



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

(45) 공고일자 2018년05월28일  
 (11) 등록번호 10-1847256  
 (24) 등록일자 2018년04월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H02J 17/00 (2006.01) H02M 1/00 (2007.01)  
 H02M 1/08 (2006.01) H03K 17/0412 (2006.01)  
 H04B 5/00 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 H02J 17/00 (2013.01)  
 H02M 1/08 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2016-0003340  
 (22) 출원일자 2016년01월11일  
 심사청구일자 2017년01월05일  
 (65) 공개번호 10-2017-0083886  
 (43) 공개일자 2017년07월19일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020150028133 A\*  
 KR101390954 B1\*  
 KR1020100011329 A\*  
 KR1020140040570 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국전자통신연구원  
 대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)  
 (72) 발명자  
 안덕주  
 대전광역시 서구 대덕대로 415  
 조인귀  
 대전광역시 유성구 가정로 43, 삼성한올아파트  
 109-904  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 16 항

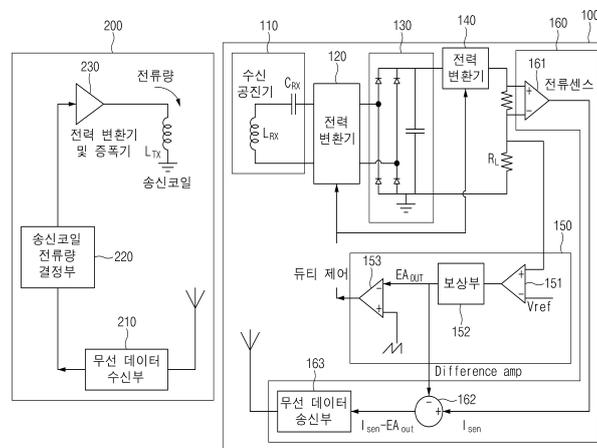
심사관 : 박형준

(54) 발명의 명칭 무선전력 수신장치, 그를 포함하는 무선전력 전송 시스템 및 수신단의 유효부하저항 변환비율을 자동으로 제어하는 방법

**(57) 요약**

본 발명의 실시예에 따른 무선전력 수신장치는 무선전력 송신장치로부터 전력을 수신하는 무선전력 수신 장치에 있어서, 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치간의 거리 정보 또는 부하전류 정보 중 적어도 하나 이상을 이용하여 상기 무선전력 송신장치에 요구되는 송신코일의 전류량을 산출하여 듀티비율을 제어하는 듀티 제어부; 상기 듀티 비율에 맞게 유효부하저항을 변환하는 전력 변환기; 상기 산출된 무선전력 송신장치의 송신 코일 전류량의 제어를 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 무선데이터 송출부; 상기 송신코일 전류량의 제어를 요구하는 신호에 의해 조절된 송신 코일의 전류량에 따른 전력을 상기 무선전력 송신장치로부터 수신하는 수신 공진기를 포함하고, 상기 듀티 제어부는, 상기 수신한 상기 송신코일 전류량의 제어를 요구하는 신호에 의해 조절된 송신 코일의 전류량에 따른 전력에 반응하여 상기 전력변환기의 듀티비율을 제어할 수 있다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*H03K 17/04123* (2013.01)

*H04B 5/0037* (2013.01)

*H02M 2001/0006* (2013.01)

(72) 발명자

**김성민**

대전광역시 유성구 은구비남로 34

**문정익**

대전광역시 유성구 배울1로 134-664, 대덕테크노밸리1단지아파트 105-401

**전상봉**

대전광역시 유성구 교촌대정로 99

**김병찬**

대전광역시 유성구 상대남로 26, 트리폴시티아파트 903-501

**윤재훈**

대전광역시 유성구 지족로 343, 반석마을 계룡아파트 206-402

**장동원**

대전광역시 유성구 배울2로 3, 대덕테크노밸리8단지아파트 803-101

**최형도**

대전광역시 유성구 가정로 43, 삼성한울아파트 106-1002

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

무선전력 송신장치로부터 전력을 수신하는 무선전력 수신 장치에 있어서,

상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치간의 거리 정보인 거리 변화 및 상기 무선전력 수신장치의 부하저항 정보인 부하저항 변화 중 적어도 하나 이상을 이용하여 상기 무선전력 송신장치에 요구되는 송신코일의 전류량을 산출하여 상기 부하저항에 대한 유효부하저항을 변환하는 듀티비율을 제어하고, 상기 듀티 비율을 이용하여 상기 거리 변화를 판단하는 듀티 제어부;

상기 듀티 비율에 맞게 상기 유효부하저항을 변환하는 전력 변환기;

상기 산출된 무선전력 송신장치의 송신코일 전류량의 제어를 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 무선데이터 송출부;

상기 송신코일 전류량의 제어를 요구하는 신호에 의해 조절된 송신 코일의 전류량에 따른 전력을 상기 무선전력 송신장치로부터 수신하는 수신 공진기

를 포함하고,

상기 듀티 제어부는, 상기 수신한 상기 송신코일 전류량의 제어를 요구하는 신호에 의해 조절된 송신 코일의 전류량에 따른 전력에 반응하여 상기 전력변환기의 듀티비율을 제어하는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신 장치.

**청구항 2**

청구항 1에 있어서,

상기 수신공진기로부터 출력된 전류를 정류하여 출력하는 정류기

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

**청구항 3**

청구항 2에 있어서,

상기 전력변환기는,

상기 수신공진기와 상기 정류기 사이에 위치하는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

**청구항 4**

청구항 2에 있어서,

상기 전력변환기는,

상기 정류기의 출력단에 위치하는 것을 특징을 하는 무선전력 수신장치.

**청구항 5**

청구항 1에 있어서,

상기 무선 데이터 송출부는,

상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리가 멀어지면, 상기 송신 코일 전류량을 증가시키도록 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

**청구항 6**

청구항 5에 있어서

상기 듀티 제어부는,

상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리가 멀어지면, 상기 전력변환기가 유효 부하저항을 작아지게 변환하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

**청구항 7**

청구항 1에 있어서,

상기 무선 데이터 송출부는,

상기 무선전력 수신장치의 부하저항이 커지는 경우, 상기 송신 코일 전류량을 감소시키도록 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

**청구항 8**

청구항 7에 있어서,

상기 듀티 제어부는,

상기 무선전력 수신장치의 부하저항이 커지는 경우,

상기 전력변환기가 유효부하저항을 작아지게 변환하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

**청구항 9**

청구항 1에 있어서,

상기 듀티 제어부는,

상기 전력변환기의 듀티비를 이용하여 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리 변화를 판단하는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

**청구항 10**

청구항 1에 있어서,

상기 무선 데이터 송출부는,

상기 송신 코일의 전류량 제어를 위한 신호를 상기 무선전력 송신장치로 송신할 때, 상기 전력변환기의 듀티 비율을 미리정한 기준보다 낮은 주파수 대역에서 주기적으로 변조하여 송신하는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

**청구항 11**

송신코일 전류량에 따른 전력을 송출하는 무선전력 송신 장치; 및

상기 무선전력 송신 장치로부터 송출된 전력을 수신하는 무선전력 수신장치를 포함하고,

상기 무선전력 수신장치는,

상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리 변화 또는 상기 무선전력 수신장치의 부하저항 변화에 따라 상기 무선전력 송신장치의 송신 코일 전류량을 제어하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하면,

상기 무선전력 송신 장치가,

상기 송신 코일 전류량을 제어하는 신호에 따라 상기 송신코일 전류량을 조절하여 전력을 송출하고,

상기 무선전력 수신장치는,

상기 조절된 송신코일 전류량에 대응하여 상기 부하저항에 대한 유효부하저항을 변환하는 전력변환기의 듀티비를 조절하고, 상기 듀티비율을 이용하여 상기 거리 변화를 판단하는 것을 특징으로 하는 무선 전력 전송 시스템.

**청구항 12**

수신 공진기, 전력변환기를 포함하는 무선전력 수신장치가 무선전력 송신장치로부터 전력을 수신하는 방법에 있어서,

상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리 변화 또는 상기 무선전력 수신장치의 부하저항 변화에 따라 상기 무선전력 송신장치의 송신 코일 전류량을 제어하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 단계;

상기 무선전력 송신장치로부터 송신코일 전류량이 조절되어 출력된 전력을 수신하는 단계;

상기 수신된 전력에 대응하여 상기 부하저항에 대한 유효부하저항을 변환하는 전력변환기의 유효부하저항 변환 비율을 조절하는 단계; 및

상기 유효부하저항 변환 비율에 따라 유효부하저항을 변환하는 단계

를 포함하는 수신단의 유효부하저항 변환비율을 자동으로 제어하는 방법.

### 청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 무선전력 송신장치로 전송하는 단계는,

상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리가 멀어지면, 상기 송신 코일 전류량을 증가시키도록 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 것을 특징으로 하는 수신단의 유효부하저항 변환비율을 자동으로 제어하는 방법.

### 청구항 14

청구항 12에 있어서,

상기 무선전력 송신장치로 전송하는 단계는,

상기 무선전력 수신장치의 부하저항이 커지는 경우, 상기 송신 코일 전류량을 감소시키도록 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 것을 특징으로 하는 수신단의 유효부하저항 변환비율을 자동으로 제어하는 방법.

### 청구항 15

청구항 12에 있어서,

상기 수신된 전력에 대응하여 전력변환기의 유효부하저항 변환 비율을 조절하는 단계는,

상기 송신 코일 전류량이 감소된 경우, 상기 유효부하저항 변환 비율을 증가시키는 것을 특징으로 하는 수신단의 유효부하저항 변환비율을 자동으로 제어하는 방법.

### 청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 수신된 전력에 대응하여 전력변환기의 유효부하저항 변환 비율을 조절하는 단계는,

상기 송신 코일 전류량이 증가된 경우, 상기 유효부하저항 변환 비율을 감소시키는 것을 특징으로 하는 수신단의 유효부하저항 변환비율을 자동으로 제어하는 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 무선전력 수신장치, 그를 포함하는 무선전력 전송 시스템 및 수신단의 유효부하저항 변환비율을 자동으로 제어하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 무선으로 전력(또는 에너지)을 전송하는 기기에서 거리변화 및 부하변화에 따라 수신단의 부하저항을 조절하여 무선 전송 효율을 증대시키는 기술에 관한 것이다.

### 배경 기술

- [0002] 무선전력 전송 시스템은 크게 송신기 DC 파워 서플라이, 송신기 공진형 인버터, 송신공진기, 수신공진기, 정류 회로부, 전력변환기로 구성된다. 낮은 커플링과 작은 공진기의 제약 하에서도 높은 효율을 내기 위해서는 수신기의 부하 저항 값이 그에 맞게 최적화되어야 한다.
- [0003] 또한, 전송 효율뿐 아니라 수신기에서 요구하는 전력량 이상을 전달할 능력도 필요하다. 특히 송신기와 수신기 간 거리가 멀어지게 되면 수신기에 충분한 전력을 공급할 수 없게 된다. 거리뿐 아니라 로드 저항값도 전력전달량에 영향을 미친다. 결과적으로 수신기에 원하는 전력을 높은 효율로 전달하기 위해서는 부하 저항값을 적절하게 선택하여야 한다.
- [0004] 문제는 부하 저항값을 마음대로 바꾸기는 어렵다는 점이다. 부하 저항은 전력을 실제 소모하는 장치의 전력요구량에 의해 결정되는 것이지 시스템의 디자인 변수가 아니기 때문이다. 임피던스 변환 회로를 이용하면 수신공진기에서 바라보는 유효 로드 저항값을 변환할 수 있고 성능을 개선시킬 수 있다.
- [0005] 하지만 기존의 임피던스 변환 회로들은 임피던스 변환 비율을 마음대로 바꿀 수 없었고 고정된 변환비율을 가지고 있었다.
- [0006] 이것은 특정 거리, 혹은 특정 로딩 전류 상태(loading current condition) 하에서는 성능 최적화가 가능하지만, 거리가 변화하거나 로딩 전류(loading current)가 변화할 때는 다시 성능이 떨어지고 시스템이 불안정해 진다는 단점이 있었다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0007] (특허문헌 0001) 특허등록번호 KR 10-1390954호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0008] 본 발명의 실시예는 송신기와 수신기간의 거리, 수신기의 부하저항의 변화에 따라 수신단의 부하저항의 변환비율을 자동으로 조절할 수 있는 무선전력 수신장치, 그를 포함하는 무선전력 전송 시스템 및 수신단의 유효부하 저항 변환비율을 자동으로 제어하는 방법을 제공하고자 한다.
- [0009] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재들로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0010] 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 수신장치는 무선전력 송신장치로부터 전력을 수신하는 무선전력 수신 장치에 있어서, 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치간의 거리 정보 또는 부하전류 정보 중 적어도 하나 이상을 이용하여 상기 무선전력 송신장치에 요구되는 송신코일의 전류량을 산출하여 듀티비율을 제어하는 듀티 제어부; 상기 듀티 비율에 맞게 유효부하저항을 변환하는 전력 변환기; 상기 산출된 무선전력 송신장치의 송신 코일 전류량의 제어를 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 무선데이터 송출부; 상기 송신코일 전류량의 제어를 요구하는 신호에 의해 조절된 송신 코일의 전류량에 따른 전력을 상기 무선전력 송신장치로부터 수신하는 수신 공진기를 포함하고, 상기 듀티 제어부는, 상기 수신한 상기 송신코일 전류량의 제어를 요구하는 신호에 의해 조절된 송신 코일의 전류량에 따른 전력에 반응하여 상기 전력변환기의 듀티비율을 제어할 수 있다.
- [0011] 또한, 본 발명은 상기 수신공진기로부터 출력된 전류를 정류하여 출력하는 정류 회로부를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 전력변환기는, 상기 수신공진기와 상기 정류기 사이에 위치할 수 있다.
- [0013] 상기 전력변환기는, 상기 정류기의 출력단에 위치할 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명은 상기 듀티제어부의 출력신호를 이용하여 상기 무선전력 송신장치의 송신코일 전류량의 제어를 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 무선데이터 송신부를 더 포함할 수 있다.

- [0015] 상기 무선 데이터 송출부는, 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리가 멀어지면, 상기 송신 코일 전류량을 증가시키도록 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송할 수 있다.
- [0016] 상기 듀티 제어부는, 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리가 멀어지면, 상기 전력변환기가 유효 부하저항을 작아지게 변환하도록 제어할 수 있다.
- [0017] 상기 무선 데이터 송출부는, 상기 무선전력 수신장치의 부하저항이 커지는 경우, 상기 송신 코일 전류량을 감소시키도록 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송할 수 있다.
- [0018] 상기 듀티 제어부는, 상기 무선전력 수신장치의 부하저항이 커지는 경우, 상기 전력변환기가 유효부하저항을 작아지게 변환하도록 제어할 수 있다.
- [0019] 상기 듀티 제어부는, 상기 전력변환기의 듀티비를 이용하여 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리 변화를 판단할 수 있다.
- [0020] 상기 무선 데이터 송출부는, 상기 송신 코일의 전류량 제어를 위한 신호를 상기 무선전력 송신장치로 송신할 때, 상기 전력변환기의 듀티 비율을 미리정한 기준보다 낮은 주파수 대역에서 주기적으로 변조하여 송신할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템은 송신코일 전류량에 따른 전력을 송출하는 무선전력 송신장치; 및 상기 무선전력 송신 장치로부터 송출된 전력을 수신하는 무선전력 수신장치를 포함하고, 상기 무선전력 수신장치는, 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리 변화 또는 부하저항 변화에 따라 상기 무선전력 송신장치의 송신 코일 전류량을 제어하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하면, 상기 무선전력 송신 장치가, 상기 송신 코일 전류량을 제어하는 신호에 따라 상기 송신코일 전류량을 조절하여 전력을 송출하고, 상기 무선전력 수신장치는, 상기 조절된 송신코일 전류량에 대응하여 전력변환기의 듀티비율을 조절할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 실시예에 따른 수신단의 유효 부하저항 변환비율을 자동으로 제어하는 방법은수신 공진기, 전력변환기를 포함하는 무선전력 수신장치가 무선전력 송신장치로부터 전력을 수신하는 방법에 있어서, 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리 변화 또는 부하저항 변화에 따라 상기 무선전력 송신장치의 송신 코일 전류량을 제어하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 단계; 상기 무선전력 송신장치로부터 송신 코일 전류량이 조절되어 출력된 전력을 수신하는 단계; 상기 수신된 전력에 대응하여 전력변환기의 유효부하저항 변환 비율을 조절하는 단계; 및 상기 유효부하저항 변환 비율에 따라 유효부하저항을 변환하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 단계는, 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 간의 거리가 멀어지면, 상기 송신 코일 전류량을 증가시키도록 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송할 수 있다.
- [0024] 상기 무선전력 송신장치로 전송하는 단계는, 상기 무선전력 수신장치의 부하저항이 커지는 경우, 상기 송신 코일 전류량을 감소시키도록 요구하는 신호를 상기 무선전력 송신장치로 전송할 수 있다.
- [0025] 상기 수신된 전력에 대응하여 전력변환기의 유효부하저항 변환 비율을 조절하는 단계는, 상기 송신 코일 전류량이 감소된 경우, 상기 유효부하저항 변환 비율을 증가시킬 수 있다.
- [0026] 상기 수신된 전력에 대응하여 전력변환기의 유효부하저항 변환 비율을 조절하는 단계는, 상기 송신 코일 전류량이 증가된 경우, 상기 유효부하저항 변환 비율을 감소시킬 수 있다.

**발명의 효과**

- [0027] 본 기술은 무선전력 수신장치와 무선전력 송신장치 간의 거리 변화 또는/및 무선전력 수신장치의 부하저항 변화에 따라 수신기의 유효부하저항 변환 비율을 자동으로 조절함으로써 최적의 부하 저항 조건을 제공하여 무선 전송 효율을 극대화할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0028] 도 1은 직렬 수신 공진기와 투영 저항의 상관관계를 나타내는 예시도이다.
- 도 2는 무선전력 수신장치의 부하전류의 변화에 따른 투영 저항의 크기를 나타내는 그래프이다.
- 도 3은 무선전력 송신장치와 무선전력 수신장치 간의 거리 변화에 따른 투영 저항의 크기를 나타내는 그래프이

다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 수신장치 내의 전력변환기의 위치를 나타내는 구성도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선전력 수신장치 내의 전력변환기의 위치를 나타내는 구성도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 부스트 전력변환기를 이용한 경우 듀티비에 따른 투영저항의 변화를 나타내는 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 부하전류와 거리변화에 따른 전력변환기의 최적 듀티의 예시를 나타내는 그래프이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 수신 장치의 전력변환기의 듀티비 및 전력 전송 효율을 나타내는 그래프이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템의 구성도이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신장치와 무선전력 수신장치 간의 거리가 멀어질 때의 파형을 나타내는 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 부하전류가 작아질때의 파형을 나타내는 도면이다.

도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템의 구성도이다.

도 13은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템에서 부하전류 변화 시 전력변환기의 유효부하저항 변환 비율을 제어하는 방법을 설명하기 위한 구성도이다.

도 14는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템에서 거리 변화 시 전력변환기의 유효부하저항 변환비율을 제어하는 방법을 설명하기 위한 구성도이다.

도 15는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템에서 자동 조절 방식으로 얻은 듀티비율과 수동 조절에 의해 얻어진 듀티 비율을 비교하는 그래프이다.

도 16은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템에서 유효부하저항변조를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우의 전송 효율 비교 그래프이다.

도 17은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 방법을 나타내는 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0029] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0030] 본 발명의 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 또한, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0031] 이하, 도 1 내지 도 17을 참조하여, 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하기로 한다.

[0032] 투영 저항(reflected resistance)은 무선전력 송신장치로 투영되어 보이는 저항으로서 투영 저항이 높을수록 무선 전력 전송 시스템의 전송 효율이 증대된다.

[0033] 도 1은 직렬 수신 공진기와 투영 저항의 상관관계를 나타내는 예시도로서, 무선전력전송 시스템에서 무선전력 수신장치가 무선전력 송신장치의 송신 코일로부터 전력을 공급 받을 때의 등가모형을 도시한다.

[0034] 도 1에 도시된 바와 같이, 투영 저항(Rref1)에서 소모되는 전력은 무선전력 수신장치로 전달되는 전력의 크기와

동일하고, 투영 저항(Rref1)은 거리의 변화(k)와 실제 부하저항 변화(RRX)에 의해 결정된다.

[0035] 즉, 거리의 변화(k) 및 실제 부하저항 변화(RRX)에 의해 투영 저항(Rref1)이 작아지면, 무선전력 송신장치에서 무선전력 수신장치로의 전송 효율이 낮아진다. 도 2는 무선전력 수신장치의 부하저항(부하전류)의 변화에 따른 투영 저항의 크기를 나타내는 그래프이고, 도 3은 무선전력 송신장치와 무선전력 수신장치 간의 거리 변화에 따른 투영 저항의 크기를 나타내는 그래프이다.

[0036] 도 2를 참조하면, 부하저항이 작을수록 투영 저항이 커짐을 알 수 있다. 도 3을 참조하면 거리의 변화가 클수록 투영 저항이 작아짐을 알 수 있다. 투영 저항이 클수록 전송효율이 높아지므로 본 발명에서는 투영 저항이 높아지는 방향으로 수신장치의 부하저항 변환 비율을 제어한다.

[0037] 이에, 무선전력 수신장치에 전력변환기(power converter)를 구비하여, 실제부하저항(RL)을 유효부하저항(REFF)으로 변환한다. 이때, 전력변환기의 듀티비율(duty cycle)을 D라고 할 때 컨버터 출력단의 실제부하저항(RL)은 아래 수학적 식 1, 2, 3에 따라 각각 유효부하저항(REFF)으로 변환된다.

[0038] 상기 수학적 식 1, 2, 3 과 같이, 전력변환기는 자신의 듀티비율을 조절하여 유효부하저항의 변환 비율을 조절한다.

**수학적 식 1**

$$R_{EFF} = (1/D)^2 R_L$$

**수학적 식 2**

$$R_{EFF} = (1-D)^2 R_L$$

**수학적 식 3**

$$R_{EFF} = \left( \frac{1-D}{D} \right)^2 R_L$$

[0042] 수학적 식 1은 벡 변환기(buck converter)의 유효부하저항 변환 비율을 구하는 식이고, 수학적 식 2는 부스트 변환기(boost converter)의 유효부하저항 변환 비율을 구하는 식이고, 수학적 식 3은 벡-부스트 변환기(buck-boost converter)의 유효부하저항 변환 비율을 구하는 식이다.

[0043] 이와 같이, 전력 변환기는 벡, 부스트, 벡-부스트 등 다양한 종류가 있고, 상술한 예시외에 다른 전력변환기를 사용할 수도 있다.

[0044] 전력변환기를 무선전력 수신장치에 삽입하는 방식은 여러가지 방식이 존재한다. 도 4와 같이, 부스트 전력변환기(112)가 수신공진기(111)와 정류기(113) 사이에 구비될 수 있다. 또한, 도 5와 같 전력변환기(122)를 정류기(123) 뒷단에 구비할 수도 있다. 도 4 및 도 5를 참조하면 실제부하저항(RL)과 유효부하저항(Reff)의 위치를 알 수 있다.

[0045] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 부스트 전력변환기를 이용한 경우 듀티비에 따른 투영저항의 변화를 나타내는 그래프이다.

[0046] 도 6을 참조하면, 무선전력 수신장치에 부스트 타입의 전력변환기를 구비한 경우, 듀티비를 조절함으로써 유효 부하저항을 변조시키고 투영 저항을 증가시킬 수 있다. 도 2 및 도 3의 그래프 A, C는 전력변환기를 이용하여

실제부하저항을 유효부하저항(Reff)로 변환한 경우의 투영저항의 변화를 나타내는 것으로 변조 전의 그래프 B, D에 비해 투영 저항이 크게 증가했음을 알 수 있다.

[0047] 최대 효율을 얻기 위한 유효부하저항(Reff)을 최적 유효 부하저항(REFF,opt)이라 할 때, 최적유효부하저항을 산출하는 식은 아래 수학적 4와 같다.

수학적 4

$$R_{EFF,OPT} = R_{P2} \sqrt{1 + \frac{\omega^2 k^2 L_{TX} L_{RX}}{R_{P1} R_{P2}}}$$

[0048]

[0049] 상기 수학적 4에 개시된 바와 같이 최적유효부하저항(REFF,opt)은 무선전력 송신장치와 무선전력 수신장치 간의 거리변화에 따른 커플링(k)의 변화에 따라 변화한다. 또한 실제부하저항(RL)이 변화하면 유효부하저항(Reff)은 변화하지만 최적유효부하저항(Reff,opt)은 변화하지 않고 그대로 유지된다. 따라서 결합계수 또는 실제부하저항의 변동 시 전력변환기를 이용하여 유효부하저항(Reff)을 최적유효부하저항(Reff,opt)으로 변환해 주어야 한다.

[0050] Boost 타입 전력변환기를 사용한 도 4의 경우, 부하전류가 작아져서 실제부하저항(RL)이 커지면 수학적 2에 의하여 듀티비율 D를 크게 하여야 한다. 그러면 유효부하저항(Reff)을 작게 유지할 수 있다.

[0051] 무선전력 송신장치와 무선전력 수신장치 간의 거리가 멀어져서 커플링(k)이 감소하면 듀티비율 D를 크게 한다. 결합(k)이 감소하면 수학적 4의 최적유효부하저항이 감소한다. 따라서 수학적 2에 의해 듀티비율 D를 크게 하여 유효부하저항(Reff)을 작게 만든다.

[0052] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 부하전류와 거리변화에 따른 전력변환기의 최적 듀티의 예시를 나타내는 그래프이다.

[0053] 이때, 전력변환기의 듀티 D는 무선전력 송신 장치의 송신 코일의 전류량의 조절을 통해 조절된다. 그러나 송신 코일의 전류량이 변화하더라도 무선전력 수신장치에서 수신하는 전력량은 전력변환기에 의해 일정하게 유지되며, 일정하게 유지시키기 위해 송신코일의 전류량에 따라 수신 전력변환기의 듀티 D가 달라지게 된다.

[0054] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 수신 장치의 전력변환기의 듀티비 및 전력 전송 효율을 나타내는 그래프이다. 즉, 도 8은 송신코일의 전류량에 비례하는 전력변환기 듀티비와 전력전송 효율을 나타낸다.

[0055] 이러한 최적 듀티(D<sub>opt</sub>)를 자동으로 찾아가기 위해 제안하는 기술은 다음과 같다.

[0056] 동일한 부하전류 조건 하에서 거리가 멀어져서 커플링(k)가 작아질 때는 수신기 내부의 피드백 경로에 의해 전력변환기의 듀티 D가 자동으로 커지게 된다. 문제는 최적유효부하저항(Reff,opt)은  $R_{eff,opt} = R_{P2} k \sqrt{Q_{TX} Q_{RX}}$ 으로서 k에 비례해서 작아지지만,  $R_{reflected} = k^2 wL_{TX}(wL_{RX}/Reff)$ 는 일정하게 유지되어야 하므로, 유효부하저항(Reff)은 k의 제곱에 비례해서 작아져야 한다.

[0057] 즉 k가 1/3으로 변화할 때, 유효부하저항(Reff)은 1/9 배로 작아져야 한다. 즉 최적유효부하저항(Reff,opt)은 1/3으로 변하지만 유효부하저항(Reff)은 1/9로 유효부하저항(Reff)이 더욱 급격히 변한다는 것이다. 이를 해결하기 위하여 송신기의 송신코일 전류를 증가시킨다. 그러면 유효부하저항(Reff)이 작아지는 비율을 최적유효부하저항(Reff,opt)가 작아지는 비율과 비슷하게 맞출 수 있다. 이러한 방법으로 결합계수 k의 변화 시 최적 듀티를 찾아갈 수 있다.

[0058] 동일한 거리 조건 하에서 부하전류가 작아질 때는 듀티 D를 크게 하여 유효부하저항(Reff)을 낮추어야 한다. 이를 위해서는 송신기 송신코일의 전류를 줄여주면 자동으로 수신기의 듀티 D가 커진다.

[0059] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템의 구성도이다.

[0060] 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템은 무선전력 수신장치(100)와 무선전

력 송신장치(200)를 포함한다.

- [0061] 무선전력 수신장치(100)는 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(100) 간의 거리변화 또는 부하저항 변화에 따라 무선전력 송신장치(200)의 송신코일의 전류량을 제어하기 위한 신호를 무선전력 송신장치(200)로 송출한다. 이를 위해, 무선전력 수신장치(100)는 수신공진기(110), 전력변환기(120), 정류기(130), 전력변환기(140), 듀티제어부(150), 무선데이터 송출부(160)를 포함한다.
- [0062] 수신공진기(110)는 무선전력 송신장치(200)로부터 전력을 수신한다. 이때 수신 공진기(110)는 수신코일 LRX 및 캐패시터 CRX를 구비한다.
- [0063] 전력변환기(120)는 듀티제어부(150)로부터 출력된 듀티비에 따라 유효부하저항을 변환한다.
- [0064] 정류기(130)는 전력변환기(120)로부터 출력된 전류를 정류한다. 이때, 정류기(130)는 복수개의 다이오드를 구비한다.
- [0065] 전력변환기(140)는 듀티제어부(150)로부터 출력된 듀티비에 따라 유효부하저항을 변환한다.
- [0066] 듀티제어부(150)는 전력변환기(140)와 부하저항 RL로부터 출력되는 신호를 이용하여 전력변환기(120, 140)의 듀티비를 제어하는 신호를 출력한다. 즉, 듀티제어부(150)는 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(100) 간의 거리 변화 또는 부하저항 변화에 따라 전력변환기(120, 140)의 듀티비를 제어한다.
- [0067] 듀티제어부(150)는 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(100) 간의 거리가 멀어지는 경우 무선전력 송신장치(200)의 송신코일의 전류량을 증가시키도록 제어신호를 출력하고 전력변환기(120, 140)가 유효부하저항이 작아지게 변환하도록 듀티비를 조절한다. 반면에, 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(100) 간의 거리가 가까워지는 경우 무선전력 송신장치(200)의 송신코일의 전류량을 감소시키도록 제어신호를 출력하고 전력변환기(120, 140)가 유효부하저항이 커지게 변환하도록 듀티비를 조절한다.
- [0068] 또한, 듀티제어부(150)는 부하저항이 커지는 경우 무선전력 송신장치(200)의 송신코일의 전류량을 감소시키도록 제어신호를 출력하고 전력변환기(120, 140)가 유효부하저항이 작아지게 변환하도록 듀티비를 조절한다. 한편, 듀티제어부(150)는 부하저항이 작아지는 경우 무선전력 송신장치(200)의 송신코일의 전류량을 증가시키도록 제어신호를 출력하고 전력변환기(120, 140)가 유효부하저항이 커지게 변환하도록 듀티비를 조절한다.
- [0069] 듀티 제어부(150)는 전력변환기(120, 140)의 듀티비를 이용하여 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(100) 간의 거리 변화를 판단할 수 있다.
- [0070] 무선데이터 송출부(160)는 듀티제어부(150)의 출력신호와 저전력변환기(140)의 출력신호를 이용하여, 송신코일 LTX의 전류량 제어를 요구하는 신호를 무선전력 송신장치(200)로 전송한다. 이를 위해, 무선 데이터 송출부(160)는 비교증폭부(161), 비교부(162), 무선데이터 송신부(163)를 구비한다.
- [0071] 비교증폭부(161)는 전력변환기(140)의 출력신호와 부하저항 RL의 출력신호를 비교 증폭하여 출력한다. 비교부(162)는 듀티제어부(150)의 출력신호와 비교증폭부(161)의 출력신호를 비교한다.
- [0072] 무선데이터 송신부(163)는 비교부(162)의 출력신호를 이용하여, 송신코일 LTX의 전류량 제어를 요구하는 신호를 무선전력 송신장치(200)로 전송한다.
- [0073] 무선전력 송신장치(200)는 무선전력 수신장치(100)로부터 송신 코일 전류량 제어를 위한 신호를 수신하면 송신 코일 전류량 제어를 위한 신호에 따라 송신 코일 전류량을 제어하여 전력을 무선전력 수신장치(200)로 송신한다. 이를 위해, 무선전력 송신장치(200)는 무선 데이터 수신부(210), 송신코일 전류량 결정부(220), 전력변환기(230), 송신코일 LTX를 포함한다.
- [0074] 무선 데이터 수신부(210)는 무선전력 수신장치(100)로부터 송신 코일 전류량 제어를 위한 신호를 수신한다.
- [0075] 송신코일 전류량 결정부(220)는 무선전력 수신장치(100)로부터 수신한 송신 코일 전류량 제어를 위한 신호를 이용하여 송신 코일 전류량을 결정한다.
- [0076] 전력변환기(230)는 결정된 송신 코일 전류량에 따라 전력을 출력한다.
- [0077] 이하, 도 17을 참조하여 도 9의 무선 전력 전송 시스템의 동작을 구체적으로 설명하면 아래와 같다.
- [0078] 먼저, 무선전력 수신장치(100)는 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(100) 간의 거리정보와 부하전류 정보를 이용하여 요구되는 송신코일의 전류량을 산출하여(S101) 송신코일의 전류량을 제어하기 위한 신호를 무

선전력 송신장치(200)로 전송한다(S102). 이때, 요구되는 송신 코일 전류량은 무선전력 수신장치(100)의 전력변환기가 실제부하저항을 최적유효부하저항으로 변화시킬 수 있도록 계산된다.

- [0079] 이에, 무선전력 송신장치(200)는 수신한 코일 전류량 제어를 위한 신호에 따라 송신 코일의 전류를 조절하고(S103), 조절된 송신코일의 전류량에 따라 전력을 무선전력 수신장치(100)로 송출한다(S104). 이를 통해, 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(100) 간의 거리 및 무선전력 수신장치(100)의 부하전류가 변동하더라도, 무선전력 수신장치(100)의 전력변환기에 의해 변환된 유효 부하저항은 최대 전력전송 효율을 낼 수 있는 최적유효부하저항에 가깝게 유지된다.
- [0080] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신장치와 무선전력 수신장치 간의 거리가 멀어질 때의 파형을 나타내는 도면이고, 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 부하전류가 작아질 때의 파형을 나타내는 도면이다.
- [0081] 도 9 및 도 10을 참조하면, 전력변환기(120, 140)로의 듀티 비율은 부하저항 RL의 dc 출력전압이 기준전압(Vref)과 같아지도록 정해진다. 이것은 dc 출력전압이 레귤레이션 되도록 하는 빠른 피드백이다.
- [0082] 이 때 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(100) 간의 거리가 멀어져 커플링(k)가 작아지면 듀티비율을 높이기 위해 보상부(152)의 출력전압(EAout)이 낮아지고 비교부(162)의 출력전압(Isen-EAout)이 높아진다.
- [0083] 송신코일의 전류량을 결정하는 신호가 무선전력 송신장치(200)로 전송되면, 무선 전력송신장치(200)는 송신코일 전류량을 높인다. 이에 반응하여 듀티 제어부(150)는 전력변환기(120, 140)의 듀티비율을 높이는 정도를 약간 낮추고 출력전압(EAout)이 약간 상승하게 되는 네거티브 피드백(negative feedback) 상태를 유지한다. 따라서 유효부하저항(Reff)의 급격한 변화를 막고 유효부하저항(Reff)이 최적유효부하저항(Reff,opt)에서 크게 벗어나는 것을 방지한다.
- [0084] 도 11을 참조하면, 부하전류가 작아진 경우(즉, 실제부하저항이 커지면) 비교증폭부(161)의 출력전압(Isen)이 낮아지고 비교부(162)의 출력전압(Isen-EAout) 또한 낮아진다. 이 데이터는 무선전력 송신장치(200)로 보내지고 무선전력 송신장치(200)는 송신코일 전류량을 낮춘다. 이에 반응하여 무선전력 수신장치(100)의 전력변환기(120, 140)는 듀티비율을 높인다. 따라서 유효부하저항을 작게 유지 가능하다.
- [0085] 이와 같이 본 발명에서의 듀티 제어방법은 기존 기술처럼 동작점 스위핑(sweeping)을 통해 최적효율을 나타내는 지점을 일일이 확인하는 방식을 사용하지 않고, 아날로그 피드백(analog feedback)을 이용하여 응답속도를 빠르게 하였다. 이에 본 발명에서는 별도의 FPGA, 마이크로컨트롤러(microcontroller) 없이 아날로그 센싱 및 피드백(sensing and feedback)만으로 시스템을 작고 저비용으로 구현이 가능하다.
- [0086] 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템의 구성도이다. 즉 도 12는 별도의 RF 무선데이터 통신모듈을 사용하지 않고 전력변환기의 듀티비율을 매우 낮은 주파수(1~2 kHz)에서 변조하여 무선전력 송신장치(200)로 동일한 1~2 kHz의 데이터 펄스를 전송하는 후방원격측정(back telemetry) 통신하는 방법의 일 실시예이다.
- [0087] 이때, 1~2 kHz 마다 듀티비율을 0으로 강제한다. 따라서 1~2 kHz 마다 송신부의 서플라이 전류가 감소되고 이것을 감지하여 무선전력 수신장치(300)의 데이터를 무선전력 송신장치(400)에서 읽어낼 수 있다. 이것은 load-shift keying (LSK) 방법의 일종이지만 기존의 LSK 방법에 비해 장점이 있다. 기존의 LSK 회로는 dc 출력전압과 ground 사이에 저항과 스위치가 추가적으로 달려 있어서, 데이터를 보내기 위해 스위치가 켜지면 저항을 통해 dc 출력전력이 소모되어 낮은 전력전송 효율의 문제가 있다. 하지만 도 12에서 제안된 통신방법은 저항을 통한 추가적인 전력손실이 없고 무선통신을 위한 별도의 안테나와 통신모듈이 필요 없다는 장점이 있다.
- [0088] 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템에서 부하전류 변화 시 전력변환기의 유효부하저항 변환비율을 제어하는 방법을 설명하기 위한 구성도이다. 즉, 도 13은 거리변화에 대한 듀티비율 조절을 하지 않고 오직 부하전류 변동에 대해서만 듀티비율을 조절하는 간단화된 실시예이다. 이것은 거리의 변화가 심하지 않은 어플리케이션에서 오직 부하전류 변화에 대해서만 변환비율을 조절한다.
- [0089] 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템에서 거리 변화 시 전력변환기의 유효부하저항 변환비율을 제어하는 방법을 설명하기 위한 구성도이다. 즉, 도 14는 부하전류에 대한 듀티비율 조절을 하지 않고 오직 거리 변동에 대해서만 듀티비율을 조절하는 간단화단 실시예이다.
- [0090] 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템에서 자동 조절 방식으로 얻은 듀티비율과 수동 조절에 의해 얻어진 듀티 비율을 비교하는 그래프이다. 도 15를 참조하면 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시

템에서 자동 조절 방식으로 얻은 듀티비율과 수동 조절에 의해 얻어진 듀티 비율이 거의 유사함을 알 수 있다.

[0091] 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템에서 유효부하저항변조를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우의 전송 효율 비교 그래프이다. 도 16을 참조하면 유효부하저항 변환 제어기법을 사용한 경우의 전송효율이 이를 사용하지 않은 경우의 전송효율보다 높음을 알 수 있다.

[0092] 이와 같이 본 발명은 무선전력 수신장치와 무선전력 송신장치 간의 거리 변화 또는/및 무선전력 수신장치의 부하저항 변화에 따라 수신기의 유효부하저항 변환 비율을 자동으로 조절함으로써 최적의 부하 저항 조건을 제공하여 무선 전송 효율을 극대화할 수 있다.

[0093] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.

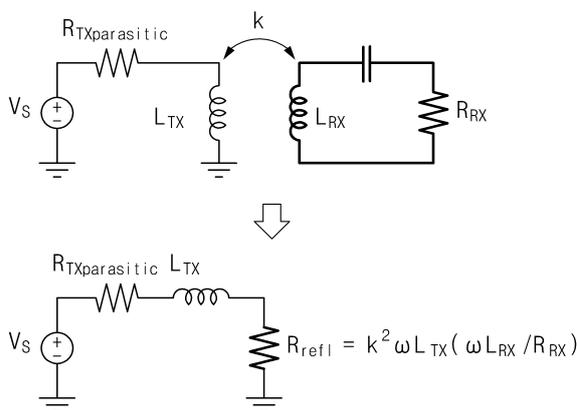
[0094] 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

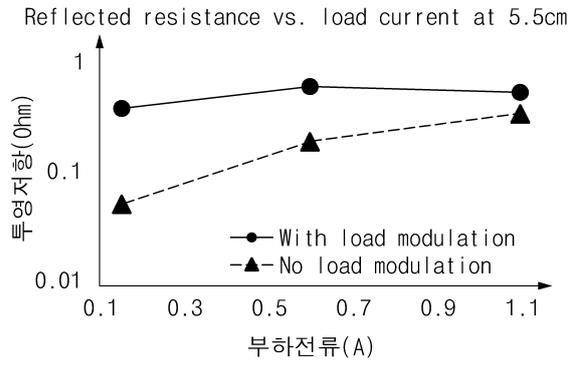
- [0095] 100, 300 : 무선전력 수신장치
- 200, 400 : 무선전력 송신 장치
- 110 : 수신공진기
- 120, 140 : 전력변환기
- 130 : 정류기
- 150: 듀티 제어부
- 160 : 무선 데이터 송출부

**도면**

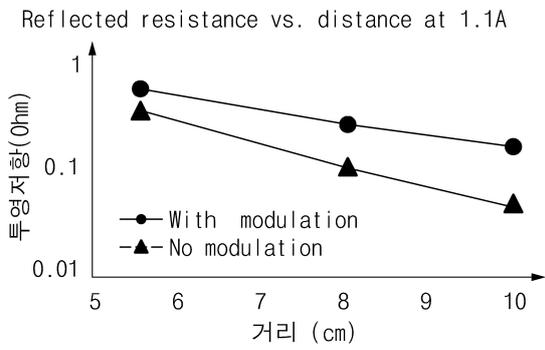
**도면1**



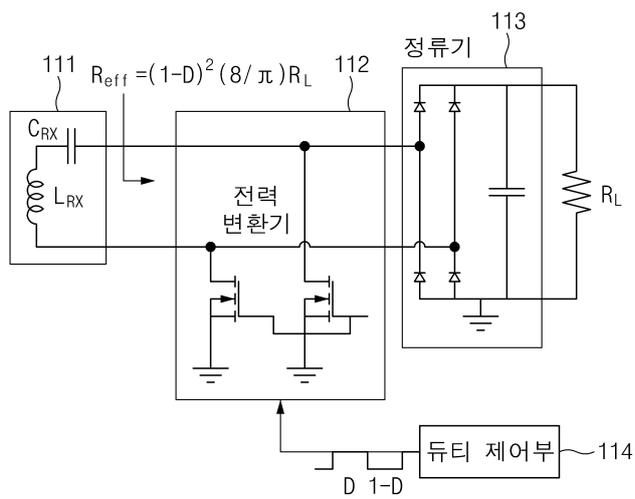
도면2



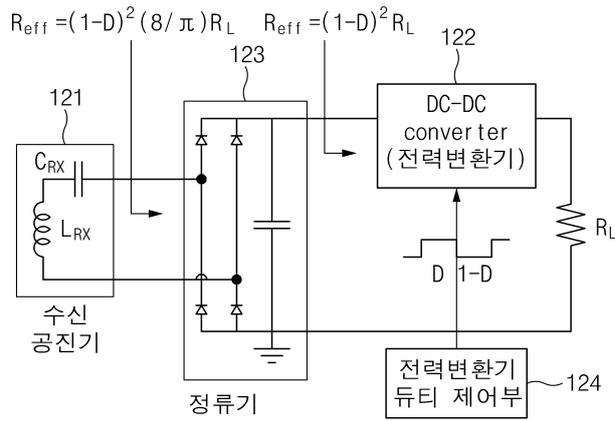
도면3



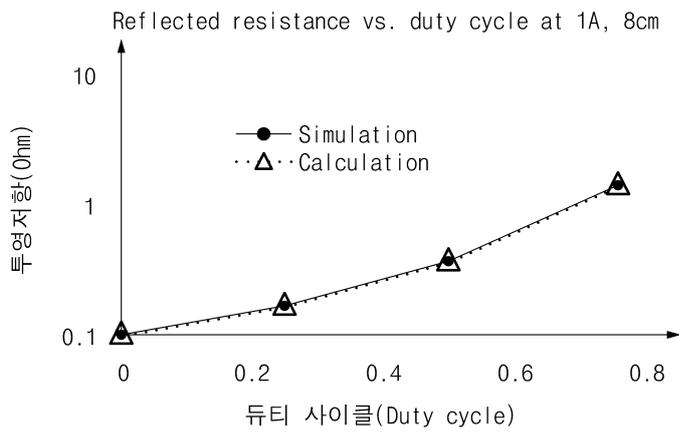
도면4



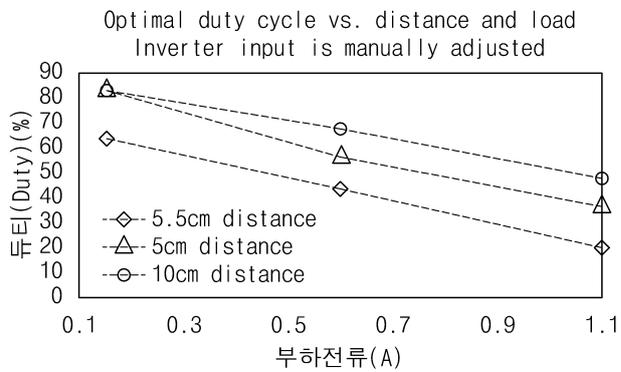
도면5



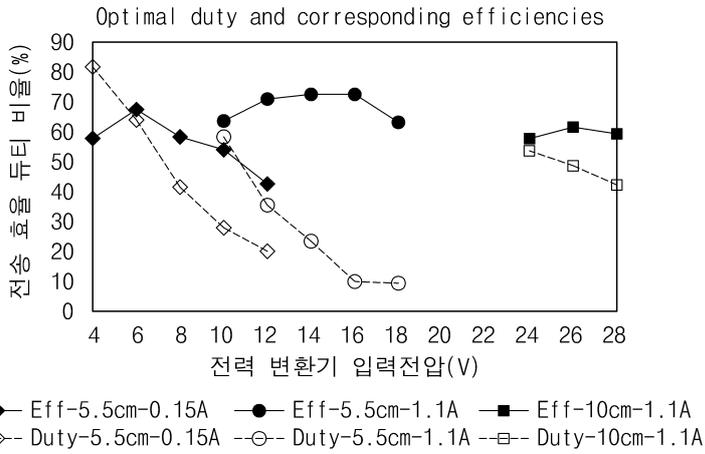
도면6



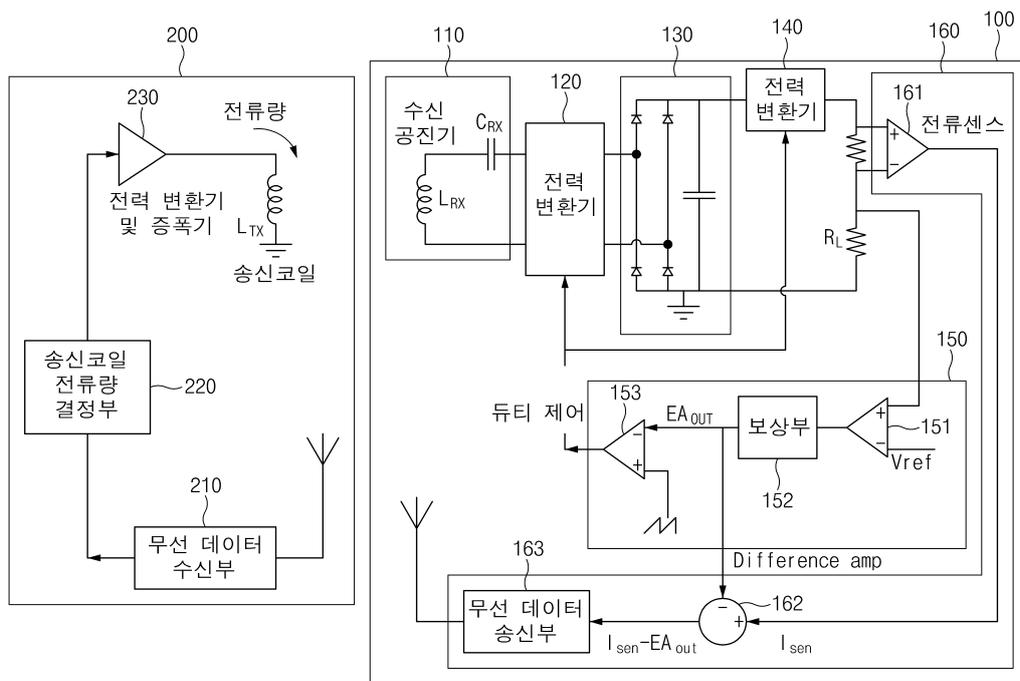
도면7



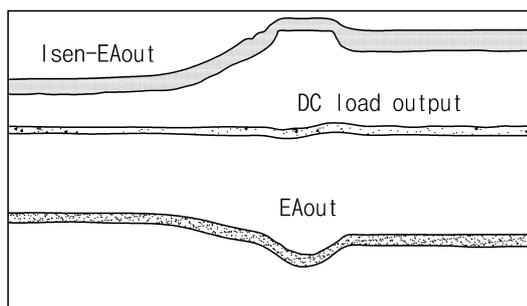
도면8



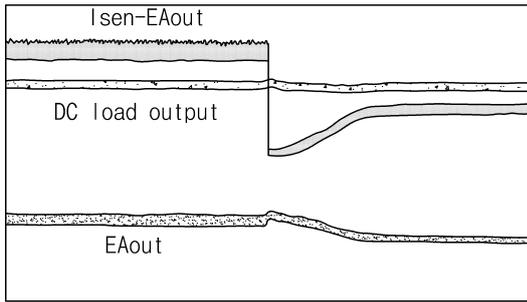
도면9



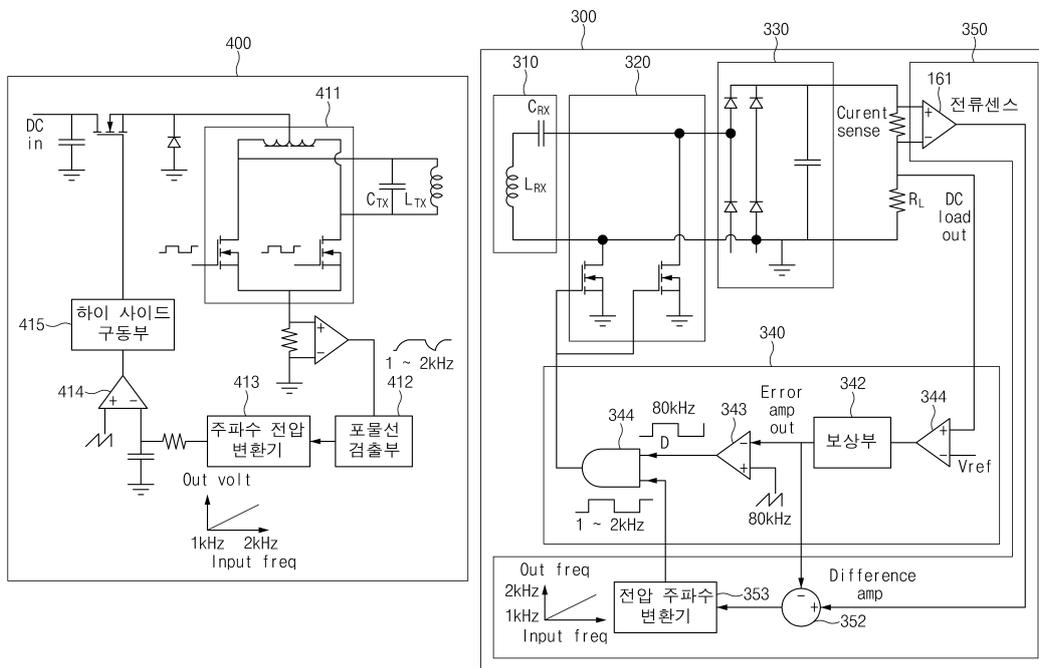
도면10



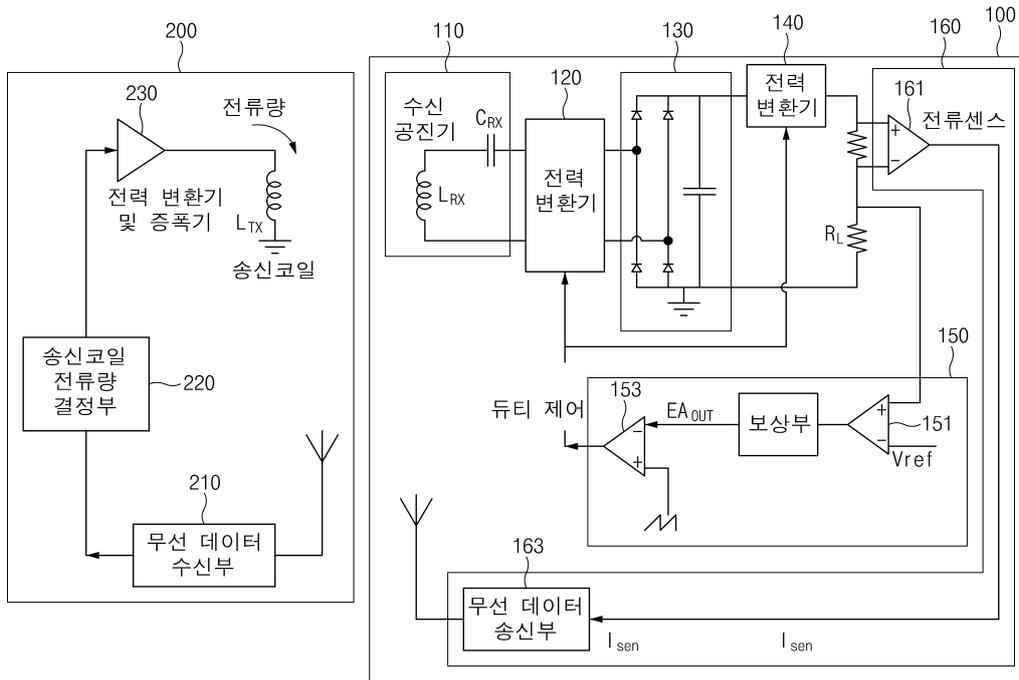
도면11



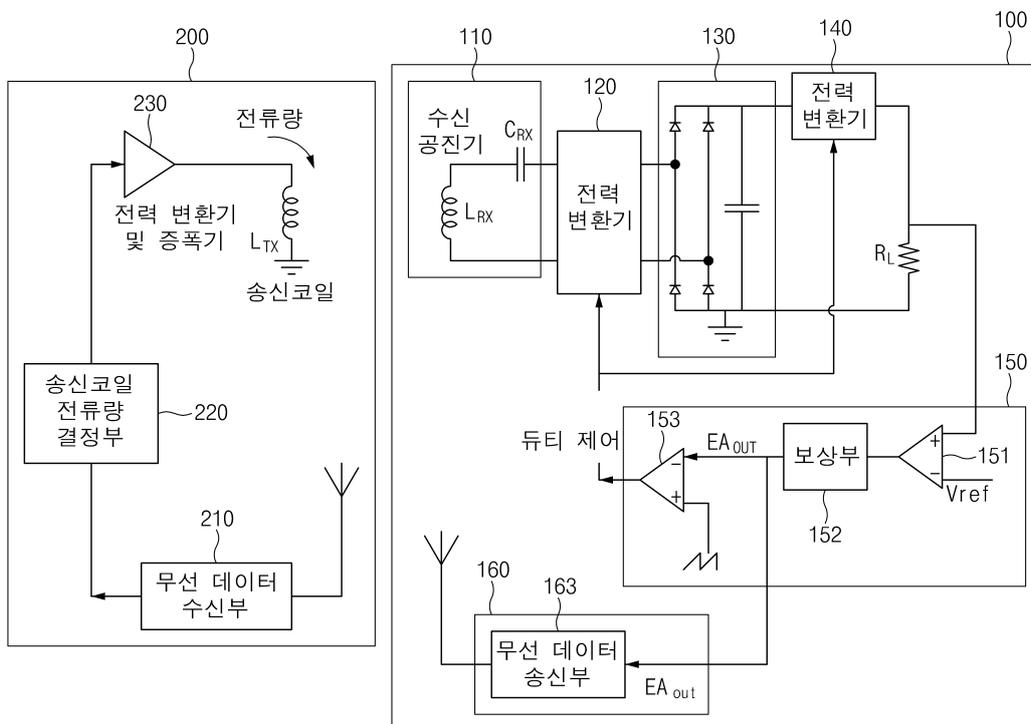
도면12



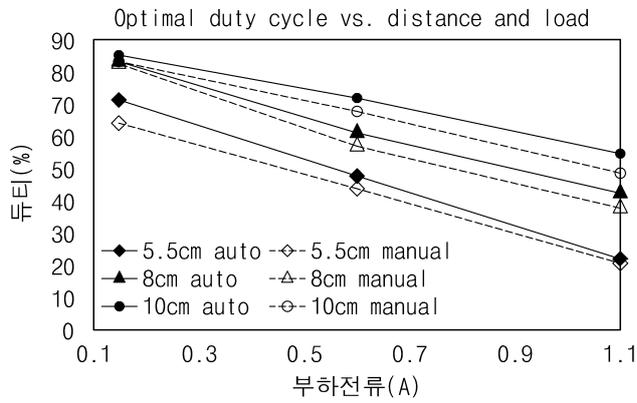
도면13



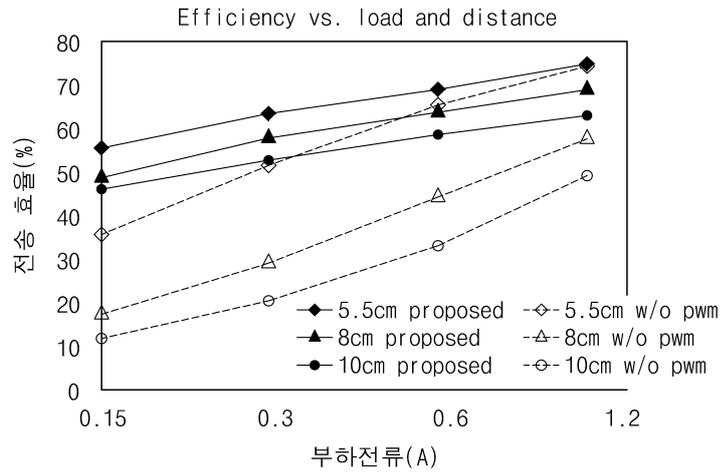
도면14



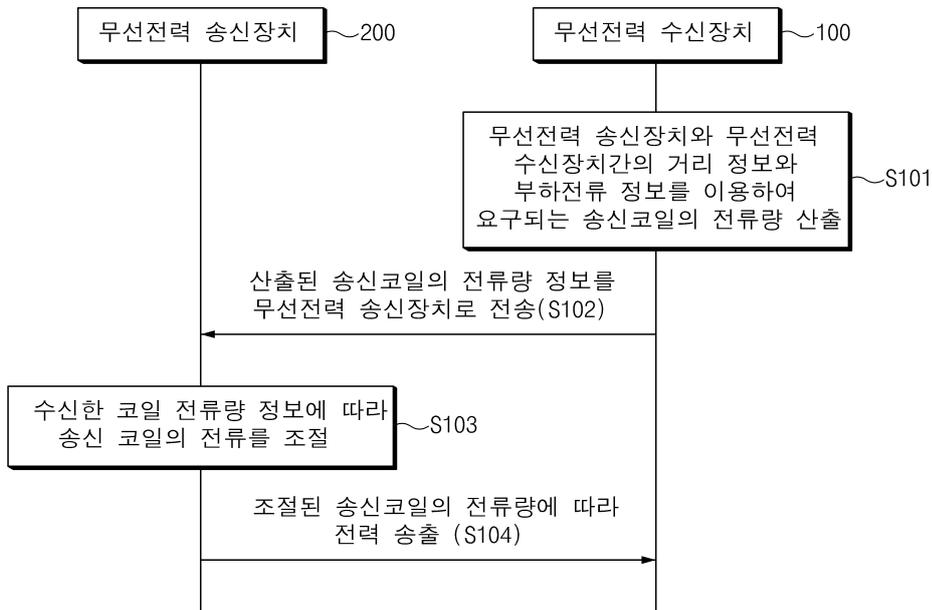
도면15



도면16



도면17



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 발명(고안)의 설명

【보정세부항목】 단락 [0010]

【변경전】

유효부하저항응근

【변경후】

유효부하저항을

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

PWM 듀티비

【변경후】

듀티비