



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0129270  
(43) 공개일자 2019년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02J 50/40 (2016.01) G01R 27/26 (2006.01)  
H02M 7/48 (2007.01)  
(52) CPC특허분류  
H02J 50/40 (2016.02)  
G01R 27/2611 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0053653  
(22) 출원일자 2018년05월10일  
심사청구일자 2018년05월10일

(71) 출원인  
경상대학교산학협력단  
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)  
(72) 발명자  
정세교  
경상남도 진주시 가좌안골길21번길 5, 105동 120  
1호(가좌동, 가좌제일풍경채)  
(74) 대리인  
두호특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

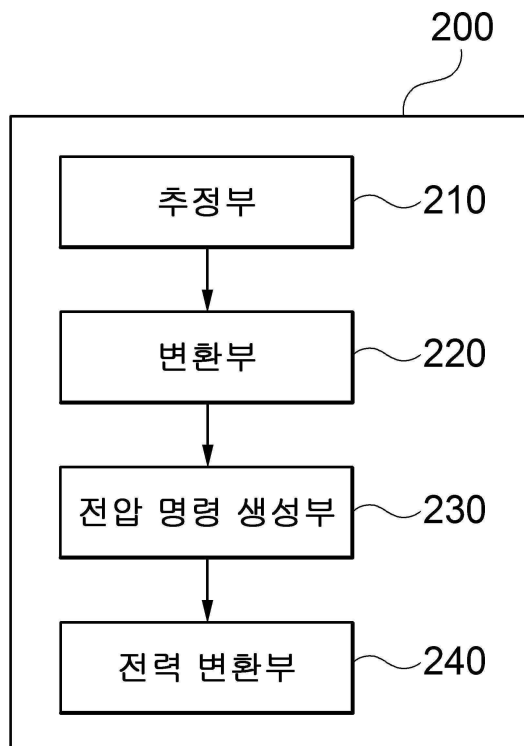
(54) 발명의 명칭 무선전력전송 장치 및 방법

(57) 요약

무선전력전송 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른  $\alpha$ 축 상에 배치된 제1 송신 코일 및  $\beta$ 축 상에 배치된 제2 송신 코일을 포함하는 복수의 송신 코일을 이용하여 수신 코일로 전력을 전송하는 2차원 무선전력전송 장치는, 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각의 전류 및 전압에 기초하여 상기 복수의 송신

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



코일과 상기 수신 코일 사이의 상호 인덕턴스 각을 추정하는 추정부, 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각의 전류를 복조하고, 상기 상호 인덕턴스 각을 이용하여 상기 복조된 각 전류를 d축 전류와 q축 전류로 변환하는 변환부, d축 전류 명령, q축 전류 명령, 상기 d축 전류, 상기 q축 전류 및 상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 최대 전력 전송을 위한  $\alpha$  축 전압 명령 및  $\beta$  축 전압 명령을 생성하는 전압 명령 생성부, 및 상기  $\alpha$  축 전압 명령 및 상기  $\beta$  축 전압 명령에 기초하여 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각에 고주파 전압을 공급하는 전력변환부를 포함한다.

(52) CPC특허분류

**H02M 7/4826** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345255786

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공학개인지초연구지원

연구과제명 다차원 송신코일을 가지는 무선전력전송 시스템의 해석 및 자속제어기법(2차년도)

기 여 율 1/1

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2016.11.01 ~ 2017.10.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

$\alpha$  축 상에 배치된 제1 송신 코일 및  $\beta$  축 상에 배치된 제2 송신 코일을 포함하는 복수의 송신 코일을 이용하여 수신 코일로 전력을 전송하는 2차원 무선전력전송 장치에 있어서,

상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각의 전류 및 전압에 기초하여 상기 복수의 송신 코일과 상기 수신 코일 사이의 상호 인덕턴스 각을 추정하는 추정부;

상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각의 전류를 복조하고, 상기 상호 인덕턴스 각을 이용하여 상기 복조된 각 전류를 d축 전류와 q축 전류로 변환하는 변환부;

d축 전류 명령, q축 전류 명령, 상기 d축 전류, 상기 q축 전류 및 상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 최대 전력 전송을 위한  $\alpha$  축 전압 명령 및  $\beta$  축 전압 명령을 생성하는 전압 명령 생성부; 및

상기  $\alpha$  축 전압 명령 및 상기  $\beta$  축 전압 명령에 기초하여 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각에 고주파 전압을 공급하는 전력변환부를 포함하는 무선전력전송 장치.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 변환부는, 상기 제1 송신 코일의  $\alpha$  축 전류와 상기 제2 송신 코일의  $\beta$  축 전류를 각각 복조하여, 상기  $\alpha$  축 전류 및 상기  $\beta$  축 전류 각각에 대한 포락선을 검출하는 복조부; 및

상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 상기  $\alpha$  축 전류의 포락선과 상기  $\beta$  축 전류의 포락선을 각각 상기 d축 전류와 상기 q축 전류로 변환하는 d-q 변환부를 포함하는 무선전력전송 장치.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 전압 명령 생성부는, 상기 d축 전류 명령, 상기 q축 전류 명령, 상기 d축 전류 및 상기 q축 전류를 이용하여 d축 전압 명령 및 q축 전압 명령을 생성하는 비례적분 제어기; 및

상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 상기 d축 전압 명령 및 상기 q축 전압 명령을 각각 상기  $\alpha$  축 전압 명령 및 상기  $\beta$  축 전압 명령으로 변환하는 d-q 역변환부를 포함하는 무선전력전송 장치.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 전력변환부는, 상기  $\alpha$  축 전압 명령 및 상기  $\beta$  축 전압 명령에 기초하여, 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일로 각각 인가되는  $\alpha$  축 전압 및  $\beta$  축 전압의 크기를 제어하는 DC-DC 컨버터; 및

크기가 제어된 상기  $\alpha$  축 전압 및 상기  $\beta$  축 전압을 변조하여 상기 고주파 전압을 생성하는 공진형 인버터를 포함하는 무선전력전송 장치.

#### 청구항 5

$\alpha$  축 상에 배치된 제1 송신 코일 및  $\beta$  축 상에 배치된 제2 송신 코일을 포함하는 복수의 송신 코일을 이용하여

수신 코일로 전력을 전송하는 2차원 무선전력전송 방법에 있어서,

상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각의 전류 및 전압에 기초하여 상기 복수의 송신 코일과 상기 수신 코일 사이의 상호 인덕턴스 각을 추정하는 단계;

상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각의 전류를 복조하고, 상기 상호 인덕턴스 각을 이용하여 상기 복조된 각 전류를 d축 전류와 q축 전류로 변환하는 단계;

d축 전류 명령, q축 전류 명령, 상기 d축 전류, 상기 q축 전류 및 상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 최대 전력 전송을 위한  $\alpha$  축 전압 명령 및  $\beta$  축 전압 명령을 생성하는 단계; 및

상기  $\alpha$  축 전압 명령 및 상기  $\beta$  축 전압 명령에 기초하여 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각에 고주파 전압을 공급하는 단계를 포함하는 무선전력전송 방법.

## 청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 변환하는 단계는, 상기 제1 송신 코일의  $\alpha$  축 전류와 상기 제2 송신 코일의  $\beta$  축 전류를 각각 복조하여, 상기  $\alpha$  축 전류 및 상기  $\beta$  축 전류 각각에 대한 포락선을 검출하는 단계; 및

상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 상기  $\alpha$  축 전류의 포락선과 상기  $\beta$  축 전류의 포락선을 각각 상기 d축 전류와 상기 q축 전류로 변환하는 단계를 포함하는 무선전력전송 방법.

## 청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 생성하는 단계는, 상기 d축 전류 명령, 상기 q축 전류 명령, 상기 d축 전류 및 상기 q축 전류를 이용하여 d축 전압 명령 및 q축 전압 명령을 생성하는 단계; 및

상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 상기 d축 전압 명령 및 상기 q축 전압 명령을 각각 상기  $\alpha$  축 전압 명령 및 상기  $\beta$  축 전압 명령으로 변환하는 단계를 포함하는 무선전력전송 방법.

## 청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 공급하는 단계는, 상기  $\alpha$  축 전압 명령 및 상기  $\beta$  축 전압 명령에 기초하여, 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일로 각각 인가되는  $\alpha$  축 전압 및  $\beta$  축 전압의 크기를 제어하는 단계; 및

크기가 제어된 상기  $\alpha$  축 전압 및 상기  $\beta$  축 전압을 변조하여 상기 고주파 전압을 생성하는 단계를 포함하는 무선전력전송 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 무선전력전송 장치 및 방법 기술과 관련된다.

### 배경 기술

[0002] 무선전력전송(WPT: Wireless Power Transfer) 기술은 스마트 워치, 보청기 등 소형 전자기기의 무선충전에 활용될 수 있다. 무선전력전송 및 이를 이용한 충전장치는 모바일 전자기기에 전력을 공급하는 수단으로 수요가 점차 증가하고 있다.

[0003] 그러나, 기존의 무선전력전송 및 이를 이용한 충전장치는 수신단의 위치에 따라 전력전송 효율이 변하는 문제점이 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2013-0032472호 (2013.04.02. 공개)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 실시예들은 무선전력전송 장치 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른  $\alpha$  축 상에 배치된 제1 송신 코일 및  $\beta$  축 상에 배치된 제2 송신 코일을 포함하는 복수의 송신 코일을 이용하여 수신 코일로 전력을 전송하는 2차원 무선전력전송 장치는, 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각의 전류 및 전압에 기초하여 상기 복수의 송신 코일과 상기 수신 코일 사이의 상호 인덕턴스 각을 추정하는 추정부, 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각의 전류를 복조하고, 상기 상호 인덕턴스 각을 이용하여 상기 복조된 각 전류를  $d$ 축 전류와  $q$ 축 전류로 변환하는 변환부,  $d$ 축 전류 명령,  $q$ 축 전류 명령, 상기  $d$ 축 전류, 상기  $q$ 축 전류 및 상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 최대 전력 전송을 위한  $\alpha$  축 전압 명령 및  $\beta$  축 전압 명령을 생성하는 전압 명령 생성부, 및 상기  $\alpha$  축 전압 명령 및 상기  $\beta$  축 전압 명령에 기초하여 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각에 고주파 전압을 공급하는 전력변환부를 포함한다.

[0007] 상기 변환부는, 상기 제1 송신 코일의  $\alpha$  축 전류와 상기 제2 송신 코일의  $\beta$  축 전류를 각각 복조하여, 상기  $\alpha$  축 전류 및 상기  $\beta$  축 전류 각각에 대한 포락선을 검출하는 복조부 및 상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 상기  $\alpha$  축 전류의 포락선과 상기  $\beta$  축 전류의 포락선을 각각 상기  $d$ 축 전류와 상기  $q$ 축 전류로 변환하는  $d$ - $q$  변환부를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 전압 명령 생성부는, 상기  $d$ 축 전류 명령, 상기  $q$ 축 전류 명령, 상기  $d$ 축 전류 및 상기  $q$ 축 전류를 이용하여  $d$ 축 전압 명령 및  $q$ 축 전압 명령을 생성하는 비례적분 제어기 및 상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 상기  $d$ 축 전압 명령 및 상기  $q$ 축 전압 명령을 각각 상기  $\alpha$  축 전압 명령 및 상기  $\beta$  축 전압 명령으로 변환하는  $d$ - $q$  역 변환부를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 전력변환부는, 상기  $\alpha$  축 전압 명령 및 상기  $\beta$  축 전압 명령에 기초하여, 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일로 각각 인가되는  $\alpha$  축 전압 및  $\beta$  축 전압의 크기를 제어하는 DC-DC 컨버터 및 크기가 제어된 상기  $\alpha$  축 전압 및 상기  $\beta$  축 전압을 변조하여 상기 고주파 전압을 생성하는 공진형 인버터를 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른  $\alpha$  축 상에 배치된 제1 송신 코일 및  $\beta$  축 상에 배치된 제2 송신 코일을 포함하는 복수의 송신 코일을 이용하여 수신 코일로 전력을 전송하는 2차원 무선전력전송 방법은, 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각의 전류 및 전압에 기초하여 상기 복수의 송신 코일과 상기 수신 코일 사이의 상호 인덕턴스 각을 추정하는 단계, 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각의 전류를 복조하고, 상기 상호 인덕턴스 각을 이용하여 상기 복조된 각 전류를  $d$ 축 전류와  $q$ 축 전류로 변환하는 단계,  $d$ 축 전류 명령,  $q$ 축 전류 명령, 상기  $d$ 축 전류, 상기  $q$ 축 전류 및 상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 최대 전력 전송을 위한  $\alpha$  축 전압 명령 및  $\beta$  축 전압 명령을 생성하는 단계 및 상기  $\alpha$  축 전압 명령 및 상기  $\beta$  축 전압 명령에 기초하여 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일 각각에 고주파 전압을 공급하는 단계를 포함한다.

[0011] 상기 변환하는 단계는, 상기 제1 송신 코일의  $\alpha$  축 전류와 상기 제2 송신 코일의  $\beta$  축 전류를 각각 복조하여, 상기  $\alpha$  축 전류 및 상기  $\beta$  축 전류 각각에 대한 포락선을 검출하는 단계 및 상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 상기  $\alpha$  축 전류의 포락선과 상기  $\beta$  축 전류의 포락선을 각각 상기  $d$ 축 전류와 상기  $q$ 축 전류로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 생성하는 단계는, 상기  $d$ 축 전류 명령, 상기  $q$ 축 전류 명령, 상기  $d$ 축 전류 및 상기  $q$ 축 전류를 이용하여  $d$ 축 전압 명령 및  $q$ 축 전압 명령을 생성하는 단계 및 상기 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 상기  $d$ 축 전압 명령

및 상기  $\alpha$ 축 전압 명령을 각각 상기  $\alpha$ 축 전압 명령 및 상기  $\beta$ 축 전압 명령으로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0013] 상기 공급하는 단계는, 상기  $\alpha$ 축 전압 명령 및 상기  $\beta$ 축 전압 명령에 기초하여, 상기 제1 송신 코일 및 상기 제2 송신 코일로 각각 인가되는  $\alpha$ 축 전압 및  $\beta$ 축 전압의 크기를 제어하는 단계 및 크기가 제어된 상기  $\alpha$ 축 전압 및 상기  $\beta$ 축 전압을 변조하여 상기 고주파 전압을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0014] 본 발명의 실시예들에 따르면, 복수의 송신 코일과 수신 코일 사이의 상호 인덕턴스 각을 추정하고, 추정된 상호 인덕턴스 각 및 전류 명령에 기초하여 전압명령을 계산하여 복수의 송신 코일에 고주파 전압을 공급함으로써 수신단의 위치가 변함에도 최대 전력을 전송하여 무선전력전송의 효율을 향상시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 공진 유도 결합을 이용한 무선전력전송 시스템의 등가 회로에 대한 일 예를 도시한 도면
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력전송 장치의 구성도
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력전송 방법의 순서도

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 이하의 상세한 설명은 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.
- [0017] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진 유도 결합을 이용한 무선전력전송 시스템의 등가 회로에 대한 일 예를 도시한 도면이다.
- [0019] 무선전력전송 시스템은  $\alpha$ 축 상에 배치된 제1 송신 코일 및  $\beta$ 축 상에 배치된 제2 송신 코일을 포함하는 복수의 송신 코일을 이용하여 수신 코일로 전력을 전송하는 2차원 무선전력전송 시스템이다.
- [0020] 구체적으로, 무선전력전송 시스템은 두 개의 송신 코일 즉, 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일과 하나의 수신 코일 사이의 공진 유도 결합을 이용하여 무선으로 송신부에서 수신부로 전력을 전송한다. 이때 송신 코일 및 수신 코일은 원형으로 형성될 수 있다.
- [0021] 도 1를 참조하면, 공진 유도 결합을 이용한 무선전력전송 시스템의 등가 회로는 송신단과 수신단을 포함한다.
- [0022] 송신단은  $\alpha$ 축 상에 배치된 제1 송신 코일 및  $\beta$ 축 상에 배치된 제2 송신 코일을 포함한다. 이때, 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일은 저항( $R$ ) 및 커패시턴스( $C$ )를 포함한다. 또한, 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일은 각각  $L_\alpha$  및  $L_\beta$  값을 가지는 인덕턴스를 포함한다. 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일의 입력단자에는 각각 전류( $I_\alpha$ ,  $I_\beta$ ) 및 전압( $V_\alpha$ ,  $V_\beta$ )이 인가된다. 이때, 제1 송신 코일의 전류와 제2 송신 코일의 전류의 합성벡터는

$I$

$\theta$

로 나타내고, 제1 송신 코일의 전류 벡터와 합성 벡터가 이루는 각도는 로 나타낸다. 또한, 제1 송신 코일과 제2 송신 코일이 서로 직교(orthogonal)하는 것으로 가정하면, 제1 송신 코일과 제2 송신 코일 사이의 상호 인덕턴스( ) 값은 0이다.

[0023] 한편, 수신단은 수신 코일 및 수신단 측의 저항( )을 포함한다. 또한, 수신 코일은 저항( ), 커패시턴스( ) 및 인덕턴스( )를 포함한다.

[0024] 이때,  $I_{\alpha} = I_{am} \cos \omega t = I \cos \theta \cos \omega t$ ,  $I_{\beta} = I_{\beta m} \cos \omega t = I \sin \theta \cos \omega t$  이라고 가정하면, 무선전력전송 시스템의 전력 전송 효율은 아래 수학적 식 1을 이용하여 산출할 수 있다.

### 수학적 식 1

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{\alpha} + P_{\beta} + P_r + P_{out}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{R_r}{R_L}\right) + \left(\frac{R}{R_L}\right) \left(\frac{1}{k \cos^2(\theta - \gamma)}\right)}$$

$$\text{이때, } k = \frac{\omega^2 (M_{\alpha r}^2 + M_{\beta r}^2)}{(R_r + R_L)^2 + X_r^2}$$

[0027] 수학적 식 1에서  $\eta$  는 전력 전송 효율,  $P_{out}$  은 출력 전력,  $P_{in}$  는 입력 전력,  $P_{\alpha}$  는 제1 송신 코일의 소모 전력,  $P_{\beta}$  는 제2 송신 코일의 소모 전력,  $P_r$  는 수신 코일의 소모 전력,  $\omega$  는 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일에 인가되는 전압과 전류의 주파수,  $X_r$  는 송신 코일의 리액턴스,  $M_{\alpha r}$  는 제1 송신 코일과 수신 코일 간의 상호 인덕턴스,  $M_{\beta r}$  는 제2 송신 코일과 수신 코일 간의 상호 인덕턴스를 의미한다.

[0028] 따라서, 무선전력전송 시스템의 전력 전달 효율은  $\theta = \gamma$  가 될 때 최대가 된다.

[0029] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력전송 장치(200)의 구성도이다.

[0030] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 무선전력전송 장치(200)는 추정부(210), 변환부(220), 전압 명령 생성부(230) 및 전력변환부(240)를 포함한다.

[0031] 추정부(210)는 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일 각각의 전류 및 전압에 기초하여 복수의 송신 코일과 수신 코일 사이의 상호 인덕턴스 각을 추정한다.

[0032] 구체적으로, 상호 인덕턴스 각은 아래의 수학적 식 2를 이용하여 나타낼 수 있다.

## 수학식 2

$$\gamma = \tan^{-1} \frac{M_{\beta r}}{M_{\alpha r}}$$

[0033]

이때,  $M_{\alpha r}$  과  $M_{\beta r}$  의 비는 아래 수학식 3을 이용하여 산출할 수 있다.

[0034]

## 수학식 3

$$\frac{M_{\beta r}}{M_{\alpha r}} = \frac{V_{\beta} - I_{\beta}(R + jX)}{V_{\alpha} - I_{\alpha}(R + jX)}$$

[0035]

수학식 3에서  $X$  는 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일의 리액턴스를 의미한다.

[0036]

따라서, 추정부(210)는 아래의 수학식 4를 이용하여 상호 인덕턴스 각을 추정할 수 있다.

[0037]

## 수학식 4

$$\gamma = \tan^{-1} \frac{V_{\beta} - I_{\beta}R}{V_{\alpha} - I_{\alpha}R}$$

[0038]

$$\text{이때, } \omega = \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

[0039]

변환부(220)는 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일 각각의 전류를 복조하고, 추정부(210)에 의해 추정된 상호 인덕턴스 각을 이용하여 상기 복조된 각 전류를 d축 전류와 q축 전류로 변환한다.

[0040]

본 발명의 일 실시예에 따르면, 변환부(220)는 제1 송신 코일에 흐르는  $\alpha$  축 전류와 제2 송신 코일에 흐르는  $\beta$  축 전류를 각각 복조하여,  $\alpha$  축 전류 및  $\beta$  축 전류 각각에 대한 포락선을 검출하는 복조부를 포함할 수 있다.

[0041]

이때,  $I_{\alpha}$  는  $\alpha$  축 전류를 의미하고,  $I_{\beta}$  는  $\beta$  축 전류를 의미한다. 구체적으로 복조부는  $I_{\alpha}$  및  $I_{\beta}$  를 복조하

여  $\alpha$  축 전류 및  $\beta$  축 전류 각각에 대한 포락선인  $I_{\alpha m}$  및  $I_{\beta m}$  를 검출할 수 있다.

[0042]

또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 변환부(220)는 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 복조부에 의해 검출된  $\alpha$  축 전류의 포락선과  $\beta$  축 전류의 포락선을 각각 d축 전류와 q축 전류로 변환하는 d-q 변환부를 포함할 수 있다. 구체적으로, d-q 변환부는 아래의 수학식 5를 이용하여  $\alpha$  축 전류의 포락선과  $\beta$  축 전류의 포락선을 각각 d축 전류와 q축 전류로 변환할 수 있다.

## 수학식 5

$$\begin{bmatrix} I_{dm} \\ I_{qm} \end{bmatrix} = T(\gamma) \begin{bmatrix} I_{\alpha m} \\ I_{\beta m} \end{bmatrix}$$

[0043]

$$\text{이때, } T(\gamma) = \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma \\ -\sin \gamma & \cos \gamma \end{bmatrix}$$

[0044]

수학식 5에서  $I_{dm}$  는 d축 전류,  $I_{qm}$  는 q축 전류를 의미한다.

[0046]

전압 명령 생성부(230)는 d축 전류 명령, q축 전류 명령, d축 전류, q축 전류 및 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 최대 전력 전송을 위한 α축 전압 명령 및 β축 전압 명령을 생성한다.

[0047]

이때, d축 전류 명령 및 q축 전류 명령은 사용자에게 의해 설정되거나 별도로 구성되는 전압 제어기에서 설정되는

값일 수 있다. 예를 들어, d축 전류 명령( $I_{dm}^*$ )은 I로, q축 전류 명령( $I_{qm}^*$ )은 0으로 설정할 수 있다.

[0048]

본 발명의 일 실시예에 따르면, 전압 명령 생성부(230)는, d축 전류 명령, q축 전류 명령, d축 전류 및 q축 전류를 이용하여 d축 전압 명령 및 q축 전압 명령을 생성하는 비례적분 제어기를 포함할 수 있다.

[0049]

구체적으로, 비례적분 제어기는 d축 전류, q축 전류, d축 전류 명령 및 q축 전류 명령을 입력받아 비례 제어와 적분 제어를 수행할 수 있다. 비례적분 제어기는 입력받은 d축 전류 및 q축 전류를 각각 d축 전류 명령 및 q축 전류 명령과의 오차만큼 제어하여 d축 전압 명령 및 q축 전압 명령을 생성할 수 있다.

[0050]

또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전압 명령 생성부(230)는 상호 인덕턴스 각에 기초하여, 비례적분 제어기에 의해 생성된 d축 전압 명령 및 q축 전압 명령을 각각 α축 전압 명령 및 β축 전압 명령으로 변환하는 d-q 역변환부를 포함할 수 있다.

[0051]

구체적으로, d-q 역변환부는 아래의 수학식 6을 이용하여 d축 전압 명령 및 q축 전압 명령을 각각 α축 전압 명령 및 β축 전압 명령으로 변환할 수 있다.

### 수학식 6

$$\begin{bmatrix} V_{dm}^* \\ V_{qm}^* \end{bmatrix} = T^{-1}(\gamma) \begin{bmatrix} V_{\alpha m}^* \\ V_{\beta m}^* \end{bmatrix}$$

[0052]

$$\text{이때, } T^{-1}(\gamma) = \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma \\ -\sin \gamma & \cos \gamma \end{bmatrix}^{-1}$$

[0053]

수학식 6에서  $V_{\alpha m}^*$  는 α축 전압 명령,  $V_{\beta m}^*$  는 β축 전압 명령이다.

[0055]

전력변환부(240)는 α축 전압 명령 및 β축 전압 명령에 기초하여 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일 각각에 고주파 전압을 공급한다.

[0056]

본 발명의 일 실시예에 따르면, 전력변환부(240)는 전압 명령 생성부(230)에 의해 생성된 α축 전압 명령 및 β축 전압 명령에 기초하여, 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일로 각각 인가되는 α축 전압 및 β축 전압의 크기를 제어하는 DC-DC 컨버터를 포함할 수 있다.

[0057]

구체적으로, DC-DC 컨버터는 α축 전압 명령 및 β축 전압 명령에 따른 전압의 크기로 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일로 각각 인가되는 α축 전압 및 β축 전압의 크기를 제어할 수 있다.

[0058]

또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전력변환부(240)는 DC-DC 컨버터에 의해 크기가 제어된 α축 전압 및 β축 전압을 변조하여 제1 송신코일 및 제2 송신 코일 각각에 공급되는 고주파 전압을 생성하는 공진형 인버터를 포함할 수 있다.

[0059]

구체적으로, 공진형 인버터는 α축 전압 및 β축 전압의 주파수를 고주파로 변조하여 고주파 전압을 생성하고,

생성된 고주파 전압을 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일로 공급할 수 있다. 이때, 고주파 전압은 예를 들어, 536kHz 주파수를 가지는 전압일 수 있다. 또한, 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일 각각에 공급되는 고주파 전압의 주파수는 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일 각각에 포함된 커패시턴스와 인덕턴스가 이루는 공진 주파수와 일치할 수 있다.

- [0060] 한편, 본 발명의 일 실시예에서, 도 2에 도시된 추정부(210), 변환부(220), 전압 명령 생성부(230) 및 전력변환부(240)는 하나 이상의 프로세서 및 그 프로세서와 연결된 컴퓨터 판독 가능 기록 매체를 포함하는 하나 이상의 컴퓨팅 장치 상에서 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체는 프로세서의 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서와 연결될 수 있다. 컴퓨팅 장치 내의 프로세서는 각 컴퓨팅 장치로 하여금 본 명세서에서 기술되는 예시적인 실시예에 따라 동작하도록 할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장된 명령어를 실행할 수 있고, 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장된 명령어는 프로세서에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치로 하여금 본 명세서에 기술되는 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0061] 도 3는 본 발명의 일 실시예에 따른, 무선전력전송 방법의 순서도이다.
- [0062] 도 3에 도시된 방법은 예를 들어, 도 2에 도시된 무선전력전송 장치(200)에 의해 수행될 수 있다.
- [0063] 도 3을 참조하면, 무선전력전송 장치(200)는 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일 각각의 전류 및 전압에 기초하여 복수의 송신 코일과 수신 코일 사이의 상호 인덕턴스 값을 추정한다(S310).
- [0064] 이후, 무선전력전송 장치(200)는 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일 각각의 전류를 복조하고(S320), 상호 인덕턴스 값을 이용하여 복조된 각 전류를 d축 전류와 q축 전류로 변환한다(S330).
- [0065] 이때, 무선전력전송 장치(200)는 제1 송신 코일의  $\alpha$  축 전류와 제2 송신 코일의  $\beta$  축 전류를 각각 복조하여,  $\alpha$  축 전류 및  $\beta$  축 전류 각각에 대한 포락선을 검출할 수 있다.
- [0066] 또한, 무선전력전송 장치(200)는 상호 인덕턴스 값에 기초하여,  $\alpha$  축 전류의 포락선과  $\beta$  축 전류의 포락선을 각각 d축 전류와 q축 전류로 변환할 수 있다.
- [0067] 이후, 무선전력전송 장치는 d축 전류 명령, q축 전류 명령, d축 전류, q축 전류 및 상호 인덕턴스 값에 기초하여, 최대 전력 전송을 위한  $\alpha$  축 전압 명령 및  $\beta$  축 전압 명령을 생성한다(S340).
- [0068] 이때, 무선전력전송 장치(200)는 d축 전류 명령, q축 전류 명령, d축 전류 및 q축 전류를 이용하여 d축 전압 명령 및 q축 전압 명령을 생성할 수 있다.
- [0069] 또한, 무선전력전송 장치(200)는 상호 인덕턴스 값에 기초하여, d축 전압 명령 및 q축 전압 명령을 각각  $\alpha$  축 전압 명령 및  $\beta$  축 전압 명령으로 변환할 수 있다(S350).
- [0070] 이후, 무선전력전송 장치(200)는  $\alpha$  축 전압 명령 및  $\beta$  축 전압 명령에 기초하여 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일 각각에 고주파 전압을 공급한다.
- [0071] 이때, 무선전력전송 장치(200)는  $\alpha$  축 전압 명령 및  $\beta$  축 전압 명령에 기초하여, 제1 송신 코일 및 제2 송신 코일로 각각 인가되는  $\alpha$  축 전압 및  $\beta$  축 전압의 크기를 제어할 수 있다(S360).
- [0072] 또한, 무선전력전송 장치(200)는 크기가 제어된  $\alpha$  축 전압 및  $\beta$  축 전압을 변조하여 고주파 전압을 생성할 수 있다(S370).
- [0073] 한편, 도 3에 도시된 순서도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 추가되어 수행될 수 있다.
- [0074] 또한, 본 발명의 실시예는 본 명세서에서 기술한 방법들을 컴퓨터상에서 수행하기 위한 프로그램을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 기록매체를 포함할 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 기록매체는 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나, 또는 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상적으로 사용 가능한 것일 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광 기록 매체, 플로피 디스크와 같은 자기-광 매체, 및 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지

는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다.

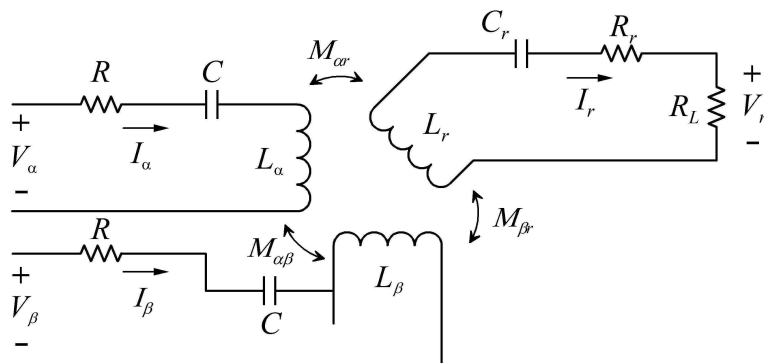
[0075] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

## 부호의 설명

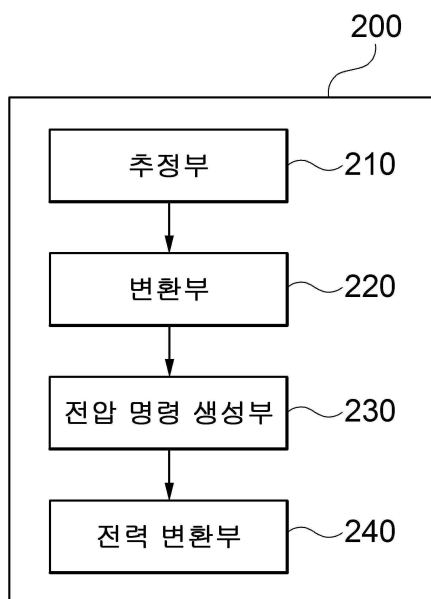
[0076] 200: 무선전력전송 장치  
210: 추정부  
220: 변환부  
230: 전압명령 생성부  
240: 전력변환부

## 도면

### 도면1



### 도면2



도면3

