



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월19일  
(11) 등록번호 10-2146197  
(24) 등록일자 2020년08월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B62M 7/12 (2006.01) B60L 13/03 (2006.01)  
B60L 13/04 (2006.01) B60L 13/10 (2006.01)  
H02K 41/025 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B62M 7/12 (2013.01)  
B60L 13/03 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0112091  
(22) 출원일자 2019년09월10일  
심사청구일자 2019년09월10일  
(56) 선행기술조사문헌  
CN108100154 A  
JP09240559 A  
JP2006001516 A  
US20150375820 A1

(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 5 항

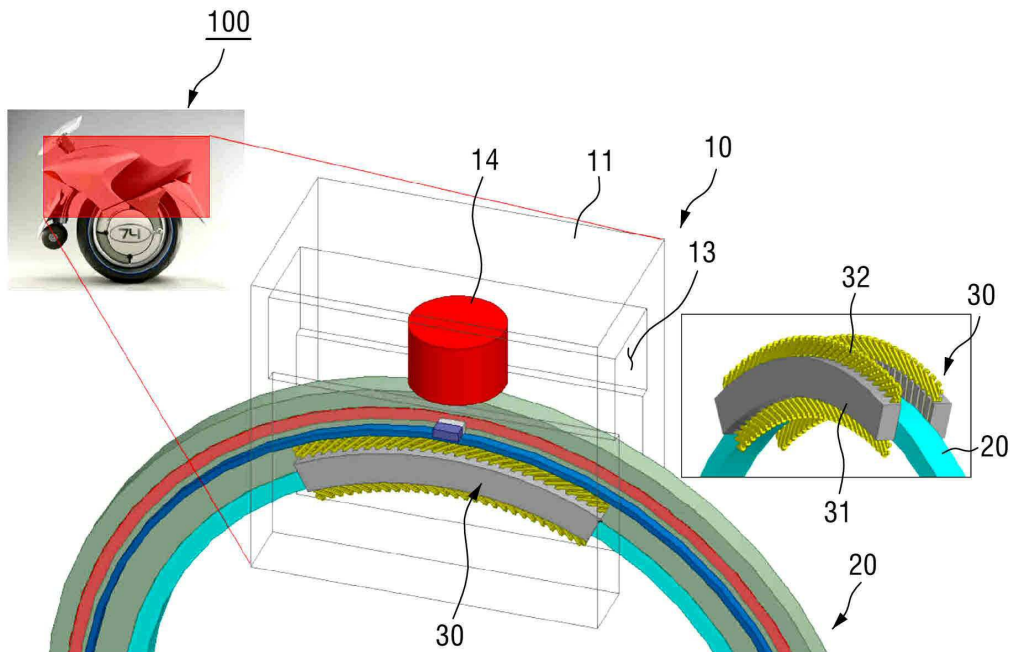
심사관 : 유영석

(54) 발명의 명칭 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클

(57) 요약

본 발명은 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클에 관한 것으로, 보다 상세하게는 링형으로 하나로 구비되며 리액션 플레이트와, 내부에 영구자석을 갖는 2차축 플레이트에 해당하는 휠; 상부에 상기 모터사이클의 안장이 설치되며, 하단에 형성되는 개방부와 내부공간과, 내부공간의 상면에 상기 휠의 외 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



면과 특정간격 이격되어 설치되는 전자석을 갖는 케이스; 및 상기 케이스의 내부공간 내면 양단과 상기 휠 사이 공간 각각에 구비되는 비대칭 양측식 선형유도전동기;를 포함하고, 상기 선형유도전동기는 상기 2차측 플레이트의 양단 각각에 구비되는 1차측 코어; 및 각각의 1차측 코어에 구비되며, 3상 전류가 인가되는 3상 권선이 취부되어 이동자계를 발생시키는 1차측 권선;을 포함하여, 리액션 플레이트에 유도된 와전류에 의해 상기 2차측 플레이트에 추진력이 발생되고, 상기 2차측 플레이트 양측에 구비된 상기 1차측 권선 사이에서의 반발력에 의해 안내력이 발생되고, 상기 와전류는 상기 2차측 플레이트의 길이방향과 평행하고 상기 2차측 플레이트의 하부측에 생성되는 하부측 횡방향 전류와, 상기 하부측 횡방향 전류와 평행되며 대향된 방향을 갖고 상기 2차측 플레이트의 상부측에 생성되는 상부측 횡방향 전류를 갖는 것을 특징으로 하는 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

- B60L 13/04* (2013.01)
- B60L 13/10* (2013.01)
- H02K 41/025* (2013.01)
- B60L 2200/12* (2013.01)

(72) 발명자

**이재범**

경기도 과천시 별양로 12, 래미안 슈르아파트 341동 1504호

**서교영**

인천광역시 중구 제물량로 317, 남경포브아파트 101동 1401호

**김성휘**

경기도 부천시 중동로 166, 복사골마을 건영아파트 1708동 707호

**정거철**

경기도 수원시 장안구 화산로 263, 신일아파트 104-701

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 ~ 2019.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

자기부상 방식 모터사이클에 있어서,

링 형으로 하나로 구비되며 리액션 플레이트와, 내부에 영구자석을 갖는 2차측 플레이트에 해당하는 휠;

상부에 상기 모터사이클의 안장이 설치되며, 하단에 형성되는 개방부와 내부공간과, 내부공간의 상면에 상기 휠의 외면과 특정간격 이격되어 설치되는 전자석을 갖는 케이스; 및

상기 케이스의 내부공간 내면 양단과 상기 휠 사이 공간 각각에 구비되는 비대칭 양측식 선형유도전동기;를 포함하고,

상기 선형유도전동기는,

상기 2차측 플레이트의 양단 각각에 구비되는 1차측 코어; 및 각각의 1차측 코어에 구비되며, 3상 전류가 인가되는 3상 권선이 취부되어 이동자계를 발생시키는 1차측 권선;을 포함하여,

리액션 플레이트에 유도된 와전류에 의해 상기 2차측 플레이트에 추진력이 발생되고, 상기 2차측 플레이트 양측에 구비된 상기 1차측 권선 사이에서의 반발력에 의해 안내력이 발생되고,

상기 와전류는 상기 2차측 플레이트의 길이방향과 평행하고 상기 2차측 플레이트의 하부측에 생성되는 하부측 횡방향 전류와, 상기 하부측 횡방향 전류와 평행되며 대향된 방향을 갖고 상기 2차측 플레이트의 상부측에 생성되는 상부측 횡방향 전류를 갖는 것을 특징으로 하는 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 선형유도전동기는 상기 2차측 플레이트의 높이방향 기준으로 상부측에 위치되어, 상기 상부측 횡방향 전류에 의해 중력방향 힘이 발생되며, 상기 중력방향힘이 상기 휠에 작용하여 상기 케이스가 반작용으로 부상력을 받는 것을 특징으로 하는 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클.

#### 청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 리액션 플레이트는, 상기 휠의 최내면을 구성하며,

상기 휠은, 상기 리액션 플레이트의 외면에 구비되는 제1고무타이어와, 상기 제1고무타이어에 내재되어 상기 전자석과 상기 휠과의 접촉을 방지하기 위한 접촉방지부재와, 상기 제1고무타이어 외면에 구비되는 영구자석과, 상기 영구자석 외면에 구비되는 제2고무타이어를 포함하는 것을 특징으로 하는 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클.

#### 청구항 4

제 3항에 있어서,

징지시, 및 주행초기, 상기 영구자석과 상기 전자석에 의해 상기 케이스에 부상력을 부여하는 것을 특징으로 하는 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클.

**청구항 5**

제 4항에 있어서,

상기 내부공간 내면 양단에 구비되어, 상기 휠의 중심을 유지하고, 안내력을 확보하기 위한 베어링 부재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클에 관한 것이다.

**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] 또한, 기존 모터사이클에 사용되는 추진방식은 자동차의 엔진 추진방식과 동일하다. 엔진은 피스톤과 실린더블록, 벨브기구를 포함한 헤드로 구성되어 있다. 피스톤은 연료 혼합물의 폭발에 의해 실린더 내부에서 상하로 왕복운동을 하며, 이때 크랭크축을 회전시키며 피스톤의 왕복운동을 크랭크축의 회전운동으로 변환시킨다. 이러한 엔진 추진방식은 연료 혼합물의 연소실 출입을 위한 벨브조정, 회전수 조절을 위한 기어 및 축의 커플링 구조로 인해 복잡한 구조를 갖게 된다. 또 이러한 복잡한 구조는 여러 기계적 손실과 유지보수의 어려움을 야기한다.

[0007] 따라서 앞서 언급한 자기부상을 적용한 1휠 모터사이클에 대한 개발이 요구되었다.

[0008] 그리고 선행 연구 및 기존의 비대칭 양측식 선형유도전동기(NSDLIM) 시스템의 2차축 구조는 지면에 고정되어있는 구조로 이를 1휠 모터 사이클에 적용하기 위해서는 2차축 유도기전력에 의해 추진과 동시에 휠을 중력 방향으로 밀어내고, 반작용에 의해 1차축에 부상력을 발생시켜야 한다.

[0009] 또한, 자기적 공극이 효율, 역률에 큰 영향을 주는 요소, 1휠 모터사이클에서는 휠의 두께가 곧 자기적 공극이므로, 최적의 휠 두께를 선정하여 효율, 역률을 최적으로 하여야 한다.

[0010] 그리고 1차축 Case(안장)와 2차축 휠이 분리되어 있는 구조이기 때문에, 충분한 부상력이 발생하는 속도 구간까지의 부상력 확보를 위한 구성이 필요하다. 또한, 휠의 중심유지, 즉 안내력 확보와 1,2차축의 접촉 방지를 위하여 2차축의 반발자계에 의한 안내력을 만족시켜야 하는 구조 역시 필요하다.

**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) 시스템을 이용하여, 스포크가 없는 1휠(one-wheel) 자기부상 방식 모터사이클 추진시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0013] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 비대칭 양측식 선형유도전동기의 유도전동기 구동원리를 이용한 추진, 1차측 계자의 수직방향 비대칭 구조에 의한 횡방향 단부효과를 이용한 부상, 1차측이 Case(안장)에 취부되어 있고, 2차측은 회전형 바퀴로 회전하며 전자기력을 받아, 추진 및 부상, 안내력 발생시키며, 휠에 설치된 영구자석과 Case(안장)에 취부되어 있는 전자석 간의 반발력을 이용하여 정지 시 부상력을 발생시킬 수 있으며, Case(안장)에 설치된 베어링 구조물을 통해 휠의 중심유지, 즉 안내력 확보와 1,2차측의 접촉 방식을 위하여 2차측의 반발자계에 의한 안내력을 만족시킬 수 있는, 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0014] 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

- [0015] 본 발명의 제1목적은, 자기부상 방식 모터사이클에 있어서, 링형으로 하나로 구비되며 리액션 플레이트와, 내부에 영구자석을 갖는 2차측 플레이트에 해당하는 휠; 상부에 상기 모터사이클의 안장이 설치되며, 하단에 형성되는 개방부와 내부공간과, 내부공간의 상면에 상기 휠의 외면과 특정간격 이격되어 설치되는 전자석을 갖는 케이스; 및 상기 케이스의 내부공간 내면 양단과 상기 휠 사이 공간 각각에 구비되는 비대칭 양측식 선형유도전동기;를 포함하고, 상기 선형유도전동기는 상기 2차측 플레이트의 양단 각각에 구비되는 1차측 코어; 및 각각의 1차측 코어에 구비되며, 3상 전류가 인가되는 3상 권선이 취부되어 이동자계를 발생시키는 1차측 권선;을 포함하여, 리액션 플레이트에 유도된 와전류에 의해 상기 2차측 플레이트에 추진력이 발생되고, 상기 2차측 플레이트 양측에 구비된 상기 1차측 권선 사이에서의 반발력에 의해 안내력이 발생되고, 상기 와전류는 상기 2차측 플레이트의 길이방향과 평행하고 상기 2차측 플레이트의 하부측에 생성되는 하부측 횡방향 전류와, 상기 하부측 횡방향 전류와 평행되며 대향된 방향을 갖고 상기 2차측 플레이트의 상부측에 생성되는 상부측 횡방향 전류를 갖는 것을 특징으로 하는 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클로서 달성될 수 있다.
- [0016] 그리고 상기 선형유도전동기는 상기 2차측 플레이트의 높이방향 기준으로 상부측에 위치되어, 상기 상부측 횡방향 전류에 의해 중력방향 힘이 발생되며, 상기 중력방향힘이 상기 휠에 작용하여 상기 케이스가 반작용으로 부상력을 받는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 또한 리액션 플레이트는, 상기 휠의 최내면을 구성하며, 휠은, 상기 리액션 플레이트의 외면에 구비되는 제1고무타이어와, 상기 제1고무타이어에 내재되어 상기 전자석과 상기 휠과의 접촉을 방지하기 위한 접촉방지부재와, 상기 제1고무타이어 외면에 구비되는 영구자석과, 상기 영구자석 외면에 구비되는 제2고무타이어를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 그리고 정지시, 및 주행초기, 상기 영구자석과 상기 전자석에 의해 상기 케이스에 부상력을 부여하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0019] 또한 상기 내부공간 내면 양단에 구비되어, 상기 휠의 중심을 유지하고, 안내력을 확보하기 위한 베어링 부재를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

## 발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시예에 따른 1휠(one-wheel) 자기부상 모터사이클 추진시스템에 따르면, 추진, 부상, 안내 일체형 All-in-One NSDLIM(비대칭 선형 유도전동기) 시스템을 이용하여, 스포크가 없는 효과를 갖는다.

[0021] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클에 따르면, 비대칭 양측식 선형유도전동기의 유도전동기 구동원리를 이용한 추진, 1차측 계자의 수직방향 비대칭 구조에 의한 횡방향 단부효과를 이용한 부상, 1차측이 Case(안장)에 취부되어 있고, 2차측은 회전형 바퀴로 회전하며 전자기력을 받아, 추진 및 부상, 안내력 발생시키며, 휠에 설치된 영구자석과 Case(안장)에 취부되어 있는 전자석 간의 반발력을 이용하여 정지 시 부상력을 발생시킬 수 있으며, Case(안장)에 설치된 베어링 구조물을 통해 휠의 중심유지, 즉 안내력 확보와 1,2차측의 접촉 방지를 위하여 2차측의 반발자계에 의한 안내력을 만족시킬 수 있는 효과를 갖는다.

[0022] 본 발명에 따른 그리고 본 발명의 실시예에 따른 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클의 구조는, 기존의 엔진 추진방식을 사용하는 방식이 아닌 새로운 시스템의 추진방식을 제시한 것으로, 스포크가 없는 휠 구조로, 공기저항을 줄여 효율적인 운전성능에 기여할 수 있고, 기존의 모터사이클에 비해 비교적 단순한 구조로, 유지보수에 이점이 있으며, 비대칭 양측식 선형유도전동기(NSDLIM)의 3차 유도 힘을 이용한 추진방식으로, 마찰손이 없어 효율을 높일 수 있으며, one-wheel 자기부상 모터사이클의 원천 기술 확보를 바탕으로 세계 모터사이클 시장 진입의 경쟁력을 확보할 수 있다.

[0023] 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**

[0024] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 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 본 발명의 실시예에 따른 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클의 부분 사시도,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클의 부분 측면도,

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 방식 모터사이클의 부분 단면도,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 휠의 부분 단면도,

도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 휠 양측에 위치되는 비대칭 양측식 선형유도전동기의 정면도,

도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 휠 양측에 위치되는 비대칭 양측식 선형유도전동기의 사시도,

도 6은 비대칭 양측식 선형유도전동기에서, 대칭상태에서 2차측에 생성되는 유도전류와 2차측이 받는 로렌츠힘,

도 7은 비대칭 양측식 선형유도전동기에서, 비대칭상태에서 2차측에 생성되는 유도전류와 2차측이 받는 로렌츠힘을 도시한 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

- [0028] 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.
- [0029] 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.
- [0031] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 모터사이클(100)의 구성 및 기능에 대해 설명하도록 한다.
- [0032] 먼저, 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 모터사이클(100)의 부분 사시도를 도시한 것이다. 그리고 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 모터사이클(100)의 부분 측면도를 도시한 것이다. 그리고 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 모터사이클(100)의 부분 단면도를 도시한 것이다.
- [0033] 도 1에 도시된 바와 같이, 전체적으로 본 발명의 실시예에 따른 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 모터사이클(100)은 일반적인 one-wheel 모터사이클의 안장(11)부분과 휠(20)에 대응되는 본 발명의 구조를 나타내며, 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 one-wheel 자기부상 모터사이클(100)의 구조를 가짐을 알 수 있다.
- [0034] 본 발명의 실시예에 따른 휠(20)은 링형으로 하나로 구성되며 리액션 플레이트(21)와, 내부에 영구자석(24)을 갖는 2차축 플레이트에 해당한다.
- [0035] 케이스(10)는 상부에 모터사이클(100)의 안장(11)이 설치되며, 하단에 형성되는 개방부(12)와 내부공간(12)과, 그리고 내부공간(12)의 상면에 휠(20)의 외면과 특정간격 이격되어 설치되는 전자석(14)을 포함하여 구성되게 된다.
- [0036] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 비대칭 양측식 선형유도전동기(30)는 케이스(10)의 내부공간(12) 내면 양단과 휠(20) 사이 공간 각각에 설치되게 된다.
- [0037] 이러한 선형유도전동기(30)는 2차축 플레이트에 해당하는 휠(20)의 양단 각각에 구비되는 1차축 코어(31)와, 각각의 1차축 코어(31)에 구비되며, 3상 전류가 인가되는 3상 권선이 취부되어 이동자계를 발생시키는 1차축 권선(32)을 포함하여 구성된다.
- [0038] 후에 설명되는 바와 같이, 리액션 플레이트(21)에 유도된 와전류에 의해 2차축 플레이트인 휠(20)에 추진력이 발생되고, 휠(20) 양측에 구비된 1차축 권선(32) 사이에서의 반발력에 의해 안내력이 발생되고, 와전류는 리액션 플레이트(21)의 길이방향과 평행하고 리액션 플레이트(21)의 하부측에 생성되는 하부측 횡방향 전류와, 이러한 하부측 횡방향 전류와 평행되며 대향된 방향을 갖고 리액션 플레이트(21)의 상부측에 생성되는 상부측 횡방향 전류를 갖고 있다.
- [0039] 이러한 선형유도전동기(30)는 리액션 플레이트(21)의 높이방향 기준으로 상부측에 위치되어, 상부측 횡방향 전류에 의해 중력방향 힘이 발생되며, 이러한 중력방향 힘이 휠(20)에 작용하여 케이스(10)가 반작용으로 부상력

을 받게 된다.

- [0040] 즉, 휠(20)의 리액션 플레이트(21)에 유도된 와전류에 의해 휠(20)에 추진력이 발생되고, 휠(20) 양측에 구비된 1차측 권선(32) 사이에서의 반발력에 의해 안내력이 발생되게 된다. 또한, 1차측코어(31)와 1차측 권선(32)을 갖는 선형유도전동기(30)는 휠(20)의 높이방향 기준으로 상부측에 위치되어, 상부측 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘을 통해 부상력이 발생되게 된다.
- [0041] 또한, 도 2에 도시된 바와 같이, 케이스(10)의 내부공간(12) 내면 양단에 베어링 부재(15)가 구비되어, 휠(20)의 중심을 유지하고, 안내력을 확보할 수 있게 된다.
- [0042] 그리고 도 3에 도시된 바와 같이, 모터사이클(100)의 정지 시, 및 주행초기에도 전자석(14)과 휠(20)에 구비된 영구자석(24) 간의 반발력으로 부상을 유지할 수 있으며, 주행 시에는 비대칭 양측식 선형유도전동기(30)에 의해 휠(20)의 리액션 플레이트(21)가 받는 중력방향의 힘이 케이스(10)에 부상력으로 작용할 수 있게 됨을 알 수 있다.
- [0043] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 휠(20)의 부분 단면도를 도시한 것이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 리액션 플레이트(21)는, 휠(20)의 최내면을 구성하게 된다.
- [0044] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 휠(20)은, 리액션 플레이트(21)의 외면에 구비되는 제1고무타이어(22)와, 제1고무타이어(22)에 내재되어 전자석(14)과 휠(20)과의 접촉을 방지하기 위한 링 형태의 접촉방지부재(23)와, 제1고무타이어(22) 외면에 구비되는 영구자석(24)과, 영구자석(24) 외면에 구비되는 제2고무타이어(25)를 포함하여 구성됨을 알 수 있다.
- [0045] 즉, 휠(20)의 가장 내측은 알루미늄으로 구성된 리액션 플레이트(21)로 구성되며, 비대칭 양측식 선형유도전동기(30)에 리액션 플레이트(21)가 도 1에 도시된 바와 같이 위치할 수 있도록 설치하여 리액션 플레이트(21)에서 중력방향으로 힘이 발생하게 되면 작용-반작용에 의해 안장(11)이 설치된 케이스(10)에 그 힘이 부상력으로 작용하도록 한다.
- [0046] 리액션 플레이트(21) 외측으로는 영구자석(24)이 전동기(30)에 간섭을 받지 않도록 제1고무타이어(22)를 사용한다. 이러한 제1고무타이어(22) 사이에 전자석(14)과 휠(20)의 접촉을 방지하기 위한 링 형태의 접촉방지부재(23)가 설치된다.
- [0047] 제1고무타이어(22)의 외측으로 영구자석(24)을 설치하여, 정지 시에도 영구자석(24)과 케이스(10)에 설치된 전자석(14)간의 반발력으로 부상력을 유지할 수 있도록 한다. 영구자석(24) 외측으로는 영구자석(24)과 전자석(14)간의 자기적 공극을 최소화하고, 휠(20)의 강성을 확보하기 위해 얇고 강한 재질의 제2고무타이어(25)를 사용한다.
- [0048] 이하에서는 비대칭 양측식 선형유도전동기(30)에 의해 2차측 플레이트에 해당하는 휠(20)에 작용하는 추진력과, 안내력 그리고, 케이스(10)에 작용하게 되는 부상력이 발생하게 되는 원리를 설명하도록 한다.
- [0049] 도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 휠(20) 양측에 위치되는 비대칭 양측식 선형유도전동기(30)의 정면도를 도시한 것이다. 그리고 도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 휠(20) 양측에 위치되는 비대칭 양측식 선형유도전동기(30)의 사시도를 도시한 것이다. 그리고 도 6은 비대칭 양측식 선형유도전동기(30)에서, 대칭상태에서 2차측에 생성되는 유도전류와 2차측이 받는 로렌츠힘을 나타낸 것이고, 도 7은 비대칭 양측식 선형유도전동기(30)에서, 비대칭상태에서 2차측에 생성되는 유도전류와 2차측이 받는 로렌츠힘을 도시한 것이다.
- [0050] 먼저, 1차측 권선(32)에 3상 전류가 인가되면 이동자계가 생성되게 된다. 그리고 이동자계가 생성되어 자속이 1차측 코어(31)를 통해 2차측인 휠(20)의 리액션 플레이트(21)를 통과하게 된다.
- [0051] 그리고 2차측 리액션 플레이트(21)를 통과하는 자속이 시간에 따라 변화하면서 이하의 [수학식 1]의 페러데이 법칙에 의해 2차측 리액션 플레이트(21)에 와전류가 유도되게 된다.

**수학식 1**

[0052] 
$$\nabla \times E = - \frac{d\lambda}{dt}$$



- [0053] 수학식 1에서 E는 유도기전력,  $\lambda$ 는 쇠교자속이다.
- [0054] 와전류는 도 6 내지 도 7에 도시된 바와 같이, 리액션 플레이트(21)의 길이방향과 평행하고 리액션 플레이트(21)의 하부측에 생성되는 하부측 횡방향 전류와, 이러한 하부측 횡방향 전류와 평행되며 대향된 방향을 갖고 리액션 플레이트(21)의 상부측에 생성되는 상부측 횡방향 전류를 포함하고 있음을 알 수 있다.
- [0055] 그리고, 유도된 와전류와 리액션 플레이트(21)에 작용하는 자속과의 전자기적 상호 작용으로 이하의 [수학식 2]의 로렌츠 힘이 발생되어 추진력을 얻게 된다.

**수학식 2**

[0056]  $F = i \times B$

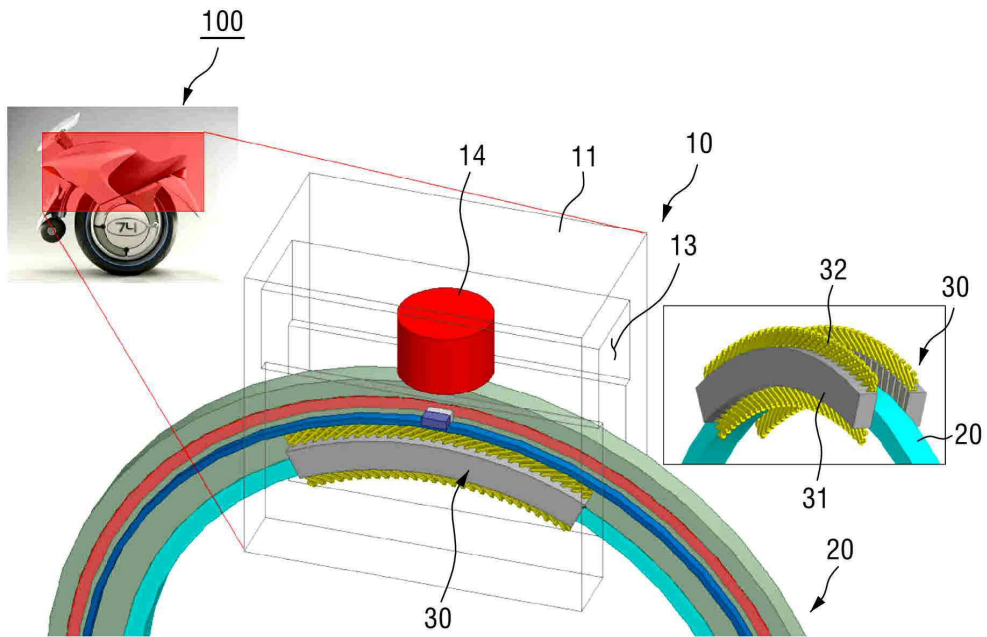
- [0057] 수학식 2에서 F는 로렌츠 힘, i는 전류, B는 자속이다.
- [0058] 그리고 도 6에 도시된 바와 같이, 선형유도전동기(30)가 2차측 리액션 플레이트(21)의 높이방향 중앙측에 대칭적으로 정렬되어 있는 경우, 횡 방향 전류에 의해 발생하는 힘은 서로 상쇄되어 없어지게 된다. 즉, 상부측 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘과, 하부측 횡방향 전류에 의해 발생하는 힘은 서로 상쇄되어 없어지게 된다.
- [0059] 그러나 도 7에 도시된 바와 같이, 선형유도전동기(30)가 2차측 리액션 플레이트(21)의 상부측으로 비대칭적으로 정렬되어 있는 경우, 하부측 횡방향 전류는 자속에 영향을 받지 않아 힘을 발생시키지 않고, 상부측의 횡방향 전류는 중력방향 힘을 발생시키게 된다.
- [0060] 따라서 이러한 중력방향의 힘이 휠(20)에 작용함에 따라 안장(11)이 설치된 1차측 케이스(10)가 반작용에 의해 부상력을 받게 된다.
- [0062] 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**

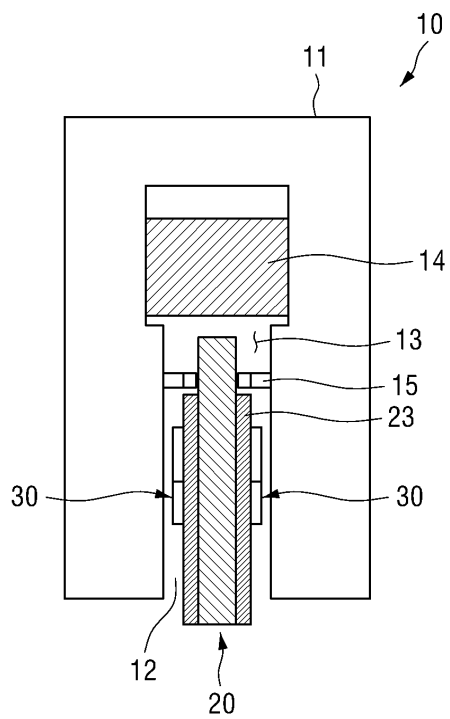
- [0063] 10: 케이스
- 11: 안장
- 12: 개방부
- 13: 내부공간
- 14: 전자석
- 15: 베어링 부재
- 20: 휠
- 21: 리액션 플레이트
- 22: 제1고무타이어
- 23: 접촉방지부재
- 24: 영구자석
- 25: 제2고무타이어
- 30: 비대칭 양측식 선형유도전동기
- 31: 1차측 코어
- 32: 1차측 권선
- 100: 비대칭 양측식 선형유도전동기를 이용한 스포크가 없는 1휠 자기부상 모터사이클

도면

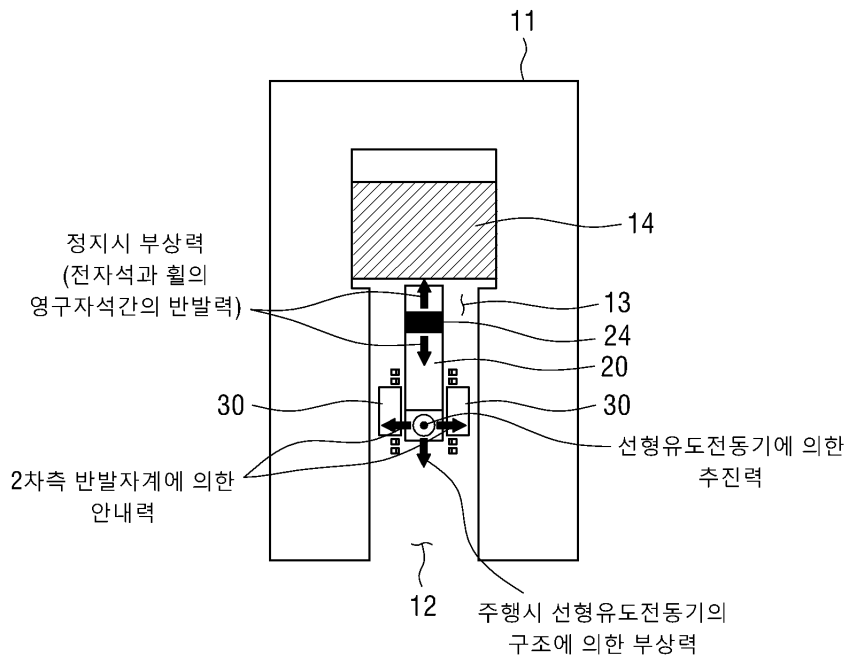
도면1



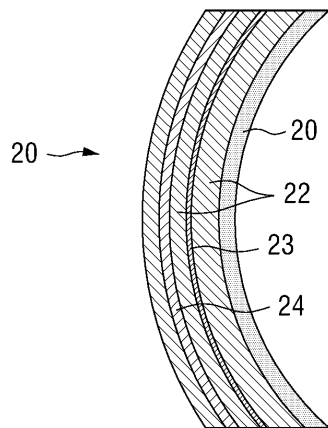
도면2



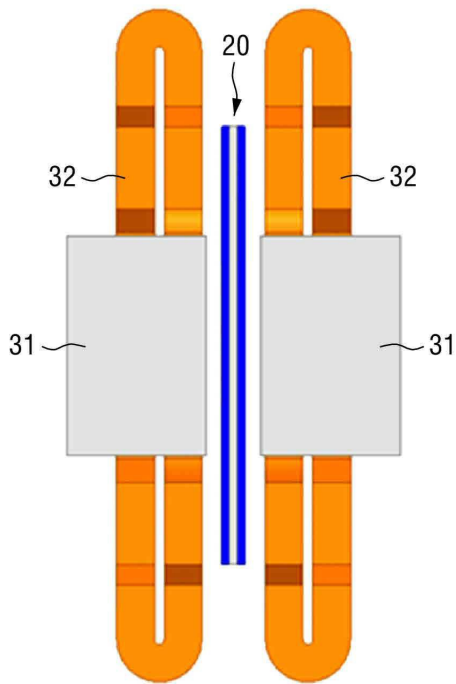
도면3



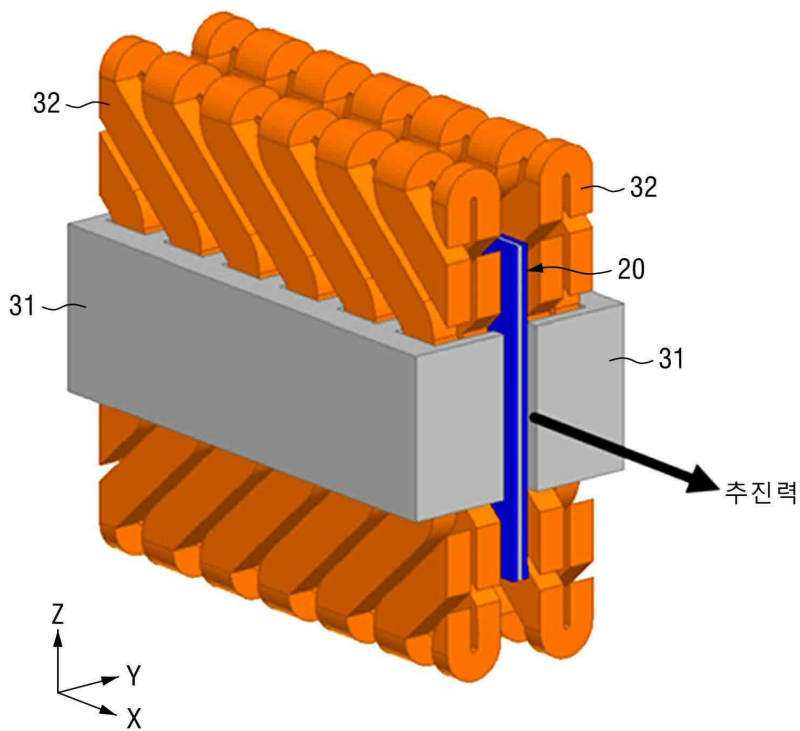
도면4



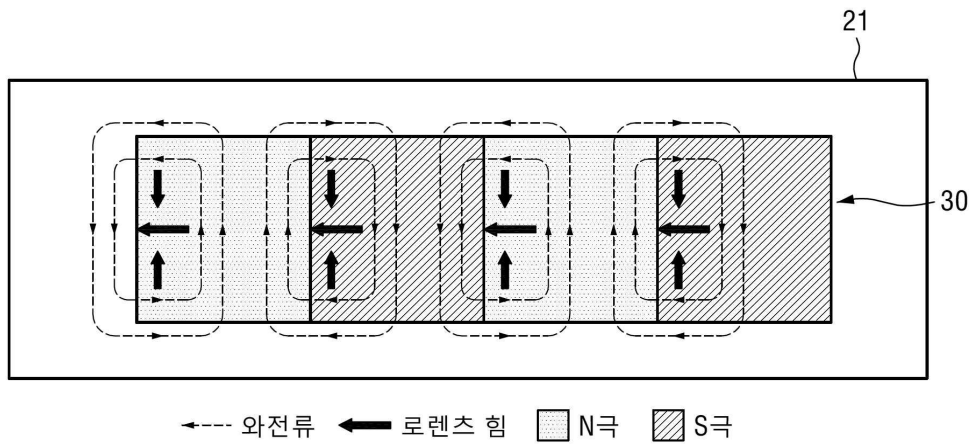
도면5a



도면5b



도면6



도면7

