



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0063824  
(43) 공개일자 2018년06월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G05D 1/02 (2006.01) B60L 11/18 (2006.01)  
G05D 1/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G05D 1/0259 (2013.01)  
B60L 11/1818 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0157017  
(22) 출원일자 2017년11월23일  
심사청구일자 2017년11월23일  
(30) 우선권주장  
1020160163767 2016년12월02일 대한민국(KR)

(71) 출원인  
한국과학기술원  
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)  
경희대학교 산학협력단  
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경  
희대학교 국제캠퍼스내)  
(72) 발명자  
안승영  
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)  
황가람  
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인네이트

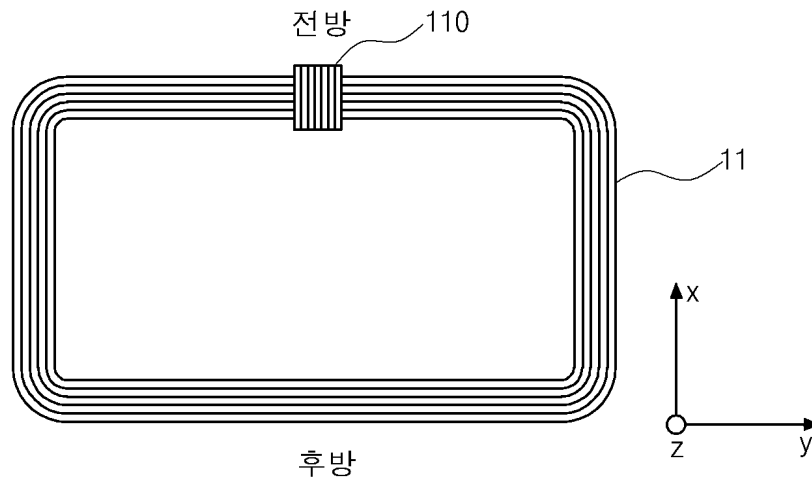
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 동적 무선충전 방식의 전기자동차용 자율 코일 정렬 시스템

(57) 요약

본 발명은, 동적 무선충전 방식의 전기운송장치용 자율 코일 정렬 시스템으로서, 로드코일의 전방부나 후방부의 중앙 부분에 감겨진 단일의 센서코일과; 상기 센서코일의 출력 전압을 입력받아, 소스코일을 기준으로 상기 로드코일의 측면 방향 위치를 검출하는 측면위치검출 유닛과; 상기 측면위치검출 유닛에서 검출된 측면 방향 위치를 입력받아, 조향 명령을 출력하는 조향 컨트롤러를 포함하는 자율 코일 정렬 시스템을 제공한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

*B60L 11/1829* (2013.01)

*G05D 1/0088* (2013.01)

*B60L 2260/50* (2013.01)

*Y02T 90/122* (2013.01)

(72) 발명자

**박재형**

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)

**김동욱**

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)

**이범선**

경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11, 307동  
1602호 (보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R27181600120001002

부처명 정보통신기술진흥센터

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 2016년 대학ICT연구센터육성지원사업

연구과제명 ITRC LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술연구

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교(경희대학교 산학협력단)

연구기간 2016.06.01 ~ 2019.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

동적 무선충전 방식의 전기운송장치용 자율 코일 정렬 시스템으로서,  
로드코일의 전방부나 후방부의 중앙 부분에 감겨진 단일의 센서코일과;  
상기 센서코일의 출력 전압을 입력받아, 소스코일을 기준으로 상기 로드코일의 측면 방향 위치를 검출하는 측면 위치검출 유닛과;  
상기 측면위치검출 유닛에서 검출된 측면 방향 위치를 입력받아, 조향 명령을 출력하는 조향 컨트롤러를 포함하는 자율 코일 정렬 시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
상기 센서코일은 상기 로드코일의 전방부의 중앙 부분에 배치된  
자율 코일 정렬 시스템.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,  
상기 측면위치검출 유닛은,  
상기 센서코일의 출력 전압과 상기 로드코일의 출력 전압 각각을 증폭하는 증폭기와;  
상기 증폭된 센서코일의 출력 전압과 로드코일의 출력 전압 각각을 구형파로 변환하는 전압비교기와;  
상기 변환된 센서코일의 출력 전압과 로드코일의 출력 전압을 입력받는 XOR 게이트를 포함하는  
자율 코일 정렬 시스템.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,  
상기 측면위치검출 유닛은, 상기 XOR 게이트에서 출력되는 신호와 상기 로드코일의 직류 전압을 입력받아, 상기 로드코일의 측면 방향 위치를 추정하는 측면위치 추정부를 더 포함하는  
자율 코일 정렬 시스템.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,  
상기 측면위치검출 유닛은, 상기 로드코일의 출력 전압을 입력받아 이의 출력 전압을 측정하는 전압계를 더 포함하는

자율 코일 정렬 시스템.

## 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 전기운송장치는 전기자동차인

자율 코일 정렬 시스템.

## 청구항 7

동적 무선충전 방식의 전기운송장치로서,

로드코일과;

상기 로드코일의 전방부나 후방부의 중앙 부분에 감겨진 단일의 센서코일과, 상기 센서코일의 출력 전압을 입력 받아 소스코일을 기준으로 상기 로드코일의 측면 방향 위치를 검출하는 측면위치검출 유닛과, 상기 측면위치검출 유닛에서 검출된 측면 방향 위치를 입력받아 조향 명령을 출력하는 조향 컨트롤러를 포함하는 자율 코일 정렬 시스템과;

상기 조향 컨트롤러의 조향 명령에 따라 상기 전기운송장치의 조향을 제어하는 전자전력조향 유닛을 포함하는 전기운송장치.

## 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 센서코일은 상기 로드코일의 전방부의 중앙 부분에 배치된 전기운송장치.

## 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 측면위치검출 유닛은,

상기 센서코일의 출력 전압과 상기 로드코일의 출력 전압 각각을 증폭하는 증폭기와;

상기 증폭된 센서코일의 출력 전압과 로드코일의 출력 전압 각각을 구형파로 변환하는 전압비교기와;

상기 변환된 센서코일의 출력 전압과 로드코일의 출력 전압을 입력받는 XOR 게이트를 포함하는 전기운송장치.

## 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 측면위치검출 유닛은, 상기 XOR 게이트에서 출력되는 신호와 상기 로드코일의 직류 전압을 입력받아, 상기 로드코일의 측면 방향 위치를 추정하는 측면위치 추정부를 더 포함하는

전기운송장치.

## 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 측면위치검출 유닛은, 상기 로드코일의 출력 전압을 입력받아 이의 직류 전압을 측정하는 전압계를 더 포함하는

전기운송장치.

## 청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 자율 코일 정렬 시스템은 사용자 입력에 따라 인에이블 또는 디스에이블되는

전기운송장치.

## 청구항 13

제 7 항에 있어서,

상기 전기운송장치는 전기자동차인

전기운송장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 동적 무선충전 방식의 전기차용 자율 코일 정렬 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 전기자동차에 대한 전력 공급을 위해 무선전력 전송(wireless power transfer: WPT)을 이용하여 주행중에도 전력을 공급하는 동적 무선충전(dynamic wireless charging: DWC) 방식이 향후 운송 기술의 중요한 후보로 제안되고 있다.

[0003] 동적 무선충전 방식은 도로에 매설된 급전장치로부터 전력을 공급받게 되므로, 충전용 배터리 방식과 비교하여, 비용 절감, 충전 시간 감축, 편리함 등 여러 장점을 갖고 있다.

[0004] 그런데, 동적 무선충전 방식에 있어, 도로에 설치된 급전코일인 소스(source)코일과 자동차에 장착된 집전코일인 로드(load)코일 간에 측면 방향 오정렬(lateral misalignment)이 발생하게 되면, 전력 전송 효율이 저하되는 문제가 있다.

[0005] 이를 개선하기 위해, 자기 센서를 사용하여 코일들 간의 오정렬 위치를 검출하고 자율 조향을 통해 자동차의 위치를 조절하는 자동차 추적 자율 유도 시스템(vehicle tracking and autonomous guidance system) 등이 적용될 수 있다. 그런데, 이와 같은 시스템은 복잡성과 고비용 등의 설계 제한 요소가 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 과제는, 동적 무선충전 방식에서 코일들 간의 측면 정렬을 용이하게 구현하는 신규의 전기자동차용 자율 코일 정렬 시스템을 제공하는 것에 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은, 동적 무선충전 방식의 전기운송장치용 자율 코일 정렬 시스템으로서, 로드코일의 전방부나 후방부의 중앙 부분에 감겨진 단일의 센서코일과; 상기 센서코일의 출력 전압을 입력받아, 소스코일을 기준으로 상기 로

드코일의 측면 방향 위치를 검출하는 측면위치검출 유닛과; 상기 측면위치검출 유닛에서 검출된 측면 방향 위치를 입력받아, 조향 명령을 출력하는 조향 컨트롤러를 포함하는 자율 코일 정렬 시스템을 제공한다.

- [0008] 여기서, 상기 센서코일은 상기 로드코일의 전방부의 중앙 부분에 배치될 수 있다.
- [0009] 상기 측면위치검출 유닛은, 상기 센서코일의 출력 전압과 상기 로드코일의 출력 전압 각각을 증폭하는 증폭기와; 상기 증폭된 센서코일의 출력 전압과 로드코일의 출력 전압 각각을 구형파로 변환하는 전압비교기와; 상기 변환된 센서코일의 출력 전압과 로드코일의 출력 전압을 입력받는 XOR 게이트를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 측면위치검출 유닛은, 상기 XOR 게이트에서 출력되는 신호와 상기 로드코일의 직류 전압을 입력받아, 상기 로드코일의 측면 방향 위치를 추정하는 측면위치 추정부를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 측면위치검출 유닛은, 상기 로드코일의 출력 전압을 입력받아 이의 출력 전압을 측정하는 전압계를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 전기운송장치는 전기자동차일 수 있다.
- [0013] 다른 측면에서, 본 발명은 동적 무선충전 방식의 전기운송장치로서, 로드코일과; 상기 로드코일의 전방부나 후방부의 중앙 부분에 감겨진 단일의 센서코일과, 상기 센서코일의 출력 전압을 입력받아 소스코일을 기준으로 상기 로드코일의 측면 방향 위치를 검출하는 측면위치검출 유닛과, 상기 측면위치검출 유닛에서 검출된 측면 방향 위치를 입력받아 조향 명령을 출력하는 조향 컨트롤러를 포함하는 자율 코일 정렬 시스템과; 상기 조향 컨트롤러의 조향 명령에 따라 상기 전기운송장치의 조향을 제어하는 전자전력조향 유닛을 포함하는 전기운송장치를 제공한다.
- [0014] 상기 센서코일은 상기 로드코일의 전방부의 중앙 부분에 배치될 수 있다.
- [0015] 상기 측면위치검출 유닛은, 상기 센서코일의 출력 전압과 상기 로드코일의 출력 전압 각각을 증폭하는 증폭기와; 상기 증폭된 센서코일의 출력 전압과 로드코일의 출력 전압 각각을 구형파로 변환하는 전압비교기와; 상기 변환된 센서코일의 출력 전압과 로드코일의 출력 전압을 입력받는 XOR 게이트를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 측면위치검출 유닛은, 상기 XOR 게이트에서 출력되는 신호와 상기 로드코일의 직류 전압을 입력받아, 상기 로드코일의 측면 방향 위치를 추정하는 측면위치 추정부를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 측면위치검출 유닛은, 상기 로드코일의 출력 전압을 입력받아 이의 직류 전압을 측정하는 전압계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 자율 코일 정렬 시스템은 사용자 입력에 따라 인에이블 또는 디스에이블될 수 있다.
- [0019] 상기 전기운송장치는 전기자동차일 수 있다.

### 발명의 효과

- [0020] 본 발명에서는 단일의 센서코일을 구비하여 전압 측정을 통해 측면 오정렬을 검출할 수 있는 신규의 자율 코일 정렬 시스템을 구현하게 된다.
- [0021] 이에 따라, 측면 오정렬을 검출하기 위한 시스템이 간소화되어 비용이 절감되고, 검출 알고리즘이 간결해지고 검출력이 향상되며, 무선 전력전송 효율이 향상되고, 다양한 종류의 동적 무선충전 시스템에 손쉽게 적용될 수 있게 된다.

### 도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자율 코일 정렬 시스템을 구비한 동적 무선충전 방식의 전기자동차를 개략적으로 도시한 도면.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 자율 코일 정렬 시스템을 통해 전기자동차의 오정렬을 보정하는 모습을 개략적으로 도시한 도면.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 자율 코일 정렬 시스템을 구비한 동적 무선충전 방식의 전기자동차의 일부를 개략적으로 도시한 도면.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 자율 코일 정렬 시스템을 개략적으로 도시한 도면.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 상호 인덕턴스와 로드코일의 유도전압 간의 파형 비교를 나타낸 시뮬레이션 결과를 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 자율 코일 정렬 시스템의 센서코일의 배치를 도시한 도면.

도 7a,7b,7c는 각각 본 발명의 실시예에서 로드코일이 소스코일과 정렬된 경우, 로드코일이 좌측으로 오정렬된 경우, 로드코일이 우측으로 오정렬된 경우에서의 센서코일의 전압 파형을 도시한 도면.

도 8은 본 발명의 실시예에서 센서코일이 좌측이나 우측으로 오정렬된 경우에서의 센서코일 전압의 출력 파형에 대한 시뮬레이션 결과를 도시한 도면.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 측면위치검출 유닛을 개략적으로 도시한 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자율 코일 정렬 시스템을 구비한 동적 무선충전 방식의 전기자동차를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 본 실시예의 동적 무선충전 방식의 전기자동차(1)는, 도로에 매설된 급전장치의 소스코일(2)에서 발생된 무선전력을 주행중에도 전송받아 충전하고 운행할 수 있다.
- [0026] 이를 위해, 전기자동차(1)는 무선전력을 전송받기 위한 집전장치(10)를 포함할 수 있다. 집전장치(10)는 로드코일(11)과 코어(12)를 포함할 수 있다.
- [0027] 한편, 전기자동차(1)는 정류기(rectifier)(20)와 레귤레이터(regulator)(30)와 배터리(40)와 구동모터(50)를 구비할 수 있다.
- [0028] 로드코일(11)에서 발생된 유도전압은 정류기(20)와 레귤레이터(30)를 거쳐 배터리(40)에 충전되거나 구동모터(50)로 전달될 수 있다. 일례로, 후륜 방식의 전기자동차(1)인 경우에, 구동모터(50)는 전기자동차(1)의 후륜(5b)을 구동하게 되며, 이때 구동모터(50)는 배터리(40)에서 출력된 전압이나 로드코일(11)에서 발생된 전압을 공급받아 동작할 수 있다.
- [0029] 한편, 본 실시예의 전기자동차(1)는, 도 2에 도시한 바와 같이, 로드코일(11)이 소스코일(2)과 측면 방향으로 위치 오정렬이 발생한 경우에, 이들 간의 오정렬을 검출하여 자율적으로 보정하여 정렬시키기 위한 신규의(novel) 자율 코일 정렬 시스템을 구비하게 된다.
- [0030] 이와 같은 자율 코일 정렬 시스템에 대해 이하에서 보다 상세하게 설명한다.
- [0031] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 자율 코일 정렬 시스템을 구비한 동적 무선충전 방식의 전기자동차의 일부를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 자율 코일 정렬 시스템을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0032] 도 3 및 4를 참조하면, 전기자동차(1)에는 자율 코일 정렬 시스템(100)이 장착되며, 이 자율 코일 정렬 시스템(100)은 센서코일(110)과 측면위치검출 유닛(lateral position detection unit)(120)과 조향 컨트롤러(steering controller)(140)를 포함할 수 있다.
- [0033] 전기자동차(1)의 측면 방향 오정렬 위치(즉, 로드코일(11)의 측면 방향 오정렬 위치)는 센서코일(110)을 통해 센싱되어 추정(estimate)될 수 있으며, 더욱이 측면위치검출 유닛(120)을 통해 처리(process)되어 검출될 수 있다.
- [0034] 조향 컨트롤러(140)는 측면위치검출 유닛(120)의 검출 결과 신호를 전달받고, 측면위치 오정렬 정도에 따라 해당 조향 명령(steering commands)을 전기자동차(1)의 전자전력조향 유닛(electronic power steering unit)(60)에 송신하게 된다.
- [0035] 전자전력조향 유닛(60)은 전기자동차(1)의 자율 주행을 수행하기 위해 장착된 구성으로서, 조향 컨트롤러(140)에서 출력된 조향 명령에 응답하여 조향모터(70)의 조향 동작을 제어하게 된다. 이 제어에 따라, 조향모터(70)는 조향을 위한 동력을 전륜(5a)에 제공하게 된다.
- [0036] 이와 같은 자율 조향에 의해 전기자동차(1)는 오정렬을 상쇄하도록 측면 방향으로 이동되어, 소스코일(2)과 로

드코일(11) 간에는 올바르게 정렬될 수 있다.

[0037] 한편, 장애물이 최대 충전 경로 상에 존재하는 경우에, 사용자가 자율 코일 정렬 시스템(100)의 동작을 중단할 수 있도록 구성될 수 있다. 이를 위해, 사용자 입력에 따라 자율 코일 정렬 시스템(100)의 동작을 인에이블(enable)하거나 디스에이블(disable)할 수 있도록 전기자동차(1)가 구성될 수 있다.

[0038] 일례로, 사용자의 인에이블 입력은 자율 코일 정렬 시스템(100)에 전달되고, 자율 코일 정렬 시스템(100)은 동작을 수행하여 전기자동차(1)의 전자전력조향 유닛(60)에 조향 명령 신호를 송신하여 자율 코일 정렬을 위한 조향이 실행될 수 있다.

[0039] 한편, 사용자의 디스에이블 입력은 전기자동차(1)의 전자전력조향 유닛(60)에 전달될 수 있고, 전자전력조향 유닛(60)은 자율 코일 정렬 시스템(100)의 출력을 무시하여 자율 코일 정렬을 위한 조향이 실행되지 않을 수 있다.

[0040] 이하, 자율 코일 정렬 시스템(100)의 각 구성들에 대해 보다 상세하게 설명한다.

[0041] [센서코일(110)]

[0042] 본 실시예의 자율 코일 정렬 시스템(100)에서, 측면 오정렬의 범위(range)는 전압 판독(voltage reading)으로 추정될 수 있다.

[0043] 이와 관련하여, 로드코일(11) 상의 유도전압은 아래 수식(1)로 표현될 수 있다.

$$V_L = \frac{j\omega M}{R_L + \frac{1}{j\omega C_L} + j\omega L_L} I_1 R_L$$

[0044] 수식(1):

[0045] 여기서,  $V_L$ 은 로드코(11)일의 유도전압이고,  $M$ 은 소스코일(2)과 로드코일(11) 간의 상호 인덕턴스이며,  $I_1$ 은 소스코일(2)의 전류이며,  $R_L, L_L, C_L$ 은 각각 로드코일(11)의 저항, 인덕터, 커패시터 성분이다.

[0046] 동적 무선충전(즉, 무선전력 전송)은 직렬-직렬 토폴로지(series-series topology)에 의해 일정한 전류를 발생 시키기 때문에, 로드코일(11)의 유도전압( $V_L$ )을 변동시키는 주요 변수는 상호 인덕턴스( $M$ )이다.

[0047] 이와 관련하여, 상호 인덕턴스( $M$ )와 로드코일(11)의 유도전압( $V_L$ ) 간의 파형 비교를 나타낸 시뮬레이션 결과를 도시한 도 5를 참조할 수 있다.

[0048] 도 5를 참조하면, 상호 인덕턴스( $M$ )와 로드코일(11)의 유도전압( $V_L$ )은 거의 동일한 파형을 갖게 됨을 알 수 있다.

[0049] 따라서, 측면 오정렬은 로드코일(11)의 유도전압( $V_L$ )만으로 확인될 수 있다.

[0050] 그런데, 로드코일(11)이 소스코일(2)의 중심을 기준으로 좌측 방향 또는 우측 방향으로 오정렬 되었는지를 확인 하는 것은 어려운데, 이는 전압 판독이 양측 모두에 대해 동일하기 때문이다.

[0051] 이에 대해, 비교예로서 2개의 센서코일을 사용하여 이들 간의 전압차를 계산함으로써 좌측 또는 우측 오정렬을 검출하는 기술이 있다. 그런데, 이 비교예의 기술에서는, 로드코일 설계나 2개의 센서코일의 배치에서 경미한 변화로 인해 일관되지 않은 결과를 유발하게 된다. 이에 따라, 비교예 기술에서는, 동적 무선충전 시스템 각각의 특성에 따라 오정렬 검출 알고리즘의 변수들(parameters)이 변경되어야 하고, 이는 또한 불필요한 복잡성을 초래한다.

[0052] 반면에, 본 실시예에서는, 좌측이나 우측 방향으로의 오정렬을 확인하기 위해 위상 변화를 검출할 수 있는 1개 즉 단일의 센서코일(110)을 사용하는 것에 특징이 있다.

[0053] 이와 같은 구성에 의해, 본 실시예의 자율 코일 정렬 시스템(100)은 크기에 관계 없이 다양한 동적 무선충전 시스템에 적용될 수 있으며, 복잡성을 제거하면서 높은 정밀도로 좌측이나 우측 방향의 위치를 검출할 수 있다.

[0054] 이와 같은 센서코일(110)에 대해 도 6을 함께 참조하여 살펴본다. 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 자율 코일 정렬 시스템의 센서코일의 배치를 도시한 도면이다.

- [0055] 도 6을 참조하면, 단일의 센서코일(110)은, 로드코일(11)의 전방부(11a)의 중앙 부분을 감싸도록 구성될 수 있다.
- [0056] 이와 관련하여, 전기자동차(1)의 길이 방향(또는 축거 방향)을 x축 방향, 폭 방향(또는 축간 방향)을 y축 방향, 높이 방향을 z축 방향이라고 하며, 로드코일(11)이 사각 형상의 루프 구조를 갖는다고 한다.
- [0057] 이때, y축 방향에 평행한 로드코일(11)의 전방부(11a)의 중앙 부분에 단일의 센서코일(110)이 감겨져(즉, 권취되어) 배치되도록 구성될 수 있다. 경우에 따라, y축 방향에 평행한 로드코일(11)의 후방부의 중앙 부분에 단일의 센서코일(110)이 감겨져 배치되도록 구성될 수도 있다.
- [0058] 이와 같은 구성에 따라, 소스코일(2)을 기준으로 한 로드코일(11)의 좌측/우측 위치가 결정될 수 있다.
- [0059] 더욱이, 이와 같은 구성에 따라, 점유면적을 최소화할 수 있고, 전기자동차(1)의 지상고(ground clearance)를 최대화할 수 있다.
- [0060] 센서코일(110)은 전압을 유도하면서도 소스코일(2)과 로드코일(11) 간의 자속의 흐름을 방해하지 않을 만큼 감겨진다.
- [0061] 도 7a, 7b, 7c는 각각 본 발명의 실시예에서 로드코일이 소스코일과 정렬된 경우, 로드코일이 좌측으로 오정렬된 경우, 로드코일이 우측으로 오정렬된 경우에서의 센서코일의 전압 파형을 도시한 도면이다.
- [0062] 도 6 및 도 7a 내지 7c에 도시한 바와 같이, 센서코일(110)의 루프는 y축 방향을 바라보도록 구성된다.
- [0063] 이와 관련하여, 소스코일(2)을 바라볼 때, 이에서 발생하는 자기장( $B_s$ )은 2개의 자기장인  $B_1, B_2$ 로 보여질 수 있는데, 이는 아래 수식(2)로 표현될 수 있다.
- [0064] 수식(2):  $B_s = B_1 + B_2$ .
- [0065] y축 방향으로 볼 때,  $B_s$ 는 아래 수식(3)과 같은 벡터 형태로 표현될 수 있다.
- [0066] 수식(3): 
$$\mathbf{B}_y^s = \mathbf{B}_y^1 + \mathbf{B}_y^2 = -\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} \sin \theta_1 + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} \sin \theta_2$$
- [0067] 수식(3)에서,  $I_1, I_2$ 는 각각  $B_1, B_2$ 를 발생시키는 전류로서, 이들은 동일한 크기(magnitude)이고 방향이 반대이다.  $\mu_0$ 는 자유공간의 투자율이며,  $r_1, r_2$ 는 각각  $B_1, B_2$ 의 기준점 거리(reference point distance)이다.
- [0068] 도 7a에 도시한 바와 같이, 정렬 상태의 경우에  $B_1, B_2$ 는 서로 상쇄되므로, 센싱된 자기장은 거의 0에 해당된다.
- [0069] 한편, 도 7b에 도시한 바와 같이, 센서코일(110)이 좌측 방향으로 이동하게 되면,  $B_2$ 의 크기는  $B_1$ 의 크기 보다 커지게 된다.
- [0070] 이와 반대로, 도 7c에 도시한 바와 같이, 센서코일(110)이 우측 방향으로 이동하게 되면,  $B_1$ 의 크기는  $B_2$ 의 크기 보다 커지게 된다.
- [0071] 센서코일(110)에 유도된 전압( $V_{se}$ )은 패러데이 법칙에 의해 수식(4)와 같이 표현될 수 있다.
- [0072] 수식(4): 
$$V_{se} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB_s A}{dt}$$
.
- [0073] 여기서,  $\Phi, t, A$ 는, 센서코일(110)의 자속, 시간, 단면적이다.
- [0074] 로드코일(11)이 완전하게 정렬된 경우, 좌측으로 오정렬된 경우, 우측으로 오정렬된 경우 각각에서, 센서코일(110)의 유도전압의 파형은 0도, -180도, +180도의 위상시프트를 갖게 된다.
- [0075] 도 8은 본 발명의 실시예에서 센서코일이 좌측이나 우측으로 오정렬된 경우에서의 센서코일 전압의 출력 파형에 대한 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.
- [0076] 도 8을 살펴보면, 좌측이나 우측으로 오정렬된 경우에, 전압의 파형은 180도의 위상차를 유지하게 됨을 확인할 수 있다. 따라서, 좌측/우측의 오정렬을 명확하게 구분할 수 있다.

- [0077] [측면위치검출 유닛(120)]
- [0078] 측면위치검출 유닛(120)은 센서코일(110)로부터의 입력파형을 전달받고 이를 조향 컨트롤러(140)에 의해 처리될 수 있는 정보로 변환하는 기능을 수행하게 된다.
- [0079] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 측면위치검출 유닛을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0080] 도 9를 참조하면, 측면위치검출 유닛(120)은 증폭기(121)와, 전압비교기(122)와, XOR 게이트(123)와 디지털 전압계(voltmeter)(124)를 포함하여 구성될 수 있다. 그리고, 측면위치검출 유닛(120)은 측면위치 추정부(lateral position estimator)(125)를 포함할 수 있으며, 측면위치 추정부(125)는 예를 들면 소프트웨어로 구성될 수 있다.
- [0081] 센서코일(110)의 위상을 검출하기 위해, 정류기(20)에 입력되기 전의 로드코일(11)의 전압이 기준으로 사용될 수 있다.
- [0082] 증폭기(121)는, 최소의 노이즈로 로드코일(11)과 센서코일(110)의 안정적인 출력 파형을 얻기 위해 사용될 수 있다.
- [0083] 로드코일(11) 및 센서코일(110)은 교류(AC) 파형을 갖게 되므로, 전압비교기(122)를 사용하여 구형파(square waveform)로 변환하게 된다.
- [0084] 이와 같이 논리적(logic) 구형파로 변환된 센서코일(110)의 신호( $V_{se}'$ )와 로드코일(11)의 신호( $V_L'$ )는 XOR 게이트(123)에 입력된다.
- [0085] 센서코일(110)과 로드코일(11) 간의 위상차는 0도 또는 180도이므로, XOR 게이트(123)의 측면 위치 출력(LP)은 상수값인 'HI' 또는 'LO' 중 하나로서, 예를 들면 'HI' 및 'LO'는 각각 좌측 및 우측 방향을 나타낸다.
- [0086] 전압계(124)는 로드코일(11)의 직류(DC) 전압을 측정하기 위해 정류기(20)의 출력단에 연결된다.
- [0087] XOR 게이트(123)의 출력(LP)과 전압계(124)의 출력( $V_L$ )은 측면위치 추정부(125)에 입력되고, 입력된 신호에 따라 측면위치 추정부(125)는 측면 오정렬의 위치를 추정하게 된다.
- [0088] 이와 관련하여, XOR 게이트(123)를 통해 검출된 좌측 또는 우측 방향에 따라, 측면 오정렬의 위치(y)는 아래 수식(5)와 같이 결정될 수 있다.
- $$y = \begin{cases} -f(V_L) & \text{if } LP = HI \\ f(V_L) & \text{if } LP = LO \end{cases}$$
- [0089] 수식(5):
- [0090]  $f(V_L)$ 은 로드코일 전압과 측면 위치(y)의 관계를 나타내는 함수이다. 좌측/우측 위치에 따라, 측면 오정렬 위치(y)는 추정되어 조향 컨트롤러(140)에 입력될 수 있다.
- [0091] [조향 컨트롤러(140)]
- [0092] 조향 컨트롤러(140)는 측면위치검출 유닛(120)의 검출 결과 신호인 측면 위치(y)를 전달받고, 이에 따라 해당 조향 명령(steering command)을 전기자동차(1)의 전자전력조향 유닛(60)에 송신하게 된다.
- [0093] 조향 컨트롤러(140)는 퍼지 로직 기반(fuzzy logic based) 조향 제어 방법을 사용할 수 있다.
- [0094] 전술한 바와 같이, 본 실시예에서는 단일의 센서코일을 구비하여 전압 측정을 통해 측면 오정렬을 검출할 수 있는 신규의 자율 코일 정렬 시스템을 구현하게 된다.
- [0095] 이에 따라, 측면 오정렬을 검출하기 위한 시스템이 간소화되어 비용이 절감되고, 검출 알고리즘이 간결해지고 검출력이 향상되며, 무선 전력전송 효율이 향상되고, 다양한 종류의 동적 무선충전 시스템에 손쉽게 적용될 수 있게 된다.
- [0096] 한편, 전술한 실시예에서는, 설명의 편의를 위해 전기자동차에 적용되는 자율 코일 정렬 시스템을 예로 들어 설명하였는데, 본 실시예의 자율 코일 정렬 시스템은 자동차 외에도 기차 등과 같이 동적 무선충전 방식을 이용하는 모든 종류의 전기운송장치에 적용될 수 있다.
- [0097] 전술한 본 발명의 실시예는 본 발명의 일예로서, 본 발명의 정신에 포함되는 범위 내에서 자유로운 변형이 가능

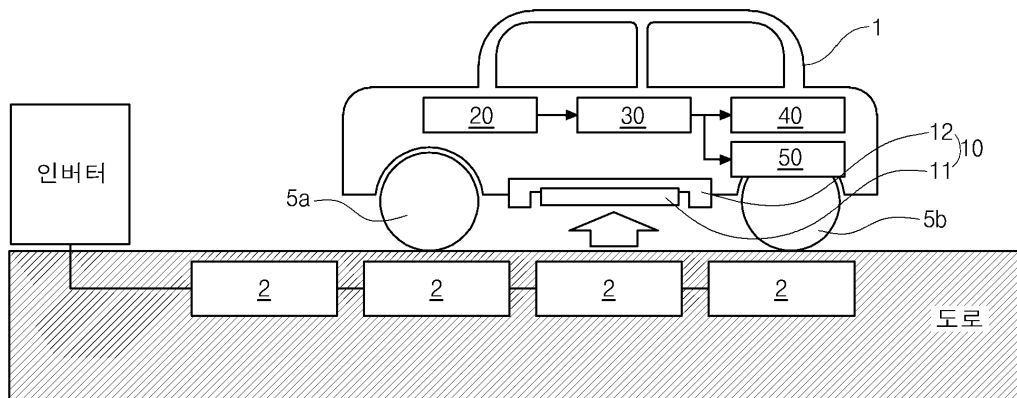
하다. 따라서, 본 발명은, 첨부된 특허청구범위 및 이와 등가되는 범위 내에서의 본 발명의 변형을 포함한다.

### 부호의 설명

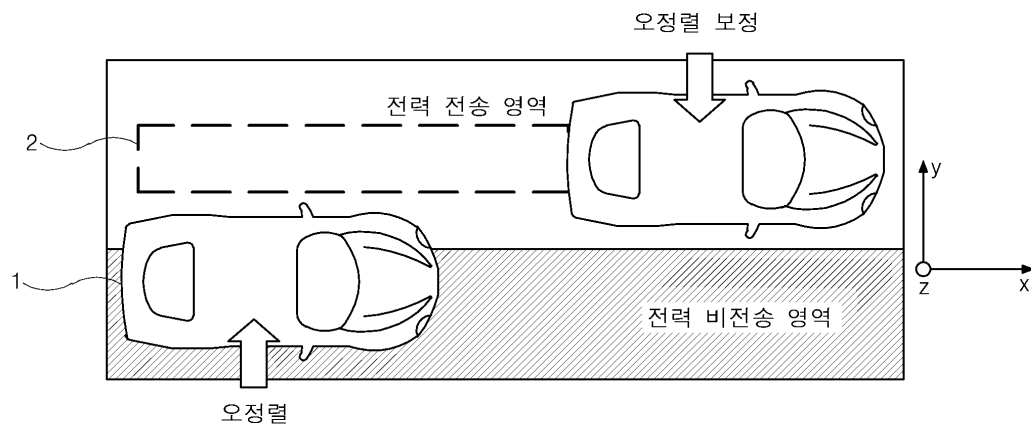
- [0098]
- 1: 전기자동차
  - 2: 소스코일
  - 10: 집전장치
  - 11: 로드코일
  - 12: 코어
  - 20: 정류기
  - 30: 레귤레이터
  - 40: 배터리
  - 50: 구동모터
  - 60: 전자전력조향 유닛
  - 70: 조향모터
  - 100: 자유티 코일 정렬 시스템
  - 110: 센서코일
  - 120: 측면위치검출 유닛
  - 121: 증폭기
  - 122: 전압비교기
  - 123: XOR 게이트
  - 124: 전압계
  - 125: 측면위치 추정부
  - 140: 조향 컨트롤러

### 도면

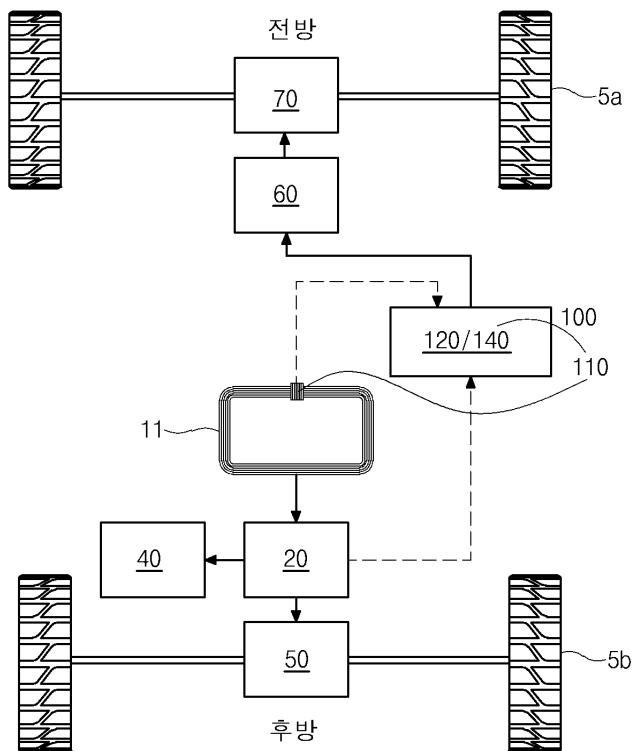
#### 도면1



도면2

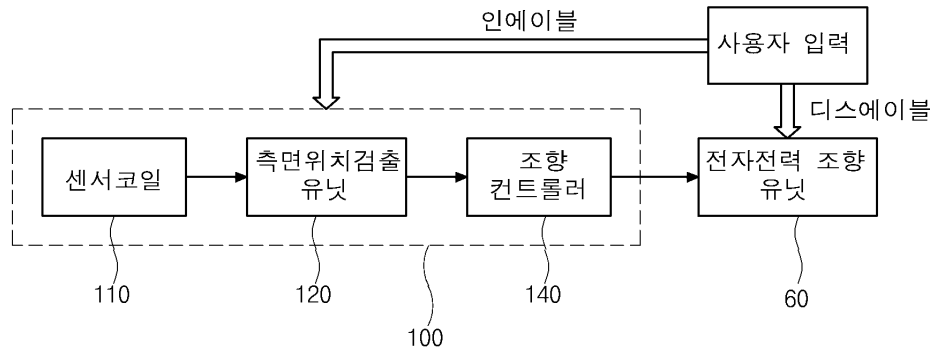


도면3

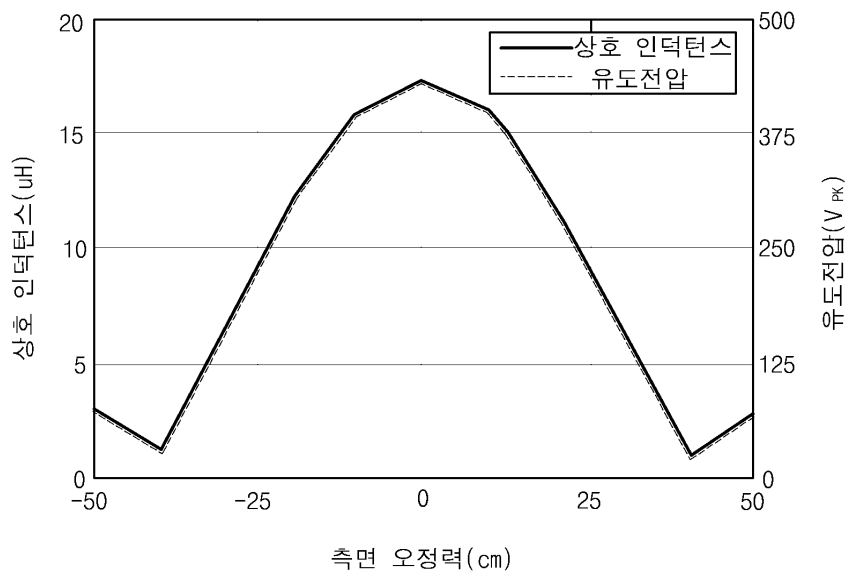


1

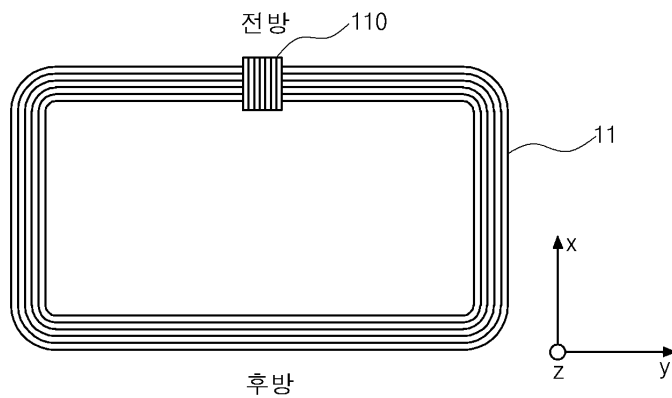
도면4



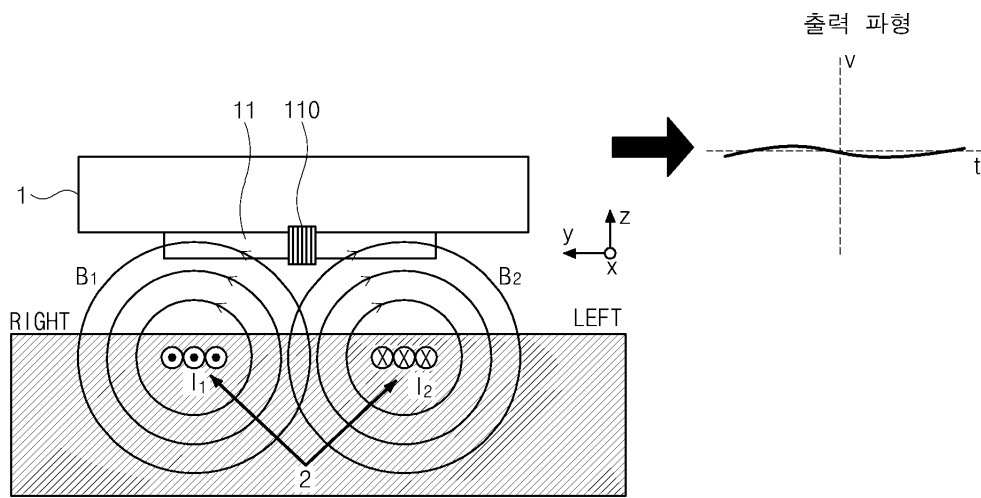
도면5



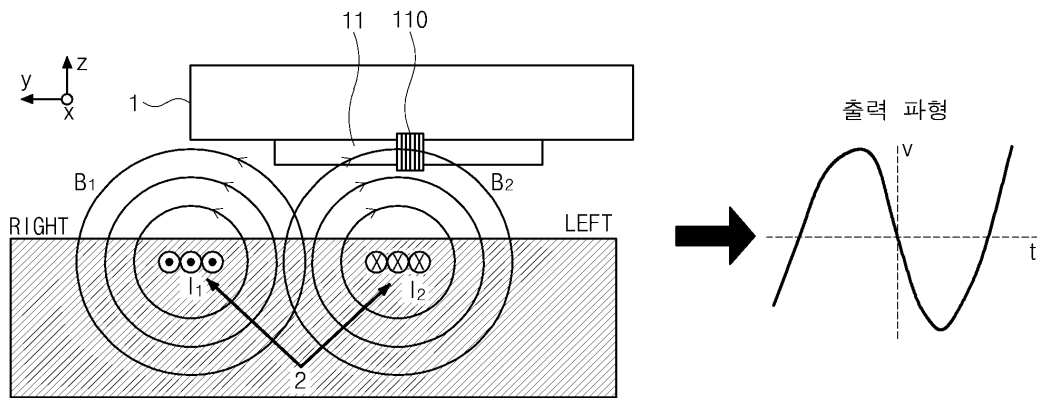
도면6



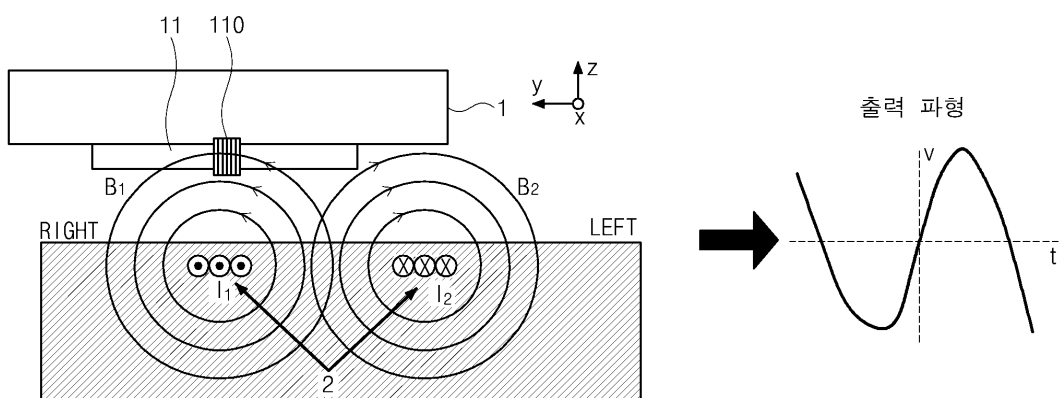
도면7a



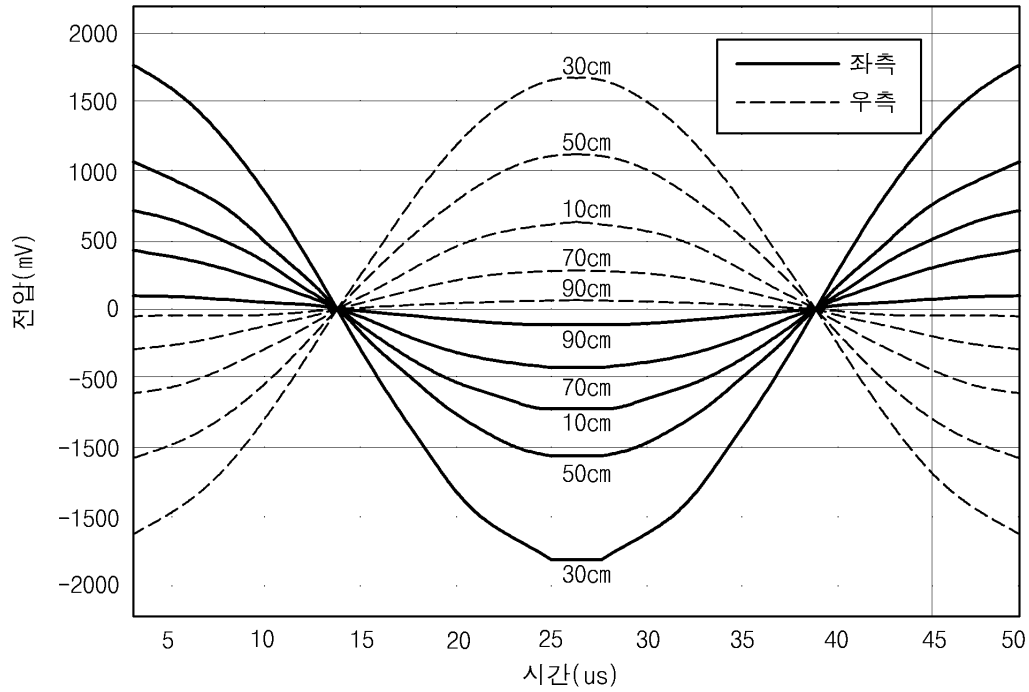
도면7b



도면7c



도면8



도면9

