



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0130439  
(43) 공개일자 2017년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02J 50/10 (2016.01) H01F 38/14 (2006.01)  
H02J 5/00 (2016.01) H02J 7/02 (2016.01)  
(52) CPC특허분류  
H02J 50/10 (2016.02)  
H01F 38/14 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-7027137  
(22) 출원일자(국제) 2016년03월01일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2017년09월25일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/020244  
(87) 국제공개번호 WO 2016/160234  
국제공개일자 2016년10월06일  
(30) 우선권주장  
14/671,627 2015년03월27일 미국(US)

(71) 출원인  
켈컴 인코포레이티드  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
(72) 발명자  
카랄 에드워드 케네스  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775  
본 노박 윌리엄 헨리 3세  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775  
(74) 대리인  
특허법인코리아나

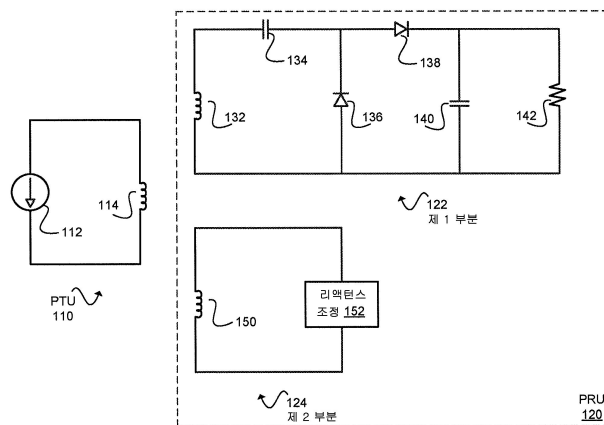
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 무선 전력 전송 시스템의 수신기 전압 및 리액턴스를 조정하는 수신기측 탱크 회로

(57) 요약

무선 충전 시스템에서, 수신기 디바이스는 리액턴스 시프트를 수행하는 제 2 코일을 포함한다. 리액턴스 시프트는 디바이스 리액턴스를 리액턴스 범위에 일치시키기 위해, 또는 디바이스 일렉트로닉스에 제공된 무선 전력의 정류된 전압을 조정하기 위해 사용될 수도 있다. 리액턴스 시프트는 전력 전송 효율이 감소될 수도 있다는 점에서 공진 매칭과 상이하다.

대표도 - 도1



무선 충전 시스템 100

(52) CPC특허분류

*H02J 5/005* (2013.01)

*H02J 7/025* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전자 디바이스로서,

디바이스 일렉트로닉스;

상기 디바이스 일렉트로닉스에 커플링된 제 1 코일로서, 상기 제 1 코일은 송신기 디바이스에 의해 생성된 무선 전력장을 통해 전력을 무선으로 커플링하도록, 및 상기 디바이스 일렉트로닉스로 상기 전력에 기초한 제 1 전류를 제공하도록 구성되고, 상기 디바이스 일렉트로닉스 및 상기 제 1 코일은 부하 임피던스를 가지며, 상기 부하 임피던스는 부하 리액턴스를 포함하는, 상기 제 1 코일;

리액턴스 조정 회로;

상기 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제 2 코일로서, 상기 제 2 코일은 상기 송신기 디바이스에 의해 생성된 상기 무선 전력장을 통해 상기 전력을 무선으로 커플링하도록 및 상기 리액턴스 조정 회로로 상기 전력에 기초한 제 2 전류를 제공하도록 구성되고, 상기 리액턴스 조정 회로 및 상기 제 2 코일은 탱크 임피던스를 가지며, 상기 탱크 임피던스는 탱크 리액턴스를 포함하고, 상기 탱크 리액턴스는 조정가능하며, 상기 디바이스 임피던스는 상기 부하 임피던스 및 상기 탱크 임피던스를 포함하고, 디바이스 리액턴스는 상기 부하 리액턴스 및 상기 탱크 리액턴스를 포함하는, 상기 제 2 코일; 및

상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 및 이에 따라 상기 디바이스 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성되는, 상기 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제어 회로를 포함하는, 전자 디바이스.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 송신기 디바이스는 송신기 임피던스를 갖고,

상기 송신기 임피던스는 송신기 리액턴스를 포함하며,

상기 제어 회로는 상기 송신기 디바이스의 상기 송신기 리액턴스에 대한 리액턴스 범위로 상기 디바이스 리액턴스를 일치시키기 위해 상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성되는, 전자 디바이스.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제어 회로는 상기 송신기 디바이스로부터 제어 신호를 수신하도록, 및 상기 제어 신호에 응답하여 상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성되는, 전자 디바이스.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제어 회로는 상기 디바이스 일렉트로닉스에 제공된 상기 전력의 정류된 전압을 동적으로 조정하기 위해 상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성되는, 전자 디바이스.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 정류된 전압을 감지하도록, 및 상기 제어 회로로 전압 측정 신호를 제공하도록 구성되는, 상기 디바이스 일렉트로닉스에 커플링된 전압 센서를 더 포함하고,

상기 제어 회로는 상기 전압 측정 신호를 수신하도록, 및 상기 전압 측정 신호에 응답하여 상기 탱크 리액턴스

를 동적으로 조정하도록 구성되는, 전자 디바이스.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 송신기 디바이스는 송신기 임피던스를 포함하고, 상기 송신기 임피던스는 송신기 리액턴스를 포함하며, 상기 제어 회로는 제어 신호에 따라, 제 1 모드 및 제 2 모드에서 선택적으로 동작하도록 구성되고,

상기 제 1 모드에서, 상기 제어 회로는 상기 송신기 디바이스의 상기 송신기 리액턴스에 대한 리액턴스 범위에 상기 디바이스 리액턴스를 일치시키기 위해 상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하며,

상기 제 2 모드에서, 상기 제어 회로는 상기 디바이스 일렉트로닉스에 제공된 상기 전력의 정류된 전압을 동적으로 조정하기 위해 상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하는, 전자 디바이스.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 송신기 디바이스의 공진 주파수와 매칭하도록 상기 전자 디바이스의 공진 주파수를 조정하기 위해 상기 탱크 리액턴스를 조정하도록 구성되는, 상기 리액턴스 조정 회로에 커플링된 공진 매칭 회로를 더 포함하고,

상기 제어 회로는 상기 공진 매칭 회로가 상기 디바이스 리액턴스를 정의된 범위 밖으로 조정하는 경우 상기 공진 매칭 회로를 활성화 해제하도록 구성되는, 전자 디바이스.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제어 회로는 상기 무선 전력장의 전력 전송 효율이 감소되도록 상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성되는, 전자 디바이스.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 디바이스 일렉트로닉스에 제공된 상기 전력의 정류된 전압을 검출하도록 구성되는 전압 센서를 더 포함하고,

상기 제어 회로는 상기 정류된 전압에 기초하여 상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성되는, 전자 디바이스.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 리액턴스 조정 회로는:

복수의 커패시터들; 및

상기 제어 회로로부터 제어 신호를 수신하도록 및 상기 제어 신호에 응답하여 상기 복수의 커패시터들 중 적어도 하나를 선택적으로 연결하도록 구성되는, 상기 복수의 커패시터들에 커플링된 복수의 스위치들을 포함하는, 전자 디바이스.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 리액턴스 조정 회로는:

복수의 저항들; 및

상기 제어 회로로부터 제어 신호를 수신하도록 및 상기 제어 신호에 응답하여 상기 복수의 저항들 중 적어도 하나를 선택적으로 연결하도록 구성되는, 상기 복수의 저항들에 커플링된 복수의 스위치들을 포함하는, 전자 디바

이스.

## 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 리액턴스 조정 회로는 복수의 선택가능한 커패시턴스들을 갖는 가변 커패시터를 포함하고,

상기 가변 커패시터는 상기 제어 회로로부터 제어 신호를 수신하도록 및 상기 제어 신호에 응답하여 상기 복수의 선택가능한 커패시턴스들 중 하나를 선택하도록 구성되는, 전자 디바이스.

## 청구항 13

무선 충전 시스템에서 리액턴스 조정을 수행하는 방법으로서,

송신기 디바이스에 의해 생성된 무선 전력장을 통해, 상기 송신기 디바이스로부터 전자 디바이스에 의해, 무선으로 전력을 수신하는 단계로서, 상기 전자 디바이스는 디바이스 일렉트로닉스, 상기 디바이스 일렉트로닉스에 커플링된 제 1 코일, 리액턴스 조정 회로, 상기 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제 2 코일, 및 상기 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제어 회로를 갖는, 상기 무선으로 전력을 수신하는 단계;

상기 전력을 무선으로 커플링하고, 상기 제 1 코일에 의해, 상기 디바이스 일렉트로닉스로 상기 전력에 기초한 제 1 전류를 제공하는 단계로서, 상기 디바이스 일렉트로닉스 및 상기 제 1 코일은 부하 임피던스를 가지며, 상기 부하 임피던스는 부하 리액턴스를 포함하는, 상기 전력을 무선으로 커플링하고 제 1 전류를 제공하는 단계;

상기 전력을 무선으로 커플링하고, 상기 제 2 코일에 의해, 상기 리액턴스 조정 회로로 상기 전력에 기초한 제 2 전류를 제공하는 단계로서, 상기 리액턴스 조정 회로 및 상기 제 2 코일은 탱크 임피던스를 가지며, 상기 탱크 임피던스는 탱크 리액턴스를 포함하고, 상기 탱크 리액턴스는 조정가능하며, 상기 디바이스 임피던스는 상기 부하 임피던스 및 상기 탱크 임피던스를 포함하고, 디바이스 리액턴스는 상기 부하 리액턴스 및 상기 탱크 리액턴스를 포함하는, 상기 전력을 무선으로 커플링하고 제 2 전류를 제공하는 단계; 및

상기 제어 회로에 의해, 상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하고 이에 따라 상기 디바이스 리액턴스를 동적으로 조정하는 단계를 포함하는, 무선 충전 시스템에서 리액턴스 조정을 수행하는 방법.

## 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 전자 디바이스는 공진 매칭 회로를 더 포함하고, 상기 공진 매칭 회로는 상기 리액턴스 조정 회로에 커플링되며,

상기 방법은:

상기 공진 매칭 회로에 의해, 상기 송신기 디바이스의 공진 주파수와 매칭하도록 상기 전자 디바이스의 공진 주파수를 조정하기 위해 상기 탱크 리액턴스를 조정하는 단계; 및

상기 제어 회로에 의해, 상기 공진 매칭 회로가 상기 디바이스 리액턴스를 정의된 범위 밖으로 조정하는 경우 상기 공진 매칭 회로를 활성화 해제하는 단계를 더 포함하는, 무선 충전 시스템에서 리액턴스 조정을 수행하는 방법.

## 청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 제어 회로에 의해, 상기 무선 전력장의 전력 전송 효율이 감소되도록 상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하는 단계를 더 포함하는, 무선 충전 시스템에서 리액턴스 조정을 수행하는 방법.

## 청구항 16

시스템으로서,

송신기 코일을 포함하는 송신기 디바이스로서, 상기 송신기 디바이스는 무선 전력장을 생성하도록 구성되는, 상기 송신기 디바이스; 및

전자 디바이스를 포함하고,

상기 전자 디바이스는:

디바이스 일렉트로닉스;

상기 디바이스 일렉트로닉스에 커플링된 제 1 코일로서, 상기 제 1 코일은 상기 송신기 디바이스에 의해 생성된 상기 무선 전력장을 통해 전력을 무선으로 커플링하도록, 및 상기 디바이스 일렉트로닉스로 상기 전력에 기초한 제 1 전류를 제공하도록 구성되고, 상기 디바이스 일렉트로닉스 및 상기 제 1 코일은 부하 임피던스를 가지며, 상기 부하 임피던스는 부하 리액턴스를 포함하는, 상기 제 1 코일;

리액턴스 조정 회로;

상기 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제 2 코일로서, 상기 제 2 코일은 상기 송신기 디바이스에 의해 생성된 상기 무선 전력장을 통해 상기 전력을 무선으로 커플링하도록 및 상기 리액턴스 조정 회로로 상기 전력에 기초한 제 2 전류를 제공하도록 구성되고, 상기 리액턴스 조정 회로 및 상기 제 2 코일은 탱크 임피던스를 가지며, 상기 탱크 임피던스는 탱크 리액턴스를 포함하고, 상기 탱크 리액턴스는 조정가능하며, 상기 디바이스 임피던스는 상기 부하 임피던스 및 상기 탱크 임피던스를 포함하고, 디바이스 리액턴스는 상기 부하 리액턴스 및 상기 탱크 리액턴스를 포함하는, 상기 제 2 코일; 및

상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 및 이에 따라 상기 디바이스 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성되는, 상기 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제어 회로를 포함하는, 시스템.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 송신기 디바이스는 송신기 임피던스를 가지며, 상기 송신기 임피던스는 송신기 리액턴스를 포함하고,

상기 송신기 디바이스는 상기 송신기 리액턴스를 검출하도록 및 상기 제어 회로로 제어 신호를 송신하도록 구성되는, 상기 송신기 코일에 커플링된 리액턴스 검출기 회로를 더 포함하며,

상기 제어 회로는 상기 제어 신호에 응답하여 상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성되는, 시스템.

#### 청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 송신기 디바이스는 송신기 임피던스를 가지며, 상기 송신기 임피던스는 송신기 리액턴스를 포함하고,

상기 송신기 디바이스는:

상기 송신기 리액턴스를 검출하도록 구성되는, 상기 송신기 코일에 커플링된 리액턴스 검출기 회로;

상기 송신기 코일에 커플링된 송신기 리액턴스 조정 회로로서, 상기 송신기 리액턴스 조정 회로는 송신기 탱크 리액턴스를 가지며, 상기 송신기 리액턴스는 상기 송신기 탱크 리액턴스를 포함하며, 상기 송신기 탱크 리액턴스는 조정가능한, 상기 송신기 리액턴스 조정 회로; 및

상기 리액턴스 검출기 회로 및 상기 송신기 리액턴스 조정 회로에 커플링되어, 상기 전자 디바이스의 공진 주파수와 매칭하도록 상기 송신기 디바이스의 공진 주파수를 조정하기 위해 상기 송신기 탱크 리액턴스를 조정하도록 구성되는 공진 매칭 회로를 더 포함하고,

상기 리액턴스 검출기 회로는 상기 공진 매칭 회로가 정의된 범위 밖으로 상기 송신기 리액턴스를 조정하는 경우 상기 공진 매칭 회로를 활성화 해제하도록 구성되는, 시스템.

#### 청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 전자 디바이스는:

상기 송신기 디바이스의 공진 주파수와 매칭하도록 상기 전자 디바이스의 공진 주파수를 조정하기 위해 상기 탱크 리액턴스를 조정하도록 구성되는, 상기 리액턴스 조정 회로에 커플링된 공진 매칭 회로를 더 포함하고,

상기 제어 회로는 상기 공진 매칭 회로가 정의된 범위 밖으로 상기 디바이스 리액턴스를 조정하는 경우 상기 공진 매칭 회로를 활성화 해제하도록 구성되는, 시스템.

## 청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 제어 회로는 상기 무선 전력장의 전력 전송 효율이 감소되도록 상기 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성되는, 시스템.

## 발명의 설명

### 기술 분야

- [0001] 본 출원은 2015 년 3 월 27 일자로 출원된 미국 출원 제 14/671,627 호에 대한 우선권을 주장하고, 그 내용은 모든 목적을 위해 그 전체가 참조로 본원에 편입된다.
- [0002] 본 개시는 유도 전력 전송에 관한 것으로서, 특히 유도 전력 전송 동안 리액턴스를 동적으로 조정하는 것에 관한 것이다.

### 배경 기술

- [0003] 여기서 달리 표시되지 않는다면, 본 섹션에 기술된 접근법들은 본 섹션에의 포함에 의해 종래 기술인 것으로 인정되지 않는다.
- [0004] 스마트폰들, 태블릿들, 또는 심지어 전기 자동차들과 같은 배터리에 의해 동작되는 전자 시스템들의 확산은 이들 시스템들로 전력을 전송하기 위해 사용되는 충전 시스템들에 대한 수요를 증가시켰다. 예를 들어, 이동 디바이스들은 통상적으로 배터리에 전력을 저장한다. 디바이스가 사용됨에 따라, 배터리 내의 에너지는 고갈되고 배터리는 재충전되어야 한다. 통상적으로, 이동 디바이스들은 배터리를 재충전하기 위해 전압 및 전류를 수신하기 위해 벽 출구에 전력 케이블을 통해 연결된다.
- [0005] 최근에, 성가신 와이어들 및 케이블들이 배터리를 재충전하는데 요구되지 않도록 무선으로 배터리 동작 시스템들에 전력을 제공하는 시도들이 행해졌다. 재충전가능 전자 디바이스들을 충전하거나 전자 디바이스들로 전력을 제공하기 위해 사용될 자유 공간에서 전력을 전송할 수 있는 무선 충전 시스템들은 유선 충전 솔루션들의 결함들의 일부를 극복할 수도 있다. 이와 같이, 전자 디바이스들로 전력을 효율적이고 안전하게 전송하는 무선 전력 전송 시스템들 및 방법들이 바람직하다.

## 발명의 내용

### 과제의 해결 수단

- [0006] 하나의 양태에서, 전자 디바이스는 디바이스 일렉트로닉스, 디바이스 일렉트로닉스에 커플링된 제 1 코일, 리액턴스 조정 회로, 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제 2 코일, 및 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제어 회로를 포함한다. 제 1 코일은 송신기 디바이스에 의해 생성된 무선 전력장을 통해 전력을 무선으로 커플링하고, 디바이스 일렉트로닉스로 그 전력에 기초한 제 1 전류를 제공하도록 구성된다. 디바이스 일렉트로닉스 및 제 1 코일은 부하 리액턴스를 포함할 수도 있는 부하 임피던스를 갖는다. 제 2 코일은 송신기 디바이스에 의해 생성된 무선 전력장을 통해 전력을 무선으로 커플링하고, 리액턴스 조정 회로로 그 전력에 기초한 제 2 전류를 제공하도록 구성된다. 리액턴스 조정 회로 및 제 2 코일은 탱크 리액턴스를 포함할 수도 있는 탱크 임피던스를 갖는다. 탱크 리액턴스는 조정가능하다. 디바이스 임피던스는 부하 임피던스 및 탱크 임피던스를 포함하고, 여기서 디바이스 리액턴스는 부하 리액턴스 및 탱크 리액턴스를 포함한다. 제어 회로는 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하고 이에 따라 디바이스 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성된다.
- [0007] 다른 양태에 따르면, 송신기 디바이스는 송신기 리액턴스를 포함할 수도 있는 송신기 임피던스를 갖는다. 제어 회로는 송신기 디바이스의 송신기 리액턴스에 대한 리액턴스 범위에 디바이스 리액턴스를 일치시키기 위해 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성된다. 제어 회로는 송신기 디바이스로부터 제어 신호를 수신하고, 그 제어 신호에 응답하여 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성될 수도 있다.
- [0008] 다른 양태에 따르면, 제어 회로는 디바이스 일렉트로닉스에 제공된 전력의 정류된 전압을 동적으로 조정하기 위

해 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성된다. 전자 디바이스는 또한 정류된 전압을 감지하고, 제어 회로로 전압 측정 신호를 제공하도록 구성되는, 디바이스 일렉트로닉스에 커플링된 전압 센서를 더 포함할 수도 있다. 제어 회로는 전압 측정 신호를 수신하고, 그 전압 측정 신호에 응답하여 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성될 수도 있다.

[0009] 다른 양태에 따르면, 송신기 디바이스는 송신기 리액턴스를 포함할 수도 있는 송신기 임피던스를 포함한다. 제어 회로는 제어 신호에 따라 제 1 모드 및 제 2 모드에서 선택적으로 동작하도록 구성된다. 제 1 모드에서, 제어 회로는 송신기 디바이스의 송신기 리액턴스에 대한 리액턴스 범위에 디바이스 리액턴스를 일치시키기 위해 탱크 리액턴스를 동적으로 조정한다. 제 2 모드에서, 제어 회로는 디바이스 일렉트로닉스에 제공된 전력의 정류된 전압을 동적으로 조정하기 위해 탱크 리액턴스를 동적으로 조정한다.

[0010] 다른 양태에 따르면, 전자 디바이스는 송신기 디바이스의 공진 주파수와 매칭하도록 전자 디바이스의 공진 주파수를 조정하기 위해 탱크 리액턴스를 조정하도록 구성되는, 리액턴스 조정 회로에 커플링된 공진 매칭 회로를 더 포함한다. 제어 회로는 공진 매칭 회로가 디바이스 리액턴스를 정의된 범위 밖으로 조정하는 경우 공진 매칭 회로를 활성화 해제하도록 구성된다.

[0011] 다른 양태에 따르면, 제어 회로는 무선 전력장의 전력 전송 효율이 감소되도록 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성된다.

[0012] 다른 양태에 따르면, 전자 디바이스는 디바이스 일렉트로닉스에 제공된 전력의 정류된 전압을 검출하도록 구성되는 전압 센서를 더 포함한다. 제어 회로는 그 정류된 전압에 기초하여 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성된다.

[0013] 리액턴스 조정 회로는 복수의 커패시터들 및 복수의 스위치들을 포함할 수도 있다. 스위치들은 제어 회로로부터 제어 신호를 수신하고 그 제어 신호에 응답하여 복수의 커패시터들 중 적어도 하나를 선택적으로 연결하도록 구성된다.

[0014] 리액턴스 조정 회로는 복수의 저항들 및 복수의 스위치들을 포함할 수도 있다. 스위치들은 제어 회로로부터 제어 신호를 수신하고 그 제어 신호에 응답하여 복수의 저항들 중 적어도 하나를 선택적으로 연결하도록 구성된다.

[0015] 리액턴스 조정 회로는 복수의 선택가능한 커패시턴스들을 갖는 가변 커패시터를 포함할 수도 있다. 가변 커패시터는 제어 회로로부터 제어 신호를 수신하고 그 제어 신호에 응답하여 복수의 선택가능한 커패시턴스들 중 하나를 선택하도록 구성된다.

[0016] 다른 양태에서, 방법은 무선 충전 시스템에서 리액턴스 조정을 수행한다. 방법은 송신기 디바이스에 의해 생성된 무선 전력장을 통해 송신기 디바이스로부터 전자 디바이스에 의해 무선으로 전력을 수신하는 단계를 포함한다. 전자 디바이스는 디바이스 일렉트로닉스, 디바이스 일렉트로닉스에 커플링된 제 1 코일, 리액턴스 조정 회로, 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제 2 코일, 및 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제어 회로를 갖는다. 방법은 전력을 무선으로 커플링하고, 제 1 코일에 의해, 디바이스 일렉트로닉스로 그 전력에 기초한 제 1 전류를 제공하는 단계를 더 포함한다. 디바이스 일렉트로닉스 및 제 1 코일은 부하 리액턴스를 포함할 수도 있는 부하 임피던스를 갖는다. 방법은 전력을 무선으로 커플링하고, 제 2 코일에 의해, 리액턴스 조정 회로로 그 전력에 기초한 제 2 전류를 제공하는 단계를 더 포함한다. 리액턴스 조정 회로 및 제 2 코일은 탱크 리액턴스를 포함할 수도 있는 탱크 임피던스를 갖는다. 탱크 리액턴스는 조정가능하다. 디바이스 임피던스는 부하 임피던스 및 탱크 임피던스를 포함하고, 디바이스 리액턴스는 부하 리액턴스 및 탱크 리액턴스를 포함한다. 방법은 제어 회로에 의해 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하고 이에 따라 디바이스 리액턴스를 동적으로 조정하는 단계를 더 포함한다.

[0017] 다른 양태에 따르면, 전자 디바이스는 공진 매칭 회로를 더 포함한다. 방법은 송신기 디바이스의 공진 주파수와 매칭하도록 전자 디바이스의 공진 주파수를 조정하기 위해 탱크 리액턴스를, 공진 매칭 회로에 의해, 조정하는 단계를 더 포함한다. 방법은 공진 매칭 회로가 디바이스 리액턴스를 정의된 범위 밖으로 조정하는 경우 공진 매칭 회로를, 제어 회로에 의해, 활성화 해제하는 단계를 더 포함한다.

[0018] 다른 양태에 따르면, 방법은, 제어 회로에 의해, 무선 전력장의 전력 전송 효율이 감소되도록 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하는 단계를 더 포함한다.

[0019] 다른 양태에서, 시스템은 송신기 디바이스 및 전자 디바이스를 포함한다. 송신기 디바이스는 송신기 코일을



포함하고 무선 전력장을 생성하도록 구성된다. 전자 디바이스는 디바이스 일렉트로닉스, 디바이스 일렉트로닉스에 커플링된 제 1 코일, 리액턴스 조정 회로, 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제 2 코일, 및 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제어 회로를 포함한다. 제 1 코일은 송신기 디바이스에 의해 생성된 무선 전력장을 통해 전력을 무선으로 커플링하고, 디바이스 일렉트로닉스로 그 전력에 기초한 제 1 전류를 제공하도록 구성된다.

디바이스 일렉트로닉스 및 제 1 코일은 부하 리액턴스를 포함할 수도 있는 부하 임피던스를 갖는다. 제 2 코일은 송신기 디바이스에 의해 생성된 무선 전력장을 통해 전력을 무선으로 커플링하고, 리액턴스 조정 회로로 그 전력에 기초한 제 2 전류를 제공하도록 구성된다. 리액턴스 조정 회로 및 제 2 코일은 탱크 리액턴스를 포함할 수도 있는 탱크 임피던스를 갖는다. 탱크 리액턴스는 조정가능하다. 디바이스 임피던스는 부하 임피던스 및 탱크 임피던스를 포함하고, 여기서 디바이스 리액턴스는 부하 리액턴스 및 탱크 리액턴스를 포함한다. 제어 회로는 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하고 이에 따라 디바이스 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성된다.

[0020] 다른 양태에 따르면, 송신기 디바이스는 송신기 리액턴스를 포함할 수도 있는 송신기 임피던스를 갖는다. 송신기 디바이스는 송신기 리액턴스를 검출하고 제어 회로로 제어 신호를 송신하도록 구성되는, 송신기 코일에 커플링된 리액턴스 검출기 회로를 더 포함한다. 제어 회로는 제어 신호에 응답하여 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성된다.

[0021] 다른 양태에 따르면, 송신기 디바이스는 송신기 리액턴스를 포함할 수도 있는 송신기 임피던스를 갖는다. 송신기 디바이스는 송신기 코일에 커플링된 리액턴스 검출기 회로, 송신기 코일에 커플링된 송신기 리액턴스 조정 회로, 및 리액턴스 검출기 회로 및 송신기 리액턴스 조정 회로에 커플링된 공진 매칭 회로를 더 포함한다. 리액턴스 검출기 회로는 송신기 리액턴스를 검출하도록 구성된다. 송신기 리액턴스 조정 회로는 송신기 탱크 리액턴스를 가지며, 여기서 송신기 리액턴스는 송신기 탱크 리액턴스를 포함하며, 여기서 송신기 탱크 리액턴스는 조정가능하다. 공진 매칭 회로는 전자 디바이스의 공진 주파수와 매칭하도록 송신기 디바이스의 공진 주파수를 조정하기 위해 송신기 탱크 리액턴스를 조정하도록 구성된다. 리액턴스 검출기 회로는 공진 매칭 회로가 정의된 범위 밖으로 송신기 리액턴스를 조정하는 경우 공진 매칭 회로를 활성화 해제하도록 구성된다.

[0022] 다른 양태에 따르면, 전자 디바이스는 리액턴스 조정 회로에 커플링된 공진 매칭 회로를 더 포함한다. 공진 매칭 회로는 송신기 디바이스의 공진 주파수와 매칭하도록 전자 디바이스의 공진 주파수를 조정하기 위해 탱크 리액턴스를 조정하도록 구성된다. 제어 회로는 공진 매칭 회로가 정의된 범위 밖으로 디바이스 리액턴스를 조정하는 경우 공진 매칭 회로를 활성화 해제하도록 구성된다.

[0023] 다른 양태에 따르면, 제어 회로는 무선 전력장의 전력 전송 효율이 감소되도록 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하도록 구성된다.

[0024] 이러한 방식으로, 전력 송신 유닛 (PTU) (예를 들어, 송신기 디바이스) 은 넓은 리액턴스 범위 (예를 들어, j150 오옴 이상, j0 과 j300 오옴 사이 등) 를 통해 동작하도록 설계될 필요가 없고, 대신에 좁은 리액턴스 범위 (예를 들어, j0 과 j150 오옴 사이) 를 통해 동작하도록 설계될 수도 있다.

[0025] 다른 양태에 따르면, 디바이스 일렉트로닉스를 포함하는 전자 디바이스가 제공된다. 전자 디바이스는 송신기 디바이스에 의해 생성된 무선 전력장을 통해 전력을 커플링하는 제 1 수단을 포함한다. 제 1 커플링 수단은 디바이스 일렉트로닉스로 그 전력에 기초한 제 1 전류를 제공한다. 디바이스 일렉트로닉스 및 제 1 커플링 수단은 부하 임피던스를 갖는다. 부하 임피던스는 부하 리액턴스를 포함한다. 전자 디바이스는 리액턴스를 조정하는 수단을 더 포함한다. 전자 디바이스는 무선 전력장을 통해 전력을 커플링하고, 리액턴스 조정 수단으로 그 전력에 기초한 제 2 전류를 제공하는 제 2 수단을 더 포함한다. 리액턴스 조정 수단 및 제 2 커플링 수단은 탱크 임피던스를 갖는다. 탱크 임피던스는 탱크 리액턴스를 포함한다. 탱크 리액턴스는 조정가능하다. 디바이스 임피던스는 부하 임피던스 및 탱크 임피던스를 포함한다. 디바이스 리액턴스는 부하 리액턴스 및 탱크 리액턴스를 포함한다. 전자 디바이스는 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하고 이에 따라 디바이스 리액턴스를 동적으로 조정하는 수단을 더 포함한다.

[0026] 다음의 상세한 설명 및 첨부하는 도면은 본 개시의 특성 및 이점들의 더 양호한 이해를 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

[0027] 후속하는 논의 및 특히 도면들을 참조하여, 도시된 상세들은 예시적인 논의의 목적으로 예들을 표현하며, 본 개시의 원리들 및 개념적 양태들의 설명을 제공하기 위해 제시된다. 이와 관련하여, 본 개시의 기본적인 이해

를 위해 필요한 것을 초월하는 구현 상세들을 보여주는 어떠한 시도도 행해지지 않는다. 후속할 논의는 도면들과 결합하여 본 개시에 따른 실시형태들이 실시될 수도 있는 방법을 본 기술분야의 기술자들에게 분명하게 만든다.

도 1 은 무선 충전 시스템의 개략도이다.

도 2 는 제 2 부분 (도 1 참조) 의 추가적인 상세를 도시하는 개략도이다.

도 3 은 예를 들어 PRU (도 1 참조) 및 제 2 부분 (도 2 참조) 의 동작을 기술하기 위해, 무선 충전 시스템에서 리액턴스 조정을 수행하는 방법의 플로우차트이다.

도 4 는 제어 신호 (도 2 참조) 를 생성하는 전력 송신 유닛 (PTU) (도 1 참조) 의 개략도이다.

도 5 는 PRU 의 수신 전압을 제어하는 제 2 부분 (도 1 참조) 의 추가적인 상세들을 도시하는 개략도이다.

도 6 은 제 2 부분 (도 5 참조) 에 대한 정류된 전압 대 제 2 코일 임피던스의 예를 도시하는 그래프이다.

도 7 은 예를 들어 PRU (도 1 참조) 및 제 2 부분 (도 5 참조) 의 동작을 기술하기 위해, 무선 충전 시스템에서 리액턴스 조정을 수행하는 방법의 플로우차트이다.

도 8 은 리액턴스 시프트 및 수신된 전압 양자 모두를 제어하는 제어 회로의 블록도이다.

도 9 는 스위칭가능 커패시터들을 갖는 리액턴스 조정 회로를 도시하는 블록도이다.

도 10 은 스위칭가능 저항들을 갖는 리액턴스 조정 회로를 도시하는 블록도이다.

도 11 은 가변 커패시터를 갖는 리액턴스 조정 회로를 도시하는 블록도이다.

도 12 는 공진 매칭 회로를 포함하는 제어 회로의 블록도이다.

도 13 은 공진 매칭 회로를 포함하는 PTU 의 블록도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 다음의 상세한 설명에서는, 설명의 목적상, 다수의 예들 및 특정의 상세들이 본 개시의 철저한 이해를 제공하기 위해 진술된다. 그러나, 본 기술분야의 통상의 기술자에게는 청구범위에 표현된 본 개시는 단독으로 또는 이하에 기술되는 다른 특징들과 결합하여 이들 예에서의 특징들의 일부 또는 전부를 포함할 수도 있고, 여기에 기술된 특징들 및 개념들의 변경들 및 등가물들을 더 포함할 수도 있다는 것이 분명할 것이다.

[0029] 전력을 무선으로 전송하는 것은 전기장들, 자기장들, 전자기장들과 연관된, 또는 다르게는 물리적 전기 전도체들의 사용 없이 (예를 들어, 전력이 자유 공간을 통해 전송될 수도 있다) 송신기로부터 수신기로의 에너지의 임의의 형태를 전송하는 것을 지칭할 수도 있다. 무선장 (예를 들어, 자기장) 으로 출력된 전력은 전력 전송을 달성하기 위해 (종종 코일 또는 권선으로서 지칭되는) 수신 안테나에 의해 수신, 캡처, 또는 커플링될 수도 있다.

[0030] 무선 충전은 자기장들을 사용하여 전력원으로부터 전자 시스템으로 에너지를 커플링하는 것을 수반한다. 자기장들로부터의 에너지는 (예를 들어, 1 또는 수 와트 이상 정도로) 시스템에 의해 수신되고, 배터리를 충전하기 위해 사용될 수도 있다. 일부 시스템들은 심지어, 예를 들어 디바이스가 사용자에게 의해 동작되고 있는 때에도, 시스템 내의 선택트로닉스로 전력을 공급하기 위해 수신된 자기장 에너지를 사용할 수도 있다. 무선 충전의 일반적인 개관은 다음과 같다. 전력원은 전력 송신 유닛 (PTU) 로 지칭되는, 충전 플랫폼의 유도 코일로 전기 에너지를 제공한다. 유도 코일을 통한 전류는 그 코일의 평면에 수직인 자기장 (H) 을 생성한다. 자기장에서의 에너지는 전력 수신 유닛 (PRU) 로서 지칭되는, 충전될 디바이스 내의 다른 유도 코일에 의해 캡처될 수도 있다. 전력 수신 유닛은 예를 들어 디바이스를 동작시키거나 배터리를 충전하기 위해 자기장으로부터의 수신된 에너지를 사용할 수도 있다.

[0031] PTU로부터 PRU로의 전력 전송의 효율은 공진 커플링을 사용하여 개선될 수도 있다. 공진 커플링에서, PTU 및 PRU 내의 코일들은 동일한 공진 주파수에서 동작하도록 튜닝된다. 튜닝은 인덕터들, 커패시터들, 페라이트 등을 사용하여 수행될 수도 있다.

[0032] 공진 커플링을 사용하는 무선 충전 시스템의 예는 다음과 같다. PTU 및 PRU 는 그들의 주파수 응답을 측정할 수도 있고, 공진 주파수를 조정하기 위해 그들의 커패시턴스 또는 인덕턴스를 조정할 수도 있다. PTU 는

동작 주파수들을 통해 스위칭하고, 전송된 전력의 전류를 측정할 수도 있으며, 최대 전력 전송 효율을 위해 그것의 공진 주파수를 조정할 수도 있다.

[0033] 공진 커플링을 사용하는 무선 충전 시스템의 다른 예는 다음과 같다. PTU 및 PRU 는 각각 선택적 필요들에 따라 동적으로 탭핑될 수도 있는 멀티-탭 코일을 포함할 수도 있다. PRU 의 부하에 따라, PTU 또는 PRU 는 최대 전력 전송 효율을 위해 그것의 공진 주파수를 조정하기 위해 그것의 탭 포인트를 변경할 수도 있다.

[0034] 일반적으로, PTU 는 매우 다양한 PRU 들로 전력을 전송할 수도 있다. 각각의 PRU 는 그 자신의 부하 및 공진 주파수 특성들을 갖는다. 주어진 PRU 에 대해, 그것의 부하 및 공진 주파수 특성들은 PTU 로부터의 그것의 거리 및 PTU 와의 배향, 및 그것의 현재의 선택 모드 (예를 들어, 충전, 대기 모드 동작, 송신기 모드 동작 등) 에 따라 변화할 수도 있다. 따라서, PTU 는 이러한 매우 다양한 PRU 들을 수용하도록 설계될 필요가 있다. 추가적인 설계 고려는 PTU 가 각각 상이한 부하 및 공진 주파수 특성들을 가지는 다수의 PRU 들로 전력을 제공할 수도 있다는 것이다. 그러한 PTU 에 대한 설계는 여러 PRU 들에 의해 PTU 로 제시된 리액턴스의 범위에 기인하여 넓은 리액턴스 범위, 예를 들어 j150 옴 이상을 통해 동작하는 것을 요구한다.

[0035] 특정의 예들 및 구현들을 논의하기 전에, 임피던스 및 리액턴스의 일반적인 논의가 제공된다. 임피던스 ( $Z$ ) 는 저항 ( $R$ ) 및 리액턴스 ( $X$ ) 양자 모두를 포함하며, 기호적으로  $Z = R + jX$  로서 표현되며, 여기서  $j$  는 허수 유닛이다. 모든 것에 대한 측정은 옴 ( $\Omega$ ) 이다. 리액턴스는 회로 엘리먼트를 통과하는 정현파 교류의 진폭 및 위상 변화들을 컴퓨팅하기 위해 사용된다. 총 리액턴스  $X$  는 용량성 리액턴스  $X_C$  및 유도성 리액턴스  $X_L$  을 포함한다:

[0036] 
$$X = X_L - X_C = \omega L - 1/\omega C$$

[0037] 여기서  $\omega$  는  $2\pi$  곱하기 헤르츠 (Hz) 단위의 주파수인 각주파수이다.  $X_L$  및  $X_C$  는 양자 모두가 편의상 포지티브이지만, 용량성 리액턴스  $X_C$  는 총 리액턴스에 네거티브 기여를 한다. 이리하여,  $X > 0$  이면, 리액턴스는 유도성이라고 말하여지며;  $X = 0$  이면 임피던스는 순수하게 저항성이고;  $X < 0$  이면, 리액턴스는 용량성이라고 말하여진다. 용량성 리액턴스는 엘리먼트에 걸친 전압의 변화에 대한 방해이다. 유도성 리액턴스는 엘리먼트를 통한 전류의 변화에 대한 방해이다.

[0038] 본 개시는 최대 전력 전송 효율을 위해 공진 주파수를 조정하는 것에 비해, 리액턴스를 조정하는 것에 지향된다. 아래에 기술된 PRU 는 PTU 에 제시된 바와 같은 좁은 범위 (예를 들어, j0 내지 j150 옴) 로 PRU 의 리액턴스를 일치시키거나, PTU 에 의해 송신된 전력으로부터 특정의 정류된 전압을 수신하기 위해, 그것의 리액턴스를 조정하는 추가적인 코일을 포함한다. 추가적인 코일은 동작 동안 메인 수신기 코일에 유도적으로 커플링될 수 있지만, 부하에 제공하기 (예를 들어, 배터리를 충전하기) 위해 무선장 밖에 전력을 커플링하는 것을 위해 주로 의도되지 않음으로써 메인 수신기 코일로부터 분리된다.

[0039] PRU 에서의 추가적인 코일은 리액턴스 또는 PTU 로부터의 수신된 전압을 조정하기 위해 사용된다. 리액턴스를 조정하는 것은 또한 리액턴스 시프트를 수행하는 것으로서 지칭될 수도 있다.

[0040] 리액턴스 시프트에 관하여, 다수의 무선 전력 수신기 구현들은 PRU 로서 스마트폰 또는 태블릿과 같은 금속성 피충전 디바이스 (device to be charged: DTBC) 를 포함한다. 금속성 물체들은 송신기 코일의 인덕턴스를 변화시킨다. (인덕턴스를 감소시키는 것은 종종 (네거티브) 리액턴스 시프트를 생성하는 것" 또는 "송신기를 디튜닝 (detuning) 하는 것" 으로서 지칭된다.) 유사하게, 다수의 무선 전력 수신기들은 커플링을 향상시키기 위해 페라이트를 포함한다. 커플링을 향상시키는 것에 더하여, 페라이트는 또한 송신기 코일의 인덕턴스를 증가시킬 수 있다 (예를 들어, 그것은 포지티브 리액턴스 시프트를 생성한다).

[0041] 이들 리액턴스 시프트들은 PTU 설계에 상당한 복잡성을 추가한다. 구체적으로, 전력 증폭기 설계는 부하 리액턴스가 항상 일정하거나 (예를 들어,  $50 + j0$  옴), PTU 에 제시된 리액턴스의 범위가 감소되면, 상당히 단순화될 것이다. 오늘날, 무선 전력 송신기들은 넓은 리액턴스 범위들 (예를 들어, j0 내지 j300 옴) 또는 높은 리액턴스 범위들 (예를 들어, j150 내지 j300 옴) 에 걸쳐 작동하도록 설계된다.

[0042] 수신 전압에 관하여는, 모든 무선 전력 수신기들은 (정류기의 출력에서) 유한한 전압 범위에서 동작하도록 설계된다. (1) 커플링은 송신기 패드상의 상이한 위치들에서 변하고, (2) PRU 들은 상이한 전력 소비 레벨들을 가질 것이므로, 수신기들은 항상 그들의 "목표" 전압들에서 동작할 수는 없다. 모든 PRU 들이 동시에 그들의 허용가능한 전압 범위들 내에서 동작할 수 있는 것을 보장하는 것은 무선 전력 시스템 설계에서의 도전이다.

- [0043] 이들 문제들을 다루기 위해, (보조 코일로서 지칭될 수도 있는) 제 2 코일이 이하에 더 상세히 기술되는 바와 같이 PRU 에 추가된다. 제 2 코일상의 리액턴스를 조정하는 것은 수신기에 의해 생성된 리액턴스를 조정할 수 있고, 수신기의 정류된 출력 전압을 조정할 수 있다.
- [0044] 도 1 은 무선 충전 시스템 (100) 의 개략도이다. 시스템 (100) 은 PTU (110) 및 PRU (120) 을 포함한다. 하나의 예에서, PTU (110) 는 충전 패드의 폼 팩터에 있고, 예를 들어, 전기 아웃렛으로 플러그되는, 일반적으로 정지 위치에 위치된다. PRU (120) 는 일반적으로 이동식이고, 무선 충전 목적을 위해 PTU (110) 에 근접하여 배치된다.
- [0045] PTU (110) 는 (예를 들어, 전기 아웃렛에 커플링된 전력 증폭기의 컴포넌트로서의) 전류원 (112) 및 송신기 코일 (114) 을 포함한다. 전류원 (112) 은 무선 전력장을 생성하기 위해 송신기 코일 (114) 에 전력을 공급한다. PTU (110) 는 PTU (110) 의 회로 특성에 기초하여, (리액턴스를 포함할 수도 있는) 임피던스를 갖는다. PTU (110) 는 이하에 더욱 상세히 기술되거나 간략성을 위해 설명에서 생략되는 다른 컴포넌트들을 포함할 수도 있다.
- [0046] PRU (120) 는 제 1 부분 (122) 및 제 2 부분 (124) 을 포함한다. 제 1 부분 (122) 은 일반적으로 PRU (120) 의 기능적 컴포넌트들을 포함한다. 예를 들어, PRU (120) 가 셀룰러 전화인 경우, 제 1 부분 (122) 은 무선 충전 컴포넌트들 및 셀룰러 전화 컴포넌트들 (예를 들어, 부하) 을 포함한다. 제 2 부분 (124) 은 일반적으로 리액턴스 조정 컴포넌트들을 포함한다. PRU (120) 는 이하에 더욱 상세히 기술되거나 간략성을 위해 설명에서 생략되는 다른 컴포넌트들을 포함할 수도 있다.
- [0047] 제 1 부분 (122) 은 제 1 코일 (132), 커패시터 (134), 다이오드 (136), 다이오드 (138), 커패시터 (140), 및 저항 (142) 을 포함한다. 제 1 부분 (122) 의 컴포넌트들은, 제 1 코일 (132) 을 제외하고, 집합적으로 PRU (120) 의 디바이스 일렉트로닉스로서 지칭될 수도 있다. 제 1 코일 (132) 은 무선 전력장을 통해 전력을 무선으로 커플링하고 디바이스 일렉트로닉스로 그 전력에 기초한 전류를 제공한다. 커패시터들 (134 및 140), 및 다이오드들 (136 및 138) 은 저항 (142) 으로 정류된 전압을 제공한다. 저항 (142) 은 PRU (120) 의 기능적 컴포넌트들 (예를 들어, 배터리 또는 다른 디바이스 일렉트로닉스) 의 부하를 표현한다. 집합적으로, 제 1 부분 (122) 의 컴포넌트들은 부하 임피던스 (및 부하 리액턴스) 로서 지칭되는, (리액턴스를 포함할 수도 있는) 임피던스를 갖는다. 제 1 부분 (122) 의 컴포넌트들 (예를 들어, 상술된 금속 컴포넌트들) 은 상술된 바와 같이 PTU (110) 에서 리액턴스 시프트를 야기할 수도 있다.
- [0048] 제 2 부분 (124) 은 제 2 코일 (150) 및 리액턴스 조정 회로 (152) 를 포함한다. 제 2 코일 (150) 은 무선 전력장을 통해 전력을 무선으로 커플링하고, 리액턴스 조정 회로 (152) 로 그 전력에 기초한 전류를 제공한다. 리액턴스 조정 회로 (152), 및 제 2 코일 (150) 은 함께 탱크 임피던스 (및 탱크 리액턴스) 로서 지칭되는, (리액턴스를 포함할 수도 있는) 임피던스를 갖는다. 탱크 리액턴스는 이하에 더욱 상세히 기술되는 바와 같이 조정가능하다. (리액턴스를 포함할 수도 있는) PRU (120) 의 임피던스는 디바이스 임피던스 (및 디바이스 리액턴스) 로서 지칭된다. 디바이스 임피던스는 부하 임피던스 및 탱크 임피던스의 결합이다. 디바이스 리액턴스는 부하 리액턴스 및 탱크 리액턴스의 결합이다.
- [0049] 시스템 (100) 의 일반적인 동작은 다음과 같다. PTU (110) 는 무선 전력장을 생성하고, PRU (120) 는 무선 전력장을 통해 무선으로 전력을 수신한다. 제 1 코일 (132) 은 PRU (120) 의 디바이스 일렉트로닉스로 그 전력에 기초한 전류를 제공한다. 리액턴스 조정 회로 (152) 의 리액턴스 (탱크 리액턴스) 는 PRU (120) 의 리액턴스 (디바이스 리액턴스) 를 동적으로 조정하기 위해, PTU (110) 에 대한 리액턴스 범위 (송신기 리액턴스) 로 디바이스 리액턴스를 일치시키기 위해 (예를 들어, 목표 리액턴스를 제시하기 위해), 또는 PRU (120) 의 디바이스 일렉트로닉스에 제공된 정류된 전압을 동적으로 조정하기 위해 동적으로 조정가능하다. 리액턴스가 조정되고 있기 때문에, PRU (120) 의 공진 주파수는 소정의 상황들에서 PTU (110) 의 공진 주파수에 반드시 매칭되고 있지는 않는다. 예를 들어, 공진 주파수를 매칭시키기를 시도하는 것이 정의된 범위 위로 (예를 들어, j150 옴 위로) 리액턴스를 증가시킨다면, (예를 들어, j150 옴 아래로) 리액턴스를 조정하는 것은 무선 전력장의 전력 전송 효율을 감소시킨다. 다른 동작적 상세들이 이하에 제공된다.
- [0050] 도 2 는 PTU (110) (도 1 참조) 에 제시된 바와 같은 PRU (120) 의 리액턴스 시프트를 제어하기 위해, 제 2 부분 (124a) 으로서 여기서 도시된, 제 2 부분 (124) (도 1 참조) 의 추가적인 상세를 도시하는 개략도이다. 제 2 부분 (124a) 은 제 2 부분 (124) (도 1 참조) 과 유사하고, 제어 회로 (200) 를 추가한다. 제어 회로 (200) 는 예를 들어, 마이크로프로세서 또는 마이크로제어기일 수도 있다. 제어 회로 (200) 는 (예를 들어, PTU (110) (도 1 참조)로부터) 제어 신호 (202) 를 수신하고, 그것에 응답하여, 제어 신호 (204) 를 사용하여



리액턴스 조정 회로 (152) 의 리액턴스를 동적으로 조정한다. 예를 들어, 제어 신호 (202) 는 제어 회로 (200) 에게 탱크 리액턴스를 증가시키도록, 탱크 리액턴스를 감소시키도록, 등등을 명령할 수도 있다. 제어 신호 (202) 는 예를 들어, 블루투스™ 저에너지 (BLE) 신호들을 통해 무선으로 통신될 수도 있다.

[0051] 상술된 바와 같이, PTU (110) 에 근접하여 PRU (120) 를 배치하는 것은 송신기 코일 (114) (도 1 참조) 에 의해 제시된 리액턴스를 변화시킬 것이다. 이러한 리액턴스 시프트의 2 개의 컴포넌트들이 존재한다: 패시브 리액턴스 시프트 및 액티브 리액턴스 시프트. 패시브 리액턴스 시프트에서, PRU (120) 내의 금속 및 페라이트 는 송신기 코일 (114) 의 인덕턴스를 변화시킨다. 액티브 리액턴스 시프트에서, 제 1 코일 (132) 에 의해 보여진 임피던스는 송신기 코일 (114) 로 "반사"된다 (이하의 상세를 참조). 반사된 저항은 제 1 코일 (132) 로 전달된 전력을 표현한다.

[0052] 시스템 (100) (도 1 참조) 은 PRU (120) 의 의도하지 않은 리액턴스 시프트 (및, 더 적은 정도로, 제 1 코일 (132) 의 의도하지 않은 리액턴스 시프트) 를 보상하기 위해 PRU 의 제 2 코일 (150) 의 의도된 리액턴스 시프트를 사용한다. 식 1 은 제 2 코일 (150) 에 의해 생성된 임피던스 시프트를 묘사한다:

$$Z_{refl\_aux} = \frac{(\omega M_{tx\_aux})^2}{j \omega L_{aux} + Z_{aux}}$$

[0053] 여기서,  $Z_{refl\_aux}$  는 송신기 코일 (114) 과 직렬로 보이는 반사된 임피던스이고,  $M_{tx\_aux}$  는 PTU (110) 와 제 2 코일 (150) 사이의 상호 인덕턴스이며,  $L_{aux}$  는 제 2 코일 (150) 의 자기 인덕턴스이고,  $Z_{aux}$  는 제 2 코일 (150) 상의 탱크 임피던스이다.

[0055] 제어 회로 (200) 는 제어 신호 (202) 에 응답하여 반사된 임피던스를 제어하기 위해  $Z_{aux}$  를 동적으로 조정한다. 제어 회로 (200) 가 동적으로 제어하는 리액턴스 조정 회로 (152) 의 컴포넌트들은 이하에 더욱 기술되는 바와 같은, 스위칭가능한 커패시터들, 스위칭가능한 저항들, 가변 커패시터들 등을 포함한다.

[0056] 도 3 은 예를 들어 PRU (도 1 참조) 및 제 2 부분 (124a) (도 2 참조) 의 동작을 기술하기 위해, 무선 충전 시스템에서 리액턴스 조정을 수행하는 방법 (300) 의 플로우차트이다. 302 에서, 전자 디바이스는 송신기 디바이스에 의해 생성된 무선 전력장을 통해 송신기 디바이스로부터 무선으로 전력을 수신한다. 전자 디바이스는 디바이스 일렉트로닉스, 디바이스 일렉트로닉스에 커플링된 제 1 코일, 리액턴스 조정 회로, 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제 2 코일, 및 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제어 회로를 포함한다. 예를 들어, 전자 디바이스는 (저항 (142) 등에 의해 표현되는) 디바이스 일렉트로닉스, 제 1 코일 (132), 리액턴스 조정 회로 (152), 제 2 코일 (150), 및 제어 회로 (200) (도 2 참조) 를 갖는 PRU (120) (도 1 참조) 일 수도 있다. PTU (110) (도 1 참조) 는 무선 전력장을 생성할 수도 있고, PRU (120) 는 무선 전력장을 통해 무선으로 전력을 수신할 수도 있다.

[0057] 304 에서, 제 1 코일은 무선으로 전력을 커플링하고 디바이스 일렉트로닉스로 그 전력에 기초한 전류를 제공한다. 디바이스 일렉트로닉스 및 제 1 코일은 부하 임피던스를 갖는다. 부하 임피던스는 부하 리액턴스를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 제 1 코일 (132) (도 1 참조) 은 (무선 전력장을 통해) 전력을 무선으로 커플링하고 디바이스 일렉트로닉스 (부하를 표현하는 저항 (142) 은 등) 로 그 전력에 기초한 전류를 제공한다.

[0058] 306 에서, 제 2 코일은 전력을 무선으로 커플링하고 리액턴스 조정 회로에 그 전력에 기초한 전류를 제공한다. 리액턴스 조정 회로 및 제 2 코일은 탱크 임피던스를 갖는다. 탱크 임피던스는 탱크 리액턴스를 포함할 수도 있다. 탱크 리액턴스는 조정가능하다. 디바이스 임피던스는 부하 임피던스 및 탱크 임피던스를 포함하고, 디바이스 리액턴스는 부하 리액턴스 및 탱크 리액턴스를 포함한다. 예를 들어, 제 2 코일 (150) (도 1 참조) 은 (무선 전력장을 통해) 전력을 무선으로 커플링하고 리액턴스 조정 회로 (152) 로 그 전력에 기초한 전류를 제공한다. 제 2 코일 (150) 및 리액턴스 조정 회로 (152) 는 제어 신호 (204) (도 2 참조) 에 따라 조정가능한, 탱크 리액턴스로서 지칭되는 조정가능한 리액턴스를 갖는다.

[0059] 308 에서, 제어 회로는 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하고, 그것에 따라 디바이스 리액턴스를 동적으로 조정한다. 예를 들어, 제어 회로 (200) (도 2 참조) 는 제어 신호 (204) 를 사용하여 리액턴스 조정 회로 (152) 의 리액턴스를 조정한다. 리액턴스 조정 회로 (152) 의 리액턴스를 조정하는 것은 제 2 부분 (124a) 의 리액턴스를 조정하고, 이것은 PRU (120) (도 1 참조) 의 리액턴스를 조정한다.

[0060] 제어 회로는 송신기 디바이스의 송신기 리액턴스에 대한 리액턴스 범위로 디바이스 리액턴스를 일치시키기 위해

탱크 리액턴스를 동적으로 조정한다. 제어 회로는 제어 신호를 수신하고, 그 제어 신호에 응답하여 탱크 리액턴스를 동적으로 조정한다. 예를 들어, 제어 회로 (200) (도 2 참조) 는 PTU (110) (도 1 참조) 로부터 제어 신호 (202) 를 수신하고, 원하는 리액턴스 범위 (예를 들어,  $j0$  내지  $j150$  오옴) 로 디바이스 리액턴스를 일치시키기 위해 리액턴스 조정 회로 (152) 의 리액턴스를 조정한다. 상술된 바와 같이, 소정의 시나리오들에서, 탱크 리액턴스의 그러한 조정 (예를 들어, 원하는 리액턴스 범위에 일치시키는 것) 은 무선 전력장의 전력 전송 효율을 감소시킬 수도 있다.

[0061] 방법 (300) 은 송신기 디바이스의 공진 주파수와 매칭시키기 위해 전자 디바이스의 공진 주파수를 조정하기 위해 탱크 리액턴스를, 공진 매칭 회로에 의해, 조정하는 것을 더 포함할 수도 있다. 방법 (300) 은 공진 매칭 회로가 정의된 범위 밖으로 디바이스 리액턴스를 조정하는 경우 공진 매칭 회로를, 제어 회로에 의해, 활성화 해제하는 것을 더 포함할 수도 있다. 이들 특징들은 도 12 를 참조하여 더 상세히 논의된다.

[0062] 도 4 는 제어 신호 (202) (도 2 참조) 를 생성하는, PTU (110a) 로써 여기서 도시된 PTU (110) (도 1 참조) 의 개략도이다. PTU (110a) 는 PTU (110) (도 1 참조) 와 유사하고, 리액턴스 검출기 회로 (400) 을 추가한다. 리액턴스 검출기 (400) 는 용량성 리액턴스를 결정하기 위해 송신기 코일 (114) 에 걸친 전압에서의 변화에 대한 방해를 측정하는 전압 검출기를 포함할 수도 있고, 유도성 리액턴스를 결정하기 위해 송신기 코일 (114) 을 통한 전류의 변화에 대한 방해를 측정하는 전류 검출기를 포함할 수도 있다. 리액턴스 검출기 (400) 에 의해 검출된 PTU (110a) 의 네트 리액턴스는 위의 식 1 에 따라 PRU (120) 에 의존하여 변한다. 리액턴스 검출기 (400) 는 그 후, 검출된 리액턴스에 기초하여, 제어 회로 (200) (도 2 참조) 가 리액턴스 조정 회로 (152) 를 적절하게 조정하기 위해 적절한 제어 신호를 결정하고, 제어 회로 (200) 로 제어 신호 (202) 로써 송신하기 위해 송신기 (도시하지 않음; 예를 들어, 블루투스™ 저에너지 송신기) 로 그 제어 신호를 제공한다.

[0063] 도 5 는 PRU (120) 의 수신 전압을 제어하는, 제 2 부분 (124b) 으로서 여기서 도시된 제 2 부분 (124) (도 1 참조) 의 추가적인 상세들을 도시하는 개략도이다. 도 5 는 또한 제 1 부분 (122) (도 1 참조) 의 일부, 구체적으로는 PRU (120) 의 부하를 나타내는 저항 (142) 을 도시한다. 제 2 부분 (124b) 은 제 2 부분 (124) (도 1 참조) 과 유사하고, 제어 회로 (500) 를 추가한다. 제어 회로 (500) 는 저항 (142) 에 의해 표현되는 바와 같은 PRU (120) 의 부하로 제공된 전압으로서, 무선으로 수신된 전력의 정류된 전압을 검출하는 전압 센서 (502) 를 포함한다. 검출된 전압에 기초하여, 제어 회로 (500) 는 리액턴스 조정 회로 (152) 의 리액턴스를 동적으로 조정하고, 이것은 차례로 무선으로 수신되고 디바이스 일렉트로닉스로 제공되는 전력의 정류된 전압을 동적으로 조정한다. 제 2 코일 (150) 은 또한 제 1 코일 (132) (도 1 참조) 에 커플링되기 쉬운 것이므로, 제 2 코일 (150) 의 부하 저항은 송신기 코일 (114) 을 통한 전류와 독립적으로 PRU (120) 의 정류된 전압을 제어하도록 조정될 수 있다.

[0064] 도 6 은 제 2 부분 (124b) (도 5 참조) 에 대한 정류된 전압 대 제 2 코일 임피던스의 예를 도시하는 그래프 (600) 이다 (도 5 참조). 그래프 (600) 에서, x-축은 제 2 권선 종단 리액턴스로서도 지칭되는 제 2 코일 (150) (도 5 참조) 의 임피던스이고; y-축은 예를 들어 (예를 들어, 도 5 의 저항 (142) 에 의해 표현되는 바와 같은) PRU (120) 의 부하에 제공되는 바와 같은 정류된 전압이다. 이러한 예에서, 제 2 코일 (150) 의 임피던스는 순수하게 리액티브적이라고 가정된다. 그래프 (600) 에서 알 수 있는 바와 같이, 약  $-j40$  오옴과  $-j80$  오옴 사이의 제 2 코일 (150) 의 리액턴스 (x-축) 를 조정하는 것은 약 4 볼트와 14 볼트 사이의 정류된 전압을 제어하는 것을 허용한다.

[0065] 도 7 은 예를 들어 PRU (120) (도 1 참조) 및 제 2 부분 (124b) (도 5 참조) 의 동작을 기술하기 위해, 무선 충전 시스템에서 리액턴스 조정을 수행하는 방법 (300) 의 플로우차트이다. 702 에서, 전자 디바이스가 송신기 디바이스에 의해 생성된 무선 전력장을 통해 송신기 디바이스로부터 무선으로 전력을 수신한다. 전자 디바이스는 디바이스 일렉트로닉스, 디바이스 일렉트로닉스에 커플링된 제 1 코일, 리액턴스 조정 회로, 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제 2 코일, 및 리액턴스 조정 회로에 커플링된 제어 회로를 갖는다. 예를 들어, 전자 디바이스는 (저항 (142) 등에 의해 표현된) 디바이스 일렉트로닉스, 제 1 코일 (132), 리액턴스 조정 회로 (152), 제 2 코일 (150), 및 제어 회로 (500) (도 5 참조) 를 갖는 PRU (120) (도 1 참조) 일 수도 있다. PTU (110) (도 1 참조) 는 무선 전력장을 생성할 수도 있고, PRU (120) 는 무선 전력장을 통해 무선으로 전력을 수신할 수도 있다.

[0066] 704 에서, 제 1 코일이 무선으로 전력을 커플링하고 디바이스 일렉트로닉스에 그 전력에 기초한 전류를 제공한다. 디바이스 일렉트로닉스 및 제 1 코일은 부하 임피던스를 갖는다. 부하 임피던스는 부하 리액턴스를

포함할 수도 있다. 예를 들어, 제 1 코일 (132) (도 1 참조) 은 (무선 전력장을 통해) 전력을 무선으로 커플링하고 디바이스 일렉트로닉스 (부하를 표현하는 저항 (142) 등) 로 그 전력에 기초한 전류를 제공한다.

[0067] 706 에서, 제 2 코일이 무선으로 전력을 커플링하고 리액턴스 조정 회로에 그 전력에 기초한 전류를 제공한다. 리액턴스 조정 회로 및 제 2 코일은 탱크 임피던스를 갖는다. 탱크 임피던스는 탱크 리액턴스를 포함할 수도 있다. 탱크 리액턴스는 조정가능하다. 디바이스 임피던스는 부하 임피던스 및 탱크 임피던스를 포함하고, 디바이스 리액턴스는 부하 리액턴스 및 탱크 리액턴스를 포함한다. 예를 들어, 제 2 코일 (150) (도 1 참조) 은 (무선 전력장을 통해) 전력을 무선으로 커플링하고 리액턴스 조정 회로 (152) 로 그 전력에 기초한 전류를 제공한다. 제 2 코일 (150) 및 리액턴스 조정 회로 (152) 는 제어 신호 (204) (도 5 참조) 에 따라 조정가능한, 탱크 리액턴스로서 지칭되는 조정가능한 리액턴스를 갖는다.

[0068] 708 에서, 제어 회로가 탱크 리액턴스를 동적으로 조정하고 이에 따라 디바이스 리액턴스를 동적으로 조정한다. 예를 들어, 제어 회로 (500) (도 5 참조) 는 제어 신호 (204) 를 사용하여 리액턴스 조정 회로 (152) 의 리액턴스를 조정한다. 리액턴스 조정 회로 (152) 의 리액턴스를 조정하는 것은 제 2 부분 (124b) 의 리액턴스를 조정하고, 이것은 PRU (120) (도 1 참조) 의 리액턴스를 조정한다.

[0069] 제어 회로는 디바이스 일렉트로닉스에 제공된 무선 전력 신호의 정류된 전압을 동적으로 조정하기 위해 탱크 리액턴스를 동적으로 조정한다. 제어 회로는 정류된 전압을 감지하고 제어 회로에 전압 측정을 제공하는 전압 센서를 포함한다. 제어 회로는 전압 측정 신호를 수신하고, 전압 측정 신호에 응답하여 탱크 리액턴스를 동적으로 조정한다. 예를 들어, (전압 센서 (502) 를 포함하는) 제어 회로 (500) (도 5 참조) 는 디바이스 일렉트로닉스 (저항 (142) 에 의해 표현된 PRU (120) 의 부하) 에 제공되는 정류된 전압을 측정하고, (예를 들어, 4 와 14 볼트 사이에서) 정류된 전압을 동적으로 조정하기 위해 리액턴스 조정 회로 (152) 의 리액턴스를 조정한다.

[0070] 방법 (700) 은 송신기 디바이스의 공진 주파수와 매칭하도록 전자 디바이스의 공진 주파수를 조정하기 위해 탱크 리액턴스를, 공진 매칭 회로에 의해 조정하는 것을 더 포함할 수도 있다. 방법 (700) 은 공진 매칭 회로가 디바이스 리액턴스를 정의된 범위 밖으로 조정하는 경우 공진 매칭 회로를, 제어 회로에 의해, 활성화 해제하는 것을 더 포함할 수도 있다. 이들 특징들은 도 12 를 참조하여 더욱 상세히 논의된다.

[0071] 도 8 은 리액턴스 시프트 및 수신된 전압 양자 모두를 제어하는 제어 회로 (800) 의 블록도이다. 제어 회로 (800) 는 여기서 제 2 부분 (124c) (도 8 에서 부분적으로 도시됨) 으로서 지칭된, 제 2 부분 (124) (도 1 참조) 에서 구현된다. 제어 회로 (800) 는 제어 회로 (200) (도 2 참조) 및 제어 회로 (500) (도 5 참조) 의 기능성을 포함한다. 도 2 및 도 5 의 컴포넌트들과 유사한 컴포넌트들은 도시되지 않는다. 제어 회로 (800) 는 무선 제어 신호 (202) 를 수신하고, 제어 회로 (200) 에 관하여 상술된 바와 같이 동작한다. 제어 회로 (800) 는 제 1 부분 (122) 으로부터 정류된 전압을 측정하고, 제어 회로 (500) 에 관하여 상술된 바와 같이 동작한다. 제어 신호 (202) 는, 도 2 에 관하여 상술된 기능성에 더하여, 또한 제어 회로 (800) 의 동작 모드를 선택적으로 제어한다. 하나의 동작 모드에서, 제어 회로 (800) 는 제어 회로 (200) 에 따라 리액턴스 시프트를 수행하도록 동작하고, 제어 회로 (500) 의 기능성은 사용되지 않는다. 다른 동작 모드에서, 제어 회로 (800) 는 제어 회로 (500) 에 따라 수신된 전압을 제어하도록 동작하고, 제어 회로 (200) 의 기능성은 사용되지 않는다.

[0072] 대안적으로 제어 회로 (800) (또는 도 2 의 200 또는 도 5 의 500) 는 일반적으로 PRU (120) (도 1 참조) 에 대한 제어 회로로서 동작하는 것과 같은 다른 기능성을 포함할 수도 있고, 이 경우에 제어 회로 (800) 의 배치는 제 2 부분 (도 2 의 제 2 부분 (124a) 또는 도 5 의 제 2 부분 (124b) 또는 도 8 의 제 2 부분 (124c)) 에 제한되지 않는다. 제어 회로 (800) (또는 도 2 의 200 또는 도 5 의 500) 는 마이크로프로세서, 마이크로제어기 등일 수도 있다.

[0073] 도 9 내지 도 11 은 리액턴스 조정 회로 (152) (도 1 참조) 에 대한 구현 선택들을 도시하는 블록도들이다. 도 9 는 스위칭가능 커패시터들을 갖는 리액턴스 조정 회로 (152a) 를 도시하는 블록도이다. 스위칭가능 커패시터들은 다수의 스위치들 (900) 및 커패시터들 (C1, C2, C4, C8, C16, C32 및 C64) 을 포함한다. 스위치들 (900) 은 (예를 들어, 도 2 의 제어 회로 (200), 도 5 의 500, 또는 도 8 의 800 으로부터의) 제어 신호 (204) 에 의해 제어된다. 스위치들 (900) 은 회로로부터 커패시터들을 선택적으로 연결하거나 연결 해제한다. 스위치들 (900) 은 트랜지스터들로 구현될 수 있다. 커패시터들은 이진 범위에서 구성된다. 예를 들어, C1 은 1 피코패럿, C2 는 2 피코패럿 등이다; 따라서 선택가능한 범위는 0 부터 127 피코패럿까지의 128 개의 값들이다. 커패시터들을 스위칭하는 것은 커패시턴스를 조정하고, 이것은 리액턴스 조정 회로

(152)에 관해 상술된 바와 같이 리액턴스 조정 회로 (152a)의 리액턴스를 조정한다.

[0074] 도 10은 스위칭가능 저항들을 갖는 리액턴스 조정 회로 (152b)를 도시하는 블록도이다. 스위칭가능 저항들은 다수의 스위치들 (1000) 및 저항들 (R1, R2, R4, R8, R16, R32 및 R64)을 포함한다. 스위치들 (1000)은 (예를 들어, 도 2의 제어 회로 (200), 도 5의 500, 또는 도 8의 800으로부터의) 제어 신호 (204)에 의해 제어된다. 스위치들 (900)은 회로로부터 저항들을 선택적으로 연결하거나 연결 해제한다. 스위치들 (1000)은 트랜지스터들로 구현될 수 있다. 저항들은 이진 범위에서 구성된다. 예를 들어, R1은 1킬로옴, R2는 2킬로옴 등이다; 따라서 선택가능한 범위는 0부터 127킬로옴까지의 128개의 값들이다. 저항들을 스위칭하는 것은 임피던스를 조정하고, 이것은 리액턴스 조정 회로 (152)에 관해 상술된 바와 같이 리액턴스 조정 회로 (152b)의 리액턴스를 조정한다.

[0075] 도 11은 가변 커패시터 (1100)를 갖는 리액턴스 조정 회로 (152c)를 도시하는 블록도이다. 가변 커패시터 (1100)는 (예를 들어, 도 2의 제어 회로 (200), 도 5의 500, 또는 도 8의 800으로부터의) 제어 신호 (204)에 의해 제어된다. 제어 신호 (204)는 가변 커패시터 (1100)의 선택가능한 커패시턴스들 중 하나를 선택하며, 이것은 리액턴스 조정 회로 (152)에 관해 상술된 바와 같이 리액턴스 조정 회로 (152c)의 리액턴스를 조정한다. 추가의 선택으로서, 2이상의 가변 커패시터가 (도 9 또는 도 10에서의 배열과 유사하게) 병렬로 구현될 수도 있으며, 제어 신호 (204)는 리액턴스를 조정하기 위해 가변 커패시터들 중 하나 이상을 조정한다.

[0076] 도 12 내지 도 13은 상술된 리액턴스 조정 시스템들이 공진 매칭과 함께 사용될 수도 있는 방법을 도시한다. 상술된 바와 같이, 일부 무선 충전 시스템들은 무선 전력장의 전력 전송 효율을 증가시키기 위해 공진 매칭을 사용한다. 따라서, 예를 들어 공진 매칭이 정의된 범위 밖으로 리액턴스를 증가시킬 경우, 리액턴스 조정을 수행하는 것은 전력 전송 효율을 감소시킨다. (그러나, 상술된 바와 같이, 이것은 PTU의 설계 또는 코스트를 단순화하는 것을 도울 수 있으며, 이는 넓은 리액턴스 범위를 통해 동작하는 것이 요구되지 않기 때문이다.)

[0077] 도 12는 공진 매칭 회로 (1202)를 포함하는 제어 회로 (1200)의 블록도이다. 제어 회로 (1200)는 여기서 제 2부분 (124d) (도 12에 부분적으로 도시됨)으로서 지칭되는, 제 2부분 (124) (도 1참조)에서 구현된다. 제어 회로 (1200)는 도 2의 제어 회로 (200) (또는 도 5의 500 또는 도 8의 800)와 유사하고, PRU (120) (도 1참조)의 컴포넌트이다. 간략성을 위해, 제어 회로 (1200)는, 제어 회로 (200 또는 500)가 구현되는 경우 관련되지 않는 컴포넌트들은 생략될 수도 있다는 이해와 함께, 제어 회로 (800)과 유사한 것으로서 도시된다.

[0078] 제 1 동작 모드에서, 제어 회로 (1200)는 PRU (120) (도 1참조)의 공진 주파수가 PTU (110)의 공진 주파수와 매칭하기 위해 (또는 더 구체적으로는, PTU 코일 (114)과 PRU 코일들 (132 및 150)사이의 공진을 매칭하기 위해), 공진 매칭 회로 (1202)가 공진 매칭을 수행하는 것을 허용한다. 예를 들어, 공진 매칭 회로 (1202)는 제어 회로 (1200)를 통해 리액턴스 조정 회로 (152)에 커플링될 수도 있다. 공진 매칭 회로 (1202)는 공진 주파수들을 통해 스위칭하기 위해 리액턴스 조정 회로 (152)의 리액턴스를 조정할 수도 있고, 증가된 전력 전송 효율이 도달되면 조정하기를 중단할 수도 있다. 그러나, 공진 매칭 회로 (1202)가 PRU (120)의 리액턴스가 정의된 범위 밖으로 (예를 들어, j0 내지 j150 옴 밖으로) 조정되도록 리액턴스 조정 회로 (152)의 리액턴스를 조정하는 경우, 제어 회로 (1200)는 제 2 동작 모드로 진입한다.

[0079] 제 2 동작 모드에서, 제어 회로 (1200)는 공진 매칭 회로 (1202)를 활성화 해제한다. 제어 회로 (1200)는 그 후 (예를 들어, 도 2의 제어 회로 (200), 도 5의 500, 또는 도 8의 800에 따라) 상술된 바와 같이 리액턴스 조정을 수행하도록 동작한다.

[0080] 도 13은 공진 매칭 회로 (1300)를 포함하는 PTU (110b)의 블록도이다. PTU (110b)는 PTU (110) (도 1참조) 또는 PTU (110a) (도 4참조)와 유사하다. 공진 매칭 회로 (1300)는 리액턴스 검출기 (400) (도 4참조) 및 송신기 리액턴스 조정 회로 (1302)에 커플링된다. 송신기 리액턴스 조정 회로 (1302)는 리액턴스 조정 회로 (152) (도 1참조)와 유사할 수도 있고, 스위칭가능 커패시터들 (도 9참조), 스위칭가능 저항들 (도 10참조), 또는 가변 커패시터 (도 11참조)를 포함할 수도 있다. 공진 매칭 회로 (1300)는 송신기 리액턴스 조정 회로 (1302)의 리액턴스를 조정하기 위해 리액턴스 검출기 (400)에 의해 결정된 용량성 리액턴스 및 유도성 리액턴스를 사용한다.

[0081] 제 1 동작 모드에서, 리액턴스 검출기 (400)는 무선 제어 신호 (202)를 생성하지 않고; 대신에 리액턴스 검출



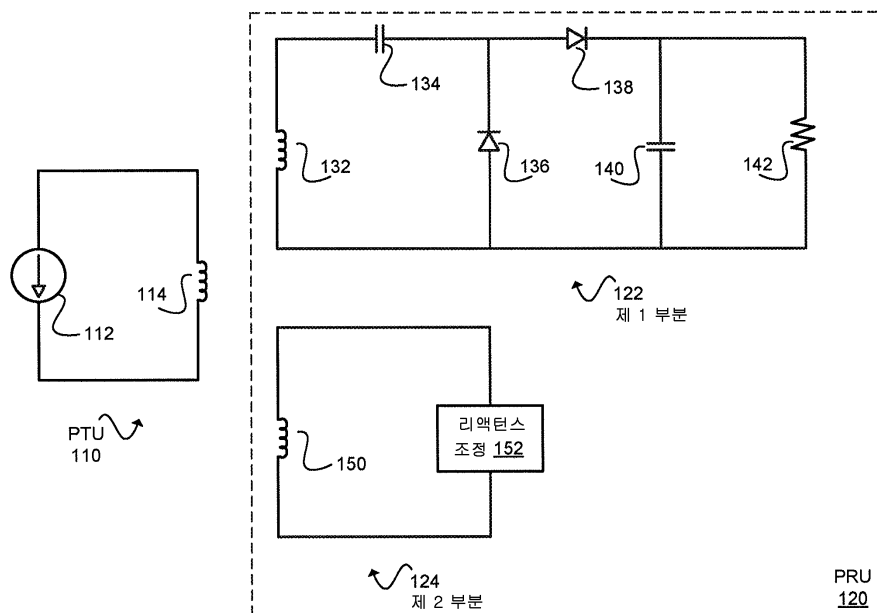
기 (400) 는 PTU (110b) 의 공진 주파수가 PRU (120) (도 1 참조) 의 공진 주파수와 매칭하기 위해, 공진 매칭 회로 (1300) 가 공진 매칭을 수행하는 것을 허용한다. 리액턴스 검출기 (400) 는 공진 매칭 회로 (1300) 로 (도 4 에 관해 상술된 바와 같은) 측정된 송신기 리액턴스를 전송한다. 공진 매칭 회로 (1300) 는 공진 주파수들을 통해 스위칭하기 위해 송신기 리액턴스 조정 회로 (1302) 의 리액턴스를 조정할 수도 있고, 증가된 전력 전송 효율이 도달되면 조정하기를 중단할 수도 있다. 그러나, 공진 매칭 회로 (1300) 가 PTU (110) 의 리액턴스가 정의된 범위 밖으로 (예를 들어,  $j0$  내지  $j150$  옴 밖으로) 조정되도록 송신기 리액턴스 조정 회로 (1302) 의 리액턴스를 조정하는 경우, PTU (110b) 는 제 2 동작 모드로 진입한다.

[0082] 제 2 동작 모드에서, 리액턴스 검출기 (400) 는 공진 매칭 회로 (1300) 를 활성화 해제하고, 도 4 에 관해 상술된 바와 같이 리액턴스 조정을 수행하도록 동작한다.

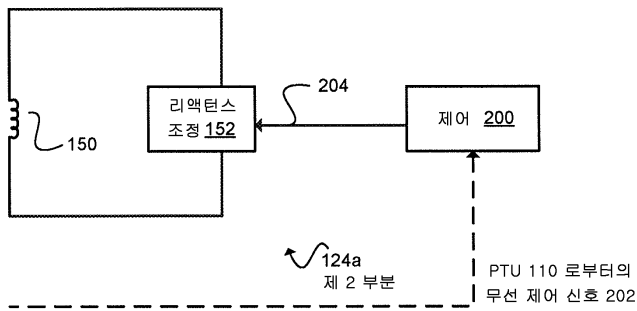
[0083] 상기 설명은 특정의 실시형태들의 양태들이 구현될 수도 있는 방법의 예들에 따라 본 개시의 여러 실시형태들을 예시한다. 상기 예들은 단지 실시형태들로서 간주되지 않아야 하고, 다음의 청구범위에 의해 정의된 바와 같은 특정의 실시형태들의 유연성 및 이점을 설명하기 위해 제시된다. 상기 개시 및 다음의 청구범위에 기초하여, 다른 배열들, 실시형태들, 구현들 및 등가물들이 청구범위에 의해 정의된 바와 같은 본 개시의 범위로 부터 이탈하지 않고 채용될 수도 있다.

## 도면

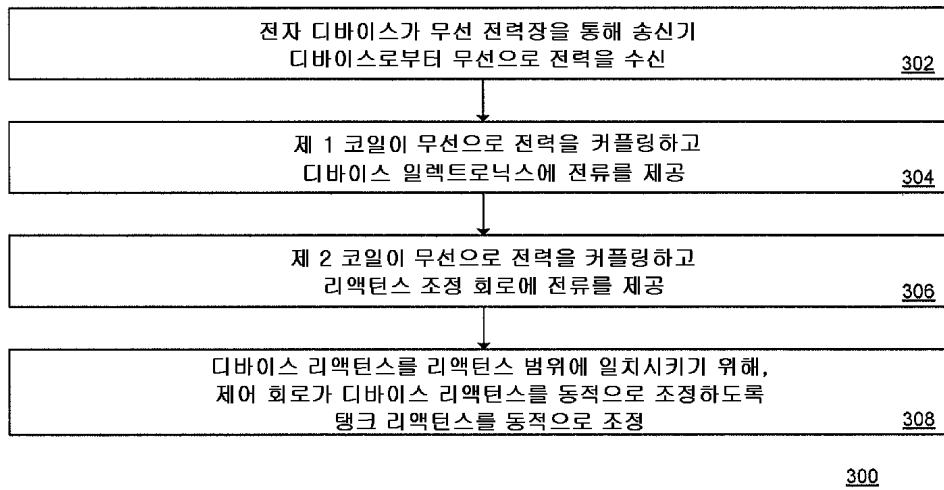
### 도면1



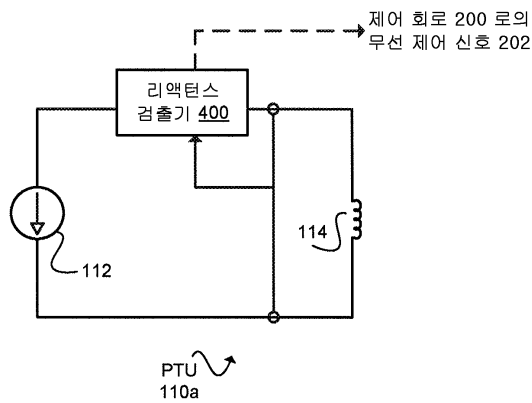
도면2



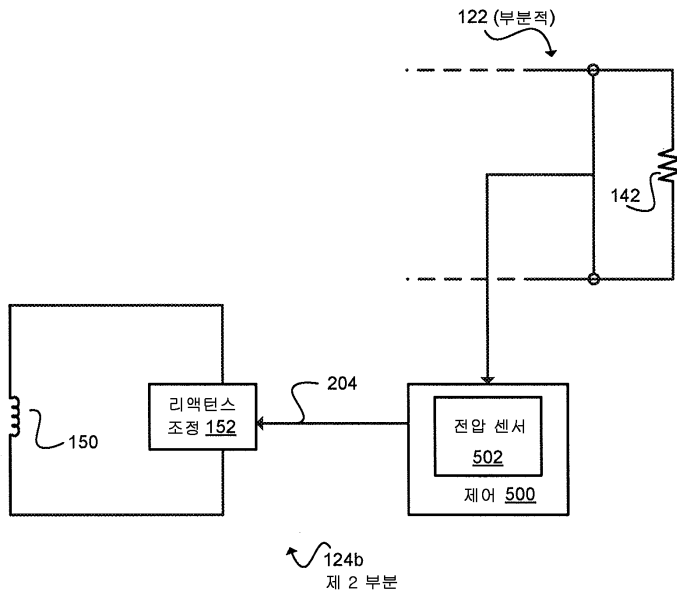
도면3



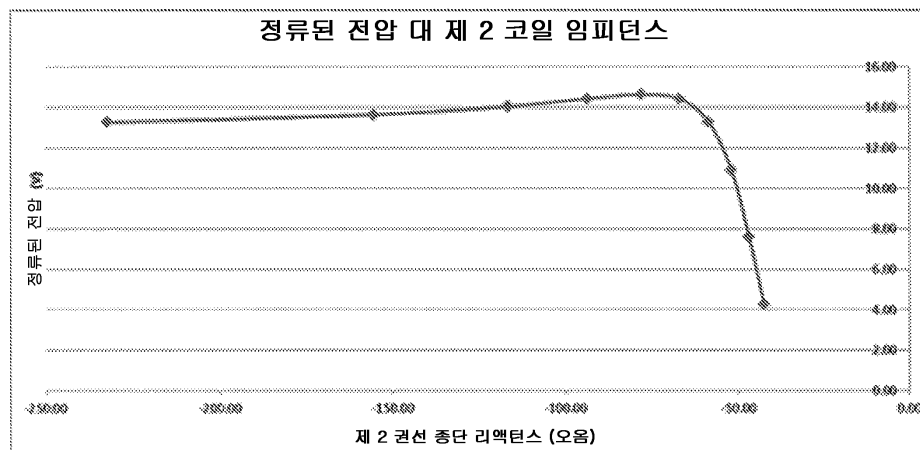
도면4



도면5

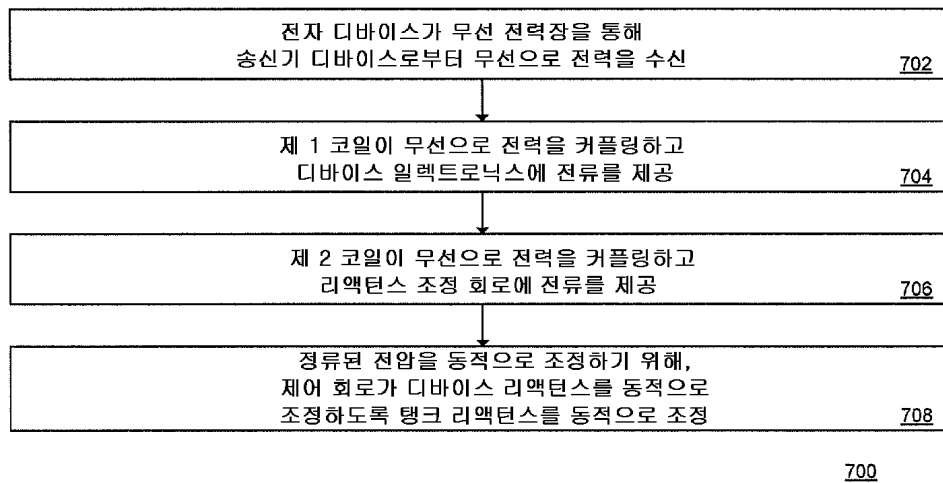


도면6

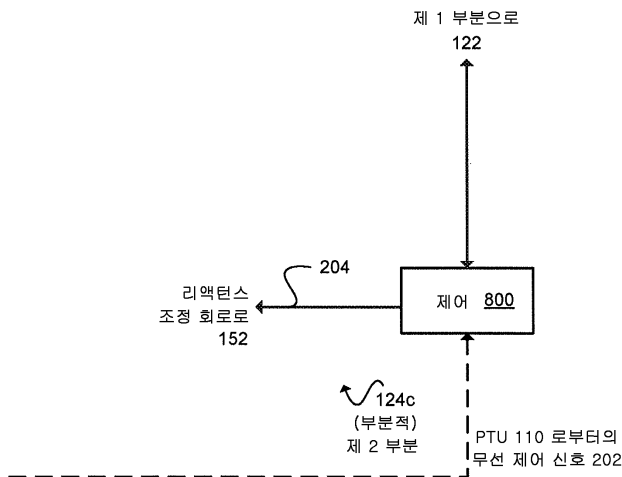


600

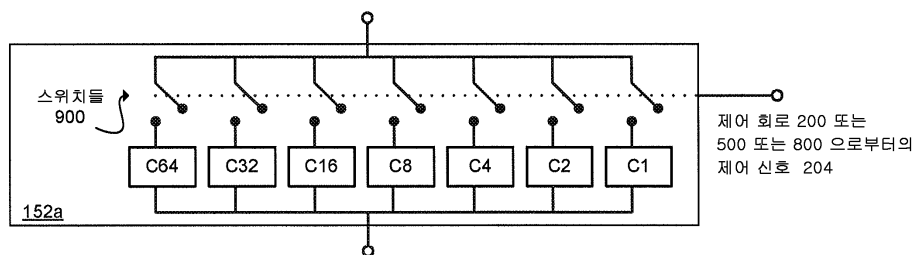
도면7



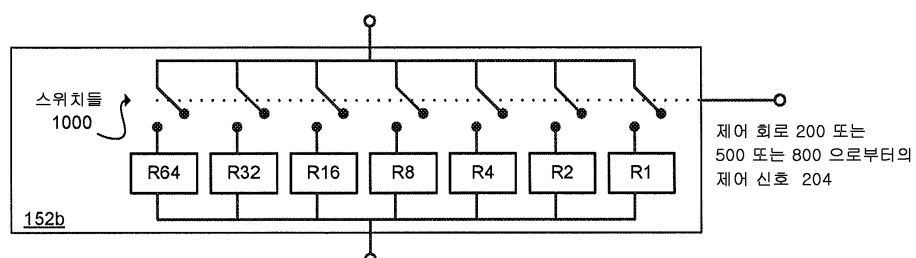
도면8



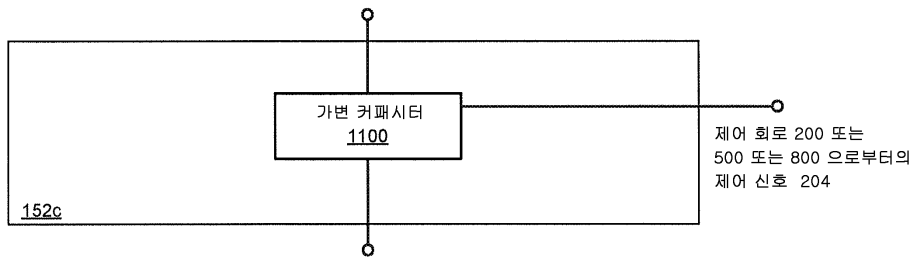
도면9



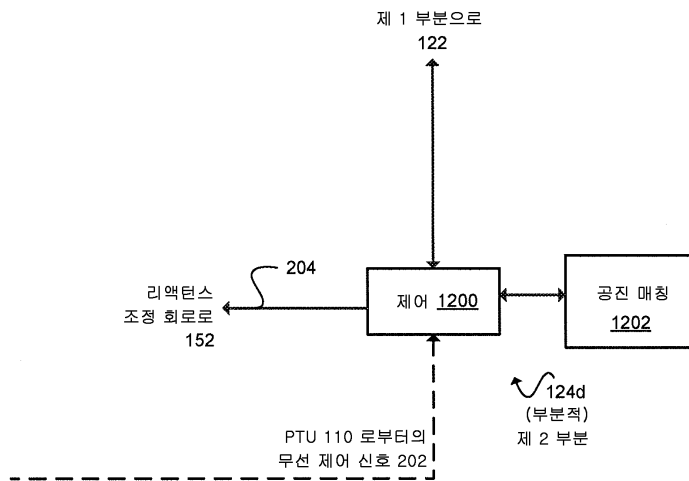
도면10



도면11



도면12



도면13

