



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0083633
(43) 공개일자 2020년07월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/12 (2016.01) H02J 50/60 (2016.01)
- (52) CPC특허분류
H02J 50/12 (2016.02)
H02J 50/60 (2016.02)
- (21) 출원번호 10-2020-7018430(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2016년11월15일
심사청구일자 2020년06월25일
- (62) 원출원 특허 10-2018-7013030
원출원일자(국제) 2016년11월15일
심사청구일자 2018년05월08일
- (85) 번역문제출일자 2020년06월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/NZ2016/050181
- (87) 국제공개번호 WO 2017/086804
국제공개일자 2017년05월26일
- (30) 우선권주장
62/257,659 2015년11월19일 미국(US)

- (71) 출원인
애플 인크.
미국 캘리포니아 (우편번호 95014) 쿠파티노 원
애플 파크 웨이
- (72) 발명자
첸, 량
뉴질랜드 1011 오클랜드 프리맨스 베이 프랭클린
로드 111 내
- (74) 대리인
장덕순, 백만기

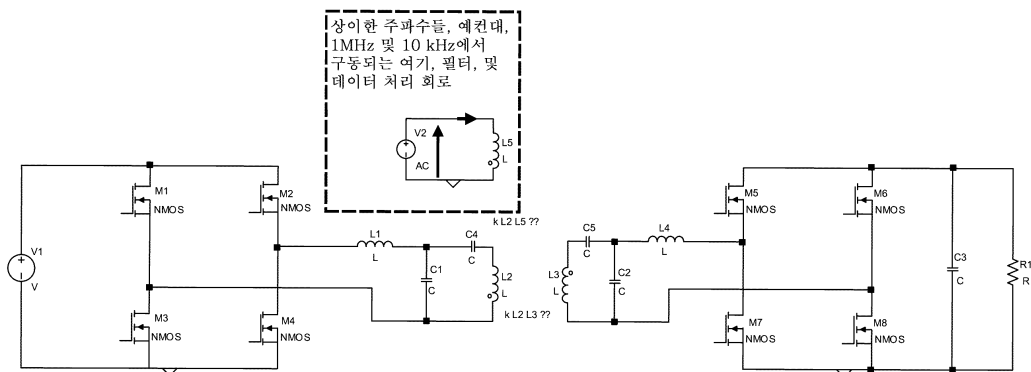
전체 청구항 수 : 총 40 항

(54) 발명의 명칭 유도 전력 송신기

(57) 요약

실질적으로 상이한 주파수들에서 적어도 2개의 물체 검출 신호를 생성하도록 구성된 컨버터, 물체 검출 신호들에 기초하여 자기장을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 전송 코일, 및 주파수들의 각각에서 코일의 인덕턴스를 결정하기 위한 코일에 대한 회로 파라미터(들)를 결정 또는 측정하고, 주파수들의 각각 사이의 인덕턴스의 변화에 따라 물체가 존재하는지 여부 및/또는 어떤 종류의 물체가 존재하는지를 결정하도록 구성된 컨트롤러를 포함하는 유도 전력 송신기.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

유도 전력 송신기(inductive power transmitter)로서,

실질적으로 상이한 주파수들에서 적어도 2개의 물체 검출 신호를 생성하도록 구성된 컨버터,

상기 물체 검출 신호들에 기초하여 자기장을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 송신 코일, 및

상기 주파수들의 각각에서 상기 코일의 인덕턴스를 결정하기 위한 상기 코일에 대한 회로 파라미터(들)를 결정 또는 측정하고, 상기 주파수들의 각각 사이의 인덕턴스의 변화에 따라 물체가 존재하는지 여부 또는 어떤 종류의 물체가 존재하는지를 결정하도록 구성된 컨트롤러

를 포함하고,

물체가 존재하는지 여부의 결정은 인덕턴스의 상기 변화가 임계치 미만인지 또는 초과인지 여부에 기초하고, 인덕턴스의 절대 변화가 임계치를 초과하는 경우 외부 물체(foreign object)가 존재하는 것으로 결정되는, 유도 전력 송신기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 2개의 주파수는 미리결정된 외부 물체들의 알려진 표피 깊이(skin depth)에 기초하여 상기 미리결정된 외부 물체들을 검출하도록 선택되는, 유도 전력 송신기.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 주파수는 5배 초과로 상이한, 유도 전력 송신기.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 주파수는 10배 초과로 상이한, 유도 전력 송신기.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 주파수 중 제1 주파수는 유도 전력 전달(inductive power transfer) 주파수보다 현저히 낮고, 상기 적어도 2개의 주파수 중 제2 주파수는 유도 전력 전달 주파수보다 현저히 높은, 유도 전력 송신기.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 주파수들의 각각 사이의 인덕턴스의 현저한 감소는 금속 외부 물체를 나타내는, 유도 전력 송신기.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 금속 외부 물체를 검출하기 위한 상기 임계치는 5 내지 10%이거나, 실질적으로 10%인, 유도 전력 송신기.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 코일은 유도 전력 송신 코일에 결합되고, 상기 적어도 2개의 물체 검출 신호를 상기 IPT 신호들 상에 중첩시켜 상기 신호들이 동시에 동작하게 하도록 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 코일은 상기 적어도 2개의 물체 검출 신호를 IPT 신호와 순차적으로 생성하도록 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 코일은 유도 전력 송신 코일이고, 상기 적어도 2개의 물체 검출 신호를 상기 IPT 신호들 상에 중첩시켜 상기 신호가 동시에 동작하게 하도록 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는 외부 물체가 존재하는지 여부에 따라 유도 전력 수신기로의 유도 전력 전달을 디스에이블(disable)하도록 더 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 코일은 상기 주파수들 각각에서 가동(energise)되고, 상기 인덕턴스는 코일 전압 및 코일 전류에 기초하여 결정되는, 유도 전력 송신기.

청구항 13

제1항에 있어서, 유도 전력 전달 필드의 주파수는 110 내지 205 kHz인, 유도 전력 송신기.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 물체 검출 신호들의 주파수들은 5 내지 50 kHz이고 500 kHz 초과인, 유도 전력 송신기.

청구항 15

유도 전력 송신기로서,

실질적으로 상이한 주파수들에서 적어도 2개의 물체 검출 신호를 생성하도록 구성된 컨버터,

상기 물체 검출 신호들에 기초하여 자기장을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 송신 코일, 및

상기 주파수들의 각각에서 상기 코일의 인덕턴스를 결정하기 위한 상기 코일에 대한 회로 파라미터(들)를 결정 또는 측정하고, 상기 주파수들의 각각 사이의 인덕턴스의 변화에 따라 물체가 존재하는지 여부 또는 어떤 종류의 물체가 존재하는지를 결정하도록 구성된 컨트롤러

를 포함하고,

상기 적어도 2개의 주파수 중 제1 주파수는 유도 전력 송신 주파수보다 낮고, 상기 적어도 2개의 주파수 중 제2 주파수는 유도 전력 송신 주파수보다 높은, 유도 전력 송신기.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 물체 검출 신호들의 주파수들은 5 내지 50 kHz이고 500 kHz 초과인, 유도 전력 송신기.

청구항 17

제16항에 있어서, 유도 전력 전달 필드의 주파수는 110 내지 205 kHz인, 유도 전력 송신기.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 2개의 주파수는 미리결정된 외부 물체들의 알려진 표피 깊이(skin depth)에 기초하여 상기 미리결정된 외부 물체들을 검출하도록 선택되는, 유도 전력 송신기.

청구항 19

제15항에 있어서, 상기 적어도 2개의 주파수는 5배 초과로 상이한, 유도 전력 송신기.

청구항 20

제15항에 있어서, 상기 적어도 2개의 주파수는 10배 초과로 상이한, 유도 전력 송신기.

청구항 21

제15항에 있어서, 상기 코일은 상기 적어도 2개의 물체 검출 신호를 IPT 신호와 순차적으로 생성하도록 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 22

제15항에 있어서, 상기 코일은 상기 적어도 2개의 물체 검출 신호를 IPT 신호와 동시에 생성하도록 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 23

제15항에 있어서, 상기 컨버터는 존재하는 물체의 종류에 기초하여 무선 전력 송신 주파수에서 상기 송신 코일을 구동하도록 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 24

제15항에 있어서, 복수의 무선 전력 전달 코일을 포함하고, 상기 컨트롤러는 상기 물체의 위치에 기초하여 상기 복수의 무선 전력 전달 코일의 제1 서브세트를 활성화하도록 추가로 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 25

제15항에 있어서, 상기 송신 코일은 상기 제1 및 제2 주파수들과 상이한 주파수들에서 추가적인 물체 검출 신호들을 생성하고, 상기 추가적인 상이한 주파수들 각각에서 상기 코일의 인덕턴스를 결정하기 위해 상기 코일에 대한 회로 파라미터(들)를 결정하거나 측정하고, 상기 주파수들 각각 사이의 인덕턴스의 변화에 따라 어떤 종류의 물체가 존재하는지를 결정하도록 추가로 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 복수의 추가적인 물체 검출 신호의 주파수들은:

상기 제1 주파수에 걸친 주파수들의 제1 범위; 및

상기 제2 주파수에 걸친 주파수들의 제2 범위

로부터 선택되는, 유도 전력 송신기.

청구항 27

유도 전력 송신기로서,

실질적으로 상이한 주파수들에서 적어도 2개의 물체 검출 신호를 생성하도록 구성된 컨버터,

상기 물체 검출 신호들에 기초하여 자기장을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 송신 코일, 및

상기 주파수들의 각각에서 상기 코일의 인덕턴스를 결정하기 위한 상기 코일에 대한 회로 파라미터(들)를 결정 또는 측정하고, 상기 주파수들의 각각 사이의 인덕턴스의 변화에 따라 물체가 존재하는지 여부 및/또는 어떤 종류의 물체가 존재하는지를 결정하도록 구성된 컨트롤러

를 포함하고,

상기 컨트롤러는 외부 물체가 존재하는지 여부에 따라 유도 전력 수신기로의 유도 전력 송신을 디스에이블하도록 추가로 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 28

제27항에 있어서, 물체가 존재하는지 여부의 결정은 인덕턴스의 상기 변화가 임계치 미만인지 또는 초과인지 여부에 기초하고, 인덕턴스의 절대 변화가 임계치를 초과하는 경우 외부 물체가 존재하는 것으로 결정되는, 유도 전력 송신기.

청구항 29

제27항에 있어서, 상기 적어도 2개의 주파수 중 제1 주파수는 유도 전력 전달 주파수보다 낮고, 상기 적어도 2개의 주파수 중 제2 주파수는 유도 전력 전달 주파수보다 높은, 유도 전력 송신기.

청구항 30

제29항에 있어서, 상기 적어도 2개의 주파수는 5배 초과로 상이한, 유도 전력 송신기.

청구항 31

제29항에 있어서, 상기 적어도 2개의 주파수는 10배 초과로 상이한, 유도 전력 송신기.

청구항 32

제29항에 있어서, 상기 물체 검출 신호들의 주파수들은 5 내지 50 kHz이고 500 kHz 초과인, 유도 전력 송신기.

청구항 33

제32항에 있어서, 유도 전력 전달 필드의 주파수는 110 내지 205 kHz인, 유도 전력 송신기.

청구항 34

제27항에 있어서, 상기 2개의 주파수는 미리결정된 외부 물체들의 알려진 표피 깊이에 기초하여 상기 미리결정된 외부 물체들을 검출하도록 선택되는, 유도 전력 송신기.

청구항 35

제27항에 있어서, 상기 코일은 상기 적어도 2개의 물체 검출 신호를 IPT 신호와 순차적으로 생성하도록 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 36

제27항에 있어서, 상기 코일은 상기 적어도 2개의 물체 검출 신호를 IPT 신호와 동시에 생성하도록 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 37

제27항에 있어서, 상기 컨버터는 존재하는 물체의 종류에 기초하여 무선 전력 송신 주파수에서 상기 송신 코일을 구동하도록 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 38

제27항에 있어서, 복수의 무선 전력 전달 코일을 포함하고, 상기 컨트롤러는 상기 물체의 위치에 기초하여 상기 복수의 무선 전력 전달 코일의 제1 서브세트를 활성화하도록 추가로 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 39

제27항에 있어서, 상기 송신 코일은 상기 제1 및 제2 주파수들과 상이한 주파수들에서 추가적인 물체 검출 신호들을 생성하고, 상기 추가적인 상이한 주파수들 각각에서 상기 코일의 인덕턴스를 결정하기 위해 상기 코일에 대한 회로 파라미터(들)를 결정하거나 측정하고, 상기 주파수들 각각 사이의 인덕턴스의 변화에 따라 어떤 종류의 물체가 존재하는지를 결정하도록 추가로 구성되는, 유도 전력 송신기.

청구항 40

제39항에 있어서, 상기 복수의 추가적인 물체 검출 신호의 주파수들은:

상기 제1 주파수에 걸친 주파수들의 제1 범위; 및

상기 제2 주파수에 걸친 주파수들의 제2 범위

로부터 선택되는, 유도 전력 송신기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 유도 전력 전달(inductive power transfer, IPT)을 위한 유도 전력 송신기(inductive power transmitter)에 관한 것으로 특히 외부 물체(foreign object) 검출에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] IPT는 휴대용 전기 디바이스의 무선 충전을 포함하여 많은 응용들에서 사용되는 확립된 기술의 잘 알려진 분야이다. 충전 매트(충전 패드)는 휴대용 디바이스를 위한 충전 표면을 제공하는 하나의 방법이며, 시변 자기장을 생성하는 하나 이상의 송신 코일을 갖는 전력 송신기를 포함하는 인터페이스 표면을 갖는다. 자기장은 적합한 전력 수신기의 수신 코일에 교류 전류를 유도하고 이는 이어서 배터리를 충전하거나 디바이스 또는 다른 부하에 전력을 공급하는 데 사용될 수 있다.

발명의 내용

- [0003] 본 발명은 개선된 유도 전력 송신기를 제공하거나 적어도 대중에게 유용한 선택을 제공할 수 있다.
- [0004] 예시적인 일 실시예에 따르면,
- [0005] 실질적으로 상이한 주파수들에서 적어도 2개의 물체 검출 신호를 생성하도록 구성된 컨버터,
- [0006] 물체 검출 신호들에 기초하여 자기장을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 송신 코일, 및
- [0007] 주파수들의 각각에서 코일의 인덕턴스를 결정하기 위한 코일에 대한 회로 파라미터(들)를 결정 또는 측정하고, 주파수들의 각각 사이의 인덕턴스의 변화에 따라 물체가 존재하는지 여부 및/또는 어떤 종류의 물체가 존재하는지를 결정하도록 구성된 컨트롤러를 포함하는 유도 전력 송신기가 제공된다.
- [0008] 추가의 실시예에 따르면,
- [0009] 실질적으로 상이한 주파수들에서 적어도 2개의 물체 검출 신호를 생성하도록 구성된 적어도 하나의 송신 코일, 및
- [0010] 주파수들의 각각에서 코일의 인덕턴스를 결정 또는 측정하고, 주파수들의 각각 사이의 인덕턴스의 변화에 따라 물체가 존재하는지 여부 및/또는 어떤 종류의 물체가 존재하는지를 결정하도록 구성된 컨트롤러를 포함하는 유도 전력 송신기가 제공된다.
- [0011] 다른 추가의 실시예에 따르면,
- [0012] 적어도 하나의 물체 검출 코일,
- [0013] 적어도 2개의 공진 커패시터,
- [0014] 각각의 커패시터를 주파수에서 공진하게 코일에 연결하도록 구성되는 적어도 2개의 스위치 - 커패시터들의 값은 실질적으로 상이함 -, 및
- [0015] 주파수들의 각각에서 코일의 인덕턴스를 결정 또는 측정하고, 주파수들의 각각 사이의 인덕턴스의 변화에 따라 물체가 존재하는지 여부 및/또는 어떤 종류의 물체가 존재하는지를 결정하도록 구성된 컨트롤러를 포함하는 유도 전력 송신기가 제공된다.
- [0016] 여러 관할권 하에서, 배타적 또는 포괄적인 의미로 "포함하다", "포함한다" 및 "포함하는"이라는 용어들이 사용될 수 있음이 인정된다. 본 명세서의 목적을 위해, 그리고 달리 명시하지 않는 한, 이들 용어들은 포괄적인 의미를 갖는 것으로 의도된다 - 즉, 이들은 사용이 직접 참조하는 나열된 컴포넌트들, 또한 가능하게 다른 지정되지 않은 컴포넌트들 또는 요소들의 포함을 의미하는 것으로 간주될 것이다.
- [0017] 본 명세서 내에서 임의의 문서에 대해 참조하는 것은, 다른 문서들과 유효하게 조합될 수 있는 선행 기술이라거나, 그것이 공통의 일반적인 지식의 일부를 형성한다는 인정을 구성하는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0018] 본 명세서에 통합되어 명세서의 일부를 구성하는 첨부 도면들은 전술한 본 발명의 일반적인 설명 및 아래의 실시예들에 대한 상세한 설명과 함께 본 발명의 실시예들을 예시하고, 본 발명의 원리들을 설명하는 역할을 한다. 도 1은 유도 전력 전달 시스템의 개략도이다.

도 2는 물체 검출 시스템의 블록도이다.

도 3은 예시적인 구현예의 회로도이다.

도 4는 대안적인 구현예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 일부 IPT 응용예들에서, 무선 전력 송신기는 소위 '외부 물체들'이 아닌 특별히 설계된 전력 수신기들로만 전력을 전송하는 데 유용할 수 있다. 외부 물체들은, 충전 위치에 위치되지만, 미리결정된 세트의 가능한 수신기 디바이스들 중 하나의 일부가 아닌 임의의 물체로서 정의된다. 이러한 외부 물체들의 전형적인 예들은 동전들, 열쇠들, 종이 클립들 등과 같은 금속 요소들이다. 예를 들어, 금속 물체는 활성 IPT 필드에 근접하면, 진동 자기장으로부터 생성된 와전류에 의해 가열될 수 있다. 이러한 기생 금속의 온도가 허용불가능한 레벨로 상승하는 것을 방지하기 위해, 전력 송신기는 전력 수신기들과 외부 물체들을 구별하고, 전송되는 전력을 감소시키거나 동작 전체를 중단시킬 수 있어야 한다. 유도 전력 송신기와 관련하여 외부 물체들을 검출하기 위한 다양한 예시적인 실시예들이 이제 설명될 것이다.
- [0020] 외부 물체들을 검출하기 위한 첫 번째 방법은 전력 손실을 측정하는 것이다. 이 방법에서, 수신된 유효 전력(real power)은 전력 송신기에 의해 생성된 자기장에 기인하여 핸드헬드 디바이스에 포함된 전력 수신기 내에서 소산된 유효 전력의 총량을 나타낸다. 수신된 유효 전력은 전력 수신기의 출력으로부터 이용가능한 유효 전력과 그 출력 전력을 생성하는 중에 손실된 임의의 유효 전력을 합한 것과 동일하다. 전력 수신기는 전력 손실이 허용가능한 설정 한계 내에 있는지 여부를 전력 송신기가 결정할 수 있도록 그의 수신된 유효 전력을 전력 송신기로 다시 통신하고, 전력 손실이 허용가능한 설정 한계 내에 있지 않다면, 전력 송신기는 외부 물체의 존재를 나타내는 변칙적 거동(anomalous behaviour)을 결정한다.
- [0021] 외부 물체들을 검출하는 두 번째 방법은 송신기 내에서 별개의 여기(excitation) 코일 및 검출 코일을 사용한다. 검출 코일의 인덕턴스의 변화를 측정하여 외부 물체의 존재를 결정한다.
- [0022] 외부 물체들을 검출하는 세 번째 방법은 수신기 코일 또는 검출 코일에 능동적으로 공진 전압을 생성하고 이어서 송신기 코일을 통해 Q 값 변화를 검출하는 것이다.
- [0023] 추가의 예시적인 실시예에 따르면, 외부 물체 검출은 외부 물체들이 상이한 주파수들에서 거동하는 방식에 의존할 수 있다. 예를 들어, IPT 수신기는 그의 반사 임피던스가 공진 주파수 부근에서 상이할 수 있도록 튜닝될 수 있다. 그러나, 공진 주파수로부터 멀리 떨어진 주파수에서, 등가 인덕턴스(equivalent inductance)와 같은 반사 파라미터들은 주파수에 비교적 안정적이다. 따라서, 물체 검출 코일이 제1 저주파수 및 제2 고주파수(어느 것도 공진 주파수에 근접하지 않음)에서 여기되면, 전류가 측정되어 물체 검출 코일의 인덕턴스를 결정할 수 있다. 저주파수 및 고주파에서의 물체 검출 코일의 인덕턴스 간의 차이는 IPT 수신기가 존재하는 경우에 일반적으로 매우 작을 것이다.
- [0024] 외부 물체가 도입되면, 상이한 주파수에서의 그의 동작은 현저하게 상이할 가능성이 높다. 예를 들어, 더 높은 주파수에서 물체 검출 코일의 측정된 인덕턴스는 더 낮은 주파수에서 측정된 인덕턴스보다 현저하게 더 낮은 것으로 관찰되었다.
- [0025] 따라서 두 주파수들 사이의 인덕턴스의 변화를 측정함으로써, IPT 환경에서 비교적 견고한 검출 알고리즘을 달성할 수 있다. 이것은 다음의 장점(들)을 가질 수 있다:
- [0026] • 수신기/송신기 통신에 의존하지 않고;
- [0027] • IPT 수신기가 존재해도 외부 물체(FO)의 존재를 확실하게 구별할 수 있고;
- [0028] • IPT와 동시에 사용될 수 있고;
- [0029] • 검출이 비교적 빠르고;
- [0030] • 정확도와 검출 신뢰도가 비교적 높고;
- [0031] • 응용예의 요구사항들에 따라 선택될 수 있는 인덕턴스의 변화를 검출하는 데 사용될 수 있는 다양한 회로들이

있고;

- [0032] ● OD 전력 레벨들이 상대적으로 낮을 수 있으며 정확도에 현저한 영향을 미치지 않고;
- [0033] ● 보정을 요구하지 않거나 비교를 위한 기준 파라미터를 결정하지 않고;
- [0034] ● 금속 물체들과 철 또는 자성 물체들을 구별할 수 있고/있거나;
- [0035] ● 수신기에서 회로부 또는 변경이 요구되지 않는다.
- [0036] 외부 물체 검출은 예를 들어, 도 1a에 일반적으로 도시된 것과 같은 유도 전력 전달(IPT) 시스템(1)에 구현될 수 있다. IPT 시스템(1)은 전형적으로 유도 전력 송신기(2) 및 유도 전력 수신기(3)를 포함한다. 유도 전력 송신기(2)는 주 전원 또는 배터리와 같은 적절한 전력 공급장치(4)에 연결된다. 유도 전력 송신기(2)는 예컨대, (사용된 전력 공급장치의 유형에 따라) AC-DC 컨버터와 같은 컨버터(5) 및 예컨대 (존재한다면) 컨버터(5)에 연결된 인버터(6) 중 하나 이상을 갖는 송신기 회로를 포함할 수 있다. 인버터(6)는 송신 코일(7) 또는 송신 코일들(7)이 교류 자기장을 생성하도록 AC 신호를 송신 코일(7) 또는 송신 코일들(7)에 공급한다. 일부 구성들에서, 송신 코일(들)(7)은 또한 인버터(5)로부터 분리된 것으로 간주될 수 있다. 송신 코일(7) 또는 송신 코일들(7)은 병렬 또는 직렬로 커패시터들(도시되지 않음)에 연결되어 공진 회로를 생성할 수 있다.
- [0037] 컨트롤러(8)는 IPT 송신기(2)의 각각의 부분에 연결될 수 있다. 컨트롤러(8)는 IPT 송신기(2)의 각각의 부분으로부터 입력들을 수신하고, 각각의 부분의 동작을 제어하는 출력들을 생성하도록 구성될 수 있다. 컨트롤러(8)는 예를 들어, 외부 물체 검출, 전력 흐름, 튜닝, 송신 코일들의 선택적 가동(energising), 유도 전력 수신기 검출 및/또는 통신을 포함하는 그 능력들에 따라 IPT 송신기(2)의 다양한 양태들을 제어하도록 구성된 단일 유닛 또는 별개의 유닛들로서 구현될 수 있다. 컨트롤러(8)는 하나 이상의 유닛들/컴포넌트들을 가질 수 있고, 마이크로 컨트롤러, PID, FPGA, CPLD, ASIC 등과 같은 컨트롤러일 수 있다. 또한, 전체 무선 수신기 회로의 중요한 부분들을 단일 집적 회로 상으로 집적시킬 수 있다.
- [0038] 유도 전력 수신기(3)는 수신기 회로부에 연결된 수신 코일(9) 또는 수신 코일들(9)을 포함하며, 수신기 회로부는 결과적으로 부하(11)에 전력을 공급하는 전력 조절 회로부(power conditioning circuitry)(10)를 포함할 수 있다. IPT 송신기(2) 및 유도 전력 수신기(3)의 코일들이 적합하게 결합된 경우, 송신 코일(7) 또는 송신 코일들(7)에 의해 생성된 교번 자기장은 수신 코일(9) 또는 수신 코일들(9)에 교류 전류를 유도한다. 전력 조절 회로(10)는 유도된 전류를 부하(11)에 적합한 형태로 변환하도록 구성되며, 예를 들어 전력 정류기, 전력 조정 회로 또는 이 둘의 조합을 포함할 수 있다. 수신 코일(9) 또는 수신 코일들(9)은 병렬 또는 직렬로 커패시터들(도시되지 않음)에 연결되어 공진 회로를 생성할 수 있다. 일부 유도 전력 수신기들에서, 수신기는 수신 코일(9) 또는 수신 코일들(9)의 튜닝, 전력 조절 회로부(10)의 동작 및/또는 통신을 제어할 수 있는 컨트롤러(12)를 포함할 수 있다.
- [0039] 용어 "코일"은 전류가 자기장을 생성하는 전기 전도성 구조를 포함할 수 있다. 예를 들어, 유도 "코일들"은 3차원 형상들 또는 2차원 평면 형상들의 전기 전도성 와이어, 인쇄 회로 기판(PCB) 기술들을 사용하여 복수의 PCB '층들' 위의 3차원 형상들로 제작된 전기 전도성 물질, 및 기타 코일-유사 형상들일 수 있다. 단수 또는 복수 형태의 용어 "코일"을 사용하는 것은 이러한 면에서 제한적인 것을 의미하는 것은 아니다. 응용예에 따라 다른 구성들이 사용될 수 있다.
- [0040] 특정 응용예들에 있어서, IPT 송신기는 외부 물체들(F0)(예컨대, 종이 클립들, 동전들 등)을 제외한 연관된 수신기 디바이스들(예컨대, 휴대폰들, 리모콘들 등)에 전력을 선택적으로 공급하는 것이 바람직할 수 있다. 이를 위해, IPT 송신기는 물체 검출(OD) 시스템을 포함할 수 있다. OD 시스템은 비-수신기 디바이스들에 대한 응답으로 코일들을 비활성화하거나, 오로지 수신기 디바이스들만 존재하는 경우에만 코일들을 활성화할 수 있다. (예컨대, 충전 매트 상에) 코일들의 어레이와 같은 복수의 송신 코일들이 있는 상황에서, OD 시스템은 각각 수신기/비-수신기 디바이스의 위치에 따라 다만 코일/코일들의 서브셋만 비활성화/활성화할 수 있다. 앞에서 언급한 F0 검출 알고리즘은 응용예의 요구사항들에 따라, OD 시스템의 일부를 형성하거나, 전체 OD 시스템일 수 있다.
- [0041] 예시적인 송신기(2)가 도 2에 도시된다. 인버터(6)는 송신 코일(7)에 전력을 공급하여 IPT 필드를 생성한다. OD 회로(200)는 OD 필드를 생성하기 위한 여기 코일(202) 또는 여기 코일들(202), 및 송신기(2) 상의, 또는 송신기(2)에 인접한 물체들의 존재 및/또는 위치를 감지하는 데 사용되는 검출 회로(204)를 포함한다. 송신기

(2)의 컨트롤러(8)는 직접적으로, 또는 별개의 제어 회로를 통해, 여기 코일(202)에 제공될 여기를 결정하고 OD 회로(204)로부터의 출력 신호를 처리하도록 구성될 수 있다.

[0042] 이는 응용예의 요구사항들에 따라 코일들의 어레이 및/또는 또는 복수의 OD 회로들을 포함할 수 있다. 대안적인 구현예들에서, OD 필드는 송신 코일(7)에 의해 생성될 수 있거나, 별개의 튜닝된 코일이거나, 결합되거나, 그 외일 수 있다. 이는 IPT 필드와 순차적으로 동작될 수 있거나 또는 동시에 동작될 수 있다.

[0043] 위에서 언급한 OD 필드는 적어도 2개의 현저하게 상이한 주파수에서 동작해야 한다. 응용예에 따라 2개 초과 주파수가 사용될 수 있다. 상한 주파수 및 하한 주파수는 특정 응용예에 대해 예상되는 외부 물체들의 신뢰성 있는 검출을 허용하도록 선택되는 것이 바람직하다.

[0044] 주파수에 따라 외부 물체들의 반사 인덕턴스가 감소한다는 위의 관찰은 표피 효과(skin effect)와 관련하여 설명될 수 있다. 표피 효과에 의하면 주파수가 증가함에 따라 자기장이 전도성 금속 몸체 내로 덜 침투할 것으로 예측된다. 와전류는 반대 자기장을 생성하여 자기장이 더 멀리 침투하는 것을 방해한다. 이것은 주어진 주파수에서 주어진 금속 내로의 자기장의 예상되는 침투를 나타내는 표피 깊이(skin depth)의 개념과 연관된다. 보다 정확하게는, 표피 깊이는 전류 밀도가 표면에서의 전류 밀도의 1/e 또는 0.37인 곳이다.

[0045] 더 높은 주파수에서의 이러한 차단 효과는 OD 코일에 의해 나타나는 반사 커패시턴스를 생성하는 것과 동일한 효과를 갖는다. 즉, OD 코일의 인덕턴스가 측정될 경우, 이는 금속 FO가 그것에 결합되면 여기 주파수에 따라 현저하게 감소할 것이다.

[0046] IPT 송신기에 근접한 전형적인 외부 물체들의 맥락에서, 표피 효과는 알려진 IPT 수신기들과 구별하기 위해 현실적인 주파수들에서 활용될 수 있다. 예를 들어, 표피 깊이는 방정식(1)에 따라 계산된다:

$$\delta = \sqrt{\frac{2\rho}{\omega\mu}} \quad (1)$$

[0047] 여기서

[0049] ρ = 컨덕터의 저항률

[0050] ω = 전류의 각 주파수 = $2\pi \times$ 주파수

[0051] μ_r = 컨덕터의 상대 자화 투자율

[0052] μ_0 = 자유 공간의 투자율

[0053] $\mu = \mu_r \mu_0$

[0054] 따라서 표피 깊이는 주파수의 제곱근에 반비례한다. 즉, 10배의 표피 깊이의 차이를 제공하기 위해, OD 여기 주파수는 100배 차이가 되어야 한다. 실용적인 검출을 위해서는 적어도 5배 차이의 표피 깊이가 요구될 것으로 예상된다. 결과적으로, 최소 검출가능 FO 두께를 결정하기 위해서는 최소 주파수가 선택되어야 한다. 이것은 주어진 응용예에 대한 예상된 FO에 기초하여 결정될 수 있다.

[0055] 예를 들어, 휴대 전화용 충전 패드와 같은 소비자 전자기기의 IPT에서, 주로 구리 또는 강으로 만들어진 동전들과 같은 FO에 대해, 바람직한 표피 깊이는 높은 OD 여기 주파수에서는 1 내지 2mm이고, 낮은 OD 여기 주파수에서는 0.1 내지 0.2mm 미만이다. 예컨대, OD 필드는 5 내지 50 kHz에서와 500 kHz 초과에서 동작할 수 있으며, IPT 필드는 50 내지 500 kHz, 예컨대, 110 내지 205 kHz에서 동작할 수 있다. 수신기 물체가 존재하는 상태에서 최상의 동작 성능을 보장하기 위해, OD 필드는 IPT 주파수보다 적어도 5배 더 낮고 더 높은 주파수로 튜닝될 수 있다. 예를 들어, 110 kHz의 IPT 주파수의 경우, OD 주파수는 10 kHz 이하로 튜닝될 수 있으며, 적어도 1MHz로 튜닝될 수 있다. 또한, 수신기 디바이스들에서의 고조파 공진(및 그에 따라 초래되는 OD 필드로부터의 수신기 손실)을 피하기 위해, IPT 주파수가 OD 주파수의 고조파가 아니거나 그 역의 경우인 것이 바람직할 수 있다.

[0056] 일부 실시예들에서, 송신기는 유도 전력 송신을 위한 코일(7) 및 OD 필드의 생성을 위한 별개의 코일(202)을 포함한다. 대안적인 실시예들에서, 송신기는 유도 전력 송신을 위해, 그리고 또한 OD 필드의 생성을 위해 구성된 코일(7)을 포함한다.

[0057]

구현예 1: 별개의 OD 코일이 2개 주파수에서 여기됨

[0058]

별개의 OD 코일이 사용된 경우, 이는 위에서 언급한 2개의 현저히 상이한 주파수에서 여기될 수 있다. 미리결정되거나 측정된 여기 전압 및 미리결정되거나 측정된 전류에 대해, 방정식(2)에 따라 인덕턴스가 결정될 수 있다(저항이 무시되는 경우):

[0059]

$$\omega L = \frac{V}{I} \quad (2)$$

[0060]

도 3을 참조하면, 송신기(2), OD 회로(200), OD 코일(202) 및 제어 가능한 AC 전력 공급장치(302)를 포함하는 OD 회로가 도시된다. 전력 공급장치는 별개의 인버터일 수 있다.

[0061]

전력 공급장치는 관심 주파수들에서 실질적으로 정현파 파형을 공급할 수 있다. OD 신호의 전력 레벨은 너무 많은 손실을 발생시키지 않도록 충분히 낮으면서도, 또한 인덕턴스 측정을 어렵게 할 정도로 너무 작아서는 안 된다.

[0062]

검출 알고리즘은 적절한 액션들을 수행하기 위해 주 송신기 컨트롤러에 단순한 고(high) 또는 저(low) 신호를 제공하는 하드웨어, 예컨대 로직으로 구현될 수 있다. 대안적으로, FO가 근처에 있는지 여부에 대한 결정은 주 송신기 컨트롤러 상에서 실행되는 소프트웨어에서 수행될 수 있다. 알고리즘은 제1 주파수에서 테스트하는 단계, 회로 파라미터들을 측정하는 단계, 인덕턴스를 결정하는 단계, 제2 현저히 상이한 주파수에서 테스트하는 단계, 회로 파라미터들을 측정하는 단계, 인덕턴스를 결정하는 단계 및 인덕턴스 값들의 차이가 임계치를 초과하는지 여부에 기초하여 외부 물체가 존재하는지 여부를 결정하는 단계를 포함한다.

[0063]

결정은 전력 전송 중에 배치된 물체들이 현저히 가열되지 않도록 충분히 자주, 예컨대, 1 또는 2초마다 한 번씩 수행되어야 한다. FO에 대한 정확성 및/또는 인지(knowledge)를 증가시키기 위해 2개 초과 주파수를 추가할 수 있다. FO 검출(FOD)은 인덕턴스 측정이 정확하게 수행될 수 있는 한, IPT와 동시에 수행될 수 있다.

[0064]

응용예에 따라, FO의 검출은 예컨대, 동전을 제거하고/하거나 IPT 필드를 턴오프하라고 사용자에게 경고하는 데 사용될 수 있다. 이상적으로 IPT 필드는 임의의 과열이 발생하기 전에 턴오프되어야 하는데, 이는 별개의 온도 센서와 공조하여 수행될 수 있다.

[0065]

구현예 1에 따른 OD 코일을 LCR 미터에 연결하여 실험을 수행하였다. 코일의 인덕턴스를 2개의 상이한 주파수들에서 다수의 상이한 시나리오들에 따라 예컨대, 그 자체만 측정하고("코일"), 또한 그 자체와 코일의 상부 상에 배치된 페라이트 판을 구비하여 측정하였다("페라이트"). 상한 주파수와 하한 주파수 사이의 L의 변화는 각각 1%와 2.5%이었으며, 이것은 L이 서로 상이한 주파수들에 걸쳐 코일 자체에서 상대적으로 안정적이고, 페라이트가 현저한 비선형성을 유발하지 않음을 보여준다.

[0066]

다음으로, 여러 가지 상이한 FO를 근접하게 놓고 코일을 테스트하였다. 먼저 OD 코일 바로 상부 상에 20센트 동전을 놓고, 페라이트와 동전을 근접하게 놓은 상태("FOD2"). 이것은 근접한 페라이트의 유무에 관계없이 금속 물체의 존재가 상이한 주파수들에 걸쳐 L에서 현저한 변화를 유발한다는 것을 분명히 보여준다. 이 예에서, 금속 물체를 구별하기 위해, 5 내지 10%의 임계치 변화가 사용될 수 있다. 이는 종래 기술의 방법들에 비해 훨씬 간단한 검출 방법을 제공할 수 있다.

[0067]

[표 1]

	코일	페라이트	FOD1	FOD2
10kHz(uH)	12.1	43.0	12.3	13.4
1MHz(uH)	12.0	42.0	10.6	11.0
% ΔL	-1%	-2.5%	-15.3%	-19.6%

[0068]

[0069]

구현예 2: 별개의 공진 OD 코일

[0070]

도 4는 OD 코일(L1) 및 2개의 병렬 튜닝된 커패시터(C1, C2)를 포함하는 공진 탱크를 갖는 대안적인 OD 회로(200)를 도시한다. 공진 탱크는 방정식(3)에 따른 고유 공진 주파수를 가질 것이다:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (3)$$

[0071]

C1과 C2의 값들은 2개의 명확하게 상이한 주파수(즉, FOD 주파수)에서 L1과 공진하도록 선택된다.

[0072]

탱크가 임펄스 또는 DC 신호에 의해 스위치(M3)를 사용하여 여기되는 경우, 커패시터 및 OD 코일에 나타나는 반사 인덕턴스에 따라 과도 응답(transient response)이 발생할 것이다. 이는 먼저 스위치(M1)를 닫고 스위치(M2)를 개방한 상태로 수행되며, 결과적인 과도현상의 주파수가 L1(반사 임피던스를 포함함) 및 C1에 의해 정의된다. 과도 응답의 주파수/주기는 제로 크로싱 검출기(zero crossing detector) 및 카운터들을 사용하여 측정될 수 있다.

[0073]

이어서, M1이 개방되고 M2가 닫힘으로써 주파수가 L1(반사 임피던스를 포함함) 및 C2에 의해 정의된다. 주파수가 다시 측정된다. 이어서, 각각의 경우의 인덕턴스가 방정식(2)에 따라 결정된다. 인덕턴스의 변화가 임계치를 초과하면 FO가 식별된 것이다.

[0074]

구현예 3: OD 여기에 사용되는 Tx 코일

[0075]

2개의 주파수는 또한 주 IPT 코일(7)을 사용하여 생성될 수 있다. 이 경우, OD 신호들은 인버터에 의해 IPT 전력 전달 신호의 상부 상에 중첩된다. 인덕턴스의 변화를 검출하기 위해, 2개의 OD 주파수 각각에 대해 전류 트랜스포머와 함께 별개의 필터들이 제공된다. 필터들은 IPT 주파수와 관련하여 OD 주파수들에 따라 노치 필터들 또는 고역/저역 필터들일 수 있다. 그러나, IPT 신호는 OD 신호보다 훨씬 강력할 가능성이 크기 때문에 빠른 롤오프(roll off)(즉, 더 높은 차수)를 갖는 필터들이 요구될 수 있다.

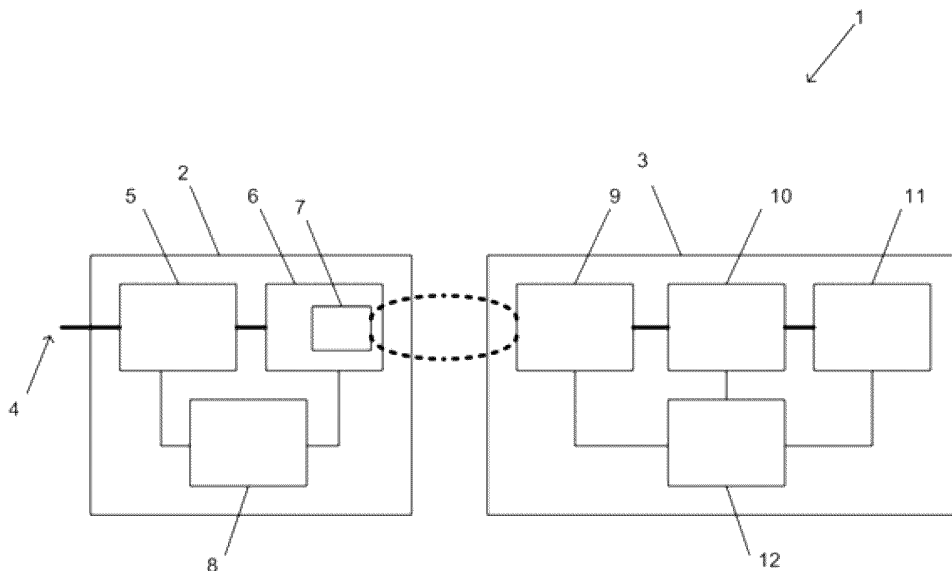
[0076]

본 발명은 그 실시예들의 설명에 의해 예시되었지만, 또한 실시예들이 상세히 설명되었지만, 첨부된 청구 범위의 범주를 그와 같은 상세 사항에 제한하거나 한정하는 것은 본 출원인의 의도가 아니다. 추가적인 장점들 및 수정들은 당업자들에게 쉽게 이해될 것이다. 따라서, 보다 넓은 관점에서 본 발명은 특정 세부 사항, 대표적인 장치 및 방법, 도시되고 설명된 예시적인 실시예들에 한정되지 않는다. 따라서, 출원인의 일반적인 발명 개념의 정신 또는 범위를 벗어나지 않고 이러한 세부 사항으로부터 벗어날 수 있다.

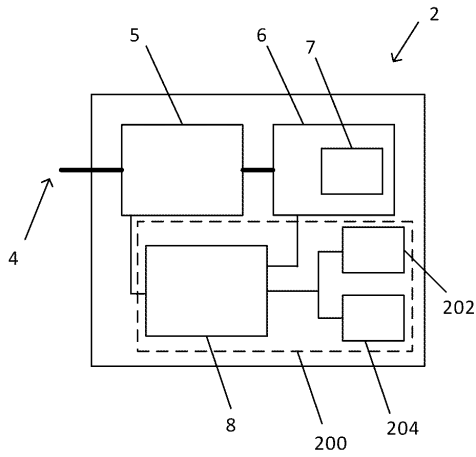
[0077]

도면

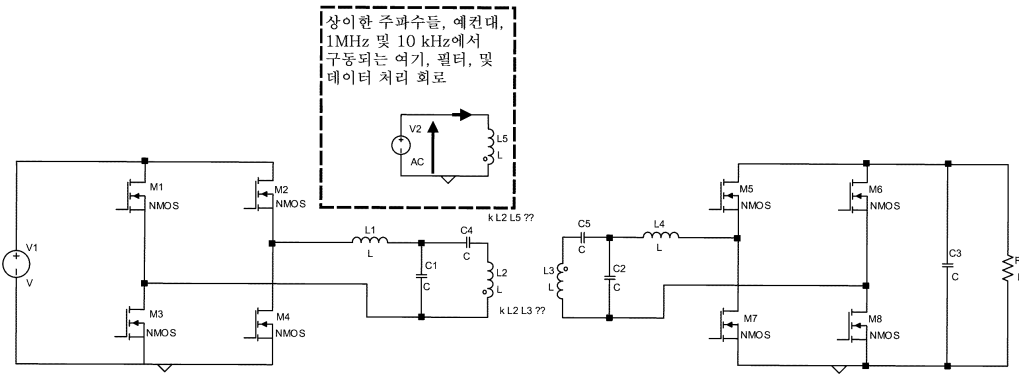
도면1



도면2



도면3



도면4

