



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2023-0122110  
(43) 공개일자 2023년08월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02J 50/60 (2016.01) H02J 50/10 (2016.01)
- (52) CPC특허분류  
H02J 50/60 (2023.08)  
H02J 50/10 (2023.08)
- (21) 출원번호 10-2023-7024624
- (22) 출원일자(국제) 2021년12월14일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2023년07월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2021/085598
- (87) 국제공개번호 WO 2022/128984  
국제공개일자 2022년06월23일
- (30) 우선권주장  
20215834.1 2020년12월18일  
유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인  
코닌클리케 필립스 엔.브이.  
네덜란드 아인트호벤 5656 에이지 하이 테크 캠퍼스 52
- (72) 발명자  
레벤스 파스칼 레오날드 마리아 테오두어  
네덜란드 아인트호벤 5656 에이이 하이 테크 캠퍼스 5 필립스인터내셔널 비.브이. 인텔렉츠크얼 프로퍼티 앤드 스탠다즈 내  
에티스 윌헬무스 게라르두스 마리아  
네덜란드 아인트호벤 5656 에이이 하이 테크 캠퍼스 5 필립스인터내셔널 비.브이. 인텔렉츠크얼 프로퍼티 앤드 스탠다즈 내  
블로프스 클라스 자코브  
네덜란드 아인트호벤 5656 에이이 하이 테크 캠퍼스 5 필립스인터내셔널 비.브이. 인텔렉츠크얼 프로퍼티 앤드 스탠다즈 내
- (74) 대리인  
장훈

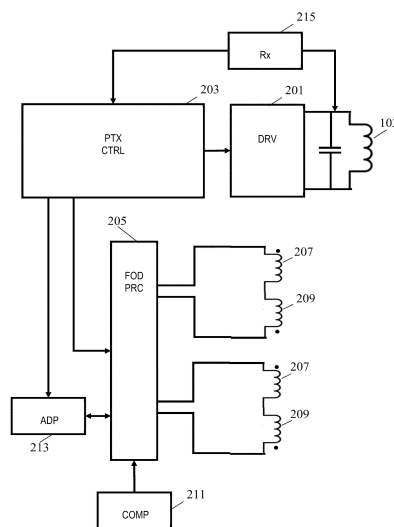
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **무선 전력 전송 시스템에서의 이물체 검출**

**(57) 요약**

전력 송신기(101)는 전력 전송 시간 구간 동안 전력 전송 신호를, 그리고 이물체 검출 시간 구간 동안 전자기 테스트 신호를 생성하도록 송신기 코일을 위한 구동 신호를 생성하는 구동기(201)를 포함한다. 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 세트는 2개의 검출 코일들을 포함하며, 2개의 검출 코일들은 송신기 코일에 의해 생성된 전자기 필드에 의해 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들이 서로를 보상하도록 배열된다. 이물체 검출기(205)는 검출 코일들에 결합되고, 이물체 검출 시간 구간 동안 이물체 검출을 수행한다. 이물체 검출기(205)는 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 세트로부터의 적어도 하나의 신호가 제1 임계치를 초과하고 신호들 중 적어도 2개의 주어진 임계 수 이하가 제2 임계치를 초과할 것을 요구하는 이물체 검출 기준에 응답하여 이물체를 검출하도록 배열된다.

**대표도 - 도2**



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

유도 전력 전송 신호를 통해 전력 수신기(105)에 전력을 무선으로 제공하기 위한 전력 송신기(101)로서, 송신기 코일(103);

상기 송신기 코일(103)을 위한 구동 신호를 생성하기 위한 구동기(201)로서, 반복 시간 프레임의 적어도 하나의 전력 전송 시간 구간 동안 상기 전력 전송 신호를 생성하도록 상기 송신기 코일(103)을 위한 상기 구동 신호를 생성하고, 상기 반복 시간 프레임의 적어도 하나의 이물체 검출 시간 구간 동안 전자기 테스트 신호를 생성하도록 상기 송신기 코일(103)을 위한 상기 구동 신호를 생성하도록 배열되는, 상기 구동기(201);

직렬로 결합된 밸런싱된(balanced) 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들로서, 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 각각의 세트는 2개의 검출 코일들을 포함하고, 상기 2개의 검출 코일들은 상기 송신기 코일(103)에 의해 생성된 전자기 필드에 의해 상기 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들이 서로를 보상하도록 배열되는, 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들;

밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들에 결합되고, 상기 이물체 검출 시간 구간 동안 이물체 검출을 수행하도록 배열된 이물체 검출기(205)를 포함하며, 상기 이물체 검출기(205)는 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들로부터의 신호들이 이물체 검출 기준을 충족시키는 것에 응답하여 이물체를 검출하도록 배열되고, 상기 이물체 검출 기준은,

상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들 중 적어도 하나의 세트로부터의 신호가 제1 임계치를 초과하는 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들 중 상기 적어도 하나의 세트 중의 상기 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스(imbalance)를 나타내는 제1 요건, 및

제2 임계치를 초과하는 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 세트 중의 상기 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스를 나타내는 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들로부터의 신호들의 수가 임계 수 미만인 제2 요건을 포함하며, 상기 임계 수는 적어도 2인, 전력 송신기(101).

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 임계 수는 3 이상인, 전력 송신기(101).

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 임계 수는 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들 내의 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 세트들의 수와 동일한, 전력 송신기(101).

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 요건이 충족된다는 결정에 응답하여 상기 전력 전송의 동작 파라미터를 적응시키기 위한 어댑터(213)를 추가로 포함하는, 전력 송신기(101).

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 요건이 충족된다는 결정에 응답하여 상기 이물체 검출의 동작 파라미터를 적응시키기 위한 어댑터(213)를 추가로 포함하는, 전력 송신기(101).

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 동작 파라미터는 상기 제1 요건의 파라미터인, 전력 송신기(101).

#### 청구항 7

제5항에 있어서, 상기 동작 파라미터는 상기 제2 요건의 파라미터인, 전력 송신기(101).

**청구항 8**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전력 수신기(105)로부터, 상기 전력 수신기(105)를 포함하는 전력 수신 디바이스에 대한 물리적 특성 데이터를 포함하는 데이터를 수신하도록 배열된 수신기(215); 상기 물리적 특성 데이터에 응답하여 상기 이물체 검출의 동작 파라미터를 적응시키기 위한 것을 추가로 포함하는, 전력 송신기(101).

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 동작 파라미터는 상기 제2 요건의 파라미터인, 전력 송신기(101).

**청구항 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 이물체가 존재하지 않을 때 상기 2개의 검출 코일들에서 유도된 상기 신호들 사이의 임밸런스에 대해 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 적어도 하나의 세트로부터의 상기 신호를 보상하도록 배열된 보상기(211)를 추가로 포함하는, 전력 송신기(101).

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 보상기(211)는 상기 제2 요건이 충족되는 것에 응답하여 상기 보상의 적응을 개시하도록 배열되는, 장치.

**청구항 12**

제10항 또는 제11항에 있어서, 상기 보상기(211)는 상기 보상이 기준을 충족시키는 보상 값들을 요구한다는 검출에 응답하여 상기 전력 전송 신호의 전력 레벨을 감소시키도록 배열되는, 전력 송신기(101).

**청구항 13**

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들 중 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 적어도 2개의 세트들에 대해 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 세트 중의 상기 2개의 검출 코일들에서 유도된 상기 신호들 사이의 임밸런스들에 응답하여 상기 전력 전송의 동작 파라미터를 적응시키기 위한 어댑터(213)를 추가로 포함하는, 전력 송신기(101).

**청구항 14**

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전력 송신기(101)는 상기 제2 요건이 충족된다는 결정에 응답하여 위치 변경 표시를 생성하기 위한 회로(203)를 추가로 포함하며, 상기 위치 변경 표시는 상기 전력 수신기(105)의 위치의 변경을 표시하는, 전력 송신기(101).

**청구항 15**

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 이물체 검출 기준은,

상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들 중 적어도 하나의 세트로부터의 상기 신호가 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들 중 상기 적어도 하나의 세트 중의 상기 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스가 제2 임계치를 초과하지 않음을 나타내는 제3 요건을 포함하며, 상기 제2 임계치는 상기 제1 임계치보다 큰, 전력 송신기(101).

**청구항 16**

유도 전력 전송 신호를 통해 전력 수신기(105)에 전력을 무선으로 제공하는 전력 송신기(101)를 위한 동작의 방법으로서, 상기 전력 송신기(101)는,

송신기 코일(103);

직렬로 결합된 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들로서, 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 각각의 세트는 2개의 검출 코일들을 포함하고, 상기 2개의 검출 코일들은 상기 송신기 코일(103)에 의해 생성된 전

자기 필드에 의해 상기 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들이 서로를 보상하도록 배열되는, 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들을 포함하고, 상기 방법은,

반복 시간 프레임의 적어도 하나의 전력 전송 시간 구간 동안 상기 전력 전송 신호를 생성하도록 상기 송신기 코일(103)을 위한 구동 신호를 생성하고, 상기 반복 시간 프레임의 적어도 하나의 이물체 검출 시간 구간 동안 전자기 테스트 신호를 생성하도록 상기 송신기 코일을 위한 상기 구동 신호를 생성하는 단계;

밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들에 결합된 이물체 검출기(205)가 상기 이물체 검출 시간 구간 동안 이물체 검출을 수행하는 단계를 포함하며, 상기 이물체의 검출은 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들로부터의 신호들이 이물체 검출 기준을 충족시키는 것에 응답하고, 상기 이물체 검출 기준은,

상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들 중 적어도 하나의 세트로부터의 신호가 제1 임계치를 초과하는 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들 중 상기 적어도 하나의 세트 중의 상기 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스를 나타내는 제1 요건, 및

제2 임계치를 초과하는 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 세트 중의 상기 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스를 나타내는 상기 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 복수의 세트들로부터의 신호들의 수가 임계 수 미만인 제2 요건을 포함하며, 상기 임계 수는 적어도 2인, 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 전력 전송 시스템에서의 이물체(foreign object) 검출에 관한 것이며, 특히, 그러나 비배타적으로, 예를 들어 주방 기기들과 같은 더 높은 전력 디바이스들로의 유도 전력 전송을 제공하는 전력 송신기를 위한 이물체 검출에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 대부분의 오늘날의 전기 제품들은 외부 전력 공급 장치로부터 전력을 공급받기 위해 전용 전기 접촉을 필요로 한다. 그러나, 이것은 비실용적인 경향이 있으며 사용자가 커넥터를 물리적으로 삽입하거나 달리 물리적 전기 접촉을 확립할 것을 요구한다. 전형적으로, 전력 요건들이 또한 현저히 상이하고, 현재 대부분의 디바이스들은 그들 자신의 전용 전력 공급 장치를 갖추고 있고, 그 결과 전형적인 사용자는 다수의 상이한 전력 공급 장치들을 가지고 있으며 이때 각각의 전력 공급 장치는 특정 디바이스에 전용된다. 비록 내부 배터리의 사용이 사용 동안 전력 공급 장치에 대한 유선 연결에 대한 필요성을 회피할 수 있지만, 배터리는 재충전(또는 교체)을 필요로 할 것이기 때문에 이것은 부분적인 해결책만을 제공할 뿐이다. 배터리의 사용은 또한 디바이스의 무게와 잠재적으로 비용 및 크기를 상당히 증가시킬 수 있다.

[0003] 현저히 개선된 사용자 경험을 제공하기 위해, 전력이 전력 송신기 디바이스 내의 송신기 인덕터로부터 개별 디바이스들 내의 수신기 코일로 유도적으로 전송되는 무선 전력 공급 장치를 사용하는 것이 제안되었다.

[0004] 자기 유도를 통한 전력 송신은 1차 송신기 인덕터/코일과 2차 수신기 코일 간의 긴밀한 결합을 갖는 변압기들에서 대부분 적용되는 잘 알려진 개념이다. 2개의 디바이스 간에 1차 송신기 코일과 2차 수신기 코일을 분리함으로써, 이들 간의 무선 전력 전송이 느슨하게 결합된 변압기의 원리에 기초하여 가능해진다.

[0005] 그러한 배열은 어떠한 유선 또는 물리적 전기 연결도 이루어질 것을 요구함이 없이 디바이스들의 무선 전력 전송을 허용한다. 실제로, 그것은 외부에서 재충전되거나 전력을 공급받기 위해 간단히 디바이스가 송신기 코일에 인접하게 또는 그 위에 배치되도록 허용할 수 있다. 예를 들어, 전력 송신기 디바이스들은 디바이스가 전력을 공급받기 위해 간단히 그 상에 배치될 수 있는 수평 표면을 갖도록 배열될 수 있다.

[0006] 더욱이, 그러한 무선 전력 전송 배열들은 유리하게도 전력 송신기 디바이스가 다양한 전력 수신기 디바이스들과 함께 사용될 수 있도록 설계될 수 있다. 특히, Qi 사양으로 알려진 무선 전력 전송 접근법이 정의되었으며 현재 더욱 개발되고 있다. 이 접근법은 Qi 사양을 충족시키는 전력 송신기 디바이스들과 Qi 사양을 또한 충족시키는 전력 수신기 디바이스들이 동일한 제조자로부터의 것이어야 함 또는 서로 전용되어야 함 없이 이들이 함께 사용되도록 허용한다. Qi 표준은 동작이 특정 전력 수신기 디바이스에 적용되도록(예를 들어, 특정 전력 소모에 의존하도록) 허용하기 위한 어떤 기능을 추가로 포함한다.

[0007] Qi 사양은 무선 전력 컨소시엄에 의해 개발되고, 더 많은 정보를 예를 들어 그들의 웹사이트:

<http://www.wirelesspowerconsortium.com/index.html>에서 찾아볼 수 있으며, 그곳에서 특히 정의된 사양 문서들을 찾아볼 수 있다.

- [0008] 무선 전력 컨소시엄은 Qi 사양에 기초하여 주방 기기들에 안전하고, 신뢰성 있고, 효율적인 무선 전력 전송을 제공하는 것을 목표로 하는 Ki 사양(코드리스 키친 사양(Cordless Kitchen Specification)으로도 알려짐)을 계속해서 개발하였다. Ki는 최대 2.2 KW의 훨씬 더 높은 전력 레벨들을 지원한다.
- [0009] 무선 전력 전송에 관한 잠재적인 문제는 전력이 예를 들어 우연히 전력 송신기의 부근에 있는 금속 물체로 의도치 않게 전송될 수 있다는 것이다. 예를 들어, 예컨대 동전, 열쇠, 반지 등과 같은 이물체가 전력 수신기를 수용하도록 배열된 전력 송신기 플랫폼 상에 배치되는 경우, 송신기 코일에 의해 생성된 자기 플럭스(magnetic flux)는 금속 물체에서 와전류(eddy current)를 유발할 것이며, 이는 그 물체들이 가열되게 할 것이다. 열 증가는 매우 상당할 수 있으며 매우 불리할 수 있다.
- [0010] 그러한 시나리오들이 발생할 위험을 감소시키기 위해, 전력 송신기가 이물체의 존재를 검출하고 양성 검출이 발생할 때 송신 전력을 감소시키고/시키거나 사용자 경고를 생성할 수 있는 이물체 검출을 도입하는 것이 제안되었다. 예를 들어, Qi 시스템은 이물체를 검출하기 위한, 그리고 이물체가 검출되는 경우 전력을 감소시키기 위한 기능을 포함한다. 구체적으로, Qi 사양 버전 1.2.1, 섹션 11은 이물체를 검출하는 다양한 방법들을 설명한다.
- [0011] 그러한 이물체들을 검출하는 한 가지 방법이 W02015018868A1호에 개시되어 있다. 다른 예가 알려지지 않은 전력 손실들을 결정하는 것에 기초하는 접근법을 개시하는 WO 2012127335호에 제공되어 있다. 이 접근법에서, 전력 수신기 및 전력 송신기 둘 모두는 그들의 전력을 측정하고, 수신기는 그의 측정된 수신 전력을 전력 송신기로 전달한다. 전력 송신기가 송신기에 의해 전송된 전력과 수신기에 의해 수신된 전력 사이의 상당한 차이를 검출할 때, 원치 않는 이물체가 잠재적으로 존재할 수 있고, 전력 전송은 안전 이유들로 감소되거나 중단될 수 있다. 이러한 전력 손실 방법은 전력 송신기 및 전력 수신기에 의해 수행되는 동기화된 정확한 전력 측정들을 필요로 한다.
- [0012] 예를 들어, Qi 전력 전송 표준에서, 전력 수신기는 예컨대 정류 전압 및 전류를 측정하고, 그들을 곱하고, 전력 수신기에서의 내부 전력 손실들(예컨대, 정류기, 수신기 코일, 수신기의 일부인 금속 부분들 등의 손실들)의 추정치를 가산함으로써 그의 수신 전력을 추정한다. 전력 수신기는 결정된 수신 전력을 예컨대 매 4초의 최소 레이트로 전력 송신기에 보고한다.
- [0013] 전력 송신기는 예컨대 인버터의 DC 입력 전압 및 전류를 측정하고, 그들을 곱하고, 예를 들어 인버터, 1차 코일, 및 전력 송신기의 일부인 금속 부분들에서의 추정 전력 손실과 같은, 송신기에서의 내부 전력 손실들의 추정치를 가산하는 것에 의해 그 결과를 보정함으로써 그의 송신 전력을 추정한다.
- [0014] 전력 송신기는 송신 전력으로부터 보고된 수신 전력을 가산함으로써 전력 손실을 추정할 수 있다. 그 차이가 임계치를 초과하는 경우, 송신기는 너무 많은 전력이 이물체에서 소산된다고 추정할 것이고, 그것은 이어서 전력 전송을 종료하도록 진행할 수 있다.
- [0015] 대안적으로, 대응하는 커패시턴스들 및 저항들과 함께 1차 코일 및 2차 코일에 의해 형성되는 공진 회로의 품질 또는 Q-계수를 측정하는 것이 제안되었다. 측정된 Q-계수에 있어서의 감소는 이물체가 존재함을 나타낼 수 있다. 이러한 접근법은 종종 전력 전송 전에 사용된다.
- [0016] 실제로, Qi 사양에서 설명된 방법들을 사용하여 충분한 검출 정확도를 달성하는 것은 어려운 경향이 있다. 이러한 어려움은 특정한 현재 동작 조건들에 대한 다수의 불확실성에 의해 악화된다.
- [0017] 예를 들어, 특정 문제는 친화적인 금속들(즉, 전력 수신기 또는 전력 송신기를 구현하는 디바이스의 금속 부분들)의 잠재적 존재인데, 그 이유는 이들의 자기 및 전기 특성들이 알려져 있지 않을 수 있고(그리고 상이한 디바이스들 사이에서 다를 수 있고) 그에 따라 보상하기가 어려울 수 있기 때문이다.
- [0018] 더욱이, 심지어 비교적 적은 양의 전력이 금속 이물체에서 소산되는 것으로부터도 바람직하지 않은 가열이 기인할 수 있다. 따라서, 송신 전력과 수신 전력 간의 심지어 작은 전력 불일치도 검출하는 것이 필요하며, 이것은 전력 전송의 전력 레벨들이 증가할 때 특히 어려울 수 있다.
- [0019] Q 계수 저하 접근법은 많은 시나리오들에서 금속 물체들의 존재를 검출하기 위한 더 양호한 민감도를 가질 수 있다. 그러나, 그것은 여전히 충분한 정확도를 제공하지 않을 수 있고, 예를 들어 또한 친화적인 금속의 영향

을 받을 수 있다.

- [0020] 이물체 검출의 성능은 테스트가 실제로 수행될 때 존재하는 특정 동작 조건들에 의존한다. 게다가, 이물체 검출은 전형적으로 이물체의 존재에 의해 야기된 비교적 작은 변화들이 가능하게는 테스트가 수행되고 있는 동작 조건들 및 시나리오들의 큰 변동을 갖는 환경에서 검출되는 것이 요구되는 매우 민감한 테스트이다.
- [0021] 문제들은 더 높은 전력 레벨들에 대해 악화되는 경향이 있다. 더 높은 전력 레벨들에 대해, 이물체 검출 알고리즘들은 안전 온도 초과와 이물체들의 가열을 방지하기 위해 더 정확할 필요가 있다. 실제로, 온도 상승은 절대 전력 레벨에 의해 주어지고, 이에 따라 더 높은 전력 레벨에 대해, 검출될 필요가 있는 상대 전력 손실은 상당히 감소될 수 있다.
- [0022] 또한, 더 높은 전력 레벨들에 대해, 이물체 검출의 검출 정확도가 점점 더 중요해지고, 이에 따라 정확한 측정 접근법에 대한 요구들이 점점 더 엄격해진다. 실제로, 저전력 사용에 적합한 이물체 검출 접근법들 중 많은 것이 더 높은 전력 전송들에 대한 검출에 적합하지 않다.
- [0023] 이물체 검출을 위한 현재의 접근법들 및 측정 기술들은 최적이지 않은 경향이 있으며, 몇몇 시나리오들 및 예들에서 최적보다 낮은 성능을 제공할 수 있다. 특히, 그들은 이물체들의 존재가 검출되지 않는 것, 또는 아무것도 존재하지 않을 때 이물체들의 오검출들을 야기할 수 있다. 게다가, 더 정확한 접근법들은 복잡하고 고가인 경향이 있다.
- [0024] 따라서, 개선된 물체 검출이 유리할 것이며, 특히 증가된 유연성, 감소된 비용, 감소된 복잡성, 개선된 물체 검출, 더 적은 오검출들 및 누락된 검출들, 하위 호환성, 더 높은 전력 레벨 전송들에 대한 개선된 적합성, 및/또는 개선된 성능을 허용하는 접근법이 유리할 것이다.

**발명의 내용**

- [0025] 따라서, 본 발명은 기술한 불리한 점들 중 하나 이상을 단독으로 또는 임의의 조합으로 바람직하게 완화, 경감 또는 제거하고자 한다.
- [0026] 본 발명의 태양에 따르면, 유도 전력 전송 신호를 통해 전력 수신기에 전력을 무선으로 제공하기 위한 전력 송신기로서, 송신기 코일; 송신기 코일을 위한 구동 신호를 생성하기 위한 구동기로서, 반복 시간 프레임의 적어도 하나의 전력 전송 시간 구간 동안 전력 전송 신호를 생성하도록 송신기 코일을 위한 구동 신호를 생성하고, 반복 시간 프레임의 적어도 하나의 이물체 검출 시간 구간 동안 전자기 테스트 신호를 생성하도록 송신기 코일을 위한 구동 신호를 생성하도록 배열되는, 상기 구동기; 직렬로 결합된 밸런싱된(balanced) 검출 코일들의 복수의 세트들로서, 밸런싱된 검출 코일들의 각각의 세트는 2개의 검출 코일들을 포함하고, 2개의 검출 코일들은 송신기 코일에 의해 생성된 전자기 필드에 의해 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들이 서로를 보상하도록 배열되는, 상기 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들; 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들에 결합되고, 이물체 검출 시간 구간 동안 이물체 검출을 수행하도록 배열된 이물체 검출기를 포함하며, 이물체 검출기는 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들로부터의 신호들이 이물체 검출 기준을 충족시키는 것에 응답하여 이물체를 검출하도록 배열되고, 이물체 검출 기준은, 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들 중 적어도 하나의 세트로부터의 신호가 제1 임계치를 초과하는 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들 중 적어도 하나의 세트 중의 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스(imbalance)를 나타내는 제1 요건; 및 제2 임계치를 초과하는 밸런싱된 검출 코일들의 세트 중의 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스를 나타내는 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들로부터의 신호들의 수가 임계 수 미만인 제2 요건을 포함하며, 임계 수는 적어도 2인, 전력 송신기가 제공된다.
- [0027] 본 발명은 많은 실시예들에서 개선된 이물체 검출을 제공할 수 있다. 많은 시나리오들 및 시스템들에서, 더 정확한 이물체 검출이 달성될 수 있다. 이 접근법은 많은 실시예들에서 복잡성을 감소시킬 수 있다. 구체적으로, 이 접근법은 더 높은 전력 레벨 전력 전송 시스템들에서 이물체 검출을 개선하는 데 특히 적합할 수 있다.
- [0028] 이 접근법은 전력 전송 단계 동안의 이물체 검출 테스트들의 개선된 정확도 및/또는 신뢰성을 가능하게 할 수 있다. 많은 실시예들에서, 이 접근법은 이물체 검출 테스트들에 대한 불확실성을 감소시켜서 성능을 개선할 수 있다.
- [0029] 본 발명은 많은 실시예들 및 시나리오들에서 개선된 그리고/또는 용이한 이물체 검출을 제공할 수 있다. 이 접근법은 밸런싱된 검출 코일들을 사용할 때 검출 정확도를 개선하기 위한 특히 효율적인 접근법을 제공할 수 있다.

다.

- [0030] 이 접근법은 특히 많은 실시예들 및 시나리오들에서 밸런싱된 검출 코일들을 사용하는 이물체 검출 접근법에 대한 허위 이물체 검출들의 위험을 감소시킬 수 있다. 많은 실시예들에서, 이 접근법은 이물체들에 의해 그리고, 전력 수신기 기기/디바이스의 이동과 같은, 다른 이벤트들에 의해 야기되는 임밸런스들 사이의 구별을 가능하게 할 수 있다.
- [0031] 반복 시간 프레임의 이물체 검출 시간 구간은 구체적으로 구동기의 출력 스테이지들에 대한 전력 전송 신호의 그리고/또는 변화하는(예를 들어, AC) 공급 전압의 진폭의 제로 크로싱들과 일치하도록/그를 포함하도록, 그와 동기화되도록 시간 설정될 수 있다.
- [0032] 많은 실시예들에서, 이물체 검출 시간 구간의 지속시간(duration)은 시간 프레임의 지속시간의 5%, 10%, 또는 20% 이하이다. 많은 실시예들에서, 이물체 검출 시간 구간(들)의 지속시간은 시간 프레임의 70%, 80%, 또는 90% 이상이다. 이물체 검출 시간 구간(들)의 지속시간은 많은 시나리오들에서 5 msec, 10 msec, 또는 50 msec 를 초과하지 않을 수 있다.
- [0033] 검출 코일들은 전송기 코일에 의해 생성된 전자기 필드에 의해 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들이 서로를 보상하도록 검출 코일들이 배열된다는 점에서 밸런싱된다. 2개의 밸런싱된 검출 코일들에 걸친 조합된 전압은 2개의 밸런싱된 검출 코일들 각각에 걸친 전압들 중 가장 큰 것보다 낮다. 보상은 2개의 신호들의 적어도 부분적인 소거될 수 있다.
- [0034] 전자기 테스트 신호는 또한 테스트 전자기 필드로 지칭될 수 있으며, 이 용어들은 상호 교환 가능한 것으로 간주될 수 있다.
- [0035] 밸런싱된 검출 코일들의 세트 중의 2개의 검출 코일에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스(들)는 전자기 테스트 신호에 의해 2개의 검출 코일에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스(들)일 수 있다. 밸런싱된 검출 코일들의 세트 중의 2개의 검출 코일에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스(들)는 송신기 코일에 의해 생성된 전자기 필드에 의해 2개의 검출 코일에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스(들)일 수 있다. 밸런싱된 검출 코일들의 세트들은 구동되지 않을 수 있다. 밸런싱된 검출 코일들의 세트들은 순수 전기 에너지를 출력하도록 결합될 수 있다.
- [0036] 전력 송신기는 밸런싱된 검출 코일들의 세트들에 전력/전기 에너지를 제공하지 않도록 배열될 수 있다. 밸런싱된 검출 코일들의 세트들은 유도에 의한 에너지만을 수신하도록 결합될 수 있다. 밸런싱된 검출 코일들의 세트들에서 흐르는 유일한 전류는 유도로부터 기인하는 전류일 수 있다.
- [0037] 임계 수는 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들 내의 세트들의 수 이하일 수 있다. 많은 실시예에서, 임계 수는 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들 내의 세트들의 수보다 단지 하나 작을 수 있다.
- [0038] 밸런싱된 검출 코일들의 세트로서의 검출 코일들은 직렬로 결합될 수 있다. 직렬로 결합되는 검출 코일들/권선에 대해, 검출 코일들/권선을 통한 전류는 동일할 수 있다.
- [0039] 몇몇 실시예들에서, 이물체 검출 시간 구간 동안의 구동 신호의 주파수는 전력 전송 시간 구간 동안의 구동 신호의 주파수보다 50% 이상 더 높다.
- [0040] 이것은 많은 실시예들에서 개선된 그리고/또는 용이한 이물체 검출을 제공할 수 있다. 그것은 특히 전력 수신기의 부하에 의한 부하 인가의 감소된 영향을 제공할 수 있고, 예를 들어, 공진 부하를 디튜닝할 수 있다. 부하의 감소된 영향은 많은 실시예들에서 더 정확한 이물체 검출을 야기할 수 있다.
- [0041] 몇몇 실시예들에서 이물체 검출 시간 구간 동안의 구동 신호의 주파수는 전력 전송 시간 구간 동안의 구동 신호의 주파수보다 100% 또는 심지어 200% 이상 더 높다.
- [0042] 몇몇 실시예들에서, 이물체 검출 시간 구간 동안의 구동 신호의 전압 진폭은 전력 전송 시간 구간들 동안의 구동 신호의 전압 진폭의 50% 이하이다.
- [0043] 이것은 많은 실시예들에서 개선된 그리고/또는 용이한 이물체 검출을 제공할 수 있다. 그것은 특히 전력 수신기의 부하에 의한 부하 인가의 감소된 영향을 제공할 수 있고, 예를 들어, 공진 부하를 디튜닝할 수 있다. 부하의 감소된 영향은 많은 실시예들에서 더 정확한 이물체 검출을 야기할 수 있다.
- [0044] 몇몇 실시예들에서, 이물체 검출 시간 구간 동안의 구동 신호의 전압 진폭은 전력 전송 시간 구간들 동안의 구

동 신호의 전압 진폭의 25% 또는 10% 이하이다.

- [0045] 몇몇 실시예들에서, 구동 신호의 전압 진폭은 이물체 검출 시간 구간 동안 실질적으로 일정하다.
- [0046] 이것은 많은 실시예들에서 개선된 그리고/또는 용이한 이물체 검출을 제공할 수 있다.
- [0047] 밸런싱된 검출 코일들의 각각의 세트는 2개의 검출 코일을 포함할 수 있으며, 2개의 검출 코일은 전자기 필드에 의해 2개의 검출 코일에서 유도된 신호들과 송신기 코일에 의해 생성된 sec가 밸런싱된 검출 코일들의 세트로부터의 신호에서 서로를 상쇄시키도록/보상하도록/적어도 부분적으로 소거하도록 배열된다.
- [0048] 밸런싱된 검출 코일들의 세트로부터의 신호는 구체적으로 검출 코일들의 세트 중의 검출 코일들로부터의 유도된 신호들의 조합된 신호일 수 있다. 신호는 검출 코일들 각각에서 유도된 전압들의 조합된/합산된 전압일 수 있다(또는 그러한 전압 기여를 포함할 수 있다). 검출 코일들의 주어진 세트에 대한 2개의 검출 코일에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스는 신호의 전압, 그리고 구체적으로 전압 진폭 및/또는 위상에 의해 표시될 수 있다.
- [0049] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 임계 수는 3 이상이다.
- [0050] 이것은 많은 실시예에서 특히 유리한 성능을 제공할 수 있고, 특히 많은 실시예 및 시나리오에서 제1 요건에 대한 원인이 이물체일 가능성 또는 전력 수신기가 이동한 것일 가능성 사이의 더 명확한 구별을 제공할 수 있다.
- [0051] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 임계 수는 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들 내의 밸런싱된 검출 코일들의 세트들의 수와 동일하다.
- [0052] 이것은 많은 실시예에서 특히 유리한 성능을 제공할 수 있고, 특히 많은 실시예 및 시나리오에서 제1 요건에 대한 원인이 이물체일 가능성 또는 전력 수신기가 이동한 것일 가능성 사이의 더 명확한 구별을 제공할 수 있다.
- [0053] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 전력 송신기는 제2 요건이 충족된다는 결정에 응답하여 전력 전송의 동작 파라미터를 적응시키기 위한 어댑터를 추가로 포함한다.
- [0054] 이것은 많은 실시예 및 시나리오에서 특히 유리한 성능을 제공할 수 있다. 동작 파라미터는 예를 들어 전력 제어 루프 파라미터(예를 들어, 루프 이득, 루프 주파수 응답, 또는 루프 시상수), 전력 전송 신호에 대한 최대 전력 한계, 및/또는 전력 전송 신호에 대한 현재 전력 레벨일 수 있다.
- [0055] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 전력 송신기는 제2 요건이 충족된다는 결정에 응답하여 이물체 검출의 동작 파라미터를 적응시키기 위한 어댑터를 추가로 포함한다.
- [0056] 이것은 많은 실시예 및 시나리오에서 특히 유리한 성능을 제공할 수 있다. 그것은 많은 실시예에서 개선된 이물체 검출, 그리고 특히 전형적으로 더 적은 허위 양성 검출들과 함께 더 정확한 이물체 검출을 제공할 수 있다.
- [0057] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 동작 파라미터는 제1 요건의 파라미터이다.
- [0058] 이것은 많은 실시예 및 시나리오에서 특히 유리한 성능을 제공할 수 있다. 그것은 많은 실시예에서 개선된 이물체 검출, 그리고 특히 전형적으로 더 적은 허위 양성 검출들과 함께 더 정확한 이물체 검출을 제공할 수 있다. 동작 파라미터는 예를 들어 제1 임계치일 수 있거나, 예를 들어 검출 코일의 세트(들)의 신호(들)로부터 임계치와 비교되는 임밸런스 척도를 결정하기 위한 함수/계산/알고리즘의 일부일 수 있다.
- [0059] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 동작 파라미터는 제2 요건의 파라미터이다.
- [0060] 이것은 많은 실시예 및 시나리오에서 특히 유리한 성능을 제공할 수 있다. 그것은 많은 실시예에서 개선된 이물체 검출, 그리고 특히 전형적으로 더 적은 허위 양성 검출들과 함께 더 정확한 이물체 검출을 제공할 수 있다. 동작 파라미터는 예를 들어 제2 임계치일 수 있거나, 예를 들어 검출 코일의 세트(들)의 신호(들)로부터 임계치와 비교되는 임밸런스 척도를 결정하기 위한 함수/계산/알고리즘의 일부일 수 있다.
- [0061] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 전력 송신기는 전력 수신기로부터, 전력 수신기를 포함하는 전력 수신 디바이스에 대한 물리적 특성 데이터를 포함하는 데이터를 수신하도록 배열된 수신기; 물리적 특성 데이터에 응답하여 이물체 검출의 동작 파라미터를 적응시키기 위한 것을 추가로 포함한다.
- [0062] 이것은 많은 실시예 및 시나리오에서 특히 유리한 성능을 제공할 수 있다. 그것은 많은 실시예에서 개선된 이물체 검출, 그리고 특히 전형적으로 더 적은 허위 양성 검출들과 함께 더 정확한 이물체 검출을 제공할 수 있다. 물리적 특성 데이터는 구체적으로 전력 수신기를 포함하는 디바이스의 광범위한 물리적 특성을 나타낼

수 있다. 물리적 특성 데이터는 예를 들어 디바이스의 크기 파라미터, 및/또는 금속 함량 파라미터를 나타낼 수 있다.

- [0063] 동작 파라미터는 제1 요건의 파라미터일 수 있다. 동작 파라미터는 예를 들어 제1 임계치일 수 있거나, 예를 들어 검출 코일의 세트(들)의 신호(들)로부터 임계치와 비교되는 임밸런스 척도를 결정하기 위한 함수/계산/알고리즘의 일부일 수 있다.
- [0064] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 동작 파라미터는 제2 요건의 파라미터이다.
- [0065] 이것은 많은 실시예 및 시나리오에서 특히 유리한 성능을 제공할 수 있다. 그것은 많은 실시예에서 개선된 이물체 검출, 그리고 특히 전형적으로 더 적은 허위 양성 검출들과 함께 더 정확한 이물체 검출을 제공할 수 있다. 동작 파라미터는 예를 들어 제2 임계치일 수 있거나, 예를 들어 검출 코일의 세트(들)의 신호(들)로부터 임계치와 비교되는 임밸런스 척도를 결정하기 위한 함수/계산/알고리즘의 일부일 수 있다.
- [0066] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 전력 송신기는 이물체가 존재하지 않을 때 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스에 대해 밸런싱된 검출 코일들의 적어도 하나의 세트로부터의 신호를 보상하도록 배열된 보상기를 추가로 포함한다.
- [0067] 이것은 많은 실시예 및 시나리오에서 특히 유리한 성능을 제공할 수 있고, 특히 많은 실시예에서 개선된 이물체 검출을 제공할 수 있다.
- [0068] 보상기는 어떠한 이물체도 존재하지 않는 것으로 간주되는 시간에 밸런싱된 검출 코일들의 제1 세트로부터 제1 신호를 결정하도록 배열될 수 있다. 이어서 그것은 제1 신호와 조합될 때 제1 신호를 감소시키는 보상 신호를 결정할 수 있다. 보상 신호는 제1 신호와 조합될 수 있고, 조합된 신호는 밸런싱된 검출 코일들의 제1 세트에 대한 이물체 검출 기준의 제1 및 제2 요건들을 평가하는 데 사용될 수 있다.
- [0069] 보상 신호는 그것이 이물체가 존재하지 않을 때 밸런싱된 검출 코일들의 세트 중의 검출 코일들로부터의 조합된 전압의 상쇄/적어도 부분적인 소거를 야기하도록 생성될 수 있다. 보상기는 구동 신호의 파라미터를 적응시키도록/보상하도록/변경하도록 배열될 수 있으며, 파라미터는 구동 신호의 전압 진폭 및 위상 중 적어도 하나이다.
- [0070] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 보상기는 제2 요건이 충족되는 것에 응답하여 보상의 적응을 개시하도록 배열된다.
- [0071] 이것은 많은 실시예 및 시나리오에서 특히 유리한 성능을 제공할 수 있고, 특히 많은 실시예에서 개선된 이물체 검출을 제공할 수 있다. 그것은 현재 조건들 및 동작 시나리오에 대한 개선된 적응을 가능하게 할 수 있다.
- [0072] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 보상기는 보상이 기준을 충족시키는 보상 값들을 요구한다는 검출에 응답하여 전력 전송 신호의 전력 레벨을 감소시키도록 배열된다.
- [0073] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 전력 송신기는 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들 중 밸런싱된 검출 코일들의 적어도 2개의 세트들에 대해 밸런싱된 검출 코일들의 세트 중의 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스들에 응답하여 전력 전송의 동작 파라미터를 적응시키기 위한 어댑터를 추가로 포함한다.
- [0074] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 전력 송신기는 제2 요건이 충족된다는 결정에 응답하여 위치 변경 표시를 생성하기 위한 회로를 추가로 포함하며, 위치 변경 표시는 전력 수신기의 위치의 변경을 표시한다.
- [0075] 본 발명의 선택적인 특징에 따르면, 이물체 검출 기준은 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들 중 적어도 하나의 세트로부터의 신호가 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들 중 적어도 하나의 세트 중의 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스가 제2 임계치를 초과하지 않음을 나타내는 제3 요건을 포함하며; 제2 임계치는 제1 임계치보다 크다.
- [0076] 이것은 개선된 이물체 검출 동작을 가능하게 할 수 있고, 특히 더 적은 허위 양성 이물체 검출들을 가능하게 할 수 있다. 많은 실시예에서, 제2 임계치는 제1 임계치의 2배, 3배, 5배, 또는 10배 이상일 수 있다.
- [0077] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 유도 전력 전송 신호를 통해 전력 수신기에 전력을 무선으로 제공하는 전력 송신기를 위한 동작의 방법으로서, 전력 송신기는, 송신기 코일; 직렬로 결합된 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들로서, 밸런싱된 검출 코일들의 각각의 세트는 2개의 검출 코일들을 포함하고, 2개의 검출 코일들은 송신기 코일에 의해 생성된 전자기 필드에 의해 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들이 서로를 보상하도록 배열되

는, 상기 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들을 포함하고, 방법은, 반복 시간 프레임의 적어도 하나의 전력 전송 시간 구간 동안 전력 전송 신호를 생성하도록 송신기 코일을 위한 구동 신호를 생성하고, 반복 시간 프레임의 적어도 하나의 이물체 검출 시간 구간 동안 전자기 테스트 신호를 생성하도록 송신기 코일을 위한 구동 신호를 생성하는 단계; 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들에 결합된 이물체 검출기가 이물체 검출 시간 구간 동안 이물체 검출을 수행하는 단계를 포함하며, 이물체의 검출은 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들로부터의 신호들이 이물체 검출 기준을 충족시키는 것에 응답하고, 이물체 검출 기준은, 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들 중 적어도 하나의 세트로부터의 신호가 제1 임계치를 초과하는 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들 중 적어도 하나의 세트 중의 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스를 나타내는 제1 요건; 및 제2 임계치를 초과하는 밸런싱된 검출 코일들의 세트 중의 2개의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스를 나타내는 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들로부터의 신호들의 수가 임계 수 미만인 제2 요건을 포함하며, 임계 수는 적어도 2인, 방법이 제공된다.

[0078] 본 발명의 이들 및 다른 태양들, 특징들 및 이점들이 이하에 설명되는 실시예(들)로부터 명백할 것이며 그것을 참조하여 설명될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0079] 본 발명의 실시예들이 도면을 참조하여 단지 예로서 설명될 것이다.

도 1은 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 전송 시스템의 요소들의 예를 예시한다.

도 2는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 송신기의 요소들의 예를 예시한다.

도 3은 전력 송신기를 위한 하프 브리지 인버터(half bridge inverter)의 예를 예시한다.

도 4는 전력 송신기를 위한 풀 브리지 인버터(full bridge inverter)의 예를 예시한다.

도 5는 도 1의 무선 전력 전송 시스템에 대한 시간 프레임의 예를 예시한다.

도 6은 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 송신기를 위한 검출 코일들의 예를 예시한다.

도 7은 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 송신기를 위한 전자기 필드들 및 검출 코일들의 예를 예시한다.

도 8은 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 송신기를 위한 구동 신호의 예를 예시한다.

도 9는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 송신기를 위한 구동 신호의 예를 예시한다.

도 10은 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 송신기의 요소들의 예를 예시한다.

도 11은 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 송신기를 위한 검출 코일들의 예를 예시한다.

도 12는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 송신기를 위한 검출 코일들의 예를 예시한다.

도 13은 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 수신기 디바이스 및 전력 송신기를 위한 검출 코일들의 예를 예시한다.

도 14는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 수신기 디바이스 및 전력 송신기를 위한 검출 코일들의 예를 예시한다.

도 15는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 수신기 디바이스 및 전력 송신기를 위한 검출 코일들의 예를 예시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0080] 다음의 설명은 Qi 사양 또는 Ki 사양으로부터 알려진 것과 같은 전력 전송 접근법을 이용하는 무선 전력 전송 시스템에 적용 가능한 본 발명의 실시예들에 중점을 둔다. 그러나, 본 발명은 이러한 응용으로 제한되는 것이 아니라 많은 다른 무선 전력 전송 시스템들에 적용될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0081] 도 1은 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 전력 전송 시스템의 예를 예시한다. 전력 전송 시스템은 송신기 코일/인덕터(103)를 포함하는(또는 그에 결합되는) 전력 송신기(101)를 포함한다. 시스템은 수신기 코일/인덕터(107)를 포함하는(또는 그에 결합되는) 전력 수신기(105)를 추가로 포함한다.

[0082] 시스템은 전력 송신기(101)로부터 전력 수신기(105)로 전력을 유도적으로 전송할 수 있는 전자기 전력 전송 신

호를 제공한다. 구체적으로, 전력 송신기(101)는 전자기 신호를 생성하며, 이는 송신기 코일 또는 인덕터(103)에 의해 자기 플럭스로서 전파된다. 전력 전송 신호는 전형적으로 약 20 kHz 내지 약 500 kHz의, 그리고 종종 Qi 호환 가능 시스템에 대해 전형적으로 95 kHz 내지 205 kHz의 범위의, 또는 Ki 호환 가능 시스템에 대해 전형적으로 20 kHz 내지 80 kHz의 범위의 주파수를 가질 수 있다. 송신기 코일(103)과 전력 수신 코일(107)은 느슨하게 결합되고 이에 따라 전력 수신 코일(107)은 전력 송신기(101)로부터 전력 전송 신호(의 적어도 일부)를 픽업한다. 이에 따라, 전력은 송신기 코일(103)로부터 전력 수신 코일(107)로의 무선 유도 결합을 통해 전력 송신기(101)로부터 전력 수신기(105)로 전송된다. 용어 '전력 전송 신호'는 주로 송신기 코일(103)과 전력 수신 코일(107) 사이의 유도 신호/자기 필드(자기 플럭스 신호)를 지칭하는 데 사용되지만, 동등하게 그것은 또한 송신기 코일(103)에 제공되거나 전력 수신 코일(107)에 의해 픽업되는 전기 신호에 대한 지칭으로서 간주되고 사용될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

- [0083] 예에서, 전력 수신기(105)는 구체적으로 수신기 코일(107)을 통해 전력을 수신하는 전력 수신기이다. 그러나, 다른 실시예들에서, 전력 수신기(105)는 금속 가열 요소와 같은 금속 요소를 포함할 수 있으며, 그 경우에 전력 전송 신호는 요소의 직접 가열을 야기하는 와전류를 직접 유도한다.
- [0084] 시스템은 상당한 전력 레벨들을 전송하도록 배열되고, 구체적으로 전력 송신기는 많은 실시예들에서 500 mW, 1 W, 5 W, 50 W, 100 W 또는 500 W를 초과하는 전력 레벨들을 지원할 수 있다. 예를 들어, Qi 대응 응용들에 대해, 전력 전송은 전형적으로 저전력 응용들에 대해 1 - 5 W 전력 범위(기본 전력 프로파일), Qi 사양 버전 1.2에 대해 최대 15 W, 전동 공구, 랩톱, 드론, 로봇 등과 같은 더 높은 전력 응용들에 대해 최대 100 W의 범위, 그리고 매우 높은 전력 응용들에 대해, 이를테면 예를 들어 Ki 주방 응용들에 대해 100 W 초과 및 최대 2000 W 초과일 수 있다.
- [0085] 이하에서, 전력 송신기(101) 및 전력 수신기(105)의 동작이 일반적으로 Qi 또는 Ki 사양들(본 명세서에 설명된(또는 결과적인) 수정들 및 향상들을 제외하고)에 따른 또는 무선 전력 컨소시엄에 의해 개발되고 있는 더 높은 전력의 주방 사양에 적합한 실시예를 특히 참조하여 설명될 것이다. 특히, 전력 송신기(101) 및 전력 수신기(105)는 Qi 사양 버전 1.0, 1.1 또는 1.2의 요소들을 따르거나 그와 실질적으로 호환 가능할 수 있다(본 명세서에 설명된(또는 결과적인) 수정들 및 향상들을 제외하고).
- [0086] 무선 전력 전송 시스템들에서, 물체(전형적으로 전력 전송 신호로부터 전력을 추출하는, 그리고 전력 송신기(101) 또는 전력 수신기(105)의 일부가 아닌, 즉 전력 전송에 대한 의도되지 않은, 원하지 않는, 그리고/또는 간섭하는 요소인 전도성 요소)의 존재는 전력 전송 동안 매우 불리할 수 있다. 그러한 원하지 않는 물체는 당 업계에서 이물체로 알려져 있다.
- [0087] 이물체는 동작에 전력 손실을 추가함으로써 효율을 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 전력 전송 동작 자체를 저하시킬 수 있다(예컨대, 전력 전송 효율을 방해하거나, 예컨대 전력 전송 루프에 의해, 직접 제어되지 않는 전력을 추출함으로써). 또한, 이물체에서의 전류들(구체적으로 이물체의 금속 부분에서의 와전류들)의 유도는 종종 매우 바람직하지 않은 이물체의 가열을 야기할 수 있다.
- [0088] 그러한 시나리오들을 해결하기 위해, Qi 또는 Ki와 같은 무선 전력 전송 시스템들은 이물체 검출을 위한 기능을 포함한다. 구체적으로, 전력 송신기는 이물체가 존재하는지를 검출하려고 시도하는 기능을 포함한다. 만일 그렇다면, 전력 송신기는 예컨대 전력 전송을 종료하거나, 전송될 수 있는 전력의 최대량을 감소시킬 수 있다.
- [0089] 이물체 검출은 전력 수신기가 전력 전송 단계에 진입하기 전에(예를 들어, 전력 전송의 초기화 동안) 또는 전력 전송 단계 동안 수행될 수 있다. 전력 전송 단계 동안의 검출은 종종 측정된 송신 전력과 수신 전력의 비교들에 기초하는 반면, 전력 전송 단계 전에 발생하는 검출은 종종, 예를 들어 작은 측정 신호를 사용하는 것에 의해 송신기 코일의 품질 계수를 측정함으로써, 반사 임피던스의 측정들에 기초한다.
- [0090] Qi 사양들에 의해 제안된 현재 접근법들은(송신 전력과 보고된 수신 전력을 비교함으로써) 전력 손실을 검출하는 것, 또는 출력 공진 회로의 품질(Q)에 있어서의 저하들을 검출하는 것에 기초한다. 그러나, 현재 사용에서 이러한 접근법들은 많은 시나리오들에서 최적이지 아닌 성능을 제공하는 것으로 밝혀졌으며, 그들은 구체적으로 부정확한 검출로 이어져, 누락된 검출들 및/또는 이물체가 존재하지 않음에도 불구하고 그러한 물체가 검출되는 허위 양성들을 야기할 수 있다.
- [0091] 종래의 이물체 검출은 전력 송신기 특성들, 전력 수신기 특성들, 적용된 테스트 조건들 등에 있어서의 변동들 및 불확실성들을 포함하여, 이물체 검출이 수행되는 특정 동작 조건들 및 시나리오들에 있어서의 변동들 및 불확실성들에 부분적으로 기인하여, 최적이지 아닌 경향이 있다.

- [0092] 이물체 검출 테스트에 대한 과제들의 예는 충분히 신뢰할 수 있는 이물체 검출을 달성하기 위해 충분히 정확한 측정들을 수행해야 하는 요건이다. 이것은 검출 정확도를 증가시키기 위해 가능한 한 강력한 신호를 생성하려는 욕구로 이어질 수 있다. 그러나, 이것은 전력 수신기 및 존재하는 임의의 이물체에서의 전력 소비를 증가시킬 수 있다. 검출 성능은 적용된 특정 신호 레벨에 민감할 수 있으며, 전형적으로 상충되는 요건들이 있을 것이다.
- [0093] 도 1의 시스템은 이물체 검출에 대한 개선된 트레이드-오프들을 제공하려고 하는 이물체 검출을 위한 접근법을 사용한다. 이 접근법은 많은 실시예들에서 개선된 이물체 검출을 제공할 수 있고, 구체적으로 많은 실시예들에서 더 정확한 그리고/또는 신뢰할 수 있는 이물체 검출을 제공할 수 있다. 이 접근법은 또한 낮은 복잡성 및 낮은 자원 요건들을 가능하게 할 수 있다.
- [0094] 하기에서 더 상세히 설명될 바와 같이, 이 접근법은 전력 전송 단계 동안 시분할 접근법을 이용하며, 여기서 이물체 검출과 전력 전송이 예를 들어 별개의 시간 구간들에서 수행될 수 있으며, 그에 의해 이들 사이의 간섭(구체적으로 이물체 검출에 대한 전력 전송의 영향)이 상당히 감소될 수 있게 할 수 있다.
- [0095] 하기에서, 도 1의 시스템이 더 상세히 설명될 것이다. 이 예에서, 전자기 전력 전송 신호와 이물체 검출에 사용되는 전자기 테스트 신호는 동일한 코일에 의해 생성된다. 게다가, 신호들/필드들은 상이한 용어들에 의해 지칭될 것인데, 즉 전력 전송 시간 구간들 동안 생성된 전자기 신호/필드는 전력 전송 신호로 지칭될 것이고, 이물체 검출 시간 구간들 동안 생성된 전자기 신호/필드는 전자기 테스트 신호 또는 단지 테스트 신호로 지칭될 것이다.
- [0096] 도 2는 도 1의 전력 송신기(101)의 요소들을 더 상세히 예시한다.
- [0097] 전력 송신기(101)는 송신기 코일(103)에 공급되는 구동 신호를 생성할 수 있는 구동기(201)를 포함하고, 송신기 코일(103)은 응답으로 전자기 전력 전송 신호를 생성하며, 그에 의해 전력 수신기(105)로의 전력 전송을 제공한다. 전력 전송 신호는 전력 전송 단계의 전력 전송 시간 구간들 동안 제공된다.
- [0098] 구동기(201)는 송신기 인덕터(103)에 공급되는 전류 및 전압을 생성한다. 구동기(201)는 전형적으로 DC 전압으로부터 교번하는 신호를 생성하는 인버터의 형태의 구동 회로이다. 구동기(201)의 출력은 전형적으로 스위치 브리지로서, 스위치 브리지의 스위치들의 적절한 스위칭에 의해 구동 신호를 생성하는, 상기 스위치 브리지이다. 도 3은 하프-브리지 스위치 브리지/인버터를 도시한다. 스위치들(S1 및 S2)은 그들이 결코 동시에 닫히지 않도록 제어된다. 교번하여 S1은 S2가 열려 있는 동안 닫히고 S2는 S1이 열려 있는 동안 닫힌다. 스위치들은 원하는 주파수로 열리고 닫히며, 그에 의해 출력에서 교번하는 신호를 생성한다. 전형적으로, 인버터의 출력은 공진 커패시터를 통해 송신기 인덕터에 연결된다. 도 4는 풀-브리지 스위치 브리지/인버터를 도시한다. 스위치들(S1 및 S2)은 그들이 결코 동시에 닫히지 않도록 제어된다. 스위치들(S3 및 S4)은 그들이 결코 동시에 닫히지 않도록 제어된다. 교번하여 스위치들(S1 및 S4)은 S2 및 S3이 열려 있는 동안 닫히고, 이어서 S2 및 S3은 S1 및 S4가 열려 있는 동안 닫히며, 그에 의해 출력에서 구형파 신호를 생성한다. 스위치들은 원하는 주파수로 열리고 닫힌다.
- [0099] 전력 송신기(101)는 원하는 동작 원리들에 따라 전력 송신기(101)의 동작을 제어하도록 배열된 전력 송신기 제어기(203)를 추가로 포함한다. 구체적으로, 전력 송신기(101)는  $Q_i$  사양들 또는  $K_i$  사양에 따라 전력 제어를 수행하기 위해 요구되는 기능들 중 많은 것을 포함할 수 있다.
- [0100] 전력 송신기 제어기(203)는 특히 구동기(201)에 의한 구동 신호의 생성을 제어하도록 배열되고, 그것은 구체적으로 구동 신호의 전력 레벨, 및 따라서 생성된 전력 전송 신호의 레벨을 제어할 수 있다. 전력 송신기 제어기(203)는 전력 제어 단계 동안 전력 수신기(105)로부터 수신된 전력 제어 메시지들에 응답하여 전력 전송 신호의 전력 레벨을 제어하는 전력 루프 제어기를 포함한다.
- [0101] 도 1의 시스템은 이물체 검출에 대한 개선된 트레이드-오프들을 제공하도록 동작을 적응시키려고 하는 이물체 검출을 위한 접근법을 사용한다. 이 접근법은 많은 실시예들에서 개선된 이물체 검출을 제공할 수 있고, 구체적으로 많은 실시예들에서 더 정확한 그리고/또는 신뢰할 수 있는 이물체 검출을 제공할 수 있다. 이 접근법은 또한 낮은 복잡성 및 낮은 자원 요건들을 가능하게 할 수 있다.
- [0102] 이 예에서, 구동기(201) 및 송신기 코일(103)은 전력을 전력 수신기로 전송할 목적을 위한 전자기 전력 전송 신호, 및 이물체 검출에 사용되는 전자기 테스트 신호 둘 모두를 생성하도록 배열된다. 전력 송신기는 전력 전송 단계 동안 구동 신호에 대한 반복 시간 프레임들을 이용할 수 있으며, 여기서 시간 프레임은 적어도 하나의 전력

전송 시간 구간 및 하나의 이물체 검출 시간 구간을 포함한다. 그러한 반복 시간 프레임의 예가 도 5에 예시되어 있으며, 여기서 전력 전송 시간 구간들은 PT에 의해 표시되고 이물체 검출 시간 구간들은 D에 의해 표시된다. 이 예에서, 각각의 시간 프레임(FRM)은 하나의 이물체 검출 시간 구간 및 하나의 전력 전송 시간 구간만을 포함하며, 이들(뿐만 아니라 시간 프레임 자체)은 각각의 프레임에서 동일한 지속시간을 갖는다. 그러나, 다른 실시예들에서, 다른 시간 구간들이 또한 시간 프레임에 포함될 수 있거나(이를테면, 예를 들어 통신 구간들), 복수의 이물체 검출 시간 구간들 및/또는 전력 전송 시간 구간들이 각각의 시간 프레임에 포함될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 더욱이, 상이한 시간 구간들(및 실제로 시간 프레임 자체)의 지속시간은 몇몇 실시예들에서 동적으로 변할 수 있다.

[0103] 이 접근법에서, 이물체 검출과 전력 전송은 이에 따라 시간 도메인에서 분리되고, 그에 의해 전력 전송으로부터 이물체 검출로의 감소된 교차-간섭을 야기한다. 이에 따라, 전력 전송에 대한 동작 조건들에 있어서의 변동들로부터 기인하는 변동성 및 불확실성이 이물체 검출로부터 격리될 수 있어서, 더 신뢰할 수 있고 정확한 이물체 검출을 야기할 수 있다.

[0104] 전력 전송 단계에서, 전력 송신기는 이에 따라 시간 프레임들의 전력 전송 시간 구간 동안 전력 전송을 수행하도록 배열된다. 구체적으로, 이러한 시간 구간들 동안, 전력 송신기(101) 및 전력 수신기(105)는 전력 제어 루프를 동작시킬 수 있다(전력 제어 루프는 전력 전송 시간 구간 내의 통신에 기초할 수 있거나, 예를 들어, 전용 통신 시간 구간들에서와 같이, 전력 전송 시간 구간 밖의 통신에 기초할 수 있다). 예를 들어, 각각의 이물체 검출 시간 구간은 복수의 교번하는 전력 전송 시간 구간들 및 통신 시간 구간들에 의해 분리될 수 있다. 이에 따라, 전송되는 전력의 레벨은 동적으로 변경될 수 있다. 전력 전송 단계의 시간 프레임들의 이물체 검출 시간 구간들에서, 구동 신호의, 그리고 이에 따라 전자기 테스트 신호의 적어도 하나의 파라미터는 전형적으로 미리 결정된 값, 또는 예를 들어 이물체 검출 시간 구간 전에 수행된 적응 동작 동안 결정된 값으로 설정된다. 이에 따라, 이물체 검출 시간 구간에서, 파라미터는 미리 결정된 값(즉, 이물체 검출 시간 구간 전에, 그리고 종종 전력 전송 단계 전에 결정되는)으로 설정될 수 있다. 대조적으로, 파라미터는 전력 전송 시간 구간들 동안 이러한 미리 결정된 값으로 제한되지 않을 수 있다.

[0105] 예를 들어, 전력 전송 시간 구간 동안, 시스템은 전력 전송 신호의 전력 레벨이 전력 수신기로부터의 전력 제어 메시지들에 응답하여 변경될 수 있게 하는 전력 제어 루프를 동작시킬 수 있다. 전력 제어 루프는 구동 신호/전력 전송 신호의 전류, 전압, 및 주파수 중 적어도 하나를 제어/변경할 수 있다. 대조적으로, 이물체 검출 시간 구간 동안, 전력 전송 시간 구간 동안 전력 제어 루프에 의해 변경되는 파라미터는 전력 전송 단계 전에 결정된 전류, 전압 및/또는 주파수에 대한 미리 결정된 값으로 설정될 수 있다.

[0106] 많은 실시예들에서, 구동 신호의 일정한(전형적으로 더 낮은) 진폭(전형적으로 전압)이 이물체 검출 시간 구간들 동안 설정된다. 추가적으로 또는 대안적으로, 미리 결정된 주파수가 이물체 검출 시간 구간 동안 구동 신호에 대해 설정될 수 있고, 이것은 전형적으로 전력 전송 시간 구간들 동안의 구동 신호보다 상당히 더 높을 수 있다.

[0107] 결과적으로, 전력 전송 시간 구간들 동안의 생성된 전자기 신호인, 전력 전송 신호는 전형적으로 이물체 검출 시간 구간들 동안의 생성된 전자기 신호인, 전자기 테스트 신호와는 실질적으로 상이한 특성들을 갖는다. 전력 전송 시간 구간들 동안 생성된 전자기 신호 또는 필드는 전력 전송 신호로 지칭될 것이고, 이물체 검출 시간 구간들 동안 생성된 전자기 신호 또는 필드는 전자기 테스트 신호 또는 단지 테스트 신호로 지칭될 것이다. 그러나, 도 2의 시스템에서, 전자기 신호는 전력 전송 시간 구간 및 이물체 검출 시간 구간 둘 모두에서 동일한 코일로부터 생성되고, 실제로 동일한 구동기 등이 전력 전송 시간 구간 및 이물체 검출 시간 구간 둘 모두에 사용된다는 것이 인식될 것이다. 실제로, 테스트 신호에 대한 언급들은 많은 실시예들에서 이물체 검출 시간 구간 동안의 전력 전송 신호와 동등한 것으로 간주될 수 있다.

[0108] 전력 송신기(101)는 이물체 검출 테스트들을 수행하도록, 즉 구체적으로 임의의 원하지 않는 전도성 요소들이 생성된 전자기 필드 내에 존재할 가능성이 있는지를 검출하도록 배열된 이물체 검출기(205)를 포함한다.

[0109] 이물체 검출이 수행되는 구간 동안, 즉 이물체 검출 시간 구간 동안, 이물체 검출기(205)는 이에 따라 이물체가 존재하는 것으로 간주되는지 여부를 결정하기 위해 조건들을 평가한다. 이물체 검출 시간 구간 동안, 전력 송신기(101)는 전자기 테스트 신호를 생성하고, 이물체 검출은 이러한 신호의 특징들 및 특성들을 평가하는 것에 기초한다.

[0110] 시스템에서, 이물체 검출은 균질한 자기 필드의 존재 시에, 그리고 송신기 코일(103)에 의해 생성된 전자기 필

드, 예컨대 구체적으로 전자기 테스트 신호의 존재 시에 서로를 반대로 상쇄하도록 배열된 적어도 2개의 검출 코일들(207, 209)을 포함하는 밸런싱된 검출 코일들의 세트들에서 전자기 테스트 신호에 의해 유도된 신호들을 검출하는 것에 기초한다. 구체적으로, 전력 송신기는 송신기 코일에 의해 생성된 전자기 필드가 (적어도 부분적으로) 서로를 보상하도록 결합된 제1 검출 코일(207)과 제2 검출 코일(209)을 포함하는 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트들을 포함한다. 밸런싱된 검출 코일들의 세트는 유도 밸런스로도 지칭될 것이다.

[0111] 다음은 먼저 단일 유도 밸런스에 대한, 즉 예를 들어 도 6에 예시된 바와 같은 밸런싱된 검출 코일들의 단일 세트에 대한 동작에 초점을 맞출 것이다. 밸런싱된 검출 코일들의 세트에 대해, 송신기 코일(103)에 의해 생성된 전자기 필드는 제1 검출 코일(207)에서 신호를 유도할 것이고 제2 검출 코일(209)에서 신호를 유도할 것이다. 그러나, 유도된 전압들은 반대 극성을 가질 것이며, 따라서 송신기 코일(103)에 의해 생성된 전자기 필드로부터 기인하는 검출 코일들(207, 209)의 직렬 결합의 전압(진폭)은 송신기 코일(103)에 의해 생성된 전자기 필드로부터 기인하는 개별 검출 코일들(207, 209) 중 적어도 가장 큰 것 그리고 전형적으로 이들 중 어느 하나에 걸친 전압(진폭)보다 더 낮다. 이에 따라, 제1 검출 코일(207)과 제2 검출 코일(209)은 송신기 코일(103)에 의해 생성된 전자기 필드로부터의 유도된 전압들이 서로를 적어도 부분적으로 소거하도록 결합된다.

[0112] 검출 코일들은 구체적으로 이물체들이 존재하지 않을 때 전자기 테스트 신호에 의해 반대 신호들이 생성되는 적어도 2개의 권선들에 대응하도록 배열된다. 이에 따라 반대 신호들은 서로를 적어도 부분적으로 소거할 수 있고, 따라서 검출 코일들(207, 209)의 직렬 결합에 걸친 측정된 유도된 신호의 레벨은 감소되고 잠재적으로 실질적으로 소거될 것이다. 이것은 매우 증가된 자기 필드 강도들이 이물체 검출에 사용될 수 있게 할 수 있다. 실제로, 많은 실시예들 및 시나리오들에서, 결과적인 유도된 전압은 (이상적으로는) 권선들 사이의 자기 플럭스에 있어서의 차이들에만 기인할 수 있다. 권선들 사이의 그러한 차이들 또는 비대칭은 이물체들에 의해 야기될 수 있고, 이에 따라 자기 필드(및 이에 따라 유도된 신호)에 대한 이물체의 영향의 더 정확한 측정이 많은 시나리오들에서 달성될 수 있다.

[0113] 검출 코일 배열의 예가 도 6에 도시되어 있다. 예에서 제1 검출 코일(207)은 제1 권선(L1)으로서 형성되고 제2 검출 코일(209)은 (반(anti))직렬로 결합된 제2 권선(L2)으로서 형성되며, 따라서 2개의 권선들의 조합된 전압은 균질한 전자기 필드에 대해 서로를 상쇄한다. 예에서, 검출 코일들(207, 209)/권선들(L1, L2)은 중심점을 중심으로 반대편에 그리고 대칭적으로 위치된다. 그들은 또한 평면 내에 형성되고, 송신기 코일(103)이 또한 동일한 평면(또는 적어도 실질적으로 평행한 평면) 내에 형성된다. 예에서, 검출 코일들(213)이 송신기 코일(103) 내부에 형성된다. 또한 검출 코일들(213)은 실질적으로 동일한 윤곽을 갖고 실질적으로 동일한 영역을 커버하도록 형성된다.

[0114] 결과적으로, 2개의 검출 코일들(213)을 통한 전자기 플럭스(electromagnetic flux)는 실질적으로 동일하지만 반대 방향들에 있다. 결과적으로, 2개의 검출 코일들(207, 209)에서의 유도된 전압은 실질적으로 동일하지만 반대 위상/극성을 갖고, 2개의 직렬 결합된 검출 코일들(213)에 걸친 조합된 전압은 실질적으로 0으로 소거된다.

[0115] 이에 따라 검출 코일들(207, 209)은, 균질한 필드의 존재 시에, 그리고/또는 다른 물체들이 존재함이 없이 송신기 코일(103)에 의해 생성된 전자기 필드의 존재 시에, 유도된 신호들/전압들이 서로를 적어도 부분적으로 소거하여/보상하여, 이상적으로는 0의 조합된 전압을 야기하도록 배열된다.

[0116] 도 2 및 도 6의 배열은 2개의 검출 코일들 중 제1 검출 코일의 유도된 신호가 2개의 검출 코일들 중 제2 검출 코일의 유도된 신호의 반대 전압을 갖게 한다. 2개의 검출 코일들에 대한 유도된 신호들은 균질한 필드에 대해 반대 위상들을 갖는다. 2개의 검출 코일들에서의 유도된 신호들은 반대 위상들을 갖는다. 2개의 검출 코일들은 직렬로 그리고 반대 위상으로 결합되어, 유도된 신호들이 반대 극성을 갖는다. 이러한 특성들은 균질한 필드에 대해, 그리고 송신기 코일(103)에 의해 생성된 왜곡되지 않은 필드에 대해 존재한다.

[0117] 그러나, 금속 이물체의 존재 시에, 자기 필드는 왜곡되어, 전형적으로 2개의 검출 코일들(207, 209)에 대한 필드 사이의 비대칭을 야기할 것이다. 전형적으로, 금속 이물체에 대해, 생성된 전자기 테스트 신호는 와전류들을 유도할 것이며, 이는 이물체가 전자기 필드를 생성하는 것을 야기하여, 조합된 전자기 필드가 생성된 전자기 테스트 신호의 필드에 대해 왜곡되게 한다. 결과적인 비대칭 필드는 도 7에 의해 표시된 바와 같이 제1 검출 코일(207) 및 제2 검출 코일(209)에서 상이한 신호들이 유도되는 것을 야기할 것이다. 이에 따라, 이물체가 존재하지 않고 2개의 검출 코일들(207, 209)을 통한 플럭스가 대칭적이어서 실질적으로 0의 조합된 전압을 야기하는 상황과는 대조적으로, 이물체의 존재는 비대칭 및 그에 따라 결과적인 전압을 야기한다. 2개의 검출 코일들(207, 209)의 유도된 신호에 있어서의 이러한 차이는 이물체의 존재를 검출하는 데 사용될 수 있다.

- [0118] 도 2의 시스템에서, 검출 코일들(207, 209)의 쌍의 조합된 전압은 직접 측정되고 이물체 검출을 수행하는 데 사용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 검출 코일들(207, 209)을 통한 전류가 또한 변압기의 1차 권선을 통해 흐르도록 검출 코일들을 변압기와 직렬로 결합하는 것과 같은, 더 복잡한 접근법들이 사용될 수 있다. 이에 따라, 검출 코일들(207, 209) 및 1차 권선은 검출 코일들(207, 209)에서 유도된 전류가 그를 통해 흐르는 직렬 회로의 일부일 수 있다. 이어서 2차 권선은 이물체 검출기(205)에 결합될 수 있고, 예를 들어 2차 권선을 통한 전류가 측정되고 2개의 검출 코일(207, 209)에서의 유도된 신호들 사이의 임밸런스의 측정으로서 사용될 수 있다.
- [0119] 유도 밸런스로부터의 신호, 구체적으로 출력 전압에 의해 표시되는 임밸런스는 이물체가 존재한다는 표시로서 사용될 수 있으며, 구체적으로, 예를 들어 절대값이 검출 임계치를 초과하는 것과 같이, 밸런싱된 검출 코일들의 세트로부터의 신호가 기준을 충족시키는 경우, 이것은 이물체가 존재할 수 있음을 표시하는 것으로 간주될 수 있다.
- [0120] 이에 따라 접근법은 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 세트들을 이용하는 이물체 검출을 구현할 수 있다. 특정 예에서, 2개의 검출 코일들(207, 209)은 서로 반대편에, 그리고 송신기 코일(103)과 동일한 자기 평면 내에 위치된다. 그러한 유도 밸런스가 송신기 코일(103)에 의해 생성된 대칭적인 검출 전자기 필드에 노출되는 경우, 검출 코일들(207, 209)의 단자들에서의 전압은 이상적인 이론상의 경우에 실질적으로 0이다.
- [0121] 도 7에서와 같이, 금속 조각이 유도 밸런스의 측들 중 하나에 놓인 경우, 검출 전자기 테스트 신호/필드의 밀도는 더 이상 대칭이 아니고, 유도 밸런스의 단자들에서 전압이 측정될 수 있다.
- [0122] 이 접근법에서, 각각의 검출 코일에서 신호가 유도되며, 이때 밸런싱된 검출 코일들이 (전형적으로 이물체가 존재하지 않는 경우에 그렇듯이) 균질한 필드의 경우에 서로를 실질적으로 보상한다. 검출 코일들(207, 209)의 출력은 이물체 검출기(205)에 결합된다. 이에 따라, 검출 코일들(207, 209)에서 (송신기 코일에 의해 생성된 전자기 필드에 의해) 신호들이 유도되고, 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)의 출력에 걸친 결과적인(차이) 유도된 신호는 이물체 검출기(205)에 공급된다. 이어서 결과적인 신호가 이물체 검출기(205)에 의해 평가된다. 이에 따라 이물체 검출기(205)에 의해 평가된 신호는 검출 코일들(207, 209)에서 유도된 신호들의 표현이고, 구체적으로 보상된 차이/합 유도된 신호이다.
- [0123] 이물체 검출기는 유도 밸런스들로부터의 유도된 신호의 특성이 이물체 검출 기준을 충족시키는 것에 응답하여 이물체를 검출하도록 배열될 수 있다.
- [0124] 이전에 언급된 바와 같이, 전력 송신기는 이물체 검출 시간 구간들 동안 전력 전송 시간 구간들 동안과는 상이한 파라미터들을 나타내도록 구동 신호를 제어하도록 배열될 수 있다. 이것은 특히 전력 수신기에 의한 전자기 테스트 신호에 대한 부하 인가의 효과 및 영향을 감소시키기 위해 이용될 수 있다.
- [0125] 짧은 이물체 검출 시간 구간들 동안 전력 수신기의 부하를 연결해제하는 것이 제안되었는데, 이는 예를 들어 전력 수신기가 이러한 목적을 위해 능동적으로 열리는 스위치로 구현되는 것에 의한다. 그러나, kW 범위의 더 높은 전력 레벨들에 대해, 이러한 해법은 이상적이지 않은데, 왜냐하면 연결해제 스위치가 추가적인 손실들을 도입하고 비용을 증가시키기 때문이다. 실제로, 몇몇 고전력 응용들에서, 이를테면 예를 들어 부하가 와전류들이 전력 전송 신호에 의해 직접 유도되어 가열을 야기하는 유도-가열되는 금속 요소인, 그러한 스위칭을 구현하는 것은 절대로 실현 가능하지 않다.
- [0126] 전력 전송 시간 구간에 대해 이물체 검출 시간 구간 동안 구동 신호들에 대한 파라미터들을 적응시키는 것은 이것을 해결할 수 있고, 이물체 검출에 대한 전력 수신기의 부하의 영향을 완화시키는 데 사용될 수 있다.
- [0127] 많은 실시예들에서, 구동기(201)는 전력 전송 시간 구간들 동안에 비해 이물체 검출 시간 구간들 동안 구동 신호의 주파수를 증가시키도록 배열되고, 구체적으로 구동 신호 주파수를 전력 전송 시간 구간 동안의 구동 신호의 주파수보다 50% 이상 더 높도록 설정하도록 배열된다. 따라서 구동기(201)는 전력 전송 신호보다 상당히 더 높은 주파수를 갖도록 전자기 테스트 신호를 생성할 수 있다.
- [0128] 많은 시나리오들에서, 주파수를 상당히 증가시키는 것은 검출을 개선하고 전력 수신기 부하의 영향을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 전력 송신기 및 전력 수신기는 둘 모두가 전력 전송을 위해 형성된 공진 회로들을 가질 수 있는데, 예를 들어 송신기 코일(103) 및 수신기 코일(107)은 둘 모두가, 예를 들어,  $f_{res} = 25 \text{ kHz}$ 의 공진 주파수를 갖는 공진 회로들의 일부일 수 있다. 이물체 검출 시간 구간 동안 구동 주파수를 증가시키는 것(예를 들어, 50 kHz)은 전력 송신기 공진 회로가 유도 모드에서 동작하는 것을 야기할 것이며, 이는 송신기 코일(103)에서의 감소된 전류를 야기할 것이다. 더욱이, 수신기 코일 전류가 또한 감소되는데, 왜냐하면 시스템이

더 이상 튜닝되지 않기 때문이다. 이것은 전력 송신기 전류를 더욱 감소시킬 것이다. 전체 효과는 부분적으로 연결해제된 부하로부터 기인할 효과에 대응할 것이다.

- [0129] 많은 실시예들에서, 구동기(201)는 전력 전송 시간 구간들에 비해 이물체 검출 시간 구간들 동안 구동 신호의 전압을 감소시키도록 배열될 수 있고, 구체적으로 이물체 검출 시간 구간들 동안의 구동 신호의 전압 진폭을 전력 전송 시간 구간들 동안의 구동 신호의 전압 진폭의 50%(또는 종종 25 또는 심지어 10%)보다 높지 않도록 설정할 수 있다.
- [0130] 감소된 전압은 감소된 강도를 갖는 전자기 테스트 신호를 생성할 수 있고, 이에 따라 이물체 검출 시간 구간들 동안 생성되는 전자기 필드는 전력 전송 시간 구간 동안보다 낮고 부하에 의한 부하 인가가 그에 상응하여 감소될 수 있다. 이것은 많은 시나리오들에서 개선된 검출을 가능하게 할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 감소된 전압은 이점일 수 있는데, 왜냐하면 그것이 전력 수신기 부하의 연결해제를 야기할 수 있기 때문이다. 예를 들어, 전압이 소정 레벨로 감소되면, 정류기 및 배터리를 포함하는 전력 수신기는 배터리에 의해 구동될 것인데, 왜냐하면 유도된 전압이 정류기들이 전도하기에 충분해지지 않기 때문이다. 이것은 전자기 테스트 신호로부터 부하를 효과적으로 연결해제할 것이며, 이는 이물체 검출 성능을 개선할 수 있다.
- [0131] 많은 실시예들에서, 구동기(201)는 이물체 검출 시간 구간들 동안 구동 신호의 전압 진폭을 일정하도록 설정하도록 배열될 수 있다. 이것은 더 균질한 전자기 테스트 신호가 생성되는 것을 야기할 수 있으며, 이는 밸런싱된 검출 코일들(207, 209)에 기초한 이물체 검출을 개선할 수 있다. 예를 들어, 전압 진폭이 시간 경과와 함께 변화한다면, 검출 신호가 변할 것이고, 이러한 변화가 보상되거나 고려될 수 없다면, 검출 정확도가 감소될 것이다.
- [0132] 많은 실시예들에서, 구동기(201)는 이물체 검출 시간 구간 동안 전력 전송 시간 구간 동안의 구동 신호보다 적어도 50% 더 높은 주파수, 및 일정하고 적어도 50% 더 낮은 전압 진폭을 갖도록 구동 신호를 생성하도록 배열될 수 있다.
- [0133] 예로서, 전력 전송 시간 구간 동안, 구동 신호는 고효율로 무선 전력을 송신하기 위해 전력 송신기 및 전력 수신기 둘 모두의 공진 주파수에 가까운 제1 동작 주파수를 갖도록 생성된다.
- [0134] 이물체 검출 시간 구간 동안, 구동 신호의 제1 동작 주파수는 전력 송신기 및 전력 수신기 둘 모두의 공진 주파수에서 떠나서, 제2의 더 높은 동작 주파수로 이동된다. 구동 신호의 이러한 제2의 더 높은 동작 주파수는 제1 동작 주파수, 즉 전력 전송 신호의 주파수보다 적어도 1.5배 더 높은 미리 결정된 값에 고정될 수 있다.
- [0135] 또한, 구동 신호 전압(U<sub>inv</sub>)은 일정하고 전력 전송 시간 구간 동안보다 낮은 제2 진폭(예를 들어, 상이한 전압 소스에 의해 제공됨)으로 변경된다.
- [0136] 제2의 더 높은 동작 주파수 및 제2의 더 낮은 그리고 일정한 전압 진폭을 갖는 구동 신호에 의해, 송신기 코일(103)을 통한 전류는 크게 감소되고 일정하게 유지된다. 더욱이, 구동기 전류가 구동기 신호 전압에 비해 느리기 때문에, 구동기(201)의 출력에 있는 인버터가 제로 전압 스위칭 시나리오에서 동작하므로 스위칭 잡음이 크게 감소된다.
- [0137] 그러한 시나리오에 대한 구동 신호 진폭의 예가 도 8에 도시되어 있으며, 여기서 전력 전송 시간 구간 동안의 동작은 모드 1로 지칭되고, 이물체 검출 시간 구간 동안의 동작은 모드 2로 지칭된다. 이 예에서, 전압 진폭은 또한, 예를 들어 인버터가 일정한 전압 소스에 의해 공급받는 것에 기인하여, 전력 전송 시간 구간 동안 일정하다.
- [0138] 도 9는 전압 진폭이 전력 전송 시간 구간 동안 변경되는 대응하는 예를 예시한다. 이것은 예를 들어 인버터가 정류된(그러나 평활화되지 않은) AC 전압인 전압에 의해 공급받는 것에 의해 달성될 수 있다. AC 신호의 제로 교차들과 동기화될 수 있는, 이물체 검출 시간 구간들 동안의 공급 전압은 실질적으로 일정한 전압을 제공하는 대안적인 전력 공급 장치를 통해 제공된다. 그러한 구동 신호를 생성할 수 있는 회로의 예가 도 10에 예시되어 있다. 회로에서, 출력 인버터 회로(M1, M2, Cp1, Cp2)는, 정류된 전압이 제2 공급 회로(제2 U<sub>dc</sub>)에 의해 공급받는 평활 커패시터(C3)의 주어진 전압(예에서 48V) 아래로 떨어지는 때를 제외하고는, 정류된 AC 메인즈 전압에 의해 구동된다. 이 시간 동안, 인버터 회로는 D5를 통해 평활 커패시터(C3)에 의해 공급받아, 실질적으로 일정한 공급 전압 및 그 결과 일정한 구동 신호 전압 진폭을 야기한다.
- [0139] 그러한 예들에서, 송신기 코일(103)은 이물체 검출 시간 구간 동안 이물체 검출을 위해 실질적으로 일정한 전자기 필드에 대응하는 전자기 테스트 신호를 생성하며, 전자기 테스트 신호는 미리 결정된 더 높은 제2 동작 주파

수를 갖는다. 이물체 검출 전자기 필드/전자기 테스트 신호의 진폭은 주로 구동기(201)의 제2의 더 낮은 출력 전압에 의해 결정된다. 이 경우에, 전력 수신기의 비-연결해제된 부하는 전력 송신기로부터 효과적으로 디튜닝 되고, 따라서 그것은 전자기 필드/전자기 테스트 신호에 감소된 영향을 미친다.

- [0140] 설명된 특정 시스템에서, 전력 송신기는 복수의 유도 밸런스, 즉 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트를 포함하고, 이물체 검출은 밸런싱된 검출 코일들의 이러한 세트들 중 2개 이상으로부터의 출력 신호들에 기초하여 수행된다. 전형적으로, 이물체 검출은 밸런싱된 검출 코일들의 세트들 모두로부터의 신호들을 고려하는 기준에 기초한다.
- [0141] 예를 들어, 도 11에 예시된 바와 같이, 전력 송신기는 각각의 세트가 2개의 썩기 형상의 코일들을 포함하는, 밸런싱된 검출 코일들의 3개의 세트들을 포함하도록 생성될 수 있다. 이 예에서, 이물체 검출은 3개의 밸런싱된 검출 코일 쌍들 각각으로부터의 출력 신호를 측정하고 이러한 신호들을 사용하여 이물체 검출을 수행할 수 있다. 사용되는 정확한 기준은 개별 실시예의 선호도 및 요건들에 의존할 것이며, 나중에 더 상세히 설명될 것이다.
- [0142] 많은 실시예들에서, 실제로 도 11의 예에서와 같이, 밸런싱된 검출 코일들은 송신기 코일(103) 내에 위치된다. 이것은 전형적으로 개선된 성능을 제공할 수 있고, 특히 상이한 코일들에 대해 균질한 전자기 테스트 신호/필드를 제공할 수 있다.
- [0143] 많은 실시예에서, 그리고 도 2에 의해 표시된 바와 같이, 모든 유도 밸런스들/밸런싱된 검출 코일들의 세트들의 출력은 모든 유도 밸런스들로부터의 신호들을 측정할 수 있는 이물체 검출기(205)에 공급된다. 이물체 검출기(205)는 이물체 검출 시간 구간들 동안 밸런싱된 검출 코일들의 세트들 각각에 대한 전압 및/또는 전류를 결정할 수 있는데, 예를 들어 전형적으로 밸런싱된 검출 코일들의 각각의 세트의 전압이 결정되고 이물체 검출에 사용될 수 있다.
- [0144] 이물체 검출기(205)는 이물체 검출 시간 구간들 동안 유도 밸런스들로부터의 신호들에 이물체 검출 기준을 적용하도록 배열된다. 이러한 신호들 각각은 이후로 간략함을 위해 검출 신호들로도 지칭될 것이다. 이물체 검출 기준은 이물체 검출기(205)가 이물체가 검출되었다고 결정하기 위해 충족되어야 하는 적어도 2개의 요건을 포함한다.
- [0145] 제1 요건은 적어도 하나의 검출 신호가 밸런싱된 검출 코일들의 세트들 중 적어도 하나에 대한 제1 임계치를 초과하는 2개의 검출 코일에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스를 나타내는 것이다. 이러한 요건은 다른 검출 신호들 중 임의의 것과는 독립적으로 각각의 검출 신호에 적용될 수 있다. 제1 요건은 적어도 하나의 유도 밸런스로부터의 검출 신호가 임계치를 초과하는 임밸런스를 나타내는 것을 요구할 수 있다. 임밸런스는 유도 밸런스의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 차이의 표시일 수 있다.
- [0146] 제1 요건은 검출 신호로부터 검출 값을 결정함으로써 평가될 수 있으며, 여기서 검출 값은 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스의 정도를 나타낸다. 많은 실시예에서, 검출 신호들의 전류 및/또는 전압 진폭은 임밸런스를 나타내며, 이때 증가하는 진폭은 증가하는 임밸런스를 나타낸다. 따라서, 많은 실시예에서, 검출 값은 검출 신호의 진폭 값으로서 직접적으로, 또는 진폭의 단조 증가 함수로서 생성될 수 있다. 단조 증가 함수는 복잡한 함수일 수 있거나, 예를 들어 검출 신호 진폭의 간단한 스케일링 또는 증폭일 수 있다.
- [0147] 많은 실시예에서, 제1 요건은 단순히 밸런싱된 검출 코일들의 적어도 하나의 세트로부터의 검출 신호의 진폭이 검출 임계치를 초과하는 것일 수 있다. 이에 따라 제1 요건은 각각의 검출 신호 자체만을 고려하고 각각의 검출 신호에 의해 제공되는 임밸런스 표시를 임계 값과 비교함으로써 평가될 수 있다.
- [0148] 많은 실시예에서, 검출 코일들은 병진/회전에 대해 동등하고 대칭적이다. 그들은 또한 전형적으로 송신기 코일(103) 및 전력 전송 셋업의 다른 특성들에 대해 대칭적이고 동등할 것이다. 전형적으로, 동일한 임계치가 밸런싱된 검출 코일들의 모든 세트들에 적용될 것이다. 그러나, 몇몇 실시예들에서, 검출 임계치는 밸런싱된 검출 코일들의 어느 세트가 평가되고 있는지의 함수일 수 있다. 이에 따라, 몇몇 실시예들에서, 검출 임계치는, 예를 들어 상이한 검출 코일들의 물리적 특성들에 있어서의 차이들 또는 송신기 코일(103) 및 생성된 테스트 신호에 대한 그들의 관계에 있어서의 차이들을 보상하기 위해, 상이한 검출 코일들에 대해 다르고 상이할 수 있다.
- [0149] 이에 따라, 접근법에서, 이물체 검출 기준은 밸런싱된 검출 코일들의 적어도 하나의 세트에 대한 임밸런스가 존재한다는 것을 나타내는 제1 요건을 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 그러한 임밸런스는 이물체가 존재하는 것에 의해 야기될 수 있으며, 이에 따라 제1 요건이 충족되는 것은 존재하는 이물체가 있을 수 있다는

강한 표시자이다.

- [0150] 그러나, 접근법에서, 이물체 검출 기준은 단지 이러한 요건만을 포함하지 않으며, 단지 검출 신호들 중 하나가 (충분히) 높은 임밸런스를 나타내기 때문에 이물체 검출이 발생한 것으로 간주되지는 않는다. 오히려, 덧붙여, 검출 신호들(또는 그들 중 적어도 일부)을 함께 고려하는 제2 요건이 충족되도록 요구된다.
- [0151] 실제로, 이물체 검출 기준은 제2 임계치를 초과하는 밸런싱된 검출 코일들의 세트 중의 2개의 검출 코일에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스를 나타내는 밸런싱된 검출 코일들의 세트로부터의 신호들의 수(이후로 간략함을 위해 검출 수로도 지칭됨)가 적어도 2인 임계 수 미만인 제2 요건을 포함한다.
- [0152] 제2 요건은 얼마나 많은 검출 신호가 제2 임계치보다 높은 임밸런스를 나타내는지의 평가를 포함한다. 이러한 평가는 제1 요건에 대해 수행될 수 있는데, 예를 들어 신호 진폭이 임계치와 비교될 수 있고, 진폭이 임계치를 초과하는지가 결정될 수 있다. 제1 요건에 대해, 제2 요건은 밸런싱된 검출 코일들의 어느 세트가 평가되고 있는지에 의존할 수 있고, 이에 따라 상이한 세트들에 대해 상이할 수 있다.
- [0153] 임밸런스가 임계치를 초과하는 유도 밸런스들의 수가 결정될 수 있고, 제2 요건은 이 수가 임계 수보다 낮은 경우에만, 즉 유도 밸런스들의 임계 수보다 더 적은 수가 제2 임계치 초과 임밸런스를 나타내는 경우에만 충족된다.
- [0154] 많은 실시예에서, 제1 임계치와 제2 임계치는 동일할 수 있고, 제1 요건을 평가하는 프로세스는 또한 검출 수의 결정을 가능하게 하는 데이터를 직접 제공할 수 있다.
- [0155] 이에 따라 검출 수가 임계 수와 비교될 수 있고, 검출 수가 임계 수 미만인 경우에만, 제2 요건, 및 이에 따라 이물체 검출 기준이 충족될 것이다.
- [0156] 따라서, 접근법에 따르면, 제1 요건이 충족되는 것은 이물체가 아마도 검출되었다는 표시로서 간주될 수 있지만, 이러한 결정은 이것이 사실인 유도 밸런스들의 수가 임계 수 미만인 아닌 경우에 제2 요건에 의해 오버라이드될 수 있다. 사실상, 밸런싱된 검출 코일들의 세트 중 하나가 임밸런스를 검출하는 경우에 발생하는 것으로 간주될 수 있는 이물체 검출은 이것이 밸런싱된 검출 코일들의 세트들 중 충분히 많은 세트에 대해 사실인 경우에 오버라이드될 수 있다.
- [0157] 많은 실시예에서, 임계 수는 3 이상일 수 있고/있거나, 임계 수는 밸런싱된 검출 코일들의 복수의 세트 내의 밸런싱된 검출 코일들의 세트들의 수와 동일할 수 있다.
- [0158] 예를 들어, 전력 송신기가 3개의 유도 밸런스를 포함하는 도 11의 예에 대해, 제2 요건은 3의 임계 수를 사용할 수 있으며, 그 결과 모든 검출 신호들이 충분히 높은 임밸런스를 나타내는 경우, 검출 신호들 각각을 개별적으로 평가하는 것으로부터의 임의의 이물체 검출 표시가 오버라이드될 것이다. 이 경우에, 이물체 검출기(205)는 이물체가 존재함을 검출하지 않을 것이다.
- [0159] 접근법은 많은 실시예 및 시나리오에서 개선된 성능을 제공할 수 있고, 밸런스 검출에 기초하여 발생할 수 있는 허위 이물체 검출들의 수를 상당히 감소시킬 수 있다. 특히, 본 발명자들은, 많은 시나리오에서, 밸런싱된 검출 코일들의 세트들로부터의 개별 신호들을 고려할 뿐만 아니라 이들이 서로 어떻게 관련되는지를 고려함으로써 밸런싱된 검출 코일들의 세트들에 대한 이물체의 영향이 다른 이벤트들 또는 원인들로부터 분리될 수 있다는 것을 인식하였다. 이에 따라, 더 전반적인/전체론적인 고려를 포함시킴으로써, 많은 허위 이물체 검출들이 회피될 수 있다. 본 발명자들은 특히 접근법이 이물체가 존재하는 시나리오들과, 전력 수신기를 포함하거나 형성하는 디바이스 또는 기기가 전력 송신기(그리고 구체적으로 송신기 코일(103) 및 검출 코일들)에 대해 이동된 시나리오들 사이의 구별을 가능하게 할 수 있다는 것을 인식하였다.
- [0160] 많은 실시예에서, 임계 수가 밸런싱된 검출 코일들의 세트들의 수와 동일한 것에 의해 특히 효율적인 동작이 달성될 수 있다. 제2 요건은 몇몇 실시예들에서 모든 검출 신호들이 충분히 높은 임밸런스를 나타내는 경우에만 제1 요건의 이물체 검출을 오버라이드할 수 있다. 이것은 이물체 검출들의 존재 검출을 향한 추가 가중화로, 즉 검출을 향한 바이어스로 몇몇 실시예들에서 더 신뢰성 있는 이물체 검출을 제공할 수 있다. 그것은 모든 유도 밸런스들에 영향을 미치기에 충분히 큰 물체들이 존재하는 경우에만 활성화되도록 오버라이드를 제한할 수 있는데, 즉 더 작은 디바이스들은 이물체들이므로 간주될 수 있다. 전력 전송 동안 전력 수신기 기기/디바이스가 존재할 뿐만 아니라 송신기 코일(103)에 가깝기 때문에(그리고 구체적으로 전형적으로 이것의 중심에 있기 때문에), 이물체가 밸런싱된 검출 코일들의 모든 세트들에 실질적으로 영향을 미치도록 이물체가 위치될 수 있는 가능성이 적고, 그에 따라 밸런싱된 검출 코일들의 모든 세트들에 대한 임밸런스가 전력 수신기 디바이스/

기기의 이동 이외의 다른 무언가에 의해 야기될 가능성이 매우 적다. 그러한 제약들은 예를 들어 검출 코일들 및 송신기 코일(103)의 기하학적 특성들에 의해 더욱 강조될 수 있다.

- [0161] 유사하게, 2의 임계 수를 사용하는 것에 비해, 3의 임계 수의 사용은 몇몇 특별한 이점들을 제공할 수 있다. 구체적으로, 이물체가 밸런싱된 검출 코일들의 2개의 세트에서 임밸런스를 야기하도록 이물체가 위치될 수 있는 것이 가능하거나 심지어 가능성이 있을 수 있는 반면(예를 들어, 밸런싱된 검출 코일들의 상이한 세트들에 대해 2개의 검출 코일의 영역에 걸쳐 위치되는 경우), 이물체가 밸런싱된 검출 코일들의 3개의 세트에 강한 영향을 미치도록 이물체를 위치시키는 것이 가능할 가능성은 훨씬 더 적다. 실제로, 이것은 전형적으로 이물체가 3개의 상이한 검출 코일에 걸쳐 연장될 것을 요구할 것인데, 이는 전력 전송이 발생하기 위해 전력 수신기가 존재할 필요성에 비추어 많은 응용에서 가능성이 매우 적을 것이다(또는 심지어 불가능할 것이다).
- [0162] 몇몇 실시예들에서, 이물체 검출 기준은, 주어진 제1 이물체 검출 임계치를 초과하는 임밸런스를 나타내는 복수의 유도 밸런스 중 적어도 하나로부터의 신호가, 제1 이물체 검출 임계치보다 높고 전형적으로 제1 이물체 검출 임계치보다 2배, 3배, 5배, 또는 10배 이상 더 높은 진폭 임계치일 수 있는 제2 임계치를 초과하지 않는 제3 요건을 포함한다. 이에 따라, 임밸런스가 주어진 레벨보다 높은 경우, 그것이 제2 임계치를 초과할 정도로 높지 않는 한 이물체가 존재하는 것으로 간주될 수 있다.
- [0163] 이에 따라 그러한 접근법은 이물체들이 유도 밸런스들에 대해 야기하는 임밸런스에 의해 이물체들을 검출할 수 있다. 그러나, 야기된 임밸런스가 극도로 높은 경우, 그것은 이물체가 존재하는 것에 의해서보다는 전력 수신기가 이동되는 것에 의해 야기될 가능성이 더 높다.
- [0164] 이에 따라, 이 예에서, 이물체 검출은 임밸런스가 다수의 유도 밸런스에 영향을 미치지 않아야 한다는 제2 요건에 의해서뿐만 아니라 임밸런스가 지나치게 크지 않아야 한다는 제3 요건에 의해 오버라이드될 수 있다.
- [0165] 예를 들어, 임밸런스 신호가 제1 임계치보다 더 커질 뿐만 아니라 임밸런스 신호의 진폭이 심지어 제2의 더 높은 임계치보다 더 커지는 경우, 이것은 수신기가 이동한 것에 기인하는 것으로 추정될 수 있다. 이것은 예를 들어 이물체 검출을 야기하는 대신에 전력 수신기의 새로운 위치에 대한 이물체 검출의 재교정을 야기할 수 있다.
- [0166] 이물체 검출 기준이 제3 요건을 포함하지만 제2 요건은 포함하지 않는 이물체 검출 접근법이 실현 가능할 것이고, 많은 시스템에서 그리고 많은 시나리오에서 유리한 성능을 제공할 것이라는 점이 인식될 것이다.
- [0167] 많은 실시예에서, 도 2의 전력 송신기는 이물체가 존재하지 않을 때 2개의 검출 코일에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스에 대해 밸런싱된 검출 코일들의 세트들 중 하나 이상, 그리고 전형적으로 전부로부터의 신호를 보상하도록 배열된 보상기(211)를 추가로 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 보상은, 예를 들어 밸런싱된 검출 코일들의 동일 세트 내의 상이한 검출 코일들의 기하학적 특성들에 있어서의 차이들을 보상하는 정적 보상일 수 있다. 그러나, 대부분의 실시예들에서, 보상기(211)는, 예를 들어 특정 이벤트들이 발생할 때와 같이, 동작 동안 보상 값이 적응될 수 있는 동적 보상을 수행하도록 배열된다.
- [0168] 실제로, 검출 코일들(207, 209)은 가능한 한 동일하도록 생성될 수 있고, 유도된 신호들을 가능한 한 많이 소거하도록 설계될 수 있다. 그러나, 실제로, 어떠한 이물체도 존재하지 않는 경우에도 전자기 환경에 있어서뿐만 아니라 검출 코일들(207, 209)의 파라미터들에 있어서 얼마간의 비대칭 및 차이들이 있는 경향이 있는 것으로 밝혀졌다. 게다가, 비대칭 및 임밸런스는 많은 시나리오들에서 검출 코일들(207, 209)에 걸친 조합된 전압이 검출되도록 요구되는 어떤 이물체들에 의해 야기되는 전압과 동일한 자릿수인 것을 야기할 수 있다. 따라서, 밸런싱된 인덕턴스/검출 코일들을 사용하는 것도 몇몇 실시예들에서 곤란한 또는 결코 이상적이 아닌 검출 성능을 야기할 수 있다.
- [0169] 보상기(211)는 이물체가 존재하지 않는다고 추정되는 이물체 검출 시간 구간 동안 값을 측정함으로써 신호들을 보상하도록 배열될 수 있는데, 즉 테스트 신호로부터 기인하는 신호들은 이물체가 존재하지 않는다고 추정될 때 결정될 수 있다. 이것은 예를 들어 적합한 이물체 검출이 이물체의 검출을 야기하지 않은 것에 의해 표시될 수 있거나, 예를 들어 이물체가 존재하지 않음을 표시하는 특정 사용자 입력이 제공되는 것에 응답하여 사실인 것으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 사용자는 교정/보상 측정을 초기화하기 위한 버튼을 누를 수 있다. 몇몇 경우들에서, 보상 측정은 새로운 전력 수신 디바이스가 검출될 때, 그리고 사용자가 새로운 전력 수신 디바이스를 전력 송신기 상에 위치시키는 것이 사용자가 존재하는 이물체들이 없음을 체크한 것을 나타낼 때 수행될 수 있다.
- [0170] (이물체가 존재하지 않을 때 밸런싱된 검출 코일들의 세트들로부터의 신호를 반영하는) 임밸런스의 측정에 기초

하여, 보상 값들이 결정되고 신호들 각각에 적용될 수 있다. 전형적으로, 보상 값은 측정된 임밸런스의 반대일 수 있다. 예를 들어, 밸런싱된 검출 코일들의 세트들로부터의 출력 신호들의 전압 또는 전류 진폭은 이물체가 존재하지 않을 때 측정될 수 있다. 후속하여, 이러한 측정된 진폭은 밸런싱된 검출 코일들의 세트들로부터의 신호들의 측정된 진폭으로부터 감소되어 보상된 신호 진폭들을 생성할 수 있다. 이어서 신호들의 측정된 진폭들보다는 이러한 보상된 신호 진폭들이 이물체 검출 기준의 평가에 사용될 수 있다.

- [0171] 보상기(211)는 특히 이물체가 존재하지 않을 때(존재하지 않는 것으로 추정될 때) 측정된 밸런싱된 검출 코일들의 세트로부터의 신호 값을 상쇄시키는(그 신호 값의 반대 위상/극성을 갖는) 보상 값을 생성할 수 있다.
- [0172] 몇몇 실시예들에서, 보상은 보상 전류 또는 전압 진폭과 같은 단일 값이 아닐 수 있으며, 예를 들어 측정된 신호와 동일한 진폭을 갖지만 반대 위상을 갖는(이에 따라 임밸런스 신호를 소거하는) 것과 같은 보상 신호일 수 있다. 예를 들어, 보상 신호는 측정된 신호와 동일한(그리고 그렇기 때문에 전자기 테스트 신호와 동일한) 주파수를 갖도록 생성될 수 있다. 위상 및/또는 진폭은 원하는 보상을 제공하는 값들로 설정될 수 있다.
- [0173] 몇몇 실시예들에서, 위상 및/또는 진폭은 미리 결정된 값들일 수 있다. 예를 들어, 제조 또는 설계 동안, 생성된 전자기 테스트 신호에 대한 검출 코일들 사이의 비대칭이 추정될 수 있고(이론적 분석 및/또는 측정들에 기초하여) 적합한 보상 구동 신호 파라미터 값들이 결정될 수 있다. 이어서 이들은 이물체 검출 시간 구간들 동안 적용될 수 있다.
- [0174] 그러나, 많은 실시예들에서, 보상 회로(1103)는 보상 신호의 파라미터를 동적으로 적응시키도록 배열될 수 있고, 구체적으로 예를 들어 보상 신호의 전압 진폭 및/또는 위상을 적응시키도록 배열될 수 있다.
- [0175] 보상은 많은 실시예들에서 개선된 이물체 검출을 제공할 수 있다. 실제로, 검출 코일들(207, 209)이 제조 단계 동안 완벽하게 밸런싱되고/되거나 완벽하게 특성화되었을지라도, 전자기 필드 및 이에 따라 유도된 신호들은 또한 특정 환경에 의존할 것이고 특히 예를 들어 어느 전력 수신 기기가 사용되는지 그리고 이것이 정확히 어디에 위치되는지에 따라 변화하는 경향이 있을 것이다. 따라서, 보상을 동적으로 적응시키고 구체적으로 그것을 현재 전자기 환경에 맞춰 교정할 수 있는 것은 성능을 상당히 개선할 수 있다. 보상은 검출 코일들 및/또는 이들 주위의 환경 사이의 임밸런스들을 완화시키거나 감소시키는 데 유용할 수 있다. 이것은 많은 시나리오들에서 개선된 성능을 제공할 수 있고, 구체적으로 더 정확한 이물체 검출을 제공할 수 있다.
- [0176] 예로서, 도 12의 배열은 이물체 검출이 2개의 검출 코일(L1, L2), (L3, L4) 및 (L5, L6)을 각각 포함하는 밸런싱된 검출 코일들의 세트들로부터의 전압 진폭들(U<sub>fod</sub>)을 측정하는 것에 기초하는 시스템에 대해 고려될 수 있다.
- [0177] 이 예에서, 전력 전송을 개시하기 전에, 전압들(U<sub>fod</sub>(L1-L2), U<sub>fod</sub>(L3-L4) 및 U<sub>fod</sub>(L5-L6))로부터의 원래의 오프셋들을 보상/제거하기 위해 이물체 검출 시스템의 동적 교정이 수행될 수 있다. 이러한 오프셋 전압들은 불균질한 검출 H-필드에 기인할 수 있다. 이 예에서, 송신기 코일(103)의 권선들은 코일 형성기 상에 완전히 원대칭으로 장착되지는 않는다. 이 예에서 유도 밸런스(L3-L4 및 L5-L6)는 거의 동일한 균질한 검출 H-필드를 캡처한다. 그러나, 유도 밸런스(L1-L2)에 의해 캡처된 자기 필드는 코일(L2) 아래의 송신기 코일(103)의 국부적 배선 레이아웃으로 인해 균질하지 않다. 이러한 조건에 대해, 전압(U<sub>Tx</sub>)에 대한 올바른 진폭 및 위상을 갖는 신호(U<sub>comp</sub>(L1-L2))를 이용한 유도 밸런스(L1-L2)의 전압(U<sub>fod</sub>(L1-L2))의 보상에 의해 능동 교정이 적용될 수 있다.
- [0178] 도 13은 오프셋 전압들의 다른 원인을 도시한다. 전력 수신기 디바이스/기기(1301)가 오정렬을 갖고서 전력 송신기의 활성 영역 상에 위치되는 경우, 특히 기기가 금속 부품들을 포함하는 경우에, 송신기 코일(103)로부터의 검출 H-필드가 훨씬 더 왜곡되고 그것이 불균질해질 것으로 예상될 것이다.
- [0179] 이 예에서, 능동 오프셋 교정이 또한 수행될 수 있다. 활성 영역의 크기에 대한 기기(1301)의 크기로 인해, 송신기 코일(103)로부터의 검출 H-필드의 분포가 큰 영역에 걸쳐, 그리고 아마도 전체 영역에 걸쳐 불균질해지는 것이 타당하다. 결과적으로, 모든 3개의 유도 밸런스들이 영향을 받고 오프셋을 갖는 신호들을 생성한다. 이러한 상황에서, 3개의 독립적인 보상 전압들(U<sub>comp</sub>(L1-L2), U<sub>comp</sub>(L3-L4) 및 U<sub>comp</sub>(L5-L6))이 결정되고 3개의 유도 밸런스들에 각각 인가될 수 있으며, 이때 이들 각각은 전압 유도 오프셋 임밸런스 신호에 대해 올바른 진폭 및 위상을 갖는다.
- [0180] 도 14의 예에서, 능동 교정이 수행된 후에 그리고 보상들이 적용되는 상태에서 이물체(F0)가 활성 영역 상에 배치된다. 활성 영역 상의 그의 위치로 인해, 송신기 코일(103)로부터의 검출 H-필드가 유도 밸런스들(L1-L2 및 L5-L6) 부근에서 불균질해질 것으로 예상될 것이다. 결과적으로, 이러한 유도 밸런스들 둘 모두의 단자들에서

검출 전압이 나타나, 이물체 검출 기준의 제1 요건이 충족되는 것으로 이어진다. 그러나 이물체가 제3 유도 밸런스(L3-L4)에서 임밸런스를 야기할 가능성이 적고, 임계 수가 유도 밸런스들의 수, 즉 3으로 설정되는 경우, 제2 요건이 또한 충족된다. 이에 따라, 이물체 검출기(205)는 이물체가 검출되었다고 결정한다. 이에 따라, 예시된 바와 같이, 오정렬된 기기가 활성 영역의 상부에 위치되더라도, 3중 유도 밸런스 시스템은 이물체를 검출할 수 있다.

- [0181] 도 15의 예에서, 이물체가 없지만 대신에 기기(1301)가 활성 영역 상의 그의 원래 위치로부터 이동되었다. 이러한 변위는 전체 검출 영역에 걸친 송신기 코일(103)의 검출 H-필드(즉, 테스트 필드)의 분포의 변화를 야기한다. 3중 유도 밸런스 시스템이 이러한 변위 전에 적절히 교정되는 경우, 이것은 3개의 유도 밸런스 모두에 대한 밸런싱된 조건이 영향을 받는 것을 야기할 것이며 검출 전압이 3개의 유도 밸런스 모두에 대해 생성된다. 이 경우에, 이물체 검출의 제1 요건이 충족될 것이고, 이에 따라 이물체가 존재할 수 있다는 초기 표시가 트리거된다. 그러나, 3개의 유도 밸런스 모두가 상당한 임밸런스/검출 신호를 보이기 때문에 제2 요건은 충족되지 않는다. 따라서, 처음의 표시는 오버라이드되고, 이물체 검출기(205)는 이물체의 검출을 생성하지 않는다. 이에 따라, 허위 양성 이물체 검출이 회피될 수 있다.
- [0182] 보상기(211)는 개별 실시예의 선호들 및 요건들에 따라 상이한 시간들에서 그리고 상이한 상황들에서 보상을 업데이트하도록/적용시키도록/교정하도록 배열될 수 있다. 많은 실시예에서, 보상기(211)는 새로운 전력 수신 기기가 전력 송신기 상에 위치되는 것이 검출될 때 보상의 적용을 개시하도록 배열될 수 있다. 이것은 보상이 정적 특성들에 적용될 뿐만 아니라, 예를 들어 전력 송신기 상의 전력 수신 디바이스의 위치에 적용되는 것을 가능하게 할 수 있다.
- [0183] 몇몇 실시예들에서, 보상기(211)는 이물체 검출 기준의 제2 요건이 충족되는 것에 응답하여 보상의 적용을 개시하도록 배열된다. 이에 따라, 임계 수보다 더 많은 유도 밸런스들에 의해 임밸런스가 검출되는 경우, 그리고 종종 모든 유도 밸런스들에 대해 임밸런스가 검출되는 경우, 보상기(211)는 보상의 새로운 적용을 개시할 수 있다. 구체적으로, 상이한 유도 밸런스들로부터의 신호들(예를 들어, 전압 및/또는 전류의 진폭 및 위상)의 새로운 값들이 측정되고 앞으로의 새로운 보상 신호들로서 사용될 수 있다.
- [0184] 앞서 설명된 바와 같이, 모든 유도 밸런스들에 영향을 미치는 임밸런스는 이물체가 존재하는 것보다는 전력 수신기의 위치 변경에 기인할 가능성이 있다. 유사하게, 극도로 높은(제2 임계치보다 높은, 즉 제3 기준이 충족되는 경우) 임밸런스는 이물체가 존재하는 것보다는 전력 수신기가 이동했음을 나타낼 수 있다. 따라서, 보상의 적용은 개선된 이물체 검출을 가능하게 할 수 있는데, 왜냐하면 그것이 새로운 위치에 적용할 수 있어, 이물체에 의해 야기되는 가능한 임밸런스들의 더 정확한 측정을 가능하게 할 수 있기 때문이다.
- [0185] 몇몇 실시예들에서, 보상기(211)는 보상의 적용에 응답하여 전력 전송을 적용시키도록 배열될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 보상기(211)는 보상이 기준을 충족시키는 보상 값들을 요구한다는 검출에 응답하여 전력 전송 신호의 전력 레벨을 감소시키거나 제한하도록 배열될 수 있다. 기준은 구체적으로 결정된 보상 값들 중 하나 이상(구체적으로 진폭)이 임계치를 초과한다는 기준에 대응할 수 있다. 임계치가 충족되는 경우, 그것은 적어도 하나의 임밸런스가 주어진 임계치보다 더 높다는 것을 나타낸다. 이것은 아마도 이물체가 존재하는 것에 기인할 수 있고 그에 따라 전력 레벨이 감소될 수 있다. 많은 시나리오에서, 전력 수신 디바이스의 위치가 이상적인 중앙 위치로부터 상당히 벗어나는 것으로 인해 높은 임밸런스가 발생할 수 있다. 이것은 전력 전송을 방해할 수 있고, 효율을 감소시킬 수 있고 등등일 수 있다. 따라서 전력 레벨이 감소될 수 있다. 이것은 종종 사용자에 의해 인지 가능할 수 있거나, 실제로 전용 사용자 표시가 제공될 수 있으며, 이것은 사용자가 종종 전력 수신 디바이스를 재위치시키게 할 수 있다.
- [0186] 많은 실시예에서, 전력 레벨에 있어서의 감소는 구체적으로 전력 전송의 종료 또는 방지일 수 있다. 예를 들어, 전력 전송의 초기화 동안 보상기(211)가 보상 값들이 검출 임계치를 초과인 유도 밸런스들 중 하나 이상에 대한 임밸런스를 나타낸다고 검출하는 경우, 초기화는 종료될 수 있고, 보상기(211)는 전력 송신기가 전력 전송 단계에 진입하는 것을 방지할 수 있다. 전력 송신기가 이미 전력 전송 단계에 있는 경우, 이것은 종료될 수 있다. 이에 따라, 보상 값들은 현재 동작 조건들이 허용 가능한지를, 예를 들어 구체적으로 전력 수신 디바이스가 전력 송신기 활성 영역 상에 적합하게 위치되는지를 검출하는 데 사용될 수 있다.
- [0187] 몇몇 실시예들에서, 전력 송신기는 이물체 검출 기준의 제2 요건의 조건이 충족된다는 검출에 응답하여 동작 파라미터를 적용시키도록 배열될 수 있다.
- [0188] 동작 파라미터는 전력 전송의 동작 파라미터, 예를 들어 전력 레벨, 주파수, 듀티 사이클, 전력 전송 시간 구간

들의 지속시간 동일 수 있다. 구체적으로, 보상을 적용시킬 때 결정되는 보상 값들이 임밸런스를 표시한다는 검출에 대해서와 유사하게, 제2 요건이 충족된다는 검출은 전력 레벨의 감소를 야기할 수 있다. 예를 들어, 최대 전력 레벨이 전력 전송을 위해 사용될 수 있고, 이러한 최대 전력 레벨은 제2 요건이 충족되는 경우 감소될 수 있다.

- [0189] 이전에 언급된 바와 같이, 제2 요건은 상이한 동작 조건들로 이어질 수 있는, 전력 수신 기기가 이동되었을 가능성이 있다는 표시인 것으로 간주될 수 있다. 이물체 검출기(205)는 이 경우에 안전하고 신뢰성 있는 동작을 보장하기 위해 전력 레벨을 감소시킬 수 있고, 실제로 특정 사례로서 심지어 전력 전송을 종료할 수 있다. 이어서 전력 수신기는 시스템이 새로운 동작 조건들에 점진적으로 적응하는 것에 의해 전체 전력 전송이 점진적으로 달성되는 동작 모드에 들어가도록 진행할 수 있다(예컨대, 느린 전력 제어 동작이 사용될 수 있거나, 진행 중인 전력 전송이 종료된 경우 전력 전송의 전체 재초기화가 수행될 수 있다).
- [0190] 몇몇 실시예들에서, 적용되는 파라미터는 이물체 검출의 동작 파라미터일 수 있으며, 구체적으로 제1 요건의, 제2 요건의, 또는 둘 모두의 파라미터일 수 있다.
- [0191] 제2 요건이 충족되는 경우의 보상 값들의 적용은 그러한 적용의 예인데, 이는 보상 값들의 적용이 제1 요건 및 제2 요건 둘 모두의 평가의 일부이기 때문이다(둘 모두의 비교들이 보상 후의 신호 값들에 기초할 수 있기 때문에).
- [0192] 다른 예로서, 많은 실시예에서, 제1 및/또는 제2 요건에 대해 사용되는 검출 임계치들은 제2 기준이 충족된 것으로 검출되었을 때 적용될 수 있다.
- [0193] 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 이물체 검출기(205)는 제1 요건에 대한 임계치에 대한 미리 결정된 값으로 시작할 수 있다. 전력 전송이 진행 중이고 이물체들이 검출되지 않고 예를 들어 검출된 임밸런스 값들이 미리 결정된 임계치보다 상당히 더 작을 때, 임계치는 검출을 더 작은 이물체들에 더 민감하게 만들기 위해 점진적으로 감소될 수 있다. 그러나, 제2 요건이 충족되는 경우, 임계치는 새로운 위치에 대한 정확한 조건들의 불확실성을 반영하기 위해 미리 결정된 임계치로 복귀될 수 있다. 동일한 접근법이 제2 요건에 대해 사용될 수 있다.
- [0194] 몇몇 실시예들에서, 요건들은 신호 값들의 계산 또는 처리를 포함할 수 있고, 이물체 검출기(205)는 제2 요건이 충족될 때, 그리고 이에 따라 전력 수신 기기의 가능한 이동이 검출될 때 계산 또는 처리를 적용시키도록 배열될 수 있다.
- [0195] 몇몇 실시예들에서, 어댑터(213)는 보다 일반적으로 유도 밸런스들의 검출 코일들에서 유도된 신호들 사이의 임밸런스들에 응답하여, 그리고 특히 적어도 2개의 유도 밸런스들에 대해 전력 전송의 동작 파라미터를 적용시키도록 배열될 수 있다. 예를 들어, 동작 파라미터의 전송된 적용은 반드시 이물체 검출에 사용된 것과 동일한 검출에 응답할 필요는 없다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 실제 이물체 검출 평가에 사용되는 것과는 상이한 임계치들이 이물체 검출 동작의 적용이 수행되는지를 결정하기 위해 적용될 수 있다.
- [0196] 많은 실시예에서, 어댑터(213)는 유도 밸런스들에 대한 임밸런스의 척도가 주어진 레벨을 초과하는 경우 전력 레벨이 감소될 수 있도록 전력 전송의 파라미터를 적용시키도록 배열될 수 있다. 임밸런스의 척도는 예를 들어 평균 또는 합계 임밸런스 또는 최대 임밸런스로서 결정될 수 있다.
- [0197] 몇몇 실시예들에서, 전력 송신기는 전력 수신기로부터 데이터를 수신하도록 배열된 수신기(215)를 포함할 수 있다. 그러한 실시예들에서, 전력 수신기는 물리적 특성 데이터를 전력 송신기에 송신하도록 배열될 수 있으며, 여기서 물리적 특성 데이터는 전력 수신기의 하나 이상의 물리적 특성, 그리고 구체적으로는 광범위한 물리적 특성들을 표시한다. 예를 들어, 물리적 특성 데이터는 전력 수신 디바이스의 크기, 연장, 치수 등을 표시할 수 있다. 이에 따라 물리적 특성 데이터는 전력 수신 디바이스의 공간적인 광범위한 특성을 표시할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 물리적 특성 데이터는 대안적으로 또는 추가적으로 전력 수신 디바이스의 일부인 전도성 재료(금속)의 공간적 연장 또는 예를 들어 양을 표시할 수 있다.
- [0198] 그러한 실시예들에서, 물리적 특성 데이터는 물리적 특성 데이터에 응답하여 이물체 검출의 동작 파라미터를 적용시키도록 배열될 수 있는 어댑터(213)에 공급될 수 있다. 동작 파라미터는 구체적으로 제1 요건의 파라미터 및/또는 제2 요건의 파라미터일 수 있다. 파라미터는 구체적으로 요건들에 대한 검출 임계치, 및/또는 검출 임계치가 그와 비교되는 값을 결정하는 데 사용되는 함수 또는 알고리즘의 파라미터일 수 있다.
- [0199] 이 접근법은 특히 제2 요건을 적용시키는 데 유리할 수 있다. 예를 들어, 작은 전력 수신 디바이스들에 대해, 디바이스의 이동은 모든 유도 밸런스들에서의 상당한 임밸런스들을 야기하지 않을 수 있다. 게다가, 작은 전력

수신 디바이스가 큰 이물체가 존재할 수 있게 할 수 있으며, 이에 따라 잠재적으로 그것이 전력 수신 디바이스의 오정렬로부터 기인하는 것과 아마도 비슷할 수 있는 모든 유도 밸런스들에서의 임밸런스를 생성할 수 있도록 위치될 수 있다. 대조적으로, 충분히 큰 전력 수신 디바이스에 대해, 오정렬 및 이동이 모든 유도 밸런스들에 영향을 미치고, 디바이스가 너무 커서 임의의 이물체가 너무 작아 모든 유도 밸런스들에 상당한 영향을 미칠 수 없는 것이 보장될 수 있다. 그러한 경우들에서, 제2 요건은 물리적 특성 데이터가 주어진 미리 결정된 크기보다 작은 크기를 갖는 전력 수신 디바이스를 나타내는 경우 (예를 들어, 검출 임계치를 발생할 수 없는 값으로 설정함으로써) 스위치 오프될 수 있고, 미리 결정된 크기보다 큰 크기를 나타내는 물리적 특성 데이터에 대해 스위치 온될 수 있다.

[0200] 물리적 특성 데이터는 몇몇 실시예들에서 추가적으로 또는 대안적으로 보상을 적응시키는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 보상 값들을 결정하기 위한 보상의 적응은 물리적 특성 데이터가 전력 수신 디바이스가 주어진 양보다 많은 금속을 포함한다는 것을 표시하는 경우에만 수행될 수 있다.

[0201] 몇몇 실시예들에서, 전력 제어기(203)는 제2 요건이 충족되는 것에 응답하여 위치 변경 표시를 생성하도록 배열된다. 제2 기준의 충족은 앞서 설명된 바와 같이 이물체가 존재하기보다는 전력 수신기 기기/디바이스가 이동했을 가능성이 있다는 표시로 간주될 수 있다. 따라서, 몇몇 실시예들에서, 제2 요건의 충족은 (아마도 제1 요건의 평가와 무관하게) 전력 수신기의 이동이 검출되었음을 나타내는 데 사용될 수 있다.

[0202] 이동 표시는 상이한 실시예들에서 상이한 것들에 대해 사용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 그것은 전력 수신기 기기가 이동하였고 아마도 충전을 위해 더 최적의 위치로 (사용자에 의해) 다시 이동되어야 한다는 것을 사용자에게 표시하는, 오디오 경보와 같은, 사용자 표시를 생성하는 데 사용될 수 있다.

[0203] 다른 실시예들에서, 이동 표시는 최대 전력 전송 레벨과 같은 전력 전송의 동작 파라미터를 적응시키는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 이동이 검출되는 경우, 전력 레벨은 검출 직후에 더 낮은 전력 한계로 제한될 수 있다. 이어서 전력 레벨은 전력 전송이 신뢰성 있고 안전함을 보장하면서(예를 들어, 장기간 동안 어떠한 이물체도 검출되지 않음을 보장함으로써) 새로운 동작 상황에 대해 점진적으로 증가될 수 있다.

[0204] 몇몇 실시예들에서, 이동 표시는 전력 제어 루프의 변화를 표시하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 루프 이득, 루프 필터 응답, 또는 루프의 시상수가 적응될 수 있다. 예를 들어, 정상 동작 동안, 루프 성능은 루프 안정성을 보장하면서 루프 이득을 느리게 적응시킴으로써 현재 동작 시나리오에 대해 최적화되었을 수 있다. 전력 수신기가 빠르게 이동되면, 결합 계수(coupling factor)에 있어서의 변화는 상당히 변경된 루프 거동을 야기할 수 있으며, 이것은 잠재적으로 현재 루프 파라미터들에 대한 잠재적 불안정성을 야기할 수 있다. 따라서, 전력 제어기(203)는 이동 표시가 생성될 때 루프 이득을 미리 결정된 그리고 안전한 값으로 변경할 수 있으며, 이는 모든 결합 계수들에 대한 안정성을 보장한다. 이어서 시스템은 예를 들어 현재 조건들에 대한 안정성을 여전히 보장하면서 더 빠른 루프 응답을 제공하기 위해 루프(및 구체적으로 루프 이득)의 적응을 다시 시작할 수 있다.

[0205] 위의 설명은 명료함을 위해 상이한 기능 회로들, 유닛들 및 프로세서들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였음이 인식될 것이다. 그러나, 본 발명으로부터 벗어남이 없이 상이한 기능 회로들, 유닛들 또는 프로세서들 간의 기능의 임의의 적합한 분산이 사용될 수 있음이 명백할 것이다. 예를 들어, 별개의 프로세서들 또는 제어기들에 의해 수행되도록 예시된 기능이 동일한 프로세서 또는 제어기에 의해 수행될 수 있다. 따라서, 특정 기능 유닛들 또는 회로들에 대한 참조들은 오로지 엄격한 논리적 또는 물리적 구조 또는 조직을 나타내기보다는 설명된 기능을 제공하기 위한 적합한 수단에 대한 참조들로 간주되어야 한다.

[0206] 본 발명은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 임의의 조합을 포함한 임의의 적합한 형태로 구현될 수 있다. 본 발명은 선택적으로 하나 이상의 데이터 프로세서 및/또는 디지털 신호 프로세서 상에서 실행되는 컴퓨터 소프트웨어로서 적어도 부분적으로 구현될 수 있다. 본 발명의 실시예의 요소들 및 컴포넌트들은 임의의 적합한 방식으로 물리적으로, 기능적으로 그리고 논리적으로 구현될 수 있다. 실제로 기능은 단일 유닛에서, 복수의 유닛에서, 또는 다른 기능 유닛들의 일부로서 구현될 수 있다. 그렇기 때문에, 본 발명은 단일 유닛에서 구현될 수 있거나, 상이한 유닛들, 회로들 및 프로세서들 간에 물리적으로 그리고 기능적으로 분산될 수 있다.

[0207] 본 발명이 몇몇 실시예들과 관련하여 설명되었지만, 본 발명은 본 명세서에 기재된 특정 형태로 제한되도록 의도되지 않는다. 오히려, 본 발명의 범위는 첨부된 청구항들에 의해서만 제한된다. 또한, 소정 특징이 특정 실시예들과 관련하여 설명되는 것처럼 보일 수 있지만, 당업자는 설명된 실시예들의 다양한 특징들이 본 발명에

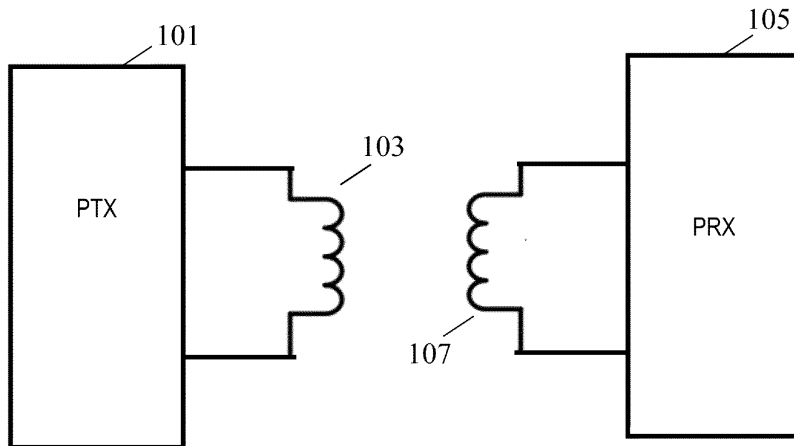
따라 조합될 수 있음을 인식할 것이다. 청구항들에서, 용어 '포함하는'은 다른 요소들 또는 단계들의 존재를 배제하지 않는다.

[0208] 바람직한 값에 대한 언급은 그것이 이물체 검출 초기화 모드에서 결정된 값을 넘어서 어떠한 제한도 암시하지 않는다는 것, 즉 그것은 적응 과정에서 결정되는 덕분에 바람직하다는 것이 인식될 것이다. 바람직한 값에 대한 언급들은 예를 들어 제1 값에 대한 언급들을 대신할 수 있다.

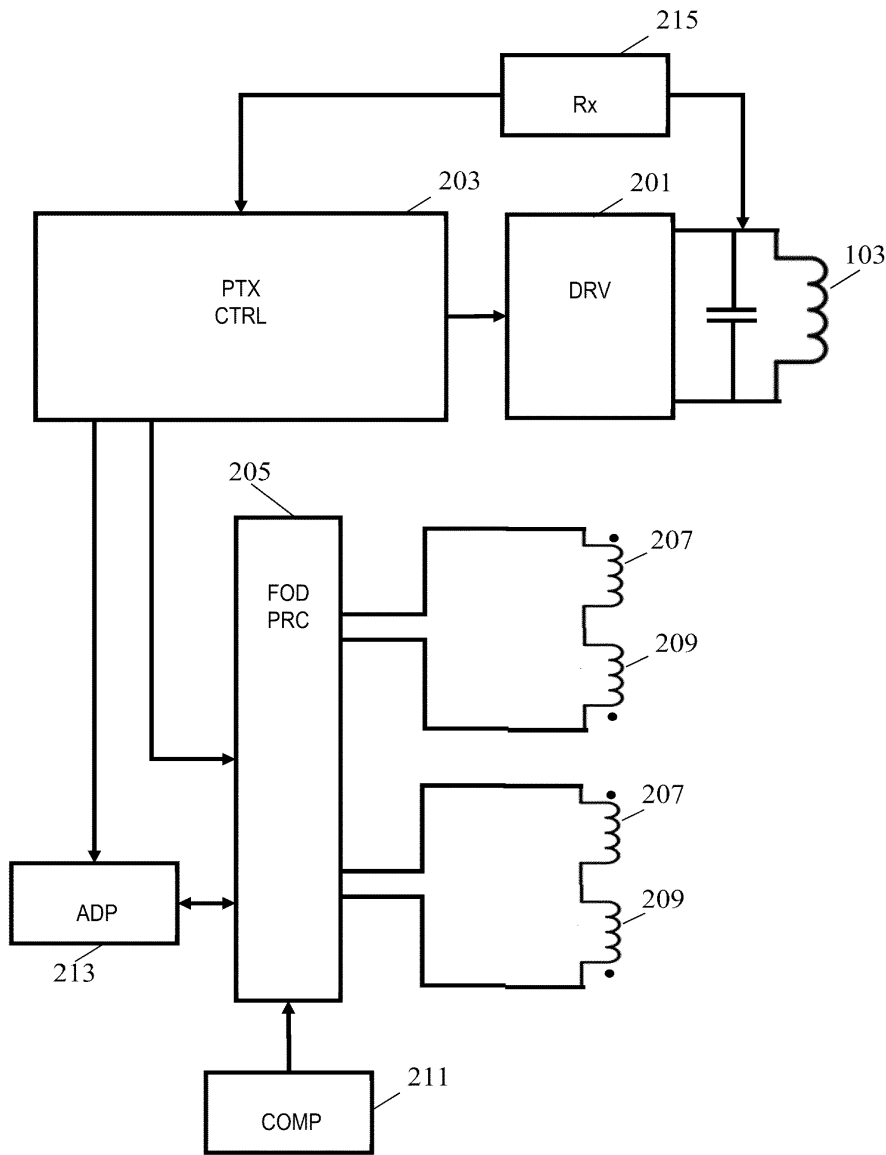
[0209] 또한, 개별적으로 열거되지만, 복수의 수단, 요소, 회로 또는 방법 단계는 예를 들어 단일 회로, 유닛 또는 프로세서에 의해 구현될 수 있다. 또한, 개개의 특징들이 상이한 청구항들에 포함될 수 있지만, 이들은 아마도 유리하게 조합될 수 있으며, 상이한 청구항들에의 포함은 특징들의 조합이 실현 가능하지 않고/않거나 유리하지 않다는 것을 암시하지 않는다. 또한 하나의 카테고리의 청구항들에의 소정 특징의 포함은 이 카테고리로의 제한을 암시하는 것이 아니라, 오히려 그 특징이 적절한 바에 따라 다른 청구항 카테고리들에 동등하게 적용될 수 있음을 나타낸다. 하나의 독립 청구항의 종속 청구항에의 소정 특징의 포함은 이러한 독립 청구항으로의 제한을 암시하는 것이 아니라, 오히려 그 특징이 적절한 바에 따라 다른 독립 청구항들에 동등하게 적용될 수 있음을 나타낸다. 또한, 청구항들에서의 특징들의 순서는 특징들이 작용되어야 하는 임의의 특정 순서를 암시하지 않으며, 특히 방법 청구항에서의 개별 단계들의 순서는 단계들이 이 순서대로 수행되어야 함을 암시하지 않는다. 오히려, 단계들은 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 또한, 단수형 언급은 복수를 배제하지 않는다. 이에 따라 "부정관사(a, an)", "제1", "제2" 등에 대한 언급은 복수를 배제하지 않는다. 청구항들에서의 참조 부호들은 단지 명료화 예로서 제공되며, 어떤 방식으로든 청구항들의 범주를 제한하는 것으로 해석되지 않아야 한다.

**도면**

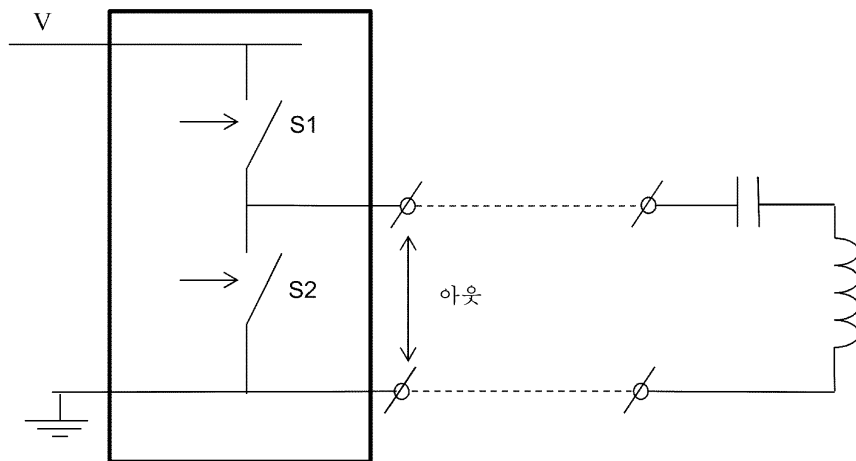
**도면1**



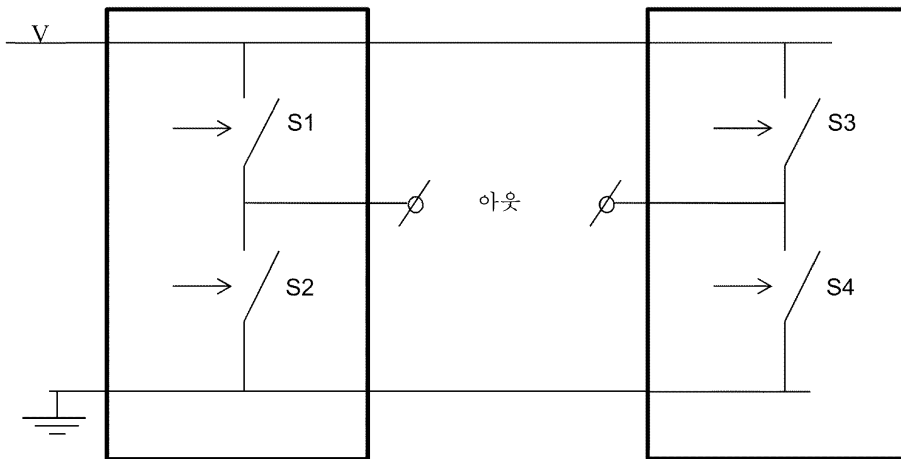
도면2



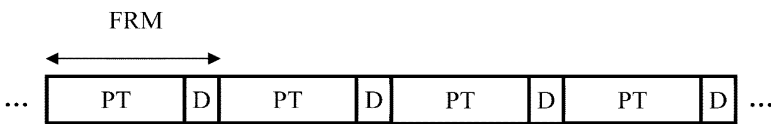
도면3



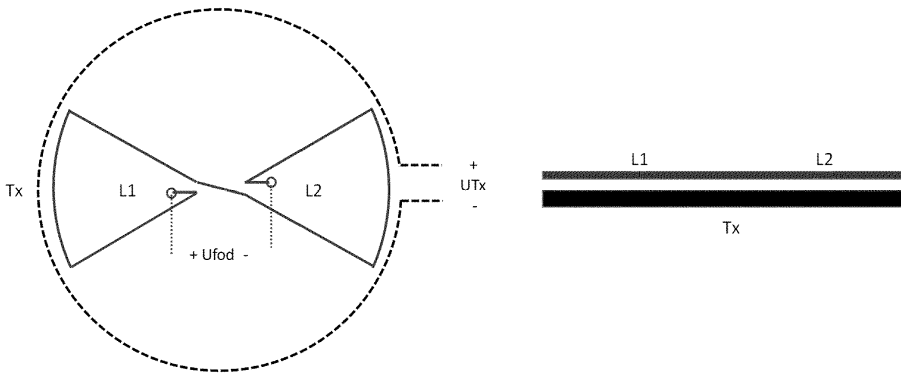
도면4



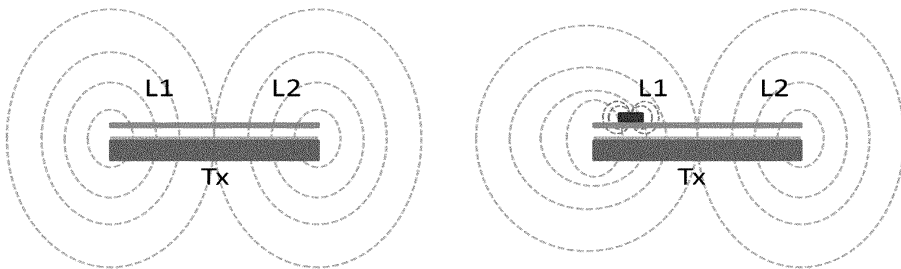
도면5



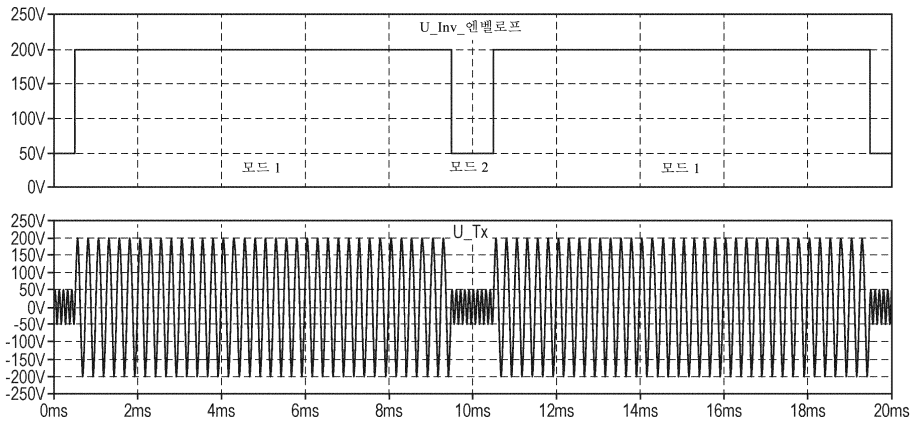
도면6



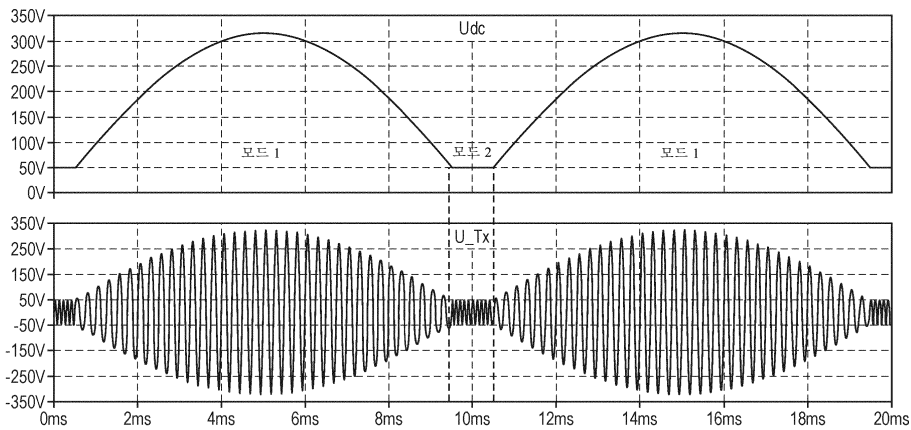
도면7



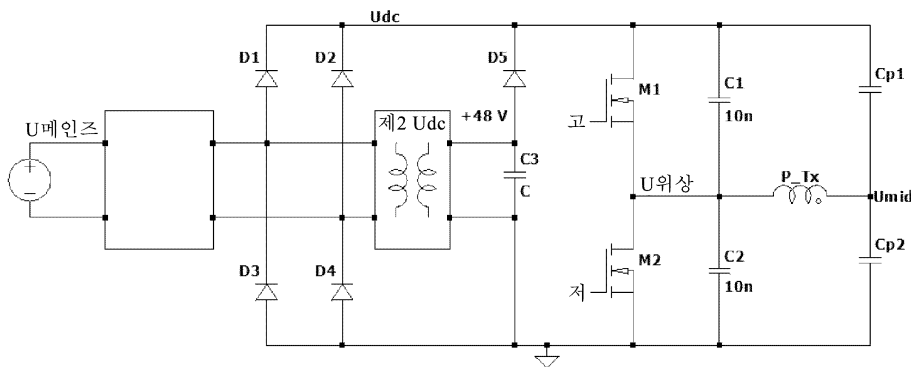
도면8



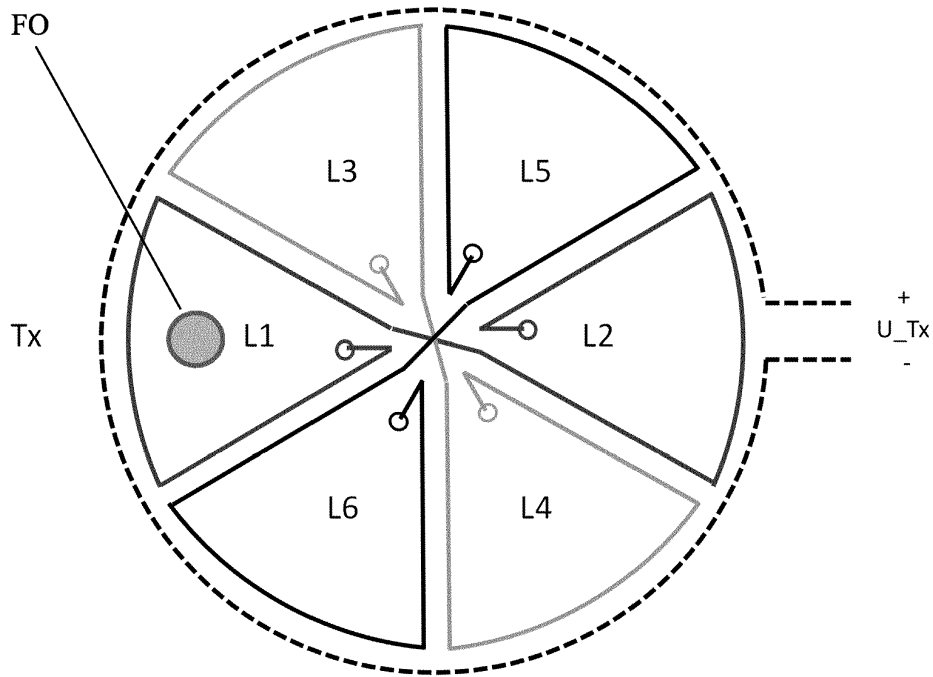
도면9



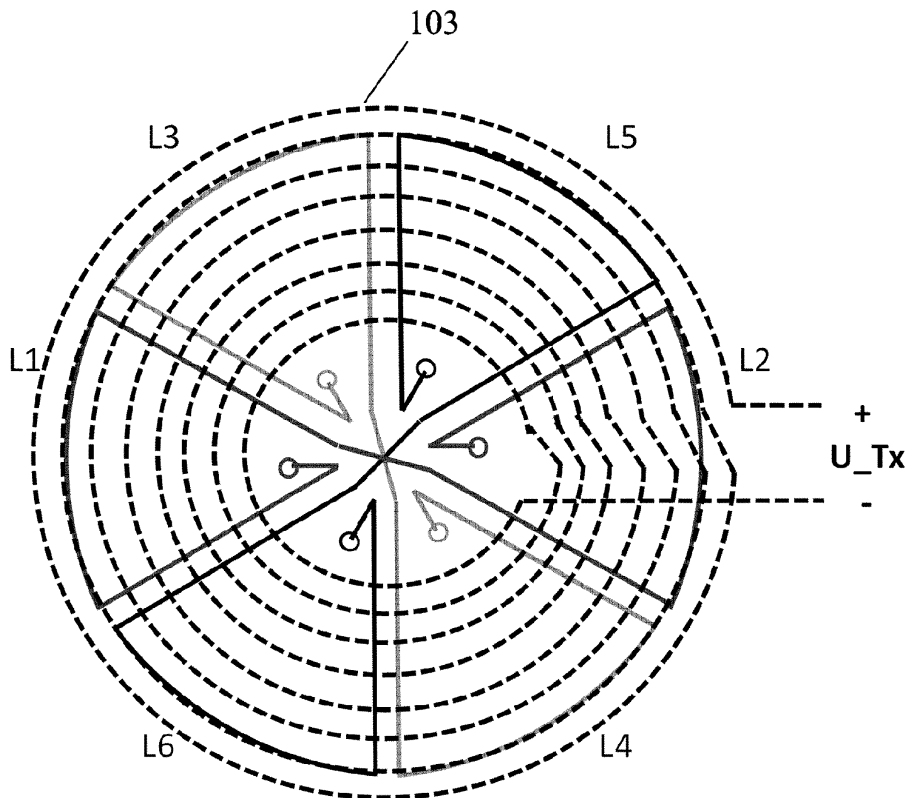
도면10



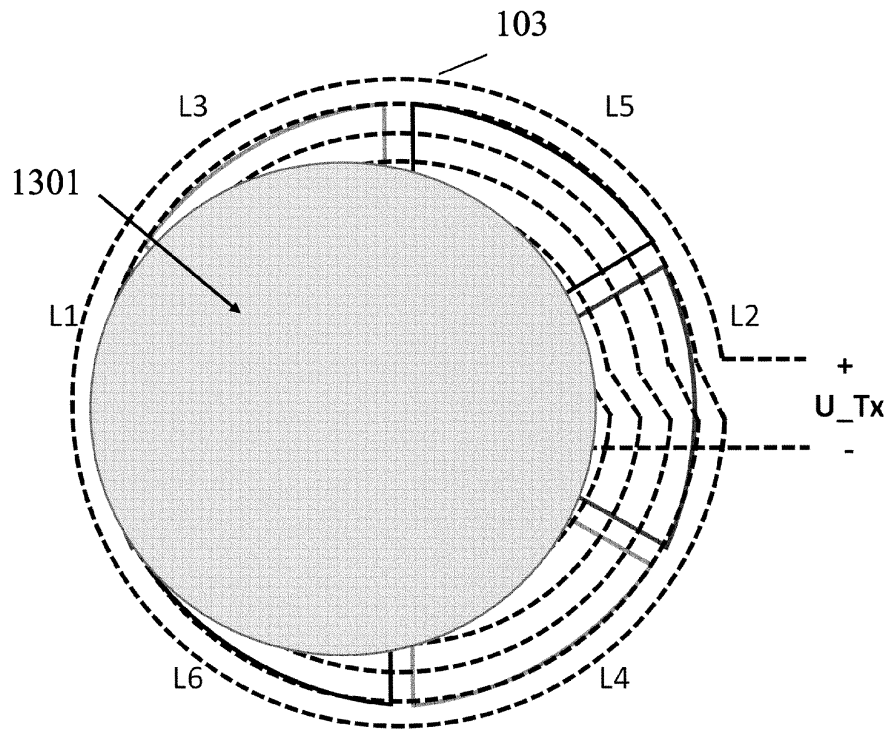
도면11



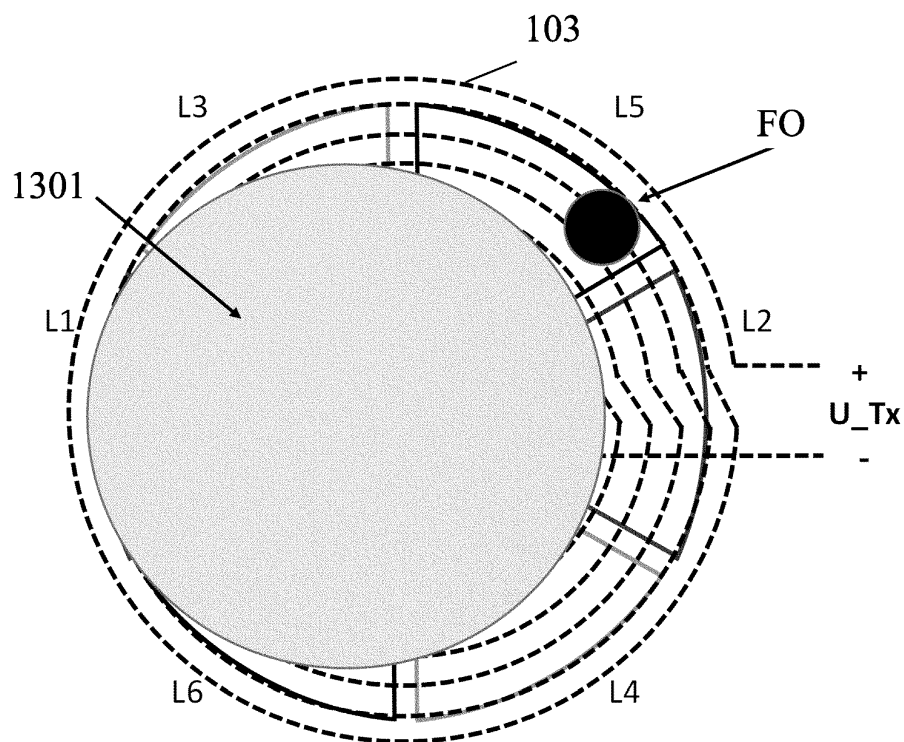
도면12



도면13



도면14



도면15

