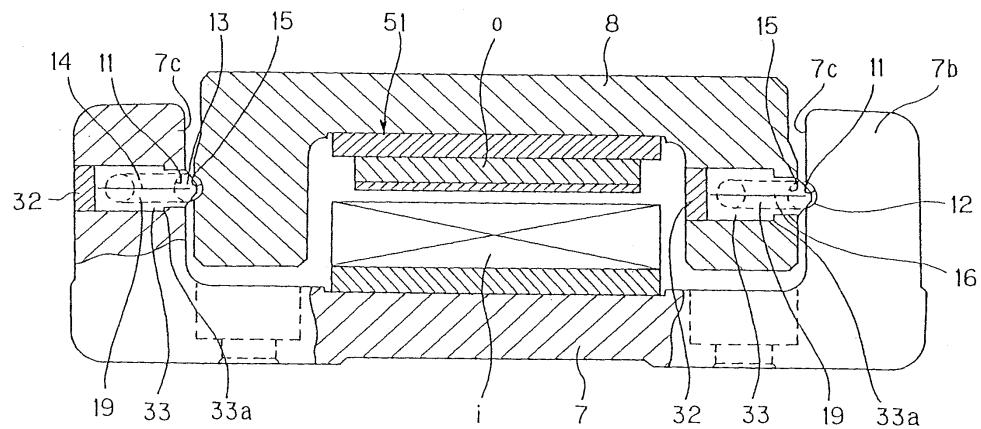
도면2



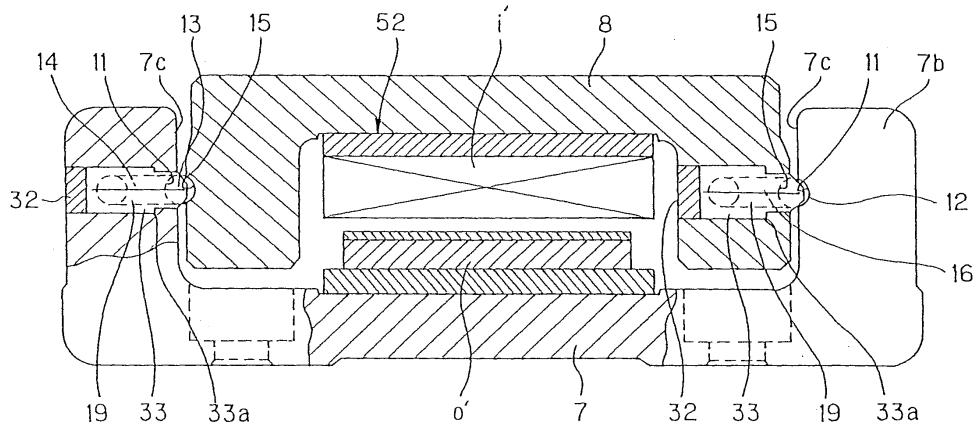
도면3



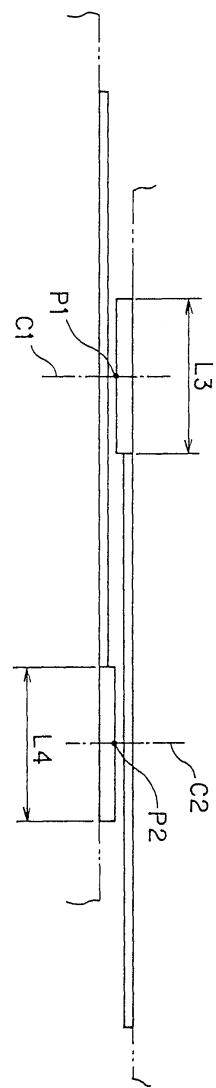
도면4



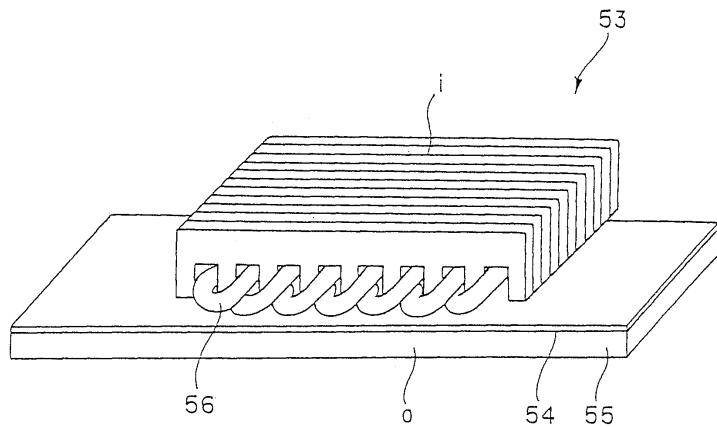
도면5



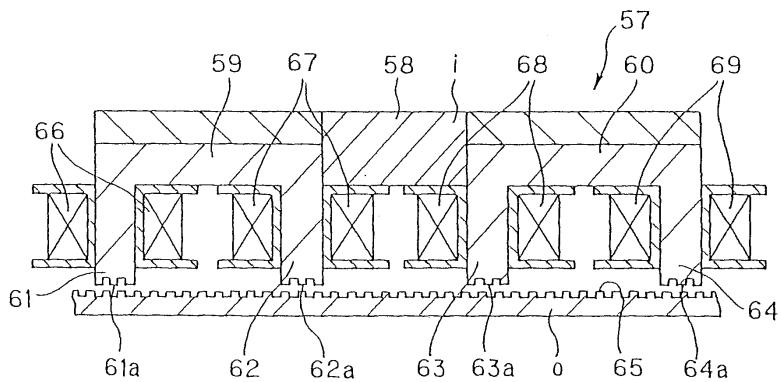
도면6



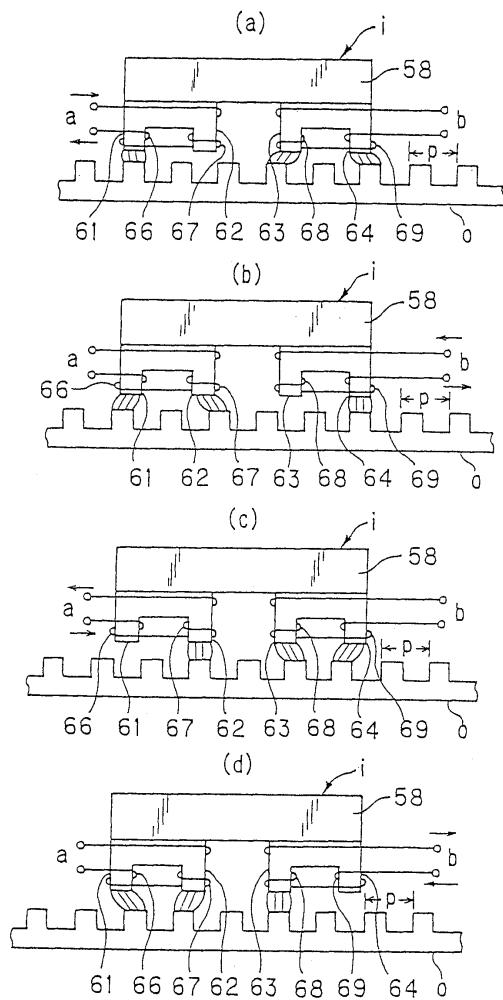
도면7



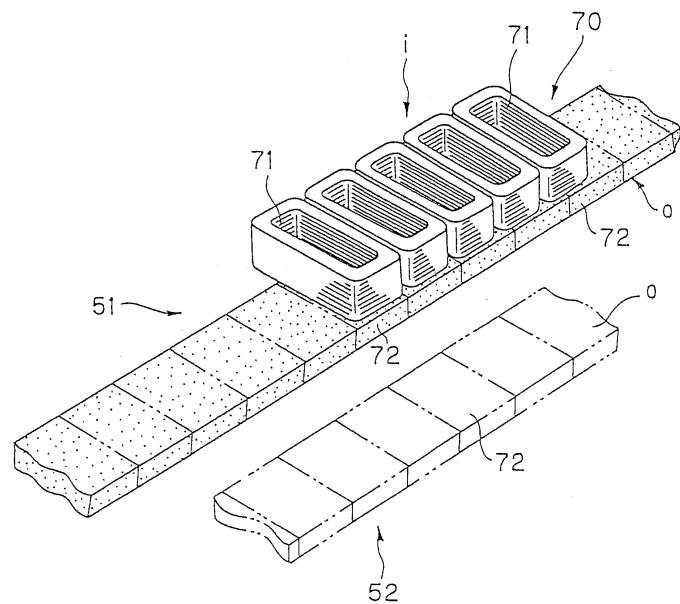
도면8



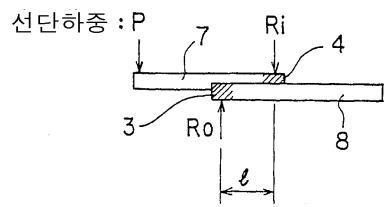
도면9



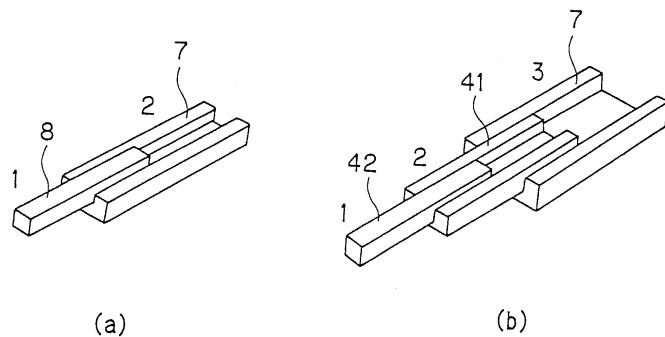
도면10



도면11



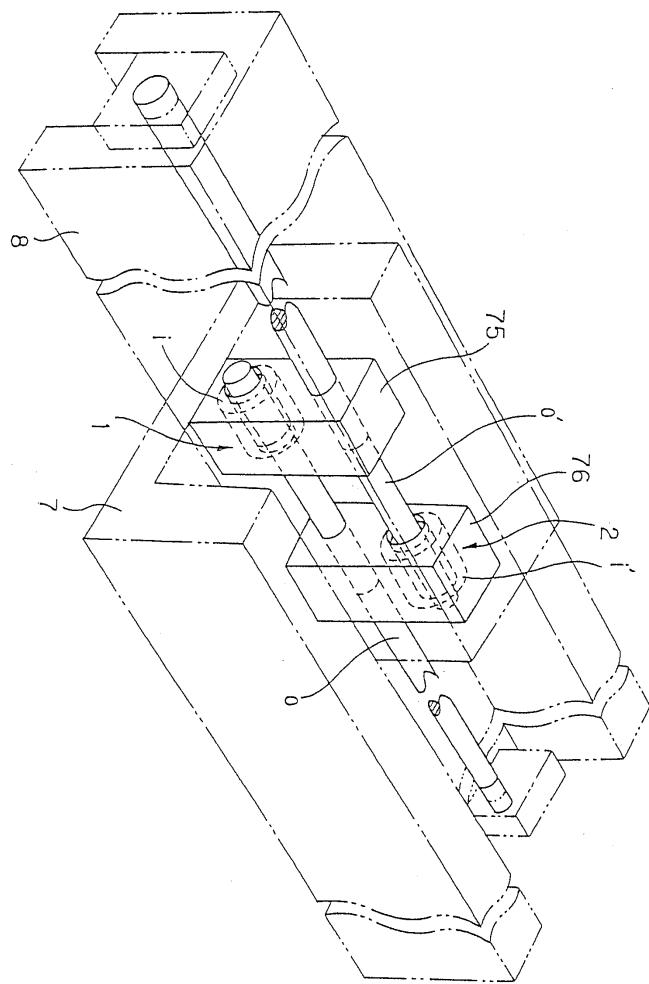
도면12



(a)

(b)

도면13



도면14

