(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
H02K 41/03

(45) 공고일자 2004년07월14일
(11) 등록번호 10-0439076
(24) 등록일자 2004년06월25일

(21) 출원번호 10-2002-0025550
(22) 출원일자 2002년05월09일

(65) 공개번호 10-2002-0086275
(43) 공개일자 2002년11월18일

(30) 우선권주장 JP-P-2001-00140605 2001년05월10일 일본(JP)

(73) 특허권자
에스엠씨 가부시키 가이샤
일본 도쿄 105-8659 미나토구 심바시 1초메 16-4

(72) 발명자
야지마히사시
일본국 이바라끼껜 300-2493, 쓰쿠바군, 야와라무라, 기누노다이4-쪼메, 2-2 에스엠씨 주식회사 쓰꾸바기쥬츠센타

다무라가즈야
일본국 이바라끼껜 300-2493, 쓰쿠바군, 야와라무라, 기누노다이4-쪼메, 2-2 에스엠씨 주식회사 쓰꾸바기쥬츠센타

후지와라노부히로
일본국 이바라끼껜 300-2493, 쓰쿠바군, 야와라무라, 기누노다이4-쪼메, 2-2 에스엠씨 주식회사 쓰꾸바기쥬츠센타

와키와카히로유키
일본국 나가노껜 380-0928, 나가노시, 와카사토, 5-16-3 와카사토슈쿠샤 3-5

미스론노르히삼
일본국 나가노껜 380-0928, 나가노시, 와카사토 5-15-6 나가노 인터내셔널 하우스

(74) 대리인
황이남

심사관 : 이창희

# (54) 선형모터

요약

자성체로 이루어지는 장자석요크(1)에 길이방향으로 소정 피치 τp로 이웃하여 극성이 서로 반대가 되도록 다수의 영구자석(2-0, 2-1, 2-3,…)을 매설하고, 사전에 정해진 간격의 극피치 τe (2n+1)τp(n은 1, 2, 3,…)를 가지며, 장자석요크(1)의 길이방향을 따라 소정의 피치 τg=(2s+1/m)τe (m은 여자상의 상수, s는 1, 2, 3,…)로 장자석요크(1)에 대향하여 소정의 갭 사이에 두고 복수의 전자석(3, 4)을 설치하고, 전자석(3, 4)을 차례로 여기함에 따라 장자석요크(1)에 매설된 영구자석의 자극과 영구자석간의 장자석요크부분에 형성되는 자극과 자화됨에 의해 전자석(3, 4)에 형성되는 자극과의 사이에 극성에 따른 흡인력과 반발력에 의해 장자석요크(1)와 전자석(3, 4)과의 사이에 추력을 발생시켜 장자석요크(1)와 전자석(3, 4)의 한쪽을 구동하도록 하였다.

대표도

도 2a

색인어

장자석, 영구자석, 선형모터

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터의 구성도면.
도 2는 본 발명의 실시예에 의한 선형모터의 구성을 나타내는 모식설명도면.
도 3은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터의 구성을 나타내는 모식설명도면.
도 4는 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 영구자석의 상호위치관계와, 전자석의 위치관계를 나타내는 모식설명도면.
도 5는 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 변위에 대한 추력특성도면.
도 6은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터의 추력특성과, 종래의 선형모터의 추력특성을 비교한 모식특성도면.
도 7은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 전자석의 다른 구성을나타내는 모식도면.
도 8은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터를 2상여자하였을 경우의 설명으로 제공하는 모식설명도.
도 9는 본 발명의 실시예에 의한 선형모터를 2상여자하였을 경우의 설명으로 제공하는 모식설명도.
도 10은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터를 2상여자하였을 경우의 설명으 로 실시한 모식설명도.
도 11은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터를 2상여자하는 경우의 여자전류의 모식파형도면.
도 12는 본 발명의 실시예에 의한 선형모터를 2상여자하는 경우에 있어서 각상에 발생하는 추력을 나타내는 추력특성도면.
도 13은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 변위에 대한 추력 및 종래의 가변자기저항 선형모터에 있어서의 변위에 대한 추력을 나타내는 추력특성도.
도 14는 영구자석의 매설길이를 변위시켰을 때에 있어서의 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 변위에 대한 추력을 나타내는 추력특성도면.
도 15는 영구자석의 매설길이를 변위시켰을 때에 있어서의 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에서의 변위에 대한 추력을 나타내는 추력특성도면.
도 16은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 영구자석의 매설길이의 변화에 대한 수직력을 나타내는 수직력특성도면.
도 17은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 영구자석의 매설길이의 변화에 대한 추력을 나타내는 추력특성도면.
도 18은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 영구자석의 매설길의 변화에 대한 추력/디텐트력(detent force)의 비를 나타내는 특성도면.
도 19는 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 영구자석의 매설길이의 변화에 대한 추력/수직력의 비를 나타내는 특성도면.
도 20은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 단면E자형상의 전자석철심을 사용한 전자석의 구성을 나타내는 모식도면.
도 21은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 단면E자형상의 전자석철심을 사용한 전자석의 구성을 나타내는 모식도면.
도 22는 본 발명의 실시예에 의한 선형모터에 있어서의 단면E자형상의 전자석철심의 변형예를 사용한 전자석의 구성을 나타내는 모식도면.
도 23은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터를 3상구동에 대응시킨 경우의 구성을 나타내는 모식설명도.
도 24는 본 발명의 실시예에 의한 선형모터를 5상구동에 대응시킨 경우의 구성을 나타내는 모식설명도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 장자석(field magnet)요크에 영구자석을 매설한 선형모터에 관한 것이다.
선형모터 또는 펄스모터에 있어서, 영구자석을 설치한 것이 많이 제안되고 있으며, 영구자석을 설치하는 방법을 주목하면, 다음에 기재하는 것이 있다.

여자용 코일이 설치된 철심의 상방근방에 철심에 접합된 영구자석을 설치하고, 상기 영구자석을 철심과의 사이에서 협지하는 자극판을 설치한 가변자기저항(variable reluctance)형 선형모터(일본국 특개소 63-294252호 공보참 조)가 있다. 또, 영구자석을 분할하여 배치한 것(일본국 특개평 2-307356호 공보, 일본국 특개평 2-32750호 공보)도 있다.
그러나, 상기 특개소 63-294252호 공보, 특개평 2-307356호 공보 및 특개평 2-32750호 공보에 개시된 선형펄스모터에서는, 영구자석을 여자측상방에 설치하기 때문에 철심을 소형화할 수 없다는 문제가 있다.
고정자의 상하양면에 각각 배치되어 서로 기계적으로 고정된 제1 및 제2 이동자를 각각 U자형상의 코어로 형성하고, 상기 코어를 2분할하여 그 사이에 영구자석을 자속이 한쪽에서 다른쪽으로 흐르도록 배치하여 상기 코어에 여자권선을 실시한 선형펄스모터(일본국 특개소 64-47258호 공보)가 있다.
그러나, 상기 특개소 64-47258호 공보에 개시된 선형펄스모터에서는 영구자석이 장자석 요크쪽으로 설치되어 있어 장자석 요크를 소형화할 수 없다는 문제가 있다.
또, 이동여자측의 철심 이(teeth)에 영구자석을 설치하고, 미착자부분에 슬릿을 설치한 선형펄스모터 및 고정자의 철심이에 영구자석을 설치하고, 미착자부분에 슬릿을 포함한 슬릿판을 설치한 선형펄스모터(일본국 특개평 1-298945호 공보)가 있다.
그러나, 상기 특개평 1-298945호 공보에 개시된 선형펄스모터에서는 슬릿판을 포함하는 철심을 소형화할 수 없다는 문제가 있다.
또, 이동자의 전자석을 구성하는 자극의 선단에 상기 전자석에 의해 발생하는 기자력의 방향과 직교하는 방향으로 기자력을 발생하는 영구자석, 또는 상기 전 자석에 의한 기자력의 방향과 평행하는 방향으로 기자력을 발생하는 영구자석을 설치한 선형펄스모터(일본국 특개평 2-114852호 공보)가 있다.
그러나, 상기 특개평 2-114852호 공보에 개시된 선형펄스모터에서는, 자극선단에 영구자석을 설치하였기 때문에, 전자석을 소형화할 수 없다는 문제가 있다.
또, 외주축방향으로 작은 이가 배설된 자기블록과 이를 소정의 자극으로 자화하는 영구자석을 구비하며, 이 영구자석에 의해 자극블록이 서로 다른극의 자성으로 자화되고, 한쪽의 자극블록의 이선단이 고정자의 돌출자극의 이선단에 대향할 때, 다른쪽의 자극블록의 이선단은 고정자의 돌출자극의 이의 바닥과 대향하도록 한 선형펄스모터(일본국 특개평 6-197517호 공보)가 있다.
그러나, 특개평 6-197517호 공보에 개시된 선형펄스모터에서는 자극블록이 존재하기 때문에 소형화할 수 없다는 문제가 있다.
또, 외주면에 고정자 작은 이에 대향하여 축방향으로 동일 피치로 복수개의 이동자 작은 이가 형성된 이동자 철심을 갖는 이동자에 있어서, 이동자의 축과 이동자철심과의 사이에, 비자성재로 이루어진 원통상부재를 설치한 선형펄스모터(일본국 특개평 7-170719호 공보, 일본국 특개 8-9623호 공보)가 있다.
그러나, 상기 특개평 7-170719호 공보 및 일본국 특개 8-9623호 공보에 개시된 선형펄스모터에서는 이동자의 축과 이동자철심과의 사이에 원통상부재의 존재 때문에 소형화할 수 없다는 문제가 있다.
또, 축방향으로 소정간격을 사이에 두고 배설된 이동자철심을 각각 N극, S극으로 자화하기 위한 영구자석을 구비하고, 이동자축은 자성재 또는 비자성재로 이 루어지며, 영구자석은 원통상으로 형성되고, 또한 이동철심과 이동자축과의 사이에 배설된 선형펄스모터(일본국 특개평 7-288969호 공보)가 있다.
그러나, 상기 특개평 7-288969호 공보에 개시된 선형펄스모터에서는 영구자석이 존재하기 때문에 소형화할 수 없다는 문제가 있다,
또, 축방향으로 소정간격을 사이에 두고 배설된 이동자코어간에 축방향으로 착자된 영구자석을 개재시킨 선형펄스모터(일본국 특개평 8-163857호 공보)가 있다.
그러나, 상기 특개평 8-163857호 공보에 개시된 선형펄스모터에서는 영구자석이 존재하기 때문에 소형화할 수 없다는 문제가 있다.
또, 고정자로서 기능하는 1/8피치의 간격으로 병설된 복수의 여자유니트군에 소정 간격을 두고 설치되며, 영구자석과 자성체로 이루어지는 이부가 소정의 피치로 교차하여 병설된 가동자로서의 자극유니트로 구성되고, 하나의 여자유니트는 자극유니트를 양측으로부터 사이에 두고 배열하는 자극과, 상기 자극을 연결하는 자성부재와 자성부재에 권선된 전기자코일을 구비한 선형펄스모터(일본국 특개평 10-327571호 공보)가 있다.
그러나, 상기 특개평 10-327571호 공보에 개시된 선형펄스모터에서는 영구자석이 존재하기 때문에 소형화할 수 없다는 문제가 있다.
또, 복수개의 이동자 작은 이가 형성된 이동자내에 배설된 영구자석을 구비하고, 이동자 작은 이는 고정자 작은이의 피치의 1/2간격으로 배설되며, 하나의 작은 이와 작은 이사이에 축방향으로 착자된 영구자석을 사이에 두고 한 쌍의 이동자 코어를 구성하며, 한 쌍끼리의 사이에는 공극 또는 비자성재를 통해 자기적으로 절연한 선형펄스모터(일본국 특개평 11-41905호 공보)가 있다.
그러나, 상기 특개평 11-41905호 공보에 개시된 선형펄스모터에서는 이동자를 소형화할 수 없다는 문제가 있다.

## 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 영구자석을 사용한 상기 선형펄스모터에서는 소형화가 곤란한 것 이외에, 충분한 추력을 갖지 않다는 문제점이 있다.
본 발명은 구성이 간단하며, 또한 소형화할 수 있고, 충분한 추력을 갖는 선형모터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

## 발명의 구성 및 작용

본 발명의 선형모터에 의하면, 장자석요크에 소정의 피치로 매설된 영구자석의 자극과 영구자석간의 장자석요크부분에 형성되는 자극과 자화에 의해 전자석에 형성되는 자극과의 사이의 극성에 기초한 흡인력과 반발력에 의해 장자석요크와 전자석과의 사이에 추력이 발생하고, 장자석요크와 전자석측과의 한 쪽이 상대적으로 구동된다.
본 발명의 선형모터에 의하면, 장자석요크에 매설된 영구자석의 피치사이를 τρ, 전자석의 극피치를 τe, 전자석간의 피치를 τg, 여자상의 상수 m, n을 0, 1, 2, 3,…, s를 1, 2, 3,…로 할 때
τe (2n+1)τρ
τg=(2s+1/m)τe로 하는 것을 특징으로 한다.
본 발명의 선형모터에 의하면, 영구자석이 장자석요크에 피치τρ (2n+1)τe로 매설되고, 전자석간의 피치 τg는 τg=(2s+1/m)τe의 위치로 형성되기 때문에 스텝폭 τe/m에서 장자석요크 또는 전자석이 한쪽 방향으로 구동된다.
본 발명의 선형모터에 의하면, 각 다리를 연결하는 요크부분에 권선된 코일에 통전함에 따라 각각의 다리를 반대의 극성으로 자화할 수 있다.
본 발명의 선형모터는 또한 다음과 같은 특징을 갖는다. 즉, 전자석의 철심은 요크로 연결되는 반대의 극성의 자극을 발생시키기 위한 다리 2개를 가지며, 각각의 다리에 역방향으로 권선함에 따라 차동코일을 구성하고, 차동코일에 통전함에 따라 각 다리를 반대의 자성으로 자화시킨다.
본 발명의 선형모터에 의하면, 차동코일에 통전함으로써 각각의 다리가 반대의 자성으로 자화할 수가 있다.
본 발명의 선형모터에 의하면, 3각의 중앙의 다리에 권선된 코일에 통전함으로써 전자석의 양쪽 바깥쪽에 설치된 각각의 다리를 반대의 자성으로 자화할 수 있다.
본 발명에 있어서의 선형모터의 실시형태에 대해 설명한다.
도 1은 본 발명의 실시형태에 있어서의 선형모터(10)의 구성도이다.
이 선형모터(10)는 베이스(12)위에 고정된 스테이터(stator)블록(14)과, 상기 스테이터블록(14)을 관통하여 가이드(미도시)의 안내작용하에 화살표 Z방향을 따라 변위자재하게 설치된 장자석요크(1)를 갖는다.
도 2A 2C 및 도 3A, 3B는 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)의 구성을 나타내는 모식설명도이다.
자성체인 예를 들어, 적층철심, 또는 적층규소강판으로 이루어지는 장자석요크(1)에 사전에 정해진 일정간격, 예를 들어 환상으로 형성된 영구자석(2-0, 2-1, 2-2…, 2-n)이 장자석요크(1)의 표면과 동일표면을 형성하도록, 예를 들어 피치τρ로 매설되어 있다. 인접하는 영구자석[2-(n-1)]과 영구자석(2-n)과는 서로 반대방향으로, 예를 들어 NS, SN, NS, SN,…과 같이 착자되어 있다. 따라서, 영구자석사이의 장자석요크(1)의 볼록부에는 S극과 N극이 교대로 발생한다.
한편, 장자석요크(1)에 대향하여 소정간격의 갭을 가지며 장자석요크(1)측이 개방된 단면인 U자형상인 적층규소강판으로 이루어지는 전자석철심(3-1)과 전자석철심(3-1)에 권선된 코일(3-2)로 이루어지는 전자석(3)과, 장자석요크(1)에 대향하여 소정간격의 갭을 가지며 장자석요크(1)측이 개방된 단면이 U자형상인 적층규소강판으로 이루어지는 전자석철심(4-1)과 전자석철심(4-1)에 권선된 코일(4-2)로 이루어지는 전자석(4)이 설치되어 있다.
도 2A 2C 및 도 3A, 3B에서는 여자상(相)을 2개 설치하여 1상여자의 경우를 예시하고 있으며, 이하에 전자석(3)을 여자상(A)로 기재하고, 전자석(4)을 여자상(B)으로 기재한다.
도 4에 도시하는 바와 같이, 장자석요크(1)에 매설된 영구자석(2-0, 2-1, 2-2,…)의 피치는 τρ으로 설정하고 있으며, 전자석철심(3-1)의 다리사이의 피치, 즉 전자석(3)의 여자에 의한 자화에 의해 전자석철심(3-1)의 다리부에 생성되는 자 극의 중심위치간의 거리인 극피치 및 전자석철심(4-1)의 다리사이부분의 피치, 즉 전자석(4)의 여자에 의한 자화에 의해 전자석철심(4-1)의 다리부에 생성되는 자극의 중심위치간의 거리인 극피치는 τe로 설정되어 있으며, 극피치(τe)와 영구자석간의 피치(τρ)의 사이에는
τe (2n+1)τρ…(1)의 관계가 있다.
여기서, n=0, 1, 2, 3…이며, 로 표시된 것은 추력의 변동을 제압하기 위해 다소 편차가 있게 하는 경우도 있기 때문이다.
또, 전자석(3)과 전자석(4)과의 사이의 피치(τg)는,
τg=(2s+1/m)τe…(2)으로 설정되어 있다.
여기서, s=1, 2, 3…이며, m=여자상의 상수(相數) 또는 상(相)이다.
또, 인접하는 전자석(3)과 전자석(4)과의 사이의 간격τd은 전자석철심의 다리폭을 τe/m으로 하면 상수 m=2일 때에는 τd=τe이며, 상수m=3일 때에는 τd=2τe/3이며, 상수 m=5일때는 τd=2τe/5이다.
또, 인접하는 전자석(3)과 전자석(4)과의 사이 간격τd은 전자석철심의 다리폭을 τe/2로 하면 상수m=2일 때에는 τd=τe이며, 상수m=3일 때에는 τd=5τe/6이며, 상수m=5일 때에는 τd=7τe/10이다.
도 2A에 도시하는 바와 같이, 전자석(3) 및 (4)이 무여자의 초기위치에 있어서, 전자석(3)의 다리가 영구자석(2-1), 영구자석(2-2)에 대략 대향하며, 전자석(4)의 한쪽 다리가 영구자석(2-3)과 영구자석(2-4)과의 사이의 장자석요크부분에 대략 대항하며, 전자석(4)의 다른쪽의 다리가 영구자석(2-4)과 영구자석(2-5) 과의 사이의 장자석요크부분에 대략 대향하고 있다.
이 상태에서, 영구자석(2-1)과 영구자석(2-2)과의 사이의 장자석요크부분으로부터 자석철심(3-1)의 한쪽다리를 통해 영구자석(2-1)의 S극방향으로 자기장(φp)이 발생하고, 영구자석(2-1)과 영구자석(2-2)과의 사이의 장자석요크부분으로부터 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리를 통해 영구자석(2-2)의 S극 방향으로 자기장(φp)이 발생하고, 영구자석(2-3)과 영구자석(2-4)과의 사이의 장자석요크부분으로부터 영구자석(2-4)의 S극 방향으로 전자석철심(4-1)을 통해 자기장(φp)이 발생한다.

여자상(A)의 초기위치에 있는 도 2(A)의 상태로부터 코일(3-2), 즉 여자상(A)를 도 2(B)에 도시하는 방향으로 통전한다. 이 통전에 의해 전자석(3)은 자화되어 반시계방향으로 자기장(φc)이 발생하고, 전자석철심(3-1)의 한쪽다리와, 영구자석(2-0)과 영구자석(2-1)과의 장자석요크부분과의 사이에서 흡인력이 작용하며, 전자석철심(3-1)의 다른쪽의 다리와, 영구자석(2-1)과 영구자석(2-2)과의 사이의 장자석요크부분과의 사이에서 흡인력이 작용하여 추력이 발생한다.

상술한 여자상(A)의 여자에 의한 흡인력에 의해 도 2(C)에 도시하는 바와 같이, τe/m으로 정해지는 1스텝폭만큼 장자석요크(1)가 도 2에 있어서 오른쪽으로 이동한다. 이어서, 여자가 일단 정지된다. 이 상태는 도 3(A)에 도시하는 바와 같이, 여자상(A)의 통전종료, 즉 여자상(B)의 초기위치의 상태가 된다. 이 때의 상태는 여자상(A)의 초기위치의 경우로부터 용이하게 유추되는 바이며, 여자상(A)의 초기위치의 경우와 동일하다.

도 3A에 있어서의 여자상(B)의 초기위치에 이어서 여자상(B)이 여자된다. 상기 여자상(B)의 초기위치에 있는 상태로부터 코일(4-2), 즉 여자상(B)에 도 3B에 도시하는 방향으로 통전한다. 이 통전에 의해 전자석철심(4-1)에 반시계방향으로 자기장(φp)이 발생하고, 전자석철심(4-1)의 한쪽다리와, 영구자석(2-2)과 영구자석(2-3)간의 장자석요크부분과의 사이에서 흡인력이 작용하여 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리와, 영구자석(2-3)과 영구자석(2-4)과의 사이의 장자석요크부분과의 사이에서 흡인력이 작용하여 추력이 발생한다. 이어서 τe/m으로 정해지는 1스텝폭만큼 장자석요크(1)가 도 3에 있어서 오른쪽 방향으로 이동된다.

이와 같이, 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)에서는 추력이 발생되어 장자석요크(1)가 구동된다.

이 때 장자석요크(1)에 발생하는 변위에 대한 추력특성은 도 5의 실선으로 나타내는 바와 같이, 디텐트(detent)력특성은 도 5의 파선으로 나타내는 바와 같다.

또, 전자석에 의한 기자력과 추력과의 관계를 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)의 경우와, 하이브리드(hybrid) 선형모터의 경우와, 가변자기저항 선형모터의 경우를 비교한 바를 도 6에 나타내는 바와 같았다. 도 6에 있어서, 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)의 경우를 실선으로 나타내고, 하이브리드 선형모터의 경우를 파선으로 나타내며, 가변자기저항 선형모터의 경우를 일점쇄선으로 나타내고 있다.

이와 같이, 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)에 따르면, 장자석요크(1) 에 영구자석을 매설한 결과,

(a) 전자석(3, 4)의 전자석철심(3-1, 4-1)의 다리에 발생하는 추력의 방향을 일정하게 할 수 있고, 종래의 가변자기저항 선형모터, 하이브리드 선형모터의 경우의 약 2배의 추력이 얻어진다.

(b)장자석요크(1)에 영구자석을 매설함으로써 DC모터의 추력인 플레밍의 룰에 의한 힘뿐만 아니라, 가변자기저항 선형모터의 추력인 자기저항력도 발생시킬 수 있으며, 이들의 힘이 작용하여 종래의 선형모터와 비교하여 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)의 경우 소형으로 큰 추력이 발생하는 것이다.

(c) 전자석(3, 4)을 여자상수에 의거하여 순차배열함으로써, 전자석의 자기회로가 1상마다 독립하고 있기 때문에, 예를 들어 1상여자, 1-2상여자 등의 여러가지 여자방법을 채용할 수 있다. 또한 각 상을 자기적으로 연결하는 요크를 필요로 하지 않기 때문에 소형화를 달성할 수 있다.

상기에 있어서는, 장자석요크(1)가 이동하는 경우를 예시하고 있으나, 전자석(3, 4)을 포함하는 어떤 유니트도 이동할 수 도 있다.

또, 도 4에 도시하는 구성을 대신하여 전자석(3, 4)을, 도 7에 도시하는 바와 같이 전자석철심[(3-1(4-1)]의 한쪽 다리에 일방향으로 코일[3-2a(4-2a)]을 권선하고, 전자석철심[3-1(4-1)]의 다른쪽 다리에 타방향으로 코일[3-2b)(4-2b)]을 권선하여 양 코일[3-2a(4-2a)]과 [3-2b(4-3b)]을 직렬로 접속하여 차동코일[3-2c(4-2c)]로 형성한 것이라도 좋다. 차동코일[3-2c(4-2c)]에 통전함으로써 전자석철심[3-1(4-1)]의 한쪽 다리와 전자석철심[3-1(4-1)]의 다른쪽 다리는 반대의 극성 으로 자화된다.

이어서, 2상구동의 경우에 대해, 도 8 도 10에 의해 설명한다.

도 8A 도 10B에 있어서, 장자석요크(1)와 전자석(3, 4)과의 사이의 갭에 기재된 화살표시는 추력의 발생방향을 나타내며, 상향은 흡인력을 나타내고, 하향은 반발력을 나타낸다.

2상구동의 경우에 있어서도, 그 구성은 도 2A 2C에 도시한 경우와 기본적으로는 동일하다. 여자상(A)과 여자상(B)에 90도위상 벗어난 2상의 전류를 흐르게 하여 각각 전자석(3, 4)을 여자한다. 여기서, 여자상(A, B)에 흐르는 전류는 레벨이일정한 정전류(定電流)로 한다. 즉, 도 11A 및 도 11B에 도시하는 바와 같이, 여자상(A, B)에 흐르는 전류(α, β)는 위상이 90 ° 를 벗어난 장방형 웨이브이다.

이하에 있어서, 여자전류를 도 11 및 도 11B에 도시하는 바와 같이, 위상을 45도씩 구별한 전류구간 a, b, c, d, e, f, g, h에 대해, 도 8A, 도 8B, 도 8C, 도 9A, 도 9B, 도 9C, 도 10A, 도 10B가 각각 대응하고, 도 8A, 도 8B, 도 8C, 도 9A, 도 9B, 도 9C, 도 10A, 도 10B에 기초하여 설명한다.

전류구간(a)에 있어서, 도 8A에 도시하는 바와 같이, 여자상(A)에 통전됨으로써 전자자석철심(3-1)이 자화되어 자기장(φca)이 생성되고, 여자상(B)에 통전됨으로써 전자석철심(4-1)이 자화되어 자기장(φcb)이 생성된다.

따라서, 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리에는 N극이 생성되고, 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리에는 S극이 생성된다. 영구자석(2-0)과 영구자석(2-1)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리와의 사이 및 영구자석(2-1)과 영구 자석(2-2)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리와의 사이에는 흡인력이 발생하고, 영구자석(2-1)과 영구자석(2-2)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-2)과 영구자석(2-3)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리와의 사이에는 반발력이 발생한다.

동시에, 전자석철심(4-1)의 한쪽 다리에에는 N극이 생성되고, 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리에는 S극이 생성된다. 영구자석(2-3)과 영구자석(2-4)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리와의 사이 및 영구자석(2-4)과 영구자석(2-5)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리와의 사이에는 반발력이 발

성한다.
이 결과, 장자석요크(1)가 이동하여 도 8B의 상태가 된다.
전류구간(b)에 있어서, 도 8B에 도시하는 바와 같이, 여자상(A)에 통전됨에 따라 전자석철심(3-1)이 자화되어 자기장(φca)이 생성되고, 여자상(B)에 통전됨에 따라 전자석철심(4-1)이 자화되어 자기장(φcb)이 생성된다.
따라서, 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리에는 N극이 생성되고, 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리에는 S극이 생성되며, 영구자석(2-0)과 영구자석(2-1)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-1)과 영구자석(2-2)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리사이에는 흡인력이 발생하고, 영구자석(2-1)과 영구자석(2-2)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-2)과 영구자석(2-3)과의 사이 의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리와의 사이에는 반발력이 발생한다.
동시에, 전자석철심(4-1)의 한쪽 다리에는 N극이 생성되고, 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리에는 S극이 생성된다. 영구자석(2-2)과 영구자석(2-3)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-3)과 영구자석(2-4)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리사이에는 흡인력이 발생하고, 영구자석(2-3)과 영구자석(2-4)과의 사이에 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-4)과 영구자석(2-5)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리사이에는 반발력이 발생한다.
그 결과, 장자석요크(1)는 도 8C에 도시한 바와 같이, 일단 정지상태가 된다. 장자석요크(1)는 도 8A의 상태로부터 도 8B의 상태를 거쳐 도 8C의 상태로 우측방향으로 τe/m에 의해 정해진 1스텝폭만큼 이동한다.
전류구간(c)에 있어서, 도 8C에 도시하는 바와 같이, 여자상(A)은 도 8A의 경우에 대해 역방향으로 통전됨에 따라 전자석(3)의 철심(3-1)이 역방향으로 자화되어 자기장(φca)이 생성되고, 여자상(B)에 통전됨에 따라 전자석철심(4-1)이 자화되어 자기장(φcb)이 생성된다.
따라서, 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리에는 S극이 생성되고, 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리에는 N극이 생성되며, 영구자석(2-0)과 영구자석(2-1)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-1)과 영구자석(2-2)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리와의 사이에는 반발력이 발생한다.
동시에, 전자석철심(4-1)의 한쪽 다리에는 N극이 생성되고, 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리에는 S극이 생성되며, 영구자석(2-2)과 영구자석(2-3)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-3)과 영구자석(2-4)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리사이에는 흡인력이 발생하며, 영구자석(2-3)과 영구자석(2-4)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-4)과 영구자석(2-5)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)다른쪽 다리와의 사이에는 반발력이 발생한다.
그 결과, 장자석요크(1)가 이동하여 도 9A의 상태가 된다.
전류구간(d)에 있어서, 도 9A에 도시하는 바와 같이, 여자상(A)은 도 8A의 경우에 대해 역방향으로 통전됨에 따라 전자석철심(3-1)이 자화되어 자기장(φca)이 생성되고, 여자상(B)에 통전됨에 따라 전자석철심(4-1)이 자화되어 자기장(φcb)이 생성된다.
따라서, 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리에는 S극이 생성되고, 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리에는 N극이 생성되며, 영구자석2-(-1)과 영구자석(2-0)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리 사이 및 영구자석(2-0)과 영구자석(2-1)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리와의 사이에는 흡인력이 발생하고, 영구자석(2-0)과 영구자석(2-1)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-1)과 영구자석(2-2)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리사이에는 반발력이 발생한다.
동시에, 전자석철심(4-1)의 한쪽 다리에는 N극이 생성되고, 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리에는 S극이 생성되며, 영구자석(2-2)과 영구자석(2-3)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1) 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-3)과 영구자석(2-4)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리사이에는 흡인력이 발생하여 영구자석(2-3)과 영구자석(2-4)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-4)과 영구자석(2-5)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리와의 사이에는 반발력이 발생한다.
그 결과, 장자석요크(1)가 이동하여 도 9B에 있어서, 일단 정지상태가 된다. 장자석요크(1)는 도 8C의 상태로부터 도 9A의 상태를 거쳐 도 9B의 상태로 우측방향으로 τe/m에 의해 정해지는 1스텝폭만큼 이동한다.
전류구간(e)에 있어서, 도 9B에 도시하는 바와 같이, 여자상(A)에 도 8A의 경우에 대해 역방향으로 통전됨으로써, 전자석철심(3-1)이 여자되어 자기장(Φca)이 생성되어 여자상(B)에 도 8A의 경우에 대해 역방향으로 통전됨에 따라 전자석철심(4-1)이 자화되어 자기장(φca)이 생성된다.
따라서, 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리에는 S극이 생성되고, 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리에는 N극이 생성되며, 영구자석2-(-1)과 영구자석(2-0)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-0)과 영구자석(2-1)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리와의 사이에는 흡인력이 발생하고, 영구자석(2-0)과 영구자석(2-1)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 한쪽다리와의 사이 및 영구자석(2-1)과 영구자석(2-2)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(3-1)의 다른쪽 다리사이에는 반발력이 생성한다.
동시에, 전자석철심(4-1)의 한쪽 다리에는 S극이 생성되고, 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리에는 N극이 생성되며, 영구자석(2-2)과 영구자석(2-3)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1) 한쪽 다리사이 및 영구자석(2-3)과 영구자석(2-4)과의 사이의 장자석요크부분과 전자석철심(4-1)의 다른쪽 다리사이에는 반발력이 발생한다.
그 결과, 장자석요크(1)가 이동하여 도 9C의 상태가 된다.
전류구간(f, g) 및 (h)에 대해서도, 도 9C, 도 10A, 도 10B에 도시하는 바와 같이, 이 경우의 작용도 전류구간 a, b, c, d 및 e에 있어서의 작용으로 쉽게 유추할 수 있을 것이다.
도 8A  도 10B에 도시한 2상여자에 의한 구동의 경우에, 각 상에 발생하는 추력은 도 12에 도시하는 바와 같다.

이상에서 명확한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)에서는 도 2A 도 3B 및 도 8A 도 10B와 같이, 1상여자 및 2상여자에 의해 구동할 수 있다.
본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)의 변위에 대한 추력특성과 가변자기 저항 선형모터의 변위에 대한 추력특성을 비교한 경우, 도 13에 도시하는 바와 같다. 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)의 변위에 대한 추력특성이 특단으로 양호하였다. 도 13에 있어서, 실선은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)의 변위에 대한 추력특성을 나타내며, 파선은 가변자기저항 선형모터의 변위에 대한 추력특성을 나타낸다.
장자석요크(1)에 매설되는 영구자석의 매설길이(영구자석은 장자석요크(1)의 표면과 동일한 표면을 형성하도록 매설되어 있기 때문에, 영구자석의 매설길이는 매설의 깊이이지만, 이하에 영구자석의 매설길이라고 표기한다)를 변화시킨 경우에 있어서의 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)에 있어서, 변위에 대한 추력특성은 도 14에 도시하는 바와 같다. 도 14에 있어서, 실선은 장자석요크(1)에 매설되는 영구자석의 매설길이가 예를 들어 2.5mm의 경우를 나타내며, 파선은 장자석요크(1)에 매설되는 영구자석의 길이가 예를 들어 1.0mm의 경우를 나타내고 있다. 그러나, 영구자석의 매설길이가 3mm 이상에서 포화하는 경향을 나타내었다.
장자석요크(1)에 매설되는 영구자석의 매설길이를 변화시킨 경우에 있어서의 본 발명의 실시에에 의한 선형모터(10)에 있어서, 변위에 대한 수직력(장자석요크(1)와 전자석철심(3-1, 4-1)사이의 흡인력)특성은 도 15에 도시하는 바와 같았다. 도 15에 있어서, 실선(a)은 장자석요크(1)에 매설되는 영구자석의 길이가, 예를 들어 2.5mm의 경우를 나타내며, 실선(c)은, 예를 들어 1.0mm의 경우를 나타내고 있다. 각각에 대한 도 15에 있어서의 파선(b,d)은 코일에 통전하지 않을 때의 수직력을 나타낸다.
또, 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)에 있어서, 장자석요크(1)에 매설되는 영구자석의 매설길이를 변화시킨 경우에 있어서의 수지력특성은 도 16에 도시하는 바와 같다.
또, 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)에 있어서, 장자석요크(1)에 매설되는 영구자석의 매설길이를 변화시킨 경우에 있어서의 추력특성 및 디텐트력특성은 도 17에 도시하는 바와 같다. 도 17에 있어서, 실선은 추력특성을 나타내며, 파선은 디텐트력 특성으로 나타내고 있다.
또한, 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)에 있어서, 장자석요크(1)에 매설되는 영구자석의 매설길이를 변화시킨 경우에 있어서의 추력/디텐트력의 비는 도 18에 도시하는 바와 같다.
또, 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)에 있어서, 장자석요크(1)에 매설되는 영구자석의 매설길이를 변화시킨 경우에 있어서의 추력/수직력의 비는 도 19에 도시하는 바와 같다.
상기의 특성으로부터 장자석요크(1)에 매설되는 영구자석의 매설길이는 장자석요크(1)의 재질, 영구자석의 재질, 전자석철심의 재질 등의 관계에 의해 정해지는 적당한 길이가 존재한다.
상술한 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)에 있어서의 전자석(3, 4)의 전자석철심(3-1, 4-1)은 도 2A 도 3B, 도 8A 도 10B에 있어서, 단면이 U자형상의 경우를 예시하였으나, 전자석철심3-1(4-1)을 대신하여 단면이 E자형상의 전자석철심3-5(4-5), 즉 3각상으로 형성하여 그 중앙의 다리3-6(4-6)에 코일3-2(4-2)을 권 선한 구성이라도 좋다.
이 경우의 구성예를 영구자석의 일부와 함께 나타내면, 도 20A 도 22에 도시하는 바와 같다.
도 20의 (A)의 경우는 전자석철심3-5(4-5)의 양외측의 다리3-7(4-7), 3-8(4-8), 중앙의 다리3-6(4-6)의 각각의 위치가 영구자석의 위치에 대략 대향하여 코일3-2(4-2)에 통전하지 않은 상태를 나타내고 있다.
도 20의 (B)는 도 20(A)에 있어서 코일3-2(4-2)에 통전하였을 때의 상태를 나타내며, 통전에 의한 여자에 의해 전자석철심3-5(4-5)의 양외측의 다리3-7(4-7), 3-8(4-8)에 S극이 생성되고, 중앙의 다리3-6(4-6)에는 N극이 생성되며, 영구자석사이에 있어서의 장자석요크와의 사이에서 화살표시로 나타낸 흡인력과 반발력이 발생한다.
도 21의 (A)의 경우는 전자석철심3-5(4-5)의 양외측의 다리 3-7(4-7), 3-8(4-8), 중앙의 다리 3-6(4-6) 각각이 인접하는 영구자석사이의 장자석요크부분에 대략 대향하여, 코일3-2(4-2)에 통전하지 않은 상태를 나타내고 있다.
도 21의 (B)는 도 21의 (A)에서 코일3-2(4-2)에 통전하였을 때의 상태를 나타내며, 통전에 의한 자화에 의해 전자석철심3-5(4-5)의 양외측의 다리 3-7(4-7), 3-8(4-8)에 S극이 생성되고, 중앙의 다리 3-6(4-6)에는 N극이 생성되며, 영구자석간의 장자석요크(1)와의 사이에서 화살표시로 표시한 반발력만이 생긴다.
도 22는 단면E자형상의 전자석철심의 변형예를 나타내고 있다.
도 22에 도시하는 전자석철심의 경우는 쌍을 이루는 한 쌍의 다리(3-11)와 (3-12)와, 쌍을 이루는 한 쌍의 다리(3-13)과 (3-14)를 가지며, 요크로 연결되어 있다. 다리(3-11)와 (3-12)는 각각 영구자석의 피치에 대략 동등한 극피치를 가지며, 다리(3-13)와 (3-14)는 각각 영구자석의 피치에 대략 동등한 극피치를 가지며, 다리(3-12)와 다리(3-13)와의 극피치는 영구자석의 2배의 피치에 대략 동등한 간격으로 구성하고 있다.
상기 도 22에 도시하는 바와 같이 구성함으로써, 통전으로 전자석철심의 다리와 장자석요크(1)와의 사이에서 흡인력과 반발력이 발생하여 극피치에 대향하여 코일의 체적을 크게할 수 있으며, 큰 추력을 얻을 수 있다.
이어서, 3상구동용의 경우에 대해 설명한다.
도 23은 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)를 3상구동으로 대응시킨 경우의 구성을 나타낸 모식설명도이다.
이 경우의 상술한 (1)식 및 (2)식에 따라, 영구자석(2-1, 2-2, 2-3,…)을 피치(τp)로 장자석요크(1)에 매설하고, 그 전자석의 극피치를 (τe), 전자석간의 피치를 (τg), 전자석철심의 다리폭을 τe/2로 하여 서로 τd=5τe/6의 간격을 두어 설치한 3개의 전자석(3, 4, 5)을 포함하여 전자석(3, 4, 5)에 의해 여자상(A), 여자상(B), 여자상(C)를 구성하며, 여자상(A), 여자상(B), 여자상(C)을 3상구동한다.
도 23에 있어서, 부호(3-1, 4-1, 5-1)는 전자석철심을 나타내며, 부호(3-2, 4-2, 5-2)는 코일을 나타낸다.
3상구동의 경우의 작용도 2상구동의 경우와 동일하며, 큰 추력이 얻어진다.
이어서, 5상구동용의 경우에 대해 설명한다.

도 24는 본 발명의 실시예에 의한 선형모터(10)를 5상구동에 대응시킨 경우의 구성을 나타내는 모식설명도이다.
이 경우는 상술한 (1)식 및 (2)식에 따라서, 영구자석(2-1, 2-2, 2-3,…)을 피치 τp로 장자석요크(1)에 매설하고, 전자석의 극피치를 τe, 전자석간의 피치를 τg, 전자석철심의 다리의 폭을 τe/2로 하여 서로 τd=7τe/10의 간격을 두어 설치한 5개의 전자석(3, 4, 5, 6, 7)을 포함하여 전자석(3, 4, 5, 6, 7)에 의해 여자상(A), 여자상(B), 여자상(C), 여자상(D), 여자상(E)을 구성하여 5상구동한다.
도 24에 있어서, 부호(3-1, 4-1, 5-1, 6-1, 7-1)는 전자석철심을 나타내며, 부호(3-2, 4-2, 5-2, 6-2, 7-2)는 코일을 나타내고 있다.
5상구동의 경우의 작용도 2상구동, 3상구동의 경우와 동일하며, 큰 추력을 얻을 수 있다.

## 발명의 효과

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 선형모터에 따르면, 자성체로 이루어지는 장자석요크의 길이방향으로 소정피치로 인접하는 자성이 서로 반대가 되도록 복수의 영구자석을 매설하고, 사전에 정해진 간격의 극피치를 갖는 복수의 전자석을 장자석길이방향을 따라 소정피치로 설치함과 동시에, 장자석요크에 대향하여 소정의 갭을 사이에 두고 설치하여, 전자석을 차례로 여자함으로써, 장자석요크에 매설된 영구자석의 자극과 영구자석간의 장자석요크부분에 형성되는 자극과 자화에 의해 전자석에 형성되는 자극과의 사이의 자성에 기초하여 흡인력과 반발력이 발생하고, 장자석요크와 전자석과의 사이에 추력이 발생하며, 장자석요크와 전자석의 한 쪽이 구동된다. 이 경우의 구성은 간단함에도 불구하고, 큰 추력을 얻을 수 있다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.
자성체로 이루어지는 장자석요크(1)에 길이방향으로 소정 피치 τρ로 매설된 복수의 영구자석(2-0, 2-1, 2-3,…)과,
상기 장자석요크(1)의 길이방향을 따라 τg=(2s+1/m)τe의 피치로 극피치 τe (2n+1)τρ가 설치되며, 상기 장자석요크(1)와 대향하여 소정 간격으로 상기 장자석요크(1)로부터 분리되어 설치되고, 여자상 또는 상의 상수 m, n은 0, 1, 2, 3,…이고, s는 1, 2, 3,…인 전자석(3, 4, 5,…)을 포함하며,
상기 인접한 영구자석은 서로 반대 극성으로 자화되는 것을 특징으로 하는 선형모터.

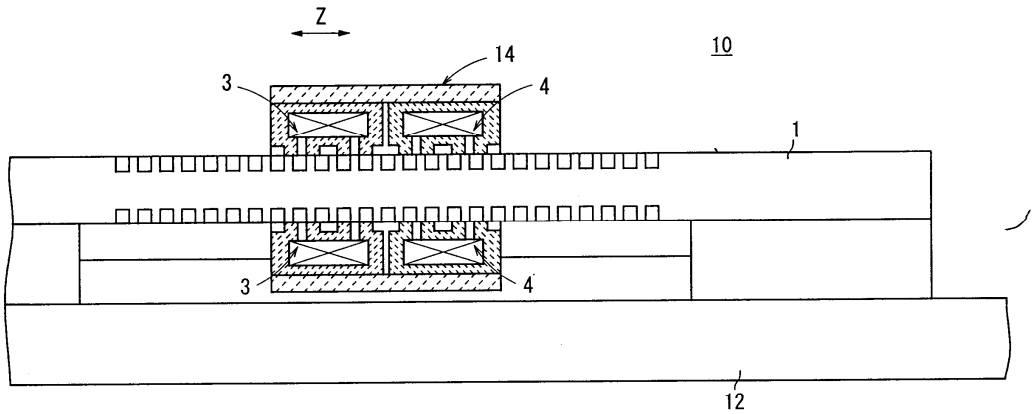
### 청구항 2.
제 1 항에 있어서, 상기 전자석의 철심은 요크로 연결되고 반대 극성의 자극을 발생시키기 위한 다리 2개를 가지며, 상기 각 다리를 연결하는 요크부분에 코일이 권취되는 것을 특징으로 하는 선형모터.

### 청구항 3.
제 1 항에 있어서, 상기 전자석의 철심은 요크로 연결되고 반대 극성의 자극을 발생시키기 위한 다리 2개를 가지며, 상기 각 다리에 코일이 반대방향으로 권취되어 차동코일(3-2C)이 형성되며, 상기 차동코일(3-2C)에 통전됨에 따라 상기 각 다리가 반대 극성으로 자화되는 것을 특징으로 하는 선형모터.

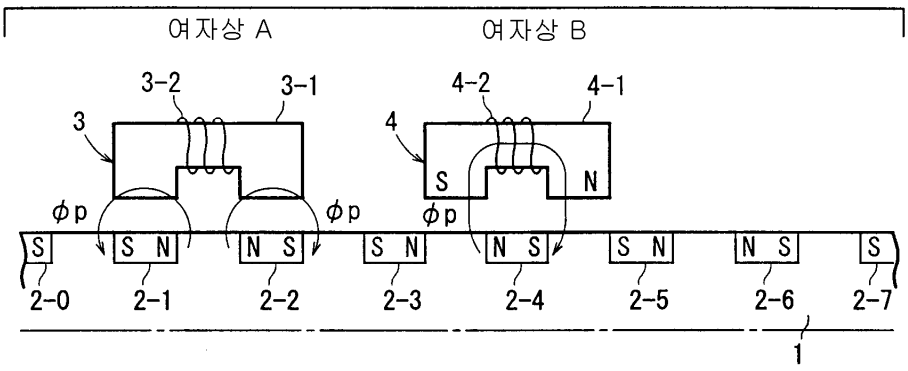
### 청구항 4.
제 1 항에 있어서, 상기 전자석의 철심은 상기 중앙 다리에 권취된 코일[(3-2(4-2)]을 포함하는 다리 3개를 가지며, 상기 코일[(3-2)(4-2)]에 통전됨에 따라 상기 중앙 다리를 사이에 두고 양외측의 다리가 반대 극성으로 자화되는 것을 특징으로 하는 선형모터.

## 도면

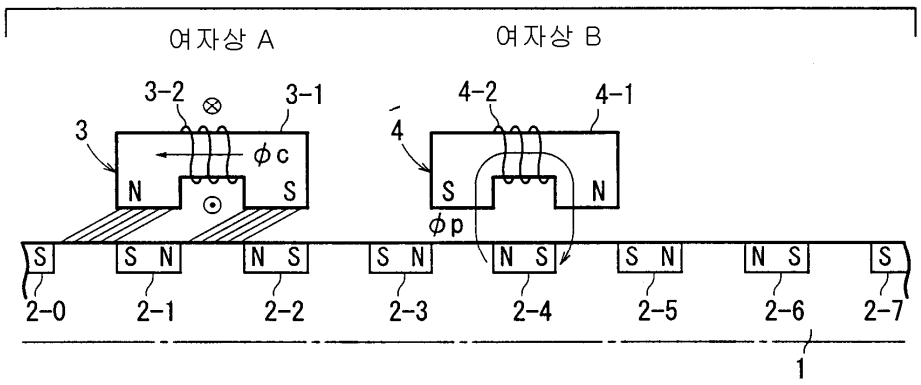
### 도면1



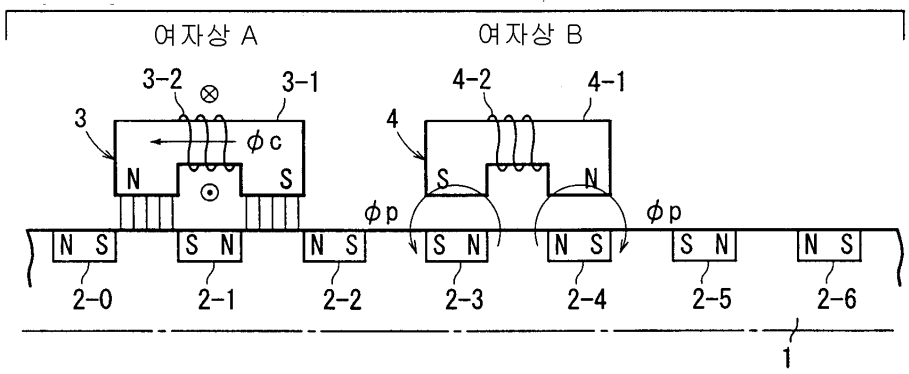
도면2a



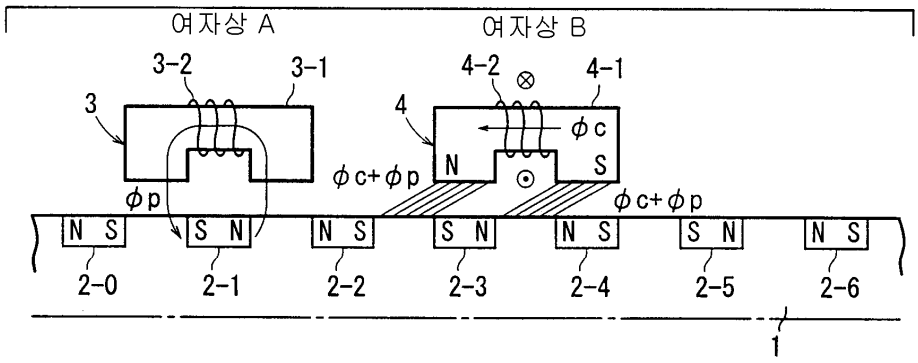

도면2b



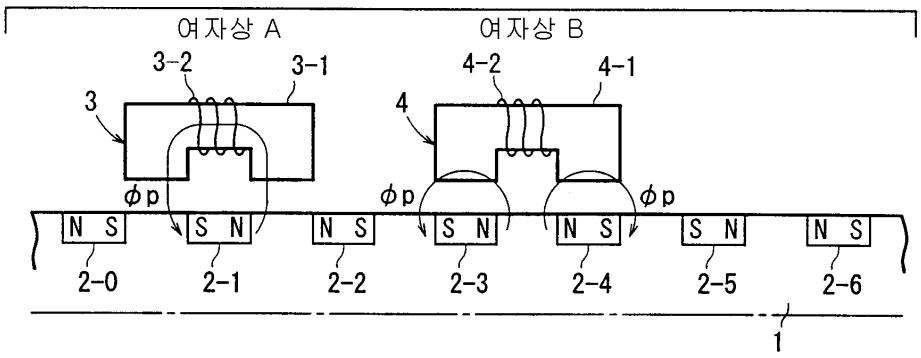

도면2c



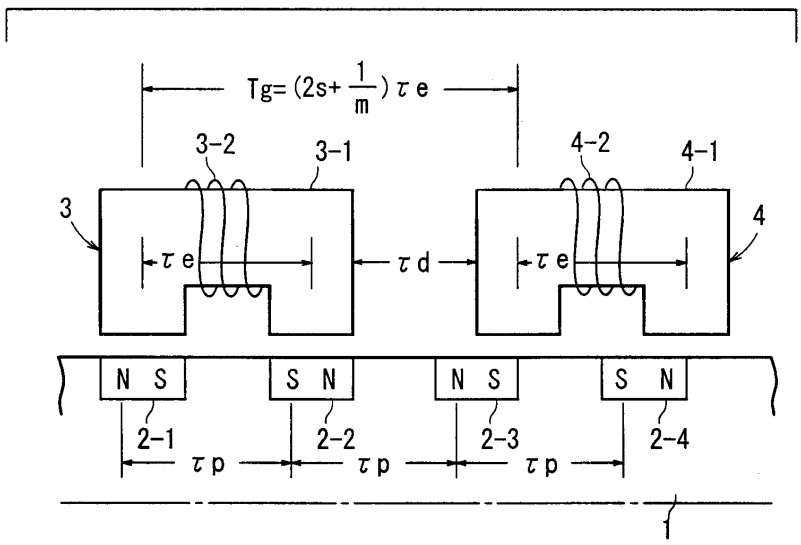

도면3a



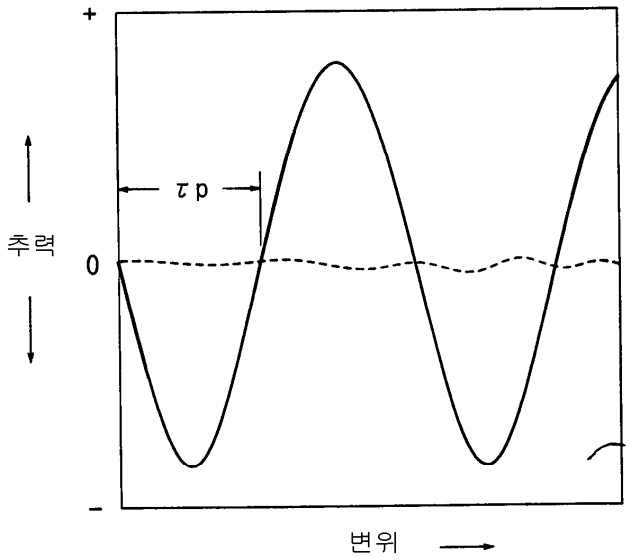
도면3b


여자상 A
여자상 B
3-2
3-1
4-2
4-1
3
4
ϕp
ϕp
ϕp
N S
S N
N S
S N
N S
S N
N S
2-0
2-1
2-2
2-3
2-4
2-5
2-6
1

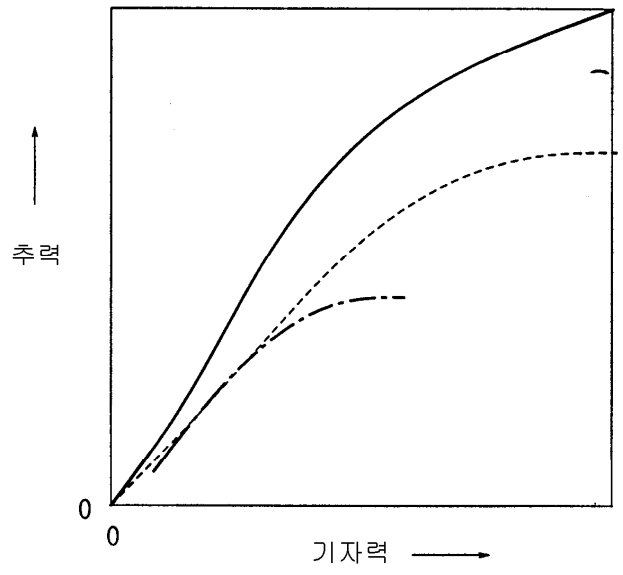
도면4


Tg=(2s+1/m)τe
3-2
3-1
4-2
4-1
3
4
τe
τd
τe
N S
S N
N S
S N
2-1
2-2
2-3
2-4
τp
τp
τp
1

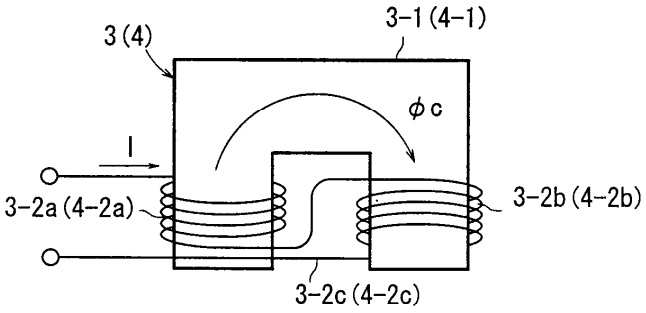
도면5



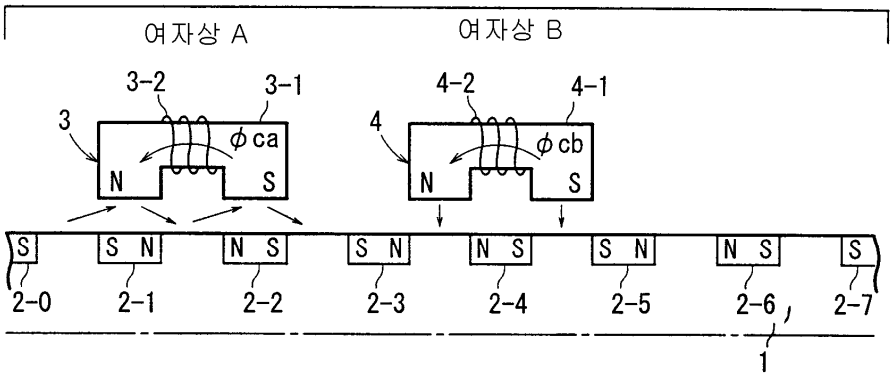

도면6



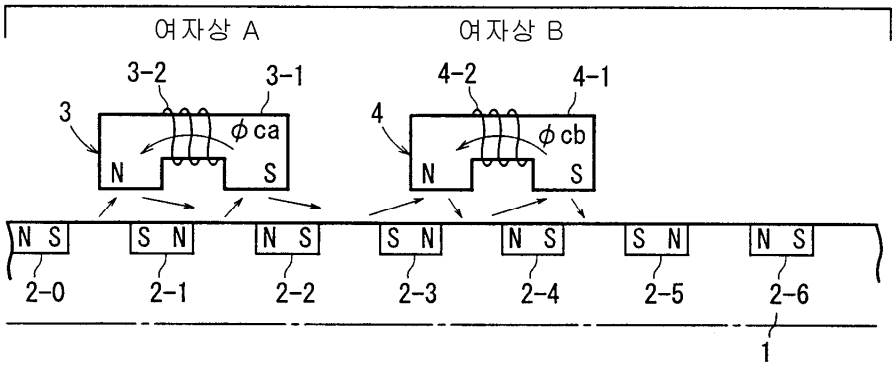
도면7



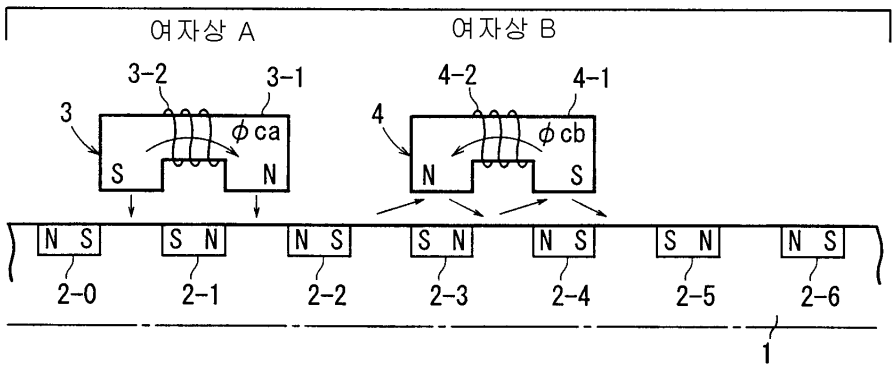

도면8a



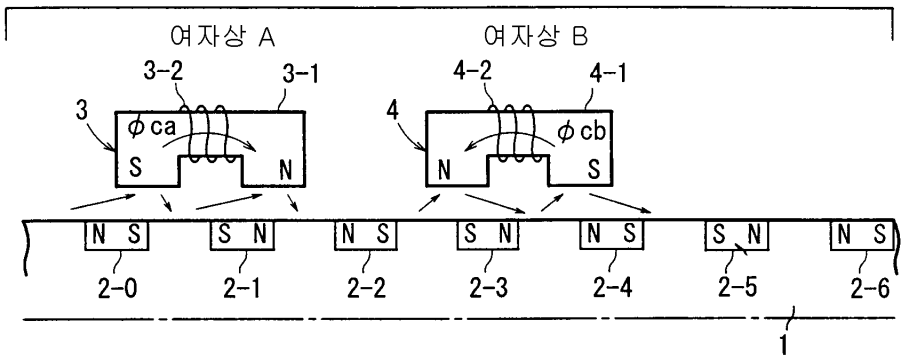

도면8b



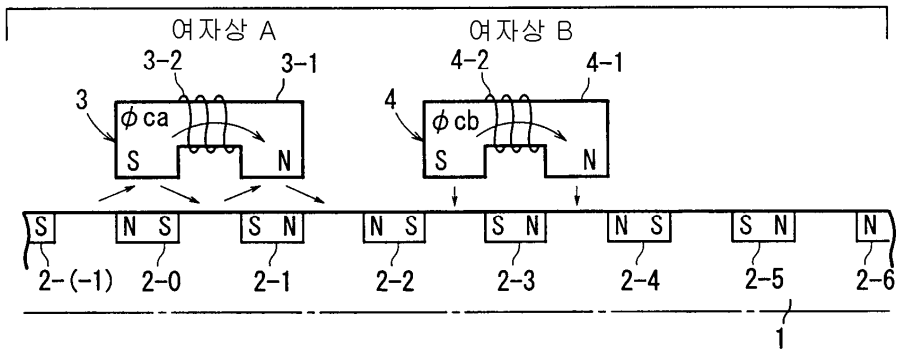
도면8c



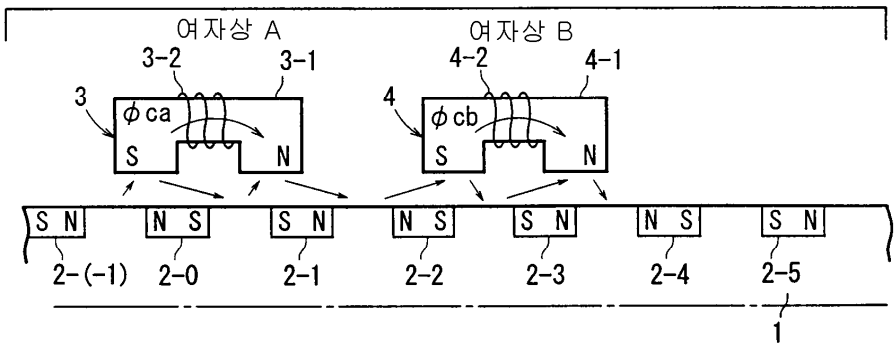

도면9a



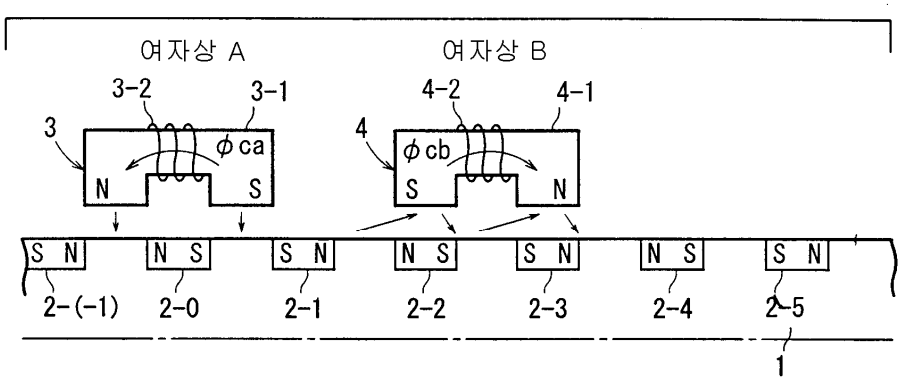

도면9b



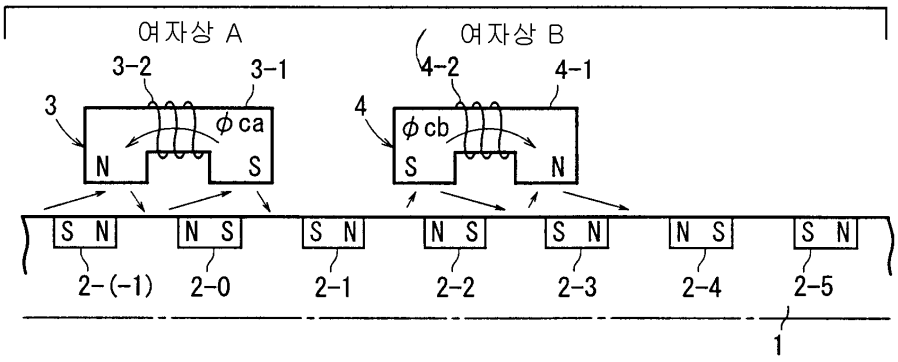
도면9c



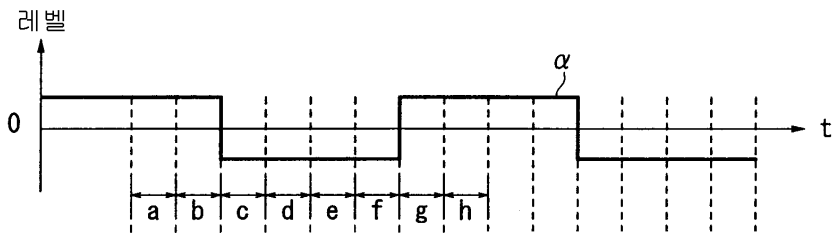

도면10a



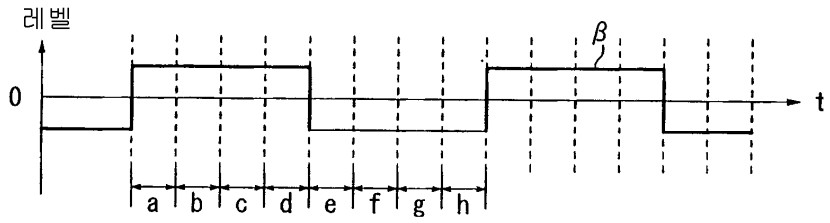

도면10b



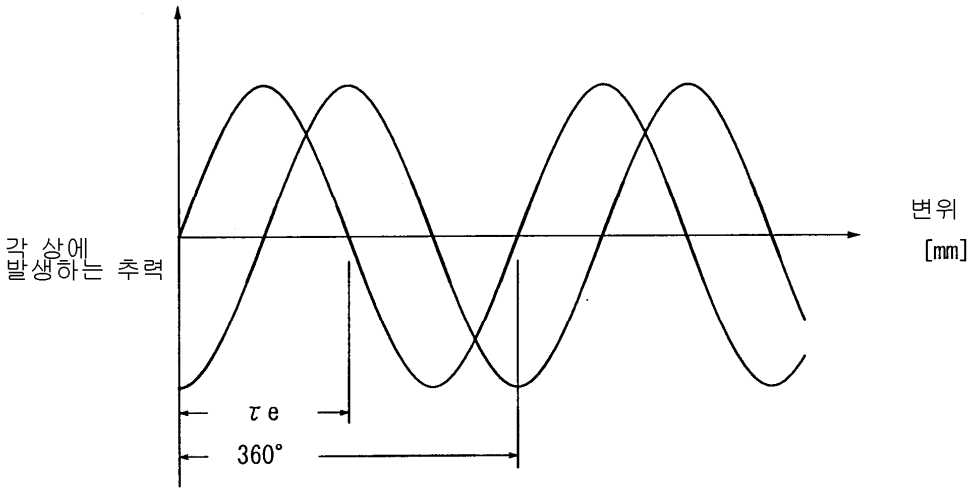

도면11a



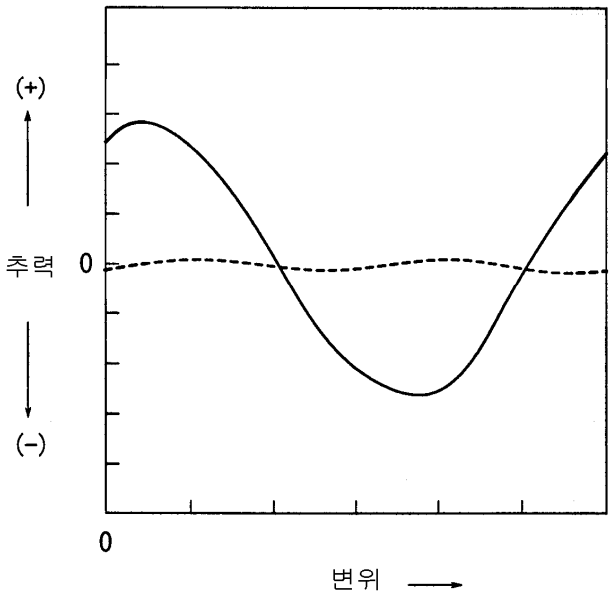
도면11b



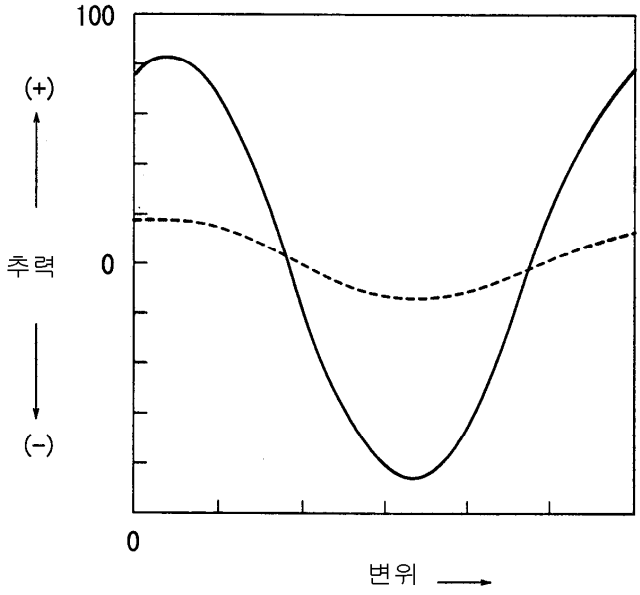

도면12



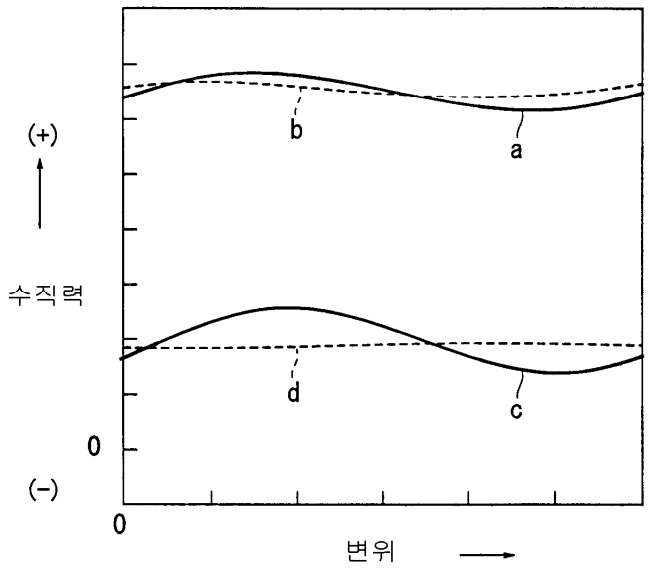
도면13



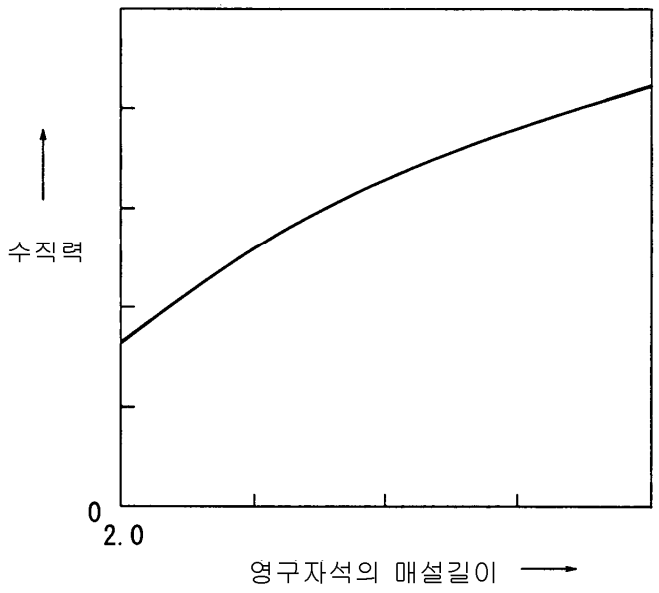

도면14



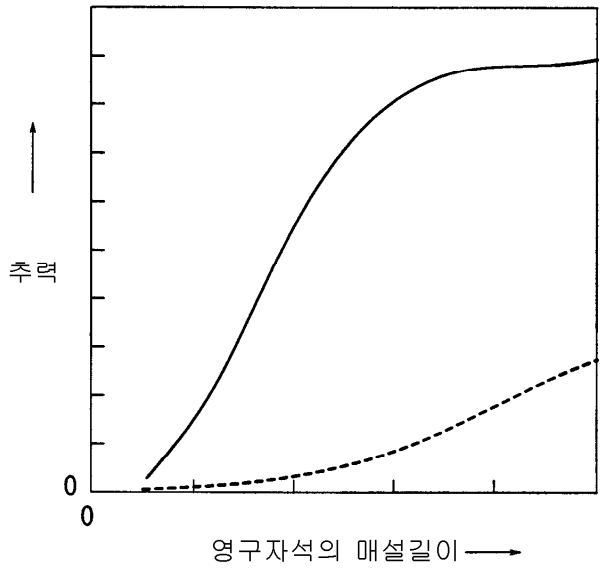
도면15



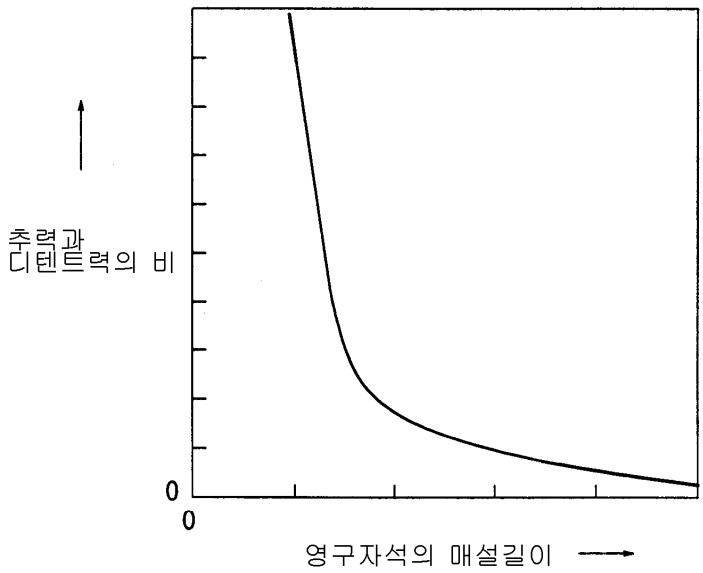

도면16



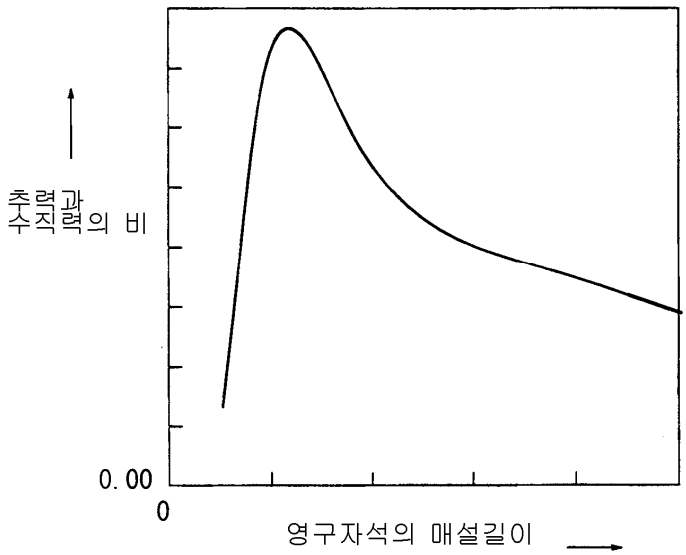
도면17



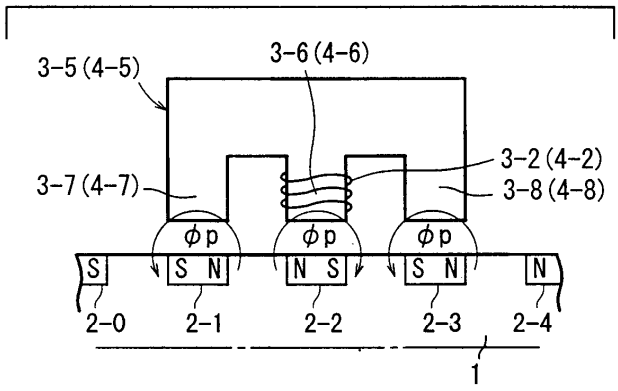

도면18



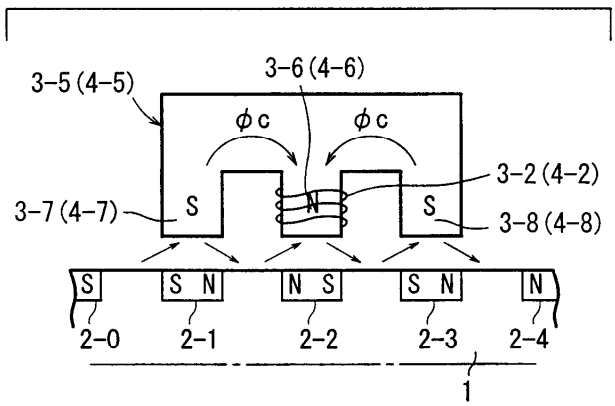
도면19



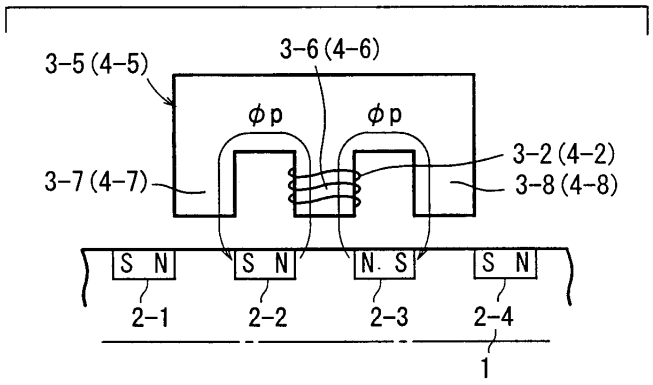

도면20a



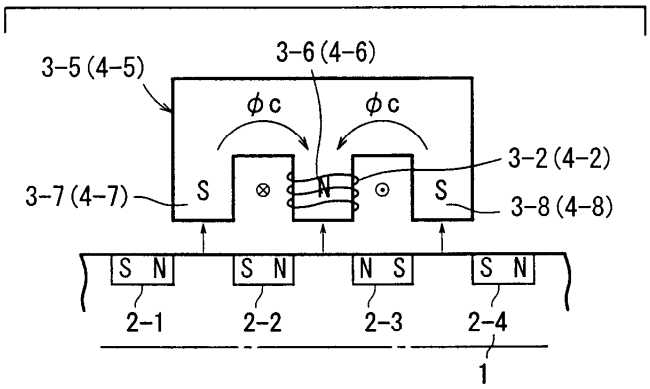

도면20b



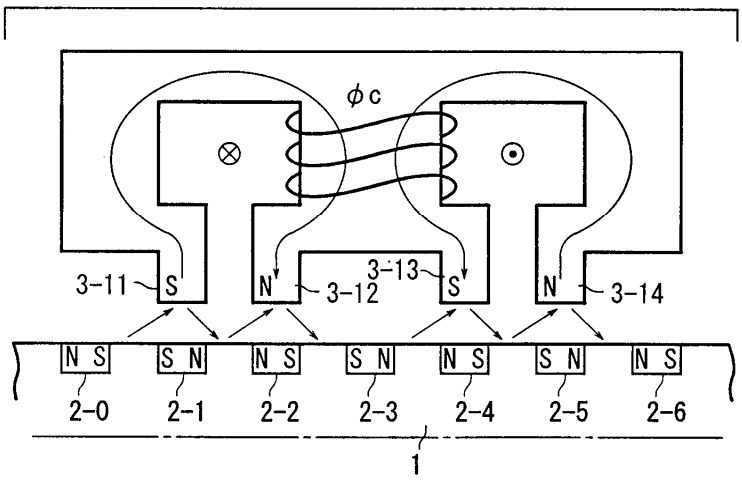
도면21a



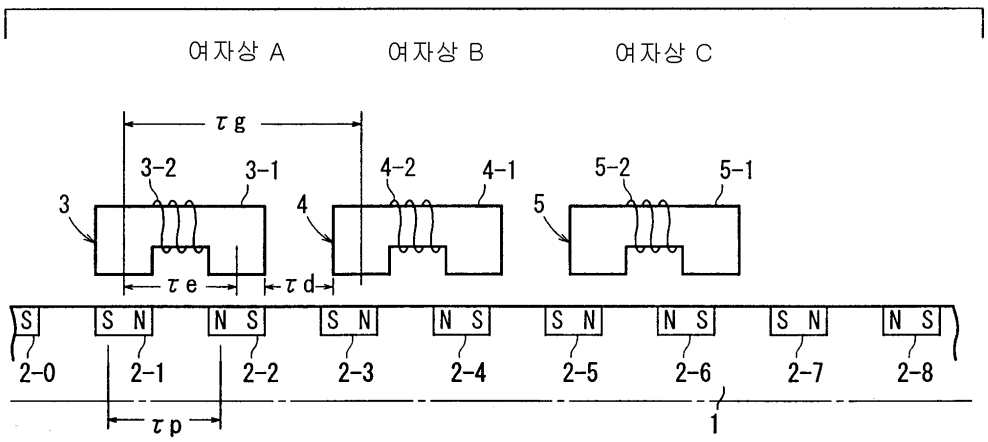

도면21b



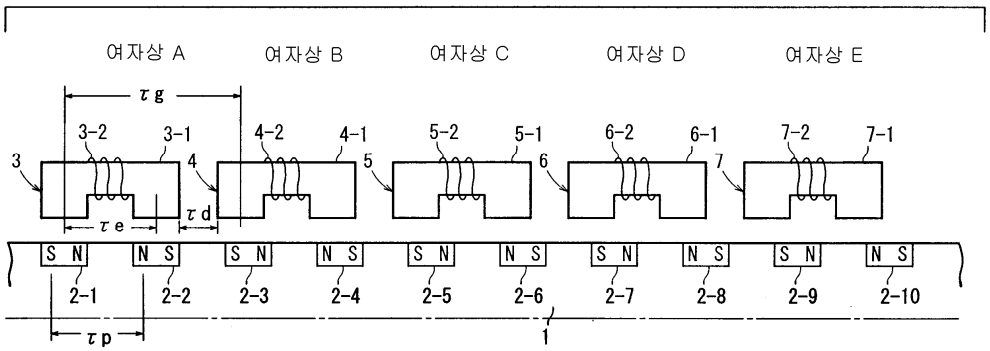

도면22



도면23


여자상 A
여자상 B
여자상 C
τg
3-2
3-1
4-2
4-1
5-2
5-1
3
4
5
τe
τd
S
S N
N S
2-0
2-1
2-2
2-3
2-4
2-5
2-6
2-7
2-8
τp
1

도면24


여자상 A
여자상 B
여자상 C
여자상 D
여자상 E
τg
3-2
3-1
4-2
4-1
5-2
5-1
6-2
6-1
7-2
7-1
3
4
5
6
7
τe
τd
S N
N S
2-1
2-2
2-3
2-4
2-5
2-6
2-7
2-8
2-9
2-10
τp
1