



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월06일
(11) 등록번호 10-1489931
(24) 등록일자 2015년01월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02P 25/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0123022
(22) 출원일자 2013년10월16일
심사청구일자 2013년10월16일
(56) 선행기술조사문헌
JP2001119916 A*
JP4797988 B2
KR1020000075401 A
KR1020010001888 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국전기연구원
경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)
(72) 발명자
이기창
경상남도 창원시 성산구 대암로 253 프리빌리지아파트 111동 104호
박병건
경상남도 창원시 성산구 창원천로 292 대동그린파크아파트 102동 304호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인주원

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 박태근

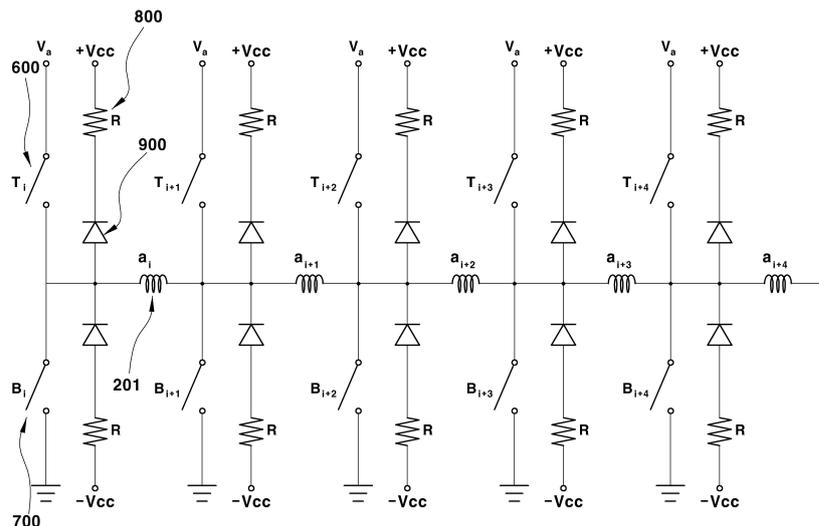
(54) 발명의 명칭 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기 및 그의 구동방법

(57) 요약

본 발명의 일실시예에 의한 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기는 레일을 따라 이동하는 이동자, 고정자에 감겨서 이동자에 직선 추진력을 제공하는 구동 코일, 이동자의 위치를 검출하는 위치센서, 이동자의 구동방향에 따라 다음 섹션의 최전방 구동 코일에 전류를 인가하고, 이전 섹션의 최후방 구동 코일의 전류를 차단하여 섹션의 절환을 지시하는 제어부, 제어부의 지시에 따라 스위치를 온 또는 오프시켜 구동 코일에 흐르는 전류를 조절하는 권선 구동회로를 포함하여 구성된다.

이와 같은 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기 및 그 구동방법에 따르면, 고정자 권선에 의한 기자력과 이동자 영구자석에 의한 자기력이 교차하면서 발생하는 영향을 최소화하여 이동자의 원활한 동작을 보장할 수 있다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

정시욱

경상남도 창원시 진해구 해원로 45 우림필유아파트
111동 201호

김지원

부산광역시 부산진구 백양산로53번길 62 주공아파
트3단지 310동 1602호

문석환

부산광역시 부산진구 가야대로668번가길 9 영진아
파트 1동 510호

특허청구의 범위

청구항 1

레일을 따라 이동하는 이동자;
 고정자에 설치되어 상기 이동자에 직선 추진력을 제공하는 구동 코일;
 상기 이동자의 위치를 검출하는 위치센서;
 상기 이동자의 구동방향에 따라 다음 섹션의 최후방 구동 코일에 전류를 인가하고, 이전 섹션의 최후방 구동 코일의 전류를 차단하여 섹션의 절환을 지시하는 제어부;
 상기 제어부의 지시에 따라 스위치를 온 또는 오프시켜 구동 코일에 흐르는 전류를 조절하는 권선 구동 회로부;를 포함하며,
 상기 권선 구동회로부는
 일단이 구동 코일의 한쪽 단에 연결되고 타단이 구동 전원에 연결되는 제1 전원측 스위치;
 일단이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되고 타단이 그라운드에 연결되는 제1 그라운드측 스위치;
 일단이 OP앰프의 양극 전원에 연결되고 타단이 다이오드의 캐소드측에 접속되는 제1 저항;
 상기 제1 저항과 직렬 연결되어 애노드측이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되는 제1 다이오드;
 일단이 상기 OP앰프의 음극 전원에 연결되고 타단이 다이오드의 애노드측에 연결되는 제2 저항;
 상기 제2 저항과 직렬 연결되어 캐소드측이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되는 제2 다이오드;
 일단이 상기 구동 코일의 다른쪽 단에 연결되고 타단이 구동 전원에 연결되는 제2 전원측 스위치;
 일단이 상기 구동 코일의 다른쪽 단에 연결되고 타단이 그라운드에 연결되는 제2 그라운드측 스위치;를 포함하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기.

청구항 2

삭제

청구항 3

레일을 따라 이동하는 이동자;
 고정자에 설치되어 상기 이동자에 직선 추진력을 제공하는 구동 코일;
 상기 이동자의 위치를 검출하는 위치센서;
 상기 이동자의 구동방향에 따라 다음 섹션의 최후방 구동 코일에 전류를 인가하고, 이전 섹션의 최후방 구동 코일의 전류를 차단하여 섹션의 절환을 지시하는 제어부;
 상기 제어부의 지시에 따라 스위치를 온 또는 오프시켜 구동 코일에 흐르는 전류를 조절하는 권선 구동 회로부;를 포함하며,
 상기 권선 구동회로부는
 일단이 구동 코일의 한쪽 단에 연결되고 타단이 구동 전원에 연결되는 제1 전원측 스위치;
 일단이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되고 타단이 그라운드에 연결되는 제1 그라운드측 스위치;
 일단이 OP앰프의 양극 전원에 연결되고 타단이 다이오드의 캐소드측에 접속되는 제1 저항;
 상기 제1 저항과 직렬 연결되어 애노드측이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되는 제1 다이오드;

일단이 상기 OP앰프의 음극 전원에 연결되고 타단이 다이오드의 애노드측에 연결되는 제2 저항;
상기 제2 저항과 직렬 연결되어 캐소드측이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되는 제2 다이오드;를 포함하고,
상기 권선 구동회로부의 개수는 상기 구동 코일의 개수와 동일하게 증가하고,
마지막 구동 코일에서,
일단이 상기 마지막 구동 코일의 다른쪽 단에 연결되고 타단이 구동 전원에 연결되는 제2 전원측 스위치;
일단이 상기 마지막 구동 코일의 다른쪽 단에 연결되고 타단이 그라운드에 연결되는 제2 그라운드측 스위치;를 포함하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 제어부는 상기 권선 구동부에게 상기 이전 섹션의 최후방 구동 코일의 후단의 구동 전원을 차단하고, 상기 다음 섹션의 최후방 구동 코일의 후단에 구동 전압을 인가하도록 지시하여 상기 이전 섹션의 최후방 구동 코일의 전류를 차단하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 제어부는 상기 권선 구동부에게 상기 이전 섹션의 최전방 구동 코일의 전단의 접지를 끊고, 상기 다음 섹션의 최전방 구동 코일의 전단을 접지에 연결하여 상기 다음 섹션의 최전방 구동코일에 전류를 인가하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기.

청구항 6

레일을 따라 이동하는 이동자;
고정자에 설치되어 상기 이동자에 직선 추진력을 제공하는 구동 코일;
상기 이동자의 위치를 검출하는 위치센서;
상기 이동자의 구동방향에 따라 다음 섹션의 최후방 구동 코일에 전류를 인가하고, 이전 섹션의 최후방 구동 코일의 전류를 차단하여 섹션의 절환을 지시하는 제어부;
상기 제어부의 지시에 따라 스위치를 온 또는 오프시켜 구동 코일에 흐르는 전류를 조절하는 권선 구동회로부;를 포함하며,
상기 권선 구동회로부는
일단이 구동 코일의 한쪽 단에 연결되고 타단이 구동 전원에 연결되는 제1 전원측 스위치;
일단이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되고 타단이 그라운드에 연결되는 제1 그라운드측 스위치;
일단이 OP앰프의 양극 전원에 연결되고 타단이 다이오드의 캐소드측에 접속되는 제1 저항;
상기 제1 저항과 직렬 연결되어 애노드측이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되는 제1 다이오드;
일단이 상기 OP앰프의 음극 전원에 연결되고 타단이 다이오드의 애노드측에 연결되는 제2 저항;
상기 제2 저항과 직렬 연결되어 캐소드측이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되는 제2 다이오드;
일단이 상기 구동 코일의 다른쪽 단에 연결되고 타단이 구동 전원에 연결되는 제2 전원측 스위치;

일단이 상기 구동 코일의 다른쪽 단에 연결되고 타단이 그라운드에 연결되는 제2 그라운드측 스위치;를 포함하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기를 구동하는 방법에 있어서,

상기 이동자의 위치를 검출하고,

상기 이동자의 구동방향에 따라 상기 다음 섹션의 최전방 구동코일에 전류를 인가하고, 상기 이전 섹션의 최후방 구동코일의 전류를 차단하여 섹션을 절환하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기의 구동방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 이전 섹션의 최후방 구동코일의 전류를 차단하여 섹션을 절환하는 방법은 상기 이전 섹션의 최후방 구동코일의 후단의 구동전원을 차단하고 상기 다음 섹션의 최후방 구동코일의 후단에 구동전압을 인가하여 섹션을 절환하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기의 구동방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 이동자의 구동방향에 따라 상기 다음 섹션의 최전방 구동 코일에 전류를 인가하는 방법은 상기 이전 섹션의 최전방 구동 코일의 전단의 접지를 끊고, 상기 다음 섹션의 최전방 구동 코일의 전단을 접지에 연결하여 전류를 인가하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기의 구동방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전기 철도, 반송 시스템, 반도체 제조장비 등의 분야에 널리 쓰이는 영구자석 선형 동기전동기 및 그의 구동방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 현대의 직선 추력이 요구되는 산업 기기 및 자동화 장치는 대부분 회전형 전동기와 동력 변환 장치를 이용하여 직선 추력을 얻는 방식을 채택하고 있다. 도면 8은 종래의 영구 자석형 동기 모터(PMSM:Rotating magent PMSM)의 단면을 보여주는 도면이다. 즉, 기존에는 직선 추력을 얻기 위하여는 코일에 전류를 흘려 코어를 회전시키고 이를 기계적인 동력전달 장치(랙피니언: Rack & Pinion) 등을 통하여 직선운동으로 바꾸는 방식을 사용하였다. 그러나 이러한 동력 전달 매커니즘은 구조의 복잡성은 물론 기계적인 소음, 마찰, 진동 등으로 인하여 반도체 제조장비 등의 정밀 위치제어에서는 효율이 저하되는 문제가 있었다.

[0003] 도면 9은 이동자가 코일인 가동 코일형 영구자석 선형 동기전동기(Moving Coil Type PMLSM[Permanant magnet linear synchronous moter])를 보여주는 도면으로서 도면 9 a는 사시도, 도 9 b는 단면도이다. 이러한 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)는 고정자(10)와 고정자에 부착되어 자기력을 발생하는 영구자석(20)과 이동자(50)를 구동하기 위하여 전류의 흐름에 따라 전자기력을 발생시키는 코일(30)과 코일을 보호하기 위한 에폭시 몰드(40) 등으로 구성되어 있다. 가동 코일형 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)는 영구자석(20)에 의해 형성된 자기장과 이동자(50)에 부착된 코일에 흐르는 전류의 상호작용에 의해 형성되는 힘에 의하여, 이동자를 원하는 방향으로 선형 구동시킬 수 있다.

[0004] 이러한 가동 코일형 영구자석 선형 동기전동기는 발생되는 힘의 크기는 작지만, 기존의 선형 동기전동기에서 발생하는 디텐트력(Detent Force)이나, 추력리플이 발생하지 않는 장점이 있었다.

[0005] 그러나, 기존의 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)는 많은

장점에도 불구하고, 구동용 코일이 이동자에 설치되므로, 장거리로 선형이동 시스템을 구현하기 어렵다는 단점이 있었으며, 특히 반도체, 디스플레이 제품 제조용 진공장치에 적용되기에는 어려운 한계가 있었다.

[0006]

선행기술문헌

특허문헌

[0007]

(특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2008-0079133
 (특허문헌 0002) 한국등록특허 10-0712451

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008]

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 구동 코일이 절환되는 과정에서 새로 구동되는 코일의 전류는 기존의 인가전류가 그대로 유지하게 하고 작동이 정지되는 코일의 전류는 0 암페어(A)로 만들어서, 이동자가 리플없이 고정자를 따라 이동하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기 및 그의 구동방법을 제공하고자 한다.

[0009]

또한, 이동자의 영구자석과 상호작용하는 권선의 절체 시점에서, 스위치 절체에 따른 전류의 외란이 발생하지 않는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기 및 그의 구동방법을 제공하고자 한다.

[0010]

과제의 해결 수단

[0011]

상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명에서는 레일을 따라 이동하는 이동자; 고정자에 설치되어 상기 이동자에 직선 추진력을 제공하는 구동 코일; 상기 이동자의 위치를 검출하는 위치센서; 상기 이동자의 구동방향에 따라 다음 섹션의 최후방 구동 코일에 전류를 인가하고, 이전 섹션의 최후방 구동 코일의 전류를 차단하여 섹션의 절환을 지시하는 제어부; 상기 제어부의 지시에 따라 스위치를 온 또는 오프시켜 구동 코일에 흐르는 전류를 조절하는 권선 구동회로부;를 포함하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기를 제공한다.

[0012]

또한, 상기 권선 구동회로부는 일단이 구동 코일의 한쪽 단에 연결되고 타단이 구동 전원에 연결되는 제1 전원측 스위치; 일단이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되고 타단이 그라운드에 연결되는 제1 그라운드측 스위치; 일단이 OP앰프의 양극 전원에 연결되고 타단이 다이오드의 캐소드측에 접속되는 제1 저항; 상기 제1 저항과 직렬 연결되어 애노드측이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되는 제1 다이오드; 일단이 상기 OP앰프의 음극 전원에 연결되고 타단이 다이오드의 애노드측에 연결되는 제2 저항; 상기 제2 저항과 직렬 연결되어 캐소드측이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되는 제2 다이오드; 일단이 상기 구동 코일의 다른쪽 단에 연결되고 타단이 구동 전원에 연결되는 제2 전원측 스위치; 일단이 상기 구동 코일의 다른쪽 단에 연결되고 타단이 그라운드에 연결되는 제2 그라운드측 스위치;를 포함하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기를 제공한다.

[0013]

또한, 상기 권선 구동회로부는 일단이 구동 코일의 한쪽 단에 연결되고 타단이 구동 전원에 연결되는 제1 전원측 스위치; 일단이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되고 타단이 그라운드에 연결되는 제1 그라운드측 스위치; 일단이 OP앰프의 양극 전원에 연결되고 타단이 다이오드의 캐소드측에 접속되는 제1 저항; 상기 제1 저항과 직렬 연결되어 애노드측이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되는 제1 다이오드; 일단이 상기 OP앰프의 음극 전원에 연결되고 타단이 다이오드의 애노드측에 연결되는 제2 저항; 상기 제2 저항과 직렬 연결되어 캐소드측이 상기 구동 코일의 한쪽 단에 연결되는 제2 다이오드;를 포함하고, 상기 권선 구동회로부의 개수는 상기 구동 코일의 개수와 동일하게 증가하고, 마지막 구동 코일에서, 일단이 상기 마지막 구동 코일의 다른쪽 단에 연결되고 타단이 구동 전원에 연결되는 제2 전원측 스위치; 일단이 상기 마지막 구동 코일의 다른쪽 단에 연결되고 타단이 그라운드에 연결되는 제2 그라운드측 스위치;를 포함하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기를 제공한다.

[0014]

또한, 상기 제어부는 상기 권선 구동부에게 상기 이전 섹션의 최후방 구동 코일의 후단의 구동 전원을

차단하고, 상기 이전 섹션의 최후방 구동 코일의 전단에 구동 전압을 인가하도록 지시하여 상기 이전 섹션의 최후방 구동 코일의 전류를 차단하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기를 제공한다.

- [0015] 또한, 상기 제어부는 상기 권선 구동부에게 상기 이전 섹션의 최전방 구동 코일의 전단의 접지를 끊고, 상기 다음 섹션의 최전방 구동 코일의 전단을 접지에 연결하여 상기 다음 섹션의 최전방 구동코일에 전류를 인가하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기를 제공한다.
- [0016] 또한, 본 발명에서는 가동 영구자석 선형 동기전동기를 구동하는 방법에 있어서, 이동자의 위치를 검출하고, 상기 이동자의 구동방향에 따라 다음 섹션의 최전방 구동코일에 전류를 인가하고, 이전 섹션의 최후방 구동코일의 전류를 차단하여 섹션을 절환하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기의 구동방법을 제공한다.
- [0017] 또한, 상기 이전 섹션의 최후방 구동코일의 전류를 차단하여 섹션을 절환하는 방법은 상기 최후방 구동코일의 후단의 구동전원을 차단하고 상기 최후방 구동코일의 전단에 구동전압을 인가하여 섹션을 절환하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기의 구동방법을 제공한다.
- [0018] 또한, 상기 이동자의 구동방향에 따라 상기 다음 섹션의 최전방 구동 코일에 전류를 인가하는 방법은 상기 이전 섹션의 최전방 구동 코일의 전단의 접지를 끊고, 상기 다음 섹션의 최전방 구동 코일의 전단을 접지에 연결하여 전류를 인가하는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기의 구동방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0019] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 권선 절환형 선형 동기전동기 및 그의 구동방법은 모든 코일에 전류를 인가하지 않고, 해당 섹션의 구동 코일에만 전류를 인가하므로 구동 전력을 낮출 수 있는 효과가 있다.
- [0020] 또한, 이동자가 지나간 구동 코일의 전류가 0 암페어(A)로 만들고 이동자가 지나갈 구동 코일로 코일 절환을 실시함으로써 이동자가 지나간 코일에서 잔여 전류에 의한 기전력이 발생하여 이동자의 이동에 영향을 주는 것을 방지하고, 이동자가 지나갈 구동 코일에는 연속적인 전류 인가가 가능하도록 제어함으로써, 이동자의 부드러운 이동이 가능하다.
- [0021] 또한, 연속된 구동 코일 측에 일정한 전류를 흐르게 할 수 있어, 이동자의 안정적인 동작을 확보할 수 있다. 따라서, 항상 임피던스 평형인 상태로 이동자를 구동함으로써, 전류제어기의 대역폭 상승을 기대할 수 있고 이동자의 속도와 위치를 정확하게 제어할 수 있다.
- [0022] 또한, 모든 구동코일에 제어부를 구비할 필요 없이 구동이 필요한 코일에만 전류를 인가하므로 전류 드라이버의 숫자를 줄일 수 있는 효과가 있다.
- [0023] 또한, 코일을 개별적으로 작동시킬 수 있으므로 레일 하나에 복수 개의 이동자를 설치하여 구동시킬 수 있다. 그리고, 항상 임피던스 평형인 상태로 이동자를 구동할 수 있으므로 각 이동자를 마치 독립된 복수 개의 선형 동기전동기를 작동시키는 것처럼 자유롭게 구동시킬 수 있다.
- [0024] 또한, 선형전동기의 고정자 부분을 상호 공유하는 복수 개의 선형전동기의 이동자를 구성할 수 있기 때문에, 이동자와 상호작용하는 고정자의 실효 길이를 줄일 수 있어서 구동 효율을 높일 수 있을 뿐 아니라, 콤팩트한 제품을 구성할 수 있다.
- [0025] 또한, 코일을 챔버측 고정자 레일에 고정시키고, 영구자석을 이동자에 배치시켜서, 장거리 이동이 가능하면서, 마찰, 분진 등에 자유로운 이송시스템을 구축할 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 또한, 이동자 측에는 열을 발생시키는 코일이 아니라 영구자석이 배치되므로, 이동자에 발열요소가 전혀 없게 되므로, 초고정정, 장거리 이송 시스템을 구축할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도면 1도는 본 발명에 따른 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)의 구조를 개략적으로 보여주는 단면도이다.

도면 2도는 이동자가 복수 개인 경우를 보여주는 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)의 개략적인 단면도이다.

도면 3도는 본 발명의 실시시에 따른 권선 절환형 선형 동기전동기의 제어 블록도이다.

도면 4도는 본 발명의 주요한 특징 중의 하나인 구동 코일의 섹션 절환에 대하여 설명하는 도면이다.

도면 5도는 A상 권선에서의 권선절환 구동회로의 내부 회로의 모습으로 보여주는 도면이다

도면 6도는 각 섹션별로의 권선절환 구동 방법을 표시한 도면이다.

도면 7 a도는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)의 A상 권선모듈의 개략적인 구동과정을 보여주는 제1도면이다.

도면 7 b도는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)의 A상 권선 모듈의 개략적인 구동과정을 보여주는 제2도면이다.

도면 7 c도는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)의 코일절환 구동회로의 섹션절환 과정을 보여주는 개략적인 구동과정을 보여주는 제3도면이다.

도면 8도는 종래의 영구 자석형 동기 모터(PMSM:Rotating magent PMSM)를 보여주는 도면이다.

도면 9 a도는 이동자가 코일인 가동 코일형 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)를 보여주는 사시도이다.

도면 9 b도는 이동자가 코일인 가동 코일형 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)를 보여주는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들은 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0029] 도면 1도는 본 발명에 따른 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)의 구조를 개략적으로 보여주는 단면도이다.

[0030] 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)는 고정자와 이동자의 구조에 따라 이동자에 코일이 구비되어 있는 가동코일형(moving coil type)과 이동자에 영구자석이 구비되어 있는 가동 영구자석(moving magnet type)으로 나누어지며, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기는 이동자가 영구자석인 가동 영구자석(moving magnet type)이다.

[0031] 이러한 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)는 회전형 3상 전동기의 A상 권선, B상 권선, C상 권선을 고정된 레일 위에 쪽 풀어놓은 구조로 볼 수 있다. 이 때, 이동자에 설치된 영구자석과 상호작용하는 각 상(A상, B상, C상) 등의 권선을 섹션으로 정의할 수 있다. 그리로, 이러한 섹션을 이루는 코일의 수는 1개, 2개, 3개 ~ 임의의 N개의 코일로 설계자가 임의로 결정할 수 있다. 이를 테면, A상 권선의 경우 a1 코일만이 1개 섹션으로 될 수 있으며, a1과 a2 코일이 1개 섹션이 될 수 있다. 또한, a1, a2, a3 코일이 1개 섹션이 될 수도 있으며, a1, a2, a3, ..., aN 코일이 1개 섹션이 될 수도 있다.

[0032] 본 발명에 바람직한 실시예에 따른 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)는 크게 레일을 따라 이동하는 이동자(100)와 이동자에 직선 추진력을 제공하는 구동 코일(Coil)이 감긴 고정자(200)로 구성되어 있다. 이동자(100)에는 고정자에 감긴 구동 코일(Coil)과 마주보며 대향되게 영구자석(Magnet)이 구비되어 있으며, 이러한 영구자석은 N극(101)과 S극(102)가 교대로 설치되어 있다. 고정자(200)측에는 치-슬롯부분에 코일이 감겨 있는데, 각 코일은 3상 선형 전동기의 경우 A상 구동 코일(201), B상 구동 코일(202), C상 구동 코일(203)으로 나누어져 있다. 여기서 A와 A', B와 B', C와 C'는 코일의 단면을 표시하는 기호이며, 코일이 시계방향으로 감겨 있다면 A는 도면 1도를 기준으로 안으로 들어가고, A'는 도면 밖으로 나오는 것을 표시하는 것이다. B와 B', C와 C'도 이와 동일하다.

- [0033] 도면 2도는 이동자가 복수 개인 경우를 보여주는 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)의 개략적인 단면도이다.
- [0034] 도면 1도의 영구자석 선형 동기 모터(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)의 단면도와 그 구조는 유사하며, 영구자석을 구비한 이동자(100)를 둘 이상을 구비하고 있다. 또한, 도면 2도에서는 도면 1도에서는 미도시되었던 위치센서(1100)이 도시되어 있다. 도면 2도의 위치센서는 이동자(100)의 영구자석의 자력을 감지하는 홀 센서나 리니어 엔코더, 바코드 포지셔닝 센터, 레이저 인터페로미터 등 다양한 센서가 선택되어 활용될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0035] 이하에서 살펴 볼 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 권선 절환형 영구자석 선형 동기 모터에 의하며, 각 코일을 개별적으로 작동시킬 수 있는 특징이 있다. 따라서, 도면 2도와 같이 복수 개의 이동자를 구비한 경우에도 항상 임피던스 평형인 상태를 유지하므로 각 이동자를 독립적으로 구동시킬 수 있다.
- [0036] 도면 3도는 본 발명의 주요한 특징 중의 하나인 섹션 절환에 대하여 설명하는 도면으로서, 이동자(100)가 t축 방향을 따라 시간이 지나면서 좌에서 우로 이동하는 모습을 보여준다.
- [0037] 본 발명에서 말하는 섹션이란 이동자가 위치한 범위 내의 구동 코일의 집합을 말하며, 섹션 절환이란 이러한 구동 코일의 집합이 이동자의 이동에 따라 변경되는 것을 뜻한다. 이러한 섹션 절환 방식에 의하면, 모든 구동 코일이 가동되는 것이 아니라, 이동자(100)의 현 위치에 따른 구동 코일만 전류가 인가되어 가동된다.
- [0038] 도면 3도는 본 발명의 일 실시예에 따른 권선 절환형 선형 동기전동기의 제어 블록도이다.
- [0039] 도면 3도는 각 권선 구동회로는 A상 권선 구동회로(301), B상 권선 구동회로(302), C상 권선 구동회로(303)로 나눌 수 있다. 3상 전동기 구조이므로, 각 3상 권선에 인가되는 제어 전압 명령은 앰프(Operational Amplifier, 500)을 통하여 인가된다.
- [0040] 위치속도제어부(410)은 위치 센서(1100)가 측정한 이동자(100)의 위치값을 입력받아, 이동자(100)의 이동방향, 위치변화, 속도 등을 계산할 수 있는 부분이다. 위치속도제어부(410)은 이동자(100)의 위치, 속도 등을 바탕으로 섹션절환제어부(410)에 토크 명령을 내릴 수 있다. 섹션절환제어부(410)은 위치속도제어부가 제공한 데이터를 기반으로 각 상을 담당하는 권선 구동회로의 섹션 절환을 담당한다.
- [0041] 즉, 섹션절환제어부(410)는 A상 권선 구동회로(301), B상 권선 구동회로(302), C상 권선 구동회로(303)의 스위치의 개폐를 조절하여 각 권선의 흐르는 전류를 조절할 수 있다. 또한, 위치 센서(1100)는 이동자(100)의 현 위치를 측정하여 제어부(400)에 알려준다. 이를 통하여, 제어부(400)는 이동자(100)의 이동방향에 맞추어 구동할 코일과 정지할 코일을 결정하여 전류를 인가하게 된다.
- [0042] 도면 3도에서 이전의 섹션 S_i 과 바로 다음 순번의 섹션 S_{i+1} 은 1개의 구동 코일(Coil,201)을 제외한 나머지 구동 코일(Coil,201)들을 공유한다. 예컨대 하나의 섹션이 3개의 구동 코일(Coil,201)로 설정되었을 때, 구동 코일(Coil,201) 배열 순서에 따라 이전의 섹션에서 이동자(100)의 이동에 관여하는 구동 코일(Coil, 201)이 a_i, a_{i+1}, a_{i+2} 번의 구동 코일(Coil,201)로 이루어진다면, 다음의 섹션은 $a_{i+1}, a_{i+2}, a_{i+3}$ 번의 구동 코일(Coil,201)이 되고, 그 다음은 $a_{i+2}, a_{i+3}, a_{i+4}$ 번이 구동 코일(Coil,201)이 된다.
- [0043] 이와 같은 방식으로 이동자(100)의 진행방향에 따라 각 섹션이 순차적이고 연속적으로 절환이 이루어지며, 이동자(100)의 진행방향(이송방향)을 따라 일렬로 배치되어 있는 구동 코일(Coil,201)을 이동자(100) 진행방향에 맞춰 순차적으로 온/오프(On/Off)시켜줌으로써, 전체 구동 코일(Coil,201)에 전력을 인가하지 않더라도 이동자(100)를 구동시킬 수 있다.
- [0044] 그러므로, 이동자(100)의 이동에 관여하는 한 섹션 내의 구동 코일(Coil,201)에만 전류를 인가하면 되므로, 동작하는 구동 코일(Coil,201) 개수만큼만 전류제어기의 드라이버가 있으면 되므로 전류 드라이버의 개수를 줄일 수 있는 이점이 있다.
- [0045] 도면 5는 A상 권선 구동회로(301)의 내부 회로의 모습으로 보여주는 도면이다. B상과 C상의 권선 구동회로도 A상 권선 구동회로(301)와 동일한 구조로 구성된다.

[0046] 도면 5의 권선 구동회로가 할 일은 제어부(400)의 지시에 따라 이동자가 지나온 자리의 구동 코일 하나를 오프(Off) 시킴과 동시에 지나갈 자리의 구동 코일 하나를 온(On)되게 하는 것이다. 다시 말해서, 어떤 A상 구동 코일이 꺼짐과 동시에 다른 A상 구동 코일이 켜지게 하는 것이 권선 구동회로의 역할이다. 만약, 이러한 절환이 동시에 이루어지지 않는다면 선형 동기전동기의 임피던스가 불평형 상태로 되어 전류제어기의 대역폭 저하 및 이에 따른 속도 제어, 위치 제어 대역폭 저하 등의 악영향을 미치게 된다.

[0047] A상 권선 구동회로(301)는 이동자(100)를 구동시키는데 직접적으로 기전력을 발생시키는 구동 코일(Coil,201)과 해당 구동 코일(Coil,201) 주변에서 각 코일의 전류 인가 여부를 조절하는 $T_i, T_{i+1}, T_{i+2} \dots$ 의 전원측

$B_i, B_{i+1}, B_{i+2} \dots$ 의 그라운드측 스위치(700) 그리고 저항(800)과 다이오드(900)로 구성 되어 있다. 구동회로의 스위치는 릴레이, MOS펄스(Mosfet), 트라이악(Triac), 절전 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT; Insulated Gate Bipolar Transistor) 등으로 이루어질 수 있으며, 스위칭 소자라면 이에 한정되는 것이 아니고 다양한 선택이 가능하다.

[0048] 전원측 스위치(600)는 OP앰프(Operational amplifier,500)를 통하여 증폭된 전원을 구동 코일(Coil,201)에 인가할지 여부를 조절하는 역할을 하며, 그라운드측 스위치(700)는 각 섹션별 구동 코일(Coil,201)의 수에 따라 전류가 흘러야 할 코일의 수를 조절하는 역할을 수행한다. 이러한 전원측 스위치(600)와 그라운드측 스위치(700)의 작동은 제어부(400)에서 인가되는 신호에 의하여 그 작동이 조절된다. 그리고 저항(800)과 다이오드(900)은 섹션 절환 과정에서 구동 코일(Coil,201)측에서 발생한 서지(Surge)전압이나 전류를 외부로 유출시키는 역할을 수행한다.

[0049] 도면 6도는 구동 코일에 전류가 인가되는 모습을 개략적으로 나타내는 도면이다.

[0050] 도면 6도의 전류의 흐름은 도면 3도의 섹션 절환 과정과 대응되어 설명될 수 있으며, 3개의 코일로 섹션을 정의한 경우로 볼 수 있다. 도면 6도 상에서 전류의 흐름은 화살표를 따라 기호 1, 2, 3 순으로 변화한다. 처음에는

a_i, a_{i+1}, a_{i+2} 의 구동 코일이 작동되었다가 그 다음에는 $a_{i+2}, a_{i+2}, a_{i+3}$ 의 코일이, 그 다음에는 $a_{i+2}, a_{i+3}, a_{i+4}$ 의 코일에 전류가 흐르는데, 이는 도면 3도에서 섹션이 S_i, S_{i+1}, S_{i+2} 순으로 절환되는 것과 대응될 수 있다. 이러한 전류의 흐름은 전원측 스위치와 그라운드측 스위치의 조절을 통하여 이루어지게 되는데, 구체적인 작동 방법은 이하 도면 7도를 통하여 살펴본다.

[0051] 도면 7도는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 권선 절환형 영구자석 선형 동기전동기(PMLSM:Permanant magnet linear synchronous moter)의 개략적인 구동과정을 보여주는 도면이다.

[0052] 도면 7도의 a, b, c는 각 코일의 섹션 절환의 설명을 용이하게 하기 위하여 A상을 기준으로 설명하지만, B상, C상에서의 각 코일의 섹션 절환도 동일한 방식으로 이루어진다.

[0053] 각 섹션별 3개의 구동 코일(Coil,201)로 이루어지고, 이동자(100)가 a_i, a_{i+1}, a_{i+2} 의 구동 코일(Coil,201)에 위치하여 좌측에서부터 우측으로 이동하는 상황을 가정하여 설명하면 다음과 같다.

[0054] 도면 7a도에서 V_a^* 은 A상 권선의 전압제어 명령을 나타낼 수 있다. T_i 의 스위치가 온(On)되고,

B_{i+3} 의 스위치가 온(On)되면 OP앰프(Operational amplifier,500)를 통하여 인가된 A상 전원 V_a^* 는

a_i, a_{i+1}, a_{i+2} 의 코일에 전류를 흘려서 기전력을 발생하게 된다. 이때 흐르는 전류를 i_o 라고 하면,

이 i_o 가 섹션 절환 과정에서 변동없이 다음 섹션의 최전방 구동 코일(Coil,201)에 그대로 흐르고, 그 이전 섹션의 최후방 구동 코일(Coil,201)의 전류가 0 암페어(A)가 되면 이동자(100)는 절체되는 구동 코일(Coil,20

1)간의 기전력 간섭의 영향이 없이 부드럽게 이동이 가능할 것이다. 도면 7a도에서 굵게 표시된 경로는 영구자석 선형 동기전동기에 A상 권선의 전압제어 명령을 인가하였을 때 전류가 흐르는 모습을 보여주는 것이다.

[0055] 도면 7의 b, c도는 위와 같은 목적을 달성하기 위하여 각 스위치가 작동하는 방법을 보여준다. 도면 7b와 7c 도의 굵은 선으로 표시한 부분은 코일의 섹션이 절환되는 과정에서의 전류의 흐름을 보여주는 도면이다.

[0056] 먼저 도면 7b도에서, 이전 섹션의 a_i, a_{i+1}, a_{i+2} 의 구동 코일(Coil,201)에서 다음 섹션의 $a_{i+1}, a_{i+2}, a_{i+3}$ 의 구동 코일(Coil,201)로 절환이 이루어지기 위하여 제어부(400)은 T_i 의 스위치를 오프(Off)시키고 B_{i+3} 의 스위치를 오프(Off)시키면, 구동 코일(Coil,201)에는 도면 5의 b와 같이 코일의 전류 연속성의 법칙에 의하여 스위치가 오프(Off)되는 순간 동안 i_o 로 일정한 전류가 계속 흐르게 된다. 즉, 아주 짧은 스위치 오프(Off) 순간의 회로 경로는 노드의 전압에 따라 결정된다.

[0057] 이 과정에서 다음 섹션의 최전방 구동 코일(Coil,201)에 동일한 i_o 를 흐르게 하고 그 이전 섹션의 최후방 구동 코일(Coil,201)에 흐르는 전류의 값을 0으로 만들기 위하여, T_{i+1} 의 스위치가 온(On)되고 B_{i+4} 의 스위치가 온(On)되어 도면 7 c도와 같이 된다.

[0058] 이동자(100)가 이동해 가는 방향을 전방이라고 하면, a_i 의 전방 측을 전단, 그 반대 측을 후단이라고 할 수 있다. A상 구동전압 V_a 를 a_i 의 전단에 인가하고, 후단에서 전원을 차단하면 a_i 는 A상 구동전압 V_a 로부터 분리되어 전류가 0으로 된다. 이 때, 절환 과정에서 과도적으로 발생하는 서지(Surge)는 다이오드(900)와 저항(800)을 통하여 +Vcc 또는 -Vcc쪽으로 빠지게 되어 사라지게 된다. 즉, a_i 에서는 전류가 도면 7c 도의 (1)을 따라 아주 짧은 시간 동안만 흘러서 사라지게 된다. 그리고, 다음 섹션의 구동 코일(Coil,201)인 a_{i+3} 에 전류를 인가하기 위하여 B_{i+4} 의 스위치가 온(On)되면 전체적으로 T_{i+1} 의 스위치로부터 A상 구동전압 V_a 가 $a_{i+1}, a_{i+2}, a_{i+3}$ 으로 인가되어 각 구동 코일(Coil, 201)에 i_o 가 흐르게 된다. 이는 3상 전원 측에서 봤을 때, 부하라 할 수 있는 구동 코일(Coil, 201)이 항상 같은 수의 코일이 연결되어 있기 때문이다.

[0059] 도면 7d도에서는 위와 같이 이동자(100)가 좌측에서 우측으로 이동하는 과정을 예시로 설명하였지만, 이동자(100)가 우측에서 좌측으로 이동하는 반대과정도 위와 동일하게 이루어질 수 있다. 다만 구동 코일(Coil, 201)의 순서가 반대로 될 뿐이다.

[0060] 즉, T_{i+4} 의 전원측 스위치가 온(On)되고 B_{i+1} 의 스위치가 온(on)되면 전류는 $a_{i+3}, a_{i+2}, a_{i+1}$ 을 따라 흘러서 기전력을 발생하게 된다. 여기서, T_{i+4} 의 스위치가 오프(Off)되고 T_{i+3} 의 스위치가 온(On)되면, a_{i+3} 는 구동전압 V_a 와 분리되므로 흐르는 전류는 영(0)이 되어 절체된다. 그리고, B_{i+1} 의 스위치가 오프(off)되고 B_i 의 스위치가 온(On)되면 전류는

a_{i+2}, a_{i+1}, a_i 로 흐르게 되어 구동 코일이 작동하게 된다. 따라서, 이동자는 코일의 기전력을 따라 우측에서 좌측으로 이동한다.

[0061] 이상으로, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 권선 절환형 선형 동기전동기의 동작을 명확하게 설명하기 위하여 A상을 기준으로 설명하였으나, B상, C상에서도 이와 동일한 방식으로 섹션 절환이 이루어진다.

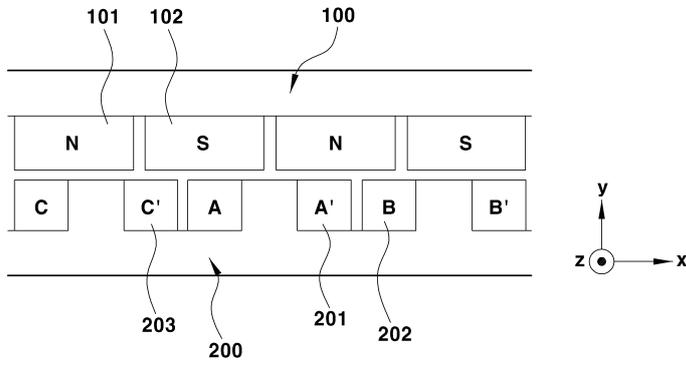
[0062] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예들에 참조하여 설명하였지만 해당 기술 분야의 숙련된 당업자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

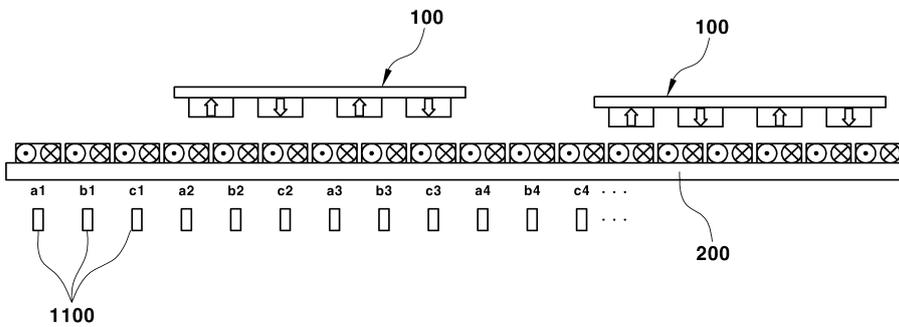
- [0063]
- 10 : 고정자
 - 20 : 영구자석
 - 30 : 코일
 - 40 : 몰드
 - 50 : 이동자
 - 100 : 이동자
 - 101 : N극
 - 102 : S극
 - 200 : 고정자
 - 201 : A상 구동 코일
 - 202 : B상 구동 코일
 - 203 : C상 구동 코일
 - 301: A상 권선 구동회로
 - 302 : B상 권선 구동회로
 - 303 : C상 권선 구동회로
 - 410 : 위치속도제어부
 - 420 : 섹션절환제어부
 - 500 : OP앰프
 - 600 : 전원측 스위치
 - 700 : 그라운드측 스위치
 - 800 : 저항
 - 900 : 다이오드
 - 1100 : 위치센서

도면

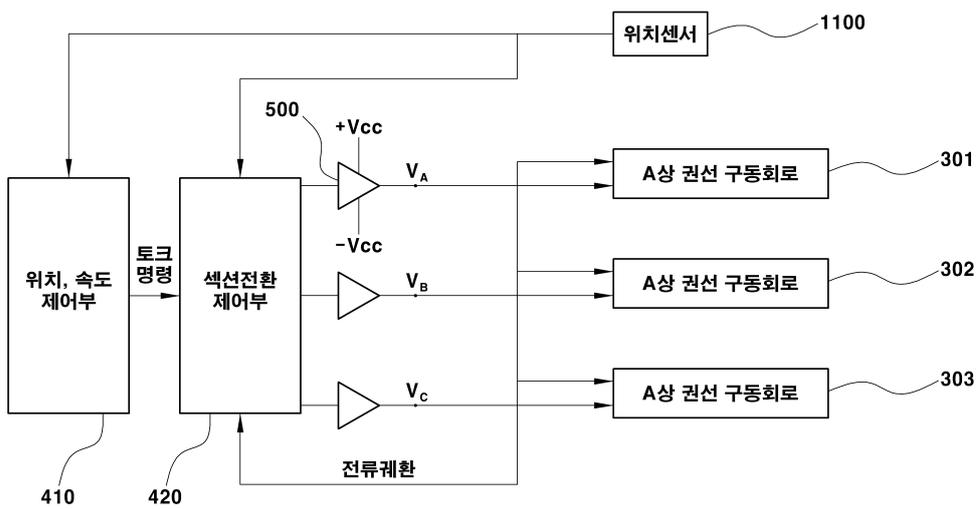
도면1



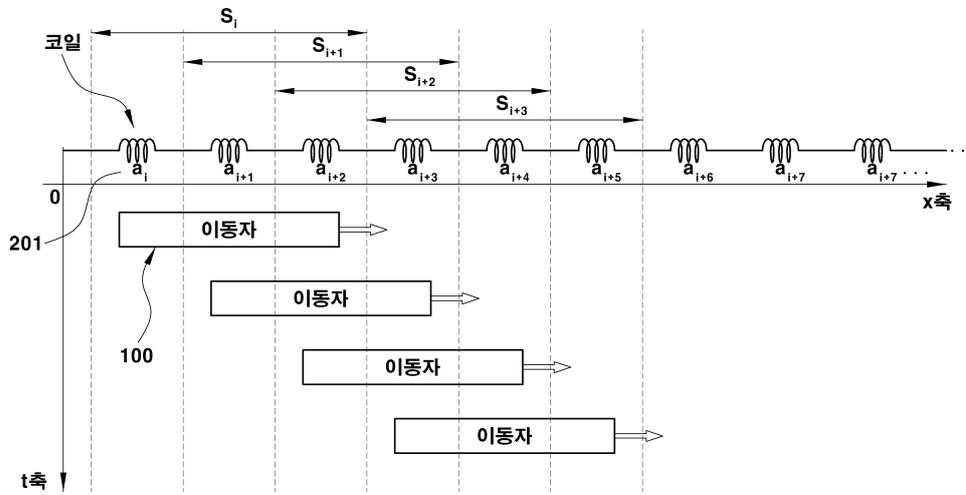
도면2



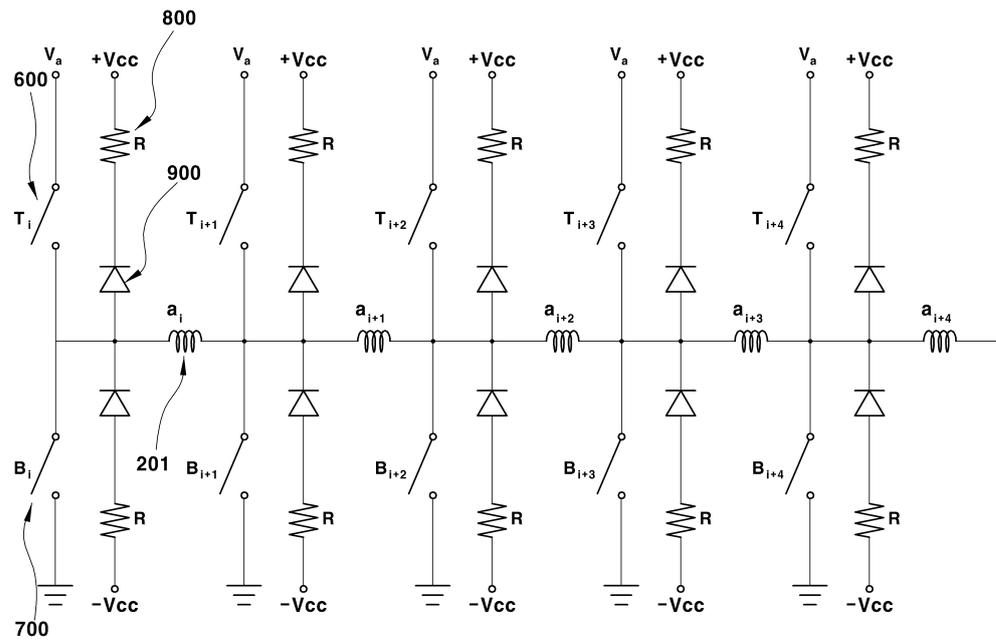
도면3



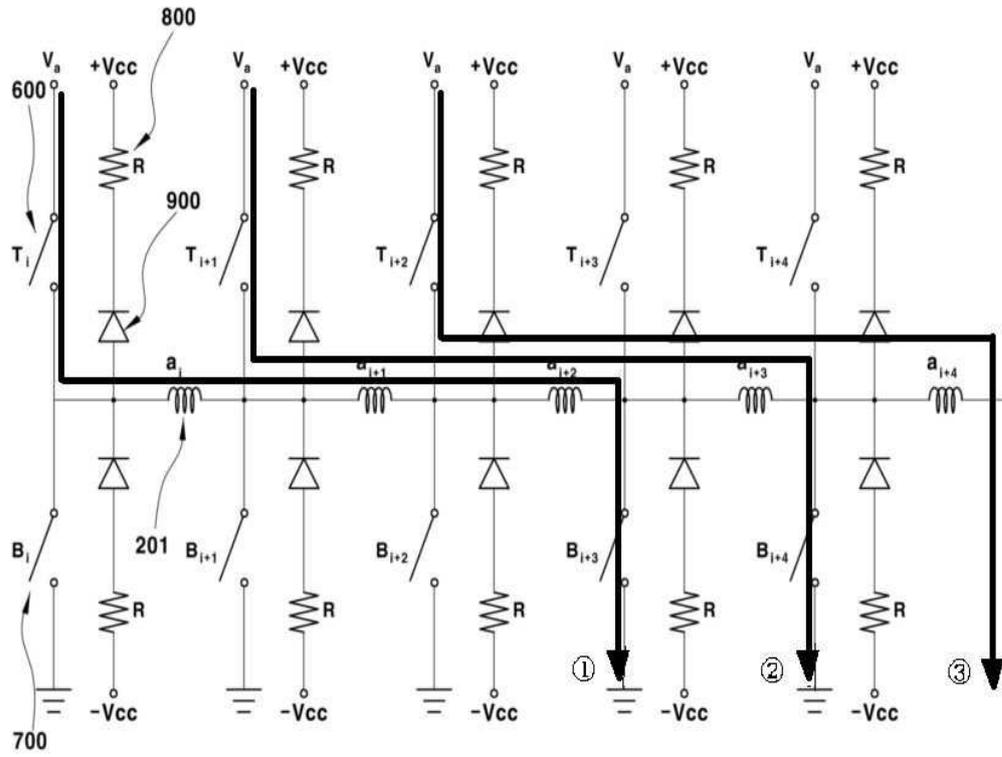
도면4



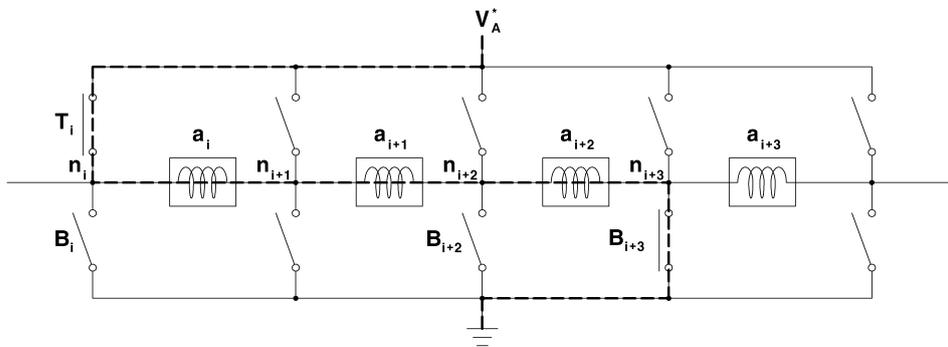
도면5



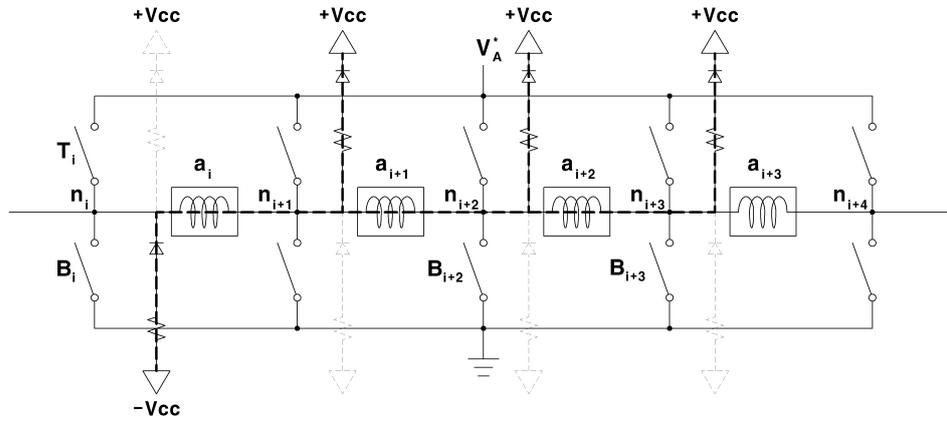
도면6



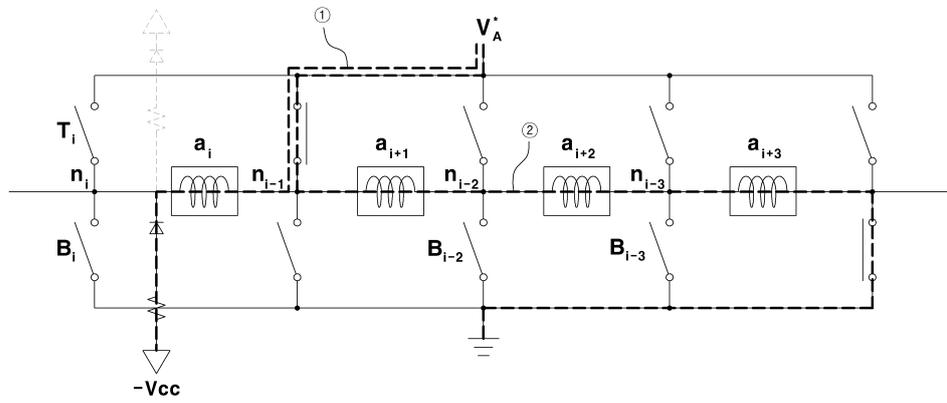
도면7a



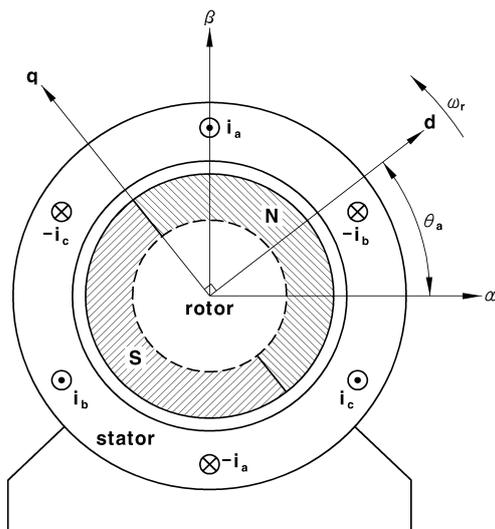
도면7b



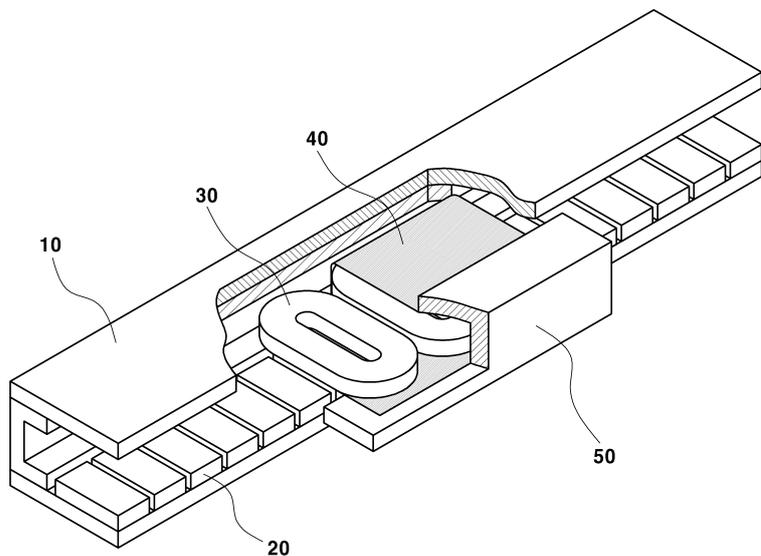
도면7c



도면8



도면9a



도면9b

