



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년02월25일
(11) 등록번호 10-2081519
(24) 등록일자 2020년02월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 1/12 (2006.01) H02K 17/02 (2006.01)
H02K 41/025 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02K 1/12 (2013.01)
H02K 17/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0143685
(22) 출원일자 2018년11월20일
심사청구일자 2018년11월20일
(56) 선행기술조사문헌
US05552649 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국교통대학교산학협력단
충청북도 충주시 대소원면 대학로 50
(72) 발명자
이형우
서울특별시 강남구 역삼로 531, 청우빌딩 4층
박찬배
경기도 의왕시 포일세거리로 73, 포일숲속마을아파트 408-1103
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 4 항

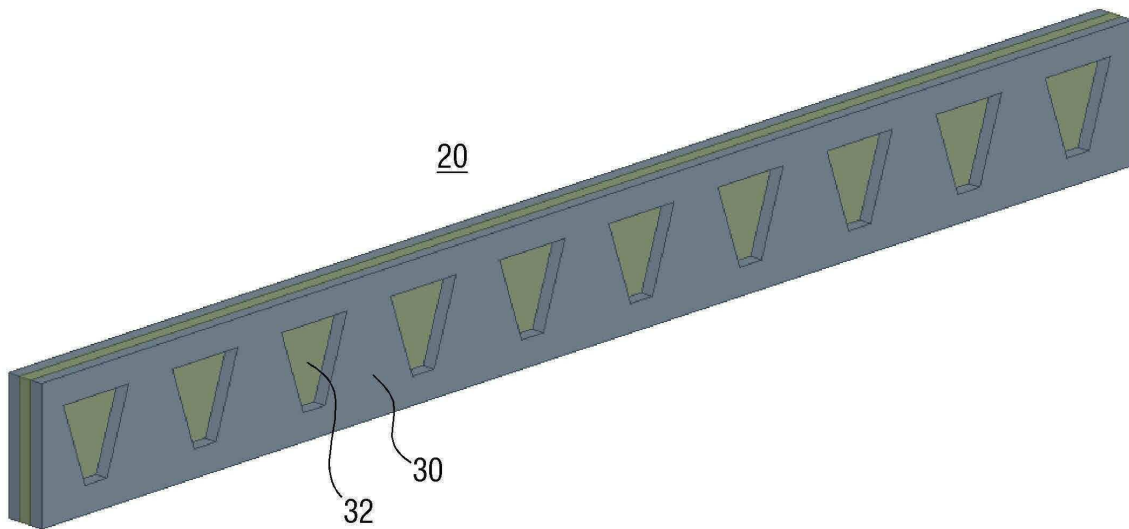
심사관 : 정재현

(54) 발명의 명칭 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기

(57) 요약

본 발명은 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 추진, 부상, 안내 일체형 All-in-One NSDLIM(비대칭 선형 유도전동기) 시스템으로서 양측식 선형유도전동기의 유도전동기 구동원리(아라고의 원판, 로렌즈 힘)를 이용하여 추진하고, 1차측 계자의 수직방향 비대칭 구조에 의한 횡방향 단부효과를 이용하여 부상하고, 1차측이 이동방향으로 도열되고 있고, 2차측은 이동체에 취부되어 전자기력을 받아, 추진 및 부상, 안내력 발생하며, 기존의 2차측 구조에서 발생하는 Negative Force를 감소시키고 구조적 강성 확보 및 경량화 가능한 2차측 형상에 관한 것이다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류
H02K 41/025 (2013.01)

정거철

경기도 수원시 장안구 화산로 263, 신일아파트
 104-701

(72) 발명자

서교영

인천광역시 중구 제물량로 317, 남경포브아파트
 101동 1401호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 18CTAPC14292201000000

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구사업

연구과제명 1000Km/h급 초고속 자기부상열차의 추진/부상/안내 일체형 All-in-One 시스템 원천기술 개

발

기여율 1/1

주관기관 한국교통대학교 산학협력단

연구기간 2018.04.17 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

2차측 도체판과, 상기 2차측 도체판의 양단 각각에 구비되는 1차측 코어와, 각각의 1차측 코어에 구비되며, 3상 전류가 인가되는 3상 권선이 취부되어 이동자계를 발생시키는 1차측 권선을 갖는 비대칭 양측식 선형유도전동기에 있어서,

상기 2차측 도체판은,

판형태의 2차측 백 요크; 및

상기 2차측 백 요크 양단에 결합되며 길이방향을 따라 서로 특정간격 이격되어 형성되는 홀형태의 래더를 갖는 리액션 플레이트;를 포함하고,

상기 래더는 역사다리꼴 래더인 것으로 특징으로 하는 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 역사다리꼴 래더는 길이방향 중심축을 기준으로 상단 측에 위치되는 것을 특징으로 하는 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기.

청구항 4

제 1항 또는 제 3항에 있어서,

상기 2차측 도체판은,

상기 2차측 백요크 양단의 리액션 플레이트의 상단을 서로 연결하는 상단커버를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기.

청구항 5

제 1항 또는 제 3항에 있어서,

상기 2차측 도체판은,

상기 2차측 백요크 양단의 리액션 플레이트의 상단을 서로 연결하며 서로 길이방향으로 특정간격 이격되어 배치되는 상단부분커버를 포함하고, 상기 상단부분커버 사이에는 상기 2차측 백요크가 노출되는 노출단이 형성되는 것을 특징으로 하는 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 초기 엘런 머스크가 주장했던 하이퍼루프(Hyperloop)의 추진 방식은 아진공 상태의 튜브안을 공기를 흡입 및 배출시키며 주행하는 방식에서 선형동기전동기(LSM), 선형유도전동기(LIM)의 추진, 부상, 안내 방식을 사용하고 있다.
- [0003] 종래의 하이퍼루프의 추진 체계는 초기 공기 흡입·분사식에서 LSM 및 LIM의 추진방식을 채택하고 있다. 종래의 기술들은 모두 추진, 부상, 안내 일체형이 아니며, 부상/안내 또는 부상/추진과 같이, 2가지 종류의 힘만을 발생시키며, 별도의 장치를 통해 추진 또는 안내력을 발생시키므로 시스템이 커지고, 건설비가 증가하는 문제점을 가지고 있다.
- [0004] 최근 선행 연구에서는 추진, 부상, 안내를 한가지 시스템에서 구현하는 NSDLIM(비대칭 양측식 선형유도 전동기)의 추진 방식까지 사용하고 있다.
- [0005] 최근 수직형(vertical type) 양측식 선형유도전동기(LIM)를 사용하여 추진, 부상, 안내의 세가지 방향 힘을 한번에 발생시킬 수 있는 시스템으로서, 시스템의 간소화 및 건설비 감소 가능하다.
- [0006] 도 1은 종래 플랫폼타입(Flat Type)의 비대칭 양측식 선형유도전동기의 2차측 형상을 도시한 것이고, 도 2는 종래 래더타입(Ladder Type)의 비대칭 양측식 선형유도전동기의 2차측 형상을 도시한 것이다.
- [0007] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 종래의 추진 방식에 사용되는 2차측 리액션 플레이트(Reaction Plate)의 구조는 플랫폼타입(Flat Type) 또는 래더 타입(Ladder Type)으로 플랫폼 타입의 비제어 유도전류의 흐름의 문제점을 래더 타입을 통해 개선하였으나 2차측 상단부의 유도전류는 흐르기 때문에 1차측 누설 자속에 의한 추진 및 부상력을 감소시키는 네거티브 포스(Negative Force)를 발생시키는 문제점이 발생한다.
- [0008] 즉, 하이퍼루프 시스템의 종래 2차측 구조는 플랫폼타입 및 래더타입으로 플랫폼타입은 추진 및 부상력을 발생시키는 유도전류와 추진 및 부상력을 감소시키는 유도전류가 2차측 상단부에 흐르며 그 흐름을 임의로 제어할 수 없는 문제가 존재한다.
- [0009] 또한 래더 타입은 플랫폼타입의 추진 및 부상력을 발생시키는 유도전류의 흐름을 강제하여, 부상력 및 추진력을 향상시키지만, 여전히 네거티브 포스를 발생시키는 2차측 상단부의 유도전류가 흐르며, 이로 인해 온전한 부상력을 얻기 위해서는 상당한 비대칭 구조를 가져야 한다.
- [0010] 따라서 종래기술에서의 비대칭 정도를 완화하고, 네거티브 포스를 저감하여 추진력 및 부상력을 향상시킬 수 있고, 또한, 구조적 강성 확보 및 경량화가 가능한 새로운 2차측 리액션 플레이트의 형성이 요구되었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제1672899호
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제1630783호
- (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 제1544383호
- (특허문헌 0004) 대한민국 등록특허 제1531656호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시예에 따르면, 추진, 부상, 안내 일체형 All-in-One NSDLIM(비대칭 선형 유도전동기) 시스템으로서 양측식 선형유도전동기의 유도전동기 구동원리(아라고의 원판, 로렌츠 힘)를 이용하여 추진하고, 1차측 계자의 수직방향 비대칭 구조에 의한 횡방향 단부효과를 이용하여 부상하고, 1차측이 이동방향으로 도열되고 있고, 2차측은 이동체에 취부되어 전자기력을 받아, 추진 및 부상, 안내력 발생하며, 기존의 2차측 구조에서 발생하는 Negative Force를 감소시키고 구조적 강성 확보 및 경량화 가능한 2차측 형상을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0013] 본 발명의 실시예에 따르면, 비대칭 양측식 선형 유도 전동기의 2차측 구조에 있어서, 기존의 플랫폼 및 래더 타입을 사용하는 방식이 아닌, 새로운 2차측 리액션 플레이트의 형상을 제시한 것으로, 기존의 비대칭 양측식 선형 유도 전동기(이하 NSDLIM)의 2차측 도체판 구조인 플랫폼, 래더타입에서 부상력에 발생하는 네거티브 포스를 발생시키는 2차측 상단의 비제어 유도 전류를 제어하여 NSDLIM의 비대칭성을 획기적으로 완하하고, 향상된 추진력 및 부상력을 확보할 수 있는, 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0014] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 상단 커버 타입(Covered Type)을 적용하여 구조적 강성 확보 및 차량 운행의 안정성에 기여할 수 있고, 역사다리꼴 래더타입을 적용하여 2차측 도체판의 사용량 감소로 인한 경량과, 경제적 이점을 가질 수 있는 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0015] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명의 목적은, 2차측 도체판과, 상기 2차측 도체판의 양단 각각에 구비되는 1차측 코어와, 각각의 1차측 코어에 구비되며, 3상 전류가 인가되는 3상 권선이 취부되어 이동자계를 발생시키는 1차측 권선을 갖는 비대칭 양측식 선형유도전동기에 있어서, 상기 2차측 도체판은, 판형태의 2차측 백 요크; 및 상기 2차측 백 요크 양단에 결합되며 길이방향을 따라 서로 특정간격 이격되어 형성되는 홀형태의 래더를 갖는 리액션 플레이트;를 포함하는 것을 특징으로 하는 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기로서 달성될 수 있다.

[0017] 그리고 상기 래더는 역사다리꼴 래더인 것으로 특징으로 할 수 있다.

[0018] 또한 역사다리꼴 래더는 길이방향 중심축을 기준으로 상단 측에 위치되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 그리고 2차측 도체판은, 2차측 백요크 양단의 리액션 플레이트의 상단을 서로 연결하는 상단커버를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 또한, 2차측 도체판은, 2차측 백요크 양단의 리액션 플레이트의 상단을 서로 연결하며 서로 길이방향으로 특정간격 이격되어 배치되는 상단부분커버를 포함하고, 상기 상단부분커버 사이에는 상기 2차측 백요크가 노출되는 노출단이 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 실시예에 따른 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기에 따르면, 추진, 부상, 안내 일체형 All-in-One NSDLIM(비대칭 선형 유도전동기) 시스템으로서 양측식 선형유도전동기의 유도전동기 구동원리(아라고의 원판, 로렌츠 힘)를 이용하여 추진하고, 1차측 계자의 수직방향 비대칭 구조에 의한 횡방향 단부효과를 이용하여 부상하고, 1차측이 이동방향으로 도열되고 있고, 2차측은 이동체에 취부되어 전자기력을 받아, 추진 및 부상, 안내력 발생하며, 기존의 2차측 구조에서 발생하는 Negative Force를 감소시키고 구조적 강성 확보 및 경량화 가능한 효과를 갖는다.

[0022] 본 발명의 실시예에 따른 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기에 따르면, 비대칭 양측식 선형 유도 전동기의 2차측 구조에 있어서, 기존의 플랫폼 및 래더 타입을 사용하는 방식이 아닌, 새로운 2차측 리액션 플레이트의 형상을 제시한 것으로, 기존의 비대칭 양측식 선형 유도 전동기(이하 NSDLIM)의 2차측 도체판 구조인 플랫폼, 래더타입에서 부상력에 발생하는 네거티브 포스를 발생시키는 2차측 상단의 비제어 유도 전류를 제어하여 NSDLIM의 비대칭성을 획기적으로 완하하고, 향상된 추진력 및 부상력을 확보할 수 있는 효과를 갖는다.

[0023] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기에 따르면, 상단 커버 타입(Covered Type)을 적용하여 구조적 강성 확보 및 차량 운행의 안정성에 기여할 수 있고, 역사다리꼴 래더타입을 적용하여 2차측 도체판의 사용량 감소로 인한 경량과, 경제적 이점을 가질 수 있는 효과를 갖는다.

[0024] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 일실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석 되어서는 아니 된다.
- 도 1은 종래 플랫폼타입(Flat Type)의 비대칭 양측식 선형유도전동기의 2차측 형상의 사시도,
- 도 2는 종래 래더타입(Ladder Type)의 비대칭 양측식 선형유도전동기의 2차측 형상의 사시도,
- 도 3은 추진, 부상, 안내 일체형 비대칭 양측식 선형유도전동기의 사시도,
- 도 4는 추진, 부상, 안내 일체형 비대칭 양측식 선형유도전동기의 정면도,
- 도 5는 종래 플랫폼타입(Flat Type)의 비대칭 양측식 선형유도전동기에서, 대칭상태에서 2차측에 생성되는 유도전류와 2차측이 받는 로렌츠힘,
- 도 6은 종래 플랫폼타입(Flat Type)의 비대칭 양측식 선형유도전동기에서, 대비칭상태에서 2차측에 생성되는 유도전류와 2차측이 받는 로렌츠힘,
- 도 7은 본 발명의 제1실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기의 2차측 도체판의 사시도,
- 도 8은 도 7에서 2차측 도체판에 생성되는 와전류와 2차측 도체판이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도,
- 도 9는 본 발명의 제2실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기의 2차측 도체판의 사시도,
- 도 10은 도 9에서 2차측 도체판에 생성되는 와전류와 2차측 도체판이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도,
- 도 11은 본 발명의 제3실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기의 2차측 도체판의 사시도,
- 도 12는 도 11에서 2차측 도체판에 생성되는 와전류와 2차측 도체판이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도,
- 도 13은 본 발명의 제4실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기의 2차측 도체판의 사시도,
- 도 14는 도 13에서 2차측 도체판에 생성되는 와전류와 2차측 도체판이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도,
- 도 15는 본 발명의 제5실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기의 2차측 도체판의 사시도,
- 도 16은 도 15에서 2차측 도체판에 생성되는 와전류와 2차측 도체판이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도,
- 도 17은 본 발명의 제6실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기의 2차측 도체판의 사시도,
- 도 18은 도 17에서 2차측 도체판에 생성되는 와전류와 2차측 도체판이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도,

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0027] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0028] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서

제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

- [0029] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0030] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0032] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 개선된 2차측 형상을 갖는 비대칭 선형유도전동기(1)의 구성 및 기능에 대해 설명하도록 한다. 먼저 도 3은 추진, 부상, 안내 일체형 비대칭 양측식 선형유도전동기(1)의 사시도를 도시한 것이고, 도 4는 추진, 부상, 안내 일체형 비대칭 양측식 선형유도전동기(1)의 정면도를 도시한 것이다.
- [0033] 일체형 비대칭 양측식 선형유도전동기(1)(이하 NSDLIM)는 도 3, 및 도 4에 도시된 바와 같이, 2차측 도체판(20)과, 이러한 2차측 도체판(20)의 양단에 위치되는 한 쌍의 1차측 계자(10)를 포함하여 구성된다.
- [0034] 1차측 계자(10)는 2차측 도체판(20)의 양단 각각에 구비되는 1차측 코어(11)와, 각각의 1차측 코어(11) 내에 구비되며 3상 전류가 인가되는 3상 권선이 취부되어 이동자계를 발생시키는 1차측 권선(12)을 포함하여 구성됨을 알 수 있다. 이러한 1차측 계자(10)에 해당하는 1차측 코어(11)와 1차측 권선(12)은 2차측 도체판(20)의 양단 각각에 구비되며, 이동방향을 따라 나열되게 된다.
- [0035] 그리고 2차측 도체판(20)은 판형태의 2차측 백요크(21)와, 백요크(21) 양단에 결합되는 한 쌍의 리액션플레이트(30)를 포함하여 구성된다.
- [0036] 2차측 도체판(20)에 유도된 와전류에 의해 2차측 도체판(20)에 추진력이 발생되고, 2차측 도체판(20) 양측에 구비된 1차측 권선(12) 사이에서의 반발력에 의해 안내력이 발생되게 된다.
- [0037] 또한, 1차측코어(11) 내에 구비되는 1차측 권선(12)은 2차측 도체판(20)의 높이방향 기준으로 하부측에 위치되어, 하부측 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 통해 부상력이 발생되게 된다.
- [0038] 즉, 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이 1차측 권선(12)에 3상 전류를 인가하면 이동자계가 생성되어 자속이 1차측 코어(11)를 통해 2차측 리액션 플레이트(30)를 통과한다.
- [0039] 도 5는 종래 플랫폼타입(Flat Type)의 비대칭 양측식 선형유도전동기(1)에서, 대칭상태에서 2차측에 생성되는 유도전류와 2차측이 받는 로렌츠힘을 도시한 것이고, 도 6은 종래 플랫폼타입(Flat Type)의 비대칭 양측식 선형유도전동기(1)에서, 대비칭상태에서 2차측에 생성되는 유도전류와 2차측이 받는 로렌츠힘을 도시한 것이다.
- [0040] 2차측 도체판(20)을 통과하는 자속이 시간에 따라 변하면서 이하의 수학식 1의 페러데이 법칙에 의해 그림 7과 같이 2차측 판에 유도전류가 유도된다. 유도된 유도전류와 2차측 판에 작용하는 자속과의 전자기적 상호 작용으로 수식(2)의 로렌츠 힘이 발생한다.
- [0041] 도 5에 도시된 바와 같이 1차 측과 2차 측이 대칭적으로 정렬되어 있을 경우, 횡 방향 전류에 의해 발생하는 힘은 서로 상쇄되어 없어진다.
- [0042] 하지만 도 6에 도시된 바와 같은 구조를 가질 경우 위쪽의 횡 방향 전류는 자속의 영향을 받지 않아 힘을 발생시키지 않고 아래의 횡방향 전류는 부상력을 발생시킨다. 그러나 그림 10의 비대칭 구조에서 2차측 상단부에 흐르는 유도전류와 1차측의 누설 자속으로 인하여 부상력 및 추진력을 감소시키는 네거티브 포스(Negative Forc

e)가 발생한다.

- [0043] 본 발명에 따른 실시예는 이러한 네거티브 포스를 감소시키고 구조적 강성 확보 및 경량화까지 고려한 2차측 도체판(20)의 리액션플레이트(30)의 형상에 대한 것으로, 이하에서는 본 발명에 따른 제1 내지 제6 실시예의 구성 및 기능에 대해 설명하도록 한다.
- [0044] 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기(1)의 2차측 도체판(20)의 사시도를 도시한 것이다. 그리고 도 8은 도 7에서 2차측 도체판(20)에 생성되는 와전류와 2차측 도체판(20)이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도를 도시한 것이다.
- [0045] 도 7에 도시된 바와 같이, 제1 실시예에 따른 2차측 백 요크(21) 양단에 결합되는 리액션 플레이트(30)는, 길이 방향을 따라 서로 특정간격 이격되어 형성되는 홀형태의 래더(31)를 갖도록 구성되며, 이러한 래더는 역사다리꼴 래더(32) 형태로 구성됨을 알 수 있다.
- [0046] 이러한 제1 실시예에 따른 역사다리꼴 래더 형태(Trapezoidal Ladder Type)는 추진 및 부상력을 발생시키는 2차측 중·하단부의 유도전류의 양을 극대화하여 추진 및 부상력을 향상시킬 수 있다. 또한, 2차측 도체판(20) 사용량 감소에 따른 경량화 가능하다.
- [0047] 도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기(1)의 2차측 도체판(20)의 사시도를 도시한 것이고, 도 10은 도 9에서 2차측 도체판(20)에 생성되는 와전류와 2차측 도체판(20)이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도를 도시한 것이다.
- [0048] 본 발명의 제2 실시예에 따른 2차측 도체판(20)의 리액션플레이트(30)의 역사다리꼴 래더(32)는 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 길이방향 중심축을 기준으로 상단 측에 위치되어짐을 알 수 있다.
- [0049] 따라서 도 10에 도시된 바와 같이, 역사다리꼴 래더(32)(Trapezoidal Ladder)의 위치를 위쪽으로 비대칭(biased) 시킨 구조로 2차측 상단부의 저항을 키워 유도 전류의 흐름을 제어하여 부상력에 발생하는 네거티브 포스(Negative Force)의 영향력을 감소시키고, 2차측 중·하단부의 저항을 감소시켜 유도 전류를 극대화시켜 추진 및 부상력을 더욱 향상시킬 수 있다. 또한 2차측 도체판(20)의 사용량 저감에 따른 경량화가 가능하다.
- [0050] 도 11은 본 발명의 제3 실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기(1)의 2차측 도체판(20)의 사시도를 도시한 것이다. 그리고 도 12는 도 11에서 2차측 도체판(20)에 생성되는 와전류와 2차측 도체판(20)이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도를 도시한 것이다.
- [0051] 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제3 실시예에 따른 2차측 리액션플레이트(30)는 직사각형 래더(31)를 가지고 있으나, 2차측 도체판(20)은 2차측 백요크(21) 양단의 리액션 플레이트(30)의 상단을 서로 연결하는 상단커버(33)를 포함하여 구성됨을 알 수 있다.
- [0052] 이러한 상단 커버(33)를 갖는 형태는 부상력에 발생하는 네거티브 포스를 발생시키는 2차측 상단부의 유도 전류를 2차측을 서로 연결하고 있는 상단 커버(33)를 통해 의도적으로 흐르게 하여 네거티브 포스의 영향력을 감소시킨다. 또한 구조적 강성 확보가 가능하다. 즉, 상단커버(33)를 통해 의도적 유도전류 제어영역을 형성시키도록 구성된다.
- [0053] 도 13은 본 발명의 제4 실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기(1)의 2차측 도체판(20)의 사시도를 도시한 것이다. 도 14는 도 13에서 2차측 도체판(20)에 생성되는 와전류와 2차측 도체판(20)이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도를 도시한 것이다.
- [0054] 도 13 및 도 14에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제4 실시예는 제3 실시예와 대비하여, 직사각형 래더(31)가 상단 커버(33)를 제외한 리액션 플레이트(30)의 길이방향 축을 기준으로 상부측으로 이동된 형태를 가짐을 알 수 있다.
- [0055] 도 13 및 도 14에 도시된 바와 같이, 비대칭 커버 래더 형태(Biased Covered Ladder Type)를 적용하게 되면 네거티브 포스(Negative Force)를 발생시키는 유도 전류의 제어성을 더욱 높혀 부상력 저하를 감소시킬 수 있다. 도 14에서 상단 커버(33) 경계면까지 래더(31) 창을 높일 수 있다(붉은 점선 영역이 사라지는 경우까지).
- [0056] 도 15는 본 발명의 제5 실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기(1)의 2차측 도체판(20)의 사시도를 도시한 것이다. 그리고 도 16은 도 15에서 2차측 도체판(20)에 생성되는 와전류와 2차측 도체판(20)이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도를 도시한 것이다.

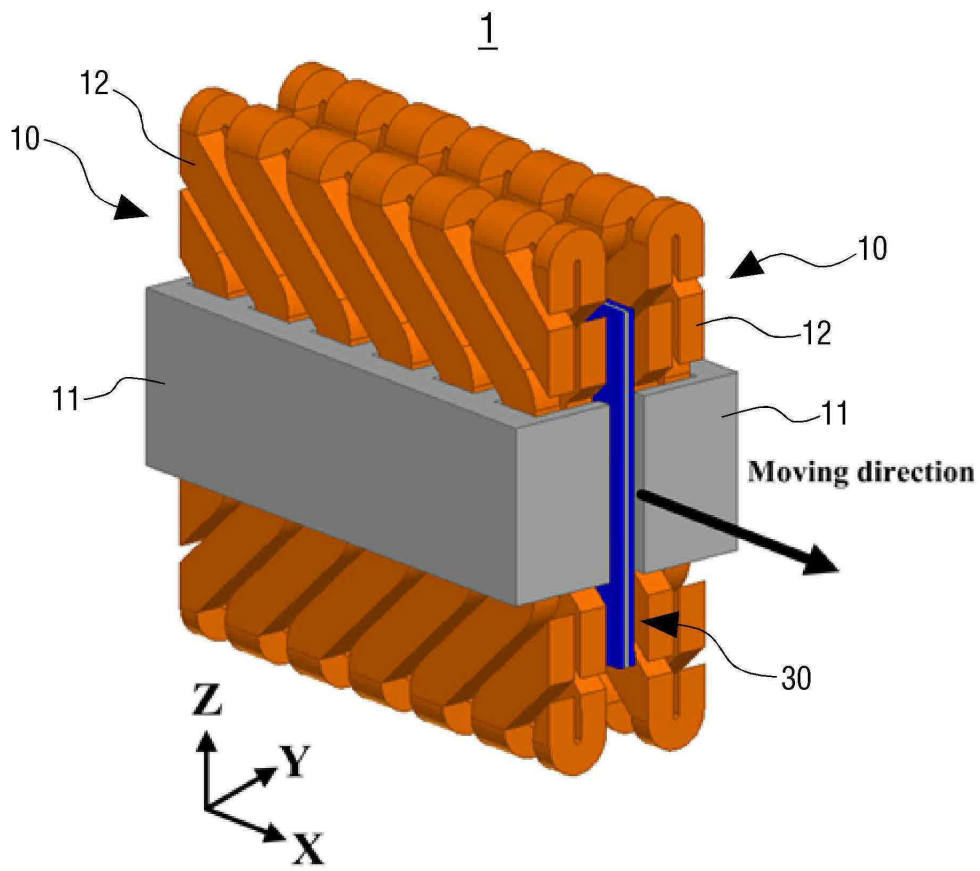
- [0057] 도 15 및 도 16에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제5실시예에서는 직사각형 래터를 가지며, 양단의 리액션 플레이트(30)를 서로 상부측에 전면으로 감싸는 것이 아닌 부분적으로 감싼 부분 커버(34) 형태로 구성됨을 알 수 있다. 본 발명의 제5실시예에 따른 2차측 도체판(20)은, 2차측 백요크(21) 양단의 리액션 플레이트(30)의 상단을 서로 연결하며 서로 길이방향으로 특정간격 이격되어 배치되는 상단부분커버(34)를 포함하고, 상기 상단부분커버(34) 사이에는 상기 2차측 백요크(21)가 노출되는 노출단(35)이 형성되게 된다.
- [0058] 이러한 부분 커버 래터 형태(Partly Covered Ladder Type)는 래터의 위치를 2차측의 상단부 경계면까지 바이어스하고 양쪽의 2차측을 연결하는 커버형으로 1차측 누설 자속과 2차측 상단부 유도 전류로 인하여 발생하는 네거티브 포스의 발생을 원천적으로 차단하는 구조이다.
- [0059] 원하는 유도 전류의 흐름 제어가 가능하여 추진 및 부상력을 향상시킬 수 있으며 기존 NSDLIM(1)의 비대칭성을 획기적으로 완화할 수 있다. 또한, 상단 커버 형태 적용으로 구조적 강성확보 및 부분적인 2차측 도체판(20) 사용으로 경량화가 가능하다.
- [0060] 도 17은 본 발명의 제6실시예에 따른 비대칭 선형유도전동기(1)의 2차측 도체판(20)의 사시도를 도시한 것이다. 도 18은 도 17에서 2차측 도체판(20)에 생성되는 와전류와 2차측 도체판(20)이 받는 로렌츠힘과, 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 나타낸 측면도를 도시한 것이다. 도 17 및 도 18에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제6실시예는 제5실시예와 같이 비대칭 부분 커버형태를 채용하나, 래터가 역사다리꼴 래터(32) 형태로 구성됨을 알 수 있다.
- [0061] 이러한 부분 커버 역사다리꼴 래터 형태(Partly Covered Trapezoidal Ladder Type)는 부분 커버 래터 형태(partly Covered Ladder Type)의 확장 기술로서 부상력에 네거티브 포스를 발생시키는 2차측 상단부의 유도전류 발생을 차단하고, 추진 및 부상력을 향상시키는 2차측 중·하단부 유도전류를 극대화한다. 또한, 기존 NSDLIM(1)의 비대칭성을 획기적으로 완화할 수 있는 구조이며, 종래 래터 형태 대비 2차측 도체판(20) 사용량 저감하여 경량화가 가능하다.
- [0063] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

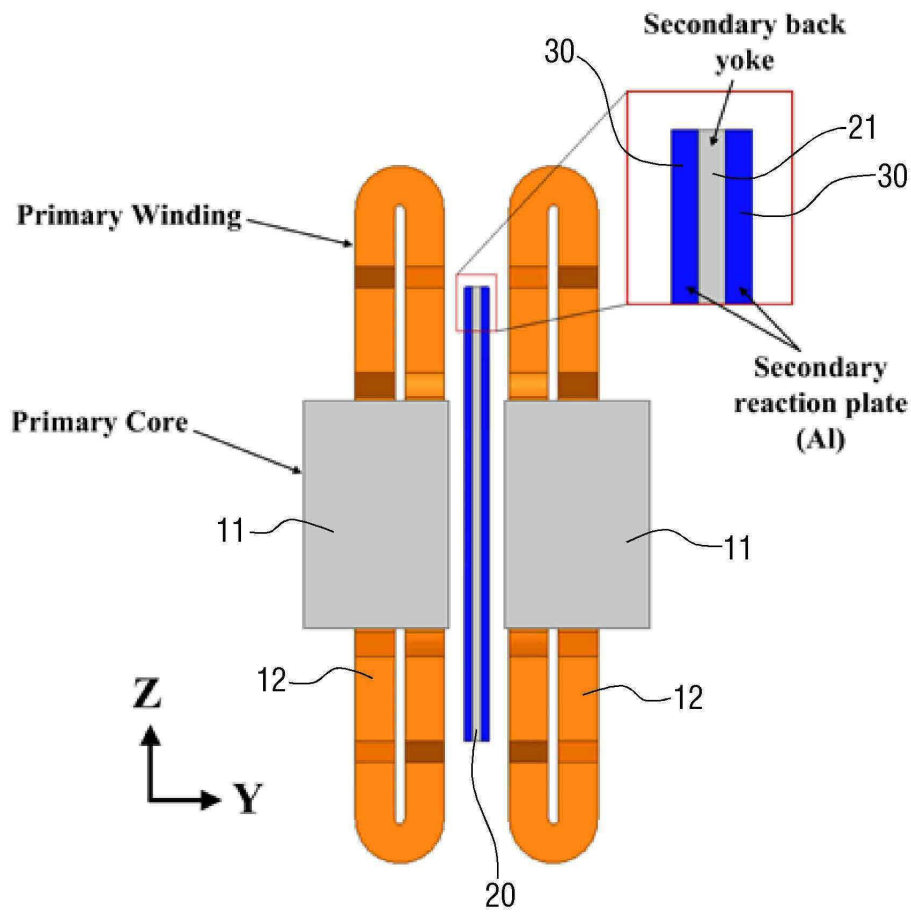
- [0064] 1:비대칭 양측식 선형유도전동기
- 10:1차측 계자
- 11:1차측 코어
- 12:1차측 권선
- 20:2차측 도체판
- 21:2차측 백요크
- 30:2차측 리액션 플레이트
- 31:래터
- 32:역사다리꼴래터
- 33:상단커버
- 34:상단부분커버
- 35:노출단

도면

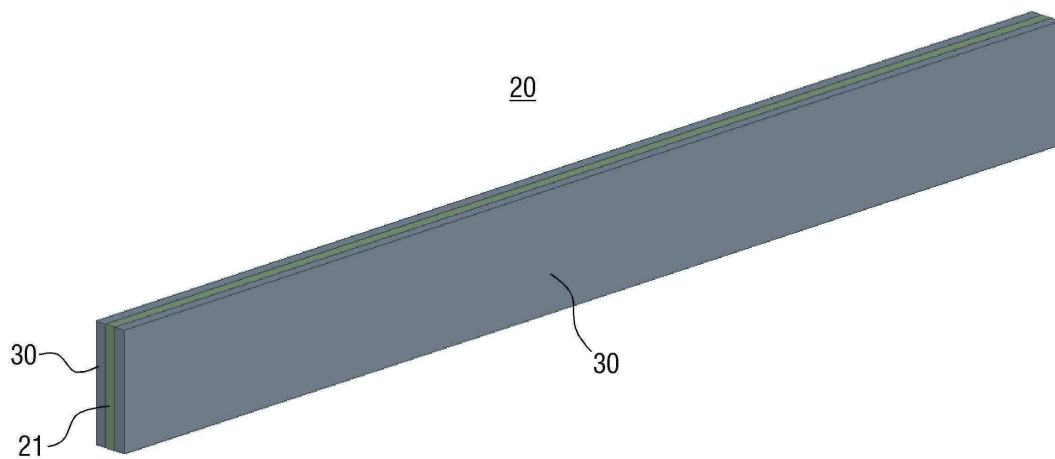
도면1



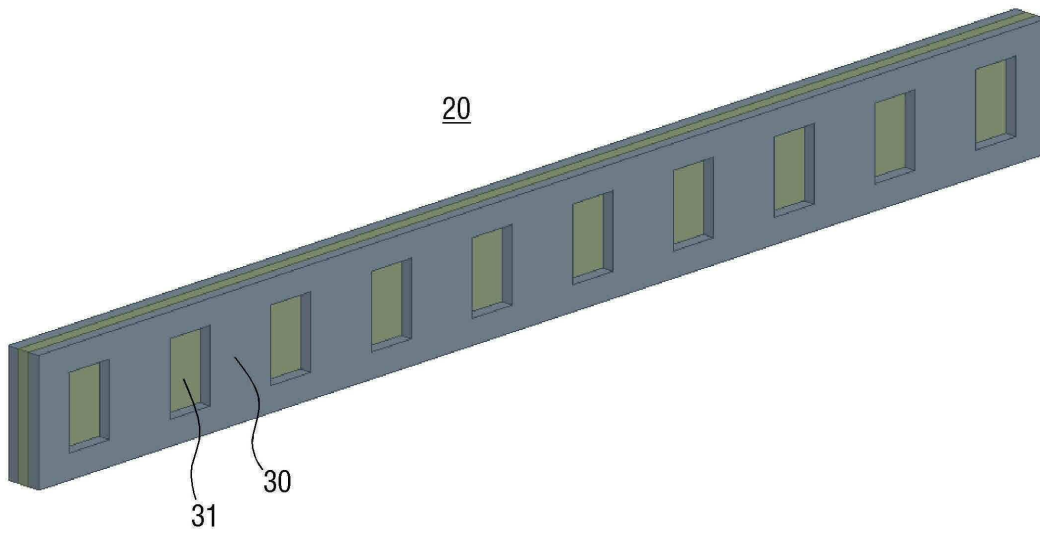
도면2



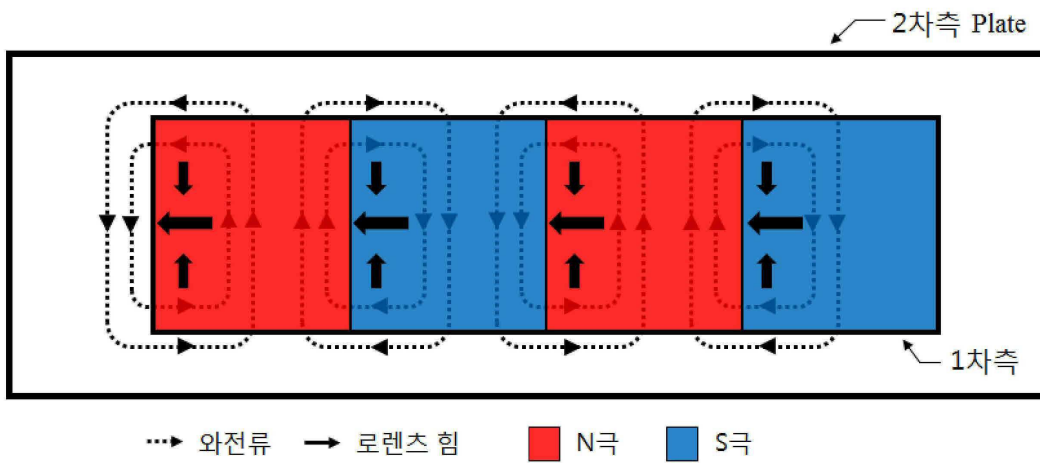
도면3



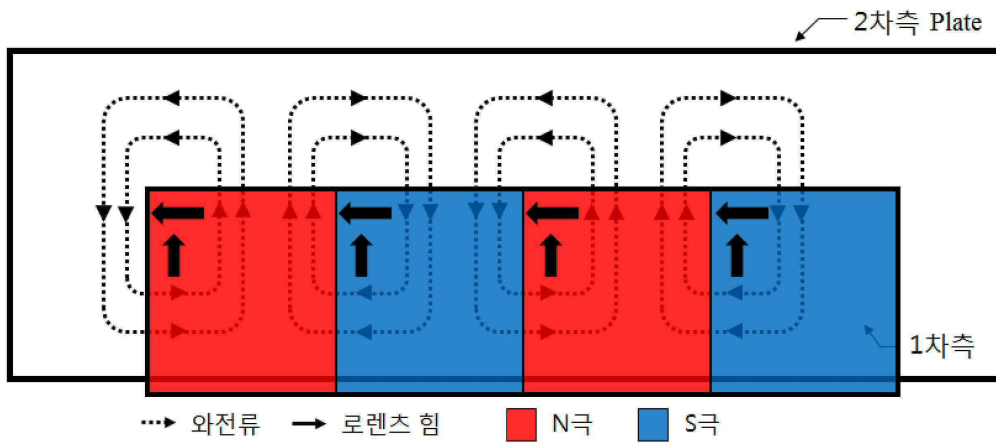
도면4



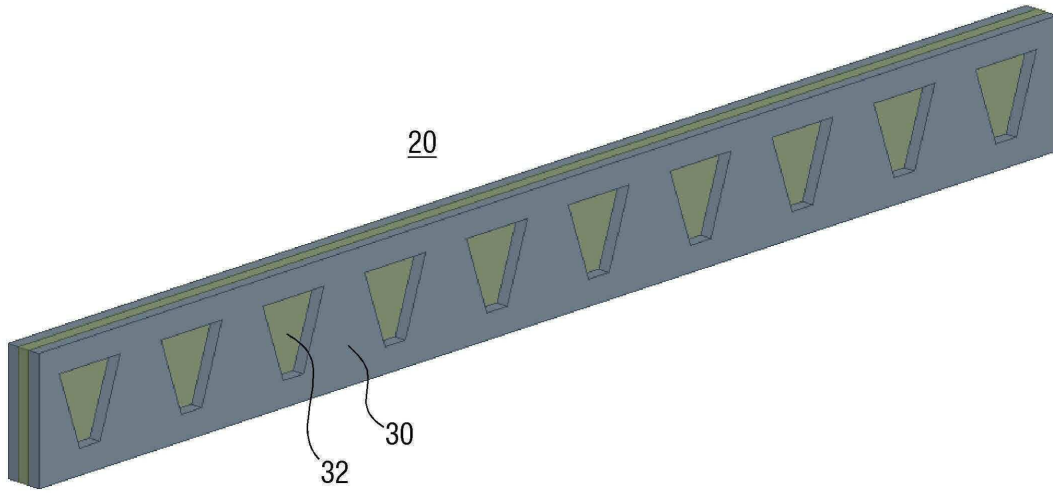
도면5



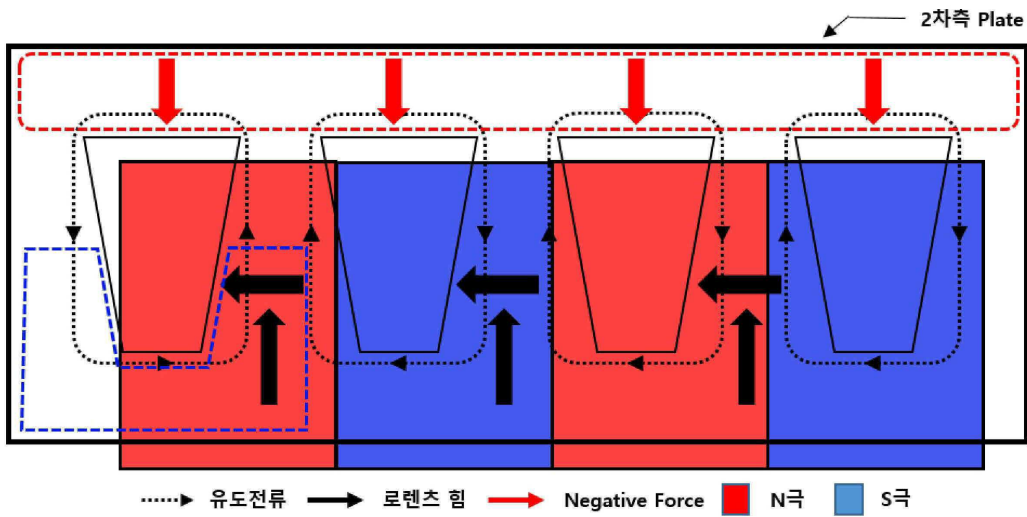
도면6



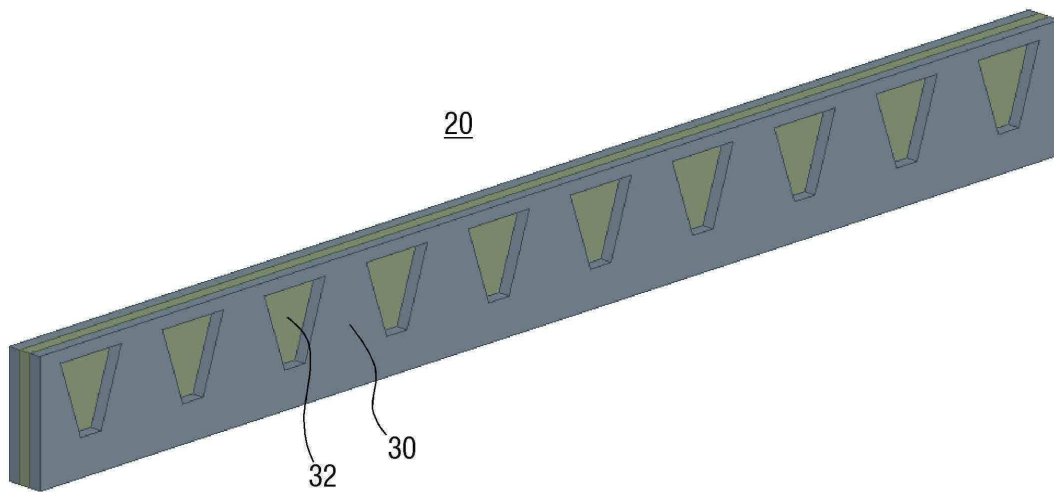
도면7



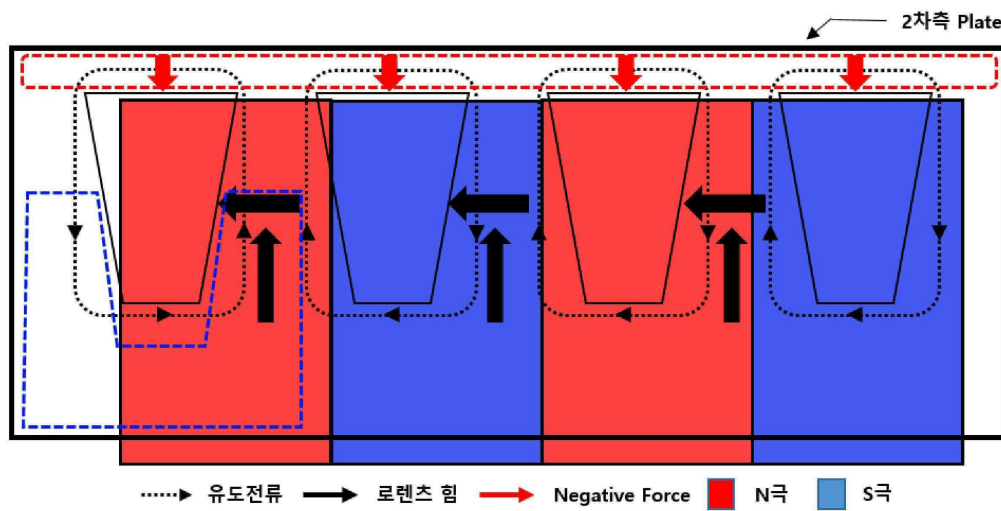
도면8



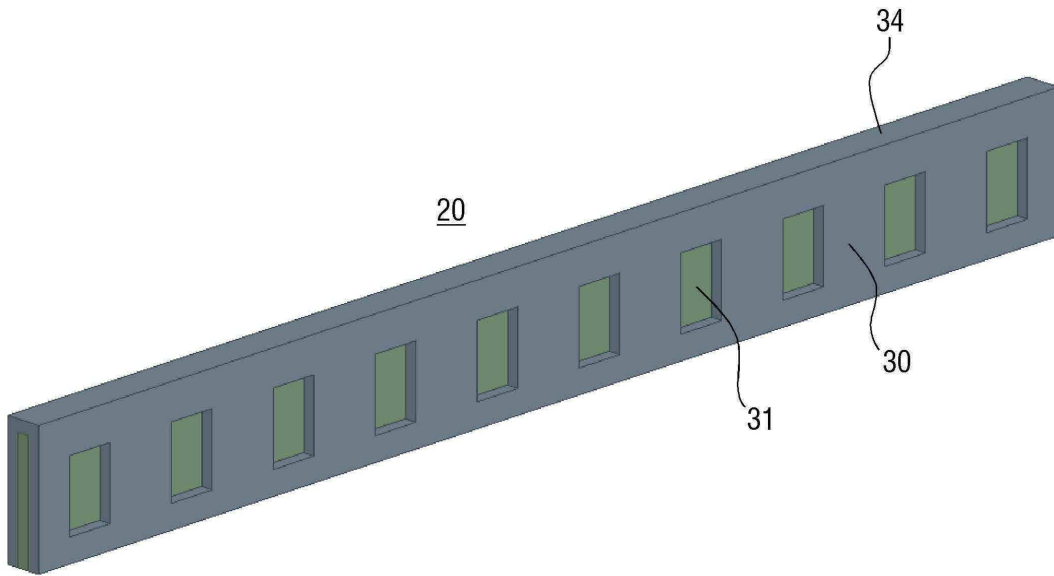
도면9



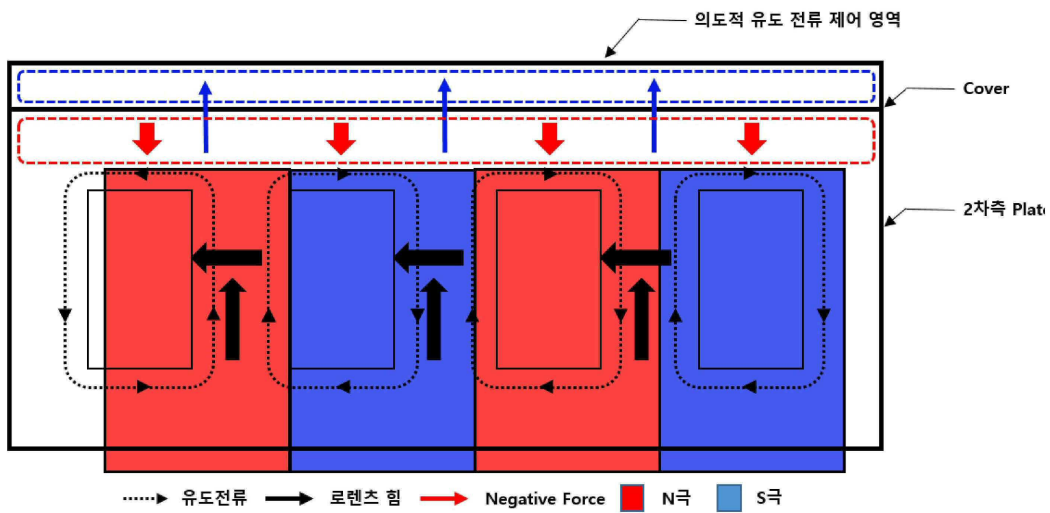
도면10



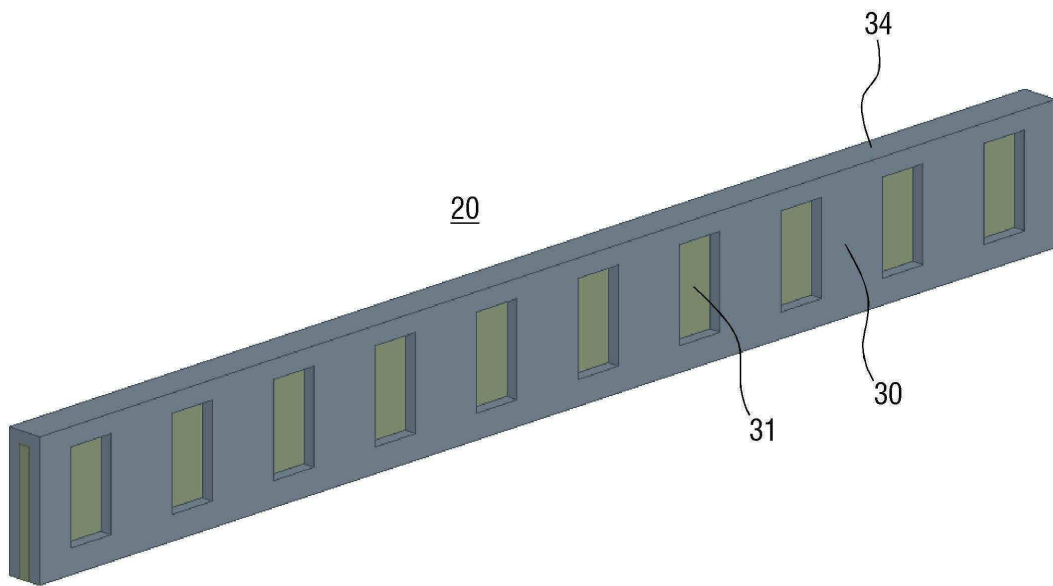
도면11



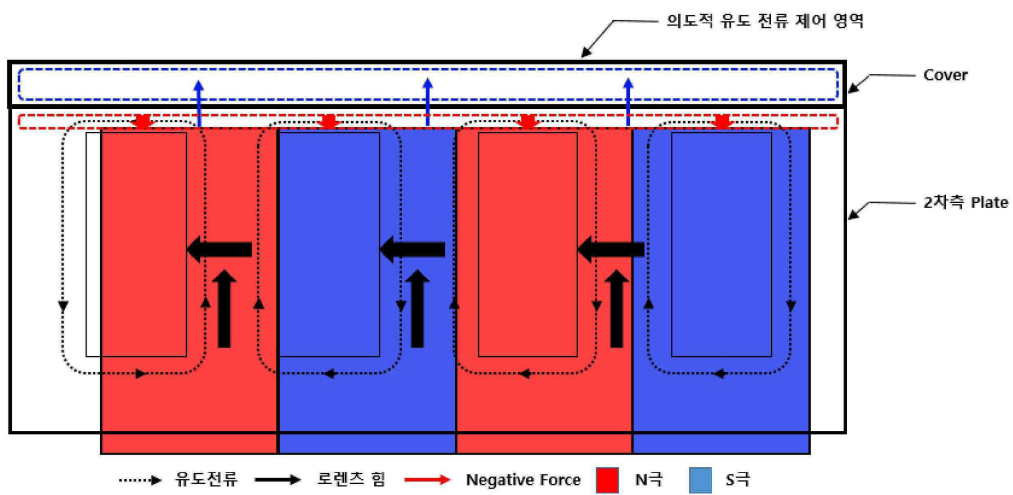
도면12



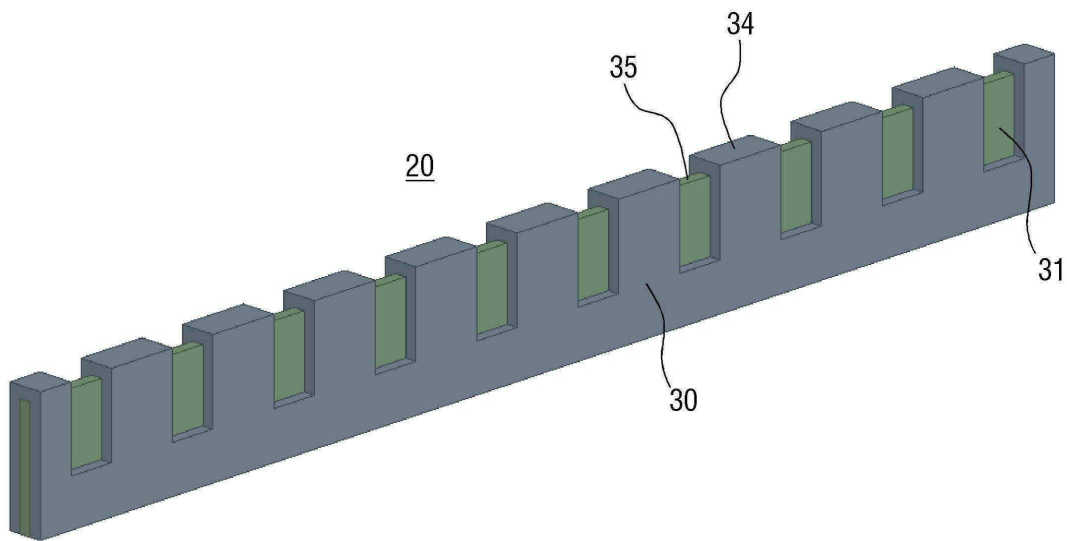
도면13



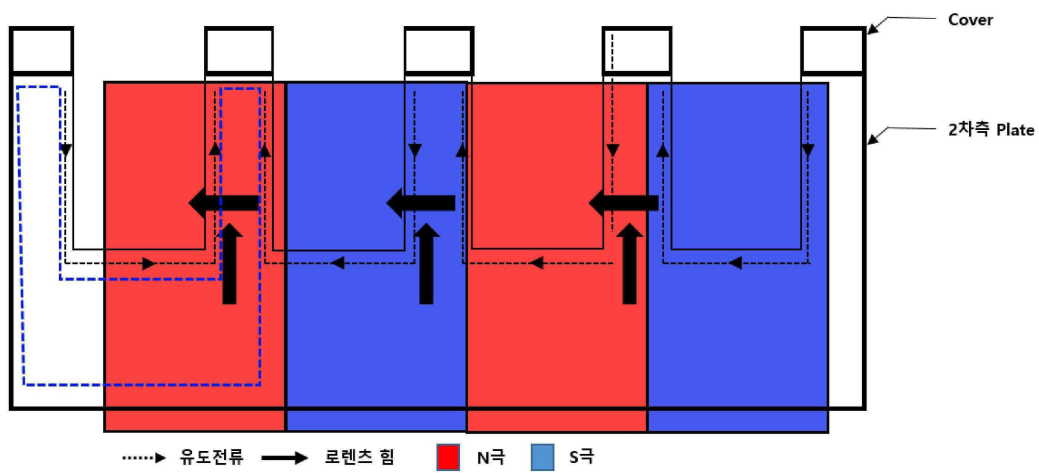
도면14



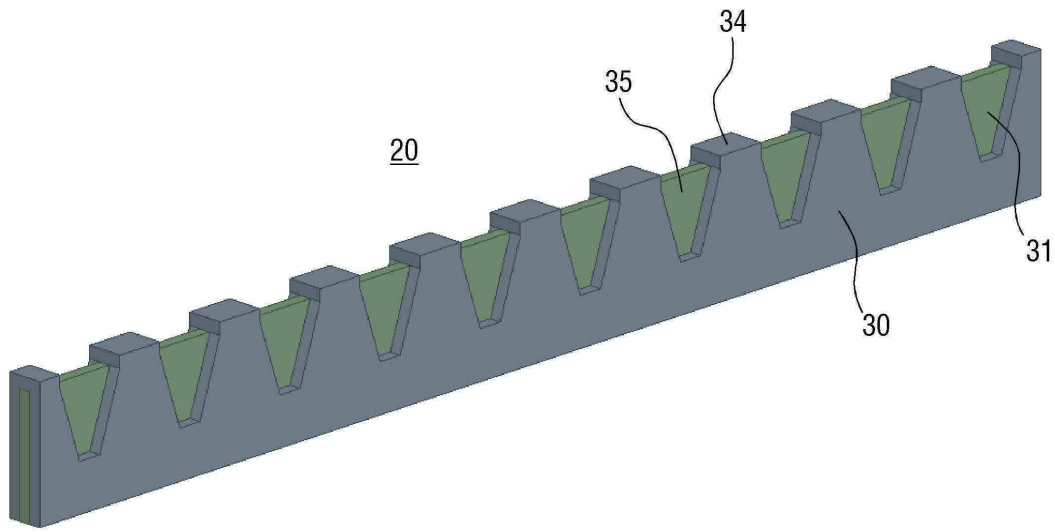
도면15



도면16



도면17



도면18

