



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0096879
(43) 공개일자 2014년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0010025

(22) 출원일자 2013년01월29일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지이노텍 주식회사

서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)

(72) 발명자

배수호

서울 중구 한강대로 416, (남대문로5가, 서울스퀘어)

(74) 대리인

서교준

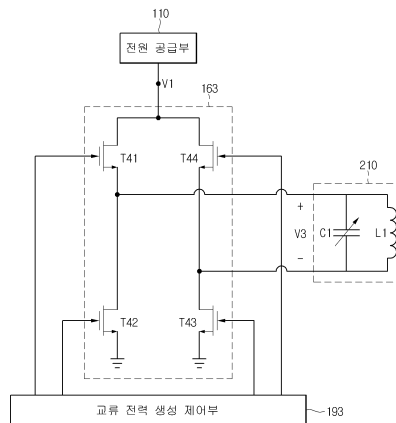
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 무선 전력 송신 장치 및 방법

(57) 요약

무선 전력 송신 장치는 송신 공진 코일을 이용하여 공진에 의해 무선 전력 수신 장치에 무선 전력을 송신한다. 교류 전력 생성부는 쿼시 구형과 형상의 전압을 가지는 쿼시 구형과 교류 전력을 생성한다. 송신 유도 코일은 상기 쿼시 구형과 교류 전력을 전자기 유도에 의해 상기 송신 공진 코일에 전달한다.

대표도 - 도14



특허청구의 범위

청구항 1

송신 공진 코일을 이용하여 공진에 의해 무선 전력 수신 장치에 무선 전력을 송신하는 무선 전력 송신 장치에 있어서,

쿼시 구형파 형상의 전압을 가지는 쿼시 구형파 교류 전력을 생성하는 교류 전력 생성부;

상기 쿼시 구형파 교류 전력을 전자기 유도에 의해 상기 송신 공진 코일에 전달하는 송신 유도 코일을 포함하는 무선 전력 송신 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 무선 전력 송신 장치의 입력 임피던스는 기본 주파수 성분에서 가장 큰

무선 전력 송신 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 무선 전력 송신 장치의 입력 임피던스는 2차 조화 주파수 성분에서 최소인

무선 전력 송신 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 무선 전력 송신 장치의 입력 임피던스는 2차 이상의 조화 주파수 성분에서 차수가 증가할수록 증가하는

무선 전력 송신 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 쿼시 구형파 교류 전력의 듀티율은

상기 쿼시 구형파 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율이 구형파 교류 전력의 듀티율이 50%일 때의 구형파 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율보다 크도록 하는 값을 가지는

무선 전력 송신 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 쿼시 구형파 교류 전력의 듀티율은 23%이상이고 48%이하인

무선 전력 송신 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 쿼시 구형파 교류 전력의 듀티율은 28%이상이고 34%이하인

무선 전력 송신 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 쿼시 구형과 교류 전력의 듀티율은 29%이상이고 31%이하인
무선 전력 송신 장치.

청구항 9

무선 전력 송신 장치가 송신 공진 코일을 이용하여 공진에 의해 무선 전력 수신 장치에 무선 전력을 송신하는
무선 전력 송신 방법에 있어서,
쿼시 구형과 형상의 전압을 가지는 쿼시 구형과 교류 전력을 생성하는 단계;
상기 쿼시 구형과 교류 전력을 전자기 유도에 의해 상기 송신 공진 코일에 전달하는 단계를 포함하는
무선 전력 송신 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 무선 전력 송신 장치의 입력 임피던스는 기본 주파수 성분에서 가장 크고, 2차 이상의 조화 주파수 성분에서
차수가 증가할수록 증가하는
무선 전력 송신 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,
직류 전력을 생성하는 단계;
사인파를 생성하는 단계;
상기 사인파에 기초하여 교류 전력 생성 제어 신호를 생성하는 단계를 더 포함하고,
상기 쿼시 구형과 교류 전력을 생성하는 단계는
상기 교류 전력 생성 제어 신호에 기초하여 상기 쿼시 구형과 교류 전력을 생성하는 단계를 포함하는
무선 전력 송신 방법.

청구항 12

제9항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 쿼시 구형과 교류 전력의 듀티율은
상기 쿼시 구형과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율이 구형과 교류 전력의 듀티율이 50%일 때의 구형
과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율보다 크도록 하는 값을 가지는
무선 전력 송신 방법.

청구항 13

송신 공진 코일을 이용하여 공진에 의해 무선 전력 수신 장치에 무선 전력을 송신하는 무선 전력 송신 장치에
있어서,
교류 전력 생성 제어 신호를 생성하는 교류 전력 생성 제어부;
상기 교류 전력 생성 제어 신호에 기초하여, 쿼시 구형과 형상의 전압을 가지는 쿼시 구형과 교류 전력을 출력
하는 풀 브릿지 구조의 트랜지스터 회로부;
상기 쿼시 구형과 교류 전력을 전자기 유도에 의해 상기 송신 공진 코일에 전달하는 송신 유도 코일을 포함하는

무선 전력 송신 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 풀 브리지 구조의 트랜지스터 회로부는

직류 전력이 인가되는 드레인 전극과 상기 송신 유도 코일의 일단에 연결되는 소스 전극을 포함하는 제1 트랜지스터;

상기 제1 트랜지스터의 소스 전극에 연결되는 드레인 전극과 그라운드에 연결되는 소스 전극을 포함하는 제2 트랜지스터;

상기 직류 전력이 인가되는 드레인 전극과 상기 송신 유도 코일의 타단에 연결되는 소스 전극을 포함하는 제3 트랜지스터; 및

상기 제3 트랜지스터의 소스 전극에 연결되는 드레인 전극과 그라운드에 연결되는 소스 전극을 포함하는 제4 트랜지스터를 포함하고,

상기 제1 트랜지스터의 소스 전극과 상기 제3 트랜지스터의 소스 전극은 상기 쿼시 구형과 교류 전력을 출력하는

무선 전력 송신 장치.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,

상기 쿼시 구형과 교류 전력의 듀티율은

상기 쿼시 구형과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율이 구형과 교류 전력의 듀티율이 50%일 때의 구형과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율보다 크도록 하는 값을 가지는

무선 전력 송신 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 쿼시 구형과 교류 전력의 듀티율은 23%이상이고 48% 이하인

무선 전력 송신 장치.

청구항 17

제13항 또는 제14항에 있어서,

상기 무선 전력 송신 장치의 입력 임피던스는 기본 주파수 성분에서 가장 크고,

2차 이상의 조화 주파수 성분에서 차수가 증가할수록 증가하는

무선 전력 송신 장치.

명세서

기술분야

본 발명의 기술 분야는 무선 전력 송신 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

무선으로 전기 에너지를 원하는 기기로 전달하는 무선전력전송 기술(wireless power transmission 또는 wireless energy transfer)은 이미 1800년대에 전자기유도 원리를 이용한 전기 모터나 변압기가 사용되기 시작했고, 그 후로는 라디오파나 레이저와 같은 전자파를 방사해서 전기에너지를 전송하는 방법도 시도 되었다. 우

[0001]

[0002]

리가 흔히 사용하는 전동칫솔이나 일부 무선면도기도 실상은 전자기유도 원리로 충전된다. 전자기 유도는 도체의 주변에서 자기장을 변화시켰을 때 전압이 유도되어 전류가 흐르는 현상을 말한다. 전자기 유도 방식은 소형 기기를 중심으로 상용화가 빠르게 진행되고 있으나, 전력의 전송 거리가 짧은 문제가 있다.

- [0003] 현재까지 무선 방식에 의한 에너지 전달 방식은 전자기 유도 이외에 자기 공진 및 단파장 무선 주파수를 이용한 원거리 송신 기술 등이 있다.
- [0004] 최근에는 이와 같은 무선 전력 전송 기술 중 자기 공진을 이용한 에너지 전달 방식이 많이 사용되고 있다.
- [0005] 자기 공진을 이용한 무선전력 전송 시스템은 송신 측과 수신 측에 형성된 전기신호가 코일을 통해 무선으로 전달되기 때문에 사용자는 휴대용 기기와 같은 전자기기를 손쉽게 충전할 수 있다.
- [0006] 무선 전력 송신 장치는 공진 주파수를 가지는 교류 전력을 생성하여 무선 전력 수신 장치에 전달한다. 이때, 다양한 원인에 의해 전력 전달 효율이 결정된다. 무선 전력 전송 효율의 증가에 대한 요구가 늘어나고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 무선 전력 전송 효율을 향상시킬 수 있는 무선 전력 전송 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 일 실시예에서, 송신 공진 코일을 이용하여 공진에 의해 무선 전력 수신 장치에 무선 전력을 송신하는 무선 전력 송신 장치는 쿼시 구형파 형상의 전압을 가지는 쿼시 구형파 교류 전력을 생성하는 교류 전력 생성부; 및 상기 쿼시 구형파 교류 전력을 전자기 유도에 의해 상기 송신 공진 코일에 전달하는 송신 유도 코일을 포함한다.
- [0009] 상기 무선 전력 송신 장치의 입력 임피던스는 기본 주파수 성분에서 가장 클 수 있다.
- [0010] 상기 무선 전력 송신 장치의 입력 임피던스는 2차 조화 주파수 성분에서 최소일 수 있다.
- [0011] 상기 무선 전력 송신 장치의 입력 임피던스는 2차 이상의 조화 주파수 성분에서 차수가 증가할수록 증가할 수 있다.
- [0012] 상기 쿼시 구형파 교류 전력의 듀티율은 상기 쿼시 구형파 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율이 구형파 교류 전력의 듀티율이 50%일 때의 구형파 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율보다 크도록 하는 값을 가질 수 있다.
- [0013] 상기 쿼시 구형파 교류 전력의 듀티율은 23%이상이고 48%이하일 수 있다.
- [0014] 상기 쿼시 구형파 교류 전력의 듀티율은 28%이상이고 34%이하일 수 있다.
- [0015] 상기 쿼시 구형파 교류 전력의 듀티율은 29%이상이고 31%이하일 수 있다.
- [0016] 또 다른 실시예에서, 무선 전력 송신 장치가 송신 공진 코일을 이용하여 공진에 의해 무선 전력 수신 장치에 무선 전력을 송신하는 무선 전력 송신 방법은 쿼시 구형파 형상의 전압을 가지는 쿼시 구형파 교류 전력을 생성하는 단계; 상기 쿼시 구형파 교류 전력을 전자기 유도에 의해 상기 송신 공진 코일에 전달하는 단계를 포함한다.
- [0017] 상기 무선 전력 송신 장치의 입력 임피던스는 기본 주파수 성분에서 가장 크고, 2차 이상의 조화 주파수 성분에서 차수가 증가할수록 증가할 수 있다.
- [0018] 무선 전력 송신 방법은 직류 전력을 생성하는 단계; 사인파를 생성하는 단계; 상기 사인파에 기초하여 교류 전력 생성 제어 신호를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 쿼시 구형파 교류 전력을 생성하는 단계는 상기 교류 전력 생성 제어 신호에 기초하여 상기 쿼시 구형파 교류 전력을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 쿼시 구형파 교류 전력의 듀티율은 상기 쿼시 구형파 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율이 구형파 교류 전력의 듀티율이 50%일 때의 구형파 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율보다 크도록 하는 값을 가질 수 있다.

- [0021] 또 다른 실시예에서, 송신 공진 코일을 이용하여 공진에 의해 무선 전력 수신 장치에 무선 전력을 송신하는 무선 전력 송신 장치는 교류 전력 생성 제어 신호를 생성하는 교류 전력 생성 제어부; 상기 교류 전력 생성 제어 신호에 기초하여, 쿼시 구형파 형상의 전압을 가지는 쿼시 구형파 교류 전력을 출력하는 풀 브릿지 구조의 트랜지스터 회로부; 및 상기 쿼시 구형파 교류 전력을 전자기 유도에 의해 상기 송신 공진 코일에 전달하는 송신 유도 코일을 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 풀 브릿지 구조의 트랜지스터 회로부는 직류 전력이 인가되는 드레인 전극과 상기 송신 유도 코일의 일단에 연결되는 소스 전극을 포함하는 제1 트랜지스터; 상기 제1 트랜지스터의 소스 전극에 연결되는 드레인 전극과 그라운드에 연결되는 소스 전극을 포함하는 제2 트랜지스터; 상기 직류 전력이 인가되는 드레인 전극과 상기 송신 유도 코일의 타단에 연결되는 소스 전극을 포함하는 제3 트랜지스터; 및 상기 제3 트랜지스터의 소스 전극에 연결되는 드레인 전극과 그라운드에 연결되는 소스 전극을 포함하는 제4 트랜지스터를 포함하고, 상기 제1 트랜지스터의 소스 전극과 상기 제3 트랜지스터의 소스 전극은 상기 쿼시 구형파 교류 전력을 출력할 수 있다.
- [0023] 상기 쿼시 구형파 교류 전력의 듀티율은 상기 쿼시 구형파 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율이 구형파 교류 전력의 듀티율이 50%일 때의 구형파 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율보다 크도록 하는 값을 가질 수 있다.
- [0024] 상기 쿼시 구형파 교류 전력의 듀티율은 23%이상이고 48% 이하일 수 있다.
- [0025] 상기 무선 전력 송신 장치의 입력 임피던스는 기본 주파수 성분에서 가장 크고, 2차 이상의 조화 주파수 성분에서 차수가 증가할수록 증가할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명의 실시예에 따르면, 무선 전력 송신 장치의 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 고 전류에 의한 회로 파손이 방지될 수 있다.
- [0028] 특히, 본 발명의 실시예에 따르면, 공진 방식의 무선 충전 장치에서 쿼시 구형파 교류 전력을 사용함으로써 무선 전력 송신 장치의 효율을 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 송신 유도 코일의 등가 회로도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전력 공급 장치와 무선 전력 송신 장치의 등가 회로도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 전력 수신장치의 등가 회로도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급 장치의 블록도를 보여준다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 교류 전력 생성부와 송신 전력 제어부의 블록도를 보여준다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 직류-직류 변환부의 회로도를 보여준다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 직류-교류 변환부의 회로도를 보여준다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신 방법의 흐름도를 보여준다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급 장치 내의 노드들의 파형도를 보여준다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급 장치가 생성하는 구형파 교류 전력의 주파수 성분들의 크기를 보여준다.
- 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력 공급 장치의 블록도를 보여준다.
- 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 교류 전력 생성부와 송신 전력 제어부의 블록도를 보여준다.
- 도 14는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 직류-교류 변환부의 회로도를 보여준다.
- 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 무선 전력 송신 방법의 흐름도를 보여준다.

도 16은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력 공급 장치 내의 노드들의 파형도를 보여준다.

도 17은 공진형 무선 전력 전송 시스템의 입력 임피던스를 보여주는 그래프이다.

도 18은 또 다른 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급 장치가 생성하는 구형파 교류 전력의 주파수 성분들의 크기를 보여준다.

도 19는 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력 공급 장치가 생성하는 쿼시 구형파 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0031] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0032] 이하에서는 도 1 내지 도 4를 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 설명한다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0034] 도 1을 참고하면, 무선 전력 전송 시스템은 전력 공급 장치(100), 무선 전력 송신 장치(200), 무선 전력 수신 장치(300), 부하(400)를 포함할 수 있다.
- [0035] 일 실시 예에서 전력 공급 장치(100)는 무선 전력 송신 장치(200)에 포함될 수 있다.
- [0036] 무선 전력 송신 장치(200)는 송신 유도 코일부(210) 및 송신 공진 코일부(220)을 포함할 수 있다.
- [0037] 무선 전력 수신 장치(300)는 수신 공진 코일부(310), 수신 유도 코일부(320), 정류부(330)를 포함할 수 있다.
- [0038] 전력 공급 장치(100)의 양단은 송신 유도 코일부(210)의 양단과 연결된다.
- [0039] 송신 공진 코일부(220)은 송신 유도 코일부(210)과 일정한 거리를 두고 배치될 수 있다.
- [0040] 수신 공진 코일부(310)은 수신 유도 코일부(320)과 일정한 거리를 두고 배치될 수 있다.
- [0041] 수신 유도 코일부(320)의 양단은 정류부(330)의 양단과 연결되고, 부하(400)는 정류부(330)의 양단에 연결된다. 일 실시 예에서 부하(400)는 무선 전력 수신 장치(300)에 포함될 수 있다.
- [0042] 전력 공급 장치(100)에서 생성된 전력은 무선 전력 송신 장치(200)로 전달되고, 무선 전력 송신 장치(200)로 전달된 전력은 공진 현상에 의해 무선 전력 송신 장치(200)와 공진을 이루는 즉, 공진 주파수 값이 동일한 무선 전력 수신 장치(300)로 전달된다.
- [0043] 이하에서는 보다 구체적으로 전력전송 과정을 설명한다.
- [0044] 전력 공급 장치(100)는 소정 주파수를 갖는 교류 전력을 생성하여 무선 전력 송신 장치(200)에 전달한다.
- [0045] 송신 유도 코일부(210)과 송신 공진 코일부(220)은 유도 결합되어 있다. 즉, 송신 유도 코일부(210)는 전력 공급 장치(100)로부터 공급받은 전력에 의해 교류 전류가 흐르면, 전자기 유도에 의해 물리적으로 이격 되어 있는 송신 공진 코일부(220)에도 교류 전류가 유도된다.
- [0046] 그 후, 송신 공진 코일부(220)로 전달된 전력은 공진에 의해 무선 전력 송신 장치(200)와 공진 회로를 이루는 무선 전력 수신 장치(300)로 전달된다.
- [0047] 임피던스가 매칭된 2개의 LC 회로 사이는 공진에 의해 전력이 전송될 수 있다. 이와 같은 공진에 의한 전력 전송은 전자기 유도에 의한 전력 전송보다 더 먼 거리까지 더 높은 효율로 전력 전달이 가능하게 한다.
- [0048] 수신 공진 코일부(310)은 송신 공진 코일부(220)로부터 공진에 의해 전력을 수신한다. 수신된 전력으로 인해 수신 공진 코일부(310)에는 교류 전류가 흐른다. 수신 공진 코일부(310)로 전달된 전력은 전자기 유도에 의해 수신 공진 코일부(310)과 유도 결합된 수신 유도 코일부(320)로 전달된다. 수신 유도 코일부(320)로 전달된 전력

은 정류부(330)를 통해 정류되어 부하(400)로 전달된다.

- [0049] 일 실시 예에서 송신 유도 코일부(210), 송신 공진 코일부(220), 수신 공진 코일부(310), 수신 유도 코일부(320)은 원형, 타원형, 사각형 등과 같은 형상을 가질 수 있으나, 이에 한정될 필요는 없다.
- [0050] 무선 전력 송신 장치(200)의 송신 공진 코일부(220)은 자기장을 통해 무선 전력 수신 장치(300)의 수신 공진 코일부(310)에 전력을 전송할 수 있다.
- [0051] 구체적으로, 송신 공진 코일부(220)과 수신 공진 코일부(310)은 공진 주파수에서 동작하도록 공진 결합되어 있다.
- [0052] 송신 공진 코일부(220)과 수신 공진 코일부(310)의 공진 결합으로 인해, 무선 전력 송신 장치(200)와 무선 전력 수신 장치(300)간 전력 전송 효율은 크게 향상될 수 있다.
- [0053] 무선 전력 전송에서 품질 지수(Quality Factor)와 결합계수(Coupling Coefficient)는 중요한 의미를 갖는다. 즉, 전력 전송 효율은 품질 지수 및 결합계수가 큰 값을 가질수록 향상될 수 있다.
- [0054] 품질 지수(Quality Factor)는 무선 전력 송신 장치(200) 또는 무선 전력 수신 장치(300) 부근에 축적할 수 있는 에너지의 지표를 의미할 수 있다.
- [0055] 품질 지수(Quality Factor)는 동작 주파수(w), 코일의 형상, 치수, 소재 등에 따라 달라질 수 있다. 품질 지수는 수식으로 $Q=w*L/R$ 와 같이 표현될 수 있다. L 은 코일의 인덕턴스이고, R 은 코일자체에서 발생하는 전력손실량에 해당하는 저항을 의미한다.
- [0056] 품질 지수(Quality Factor)는 0에서 무한대의 값을 가질 수 있고, 품질지수가 클수록 무선 전력 송신 장치(200)와 무선 전력 수신 장치(300)간 전력 전송 효율이 향상될 수 있다.
- [0057] 결합계수(Coupling Coefficient)는 송신 측 코일과 수신 측 코일 간 자기적 결합의 정도를 의미하는 것으로 0에서 1의 범위를 갖는다.
- [0058] 결합계수(Coupling Coefficient)는 송신 측 코일과 수신 측 코일의 상대적인 위치나 거리 등에 따라 달라질 수 있다.
- [0059] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 송신 유도 코일부(210)의 등가 회로도이다.
- [0060] 도 2에 도시된 바와 같이, 송신 유도 코일부(210)은 송신 유도 코일($L1$)과 캐패시터($C1$)를 포함하며, 이들에 의해 적절한 인덕턴스와 캐패시턴스 값을 갖는 회로를 구성하게 된다.
- [0061] 송신 유도 코일부(210)은 송신 유도 코일($L1$)의 양단이 캐패시터($C1$)의 양단에 연결된 등가회로로 구성될 수 있다. 즉, 송신 유도 코일부(210)은 인덕터($L1$)와 캐패시터($C1$)가 병렬로 연결된 등가회로로 구성될 수 있다.
- [0062] 캐패시터($C1$)는 가변 캐패시터일 수 있으며, 캐패시터($C1$)의 캐패시턴스가 조절됨에 따라 임피던스 매칭이 수행될 수 있다. 송신 공진 코일부(220), 수신 공진 코일부(310), 수신 유도 코일부(320)의 등가 회로도 또한, 도 2에 도시된 것과 동일할 수 있다.
- [0063] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전력 공급 장치(100)와 무선 전력 송신 장치(200)의 등가 회로도이다.
- [0064] 도 3에 도시된 바와 같이, 송신 유도 코일부(210)는 소정의 인덕턴스 값을 가지는 송신 유도 코일($L1$)과 소정의 캐패시턴스 값을 가지는 캐패시터($C1$)를 포함한다. 송신 공진 코일부(220)는 소정의 인덕턴스 값을 가지는 송신 공진 코일($L2$)과 소정의 캐패시턴스 값을 가지는 캐패시터($C2$)를 포함한다.
- [0065] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 전력 수신 장치(300)의 등가 회로도이다.
- [0066] 도 4에 도시된 바와 같이, 수신 공진 코일부(310)는 소정의 인덕턴스 값을 가지는 수신 공진 코일($L3$)과 소정의 캐패시턴스 값을 가지는 캐패시터($C3$)를 포함한다. 수신 유도 코일부(320)는 소정의 인덕턴스 값을 가지는 수신 유도 코일($L4$)과 소정의 캐패시턴스 값을 가지는 캐패시터($C4$)를 포함한다.
- [0067] 정류부(330)는 수신 유도 코일부(320)로부터 전달받은 교류 전력을 직류 전력으로 변환하여 변환된 직류 전력을 부하(400)에 전달할 수 있다.
- [0068] 구체적으로, 정류부(330)는 정류기와 평활 회로를 포함할 수 있다. 일 실시 예에서 정류기는 실리콘 정류기가 사용될 수 있고, 도 4에 도시된 바와 같이, 다이오드($D1$)로 등가화 될 수 있다.

- [0069] 정류기는 수신 유도 코일부(320)로부터 전달받은 교류 전력을 직류 전력을 변환할 수 있다.
- [0070] 평활 회로는 정류기에서 변환된 직류 전력에 포함된 교류 성분을 제거하여 매끄러운 직류 전력을 출력할 수 있다. 일 실시 예에서 평활 회로는 도 4에 도시된 바와 같이, 정류 캐패시터(C5)가 사용될 수 있으나, 이에 한정될 필요는 없다.
- [0071] 부하(400)는 직류 전력을 필요로 하는 임의의 충전지 또는 장치일 수 있다. 예를 들어, 부하(400)는 배터리를 의미할 수 있다.
- [0072] 무선 전력 수신 장치(300)는 휴대폰, 노트북, 마우스 등 전력이 필요한 전자기기에 장착될 수 있다. 이에 따라, 수신 공진 코일부(310) 및 수신 유도 코일부(320)은 전자기기의 형태에 맞는 형상을 가질 수 있다.
- [0073] 무선 전력 송신 장치(200)는 무선 전력 수신 장치(300)와 인밴드(In band) 또는 아웃 오브 밴드(out of band) 통신을 이용하여 정보를 교환할 수 있다.
- [0074] 인밴드(In band) 통신은 무선 전력 전송에 사용되는 주파수를 갖는 신호를 이용하여 무선 전력 송신 장치(200)와 무선 전력 수신 장치(300)간 정보를 교환하는 통신을 의미할 수 있다. 무선 전력 수신 장치(300)는 스위치를 더 포함할 수 있고, 상기 스위치의 스위칭 동작을 통해 무선 전력 송신 장치(200)에서 송신되는 전력을 수신하거나, 수신하지 않을 수 있다. 이에 따라, 무선 전력 송신 장치(200)는 무선 전력 송신 장치(200)에서 소모되는 전력량을 검출하여 무선 전력 수신 장치(300)에 포함된 스위치의 온 또는 오프 신호를 인식할 수 있다.
- [0075] 구체적으로, 무선 전력 수신 장치(300)는 저항과 스위치를 이용해 저항에서 흡수하는 전력량을 변화시켜 무선 전력 송신 장치(200)에서 소모되는 전력을 변경시킬 수 있다. 무선 전력 송신 장치(200)는 상기 소모되는 전력의 변화를 감지하여 무선 전력 수신 장치(300)의 상태 정보를 획득할 수 있다. 스위치와 저항은 직렬로 연결될 수 있다. 일 실시 예에서 무선 전력 수신 장치(300)의 상태 정보는 무선 전력 수신 장치(300)의 현재 충전량, 충전량 추이에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0076] 더 구체적으로 설명하면, 스위치가 개방되면, 저항이 흡수하는 전력은 0이 되고, 무선 전력 송신 장치(200)에서 소모되는 전력도 감소한다.
- [0077] 스위치가 단락되면, 저항이 흡수하는 전력은 0보다 크게 되고, 무선 전력 송신 장치(200)에서 소모되는 전력은 증가한다. 무선 전력 수신장치에서 이와 같은 동작을 반복하면, 무선 전력 송신 장치(200)는 무선 전력 송신 장치(200)에서 소모되는 전력을 검출하여 무선 전력 수신 장치(300)와 디지털 통신을 수행할 수 있다.
- [0078] 무선 전력 송신 장치(200)는 위와 같은 동작에 따라 무선 전력 수신 장치(300)의 상태 정보를 수신하고, 그에 적합한 전력을 송신할 수 있다.
- [0079] 이와는 반대로, 무선 전력 송신 장치(200) 측에 저항과 스위치를 구비하여 무선 전력 송신 장치(200)의 상태 정보를 무선 전력 수신 장치(300)에 전송하는 것도 가능하다. 일 실시 예에서 무선 전력 송신 장치(200)의 상태 정보는 무선 전력 송신 장치(200)가 전송할 수 있는 최대공급 전력량, 무선 전력 송신 장치(200)가 전력을 제공하고 있는 무선 전력 수신 장치(300)의 개수 및 무선 전력 송신 장치(200)의 가용 전력량에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0080] 다음으로, 아웃 오브 밴드 통신에 대해 설명한다.
- [0081] 아웃 오브 밴드 통신은 공진 주파수 대역이 아닌 별도의 주파수 대역을 이용하여 전력 전송에 필요한 정보를 교환하는 통신을 말한다. 무선 전력 송신 장치(200)와 무선 전력 수신 장치(300)는 아웃 오브 밴드 통신 모듈을 장착하여 전력 전송에 필요한 정보를 교환할 수 있다. 상기 아웃 오브 밴드 통신 모듈은 전력 공급 장치에 장착될 수도 있다. 일 실시 예에서 아웃 오브 밴드 통신 모듈은 블루투스, 지그비, 무선랜, NFC(Near Field Communication)와 같은 근거리 통신 방식을 사용할 수 있으나, 이에 한정될 필요는 없다.
- [0082] 다음은 도 5 내지 도 10을 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급 장치(100)를 설명한다.
- [0083] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급 장치의 블록도를 보여준다.
- [0084] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급 장치(100)는 전원 공급부(110), 발진기(130), 교류 전력 생성부(150), 및 송신 전력 제어부(190)를 포함하고, 전력 공급 장치(100)는 무선 전력 송신 장치(200)와 연결된다.
- [0085] 전원 공급부(110)는 직류 전압을 가진 전력인 직류 전력을 생성하여 출력단에 출력한다.

- [0086] 발진기(130)는 소전력 사인파를 생성한다.
- [0087] 송신 전력 제어부(190)는 교류 전력 생성부(150)를 제어하기 위한 제어 신호를 생성한다.
- [0088] 교류 전력 생성부(150)는, 송신 전력 제어부(190)의 제어 신호에 기초하여, 전원 공급부(110)의 직류 전력을 이용하여 발진기(130)의 소전력 사인파의 전력을 증폭하여 구형파 형상의 전압을 가지는 교류 전력을 생성한다.
- [0089] 무선 전력 송신 장치(200)는 교류 전력 생성부(150)의 출력 전력을 공진에 의해 무선 전력 수신 장치(300)에 전달한다.
- [0090] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 교류 전력 생성부와 송신 전력 제어부의 블록도를 보여준다.
- [0091] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 교류 전력 생성부(150)는 교류 전력 생성 제어부(151), 직류-교류 변환부(153), 및 직류-직류 변환부(155)를 포함하고, 송신 전력 제어부(190)는 직류 전력 생성 제어부(191)를 포함한다.
- [0092] 교류 전력 생성 제어부(151)는 발진기(130)의 소전력 사인파에 기초하여 교류 전력 생성 제어 신호를 생성한다.
- [0093] 직류 전력 생성 제어부(191)는 직류-직류 변환부(155)가 목표 직류 전압을 가지는 전력을 출력할 수 있도록 하는 직류 전력 생성 제어 신호를 생성한다.
- [0094] 직류-직류 변환부(155)는 직류 전력 생성 제어 신호에 기초하여 전원 공급부(110)의 출력 전력을 목표 직류 전압을 가지는 직류 전력으로 변환한다.
- [0095] 직류-교류 변환부(153)는 교류 전력 생성 제어 신호에 기초하여 직류-직류 변환부(155)의 출력 전력을 구형파 교류 전압을 가지는 교류 전력으로 변환하여, 송신 유도 코일부(210)에 출력한다.
- [0096] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 직류-직류 변환부의 회로도를 보여준다.
- [0097] 도 7에 도시된 바와 같이, 직류-직류 변환부(155)는 인덕터(L11), 전력 스위치(T11), 다이오드(D11), 커패시터(C11)를 포함한다. 전력 스위치(T11)는 트랜지스터로 구현될 수 있고, 특히 전력 스위치(T11)는 N-채널 금속 산화막 반도체 전계효과 트랜지스터(n-channel metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, NMOSFET)일 수 있으나 동일한 작용을 할 수 있는 다른 소자로 대체될 수 있다.
- [0098] 인덕터(L11)의 일단은 전원 공급부(110)의 출력단에 연결되고, 타단은 전력 스위치(T11)의 드레인 전극에 연결된다.
- [0099] 전력 스위치(T11)의 게이트 전극은 직류 전력 생성 제어부(191)의 출력단인 노드(A)에 연결되고, 소스 전극은 그라운드에 연결된다.
- [0100] 다이오드(D11)의 애노드 전극은 전력 스위치(T11)의 드레인 전극에 연결되고, 캐소드 전극은 노드(B)에 연결된다.
- [0101] 커패시터(C11)의 일단은 다이오드(D11)의 캐소드 전극에 연결되고, 타단은 그라운드에 연결된다.
- [0102] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 직류-교류 변환부의 회로도를 보여준다.
- [0103] 도 8에 도시된 바와 같이, 직류-교류 변환부(153)는 하프 브리지 구조의 트랜지스터 회로부를 포함하고, 하프 브리지 트랜지스터 회로부는 상측 트랜지스터(T21), 하측 트랜지스터(T22), 직류 차단 커패시터(C21)를 포함하고, 교류 전력 생성 제어부(151) 및 송신 유도 코일부(210)에 연결된다. 직류-교류 변환부(153)는 직류-직류 변환부(155)에 연결된다. 상측 트랜지스터(T21)와 하측 트랜지스터(T22)는 N-채널 금속 산화막 반도체 전계효과 트랜지스터(n-channel metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, NMOS)일 수 있으나 동일한 작용을 할 수 있는 다른 소자로 대체될 수 있다.
- [0104] 교류 전력 생성 제어부(151)는 상측 트랜지스터 제어 신호 출력단과 하측 트랜지스터 제어 신호 출력단을 가지고, 발진기(130)의 소전력 사인파에 기초하여 교류 전력 생성 제어 신호를 생성한다. 교류 전력 생성 제어부(151)는 발진기(130)의 소전력 사인파에 기초하여 상측 트랜지스터 제어 신호를 교류 전력 생성 제어 신호로서 생성하고, 상측 트랜지스터 제어 신호 출력단을 통해 상측 트랜지스터 제어 신호를 출력한다. 교류 전력 생성 제어부(151)는 발진기(130)의 소전력 사인파에 기초하여 하측 트랜지스터 제어 신호를 교류 전력 생성 제어 신호로서 생성하고, 하측 트랜지스터 제어 신호 출력단을 통해 하측 트랜지스터 제어 신호를 출력한다.
- [0105] 상측 트랜지스터(T21)의 드레인 전극은 직류-직류 변환부(155)의 출력 단자에 연결되고, 게이트 전극은 교류 전

력 생성 제어부(151)의 상측 트랜지스터 제어 신호 출력단에 연결된다.

- [0106] 하측 트랜지스터(T22)의 드레인 전극은 상측 트랜지스터(T21)의 소스 전극에 연결되고, 게이트 전극은 교류 전력 생성 제어부(151)의 하측 트랜지스터 제어 신호 출력단에 연결되며, 소스 전극은 그라운드에 연결된다.
- [0107] 직류 차단 커패시터(C21)의 일단은 상측 트랜지스터(T21)의 소스 전극에 연결되고, 송신 유도 코일(L1)의 일단에 연결된다. 송신 유도 코일(L1)의 타단은 그라운드에 연결된다.
- [0108] 다음은 도 9와 도 10을 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신 방법을 설명한다.
- [0109] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신 방법의 흐름도를 보여주고, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급 장치 내의 노드들의 파형도를 보여준다.
- [0110] 특히, 도 9는 도 6 내지 도 8의 실시예가 구체화된 무선 전력 송신 방법이다.
- [0111] 전원 공급부(110)는 직류 전압을 가지는 전력인 직류 전력을 생성한다(S101). 특히, 전원 공급부(110)는 교류 전압을 가지는 교류 전력을 직류 전압을 가지는 전력인 직류 전력으로 변환할 수 있다.
- [0112] 발진기(130)는 소전력 사인파를 생성한다(S103).
- [0113] 직류 전력 생성 제어부(191)는, 직류-직류 변환부(155)가 목표 직류 전압을 가지는 직류 전력을 출력할 수 있도록 하는 직류 전력 생성 제어 신호를 생성하여(S107), 트랜지스터(T11)의 게이트 전극에 출력한다. 직류 전력 생성 제어 신호는 도 10에 도시된 바와 같이 전 구간에서 계속되는 펄스 폭 변조(pulse width modulation, PWM) 신호일 수 있다.
- [0114] 직류-직류 변환부(155)는 직류 전력 생성 제어 신호에 기초하여 전원 공급부(110)의 출력 전력을 목표 직류 전압을 가지는 직류 전력으로 변환한다(S109). 직류-직류 변환부(155)의 출력 전압의 크기는 전원 공급부(110)의 출력 전압의 크기와 동일할 수도 있고, 전원 공급부(110)의 출력 전압의 크기보다 크거나 작을 수 있다.
- [0115] 교류 전력 생성 제어부(151)는 발진기(130)의 소전력 사인파에 기초하여 교류 전력 생성 제어 신호를 생성한다(S111). 교류 전력 생성 제어부(151)는 발진기(130)의 소전력 사인파에 기초하여 상측 트랜지스터 제어 신호를 교류 전력 생성 제어 신호로서 생성하고, 상측 트랜지스터 제어 신호 출력단을 통해 상측 트랜지스터 제어 신호를 출력할 수 있다. 교류 전력 생성 제어부(151)는 발진기(130)의 소전력 사인파에 기초하여 하측 트랜지스터 제어 신호를 교류 전력 생성 제어 신호로서 생성하고, 하측 트랜지스터 제어 신호 출력단을 통해 하측 트랜지스터 제어 신호를 출력할 수 있다.
- [0116] 도 10를 참고하여 상측 트랜지스터 제어 신호와 하측 트랜지스터 제어 신호를 설명한다.
- [0117] 도 10에 도시된 바와 같이, 상측 트랜지스터 제어 신호와 하측 트랜지스터 제어 신호는 구형파이다.
- [0118] 상측 트랜지스터 제어 신호의 한 주기는 상측 트랜지스터(T21)의 턴온 타임 슬롯, 상측 트랜지스터(T21)의 턴오프 타임 슬롯을 순서대로 포함한다. 상측 트랜지스터(T21)의 턴온 타임 슬롯은 발진기(130)의 소전력 사인파의 반주기에 해당하고, 상측 트랜지스터(T21)의 턴오프 타임 슬롯은 소전력 사인파의 나머지 반주기에 해당할 수 있다.
- [0119] 하측 트랜지스터 제어 신호의 한 주기는 하측 트랜지스터(T22)의 턴온 타임 슬롯, 하측 트랜지스터(T22)의 턴오프 타임 슬롯을 순서대로 포함한다. 하측 트랜지스터(T22)의 턴온 타임 슬롯은 소전력 사인파의 반주기에 해당하고, 하측 트랜지스터(T22)의 턴오프 타임 슬롯은 소전력 사인파의 나머지 반주기에 해당할 수 있다.
- [0120] 상측 트랜지스터(T21)의 턴온 타임 슬롯에서 상측 트랜지스터 제어 신호는 상측 트랜지스터(T21)를 턴온하기 위한 레벨을 가진다. 상측 트랜지스터(T21)를 턴온하기 위한 레벨은 하이 레벨일 수 있다.
- [0121] 상측 트랜지스터(T21)의 턴오프 타임 슬롯에서 상측 트랜지스터 제어 신호는 상측 트랜지스터(T21)를 턴오프하기 위한 레벨을 가진다. 상측 트랜지스터(T21)를 턴오프하기 위한 레벨은 로우 레벨일 수 있다.
- [0122] 하측 트랜지스터(T22)의 턴온 타임 슬롯에서 하측 트랜지스터 제어 신호는 하측 트랜지스터(T22)를 턴온하기 위한 레벨을 가진다. 하측 트랜지스터(T22)를 턴온하기 위한 레벨은 하이 레벨일 수 있다.
- [0123] 하측 트랜지스터(T22)의 턴오프 타임 슬롯에서 하측 트랜지스터 제어 신호는 상측 트랜지스터(T22)를 턴오프하기 위한 레벨을 가진다. 하측 트랜지스터(T22)를 턴오프하기 위한 레벨은 로우 레벨일 수 있다.
- [0124] 상측 트랜지스터(T21)의 턴온 타임 슬롯에서, 하측 트랜지스터(T22)의 턴오프 타임 슬롯의 하측 트랜지스터 제

어 신호는 하측 트랜지스터(T22)를 턴오프하기 위한 레벨을 가진다.

- [0125] 하측 트랜지스터(T22)의 턴온 타임 슬롯에서, 상측 트랜지스터(T21)의 턴오프 타임 슬롯의 하측 트랜지스터 제어 신호는 하측 트랜지스터(T22)를 턴오프하기 위한 레벨을 가진다.
- [0126] 상측 트랜지스터(T21)와 하측 트랜지스터(T22)의 동시 턴온으로 인한 쇼트 서킷을 방지하기 위하여, 상측 트랜지스터 제어 신호와 하측 트랜지스터 제어 신호는 데드 타임 슬롯을 가질 수 있다. 데드 타임 슬롯에서, 상측 트랜지스터 제어 신호는 상측 트랜지스터(T21)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지고, 하측 트랜지스터 제어 신호는 하측 트랜지스터(T22)를 턴오프하기 위한 레벨을 가질 수 있다.
- [0127] 50% 듀티율의 구형과 전압을 가지는 전력을 출력하기 위하여, 상측 트랜지스터(T21)의 턴온 타임 슬롯은 한 주기(T)의 (50-a)%의 시간 길이를 가지고, 상측 트랜지스터(T21)의 데드 타임 슬롯은 한 주기(T)의 a%의 시간 길이를 가지고, 상측 트랜지스터(T21)의 턴오프 타임 슬롯은 50%의 시간 길이를 가지고, 하측 트랜지스터(T22)의 턴온 타임 슬롯은 한 주기(T)의 (50-a)%의 시간 길이를 가지고, 하측 트랜지스터(T22)의 데드 타임 슬롯은 한 주기(T)의 a%의 시간 길이를 가지며, 하측 트랜지스터(T22)의 턴오프 타임 슬롯은 50%의 시간 길이를 가질 수 있다. 예컨대, 여기서 a는 1%일 수 있다.
- [0128] 직류-교류 변환부(153)는 교류 전력 생성 제어 신호에 기초하여 직류-직류 변환부(155)의 출력 전력을 구형과 교류 전압을 가지는 교류 전력으로 변환하여(S113), 송신 유도 코일부(210)에 출력한다.
- [0129] 도 10을 참고하여, 직류-교류 변환부(153)의 동작을 설명한다.
- [0130] 데드 타임 슬롯을 가지는 상측 트랜지스터 제어 신호와 하측 트랜지스터 제어 신호에 의해서 상측 트랜지스터(T21)와 하측 트랜지스터(T22)는 도 10에 도시된 바와 같은 구형과 전압(V3)을 가지는 구형과 전력을 출력한다.
- [0131] 직류 차단 커패시터(C21)는 구형과 전력의 직류 전압을 차단하여 구형과 교류 전압(V4)을 가지는 구형과 교류 전력을 송신 유도 코일부(210)에 출력한다.
- [0132] 무선 전력 송신 장치(200)는 구형과 교류 전압을 가지는 구형과 교류 전력을 공진에 의해 무선 전력 수신 장치(300)에 전달한다(S115).
- [0133] 다음은 도 11을 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급 장치가 생성하는 구형과 교류 전력의 주파수 성분들의 크기를 설명한다.
- [0134] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급 장치가 생성하는 구형과 교류 전력의 주파수 성분들의 크기를 보여준다.
- [0135] 도 11에 도시된 바와 같이, 1V와 -1V 사이에서 변경되는 전압을 가지는 구형과 교류 전력의 듀티율이 50%인 경우, 그 구형과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 크기는 약 0.64V이고, 3차 조화 주파수 성분의 크기는 약 0.21V이고, 5차 조화 주파수 성분의 크기는 0.13V 이다. 이 구형과 교류 전력은 짝수배의 조화 주파수 성분을 가지지 않는다.
- [0136] 이때, 기본 주파수 성분의 전력($P_{fundamental}$), 2차 조화 주파수 성분의 전력($P_{2nd_hammornic}$) 및 n차 조화 주파수 성분의 전력($P_{nth_hammornic}$)은 수학적 1, 수학적 2, 및 수학적 3에 의해 각각 얻어질 수 있다.

수학적 1

$$P_{fundamental} = \frac{V_{fundamental}^2}{Z_{fundamental}}$$

[0137]

- [0138] 수학적 1에서, $Z_{fundamental}$ 은 기본 주파수 성분에서의 입력 임피던스를 나타내고, $V_{fundamental}$ 은 기본 주파수 성분에서의 전압의 크기를 나타낸다.

수학식 2

$$P_{2^{nd} \text{ harmonic}} = \frac{V_{2^{nd} \text{ harmonic}}^2}{Z_{2^{nd} \text{ harmonic}}}$$

[0139]

[0140] 수학식 2에서, $Z_{2^{nd} \text{ harmonic}}$ 은 2차 조화 주파수 성분에서의 입력 임피던스를 나타내고, $V_{2^{nd} \text{ harmonic}}$ 은 2차 조화 주파수 성분에서의 전압의 크기를 나타낸다.

수학식 3

$$P_{n^{th} \text{ harmonic}} = \frac{V_{n^{th} \text{ harmonic}}^2}{Z_{n^{th} \text{ harmonic}}}$$

[0141]

[0142] 수학식 3에서, $Z_{n^{th} \text{ harmonic}}$ 은 n차 조화 주파수 성분에서의 입력 임피던스를 나타내고, $V_{n^{th} \text{ harmonic}}$ 은 n차 조화 주파수 성분에서의 전압의 크기를 나타낸다.

[0143] 한편, 기본 주파수 성분의 전력 비율은 수학식 4에 의해 구해질 수 있다.

수학식 4

$$\text{기본 주파수 성분의 전력 비율} = \frac{P_{\text{fundamental}}}{P_{\text{fundamental}} + \sum_{n=2}^{\infty} P_{n^{th} \text{ harmonic}}}$$

[0144]

[0145] 수학식 4에 의하여, 가지는 구형파 교류 전력의 듀티율이 50%인 경우, 기본 주파수 성분의 전력 비율은 대략 65.5%이다.

[0146] 공진형 무선 전력 전송 장치의 경우, 기본 주파수 성분의 전력만을 전력 수신 장치에 제공할 수 있으므로, 기본 주파수 성분의 전력 비율이 전력 효율이 된다.

[0147] 다음은 도 12 내지 도 16을 참고하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기본 주파수 성분의 전력 비율을 더욱 높여 전력 효율을 향상시키기 위한 전력 공급 장치(100)를 설명한다.

[0148] 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력 공급 장치의 블록도를 보여준다.

[0149] 도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력 공급 장치(100)는 전원 공급부(110), 발진기(130), 교류 전력 생성부(160), 및 송신 전력 제어부(190)를 포함하고, 전력 공급 장치(100)는 무선 전력 송신 장치(200)와 연결된다.

[0150] 전원 공급부(110)는 직류 전압을 가진 전력인 직류 전력을 생성하여 출력단에 출력한다.

[0151] 발진기(130)는 소전력 사인파를 생성한다.

[0152] 송신 전력 제어부(190)는 발진기(130)의 소전력 사인파에 기초하여 교류 전력 생성부(160)를 제어하기 위한 제어 신호를 생성한다.

[0153] 교류 전력 생성부(160)는, 송신 전력 제어부(190)의 제어 신호에 기초하여, 전원 공급부(110)의 직류 전력을 이용하여 발진기(130)의 소전력 사인파의 전력을 증폭하여 수정된 구형파(Modified Square wave) 형태의 전압을

가지는 교류 전력을 생성한다. 이때, 수정된 구형파는 후술하는 도 16에서 보여지는 바와 같은 퀴시 구형파(Quasi Square wave)의 형상을 가질 수 있다. 무선 전력 송신 장치(200)는 교류 전력 생성부(160)에 의해 생성된 퀴시 구형파 형상의 교류 전력을 공진 방식에 의해 무선전력 수신 장치(300)에 전달함으로써, 무선 전력 전송 효율을 증가시킬 수 있다.

- [0154] 도시하지는 않았지만, 전력 공급 장치(100)는 직류-직류 변환부(155)와 직류 전력 생성 제어부(191)를 추가로 포함할 수 있다. 이 경우, 직류-직류 변환부(155)는, 직류 전력 생성 제어부(191)가 생성하는 직류 전력 생성 제어 신호에 기초하여, 전원 공급부(110)의 출력 전력을 직류 전압을 가지는 직류 전압으로 변환하여 교류 전력 생성 제어부(160)에 제공할 수 있다.
- [0155] 무선 전력 송신 장치(200)는 교류 전력 생성부(160)의 출력 전력을 공진에 의해 무선 전력 수신 장치(300)에 전달한다. 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 교류 전력 생성부와 송신 전력 제어부의 블록도를 보여준다.
- [0156] 도 13에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 교류 전력 생성부(160)는 직류-교류 변환부(163)를 포함하고, 송신 전력 제어부(190)는 교류 전력 생성 제어부(193)를 포함한다.
- [0157] 교류 전력 생성 제어부(193)는 발진기(130)의 소전력 사인파에 기초하여 교류 전력 생성 제어 신호를 생성한다.
- [0158] 직류-교류 변환부(163)는 교류 전력 생성 제어 신호에 기초하여 전원 공급부(110)의 출력 전력을 수정된 구형파 형상의 전압을 가지는 교류 전력으로 변환하여, 송신 유도 코일부(210)에 출력한다.
- [0159] 도 14은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 직류-교류 변환부의 회로도를 보여준다.
- [0160] 도 14에 도시된 바와 같이, 직류-교류 변환부(163)는 풀 브리지 트랜지스터 회로부를 포함하고, 이 풀 브리지 트랜지스터 회로부는 2개의 하프 브리지 트랜지스터 회로부를 포함한다. 2개의 하프 브리지 트랜지스터 회로부 중 하나는 상측 트랜지스터(T41)과 하측 트랜지스터(T42)를 포함하고, 다른 하나는 상측 트랜지스터(T44)과 하측 트랜지스터(T43)를 포함한다. 상측 트랜지스터(T41, T44)와 하측 트랜지스터(T42, T43)는 N-채널 금속 산화막 반도체 전계효과 트랜지스터(n-channel metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, NMOS)일 수 있으나 동일한 작용을 할 수 있는 다른 소자로 대체될 수 있다.
- [0161] 교류 전력 생성 제어부(193)는 제1 및 제2 상측 트랜지스터 제어 신호 출력단과 제1 및 제2 하측 트랜지스터 제어 신호 출력단을 가지고, 발진기(130)의 소전력 사인파에 기초하여 교류 전력 생성 제어 신호를 생성한다.
- [0162] 상측 트랜지스터(T41)의 드레인 전극은 전원 공급부(110)의 출력단에 연결되고, 게이트 전극은 교류 전력 생성 제어부(193)의 제1 상측 트랜지스터 제어 신호 출력단에 연결되고, 소스 전극은 송신 유도 코일(L1)의 일단에 연결된다.
- [0163] 하측 트랜지스터(T42)의 드레인 전극은 상측 트랜지스터(T41)의 소스 전극에 연결되고, 게이트 전극은 교류 전력 생성 제어부(193)의 제1 하측 트랜지스터 제어 신호 출력단에 연결되며, 소스 전극은 그라운드에 연결된다.
- [0164] 상측 트랜지스터(T44)의 드레인 전극은 전원 공급부(110)의 출력단에 연결되고, 게이트 전극은 교류 전력 생성 제어부(193)의 제2 상측 트랜지스터 제어 신호 출력단에 연결되고, 소스 전극은 송신 유도 코일(L1)의 타단에 연결된다.
- [0165] 하측 트랜지스터(T43)의 드레인 전극은 상측 트랜지스터(T44)의 소스 전극에 연결되고, 게이트 전극은 교류 전력 생성 제어부(193)의 제2 하측 트랜지스터 제어 신호 출력단에 연결되며, 소스 전극은 그라운드에 연결된다.
- [0166] 다음은 도 15와 도 16을 참고하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 무선 전력 송신 방법을 설명한다.
- [0167] 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 무선 전력 송신 방법의 흐름도를 보여주고, 도 16은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력 공급 장치 내의 노드들의 파형도를 보여준다.
- [0168] 특히, 도 15은 도 12 내지 도 14의 실시예가 구체화된 무선 전력 송신 방법이다.
- [0169] 전원 공급부(110)는 직류 전압(V1)을 가지는 전력인 직류 전력을 생성한다(S301). 특히, 전원 공급부(110)는 교류 전압을 가지는 교류 전력을 직류 전압(V1)을 가지는 전력인 직류 전력으로 변환할 수 있다.
- [0170] 발진기(130)는 소전력 사인파를 생성한다(S303).
- [0171] 교류 전력 생성 제어부(193)는 소전력 사인파에 기초하여 교류 전력 생성 제어 신호를 생성하여(S311), 직류-교류 변환부(163)에 출력한다. 도 14와 같은 회로도를 가지는 직류-교류 변환부(163)를 위하여, 교류 전력 생성

제어 신호는 상측 트랜지스터(T41)의 제어 신호, 상측 트랜지스터(T44)의 제어 신호, 하측 트랜지스터(T42)의 제어 신호, 하측 트랜지스터(T43)의 제어 신호를 포함할 수 있다.

- [0172] 특히, 전력 공급 장치(100)의 동작의 한 주기는 양전압 출력 타임 슬롯(TS1), 제1 영전압 출력 타임 슬롯(TS2), 음전압 출력 타임 슬롯(TS3), 및 제2 영전압 출력 타임 슬롯(TS4)를 포함한다.
- [0173] 양전압 출력 타임 슬롯(TS1)에서, 트랜지스터(T41)의 제어 신호는 트랜지스터(T41)를 턴온하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T42)의 제어 신호는 트랜지스터(T42)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T43)의 제어 신호는 트랜지스터(T43)를 턴온하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T44)의 제어 신호는 트랜지스터(T44)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지며, 이에 의하여 교류 전력 생성 제어부(193)의 출력 전압(V3)은 양전압이 된다.
- [0174] 제1 영전압 출력 타임 슬롯(TS2)에서, 트랜지스터(T41)의 제어 신호는 트랜지스터(T41)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T42)의 제어 신호는 트랜지스터(T42)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T43)의 제어 신호는 트랜지스터(T43)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T44)의 제어 신호는 트랜지스터(T44)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지며, 이에 의하여 교류 전력 생성 제어부(193)의 출력 전압(V3)은 영전압이 된다.
- [0175] 음전압 출력 타임 슬롯(TS3)에서, 트랜지스터(T41)의 제어 신호는 트랜지스터(T41)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T42)의 제어 신호는 트랜지스터(T42)를 턴온하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T43)의 제어 신호는 트랜지스터(T43)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T44)의 제어 신호는 트랜지스터(T44)를 턴온하기 위한 레벨을 가지며, 이에 의하여 교류 전력 생성 제어부(193)의 출력 전압(V3)은 음전압이 된다.
- [0176] 제2 영전압 출력 타임 슬롯(TS4)에서, 트랜지스터(T41)의 제어 신호는 트랜지스터(T41)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T42)의 제어 신호는 트랜지스터(T42)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T43)의 제어 신호는 트랜지스터(T43)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지고, 트랜지스터(T44)의 제어 신호는 트랜지스터(T44)를 턴오프하기 위한 레벨을 가지며, 이에 의하여 교류 전력 생성 제어부(193)의 출력 전압(V3)은 영전압이 된다.
- [0177] 직류-교류 변환부(163)는 교류 전력 생성 제어 신호에 기초하여 전원 공급부(110)의 출력 전력을 수정된 구형과 형상의 교류 전압(V3)을 가지는 수정된 구형과 교류 전력으로 변환하여(S313), 송신 유도 코일부(210)에 출력한다.
- [0178] 도 16을 참고하면, 구형과 형상의 교류 전압(V3)을 가지는 퀴시 구형과 교류 전력의 한 주기는 양전압 출력 타임 슬롯(TS1), 제1 영전압 출력 타임 슬롯(TS2), 음전압 출력 타임 슬롯(TS3), 및 제2 영전압 출력 타임 슬롯(TS4)를 포함한다. 양전압 출력 타임 슬롯(TS1)에서, 구형과 형상의 교류 전압(V3)은 양전압이 된다. 제1 영전압 출력 타임 슬롯(TS2)에서, 구형과 형상의 교류 전압(V3)은 영전압이 된다. 음전압 출력 타임 슬롯(TS3)에서, 구형과 형상의 교류 전압(V3)은 음전압이 된다. 제2 영전압 출력 타임 슬롯(TS4)에서, 구형과 형상의 교류 전압(V3)은 영전압이 된다.
- [0179] 퀴시 구형과 교류 전력의 듀티율(D)은 아래의 수학적 식 5와 같이 계산될 수 있다.

수학적 식 5

[0180]
$$D = \frac{TS1}{TS1 + TS2 + TS3 + TS4} \times 100\%$$

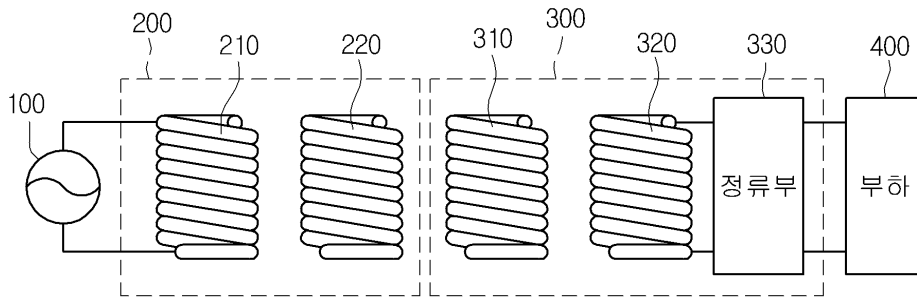
- [0181] 무선 전력 송신 장치(200)는 수정된 구형과 형상의 교류 전압(V3)을 가지는 수정된 구형과 교류 전력을 공진에 의해 무선 전력 수신 장치(300)에 전달한다(S315).
- [0182] 다음은 무선 전력 송신 장치(200)의 입력단에서 측정되는 입력 임피던스를 도 17을 참고하여 설명한다.
- [0183] 도 17은 공진형 무선 전력 전송 시스템의 입력 임피던스를 보여주는 그래프이다.
- [0184] 도 17에서 보여지는 바와 같이, 기본 주파수 성분에서 무선 전력 송신 장치(200)의 입력 임피던스는 가장 크고,

2차 조화 주파수 성분에서 무선 전력 송신 장치(200)의 입력 임피던스는 가장 작으며, 2차 이상의 주파수 성분에서 무선 전력 송신 장치(200)의 입력 임피던스는 차수가 증가할수록 증가한다.

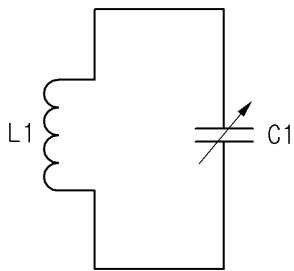
- [0185] 다음은 도 18을 참고하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력 공급 장치가 생성하는 퀴시 구형과 교류 전력의 주파수 성분들의 크기를 설명한다.
- [0186] 도 18은 또 다른 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급 장치가 생성하는 구형과 교류 전력의 주파수 성분들의 크기를 보여준다.
- [0187] 도 18에 도시된 바와 같이, 1V, 0V 및 -1V 사이에서 변경되는 전압을 가지는 퀴시 구형과 교류 전력의 듀티율이 30%인 경우, 그 구형과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 크기는 약 0.52V이고, 2차 조화 주파수 성분의 크기는 약 0.09V이고, 3차 조화 주파수 성분의 크기는 0.07V 이다.
- [0188] 다음은 도 19를 참고하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력 공급 장치가 생성하는 퀴시 구형과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율을 다양한 듀티율에 따라 설명한다.
- [0189] 도 19는 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력 공급 장치가 생성하는 퀴시 구형과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율을 보여준다.
- [0190] 퀴시 구형과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율은 수학적 식 4에 의해 구해질 수 있다.
- [0191] 도 19에서 보여지는 바와 같이, 특히, 퀴시 구형과 교류 전력의 듀티율이 대략 23% 이상일 때 퀴시 구형과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율은 구형과 교류 전력의 듀티율이 50%일 때 구형과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율보다 크다. 따라서, 구형과 교류 전력의 듀티율이 50%일 때의 효율보다 더 나은 효율을 얻기 위하여, 퀴시 구형과 교류 전력의 듀티율을 23% 이상으로 설정할 수 있다.
- [0192] 한편, 퀴시 구형과 교류 전력의 듀티율이 50% 이면, 트랜지스터(T41)과 트랜지스터(T42)가 동시에 턴온되는 경우가 발생하여 쇼트 서킷에 의한 슈트 쓰루 전류(shoot-through current)가 발생한다. 이 슈트 쓰루 전류는 시스템 효율을 감소시키고, 트랜지스터(T41)과 트랜지스터(T42)의 손상을 야기할 수 있다. 따라서, 이러한 쇼트 서킷에 의한 슈트 쓰루 전류의 발생을 방지하기 위하여 퀴시 구형과 교류 전력의 듀티율을 48%이하로 설정할 수 있다.
- [0193] 또한, 퀴시 구형과 교류 전력의 듀티율이 대략 30%일 때, 퀴시 구형과 교류 전력의 기본 주파수 성분의 전력 비율이 최대가 된다. 따라서, 공진형 무선 전력 전송 시스템의 효율을 최대로 하기 위하여, 퀴시 구형과 교류 전력의 듀티율을 대략 30% 로 설정할 수 있다. 예컨대, 퀴시 구형과 교류 전력의 듀티율을 26% 이상으로 설정할 수 있고, 좁게는 28% 이상으로 설정할 수 있으며, 더욱 좁게는 29%로 설정할 수 있다. 또한, 퀴시 구형과 교류 전력의 듀티율을 40% 이하로 설정할 수 있고, 좁게는 34% 이하로 설정할 수 있으며, 더욱 좁게는 31%로 설정할 수 있다.
- [0194] 이상에서 실시예들에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의해 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [0195] 이상에서 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

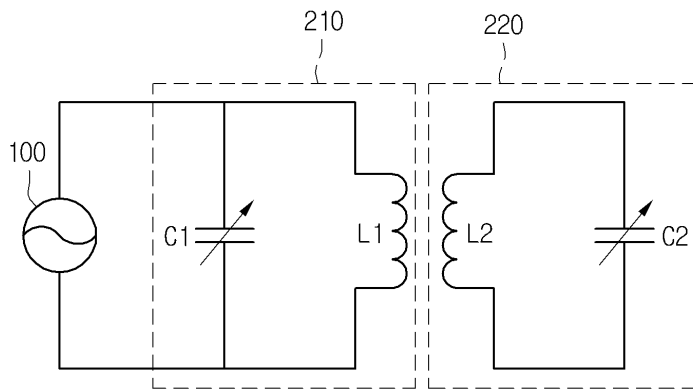
도면1



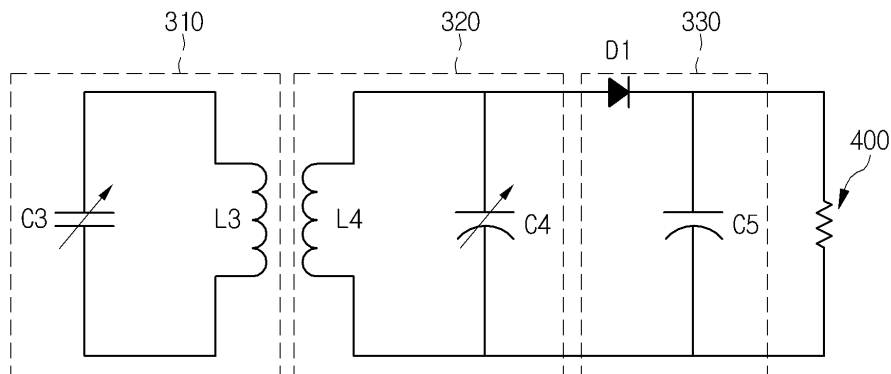
도면2



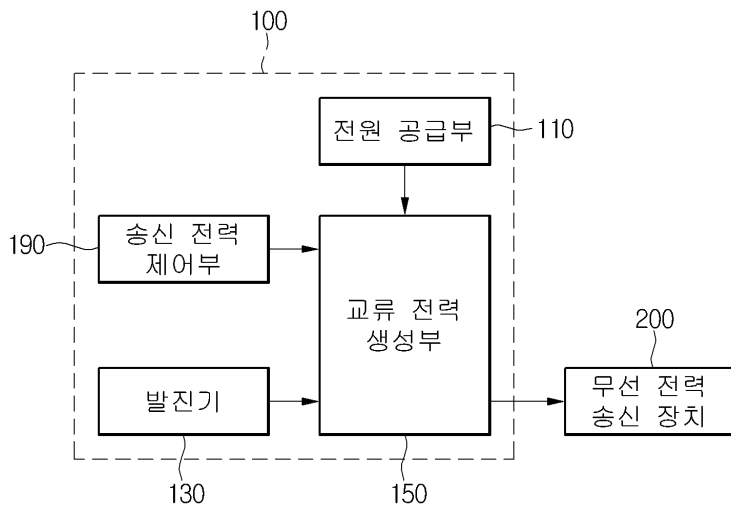
도면3



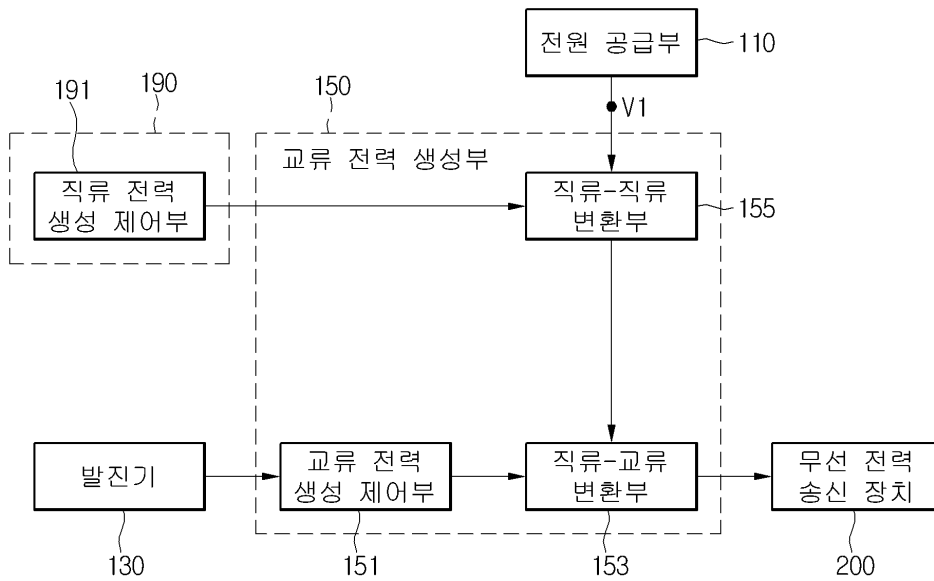
도면4



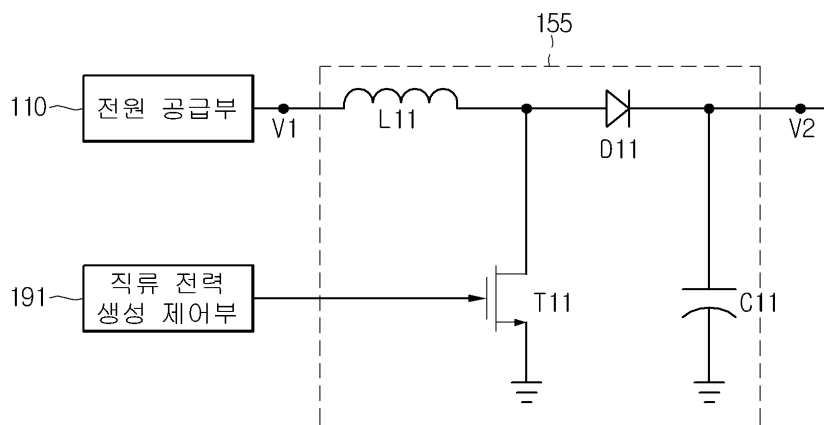
도면5



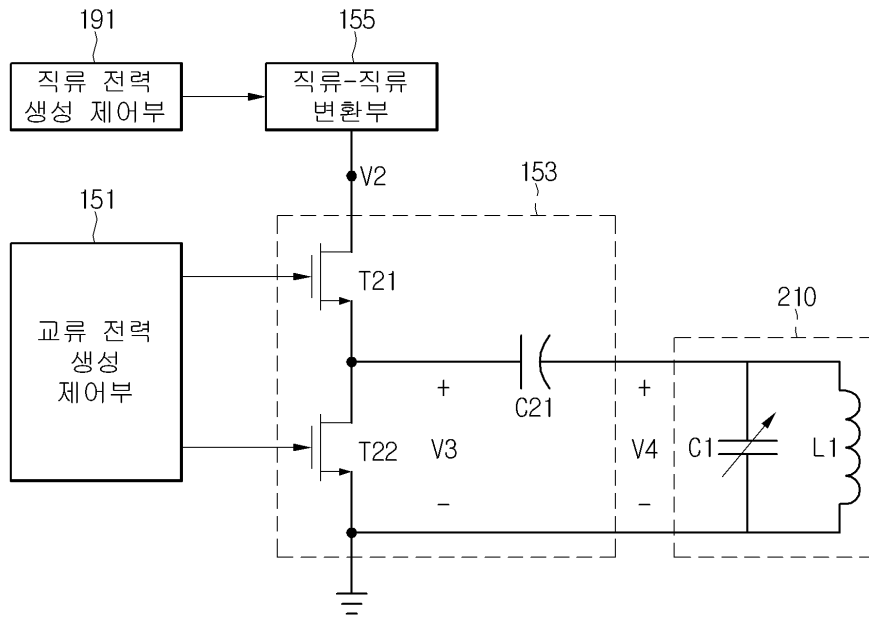
도면6



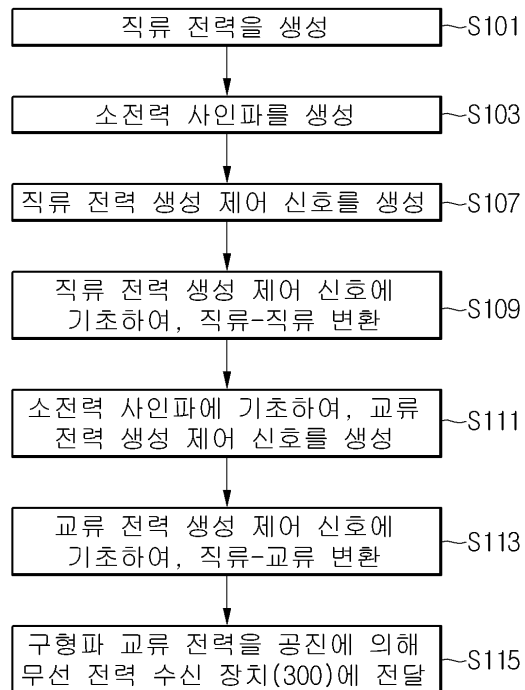
도면7



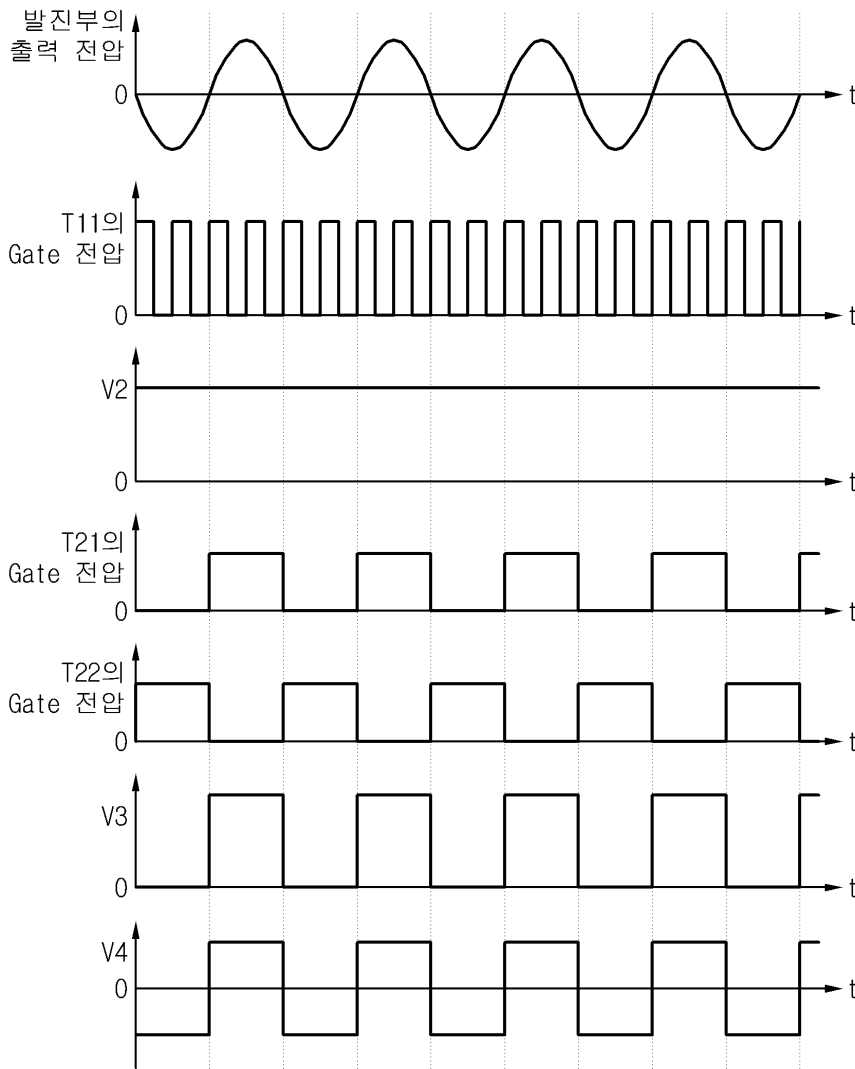
도면8



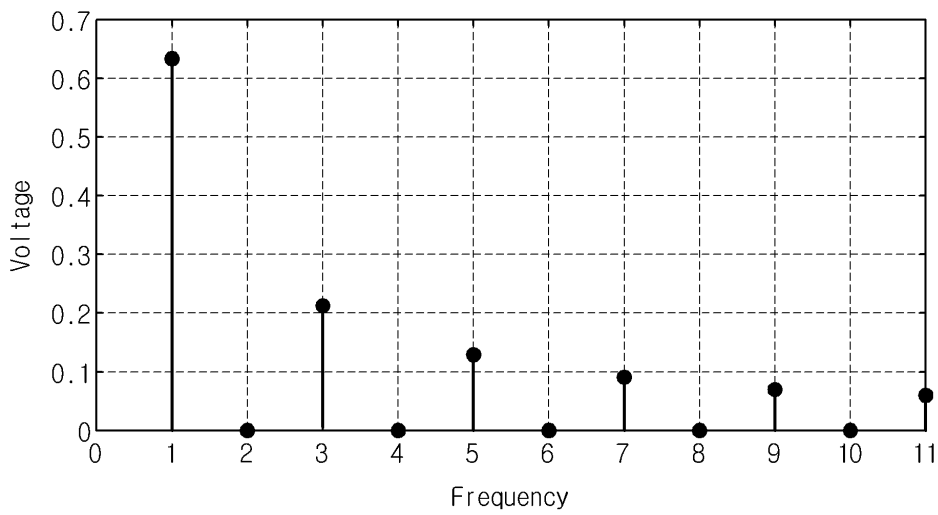
도면9



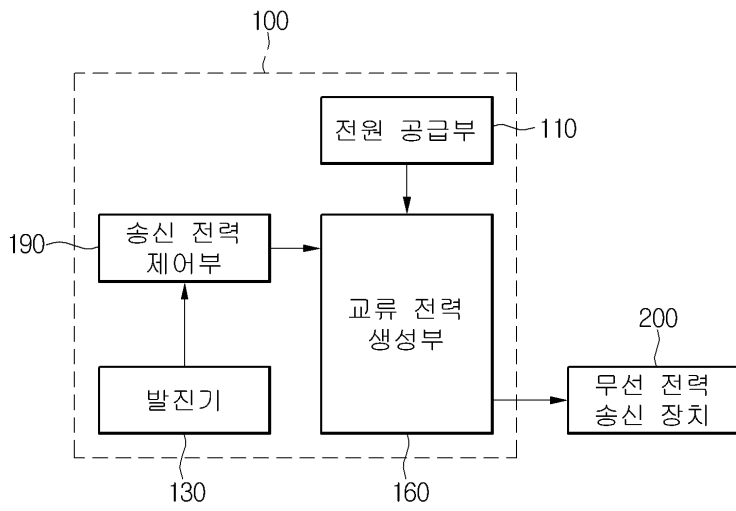
도면10



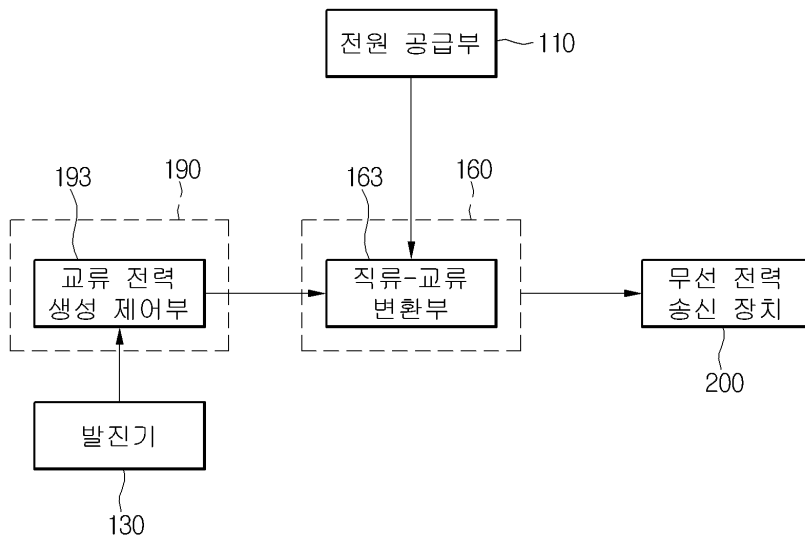
도면11



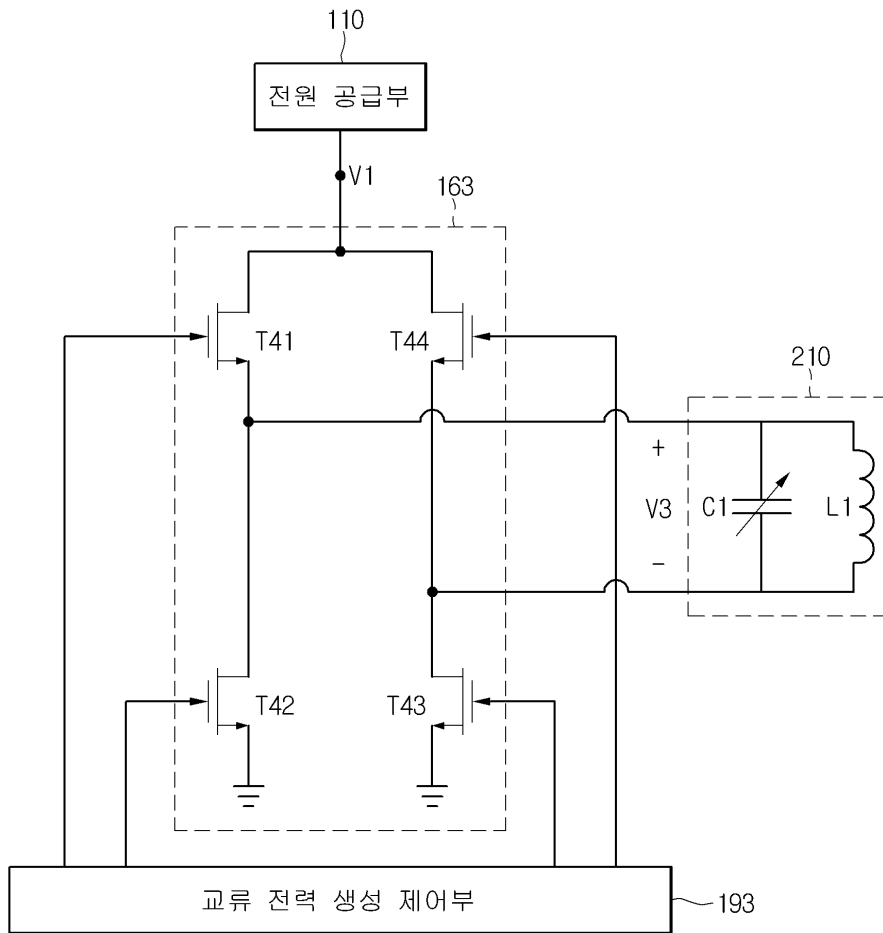
도면12



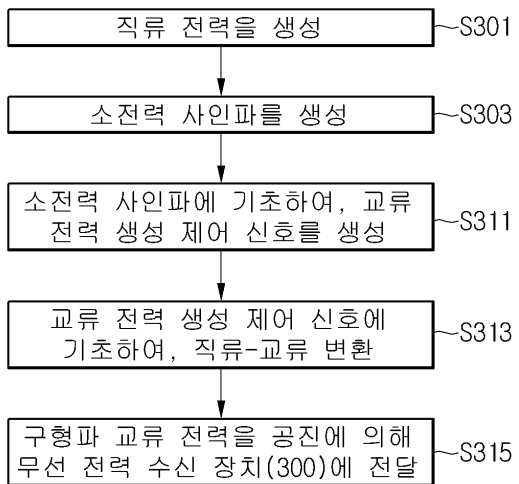
도면13



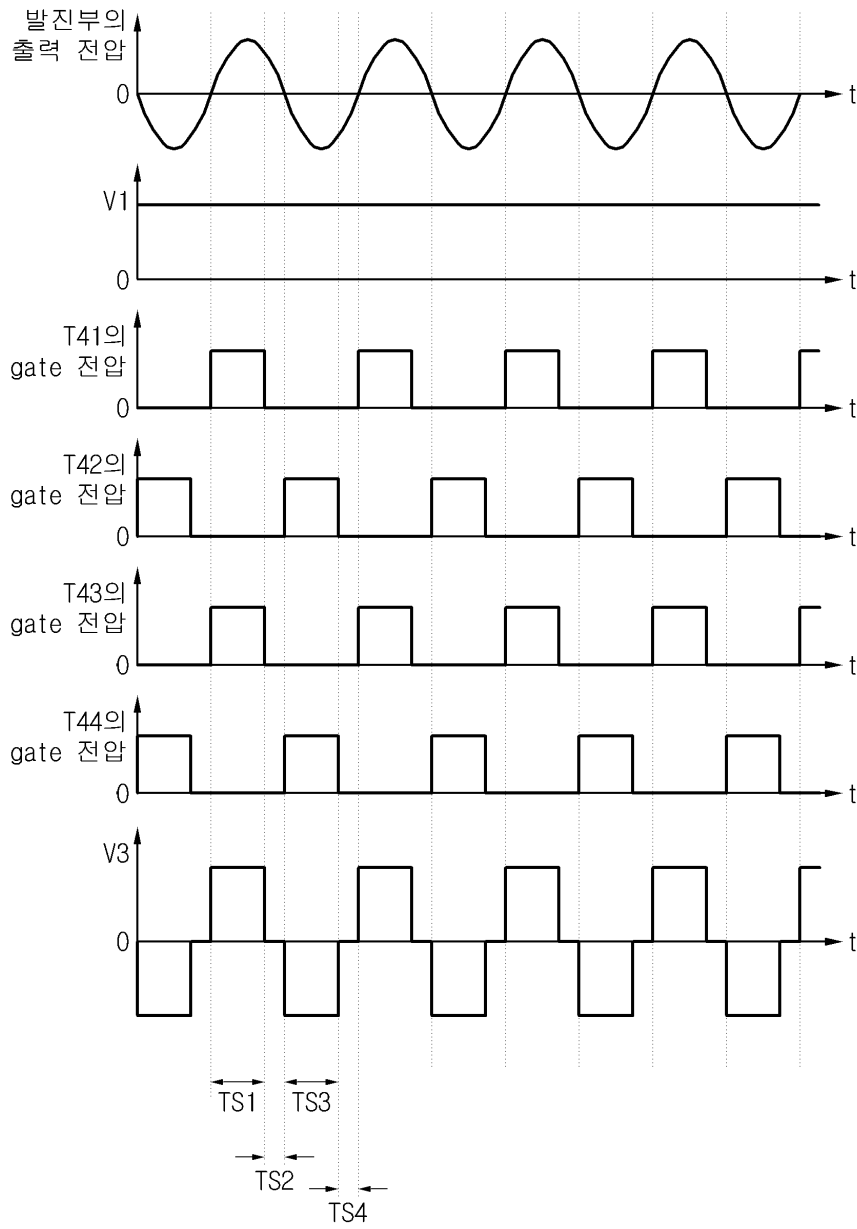
도면14



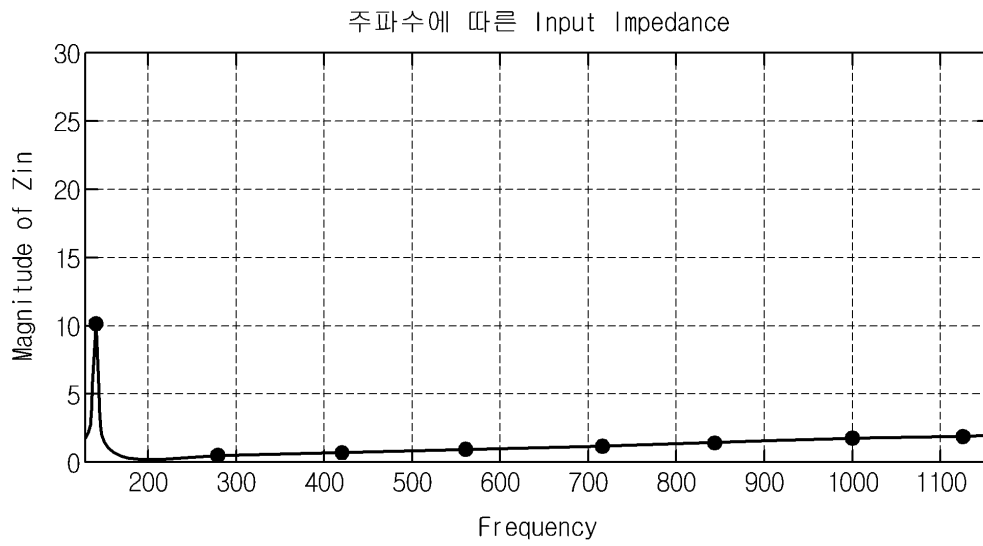
도면15



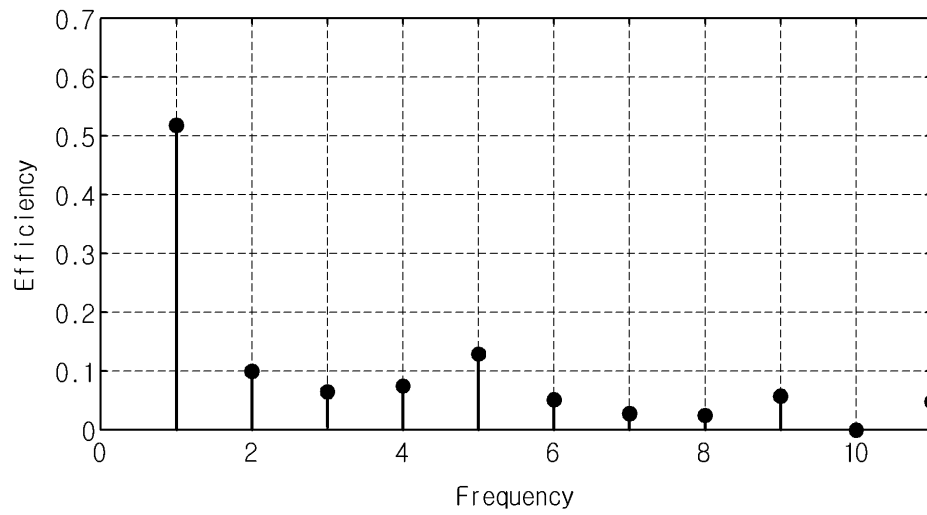
도면16



도면17



도면18



도면19

Fundamental
주파수의
Power 비율

