



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월07일  
(11) 등록번호 10-2187905  
(24) 등록일자 2020년12월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02J 50/90 (2016.01) H02J 50/12 (2016.01)  
H02J 50/80 (2016.01)
- (52) CPC특허분류  
H02J 50/90 (2016.02)  
H02J 5/005 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7005696
- (22) 출원일자(국제) 2014년08월06일  
심사청구일자 2019년08월02일
- (85) 번역문제출일자 2016년03월02일
- (65) 공개번호 10-2016-0040276
- (43) 공개일자 2016년04월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/049928
- (87) 국제공개번호 WO 2015/021144  
국제공개일자 2015년02월12일
- (30) 우선권주장  
61/862,572 2013년08월06일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2010527226 A  
US20090096413 A1  
US20120161696 A1  
US20130043888 A1

- (73) 특허권자  
모멘텀 다이내믹스 코오퍼레이션  
미국 19355 펜실바니아주 말번 펜실바니아 예비뉴 3
- (72) 발명자  
롱, 브루스, 리차드  
미국 19355 펜실베니아 주 말번 펜실베니아 예비 뉴 3  
다가, 앤드류, 윌리엄  
미국 19355 펜실베니아 주 말번 마운틴 로렐 레인 111
- (74) 대리인  
양영준, 정은진, 백만기

전체 청구항 수 : 총 22 항

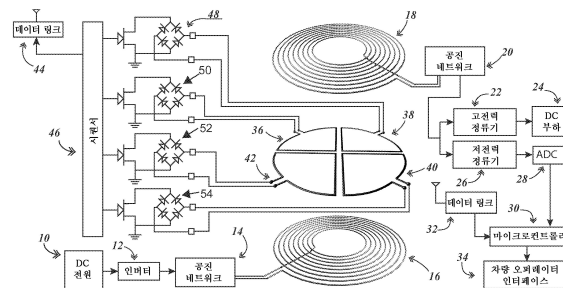
심사관 : 김상철

(54) 발명의 명칭 무선 유도 전력 전송에서 코일 정렬 에러를 검출하는 방법 및 장치

(57) 요약

공진 유도 무선 전력 장치에서 유도 코일 정렬 에러를 검출하기 위한 방법은 1차 유도 코일 상에 중첩되는 와전류 코일 어레이, 각각의 와전류 코일에 대한 스위칭 디바이스, 2차 유도 코일에 접속된 저전력 정류기와 같은 전압 검출기, 아날로그-디지털 컨버터, 1차 측 마이크로컨트롤러와 2차 측 마이크로컨트롤러, 및 차량 충전 실시예에서는 차량 오퍼레이터 인터페이스를 포함한다. 코일 정렬 동안, 1차 측 유도 코일은 저전력에서 동작한다. 연관된 스위칭 디바이스가 스위칭 온되는 경우에만 와전류 코일에서 와전류가 흐른다.

대표도



(52) CPC특허분류

*H02J 50/12* (2016.02)

*H02J 50/80* (2016.02)

*H02J 7/025* (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

약결합된 공심 변압기(loosely coupled air core transformer)를 구성하도록 배열된 1차 유도 코일 및 2차 유도 코일 - 이에 의해, 상기 1차 유도 코일에서의 전력은 상기 1차 유도 코일이 활성화될 때 상기 2차 유도 코일로 전달됨 - 을 포함하는 무선 공진 유도 전력 전송 시스템(wireless resonant inductive power transmission system)에서 코일 정렬 에러를 검출하기 위한 장치로서,

상기 1차 유도 코일 상에 중첩된 적어도 2개의 아크 세그먼트 와전류 코일 - 상기 적어도 2개의 아크 세그먼트 와전류 코일은 상기 1차 유도 코일의 각자의 섹터들과 대응하도록 배열되고, 이에 의해, 활성 와전류 코일은 상기 2차 유도 코일에 의해 인터셉트되는 자기 플럭스를 감소시키는 효과를 가짐 -;

각각의 아크 세그먼트 와전류 코일에 접속된 스위치;

스위칭 시퀀스에서 단독으로 또는 공동으로 각각의 아크 세그먼트 와전류 코일에 접속된 상기 스위치를 선택적으로 활성화시키도록 배열된 시퀀서; 및

상기 스위칭 시퀀스 동안 상기 2차 유도 코일에서의 전압 변동들을 검출하는 전압 검출기 - 이에 의해, 상기 와전류 코일들을 순차적으로 활성화시키고 와전류 코일 스위칭 시퀀스 동안 상기 2차 유도 코일의 검출된 전압 변동들을 측정함으로써, 상기 1차 유도 코일과 상기 2차 유도 코일의 정렬이 검출되고, 이에 의해, 상기 2차 유도 코일의 최대 자기 플럭스 변동과 상기 와전류 코일 스위칭 시퀀스 사이의 대응성은 에러 벡터 방향을 표시하고, 상기 2차 유도 코일의 자기 플럭스 변동들의 크기는 에러 벡터 크기를 표시함 -

를 포함하는 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 스위칭 시퀀스에 따라 순차적으로 활성화되는 아크 세그먼트 와전류 코일에 존재하는 교류를 제어하기 위해 각각의 아크 세그먼트 와전류 코일에 접속된 브리지 정류기를 더 포함하는 장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 시퀀서와 상기 전압 검출기 사이의 무선 데이터 링크를 더 포함하고, 상기 데이터 링크는, 상기 시퀀서로부터 상기 전압 검출기로, 정렬 에러 검출 프로세스 동안 항상 어느 와전류 코일이 활성화인지에 대한 표시를 전달하는 장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 전압 검출기는 저전력 정류기; 및 상기 저전력 정류기의 출력을, 상기 2차 유도 코일의 최대 자기 플럭스 변동과 상기 와전류 코일 스위칭 시퀀스 사이의 상기 대응성 및 상기 2차 유도 코일의 상기 자기 플럭스 변동들의 크기를 검출하기 위해서 마이크로컨트롤러에 의해 처리되는 디지털 데이터로 변환하는 아날로그-디지털 컨버터를 포함하는 장치.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 에러 벡터 방향 및 상기 에러 벡터 크기를 이용한 상기 1차 유도 코일과 상기 2차 유도 코일의 정렬의 조정 시에 이용하기 위해 상기 장치의 사용자에게 상기 에러 벡터 방향 및 상기 에러 벡터 크기를 디스플레이하도록 상기 마이크로컨트롤러에 접속된 사용자 인터페이스를 더 포함하는 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 1차 유도 코일은 충전기에 인터페이스되고, 상기 2차 유도 코일은 차량에 인터페이스되고, 상기 사용자 인터페이스는 상기 에러 벡터 방향 및 상기 에러 벡터 크기를 상기 차량의 오퍼레이터에게 제공하는 장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 시퀀서는 상이한 클록 주파수들에서 각각의 아크 세그먼트 와전류 코일을 동시에 구동하는 장치.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 시퀀서는 상이한 클록 주파수들에서 정사각형파(square wave), 직사각형파(rectangular wave) 또는 정현파(sinusoidal) 파형을 이용하여 각각의 아크 세그먼트 와전류 코일을 구동하는 장치.

**청구항 9**

제7항에 있어서,

상기 전압 검출기는 저전력 정류기; 및 상기 저전력 정류기의 출력을, 상기 2차 유도 코일의 최대 자기 플럭스 변동과 상기 와전류 코일 스위칭 시퀀스 사이의 상기 대응성 및 상기 2차 유도 코일의 상기 자기 플럭스 변동들의 크기를 검출하기 위해서 마이크로컨트롤러에 의해 처리되는 디지털 데이터로 변환하는 아날로그-디지털 컨버터를 포함하는 장치.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

상기 마이크로컨트롤러는, 상기 아날로그-디지털 컨버터에 의해 출력되는 디지털 데이터 시계열(digital data time series)을, 상기 디지털 데이터 시계열의 시간 도메인 대 주파수 도메인 변환을 수행하고, 상기 시퀀스의 각각의 클록 톤이 단일 주파수 도메인 슬롯에 고유하게 들도록 시간 도메인 대 주파수 도메인 변환 파라미터들을 선택함으로써 처리하고, 이에 의해, 상기 마이크로컨트롤러는 클록 톤 진폭들 및 클록 톤 진폭 비들로부터 상기 아크 세그먼트 와전류 코일들의 상대 기여를 결정하여, 상기 각각의 아크 세그먼트 와전류 코일들 각각에 대응하는 상기 단일 주파수 도메인 슬롯들의 크기 및 방향을 결정하는 장치.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 1차 유도 코일의 180도 아크 폭 세그먼트를 각각 커버하는 4개의 오버랩하는 "D" 형상의 와전류 코일을 더 포함하고, 상기 "D" 형상의 와전류 코일들 중 2개의 와전류 코일은 전방-후방 에러 결정(front-back error determination)을 제공하고, 상기 "D" 형상의 와전류 코일들 중 다른 2개의 와전류 코일은 좌측-우측 에러 결정(left-right error determination)을 제공하는 장치.

**청구항 12**

제1항에 있어서,

3개의 오버랩하지 않는 와전류 코일을 더 포함하고, 상기 오버랩하지 않는 와전류 코일들 각각은 상기 1차 유도 코일의 120도 아크 폭 세그먼트를 커버하는 장치.

**청구항 13**

약결합된 공심 변압기를 구성하도록 배열된 1차 유도 코일 및 2차 유도 코일 - 이에 의해, 상기 1차 유도 코일에서의 전력은 상기 1차 유도 코일이 활성화될 때 상기 2차 유도 코일로 전달됨 - 을 포함하는 무선 공진 유도 전력 전송 시스템에서 코일 정렬 에러를 검출하는 방법으로서,

상기 1차 유도 코일 상에 중첩되며 상기 1차 유도 코일의 각자의 섹터들과 대응하도록 적어도 2개의 아크 세그먼트 와전류 코일을 배열하는 단계;

스위칭 시퀀스에서 단독으로 또는 공동으로 상기 아크 세그먼트 와전류 코일들을 선택적으로 활성화시키는 단계 - 이에 의해, 활성 와전류 코일은 상기 2차 유도 코일에 의해 인터셉트되는 자기 플럭스를 감소시키는 효과를 가짐 -;

상기 스위칭 시퀀스 동안 상기 2차 유도 코일의 검출된 전압의 변동들을 검출하는 단계; 및

상기 와전류 코일들을 순차적으로 활성화시키고 와전류 코일 스위칭 시퀀스 동안 상기 2차 유도 코일의 검출된 전압 변동들을 측정함으로써, 상기 1차 유도 코일과 상기 2차 유도 코일의 정렬을 검출하는 단계 - 이에 의해, 상기 2차 유도 코일의 최대 자기 플럭스 변동과 상기 와전류 코일 스위칭 시퀀스 사이의 대응성은 에러 벡터 방향을 표시하고, 상기 2차 유도 코일의 자기 플럭스 변동들의 크기는 에러 벡터 크기를 표시함 -

를 포함하는 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

각각의 아크 세그먼트 와전류 코일은 상기 스위칭 시퀀스에 따라 순차적으로 활성화되는 방법.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,

상기 스위칭 시퀀스를 생성하는 시퀀서로부터, 상기 1차 유도 코일과 상기 2차 유도 코일이 정렬되는지를 결정하는 프로세서로, 정렬 에러 검출 프로세스 동안 항상 어느 와전류 코일이 활성인지에 대한 표시를 전달하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 16

제13항에 있어서,

상기 에러 벡터 방향 및 상기 에러 벡터 크기를 상기 무선 공진 유도 전력 전송 시스템의 사용자에게 디스플레이하여, 상기 사용자가 상기 에러 벡터 방향 및 상기 에러 벡터 크기를 이용하여 상기 1차 유도 코일과 상기 2차 유도 코일의 정렬을 조정할 수 있게 하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 17

제13항에 있어서,

상기 아크 세그먼트 와전류 코일들을 선택적으로 활성화시키는 단계는, 상이한 클록 주파수들에서 각각의 아크 세그먼트 와전류 코일을 동시에 활성화시키는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 18

제17항에 있어서,

상기 아크 세그먼트 와전류 코일들을 선택적으로 활성화시키는 단계는, 상이한 클록 주파수들에서 정사각형파, 직사각형파 또는 정현파 파형을 이용하여 각각의 아크 세그먼트 와전류 코일을 동시에 활성화시키는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 19

제13항에 있어서,

상기 스위칭 시퀀스 동안 상기 2차 유도 코일의 검출된 전압의 변동들을 검출하는 단계는, 상기 무선 공진 유도 전력 전송 시스템의 2차 측 상의 전압 검출기의 출력율, 상기 2차 유도 코일의 최대 자기 플럭스 변동과 상기 와전류 코일 스위칭 시퀀스 사이의 상기 대응성 및 상기 2차 유도 코일의 상기 자기 플럭스 변동들의 크기를 검출하기 위해서 마이크로컨트롤러에 의해 처리되는 디지털 데이터로 변환하는, 방법.

**청구항 20**

제13항에 있어서,

상기 와전류 코일 스위칭 시퀀스 동안 상기 2차 유도 코일의 검출된 전압 변동들을 측정하는 것은, 마이크로컨트롤러가, 디지털 데이터의 디지털 데이터 시계열을, 상기 디지털 데이터 시계열의 시간 도메인 대 주파수 도메인 변환을 수행하고, 상기 스위칭 시퀀스의 각각의 클록 톤이 단일 주파수 도메인 슬롯에 고유하게 들도록 시간 도메인 대 주파수 도메인 변환 파라미터들을 선택함으로써 처리하는 것; 및 상기 마이크로컨트롤러가, 클록 톤 진폭들 및 클록 톤 진폭 비들로부터 상기 아크 세그먼트 와전류 코일들의 상대 기여를 결정하여, 상기 각각의 아크 세그먼트 와전류 코일들 각각에 대응하는 상기 단일 주파수 도메인 슬롯들의 크기 및 방향을 결정하는 것을 포함하는 방법.

**청구항 21**

제13항에 있어서,

상기 에러 벡터 방향 및 상기 에러 벡터 크기를 이용한 상기 1차 유도 코일과 상기 2차 유도 코일의 정렬의 조정 시에 이용하기 위해 상기 무선 공진 유도 전력 전송 시스템의 사용자에게 상기 에러 벡터 방향 및 상기 에러 벡터 크기를 디스플레이하는 단계를 더 포함하는 방법.

**청구항 22**

제21항에 있어서,

상기 1차 유도 코일은 충전기에 인터페이스되고, 상기 2차 유도 코일은 차량에 인터페이스되고, 상기 방법은, 상기 에러 벡터 방향 및 상기 에러 벡터 크기를 상기 차량의 오퍼레이터에게 제공하는 단계를 더 포함하는 방법.

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

삭제

**청구항 26**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

- [0001] 관련 출원들에 대한 상호 참조
- [0002] 본 출원은 2013년 8월 6일자로 출원된 미국 가출원 제61/862,572호의 혜택을 주장하며, 이 가출원의 개시물은 참조로 본 명세서에 완전히 포함된다.
- [0003] 기술분야
- [0004] 본 특허 출원은 공진 자기 유도에 의한 전기 에너지의 전송에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 본 특허 출원은 공진 유도 무선 전력 전달 코일들의 축상 오정렬(axial misalignment)을 검출하고, 정렬 에러가 최소화되거나 제거될 수 있도록 정렬 에러의 크기 및 방향의 표시를 제공함으로써, 효율적인 무선 전력 전달을 보장하는 방법 및 장치를 기술한다.

**배경 기술**

[0005] 유도 전력 전송은 다수의 산업 및 시장에 걸쳐 많은 중요한 응용예들을 가진다. 도 1은 종래의 공진 유도 전력 전송 시스템의 개념적 표현을 도시한다. 도 1에서, DC 전원(power supply)(10), 인버터(12) 및 공진 네트워크(14)가 협력하여, 1차 유도 코일(16)에 인가되는 교류 전기 에너지의 소스를 제공한다. 1차 유도 코일(16)과 2차 유도 코일(18) 사이의 자기 결합은 2차 유도 코일(18)에 에너지를 전달하는데, 이는 1차 유도 코일(16)로부터의 소정의 거리에 의해 제거된다. 1차 및 2차 유도 코일들(16, 18)은 약결합된 공심 변압기(loosely coupled air core transformer)를 구성한다. 1차 유도 코일(16)에 인가되는 공진은 1차 측 인덕터 전류를 증가시켜, 2차 인덕터 전류의 자기 플럭스에서의 그리고 그에 따른 1차로부터 2차로 전달되는 전력에서의 대응하는 증가를 생성한다. 2차 인덕터 전류는 공진 네트워크(20)에 의해 처리되고, 종래의 방식으로 DC 부하(24)로의 인가를 위해 고전력 정류기(22)에 의해 정류된다.

[0006] 효율적인 공진 유도 무선 전력 전달은 자기 결합을 최대화하기 위해 송신 코일에 의해 방출되는 자기 플럭스 선들의 상당 부분이 수신 코일의 둘레에 의해 포함되는 영역을 통해 지나갈 것을 요구한다. 축상 코일 오정렬은 코일-대-코일 자기 결합을 상당히 감소시키고, 따라서, 효율적인 전력 전달을 손상시킨다. 또한, 축상 코일 오정렬은 예상된 설계 값들로부터 코일 인덕턴스를 변경하여, 공진의 손실 및 추가적인 전력 전달 비효율성들을 초래한다.

[0007] 코일 축상 정렬 에러들은 일상적으로(routinely) 마주하게 되며, 외부 전원의 무선 소스를 요구하는 전기 및 전기-하이브리드 차량들의 제조자들에게 중대한 문제를 제시한다. 차량이 최소의 코일 정렬 에러를 가지고 위치될 수 있도록, 코일 정렬 에러의 크기 및 방향을 식별하고 인간 운전자 또는 비인간 장치에 스티어링 정보를 제공하는 차량들을 충전하기 위한 시스템을 개발하는 것이 요구된다. 본 발명은 관련 기술분야에서의 이러한 요구들을 처리한다.

**발명의 내용**

[0008] 관련 기술분야에서의 진술된 요구들을 충족시키는 축상 정렬 에러 검출 장치 및 연관된 방법은 종래의 공진 인덕턴스 무선 전력 전송 시스템의 1차 유도 코일 상에 중첩되는 수개(예를 들어, 4개)의 아크 세그먼트 와전류 코일들을 포함한다. 와전류 코일 둘레들의 선형 섹션들은 1차 유도 코일의 순방향-역방향(forward-reverse) 및 좌측-우측 축들에 맞춘 정렬한다. 각각의 아크 세그먼트 와전류 코일은 브리지 정류기, 및 전계 효과 트랜지스터와 같은 스위칭 엘리먼트에 접속한다. 스위칭 엘리먼트들은 시퀀서에 의해 단독으로 또는 공동으로 활성화된다.

[0009] 무선 전력 전송 시스템의 차량 측에서, 2차 유도 코일은, 종래의 공진 유도 무선 전력 전송 시스템들에서와 같이, 공진 네트워크, 고전력 정류기 및 DC 부하에 접속한다. 본 발명의 축상 정렬 에러 검출 시스템은 저전력 정류기, 아날로그-디지털 컨버터(ADC), 데이터 링크, 마이크로컨트롤러, 및 차량 오퍼레이터 인터페이스를 포함하는 전압 검출기를 종래의 차량 측 공진 유도 무선 전력 전송 시스템에 추가한다.

[0010] 동작 시에, 공진 유도 무선 전력 전달 장치의 1차 측 상에서, 직류 전원은 상업 교류 선 전류에 의해 일반적으로 구동된다. 결과적인 직류는, 1차 유도 코일 및 2차 유도 코일의 공진 주파수에서 정사각형, 직사각형 또는 정현파 파형을 생성하는 인버터 스테이지에 전력을 공급한다. 아크 세그먼트 와전류 코일 스위칭 엘리먼트들이 모두 시퀀서에 의해 오프 상태가 되도록 명령받는 경우, 와전류 코일들은 효과적으로 개방 회로가 되고, 아크 세그먼트 와전류 코일들에서 어떠한 전류도 흐르지 않으며, 종래 기술의 공진 유도 무선 전력 전송 장치의 동작은 임의의 상당한 범위로 변경되지도 영향을 받지도 않는다.

[0011] 그러나, 와전류 제어 엘리먼트들 중 하나 이상이 활성화된 경우, 와전류는 대응하는 와전류 코일들에서 흐르며, 렌츠(Lenz)의 법칙에 따라, 와전류는 와전류 코일 둘레 내에서 둘러싸이는 결합 자기 플럭스를 감소시키고, 이에 의해, 해당 사분면 내의 1차 코일 플럭스의 순 크기(net magnitude)를 감소시킨다. 시퀀서는 어느 와전류 코일들이 단거리 데이터 링크에 의한 정렬 에러 결정 동안 활성인지를 정렬 장치의 차량 측 부분에 전달한다. 브리지 정류기들은, 전계 효과 트랜지스터 또는 바이폴라 트랜지스터와 같은 종래의 단방향성 반도체 스위칭 엘리먼트들이 활성화된 아크 세그먼트 와전류 코일에 존재하는 교류를 제어하는 것을 허용한다. 대안적으로, 소스-대-소스 및 게이트-대-게이트가 접속된 2개의 전계 효과 트랜지스터들을 포함하는 단방향성 교류 반도체 스위치는 단일 트랜지스터, 브리지 정류기 조합 대신 와전류 코일 제어 엘리먼트들에 대해 이용될 수 있다.

[0012] 코일 정렬 측정 구간 동안, 와전류 코일들에 의해 유도되는 1차 코일 플럭스에서의 공간적-시간적 변동들은 저전력 정류기를 포함하는 전압 검출기에 의해 검출되고, 아날로그-디지털 컨버터에 의해 디지털 표현으로 변환되고, 마이크로컨트롤러에 의해 처리된다. 활성화 와전류 코일은, 2차 유도 코일에 의해 인터셉트된 자기 플럭스들

감소시킴으로써 저전력 정류기에 의해 생성된 전압을 감소시키는 효과를 가진다.

[0013] 정렬은 와전류 코일들을 순차적으로 활성화시킴으로써 검출될 수 있다. 1차 유도 코일 및 2차 유도 코일이 축상으로 정렬되는 경우, 개별 와전류 코일들에 의해 유도되는 자기 플럭스 필드 외란들은 동일한 크기를 가질 것이며, 와전류 코일 스위칭 시퀀스 동안 2차 유도 코일 검출 전압의 변동들이 존재하지 않을 것이다. 그러나, 1차 유도 코일 및 2차 유도 코일이 오정렬되는 경우, 와전류 코일 스위칭 시퀀스 동안 2차 유도 코일 검출 전압의 변동들이 존재할 것이다. 자기 플럭스 감소 효과는 2차 코일들의 최대 오버랩을 가지는 해당 와전류 코일들에 대해 최대이며, 검출된 변동의 크기는 오버랩의 범위를 표시한다. 큰 오버랩들은 큰 변동을 생성하며, 작은 오버랩들은 비례적으로 더 작은 변동을 생성한다.

[0014] 와전류 코일 스위칭 시퀀스와 최대 자기 플럭스 변동 사이의 대응성은 에러 벡터 방향을 표시하는 한편, 자기 플럭스 변동들의 크기는 에러 벡터 크기를 표시한다. 어느 와전류 코일이 활성화인지에 대한 식별은 데이터 링크에 의해 제공된다. 따라서, 정렬 에러 벡터 컴포넌트들, 오프셋 방향 및 크기는 용이하게 결정되어 차량 오퍼레이터에게 전달될 수 있다.

[0015] 유도 코일 정렬 장치는, 칫솔, 셀룰러 전화기 및 다른 디바이스들을 충전하기 위해 이용되는 충전기들(예를 들어, PowerMat™) 등의 휴대용 가전 디바이스 충전기들과 같은 비차량 응용예들에서 또한 이용된다. 본 발명의 이러한 실시예 및 다른 실시예들이 후속하는 상세한 설명으로부터 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0016] 도 1은 종래 기술의 공진 유도 전력 전송 시스템의 개념적 표현을 도시한다.  
 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 정렬 에러 검출 장치를 갖는 종래 기술의 공진 유도 전력 전송 시스템을 도시한다.  
 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 차량 대 접지 데이터 링크 없이 기능하는 정렬 에러 검출 장치를 갖는 종래 기술의 공진 유도 전력 전송 시스템을 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 본 발명의 예시적인 실시예는 전기 동력 차량(electrically powered vehicles)의 충전 시에 이용하기 위해 도 2 및 도 3에 관련하여 기술될 것이지만, 관련 기술분야의 통상의 기술자라면, 본원에 제공된 교시들은 다른 차량용 공진 자기 유도 무선 전력 전달 시스템들에서 정렬 에러를 결정하기 위해 이용될 수 있음을 이해할 것이다. 이러한 실시예들은 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 의도된다.

[0018] 음향 기법들, 마이크로파 및 라디오 주파수 기법들, 조합된 음향-라디오 주파수 차동 전파 속도 시스템들, 초광대역 시스템들, 적외선, 광학 및 비디오 시스템들, 비디오 패턴 인식 제어 로봇 압들, 차동 GPS 시스템들 및 차량 타이어 가이드 및 범퍼 스톱들(bumper stops)과 같은 기계적 정렬 보조물들을 이용하는 코일 정렬을 달성하기 위한 많은 방법들이 제안된다. 각각은 비용, 복잡도, 및 오염, 결빙 및 습기에 대한 민감도, 충분한 정확도의 부족, 방해받지 않은 스카이 뷰(view of the sky)에 대한 필요성, 및 무선 전력 전달을 위해 이미 제자리에 있는 것을 넘어 장치의 추가에 대한 필요성을 포함하는 제한들을 가진다.

[0019] 변경되지 않은, 보충되지 않은 무선 전력 전달 장치는, 공진 디튜닝 효과들을 무시하여, 정렬 에러가 제로일 때 전달된 전력이 최대화되므로, 코일 정렬 에러의 원시적 표시(primitive indication)를 제공할 수 있다. 결과적으로, 예상보다 더 적은 전력 전달은 소정 정도의 오정렬을 암시한다. 공진 유도 무선 전력 전달 1차 코일들이 원형 또는 정사각형 1차 코일들의 경우 축상 대칭(axial symmetry)을 가지거나, 또는 직사각형 또는 타원형 1차 코일들의 경우 이차 대칭(quadratic symmetry)을 가지기 때문에, 투사된 플럭스 패턴들도 역시 대칭이어서, 정렬 에러 방위각의 결정을 불가능하게 한다. 정렬 에러 크기는 가정될 수 있지만, 에러 방향은 가정되지 않는다.

[0020] 본 발명에 따른 이러한 문제에 대한 해법은, 1차 유도 코일을 둘러싸는 자기 플럭스 필드에 공간적 비대칭을 도입함으로써 에러 방위각 결정을 가능하게 하는 것이다. 이를 수행하는 한 가지 방식은 1차 유도 코일(16)의 둘레 상에 또는 바로 바깥에 중첩되는 보조 코일들을 추가하는 것이다. 각각의 보조 코일은 1차 유도 코일(16)에 의해 생성되는 자기 플럭스를 보충하거나 부분적으로 상쇄시킬 수 있는 자기 플럭스를 생성하고, 이러한 방식으로 에러 벡터 결정을 위해 요구되는 축상 비대칭을 생성하도록 제너레이터(generator)에 의해 구동된다. 그러



나, 이러한 방식에서의 수개의 실제 어려움이 존재한다. 첫번째는, 1차 유도 코일(16)을 구동하기 위해 요구되는 것 이상의 보조 코일 구동 회로에 대한 필요성이다. 두번째 어려움은 주요 전력 드라이버와 1차 유도 코일(16) 사이에 접속된 공진 생성 네트워크로부터 발생한다. 공진 네트워크의 위상 시프트는 1차 유도 코일(16)과 1차 유도 코일 전류 사이의 위상 관계를 다소 모호하게 만든다. 따라서, 보조 코일 드라이버들은 보조 코일 전류의 생성 시 기준으로서, 장치 비용 및 복잡도를 증가시키는 바람직하지 않은 요건을 이용하여 1차 유도 코일 전류를 모니터링한다. 보조 코일 전류 생성 및 제어는 보조 코일들에서의 상당한 유도 전압의 존재, 뿐만 아니라, 구동 포인트 임피던스를 복잡하게 그리고 잠재적으로 불안정하게 만드는 보조 코일 대 보조 코일 상호 결합에 의해 더 복잡해진다.

[0021] 전술된 어려움 및 복잡성들이 도 2에 도시된 예시적인 실시예에서 회피된다. 방사형 아크 세그먼트 와전류 코일들(36, 38, 40 및 42)이 자기 유도에 의해 구동되며; 어떠한 보조 인버터들도 요구되지 않고, 구동 전류 위상 모호성이 완전히 회피된다. 각각의 방사형 아크 세그먼트 와전류 코일(36, 38, 40 및 42)에 대한 보조 인버터 회로들은 각자 브리지 정류기 및 스위칭 트랜지스터(48, 50, 52 및 54)로 대체된다. 브리지 정류기들(48, 50, 52 및 54)은 단일의 단방향성 반도체 스위치를 이용한 양방향 와전류들의 제어를 허용하여, 이에 의해, 단방향성 직류 스위칭 디바이스가 연관된 와전류 코일(36, 38, 40 또는 42)에서 유도된 와전류들의 흐름을 허용하거나 방지할 수 있게 한다. 예시적인 실시예에서, 1차 유도 코일(16)은 정렬 에러 검출 동작 동안 저전력으로 동작되고, 이에 의해 차량 하체 내로 유도되는 바람직하지 않은 기생 와전류들 및 상당히 오정렬된 1차 및 2차 유도 코일들(16, 18)을 이용한 고전력 동작 동안 초래될 수 있는 과도한 자기 필드 누설을 경감시킨다. 소스-대-소스 및 게이트-대-게이트가 접속된 2개의 전계 효과 트랜지스터들을 포함하는 단방향성 교류 반도체 스위치가 도 2에 예시된 단일 트랜지스터, 브리지 정류기 조합 대신 와전류 코일 제어 엘리먼트들에 대해 이용될 수 있다는 것이 관련 기술분야의 통상의 기술자에 의해 이해될 것이다.

[0022] 렌츠의 법칙에 따르면, 활성화된 와전류 코일에 흐르는 와전류들은 입사 자기 플럭스 필드에 반대인 자기 플럭스를 생성하고, 이에 의해, 활성화 와전류 코일 바로 위의 순 자기 플럭스 필드를 약화시킨다. 국부적으로 약화된 자기 플럭스 필드는 차례로 2차 차량 축 코일(18) 내에 유도되는 전압 또는 전류의 크기를 감소시킨다. 1차 및 2차 유도 코일들(16, 18)이 축상으로 정렬되는 경우, 모든 활성화 와전류 코일들(36, 38, 40 및 42)은 유도된 2차 코일 전압 또는 전류를 동일한 정도로 감소시킨다. 그러나, 2차 유도 코일(18)이 축상 정렬을 벗어나, 예를 들어, 후방으로 그리고 우측으로 옮겨지는 경우, 후방-우측 와전류 코일은 정렬 에러 크기에 비례하는 영향의 정도를 가지는 다른 3개의 와전류 코일들보다 더 큰 정도로 2차 유도 코일 유도 전압 또는 전류에 영향을 줄 것이다. 이는, 시퀀서(46)를 이용하여 와전류 코일들(36, 38, 40 및 42)을 순차적으로 활성화시키고, 결과적인 2차 코일 유도 전압 변동 또는 유도 전류 진폭 변동에 유의함으로써, 정렬 에러의 크기 및 방향이 손쉽게 결정되는 것을 의미한다. 2차 축 정렬 에러 결정은 어느 와전류 코일이 정렬 에러 결정 프로세스 동안 항상 활성화된 지에 대한 지식을 요구하며, 이러한 지식은 1차 축 데이터 링크(44) 및 2차 축 데이터 링크(32)를 포함하는 데이터 링크에 의해 2차 측 마이크로컨트롤러(30)에 전달된다.

[0023] 도 2에 도시된 시퀀서(46)가 표 1에 표시된 시퀀스로 아크 세그먼트 와전류 코일들(36, 38, 40 및 42)을 활성화시킨다고 고려한다:

**표 1**

**예시적인 시퀀서 시퀀스**

상태	활성화된 코일들
1	전방-우측
2	후방-우측
3	후방-좌측
4	전방-좌측

[0024]

[0025] 제4 시퀀서 상태에 후속하여 시퀀서의 제1 상태로의 리턴이 이루어지며, 패턴은 반복한다. 각각의 동일한 지속기간의 시퀀서 상태 동안, 2차 측 마이크로컨트롤러(30)는 저전력 정류기(26)와 같은 전압 검출기에 의해 2차 코일 유도 전압( $E_{IND}$ )을 측정하고 기록하는데, 이는 마이크로컨트롤러(30)로의 인가 이전에 디지털화를 위해 아

날로그-디지털 컨버터(ADC)(28)에 측정된 전압을 제공한다.

[0026] 이 예에서, 전방-후방 정렬 에러는 다음과 같이 결정된다:

$$[0027] \quad AE_{FB} = [ E_{IND-FL} + E_{IND-FR} ] - [ E_{IND-BL} + E_{IND-BR} ]$$

[0028] 여기서,  $AE_{FB}$ 는 전방-후방 정렬 에러이고,

[0029]  $E_{IND-FL}$ 은 전방-좌측 와전류 코일이 활성화된 경우의 2차 코일 전압이고,

[0030]  $E_{IND-FR}$ 은 전방-우측 와전류 코일이 활성화된 경우의 2차 코일 전압이고,

[0031]  $E_{IND-BL}$ 은 후방-좌측 와전류 코일이 활성화된 경우의 2차 코일 전압이고,

[0032]  $E_{IND-BR}$ 은 후방-우측 와전류 코일이 활성화된 경우의 2차 코일 전압이다.

[0033]  $AE_{FB} = 0$ 일 때, 전방-후방 정렬 에러는 제로이고,

[0034]  $AE_{FB} > 0$ 일 때, 차량은 전방으로 너무 멀리 있고,  $|AE_{FB}|$ 은 에러 크기를 표시하고,

[0035]  $AE_{FB} < 0$ 일 때, 차량은 후방으로 너무 멀리 있고,  $|AE_{FB}|$ 은 에러 크기를 표시한다.

[0036] 이 예에서, 좌측-우측 정렬 에러는 다음과 같이 결정된다:

$$[0037] \quad AE_{LR} = [ E_{IND-FL} + E_{IND-BL} ] - [ E_{IND-FR} + E_{IND-BR} ]$$

[0038] 여기서,  $AE_{LR}$ 는 좌측-우측 정렬 에러이고,

[0039]  $E_{IND-FL}$ 은 전방-좌측 와전류 코일이 활성화된 경우의 2차 코일 전압이고,

[0040]  $E_{IND-BL}$ 은 후방-좌측 와전류 코일이 활성화된 경우의 2차 코일 전압이고,

[0041]  $E_{IND-FR}$ 은 전방-우측 와전류 코일이 활성화된 경우의 2차 코일 전압이고,

[0042]  $E_{IND-BR}$ 은 후방-우측 와전류 코일이 활성화된 경우의 2차 코일 전압이다.

[0043]  $AE_{LR} = 0$ 일 때, 좌측-우측 정렬 에러는 제로이고,

[0044]  $AE_{LR} > 0$ 일 때, 차량은 좌측으로 너무 멀리 있고,  $|AE_{LR}|$ 은 에러 크기를 표시하고,

[0045]  $AE_{LR} < 0$ 일 때, 차량은 우측으로 너무 멀리 있고,  $|AE_{LR}|$ 은 에러 크기를 표시한다.

[0046] 우측-좌측 및 전방-후방 정렬 에러 크기들은 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 공지되어 있는 종래의 벡터 산술의 이용에 의해 단일 정렬 에러 벡터로 결합될 수 있다. 1차 및 2차 유도 코일들(16, 18)의 임의의 오정렬은 차량 오퍼레이터 인터페이스(34)를 통해 사용자/차량 오퍼레이터에게 전달되며, 그에 의해, 1차 및 2차 유도 코일들(16, 18)의 정렬을 개선하기 위해 사용자/차량 오퍼레이터에 의해 적절한 조정들이 이루어질 수 있다.

[0047] 관련 기술분야의 통상의 기술자라면, 결과적인 2차 유도 코일 유도 전압의 수학적 처리에 의해 결정된 에러 크기 및 방향을 가지는 고유한 클록에 의해 구동되는 각각의 코일을 이용한 수개의 또는 모든 와전류 코일들(36, 38, 40 및 42)의 시계 방향 패턴 또는 반시계방향 패턴의 또는 동시적인 활성화 시에 단일의 또는 다수의 와전류 코일들(36, 38, 40 및 42)의 순차적 활성화를 포함한 다른 시퀀서 스위칭 패턴들이 가능함을 이해할 것이다.

[0048] 도 3은 1차 측-대-2차 측 데이터 링크(44, 32)에 대한 필요성을 제거한 제2 실시예를 도시한다. 이 실시예에서, 시퀀서(46)는 4개의 아크 세그먼트 와전류 코일들(36, 38, 40 및 42) 모두를 동시에 구동하는데, 정사각형파 클록에 의해 전방-좌측 코일은 주파수( $f_1$ )에서 구동되고, 전방-우측 와전류 코일은 주파수( $f_2$ )에서 구동되고, 후방-우측 와전류 코일은 주파수( $f_3$ )에서 구동되고, 그리고 후방-좌측 와전류 코일은 주파수( $f_4$ )에서 구동된다. 최고 주파수와 최저 주파수 사이의 주파수 차이는, 생성된 실제 클록 주파수들 및 왜곡에 의해 가능하게 생성되는 클록 주파수 고조파들의 혼동을 회피하기 위해 한 옥타브 미만이어야 한다. 예를 들어, 4개의

시퀀서 클록 주파수들( $f_1, f_2, f_3$  및  $f_4$ )은 800, 900, 1000 및 1100 헤르츠일 수 있다. 또한, 직사각형과 및 정현파 파형들이 또한 각각의 주파수들( $f_1 - f_n$ )에서 이용될 수 있고, 여기서  $n$ 은 와전류 코일들의 개수이다.

[0049] 2차 측 상에서, 마이크로컨트롤러(30)는 아날로그-디지털 컨버터(28)에 의해 생성된 데이터 시계열(data time series)을 검사하고, ADC 데이터 시계열에 대해 고속 푸리에 변환 또는 유사한 시간 도메인 대 주파수 도메인 변환을 수행한다. FFT 파라미터들은, 각각의 시퀀서 클록 톤이 단일 주파수 도메인 빈 내에 고유하게 들도록 선택된다. 이러한 방식으로, 마이크로컨트롤러(30)에 의한 FFT 동작은 사분면 와전류 코일들(36, 38, 40 및 42)의 상대 기여들을 결정한다. 동일한 시퀀서 클록 톤 진폭들은 제로 정렬 에러를 표시한다. 동일하지 않은 클록 톤 진폭들은 정렬 에러를 표시하고, 클록 톤 진폭 비들은 정렬 에러의 크기 및 방향을 표시한다. 높은 주파수 분해능(frequency resolution)이 요구되지 않으며 FFT 산술 계산들의 수가 낮기 때문에 마이크로컨트롤러 FFT 계산 요건들은 낮다. 각각의 와전류 코일이 그것의 특정 변조 주파수에 의해 고유하게 식별되기 때문에 데이터 링크가 요구되지 않는다.

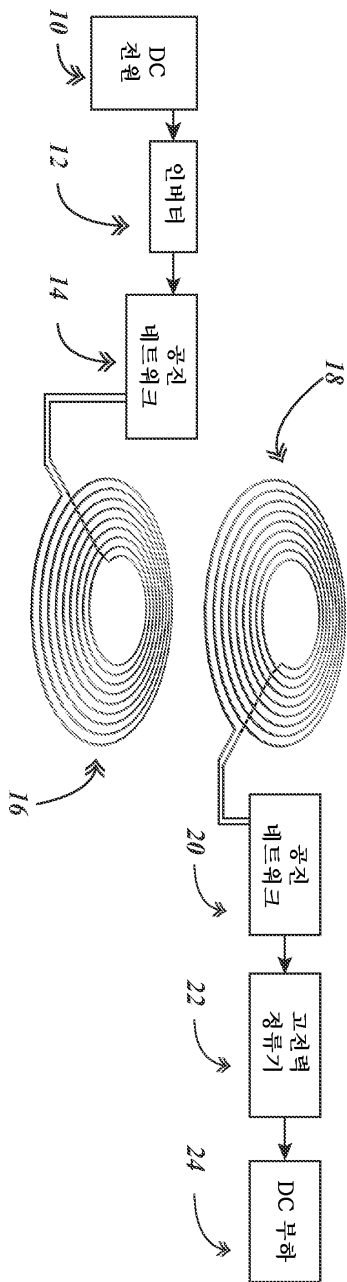
[0050] 와전류 코일들(36, 38, 40 및 42)의 개수 및 코일 아크 폭은 달라질 수 있다. 예를 들어, 각각이 180도 아크 폭 세그먼트를 커버하는 4개의 오버랩하는 "D" 형상의 코일들, 즉, 전방-후방 에러 결정을 위한 2개의 코일들 및 좌측-우측 에러 결정을 위해 이용되는 다른 2개의 코일들이 이용될 수 있다. 대안적으로, 각각이 120도 아크를 커버하는 3개의 오버랩하지 않는 와전류 코일들이 이용될 수 있다. 또한, 정렬 에러 정확도 및 분해능을 개선하기 위해, 각각이 90도 미만의 아크 폭 세그먼트를 포함하는 많은 수의 와전류 코일들이 이용될 수 있다.

[0051] 추가로, 브리지 정류기 구성이 아닌 정류기 구성들이 와전류 코일 제어를 위해 이용될 수 있다. 또한, 정류기-트랜지스터 와전류 제어 쌍은 릴레이 클로저(relay closure), TRAC 다이오드, 또는 유사 디바이스와 같은 양방향 제어 디바이스로 대체될 수 있다. 또한, 적절한 회로 스위칭 또는 과부하 보호를 이용하여, 도 2 및 도 3의 저전력 정류기 블록(26)이 제거되고 고전력 정류기(22)가 대신 이용될 수 있다.

[0052] 또한, 본원에 포함된 개시물이 차량으로의 전기 전력의 제공에 관한 것이지만, 이것이 많은 가능한 응용예들 중 하나일 뿐이며, 비차량 응용예들을 포함하는 다른 실시예들이 가능하다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 관련 기술분야의 통상의 기술자라면, 칫솔, 셀룰러 전화기 및 다른 디바이스들을 충전하기 위해 이용되는 충전기(예를 들어, PowerMat™) 등의 휴대용 가전 디바이스 충전기들과 같은 비차량 응용예들에서 유도 코일 정렬의 다수의 응용예들이 존재한다는 것을 이해할 것이다. 이러한 디바이스들이 하나 이상의 권선들 및 정렬을 이용한다는 것이 이슈이다. 오버랩하는 코일들을 이용하더라도, 본원에 기술된 정렬 기술은 전력 전달을 높이는 것을 도울 수 있다. 셀 폰 충전기에 대한 예시적인 실시예에서, 앱 또는 다른 통지 수단이 셀 폰 상으로 로딩되어, 충전 코일에 대해 적절하게 정렬될 때 셀 폰이 소리를 내거나 진동하게 한다. 이는, 운전자가 내려다볼 필요 없이 충전기를 이용하여 폰의 정렬을 표시하는 것이 바람직한 차량용 응용예들에 대해 특히 유용하다. 따라서, 이러한 응용예 및 다른 이러한 응용예가 후속하는 청구항들의 범위 내에 포함된다.

도면

도면1



종래 기술

도면2

