



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년08월01일
(11) 등록번호 10-2427840
(24) 등록일자 2022년07월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/12 (2016.01) H02M 3/155 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/12 (2016.02)
H02M 3/155 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0093763
(22) 출원일자 2017년07월24일
심사청구일자 2020년07월13일
(65) 공개번호 10-2019-0011153
(43) 공개일자 2019년02월01일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160130863 A*
KR1020130006826 A
KR1020130025485 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
정승철
경기도 수원시 영통구 광교호수로152번길 23,
2304동 2803호(하동, 광교 LAKE PARK 한양수자인)
조규형
대전광역시 유성구 덕명로 63, 103동 802호(덕명
동, 하우스토리아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 17 항

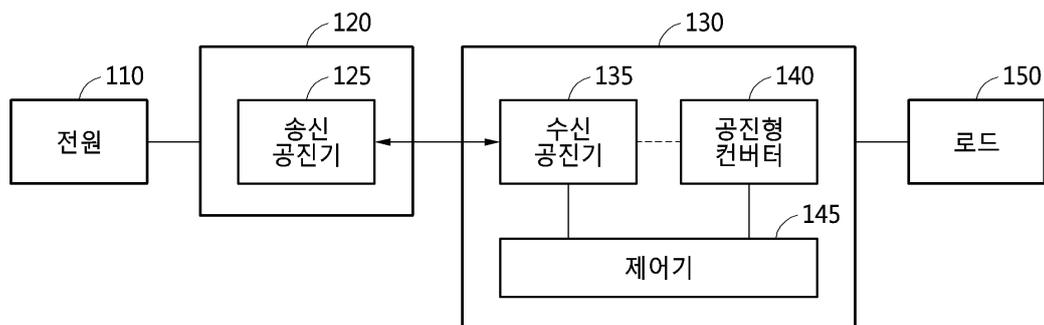
심사관 : 박형준

(54) 발명의 명칭 무선 전력 수신 장치 및 무선 전력 수신 방법

(57) 요약

무선 전력 수신 방법 및 장치가 개시된다. 무선 전력 수신 장치는 송신 공진기로부터 무선으로 에너지를 수신하는 수신 공진기, 복수의 에너지 저장 소자들 중 현재 시점에서 연결된 현재 에너지 저장 소자의 에너지를 출력단에 전달하는 공진형 컨버터와 송신 공진기로부터 수신한 에너지를 복수의 에너지 저장 소자들에 교대로 축적시키고, 복수의 에너지 저장 소자들 중 공진형 컨버터에 연결될 현재 에너지 저장 소자를 선택하는 제어기를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

Y02B 70/10 (2020.08)

(72) 발명자

김상준

경기도 화성시 동탄문화센터로 38, 411동 702호 (반송동, 솔빛마을서해그랑블아파트)

김종팔

서울특별시 관악구 관악로 304, 101동 1101호 (봉천동, 관악현대아파트)

신세운

경상북도 포항시 남구 오천읍 남원로 85, 125동 503호(부영사랑으로)

최민성

서울특별시 노원구 동일로207길 18, 103동 405호(중계동, 중계그린아파트)

고석태

서울특별시 송파구 오금로32길 5, 211동 407호(송파동, 삼익아파트)

양유진

충청북도 청주시 흥덕구 증안로 33, 105동 403호(북대동, 두진백로아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 전력 수신 장치에 있어서,

송신 공진기로부터 무선으로 에너지를 수신하는 수신 공진기;

복수의 에너지 저장 소자들 중 현재 시점에서 연결된 현재 에너지 저장 소자의 에너지를 출력단에 전달하는 공진형 컨버터; 및

상기 송신 공진기로부터 수신한 에너지를 상기 복수의 에너지 저장 소자들에 교대로 축적시키고, 상기 복수의 에너지 저장 소자들 중 상기 공진형 컨버터에 연결될 상기 현재 에너지 저장 소자를 선택하는 제어기를 포함하고,

상기 수신 공진기는, 자기 공진 결합(resonant inductive coupling)을 통해 상기 송신 공진기로부터 에너지를 수신하기 위한 제1 인덕터를 포함하고,

상기 공진형 컨버터는, 상기 제1 인덕터의 인덕턴스보다 큰 인덕턴스를 가진 제2 인덕터를 포함하는, 무선 전력 수신 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어기는,

제1 시간 구간 동안, 상기 수신 공진기로부터 수신한 에너지가 제1 에너지 저장 소자에 축적되고, 제2 에너지 저장 소자에 저장된 에너지가 상기 공진형 컨버터에 전달되도록 제어하고,

제2 시간 구간 동안, 상기 제1 에너지 저장 소자에 저장된 에너지가 상기 공진형 컨버터에 전달되고, 상기 수신 공진기로부터 수신한 에너지를 상기 제2 에너지 저장 소자에 축적되도록 제어하는, 무선 전력 수신 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어기는,

제1 에너지 저장 소자를 상기 수신 공진기와 상기 공진형 컨버터 중 어디에 연결시킬지를 제어하기 위한 제1 스위치와 제2 에너지 저장 소자를 상기 수신 공진기와 상기 공진형 컨버터 중 어디에 연결시킬지를 제어하기 위한 제2 스위치의 동작을 제어하는, 무선 전력 수신 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어기는,

상기 현재 에너지 저장 소자의 에너지가 출력단에 전달되는 동안, 상기 송신 공진기로부터 수신한 에너지를 다른 에너지 저장 소자에 축적시키는, 무선 전력 수신 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제어기는,

상기 송신 공진기로부터 수신한 에너지가 축적되는 에너지 저장 소자의 전압 값의 피크 점을 검출하고, 상기 검출된 피크 점이 미리 설정된 조건을 만족시키는 경우, 상기 에너지가 축적될 에너지 저장 소자를 교체하는, 무선 전력 수신 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 공진형 컨버터는,

제1-1 시간 구간 동안, 상기 현재 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 상기 제2 인덕터에 축적시키고,

제1-2 시간 구간 동안, 상기 제2 인덕터에 저장된 에너지를 상기 출력단에 전달하는, 무선 전력 수신 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 공진형 컨버터는,

상기 제1-1시간 구간과 상기 제1-2 시간 구간을 제어하기 위한 스위치를 더 포함하는 무선 전력 수신 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 공진형 컨버터는,

상기 제2 인덕터와 상기 출력단 사이에 위치하는 다이오드를 더 포함하는 무선 전력 수신 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제2 인덕터는,

상기 현재 에너지 저장 소자와 직렬로 연결되는, 무선 전력 수신 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 에너지 저장 소자들은 커패시터들인, 무선 전력 수신 장치.

청구항 12

무선 전력 수신 장치에 있어서,

송신 공진기로부터 무선으로 에너지를 수신하는 수신 공진기;

상기 수신한 에너지가 저장되거나 또는 저장된 에너지를 공급하는 복수의 에너지 저장 소자들; 및

상기 에너지 저장 소자들 중 상기 송신 공진기로부터 수신한 에너지가 저장될 에너지 저장 소자와 공진형 컨버터를 통해 에너지를 출력단에 공급할 에너지 저장 소자를 선택하는 제어기를 포함하고,

상기 수신 공진기는, 자기 공진 결합(resonant inductive coupling)을 통해 상기 송신 공진기로부터 에너지를 수신하기 위한 제1 인덕터를 포함하고,

상기 공진형 컨버터는, 상기 제1 인덕터의 인덕턴스보다 큰 인덕턴스를 가진 제2 인덕터를 포함하는, 무선 전력 수신 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

현재 시점에서 연결된 현재 에너지 저장 소자의 에너지를 출력단에 전달하는 공진형 컨버터를 더 포함하는 무선 전력 수신 장치.

청구항 14

무선 전력 수신 방법에 있어서,

제1 시간 구간 동안, 제1 에너지 저장 소자에 송신 공진기로부터 무선으로 수신한 에너지를 수신 공진기에서 축적시키고, 제2 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 공진형 컨버터를 통해 출력단에 전달하는 단계; 및

제2 시간 구간 동안, 상기 제2 에너지 저장 소자에 상기 송신 공진기로부터 무선으로 수신한 에너지를 상기 수신 공진기에서 축적시키고, 상기 제1 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 상기 공진형 컨버터를 통해 출력단에 전달하는 단계

를 포함하고,

상기 수신 공진기는, 자기 공진 결합(resonant inductive coupling)을 통해 상기 송신 공진기로부터 에너지를 수신하기 위한 제1 인덕터를 포함하고,

상기 공진형 컨버터는, 상기 제1 인덕터의 인덕턴스보다 큰 인덕턴스를 가진 제2 인덕터를 포함하는, 무선 전력 수신 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제2 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 출력단에 전달하는 단계는,

제1-1 시간 구간 동안, 상기 제2 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 상기 공진형 컨버터에 포함된 인덕터에 축적시키는 단계; 및

제1-2 시간 구간 동안, 상기 인덕터에 저장된 에너지를 상기 출력단에 전달하는 단계

를 포함하는 무선 전력 수신 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 제1 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 출력단에 전달하는 단계는,

제2-1 시간 구간 동안, 상기 제1 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 상기 공진형 컨버터에 포함된 인덕터에 축적시키는 단계; 및

제2-2 시간 구간 동안, 상기 인덕터에 저장된 에너지를 상기 출력단에 전달하는 단계를 포함하는 무선 전력 수신 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 제1 시간 구간 동안, 상기 제1 에너지 저장 소자의 전압 값의 피크 점을 검출하는 단계; 및

상기 검출된 피크 점이 미리 설정된 조건을 만족시키는 경우, 상기 수신 공진기에 의해 수신된 에너지를 상기 제2 에너지 저장 소자에 축적시키는 것으로 결정하는 단계

를 더 포함하는 무선 전력 수신 방법.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 제2 시간 구간 동안, 상기 제2 에너지 저장 소자의 전압 값의 피크 점을 검출하는 단계; 및

상기 검출된 피크 점이 미리 설정된 조건을 만족시키는 경우, 상기 수신 공진기에 의해 수신된 에너지를 상기 제1 에너지 저장 소자에 축적시키는 것으로 결정하는 단계

를 더 포함하는 무선 전력 수신 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 설명은 무선으로 전력을 전송하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 전력 전송에 대한 연구는 휴대기기를 포함한 다양한 전기기기의 유선 전력 공급의 불편 및 기존 배터리 용량의 한계 등을 극복하기 위해 시작되었으며, 근거리 무선 전력 전송에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 근거리 무선 전력 전송은 동작 주파수에서 파장의 길이에 비해 송신 코일과 수신 코일 간의 거리가 충분히 작은 경우에서 수행되는 무선 전력 전송을 의미한다. 이러한 무선 전력 전송은 전력을 무선으로 공급하는 무선 전력 전송 장치와 무선 전력 전송 장치로부터 전력을 공급받는 무선 전력 수신 장치를 통해 수행된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0003] 일 실시예에 따른 무선 전력 수신 장치는, 송신 공진기로부터 무선으로 에너지를 수신하는 수신 공진기; 복수의 에너지 저장 소자들 중 현재 시점에서 연결된 현재 에너지 저장 소자의 에너지를 출력단에 전달하는 공진형 컨버터; 및 상기 송신 공진기로부터 수신한 에너지를 상기 복수의 에너지 저장 소자들에 교대로 축적시키고, 상기 복수의 에너지 저장 소자들 중 상기 공진형 컨버터에 연결될 상기 현재 에너지 저장 소자를 선택하는 제어기를

포함할 수 있다.

- [0004] 상기 제어기는, 제1 시간 구간 동안, 상기 수신 공진기로부터 수신한 에너지가 제1 에너지 저장 소자에 축적되고, 제2 에너지 저장 소자에 저장된 에너지가 상기 공진형 컨버터에 전달되도록 제어하고, 제2 시간 구간 동안, 상기 제1 에너지 저장 소자에 저장된 에너지가 상기 공진형 컨버터에 전달되고, 상기 수신 공진기로부터 수신한 에너지를 상기 제2 에너지 저장 소자에 축적되도록 제어할 수 있다.
- [0005] 상기 제어기는, 상기 제1 에너지 저장 소자를 상기 수신 공진기와 상기 공진형 컨버터 중 어디에 연결시킬지를 제어하기 위한 제1 스위치와 상기 제2 에너지 저장 소자를 상기 수신 공진기와 상기 공진형 컨버터 중 어디에 연결시킬지를 제어하기 위한 제2 스위치의 동작을 제어할 수 있다.
- [0006] 상기 제어기는, 상기 현재 에너지 저장 소자의 에너지가 출력단에 전달되는 동안, 상기 송신 공진기로부터 수신한 에너지를 다른 에너지 저장 소자에 축적시킬 수 있다.
- [0007] 상기 공진형 컨버터는, 제1-1 시간 구간 동안, 상기 현재 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 상기 제2 인덕터에 축적시키고, 제1-2 시간 구간 동안, 상기 제2 인덕터에 저장된 에너지를 상기 출력단에 전달할 수 있다.
- [0008] 다른 실시예에 따른 무선 전력 수신 장치는 송신 공진기로부터 무선으로 에너지를 수신하는 수신 공진기; 상기 수신한 에너지가 저장되거나 또는 저장된 에너지를 공급하는 복수의 에너지 저장 소자들; 및 상기 에너지 저장 소자들 중 상기 송신 공진기로부터 수신한 에너지가 저장된 에너지 저장 소자와 에너지를 출력단에 공급할 에너지 저장 소자를 선택하는 제어기를 포함할 수 있다.
- [0009] 다른 실시예에 따른 무선 전력 수신 장치는 현재 시점에서 연결된 현재 에너지 저장 소자의 에너지를 출력단에 전달하는 공진형 컨버터를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 따른 무선 전력 수신 방법은, 제1 시간 구간 동안, 제1 에너지 저장 소자에 송신 공진기로부터 무선으로 수신한 에너지를 축적시키고, 제2 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 상기 공진형 컨버터를 통해 출력단에 전달하는 단계; 및 제2 시간 구간 동안, 상기 제2 에너지 저장 소자에 상기 송신 공진기로부터 무선으로 수신한 에너지를 축적시키고, 상기 제1 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 상기 공진형 컨버터를 통해 출력단에 전달하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 제2 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 출력단에 전달하는 단계는, 제1-1 시간 구간 동안, 상기 제2 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 상기 공진형 컨버터에 포함된 인덕터에 축적시키는 단계; 및 제1-2 시간 구간 동안, 상기 인덕터에 저장된 에너지를 상기 출력단에 전달하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 제1 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 출력단에 전달하는 단계는, 제2-1 시간 구간 동안, 상기 제1 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 상기 공진형 컨버터에 포함된 인덕터에 축적시키는 단계; 및 제2-2 시간 구간 동안, 상기 인덕터에 저장된 에너지를 상기 출력단에 전달하는 단계를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 장치와 무선 전력 수신 장치의 등가 회로의 일례를 도시한 도면이다.
- 도 3a 및 도 3b는 일 실시예에 따른 무선 전력 수신 장치의 동작을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 수신 공진기에 포함된 커패시터의 출력 신호 파형의 일례를 도시한 도면이다.
- 도 5a 내지 도 6은 일 실시예에 따른 공진형 컨버터를 이용한 에너지 전달 방식을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 공진형 컨버터의 부스트 주기를 결정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 무선 전력 수신 장치의 수신 공진기의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 무선 전력 수신 장치의 공진형 컨버터의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 실시될 수 있다. 따라서, 실시예들은 특정한 개시형태로 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범

위는 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

- [0015] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다. 또한, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0016] 단수의 표현은 달리 명시되지 않는 한 일반적으로 "하나 이상의"를 의미하는 것으로 해석되어야 한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0017] 또한, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 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 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0018] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0019] 도 1은 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0020] 무선 전력 전송 시스템은 무선 전력 전송(또는 무선 충전)을 필요로 하는 다양한 시스템에 응용될 수 있다. 예를 들어, 무선 전력 전송 시스템은 웨어러블 기기, 인체 이식형 기기, 헬스 케어 기기, 스마트폰, 가전 기기 및 전기 자동차 등에 무선으로 에너지를 전송하는데 적용될 수 있다. 이하에서, '에너지'는 '전력'으로 대체되어 사용될 수 있다. 무선 전력 전송 시스템은 위와 같은 기기에 포함된 충전 가능한 배터리에 에너지를 원격으로 공급하는데 이용될 수 있다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 무선 전력 전송 시스템은 무선 전력 수신 장치(130)에 무선으로 에너지를 전송하는 무선 전력 전송 장치(120) 및 무선 전력 전송 장치(120)로부터 무선으로 에너지를 수신하는 무선 전력 수신 장치(130)를 포함한다. 무선 전력 전송 장치(120)는 송신 공진기(125)를 포함하고, 무선 전력 수신 장치(130)는 수신 공진기(135), 공진형 컨버터(140) 및 제어기(145)를 포함한다.
- [0022] 송신 공진기(125)와 수신 공진기(135)는 각각 인덕터를 포함하고, 해당 인덕터들 간의 전자기 유도(electromagnetic induction)를 통해 무선 전력 전송 장치(120)로부터 무선 전력 수신 장치(130)에 에너지가 원격으로 전송될 수 있다. 무선 전력 전송 장치(120)는 전원(110)으로부터 에너지를 공급받고, 공급받은 에너지를 송신 공진기(125)에 저장한다. 송신 공진기(125)와 상호 공진할 만큼 충분히 가까운 거리에 송신 공진기(125)의 공진 주파수와 동일한 공진 주파수를 가지는 수신 공진기(135)가 위치하는 경우, 송신 공진기(125)와 수신 공진기(135) 간에 자기 공진 결합(resonant inductive coupling) 현상이 발생한다. 수신 공진기(135)는 자기 공진 결합을 통해 송신 공진기(125)로부터 무선으로 에너지를 수신하고, 수신 공진기(135)를 통해 수신된 에너지는 커패시터(capacitor)와 같은 에너지 저장 소자에 저장된다. 무선 전력 수신 장치(130)는 공진형 컨버터(140)를 통해 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 출력단에 연결된 로드(load, 150)에 전달한다. 로드(150)로서, 예를 들어 충전 가능한 배터리 또는 전력을 소모하는 전자 부품이 무선 전력 수신 장치(130)에 연결될 수 있다. 무선 전력 수신 장치(130)는 정류기(rectifier)와 해당 정류기에 연결된 컨버터(converter)로 구성된 에너지 전달 경로가 아닌 공진형 컨버터(140)를 이용하여 로드(150)에 에너지를 전달함으로써, 보다 높은 효율을 제공한다. 다른 실시예에 따르면, 무선 전력 수신 장치(130)의 출력단에는 배터리가 아닌 통신부를 통해 실시간으로 제어되는 회로가 연결될 수도 있다.
- [0023] 위와 같은 과정에서, 무선 전력 수신 장치(130)는 무선 전력 수신 장치(130)에 포함된 복수의 에너지 저장 소자들을 이용하여, 무선 전력 전송 장치(120)로부터 에너지를 수신하는 것과 저장된 에너지를 공진형 컨버터(140)를 통해 로드(150)에 전달하는 것을 분리하여 수행할 수 있다. 이를 통해, 무선 전력 전송 과정에서의 효율이 로드(150)에 무관하게 되어 효율이 개선될 수 있다. 이에 대해서는 아래에서 보다 자세히 설명한다.

- [0024] 제어기(145)는 무선 전력 수신 장치(130)의 전체적인 동작을 제어한다. 이러한 동작 제어는 제어기(145)로부터 출력되는 제어 신호에 의해 달성될 수 있다. 제어기(145)는 에너지 저장 소자들 중 수신 공진기(135)를 통해 수신되는 에너지를 저장할 에너지 저장 소자와 안에 저장된 에너지가 추출될 에너지 저장 소자를 선택한다. 제어기(145)는 송신 공진기(125)로부터 수신한 에너지를 에너지 저장 소자들에 교대로 축적시키고, 에너지 저장 소자들 중 공진형 컨버터(140)에 연결될 에너지 저장 소자를 선택한다. 공진형 컨버터(140)는 복수의 에너지 저장 소자들 중 현재 시점에서 연결된 에너지 저장 소자인 현재 에너지 저장 소자의 에너지를 출력단에 전달하고, 제어기(145)는 공진형 컨버터(140)를 통해 현재 에너지 저장 소자의 에너지가 출력단으로 전달되는 동안, 다른 에너지 저장 소자에 송신 공진기(125)로부터 전달되는 에너지를 축적시킨다. 공진형 컨버터(140)는 현재 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 공진형 컨버터(140)에 포함된 인덕터에 축적시키는 과정과 인덕터에 축적된 에너지를 출력단에 연결된 로드(150)에 전달하는 과정을 분리하여 수행한다.
- [0025] 일 실시예에 따르면, 제어기(145)는 제1 시간 구간 동안에는 수신 공진기(135)로부터 수신한 에너지가 제1 에너지 저장 소자에 축적되고, 제2 에너지 저장 소장에 저장된 에너지가 공진형 컨버터(140)에 전달되도록 제어한다. 이 때, 공진형 컨버터(140)는 제1-1 시간 구간 동안 제2 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 공진형 컨버터(140)에 포함된 인덕터에 축적시키고, 제1-2 시간 구간 동안 해당 인덕터에 저장된 에너지를 출력단에 전달할 수 있다. 여기서, 제1-1 시간 구간과 제1-2 시간 구간은 제1 시간 구간에 포함된다. 일 실시예에서, 공진형 컨버터(140)는 제1-1 시간 구간과 제1-2 시간 구간을 제어하기 위한 스위치를 포함할 수 있고, 해당 스위치의 동작은 제어기(145)에 의해 제어될 수 있다.
- [0026] 제2 시간 구간 동안, 제어기(145)는 수신 공진기(135)로부터 수신한 에너지가 제2 에너지 저장 소자에 축적되고, 제1 에너지 저장 소장에 저장된 에너지가 공진형 컨버터(140)에 전달되도록 제어한다. 이 때, 공진형 컨버터(140)는 제2-1 시간 구간 동안 제1 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 공진형 컨버터(140)에 포함된 인덕터에 축적시키고, 제2-2 시간 구간 동안 해당 인덕터에 저장된 에너지를 출력단에 전달할 수 있다. 여기서, 제2-1 시간 구간과 제2-2 시간 구간은 제2 시간 구간에 포함된다. 제2 시간 구간이 끝나면, 다시 제1 시간 구간에서의 동작이 수행된다. 이와 같이 제1 시간 구간에서의 과정과 제2 시간 구간에서의 과정이 시간의 흐름에 따라 교대로 반복적으로 수행된다.
- [0027] 일 실시예에 따르면, 제어기(145)는 무선 전력 수신 장치(130)에 포함된 스위치들의 동작을 제어하는 것에 의해 위 설명된 동작들을 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어기(145)는 제1 에너지 저장 소자를 수신 공진기(135)와 공진형 컨버터(140) 중 어디에 연결시킬지를 제어하기 위한 스위치와 제2 에너지 저장 소자를 수신 공진기(135)와 공진형 컨버터(140) 중 어디에 연결시킬지를 제어하기 위한 스위치의 동작을 제어한다.
- [0028] 위와 같이, 무선 전력 수신 장치(130)는 무선 전력 전송 장치(120)로부터 에너지를 수신한 부분과 에너지를 로드(150)에 전달하는 부분을 분리하기 때문에, 무선 전력 전송단에서 무선 전력 수신단까지의 효율이 로드(150)에 무관하게 된다. 이하에서는, 무선 전력 수신 장치(130)의 동작을 도면들을 참조하여 보다 자세히 설명하도록 한다.
- [0029] 도 2는 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 장치와 무선 전력 수신 장치의 등가 회로의 일례를 도시한 도면이다.
- [0030] 도 2를 참조하면, 무선 전력 전송 시스템의 동작은 에너지가 무선 전력 전송 장치에서 무선 전력 수신 장치로 전달되는 제1 부분(210)과 무선 전력 수신 장치에 저장된 에너지가 배터리(248)와 같은 로드(150)에 전달되는 제2 부분(215)으로 분리되어 설명될 수 있다. 제1 부분(210)과 제2 부분(215)의 분리는 커패시터(Cp1, 232) 및 커패시터(Cp2, 234)와 같은 복수의 에너지 저장 소자들의 연결을 스위치들(236, 238)를 통해 제어하는 것에 가능해진다. 스위치들(236, 238)로서, 예를 들어 구성 요소들 간 연결을 온/오프할 수 있는 능동 소자가 이용될 수 있다.
- [0031] 제1 부분(210)에서의 동작을 설명하면, 무선 전력 전송 장치의 송신 공진기는 커패시터(C1, 222), 저항(R_{TX}, 224) 및 인덕터(L1, 226)를 포함할 수 있다. 송신 공진기는 전원(V_{in}, 220)으로부터 에너지를 공급받고, 해당 에너지를 인덕터(L1, 226)에 축적시킨다. 무선 전력 수신 장치의 수신 공진기는 인덕터(L2, 228), 저항(R_{RX}, 230) 및 현재 시점에서 연결된 에너지 저장 소자인 커패시터(Cp1, 232)를 포함할 수 있다. 수신 공진기의 인덕터(L2, 228)는 자기 공진 결합을 통해 송신 공진기의 인덕터(L1, 226)로부터 에너지를 수신할 수 있다. 인덕터(L2, 228)에 전달된 에너지는 커패시터(Cp1, 232)에 축적된다.
- [0032] 위와 같이 제1 부분(210)에서 커패시터(Cp1, 232)에 에너지가 축적되는 동안, 제2 부분(215)에서는 커패시터

(Cp2, 234)에 저장되어 있던 에너지가 공진형 컨버터를 통해 로드(242)에 전달된다. 현재 시점에서 공진형 컨버터는 커패시터(Cp2, 234) 출력단 사이에 위치하는 다이오드(D1, 242) 및 스위치(246)를 포함할 수 있다. 스위치(246)로서, 예를 들어 구성 요소들 간 연결을 온/오프할 수 있는 능동 소자가 이용될 수 있다. 실시예에 따라, 다이오드(D2, 244)가 공진형 컨버터에 포함될 수도 있다. 공진형 컨버터는 처음에 스위치(246)가 온(on)이 되어 커패시터(Cp2, 234)에 저장되어 있던 에너지가 인덕터(L_R, 240)에 축적되기 시작한다. 이후에, 스위치(246)가 오프(off)가 되고, 이에 따라 인덕터(L_R, 240)에 축적된 에너지가 출력단을 통해 배터리(248)에 공급된다. 여기서, 공진형 컨버터에 포함된 인덕터(L_R, 240)는 수신 공진기의 인덕터(L2, 228)의 인덕턴스(inductance)보다 충분히 큰(예를 들어, 10배 이상 큰) 인덕턴스를 가진다. 인덕터(L_R, 240)가 인덕터(L2, 228)보다 충분히 큰 인덕턴스를 가짐으로써 전도 손실(conduction loss)이 작아지고, 피크성 전류가 완화될 수 있다.

[0033] 위 과정이 완료되면, 무선 전력 수신 장치의 제어기(145)는 각 스위치들(236, 238)의 연결 관계를 변경한다. 이에 따라, 수신 공진기에 커패시터(Cp1, 232)가 아닌 커패시터(Cp2, 234)가 포함되게 되고, 커패시터(Cp2, 234)에 송신 공진기로부터 전달된 에너지가 축적되기 시작한다. 공진형 컨버터에는 커패시터(Cp2, 234)가 아닌 커패시터(Cp1, 232)이 포함되게 되고, 앞선 과정에서 커패시터(Cp1, 232)에 축적되어 저장된 에너지가 인덕터(L_R, 240)에 축적되는 과정을 거쳐 배터리(248)에 공급된다.

[0034] 위와 같은 과정들이 반복적으로 수행되어 수신 공진기가 쉬지 않고 송신 공진기로부터 무선으로 수신한 에너지를 연속적으로 축적시킨다. 무선 전력 수신 장치는 커패시터(Cp1, 232)와 커패시터(Cp2, 234)를 번갈아 사용하는 것에 의해 연속적으로 에너지를 축적시킬 수 있다. 무선 전력 수신 장치는 커패시터(Cp1, 232)와 커패시터(Cp2, 234)를 분리시킴으로써 더 많은 에너지를 무선 전력 전송 장치로부터 수신하고, 무선 전력 송신단에서 보이는 저항 값이 조절되어 보다 높은 효율이 달성될 수 있다.

[0035] 도 3a와 도 3b는 각각 제1 시간 구간과 제2 시간 구간에서 에너지가 무선 전력 전송 장치에서 무선 전력 수신 장치로 전달되는 제1 부분(310)과 무선 전력 수신 장치에 저장된 에너지가 배터리(248)에 전달되는 제2 부분(315)의 등가 회로를 분리하여 나타낸 도면들이다.

[0036] 도 3a를 참조하면, 도 2에서와 다르게, 스위치(236)가 임피던스 요소인 저항(R_{sw}, 320)로 표현되어 있고, 스위치(238)가 저항(R_{sw}, 325)로 표현되어 있다. 제1 시간 구간에서는 커패시터(Cp1, 232)에 에너지가 저장되고, 커패시터(Cp2, 234)에 저장된 에너지가 인덕터(L_R, 240)에 축적된 후 배터리(248)에 전달된다. 도 3b를 참조하면, 제2 시간 구간에서는 커패시터(Cp2, 232)에 에너지가 저장되고, 커패시터(Cp1, 232)에 저장된 에너지가 인덕터(L_R, 240)에 축적된 후 배터리(248)에 전달된다. 이와 같이, 무선 전력 수신 장치는 복수의 에너지 저장 소자들을 이용하여, 무선 전력 전송 장치로부터 에너지를 수신하는 것과 저장된 에너지를 출력단에 전달하는 것을 분리하여 수행할 수 있다.

[0037] 한편, 무선 전력 전송단에서 무선 전력 수신단까지 에너지가 전달되는 효율은 다음의 수학적 식 1과 같이 계산될 수 있다.

수학적 식 1

$$\frac{(\omega M)^2}{R_{Rx} + R_{sw}} \times \frac{E_{Rx}}{R_{Tx} + \frac{(\omega M)^2}{R_{Rx} + R_{sw}}}$$

[0038]

- [0039] 위 수학적 식 1의 결과 값은 무선 전력 전송단의 전원(V_{in} , 220) 양단의 전력 값에 대한 송신 공진기의 출력 양단의 전력 값에 대한 비율에 대한 결과 값으로서, 무선 전력 전송단에서 무선 전력 수신단까지 에너지가 전달되는 효율의 크기를 반영한다. 여기서, M 과 ω 는 각각 인덕터(L1, 226)과 인덕터(L2, 228) 간의 상호 인덕턴스 및 전원(V_{in} , 220)의 각속도 성분을 나타낸다. R_{Tx} 와 R_{Rx} 는 각각 저항(R_{Tx} , 224) 및 저항(R_{Rx} , 230)의 저항 값이다. R_{sw} 는 제1 시간 구간에서는 저항(R_{sw} , 320)의 저항 값을 나타내고, 제2 시간 구간에서는 저항(R_{sw} , 325)의 저항 값을 나타낸다. E_{Rx} 는 수신 공진기의 효율로서, 공진 횟수에 의존하는 값이다. 위 수학적 식 1과 같이, 효율은 로드와 무관한 값을 가지며, 일반적으로 R_{sw} 의 값은 매우 작기 때문에 높은 효율이 달성될 수 있다.
- [0040] 제어기(145)는 커패시터(Cp1, 232)와 커패시터(Cp2, 234) 중 수신 공진기에 포함될 것과 공진형 컨버터에 포함될 것을 선택할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 제어기(145)는 수신 공진기에 포함되는 커패시터의 출력 전압 값에 기초하여 해당 선택을 제어할 수 있다. 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 수신 공진기에 포함된 커패시터의 출력 신호 파형(410)의 일례를 도시한다. 만약, 현재 시점에 커패시터(Cp1, 232)가 수신 공진기에 포함되어 송신 공진기로부터 전달되는 에너지가 축적되고 있다고 가정하면, 커패시터(Cp1, 232) 양단의 출력 전압은 도 4에 도시된 것과 같이 변할 수 있다. 송신 공진기에서의 공진 횟수가 증가할 수록 커패시터(Cp1, 232)의 출력 전압은 도시된 것과 같이 복수의 피크(peak) 점들(420, 422, 424)이 나타날 수 있다. 예를 들어, 제어기(145)는 커패시터(Cp1, 232)의 출력 전압이 임계 값보다 커졌을 때 또는 출력 전압에서 검출된 피크 점들이 미리 정해진 개수만큼 검출되었을 때, 커패시터(Cp1, 232)가 공진형 컨버터에 포함되고, 커패시터(Cp2, 234)는 수신 공진기에 포함되도록 스위치들(236, 238)의 연결 관계를 변경할 수 있다.
- [0041] 예를 들어, 수신 공진기에서 커패시터(Cp1, 232)를 통해 N (N 은 자연수)번 공진시킨 후 커패시터(Cp1, 232)의 출력 전압에서 피크 점이 검출되었을 때, 제어기(145)는 커패시터(Cp1, 232)가 공진형 컨버터에 포함되도록 스위치(236)의 연결 관계를 변경시킨다. 이와 동시에, 제어기(145)는 다른 커패시터인 커패시터(Cp2, 234)가 수신 공진기에 포함되도록 스위치(238)의 연결 관계를 변경시킨다. 수신 공진기에서 공진시키는 횟수인 N 은 변경 또는 제어가 가능하다. 예를 들어, N 이 3이고, 피크 점(424)이 커패시터(Cp1, 232)의 출력 전압의 3번째 피크 점이라면, 피크 점(424)이 검출된 때에 커패시터(Cp1, 232)는 공진형 컨버터에 포함되고, 커패시터(Cp2, 234)는 수신 공진기에 포함되도록 제어된다.
- [0042] 도 5a 내지 도 6은 일 실시예에 따른 공진형 컨버터를 이용한 에너지 전달 방식을 설명하기 위한 도면들이다.
- [0043] 도 5a는 커패시터(Cp2, 234)가 공진형 컨버터에 포함된 후 스위치(246)가 온(on)이 된 경우의 등가 회로를 도시한다. 스위치(246)가 온인 경우, 전류가 커패시터(Cp2, 234), 저항(R_{sw} , 325), 인덕터(L_R , 240) 및 스위치(246)의 순서로 흐르는 전류 패스가 형성된다. 이러한 전류 패스(current path)에 의해, 커패시터(Cp2, 234)에 저장되어 있던 에너지는 점차 줄어들고, 커패시터(Cp2, 234)에 저장되어 있던 에너지가 인덕터(L_R , 240)에 축적되기 시작한다. 이에 따라, 커패시터(Cp2, 234) 양단 사이의 전압도 점차 작아지고, 인덕터(L_R , 240)를 통해 흐르는 인덕터 전류는 점차 증가하게 된다.
- [0044] 인덕터(L_R , 240)의 인덕터 전류를 증가시키는 과정이 완료되면, 도 5b에 도시된 것과 같이 제어기(145)는 스위치(246)를 오프시킨다. 스위치(246)가 오프된 경우, 전류가 커패시터(Cp2, 234), 저항(R_{sw} , 325), 인덕터(L_R , 240) 및 다이오드(D1, 242)의 순서로 흐르는 전류 패스가 형성된다. 이러한 전류 패스에 의해, 인덕터(L_R , 240)에 저장되어 있던 에너지가 출력단에 연결된 배터리(248)에 전달된다. 이에 따라, 커패시터(Cp2, 234) 양단 사이의 전압도 점차 작아지고, 인덕터(L_R , 240)를 통해 흐르는 인덕터 전류도 점차 작아지게 된다.
- [0045] 이후에, 커패시터(Cp2, 234) 대신 커패시터(Cp1, 232)이 공진형 컨버터에 포함되게 되고, 도 5a와 도 5b에 도시된 과정이 다시 반복적으로 수행된다. 이 때, 커패시터(Cp2, 234)가 아닌 커패시터(Cp1, 232)에 저장된 에너지가 인덕터(L_R , 240)에 축적된 후 인덕터(L_R , 240)에 축적된 에너지가 배터리(248)에 전달되는 것 이외에 나머지 과정은 도 5a와 도 5b에서와 동일하다.
- [0046] 도 6은 일 실시예에 따른 커패시터(Cp2, 234)의 출력 전압(610), 커패시터(Cp1, 232)의 출력 전압(620), 스위치(246)에 적용되는 제어 신호(630) 및 인덕터(L_R , 240)의 인덕터 전류(640)의 파형을 도시한다.
- [0047] (1) 시간 구간 A-C에서는, 커패시터(Cp1, 232)가 수신 공진기에 포함되고, 송신 공진기로부터 수신된 에너지가

공진을 통해 커패시터(Cp1, 232)에 점차 축적된다. 이 때, 커패시터(Cp2, 234)는 공진형 컨버터에 포함되고, 커패시터(Cp2, 234)에 저장된 에너지는 점차 줄어든다. 시간 구간 A-B에서는 제어 신호(630)에 따라 공진형 컨버터의 스위치(246)가 온이 되고, 인덕터(L_R, 240)에 에너지가 축적되어 인덕터 전류(640)가 점차 증가한다. 커패시터(Cp2, 234)의 출력 전압(610)은 점차 감소한다. 시간 구간 B-C에서는 제어 신호(630)에 따라 공진형 컨버터의 스위치(246)가 오프가 되어, 인덕터(L_R, 240)에 축적된 에너지가 출력단에 전달되고, 인덕터 전류(640)는 점차 감소한다. 스위치(246)가 온(on) 상태인 시간 구간인 부스트 주기(boost duty) T₁은 적절하게 변경될 수 있다. 일 실시예에서, 부스트 주기 T₁의 길이는, 시점(time) C에서 인덕터(L_R, 240)의 인덕터 전류(640)와 커패시터(Cp2, 234)의 출력 전압(610)이 0 이상이 되게 하는 값으로 결정될 수 있다.

[0048] (2) 시간 구간 C-E에서는, 커패시터(Cp2, 234)가 수신 공진기에 포함되고, 송신 공진기로부터 수신된 에너지가 공진을 통해 커패시터(Cp2, 234)에 점차 축적된다. 이 때, 커패시터(Cp1, 232)는 공진형 컨버터에 포함되고, 커패시터(Cp1, 232)에 저장된 에너지는 점차 줄어든다. 시점 C에서 제어기(145)의 제어에 의해 수신 공진기와 공진형 컨버터에 포함되는 커패시터가 교체된다. 시간 구간 C-D에서는 제어 신호(630)에 따라 공진형 컨버터의 스위치(246)가 온이 되어, 인덕터(L_R, 240)의 인덕터 전류(640)가 점차 증가하고, 커패시터(Cp1, 232)의 출력 전압(610)은 점차 감소한다. 시간 구간 D-E에서는 제어 신호(630)에 따라 공진형 컨버터의 스위치(246)가 오프가 되고, 인덕터(L_R, 240)에 축적된 에너지가 출력단에 전달된다. 인덕터 전류(640)는 점차 감소한다.

[0049] 위 (1) 및 (2)의 과정은 교대로 반복적으로 수행된다.

[0050] 도 7은 일 실시예에 따른 공진형 컨버터의 부스트 주기를 결정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 도 6에서 설명한 부스트 주기 동안에는 인덕터(L_R, 240)에 에너지가 축적되고, 인덕터 전류가 점차 증가한다. 실효 전류(root mean square current)를 최소화하여 효율을 개선시키기 위해서는 최적의 부스트 주기를 찾는 것이 중요하다. 만약, 공진형 컨버터에 포함된 커패시터 양단 전압이 0 [V] 보다 더 떨어져 음의 전압이 된다면, 다이오드(D2, 244)를 통해 전류가 흐르게 되는 바람직하지 않은 현상이 발생한다. 따라서, 공진형 컨버터를 통해 에너지가 출력단에 전달되는 과정에서, 다이오드(D2, 244)를 통해 전류가 흐르지 않게 하는 최적의 부스트 주기를 결정할 필요가 있다. 이는 도 7에 도시된 것과 같이, 다이오드(D2, 244)를 비교기(comparator; 710)와 트랜지스터(720)로 구현한 후 공진형 컨버터의 동작 상황에서 비교기(710)의 출력에 기초하여 부스트 주기의 길이를 점차 조절해 가는 방식을 통해 최적의 부스트 주기를 찾을 수 있다.

[0052] 예를 들어, 비교기(710)의 출력 결과, 비교기(710)의 입력 단 a의 전압이 입력 단 b의 전압보다 높다고 결정된 경우, 부스트 주기의 길이를 줄이고, 높지 않다고 결정된 경우에는 부스트 주기의 길이를 늘린다. 이러한 과정을 반복적으로 수행하여 부스트 주기의 최적 길이가 결정될 수 있다. 최적의 부스트 주기는, 공진형 컨버터가 현재 시점에서 연결된 커패시터(Cp2, 234)의 에너지를 출력단에 전달하는 과정이 끝날 때, 커패시터(Cp2, 234)에 저장된 에너지와 인덕터(L_R, 240)에 저장된 에너지가 모두 0이 될 때이다.

[0053] 도 8은 일 실시예에 따른 무선 전력 수신 장치의 수신 공진기의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0054] 도 8을 참조하면, 단계(810)에서 무선 전력 수신 장치는 송신 공진기로부터 무선으로 수신한 에너지를 수신 공진기에 포함된 제1 에너지 저장 소자에 축적시킬 수 있다. 이 때, 다른 에너지 저장 소자인 제2 에너지 저장 소자는 공진형 컨버터에 포함된다.

[0055] 단계(820)에서, 무선 전력 수신 장치는 제1 에너지 저장 소자의 전압 값이 미리 설정된 조건을 만족시키는지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 무선 전력 수신 장치는 제1 에너지 저장 소자의 전압 값(또는 전압 값의 절대 값)이 임계 값보다 큰지 여부를 결정할 수 있다. 다른 예로, 무선 전력 수신 장치는 제1 에너지 저장 소자의 전압 값의 피크 점(또는 극대 점)을 검출하고, 검출된 피크 점이 미리 설정된 조건(예를 들어, 미리 정의된 N 번째 피크 점이 검출되었는지 여부)을 만족시키는지 여부를 결정할 수 있다. 제1 에너지 저장 소자의 전압 값이 미리 설정된 조건을 만족시키지 못하는 경우, 무선 전력 수신 장치는 제1 에너지 저장 소자에 계속하여 에너지를 축적시킨다. 제1 에너지 저장 소자의 전압 값이 미리 설정된 조건을 만족시키는 경우, 무선 전력 수신 장치는 수신 공진기에 의해 수신된 에너지를 제2 에너지 저장 소자에 축적시키는 것으로 결정한다. 무선 전력 수신 장치는 수신 공진기에 제1 에너지 저장 소자 대신 제2 에너지 저장 소자가 포함되고, 공진형 컨버터에는 해당 제1 에너지 저장 소자가 포함되도록 제어할 수 있다.

[0056] 단계(830)에서, 무선 전력 수신 장치는 제2 에너지 저장 소자에 송신 공진기로부터 무선으로 수신한 에너지를

축적시킬 수 있다. 단계(840)에서, 무선 전력 수신 장치는 제2 에너지 저장 소자의 전압 값이 미리 설정된 조건을 만족시키는지 여부를 결정할 수 있다. 위 단계(820)에서와 동일하게, 예를 들어 제2 에너지 저장 소자의 전압 값이 임계 값보다 큰지 여부 또는 제1 에너지 저장 소자의 전압 값의 피크 점이 미리 설정된 조건을 만족시키는지 여부를 결정할 수 있다. 제2 에너지 저장 소자의 전압 값이 미리 설정된 조건을 만족시키지 못하는 경우, 무선 전력 수신 장치는 제2 에너지 저장 소자에 계속하여 에너지를 축적시킨다. 제2 에너지 저장 소자의 전압 값이 미리 설정된 조건을 만족시키는 경우, 무선 전력 수신 장치는 수신 공진기에 의해 수신된 에너지를 다시 제1 에너지 저장 소자에 축적시키는 것으로 결정한다.

[0057] 위 단계(810)과 단계(820)이 수행되는 제1 시간 구간을 P1이라고 지칭하고, 단계(830)과 단계(840)이 수행되는 제2 시간 구간을 P2라고 지칭한다.

[0058] 도 9는 일 실시예에 따른 무선 전력 수신 장치의 공진형 컨버터의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0059] 도 9를 참조하면, 현재 제2 에너지 저장 소자가 공진형 컨버터에 포함되어 있다고 가정하면, 무선 전력 수신 장치는 단계(910) 및 단계(920)를 통해 제2 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 공진형 컨버터를 통해 출력단에 전달한다. 단계(910)에서, 무선 전력 수신 장치는 제1-1 시간 구간 동안, 제2 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 공진형 컨버터의 인덕터에 축적시킨다. 단계(920)에서, 무선 전력 수신 장치는 제1-2 시간 구간 동안, 공진형 컨버터의 인덕터에 저장된 에너지를 출력단에 전달한다. 단계(910)과 단계(920)는 도 8의 제1 시간 구간 P1과 동일한 시간 구간 내에서 수행될 수 있다.

[0060] 이후에, 무선 전력 수신 장치는 공진형 컨버터에 제2 에너지 저장 소자 대신 제1 에너지 저장 소자가 포함되도록 제어할 수 있다. 무선 전력 수신 장치는 단계(930) 및 단계(940)를 통해 제1 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 공진형 컨버터를 통해 출력단에 전달한다. 단계(930)에서, 무선 전력 수신 장치는 제2-1 시간 구간 동안, 제1 에너지 저장 소자에 저장된 에너지를 공진형 컨버터의 인덕터에 축적시킨다. 단계(940)에서, 무선 전력 수신 장치는 제2-2 시간 구간 동안, 공진형 컨버터의 인덕터에 저장된 에너지를 출력단에 전달한다. 단계(930)과 단계(940)는 도 8의 제2 시간 구간 P2와 동일한 시간 구간 내에서 수행될 수 있다. 이후에, 무선 전력 수신 장치는 공진형 컨버터에 제1 에너지 저장 소자 대신 제2 에너지 저장 소자가 포함되도록 제어하고, 단계(910)부터 다시 시작된다.

[0061] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(configuration)도 가능하다.

[0062] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0063] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 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 수행

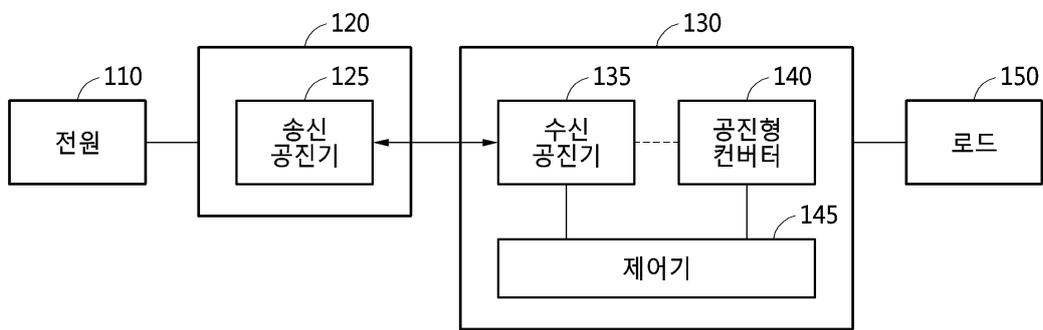
하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0064]

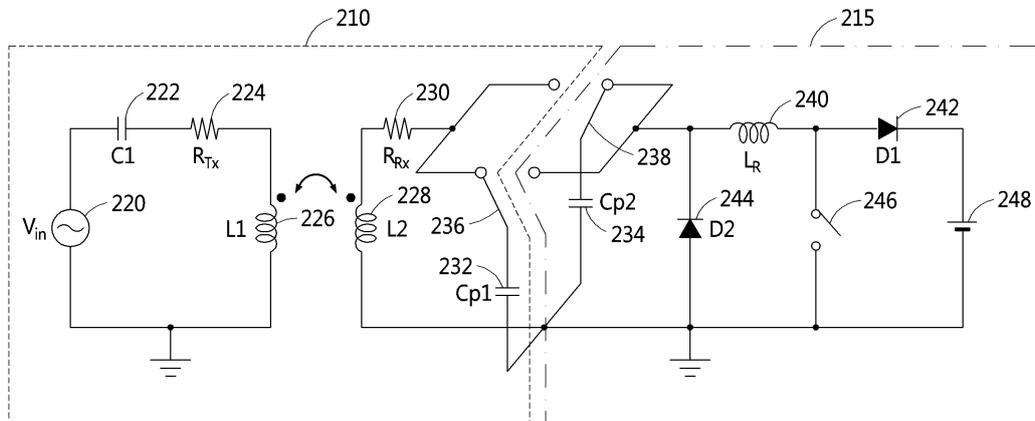
이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

도면

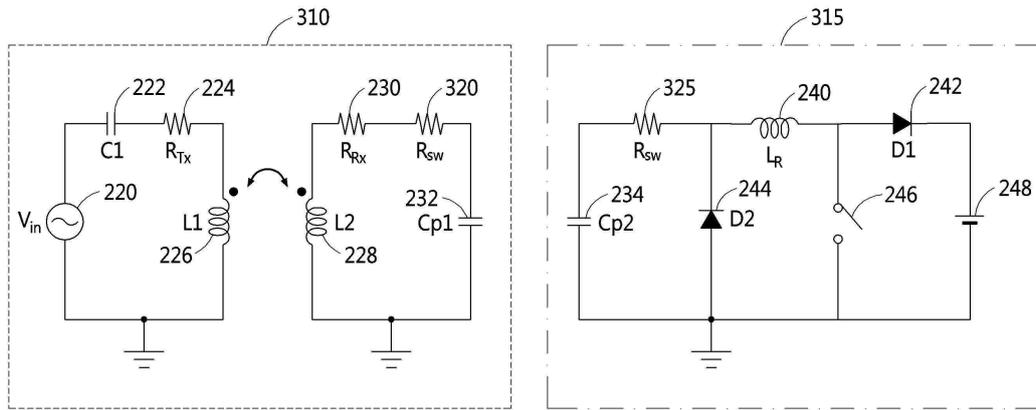
도면1



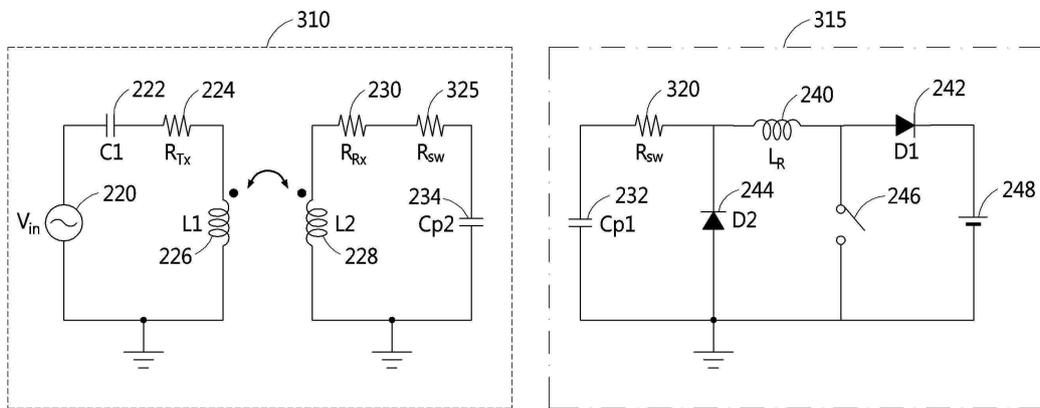
도면2



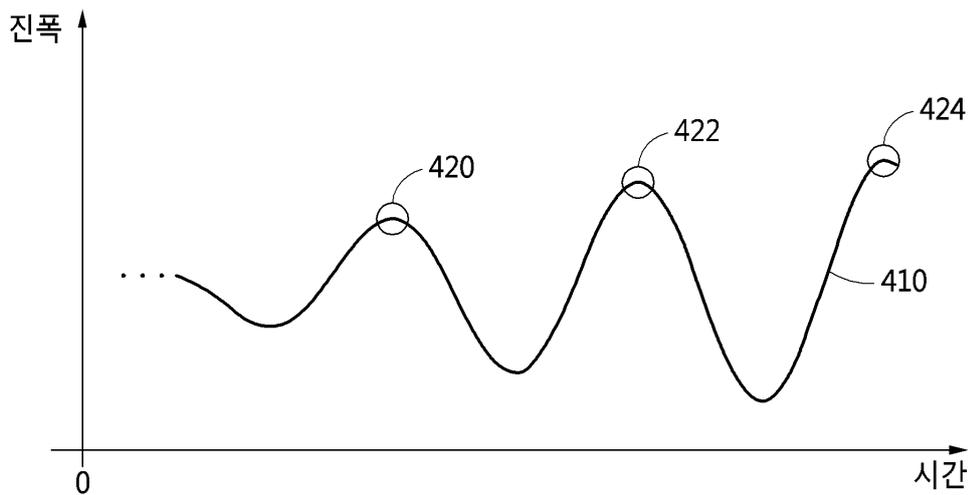
도면3a



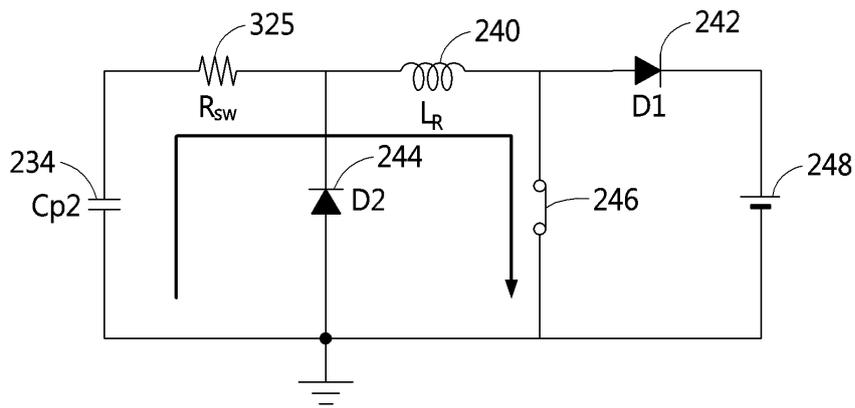
도면3b



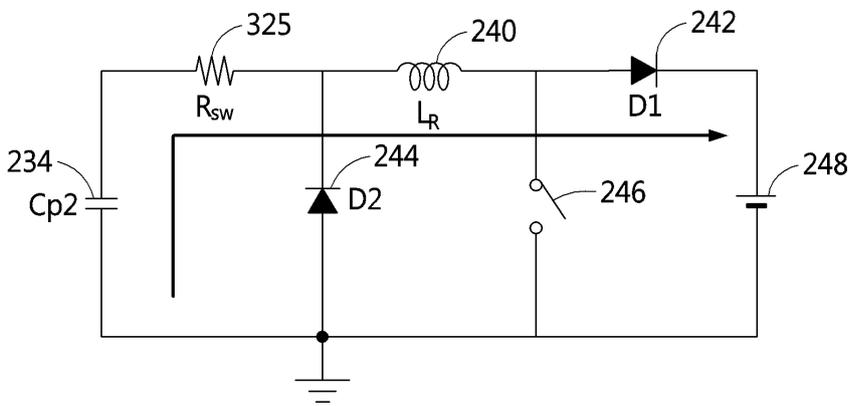
도면4



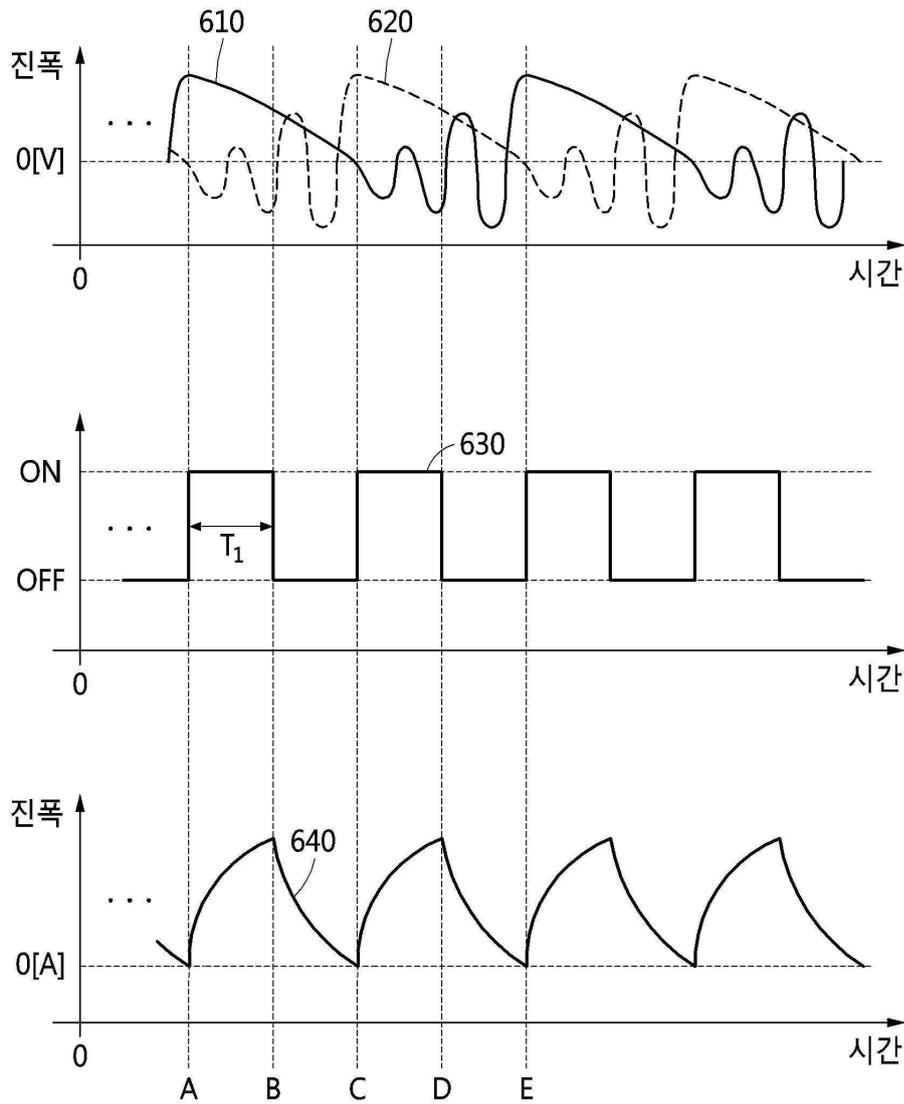
도면5a



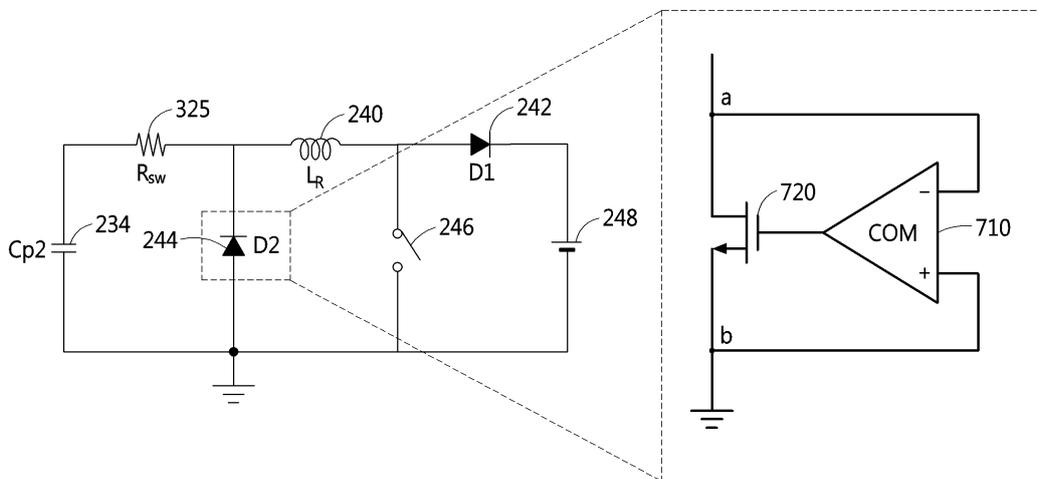
도면5b



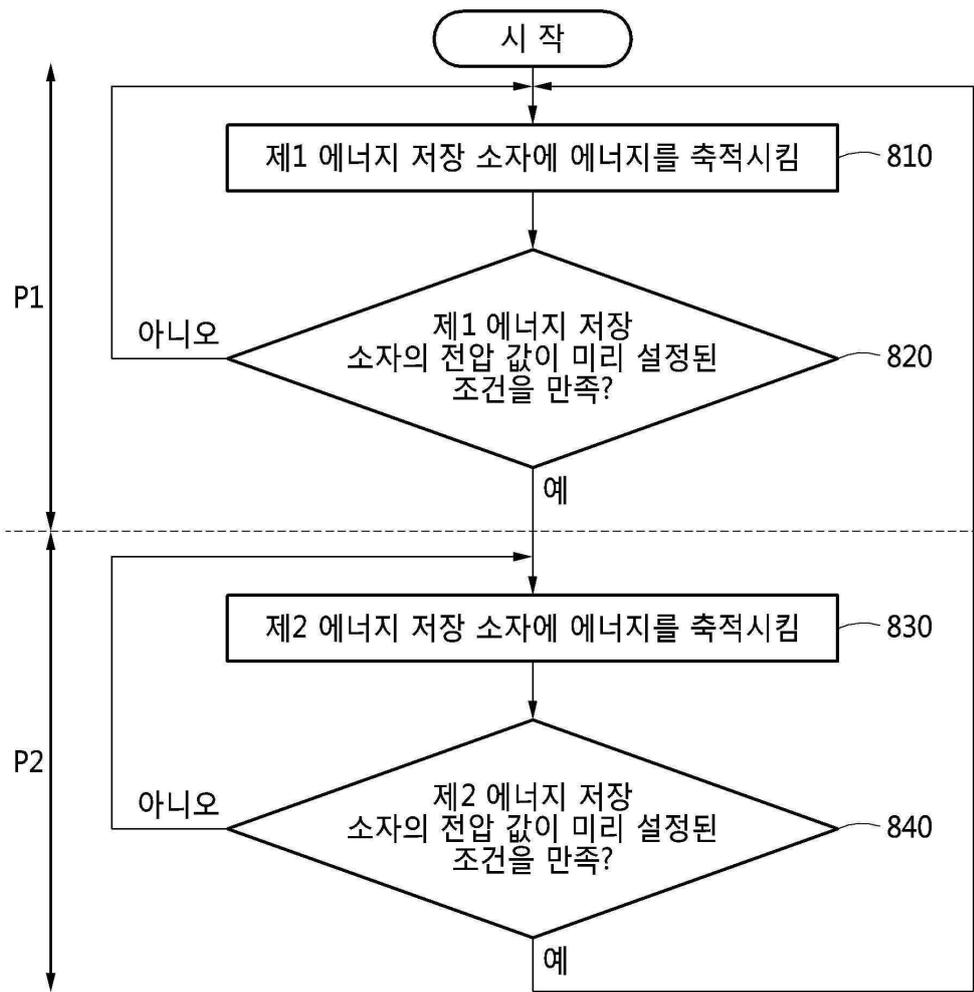
도면6



도면7



도면8



도면9

