



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2019년04월24일  
 (11) 등록번호 10-1971998  
 (24) 등록일자 2019년04월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H02J 17/00 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0055764  
 (22) 출원일자 2012년05월25일  
 심사청구일자 2017년05월25일  
 (65) 공개번호 10-2012-0135050  
 (43) 공개일자 2012년12월12일  
 (30) 우선권주장  
 1020110053190 2011년06월02일 대한민국(KR)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US20090284082 A1\*  
 US20100072825 A1\*  
 US20070024238 A1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 삼성전자주식회사  
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
 (72) 발명자  
 김남윤  
 서울 용산구 이촌로 181, 102동 2102호 (이촌동, 한강대우아파트)  
 권상욱  
 경기 성남시 분당구 장안로25번길 28, 113동 901호 (분당동, 건영아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 17 항

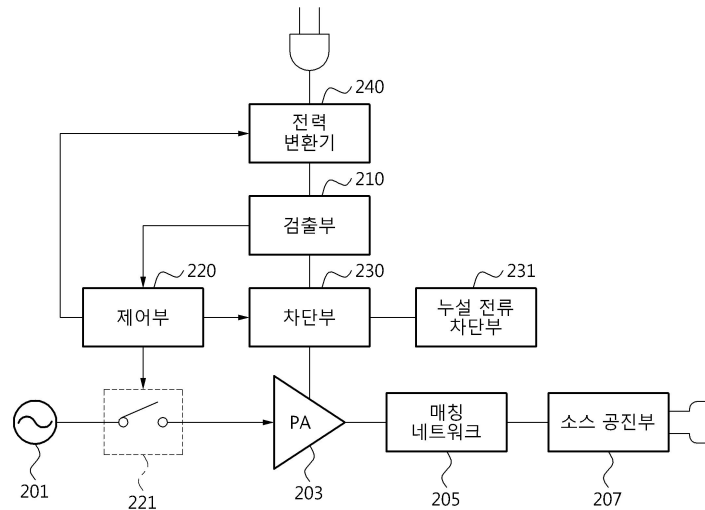
심사관 : 박형준

(54) 발명의 명칭 무선 전력 전송 장치 및 방법

(57) 요약

소스 디바이스가 무선 전력을 안정적으로 전송하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 무선 전력 전송 장치는 전력 증폭기의 공급 전압 및 공급 전류를 검출하고, 상기 검출된 공급 전압 및 상기 공급 전류에 기초하여 공급 전력을 계산하며, 상기 검출된 공급 전압 및 상기 공급 전력이 기초하여 레퍼런스 전류를 결정하고, 상기 검출된 공급 전류와 상기 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여 상기 전력 증폭기로 상기 공급 전력의 공급을 차단한다.

대표도



(72) 발명자

**박윤권**

경기 동두천시 생연로 10, 105동 1105호 (지행동,  
현진에버빌)

**최진성**

서울 동대문구 사가정로 148, 108동 703호 (전농동, SK아파트)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선 전력 수신 장치로부터 요구 전력을 포함하는 정보를 수신하는 통신부;  
상기 정보에 기초하여 전력 증폭기에 공급되는 공급 전력을 출력하는 전력 변환기;  
상기 정보에 기초하여 상기 전력 증폭기에 공급되는 상기 공급 전력에 관한 레퍼런스 값을 결정하는 제어부;  
상기 전력 증폭기에 공급되는 상기 공급 전력의 전류 및 전압 중 적어도 하나를 포함하는 전기적인 값을 검출하는 검출부; 및  
상기 검출된 전기적인 값 및 상기 레퍼런스 값의 비교에 기초하여 상기 전력 증폭기 및 상기 전력 변환기 사이의 전기적 연결을 차단하는 전력 스위치  
를 포함하는 무선 전력 전송 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 검출부는  
상기 전력 증폭기와 연결된 트랜지스터의 온 저항의 양단에 걸리는 전압을 검출하고, 상기 온 저항 및 상기 온 저항의 양단에 걸리는 전압에 기초하여 상기 공급 전력의 전류를 검출하는  
무선 전력 전송 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,  
상기 검출부는  
상기 전력 증폭기와 연결된 소정의 저항의 양단에 걸리는 전압을 검출하고, 상기 저항 및 상기 저항의 양단에 걸리는 전압에 기초하여 상기 공급 전력의 전류를 검출하는  
무선 전력 전송 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,  
상기 제어부는  
소정의 공급 전력 및 공급 전압에 매칭되는 레퍼런스 값들이 설정된 테이블에 기초하여 상기 레퍼런스 값을 결정하는  
무선 전력 전송 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,  
상기 제어부는  
상기 검출된 전기적인 값 및 상기 레퍼런스 값의 비교에 기초하여, 상기 전력 증폭기의 입력 신호를 제어하는  
무선 전력 전송 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제어부는

상기 검출된 전기적인 값 및 상기 레퍼런스 값의 비교에 기초하여, 상기 전력 변환기의 출력 전력을 제어하는 무선 전력 전송 장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 검출된 전기적인 값 및 상기 레퍼런스 값을 비교하여, 논리적 하이 또는 논리적 로우 값을 출력하는 비교부

를 더 포함하는 무선 전력 전송 장치.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 전력 스위치는

상기 검출된 전기적인 값 및 상기 레퍼런스 값의 비교에 기초하여 상기 전력 증폭기 및 상기 전력 변환기를 연결하는 스위치의 온/오프를 제어하는

무선 전력 전송 장치.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 전력 스위치는

상기 검출된 전기적인 값 및 상기 레퍼런스 값의 비교에 기초하여 상기 전력 증폭기 및 상기 전력 변환기를 연결하는 트랜지스터의 동작을 제어하는

무선 전력 전송 장치.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 전력 증폭기의 공급 전력 입력 단에 누설 전류를 차단하는 누설 전류 차단부

를 더 포함하는 무선 전력 전송 장치.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 전력 증폭기의 출력 전력을 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 마그네틱 커플링을 통하여 전송하는 소스 공진부; 및

상기 전력 증폭기의 출력 임피던스와 상기 소스 공진기의 입력 임피던스를 매칭 시키는 매칭 네트워크

를 더 포함하는 무선 전력 전송 장치.

**청구항 12**

무선 전력 수신 장치로부터 요구 전력을 포함하는 정보를 수신하는 단계;

상기 정보에 기초하여 전력 증폭기에 공급되는 공급 전력을 출력하는 단계;

상기 정보에 기초하여 상기 전력 증폭기에 공급되는 상기 공급 전력에 관한 레퍼런스 값을 결정하는 단계;

상기 전력 증폭기에 공급되는 상기 공급 전력의 전류 및 전압 중 적어도 하나를 포함하는 전기적인 값을 검출하

는 단계; 및

상기 검출된 전기적인 값 및 상기 레퍼런스 값의 비교에 기초하여 상기 전력 증폭기 및 전력 변환기 사이의 전기적인 연결을 차단하는 단계

를 포함하는 무선 전력 전송 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 검출하는 단계는

상기 전력 증폭기와 연결된 트랜지스터의 온 저항의 양단에 걸리는 전압을 검출하는 단계; 및

상기 온 저항 및 상기 온 저항의 양단에 걸리는 전압에 기초하여 상기 공급 전력의 전류를 검출하는 단계

를 포함하는 무선 전력 전송 방법.

**청구항 14**

제12항에 있어서,

상기 검출하는 단계는

상기 전력 증폭기와 연결된 소정의 저항의 양단에 걸리는 전압을 검출하는 단계; 및

상기 저항 및 상기 저항의 양단에 걸리는 전압에 기초하여 상기 공급 전력의 전류를 검출하는 단계

를 포함하는 무선 전력 전송 방법.

**청구항 15**

제12항에 있어서,

상기 검출된 전기적인 값 및 상기 레퍼런스 값의 비교에 기초하여, 상기 전력 변환기의 출력 전력을 제어하는 단계

를 더 포함하는 무선 전력 전송 방법.

**청구항 16**

제12항에 있어서,

상기 검출된 전기적인 값 및 상기 레퍼런스 값을 비교하여, 논리적 하이 또는 논리적 로우 값을 출력하는 단계

를 더 포함하는 무선 전력 전송 방법.

**청구항 17**

제12항에 있어서,

상기 차단하는 단계는

상기 검출된 전기적인 값 및 상기 레퍼런스 값의 비교에 기초하여 상기 전력 증폭기 및 상기 전력 변환기를 연결하는 스위치의 온/오프를 제어하는 단계

를 포함하는 무선 전력 전송 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 기술분야는 소스 디바이스가 무선 전력을 안정적으로 전송하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 무선 전력전송에 대한 연구는 휴대기기 및 전기 자동차를 포함한 다양한 전기기기의 폭발적 증가로 인한 유선전력공급의 불편함 증가 및 기존 battery 용량의 한계 봉착 등을 극복하기 위해 시작되었다. 무선 전력 전송 기술들 중 하나는 RF 소자들의 공진(resonance) 특성을 이용한다. 공진 특성을 이용하는 무선 전력 전송 시스템은 전력을 공급하는 소스 디바이스와 전력을 공급받는 타겟 디바이스를 포함할 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

**과제의 해결 수단**

- [0003] 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 장치는 전력 증폭기의 공급 전압 및 공급 전류를 검출하는 검출부, 상기 검출된 공급 전압 및 상기 공급 전류에 기초하여 공급 전력을 계산하고, 상기 검출된 공급 전압 및 상기 공급 전력에 기초하여 레퍼런스 전류를 결정하는 제어부 및 상기 검출된 공급 전류와 상기 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여 상기 전력 증폭기로 상기 공급 전력의 공급을 차단하는 차단부를 포함한다.
- [0004] 상기 검출부는 상기 전력 증폭기와 연결된 트랜지스터의 온 저항의 양단에 걸리는 전압을 검출하고, 상기 온 저항 및 상기 온 저항의 양단에 걸리는 전압에 기초하여 상기 공급 전류를 검출할 수 있다.
- [0005] 상기 검출부는 상기 전력 증폭기와 연결된 소정의 저항의 양단에 걸리는 전압을 검출하고, 상기 저항 및 상기 저항의 양단에 걸리는 전압에 기초하여 상기 공급 전류를 검출할 수 있다.
- [0006] 상기 제어부는 소정의 공급 전력 및 공급 전압에 매칭되는 레퍼런스 전류가 설정된 테이블에 기초하여 상기 레퍼런스 전류를 결정할 수 있다.
- [0007] 상기 제어부는 상기 검출된 공급 전류와 상기 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여, 상기 전력 증폭기의 입력 신호의 입력을 제어할 수 있다.
- [0008] 상기 제어부는 상기 검출된 공급 전류와 상기 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여, 상기 전력 증폭기에 상기 공급 전력을 제공하는 전력 변환기의 출력 전력을 제어할 수 있다.
- [0009] 다른 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 장치는 상기 검출된 공급 전류와 상기 레퍼런스 전류를 비교하여, 하이 또는 로우 값을 출력하는 비교부를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 차단부는 상기 검출된 공급 전류와 상기 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여 상기 전력 증폭기와 전력 변환기를 연결하는 스위치의 온/오프를 결정할 수 있다.
- [0011] 상기 차단부는 상기 검출된 공급 전류와 상기 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여 상기 전력 증폭기와 전력 변환기를 연결하는 트랜지스터의 동작을 결정할 수 있다.
- [0012] 다른 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 장치는 상기 전력 증폭기의 공급 전력 입력 단에 누설 전류를 차단하는 누설 전류 차단부를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 다른 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 장치는 상기 전력 증폭기의 출력 전력을 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 마그네틱 커플링을 통하여 전송하는 소스 공진부 및 상기 전력 증폭기의 출력 임피던스와 상기 소스 공진기의 입력 임피던스를 매칭 시키는 매칭 네트워크를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 방법은 전력 증폭기의 공급 전압 및 공급 전류를 검출하는 단계, 상기 검출된 공급 전압 및 상기 공급 전류에 기초하여 공급 전력을 계산하는 단계, 상기 검출된 공급 전압 및 상기 공급 전력에 기초하여 레퍼런스 전류를 결정하는 단계 및 상기 검출된 공급 전류와 상기 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여 상기 전력 증폭기로 상기 공급 전력의 공급을 차단하는 단계를 포함한다.
- [0015] 상기 검출하는 단계는 상기 전력 증폭기와 연결된 트랜지스터의 온 저항의 양단에 걸리는 전압을 검출하는 단계 및 상기 온 저항 및 상기 온 저항의 양단에 걸리는 전압에 기초하여 상기 공급 전류를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 검출하는 단계는 상기 전력 증폭기와 연결된 소정의 저항의 양단에 걸리는 전압을 검출하는 단계 및 상기 저항 및 상기 저항의 양단에 걸리는 전압에 기초하여 상기 공급 전류를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0017] 다른 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 방법은 상기 검출된 공급 전류와 상기 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여, 상기 전력 증폭기에 상기 공급 전력을 제공하는 전력 변환기의 출력 전력을 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 다른 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 방법은 상기 검출된 공급 전류와 상기 레퍼런스 전류를 비교하여, 하이 또는 로우 값을 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 차단하는 단계는 상기 검출된 공급 전류와 상기 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여 상기 전력 증폭기와 전력 변환기의 전기적 연결을 차단할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0020] 전력 증폭기에 공급되는 전력을 검출하고, 상기 검출된 전력의 전류와 소정의 기준에 따른 레퍼런스 값을 비교함으로써, 상기 전력 증폭기의 출력 전력을 안정범위 내로 제한할 수 있다.
- [0021] 전력 증폭기의 출력 전력을 안정범위 내로 제한함으로써, 무선 전력 전송 시스템의 안정성 및 신뢰성을 보장할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0022] 도 1은 예시적인 실시 예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 나타낸다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 블록도이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 구체적 일 예이다.
- 도 4는 다른 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 구체적 일 예이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 전력 증폭기에 공급되는 전류의 안정범위를 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 레퍼런스 테이블의 일 예이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 공진기 및 피더에서 자기장의 분포를 나타낸다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 공진기 및 피더의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 피딩부의 피딩에 따른 공진기의 내부에서 자기장의 분포를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 일 실시예에 따른 전기 자동차(electric vehicle) 충전 시스템을 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0023] 이하, 일측에 따른 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0024] 도 1은 예시적인 실시 예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 나타낸다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 일 실시 예에 따른 무선 전력 전송 시스템은 소스 디바이스(110) 및 타겟 디바이스(120)를 포함할 수 있다. 소스 디바이스(110)는 무선 전력을 공급하는 디바이스를 의미하며, 디바이스에는 패드, 단말, TV, 의료기기, 전기 자동차(electric vehicle) 등 전력을 공급할 수 있는 모든 전자기기가 포함될 수 있다. 타겟 디바이스(120)는 무선 전력을 공급받는 디바이스를 의미하며, 전력을 필요로 하는 모든 전자기기가 포함될 수 있다. 이때, 전자기기에는 패드, 단말, 태블릿, 의료기기, 전기 자동차(electric vehicle) 등이 포함될 수 있다.
- [0026] 소스 디바이스(110)는 AC/DC 컨버터(111), Power Detector(113), 전력 변환부(114), 제어 및 통신부(115) 및 소스 공진기(116)를 포함할 수 있다.
- [0027] 타겟 디바이스(120)는 타겟 공진기(121), 정류부(122), DC/DC 컨버터(123), 스위치부(124), 충전부(125) 및 제어 및 통신부(126)를 포함할 수 있다.
- [0028] AC/DC 컨버터(111)는 Power Supply(112)로부터 출력되는 AC 전압을 정류하여 DC 전압을 생성한다. AC/DC 컨버터(111)는 일정한 레벨의 DC 전압을 출력하거나, 제어 및 통신부(115)의 제어에 따라 DC 전압의 출력 레벨을 조정할 수 있다.

- [0029] Power Detector(113)는 AC/DC 컨버터(111)의 출력 전류 및 전압을 검출하고, 검출된 전류 및 전압에 대한 정보를 제어 및 통신부(115)로 전달한다. 또한, Power Detector(113)는 전력 변환부(114)의 입력 전류 및 전압을 검출할 수도 있다.
- [0030] 전력 변환부(114)는 수 MHz ~ 수십 MHz 대역의 스위칭 펄스 신호에 의하여 일정한 레벨의 DC 전압을 AC 전압으로 변환함으로써 전력을 생성할 수 있다. 즉, 전력 변환부(114)는 공진 주파수를 이용하여 직류 전압을 교류 전압으로 변환함으로써, 타겟 디바이스에서 사용되는 "통신용 전력" 또는 "충전용 전력"을 생성할 수 있다. 여기서, "통신용 전력"은 타겟 디바이스의 통신 모듈 및 프로세서를 활성화 시키기 위한 에너지를 의미한다. 상기 활성화 시키기 위한 에너지라는 의미에서 "통신용 전력"은 웨이크 업(wake-up)전력이라고 불리울 수 있다. "통신용 전력"은 CW(constant wave)의 형태로 일정 시간 동안 전송될 수 있다. "충전용 전력"은 타겟 디바이스와 연결된 또는 타겟 디바이스에 포함된 배터리를 충전 시키기 위한 에너지를 의미한다. "충전용 전력"은 소정 시간 동안 계속 전송될 수 있으며, "통신용 전력" 보다 높은 전력 레벨로 전송될 수 있다.
- [0031] 제어 및 통신부(115)는 스위칭 펄스 신호의 주파수를 제어할 수 있다. 제어 및 통신부(115)의 제어에 의하여 스위칭 펄스 신호의 주파수가 결정될 수 있다. 제어 및 통신부(115)는 전력 변환부(114)를 제어함으로써, 타겟 디바이스(120)에 전송하기 위한 변조 신호를 생성할 수 있다. 즉, 제어 및 통신부(115)는 인-밴드 통신을 통해 상기 타겟 디바이스에 다양한 메시지를 전송할 수 있다. 인-밴드 통신은 무선 전력을 전송하는데 사용하는 공진 주파수와 동일한 주파수를 이용하여 통신을 수행하는 것을 의미한다. 또한, 제어 및 통신부(115)는 반사파를 검출하고, 반사파의 포락선을 통해 타겟 디바이스로부터 수신되는 신호를 복조할 수 있다.
- [0032] 제어 및 통신부(115)는 다양한 방법을 통해, 인-밴드 통신을 수행하기 위한 변조 신호를 생성할 수 있다. 제어 및 통신부(115)는 스위칭 펄스 신호를 온/오프 함으로써, 변조신호를 생성할 수 있다. 또한, 제어 및 통신부(115)는 델타-시그마 변조를 수행하여, 변조신호를 생성할 수 있다. 또한, 제어 및 통신부(115)는 펄스 폭 변조신호를 생성할 수 있다.
- [0033] 한편, 제어 및 통신부(115)는 공진 주파수가 아닌 별도의 통신 채널을 이용하는 아웃-밴드 통신을 수행할 수도 있다. 제어 및 통신부(115)는 지그비(Zigbee), 블루투스(Bluetooth) 등의 통신 모듈을 포함할 수 있다. 제어 및 통신부(115)는 아웃-밴드 통신을 통해 타겟 디바이스(120)와 데이터를 송수신 할 수 있다.
- [0034] 소스 공진기(116)는 전자기(electromagnetic) 에너지를 타겟 공진기(121)로 전달(transferring)한다. 즉, 소스 공진기(116)는 타겟 공진기(121)와의 마그네틱 커플링을 통해 "통신용 전력" 또는 "충전용 전력"을 타겟 디바이스(120)로 전달한다.
- [0035] 타겟 공진기(121)는 소스 공진기(116)로부터 전자기(electromagnetic) 에너지를 수신한다. 즉, 타겟 공진기(121)는 소스 공진기(116)와의 마그네틱 커플링을 통해 소스 디바이스(110)로부터 "통신용 전력" 또는 "충전용 전력"을 수신한다. 또한, 타겟 공진기(121)는 인-밴드 통신을 통해 상기 소스 디바이스로부터 다양한 메시지를 수신할 수 있다.
- [0036] 정류부(122)는 교류 전압을 정류함으로써, DC 전압을 생성한다. 즉, 정류부(122)는 타겟 공진기(121)에 수신된 교류 전압을 정류한다.
- [0037] DC/DC 컨버터(123)는 정류부(122)에서 출력되는 DC 전압의 레벨을 충전부(125)의 용량에 맞게 조정한다. 예를 들어, DC/DC 컨버터(123)는 정류부(122)에서 출력되는 DC 전압의 레벨을 3~10Volt로 조정할 수 있다.
- [0038] 스위치부(124)는 제어 및 통신부(126)의 제어에 따라 온/오프 된다. 스위치부(124)가 오프되는 경우, 소스 디바이스(110)의 제어 및 통신부(115)는 반사파를 검출하게 된다. 즉, 스위치부(124)가 오프되는 경우, 소스 공진기(116)와 타겟 공진기(121) 사이의 마그네틱 커플링이 제거 될 수 있다.
- [0039] 충전부(125)는 배터리를 포함할 수 있다. 충전부(125)는 DC/DC 컨버터(123)로부터 출력되는 DC 전압을 이용하여 배터리를 충전할 수 있다.
- [0040] 제어 및 통신부(126)는 공진 주파수를 이용하여 데이터를 송수신하는 인-밴드 통신을 수행할 수 있다. 이때, 제어 및 통신부(126)는 타겟 공진기(121)과 정류부(122) 사이의 신호를 검출하여 수신 신호를 복조하거나, 정류부(122)의 출력 신호를 검출하여 수신 신호를 복조할 수 있다. 즉, 제어 및 통신부(126)는 인-밴드 통신을 통해 수신된 메시지를 복조할 수 있다. 또한, 제어 및 통신부는 타겟 공진기(121)의 임피던스를 조정함으로써, 소스 디바이스(110)에 전송하는 신호를 변조할 수 있다. 또한, 제어 및 통신부는 스위치부(124)의 온/오프를 통해 소스 디바이스(110)에 전송하는 신호를 변조할 수 도 있다. 간단한 예로, 제어 및 통신부(126)는 타겟 공진



기(121)의 임피던스를 증가 시킴으로써, 소스 디바이스(110)의 제어 및 통신부(115)에서 반사파가 검출되도록 할 수 있다. 반사파의 발생 여부에 따라, 소스 디바이스(110)의 제어 및 통신부(115)는 이진수 "0" 또는 "1"을 검출할 수 있다.

- [0041] 한편, 제어 및 통신부(126)는 통신 채널을 이용하는 아웃-밴드 통신을 수행할 수 도 있다. 제어 및 통신부(126)는 지그비(Zigbee), 블루투스(Bluetooth) 등의 통신 모듈을 포함할 수 있다. 제어 및 통신부(126)는 아웃-밴드 통신을 통해 소스 디바이스(110)와 데이터를 송수신 할 수 있다.
- [0042] 도 2는 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 블록도이다.
- [0043] 타겟 디바이스의 부하(load)가 변하는 경우에, 전력 증폭기의 출력 전력이 순간적으로 출력 안정범위를 벗어날 수 있다. 출력 안정범위는 전력 증폭기의 손상 없이 전력을 출력할 수 있는 범위를 의미한다. 전력 증폭기의 출력 전력이 순간적으로 출력 안정범위를 벗어날 가능성이 있는 경우를 인지하고, 출력 전력을 출력 안정범위 내로 유도할 수 있는 기술이 필요하다.
- [0044] 도 2를 참조하면, 무선 전력 전송 장치는 주파수 발생부(201), 전력 증폭기(PA, Power Amplifier)(203), 매칭 네트워크(205), 소스 공진부(207), 검출부(210), 제어부(220), 차단부(230), 전력 변환기(240)를 포함할 수 있다.
- [0045] 주파수 발생부(201)는 공진 주파수를 발생시킨다. 공진 주파수는 제어부(220)에 의해 결정될 수 있다. 제어부(220)는 소스 디바이스와 타겟 디바이스 간의 임피던스를 매칭 시키고, 공진 주파수를 결정할 수 있다. 전력 변환기(240)는 외부로부터 입력된 교류 신호를 정류하여 소정의 직류 신호로 변환할 수 있다. 또한, 전력 변환기(240)는 제어에 따라 직류 신호의 크기를 조절할 수 있다. 즉, 전력 변환기(240)는 제어부(220)의 제어에 따라 직류 신호의 크기를 크게 할 수도 있고, 작게 할 수도 있다. 전력 변환기(240)에서 출력된 직류 신호는 전력 증폭기(203)의 공급 전력으로 입력될 수 있다.
- [0046] 전력 증폭기(203)는 타겟 디바이스의 부하(Load)의 변화에 따라 출력 전력이 변할 수 있다. 즉, 전력 증폭기(203)는 타겟 디바이스의 부하에서 요구하는 전력을 만족시킬 만큼의 출력 전력을 생성할 수 있다. 이때, 전력 증폭기(203)는 입력 신호를 공급 전력에 기초하여 증폭할 수 있다. 여기서, 입력 신호는 공진 주파수 신호일 수 있다. 공급 전력은 제어부(220)의 제어에 따라 전력 변환기(240)에서 제공될 수 있다. 이때, 전력 증폭기(203)의 공급 전력은 공급 전압 또는 공급 전류를 측정함으로써, 계산될 수 있다.
- [0047] 매칭 네트워크(205)는 매칭 네트워크(205)에서 타겟 디바이스 방향으로 보이는 입력 임피던스와 전력 증폭기(203)의 출력 임피던스를 매칭 시킬 수 있다. 매칭 네트워크(205)는 소스 공진기의 입력 임피던스와 전력 증폭기(203)의 출력 임피던스를 매칭 시킬 수 있다. 입력 임피던스는 타겟 디바이스의 부하(Load)가 변화함에 따라 변경될 수 있다.
- [0048] 소스 공진부(207)는 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 마그네틱 커플링을 통하여 전력 증폭기(203)의 출력 전력을 전송할 수 있다. 소스 공진기에 의해 전파(propagate)되는 전자기 파동(wave)에 의해 전력이 무선으로 전송될 수 있다. 이때, 소스 공진기와 타겟 공진기는 서로 간의 공진 주파수에 기초하여 마그네틱 커플링이 이루어진다. 소스 공진기와 타겟 공진기 간에 높은 Q-factor가 성립되는 경우에, 전력 증폭기(203)의 출력 전력은 타겟 공진기로 효율적으로 전달 될 수 있다.
- [0049] 검출부(210)는 전력 증폭기(203)의 공급 전압 또는 공급 전류를 검출할 수 있다. 공급 전력은 전력 변환기(240)에서 생성된다. 이때, 공급 전력은 공급 전압 및 공급 전류의 검출을 통해 계산될 수 있다. 전력 변환기(240)는 SMPS(Switching Mode Power Supply)로 구현될 수 있다. 제어부(220)는 타겟 디바이스의 부하가 변화하면, 변화하는 임피던스에 매칭되도록, 매칭 네트워크(205)를 제어할 수 있다. 또한, 제어부(220)는 타겟 디바이스의 부하의 필요 전력만큼 전력 증폭기(203)의 출력 전력을 제어할 수 있다. 전력 증폭기(203)의 출력 전력은 전력 증폭기(203)의 공급 전력에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0050] 검출부(210)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203) 사이에 연결된 소정의 저항 양단에 걸리는 전압을 검출할 수 있다. 검출부(210)는 상기 소정의 저항 값과 상기 소정의 저항 양단에 걸리는 전압에 기초하여 상기 소정의 저항에 흐르는 전류를 검출할 수 있다. 상기 소정의 저항에 흐르는 전류는 전력 증폭기(203)의 공급 전류로 제공될 수 있다. 검출부(210)는 상기 소정의 저항에 흐르는 전류를 직접 검출할 수도 있다. 검출부(210)는 주기적으로 또는 지속적으로 상기 소정의 저항 양단에 걸리는 전압을 검출할 수 있다. 또한, 검출부(210)는 제어부

(220)의 제어에 따라 설정된 시간마다 상기 소정의 저항 양단에 걸리는 전압을 검출할 수도 있다.

- [0051] 또한, 검출부(210)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203) 사이에 연결된 트랜지스터의 온 저항(Ron)의 양단에 걸리는 전압을 검출할 수 있다. 검출부(210)는 온 저항 값과 온 저항의 양단에 걸리는 전압에 기초하여 온 저항에 흐르는 전류를 검출할 수 있다. 온 저항에 흐르는 전류는 전력 증폭기(203)의 공급 전류로 제공될 수 있다. 검출부(210)는 트랜지스터의 온 저항에 흐르는 전류를 직접 검출할 수도 있다. 또한, 검출부(210)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203) 사이에 연결된 line 임피던스의 양단의 전압을 검출할 수 있다. 검출부(210)는 line 임피던스 값과 line 임피던스의 양단에 걸리는 전압에 기초하여 line 임피던스에 흐르는 전류를 검출할 수 있다. 검출부(210)는 line 임피던스에 흐르는 전류를 직접 검출할 수도 있다.
- [0052] 제어부(220)는 검출부(210)에서 검출된 공급 전압 및 공급 전류에 기초하여 공급 전력을 계산할 수 있다. 제어부(220)는 공급 전력 및 검출된 공급 전압에 기초하여 레퍼런스 전류를 결정할 수 있다. 제어부(220)에는 레퍼런스 테이블이 포함될 수 있다. 레퍼런스 테이블에는 공급 전력, 공급 전압 및 레퍼런스 전류가 매칭되어 있다. 따라서, 제어부(220)는 레퍼런스 테이블, 계산된 공급 전력, 검출된 공급 전압에 기초하여 레퍼런스 전류를 결정할 수 있다. 레퍼런스 전류는 전력 증폭기(203)의 동작 한계를 나타내는 한계 전류를 의미할 수 있다. 예를 들면, 레퍼런스 전류 보다 큰 전류가 전력 증폭기(203)에 공급되는 경우, 전력 증폭기(203)는 오동작 또는 동작을 멈출 수 있다. 또는, 레퍼런스 전류는 전력 증폭기(203)의 동작 한계에서 소정의 마진(margin)을 가지는 한계 전류를 의미할 수 있다. 또한, 제어부(220)는 통계적으로 수집한 공급 전력, 공급 전압 및 공급 전류 데이터에 기초하여, 레퍼런스 전류를 결정할 수도 있다.
- [0053] 레퍼런스 전류를 전력 증폭기(203)의 동작 한계를 나타내는 한계 전류로 설정하지, 전력 증폭기(203)의 동작 한계에서 소정의 마진을 가지는 한계 전류로 설정할지는 미리 설정될 수도 있고, 사용자에게 의해 가변 될 수도 있다.
- [0054] 제어부(220)는 검출부(210)에서 검출된 공급 전류와 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여 스위치(221)를 제어할 수 있다. 스위치(221)에 의하여 주파수 발생부(201)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결은 온/오프될 수 있다. 제어부(220)는 검출된 공급 전류가 레퍼런스 전류 보다 큰 값을 가지는 경우에, 스위치(221)를 오프 시킬 수 있다. 주파수 발생부(201)에서 생성된 공진 주파수 신호는 전력 증폭기(203)의 입력 신호이다. 전력 증폭기(203)에 입력 신호가 입력되지 않으면, 전력 증폭기(203)는 출력 전력을 생성할 수 없다. 제어부(220)는 주파수 발생부(201)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 온/오프 함으로써, 전력 증폭기(203)에서 순간적으로 출력 안정범위 이상의 출력 전력을 생성하는 것을 예방할 수 있다. 제어부(220)는 검출된 공급 전류가 레퍼런스 전류와 동일한 값 또는 레퍼런스 전류보다 작은 값을 가지는 경우에, 스위치(221)를 온(on) 시킬 수 있다.
- [0055] 제어부(220)는 검출된 공급 전류와 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여, 전력 변환기(240)의 출력 전력을 제어할 수 있다. 전력 변환기(240)의 출력 전력은 전력 증폭기(203)의 공급 전력으로 제공된다. 제어부(220)는 검출된 공급 전류가 레퍼런스 전류보다 큰 값을 갖는 경우, 전력 변환기(240)를 제어하여, 전력 변환기(240)의 출력 전력을 기존의 출력 전력보다 작게 할 수 있다. 전력 변환기(240)의 출력 전력이 작아짐으로써, 전력 증폭기(203)는 출력 안정범위 내의 출력 전력을 생성할 수 있다. 또는, 제어부(220)는 전력 변환기(240)가 소정의 시간 동안 전력을 출력하지 않도록 제어할 수도 있다.
- [0056] 차단부(230)는 검출부(210)에서 검출된 공급 전류와 제어부(220)에서 결정된 레퍼런스 전류의 비교결과에 기초하여, 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 차단할 수 있다. 검출된 공급 전류가 레퍼런스 전류보다 큰 값을 가지는 경우, 제어부(220)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 차단하도록 차단부(230)를 제어할 수 있다. 제어부(220)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 차단한 후에, 전력 변환기(240)를 제어하여, 전력 변환기(240)의 출력 전력을 기존의 출력 전력보다 작게 할 수 있다.
- [0057] 검출된 공급 전류가 레퍼런스 전류보다 작은 값을 가지거나, 레퍼런스 전류와 동일한 값을 가지는 경우, 제어부(220)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결이 유지되도록 차단부(230)를 제어할 수 있다.
- [0058] 차단부(230)는 스위치의 온/오프를 통하여 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 차단할 수 있다. 또한, 차단부(230)는 트랜지스터의 동작을 통하여 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 차단할 수도 있다. 또한, 차단부(230)는 제어부(220)의 제어에 따라 전력 변환기(240)에서 출력된 전류가 트랜지스터를 통과하는 과정에서, 소정의 값만큼 감소되어 전력 증폭기(203)에 공급되도록 할 수 있다.
- [0059] 누설전류 차단부(231)는 전력 변환기(240)에서 출력되는 전류가 중간에 누설되지 않고, 전력 증폭기(203)에 온

전히 전달되도록 누설 전류를 차단할 수 있다. 누설 전류 차단부(231)는 회로에 다이오드의 연결을 통해 구현될 수 있다.

- [0060] 도 3은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 구체적 일 예이다.
- [0061] 도 3을 참조하면, 검출부(310)는 트랜지스터(340)의 양단(311,313)에 걸리는 전압을 검출할 수 있다. 트랜지스터(340)는 온 저항(Ron)을 기본적으로 가지고 있으므로, 트랜지스터(340)의 양단(311, 313)에는 전압이 걸릴 수 있다. 제어부(320)에는 트랜지스터(340)의 온 저항에 대한 정보가 저장될 수 있다.
- [0062] 검출부(310)는 검출된 전압과 트랜지스터(340)의 온 저항에 기초하여, 공급 전류(Is)를 검출할 수 있다. 이때, 트랜지스터(340)에는 접합형 트랜지스터(BJT, Bipolar Junction Transistor), 전계형 트랜지스터(FET, Field Effect Transistor), 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT, Insulated Gate Bipolar Transistor) 등 현재 사용되고 있는 다양한 종류의 트랜지스터가 포함될 수 있다. 공급 전류(Is)는 전력 변환기(240)에서 생성되어, 전력 증폭기(203)로 공급되는 전류를 의미한다. 검출부(310)는 검출된 전압과 검출된 공급 전류에 관한 정보를 제어부(320)에 제공할 수 있다.
- [0063] 제어부(320)는 검출된 전압 및 검출된 공급 전류에 기초하여 공급 전력을 계산할 수 있다. 제어부(320)는 프로세서를 통해 상기 계산을 수행할 수 있다. 제어부(320)는 레퍼런스 테이블을 통하여, 검출된 전압 및 계산된 공급 전력에 매칭되는 레퍼런스 전류를 결정할 수 있다. 제어부(320)는 레퍼런스 전류를 비교부(330)에 전달할 수 있다.
- [0064] 또한, 예를 들면, 제어부(320)는 결정된 레퍼런스 전류와 검출된 공급 전류를 비교하여, 검출된 공급 전류가 결정된 레퍼런스 전류보다 큰 값을 가지는 경우, 전력 변환기(240)에서 기존의 출력 전력보다 작은 전력을 출력하도록, 전력 변환기(240)를 제어할 수 있다.
- [0065] 비교부(330)는 검출된 공급 전류와 레퍼런스 전류를 비교하여, 하이 또는 로우 값을 출력할 수 있다. 비교부(330)의 출력 값에 의하여 트랜지스터(340)의 동작이 제어될 수 있다. 예를 들면, 비교부(330)의 출력 값이 하이(high)인 경우에, 트랜지스터(340)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 차단할 수 있다. 비교부(330)의 출력 값이 로우(low)인 경우에, 트랜지스터(340)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 유지할 수 있다.
- [0066] 또한, 반대로 비교부(330)의 출력 값이 하이인 경우에, 트랜지스터(340)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 유지할 수 있다. 비교부(330)의 출력 값이 로우인 경우에, 트랜지스터(340)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 유지할 수 있다.
- [0067] 비교부(330)의 출력 값에 따른 트랜지스터(340)의 동작은 미리 설정될 수도 있고, 사용자에게 의해 임의로 설정될 수도 있다.
- [0068] 다이오드(350)는 전력 변환기(240)에서 출력되어 전력 증폭기(203)로 공급되는 전류가 누설되지 않도록 누설전류를 차단할 수 있다. 다이오드(350)는 트랜지스터(340)의 소스(source) 및 드레인(drain)에 연결되어, 트랜지스터(340)의 누설전류 성분을 차단할 수 있다.
- [0069] 도 4는 다른 일실시예에 무선 전력 전송 장치의 구체적 일 예이다.
- [0070] 도 4를 참조하면, 검출부(410)는 저항 Rs의 양단(411,413)에 걸리는 전압을 검출할 수 있다. 제어부(320)에는 저항 Rs에 대한 정보가 저장될 수 있다.
- [0071] 검출부(410)는 검출된 전압과 저항 Rs에 기초하여, 공급 전류를 검출할 수 있다. 공급 전류는 전력 변환기(240)에서 생성되어, 전력 증폭기(203)로 공급되는 전류를 의미한다. 검출부(410)는 검출된 전압과 검출된 공급 전류에 관한 정보를 제어부(420)에 제공할 수 있다.
- [0072] 제어부(420)는 검출된 전압 및 검출된 공급 전류에 기초하여 공급 전력을 계산할 수 있다. 제어부(420)는 프로세서를 통해 상기 계산을 수행할 수 있다. 제어부(420)는 레퍼런스 테이블을 통하여, 검출된 전압 및 계산된 공급 전력에 매칭되는 레퍼런스 전류를 결정할 수 있다. 제어부(420)는 결정된 레퍼런스 전류와 검출된 공급 전류를 비교하고, 비교결과에 기초하여 스위치(430)의 동작을 제어할 수 있다. 이때, 스위치(430)에는 누름 버

튼 스위치, 회전 스위치, 전자기 스위치, 나이프 스위치, 토글 스위치, 락커 스위치, 슬라이드 스위치, 터치 스위치 등 현재 사용되고 있는 다양한 종류의 스위치가 포함될 수 있다.

[0073] 제어부(420)의 제어에 따라, 스위치(430)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 차단할 수 있다. 예를 들면, 검출된 공급 전류가 결정된 레퍼런스 전류보다 큰 값을 가지는 경우, 제어부(420)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 차단하도록 스위치(430)를 오프(off)시킬 수 있다. 반대로, 검출된 공급 전류가 결정된 레퍼런스 전류보다 작거나 같은 값을 가지는 경우, 제어부(420)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)의 전기적 연결을 유지하도록 스위치(430)를 온(on)시킬 수 있다.

[0074] 또한, 예를 들면, 제어부(420)는 결정된 레퍼런스 전류와 검출된 공급 전류를 비교하여, 검출된 공급 전류가 결정된 레퍼런스 전류보다 큰 값을 가지는 경우, 전력 변환기(240)에서 기존의 출력 전력보다 작은 전력을 출력하도록, 전력 변환기(240)를 제어할 수 있다. 전력 변환기(240)에서 기존의 출력 전력보다 작은 전력을 출력하는 경우에, 제어부(430)는 전력 변환기(240)와 전력 증폭기(203)가 전기적으로 연결되도록 스위치(430)를 온(on)시킬 수 있다.

[0075] 전력 증폭기(203)는 전력 변환기(240)로부터 한계 전류보다 낮은 공급 전류를 제공받음으로써, 출력 안정 범위 내에서 출력 전력을 생성할 수 있다. 전력 증폭기(203)는 순간적인 출력 전력의 오버(over) 파워 없이 출력 전력을 생성함으로써, 무선 전력 전송 장치의 신뢰도를 증가시킬 수 있다.

[0076]

[0077] 도 5는 일실시예에 따른 전력 증폭기에 공급되는 전류의 안정범위를 설명하기 위한 그래프이다.

[0078] 타겟 디바이스의 부하(Load)가 요구하는 필요 전력에 따라, 전력 증폭기에 공급되는 전류의 안정범위가 정해질 수 있다. 무선 전력을 수신할 수 있는 타겟 디바이스의 개수가 증가하면, 타겟 디바이스의 부하가 요구하는 필요 전력이 증가할 수 있다. 예를 들면, 단말 하나의 필요 전력이 5W인 경우에, 동일한 단말 하나가 더 추가되는 경우, 타겟 디바이스의 부하가 요구하는 필요 전력은 10W로 증가할 수 있다. 소스 디바이스의 전력 증폭기의 출력 전력이 얼마만큼의 용량을 보장할 수 있는지에 따라 전력 증폭기의 공급 전류의 한계는 결정될 수 있다.

[0079] 도 5를 참조하면, 타겟 디바이스의 부하가 요구하는 필요 전력이 5W인 경우에, 전력 증폭기에 공급되는 전류의 안정범위는 0.7A일 수 있다. 이때, 전력 증폭기에 공급되는 전류가 0.7A보다 큰 경우에는 전력 증폭기가 손상될 수 있다. 따라서, 필요 전력에 따라 전력 증폭기에 공급되는 전류가 안정범위 이하의 값을 가지도록 공급 전류를 제한할 필요가 있다. 타겟 디바이스의 부하가 요구하는 필요 전력이 10W, 20W인 경우에도 전력 증폭기에 공급되는 전류의 안정범위가 설정되어 있다.

[0080] 도 6은 일실시예에 따른 레퍼런스 테이블의 일 예이다.

[0081] 도 6의 표는 무선 전력 전송 장치의 제어부에서 레퍼런스 전류를 결정하기 위해, 고려할 수 있는 레퍼런스 테이블이다. 레퍼런스 테이블에는 전력 증폭기의 공급 전압( $V_s$ ), 공급 전력(P), 및 레퍼런스 전류( $I_r$ )가 설정되어 있다. 제어부는 검출된 공급 전압과 공급 전력에 기초하여 레퍼런스 전류를 결정할 수 있다. 예를 들면, 검출된 공급 전압이 10V이고, 공급 전력이 40dBm인 경우에, 레퍼런스 전류는 약 1.1A일 수 있다. 무선 전력 전송 장치는 레퍼런스 전류와 검출된 공급 전류를 비교하여, 전력 증폭기에 공급되는 전력을 제어할 수 있다.

[0082] 레퍼런스 테이블에 설정된 값은 제품의 제조사에 의해 미리 설정될 수도 있고, 무선 전력 전송 장치의 데이터 수집을 통해 데이터베이스로 저장된 값일 수도 있다.

[0083] 도 7 내지 도 9에서 공진기는 소스 공진기 및 타겟 공진기를 포함한다.

[0084] 도 7 내지 도 9의 공진기는 도 1 내지 도 6에서 설명된 공진기에 적용될 수 있다.

[0085] 도 7은 일 실시예에 따른 공진기 및 피더에서 자기장의 분포를 나타낸다.

[0086] 별도의 피더를 통해 공진기가 전력을 공급받는 경우에는 피더에서 자기장이 발생하고, 공진기에서도 자기장이 발생한다.

[0087] 도 7의 (a)를 참조하면, 피더(710)에서 입력 전류가 흐름에 따라 자기장(730)이 발생한다. 피더(710) 내부에서 자기장의 방향(731)과 외부에서 자기장의 방향(733)은 서로 반대 위상을 가진다. 피더(710)에서 발생하는 자기



장(730)에 의해 공진기(720)에서 유도 전류가 발생한다. 이때 유도 전류의 방향은 입력 전류의 방향과 반대이다.

[0088] 유도 전류에 의해 공진기(720)에서 자기장(740)이 발생한다. 자기장의 방향은 공진기(720)의 내부에서는 동일한 방향을 가진다. 따라서, 공진기(720)에 의해 피더(710)의 내부에서 발생하는 자기장의 방향(741)과 피더(710)의 외부에서 발생하는 자기장의 방향(743)은 동일한 위상을 가진다.

[0089] 결과적으로 피더(710)에 의해서 발생하는 자기장과 공진기(720)에서 발생하는 자기장을 합성하면, 피더(710)의 내부에서는 자기장의 세기가 약화되고, 피더(710)의 외부에서는 자기장의 세기가 강화된다. 따라서, 도 7와 같은 구조의 피더(710)를 통해 공진기(720)에 전력을 공급하는 경우에, 공진기(720) 중심에서 자기장의 세기가 약하고, 외곽에서 자기장의 세기가 강하다. 공진기(720) 상에서 자기장의 분포가 균일(uniform)하지 않은 경우, 입력 임피던스가 수시로 변화하므로 임피던스 매칭을 수행하는 것이 어렵다. 또한, 자기장의 세기가 강한 부분에서는 무선 전력 전송이 잘되고, 자기장의 세기가 약한 부분에서는 무선 전력 전송이 잘 되지 않으므로, 평균적으로 전력 전송 효율이 감소한다.

[0090] 도 7의 (b)는 공진기(750)와 피더(760)가 공통의 접지를 가진 무선 전력 전송 장치의 구조를 나타낸다. 공진기(750)는 캐패시터(751)를 포함할 수 있다. 피더(760)는 포트(761)를 통하여, RF 신호를 입력 받을 수 있다. 피더(760)에는 RF 신호가 입력되어, 입력 전류가 생성될 수 있다. 피더(760)에 흐르는 입력 전류는 자기장을 생성하고, 상기 자기장으로부터 공진기(750)에 유도 전류가 유도된다. 또한, 공진기(750)를 흐르는 유도 전류로부터 자기장이 발생한다. 이때, 피더(760)에 흐르는 입력 전류의 방향과 공진기(750)에 흐르는 유도 전류의 방향은 서로 반대 위상을 가진다. 따라서, 공진기(750)와 피더(760) 사이의 영역에서, 입력 전류에 의해 발생하는 자기장의 방향(771)과 유도 전류에 의해 발생하는 자기장의 방향(773)은 동일한 위상을 가지므로, 자기장의 세기가 강화된다. 반면에, 피더(760)의 내부에서는, 입력 전류에 의해 발생하는 자기장의 방향(781)과 유도 전류에 의해 발생하는 자기장의 방향(783)은 반대 위상을 가지므로, 자기장의 세기가 약화된다. 결과적으로 공진기(750)의 중심에서는 자기장의 세기가 약해지고, 공진기(750)의 외곽에서는 자기장의 세기가 강화될 수 있다.

[0091] 피더(760)는 피더(760) 내부의 면적을 조절하여, 입력 임피던스를 결정할 수 있다. 여기서 입력 임피던스는 피더(760)에서 공진기(750)를 바라볼 때, 보이는 임피던스를 의미한다. 피더(760) 내부의 면적이 커지면 입력 임피던스는 증가하고, 내부의 면적이 작아지면 입력 임피던스는 감소한다. 그런데, 입력 임피던스가 감소하는 경우에도, 공진기(750) 내부의 자기장 분포는 일정하지 않으므로, 타겟 디바이스의 위치에 따라 입력 임피던스 값이 일정하지 않다. 따라서, 전력 증폭기의 출력 임피던스와 상기 입력 임피던스의 매칭을 위해 별도의 매칭 네트워크가 필요하다. 입력 임피던스가 증가하는 경우에는 큰 입력 임피던스를 작은 출력 임피던스에 매칭시키기 위해 별도의 매칭 네트워크가 필요할 수 있다.

[0092] 도 8은 일 실시예에 따른 공진기 및 피더의 구성을 나타낸 도면이다.

[0093] 도 8의 (a)를 참조하면, 공진기(810)는 캐패시터(811)를 포함할 수 있다. 피딩부(820)는 캐패시터(811)의 양단에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0094] 도 8의 (b)는 (a)의 구조를 좀 더 구체적으로 표시한 도면이다. 이때, 공진기(810)는 제1 전송선로, 제1 도체(841), 제2 도체(842), 적어도 하나의 제1 캐패시터(850)를 포함할 수 있다.

[0095] 제1 캐패시터(850)는 제1 전송 선로에서 제1 신호 도체 부분(831)과 제2 신호 도체 부분(832) 사이에 위치에 직렬로 삽입되며, 그에 따라 전계(electric field)는 제1 캐패시터(850)에 갇히게 된다. 일반적으로, 전송 선로는 상부에 적어도 하나의 도체, 하부에 적어도 하나의 도체를 포함하며, 상부에 있는 도체를 통해서만 전류가 흐르며, 하부에 있는 도체는 전기적으로 그라운드 된다(grounded). 본 명세서에서는 제1 전송 선로의 상부에 있는 도체를 제1 신호 도체 부분(831)과 제2 신호 도체 부분(832)로 나누어 부르고, 제1 전송 선로의 하부에 있는 도체를 제1 그라운드 도체 부분(833)으로 부르기로 한다.

[0096] 도 8의 (b)에 도시된 바와 같이, 공진기는 2 차원 구조의 형태를 갖는다. 제1 전송 선로는 상부에 제1 신호 도체 부분(831) 및 제2 신호 도체 부분(832)을 포함하고, 하부에 제1 그라운드 도체 부분(833)을 포함한다. 제1 신호 도체 부분(831) 및 제2 신호 도체 부분(832)과 제1 그라운드 도체 부분(833)은 서로 마주보게 배치된다. 전류는 제1 신호 도체 부분(831) 및 제2 신호 도체 부분(832)을 통하여 흐른다.

- [0097] 또한, 도 8의 (b)에 도시된 바와 같이 제1 신호 도체 부분(831)의 한쪽 단은 제1 도체(841)와 접지(short)되고, 다른 쪽 단은 제1 캐패시터(850)와 연결된다. 그리고, 제2 신호 도체 부분(832)의 한쪽 단은 제2 도체(842)와 접지되며, 다른 쪽 단은 제1 캐패시터(850)와 연결된다. 결국, 제1 신호 도체 부분(831), 제2 신호 도체 부분(832) 및 제1 그라운드 도체 부분(833), 도체들(841, 842)은 서로 연결됨으로써, 공진기는 전기적으로 단혀 있는 루프 구조를 갖는다. 여기서, '루프 구조'는 원형 구조, 사각형과 같은 다각형의 구조 등을 모두 포함하며, '루프 구조를 갖는다고 함은' 전기적으로 단혀 있다는 것을 의미한다.
- [0098] 제1 캐패시터(850)는 전송 선로의 중단부에 삽입된다. 보다 구체적으로, 제1 캐패시터(850)는 제1 신호 도체 부분(831) 및 제2 신호 도체 부분(832) 사이에 삽입된다. 이 때, 제1 캐패시터(850)는 집중 소자(lumped element) 및 분산 소자(distributed element) 등의 형태를 가질 수 있다. 특히, 분산 소자의 형태를 갖는 분산된 캐패시터는 지그재그 형태의 도체 라인들과 그 도체 라인들 사이에 존재하는 높은 유전율을 갖는 유전체를 포함할 수 있다.
- [0099] 제1 캐패시터(850)가 전송 선로에 삽입됨에 따라 소스 공진기는 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있다. 여기서, 메타물질이란 자연에서 발견될 수 없는 특별한 전기적 성질을 갖는 물질로서, 인공적으로 설계된 구조를 갖는다. 자연계에 존재하는 모든 물질들의 전자기 특성은 고유의 유전율 또는 투자율을 가지며, 대부분의 물질들은 양의 유전율 및 양의 투자율을 갖는다.
- [0100] 대부분의 물질들에서 전계, 자계 및 포인팅 벡터에는 오른손 법칙이 적용되므로, 이러한 물질들을 RHM(Right Handed Material)이라고 한다. 그러나, 메타물질은 자연계에 존재하지 않는 유전율 또는 투자율을 가진 물질로서, 유전율 또는 투자율의 부호에 따라 ENG(epsilon negative) 물질, MNG(mu negative) 물질, DNG(double negative) 물질, NRI(negative refractive index) 물질, LH(left-handed) 물질 등으로 분류된다.
- [0101] 이 때, 집중 소자로서 삽입된 제1 캐패시터(850)의 캐패시턴스가 적절히 정해지는 경우, 소스 공진기는 메타물질의 특성을 가질 수 있다. 특히, 제1 캐패시터(850)의 캐패시턴스를 적절히 조절함으로써, 소스 공진기는 음의 투자율을 가질 수 있으므로, 소스 공진기는 MNG 공진기로 불려질 수 있다. 제1 캐패시터(850)의 캐패시턴스를 정하는 전제(criterion)들은 다양할 수 있다. 소스 공진기가 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있도록 하는 전제(criterion), 소스 공진기가 대상 주파수에서 음의 투자율을 갖도록 하는 전제 또는 소스 공진기가 대상 주파수에서 영변재 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 갖도록 하는 전제 등이 있을 수 있고, 상술한 전제들 중 적어도 하나의 전제 아래에서 제1 캐패시터(850)의 캐패시턴스가 정해질 수 있다.
- [0102] MNG 공진기는 전파 상수(propagation constant)가 0일 때의 주파수를 공진 주파수로 갖는 영변재 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 가질 수 있다. MNG 공진기는 영변재 공진 특성을 가질 수 있으므로, 공진 주파수는 MNG 공진기의 물리적인 사이즈에 대해 독립적일 수 있다. 즉, 아래에서 다시 설명하겠지만, MNG 공진기에서 공진 주파수를 변경하기 위해서는 제1 캐패시터(850)를 적절히 설계하는 것으로 충분하므로, MNG 공진기의 물리적인 사이즈를 변경하지 않을 수 있다.
- [0103] 또한, 근접장(near field)에서 전계는 전송 선로에 삽입된 제1 캐패시터(850)에 집중되므로, 제1 캐패시터(850)로 인하여 근접 필드에서는 자기장(magnetic field)이 도미넌트(dominant)해진다. 그리고, MNG 공진기는 집중 소자의 제1 캐패시터(850)를 이용하여 높은 Q-팩터(Q-Factor)를 가질 수 있으므로, 전력 전송의 효율을 향상시킬 수 있다. 참고로, Q-팩터는 무선 전력 전송에 있어서 저항 손실(ohmic loss)의 정도 또는 저항(resistance)에 대한 리액턴스의 비를 나타내는데, Q-팩터가 클수록 무선 전력 전송의 효율이 큰 것으로 이해될 수 있다.
- [0104] 또한, 도 8의 (b)에 도시되지 아니하였으나, MNG 공진기를 관통하는 마그네틱 코어가 더 포함될 수 있다. 이러한 마그네틱 코어는 전력 전송 거리를 증가시키는 기능을 수행할 수 있다.
- [0105] 도 8의 (b)를 참조하면, 피딩부(820)는 제2 전송선로, 제3 도체(871), 제4 도체(872), 제5 도체(881) 및 제6 도체(882)를 포함할 수 있다.
- [0106] 제2 전송 선로는 상부에 제3 신호 도체 부분(861) 및 제4 신호 도체 부분(862)을 포함하고, 하부에 제2 그라운드 도체 부분(863)을 포함한다. 제3 신호 도체 부분(861) 및 제4 신호 도체 부분(862)과 제2 그라운드 도체 부분(863)은 서로 마주보게 배치된다. 전류는 제3 신호 도체 부분(861) 및 제4 신호 도체 부분(862)을 통하여 흐른다.
- [0107] 또한, 도 8의 (b)에 도시된 바와 같이 제3 신호 도체 부분(861)의 한쪽 단은 제3 도체(871)와 접지(short)되고,

다른 쪽 단은 제5 도체(881)와 연결된다. 그리고, 제4 신호 도체 부분(862)의 한쪽 단은 제4 도체(872)와 접지되며, 다른 쪽 단은 제6 도체(882)와 연결된다. 제5 도체(881)는 제1 신호 도체 부분(831)과 연결되고, 제6 도체(882)는 제2 신호 도체 부분(832)과 연결된다. 제5 도체(881)와 제6 도체(882)는 제1 캐패시터(850)의 양단에 병렬로 연결된다. 이때, 제5 도체(881) 및 제6 도체(882)는 RF신호를 입력받는 입력 포트에 사용될 수 있다.

[0108] 결국, 제3 신호 도체 부분(861), 제4 신호 도체 부분(862) 및 제2 그라운드 도체 부분(863), 제3 도체(871), 제4 도체(872), 제5 도체(881), 제6 도체(882) 및 공진기(810)는 서로 연결됨으로써, 공진기(810) 및 피딩부(820)는 전기적으로 단혀 있는 루프 구조를 갖는다. 여기서, '루프 구조'는 원형 구조, 사각형과 같은 다각형의 구조 등을 모두 포함한다. 제5 도체(881) 또는 제6 도체(882)를 통하여 RF 신호가 입력되면, 입력 전류는 피딩부(820) 및 공진기(810)에 흐르게 되고, 입력 전류에 의해 발생하는 자기장에 의하여, 공진기(810)에 유도 전류가 유도 된다. 피딩부(820)에서 흐르는 입력 전류의 방향과 공진기(810)에서 흐르는 유도 전류의 방향이 동일하게 형성됨으로써, 공진기(810)의 중앙에서는 자기장의 세기가 강화되고, 공진기(810)의 외곽에서는 자기장의 세기가 약화된다.

[0109] 공진기(810)와 피딩부(820) 사이 영역의 면적에 의해 입력 임피던스가 결정될 수 있으므로, 전력 증폭기의 출력 임피던스와 상기 입력 임피던스의 매칭을 수행하기 위해 별도의 매칭 네트워크는 필요하지 않다. 매칭 네트워크가 사용되는 경우에도, 피딩부(820)의 크기를 조절함으로써, 입력 임피던스를 결정할 수 있기 때문에, 매칭 네트워크의 구조는 단순해질 수 있다. 단순한 매칭 네트워크 구조는 매칭 네트워크의 매칭 손실을 최소화한다.

[0110] 제2 전송 선로, 제3 도체(871), 제4 도체(872), 제5 도체(881), 제6 도체(882)는 공진기(810)와 동일한 구조를 형성할 수 있다. 즉, 공진기(810)가 루프 구조인 경우에는 피딩부(820)도 루프 구조일 수 있다. 또한, 공진기(810)가 원형 구조인 경우에는 피딩부(820)도 원형 구조일 수 있다.

[0111] 도 9는 일 실시예에 따른 피딩부의 피딩에 따른 공진기의 내부에서 자기장의 분포를 나타낸 도면이다.

[0112] 무선 전력 전송에서 피딩은, 소스 공진기에 전력을 공급하는 것을 의미한다. 또한, 무선 전력 전송에서 피딩은, 정류부에 AC 전력을 공급하는 것을 의미할 수 있다. 도 9의 (a)는 피딩부에서 흐르는 입력 전류의 방향 및 소스 공진기에서 유도되는 유도 전류의 방향을 나타낸다. 또한, 도 9의 (a)는 피딩부의 입력 전류에 의해 발생하는 자기장의 방향 및 소스 공진기의 유도 전류에 의해 발생하는 자기장의 방향을 나타낸다. 도 9의 (a)는 도 8의 공진기(810) 및 피딩부(820)를 좀 더 간략하게 표현한 도면이다. 도 9의 (b)는 도 8의 피딩부(820)와 공진기(810)의 등가회로를 나타낸다.

[0113] 도 9의 (a)를 참조하면, 도 8의 피딩부(820)의 제5 도체(881) 또는 제6 도체(882)는 입력 포트(910)로 사용될 수 있다. 입력 포트(910)는 RF 신호를 입력 받는다. RF 신호는 전력 증폭기로부터 출력될 수 있다. 전력 증폭기는 타겟 디바이스의 필요에 따라 RF 신호의 진폭을 증감시킬 수 있다. 입력 포트(910)에서 입력된 RF 신호는 피딩부(820)에 흐르는 입력 전류의 형태로 표시될 수 있다. 피딩부(820)를 흐르는 입력 전류는 피딩부(820)의 전송선로를 따라 시계방향으로 흐른다. 그런데, 피딩부(820)의 제5 도체(881)는 공진기(810)와 전기적으로 연결된다. 좀 더 구체적으로, 제5 도체(881)는 공진기(810)의 제1 신호 도체 부분(831)과 연결된다. 따라서 입력 전류는 피딩부(820) 뿐만 아니라 공진기(810)에도 흐르게 된다. 공진기(810)에서 입력 전류는 반시계 방향으로 흐른다. 공진기(810)에 흐르는 입력 전류에 의하여 자기장이 발생하고, 상기 자기장에 의해 공진기(810)에 유도 전류가 생성된다. 유도 전류는 공진기(810)에서 시계방향으로 흐른다. 이때 유도 전류는 공진기(810)의 캐패시터(811)에 에너지를 전달할 수 있다. 또한, 유도 전류에 의해 자기장이 발생한다. 도 9의 (a)에서 도 8의 피딩부(820) 및 공진기(810)에 흐르는 입력 전류는 실선으로 표시되고, 공진기(810)에 흐르는 유도 전류는 점선으로 표시되었다.

[0114] 전류에 의해 발생하는 자기장의 방향은 오른나사의 법칙을 통해 알 수 있다. 도 8의 피딩부(820) 내부에서, 피딩부(820)에 흐르는 입력 전류에 의해 발생한 자기장의 방향(921)과 공진기(810)에 흐르는 유도 전류에 의해 발생한 자기장의 방향(923)은 서로 동일하다. 따라서, 피딩부(820) 내부에서 자기장의 세기가 강화된다.

[0115] 또한, 피딩부(820)와 공진기(810) 사이의 영역에서, 피딩부(820)에 흐르는 입력 전류에 의해 발생한 자기장의 방향(933)과 공진기(810)에 흐르는 유도 전류에 의해 발생한 자기장의 방향(931)은 서로 반대 위상이다. 따라서, 피딩부(820)와 공진기(810) 사이의 영역에서, 자기장의 세기는 약화된다.

[0116] 루프 형태의 공진기에서는 일반적으로 공진기의 중심에서는 자기장의 세기가 약하고, 공진기의 외곽부분에서는 자기장의 세기가 강하다. 그런데 도 9의 (a)를 참조하면, 피딩부(820)가 공진기(810)의 캐패시터(811) 양단에

전기적으로 연결됨으로써 공진기(810)의 유도 전류의 방향과 피딩부(820)의 입력 전류의 방향이 동일해 진다. 공진기(810)의 유도 전류의 방향과 피딩부(820)의 입력 전류의 방향이 동일하기 때문에, 피딩부(820)의 내부에서는 자기장의 세기가 강화되고, 피딩부(820)의 외부에서는 자기장의 세기가 약화된다. 결과적으로 루프 형태의 공진기(810)의 중심에서는 피딩부(820)로 인하여 자기장의 세기가 강화되고, 공진기(810)의 외곽부분에서는 자기장의 세기가 약화될 수 있다. 그러므로 공진기(810) 내부에서는 전체적으로 자기장의 세기가 균일해질 수 있다.

[0117] 한편, 소스 공진기에서 타겟 공진기로 전달되는 전력 전송의 효율은 소스 공진기에서 발생하는 자기장의 세기에 비례하므로, 소스 공진기의 중심에서 자기장의 세기가 강화됨에 따라 전력 전송 효율도 증가할 수 있다.

[0118] 도 9의 (b)를 참조하면, 피딩부(940) 및 공진기(950)는 등가회로로 표현될 수 있다. 피딩부(940)에서 공진기 측을 바라볼 때 보이는 입력 임피던스  $Z_{in}$ 은 다음의 수식과 같이 계산될 수 있다.

$$Z_{in} = \frac{(\omega M)^2}{Z}$$

[0119] 여기서, M은 피딩부(940)와 공진기(950) 사이의 상호 인덕턴스를 의미하고,  $\omega$  는 피딩부(940)와 공진기(950) 간의 공진 주파수를 의미하고, Z는 공진기(950)에서 타겟 디바이스 측을 바라볼 때 보이는 임피던스를 의미할 수 있다.  $Z_{in}$ 은 상호 인덕턴스 M에 비례할 수 있다. 따라서, 피딩부(940)와 공진기(950) 사이에 상호 인덕턴스를 조절함으로써  $Z_{in}$ 을 제어할 수 있다. 상호 인덕턴스 M은 피딩부(940)와 공진기(950) 사이 영역의 면적에 따라 조절될 수 있다. 피딩부(940)의 크기에 따라 피딩부(940)와 공진기(950) 사이 영역의 면적이 조절될 수 있다.  $Z_{in}$ 은 피딩부(940)의 크기에 따라 결정될 수 있으므로, 전력 증폭기의 출력 임피던스와 임피던스 매칭을 수행하기 위해 별도의 매칭 네트워크가 필요하지 않다.

[0121] 무선 전력 수신 장치에 포함된 공진기(950) 및 피딩부(940)도 위와 같은 자기장의 분포를 가질 수 있다. 무선 전력 수신 장치에 포함된 공진기(950)는 타겟 공진기로 동작할 수 있다. 타겟 공진기는 소스 공진기로부터 마그네틱 커플링을 통하여 무선 전력을 수신한다. 이때 수신되는 무선 전력을 통하여 타겟 공진기에서는 유도 전류가 생성될 수 있다. 타겟 공진기에서 유도 전류에 의해 발생한 자기장은 피딩부(940)에 다시 유도 전류를 생성할 수 있다. 이때, 도 9의 (a)의 구조와 같이 공진기(950)와 피딩부(940)가 연결되면, 공진기(950)에서 흐르는 전류의 방향과 피딩부(940)에서 흐르는 전류의 방향은 동일해진다. 따라서, 피딩부(940)의 내부에서는 자기장의 세기가 강화되고, 피딩부(940)와 공진기(950) 사이의 영역에서는 자기장의 세기가 약화될 수 있다.

[0122] 도 10은 일 실시예에 따른 전기 자동차(electric vehicle) 충전 시스템을 나타낸다.

[0123] 도 10을 참조하면, 전기 자동차 충전 시스템(1000)은 소스 시스템(1010), 소스 공진기(1020), 타겟 공진기(1030), 타겟 시스템(1040) 및 전기 자동차용 배터리(1050)을 포함한다.

[0124] 전기 자동차 충전 시스템(1000)은 도 1의 무선 전력 전송 시스템과 유사한 구조를 가진다. 즉, 전기 자동차 충전 시스템(1000)은 소스 시스템(1010) 및 소스 공진기(1020)로 구성되는 소스를 포함한다. 또한, 전기 자동차 충전 시스템(1000)은 타겟 공진기(1030) 및 타겟 시스템(1040)로 구성되는 타겟을 포함한다.

[0125] 이때, 소스 시스템(1010)은 도 1의 소스 디바이스(110)와 같이, AC/DC 컨버터, 파워 검출기(Power Detector), 전력변환부, 제어 및 통신부를 포함할 수 있다. 이때, 타겟 시스템(1040)은 도 1의 타겟 디바이스(120)과 같이, 정류부, DC/DC 컨버터, 스위치부, 충전부 및 제어 및 통신부를 포함할 수 있다.

[0126] 전기 자동차용 배터리(1050)는 타겟 시스템(1040)에 의해 충전 될 수 있다.

[0127] 전기 자동차 충전 시스템(1000)은 수 KHz~수십 MHz의 공진 주파수를 사용할 수 있다.

[0128] 소스 시스템(1010)은 충전 차량의 종류, 배터리의 용량, 배터리의 충전 상태에 따라 전력을 생성하고, 생성된 전력을 타겟 시스템(1040)으로 공급할 수 있다.

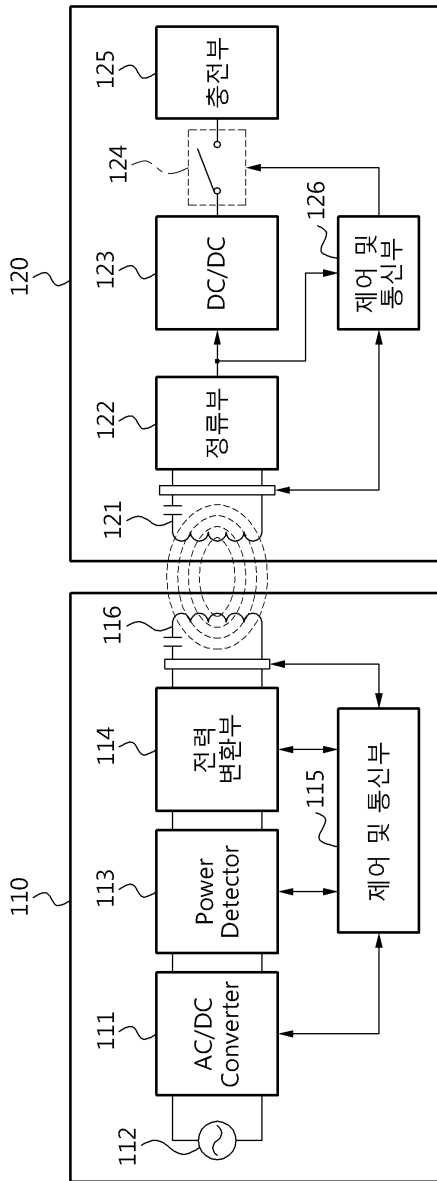
[0129] 소스 시스템(1010)은 소스 공진기(1020) 및 타겟 공진기(1030)의 정렬(alignment)를 맞추기 위한 제어를 수행할 수 있다. 예를 들어, 소스 시스템(1010)의 제어부는 소스 공진기(1020)와 타겟 공진기(1030)의 정렬(alignment)이 맞지 않은 경우, 타겟 시스템(1040)으로 메시지를 전송하여 정렬(alignment)을 제어할 수 있다.



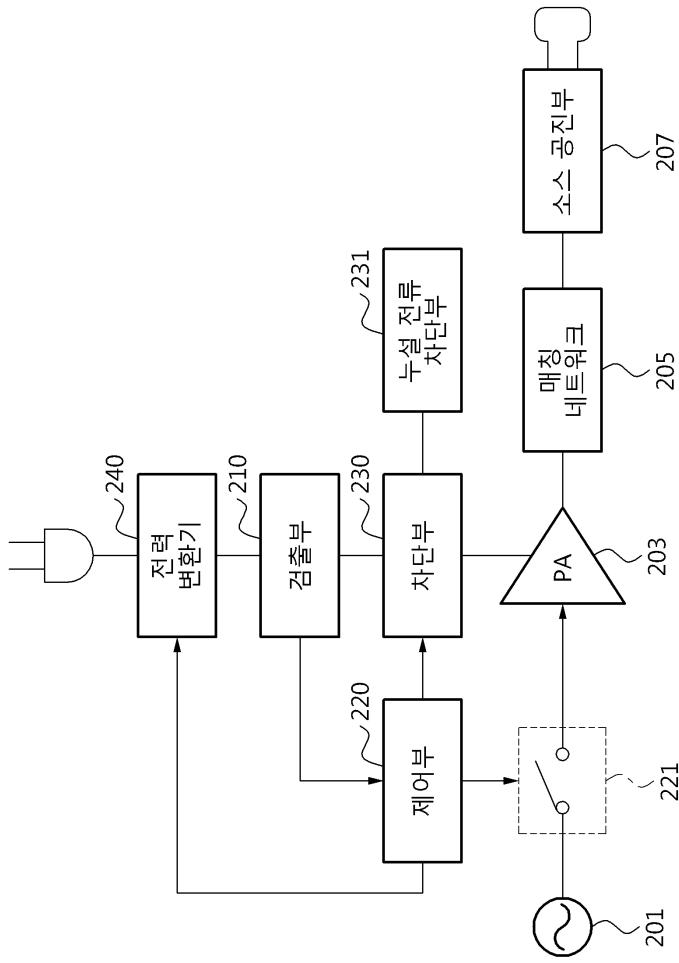
- [0130] 이때, 정렬(alignment)이 맞지 않은 경우란, 타겟 공진기(1030)의 위치가 마그네틱 레조넌스(magnetic resonance)가 최대로 일어나기 위한 위치에 있지 않은 경우 일 수 있다. 즉, 차량이 정확하게 정착되지 않은 경우, 소스 시스템(1010)은 차량의 위치를 조정하도록 유도함으로써, 소스 공진기(1020)와 타겟 공진기(1030)의 정렬(alignment)이 맞도록 유도할 수 있다.
- [0131] 소스 시스템(1010)과 타겟 시스템(1040)은 통신을 통해, 차량의 식별자를 송수신할 수 있고, 각종 메시지를 주고 받을 수 있다.
- [0132] 도 2 내지 도 9에서 설명된 내용들은 전기 자동차 충전 시스템(1000)에 적용될 수 있다. 다만, 전기 자동차 충전 시스템(1000)은 수 KHz~수십 MHz의 공진 주파수를 사용하고, 전기 자동차용 배터리(1050)를 충전하기 위해 수십 watt이상의 전력 전송을 수행할 수 있다.
- [0133] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 관독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 관독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 관독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0134] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0135] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

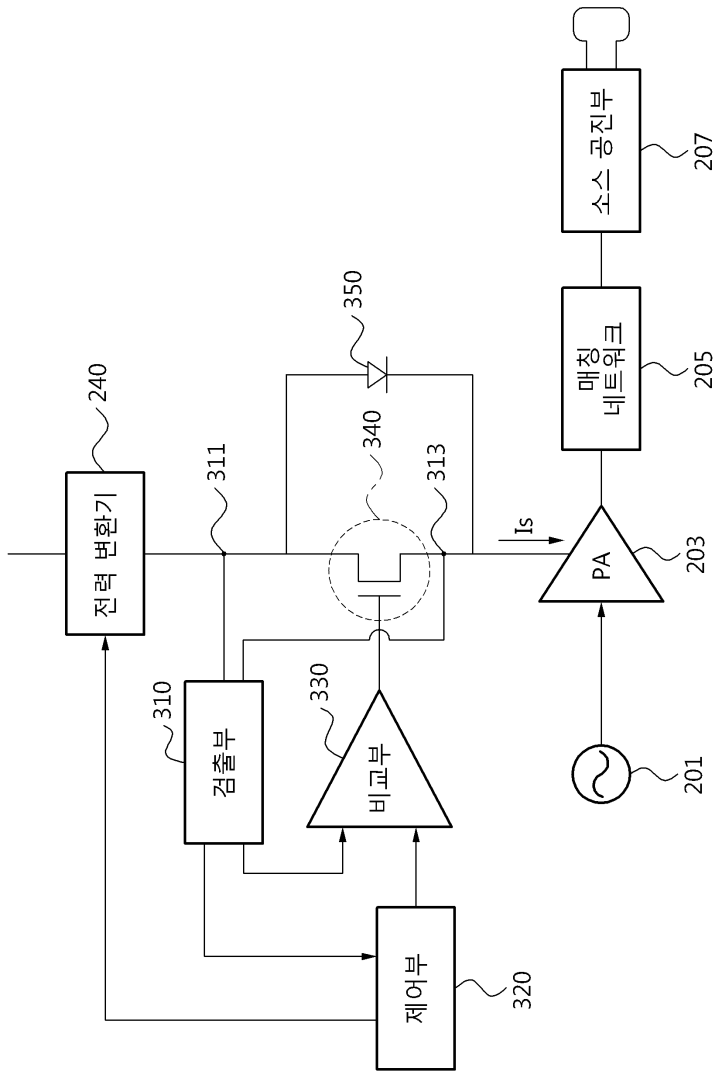
도면1



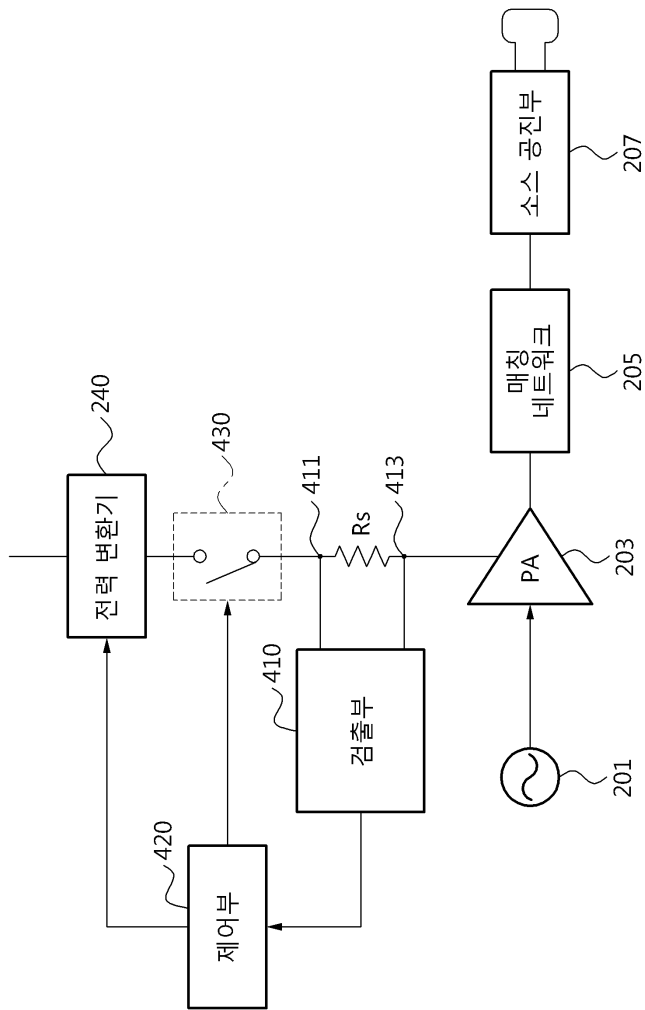
도면2



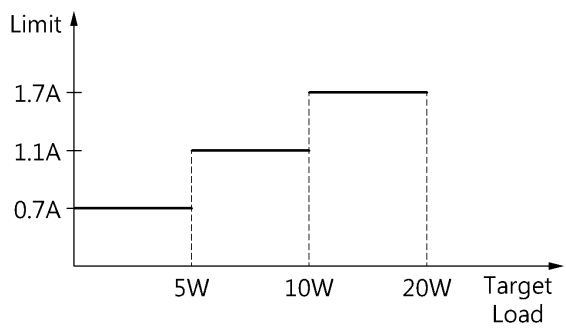
도면3



도면4



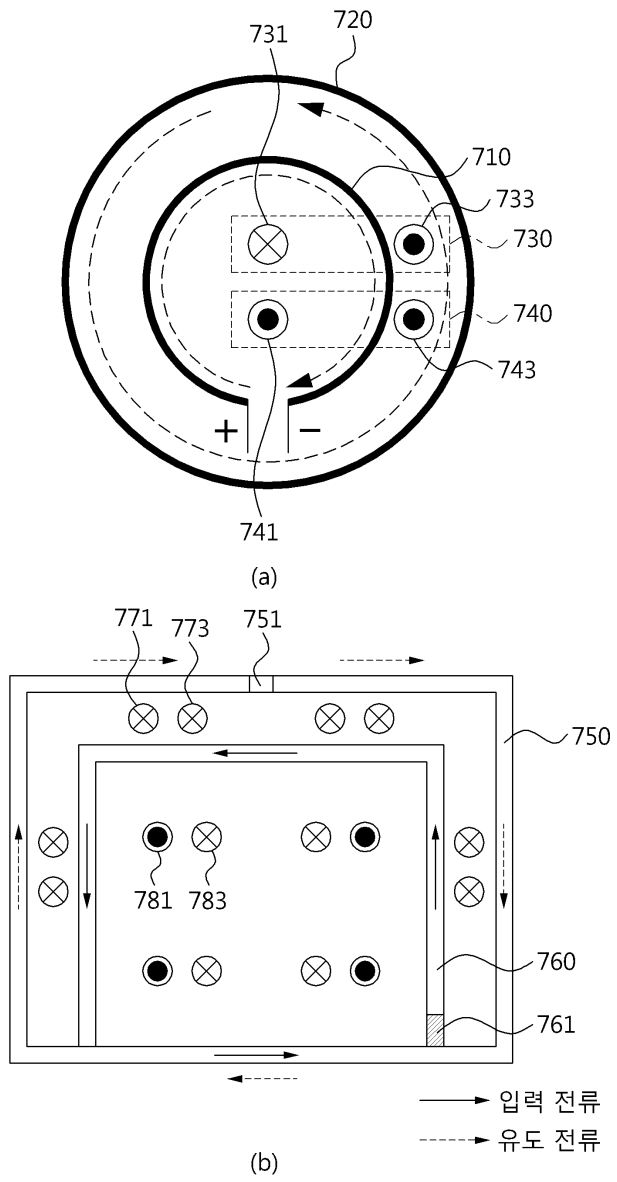
도면5



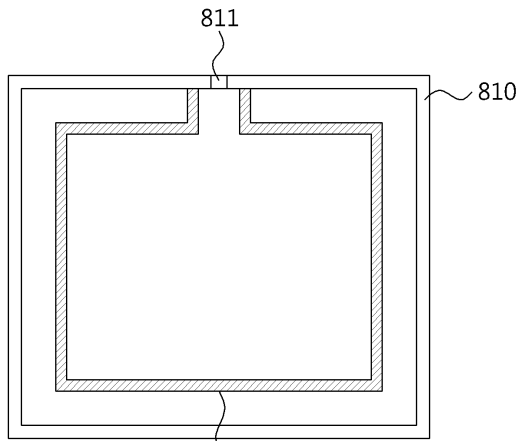
도면6

Vs [V]	Ir [A]	P [dbm]
15	1.733	43.64
14	1.614	43.05
13	1.497	42.41
12	1.381	41.73
11	1.267	40.99
10	1.153	40.17
9	1.038	39.26
8	0.923	38.24
7	0.809	37.1
6	0.693	35.76
5	0.576	34.16
4	0.46	32.2
3	0.346	29.67

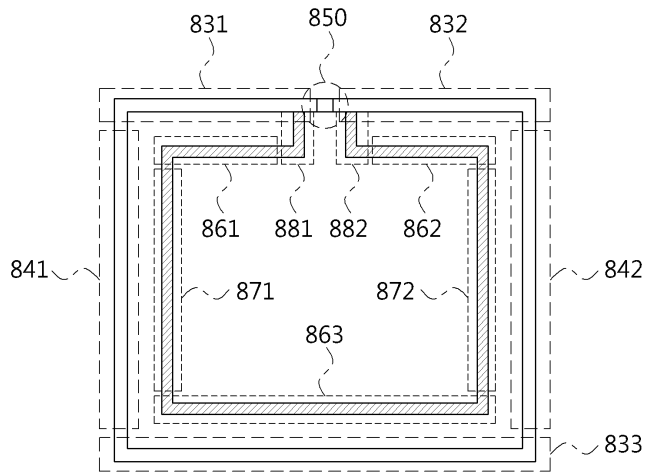
도면7



도면8



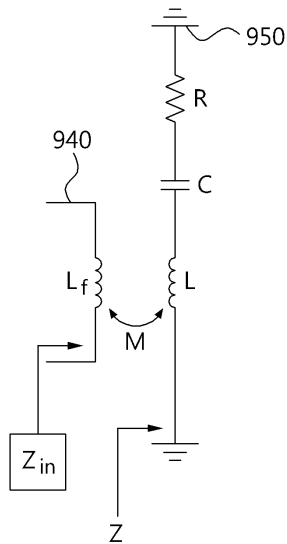
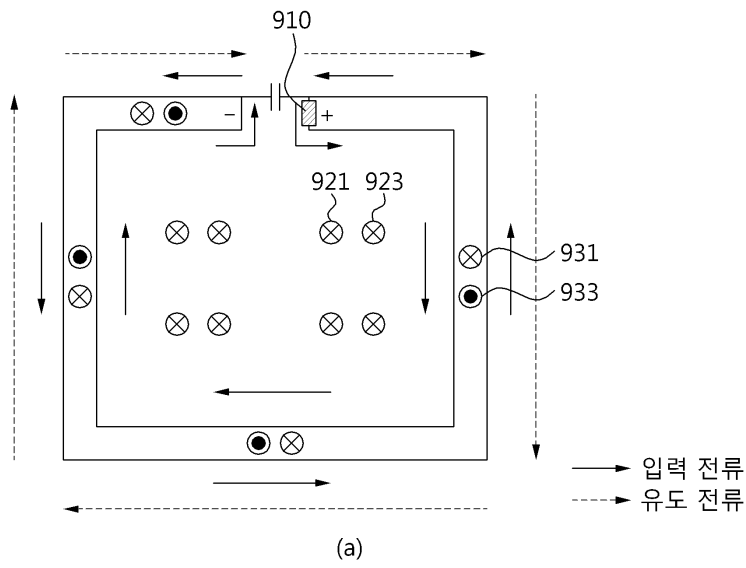
820  
(a)



(b)



도면9



도면10

