



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년04월03일
(11) 등록번호 10-2517706
(24) 등록일자 2023년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/12 (2016.01) H02M 1/00 (2007.01)
H02M 7/219 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/12 (2016.02)
H02M 1/0003 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2021-0034694
(22) 출원일자 2021년03월17일
심사청구일자 2021년03월17일
(65) 공개번호 10-2022-0129850
(43) 공개일자 2022년09월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020180064238 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
전남대학교산학협력단
광주광역시 북구 용봉로 77 (용봉동)
(72) 발명자
김동희
광주광역시 북구 용봉로 77 공과대학 6호관 514호
(74) 대리인
특허법인비엘티

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 박형준

(54) 발명의 명칭 무선 전력 송수신 장치, 방법 및 프로그램

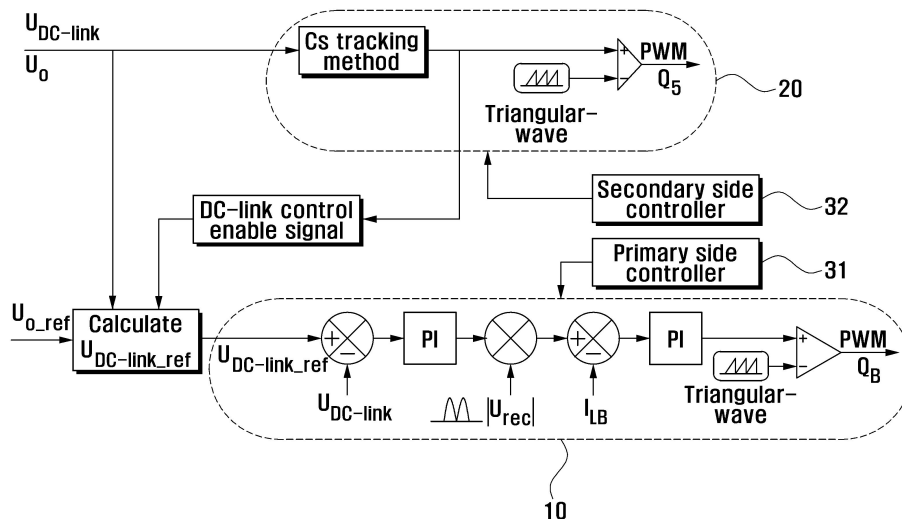
(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 무선 전력 송수신 장치는, 무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기를 포함한다.

상기 무선 전력 송신기는, 교류 형태로 공급되어 정류된 전력의 전압을 조정하는 전압 조정부; 상기 전압 조정부에서 출력된 조정 전압을 무선 전력 전송이 가능한 형태의 신호로 생성하여 상기 무선 전력 수신기에 송신하는 전력 송신부; 및 상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 조정 전압을 제어하는 송신측 제어부를 포함한다.

상기 무선 전력 수신기는, 상기 전력 송신부로부터 전력을 수신하는 전력 수신부; 및 상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하고, 상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 전력 수신부에 포함된 커패시터의 최적 전기 용량을 산출하는 수신측 제어부를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류
H02M 7/219 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
 KR1020150011273 A*
 KR1020180009175 A*
 KR1020110074761 A*
 KR1020160036986 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415167307
과제번호	2019381010001B
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지기술개발사업
연구과제명	(세부2) 시스템 자율제어 및 보호협조가 가능한 직류 수용가용 DC마이크로그리드 시
스텝 핵심 기기 기술 개발	
기여율	1/1
과제수행기관명	(주)에코스
연구기간	2020.02.01 ~ 2020.12.31
공지예외적용	: 있음

명세서

청구범위

청구항 1

무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기를 포함하는 무선 전력 송수신 장치에 있어서,
 상기 무선 전력 송신기는,
 교류 형태로 공급되어 정류된 전력의 전압을 조정하는 전압 조정부;
 상기 전압 조정부에서 출력된 조정 전압을 무선 전력 전송이 가능한 형태의 신호로 생성하여 상기 무선 전력 수신기에 송신하는 전력 송신부; 및
 상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 조정 전압을 제어하는 송신측 제어부를 포함하고,
 상기 무선 전력 수신기는,
 상기 전력 송신부로부터 전력을 수신하는 전력 수신부; 및
 상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하고, 상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 전력 수신부에 포함된 커패시터의 전기 용량을 산출하는 수신측 제어부를 포함하는,
 상기 전력 수신부는,
 상기 커패시터와 병렬 연결되는 추가 병렬 커패시터; 및
 상기 커패시터와 병렬 연결되고, 상기 수신측 제어부에 의해 온(On) 또는 오프(Off)되는 스위치를 포함하고,
 상기 수신측 제어부는,
 상기 스위치의 듀티 사이클(Duty cycle)을 조절하여 상기 최대 수신측 출력 전압을 산출하고,
 상기 듀티 사이클을 기 설정된 듀티 사이클 변동값만큼 1차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압을 기존 수신측 출력 전압으로 샘플링하고,
 상기 듀티 사이클을 상기 듀티 사이클 변동값만큼 2차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압과 상기 기존 수신측 출력 전압을 비교하며,
 상기 비교 결과가 기 설정된 기준 전압차 이하인 경우 상기 듀티 사이클 변동값이 감소된 상태의 수신측 출력 전압을 상기 최대 수신측 출력 전압으로 결정하고,
 상기 커패시터 및 상기 병렬 커패시터의 평균 조정 용량(Equivalent tuning capacitance)은,
 상기 커패시터의 전기 용량, 상기 병렬 커패시터의 전기 용량, PWM 신호가 ON 상태인 시간, PWM 신호가 OFF 상태인 시간, 총 시간에 의해 도출되는 것인,
 무선 전력 송수신 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 수신측 제어부는,

상기 비교 결과가 상기 기준 전압차보다 큰 경우, 상기 샘플링하는 과정 및 상기 비교하는 과정을 다시 수행하는 것인,

무선 전력 송수신 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 수신측 제어부가 상기 최대 수신측 출력 전압을 산출하는 과정은,

상기 조정 전압 및 작동 주파수가 기 설정된 설정 조정 전압 및 설정 작동 주파수로 설정된 상태에서 수행되는 것인,

무선 전력 송수신 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 송신측 제어부는,

상기 전압 조정부에 대한 최초 기준 조정 전압 및 상기 무선 전력 수신기에 대한 기준 수신측 출력 전압을 설정하고,

상기 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압의 비교결과에 기초하여 상기 전압 조정부에 대한 기준 조정 전압을 결정하는 것인,

무선 전력 송수신 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 송신측 제어부는,

상기 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압이 동일한 경우 상기 최초 기준 조정 전압을 상기 기준 조정 전압으로 설정하는 것인,

무선 전력 송수신 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 송신측 제어부는,

상기 수신측 출력 전압이 상기 기준 수신측 출력 전압보다 작은 경우 상기 최초 기준 조정 전압에 기 설정된 기준 조정 변동값을 추가하고,

상기 수신측 출력 전압이 상기 기준 수신측 출력 전압보다 큰 경우 상기 최초 기준 조정 전압에서 상기 기준 조정 변동값을 감소시키는 것인,

무선 전력 송수신 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 송신측 제어부는,

상기 기준 조정 전압과 상기 조정 전압의 차이에 기초한 피드백 제어(Feedback Control)를 수행하는 것인,

무선 전력 송수신 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 무선 전력 송신기는 교류 형태로 공급된 전력을 정류하여 상기 전압 조정부로 공급하는 정류부를 더 포함하고,

상기 송신측 제어부는,

상기 피드백 제어 결과 및 상기 정류부의 정류 출력 전압에 기초하여 상기 전압 조정부에 대한 기준 전류를 산출하고,

상기 기준 전류와 상기 전압 조정부의 전류의 차이에 기초한 피드백 제어(Feedback Control)를 수행하는 것인, 무선 전력 송수신 장치.

청구항 11

무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기에 의해 수행되는 방법으로서,

상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하는 단계;

상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 무선 전력 수신기에 포함된 커패시터의 전기 용량을 산출하는 단계;

상기 무선 전력 송신기에 포함되어 공급된 전력의 전압을 조절하는 PFC(power factor correction) 컨버터에 대한 최초 기준 조정 전압을 설정하는 단계;

상기 무선 전력 수신기에 대한 기준 수신측 출력 전압을 설정하는 단계; 및

상기 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압의 비교결과에 기초하여 상기 PFC 컨버터에 대한 기준 조정 전압을 결정하는 단계를 포함하고,

상기 무선 전력 수신기는,

전력 송신부로부터 전력을 수신하는 전력 수신부; 및

상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하고, 상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 전력 수신부에 포함된 커패시터의 전기 용량을 산출하는 수신측 제어부를 포함하고,

상기 전력 수신부는,

상기 커패시터와 병렬 연결되는 추가 병렬 커패시터; 및

상기 커패시터와 병렬 연결되고, 상기 수신측 제어부에 의해 온(On) 또는 오프(Off)되는 스위치를 포함하고,

상기 수신측 제어부는,

상기 스위치의 듀티 사이클(Duty cycle)을 조절하여 상기 최대 수신측 출력 전압을 산출하고,

상기 듀티 사이클을 기 설정된 듀티 사이클 변동값만큼 1차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압을 기준 수신측 출력 전압으로 샘플링하고,

상기 듀티 사이클을 상기 듀티 사이클 변동값만큼 2차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압을 비교하며,

상기 비교 결과가 기 설정된 기준 전압차 이하인 경우 상기 듀티 사이클 변동값이 감소된 상태의 수신측 출력 전압을 상기 최대 수신측 출력 전압으로 결정하고,

상기 커패시터 및 상기 병렬 커패시터의 평균 조정 용량(Equivalent tuning capacitance)은,

상기 커패시터의 전기 용량, 상기 병렬 커패시터의 전기 용량, PWM 신호가 ON 상태인 시간, PWM 신호가 OFF 상태인 시간, 총 시간에 의해 도출되는 것인,

무선 전력 송수신 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 최대 수신측 출력 전압을 산출하는 단계는,

상기 비교 결과가 상기 기준 전압차보다 큰 경우, 상기 샘플링하는 단계 및 상기 비교하는 단계를 다시 수행하는 것인,

무선 전력 송수신 방법.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 기준 조정 전압을 결정하는 단계는,

상기 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압이 동일한 경우 상기 최초 기준 조정 전압을 상기 기준 조정 전압으로 설정하는 것인,

무선 전력 송수신 방법.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 기준 조정 전압을 결정하는 단계는,

상기 수신측 출력 전압이 상기 기준 수신측 출력 전압보다 작은 경우 상기 최초 기준 조정 전압에 기 설정된 기준 조정 변동값을 추가하는 단계; 및

상기 수신측 출력 전압이 상기 기준 수신측 출력 전압보다 큰 경우 상기 최초 기준 조정 전압에서 상기 기준 조정 변동값을 감소시키는 단계를 포함하는,

무선 전력 송수신 방법.

청구항 17

하드웨어인 컴퓨터와 결합되어, 제11항 또는 제14항 내지 제16항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 저장된,

프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 전력 송수신 장치, 방법 및 프로그램에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유선 전력 전송 방식은 연결된 도체선에 의해 전력을 송수신하는 방식으로서, 전력 공급이 필요한 다양한 산업에 주로 사용되고 있다.

[0003] 다만, 도체선 없이 무선으로 전력을 송수신할 필요성이 대두됨에 따라 무선 전력 전송 기술이 개발되었고, 이와

관련한 다양한 연구들이 진행되고 있다.

- [0004] 접촉 손실이 없고, 기계적 마모가 발생되지 않으며, 안정성 및 신뢰성이 보장되는 고유의 장점 때문에 무선 전력 전송 기술의 중요성이 대두되고 있으며, 특히, 감시, 정밀 농업 및 물류와 같은 다양한 분야에서 사용되는 무인 항공기 시스템에 무선 전력 전송 기술을 적용시키려는 다양한 연구가 진행되고 있다.
- [0005] 무선 항공기 시스템에 적용되는 무선 전력 전송 기술은 정렬 불량으로 인한 효율이 감소되는 문제점이 발생되고 있다. 또한, 이러한 정렬 불량을 해결하기 위하여 2차측의 크기를 증가시키는 경우 무게가 과도하게 증가되는 문제점이 발생될 수 있다.
- [0006] 종래의 무선 항공기 시스템에 적용되는 무선 전력 전송 기술은 전체 시스템의 최대 효율성만을 고려할 뿐, 전체 시스템의 평균 효율성과 안정성을 고려하지 않고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2016-0036986호, 2016년 04월 05일 공개

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 상술한 문제점을 해결할 수 있는 장치, 방법 및 프로그램을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0009] 본 발명의 실시예는, 무한 항공기의 무선 충전 시스템의 출력 조절 및 효율 향상을 위한 하이브리드 제어 방법을 제공하는 무선 전력 송수신 장치, 방법 및 프로그램을 제공하는 것을 일 목적으로 한다.
- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 실시예에 따른 무선 전력 송수신 장치는, 무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기를 포함한다.
- [0012] 또한, 상기 무선 전력 송신기는, 교류 형태로 공급되어 정류된 전력의 전압을 조정하는 전압 조정부; 상기 전압 조정부에서 출력된 조정 전압을 무선 전력 전송이 가능한 형태의 신호로 생성하여 상기 무선 전력 수신기에 송신하는 전력 송신부; 및 상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 조정 전압을 제어하는 송신측 제어부를 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 무선 전력 수신기는, 상기 전력 송신부로부터 전력을 수신하는 전력 수신부; 및 상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하고, 상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 전력 수신부에 포함된 커패시터의 최적 전기 용량을 산출하는 수신측 제어부를 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 전력 수신부는, 상기 커패시터와 병렬 연결되는 추가 병렬 커패시터; 및 상기 커패시터와 병렬 연결되고, 상기 수신측 제어부에 의해 온(On) 또는 오프(Off)되는 스위치를 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 수신측 제어부는, 상기 스위치의 듀티 사이클(Duty cycle)을 조절하여 상기 최대 수신측 출력 전압을 산출할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 수신측 제어부는, 상기 듀티 사이클을 기 설정된 듀티 사이클 변동값만큼 1차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압을 기존 수신측 출력 전압으로 샘플링하고, 상기 듀티 사이클을 상기 듀티 사이클 변동값만큼 2차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압과 상기 기존 수신측 출력 전압을 비교하며, 상기 비교 결과가 상기 기준 전압차 이하인 경우 상기 듀티 사이클 변동값이 감소된 상태의 수신측 출력 전압을 상기 최대 수신측 출력 전압으로 결정할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 수신측 제어부는, 상기 비교 결과가 상기 기준 전압차보다 큰 경우, 상기 샘플링하는 과정 및 상기 비교하는 과정을 다시 수행할 수 있다.

- [0018] 또한, 상기 수신측 제어부가 상기 최대 수신측 출력 전압을 산출하는 과정은, 상기 조정 전압 및 작동 주파수가 설정된 설정 조정 전압 및 설정 작동 주파수로 설정된 상태에서 수행될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 송신측 제어부는, 상기 전압 조정부에 대한 최초 기준 조정 전압 및 상기 무선 전력 수신기에 대한 기준 수신측 출력 전압을 설정하고, 상기 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압의 비교결과에 기초하여 상기 전압 조정부에 대한 기준 조정 전압을 결정할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 송신측 제어부는, 상기 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압이 동일한 경우 상기 최초 기준 조정 전압을 상기 기준 조정 전압으로 설정할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 송신측 제어부는, 상기 수신측 출력 전압이 상기 기준 수신측 출력 전압보다 작은 경우 상기 최초 기준 조정 전압에 기 설정된 기준 조정 변동값을 추가하고, 상기 수신측 출력 전압이 상기 기준 수신측 출력 전압보다 큰 경우 상기 최초 기준 조정 전압에서 상기 기준 조정 변동값을 감소시킬 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 송신측 제어부는, 상기 기준 조정 전압과 상기 조정 전압의 차이에 기초한 피드백 제어(Feedback Controll)를 수행할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 무선 전력 송신기는 교류 형태로 공급된 전력을 정류하여 상기 전압 조정부로 공급하는 정류부를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 송신측 제어부는, 상기 제어 결과 및 상기 정류부의 정류 출력 전압에 기초하여 상기 전압 조정부에 대한 기준 전류를 산출하고, 상기 기준 전류와 상기 전압 조정부의 전류의 차이에 기초한 피드백 제어(Feedback Controll)를 수행할 수 있다.
- [0025] 또, 본 발명의 실시예에 따른 무선 전력 송수신 방법은, 무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기에 의해 수행되는 방법으로서, 상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하는 단계; 상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 무선 전력 수신기에 포함된 커패시터의 최적 전기 용량을 산출하는 단계; 상기 무선 전력 송신기에 포함되어 공급된 전력의 전압을 조절하는 PFC(power factor correction) 컨버터에 대한 최초 기준 조정 전압을 설정하는 단계; 상기 무선 전력 수신기에 대한 기준 수신측 출력 전압을 설정하는 단계; 및 상기 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압의 비교결과에 기초하여 상기 PFC 컨버터에 대한 기준 조정 전압을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0026] 또한, 상기 무선 전력 수신기는, 커패시터; 상기 커패시터와 병렬 연결되는 추가 병렬 커패시터; 및 상기 커패시터와 병렬 연결되고, 제어신호에 의해 온(On) 또는 오프(Off)되는 스위치를 포함할 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 최대 수신측 출력 전압을 산출하는 단계는, 상기 스위치의 듀티 사이클을 기 설정된 듀티 사이클 변동값만큼 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압을 기준 수신측 출력 전압으로 샘플링하는 단계; 상기 듀티 사이클을 상기 듀티 사이클 변동값만큼 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압을 비교하는 단계; 및 상기 비교 결과가 기준 전압차 이하인 경우 상기 수신측 출력 전압을 상기 최대 수신측 출력 전압으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 최대 수신측 출력 전압을 산출하는 단계는, 상기 비교 결과가 상기 기준 전압차보다 큰 경우, 상기 샘플링하는 단계 및 상기 비교하는 단계를 다시 수행할 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 기준 조정 전압을 결정하는 단계는, 상기 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압이 동일한 경우 상기 최초 기준 조정 전압을 상기 기준 조정 전압으로 설정할 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 기준 조정 전압을 결정하는 단계는, 상기 수신측 출력 전압이 상기 기준 수신측 출력 전압보다 작은 경우 상기 최초 기준 조정 전압에 기 설정된 기준 조정 변동값을 추가하는 단계; 및 상기 수신측 출력 전압이 상기 기준 수신측 출력 전압보다 큰 경우 상기 최초 기준 조정 전압에서 상기 기준 조정 변동값을 감소시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0031] 이 외에도, 본 발명을 구현하기 위한 다른 방법, 다른 시스템 및 상기 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 더 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0032] 본 발명의 실시예에 따르면, 출력 전압이 조정 전압($U_{DC-link}$) 제어에 의해 제어될 수 있고, 최대 출력 전압 추적

제어에 의해 ZPA(Zero Phase Angle)에 가까운 조건이 달성될 수 있다.

- [0033] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 1 차측(송신측) 및 2 차측(수신측) 스위치 모두에 대해 ZVS(Zero Voltage Switching)이 적용되므로, 턴온 스위칭 손실이 저감될 수 있다.
- [0034] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 출력 전압 정보만을 1 차측(송신측)으로 전송하면 되므로, 2차측(수신측)의 구조가 간명하게 구성될 수 있다.
- [0035] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 고출력 및 오정렬 조건의 시스템에 적용될 수 있다.
- [0036] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 시스템의 최대 효율이 극대화될 수 있다.
- [0037] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 제어가능한 출력 전압 및 전류의 범위가 향상되므로, 시스템의 동작범위가 향상될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무선 송수신 시스템의 블록도다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 무선 송수신 시스템의 회로도다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 무선 송수신 시스템의 제어 과정을 도시하는 흐름도다.
- 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 무선 송수신 방법의 과정을 도시하는 흐름도다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0041] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 구성요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 비록 "제1", "제2" 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.
- [0042] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0043] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.
- [0044] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무선 송수신 시스템의 블록도다.
- [0045] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 무선 송수신 시스템의 회로도다.
- [0046] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 무선 송수신 시스템은, 전력 송신기(10)와 전력 수신기(20)를 포함할 수 있다.
- [0047] 전력 송신기(10)의 구성에 대한 설명
- [0048] 전력 송신기(10)는 전력 공급부(11), PFC 컨버터부(12) 및 전력 송신부(13)를 포함한다.

- [0049] 전력 수신기(20)는 전력 수신부(21) 및 정류부(22)를 포함할 수 있다.
- [0050] 먼저, 전력 송신기(10)의 구성 및 동작을 설명하면, 전력 공급부(11)는 기 설정된 전압(U_{grid})을 가지는 교류 형태의 전력을 공급할 수 있다.
- [0051] PFC 컨버터부(12)는 정류부(121) 및 전압 조정부(122)를 포함할 수 있으며, 정류부(121)는 전력 공급부(11)와 전기적으로 연결되어 전력 공급부(11)에서 입력 받은 교류 형태의 전력을 정류할 수 있다.
- [0052] 도시된 실시 예에서, 정류부(121)는 풀브리지 다이오드일 수 있다. 정류부(121)는 네 개의 다이오드(1211, 1212, 1213, 1214)를 포함할 수 있다.
- [0053] 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 2개의 다이오드로 구성된 하프브리지 정류기 형태로 구성될 수 있으며, 공지된 다양한 형태의 정류기 회로로 구성될 수 있다.
- [0054] 정류부(121)는 전력 공급부(11) 및 전압 조정부(122)와 전기적으로 연결된다.
- [0055] 전압 조정부(122)는 인덕터(1221, L_B), 스위치(1222, Q_B), 다이오드(1223, D_B), 커패시터(1224)를 포함한다. 송신측 제어부(31)는 스위치(1222)와 전기적으로 연결되어 스위치(1222)로 제어신호를 전송할 수 있도록 구성된다. 또한, 송신측 제어부(31)는 전력 수신기(20)의 수신측 출력 전압(U_b)을 수신할 수 있도록 구성된다.
- [0056] 일 실시예에서, 스위치(1222)는 MOS펫(MOSFET) 소자일 수 있다. 송신측 제어부(31)의 제어과정에 대해서는 뒤에서 상세히 설명한다.
- [0057] 도시되지 않은 실시예에서, PFC 컨버터부(12)는 승강압이 가능한 구조의 PFC(Power Factor Correction) 회로나 강압이 가능한 구조의 회로로 구성될 수 있다.
- [0058] PFC 컨버터부(12)에서 교류 전력이 직류 전력으로 조절된다.
- [0059] 또한, 전력 송신기(10)는 전력 송신부(13)를 포함한다. 전력 송신부(13)는 전압 조정부(122)와 전기적으로 연결되는 공진 신호 발생부(131) 및 공진부(132)를 포함한다.
- [0060] 공진 신호 발생부(131)는 전압 조정부(122)에서 입력된 전력을 기 설정된 이득으로 변환하여 공진부(132)로 송신할 수 있다.
- [0061] 공진 신호 발생부(131)는 커패시터(1224)와 전기적으로 연결되며, 제1 스위치(1311, Q_1), 제2 스위치(1312, Q_2), 제3 스위치(1313, Q_3), 제4 스위치(1314, Q_4)를 포함한다. 일 실시예에서, 제1 내지 제4 스위치(1311, 1312, 1313, 1314)는 MOS펫 소자로 구성될 수 있다.
- [0062] 공진부(132)는 공진 신호 발생부(131)와 전기적으로 연결되며, 커패시터(1322, 1323) 및 코일(1321, 1324)를 포함하고, 공진 회로를 구성할 수 있다.
- [0063] 전력 수신기(20)의 구성에 대한 설명
- [0064] 다음으로, 전력 수신기(20)의 구성에 대해 설명한다.
- [0065] 전력 수신기(20)는 전력 수신부(21) 및 정류부(22)를 포함할 수 있다.
- [0066] 전력 수신부(21)는 코일(211) 및 코일(211)과 직렬로 연결되는 커패시터(212, C_s)를 포함할 수 있다. 또한, 전력 수신부(21)는 커패시터(212)와 병렬로 연결되는 병렬 커패시터(213, C_{SN}) 및 스위치(214, Q_5)를 포함한다.
- [0067] 스위치(214)는 수신측 제어부(32, 도 3 참조)와 전기적으로 연결 가능하게 구성되며, 수신측 제어부(32)로부터 제어신호를 수신한다. 수신측 제어부(32)의 제어동작 과정에 대해서는 뒤에서 상세히 설명한다. 일 실시예에서 스위치(214)는 MOS펫 소자로 구성될 수 있다.
- [0068] 정류부(22)는 전력 수신부(21)와 전기적으로 연결되며, 제1 다이오드(221, D_1), 제2 다이오드(222, D_2), 제3 다이오드(223, D_3) 및 제4 다이오드(224, D_4)를 포함한다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 정류부(22)는 2개의 다이오드로 구성된 하프브리지 정류기 또는 공지된 다양한 구성의 정류 회로로 구성될 수 있다.
- [0069] 정류부(22)는 커패시터(225, C_0)를 포함하며, 커패시터(225)는 제1 내지 제4 다이오드(221, 222, 223, 224)가 구성하는 정류 회로와 병렬로 연결될 수 있다.

[0070] 무선 전력 송수신 시스템의 제어 과정에 대한 설명

[0071] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 무선 전력 송수신 시스템의 제어 과정이 도시된다.

[0072] 오정렬 조건 하에서, 전력 송신부(13)의 코일(1324)의 리액턴스(L_p) 값은 일정하게 유지되지만, 전력 수신부(21)의 코일(211)의 리액턴스(L_s) 값은 전력 수신측의 위치에 따라 변동될 수 있다.

[0073] 이러한 리액턴스(L_s)의 변동을 보상하기 위하여, 전력 수신부(21)의 커패시터(212)는 병렬 커패시터(213) 및 스위치(214)와 병렬로 연결된다. 스위치(214)가 수신측 제어부(32)에 의해 기 설정된 방법으로 펄스폭 제어(Pulse Width Modulated Control, PWM-Control)됨에 따라, 리액턴스(L_s)의 변동이 보상될 수 있다.

[0074] 커패시터(212) 및 병렬 커패시터(213)의 평균 조정 용량(Equivalent tuning capacitance)은 아래의 수학적 식 1에 의해 도출될 수 있다.

수학적 식 1

[0075]
$$C_{EQ} = \frac{C_S \times T \times C_{SN}}{C_S \times t_{on} + C_{SN} \times t_{off}} - C_S$$

[0076] 평균 조정 용량(C_{EQ})은 커패시터(212)의 전기 용량(C_S), 병렬 커패시터(213)의 전기 용량(C_{SN}), PWM 신호가 ON 상태인 시간(t_{on}), PWM 신호가 OFF 상태인 시간(t_{off}), 총 시간(T, t_{on}+t_{off})에 의해 도출될 수 있다.

[0077] 또한, 공진 주파수(ω₀)는 아래의 수학적 식 2에 의해 도출될 수 있다.

수학적 식 2

[0078]
$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_{in} \times C_P}} = \frac{1}{\sqrt{(L_P - L_{in}) \times C_f}}$$

[0079] 또한, 총 전기 용량(C'_S)은 아래의 수학적 식 3에 의해 도출될 수 있다.

수학적 식 3

[0080]
$$C'_S = C_S + C_{EQ}$$

[0081] 또한, 공진 조건에서의 전력 수신측의 조정된 임피던스(Z'_S)는 아래의 수학적 식 4에 의해 도출될 수 있다.

수학적 식 4

[0082]
$$Z'_S = \frac{j \times C_{EQ}}{\omega_0 \times C'_S \times C_S} + R_{ec}$$

[0083] 또한, 조정된 입력측 임피던스(Z'_{in})는 아래의 수학적 식 5에 의해 도출될 수 있다.

수학적 식 5

[0084]
$$Z'_{in} = \frac{j \times C_{EQ} \times (\omega_0 \times L_{in})^2 + \omega_0^3 \times L_{in}^2 \times C_S \times R_{ec} \times C'_S}{\omega_0^3 \times M^2 \times C_S \times C'_S}$$

[0085] 또한, 송신측과 수신측의 상호 인덕턴스(M)는 아래의 수학적 식 6에 의해 도출될 수 있다 K는 결합계수(Coupling coefficient)를 나타낸다.

수학적 식 6

[0086]
$$M = k \times \sqrt{L_p \times L_s}$$

[0087] 또한, 조정된 수신측 전류(I's)는 아래의 수학적 식 7을 통해 도출될 수 있다.

수학적 식 7

[0088]
$$I'_s = \frac{j \times \omega \times M \times I_p}{Z'_s} = \frac{M \times U_{AB}}{Z'_s \times L_{in}}$$

[0089] 또한, 조정된 전압 변환비(Voltage conversion ration, G'v)는 아래의 수학적 식 8을 통해 도출될 수 있다.

수학적 식 8

[0090]
$$G'_V = \frac{U_{AB}}{U_{cb}} = \frac{\omega \times M \times R_{ec} \times C_s^2 \times C'_s}{j \times C_{EQ} \times L_{in} + \omega \times R_{ec} \times C_s^2 \times L_{in} \times C'_s}$$

[0091] 또한, 수신측 전압(U_{ab})을 상호 인덕턴스(M)에 대해 미분하면 아래의 수학적 식 9가 도출될 수 있다.

수학적 식 9

[0092]
$$\frac{\delta U_{cb}}{\delta M} = \frac{j \times R_{ec} \times \omega \times U_{AB} \times M \times R_{ec} \times C_s^2 \times C'_s}{Z'_{in} \times Z'_s} \times \left[1 - \frac{M}{Z'_{in}} \times (2 \times M \times \omega^2 + j \times \frac{(M \times \omega^2)}{Z_{SM}}) \right]$$

[0093] 수학적 식 8 및 수학적 식 9를 통하여, 최대 출력 전압 이득이 C_s와 L_s사이의 공진 조건에서 발생됨을 알 수 있다. 이 경우, 수학적 식 9의 우변이 0이 되는 조건을 나타낸다.

[0094] 또한, 최대 출력 전압 이득이 발생될 때 C_{EQ}가 0임을 알 수 있다.

[0095] 다만, 오정렬 상태로 인한 L_s의 변동을 충족시키기 위해서는 적절한 값의 C_{EQ}를 찾아야 한다.

[0096] 결과적으로, 최대 출력 전압 조건에서 공진이 발생되므로, 최적화된 C's 값은 최대 출력 전압을 추적함으로써 특정될 수 있다.

[0097] 도 4에는 최대 출력 전압을 특정하는 과정이 도시된다.

[0098] 도 4를 참조하면, 수신측 제어부(32)는 전력 수신기(20)의 수신측 출력 전압(U₀)을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하고, 산출된 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 전력 수신부(21)에 포함된 커패시터의 최적 전기용량(C's)을 산출한다.

[0099] 수신측 제어부(32)는 스위치(214)의 듀티 사이클(Duty cycle)을 조절하여 수신측 출력 전압(U₀)을 조절한다.

[0100] 먼저, PFC 컨버터부(12)의 커패시터(1224)의 전압(U_{DC-link})이 기 설정된 전압으로 설정되고, 작동 주파수가 기 설정된 주파수로 설정된다(S11). 일 실시예에서, 기 설정된 전압은 320V로 설정되고, 기 설정된 주파수는 150kHz로 설정될 수 있다.

- [0101] 커패시터(1224)의 전압($U_{DC-link}$)의 조절은 전력 수신기(20)로부터 전력 송신기(10)로 전송된 제어신호에 기초하여 수행될 수 있다.
- [0102] 다음으로, 수신측 제어부(32)가 스위치(214)의 듀티 사이클을 기 설정된 듀티 사이클 변동값만큼 1차적으로 감소시킨다(S12).
- [0103] 일 실시예에서, 수신측 제어부(32)는 초기의 듀티 사이클을 1로 설정하고, 듀티 사이클 변동값을 0.05로 설정할 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0104] 다음으로, 수신측 제어부(32)가 듀티 사이클이 1차적으로 감소된 상태의 수신측 출력 전압을 기존 수신측 출력 전압(U_{o_old})으로 샘플링한다(S13).
- [0105] 다음으로, 수신측 제어부(32)가 스위치(214)의 듀티 사이클을 기 설정된 듀티 사이클 변동값만큼 2차적으로 감소시킨다(S13).
- [0106] 일 실시예에서, 듀티 사이클 변동값은 0.05로 설정될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0107] 다음으로, 수신측 제어부(32)가 듀티 사이클이 2차적으로 감소된 상태의 수신측 출력 전압을 수신측 출력 전압(U_o)으로 샘플링한다(S15).
- [0108] 다음으로, 수신측 제어부(32)가 수신측 출력 전압(U_o)과 기존 수신측 출력 전압(U_{o_old})을 비교한다(S16).
- [0109] 비교 결과가 기 설정된 기준 전압차 이하인 경우, 수신측 제어부(32)는 듀티 사이클 변동값이 2차적으로 감소된 상태의 수신측 출력 전압(U_o)을 최대 수신측 출력 전압으로 결정한다.
- [0110] 일 실시예에서, 기준 전압차는 0.5V로 설정될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0111] 비교 결과가 상기 기준 전압차보다 큰 경우, 수신측 제어부(32)는 기존 수신측 측정 전압과 수신측 측정 전압을 샘플링하여 비교하는 과정을 반복하여 수행한다.
- [0112] 즉, 수신측 제어부(32)가 스위치(214)의 듀티 사이클을 기 설정된 듀티 사이클 변동값만큼 추가로 감소시킨다(S17). 듀티 사이클 변동값이 추가로 감소되면, 수신측 제어부(32)가 듀티 사이클이 감소된 상태의 수신측 출력 전압을 기존 수신측 출력 전압(U_{o_old})로 샘플링하고, 듀티 사이클을 추가로 감소시켜 수신측 출력 전압(U_o)을 샘플링하여 서로 비교한다. 비교 결과가 기 설정된 기준 전압차 이하인 경우 수신측 출력 전압(U_o)을 최대 수신측 출력 전압으로 결정한다.
- [0113] 상술한 과정을 통하여, 최대 수신측 출력 전압에서의 듀티 사이클 및 $C's$ 를 특정할 수 있다.
- [0114] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 송신측 제어부(31)는 제어 정확도를 높이기 위하여 PFC 컨버터부(12)의 커패시터(1224)의 전압($U_{DC-link}$)을 제어할 수 있다. 또한, 이를 통해 출력 전압을 동시에 조정할 수 있다.
- [0115] 도 5에는 커패시터(1224)의 전압($U_{DC-link}$)을 제어하는 과정이 도시된다.
- [0116] 도 5를 참조하면, 송신측 제어부(31)는 전압 조정부(122)에 대한 최초 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref}$) 및 전력 수신기(20)에 대한 기준 수신측 출력 전압(U_{o_ref})을 설정한다(S21).
- [0117] 일 실시예에서, 최초 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref}$)은 320V로 설정되고, 기준 수신측 출력 전압(U_{o_ref})은 48V로 설정될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0118] 또한, 송신측 제어부(31)는 전력 수신기(20)에서 측정되는 수신측 출력 전압(U_o)과 전압 조정부(122)의 커패시터(1224)의 전압($U_{DC-link}$)을 샘플링한다.
- [0119] 다음으로, 송신측 제어부(31)는 수신측 출력 전압(U_o)과 기준 수신측 출력 전압(U_{o_ref})이 동일한지 판단한다(S22).
- [0120] 동일한 경우, 송신측 제어부(31)는 최초 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref_old}$)을 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref}$)으로 동일하게 유지한다(S23).

- [0121] 수신측 출력 전압(U_0)이 기준 수신측 출력 전압(U_{0_ref})보다 작은 경우, 송신측 제어부(31)는 최초 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref_old}$)에서 기 설정된 기준 조정 변동값($\Delta U_{DC-link_ref}$)만큼을 증가시켜 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref}$)을 재설정한다(S25). 일 실시예에서, 기 설정된 기준 조정 변동값($\Delta U_{DC-link_ref}$)은 0.1V로 설정될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0122] 수신측 출력 전압(U_0)이 기준 수신측 출력 전압(U_{0_ref})보다 큰 경우, 송신측 제어부(31)는 최초 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref_old}$)에서 기 설정된 기준 조정 변동값($\Delta U_{DC-link_ref}$)만큼을 감소시켜 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref}$)을 재설정한다(S25). 일 실시예에서, 기 설정된 기준 조정 변동값($\Delta U_{DC-link_ref}$)은 0.1V로 설정될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0123] S24단계 또는 S25단계가 완료된 후, 송신측 제어부(31)는 수신측 출력 전압(U_0)과 기준 수신측 출력 전압(U_{0_ref})이 동일한지 판단한다(S22).
- [0124] 동일한 경우, 송신측 제어부(31)는 최초 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref_old}$)을 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref}$)으로 동일하게 유지한다(S23).
- [0125] 즉, 송신측 제어부(31)는 수신측 출력 전압(U_0)과 기준 수신측 출력 전압(U_{0_ref})이 일치될때까지 S24단계, S25단계 및 S23단계를 반복한다.
- [0126] 이러한 과정을 통해서, 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref}$)이 특정될 수 있다.
- [0127] 또한, 송신측 제어부(31)는 특정된 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref}$)과 커패시터(1224)의 전압($U_{DC-link}$)의 차이에 기초한 피드백 제어(Feedback Control)를 수행한다. 일 실시예에서, PI(Proportional-Integral) 제어가 수행될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, P제어, PID제어 및 Fuzzy 제어 등의 방식이 사용될 수 있다.
- [0128] 또한, 송신측 제어부(31)는 피드백 제어 결과 및 정류부(121)의 정류 출력 전압($I_{U_{rec1}}$)에 기초하여 전압 조정부(122)에 대한 기준 전류(I_{LB_ref})를 산출하고, 기준 전류(I_{LB_ref})와 전압 조정부(122)의 전류(I_{LB})의 차이에 기초한 피드백 제어(Feedback Control)를 수행한다. 일 실시예에서, PI(Proportional-Integral) 제어가 수행될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, P제어, PID제어 및 Fuzzy 제어 등의 방식이 사용될 수 있다.
- [0129] 일 실시예에서, 송신측 제어부(31)는 전압 루프를 외부 루프로 구성하고 전류 루프를 내부 루프로 구성할 수 있다.
- [0130] 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref}$)의 계산과 이중 루프제어를 적용함에 따라, 교류 입력 전압은 동일한 위상을 구비하게 된다. 또한, 조정 전압($U_{DC-link}$)이 정밀하게 제어될 수 있다.
- [0131] 이중 루프제어가 적용됨에 따라 조정 전압($U_{DC-link}$)의 안정성과 정확성이 보장되며, 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref}$)의 계산 방식에 의해 오정렬 조건에서도 기준 조정 전압($U_{DC-link_ref}$)을 정확하게 계산할 수 있다.
- [0132] 또한, 결합 계수(k) 추정 방식이 사용되지 않으므로, 결합계수(k)의 부정확한 추정이 발생하는 것을 예방할 수 있다.
- [0133] 또한, 수신측 출력 전압(U_0)이 작동 주파수가 고정된 상태에서 전력 송신기(10) 측에 의해 제어되므로, 전력 수신기(20)측의 크기를 감소시킬 수 있다.
- [0134] 조정 전압($U_{DC-link}$)과 공진 네트워크 구성(Resonant network components, L_{in} , C_p , C_f , C_s , L_B 등)의 관계는 수학식 10에 의해 정의될 수 있다(RMS value).

수학식 10

$$U_{DC-link} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \times U_{AB}$$

[0135]

[0136] 또한, 정류부(22)의 입력전압(U_{ab}) 수신측 출력 전압(U_0)의 관계는 수학적 식 11 및 수학적 식 12에 의해 정의될 수 있다(RMS value).

수학적 식 11

$$U_0 = \frac{2\sqrt{2} \times U_{cb}}{\pi}$$

[0137]

수학적 식 12

$$I_0 = \frac{\pi \times I_{cb}}{2\sqrt{2}}$$

[0138]

[0139] AC/DC 등가 저항은 아래의 수학적 식 13에 의해 정의될 수 있다.

수학적 식 13

$$R_{ec} = \frac{8 \times R_L}{\pi^2}$$

[0140]

[0141] 본 발명의 실시예에 따른 무선 전력 송수신 시스템의 제어에 의한 효과의 설명

[0142] 본 발명의 실시예에 따르면, 무한 항공기의 무선 충전 시스템의 출력 조절 및 효율 향상을 위한 하이브리드 제어 방법이 제시된다.

[0143] 출력 전압은 PFC 컨버터부(12)의 조정 전압($U_{DC-link}$) 제어에 의해 제어될 수 있으며, 최대 출력 전압 추적 제어에 의해 ZPA(Zero Phase Angle)에 가까운 조건이 달성된다.

[0144] 또한, 1 차측(송신측) 및 2 차측(수신측) 스위치 모두에 대해 ZVS(Zero Voltage Switching)이 적용되므로, 턴 온 스위칭 손실이 저감된다.

[0145] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 제어방법은 출력 전압 정보만을 1 차측(송신측)으로 전송하면 되므로, 간명한 구조를 이룬다.

[0146] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 제어방법은 고출력 및 오정렬 조건의 시스템에 적용될 수 있다.

[0147] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 제어방법에 따르면 시스템의 최대 효율이 극대화될 수 있다.

[0148] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 제어방법에 따르면, 제어가능한 출력 전압 및 전류의 범위가 향상되므로, 시스템의 동작범위가 향상될 수 있다.

[0149] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기의 전술한 구성요소들 각각은 하나 또는 그 이상의 부품(component)으로 구성될 수 있으며, 해당 구성 요소의 명칭은 달라질 수 있다.

[0150] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기는 전술한 구성요소 중 적어도 하나를 포함하여 구성될 수 있으며, 일부 구성요소가 생략되거나 또는 추가적인 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다.

[0151] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기의 구성 요소들 중 일부가 결합되어 하나의 개체(entity)로 구성됨으로써, 결합되기 이전의 해당 구성 요소들의 기능을 동일하게 수행할 수 있다.

[0152] 이상에서 전술한 본 발명의 실시예에 따른 무선 전력 송수신 방법은, 하드웨어인 서버와 결합되어 실행되기 위해 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현되어 매체에 저장될 수 있다.

[0153] 상기 전술한 프로그램은, 상기 컴퓨터가 프로그램을 읽어 들여 프로그램으로 구현된 상기 방법들을 실행시키기 위하여, 상기 컴퓨터의 프로세서(CPU)가 상기 컴퓨터의 장치 인터페이스를 통해 읽힐 수 있는 C, C++, JAVA, 기

계어 등의 컴퓨터 언어로 코드화된 코드(Code)를 포함할 수 있다. 이러한 코드는 상기 방법들을 실행하는 필요한 기능들을 정의한 함수 등과 관련된 기능적인 코드(Functional Code)를 포함할 수 있고, 상기 기능들을 상기 컴퓨터의 프로세서가 소정의 절차대로 실행시키는데 필요한 실행 절차 관련 제어 코드를 포함할 수 있다. 또한, 이러한 코드는 상기 기능들을 상기 컴퓨터의 프로세서가 실행시키는데 필요한 추가 정보나 미디어가 상기 컴퓨터의 내부 또는 외부 메모리의 어느 위치(주소 번지)에서 참조되어야 하는지에 대한 메모리 참조관련 코드를 더 포함할 수 있다. 또한, 상기 컴퓨터의 프로세서가 상기 기능들을 실행시키기 위하여 원격(Remote)에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 통신이 필요한 경우, 코드는 상기 컴퓨터의 통신 모듈을 이용하여 원격에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 어떻게 통신해야 하는지, 통신 시 어떠한 정보나 미디어를 송수신해야 하는지 등에 대한 통신 관련 코드를 더 포함할 수 있다.

[0154] 상기 저장되는 매체는, 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상기 저장되는 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있지만, 이에 제한되지 않는다. 즉, 상기 프로그램은 상기 컴퓨터가 접속할 수 있는 다양한 서버 상의 다양한 기록매체 또는 사용자의 상기 컴퓨터상의 다양한 기록매체에 저장될 수 있다. 또한, 상기 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장될 수 있다.

[0155] 본 발명의 실시예와 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 하드웨어로 직접 구현되거나, 하드웨어에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 구현되거나, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리(Flash Memory), 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 잘 알려진 임의의 형태의 컴퓨터 판독가능 기록매체에 상주할 수도 있다.

[0156] 이상, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 제한적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

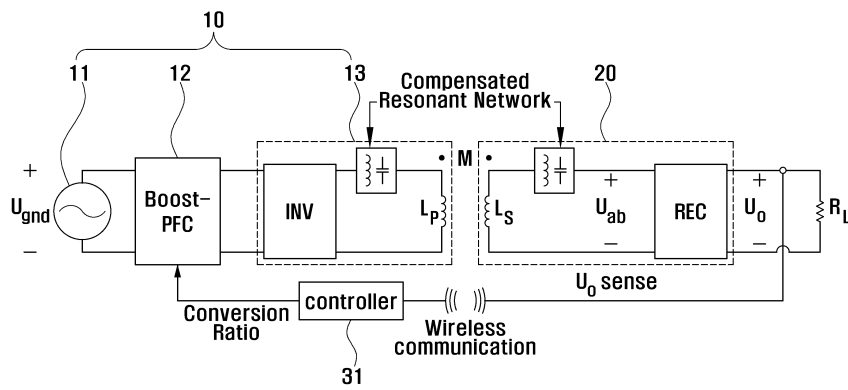
부호의 설명

- [0157] 10: 전력 송신기
- 11: 전력 공급부
- 121: 정류부
- 1211: 다이오드
- 1212: 다이오드
- 1213: 다이오드
- 1214: 다이오드
- 122: 전압 조정부
- 1221: 인덕터
- 1222: 스위치
- 1223: 다이오드
- 1224: 커패시터
- 12: 전압 조정부
- 13: 전력 송신부
- 131: 공진 신호 발생부
- 1311: 제1 스위치

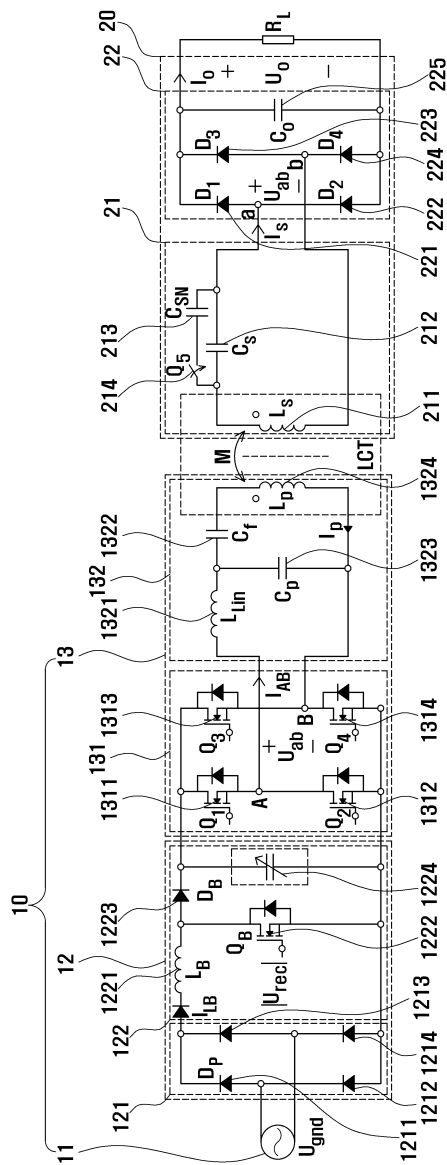
- 1312: 제2 스위치
- 1313: 제3 스위치
- 1314: 제4 스위치
- 132: 공진부
- 1321: 코일
- 1322: 커패시터
- 1323: 커패시터
- 1324: 코일
- 20: 전력 수신기
- 21: 전력 수신부
- 211: 코일
- 212: 커패시터
- 213: 병렬 커패시터
- 214: 스위치
- 22: 정류부
- 221: 제1 다이오드
- 222: 제2 다이오드
- 223: 제3 다이오드
- 224: 제4 다이오드
- 225: 커패시터
- 31: 송신측 제어부
- 32: 수신측 제어부

도면

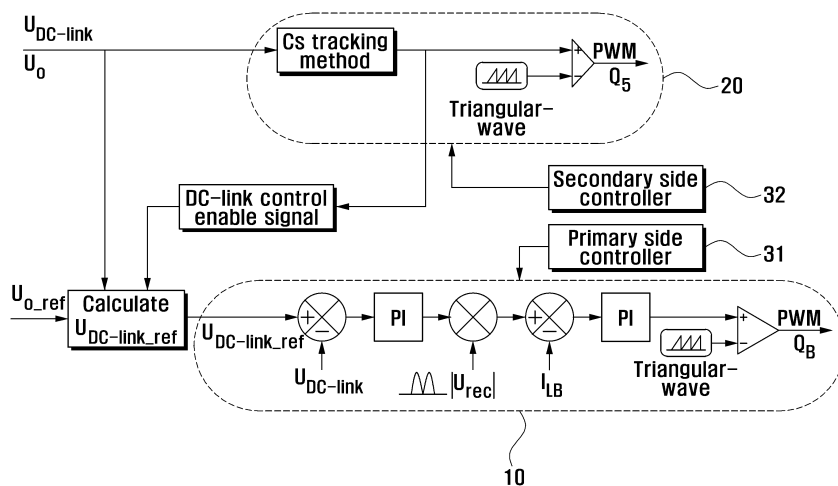
도면1



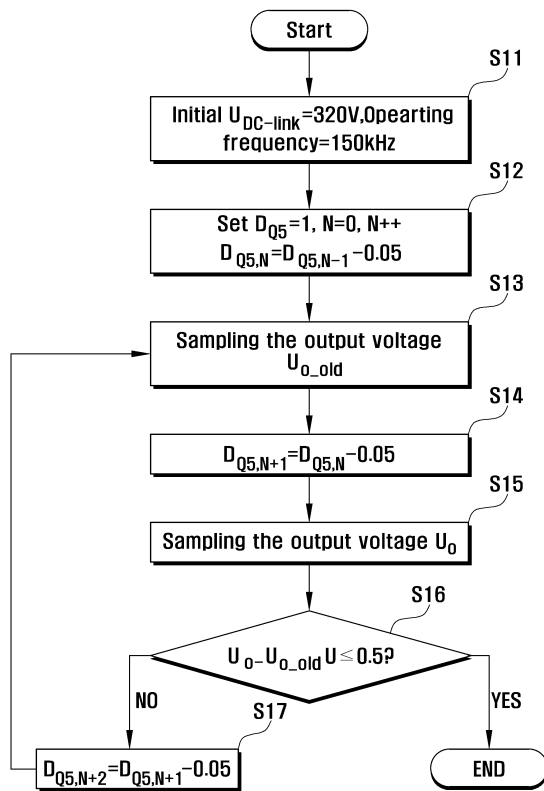
도면2



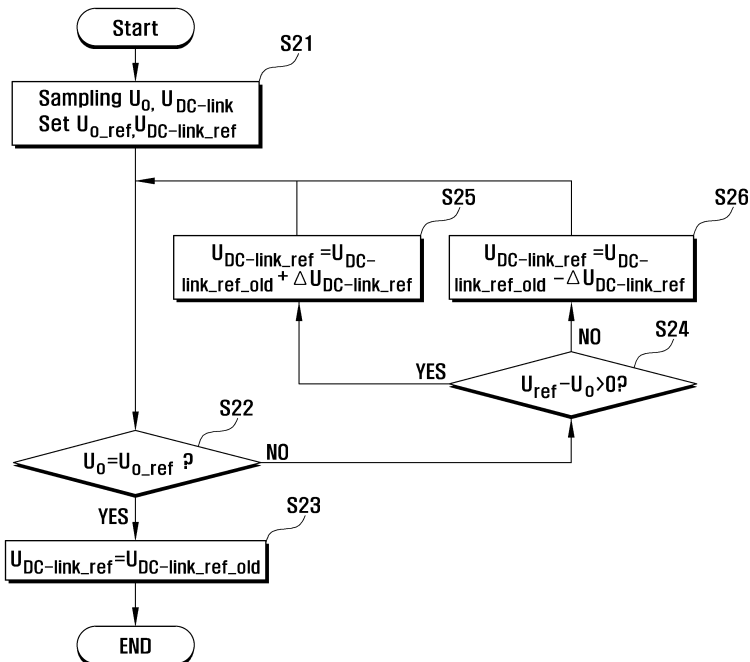
도면3



도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 발명(고안)의 설명

【보정세부항목】 식별번호 0074

【변경전】

커패시터(212) 및 병렬 커패시터(213)의 평균 조정 용량(Equivalent tuning capacitance)은 아래의 수학적

1에 의해 도출될 수 있다.

【변경후】

커패시터(212) 및 병렬 커패시터(213)의 평균 조정 용량(Equivalent tuning capacitance)은 아래의 수학적 식 1에 의해 도출될 수 있다.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기를 포함하는 무선 전력 송수신 장치에 있어서,

상기 무선 전력 송신기는,

교류 형태로 공급되어 정류된 전력의 전압을 조정하는 전압 조정부;

상기 전압 조정부에서 출력된 조정 전압을 무선 전력 전송이 가능한 형태의 신호로 생성하여 상기 무선 전력 수신기에 송신하는 전력 송신부; 및

상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 조정 전압을 제어하는 송신측 제어부를 포함하고,

상기 무선 전력 수신기는,

상기 전력 송신부로부터 전력을 수신하는 전력 수신부; 및

상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하고, 상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 전력 수신부에 포함된 커패시터의 전기 용량을 산출하는 수신측 제어부를 포함하는,

상기 전력 수신부는,

상기 커패시터와 병렬 연결되는 추가 병렬 커패시터; 및

상기 커패시터와 병렬 연결되고, 상기 수신측 제어부에 의해 온(On) 또는 오프(Off)되는 스위치를 포함하고,

상기 수신측 제어부는,

상기 스위치의 듀티 사이클(Duty cycle)을 조절하여 상기 최대 수신측 출력 전압을 산출하고,

상기 듀티 사이클을 기 설정된 듀티 사이클 변동값만큼 1차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압을 기존 수신측 출력 전압으로 샘플링하고,

상기 듀티 사이클을 상기 듀티 사이클 변동값만큼 2차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압과 상기 기존 수신측 출력 전압을 비교하며,

상기 비교 결과가 기 설정된 기준 전압차 이하인 경우 상기 듀티 사이클 변동값이 감소된 상태의 수신측 출력 전압을 상기 최대 수신측 출력 전압으로 결정하고,

상기 커패시터 및 상기 병렬 커패시터의 평균 조정 용량(Equivalent tuning capacitance)은,

상기 커패시터의 전기 용량, 상기 병렬 커패시터의 전기 용량, PWM 신호가 ON 상태인 시간, PWM 신호가 OFF 상태인 시간, 총 시간에 의해 도출되는 것인,

무선 전력 송수신 장치.

【변경후】

무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기를 포함하는 무선 전력 송수신 장치에 있어서,

상기 무선 전력 송신기는,

교류 형태로 공급되어 정류된 전력의 전압을 조정하는 전압 조정부;

상기 전압 조정부에서 출력된 조정 전압을 무선 전력 전송이 가능한 형태의 신호로 생성하여 상기 무선 전력 수신기에 송신하는 전력 송신부; 및

상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 조정 전압을 제어하는 송신측 제어부를 포함하고,
 상기 무선 전력 수신기는,
 상기 전력 송신부로부터 전력을 수신하는 전력 수신부; 및
 상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하고, 상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 전력 수신부에 포함된 커패시터의 전기 용량을 산출하는 수신측 제어부를 포함하는,
 상기 전력 수신부는,
 상기 커패시터와 병렬 연결되는 추가 병렬 커패시터; 및
 상기 커패시터와 병렬 연결되고, 상기 수신측 제어부에 의해 온(On) 또는 오프(Off)되는 스위치를 포함하고,
 상기 수신측 제어부는,
 상기 스위치의 듀티 사이클(Duty cycle)을 조절하여 상기 최대 수신측 출력 전압을 산출하고,
 상기 듀티 사이클을 기 설정된 듀티 사이클 변동값만큼 1차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압을 기존 수신측 출력 전압으로 샘플링하고,
 상기 듀티 사이클을 상기 듀티 사이클 변동값만큼 2차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압과 상기 기존 수신측 출력 전압을 비교하며,
 상기 비교 결과가 기 설정된 기준 전압차 이하인 경우 상기 듀티 사이클 변동값이 감소된 상태의 수신측 출력 전압을 상기 최대 수신측 출력 전압으로 결정하고,
 상기 커패시터 및 상기 병렬 커패시터의 평균 조정 용량(Equivalent tuning capacitance)은,
 상기 커패시터의 전기 용량, 상기 병렬 커패시터의 전기 용량, PWM 신호가 ON 상태인 시간, PWM 신호가 OFF 상태인 시간, 총 시간에 의해 도출되는 것인,
 무선 전력 송수신 장치.

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11

【변경전】

무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기에 의해 수행되는 방법으로서,
 상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하는 단계;
 상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 무선 전력 수신기에 포함된 커패시터의 전기 용량을 산출하는 단계;
 상기 무선 전력 송신기에 포함되어 공급된 전력의 전압을 조절하는 PFC(power factor correction) 컨버터에 대한 최초 기준 조정 전압을 설정하는 단계;
 상기 무선 전력 수신기에 대한 기준 수신측 출력 전압을 설정하는 단계; 및
 상기 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압의 비교결과에 기초하여 상기 PFC 컨버터에 대한 기준 조정 전압을 결정하는 단계를 포함하고,
 상기 무선 전력 수신기는,
 상기 전력 송신부로부터 전력을 수신하는 전력 수신부; 및
 상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하고, 상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 전력 수신부에 포함된 커패시터의 전기 용량을 산출하는 수신측 제어부를 포함하고,
 상기 전력 수신부는,
 상기 커패시터와 병렬 연결되는 추가 병렬 커패시터; 및

상기 커패시터와 병렬 연결되고, 상기 수신측 제어부에 의해 온(On) 또는 오프(Off)되는 스위치를 포함하고,

상기 수신측 제어부는,

상기 스위치의 듀티 사이클(Duty cycle)을 조절하여 상기 최대 수신측 출력 전압을 산출하고,

상기 듀티 사이클을 기 설정된 듀티 사이클 변동값만큼 1차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압을 기존 수신측 출력 전압으로 샘플링하고,

상기 듀티 사이클을 상기 듀티 사이클 변동값만큼 2차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압과 상기 기존 수신측 출력 전압을 비교하며,

상기 비교 결과가 기 설정된 기준 전압차 이하인 경우 상기 듀티 사이클 변동값이 감소된 상태의 수신측 출력 전압을 상기 최대 수신측 출력 전압으로 결정하고,

상기 커패시터 및 상기 병렬 커패시터의 평균 조정 용량(Equivalent tuning capacitance)은,

상기 커패시터의 전기 용량, 상기 병렬 커패시터의 전기 용량, PWM 신호가 ON 상태인 시간, PWM 신호가 OFF 상태인 시간, 총 시간에 의해 도출되는 것인,

무선 전력 송수신 방법.

【변경후】

무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기에 의해 수행되는 방법으로서,

상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하는 단계;

상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 무선 전력 수신기에 포함된 커패시터의 전기 용량을 산출하는 단계;

상기 무선 전력 송신기에 포함되어 공급된 전력의 전압을 조절하는 PFC(power factor correction) 컨버터에 대한 최초 기준 조정 전압을 설정하는 단계;

상기 무선 전력 수신기에 대한 기준 수신측 출력 전압을 설정하는 단계; 및

상기 수신측 출력 전압과 상기 기준 수신측 출력 전압의 비교결과에 기초하여 상기 PFC 컨버터에 대한 기준 조정 전압을 결정하는 단계를 포함하고,

상기 무선 전력 수신기는,

전력 송신부로부터 전력을 수신하는 전력 수신부; 및

상기 무선 전력 수신기의 수신측 출력 전압을 제어하여 최대 수신측 출력 전압을 산출하고, 상기 최대 수신측 출력 전압에 기초하여 상기 전력 수신부에 포함된 커패시터의 전기 용량을 산출하는 수신측 제어부를 포함하고,

상기 전력 수신부는,

상기 커패시터와 병렬 연결되는 추가 병렬 커패시터; 및

상기 커패시터와 병렬 연결되고, 상기 수신측 제어부에 의해 온(On) 또는 오프(Off)되는 스위치를 포함하고,

상기 수신측 제어부는,

상기 스위치의 듀티 사이클(Duty cycle)을 조절하여 상기 최대 수신측 출력 전압을 산출하고,

상기 듀티 사이클을 기 설정된 듀티 사이클 변동값만큼 1차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압을 기존 수신측 출력 전압으로 샘플링하고,

상기 듀티 사이클을 상기 듀티 사이클 변동값만큼 2차적으로 감소시킨 상태의 수신측 출력 전압과 상기 기존 수신측 출력 전압을 비교하며,

상기 비교 결과가 기 설정된 기준 전압차 이하인 경우 상기 듀티 사이클 변동값이 감소된 상태의 수신측 출력 전압을 상기 최대 수신측 출력 전압으로 결정하고,

상기 커패시터 및 상기 병렬 커패시터의 평균 조정 용량(Equivalent tuning capacitance)은,

상기 커패시터의 전기 용량, 상기 병렬 커패시터의 전기 용량, PWM 신호가 ON 상태인 시간, PWM 신호가 OFF 상

태인 시간, 총 시간에 의해 도출되는 것인,
무선 전력 송수신 방법.