

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(51) Int. Cl.  
*H02K 33/16* (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0077458  
(43) 공개일자 2006년07월05일

(21) 출원번호 10-2004-0116320  
(22) 출원일자 2004년12월30일

(71) 출원인 한국전기연구원  
 경남 창원시 성주동 28-1

(72) 발명자 강도현  
 경남 창원시 상남동 44-1 대동@ 106동 1801호  
 김지원  
 부산 부산진구 당감4동 주공아파트 310동 1602호  
 장정환  
 경남 창원시 가음정동 13-7번지 한국전기연구원@ 가동 304호

(74) 대리인 백남훈  
 이학수

**심사청구 : 있음**

**(54) E 형 이동자 철심을 가진 영구자속여자 횡자속 선형전동기**

**요약**

소음이 적고 추력비가 큰 E형 이동자철심을 가진 영구자속여자 횡자속 선형전동기가 개시되어 있다. E형 모양의 이동자는 철심의 중앙과 측면에 추력을 발생한다. E형 이동자는 E형 이동자철심 및 E형 이동자영구자석의 중앙 부분에서 좌우로 감기도록 설치된 이동자권선를 구비하고, E형 이동자의 측면과 고정자철심의 측면에서 발생하는 흡인력이 서로 상쇄한다.

**대표도**

도 1

**색인어**

선형 전동기, 영구 자석

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

도 1은 본 발명에 따른 E형 이동자철심을 가진 영구자석여자 횡자속 선형전동기를 나타내는 도면,

도 2는 본 발명에 따른 이동자철심 및 이동자영구자석을 나타내는 도면,

도 3은 본 발명에 따른 이동자권선을 나타내는 도면,

도 4는 본 발명에 따른 분활형 고정자철심을 나타낸 도면,

도 5는 본 발명에 따른 일체형 고정자철심을 나타낸 도면,

도 6은 본 발명에 따른 선형전동기의 정면도,

도 7은 본 발명에 따른 전원공급회로도를 나타내는 도면,

도 8은 본 발명에 따른 전류방향 I1에 대한 측면 힘발생 원리를 나타내는 도면,

도 9는 본 발명에 따른 전류방향 I1에 대한 수직면 힘발생 원리를 나타내는 도면,

도 10은 본 발명에 따른 전류방향 I2에 대한 측면 힘발생 원리를 나타내는 도면,

도 11는 본 발명에 따른 전류방향 I2에 대한 수직면 힘발생 원리를 나타내는 도면,

도 12는 본 발명에 따른 선형전동기의 전류-이동자위치 및 추력-이동자위치의 특성을 나타내는 그래프,

도 13a 내지 도 13b는 본 발명에 따른 선형전동기의 전류-이동자위치 및 추력-이동자위치의 특성을 나타내는 그래프.

\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*

1: 이동자영구자석

2: 이동자철심

3: 이동자권선

4: 이동자(mover)

5: 분활형 고정자철심

6: 일체형 고정자철심

7: 자속

8: 반도체 소자

9: 전원

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은 전동기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 E형 이동자 철심을 가진 영구자속여자 횡자속 선형전동기에 관한 것이다.

일반적으로 직선 운동을 얻기 위하여 회전운동을 발생시키고, 상기 회전운동을 볼 스크루와 같은 직선운동 변환기를 사용하여 직선동력을 얻는다. 회전형 전동기와 볼 스쿠루등 동력전달장치를 사용하여 동력을 얻을 경우, 시스템이 복잡하고, 청정 이송시스템을 구현할 수 없다. 특별히 선형전동기를 사용하는 경우, 유도형 선형전동기 혹은 영구자석 이용 선형전동기가 주로 사용된다.

직선운동을 위하여 선형전동기가 사용될 경우, 유도형 선형전동기는 앞부분과 뒷부분에서 단부효과가 발생하여 성능이 저하되고 고정자축에 도체판을 사용하는 경우, 자기적인 공극이 기계적인 공극보다 크므로 1차측에 많은 여자 전류가 필요하다.

이에 따라, 선형유도전동기는 추력비(단위 무게당 발생 추력)가 적고, 효율이 낮아서 추진장치의 부피가 크고, 에너지가 많이 필요한 문제점이 있다.

또한, 영구자석이용 선형전동기를 적용할 경우, 주로 이동자에 영구자석을 설치하고 고정자에 권선을 시행하여 재료비가 많이 소요되는 문제점이 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 소음이 적고 추력비가 큰 E형 이동자철심을 가진 영구자속여자 횡자속 선형전동기를 제공하는데 있다.

본 발명은 철심의 중앙과 측면에 추력을 발생하는 E형 모양의 이동자영구자석; 및

E형 이동자철심 및 상기 E형 이동자영구자석과 E형 이동자철심의 중앙 부분에서 좌우로 감기도록 설치된 이동자권선을 구비하고, E형 이동자의 측면과 고정자철심의 측면에서 발생하는 흡인력이 서로 상쇄하기 위한 E형 이동자를 포함하는 영구자속여자 횡자속 선형전동기를 제공한다.

바람직하게는, 길이가 짧은 1차측에 상기 영구자석과 상기 이동자 권선이 설치되고, 길이가 긴 2차측에 고정자철심이 설치된다. 상기 이동자 권선은 사각형 모양인 것이 더욱 바람직하다. 상기 이동자 철심 사이에 상기 이동자 영구자석을 삽입하고, 상기 이동자영구자석의 자극을 순서대로 번갈아 가면서 배치하여, 이동자철심에 N,S의 자극이 번갈아 발생되도록 하고, 상기 이동자영구자석 및 상기 이동자철심의 한 쌍이 한 극간격( $\tau$ )을 이룬다.

실시예에 의하면, 상기 이동자영구자석 및 상기 이동자철심은 n형의 철심을 좌우 대칭되게 설치하고, 중간에 짧은 이동자 영구자석과 이동자철심을 배치하여 전체적으로 E형으로 배치되게 하고, 발생하는 추진력이 한쪽 방향으로만 발생하기 위하여 상기 이동자영구자석 및 상기 이동자철심의 좌우대칭인 부분과 중간부분이 좌우로  $\tau$ 만큼 비틀어지게 상기 이동자철심과 상기 이동자영구자석을 형성한다.

### 발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 E형 이동자 철심을 가진 영구자속여자 횡자속 선형전동기는, 타 전동기에 비해 추력비가 크고, 이동자 철심을 E형으로 배치하여 철심의 중앙과 측면에서 추력을 발생시키게 하였으며, E형 이동자 철심의 측면에서 발생하는 흡인력이 서로 상쇄되도록 배치하여 소음을 감소시킬 수 있다.

이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 따른 E형 이동자 철심을 가진 영구자속여자 횡자속 선형전동기를 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 E형 이동자 철심을 가진 영구자속여자 횡자속 선형전동기를 나타낸 도면이다.

도 1에 도시한 바와 같이, 상기 전동기는, E형 모양의 이동자영구자석(1), 이동자철심(2)과 이동자권선(3)을 포함한다. 이 때, 상기 이동자영구자석(1), 이동자철심(2) 및 이동자권선(3)이, 도 1에 도시한 바와 같이, 서로 결합하여 이동자(4)를 구성한다.

이동자권선(3)은 E형 모양의 이동자영구자석(1)과 이동자철심(2) 중앙에 설치된다. 이동자(4)와 고정자철심(5) 사이에는 공극(6)을 두며, 상기 이동자(4)와 고정자철심(5) 사이에 흡인력과 추진력이 발생한다.

이 때, 상기 이동자철심(2)을 E자형으로 배치하여 철심의 중앙과 측면에서 추력이 발생되며, E형 이동자(4)의 측면과 고정자철심(5)의 측면에서 발생하는 흡인력이 서로 상쇄하도록 상기 이동자(4)를 배치하여 소음을 감소시킬 수 있다.

이와 더불어, 길이가 짧은 1차측에 영구자석(1)과 이동자권선(3)이 설치되고, 길이가 긴 2차측에 고정자철심(5)이 설치되므로, 재료비가 적게 요구되고, 또한 이동자권선(3)을 E형 이동자(4)의 중앙에 설치하여 권선의 양을 절약한다.

도 2는 본 발명에 따라 E형으로 배치된 이동자영구자석 및 이동자철심을 나타낸 도면이다.

도 2에 도시한 바와 같이, 이동자철심(2)사이에 이동자영구자석(1)을 삽입하고, 상기 이동자영구자석(1)의 자극을 도 2에 도시한 순서대로 번갈아 가면서 배치하여, 이동자철심(2)에 N,S의 자극이 번갈아 발생된다. 이 때, 상기 이동자영구자석(1) 및 이동자철심(2)의 한 쌍이 한 극간격을 형성한다.

또한, 이동자영구자석(1) 및 이동자철심(2)은 n형의 철심을 좌우 대칭되게 설치하고, 중간에 짧은 이동자영구자석(1)과 이동자철심(2)을 배치하여 전체적으로 E형으로 배치되게 한다. 이 때 발생하는 추진력이 한쪽 방향으로만 발생하기 위하여 이동자영구자석(10 및 이동자철심(2)의 좌우대칭인 부분과 중간부분이 좌우로  $\tau$ 만큼 비틀어지게 이동자철심(2)과 이동자영구자석(1)을 형성한다.

그리고, 이동자권선(3)은 E형 이동자영구자석(1)과 이동자철심(2)의 중앙에 배치한다.

도 3은 본 발명에 따른 이동자권선을 나타내는 도면으로써, 도 3에 도시한 바와 같이, 상기 이동자권선(3)은 아주 간단한 사각형 모양으로 형성하며, E형 이동자영구자석(1)과 이동자철심(2)의 중앙부분에서 좌우로 감기도록 하고, 경우에 따라서는 여러가지 병렬회로도 가능하게 한다.

도 4 및 도 5는 본 발명에 따른 고정자철심을 나타낸 도면으로써, 도 4는 분활형 고정자철심(5)을 나타내고, 도 5는 일체형 고정자철심(6)을 나타낸다.

분활형 고정자철심(5)은 간단한 직사각형의 철심으로 구성되고, 주기 간격은  $2\tau$ 가 된다. 상기 철심의 좌우측면에 상부면에서 힘을 발생시키면, 분활형 고장부철심(5)은 서로 떨어져 있기 때문에 지지물이 필요하나, 일체형 고정자철심(60은 동일한 철심재료를 사용하기 때문에 제작이 편리한 경우가 있다.

도 6은 본 발명에 다른 E형 이동자 철심을 가진 영구자속여자 횡자속 선형전동기를 나타낸 도면으로써, 이동자권선(3)에 전류(좌측 권선은 들어가는 방향의 전류, 우측권선이 나오는 방향의 전류 발생)가 인가되면 상기 이동자권선(3)주위에 자속(7)이 발생한다. 즉, E형 이동자영구자석(1)과 이동자 철심(2)에 자속(7)이 형성되어 고정자철심(5)의 중앙부분에는 S극, 좌우측 측면에는 N극이 형성된다.

도 7은 본 발명에 따른 전동기의 전원공급회로로써, 반도체 소자(8)와 전원(9)을 포함한다.

반도체소자(8)는 H형 회로에 대칭으로 4개의 소자 S1, S2, S3, S4로 구성되며, 영구자석여자 횡자속 선형전동기는 위치에 따라, +, -의 전류가 필요하는데, 양의 전류(I1의 방향)를 흘리기 위해서 상기 반도체소자(8) S1과 S3을 도통시키고, 음의 전류(I2의 방향)를 흘리기 위해서 반도체소자(8) S2와 S4를 도통시킨다.

도 8은 전류방향 I1에 대한 측면 힘발생을 나타내는 원리도로써, E형 이동자영구자석(1), 이동자철심(2), 고정자철심(5)의 자극관계로 도 6의 부분 A-A'를 나타낸다.

도 6의 이동자권선(3)에 전류가 인가되면, 상기 이동자권선(3)주위에 자속(7)이 발생하여 고정자철심(5)의 좌우측 측면에 N극이 형성된다. 또한, 이동자철심(2)이 두개의 이동자영구자석(1) a 방향 사이에 있을 때 N극, b방향 사이에 있을 때 S극을 가지고, 이동자(4)의 자극과 고정자철심(5)의 좌우 측면의 N극과 자극 상호작용에 의하여 자극의 방향이 같으면 반발력, 자극의 방향이 다르면 흡인력이 발생하여 도 8에서와 같이 힘 Faxy1과 힘Faxy2가 생겨 우측에는 합성된 힘 Fax1, 좌측에서는 합성된 힘 Fax2가 발생한다. 따라서, 도 6의 A-A'부분에서 발생되는 추력은 힘 Fax가 되며 각각 발생하는 흡인력은 공간적으로 서로서로 상쇄되도록 되어 있어 흡인력에서 발생하는 소음을 줄일 수 있다.

도 9는 전류방향 I1에 대한 E형 이동자영구자석(1), 이동자철심(12)의 중간부분과, 고정자철심(5)의 힘발생 원리도로써, 도 6의 B-B'부분을 나타낸다.

도 6의 이동자권선(3)에 전류가 인가되면 권선의 주위에 자속(7)이 발생하여 고정자철심(5)의 중앙에 S극이 형성된다. 마찬가지로, 이동자(4)의 자극N,S극과 고정자철심(5)의 S극과 자극 상호작용에 의하여 자극의 방향이 같으면 반발력, 자극의 방향이 다르면 흡인력이 발생하여 도면에서와 같이 힘  $F_{bxz}$ 가 생겨, 합성된 힘  $F_{bx}$ 가 발생한다. 도 6의 B-B'에서 발생하는 흡인력은 공간적으로 서로서로 상쇄되지 않으므로 소음을 줄일 수 있는 설계가 필요하다.

도 10은 전류방향 I2에 대한 측면 힘발생 원리도로써, 도 8에 도시한 원리와 유사하다. 차이점은, 이동자권선(3)에 전류의 방향이 반대로 인가되면, 고정자철심(5)의 좌우측 측면에는 S극이 형성되고, 단지 이동자(4)의 위치가 도 8의 위치보다  $\tau$ 만큼 이동한 위치이므로, 힘  $F_{axy1}$ 과 힘  $F_{axy2}$ 가 생겨 우측에는 합성된 힘  $F_{ax1}$ , 좌측에는 합성된 힘  $F_{ax2}$ 가 발생하여 추력의 합계는 힘  $F_{ax}$ 가 된다.

도 11은 전류방향 I2에 대한 수직면 힘발생 원리도로 도 9에 나타난 원리와 유사하다. 차이점은 이동자권선(3)에 전류의 방향이 반대로 인가되면 고정자철심(5)의 중간에 N극이 형성되고, 단지 이동자(4)의 위치가 도 9의 위치보다  $\tau$ 만큼 이동한 위치이므로, 마찬가지로  $F_{bxz}$ 가 생겨 합성된 힘  $F_{bx}$ 가 발생한다.

도 12는 전류-이동자위치 및 추력-이동자위치의 특성을 나타내는 도면으로써, 위치에 따라 전류 I1과 전류 I2와 이때 발생하는 추력을 나타낸다. 즉, 한쪽 방향으로 힘을 발생시키기 위해서 위치에 따라 전류의 방향이 변하게 된다.

이동자(4)의 위치에 따라 공급해야하는 여자전류 과형  $\tau$ 은 이동자(4)를 한방향으로만 추진시키기 위해서,  $0 \sim \tau$ ,  $2\tau \sim 3\tau$ ,  $4\tau \sim 5\tau$ 에서는 양의 여자전류 I1을 인가하고,  $\tau \sim 2\tau$ ,  $3\tau \sim 4\tau$ 에서는 음의 여자전류 I2를 인가하고 있다. 전류의 주기가 변화하는 부분  $\tau$ ,  $2\tau$ ,  $3\tau$ ,  $4\tau$ ,  $5\tau$ 에서는 이동자(4)의 자극위치와 고정자의 자극위치가 공극을 두고 수직방향이므로 추력을 발생시키지 않는다.

도 13은 2상 영구자석여자 횡자속 선형전동기의 전류-이동자위치 및 추력-이동자 위치특성을 나타내는 도면으로써, 본 발명에 따른 전동기를 2개(2상:A상, B상)설치하여 추력의 맥동을 제거하여 안정된 특성을 얻을 수 있으며, A상과 B상의 구조적 위치는  $1/2 \tau$ 만큼 이동되어 있다.

도 13a에서 B상의 시간(t) 혹은 이동자(4) 위치(x)-전류곡선( $I_{x1b}$ ,  $I_{x2b}$ )은 A상의 시간(t) 혹은 이동자위치(x)-전류곡선( $I_{x1a}$ - $I_{x2a}$ )에 비해  $1/2\tau$ 만큼 이동되어 각상 전류주기는  $2\tau$ 로 변한다. 이동자(4)의 위치에 따라 공급해야하는 A상에 대한 여자전류과형은 이동자(4)를 한 방향으로만 추진시키기 위하여  $0 \sim \tau$  구간에서는 양의 여자전류  $I_{x1a}$ 를 인가하고,  $\tau \sim 2\tau$  구간에서는 음의 여자전류  $I_{x2a}$ 를 인가한다.

도 13b에서 각 상 시간(t) 혹은 이동자(4) 위치(x)-발생 힘 특성으로 B상의 시간(t) 혹은 이동자(4) 위치(x)-발생 힘( $F_{xb}$ ) 곡선은 A상 시간(t) 혹은 이동자(4) 위치(x)-발생한 힘( $F_{ax}$ )에 비해  $1/2\tau$ 만큼 이동하여 진행방향에 대해 추력리플을 감소시켰다. 시간(t) 혹은 이동자(4) 위치(x)에 따른 2상 합성발생 힘( $F_{xt}$ ) 특성은  $0, (1/2)\tau, \tau, (3/2)\tau, 2\tau, \dots$ , 에서 최소값을 가지고,  $(1/4)\tau, (3/4)\tau, (5/4)\tau, (7/4)\tau, \dots$ ,에서 최대값을 가진다.

### 발명의 효과

이상에서 상세히 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면 길이가 짧은 1차축에 영구자석과 권선이 설치되고, 길이가 긴 2차축에 철심이 설치되므로, 재료비가 적게 요구되고, 발생하는 흡인력의 절반을 서로 상쇄하도록 배치하여 소음을 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 단위 무게당 추력을 증가시켜 추진 시스템이 경량화되고, 또한 권선의 양을 절약하므로 고효율화가 가능한 효과가 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 이송시스템에 기타 동력전달 장치 없이도 직접 수직 및 수평방향의 직선운동을 발생하기 때문에 청정 이송시스템을 구현할 수 있는 효과가 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

철심의 중앙과 측면에 추력을 발생하는 E형 모양의 이동자영구자석;

E형 이동자철심 및 상기 E형 이동자영구자석과 E형 이동자철심의 중앙 부분에서 좌우로 감기도록 설치된 이동자권선을 구비하고, E형 이동자의 측면과 고정자철심의 측면에서 발생하는 흡인력이 서로 상쇄하기 위한 E형 이동자를 포함하는 영구자속여자 횡자속 선형전동기.

## 청구항 2.

청구항 1에 있어서, 길이가 짧은 1차측에 상기 영구자석과 상기 이동자 권선이 설치되고, 길이가 긴 2차측에 고정자철심이 설치되는 영구자속여자 횡자속 선형전동기.

## 청구항 3.

청구항 1에 있어서, 상기 이동자 권선은 사각형 모양인 영구자속여자 횡자속 선형전동기.

## 청구항 4.

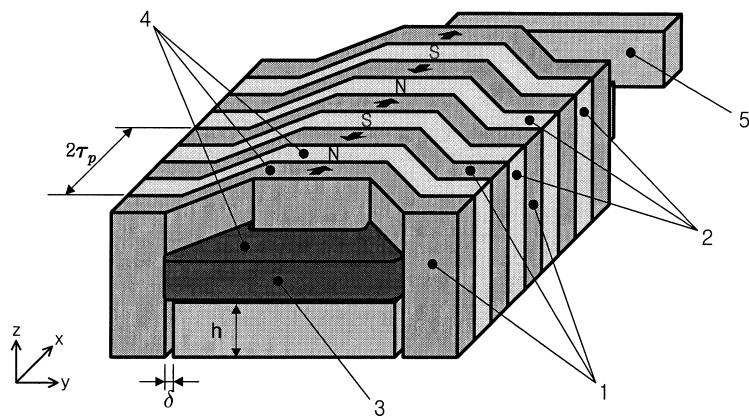
청구항 1에 있어서, 상기 이동자 철심 사이에 상기 이동자 영구자석을 삽입하고, 상기 이동자영구자석의 자극을 순서대로 번갈아 가면서 배치하여, 이동자철심에 N,S의 자극이 번갈아 발생되도록 하고, 상기 이동자영구자석 및 상기 이동자철심의 한 쌍이 한 극간격을 이루는 영구자속여자 횡자속 선형전동기.

## 청구항 5.

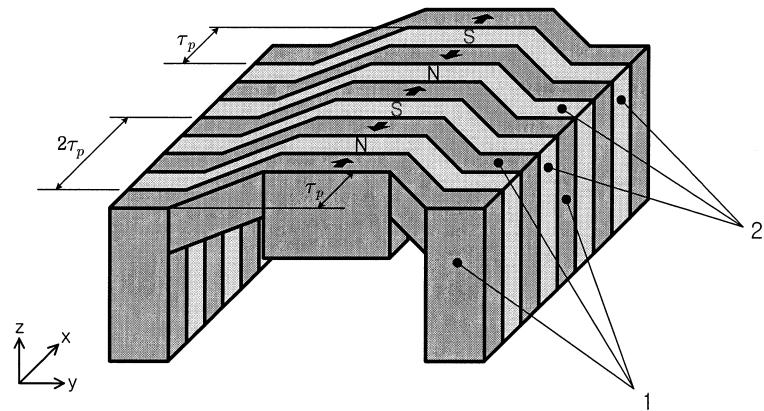
청구항 4에 있어서, 상기 이동자영구자석 및 상기 이동자철심은 n형의 철심을 좌우 대칭되게 설치하고, 중간에 짧은 이동자영구자석과 이동자철심을 배치하여 전체적으로 E형으로 배치되게 하고, 발생하는 추진력이 한쪽 방향으로만 발생하기 위하여 상기 이동자영구자석 및 상기 이동자철심의 좌우대칭인 부분과 중간부분이 좌우로  $\tau$ 만큼 비틀어지게 상기 이동자철심과 상기 이동자영구자석을 형성하는 영구자속여자 횡자속 선형전동기.

### 도면

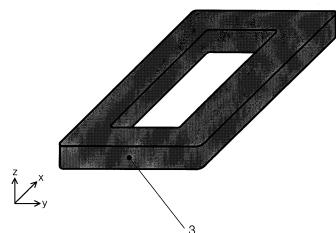
도면1



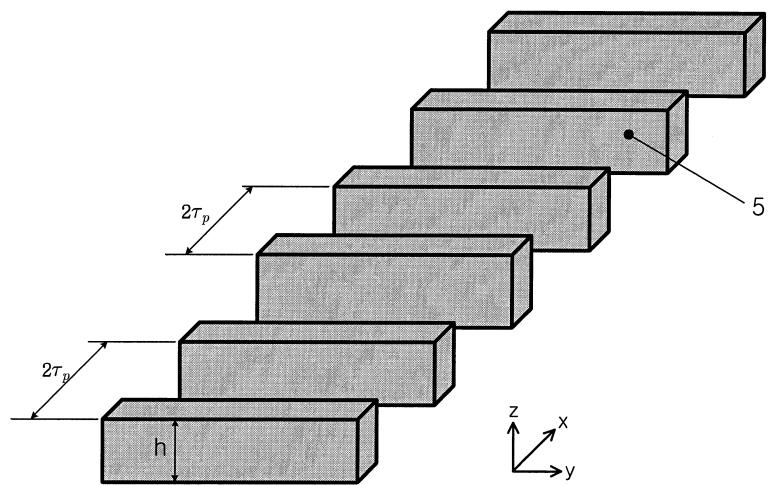
도면2



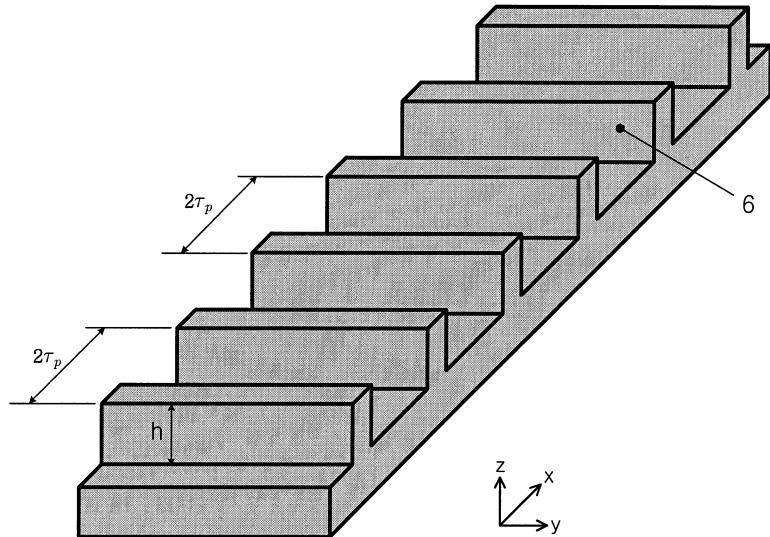
도면3



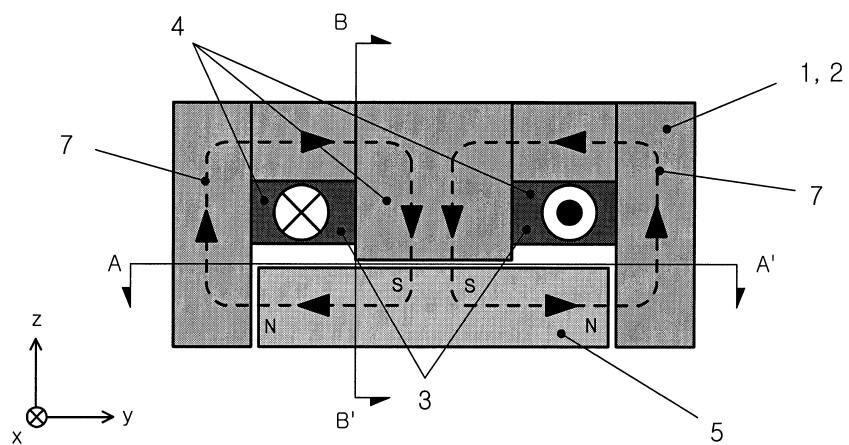
도면4



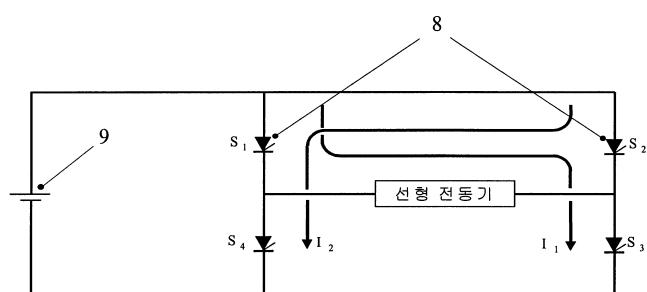
도면5



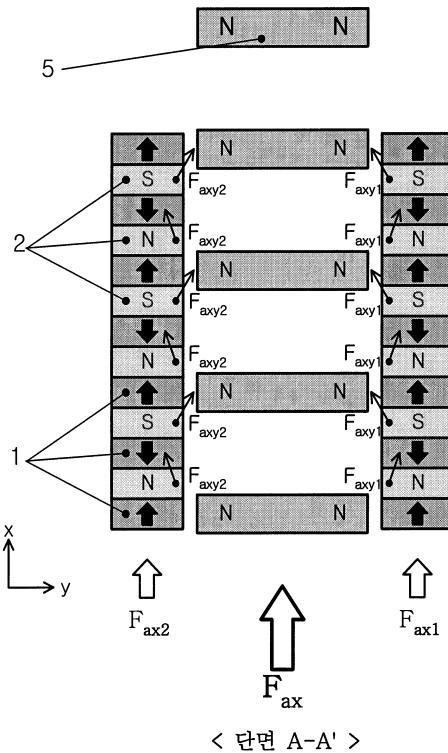
도면6



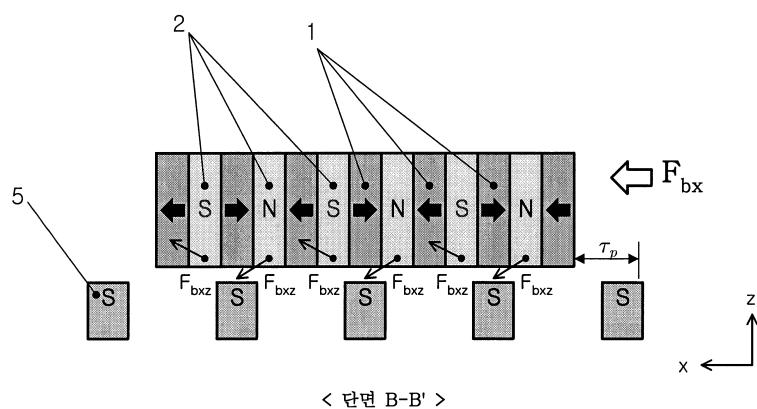
도면7



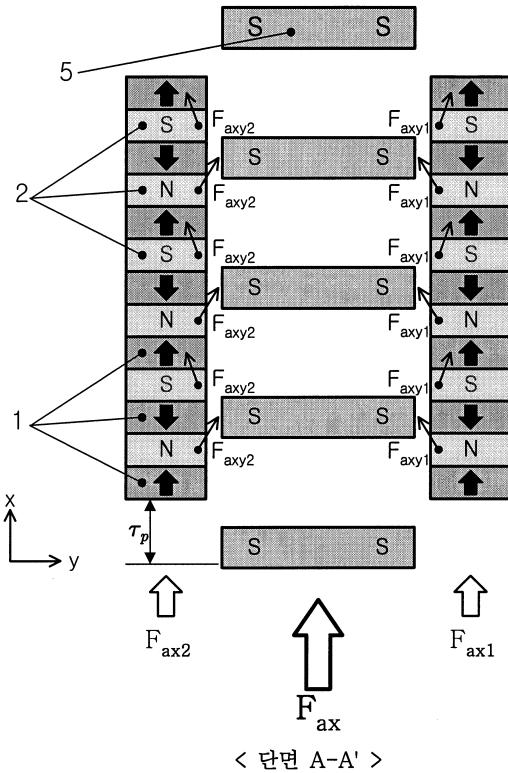
도면8



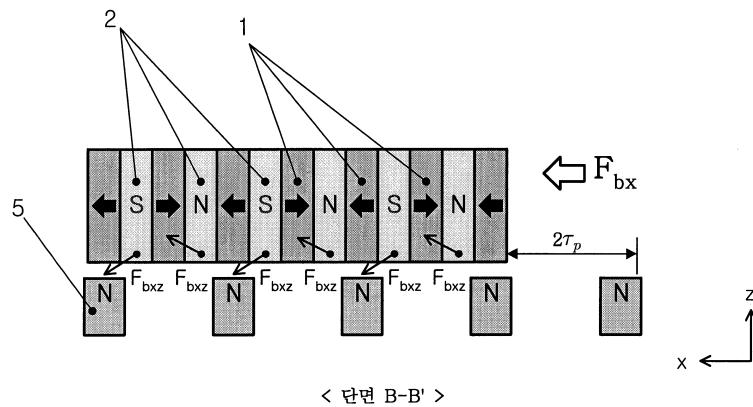
도면9



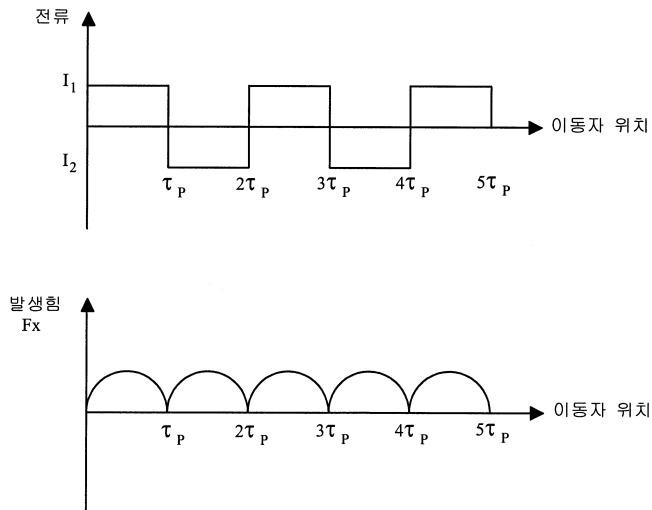
도면10



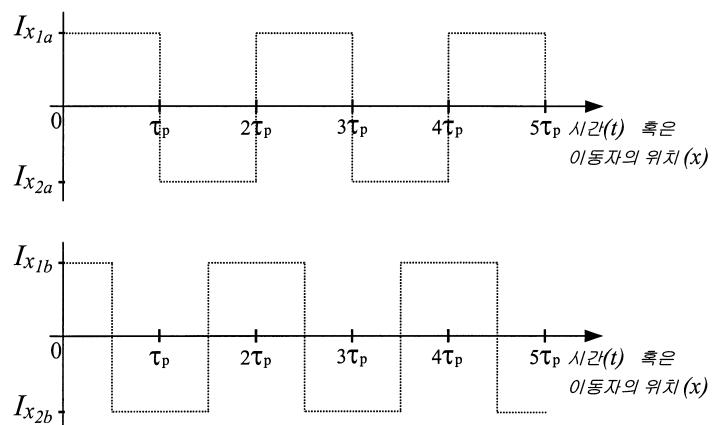
도면11



도면12



도면13a



도면13b

