



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월04일

(11) 등록번호 10-2174521

(24) 등록일자 2020년10월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 50/50 (2019.01) *H02J 5/00* (2016.01)
H02J 7/02 (2016.01)
(52) CPC특허분류
B60L 53/12 (2019.02)
B60L 53/36 (2019.02)
(21) 출원번호 10-2016-7022078
(22) 출원일자(국제) 2015년01월13일
심사청구일자 2019년08월05일
(85) 번역문제출일자 2016년08월11일
(65) 공개번호 10-2016-0110448
(43) 공개일자 2016년09월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/011218
(87) 국제공개번호 WO 2015/112381
국제공개일자 2015년07월30일
(30) 우선권주장
14/160,368 2014년01월21일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
EP02346136 A1
KR1020130005570 A*
JP2010239690 A*
JP2013212033 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
위트리시티 코퍼레이션
미국 메사추세츠주 02472 워터타운 워터 스트리트 57
(72) 발명자
후앙 창-유
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
킬링 니콜라스 에틀
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 23 항

심사관 : 김상철

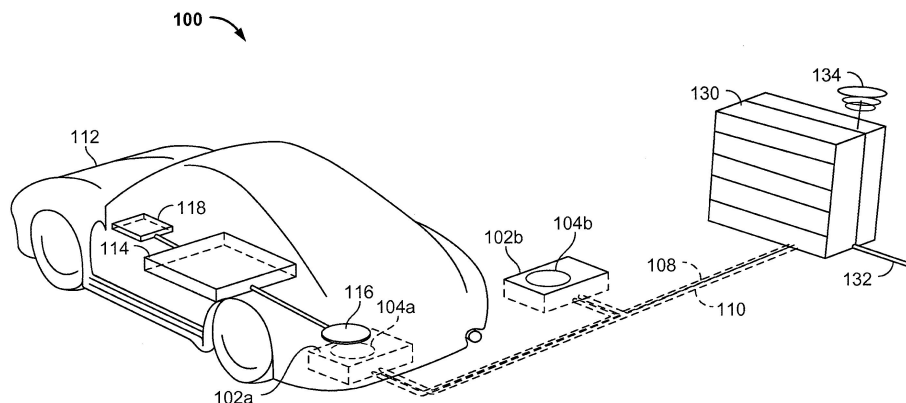
(54) 발명의 명칭 전기 차량 유도 코일 정렬을 위한 시스템들 및 방법들

(57) 요약

특정한 실시형태들에 따른 시스템들 및 방법들은 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호의 위상의 결정을 통해 베이스 시스템 유도 코일과 전기 차량 유도 코일의 정렬을 제공한다. 특정한 실시형태들에서, 송신 신호를 수신하는 전기 차량 유도 코일은, 베이스 시스템 유도 코일 및 전기 차량 유도 코일에서의 전류 신호들의 위상들이

(뒷면에 계속)

대표도



수렴할 때 송신 신호를 송신하는 베이스 시스템 유도 코일과 훨씬 더 정렬되어 있는 것으로 결정될 수 있다. 일 실시형태는 무선 전력 송신에서 송신 신호를 검출하는 단계를 포함하는 무선 전력을 수신하는 방법을 포함하고, 송신 신호는 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들을 포함한다. 방법은 검출된 송신 신호에 기초하여 베이스 시스템 유도 코일 신호의 위상을 결정하는 단계를 더 포함한다.

(52) CPC특허분류

B60L 53/38 (2019.02)

B60L 53/39 (2019.02)

H02J 5/005 (2013.01)

H02J 7/025 (2013.01)

Y02T 10/70 (2020.08)

Y02T 10/7072 (2020.08)

Y02T 90/12 (2020.08)

(72) 발명자

비버 조나단

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

키신 마이클 르 갈레

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

부디아 미켈 비편

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

명세서

청구범위

청구항 1

무선 전력을 수신하는 방법으로서,

전기 차량 유도 코일을 통해 무선 전력 송신에서 송신 신호를 검출하는 단계로서, 상기 송신 신호는 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들을 포함하는, 상기 송신 신호를 검출하는 단계;

전기 차량 제어기를 통해 상기 제 1 주파수와 상기 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들의 타이밍에 대해 상기 송신 신호를 모니터링하는 단계; 및

상기 전기 차량 제어기를 통해 상기 주기적 변동들의 타이밍으로부터 유도 코일 신호의 전류 또는 전압의 위상을 식별하는 단계를 포함하고,

상기 제 1 주파수와 상기 제 2 주파수 사이의 상기 주기적 변동들은 상기 송신 신호의 동작 주파수에 적용된 스텝 변화를 나타내는, 무선 전력을 수신하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

베이스 시스템 유도 코일 전류 위상을 상기 전기 차량 유도 코일의 전류 위상과 비교함으로써 상기 송신 신호를 송신하는 베이스 시스템 유도 코일에 대한 상기 전기 차량 유도 코일의 위치를 결정하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 수신하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

베이스 시스템 유도 코일 전류 위상을 상기 전기 차량 유도 코일의 전압 위상과 비교함으로써 상기 송신 신호를 송신하는 베이스 시스템 유도 코일에 대한 상기 전기 차량 유도 코일의 위치를 결정하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 수신하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

베이스 시스템 유도 코일 전압 위상을 상기 전기 차량 유도 코일의 전압 위상과 비교함으로써 상기 송신 신호를 송신하는 베이스 시스템 유도 코일에 대한 상기 전기 차량 유도 코일의 위치를 결정하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 수신하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

베이스 시스템 유도 코일 전압 위상을 상기 전기 차량 유도 코일의 전류 위상과 비교함으로써 상기 송신 신호를 송신하는 베이스 시스템 유도 코일에 대한 상기 전기 차량 유도 코일의 위치를 결정하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 수신하는 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 송신 신호의 동작 주파수에 적용된 상기 스텝 변화는 상기 유도 코일 신호의 동작 주파수에 적용된 스텝

변화를 나타내는, 무선 전력을 수신하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 전기 차량 유도 코일은 상기 송신 신호를 수신하고; 그리고

상기 전기 차량 제어기는 상기 전기 차량 유도 코일과 결합되는, 무선 전력을 수신하는 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 주파수는 상기 제 1 주파수 보다 큰, 무선 전력을 수신하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 주파수는 상기 제 1 주파수 미만인, 무선 전력을 수신하는 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 무선 전력 송신은 전기 차량을 충전하기에 충분한 레벨에 있는, 무선 전력을 수신하는 방법.

청구항 12

무선 전력 수신기로서,

전기 차량을 충전하기에 충분한 레벨에서 무선 전력 송신을 수신하도록 구성된 전기 차량 유도 코일;

상기 무선 전력 송신에서 송신 신호를 검출하도록 구성된 검출기로서, 상기 송신 신호는 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들을 포함하는, 상기 검출기; 및

상기 제 1 주파수와 상기 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들의 타이밍에 대해 상기 송신 신호를 모니터링하고, 그리고 상기 주기적 변동들의 타이밍으로부터 유도 코일 신호의 전류 또는 전압의 위상을 식별하도록 구성된, 전기 차량 제어기를 포함하고,

상기 제 1 주파수와 상기 제 2 주파수 사이의 상기 주기적 변동들은 상기 송신 신호의 동작 주파수에 적용된 스텝 변화를 나타내는, 무선 전력 수신기.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 전기 차량 제어기는 전기 차량 유도 코일 전류 신호 위상을 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호의 위상과 비교함으로써 상기 송신 신호를 송신하는 베이스 시스템 유도 코일에 대한 상기 전기 차량 유도 코일의 위치를 결정하도록 구성되는, 무선 전력 수신기.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 전기 차량 제어기는 전기 차량 유도 코일 전압 신호 위상을 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호의 위상과 비교함으로써 상기 송신 신호를 송신하는 베이스 시스템 유도 코일에 대한 상기 전기 차량 유도 코일의 위치를 결정하도록 구성되는, 무선 전력 수신기.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 전기 차량 제어기는 전기 차량 유도 코일 전압 신호 위상을 베이스 시스템 유도 코일 전압 신호의 위상과

비교함으로써 상기 송신 신호를 송신하는 베이스 시스템 유도 코일에 대한 상기 전기 차량 유도 코일의 위치를 결정하도록 구성되는, 무선 전력 수신기.

청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 전기 차량 제어기는 전기 차량 유도 코일 전류 신호 위상을 베이스 시스템 유도 코일 전압 신호의 위상과 비교함으로써 상기 송신 신호를 송신하는 베이스 시스템 유도 코일에 대한 상기 전기 차량 유도 코일의 위치를 결정하도록 구성되는, 무선 전력 수신기.

청구항 17

삭제

청구항 18

제 12 항에 있어서,

상기 송신 신호의 동작 주파수에 적용된 상기 스텝 변화는 상기 유도 코일 신호의 동작 주파수에 적용된 스텝 변화를 나타내는, 무선 전력 수신기.

청구항 19

제 12 항에 있어서,

상기 제 2 주파수는 상기 제 1 주파수 보다 큰, 무선 전력 수신기.

청구항 20

제 12 항에 있어서,

상기 제 2 주파수는 상기 제 1 주파수 미만인, 무선 전력 수신기.

청구항 21

제 12 항에 있어서,

상기 무선 전력 송신은 전기 차량을 충전하기에 충분한 레벨에 있는, 무선 전력 수신기.

청구항 22

무선 전력을 송신하는 방법으로서,

베이스 시스템 송신 회로를 통해 유도 코일 신호를 생성하는 단계; 및

상기 유도 코일 신호를 베이스 시스템 유도 코일을 통해 송신 신호로서 송신하는 단계로서, 상기 송신 신호는 무선 전력 수신기로의 무선 전력 송신을 위해 구성되고, 상기 송신 신호는 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들을 포함하는, 상기 유도 코일 신호를 송신하는 단계;

제어기를 통해 상기 제 1 주파수와 상기 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들의 타이밍에 대해 상기 송신 신호를 모니터링하는 단계; 및

상기 제어기를 통해 상기 주기적 변동들의 타이밍으로부터 유도 코일 신호의 전류 또는 전압의 위상을 식별하는 단계를 포함하고,

상기 제 1 주파수와 상기 제 2 주파수 사이의 상기 주기적 변동들은 상기 유도 코일 신호의 동작 주파수에 적용된 스텝 변화를 통해 생성되는, 무선 전력을 송신하는 방법.

청구항 23

삭제

청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 베이스 시스템 유도 코일에 대한 전기 차량 유도 코일의 위치는 상기 유도 코일 신호의 위상을 상기 무선 전력 수신기의 전기 차량 유도 코일의 위상과 비교함으로써 결정가능한, 무선 전력을 송신하는 방법.

청구항 25

무선 전력 송신기로서,

유도 코일 신호를 생성하도록 구성된 베이스 시스템 송신 회로; 및

상기 유도 코일 신호를 송신 신호로서 송신하도록 구성된 베이스 시스템 유도 코일로서, 상기 송신 신호는 무선 전력 수신기로의 무선 전력 송신을 위해 구성되고, 상기 송신 신호는 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들을 포함하는, 상기 베이스 시스템 유도 코일; 및

상기 제 1 주파수와 상기 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들의 타이밍에 대해 상기 송신 신호를 모니터링하고, 그리고 상기 주기적 변동들의 타이밍으로부터 유도 코일 신호의 전류 또는 전압의 위상을 식별하도록 구성된 제어기를 포함하고,

상기 제 1 주파수와 상기 제 2 주파수 사이의 상기 주기적 변동들은 상기 유도 코일 신호의 동작 주파수에 적용된 스텝 변화를 통해 생성되는, 무선 전력 송신기.

청구항 26

삭제

청구항 27

제 25 항에 있어서,

상기 베이스 시스템 유도 코일에 대한 전기 차량 유도 코일의 위치는 상기 유도 코일 신호의 전류 또는 전압의 위상을 상기 무선 전력 수신기의 전기 차량 유도 코일의 위상과 비교함으로써 결정가능한, 무선 전력 송신기.

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 일반적으로 무선 전력 전송에 관한 것으로, 특히, 배터리들을 포함하는 차량 (vehicle) 들과 같은 원격 시스템들에 무선 전력 전송을 위한 그리고 무선 전력 전송 디바이스들의 정렬을 위한 디바이스들, 시스템들, 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 배터리와 같은 에너지 저장 디바이스로부터 수신된 전기로부터 유도되는 로코모션 파워 (locomotion power) 를 포함하는 차량들과 같은 원격 시스템들이 도입되었다. 예를 들어, 하이브리드 전기 차량들은 차량들을 충전하기 위해 차량 제동 및 종래의 모터들로부터의 전력을 사용하는 온-보드 충전기들을 포함한다. 오직 전기로 움직이는 차량들은 일반적으로, 다른 소스들로부터 배터리들을 충전하기 위해 전기를 수신한다. 배터리 전기 차량들 (전기 차량들) 이 가정 또는 상용 교류 (AC) 공급 소스들과 같은 일부 타입의 유선 AC를 통해 충전되도록 종종 제한된다. 유선 충전 커넥션들은 전원에 물리적으로 연결되는 케이블들 또는 다른 유사한 커넥터들을 요구한다. 케이블들 및 유사한 커넥터들은 때때로 불편하거나 거주장스럽고, 다른 단점들을 갖는다. 전기 차량들을 충전하기 위해 사용될 자유 공간에서 (예를 들어, 무선 필드를 통해) 전력을 전송할 수 있는 무선 전력 충전 시스템들은 유선 충전 해결방안들의 결함들 중 일부를 극복할 수도 있다. 이와 같이, 전기

차량을 충전하는 전력을 효율적으로 그리고 안전하게 전송하는 무선 전력 충전 시스템들 및 방법이 바람직하다.

- [0003] 유도 전력 전송 (IPT) 시스템들이 에너지의 무선 전송을 위한 하나의 수단이다. IPT 에서, 프라이머리 (또는 "베이스") 전력 디바이스는 전력을 세컨더리 (또는 "픽-업 (pick-up)") 전력 수신기 디바이스에 송신한다. 송신기 및 수신기 전력 디바이스들 각각은 인덕터들, 통상적으로는, 전류 전달 매체들의 코일들 또는 권선들을 포함한다. 프라이머리 인덕터에서의 교류는 변동 전자기장을 생성한다. 세컨더리 인덕터가 프라이머리 인덕터에 근접하여 배치될 때, 변동 전자기장은 세컨더리 인덕터에서 기전력 (EMF) 을 유도하여, 전력을 세컨더리 전력 수신기 디바이스에 전송한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0004] 첨부한 청구항들의 범위 내의 시스템들, 방법들 및 디바이스들의 다양한 구현이 여러 양태들을 각각 갖고, 이 양태들 중 하나가 본 명세서에 설명한 바람직한 속성들을 단독으로 책임지는 것은 아니다. 첨부한 청구항들의 범위를 한정하지 않으면서, 일부 주요한 특징들이 본 명세서에 설명된다.
- [0005] 본 명세서에서 설명된 요지의 하나 이상의 구현들의 세부사항들은 첨부한 도면들 및 하기의 설명에서 제시된다. 다른 특징들, 양태들 및 장점들은 상세한 설명, 도면들 및 청구항들로부터 명백해질 것이다. 하기의 도면들의 상대적 치수들이 실제대로 도시되지 않을 수도 있다는 점에 유의한다.
- [0006] 특정한 실시형태에서, 무선 전력을 수신하는 방법은, 무선 전력 송신에서 송신 신호를 검출하는 단계를 포함한다. 송신 신호는 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들을 포함한다. 방법은 검출된 송신 신호에 기초하여 베이스 시스템 유도 코일 신호의 위상을 결정하는 단계를 더 포함한다.
- [0007] 다른 특정한 실시형태에서, 무선 전력 수신기가 전기 차량을 충전하기에 충분한 레벨에서 무선 전력 송신을 수신하도록 구성된 전기 차량 유도 코일을 포함한다. 무선 전력 수신기는 무선 전력 송신에서 송신 신호를 검출하도록 구성된 검출기를 더 포함한다. 송신 신호는 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들을 포함한다. 무선 전력 수신기는 검출된 송신 신호에 기초하여 베이스 시스템 유도 코일 신호의 위상을 결정하도록 구성된 전기 차량 제어기를 더 포함한다.
- [0008] 다른 특정한 실시형태에서, 무선 전력 수신기는 무선 전력 송신에서 송신 신호를 검출하는 수단을 포함한다. 송신 신호는 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들을 포함한다. 무선 전력 수신기는 검출된 송신 신호에 기초하여 베이스 시스템 유도 코일 신호의 위상을 결정하는 수단을 더 포함한다.
- [0009] 다른 특정한 실시형태에서, 무선 전력 수신기는, 컴퓨터에 의해 실행되는 경우에, 컴퓨터로 하여금 모바일 디바이스들 사이에서 통신의 방법을 수행하게 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터-판독가능 매체를 포함한다. 방법은 무선 전력 송신에서 송신 신호를 검출하는 단계를 포함한다. 송신 신호는 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들을 포함한다. 방법은 검출된 송신 신호에 기초하여 베이스 시스템 유도 코일 신호의 위상을 결정하는 단계를 더 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1 은 예시적인 실시형태에 따른, 전기 차량을 충전하는 예시적인 무선 전력 전송 시스템의 다이어그램이다. 도 2 는 도 1 의 무선 전력 전송 시스템의 예시적인 코어 컴포넌트들의 개략 다이어그램이다. 도 3 는 도 1 의 무선 전력 전송 시스템의 예시적인 코어 및 부속 컴포넌트들을 도시하는 다른 기능 블록 다이어그램이다. 도 4 는 예시적인 실시형태에 따른 도 1 의 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호와 전기 차량 유도 코일 전류 신호 사이의 위상차를 예시한다. 도 5a 는 예시적인 실시형태에 따른 도 3의 전기 차량 제어기와 같은, 전기 차량 제어기에 의해 수행될 수도 있는 동작들의 플로우차트를 예시한다.

도 5b 는 예시적인 실시형태에 따른 도 5a 의 프로세스를 수행하기 위해 이용될 수 있는 전기 차량 충전 시스템의 기능 블록 다이어그램이다.

도 6 은 예시적인 실시형태에 따른 베이스 시스템 전력 컨버터를 갖는 도 2 의 베이스 무선 충전 시스템의 개념 다이어그램이다.

도 7 은 예시적인 실시형태에 따른 전압원을 갖는 도 6 의 베이스 무선 충전 시스템의 개념 다이어그램이다.

도 8 은 예시적인 실시형태에 따른 도 7 의 베이스 무선 충전 시스템의 노턴-변환 등가도의 개념 다이어그램이다.

도 9 는 예시적인 실시형태에 따른 도 7 의 베이스 시스템 유도 코일과 전기 차량 유도 코일 사이의 관계의 개념 다이어그램이다.

도 10a 는 예시적인 실시형태에 따른, 전기 차량 유도 코일 전류가 베이스 시스템 유도 코일 전류와 동위상일 때를 결정하는 도 3 의 전기 차량 제어기와 같은 전기 차량 제어기에 의해 수행될 수 있는 프로세스의 플로우차트이다.

도 10b 는 예시적인 실시형태에 따른 도 10a 의 프로세스를 수행하기 위해 이용될 수 있는 전기 차량 충전 시스템의 기능 블록 다이어그램이다.

도 11 은 예시적인 실시형태에 따른 도 10a 의 프로세스를 구현하기 위해 활용될 수 있는 회로의 회로도를 예시한다.

도 12 는 예시적인 실시형태에 따른, 베이스 시스템 유도 코일 전류가 전기 차량 유도 코일 전류와 동위상인 경우에 도 1 의 무선 전력 전송 시스템의 시뮬레이션으로부터의 다양한 결과들을 예시한다.

도 13 은 예시적인 실시형태에 따른, 베이스 시스템 유도 코일 전류가 전기 차량 유도 코일 전류와 이상 (out of phase) 인 경우에 도 1 의 무선 전력 전송 시스템의 시뮬레이션으로부터의 다양한 결과들을 예시한다.

도면들에 예시된 다양한 특징들은 실제대로 도시되지 않을 수도 있다. 이에 따라, 다양한 특징들의 치수들은 명확성을 위해 임의적으로 확대되거나 축소될 수도 있다. 또한, 도면들 중 일부는 주어진 시스템, 방법 또는 디바이스의 컴포넌트들 모두를 도시하지 않을 수도 있다. 최종으로, 명세서 및 도면들 전반적으로, 동일한 참조 부호들이 동일한 특징들을 표기하기 위해 사용될 수도 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 첨부한 도면들과 관련하여 후술하는 상세한 설명은 예시적인 실시형태들의 설명으로서 의도되고, 실시될 수도 있는 실시형태들만을 나타내도록 의도되지 않는다. 본 설명 전반적으로 사용된 용어 "예시적인" 은 "예, 경우, 또는 예시로서 기능한다는 것"을 의미하고, 반드시 다른 예시적인 실시형태들 보다 바람직하거나 이점이 있는 것으로 해석되어서는 안 된다. 상세한 설명은 예시적인 실시형태들의 완전한 이해를 제공하기 위한 목적으로 특정한 상세사항들을 포함한다. 본 발명의 예시적인 실시형태들은 이들 특정한 상세사항들 없이 실시될 수도 있다. 일부 경우들에서, 널리 공지된 구조들 및 디바이스들은 본 명세서에 제공된 예시적인 실시형태들의 신규성을 모호하게 하는 것을 회피하기 위해 블록 다이어그램의 형태로 도시된다.
- [0012] 유도 전력 전송 (IPT) 시스템들은, 프라이머리 및 세컨더리 인덕터들이 정렬되는 경우에 최적으로 전력을 전송할 수도 있다. 따라서, 전기 차량 무선 전력 충전 시스템은, 차량이 충전의 시작 이전에 인덕터들의 정렬을 최적화하도록 포지셔닝되는 것을 보장하는 시스템을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0013] 준-최적 전력 전송 뿐만 아니라, 세컨더리 인덕터가 정확하게 정렬되기 이전에 프라이머리 인덕터에 충전을 위해 에너지이징되는 경우에 안전성 위험이 존재할 수도 있다. 예를 들어, 전기 차량 충전 시스템은, 프라이머리 인덕터가 하우징된 지상 설치 전력 디바이스들을 포함할 수도 있으며, 이 지상 설치 전력 디바이스들은 방관자들 (bystander) 에 쉽게 액세스 가능하며, 이물질 (debris) 등에 개방되어 디바이스 위에 또는 근처에 놓여 있을 수도 있다. 전자기장에 대한 노출로부터 사람들 또는 동물들에 대한 위험이 존재할 수도 있고, 이는 인지되거나 실제일 수도 있다. 또한, 무선 전력 전송 베이스 디바이스 위에 놓여 있는 일부 타입의 물질들이 점화에 취약할 수도 있다. 펍-업 전력 디바이스를 갖지 않는 차량이 에너지이징된 프라이머리 디바이스 위에 포지셔닝된 경우에, 차량의 부품들의 가열이 발생할 수도 있고, 이는 위험할 수 있다. 그 결과, 일부 국가들 또는 지역들은 전기 차량 충전 시스템들이 따르도록 법률적으로 요구되는 안전성 표준들을 부과할 수도

있다. 따라서, 상당한 비용 및 복잡성 없이 무선 전력 전송 시스템들이 갖는 임의의 이러한 위험들을 최소화하는 것이 바람직하다.

[0014] 베이스 충전 디바이스들은 이물질의 존재를 검출하거나 디바이스 근처의 오브젝트들을 이동시키는 센서들을 구비할 수도 있으며, 포지티브 검출이 이루어질 때 에너지אי징을 억제할 수도 있다. 그러나, 일부 경우들에 서, 센서들은 에러의 경향이 있으며, 추가 컴포넌트의 비용 및 복잡성을 수반한다.

[0015] 전기 차량 IPT 시스템들은 각종 정렬 시스템들을 사용하여, 전기 차량과 충전 디바이스 인덕터들을 정렬한 후 정렬이 달성되었다는 것을 충전 디바이스에 통신하여, 안전하게 에너지אי징하는 것을 가능하게 할 수도 있다. 예를 들어, 정렬 시스템들은 운전자 또는 차량 안내 시스템에 피드백을 제공하는 기계적 가이드들, 센서들 또는 무선 통신 링크들 (예를 들어, RF 통신, 블루투스 등) 을 포함할 수도 있다. 알맞은 정렬이 달성되면, 신호가 충전 디바이스에 역 전송되고, 그 후, 충전 디바이스는 안전하게 에너지אי징할 수 있다. 그러나, 일부 경우들에서, 이러한 정렬 메커니즘들은, 정렬 시스템들에 대한 추가 컴포넌트에 대한 필요성으로 인해 무선 전력 전송 시스템에 복잡성 및 비용을 부가한다.

[0016] 도 1 은 예시적인 실시형태에 따른, 전기 차량 (112) 를 충전하는 예시적인 무선 전력 전송 시스템 (100) 의 다이어그램이다. 무선 전력 전송 시스템 (100) 은, 전기 차량 (112) 가 베이스 무선 전력 충전 시스템 (102a) 근처에 주차되어 있는 동안 전기 차량 (112) 의 충전을 가능하게 한다. 2개의 전기 차량들에 대한 공간들이 대응하는 베이스 무선 전력 충전 시스템 (102a 및 102b) 위에 주차될 주차 영역에 예시되어 있다. 일부 실시형태들에서, 로컬 분포 센터 (130) 가 전력 백본 (132) 에 연결될 수도 있으며, 전력 링크 (110) 를 통해 교류 (AC) 또는 직류 (DC) 전력원을 베이스 무선 전력 충전 시스템 (102a) 에 제공하도록 구성될 수도 있다. 베이스 무선 전력 충전 시스템 (102a) 은 전력을 무선으로 전송하거나 수신하는 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 을 또한 포함한다. 전기 차량 (112) 는 배터리 유닛 (118), 전기 차량 유도 코일 (116), 및 전기 차량 충전 시스템 (114) 을 포함할 수도 있다. 전기 차량 유도 코일 (116) 은 예를 들어, 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 에 의해 생성된 전자기장의 영역을 통해 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 과 상호작용할 수도 있다.

[0017] 일부 예시적인 실시형태들에서, 전기 차량 유도 코일 (116) 은, 전기 차량 유도 코일 (116) 이 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 에 의해 생성된 에너지 필드에 위치될 때 전력을 수신할 수도 있다. 필드는, 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 에 의해 출력된 에너지가 전기 차량 유도 코일 (116) 에 의해 캡처될 수도 있는 영역에 대응한다. 일부 경우들에서, 필드는 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 의 "근거리장(near field)" 에 대응할 수도 있다. 근거리장은 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 로부터 떨어져 전력을 방사하지 않는 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 에서의 전류들 및 전하들로부터 발생하는 강한 리액티브 필드들 (reactive fields) 이 존재하는 영역에 대응할 수도 있다. 일부 경우들에서, 근거리장은 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 의 파장의 약 $1/2\pi$ 내에 있는 영역에 대응할 수도 있다 (그리고 전기 차량 유도 코일 (116) 에 대해 반대의 경우도 마찬가지임).

[0018] 로컬 분배 센터 (130) 는 통신 백홀 (134) 을 통해 외부 소스들 (예를 들어, 전력 그리드) 과, 그리고 통신 링크 (108) 를 통해 베이스 무선 전력 충전 시스템 (102a) 과 통신하도록 구성될 수도 있다.

[0019] 일부 실시형태들에서, 전기 차량 유도 코일 (116) 은 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 과 정렬될 수도 있으며, 따라서, 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 에 대해 정확하게 전기 차량 (112) 를 포지셔닝하는 운전자에게 의해 간단히 근거리장 영역 내에 배치될 수도 있다. 추가로 또는 대안으로, 운전자에게는 전기 차량 (112) 가 무선 전력 전송을 위해 적절하게 배치될 때를 결정하기 위해 시각 피드백, 청각 피드백, 또는 이들의 조합이 제공될 수도 있다. 추가로 또는 대안으로, 전기 차량 (112) 는 정렬 에러가 허용 값에 도달할 때까지는 전기 차량 (112) 를 앞뒤로 (예를 들어, 지그-재그 이동으로) 이동시킬 수도 있는 오토파일럿 (autopilot) 시스템에 의해 포지셔닝될 수도 있다. 이것은 예를 들어, 전기 차량 (112) 가 서보 스티어링 휠, 초음파 센서들, 및 차량을 조절하는 지능을 구비하는 경우에, 운전자 개입 없이 또는 최소한의 운전자 개입으로 전기 차량 (112) 에 의해 자동으로 그리고 자율적으로 수행될 수도 있다. 추가로 또는 대안으로, 전기 차량 유도 코일 (116), 베이스 시스템 유도 코일 (104a), 또는 이들의 조합은 유도 코일들 (116 및 104a) 을 더욱 정확하게 배향하고 그 사이의 더욱 효율적인 결합을 전개하기 위해 서로에 대해 유도 코일들 (116 및 104a) 을 변위시키고 이동시키는 기능을 가질 수도 있다.

[0020] 베이스 무선 전력 충전 시스템 (102a) 은 다양한 위치들에 위치될 수도 있다. 예를로서, 일부 적합한 위치들은 전기 차량 (112) 소유자의 집에서의 주차 영역, 종래의 석유 기반 주유소들 이후에 모델링된 전기 차량 무

선 충전을 위해 예약된 주차 영역들, 및 쇼핑 센터들 및 근무지들과 같은 다른 위치들에서의 주차장들을 포함한다.

[0021] 전기 차량을 무선으로 충전하는 것은 다수의 이점들을 제공할 수도 있다. 예를 들어, 충전은 실질적으로 운전자 개입 및 조작 없이 자동으로 수행될 수도 있어서, 사용자에게 편의를 향상시킨다. 또한, 노출된 전기적 접촉이 없을 수도 있으며 기계적 마모가 없을 수도 있어서, 무선 전력 전송 시스템 (100)의 신뢰도를 향상시킨다. 케이블들 및 커넥터들과의 조작들이 필요하지 않을 수도 있으며, 실외 환경에서 습기 및 물에 노출될 수도 있는 케이블들, 플러그들, 또는 소켓들이 없을 수도 있어서, 안전성을 향상시킨다. 가시적이거나 액세스 가능한 소켓들, 케이블들, 및 플러그들이 또한 존재하지 않을 수도 있어서, 전력 충전 디바이스들의 잠재적 파손을 감소시킨다. 또한, 전기 차량 (112)가 전력 그리드를 안정화시키기 위해 분포된 스토리지 디바이스들로서 사용될 수도 있기 때문에, 도킹-투-그리드 (docking-to-grid) 솔루션이 차량-투-그리드 (V2G) 동작을 위한 차량들의 가용성을 증가시키기 위해 사용될 수도 있다.

[0022] 도 1을 참조하여 설명한 바와 같은 무선 전력 전송 시스템 (100)은 미학적 및 비장애적 (non-impedimental) 이점들을 또한 제공할 수도 있다. 예를 들어, 차량들 및/또는 보행자들에 대해 장애일 수도 있는 충전 컬럼들 및 케이블들이 존재하지 않을 수도 있다.

[0023] 차량-투-그리드 능력의 추가의 설명으로서, 무선 전력 송신 및 수신 능력들은 상호적인 것으로 구성될 수도 있어서, 베이스 무선 전력 충전 시스템 (102a)이 전력을 전기 차량 (112)에 전송하고 전기 차량 (112)는 예를 들어, 에너지 부족 시에 전력을 베이스 무선 전력 충전 시스템 (102a)에 전송한다. 이러한 능력은 과도한 요구에 의해 초과된 에너지 부족 시에 또는 재생 에너지 생성 (예를 들어, 바람 또는 태양광)에서의 부족 시에 전기 차량들이 전체 분배 시스템에 전력을 제공하게 함으로써 전력 분배 그리드를 안정화하는데 유용할 수도 있다.

[0024] 도 2는 도 1의 무선 전력 전송 시스템 (100)의 예시적인 코어 컴포넌트들의 개략 다이어그램이다. 도 2에 도시되어 있는 바와 같이, 무선 전력 전송 시스템 (200)은 인덕턴스 (L_1)를 갖는 베이스 시스템 인덕터 코일 (204)을 포함하는 베이스 시스템 송신 회로 (206)를 포함할 수도 있다. 무선 전력 전송 시스템 (200)은 인덕턴스 (L_2)를 갖는 전기 차량 유도 코일 (216)을 포함하는 전기 차량 수신 회로 (222)를 더 포함한다.

본 명세서에 설명하는 실시형태들은, 프라이머리 및 세컨더리 구조들 양자가 공통 공진 주파수에 튜닝되는 경우에, 자기 또는 전자기 근거리장을 통해 프라이머리 구조 (송신기)로부터 세컨더리 구조 (수신기)로 에너지를 효율적으로 결합시킬 수 있는 공진 구조를 형성하는 용량적으로 로딩된 와이어 루프들 (즉, 멀티-턴 코일들)을 사용할 수도 있다.

[0025] 공진 주파수는 유도 코일 (예를 들어, 베이스 시스템 유도 코일 (204))을 포함하는 송신 회로의 인덕턴스 및 커패시턴스에 기초할 수도 있다. 도 2에 도시되어 있는 바와 같이, 인덕턴스는 일반적으로 유도 코일의 인덕턴스일 수도 있는 반면에, 커패시턴스는 원하는 공진 주파수에서 공진 구조를 생성하기 위해 유도 코일에 부가될 수도 있다. 일례로서, 커패시터가 전자기장을 생성하는 공진 회로 (예를 들어, 베이스 시스템 송신 회로 (206))를 생성하기 위해 유도 코일과 직렬로 부가될 수도 있다. 그에 따라, 더 큰 직경의 유도 코일들에 대해, 공진을 유도하는 커패시턴스의 값은, 코일의 직경 또는 인덕턴스가 증가할수록 감소할 수도 있다. 인덕턴스는 유도 코일의 회전 수에 또한 의존할 수도 있다. 더욱이, 유도 코일의 직경이 증가함에 따라, 근거리장의 효율적인 에너지 전송 영역이 증가할 수도 있다. 다른 공진 회로들이 가능하다. 다른 예로서, 커패시터는 유도 코일 (예를 들어, 병렬 공진 회로)의 2개의 단자들 사이에 병렬로 배치될 수도 있다. 더욱이, 유도 코일은 유도 코일의 공진을 향상시키기 위해 높은 품질 (Q) 팩터를 갖도록 설계될 수도 있다.

[0026] 코일들은 전기 차량 유도 코일 (216) 및 베이스 시스템 유도 코일 (204)을 위해 사용될 수도 있다. 에너지를 결합하는 공진 구조들을 사용하는 것이, "자기 결합 공진", "전자기 결합 공진", 및/또는 공진 유도"로 지칭될 수도 있다. 무선 전력 전송 시스템 (200)의 동작이 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202)으로부터 전기 차량 (112)의 전기 차량 충전 시스템 (214)으로의 전력 전송에 기초하여 설명될 것이지만, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 전기 차량 (112)는 전력을 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202)에 전송할 수도 있다.

[0027] 도 2를 참조하면, 전원 (208) (예를 들어, AC 또는 DC)은 전력 (P_{SDC})을 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202)에 공급하여 에너지를 전기 차량 (112)에 전송한다. 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202)은 베이스 충전 시스템 전력 컨버터 (236)를 포함한다. 베이스 충전 시스템 전력 컨버터 (236)는 표준 메인 AC로부터 적합한 전압 레벨에서의 DC 전력으로 전력을 변환하도록 구성된 AC/DC 컨버터, 및 DC 전력을 무선 고전력 전송에

적합한 동작 주파수에서의 전력으로 변환하도록 구성된 DC/저주파수 (LF) 컨버터와 같은 회로를 포함할 수도 있다. 베이스 충전 시스템 전력 컨버터 (236) 는 원하는 주파수에서 전자기장을 방출하기 위해 베이스 시스템 유도 코일 (204) 과 직렬 또는 병렬 구성 또는 양자의 조합으로 리액티브 튜닝 컴포넌트들로 이루어질 수도 있는 베이스 충전 시스템 튜닝 회로 (205) 를 포함하는 베이스 시스템 송신 회로 (206) 에 전력 (P_1) 을 공급한다. 커패시터 (C_1) 는 원하는 주파수에서 공진하는 베이스 시스템 유도 코일 (204) 과 공진 회로를 형성하기 위해 제공될 수도 있다.

[0028] 베이스 시스템 유도 코일 (204) 을 포함하는 베이스 시스템 송신 회로 (206) 및 전기 차량 유도 코일 (216) 을 포함하는 전기 차량 수신 회로 (222) 양자는 실질적으로 동일한 주파수로 튜닝될 수도 있으며, 베이스 시스템 유도 코일 (204) 및 전기 차량 유도 코일 (216) 중 하나에 의해 송신된 전자기장의 근거리장 내에 포지셔닝될 수도 있다. 이러한 경우에서, 베이스 시스템 유도 코일 (204) 및 전기 차량 유도 코일 (216) 은, 전력이 전기 차량 충전 시스템 튜닝 회로 (221) 및 전기 차량 유도 코일 (216) 을 포함하는 전기 차량 수신 회로 (222) 에 전송될 수도 있도록 서로에 결합될 수 있다. 전기 차량 충전 시스템 튜닝 회로 (221) 는 원하는 주파수에서 공진하는 전기 차량 유도 코일 (216) 과 공진 회로를 형성하기 위해 제공될 수도 있다. 코일 분리에서 발생하는 상호 결합 계수는 엘리먼트 ($k(d)$) 에 의해 표현된다. 등가 저항들 ($R_{eq,1}$ 및 $R_{eq,2}$) 은 유도 코일들 (204 및 216) 및 일부 실시형태들에서, 베이스 충전 시스템 튜닝 회로 (205) 및 전기 차량 충전 시스템 튜닝 회로 (221) 각각에 제공될 수도 있는 임의의 안티-리액턴스 커패시터들에 고유할 수도 있는 손실들을 나타낸다. 전기 차량 유도 코일 (216) 및 전기 차량 충전 시스템 튜닝 회로 (221) 를 포함하는 전기 차량 수신 회로 (222) 는 전력 (P_2) 을 수신하며, 그 전력 (P_2) 을 전기 차량 충전 시스템 (214) 의 전기 차량 전력 컨버터 (238) 에 제공한다.

[0029] 전기 차량 전력 컨버터 (238) 는 예를 들어, 동작 주파수에서의 전력을 전기 차량 배터리 유닛 (218) 의 전압 레벨에 매칭된 전압 레벨에서의 DC 전력으로 역으로 변환하도록 구성된 LF/DC 컨버터를 포함할 수도 있다. 전기 차량 전력 컨버터 (238) 는 변환된 전력 (P_{LDC}) 을 제공하여 전기 차량 배터리 유닛 (218) 을 충전할 수도 있다. 전원 (208), 베이스 충전 시스템 전력 컨버터 (236), 및 베이스 시스템 유도 코일 (204) 은 정지식일 수도 있으며, 본 개시에 논의된 바와 같이 다양한 위치들에 위치될 수도 있다. 배터리 유닛 (218), 전기 차량 전력 컨버터 (238), 및 전기 차량 유도 코일 (216) 은 전기 차량 (112) 의 일부 또는 배터리 팩 (미도시) 의 일부인 전기 차량 충전 시스템 (214) 에 포함될 수도 있다. 전기 차량 충전 시스템 (214) 은 전기 차량 유도 코일 (216) 을 통해 전력을 무선으로 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202) 에 제공하여 전력을 그리드에 피드백하도록 또한 구성될 수도 있다. 전기 차량 유도 코일 (216) 및 베이스 시스템 유도 코일 (204) 각각은 동작의 모드에 기초하여 송신 또는 수신 유도 코일들로서 작용할 수도 있다.

[0030] 도시하지는 않았지만, 무선 전력 전송 시스템 (200) 은 무선 전력 전송 시스템 (200) 으로부터 전기 차량 배터리 유닛 (218) 또는 전원 (208) 을 안전하게 연결해제하기 위해 부하 연결해제 유닛 (LDU) 을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 긴급 또는 시스템 고장의 경우에, LDU 는 무선 전력 전송 시스템 (200) 으로부터 부하를 연결해제하도록 트리거링될 수도 있다. LDU 는 배터리에 대한 충전을 관리하는 배터리 관리 시스템에 부가하여 제공될 수도 있거나, 배터리 관리 시스템의 일부일 수도 있다.

[0031] 또한, 전기 차량 충전 시스템 (214) 은 전기 차량 유도 코일 (216) 을 전기 차량 전력 컨버터 (238) 에 선택적으로 연결하고 연결해제하는 스위칭 회로 (미도시) 를 포함할 수도 있다. 전기 차량 유도 코일 (216) 을 연결해제하는 것은, 충전을 중단할 수도 있으며 (송신기로서 작용하는) 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202) 이 "보여지는" 바와 같이 "부하" 를 또한 조절할 수도 있고, 이는 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202) 으로부터 (수신기로서 작용하는) 전기 차량 충전 시스템 (214) 을 결합해제 (decouple) 하기 위해 사용될 수도 있다. 부하 변화들은, 송신기가 부하 감지 회로를 포함하는 경우에 검출될 수도 있다. 그에 따라, 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202) 과 같은 송신기는, 전기 차량 충전 시스템 (214) 과 같은 수신기들이 베이스 시스템 유도 코일 (204) 의 근거리장에 존재할 때를 결정하는 메커니즘을 가질 수도 있다.

[0032] 동작에 있어서, 차량 또는 배터리를 향한 에너지 전송을 가정하면, 입력 전력이 전원 (208) 으로부터 제공되어, 베이스 시스템 유도 코일 (204) 이 에너지 전송을 제공하는 필드를 생성한다. 전기 차량 유도 코일 (216) 은 방사 필드에 결합되고, 전기 차량 (112) 의 전기 차량 충전 시스템 (214) 또는 전기 차량 배터리 유닛 (218) 에 의한 저장 또는 소모를 위한 출력 전력을 생성한다. 상술한 바와 같이, 일부 실시형태들에서, 베이스 시스템 유도 코일 (204) 및 전기 차량 유도 코일 (216) 은, 전기 차량 유도 코일 (216) 의 공진 주파수 및 베이스

시스템 유도 코일 (204) 의 공진 주파수가 매우 근접하거나 실질적으로 동일하도록 상호 공진 관계에 따라 구성된다. 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202) 과 전기 차량 충전 시스템 (214) 사이의 송신 손실들은, 전기 차량 유도 코일 (216) 이 베이스 시스템 유도 코일 (204) 의 근거리장에 위치될 때 최소이다.

[0033] 효율적인 에너지 전송은, 전자기파에서의 대부분의 에너지를 원거리장 (far-field) 으로 전파하기 보다는, 송신 유도 코일의 근거리장에서의 에너지의 대부분을 수신 유도 코일에 결합함으로써 발생할 수도 있다. 근거리장에 있을 때, 결합 모드가 송신 유도 코일과 수신 유도 코일 사이에서 확립될 수도 있다. 이러한 근거리장 결합이 발생할 수도 있는 유도 코일들 주위의 영역을 본 명세서에서 근거리장 결합 모드 영역으로서 지칭할 수도 있다.

[0034] 도시하지는 않았지만, 베이스 충전 시스템 전력 컨버터 (236) 및 전기 차량 전력 컨버터 (238) 양자는 오실레이터, 전력 증폭기와 같은 드라이버 회로, 필터, 및 무선 전력 유도 코일과의 효율적인 결합을 위한 매칭 회로를 포함할 수도 있다. 오실레이터는 조절 신호에 응답하여 조절될 수도 있는 원하는 주파수를 생성하도록 구성될 수도 있다. 오실레이터 신호는 제어 신호들에 응답하여 증폭량으로 전력 증폭기에 의해 증폭될 수도 있다. 필터 및 매칭 회로는 고조파들 또는 다른 원치 않는 주파수들을 필터링하고 전력 변환 모듈의 임피던스를 무선 전력 유도 코일에 매칭하기 위해 포함될 수도 있다. 전력 컨버터들 (236 및 238) 은 적합한 전력 출력을 생성하여 하나 이상의 배터리들을 충전하기 위해 정류기 및 스위칭 회로를 또한 포함할 수도 있다.

[0035] 전기 차량 유도 코일 (216) 및 베이스 시스템 유도 코일 (204) 은 "루프" 안테나들, 및 더욱 구체적으로는, 멀티-턴 루프 안테나들로 지칭될 수도 있거나 구성될 수도 있다. 유도 코일들 (204 및 206) 은 또한 본 명세서에서 "자기" 안테나들로 지칭될 수도 있거나 구성될 수도 있다. 용어 "코일들" 은 다른 "코일" 에 결합을 위해 에너지를 무선으로 출력하거나 수신할 수도 있는 컴포넌트를 지칭하도록 의도된다. 코일은 전력을 무선으로 출력하거나 수신하도록 구성되는 타입의 "안테나"로서 또한 지칭될 수도 있다. 루프 (예를 들어, 멀티-턴 루프) 안테나들은 에어 코어 또는 페라이트 코어와 같은 물리적 코어를 포함하도록 구성될 수도 있다. 에어 코어 루프 안테나는 코어 영역 내에 다른 컴포넌트들의 배치를 허용할 수도 있다. 강자성 또는 페리자성 재료들을 포함하는 물리적 코어 안테나들은 더 강한 전자기장 및 향상된 결합의 전개를 허용할 수도 있다.

[0036] 송신기와 수신기 사이의 에너지의 효율적인 전송은, 송신기와 수신기 사이의 매칭되거나 거의 매칭된 공진 동안 발생할 수도 있다. 또한, 송신기와 수신기 사이의 공진이 매칭되지 않을 때에도, 에너지는 더 낮은 효율로 전송될 수도 있다. 에너지의 전송은, 송신 유도 코일로부터의 에너지를 자유 공간으로 전파하기 보다는, 이러한 근거리장이 확립되는 영역 내에 (예를 들어, 공진 주파수의 미리 결정된 주파수 범위 내에, 또는 근거리장 영역의 미리 결정된 거리 내에) 상주하는 수신 유도 코일에 송신 유도 코일의 근거리장으로부터의 에너지를 결합함으로써 발생한다.

[0037] 일부 실시형태들에 따르면, 서로의 근거리장에 있는 2개의 유도 코일들 사이의 결합 전력이 개시된다. 근거리장은 전자기장들이 존재하지만 유도 코일로부터 떨어져 전파하거나 방사하지 못할 수도 있는 유도 코일 주위의 영역에 대응할 수도 있다. 근거리장 결합 모드 영역들은, 통상적으로 파장의 작은 부분 내의, 유도 코일의 물리적 볼륨 근처인 볼륨에 대응할 수도 있다. 일부 실시형태들에 따르면, 실질적인 실시형태들에서의 자기 근거리장 진폭들이 전기 타입 안테나 (예를 들어, 소형 안테나) 의 전기 근거리장들에 비하여 자기 타입 코일들에 대해 더 높은 경향이 있기 때문에, 단일 및 멀티 턴 루프 안테나들과 같은 전자기 유도 코일들이 송신 및 수신 양자를 위해 사용된다. 이것은 쌍 (pair) 사이의 잠재적으로 더 높은 결합을 허용한다. 더욱이, "전기" 안테나들 (예를 들어, 다이폴들 및 모노폴들) 또는 자기 및 전기 안테나들의 조합이 사용될 수도 있다.

[0038] 도 3 은 도 1 의 무선 전력 전송 시스템 (100) 의 예시적인 코어 및 부속 컴포넌트들을 도시하는 다른 기능 블록 다이어그램이다. 무선 전력 전송 시스템 (300) 은 베이스 시스템 또는 송신기 인덕터 (304) 또는 전기 차량 또는 수신기 인덕터 (316) 를 위한 통신 링크 (376), 안내 링크 (366), 및 정렬 시스템들 (352, 354) 을 예시한다. 도 2 를 참조하여 그리고 에너지 흐름이 전기 차량을 향할 때 시스템의 사용을 참조하여 상술한 바와 같이, 도 3 에서, 베이스 충전 시스템 전력 인터페이스 (334) 는 AC 또는 DC 전원장치와 같은 전원으로부터 충전 시스템 전력 컨버터 (336) 에 전력을 제공하도록 구성될 수도 있다. 베이스 충전 시스템 전력 컨버터 (336) 는 베이스 충전 시스템 전력 인터페이스 (334) 로부터 AC 또는 DC 전력을 수신하여, 그 공진 주파수에서 또는 공진 주파수 근처에서 베이스 시스템 유도 코일 (304) 을 여기시킬 수도 있다. 전기 차량 인덕터 (316) 는, 근거리장 결합 모드 영역에 있을 때, 공진 주파수에서 또는 공진 주파수 근처에서 발진하도록 근거리장 결합 모드 영역으로부터 에너지를 수신할 수도 있다. 전기 차량 전력 컨버터 (338) 는 전기 차량 유도

코일 (316)로부터의 발진 신호를 전기 차량 전력 인터페이스 (340)를 통한 배터리 충전에 적합한 전력 신호로 변환한다.

[0039] 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302)은 베이스 충전 시스템 제어기 (342)를 포함하며, 전기 차량 충전 시스템 (314)은 전기 차량 제어기 (344)를 포함한다. 베이스 충전 시스템 제어기 (342)는 예를 들어, 컴퓨터, 및 전력 분배 센터, 또는 스마트 전력 그리드와 같은 다른 시스템들에 대한 베이스 충전 시스템 통신 인터페이스 (360)를 포함할 수도 있다. 전기 차량 제어기 (344)는 예를 들어, 차량 상의 온-보드 컴퓨터, 다른 배터리 충전 제어기, 차량들 내의 다른 전자 시스템들, 및 원격 전자 시스템들과 같은 다른 시스템들에 대한 전기 차량 통신 인터페이스 (368)를 포함할 수도 있다.

[0040] 베이스 충전 시스템 제어기 (342) 및 전기 차량 제어기 (344)는 개별 통신 채널들을 갖는 특정 애플리케이션에 대한 서브시스템들 또는 모듈들을 포함할 수도 있다. 이들 통신 채널들은 개별적인 물리 채널들 또는 개별적인 논리 채널들일 수도 있다. 예를로서, 베이스 충전 정렬 시스템 (352)은 정렬 링크 (356)를 통해 전기 차량 정렬 시스템 (354)과 통신하여, 베이스 시스템 유도 코일 (304) 및 전기 차량 유도 코일 (316)을 자율적으로 그리고/또는 오퍼레이터 지원으로 더욱 근접하게 정렬하기 위한 피드백 메커니즘을 제공할 수도 있다. 유사하게, 베이스 충전 안내 시스템 (362)은 안내 링크 (366)를 통해 전기 차량 안내 시스템 (364)과 통신하여, 베이스 시스템 유도 코일 (304) 및 전기 차량 유도 코일 (316)을 정렬하는데 있어서 전기 차량을 자율적으로 그리고/또는 오퍼레이터 지원으로 안내하기 위한 피드백 메커니즘을 제공할 수도 있다. 또한, 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302)과 전기 차량 충전 시스템 (314) 사이에서 다른 정보를 통신하는 베이스 충전 통신 시스템 (372) 및 전기 차량 통신 시스템 (374)에 의해 지원된 개별 범용 통신 링크들 (예를 들어, 채널들)이 존재할 수도 있다. 이러한 정보는 전기 차량에 대한 유지 및 진단 데이터 뿐만 아니라, 전기 차량 특징들, 배터리 특징들, 충전 상태, 및 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302) 및 전기 차량 충전 시스템 (314) 양자의 전력 능력들에 관한 정보를 포함할 수도 있다. 이들 통신 채널들은 예를 들어, 블루투스, 지그비 (zigbee), 셀룰러 등과 같은 개별 물리적 통신 채널들일 수도 있다.

[0041] 전기 차량 제어기 (344)는 마이크로파 또는 초음파 레이더 원리들에 기초한 주차 보조 시스템, 반-자동 주차 동작을 수행하도록 구성된 브레이크 시스템, 및 더 높은 주차 정확도를 제공할 수도 있는 주로 자동화된 주차 '파크 바이 와이어 (park by wire)'를 돕도록 구성된 스티어링 휠 서보 시스템을 또한 포함할 수도 있어서, 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302) 및 전기 차량 충전 시스템 (314)에서 기계적 수평 유도 코일 정렬의 필요성을 감소시킨다. 또한, 전기 차량 제어기 (344)는 전기 차량 (112)의 전자부품들과 통신하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 전기 차량 제어기 (344)는 시각 출력 디바이스들 (예를 들어, 대시보드 디스플레이), 청각/오디오 출력 디바이스들 (예를 들어, 버저, 스피커들), 기계적 입력 디바이스들 (예를 들어, 키보드, 터치 스크린, 및 조이스틱, 트랙볼 등과 같은 포인팅 디바이스들), 및 오디오 입력 디바이스들 (예를 들어, 전자 음성 인식을 갖는 마이크로폰)과 통신하도록 구성될 수도 있다.

[0042] 또한, 무선 전력 전송 시스템 (300)은 검출 및 센서 시스템들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 무선 전력 전송 시스템 (300)은 운전자 또는 차량을 충전 장소에 적절하게 안내하기 위해 시스템들과 사용하기 위한 센서들, 요구된 분리/결합으로 유도 코일들을 상호 정렬하기 위한 센서들, 전기 차량 유도 코일 (316)이 특정한 높이 및/또는 위치로 이동하는 것을 방해할 수도 있는 오브젝트들을 검출하여 결합을 달성하기 위한 센서들, 및 시스템의 신뢰가능하고, 무손상이며, 안전한 동작을 수행하기 위해 시스템들과 사용하기 위한 안전성 센서들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 안전성 센서는 안전성 반경을 넘어 무선 전력 송신기/수신기 디바이스들 (304, 316)에 접근하는 동물들 또는 아이들의 존재의 검출, (예를 들어, 유도 가열로 인해) 가열될 수도 있는 베이스 시스템 유도 코일 (304) 근처의 금속 오브젝트들의 검출, 베이스 시스템 인덕터 (304) 상의 백열성의 오브젝트들과 같은 위험한 이벤트들의 검출, 및 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302) 및 전기 차량 충전 시스템 (314) 컴포넌트들의 온도 모니터링을 위한 센서를 포함할 수도 있다.

[0043] 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302)과 전기 차량 충전 시스템 (314) 사이에서 통신하기 위해, 무선 전력 전송 시스템 (300)은 대역내 시그널링 및 RF 데이터 모뎀 (예를 들어, 무면허 대역에서 무선을 통한 이더넷) 양자를 사용할 수도 있다. 대역의 통신이 차량 사용자/소유자에 대한 부가 가치 서비스들의 할당을 위해 충분한 대역폭을 제공할 수도 있다. 무선 전력 캐리어의 낮은 깊이 진폭 또는 위상 변조가 최소의 간섭으로 대역내 시그널링 시스템으로서 작용할 수도 있다.

[0044] 또한, 일부 통신은 특정한 통신 안테나들을 사용하지 않고 무선 전력 링크를 통해 수행될 수도 있다. 예를 들어, 무선 전력 인덕터들 (304 및 316)은 무선 통신 송신기들로서 작용하도록 또한 구성될 수도 있다. 따

라서, 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302) 의 일부 실시형태들은 무선 전력 경로상에서 키잉 (keying) 타입 프로토콜을 가능하게 하기 위한 제어기 (미도시) 를 포함할 수도 있다. 미리 정해진 프로토콜로 미리 정해진 간격들에서 송신 전력 레벨을 키잉함으로써 (진폭 시프트 키잉), 수신기는 송신기로부터의 일련의 통신을 검출할 수도 있다. 베이스 충전 시스템 전력 컨버터 (336) 는 베이스 시스템 유도 코일 (304) 에 의해 생성된 근거리장 근처에 활성 전기 차량 수신기들의 존재 또는 부재를 검출하는 부하 감지 회로 (미도시) 를 포함할 수도 있다. 예로서, 부하 감지 회로는 전력 증폭기로 흐르는 전류를 모니터링하고, 이 전류는 베이스 시스템 유도 코일 (304) 에 의해 생성된 근거리장 근처에 활성 수신기들의 존재 또는 부재에 의해 영향을 받는다. 전력 증폭기 상의 부하에 대한 변화들의 검출은, 에너지를 송신하기 위해 오실레이터를 인에이블하는지, 활성 수신기와 통신하는지, 또는 이들의 조합을 결정하는데 사용하기 위해 베이스 충전 시스템 제어기 (342) 에 의해 모니터링될 수도 있다.

[0045] 전기 차량 유도 전력 전송을 위한 다양한 시스템들이 위에서 논의되었지만, 전기 차량 유도 전력 전송을 위한 시스템들은 상이한 실시형태들에 따라 다양한 추가의 방식으로 구현될 수 있다. 전기 차량 유도 코일 정렬을 위한 송신 신호의 위상을 결정하는 시스템들 및 방법들이 아래에 논의된다.

[0046] 전기 차량 유도 코일 위치 검출 동안, 전기 차량 충전 시스템의 단락 회로 전류의 측정은 연관된 전기 차량 유도 코일의 크기 및 위상을 획득하기 위해 사용될 수 있다. 또한, 특정한 애플리케이션들에서, 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호의 크기는 알려질 수 있지만, 베이스 무선 전력 충전 시스템의 사양들로부터 한정되지 않는다. 그러나, 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호의 크기와 함께 단지 전기 차량 유도 코일 전류 신호의 크기 및 위상에 관한 정보를 갖으면, 베이스 시스템 유도 코일에 관한 전기 차량 유도 코일의 위치를 적절하게 결정하는데 불충분하다. 예를 들어, 도 4 는 예시적인 실시형태에 따른 도 1 의 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호 (406) 와 전기 차량 유도 코일 전류 신호 (408) 사이의 위상차를 예시한다. 전기 차량 유도 코일 전류 신호 (408) 의 크기에 대한 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호 (406) 의 크기의 비율이 포인트 A (402) 및 포인트 B (404) 에서 동일하지만, 코일들 사이의 변위는 포인트 A (402) 에서 보다 포인트 B (404) 에서 훨씬 더 크다. 이러한 문제점을 개선하기 위해, 특정한 실시형태들에 따른 시스템들 및 방법들은 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호의 위상의 결정을 통해 베이스 시스템 유도 코일과 전기 차량 유도 코일의 정렬을 제공한다.

[0047] 특정한 실시형태들에서, 송신 신호를 수신하는 전기 차량 유도 코일은, 베이스 시스템 유도 코일 및 전기 차량 유도 코일에서의 전류 신호들의 위상들이 수렴할 때 송신 신호를 송신하는 베이스 시스템 유도 코일과 훨씬 더 정렬되어 있는 것으로 결정될 수 있다. 송신 신호는 전기 차량 유도 코일에서 전류 신호로서 유도되고 자기 파로서 송신된 베이스 시스템 유도 코일에서의 전류 신호일 수 있다. 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호의 위상은 송신 신호 내의 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들에 기초하여 결정될 수 있다. 주기적 변동들의 타이밍은 베이스 시스템 유도 코일에서 전류 신호의 위상의 표시로서 사용될 수 있다. 더욱이, 제 1 주파수 및 제 2 주파수는 스텝 변화를 송신 신호의 동작 주파수에 적용함으로써 생성될 수 있다. 전류 신호가 본 명세서에 논의되지만, 전기 차량 유도 코일 또는 베이스 시스템 유도 코일의 전압 신호에 기초한 전기 차량 유도 코일 및 베이스 시스템 유도 코일의 정렬에 관한 유사한 결정이 다수의 실시형태들에 따라 이루어질 수 있다. 더욱이, 단일 전기 차량 유도 코일의 논의가 본 명세서에 논의되지만, 동일한 프로세스들이 다수의 실시형태들에 따라 단일 전기 차량의 다중의 전기 차량 유도 코일들에 대해 반복될 수 있다.

[0048] 도 5a 는 예시적인 실시형태에 따른 도 3의 전기 차량 제어기 (344) 와 같은, 전기 차량 제어기에 의해 수행될 수도 있는 동작들의 플로우차트를 예시한다. 상술한 바와 같이, 전기 차량 제어기 (344) 는 베이스 시스템 유도 코일에서 전류 신호의 위상을 결정하기 위해 추가의 프로세스들을 수행할 수도 있다. 실시형태에서, 전기 차량 제어기 (344) 는 블록 (502) 에서 시작할 수도 있다. 도 5a 에서의 프로세스 (500) 가 특정한 순서로 예시되어 있지만, 특정한 실시형태들에서, 본 명세서에서의 블록들은 상이한 순서로 수행될 수도 있거나, 생략될 수도 있고, 추가의 블록들이 추가될 수 있다. 당업자는 예시된 실시형태의 프로세스가 베이스 시스템 유도 코일의 위상을 결정하기 위해 임의의 제어기에서 구현될 수도 있다는 것을 이해할 것이다.

[0049] 블록 (502) 에서, 전기 차량 제어기 (344) 는 무선 전력 송신에서 송신 신호를 검출하고, 송신 신호는 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들을 포함한다. 특정한 실시형태들에서, 송신 신호는 전기 차량 유도 코일에서 유도될 때 검출될 수 있다.

[0050] 블록 (504) 에서, 전기 차량 제어기 (344) 는 전기 차량 유도 코일에서 유도될 때 검출된 송신 신호에 기초하여 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호의 위상을 결정한다. 특정한 실시형태들에서, 베이스 시스템 유도 코일

전류 신호의 위상은 무선 전력 송신의 송신 신호 내의 제 1 주파수와 제 2 주파수 사이의 주기적 변동들에 기초하여 결정될 수 있다. 주기적 변동들의 타이밍은 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호의 위상의 표시로서 사용될 수 있다.

[0051] 도 5b 는 예시적인 실시형태에 따른 도 5a 의 프로세스를 수행하기 위해 이용될 수 있는 전기 차량 충전 시스템의 기능 블록 다이어그램이다. 전기 차량 충전 시스템 (550) 은 무선 전력 송신에서 주기적 주파수 변동들을 갖는 신호를 검출하는 수단 (552) 을 포함할 수 있다. 특정한 실시형태들에서, 무선 전력 송신에서 주기적 주파수 변동들을 갖는 신호를 검출하는 수단 (552) 은 블록 (502) (도 5a) 에 관한 기능들 중 하나 이상을 수행하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시형태들에서, 무선 전력 송신에서 주기적 주파수 변동들을 갖는 신호를 검출하는 수단 (552) 은 전기 차량 제어기 (344) (도 3) 를 포함한다.

[0052] 전기 차량 충전 시스템 (550) 은 검출된 신호에 기초하여 베이스 시스템 유도 코일의 위상을 결정하는 수단 (554) 을 또한 포함할 수 있다. 특정한 실시형태들에서, 검출된 신호에 기초하여 베이스 시스템 유도 코일의 위상을 결정하는 수단 (554) 은 블록 (504) (도 5a) 에 관한 기능들 중 하나 이상을 수행하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시형태들에서, 검출된 신호에 기초하여 베이스 시스템 유도 코일의 위상을 결정하는 수단 (554) 은 전기 차량 제어기 (344) (도 3) 를 포함한다.

[0053] 예시적인 실시형태에 따른 베이스 시스템 전력 컨버터를 갖는 도 2 의 베이스 무선 충전 시스템 (600) 의 개념 다이어그램이 도 6 에 예시되어 있다. 베이스 무선 충전 시스템 (600) 은 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호 (608) 로서 송신 신호를 생성하기 위해 인덕터 (604) 및 커패시터 (606) 를 포함하는 베이스 충전 시스템 튜닝 회로 (205) 에 의한 조작을 위해 AC 신호로 전력 신호를 변환할 수 있는 베이스 충전 시스템 전력 컨버터 (602) 를 포함한다. 송신 신호는 전기 차량 유도 코일 (614) 의 전류 신호 (610) 로서 송신 신호를 유도하기 위해 베이스 시스템 유도 코일 (612) 에 의해 송신될 수 있다.

[0054] 소정의 실시형태들에서, 베이스 무선 충전 시스템 (600) 은 스텝 변화를 송신 신호의 동작 주파수에 적용함으로써 송신 신호의 동작 주파수에 대해 변조된 제 1 주파수 및 제 2 주파수를 갖는 송신 신호를 생성하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시형태들에서, 스텝 변화는 베이스 무선 충전 시스템의 (인버터와 같지만 이에 한정되지 않는) DC-AC 컨버터에서 인가된 전압 또는 전류의 스텝 변화로서 적용될 수 있다. 특정한 실시형태들에서, 스텝 변화는 전도 각도가 높을 때 전기 차량 유도 코일에서 빠르게 검출될 수 있다. 특정한 실시형태들에서, 스텝 변화는, 전도 각도가 낮은 경우에 스텝 변화가 베이스 무선 충전 시스템에서 적용된 이후에 1/2 사이클에서 전기 차량 유도 코일에서 검출될 수 있다. 특정한 실시형태들에서, 베이스 무선 충전 시스템은 베이스 시스템 유도 코일에서 낮은 전류를 달성하도록 구성된 전도 각도로 구현될 수 있다. 선택 실시형태들에서, 동작 주파수에 적용된 스텝 변화는 (100 - 500Hz의 범위와 같지만 이에 한정되지 않는) 송신 신호의 동작 주파수 보다 현저하게 낮은 주파수에서 적용될 수 있다. 전기 차량 제어기는 주파수에서 주기적 변동들을 더욱 쉽게 검출할 수 있으며, 스텝 변화가 송신 신호의 동작 주파수 보다 현저하게 낮은 주파수에 있을 때 유도된 전기 차량 유도 코일 전류 신호로서 송신 신호로부터 베이스 시스템 유도 코일 전류 신호에 관한 위상 정보를 추출할 수 있다.

[0055] 예시적인 실시형태에 따른 전압원을 갖는 도 6 의 베이스 무선 충전 시스템의 개념 다이어그램이 도 7 에 예시되어 있다. 베이스 무선 충전 시스템 (700) 은 값 (C_B) 을 갖는 베이스 커패시터 (704) 및 값 (L_B) 을 베이스 인덕터 (706) 와 직렬인 전압원 (702) 을 포함한다. 베이스 무선 충전 시스템 (700) 은 값 (C_1) 을 갖는 제 1 커패시터 (712) 와 병렬인 베이스 시스템 유도 코일을 또한 포함한다. 베이스 시스템 유도 코일 (708) 은 전기 차량 유도 코일 (710) 에서 전류를 유도하는 자기장을 생성하도록 구성된다.

[0056] 예시적인 실시형태에 따른 도 7 의 베이스 무선 충전 시스템의 노턴-변환 등가도의 개념 다이어그램이 도 8 에 예시되어 있다. 등가 전류 (I_a) 의 위상은 전압원 (V_i) 및 값 (L_B) 을 갖는 베이스 인덕터 (804) 및 값 (C_B) 을 갖는 베이스 커패시터 (806) 의 임피던스에 의해 결정된다. 값 (L_B) 을 갖는 베이스 인덕터 (804), 값 (C_B) 을 갖는 베이스 커패시터 (806), 값 (C_1) 을 갖는 제 1 커패시터 (810), 및 값 (L_1) 을 갖는 베이스 시스템 유도 코일 (812) 의 총 임피던스와 함께 전류원을 사용하여, V_i 에 대한 I_1 의 위상 및 크기는 하기의 수학적 (1) 로서 계산될 수 있다:

$$I_a = V_i / (j\omega L_B + 1/j\omega C_B) \quad (1)$$

[0057]

[0058] 예시적인 실시형태에 따른 도 7의 베이스 시스템 유도 코일과 전기 차량 유도 코일 사이의 관계의 개념 다이어그램이 도 9에 예시되어 있다. 베이스 시스템 유도 코일 (902)에서의 전류 (I_1)의 크기 및 위상이 알려져지면, 전기 차량 유도 코일 (904)의 유도된 전압 또는 전류 (도 9에 도시된 V_{oc} 및 I_{sc})가 하기의 수학적식 (2) 및 수학적식 (3)을 사용하여 계산될 수 있다.

$$V_{oc} = j\omega M I_1 \quad (2)$$

$$I_{sc} = \frac{M I_1}{L_2} \quad (3)$$

[0059]

[0060] 수학적식들 (2) 및 (3)이 나타내는 바와 같이, V_{oc} 는 90도 만큼의 베이스 시스템 유도 코일 전류 (I_1)를 초래하는 반면에, I_{sc} 는 I_1 과 동위상이다. 따라서, 차량측 제어가 I_1 의 위상을 획득하면, 전기 차량 유도 코일에 대한 베이스 시스템 유도 코일의 위치를 결정하기 위해 I_{sc} 또는 V_{oc} 의 측정된 위상과 비교하기 위해 사용할 수 있다.

[0061] 특정한 실시형태들에서, 베이스 무선 전력 충전 시스템은 네거티브 주기의 시작에서 베이스 시스템 유도 코일에서의 전류의 동작 주파수를 변조할 수 있다. 주파수 변화는, 스텝 변화의 폭에 의존하여 베이스 시스템 유도 코일에서의 전류 신호의 동작 주파수에 적용된 스텝 변화에 의한 변조 이후의 폴 사이클 또는 사이클의 1/2에서 전기 차량 유도 코일에서 검출될 수 있다. 송신 신호에서 주파수에서의 변화가 포지티브 및 네거티브 주기 카운터 양자를 사용하여 전기 차량 제어기에 의해 전기 차량 유도 코일에서 모니터링될 수 있다. 그 후, 전기 차량 유도 코일에서 유도된 전류는, 주파수 변화가 네거티브 주기 카운터에서 먼저 검출될 때 베이스 시스템 유도 코일에서의 전류와 동위상인 것으로 결정될 수 있다. 유사하게, 전기 차량 유도 코일에서 유도된 전류는, 주파수 변화가 포지티브 주기 카운터에서 먼저 검출될 때 베이스 시스템 유도 코일에서의 전류와 이상 (out of phase)인 것으로 결정될 수 있다.

[0062] 예시적인 실시형태에 따른, 전기 차량 유도 코일 전류가 베이스 시스템 유도 코일 전류와 동위상일 때를 결정하는 도 3의 전기 차량 제어기 (344)와 같은 전기 차량 제어기에 의해 수행될 수 있는 프로세스의 플로우차트가 도 10a에 예시되어 있다. 상술한 바와 같이, 전기 차량 제어기 (344)는 전기 차량 유도 코일에서의 전류 신호가 베이스 시스템 유도 코일과 동위상인지를 결정하기 위해 추가의 프로세스들을 수행할 수도 있다. 실시형태에서, 전기 차량 제어기 (344)는 블록 (1004)에서 시작할 수도 있다. 도 10에서의 프로세스가 특정한 순서로 예시되어 있지만, 특정한 실시형태들에서, 본 명세서에서의 블록들은 상이한 순서로 수행될 수도 있거나, 생략될 수도 있고, 추가의 블록들이 추가될 수 있다. 당업자는 예시된 실시형태의 프로세스가 전기 차량 유도 코일 전류가 베이스 시스템 유도 코일 전류와 동위상일 때를 결정하기 위해 임의의 제어기에서 구현될 수도 있다는 것을 이해할 것이다.

[0063] 블록 (1004)에서, 전기 차량 제어기 (344)는 전기 차량 유도 코일에서 유도된 전류를 평가하는 비교기의 출력에서 포지티브 카운터 및 네거티브 카운터를 모니터링한다.

[0064] 블록 (1006)에서, 전기 차량 제어기 (344)는 카운터 값이 주파수 변화를 나타내는지 여부를 결정한다.

[0065] 블록 (1008)에서, 전기 차량 제어기 (344)는 포지티브 주기 카운터 및 네거티브 주기 카운터 양자에서 트랜지션 (transition)의 발생을 결정한다.

[0066] 블록 (1010)에서, 전기 차량 제어기 (344)는 트랜지션이 베이스 시스템 유도 코일에서의 전류와 동위상인 전기 차량 유도 코일에서의 전류를 나타내는지 여부를 결정한다. 특정한 실시형태들에서, 포지티브 주기 카운터 이전에 발생하는 네거티브 카운터에서의 트랜지션은 베이스 시스템 유도 코일에서의 전류와 동위상인 전기 차량 유도 코일에서의 전류를 나타낸다.

[0067] 도 10b는 예시적인 실시형태에 따른 도 1의 시스템에서 도 10a의 프로세스를 수행하기 위해 이용될 수 있는 전기 차량 충전 시스템의 기능 블록 다이어그램이다. 전기 차량 충전 시스템 (1050)은 포지티브 주기 카운터 및 네거티브 주기 카운터에서 비교기 출력을 모니터링하는 수단 (1054)을 포함할 수 있다. 특정한 실시형태들에서, 비교기 출력에서 모니터링하는 수단 (1054)은 블록 (1004) (도 10a)에 관한 기능들 중 하나 이상을 수행하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시형태들에서, 비교기 출력에서 모니터링하는 수단 (1054)은 전

기 차량 제어기 (344) (도 3) 를 포함한다.

- [0068] 전기 차량 충전 시스템은 카운터 값이 주파수 변화를 나타내는지 여부를 결정하는 수단 (1056) 을 또한 포함할 수 있다. 특정한 실시형태들에서, 카운터 값이 주파수 변화를 나타내는지 결정하는 수단 (1056) 은 블록 (1006) (도 10a) 에 관한 기능들 중 하나 이상을 수행하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시형태들에서, 카운터 값이 주파수 변화를 나타내는지 결정하는 수단 (1056) 은 전기 차량 제어기 (344) (도 3) 를 포함한다.
- [0069] 전기 차량 충전 시스템은 포지티브 주기 카운터 및 네거티브 주기 카운터에서 트랜지션의 발생을 결정하는 수단 (1058) 을 또한 포함할 수 있다. 특정한 실시형태들에서, 포지티브 주기 카운터 및 네거티브 주기 카운터에서 트랜지션의 발생을 결정하는 수단 (1058) 은 블록 (1008) (도 10a) 에 관한 기능들 중 하나 이상을 수행하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시형태들에서, 포지티브 주기 카운터 및 네거티브 주기 카운터에서 트랜지션의 발생을 결정하는 수단 (1058) 은 전기 차량 제어기 (344) (도 3) 를 포함한다.
- [0070] 전기 차량 충전 시스템은 트랜지션이 베이스 시스템 유도 코일 전류 및 전기 차량 유도 코일 전류가 동위상이라는 것을 나타내는지 결정하는 수단 (1060) 을 또한 포함할 수 있다. 특정한 실시형태들에서, 트랜지션이 베이스 시스템 유도 코일 전류 및 전기 차량 유도 코일 전류가 동위상이라는 것을 나타내는지 여부를 결정하는 수단 (1060) 은 블록 (1010) (도 10a) 에 관한 기능들 중 하나 이상을 수행하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시형태들에서, 트랜지션이 베이스 시스템 유도 코일 전류 및 전기 차량 유도 코일 전류가 동위상이라는 것을 나타내는지 결정하는 수단 (1060) 은 전기 차량 제어기 (344) (도 3) 를 포함한다.
- [0071] 도 11 은 예시적인 실시형태에 따른 도 10a 의 프로세스를 구현하기 위해 활용될 수 있는 회로의 회로도를 예시한다. 회로도 (1100) 는 포지티브 주기 카운터 (1104) 를 구현하는 회로 및 비교기 (1102) 의 출력과 연결된 네거티브 주기 카운터 (1106) 를 구현하는 회로를 갖는 비교기 (1102) 를 포함한다. 회로도는 카운터 값이 주파수 변화 (1108) 를 나타내는지 결정하도록 구성된 회로, 및 포지티브 주기 카운터 (1110) 또는 네거티브 주기 카운터 (1112) 에서의 트랜지션의 발생을 결정하도록 구성된 회로를 또한 포함한다.
- [0072] 도 12 는 예시적인 실시형태에 따른, 베이스 시스템 유도 코일 전류가 전기 차량 유도 코일 전류와 동위상인 경우에 도 1 의 무선 전력 전송 시스템 (100) 의 시뮬레이션으로부터의 다양한 결과들을 예시한다. 시뮬레이션은 베이스 시스템 유도 코일 전류 (1204) 에 적용된 (인버터 전압의 스텝 변화와 같지만 이에 한정되지 않는) 스텝 변화 (1202) 가 전기 차량 유도 코일 전류 (1206) 를 어떻게 포함하는지를 예시한다. 전기 차량 유도 코일 전류 비교기 출력 (1208) 이 포지티브 주기 카운터 (1210) 및 네거티브 주기 카운터 (1216) 를 사용하여 전기 차량 제어기에 의해 모니터링될 수 있다. 전기 차량 제어기는, 주파수 변화가 네거티브 주기 카운터에서 먼저 검출된다는 것을 나타내는, 네거티브 주기 변화 검출 신호 (1214) 가 포지티브 주기 변화 검출 신호 (1212) 보다 먼저 트랜지션할 때, 베이스 시스템 유도 코일이 전기 차량 유도 코일과 동위상이라는 것을 결정할 수 있다.
- [0073] 도 13 은 예시적인 실시형태에 따른, 베이스 시스템 유도 코일 전류가 전기 차량 유도 코일 전류와 이상인 경우에 도 1 의 무선 전력 전송 시스템 (100) 의 시뮬레이션으로부터의 다양한 결과들을 예시한다. 시뮬레이션은 베이스 시스템 유도 코일 전류 (1304) 에 적용된 (인버터 전압의 스텝 변화와 같지만 이에 한정되지 않는) 스텝 변화 (1302) 가 전기 차량 유도 코일 전류 (1306) 를 어떻게 포함하는지를 예시한다. 전기 차량 유도 코일 전류 비교기 출력 (1308) 이 포지티브 주기 카운터 (1312) 및 네거티브 주기 카운터 (1316) 를 사용하여 전기 차량 제어기에 의해 모니터링될 수 있다. 전기 차량 제어기는, 주파수 변화가 포지티브 주기 카운터에서 먼저 검출된다는 것을 나타내는, 포지티브 주기 변화 검출 신호 (1310) 가 네거티브 주기 변화 검출 신호 (1314) 보다 먼저 트랜지션할 때, 베이스 시스템 유도 코일이 전기 차량 유도 코일과 이상이라는 것을 결정할 수 있다.
- [0074] 각각의 무선 전력 전송 시스템이 동작하는 것이 기대되는 환경들에 의존하여 적절한 회로들이 대안의 실시형태들에서 사용될 수도 있다는 것이 이해될 것이다. 본 개시는 유도형 전력 전송 회로와 함께 사용된 리액티브 엘리먼트들을 튜닝하는 임의의 특정한 구성에 한정되지 않으며, 병렬 튜닝, 직렬 튜닝, 및 LCL 튜닝 공진 회로들이 단지 예로서 본 명세서에 제공된다. 더욱이, 본 개시는 수신기 인덕터에서 전류를 생성하는 임의의 특정한 수신기 측 수단에 한정되지 않으며, 전압 변압기, 전류 변압기, 및 가역 정류기 기술들이 단지 예로서 본 명세서에 논의된다.
- [0075] 전력을 무선으로 전송하는 것은, 전기장들, 자기장들, 전자기장과 연관되거나, 물리적 전기 도체들을 사용하지 않고 (예를 들어, 전력이 자유 공간을 통해 전송될 수도 있음) 송신기로부터 수신기로의 임의의 형태의 에너지를

전송하는 것을 지칭할 수도 있다. 무선 필드 (예를 들어, 자기장) 로의 전력 출력은 전력 전송을 달성하기 위해 "수신 코일" 에 의해 수신되고, 캡처되거나, 결합될 수도 있다.

[0076] 전기 차량은 원격 시스템을 설명하기 위해 본 명세서에서 사용되고, 그 예가, 그것의 로코모션 능력들의 일부로서, 충전가능한 에너지 저장 디바이스 (예를 들어, 하나 이상의 재충전가능한 전기화학 전지들 또는 다른 타입의 배터리) 로부터 유도된 전력을 포함하는 차량이다. 예들로서, 일부 전기 차량들은 직접 로코모션을 위한 또는 차량의 배터리를 충전하기 위한 종래의 연소 엔진을 포함하는 하이브리드 전기 차량들일 수도 있다. 다른 전기 차량들이 전력으로부터 모든 로코모션 능력을 발생시킬 수도 있다. 전기 차량은 차량에 한정되지 않고, 모터사이클들, 카트들, 스쿠터들 등을 포함할 수도 있다. 한정이 아닌 예로서, 원격 시스템은 전기 차량 (EV) 의 형태로 본 명세서에 설명된다. 더욱이, 충전가능한 에너지 저장 디바이스를 사용하여 적어도 부분적으로 에너지가 될 수도 있는 다른 원격 시스템들이 또한 예상된다 (예를 들어, 개인 컴퓨팅 디바이스들과 같은 전자 디바이스들).

[0077] 상술한 방법들의 다양한 동작들은 다양한 하드웨어 및/또는 소프트웨어 컴포넌트(들), 회로들, 및/또는 모듈(들)과 같은, 동작들을 수행할 수도 있는 임의의 적합한 수단에 의해 수행될 수도 있다. 일반적으로, 도면들에 예시된 임의의 동작들은 동작들을 수행할 수 있는 대응하는 기능적 수단에 의해 수행될 수도 있다.

[0078] 정보 및 신호들은 다양한 다른 기술들 및 기법들 중 임의의 것을 사용하여 표현될 수도 있다. 예를 들어, 상기 설명 전반적으로 참조될 수도 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들, 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장들 또는 자기 입자들, 광학 필드들 또는 광입자들, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 표현될 수도 있다.

[0079] 본 명세서에 개시된 실시형태들과 관련하여 설명한 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 회로들 및 알고리즘 단계들은 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이들 둘의 조합들로서 구현될 수도 있다. 하드웨어와 소프트웨어의 이러한 상호교환가능성을 명확하게 예시하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 단계들이 그들의 기능과 관련하여 일반적으로 상술되었다. 이러한 기능이 하드웨어 또는 소프트웨어로서 구현되는지는 특정 애플리케이션 및 전체 시스템에 부과되는 설계 제약들에 의존한다. 설명한 기능은 각각의 특정한 애플리케이션에 대해 변화하는 방식으로 구현될 수도 있지만, 이러한 구현 결정이 실시형태들의 범위를 벗어나는 것을 초래하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

[0080] 본 명세서에 개시된 실시형태들과 관련하여 설명한 다양한 예시적인 블록들, 모듈들, 및 회로들은 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 응용 주문형 집적 회로(ASIC), 필드 프로그램가능한 게이트 어레이(FPGA) 또는 다른 프로그램가능한 로직 디바이스, 개별 게이트 또는 트랜지스터 로직, 개별 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 명세서에 설명한 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 구현되거나 수행될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있지만, 대안으로는, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 또한, 프로세서는 컴퓨팅 디바이스들의 조합, 예를 들면, DSP 및 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 협력하는 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 이러한 구성으로서 구현될 수 있다.

[0081] 본 명세서에 개시된 실시형태들과 관련하여 설명한 방법 또는 알고리즘의 블록들 또는 단계들 및 기능들은 하드웨어에서 직접, 프로세서에 의해 실행된 소프트웨어에서, 또는 2개의 조합으로 실시될 수도 있다. 소프트웨어 어에서 구현되면, 함수들은 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 유형의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체상으로 저장되거나 송신될 수도 있다. 소프트웨어 모듈은 랜덤 액세스 메모리 (RAM), 플래시 메모리, 판독 전용 메모리 (ROM), 전기적으로 프로그램가능한 ROM (EPROM), 전기적으로 소거가능한 프로그램가능한 ROM (EEPROM), 레지스터들, 하드 디스크, 착탈식 디스크, CD ROM, 또는 본 기술분야에 공지된 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수도 있다. 저장 매체는, 프로세서가 저장 매체로부터 정보를 판독하고 저장 매체에 정보를 기록할 수 있도록 프로세서에 결합된다. 대안으로는, 저장 매체는 프로세서와 일체형일 수도 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 디스크 (disk) 및 디스크 (disc) 는 콤팩트 디스크 (CD), 레이저 디스크, 광학 디스크, 디지털 다기능 디스크 (DVD), 플로피 디스크 및 블루레이 디스크를 포함하고, 여기서, 디스크 (disk) 들은 통상적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만 디스크 (disc) 들은 레이저를 이용하여 데이터를 광학적으로 재생한다. 상기의 조합들이 컴퓨터 판독가능 매체의 범위 내에 또한 포함되어야 한다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC 에 상주할 수도 있다. ASIC 는 사용자 단말기에 상주할 수도 있다. 대안으로는, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말기에 개별 컴포넌트들로서 상주할 수도 있다.

[0082] 본 개시를 요약하기 위해, 본 발명의 특정한 양태들, 이점들 및 신규한 특징들이 본 명세서에 설명되었다.

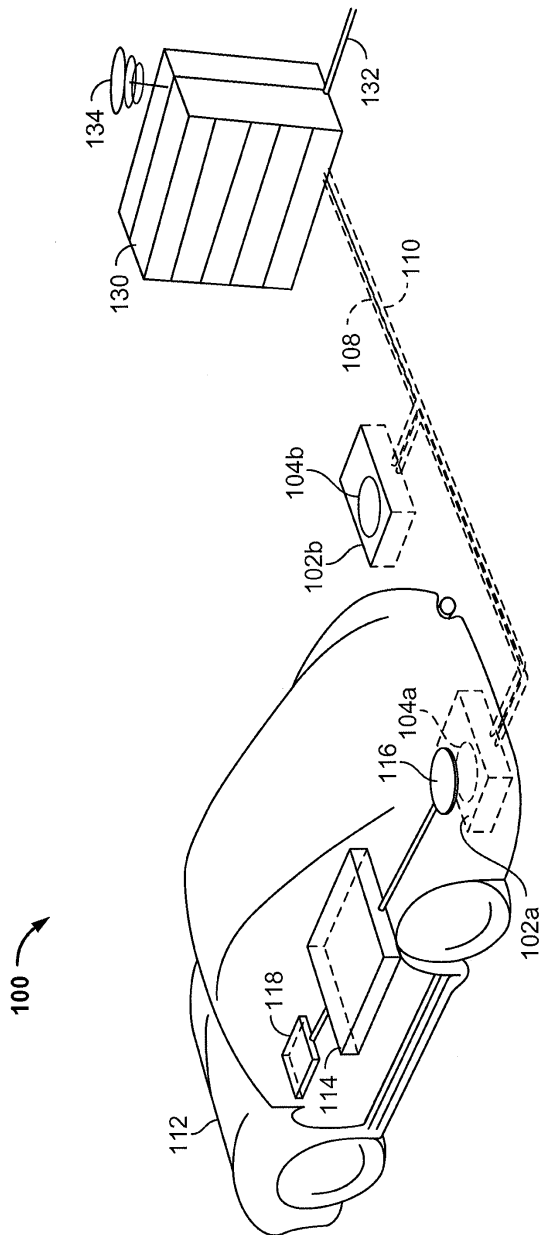
반드시 모든 이러한 이점들이 본 발명의 임의의 특정한 실시형태에 따라 달성될 수도 있다는 것은 아니라는 것을 이해해야 한다. 따라서, 본 발명은 본 명세서에 교시되거나 제시될 수도 있는 바와 같은 다른 이점들을 반드시 달성하지 않고 본 명세서에 교시된 바와 같은 하나의 이점 또는 이점들의 그룹을 달성하거나 최적화하는 방식으로 실시되거나 수행될 수도 있다.

[0083]

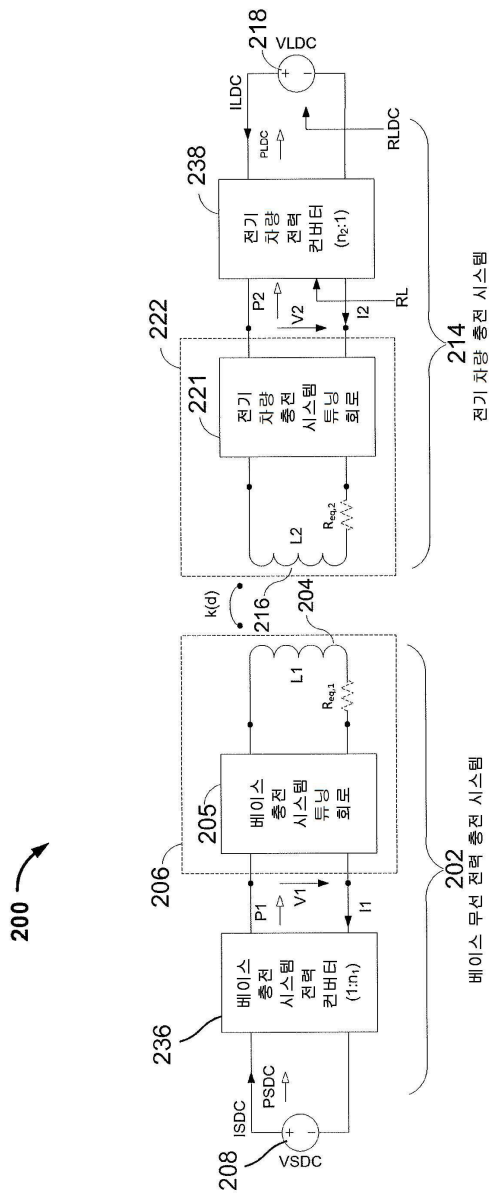
상술한 실시형태들의 다양한 변형들이 용이하게 명백할 것이며, 본 명세서에 정의된 일반적인 원리들이 본 발명의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 다른 실시형태들에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 발명은 본 명세서에 도시된 실시형태들에 한정되는 것으로 의도되는 것이 아니라 본 명세서에 개시된 원리들 및 신규한 특징들에 부합하는 최광의 범위가 부여된다.

도면

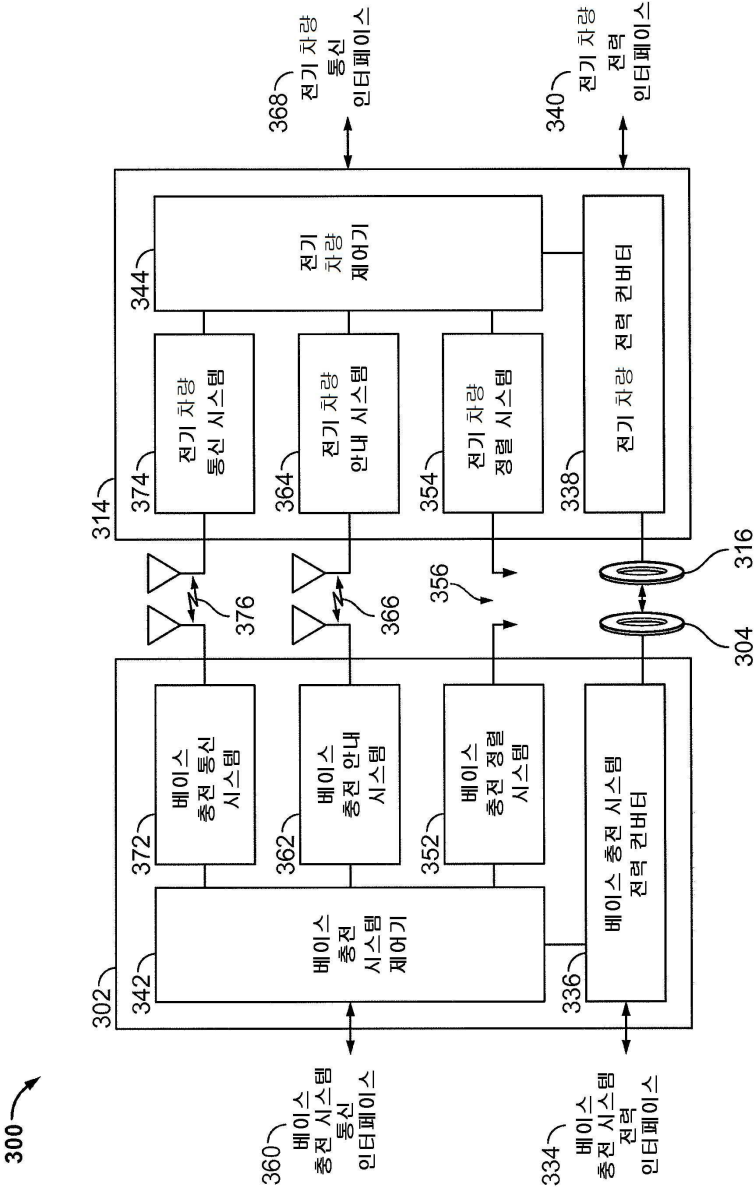
도면1



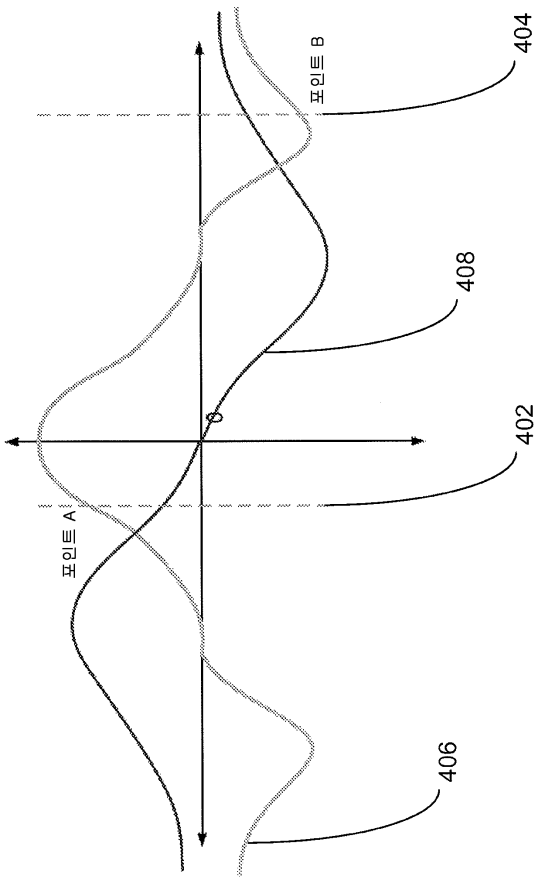
도면2



도면3

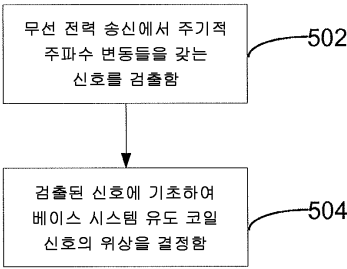


도면4

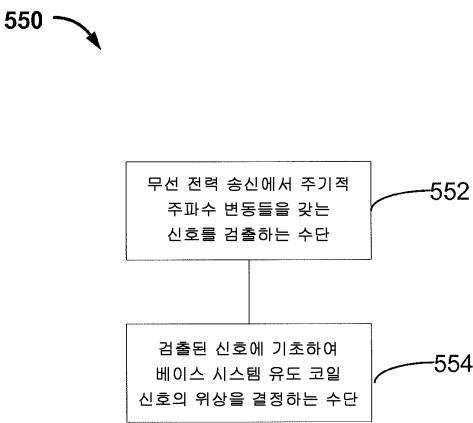


도면5a

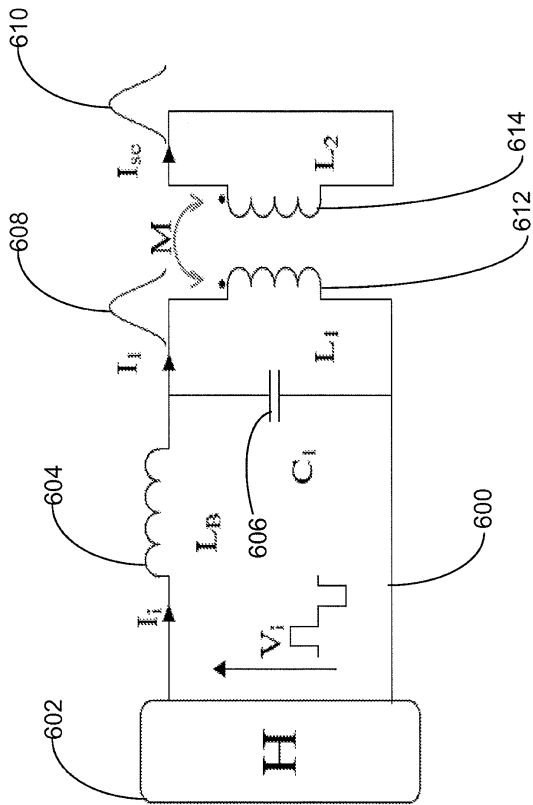
500



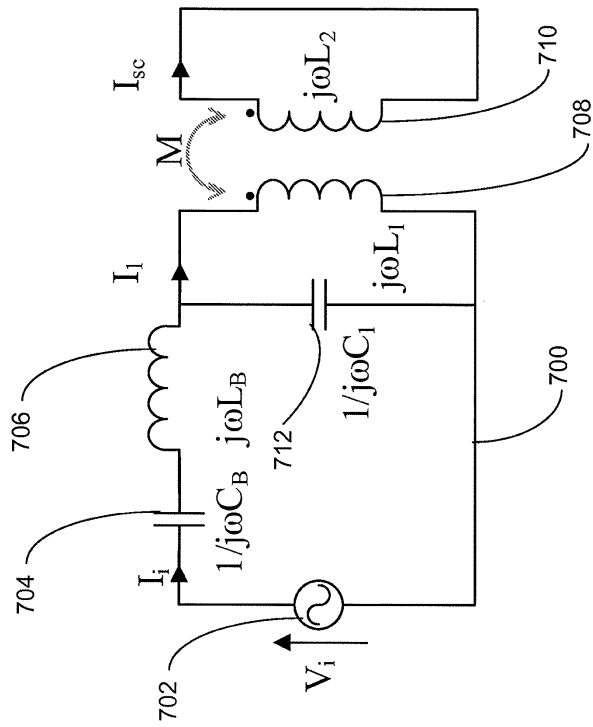
도면5b



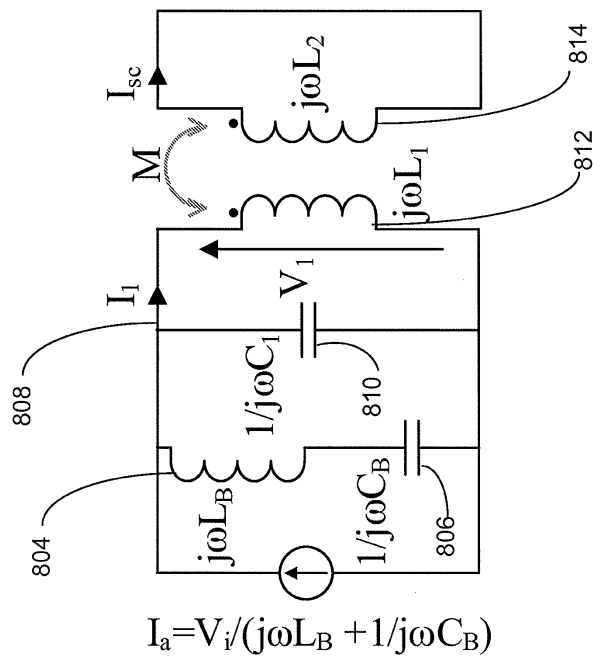
도면6



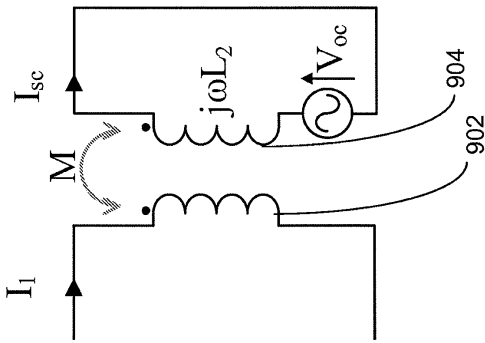
도면7



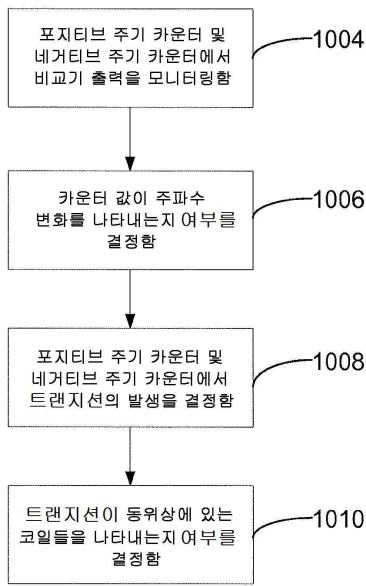
도면8



도면9

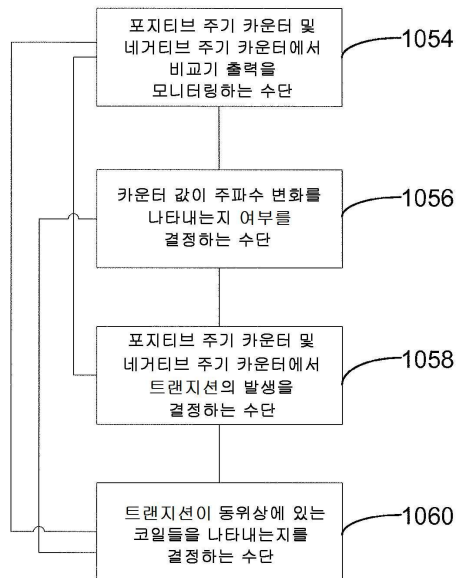


도면10a

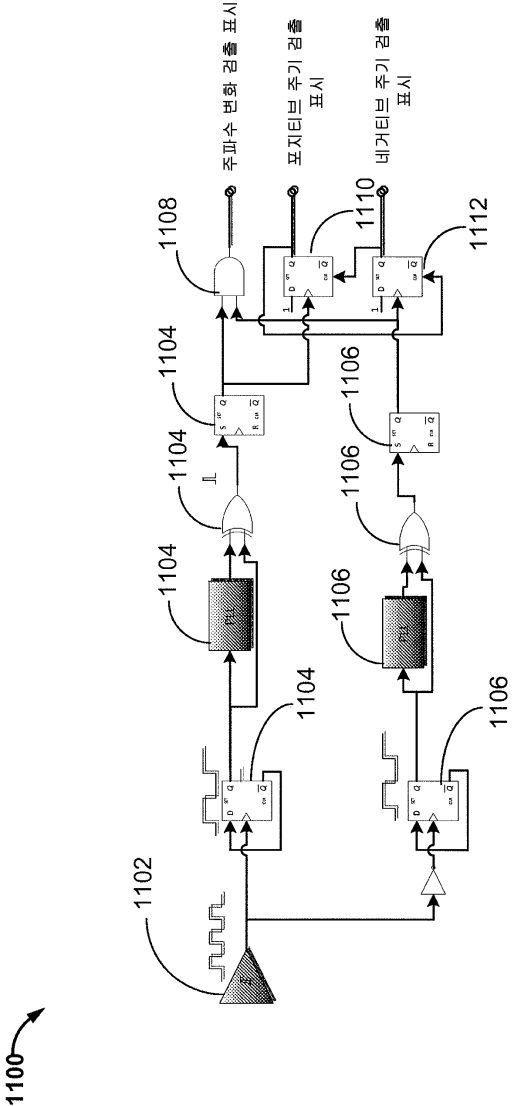


도면10b

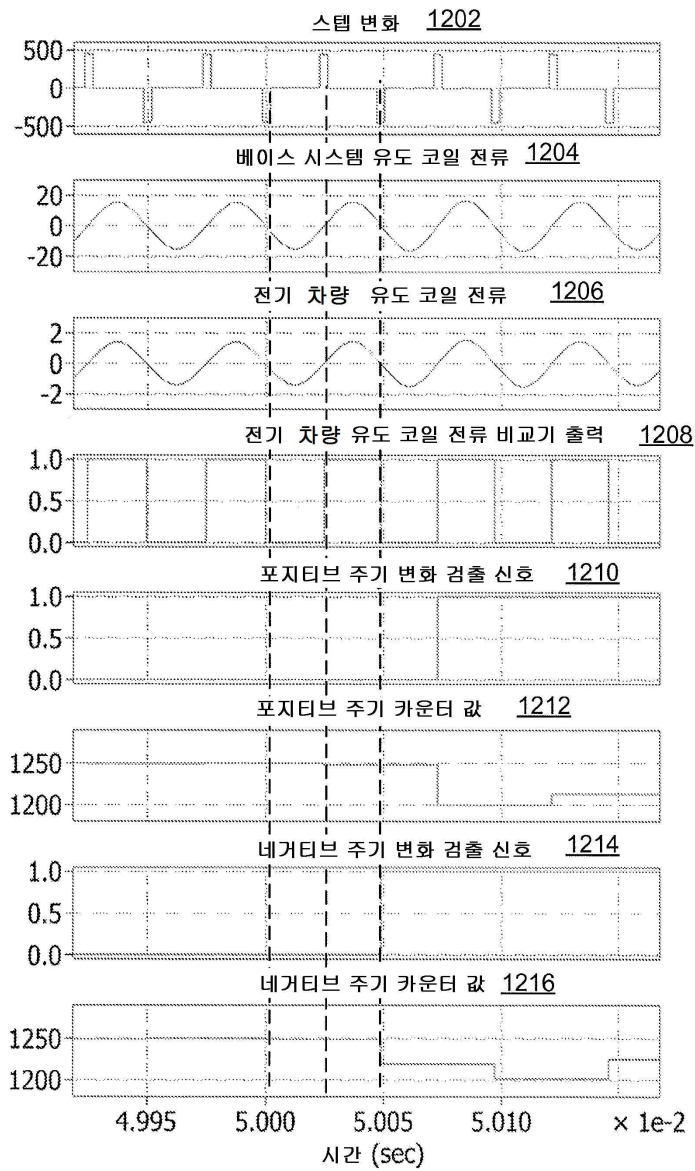
1050



도면11



도면12



도면13

