



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월22일

(11) 등록번호 10-2243495

(24) 등록일자 2021년04월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02J 50/80 (2016.01) H02J 50/12 (2016.01)

H02J 7/02 (2016.01)

(52) CPC특허분류

H02J 50/80 (2016.02)

H02J 50/12 (2016.02)

(21) 출원번호 10-2019-0146648

(22) 출원일자 2019년11월15일

심사청구일자 2019년11월15일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020130026377 A\*

JP2017054211 A\*

KR1020130070612 A

KR1020140070705 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

이범선

경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11, 307동 1602호(보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)

김건영

경상북도 안동시 강남5길 92, 101동 803호(정하동, 현진에버빌)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김상철

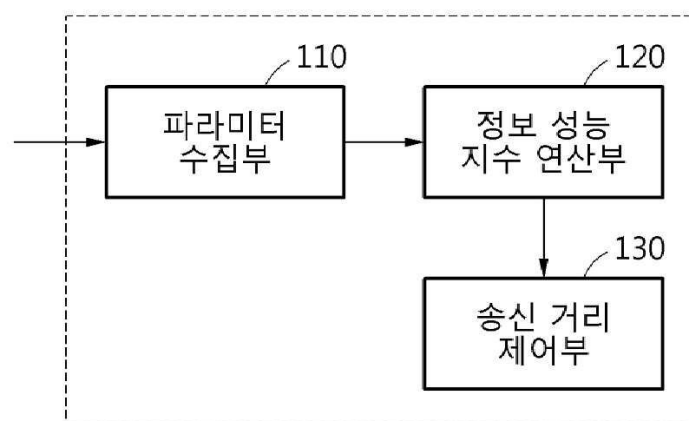
(54) 발명의 명칭 무선전력 및 정보의 동시 전송을 위한 시스템 및 그 방법

## (57) 요약

본 발명은 무선전력 및 정보의 동시 전송을 위한 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템은 무선전력을 송신하는 송신기에 구비된 송신 공진회로와, 무선전력을 수신하고 인밴드(in-band) 통신을 통해 송신기에게 상태 정보를 전달하는 수신기에 구비된 수신 공진회로에 대한 파라미터 정보를 수집하는 파라미터 수집부 및 수집된 파라미터 정보에 기초하여 정보 성능 지수를 연산하고, 연산된 정보 성능 지수와 기 설정된 임계값을 비교하며, 비교 결과에 기초하여 송신기 및 수신기 간의 통신 가능한 최대 거리 값을 산출하는 정보 성능 지수 연산부를 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

**H02J 7/025** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                                |
|-------------|------------------------------------------------|
| 과제고유번호      | 20190824                                       |
| 부처명         | 정보통신기획평가원                                      |
| 과제관리(전문)기관명 | 정보통신기술진흥센터                                     |
| 연구사업명       | 정보통신기술인력양성/Grand ICT연구센터지원                     |
| 연구과제명       | [정부] 2019 ITRC LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 |
| 기술연구(4/4)   |                                                |
| 기 여 율       | 1/1                                            |
| 과제수행기관명     | 경희대학교 산학협력단                                    |
| 연구기간        | 2016.06.01 ~ 2019.12.31                        |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선전력을 송신하는 송신기에 구비된 송신 공진회로와, 상기 무선전력을 수신하고 인밴드(in-band) 통신을 통해 상기 송신기에게 상태 정보를 전달하는 수신기에 구비된 수신 공진회로에 대한 파라미터 정보를 수집하는 파라미터 수집부 및

상기 수집된 파라미터 정보에 기초하여 정보 성능 지수를 연산하고, 상기 연산된 정보 성능 지수와 기설정된 임계값을 비교하며, 상기 비교 결과에 기초하여 상기 송신기 및 상기 수신기 간의 통신 가능한 최대 거리 값을 산출하는 정보 성능 지수 연산부

를 포함하고,

상기 정보 성능 지수 연산부는,

기설정된 간격만큼 이격된 상기 송신기와 상기 수신기 사이의 송신 거리에 대응되는 정보 성능 지수와 상기 기설정된 임계값을 비교하고, 상기 비교 결과에 기초하여 상기 송신 거리의 증가 또는 감소 여부를 결정하며, 상기 결정된 증가 또는 감소 여부에 따라 기설정된 거리 단위 만큼 증가 또는 감소된 송신 거리에 대응되는 정보 성능 지수를 재연산하는

무선전력 전송 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 송신기는,

자기 공진 방식(magnetic resonant coupling)으로 상기 수신기에게 상기 무선전력을 전송하는

무선전력 전송 시스템.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 수신기는,

부하저항을 더 포함하고, 상기 무선전력을 수신하면 상기 부하저항의 저항값을 제어하여 상기 수신기에 대한 상기 상태 정보를 전달하는

무선전력 전송 시스템.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 수신기는,

스위치 및 정합회로(matching circuit)를 더 포함하고, 상기 스위치 및 상기 정합회로를 이용한 제어 동작을 통해 상기 부하저항의 저항값을 제어하는

무선전력 전송 시스템.

#### 청구항 5

제3항에 있어서,

상기 송신 공진회로는,

송신 저항, 송신 캐패시터 및 송신 코일 중 적어도 하나의 소자를 포함하고,  
 상기 수신 공진회로는,  
 수신 저항, 수신 캐패시터 및 수신 코일 중 적어도 하나의 소자를 포함하는  
 무선전력 전송 시스템.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,  
 상기 파라미터 정보는,  
 상기 송신 저항의 저항 값, 상기 송신 코일의 Q-팩터(quality factor), 상기 수신 코일의 Q-팩터 및 상기 송신  
 코일과 상기 수신 코일 사이의 결합 계수 중 적어도 하나 이상의 정보를 포함하는  
 무선전력 전송 시스템.

#### 청구항 7

무선전력을 송신하는 송신기에 구비된 송신 공진회로와, 상기 무선전력을 수신하고 인밴드(in-band) 통신을 통  
 해 상기 송신기에게 상태 정보를 전달하는 수신기에 구비된 수신 공진회로에 대한 파라미터 정보를 수집하는 파  
 라미터 수집부 및

상기 수집된 파라미터 정보에 기초하여 정보 성능 지수를 연산하고, 상기 연산된 정보 성능 지수와 기설정된 임  
 계값을 비교하며, 상기 비교 결과에 기초하여 상기 송신기 및 상기 수신기 간의 통신 가능한 최대 거리 값을 산  
 출하는 정보 성능 지수 연산부

를 포함하고,

상기 수신기는,

부하저항을 더 포함하고, 상기 무선전력을 수신하면 상기 부하저항의 저항값을 제어하여 상기 수신기에 대한 상  
 기 상태 정보를 전달하며,

상기 송신 공진회로는,

송신 저항, 송신 캐패시터 및 송신 코일 중 적어도 하나의 소자를 포함하고,

상기 수신 공진회로는,

수신 저항, 수신 캐패시터 및 수신 코일 중 적어도 하나의 소자를 포함하며,

상기 정보 성능 지수(FI)는 하기 수학식10을 통해 연산되는,

[수학식10]

$$FI = \frac{Z_{in}(R_L = 0)}{Z_{in}(R_L = R_1 \sqrt{1 + F^2})} = R_0 \sqrt{1 + F^2}$$

여기서, 상기  $Z_{in}$ 는 상기 송신기의 입력 임피던스,  $R_L$ 는 상기 부하저항의 저항 값,  $R_0$ 는 송신 저항의 저항값,  $R_1$   
 는 수신 저항의 저항 값,  $F$ 는 시스템 성능지수인

무선전력 전송 시스템.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 시스템 성능지수는,

상기 송신 코일과 상기 수신 코일 사이의 결합 계수와 상기 송신 코일의 Q-팩터 및 상기 수신 코일의 Q-팩터의

연산을 통해 산출되는  
무선전력 전송 시스템.

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 산출된 통신 가능한 최대 거리 값에 기초하여 상기 송신기와 상기 수신기 사이의 송신 거리를 제어하는 송신 거리 제어부

를 더 포함하는 무선전력 전송 시스템.

#### 청구항 11

파라미터 수집부에서, 무선전력을 송신하는 송신기에 구비된 송신 공진회로와, 상기 무선전력을 수신하고 인밴드(in-band) 통신을 통해 상기 송신기에 상태 정보를 전달하는 수신기에 구비된 수신 공진회로에 대한 파라미터 정보를 수집하는 단계;

정보 성능 지수 연산부에서, 상기 수집된 파라미터 정보에 기초하여 정보 성능 지수를 연산하고, 상기 연산된 정보 성능 지수와 기설정된 임계값을 비교하며, 상기 비교 결과에 기초하여 상기 송신기 및 상기 수신기 간의 통신 가능한 최대 거리 값을 산출하는 단계 및

송신 거리 제어부에서, 상기 산출된 통신 가능한 최대 거리 값에 기초하여 상기 송신기와 상기 수신기 사이의 송신 거리를 제어하는 단계

를 포함하고,

상기 정보 성능 지수 연산부는,

기설정된 간격만큼 이격된 상기 송신기와 상기 수신기 사이의 송신 거리에 대응되는 정보 성능 지수와 상기 기설정된 임계값을 비교하고, 상기 비교 결과에 기초하여 상기 송신 거리의 증가 또는 감소 여부를 결정하며, 상기 결정된 증가 또는 감소 여부에 따라 기설정된 거리 단위 만큼 증가 또는 감소된 송신 거리에 대응되는 정보 성능 지수를 재연산하는

무선전력 전송 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 무선전력 및 정보의 동시 전송을 위한 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 확장된 거리에서 무선 전력 및 정보를 동시 전송하는 기술적 사상에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 무선 전력 전송 시스템은 전기 에너지를 무선으로 전송하는 무선전력 송신기와 무선전력 송신기로부터 전기 에너지를 수신하는 무선전력 수신기를 포함한다.

[0003] 무선 전력 전송 시스템을 이용하면, 예를 들어 휴대폰을 별도의 충전 커넥터를 연결 하지 않고 단지 휴대폰을 충전 패드에 올려놓음으로써, 휴대폰의 배터리를 충전하는 것이 가능하다.

[0004] 무선으로 전기 에너지를 전달하는 방식은, 전기 에너지를 전달하는 원리에 따라 자기 유도 방식, 자기 공진 방식 및 전자기파 방식으로 구분할 수 있다.

[0005] 자기 유도 방식은 무선전력 송신기에 구비된 송신 코일과 무선전력 수신기에 구비된 수신 코일 사이에서 전기가

유도되는 현상을 이용하여 전기 에너지를 전달하는 방식이다.

- [0006] 자기 공진 방식은 송신 코일에서 공진주파수로 진동하는 자기장을 생성하여 동일한 공진주파수로 설계된 수신 코일에 에너지가 집중적으로 전달되는 방식이다.
- [0007] 전자기파 또는 마이크로파 방식은 송신부에서 발생된 전자기파를 수신부에서 단일 또는 복수의 안테나를 이용하여 전자기파를 수신하여 전기 에너지로 변환하는 방식이다.
- [0008] 한편, 자기 공진 방식에 기반한 무선전력 전송 시스템에서, 무선전력 송신기와 무선전력 수신기는 상호간에 블루투스(bluetooth)와 같은 아웃-밴드(out-band) 통신을 통해 정보를 송수신하고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2017-0030424호 "무선 전력 전송 방법 및 장치"

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 정보 성능 지수(FI)를 분석하여 가능한 최대 거리 내에서 무선전력 전송 및 인-밴드 통신을 동시에 수행할 수 있는 무선전력 전송 시스템 및 그 방법을 제공하고자 한다.
- [0011] 또한, 본 발명은 가능한 최대 거리 내에서 전력/정보를 전송하여 사용자의 편의성을 향상시킬 수 있는 무선전력 전송 시스템 및 그 방법을 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0012] 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템은 무선전력을 송신하는 송신기에 구비된 송신 공진회로와, 무선전력을 수신하고 인밴드(in-band) 통신을 통해 송신기에게 상태 정보를 전달하는 수신기에 구비된 수신 공진회로에 대한 파라미터 정보를 수집하는 파라미터 수집부 및 수집된 파라미터 정보에 기초하여 정보 성능 지수를 연산하고, 연산된 정보 성능 지수와 기설정된 임계값을 비교하며, 비교 결과에 기초하여 송신기 및 수신기 간의 통신 가능한 최대 거리 값을 산출하는 정보 성능 지수 연산부를 포함할 수 있다.
- [0013] 일측에 따르면, 송신기는 자기 공진 방식(magnetic resonant coupling)으로 수신기에게 무선전력을 전송할 수 있다.
- [0014] 일측에 따르면, 수신기는 부하저항을 더 포함하고, 무선전력을 수신하면 부하저항의 저항값을 제어하여 수신기에 대한 상태 정보를 전달할 수 있다.
- [0015] 일측에 따르면, 수신기는 스위치 및 정합회로(matching circuit)를 더 포함하고, 스위치 및 정합회로를 이용한 제어 동작을 통해 부하저항의 저항값을 제어할 수 있다.
- [0016] 일측에 따르면, 송신 공진회로는 송신 저항, 송신 캐패시터 및 송신 코일 중 적어도 하나의 소자를 포함하고, 수신 공진회로는 수신 저항, 수신 캐패시터 및 수신 코일 중 적어도 하나의 소자를 포함할 수 있다.
- [0017] 일측에 따르면, 파라미터 정보는 송신 저항의 저항 값, 송신 코일의 Q-팩터(quality factor), 수신 코일의 Q-팩터 및 송신 코일과 수신 코일 사이의 결합 계수 중 적어도 하나 이상의 정보를 포함할 수 있다.
- [0018] 일측에 따르면, 정보 성능 지수(FI)는 하기 수학적식10을 통해 연산될 수 있다.
- [0019] [수학적식10]

$$FI = \frac{Z_{in}(R_L = 0)}{Z_{in}(R_L = R_1 \sqrt{1 + F^2})} = R_0 \sqrt{1 + F^2}$$

- [0020]
- [0021] 여기서,  $Z_{in}$ 는 송신기의 입력 임피던스,  $R_L$ 는 부하저항의 저항 값,  $R_0$ 는 송신 저항의 저항값,  $R_1$ 는 수신 저항의

저항 값, F는 시스템 성능지수를 나타낸다.

- [0022] 일측에 따르면, 시스템 성능 지수는 송신 코일과 수신 코일 사이의 결합 계수와 송신 코일의 Q-팩터 및 수신 코일의 Q-팩터의 연산을 통해 산출될 수 있다.
- [0023] 일측에 따르면, 정보 성능 지수 연산부는 기설정된 간격만큼 이격된 송신기와 수신기 사이의 송신 거리에 대응되는 정보 성능 지수와 기설정된 임계값을 비교하고, 비교 결과에 기초하여 송신 거리의 증가 또는 감소 여부를 결정하며, 결정된 증가 또는 감소 여부에 따라 기설정된 거리 단위만큼 증가 또는 감소된 송신 거리에 대응되는 정보 성능 지수를 재연산할 수 있다.
- [0024] 일측에 따르면, 무선전력 전송 시스템은 산출된 통신 가능한 최대 거리 값에 기초하여 송신기와 수신기 사이의 송신 거리를 제어하는 송신 거리 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법은 파라미터 수집부에서 무선전력을 송신하는 송신기에 구비된 송신 공진회로와, 무선전력을 수신하고 인밴드(in-band) 통신을 통해 송신기에게 상태 정보를 전달하는 수신기에 구비된 수신 공진회로에 대한 파라미터 정보를 수집하는 단계와, 정보 성능 지수 연산부에서 수집된 파라미터 정보에 기초하여 정보 성능 지수를 연산하고, 연산된 정보 성능 지수와 기설정된 임계값을 비교하며 비교 결과에 기초하여 송신기 및 수신기 간의 통신 가능한 최대 거리 값을 산출하는 단계 및 송신 거리 제어부에서, 산출된 통신 가능한 최대 거리 값에 기초하여 송신기와 수신기 사이의 송신 거리를 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0026] 일실시예에 따르면, 정보 성능 지수(FI)를 분석하여 가능한 최대 거리 내에서 무선전력 전송 및 인-밴드 통신을 동시에 수행할 수 있다.
- [0027] 일실시예에 따르면, 가능한 최대 거리 내에서 전력/정보를 전송하여 사용자의 편의성을 향상시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템의 구현예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템에 대한 시뮬레이션 결과를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 다른 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0030] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0031] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0032] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 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. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석

되어야 한다.

- [0033] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0034] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 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.
- [0036] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0038] 도 1은 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0039] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템(100)은 정보 성능 지수(FI)를 분석하여 가능한 최대 거리 내에서 무선전력 전송 및 인-밴드 통신을 동시에 수행할 수 있다.
- [0040] 또한, 무선전력 전송 시스템(100)은 가능한 최대 거리 내에서 전력/정보를 전송하여 사용자의 편의성을 향상시킬 수 있다.
- [0041] 이를 위해, 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템(100)은 파라미터 수집부(110) 및 정보 성능 지수 연산부(120)를 포함할 수 있다. 또한, 무선전력 전송 시스템(100)은 송신 거리 제어부(130)를 더 포함할 수도 있다.
- [0042] 이하에서 설명하는 파라미터 수집부(110), 정보 성능 지수 연산부(120) 및 송신 거리 제어부(130)는 무선전력 송신기 내에 구비될 수 있고, 무선전력 송신기와는 별도의 장치로 구현될 수도 있다.
- [0043] 구체적으로, 일실시예에 따른 파라미터 수집부(110)는 무선전력을 송신하는 송신기에 구비된 송신 공진회로와, 무선전력을 수신하고 인밴드(in-band) 통신을 통해 송신기에게 상태 정보를 전달하는 수신기에 구비된 수신 공진회로에 대한 파라미터 정보를 수집할 수 있다.
- [0044] 예를 들면, 파라미터 수집부(110)는 송신기 및 수신기 각각으로부터 파라미터 정보를 수집할 수 있으며, 송신기 및 수신기와는 별도의 장치로부터 기설정된 파라미터 정보를 수집할 수도 있다.
- [0045] 일측에 따르면, 송신기는 자기 공진 방식(magnetic resonant coupling)으로 수신기에게 무선전력을 전송할 수 있다.
- [0046] 다시 말해, 무선전력 전송 시스템(100)은 자기 공진 방식에 기반한 시스템이고, 송신기는 무선전력 송신기이며, 수신기는 무선전력 수신기일 수 있다.
- [0047] 또한, 송신기에 구비된 송신 공진회로와, 수신기에 구비된 수신 공진회로는 저항, 캐패시터 및 코일로 구성되는 직렬 공진회로를 포함할 수 있다.
- [0048] 보다 구체적으로, 송신 공진회로는 송신 저항, 송신 캐패시터 및 송신 코일 중 적어도 하나의 소자를 포함하고, 수신 공진회로는 수신 저항, 수신 캐패시터 및 수신 코일 중 적어도 하나의 소자를 포함할 수 있다.
- [0049] 일측에 따르면, 수신기는 부하저항을 더 포함하고, 무선전력을 수신하면 부하저항의 저항값을 제어하여 수신기에 대한 상태 정보를 전달할 수 있다.
- [0050] 또한, 수신기는 스위치 및 정합회로(matching circuit)를 더 포함하고, 스위치 및 정합회로를 이용한 제어 동작을 통해 부하저항의 저항값을 제어할 수도 있다.
- [0051] 보다 구체적으로, 송신기에서 수신기로 무선전력이 전송되면, 수신기는 부하저항을 조절(load modulation)하여 수신기의 배터리 용량과 같은 수신기의 각종 상태 정보를 송신기에 제공할 수 있으며, 이때 부하저항 값은 부하저항과 연결되는 스위치와 정합회로의 동작을 통해 조절될 수 있다.
- [0052] 예를 들면, 일실시예에 따른 스위치는 SPDT(single pole, double throw) 스위치일 수 있다.

- [0053] 일측에 따르면, 파라미터 정보는 송신 저항의 저항 값, 송신 코일의 Q-팩터(quality factor), 수신 코일의 Q-팩터 및 송신 코일과 수신 코일 사이의 결합 계수 중 적어도 하나 이상의 정보를 포함할 수 있다.
- [0054] 일실시예에 따른 정보 성능 지수 연산부(120)는 수집된 파라미터 정보에 기초하여 정보 성능 지수를 연산하고, 연산된 정보 성능 지수와 기설정된 임계값을 비교하며, 비교 결과에 기초하여 송신기 및 수신기 간의 통신 가능한 최대 거리 값을 산출할 수 있다.
- [0055] 다시 말해, 정보 성능 지수 연산부(120)는 연산된 정보 성능 지수에 기초하여 무선전력 전송 및 인-밴드 통신의 동시 수행이 가능한 최대 거리 값을 산출할 수 있다.
- [0056] 일실시예에 따른 정보 성능 지수 연산부(120)에서 정보 성능 지수를 연산하는 예시는 이후 실시예 도 2를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0057] 보다 구체적으로, 정보 성능 지수 연산부(120)는 기설정된 간격만큼 이격된 송신기와 수신기 사이의 송신 거리에 대응되는 정보 성능 지수와 기설정된 임계값을 비교할 수 있다.
- [0058] 또한, 정보 성능 지수 연산부(120)는 비교 결과에 기초하여 송신기와 수신기 사이의 송신 거리의 증가 또는 감소 여부를 결정하며, 결정된 증가 또는 감소 여부에 따라 기설정된 거리 단위만큼 증가 또는 감소된 송신 거리에 대응되는 정보 성능 지수를 재연산할 수 있다.
- [0059] 다시 말해, 정보 성능 지수 연산부(120)는 정보 성능 지수의 연산 과정, 연산된 정보 성능 지수에 대응하여 송신 거리의 증가 또는 감소 여부를 결정하고, 결정된 결과에 따라 송신 거리를 증가 또는 감소시키는 과정 및 증가 또는 감소된 송신 거리에 대응되는 정보 성능 지수를 재연산하는 과정을 반복 수행하여 통신 가능한 최대 거리 값을 산출할 수 있다.
- [0060] 보다 구체적인 예를 들면, 정보 성능 지수 연산부(120)는 기설정된 송신 거리  $x$ (여기서  $x$ 는 양의 실수 값)에 대응되는 정보 성능 지수가 기설정된 임계값 보다 작으면, 송신 거리  $x$ 를 기설정된 거리 단위  $a$ (여기서  $a$ 는 양의 실수 값)만큼 감소시킬 수 있으며, 감소된 송신 거리  $x-a$ 에 대응되는 정보 성능 지수를 재연산할 수 있다.
- [0061] 또한, 정보 성능 지수 연산부(120)는 재연산되는 정보 성능 지수가 기설정된 임계값 보다 큰 값이 될 때까지 송신 거리를 감소( $x-a$ ,  $x-2a$ ,  $x-3a$ , ...)시키면서 정보 성능 지수를 재연산할 수 있으며, 재연산되는 정보 성능 지수가 기설정된 임계값 보다 큰 값이 되는 지점에서의 송신 거리를 통신 가능한 최대 거리 값으로 산출할 수 있다.
- [0062] 예를 들면, 정보 성능 지수 연산부(120)는 송신 거리 ' $x-4a$ '에 대응되는 정보 성능 지수가 기설정된 임계값 보다 작고, 송신 거리 ' $x-5a$ '에 대응되는 정보 성능 지수가 기설정된 임계값 보다 크면, 송신 거리 ' $x-5a$ '를 통신 가능한 최대 거리 값으로 산출할 수 있다.
- [0063] 마찬가지로, 정보 성능 지수 연산부(120)는 기설정된 송신 거리  $x$ 에 대응되는 정보 성능 지수가 기설정된 임계값 보다 크면, 송신 거리  $x$ 를 기설정된 거리 단위  $a$ 만큼 증가시킬 수 있으며, 증가된 송신 거리  $x+a$ 에 대응되는 정보 성능 지수를 재연산할 수 있다.
- [0064] 또한, 정보 성능 지수 연산부(120)는 재연산되는 정보 성능 지수가 기설정된 임계값 보다 작은 값이 될 때까지 송신 거리를 증가( $x+a$ ,  $x+2a$ ,  $x+3a$ , ...)시키면서 정보 성능 지수를 재연산할 수 있으며, 재연산되는 정보 성능 지수가 기설정된 임계값 보다 작은 값이 되면, 작은 값이 산출된 시점 직전에 산출된 송신 거리를 통신 가능한 최대 거리 값으로 산출할 수 있다.
- [0065] 예를 들면, 정보 성능 지수 연산부(120)는 송신 거리 ' $x+4a$ '에 대응되는 정보 성능 지수가 기설정된 임계값 보다 크고, 송신 거리 ' $x+5a$ '에 대응되는 정보 성능 지수가 기설정된 임계값 보다 작으면, 송신 거리 ' $x+4a$ '를 통신 가능한 최대 거리 값으로 산출할 수 있다.
- [0066] 일측에 따르면, 송신 거리 제어부(130)는 산출된 통신 가능한 최대 거리 값에 기초하여 송신기와 수신기 사이의 송신 거리를 제어할 수 있다.
- [0067] 보다 구체적으로, 송신 거리 제어부(130)는 송신 거리가 통신 가능한 최대 거리 값이 되도록 송신기에 구비된 송신 코일의 위치(거리)를 제어할 수 있다. 다시 말해, 송신기는 송신 코일의 위치를 제어하는 모터를 더 포함할 수 있으며, 송신 거리 제어부(130)는 모터를 제어하여 송신 코일의 위치를 조절할 수 있다.
- [0069] 도 2는 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템의 구현예를 설명하기 위한 도면이다.

- [0070] 다시 말해, 도 2는 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템의 예시를 설명하는 도면으로, 이후 도 2를 통해 설명하는 내용 중 도 1을 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0071] 도 2를 참조하면, 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템(200)은 송신기에 구비되는 송신 공진회로(210)와, 수신기에 구비되는 수신 공진회로(220)를 포함할 수 있다.
- [0072] 예를 들면, 송신 공진회로(210)는 소스(source) 및 전력 증폭기(PA)와 연결되는 송신 저항( $R_0$ ), 송신 캐패시터( $C_0$ ) 및 송신 코일( $L_0$ )을 포함하고, 수신 공진회로(220)는 SPDT 스위치(SPDT), 정합 회로(matching circuit), 정류기(rectifier) 및 전력 수신 장치(Device)와 연결되는 수신 저항( $R_1$ ), 수신 캐패시터( $C_1$ ) 및 수신 코일( $L_1$ )을 포함할 수 있다.
- [0073] 구체적으로, 도 1을 통해 설명한 일실시예에 따른 파라미터 수집부는 송신 공진회로(210)와 수신 공진회로(220)에 대한 파라미터 정보를 수집할 수 있다.
- [0074] 예를 들면, 파라미터 정보는 송신 공진회로(210)의 입력 임피던스( $Z_{in}$ ) 값, 송신 저항( $R_0$ )의 저항 값, 송신 캐패시터( $C_0$ )의 캐패시턴스 값, 송신 전류( $I_0$ )의 값, 송신 코일( $L_0$ )의 인덕턴스 값, 송신 코일( $L_0$ )의 Q-팩터( $Q_0$ ), 수신 저항( $R_1$ )의 값, 수신 캐패시터( $C_1$ )의 캐패시턴스 값, 수신 전류( $I_1$ )의 값, 수신 코일( $L_1$ )의 인덕턴스 값, 수신 코일( $L_1$ )의 Q-팩터, 송신 코일( $L_0$ )과 수신 코일( $L_1$ ) 사이의 결합 계수(k) 및 공진 주파수( $\omega_0$ ) 중 적어도 하나의 파라미터 정보를 포함할 수 있다.
- [0075] 바람직하게는, 일실시예에 따른 파라미터 수집부는 송신 저항( $R_0$ )의 저항 값, 송신 코일( $Q_0$ )의 Q-팩터, 수신 코일( $Q_1$ )의 Q-팩터 및 결합 계수(k)를 파라미터 정보로 산출할 수 있다.
- [0076] 한편, 도 1을 통해 설명한 일실시예에 따른 정보 성능 지수 연산부는 수집된 파라미터 정보에 기초하여 정보 성능 지수를 연산할 수 있다.
- [0077] 송신 공진회로(210)에서 수신기로 무선전력이 전송되면, 수신 공진회로(220)는 부하저항을 조절(load modulation)하여 수신기의 배터리 용량과 같은 수신기의 각종 상태 정보를 송신기에 제공할 수 있다.
- [0078] 보다 구체적으로, 송신 공진회로(210) 및 수신 공진회로(220)의 등가회로 분석을 위한 Z-매트릭스(Z-matrix)는 하기 수학식1을 통해 산출될 수 있다.

[0079] [수학식1]

$$\begin{bmatrix} V_0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{00} & Z_{01} \\ Z_{10} & Z_{11} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_0 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_0 + j\omega L_0 + \frac{1}{j\omega C_0} & -j\omega k \sqrt{L_0 L_1} \\ -j\omega k \sqrt{L_0 L_1} & R_1 + R_L + j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_0 \\ I_1 \end{bmatrix}$$

$$\xrightarrow{\omega \rightarrow \omega_0} \begin{bmatrix} R_0 & -j\omega_0 k \sqrt{L_0 L_1} \\ -j\omega_0 k \sqrt{L_0 L_1} & R_1 + R_L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_0 \\ I_1 \end{bmatrix}$$

[0080]

[0081] 수학식1에서, 입력 임피던스( $Z_{in}$ )는 하기 수학식2를 통해 산출될 수 있다.

[0082] [수학식2]

$$Z_{in}(\omega) = \frac{V_0}{I_0} = Z_{00} + Z_{01} \frac{I_1}{I_0} = R_0 + j\omega L_0 + \frac{1}{j\omega C_0} + \frac{(\omega k)^2 L_0 L_1}{R_1 + R_L + j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1}}$$

$$\xrightarrow{\omega \rightarrow \omega_0} R_0 + \frac{(\omega k)^2 L_0 L_1}{R_1 + R_L} = R_0 \left( 1 + \frac{F^2}{1 + R_L/R_1} \right)$$

[0083]

[0084] 한편, 수학식2에서 시스템 성능 지수(F)는 하기 수학식3과 같이 송신 코일( $L_0$ )과 수신 코일( $L_1$ ) 사이의 결합 계수(k)와 송신 코일( $L_0$ )의 Q-팩터( $Q_0$ ) 및 수신 코일( $L_1$ )의 Q-팩터( $Q_1$ )의 연산을 통해 산출될 수 있다.

[0085] [수학식3]

$$F = k \sqrt{\frac{\omega_0 L_0}{R_0} \cdot \frac{\omega_0 L_1}{R_1}} = k \sqrt{Q_0 Q_1}$$

[0086]

[0087] 공진주파수( $\omega_0$ )에서 입력전력( $P_{in}$ )과 부하 저항으로 전송되는 전력( $P_L$ ) 및 전송 효율( $\eta$ )은 하기 수학식4 내지 6을 통해 산출될 수 있다.

[0088] [수학식4]

$$P_{in} = \frac{1}{2} \text{Re} [V_0 I_0^*] = \frac{1}{2} |I_0|^2 R_0 + \frac{1}{2} |I_1|^2 (R_1 + R_L)$$

[0089]

[0090] [수학식5]

$$P_L = \frac{1}{2} |I_1|^2 R_L$$

[0091]

[0092] [수학식6]

$$\eta = \frac{P_L}{P_{in}} = \frac{\frac{1}{2} |I_1|^2 R_L}{\frac{1}{2} |I_0|^2 R_0 + \frac{1}{2} |I_1|^2 (R_1 + R_L)} = \frac{\frac{F^2 R_L / R_1}{(1 + R_L / R_1)^2}}{1 + \frac{F^2}{1 + R_L / R_1}}$$

[0093]

[0094] 이때, 전송 효율( $\eta$ )이 최대가 되도록 하는 최적부하저항( $R_{L, opt}$ ) 값을 하기 수학식7을 통해 산출될 수 있다.

[0095] [수학식7]

$$R_{L, opt} = R_1 \sqrt{1 + \frac{(\omega_0 k)^2 L_0 L_1}{R_0 R_1}} = R_1 \sqrt{1 + k^2 Q_0 Q_1} = R_1 \sqrt{1 + F^2}$$

[0096]

[0097] 또한, 정보 전송을 위하여 부하저항( $R_L$ )의 값을 SPDT 스위치(SPDT) 및 정합 회로(matching circuit)를 통해 조절해야 하며, 이때 무선전력도 동시에 공급 받기 위해 부하저항은 단락 상태와 최적부하저항( $R_{L, opt}$ )의 값을 갖는 상태를 이용할 수 있다.

[0098] 보다 구체적으로, 부하저항이 최적부하저항( $R_{L, opt}$ ) 상태일 때의 입력 임피던스( $Z_{in}$ )와, 부하저항이 단락 상태( $R_L = 0$ )일 때의 입력 임피던스( $Z_{in}$ ) 각각은 하기 수학식8 및 9을 통해 산출될 수 있다.

[0099] [수학식8]

$$Z_{in}(R_L = R_{L, opt} = R_1 \sqrt{1 + F^2}) = \frac{V_0(R_L = R_1 \sqrt{1 + F^2})}{I_0(R_L = R_1 \sqrt{1 + F^2})} = R_0 \left( 1 + \frac{F^2}{1 + \sqrt{1 + F^2}} \right) = R_0 \sqrt{1 + F^2}$$

[0100]

[0101] [수학식9]

$$Z_{in}(R_L = 0) = \frac{V_0(R_L = 0)}{I_0(R_L = 0)} = R_0(1 + F^2)$$

[0102]

[0103] 송신 공진회로(210)는 입력 임피던스( $Z_{in}$ )의 부하 저항( $R_L$ )에 따른 변화로 상태 정보를 전달 받을 수 있다. 따라서, 일실시예에 따른 정보 성능 지수 연산부는 부하저항( $R_L$ )이 최적부하저항( $R_{L, opt}$ ) 상태일 때와, 부하저항( $R_L$ )이 단락 상태( $R_L = 0$ )일 때의 입력 임피던스( $Z_{in}$ )의 비를 나타내는 하기 수학식10을 통해 정보 성능 지수(FI)를 연산할 수 있다.

[0104] [수학식10]

$$FI = \frac{Z_{in}(R_L = 0)}{Z_{in}(R_L = R_1 \sqrt{1 + F^2})} = R_0 \sqrt{1 + F^2}$$

[0105]

[0106] 한편, 송신 공진회로(210)에 흐르는 송신 전류( $I_0$ )의 비는 하기 수학식11을 통해 산출될 수 있다.

[0107] [수학식11]

$$\frac{I_0(R_L = R_1 \sqrt{1 + F^2})}{I_0(R_L = 0)} = \frac{\frac{V_0(R_L = R_1 \sqrt{1 + F^2})}{Z_{in}(R_L = R_1 \sqrt{1 + F^2})}}{\frac{V_0(R_L = 0)}{Z_{in}(R_L = 0)}} = \frac{V_0(R_L = R_1 \sqrt{1 + F^2})}{V_0(R_L = 0)} \cdot FI$$

[0108]

[0109] 또한, 송신 공진회로(210)의 소스(source)로서 전압 소스를 사용한다면, 송신 전압( $V_0$ )는 부하에 상관없이 일정하므로, 입력 임피던스( $Z_{in}$ )의 비와 송신 전류( $I_0$ )의 비는 동일하게 나타날 수 있다.

[0110] 다만, 전력 소스를 사용한다면 부하에 따라 입력 전압이 변화하므로 입력 임피던스( $Z_{in}$ )의 비와 송신 전류( $I_0$ )의 비는 차이가 발생할 수 있으며, 이를 통해 입력 임피던스( $Z_{in}$ )의 비가 송신 전류( $I_0$ )의 비 보다 크게 나타날 수도 있다.

[0112] 도 3은 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템에 대한 시뮬레이션 결과를 설명하기 위한 도면이다.

[0113] 도 3을 참조하면, 도 3의 (a)는 송신 거리(d) 및 부하 저항( $R_L$ )의 변화에 따른 송신 전류( $I_0$ )의 비를 나타내고, 도 3의 (b)는 송신 거리(d) 및 부하 저항( $R_L$ )의 변화에 따른 송신 전압( $V_0$ )의 비를 나타낸다.

[0114] 또한, 도 3의 (a) 및 (b)의 시뮬레이션에 이용된 송신기(Tx)와 수신기(Rx)의 파라미터 정보는 하기 표1과 같이 설정될 수 있다.

표 1

|    | 루프의 반지름 (cm) | 도선의 반경 (cm) | R (Ω) | L (uH) | C (nF) | Q     |
|----|--------------|-------------|-------|--------|--------|-------|
| Tx | 20           | 0.05        | 0.27  | 1.59   | 0.35   | 248.9 |
| Rx | 12.3         | 0.05        | 0.17  | 0.90   | 0.61   | 229.9 |

[0115]

[0116] 구체적으로, 도 3의 (a) 및 (b)에 따르면, 송신기와 수신기 사이의 송신 거리(d)가 증가할 수록 부하 저항의 변화에 따른 송신 전류( $I_0$ )의 비는 감소하고, 부하 저항의 변화에 따른 송신 전압( $V_0$ )의 비는 증가하는 것을 확인할 수 있다.

[0117] 다시 말해, 수신기에 구비된 부하 저항의 상태 변화를 통한 정보의 송수신 가능 여부는 송신 거리(d)에 의해 좌우될 수 있으며, 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템은 정보 성능 지수의 연산 및 기설정된 임계값과의 비교를 통해 통신 가능한 최대 송신 거리(d)를 산출 가능함을 확인할 수 있다.

[0119] 도 4는 다른 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0120] 다시 말해, 도 4는 도 1 내지 도 3을 통해 설명한 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템의 다른 예시를 설명하

는 도면이다.

- [0121] 도 4를 참조하면, 다른 실시예에 따른 무선전력 전송 시스템(400)은 자기 공진 모드에서, 정보 성능 지수(FI)를 분석하여 가능한 최대 거리 내에서 무선전력 전송 및 인-밴드 통신을 동시에 수행할 수 있다.
- [0122] 또한, 무선전력 전송 시스템(400)은 자기 공진 모드에서, 가능한 최대 거리 내에서 전력/정보를 전송하여 사용자의 편의성을 향상시킬 수 있다.
- [0123] 또한, 무선전력 전송 시스템(400)은 전자기파 모드에서, 서로 다른 임의의 방사각으로 방사되는 두개의 빔을 이용하여 수신기의 위치를 보다 정확하게 추정할 수 있다.
- [0124] 예를 들면, 전자기파 모드에 대응되는 송신기는 전자기파 또는 마이크로파 방식으로 무선전력을 전송하기 위하여 복수의 안테나 소자를 포함할 수 있다.
- [0125] 이를 위해, 무선전력 전송 시스템(400)은 스위칭부(410), 전자기파 제어부(420) 및 자기 공진 제어부(430)를 포함할 수 있다.
- [0126] 또한, 전자기파 제어부(420)는 수신부(421), 방사 패턴 관독부(422) 및 위치 추정부(423)를 더 포함하고, 자기 공진 제어부(430)는 파라미터 수집부(431), 정보 성능 지수 연산부(432) 및 송신 거리 제어부(433)를 더 포함할 수 있다.
- [0127] 일측에 따르면, 도 4의 파라미터 수집부(431), 정보 성능 지수 연산부(432) 및 송신 거리 제어부(433)는 도 1 내지 도 3을 통해 설명한 일실시예에 따른 무선전력 송신 장치의 파라미터 수집부, 정보 성능 지수 연산부 및 송신 거리 제어부일 수 있다.
- [0128] 다시 말해, 도 4의 파라미터 수집부(431), 정보 성능 지수 연산부(432) 및 송신 거리 제어부(433)는 도 1 내지 도 3을 통해 설명한 일실시예에 따른 파라미터 수집부, 정보 성능 지수 연산부 및 송신 거리 제어부와 동일한 동작을 수행하므로, 이하에서는 도 1 내지 도 3을 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0129] 구체적으로, 다른 실시예에 따른 스위칭부(410)는 외부로부터 수신하는 모드 제어신호에 기초하여 전자기파 제어부(420) 및 자기 공진 제어부(430) 중 적어도 하나의 동작을 제어할 수 있다.
- [0130] 예를 들면, 스위칭부(410)는 전자기파 모드에 대응되는 제어 신호를 수신하면 전자기파 제어부(420)가 동작하도록 제어하고, 자기 공진 모드에 대응되는 제어 신호를 수신하면 자기 공진 제어부(430)가 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0131] 다른 실시예에 따른 전자기파 제어부(420)는 송신기에 구비된 안테나로부터 서로 다른 방사각으로 방사되는 복수의 빔에 대한 정보에 기초하여 적어도 하나의 수신기의 위치를 추정할 수 있다.
- [0132] 구체적으로, 다른 실시예에 따른 수신부(421)는 안테나로부터 서로 다른 방사각으로 방사되는 복수의 빔에 대한 정보를 수신할 수 있다.
- [0133] 다시 말해, 수신부(421)는 안테나로부터 방사되는 적어도 둘 이상의 빔(제1 내지 제n 빔, 여기서 n은 양의 정수)에 대한 정보를 수신할 수 있다.
- [0134] 일측에 따르면, 복수의 빔에 대한 정보는 복수의 빔 각각의 방사각의 크기 및 복수의 빔 각각에 대응되는 수신기의 수신 전력 값을 포함할 수 있다.
- [0135] 다시 말해, 수신부(421)는 송신기에 구비된 별도의 빔 제어수단으로부터 방사되는 복수의 빔 각각의 방사각의 크기를 수신하고, 수신기로부터 복수의 빔 각각에 대응되는 수신 전력 값을 수신할 수 있다.
- [0136] 다른 실시예에 따른 방사 패턴 관독부(422)는 복수의 빔에 대한 정보에 기초하여, 복수의 빔 각각에 대응되는 방사 패턴 정보를 관독할 수 있다.
- [0137] 일측에 따르면, 방사 패턴 관독부(422)는 안테나로부터 서로 다른 방사각으로 방사되는 m개(여기서, m은 양의 정수)의 빔 각각에 대응되는 방사 패턴 정보를 사전에 저장할 수 있다. 또한, 방사 패턴 관독부(422)는 사전에 저장된 방사 패턴 정보 중 복수의 빔에 대한 정보에 대응되는 방사 패턴 정보를 관독할 수 있다.
- [0138] 다시 말해, 방사 패턴 관독부(422)는 안테나를 기준으로 모든 각도( $0^{\circ}$  내지  $360^{\circ}$ )에서, 서로 다른 방사각으로 방사되는 m개의 빔 각각에 대응되는 방사 패턴 정보를 수집하고 사전에 저장할 수 있으며, 사전에 저장된 방사 패턴 정보 중 복수의 빔에 대한 정보에 대응되는 방사 패턴 정보를 읽어올 수(관독할 수) 있다.

[0139] 즉, 다른 실시예에 따른 전자기와 제어부(420)는 송신기의 안테나로부터 각 방향으로 형성되는 모든 빔에 대한 방사 패턴 정보를 수신할 수 있으며, 여기서 방사 패턴 정보는 특정 방사각으로 빔을 형성하였을 때 형성된 빔에 대응하여 모든 각도에서 산출되는 안테나 이득일 수 있다.

[0140] 보다 구체적인 예를 들면, 방사 패턴 정보는 안테나로부터 방사되는 빔의 방사각이  $0^\circ$  인 경우,  $-90^\circ$  내지  $90^\circ$  의 각도 범위 내에서  $0^\circ$  의 방사각으로 방사되는 빔에 대응되는 모든 안테나 이득 값을 포함할 수 있다.

[0141] 다시 말해, 방사각이  $0^\circ$  이고, 각도 범위가  $-90^\circ$  내지  $90^\circ$  인 경우에, 방사 패턴 정보는  $0^\circ$  의 방사각으로 방사되는 빔에 대한 모든 각도( $-90^\circ$  내지  $90^\circ$ ) 각각에서의 안테나 이득 값을 포함할 수 있다.

[0142] 다른 실시예에 따른 위치 추정부(423)는 방사 패턴 관독부(422)를 통해 관독된 방사 패턴 정보 각각을 서로 비교하고, 비교 결과에 기초하여 수신기의 위치를 추정할 수 있다.

[0143] 일측에 따르면, 위치 추정부(423)는 관독된 방사 패턴 정보 각각에 대응되는 안테나 이득을 산출하고, 산출된 안테나 이득의 데시벨(dB) 값 각각을 서로 감산할 수 있다.

[0144] 보다 구체적으로, 하기 수학식12은 통신 안테나로부터 방사되는 두개의 빔(제1 내지 제2 빔)에 대응하여 수신기로부터 수신되는 RSRP 값을 나타낸다.

[0145] [수학식12]

$$\begin{cases} P_{r_1} = \frac{P_t \cdot G_1(\theta)}{PL(r)} \\ P_{r_2} = \frac{P_t \cdot G_2(\theta)}{PL(r)} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} P_{r_1} = P_t - PL(r) + G_1(\theta) \\ P_{r_2} = P_t - PL(r) + G_2(\theta) \end{cases} [dB]$$

[0146]

[0147] 여기서,  $P_{r_1}$ 은 제1 빔에 대응되는 수신 전력 값을 나타내고,  $P_{r_2}$ 은 제2 빔에 대응되는 수신 전력 값을 나타내며,  $G_1(\theta)$ 은 제1 빔의 안테나 이득의 데시벨(dB) 값을 나타내고,  $G_2(\theta)$ 은 제2 빔의 안테나 이득의 데시벨(dB) 값을 나타내며,  $PL(r)$ 은 거리 r에 따른 경로손실 값을 나타내고,  $P_t$ 은 송신 전력을 나타낼 수 있다.

[0148] 또한, 수학식12에서 송신 전력( $P_t$ )과 경로손실 값( $PL(r)$ )은 서로 동일하다는 점을 이용하면 하기 수학식13을 도출할 수 있다.

[0149] [수학식13]

$$P_{r_1} - P_{r_2} = G_1(\theta) - G_2(\theta) [dB]$$

[0150]

[0151] 즉, 제1 내지 제2 빔의 안테나 이득의 데시벨(dB) 값( $G_1(\theta)$ ,  $G_2(\theta)$ ) 각각을 감산( $G_1(\theta) - G_2(\theta)$ )한 결과 값이 각도  $\theta$ 의 크기에 따라 변화하기 때문에, 위치 추정부(420)는 안테나 이득의 데시벨(dB) 값  $G_1(\theta)$ ,  $G_2(\theta)$ 을 비교하여 특정  $G_1(\theta) - G_2(\theta)$ 을 갖는 각도  $\theta$ 를 찾을 수 있다.

[0152] 여기서, 위치 추정부(423)는 방사 패턴 관독부(422)를 통해 안테나 이득의 데시벨(dB) 값( $G_1(\theta)$ ,  $G_2(\theta)$ )을 사전에 알고 있기 때문에 모든 각도에 대해  $P_{r_1} - P_{r_2} = G_1(\theta) - G_2(\theta)$ 를 만족하는 통신 안테나와 수신기 간의 각도( $\theta$ )를 산출할 수 있다.

[0153] 즉, 다른 실시예에 따른 위치 추정부(423)는 안테나로부터 서로 다른 방사각으로 방사되는 두개의 빔만을 임의로 선택하여 수신기의 위치를 정확히 추정할 수 있다.

[0154] 보다 구체적인 예를 들면, 위치 추정부(423)는 제1 내지 제2 빔에 대한 방사 패턴 정보 각각에 대응되는 안테나 이득의 데시벨(dB) 값( $G_1(\theta)$ ,  $G_2(\theta)$ )을 산출하고, 산출된 안테나 이득의 데시벨(dB) 값( $G_1(\theta)$ ,  $G_2(\theta)$ ) 각각을 서로 감산( $G_1(\theta) - G_2(\theta)$ )하며, 감산 결과가 최소가 되는 지점에서의 각도를 송신기의 안테나와 수신기 간의 각

도( $\theta$ )로 추정할 수 있다.

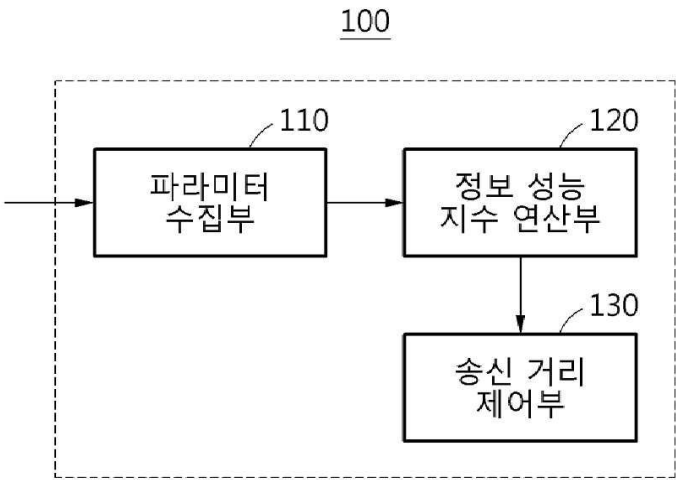
- [0155] 즉, 다른 실시예에 따른 무선전력 송신 시스템(400)은 서로 다른 임의의 방사각으로 방사되는 두개의 빔을 이용하여 수신기의 위치를 보다 정확하게 추정할 수 있다.
- [0157] 도 5는 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0158] 다시 말해, 도 5는 도 1 내지 도 4를 통해 설명한 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템을 이용한 전력 전송 방법에 관한 도면으로, 이후 도 5를 통해 설명하는 내용 중 도 1 내지 도 4를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0159] 도 5를 참조하면, 510 단계에서 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법은 파라미터 수집부에서 무선전력을 송신하는 송신기에 구비된 송신 공진회로와, 무선전력을 수신하고 인밴드(in-band) 통신을 통해 송신기에게 상태 정보를 전달하는 수신기에 구비된 수신 공진회로에 대한 파라미터 정보를 수집할 수 있다.
- [0160] 다음으로, 520 단계에서 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법은 정보 성능 지수 연산부에서 수집된 파라미터 정보에 기초하여 정보 성능 지수를 연산하고, 연산된 정보 성능 지수와 기설정된 임계값을 비교하며, 비교 결과에 기초하여 송신기 및 수신기 간의 통신 가능한 최대 거리 값을 산출할 수 있다.
- [0161] 다음으로, 530 단계에서 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법은 송신 거리 제어부에서, 산출된 통신 가능한 최대 거리 값에 기초하여 송신기와 수신기 사이의 송신 거리를 제어할 수 있다.
- [0163] 결국, 본 발명을 이용하면, 정보 성능 지수(FI)를 분석하여 가능한 최대 거리 내에서 무선전력 전송 및 인-밴드 통신을 동시에 수행할 수 있다.
- [0164] 또한, 본 발명을 이용하면, 가능한 최대 거리 내에서 전력/정보를 전송하여 사용자의 편의성을 향상시킬 수 있다.
- [0166] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 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.
- [0167] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

## 부호의 설명

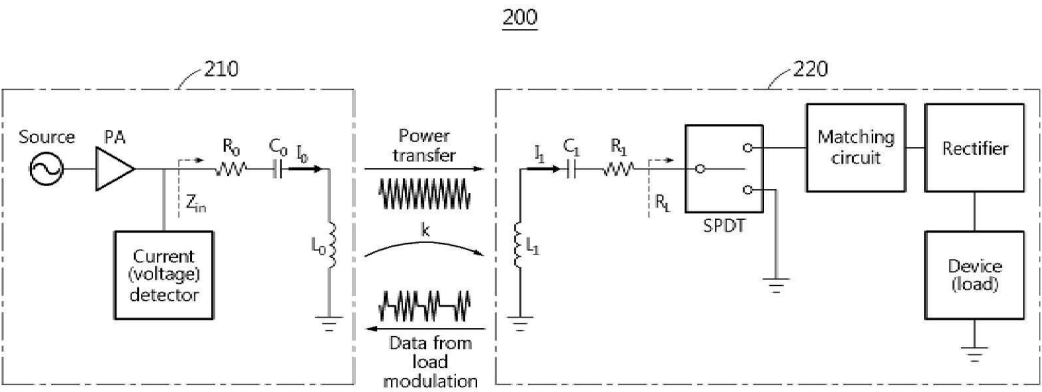
- [0168]
- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 100: 무선전력 전송 시스템  | 110: 파라미터 수집부  |
| 120: 정보 성능 지수 연산부 | 130: 송신 거리 제어부 |

도면

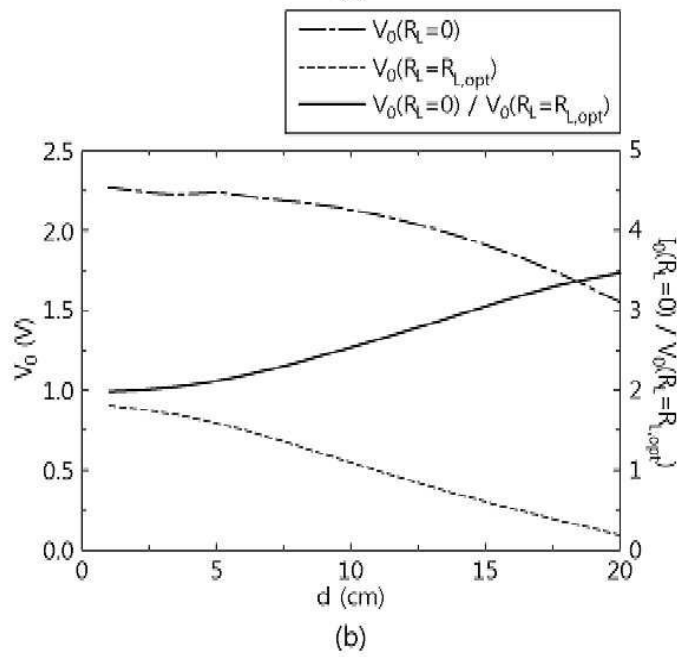
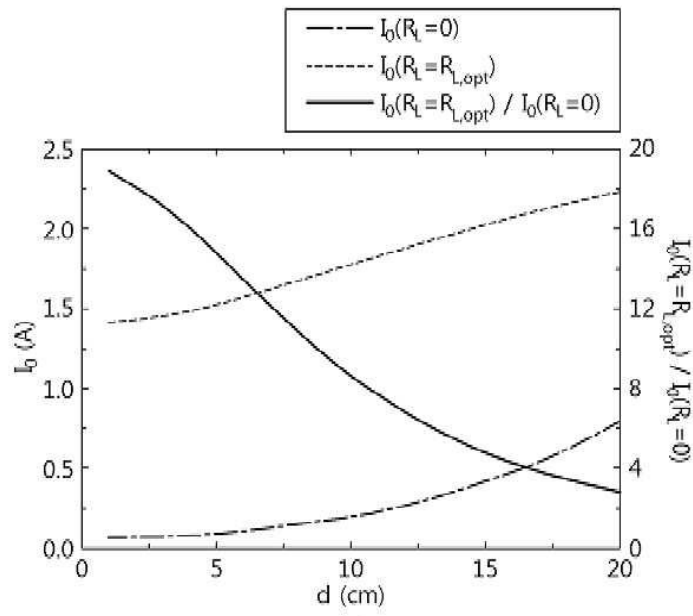
도면1



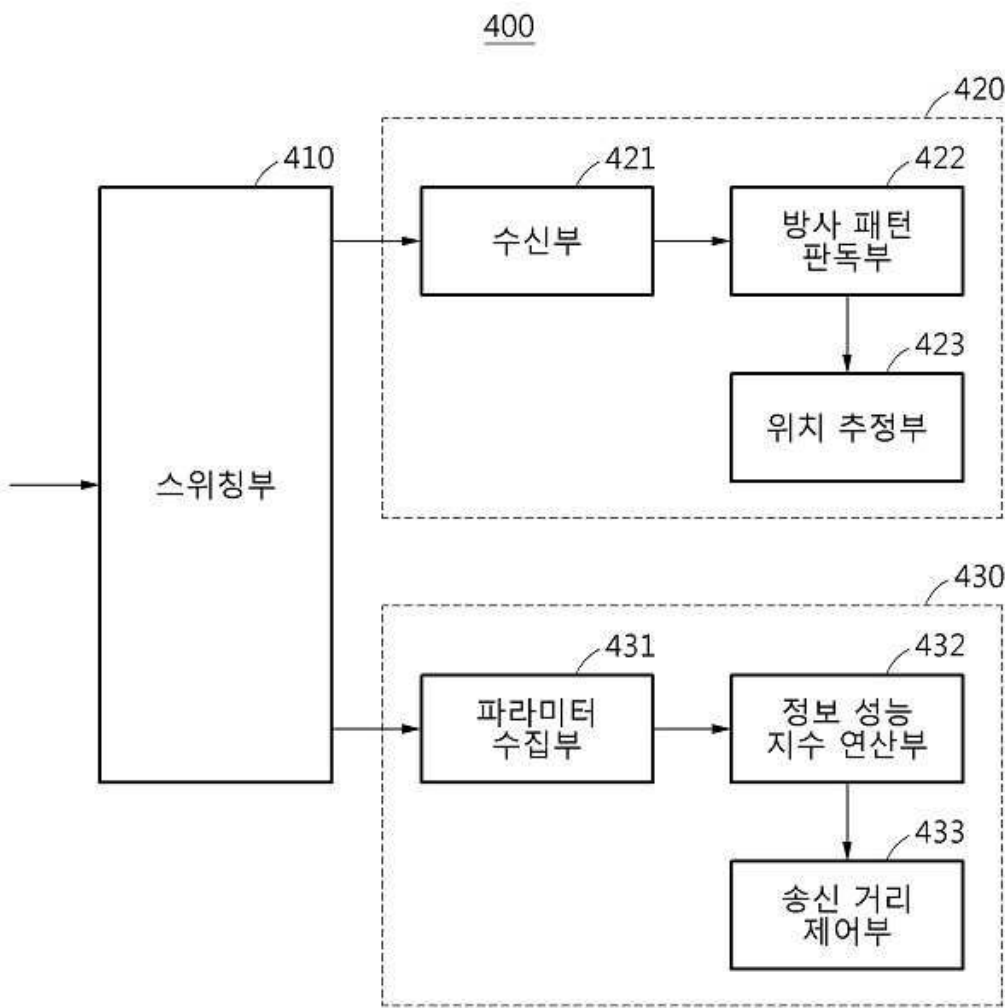
도면2



도면3



도면4



도면5

