(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0004503
(43) 공개일자 2025년01월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/12 (2016.01) *G01R 25/00* (2006.01)
H02M 7/06 (2006.01) *H03H 7/01* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/12 (2023.08)
G01R 25/00 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2023-0107523
(22) 출원일자 2023년08월17일
심사청구일자 2024년06월05일
(30) 우선권주장
1020230084535 2023년06월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)
(72) 발명자
김성민
대전광역시 유성구 가정로 218
사이둘 알람 초드허리
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동, 인천대학교)
안덕주
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동, 인천대학교)
(74) 대리인
최윤서

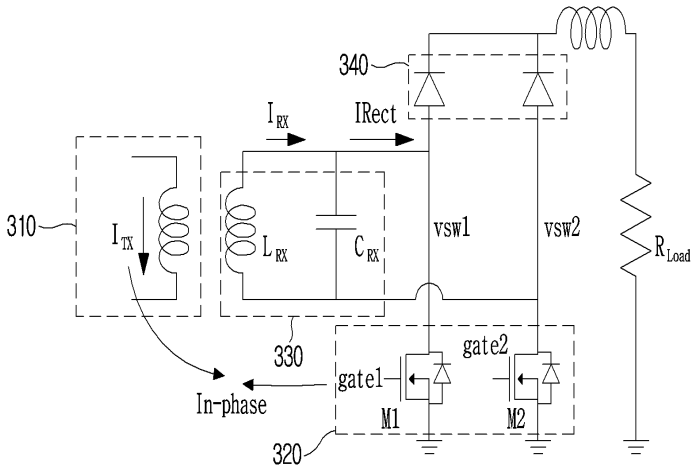
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 송수신 장치 및 시스템**

(57) 요 약

공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 수신 시스템 및 제어 방법이 개시된다. 본 개시의 일 실시예에 따른, 공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 수신 시스템은, 공진 인덕터(inductor) 및 공진 캐패시터가 병렬로 연결된 회로를 포함하는 공진 회로부; 상기 공진 인덕터와 임계 거리 이내로 인접한 송신 인덕터 및 전원 전압부가 포함된 송신 회로부; 상기 공진 회로부와 병렬로 연결되며, 적어도 하나의 스위치를 포함하는 스위치부; 및 상기 스위치부 및 상기 공진 회로부와 병렬로 연결된 정류 회로부; 및 상기 전원 전압부를 통해 생성된 상기 송신 인덕터에 흐르는 송신 전류의 위상과 상기 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류의 위상이 동일한 값이 되도록 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
H02M 7/06 (2013.01)
H03H 7/0115 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193116
과제번호	2022-0-00452
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신 방송연구개발사업
연구과제명	로봇향 3.3kW급 군집 무선충전 핵심기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	ETRI
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 수신 시스템에 있어서, 상기 시스템은:

공진 인덕터(inductor) 및 공진 캐패시터가 병렬로 연결된 회로를 포함하는 공진 회로부;

상기 공진 인덕터와 임계 거리 이내로 인접한 송신 인덕터 및 전원 전압부가 포함된 송신 회로부;

상기 공진 회로부와 병렬로 연결되며, 적어도 하나의 스위치를 포함하는 스위치부; 및

상기 스위치부 및 상기 공진 회로부와 병렬로 연결된 정류 회로부; 및

상기 전원 전압부를 통해 생성된 상기 송신 인덕터에 흐르는 송신 전류의 위상과 상기 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류의 위상이 동일한 값이 되도록 제어하는 제어부를 포함하는, 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류는, 상기 적어도 하나의 스위치를 구동하기 위한 상기 적어도 하나의 스위치의 게이트(gate)에 흐르는 전류를 포함하는, 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 정류 회로부는, 상기 공진 회로부 및 상기 스위치부 각각에 병렬로 연결된 적어도 하나의 다이오드 또는 적어도 하나의 인덕터를 포함하는, 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 송신 전류의 위상을 검출하는 검출 회로 및 상기 적어도 하나의 스위치의 게이트에 흐르는 전류의 위상을 제어하기 위한 제어 회로를 포함하고,

상기 정류 회로부는, 출력 전압이 적용될 부하(load) 또는 추가 인덕터 중의 적어도 하나와 직렬로 연결되는, 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 검출 회로를 통해 상기 송신 전류의 위상이 검출됨에 기반하여, 상기 검출된 송신 전류의 위상과 상기 적어도 하나의 스위치의 게이트의 전류의 위상이 동일한 값이 되도록 상기 제어 회로를 제어하는, 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 검출 회로는, 상기 송신 전류의 위상을 검출하기 위한 센싱 인덕터 및 변압기(transformer)를 포함하고,

상기 변압기를 구성하는 두 개의 인덕터 중 하나는, 상기 공진 회로부에서 상기 공진 인덕터와 직렬로 연결되는, 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 센싱 인덕터와 상기 공진 인덕터 간의 상호 인덕턴스 값과 상기 변압기의 상호 인덕턴스 값이 동일한 값이 되도록 제어하는, 시스템.

청구항 8

공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 수신 시스템을 제어하는 방법에 있어서, 상기 방법은:

송신 회로부에 포함된 전원 전압부를 구동하여 송신 인덕터에 흐르는 전류를 발생시키는 단계;

상기 송신 인덕터에 흐르는 전류의 위상을 검출하는 단계; 및

상기 검출된 송신 인덕터에 흐르는 전류의 위상 및 스위치부에 포함된 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류의 위상을 동일한 값으로 제어하는 단계를 포함하고,

상기 스위치부는 상기 송신 인덕터와 임계 거리 이내로 인접한 공진 인덕터 및 공진 캐패시터가 포함된 공진 회로부와 병렬로 연결되고,

상기 스위치부 및 상기 공진 회로부에 전류 회로부가 병렬로 연결되는, 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류는, 상기 적어도 하나의 스위치를 구동하기 위한 상기 적어도 하나의 스위치의 게이트(gate)에 흐르는 전류를 포함하는, 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 공진 회로부 및 상기 스위치부 각각에 병렬로 연결된 정류 회로부는 적어도 하나의 다이오드 또는 적어도 하나의 인덕터를 포함하는, 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 시스템은, 상기 송신 전류의 위상을 검출하는 검출 회로 및 상기 적어도 하나의 스위치의 게이트에 흐르는 전류의 위상을 제어하기 위한 제어 회로를 포함하고,

상기 정류 회로부는, 출력 전압이 적용될 부하(load) 또는 추가 인덕터 중의 적어도 하나와 직렬로 연결되는, 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 검출 회로는, 상기 송신 전류의 위상을 검출하기 위한 센싱 인덕터 및 변압기(transformer)를 포함하고,

상기 변압기를 구성하는 두 개의 인덕터 중 하나는, 상기 공진 회로부에서 상기 공진 인덕터와 직렬로 연결되는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 센싱 인덕터와 상기 공진 인덕터 간의 상호 인덕턴스 값과 상기 변압기의 상호 인덕턴스 값이 동일한 값이 되도록 제어되는, 방법.

청구항 14

공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 수신 장치에 있어서, 상기 무선 충전 수신 장치는:

공진 인덕터(inductor) 및 공진 캐패시터가 병렬로 연결된 회로를 포함하는 공진 회로부;

상기 공진 회로부와 병렬로 연결되며, 적어도 하나의 스위치를 포함하는 스위치부;

상기 스위치부 및 상기 공진 회로부와 병렬로 연결된 정류 회로부; 및

무선 전력 송신 장치의 송신 인덕터가 상기 공진 인덕터에 임계 거리만큼 인접함에 기반하여, 상기 송신 인덕터에 흐르는 송신 전류의 위상과 상기 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류의 위상이 동일한 값이 되도록 제어하는 제어부를 포함하는, 무선 충전 수선 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 검출 회로를 통해 상기 송신 전류의 위상이 검출됨에 기반하여, 상기 검출된 송신 전류의 위상과 상기 적어도 하나의 스위치의 게이트의 전류의 위상이 동일한 값이 되도록 상기 제어 회로를 제어하는, 무선 충전 수선 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 검출 회로는, 상기 송신 전류의 위상을 검출하기 위한 센싱 인덕터 및 변압기(transformer)를 포함하고,

상기 변압기를 구성하는 두 개의 인덕터 중 하나는, 상기 공진 회로부에서 상기 공진 인덕터와 직렬로 연결되는, 무선 충전 수선 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 센싱 인덕터와 상기 공진 인덕터 간의 상호 인덕턴스 값과 상기 변압기의 상호 인덕턴스 값이 동일한 값이 되도록 제어하는, 무선 충전 수선 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 무선 충전 기술 분야에 대한 것이며, 더욱 상세하게는 무선 충전을 위한 수신기에서 변화하는 전송 환경에서 최대의 효율을 얻을 수 있도록 수신 코일의 공진 주파수를 조절하는 무선 충전 송수신 장치 및 시스템에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 무선 충전 장치에서 변화되는 전송 환경에 대응하여 최적의 충전 효율을 획득 및 유지하기 위하여 수신 코일의 공진 주파수를 조절하는 방법은 지속적으로 개발 및 활용되고 있다.

[0003] 특히, 수신 코일의 공진을 위해 수신 코일과 직렬로 캐패시터(capacitor)를 연결하여 공진 회로를 구성하는 직렬 공진 방식의 경우, 기본적인 공진 주파수 설정을 위한 캐패시터 및 이에 병렬로 연결된 스위치를 이용하여 공진 주파수를 조절하는 구조가 제시되고 있다.

[0004] 기존에는 수신기의 공진 주파수 조정을 위한 별도의 스위치를 연결함으로써, 충전 회로의 위상을 조정하여 공진 주파수를 조절하는 방식이 제안되었다. 다만, 상술된 충전 회로 구성은 구현 복잡도를 높일 뿐만 아니라 제어의 난이도를 높인다는 문제점이 존재한다.

[0005] 뿐만 아니라, 상술된 충전 회로는 병렬로 연결된 스위치를 이용하여 캐패시터를 추가하는 구성이므로, 전체 캐패시터 값이 증가하는 방향으로만 충전 회로를 제어할 수 있다는 문제점이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 개시의 기술적 과제는 병렬 공진 수신기에서 공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 송수신 장치 및 시스템에 관한 것이다.

[0007] 본 개시의 기술적 과제는 개정류기의 위상을 조정함으로써 공진 주파수를 조절하는 장치 및 시스템에 관한 것이다.

[0008] 본 개시에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 개시의 일 실시예로, 공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 수신 시스템은, 공진 인덕터(inductor) 및 공진 캐패시터가 병렬로 연결된 회로를 포함하는 공진 회로부; 상기 공진 인덕터와 임계 거리 이내로 인접한 송신 인덕터 및 전원 전압부가 포함된 송신 회로부; 상기 공진 회로부와 병렬로 연결되며, 적어도 하나의 스위치를 포함하는 스위치부; 및 상기 스위치부 및 상기 공진 회로부와 병렬로 연결된 정류 회로부; 및 상기 전원 전압부를 통해 생성된 상기 송신 인덕터에 흐르는 송신 전류의 위상과 상기 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류의 위상이 동일한 값이 되도록 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0010] 그리고, 상기 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류는, 상기 적어도 하나의 스위치를 구동하기 위한 상기 적어도 하나의 스위치의 게이트(gate)에 흐르는 전류를 포함할 수 있다.

[0011] 그리고, 상기 정류 회로부는, 상기 공진 회로부 및 상기 스위치부 각각에 병렬로 연결된 적어도 하나의 다이오드 또는 적어도 하나의 인덕터를 포함할 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 제어부는, 상기 송신 전류의 위상을 검출하는 검출 회로 및 상기 적어도 하나의 스위치의 게이트

에 흐르는 전류의 위상을 제어하기 위한 제어 회로를 포함하고, 상기 정류 회로부는, 출력 전압이 적용될 부하(load) 또는 추가 인덕터 중의 적어도 하나와 직렬로 연결될 수 있다.

[0013] 그리고, 상기 제어부는, 상기 검출 회로를 통해 상기 송신 전류의 위상이 검출됨에 기반하여, 상기 검출된 송신 전류의 위상과 상기 적어도 하나의 스위치의 게이트의 전류의 위상이 동일한 값이 되도록 상기 제어 회로를 제어할 수 있다.

[0014] 그리고, 상기 검출 회로는, 상기 송신 전류의 위상을 검출하기 위한 센싱 인덕터 및 변압기(transformer)를 포함하고, 상기 변압기를 구성하는 두 개의 인덕터 중 하나는, 상기 공진 회로부에서 상기 공진 인덕터와 직렬로 연결될 수 있다.

[0015] 그리고, 상기 제어부는, 상기 센싱 인덕터와 상기 공진 인덕터 간의 상호 인덕턴스 값과 상기 변압기의 상호 인덕턴스 값이 동일한 값이 되도록 제어할 수 있다.

[0016] 본 개시의 또 다른 실시예로, 공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 수신 시스템을 제어하는 방법은, 송신 회로부에 포함된 전원 전압부를 구동하여 송신 인덕터에 흐르는 전류를 발생시키는 단계; 상기 송신 인덕터에 흐르는 전류의 위상을 검출하는 단계; 및 상기 검출된 송신 인덕터에 흐르는 전류의 위상 및 스위치부에 포함된 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류의 위상을 동일한 값으로 제어하는 단계를 포함하고, 상기 스위치부는 상기 송신 인덕터와 임계 거리 이내로 인접한 공진 인덕터 및 공진 캐패시터가 포함된 공진 회로부와 병렬로 연결되고, 상기 스위치부 및 상기 공진 회로부에 전류 회로부가 병렬로 연결될 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 시스템은, 상기 송신 전류의 위상을 검출하는 검출 회로 및 상기 적어도 하나의 스위치의 게이트에 흐르는 전류의 위상을 제어하기 위한 제어 회로를 포함할 수 있다.

[0018] 본 개시의 또 다른 예로, 공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 수신 장치는, 공진 인덕터(inductor) 및 공진 캐패시터가 병렬로 연결된 회로를 포함하는 공진 회로부; 상기 공진 회로부와 병렬로 연결되며, 적어도 하나의 스위치를 포함하는 스위치부; 상기 스위치부 및 상기 공진 회로부와 병렬로 연결된 정류 회로부; 및 무선 전력 송신 장치의 송신 인덕터가 상기 공진 인덕터에 임계 거리만큼 인접함에 기반하여, 상기 송신 인덕터에 흐르는 송신 전류의 위상과 상기 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류의 위상이 동일한 값이 되도록 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0019] 본 개시에 대하여 위에서 간략하게 요약된 특징들은 후술하는 본 개시의 상세한 설명의 예시적인 양상일 뿐이며, 본 개시의 범위를 제한하는 것은 아니다.

발명의 효과

[0020] 본 개시의 다양한 실시예에 의해, 병렬 공진 수신기에서 공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 수신기 장치 및 시스템이 제공될 수 있다.

[0021] 본 개시의 다양한 실시예에 의해, 정류기의 위상을 조정함으로써 공진 주파수를 조절하는 장치 및 시스템이 제공될 수 있다.

[0022] 본 개시의 다양한 실시예에 의해, 인덕터-캐패시터 공진 주파수가 급전 주파수보다 높을 때(또는, 캐패시턴스가 부족할 때), 공진 주파수와 급전 주파수의 불일치를 해결하고 자동으로 일치될 수 있다.

[0023] 본 개시에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0024] 본 개시에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 개시에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 개시의 기술적 특징을 설명한다.

도 1 및 도 2는 공진 주파수 조절을 위한 구성 및 동작 파형을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른, 병렬 공진 수신기에서 공진 주파수를 조절하기 위한 구성이 포함된 전파(full-wave) 정류 회로의 구조를 예시한다.

도 4a 및 도 4b는 본 개시의 일 실시예에 따른, 전파 정류기의 전류 흐름 및 동작 파형을 설명하기 위한 도면이

다.

도 5a 및 도 5b는 본 개시의 일 실시예에 따른, 반파 정류기의 전류 흐름 및 동작 파형을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 개시의 일 실시예에 따른, 공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 수신 시스템을 제어하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 7은 본 개시의 일 실시예에 따른, 송신 전류의 위상을 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 개시의 실시예에 따른 무선 충전 수신 장치의 구성을 예시하는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 개시는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 개시를 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 개시의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다. 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다. 후술하는 예시적 실시예들에 대한 상세한 설명은, 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 실시예를 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 다양한 실시예들은 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 개시의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 실시예의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 예시적 실시예들의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다.

[0026] 본 개시에서 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 개시의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0027] 본 개시의 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있으나, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어"있다거나 "직접 접속되어"있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0028] 본 개시의 실시예에 나타나는 구성부들은 서로 다른 특징적인 기능들을 나타내기 위해 독립적으로 도시되는 것으로, 각 구성부들이 분리된 하드웨어나 하나의 소프트웨어 구성단위로 이루어짐을 의미하지 않는다. 즉, 각 구성부는 설명의 편의상 각각의 구성부로 나열하여 포함한 것으로 각 구성부 중 적어도 두개의 구성부가 합쳐져 하나의 구성부로 이루어지거나, 하나의 구성부가 복수 개의 구성부로 나뉘어져 기능을 수행할 수 있고 이러한 각 구성부의 통합된 실시예 및 분리된 실시예도 본 개시의 본질에서 벗어나지 않는 한 본 개시의 권리범위에 포함된다.

[0029] 본 개시에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 개시를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 개시에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 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. 즉, 본 개시에서 특정 구성을 "포함"한다고 기술하는 내용은 해당 구성 이외의 구성을 배제하는 것이 아니며, 추가적인 구성이 본 개시의 실시 또는 본 개시의 기술적 사상의 범위에 포함될 수 있음을 의미한다.

[0030] 본 개시의 일부의 구성 요소는 본 개시에서 본질적인 기능을 수행하는 필수적인 구성 요소는 아니고 단지 성능을 향상시키기 위한 선택적 구성 요소일 수 있다. 본 개시는 단지 성능 향상을 위해 사용되는 구성 요소를 제외한 본 개시의 본질을 구현하는데 필수적인 구성부만을 포함하여 구현될 수 있고, 단지 성능 향상을 위해 사용되는 선택적 구성 요소를 제외한 필수 구성 요소만을 포함한 구조도 본 개시의 권리범위에 포함된다.

[0031] 이하, 도면을 참조하여 본 개시의 실시 형태에 대하여 구체적으로 설명한다. 본 명세서의 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 명세서의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략하고, 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0033] 본 개시에서 제안하는 시스템 및/또는 방법/장치(이하 '시스템'으로 간단히 표현함)는 병렬 공진 수신기에서 공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 기술에 관한 것이다.

[0034] 본 개시는 기본 공진 주파수 설정을 위하여 캐패시터에 병렬로 스위치를 연결하여 위상을 조정함으로써 공진주파수를 조절하는 방식이 아니며, 정류기의 위상을 조정하여 공진 주파수를 조정하는 장치 및 시스템에 관한 것이다.

[0035] 도 1의 (a) 및 도 1의 (b)에 도시된 바와 같이, 기본적인 공진을 위한 캐패시터 C_a에 공진 주파수를 조절하기 위한 두 개의 MOSFET 스위치(S_a, S_b)를 병렬로 연결하여 스위치 Sa 위상을 조정함으로써 전체 캐패시터 값이 조정될 수 있으며, 이를 통해 공진 주파수가 조절될 수 있다.

[0036] 도 1의 (a) 및 도 1의 (b)에 따라 회로가 구성될 경우, 전체 캐패시턴스 값을 조정하여 공진 주파수를 조절하기 위하여 별도의 스위치가 구비되어야 하며, 스위치를 제어하기 위한 별도의 계산 및 제어가 필요하다는 문제점이 존재한다.

[0037] 또 다른 예로, 도 2에 도시된 바와 같이, 기본적인 공진 주파수 설정을 위한 캐패시터에 총 4 개의 스위치(Q1 내지 Q4)를 병렬로 연결하고, 각 스위치의 위상을 조절하여 전체 캐패시턴스 값이 조정될 수 있으며, 이를 통해 공진 주파수가 조절될 수 있다.

[0038] 도 2에 따라 회로가 구성될 경우, 총 4 개의 스위치를 사용하여 정밀도가 향상될 수 있으나, 회로의 구현 및 구성 복잡도가 더욱 증가한다는 문제점이 존재한다.

[0039] 이하에서는 병렬 공진 수신기에서 별도의 스위치 장치 없이 공진 주파수를 조절하는 방법에 대해 구체적으로 설명하도록 한다.

[0041] 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른, 병렬 공진 수신기에서 공진 주파수를 조절하기 위한 구성이 포함된 전파(full-wave) 정류 회로의 구조를 예시한다.

[0042] 도 3에 도시된 바와 같이, 전파 정류 회로에서 최대 효율을 얻기 위한 공진 주파수 조절을 위하여 두 개의 스위치(M1 및 M2)의 게이트 위상(즉, 각 스위치의 구동을 위한 게이트(gate) 1 및 게이트 2의 위상)과 송신 신호(I_{TX})를 일치시킬 수 있다.

[0043] 즉, 두 개의 스위치의 구동을 위한 게이트의 위상과 송신 신호의 위상이 동일하게 될 경우, 전체 수신기의 공진 주파수는 송신 신호의 주파수와 동일하게 유지될 수 있다.

[0044] 여기서 송신 신호는 송신 회로부(310)에 의해 발생될 수 있다. 예로, (무선 충전 송신 장치에 포함된) 송신 회로부(310)를 구성하는 회로는 전원 전압부에 의해 전원이 공급될 수 있다. 송신 회로부(310)는 공급된 전원에 의해 송신 안테나(즉, 도 3에 도시된 송신 안테나에 대응되는 등가 코일(또는, 인덕터)) 상에 송신 신호(또는, 전류)가 흐를 수 있다.

[0045] 수신부 스위치(즉, 스위치부(320)에 포함된 적어도 하나의 스위치)의 위상을 송신 신호의 위상과 일치시킬 경우 수신부의 공진 주파수가 송신 신호의 주파수가 일치하게 된다. 이에 따라, 공진 주파수를 조절하기 위한 별도의 장치나 제어 없이 수신부의 공진 주파수를 송신 신호의 주파수와 항상 일치시킬 수 있으므로 최대의 충전 효율이 획득될 수 있다.

[0046] 구체적으로, 급전 주파수가 (공진 회로부(330)를 구성하는) 인덕터(L_{RX})-캐패시터(C_{RX})의 공진 주파수보다 낮아지면, I_{Rect}의 파형이 순간적으로 높아지는 구간이 발생할 수 있다. 이는 L_{RX}-C_{RX} 시정수가 짧아서 vsw 전압이 빨리 변화하기 때문이다. 여기서, 스위치부(320) 및 공진 회로부(330)와 정류 회로부(340)는 병렬로 연결될 수 있다.

[0047] Vsw 전압이 0으로 수렴할 때 마다 I_{RX}는 스위치로 흐를 수 있으며, 해당 구간은 vsw1 전압보다 빠른 위상을 가질 수 있다. 이에 따라, 정류기 입력 임피던스 값은 캐패시턴스 값으로 보일 수 있으며 정류기 회로에 추가적인 캐패시턴스가 연결된 것으로 보일 수 있으므로 부족한 캐피시턴스 값이 증가할 수 있다.

[0049] 도 4a 및 도 4b는 본 개시의 일 실시예에 따른, 전파 정류기의 동작 파형을 설명하기 위한 도면이다.

[0050] 도 4a에 나타난 파형의 특정 시점(예로, 7.64msec 지점)(410)에서의 전류 흐름은 도 4b와 같이 형성될 수 있다. 특정 시점에서 모든 코일 전류(I_{RX})가 순간적으로 I_{Rect}로 흐를 수 있다. 이 때, I_{Rect}는 40A의 피크 지점을 가질 수 있다. 따라서, I_{Rect}의 위상은 vsw1 위상보다 빨라질 수 있다.

[0051] 따라서, 도 4b를 참조할 때, 특정 지점(420)에서 정류기를 바라보는 임피던스 Z_{Rect} 값은 캐패시터 값을 가질 수 있다. 일 예로, 송신부 급전 주파수와 L_{RX}-C_{RX} 공진 주파수 간의 차이가 커질 경우, 도 4a의 특정 지점 시점(410)에 대응되는 구간은 더 길어질 수 있으며, Z_{Rect}의 캐패시턴스 값 더욱 커지게 된다. 이에 따라, 별도 제어 없이 전파 정류기의 공진 주파수는 자동으로 유지될 수 있다.

[0053] 도 5a 및 도 5b는 본 개시의 일 실시예에 따른, 공진 주파수 조절 기능이 내장된 반파 정류기의 구조 및 동작 파형을 설명하기 위한 도면이다.

[0054] 도 5a에 도시된 바와 같이, 반파 정류기에서도 내장된 두 개의 스위치(M1 및 M2)의 구동을 위한 게이트 신호(gate 1 및 gate 2)의 위상을 송신 신호(I_{TX})의 위상과 일치시킬 경우, 공진 주파수가 자동으로 조절되어 최대 효율이 획득될 수 있다.

[0055] 도 5b는 도 5a와 같이 구현된 회로의 각 구성 요소에서 출력되는 전류 및 전압 파형을 나타낸다.

[0056] 상술한 바와 같이, 추가적인 튜닝 캐패시터 또는 부가적인 스위치를 적용하지 않고, 본 개시에 따른 수신부 스위치의 위상을 실시간으로 제어함으로써 변화하는 전송 환경에서도 수신부의 공진 주파수가 자동으로 제어될 수 있다. 이에 따라, 무선 충전 환경에서 최대의 효율을 유지할 수 있다.

[0058] 도 6은 본 개시의 일 실시예에 따른, 공진 주파수 조절이 가능한 무선 충전 수신 시스템을 제어하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0059] 무선 충전 시스템은 무선으로 전력을 공급하는 무선 전력 송신 장치 및 무선 전력 수신 장치를 포함할 수 있다. 도 6은 무선 전력 송신 장치 및 무선 전력 수신 장치의 제어 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0060] 무선 전력 송신 장치는 송신 회로부에 포함된 전원 전압부를 구동하여 송신 인덕터에 흐르는 전류를 발생시킬 수 있다(S610). 여기서, 송신 인덕터는 무선 전력을 공급하기 위한 송신 안테나의 등가 인덕터를 의미할 수 있다.

[0061] 무선 전력 송신 장치 및/또는 무선 전력 수신 장치는 무선 전력 송신 인덕터에 흐르는 전류의 위상을 검출할 수 있다(S620).

[0062] 무선 전력 수신 장치는 검출된 송신 인덕터에 흐르는 전류의 위상 및 무선 전력 수신 장치의 스위치부에 포함된 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류의 위상을 동일한 값으로 제어할 수 있다(S630).

[0063] 구체적으로, 무선 전력 수신 장치는 공진 인덕터(inductor) 및 공진 캐패시터가 병렬로 연결된 회로를 포함하는 공진 회로부; 공진 회로부와 병렬로 연결되며, 적어도 하나의 스위치를 포함하는 스위치부; 스위치부 공진 회로부와 병렬로 연결된 정류 회로부; 및 제어부를 포함할 수 있다.

[0064] 무선 전력 송신 장치의 송신 인덕터가 무선 전력 수신 장치의 공진 인덕터에 임계 거리 이내로 인접함에 기반하여, 무선 전력 수신 장치는 제어부를 통해 송신 인덕터에 흐르는 송신 전류의 위상과 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류의 위상이 동일한 값이 되도록 제어할 수 있다.

[0065] 구체적으로, 제어부는 송신 전류의 위상을 검출하는 검출 회로 및 적어도 하나의 스위치의 게이트에 흐르는 전

류의 위상을 제어하기 위한 제어 회로를 포함할 수 있다. 다만, 이는 일 실시예에 불과하며, 송신 전류의 위상을 검출하는 검출 회로는 무선 전력 송신 장치에 포함될 수도 있다.

[0066] 검출 회로를 통해 송신 전류의 위상이 검출됨에 기반하여(또는, 무선 전력 송신 장치로부터 송신 전류의 위상이 수신됨에 기반하여), 제어부는 검출된 송신 전류의 위상과 적어도 하나의 스위치의 게이트의 전류의 위상이 동일한 값이 되도록 제어 회로를 제어할 수 있다.

[0067] 여기서, 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류는 적어도 하나의 스위치를 구동하기 위한 적어도 하나의 스위치의 게이트(gate)에 흐르는 전류를 포함할 수 있다. 정류 회로부는 공진 회로부 및 스위치부 각각에 병렬로 연결된 적어도 하나의 다이오드 또는 적어도 하나의 인덕터를 포함할 수 있다. 그리고, 정류 회로부는 출력 전압이 적용될 부하(load) 또는 추가 인덕터 중의 적어도 하나와 직렬로 연결될 수 있다.

[0069] 도 7은 본 개시의 일 실시예에 따른, 송신 전류의 위상을 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0070] 무선 충전 수신 장치는 송신 인덕터(L_{TX})에서 흐르는 송신 전류(I_{TX})의 위상을 검출하기 위한 검출 회로(710)를 포함할 수 있다.검출 회로(710)는 송신 전류의 위상을 검출하기 위한 센싱 인덕터(L_{SN}) 및 변압기(transformer)를 포함할 수 있다. 변압기를 구성하는 두 개의 인덕터(즉, L_{TP} 및 L_{TS}) 중 하나(즉, L_{TP})는 공진 회로부에서 공진 인덕터(L_{RX})와 직렬로 연결될 수 있다.

[0071] 구체적으로, 센싱 인덕터(L_{SN})와 공진 인덕터(L_{RX}) 사이의 결합은 변압기를 통해 상쇄될 수 있다. 즉, 센싱 인덕터(L_{SN})와 공진 인덕터 간의 상호 인덕턴스 값(M_{SN_RX})과 변압기의 상호 인덕턴스 값(즉, L_{TP} 및 L_{TS}간의 상호 인덕턴스 값)(M_{TP_TS})이 동일한 값이 되도록 제어될 수 있다.

[0072] 센싱 인덕터(L_{SN})에 의해 유도된 전압(V_{SEN})은 수학식 1과 같이 유도될 수 있다.

수학식 1

[0073] $$\boldsymbol{V_{SEN}} = j\omega M_{SN_TX}\boldsymbol{I_{TX}} + j\omega M_{SN_RX}\boldsymbol{I_{RX}} - j\omega M_{TP_TS}\boldsymbol{I_{RX}}$$

[0074] 수학식 1에서 센싱 인덕터(L_{SN})와 공진 인덕터 간의 상호 인덕턴스 값(M_{SN_RX})과 변압기의 상호 인덕턴스 값(즉, L_{TP} 및 L_{TS}간의 상호 인덕턴스 값)(M_{TP_TS})이 동일한 값이 되도록 제어/설계됨에 따라, V_{SEN}는 $\boldsymbol{I_{TX}}$ 위상 만을 포함할 수 있다. 무선 충전 수신 장치(또는, 제어부)는 V_{SEN}를 통해 $\boldsymbol{I_{TX}}$ 관련 위상을 검출할 수 있다.

[0075] 다만, 이는 일 실시예에 불과하며, 무선 충전 수신 장치는 별도의 검측 기기를 통해 송신 전류의 위상을 검출할 수도 있다.

[0077] 도 8은 본 개시의 실시예에 따른 무선 충전 수신 장치의 구성을 예시하는 블록도이다.

[0078] 무선 전력 수신 장치(100)는 무선 전력 송신 장치로부터 무선으로 전력을 제공/충전받는 장치를 의미한다. 무선 전력 송신 장치는 무선으로 전력을 제공받는 다양한 유형의 장치로 구현될 수 있다.

[0079] 무선 전력 수신 장치(100)는 프로세서(110), 메모리(120), 송수신부(130), 입력 인터페이스 장치(140) 및 출력 인터페이스 장치(150) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 각각의 구성 요소들은 공통 버스(bus)(160)에 의해 연결되어 서로 통신을 수행할 수 있다. 또한, 각각의 구성 요소들은 공통 버스(160)가 아니라, 프로세서(110)를 중심으로 개별 인터페이스 또는 개별 버스를 통하여 연결될 수도 있다.

[0080] 프로세서(110)는 AP(Application Processor), CPU(Central Processing Unit), GPU(Graphic Processing Unit) 등과 같은 다양한 종류들로 구현될 수 있으며, 메모리(120)에 저장된 명령을 실행하는 임의의 반도체 장치일 수 있다. 프로세서(110)는 메모리(120)에 저장된 프로그램 명령(program command)을 실행할 수 있다. 프로세서(110)는 상술한 도 6에서 설명한 제어부의 동작을 수행하도록 구동할 수 있다. 즉, 도 6에서의 제어부는 장

치(100)의 프로세서(110)의 일 구성 요소로 구현될 수도 있다.

[0081] 그리고/또는, 프로세서(110)는 하나 이상의 모듈들에 대한 적어도 하나의 기능을 구현하기 위한 프로그램 명령을 메모리(120)에 저장하여, 도 6에 기반하여 설명된 동작이 수행되도록 제어할 수 있다. 즉, 도 6에 따른 각 동작 및/또는 기능은 하나 이상의 프로세서(110)에 의해 실행될 수 있다.

[0082] 메모리(120)는 다양한 형태의 휘발성 또는 비 휘발성 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리(120)는 ROM(read-only memory) 및 RAM(random access memory)을 포함할 수 있다. 본 개시의 실시예에서 메모리(120)는 프로세서(110)의 내부 또는 외부에 위치할 수 있고, 메모리(120)는 이미 알려진 다양한 수단을 통해 프로세서(110)와 연결될 수 있다.

[0083] 송수신부(130)는 프로세서(110)에서 처리된/처리될 데이터를 외부 장치 및/또는 외부 시스템과 송수신하는 기능을 수행할 수 있다.

[0084] 예를 들어, 송수신부(130)는 다른 단말 장치와 데이터 교환(예로, 무선 전력 송신 장치의 송신 신호의 위상 등) 등에 활용될 수 있다.

[0085] 입력 인터페이스 장치(140)는 데이터를 프로세서(110)로 제공하도록 구성된다.

[0086] 출력 인터페이스 장치(150)는 프로세서(110)로부터의 데이터를 출력하도록 구성된다.

[0088] 본 개시의 예시적 실시예들에서 설명된 구성요소는, 하드웨어 요소에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 상기 하드웨어 요소는, 디지털 신호 프로세서(DSP), 프로세서, 컨트롤러, 주문형 집적 회로(ASIC), FPGA와 같은 프로그래머블 로직 요소, GPU, 기타 전자 장치, 또는 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 본 개시의 예시적 실시예들에서 설명된 기능 또는 과정 중 적어도 일부는 소프트웨어로 구현될 수 있으며, 소프트웨어는 기록 매체에 기록될 수 있다. 예시적 실시예들에서 설명하는 구성요소, 기능 및 프로세스는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로 구현될 수 있다.

[0089] 본 개시의 일 실시예에 따른 방법은 컴퓨터에 의해 수행될 수 있는 프로그램으로 구현될 수 있으며, 상기 컴퓨터 프로그램은 자기 저장 매체, 광 판독 매체, 디지털 저장 매체 등과 같은 다양한 기록 매체에 기록될 수 있다.

[0090] 본 개시에서 설명한 다양한 기술들은, 디지털 전자 회로 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 상기 기술들은 컴퓨터 프로그램 제품, 즉, 정보 매체에 유형적으로 구현되는 컴퓨터 프로그램 또는 컴퓨터 프로그램(예를 들어, 기계 판독 가능 저장 장치(예: 컴퓨터 판독 가능 매체) 또는 데이터 처리 장치), 데이터 처리 장치에 의해 처리되거나 데이터 처리 장치(예를 들어, 프로그램 가능한 프로세서, 컴퓨터 또는 복수의 컴퓨터들)의 동작을 하기 위해 전파된 신호로 구현되는 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.

[0091] 컴퓨터 프로그램(들)은 컴파일된 언어나 해석된 언어를 포함한 모든 형태의 프로그래밍 언어로 작성될 수 있으며, 독립 실행형 프로그램 또는 모듈, 구성 요소, 서브루틴 또는 컴퓨팅 환경에서 사용하기에 적합한 기타 단위를 포함하는 모든 형태로 배포될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 컴퓨터, 또는 한 사이트 또는 여러 사이트에 분산되어 있고 통신 네트워크로 상호 연결되어 있는 복수 컴퓨터들에 의해 수행될 수 있다.

[0092] 컴퓨터 프로그램의 실행에 적합한 프로세서의 예로, 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서, 및 디지털 컴퓨터의 하나 이상의 프로세서가 포함된다. 일반적으로 프로세서는 읽기 전용 메모리나 랜덤 액세스 메모리 또는 둘 모두에서 명령과 데이터를 수신한다. 컴퓨터의 구성 요소는 명령을 실행하기 위한 적어도 하나의 프로세서, 및 명령 및 데이터를 저장하기 위한 하나 이상의 메모리 장치를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨터는 데이터 저장을 위한 하나 이상의 대용량 저장 장치, 예를 들어, 자기, 광자기 디스크 또는 광 디스크를 포함하거나, 상기 대용량 저장 장치에 연결되어 데이터를 수신 및/또는 전송을 수행할 수 있다. 컴퓨터 프로그램 명령 및 데이터를 구현하기에 적합한 정보 매체의 예로는, 반도체 메모리 장치(예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체), 컴팩트 디스크 읽기 전용 메모리(CD- ROM), 디지털 비디오 디스크(DVD) 등과 같은 광학 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 광자기 매체, 및 ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory), 플래시 메모리, EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM) 및 기타 알려진 컴퓨터 판독 가능 매체가 포함된다. 프로세서와 메모리는 특수 목적 논리 회로에 의해 보완되거나 통합될 수 있

다.

[0093] 프로세서는 운영 체제(OS) 및 OS에서 실행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 실행할 수 있다. 프로세서 장치는 또한 소프트웨어 실행에 응답하여 데이터를/에 액세스, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수 있다. 단순화를 위해 프로세서 장치는 단수로 설명되었으나, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진자는, 프로세서 장치가 복수의 처리 요소들 및/또는 다양한 타입의 처리 요소들을 포함할 수 있음을 이해할 수 있다. 예를 들어, 프로세서 장치는 복수 프로세서들 또는 프로세서(processor)와 제어부(controller)를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서들과 같이 상이한 처리 구조를 구성할 수도 있다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는 컴퓨터가 접근할 수 있는 모든 매체를 의미하며, 컴퓨터 저장매체와 전송매체를 모두 포함할 수 있다.

[0094] 본 개시는 다양한 상세 구현 예들의 세부 설명을 포함하나, 그 세부 사항이 본 개시에서 제안하는 발명 또는 청구 범위를 제한하는 것은 아니고, 특정한 예시적 실시예의 특징을 설명하는 것으로 이해되어야 한다.

[0095] 본 개시에서 예시적 실시예들에서 개별적으로 설명된 특징들은 단일 예시적 실시예에 의해 구현될 수 있다. 반대로, 본 개시에서 단일 예시적 실시예에 대해 설명된 다양한 특징들은 복수의 예시적 실시예들의 조합 또는 적절한 하위 조합에 의해 구현될 수도 있다. 나아가, 본 개시에서, 상기 특징들은 특정 조합에 의해 동작할 수 있고, 최초 상기 조합이 청구된 것처럼 기술될 수 있으나, 경우에 따라, 하나 이상의 특징이 청구된 조합에서 제외되거나, 청구된 조합이 하위 조합 또는 하위 조합의 수정 형태로 변경될 수 있다.

[0096] 마찬가지로, 도면에 특정 순서로 동작이 설명되어 있다 하더라도, 목표된 결과를 획득하기 위해, 동작들을 특정 순번 또는 순서로 실행하는 것이 필요하거나, 모든 동작들의 수행이 필요한 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정한 경우에는 멀티태스킹과 병렬 처리가 유용할 수 있다. 또한, 모든 실시예들의 예시적 실시예들에서 다양한 장치 구성요소들이 반드시 분리되어야 하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 전술한 프로그램 구성요소 및 장치는 단일 소프트웨어 제품 또는 여러 소프트웨어 제품에 패키징될 수 있다.

[0097] 본 명세서에 개시된 예시적 실시예들은 단지 예시적인 것이며 본 개시의 범위를 제한하려는 것이 아니다. 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진자는, 청구범위 및 그 균등물의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 예시적 실시예들에 대한 다양한 수정이 이루어질 수 있음을 인식할 수 있을 것이다.

[0098] 따라서, 본 개시는 이하의 특허청구범위 내에 속하는 모든 다른 교체, 수정 및 변경을 포함한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0099] 100 : 제어 모듈 110 : 프로세서

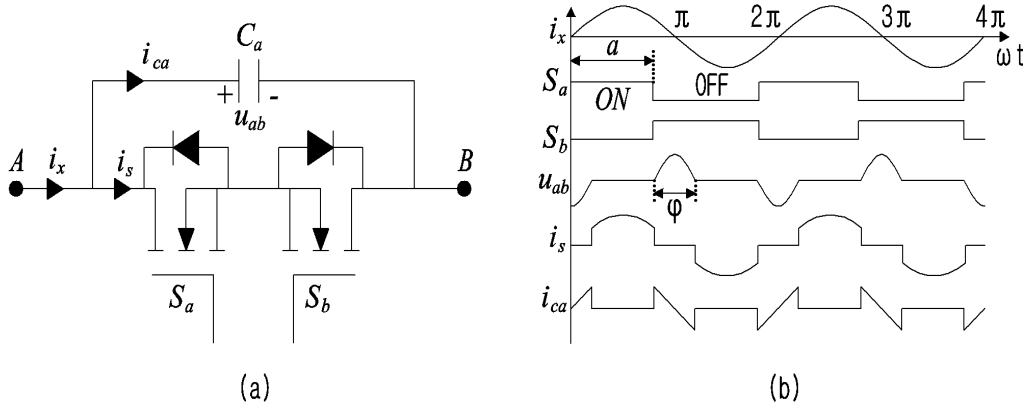
120 : 메모리 130 : 송수신부

140 : 입력 인터페이스 장치 150 : 출력 인터페이스 장치

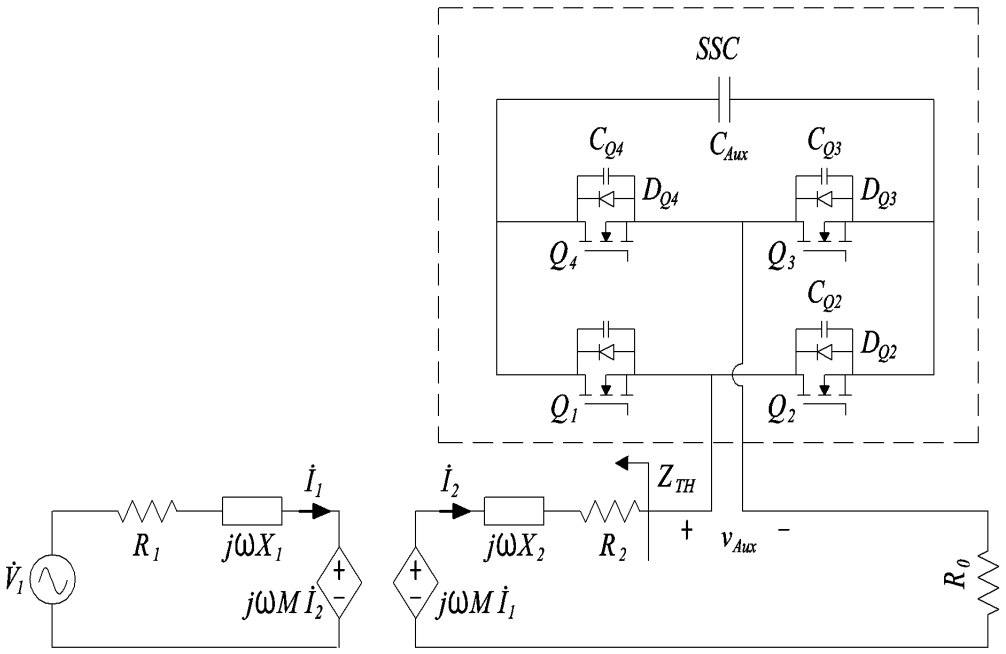
160 : 공통 버스

도면

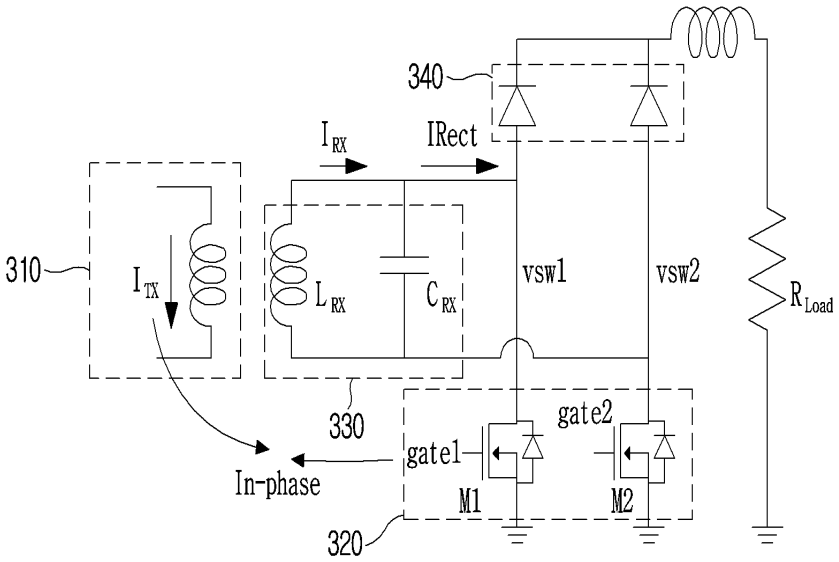
도면1


C_a
i_{ca}
+
-
u_{ab}
A
i_x
i_s
B
S_a
S_b
(a)
i_x
π
2π
3π
4π
ω t
a
S_a
ON
OFF
S_b
u_{ab}
φ
i_s
i_{ca}
(b)

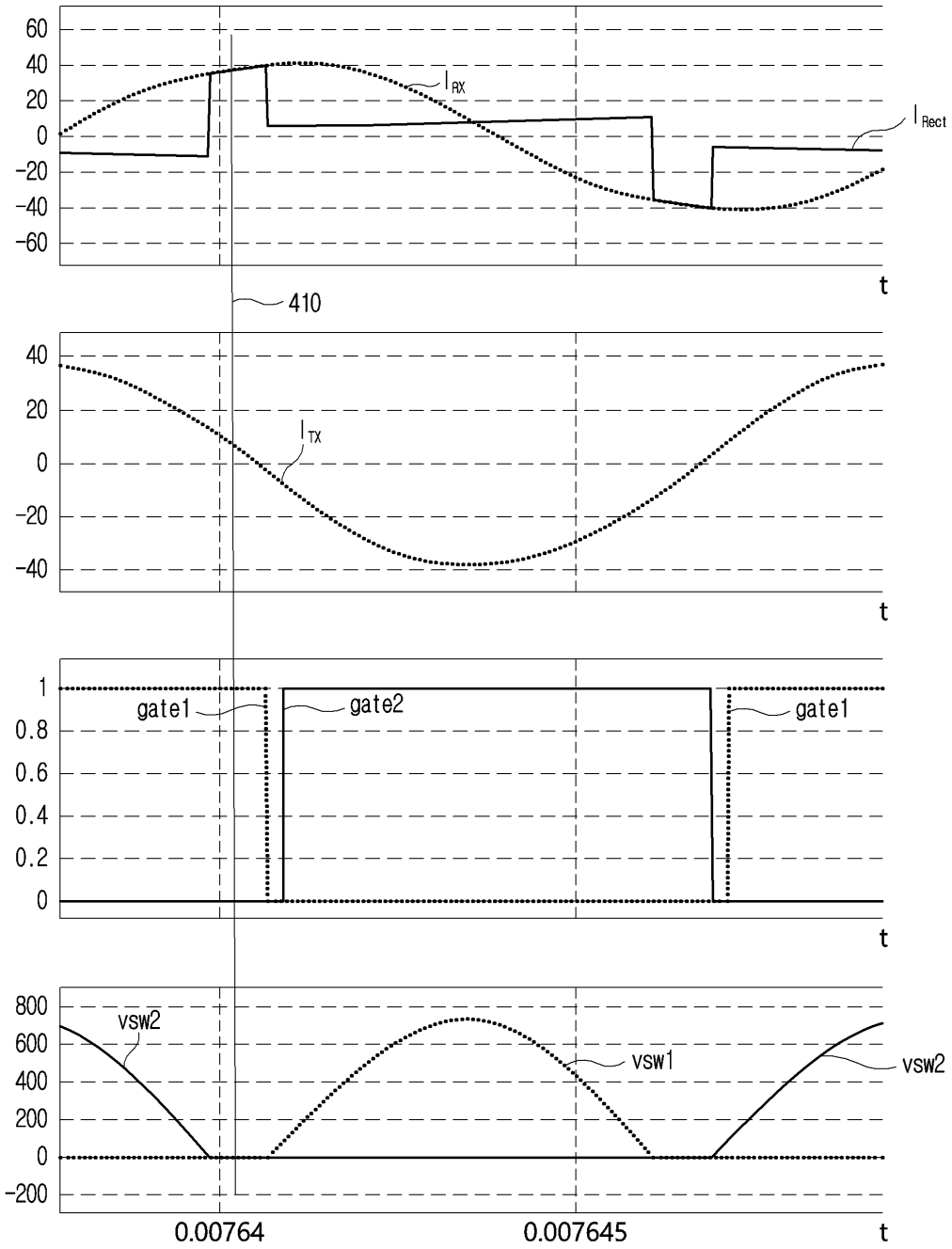
도면2


SSC
C_{Q4}
C_{Aux}
C_{Q3}
D_{Q4}
D_{Q3}
Q_4
Q_3
C_{Q2}
D_{Q2}
Q_1
Q_2
$\dot{I}_1$
R_1
$j\omega X_1$
$\dot{V}_1$
$j\omega M\dot{I}_2$
$\dot{I}_2$
Z_{TH}
$j\omega X_2$
R_2
+
v_{Aux}
-
$j\omega M\dot{I}_1$
R_0

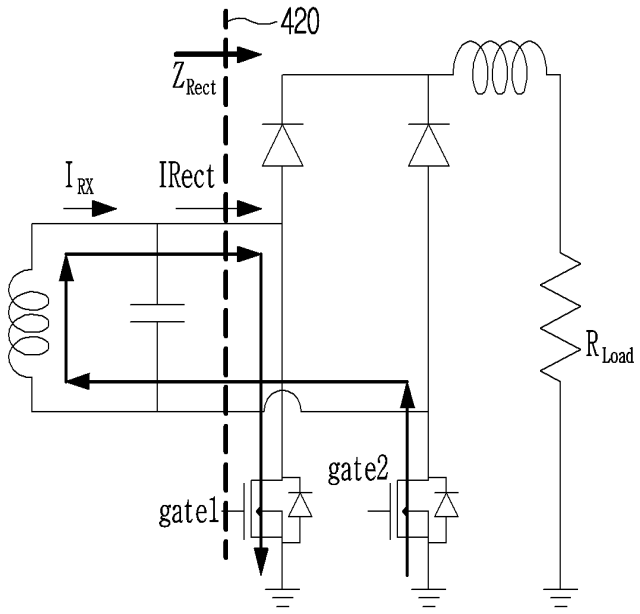
도면3


340
I_{RX}
IRect
310
I_{TX}
L_{RX}
C_{RX}
vsw1
vsw2
R_{Load}
330
gate2
gate1
In-phase
M1
M2
320

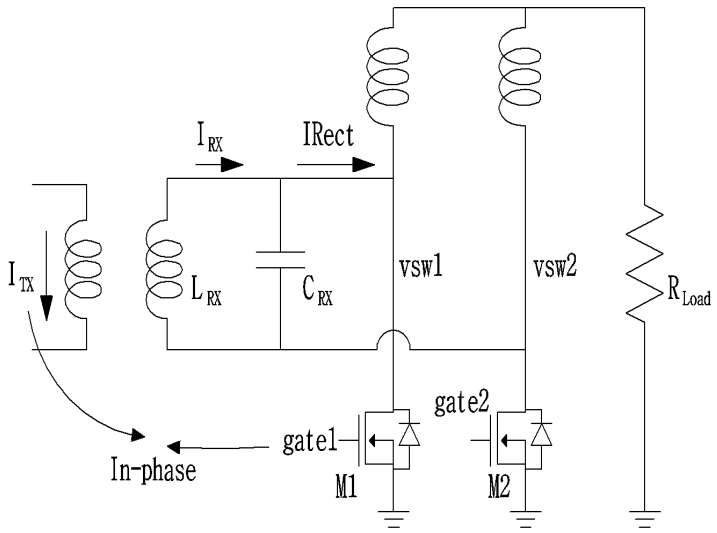
도면4a


60
40
20
0
-20
-40
-60
I_{RX}
I_{Rect}
t
410
40
20
0
-20
-40
I_{TX}
t
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
gate1
gate2
gate1
t
800
600
400
200
0
-200
VSW2
VSW1
VSW2
0.00764
0.007645
t

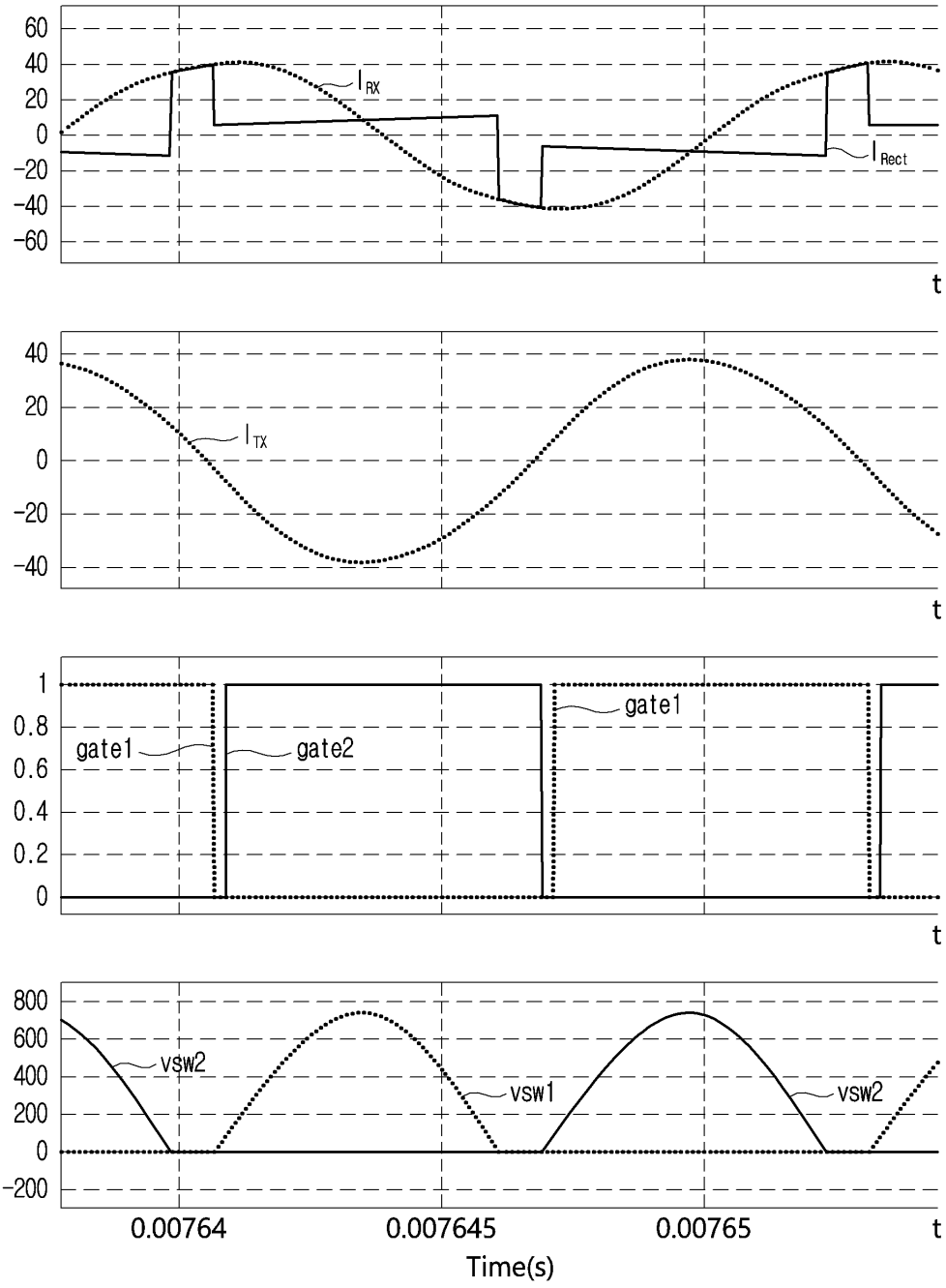
도면4b


420
Z_{Rect}
I_{RX}
IRect
R_{Load}
gate2
gate1

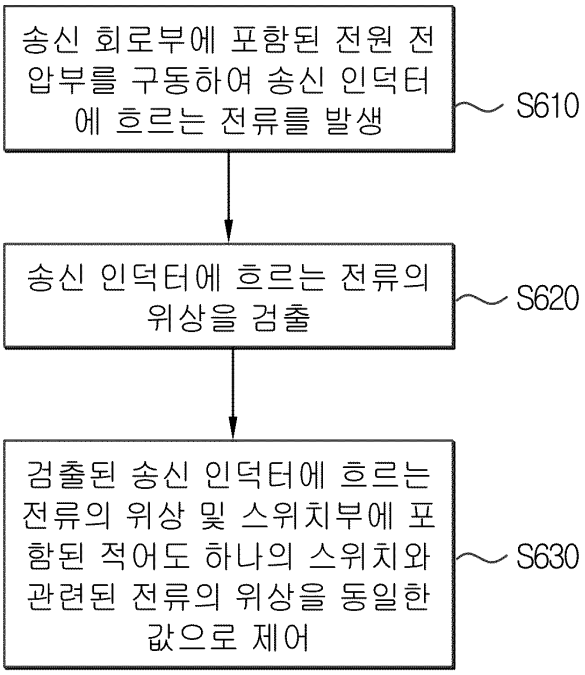
도면5a


I_{RX}
IRect
I_{TX}
L_{RX}
C_{RX}
vsw1
vsw2
R_{Load}
gate2
gate1
In-phase
M1
M2

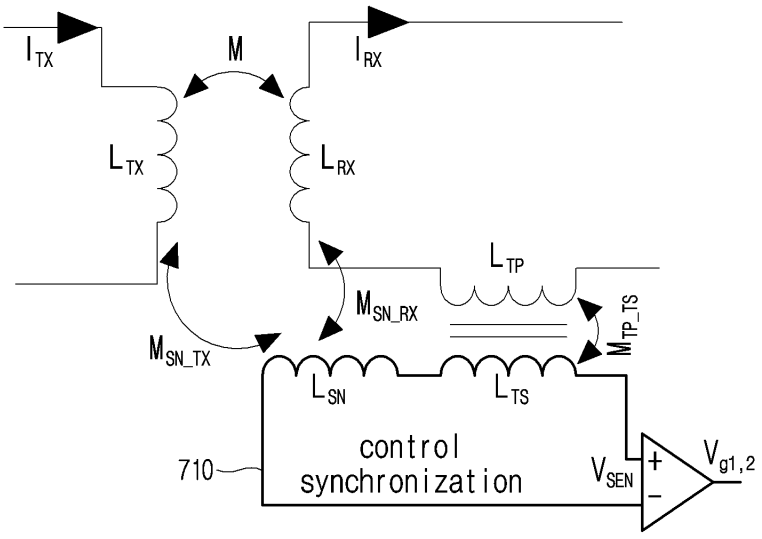
도면5b


60
40
20
0
-20
-40
-60
I_{RX}
I_{Rect}
t
40
20
0
-20
-40
I_{TX}
t
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
gate1
gate2
gate1
t
800
600
400
200
0
-200
vsw2
vsw1
vsw2
0.00764
0.007645
0.00765
t
Time(s)

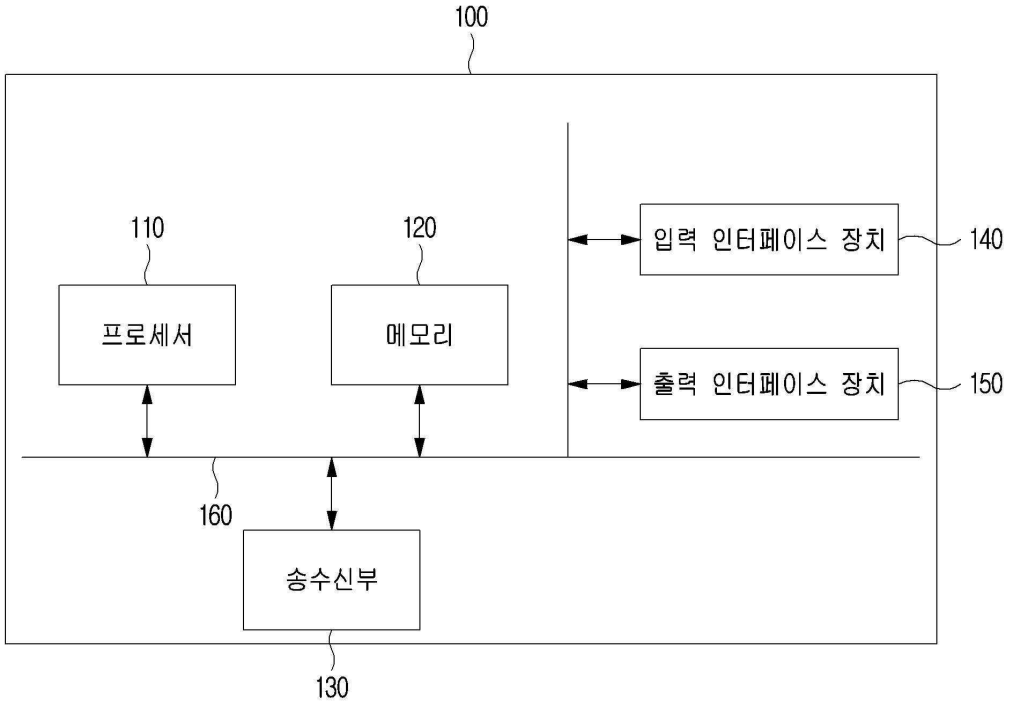
도면6


송신 회로부에 포함된 전원 전압부를 구동하여 송신 인덕터에 흐르는 전류를 발생
S610
송신 인덕터에 흐르는 전류의 위상을 검출
S620
검출된 송신 인덕터에 흐르는 전류의 위상 및 스위치부에 포함된 적어도 하나의 스위치와 관련된 전류의 위상을 동일한 값으로 제어
S630

도면7


I_TX
M
I_RX
L_TX
L_RX
L_TP
M_SN_RX
M_TP_TS
M_SN_TX
L_SN
L_TS
control synchronization
710
V_SEN
V_g1,2

도면8


100
110
프로세서
120
메모리
입력 인터페이스 장치
140
출력 인터페이스 장치
150
160
송수신부
130