



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월16일

(11) 등록번호 10-2215912

(24) 등록일자 2021년02월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/90 (2016.01) G01B 11/24 (2006.01)
H02J 7/02 (2016.01)

(52) CPC특허분류
H02J 50/90 (2016.02)
G01B 11/24 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0119795

(22) 출원일자 2019년09월27일

심사청구일자 2019년09월27일

(56) 선행기술조사문헌

“3D스캐닝 자기공진형 무선전력전송 시스템에서 전송효율 음영영역의 효율적 제거를 위한 최적 알고리즘 연구”, 김정수 외1명, 정보 및 제어 논문집, 2017.10.*

“이중 수신기를 위한 6.78MHz 대역 3D스캐닝 자기공진 무선전력전송 시스템 개발”, 김정수외1명, 한국통신학회 학술대회논문집, 2018.6.*

KR1020170112896A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

김창우

서울특별시 성동구 독서당로 218, 108동 1501호(옥수동, 옥수삼성아파트)

김정수

경기도 수원시 영통구 덕영대로 1707, 5층(영통동)

전지호

경기도 수원시 영통구 청명로59번길 45-7, 203호(영통동)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김상철

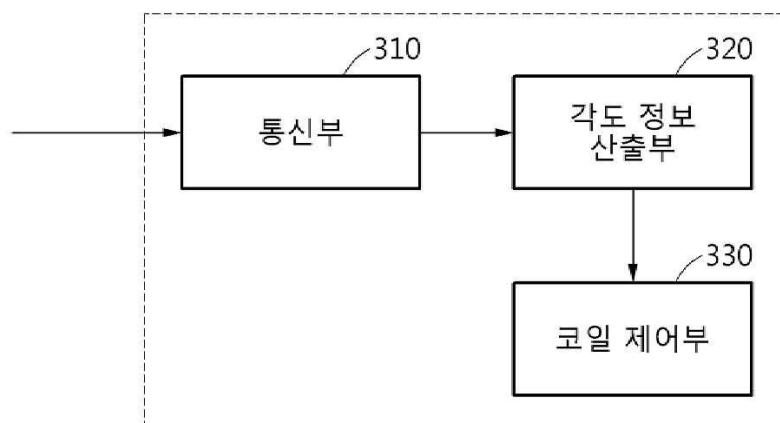
(54) 발명의 명칭 3D 스캐닝을 이용하는 무선전력 전송 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 3D 스캐닝을 이용하는 무선전력 전송 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 다중 수신기 각각으로부터 복수의 송신 코일을 통해 전송되는 무선전력 신호에 대응되는 수신 전압 값을 수신하는 통신부와, 수신된 수신 전압 값과 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출하는 각도 정보 산출부 및 산출된 최적 각도 정보에 기초하여 복수의 송신 코일 각각의 각도를 제어하는 코일 제어부를 포함한다.

대표도 - 도3

300



(52) CPC특허분류

H02J 50/12 (2016.02)

H02J 50/40 (2016.02)

H02J 50/80 (2016.02)

H02J 7/025 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	IITP-2019-2016-0-00291
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터육성지원사업
연구과제명	LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2016.06.01 ~ 2019.12.31
공지예외적용	: 있음

명세서

청구범위

청구항 1

다중 수신기 각각으로부터 복수의 송신 코일을 통해 전송되는 무선전력 신호에 대응되는 수신 전압 값을 수신하는 통신부;

상기 수신된 수신 전압 값과 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 상기 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출하는 각도 정보 산출부 및

상기 산출된 최적 각도 정보에 기초하여 상기 복수의 송신 코일 각각의 각도를 제어하는 코일 제어부를 포함하고,

상기 다중 수신기 각각은,

상기 다중 수신기 각각의 위치 변화에 따른 상기 수신 전압 값의 변화를 판단하고, 상기 판단 결과에 기초하여 스캐닝 요청 신호를 생성하는

무선전력 전송 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 최적 각도 정보는,

상기 복수의 송신 코일을 통해 전송되는 무선전력을 최대 효율로 전송하기 위해 설정되는 상기 복수의 송신 코일 각각의 각도 정보인

무선전력 전송 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은,

무선전력 전송 영역을 상기 복수의 송신 코일의 개수만큼 분할하고, 상기 분할된 영역 각각에 상기 복수의 송신 코일 각각을 할당하며, 상기 복수의 송신 코일이 할당된 영역 각각에서의 3D 스캐닝(3D scanning)을 통해 상기 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출하는

무선전력 전송 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은,

기설정된 복수의 존(zone) 각각에서의 스캐닝 동작을 통해 환산 평균 전압이 최대가 되는 존을 산출하고, 상기 산출된 존에 대응되는 각도 정보를 산출하는

무선전력 전송 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 환산 평균 전압은,

상기 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 평균 값에서 상기 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 표준편차 값을 감산한 값을 통해 연산되는

무선전력 전송 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 환산 평균 전압은,

하기 수식1을 통해 연산되는

[수식식1]

$$(\alpha \times \text{Avg}) - (\beta \times \sigma)$$

여기서, Avg는 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 평균 값, σ 는 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 표준편차 값, α 및 β 는 $\alpha + \beta = 1$ 과 $\alpha > \beta$ 의 조건을 만족하는 상수 값인

무선전력 전송 장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은,

기설정된 네개의 존 중에서 상기 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제1 스캐닝 동작을 수행하고, 상기 제1 스캐닝 동작을 통해 산출된 존을 중심으로 형성되는 6개의 서브 존과 상기 제1 스캐닝 동작을 통해 산출된 존 중에서 상기 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제2 스캐닝 동작을 수행하며, 상기 제2 스캐닝 동작을 통해 산출된 존을 중심으로 형성되는 8개의 주변 존과 상기 제2 스캐닝 동작을 통해 산출된 존 중에서 상기 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제3 스캐닝 동작을 수행하며, 상기 제3 스캐닝 동작을 통해 산출된 존에 대응되는 각도 정보를 산출하는

무선전력 전송 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 통신부는,

상기 다중 수신기 각각으로부터 상기 스캐닝 요청 신호를 수신하고,

상기 각도 정보 산출부는,

상기 스캐닝 요청 신호에 대응하여 상기 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 계산출하는

무선전력 전송 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 코일 제어부는,

상기 복수의 송신 코일 각각에 대응되는 복수의 팬-틸트(pan-tilt) 모터의 동작을 제어하여, 상기 복수의 송신 코일 각각의 각도를 제어하는

무선전력 전송 장치.

청구항 11

통신부에서, 다중 수신기 각각으로부터 복수의 송신 코일을 통해 전송되는 무선전력 신호에 대응되는 수신 전압 값을 수신하는 단계;

각도 정보 산출부에서, 상기 수신된 수신 전압 값과 준-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 상기 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출하는 단계 및

코일 제어부에서, 상기 산출된 최적 각도 정보에 기초하여 상기 복수의 송신 코일 각각의 각도를 제어하는 단계를 포함하고,

상기 다중 수신기 각각은,

상기 다중 수신기 각각의 위치 변화에 따른 상기 수신 전압 값의 변화를 판단하고, 상기 판단 결과에 기초하여 스캐닝 요청 신호를 생성하는

무선전력 전송 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 3D 스캐닝을 이용하는 무선전력 전송 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 3D 스캐닝 기법을 이용하는 자기공진형 무선전력 전송 시스템을 구축하여 다중 수신기의 위치 변화에 따라 실시간으로 고효율로 무선전력을 전송하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 현재 상용화된 자기유도 방식은 근접 거리에서만 전력전송이 이루어지는 문제를 가지고 있다.
- [0003] 따라서, 수신기의 자유도를 확보하기 위한 자기공진 방식이나 전자기파 방식의 기술 개발이 요구된다.
- [0004] 자기공진 방식은 비방사형 자기장을 생성하여 전력전송을 하기 때문에 전자기파 방식에 비하여 전자파 장애가 상대적으로 적으며, 보다 높은 전송효율을 갖고 있으며 인체에 무해하다는 장점이 있다.
- [0005] 그러나, 자기 공진 방식은 송수신 코일 간의 특정 각도와 거리에서의 부정합으로 인하여 상호 인덕턴스가 급격히 감소하는 전송효율 음영영역이 생기는 치명적인 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2017-0057683호 "무선 전력 송신기의 각도 제어 방법 및 장치"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 수신 전압에 대한 실시간 모니터링과 3D 스캐닝에 기초하는 준-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각의 각도를 최적화할 수 있는 무선전력 전송 장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.
- [0008] 본 발명은 복수의 송신 코일 각각의 각도를 최적화함으로써, 고효율로 무선전력을 전송하고, 수신기의 이동에 따른 자유도를 확보할 수 있는 무선전력 전송 장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 다중 수신기 각각으로부터 복수의 송신 코일을 통해 전송되는 무선전력 신호에 대응되는 수신 전압 값을 수신하는 통신부와, 수신된 수신 전압 값과 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출하는 각도 정보 산출부 및 산출된 최적 각도 정보에 기초하여 복수의 송신 코일 각각의 각도를 제어하는 코일 제어부를 포함할 수 있다.
- [0010] 일측에 따르면, 최적 각도 정보는 복수의 송신 코일을 통해 전송되는 무선전력을 최대 효율로 전송하기 위해 설정되는 복수의 송신 코일 각각의 각도 정보일 수 있다.
- [0011] 일측에 따르면, 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 무선전력 전송 영역을 복수의 송신 코일의 개수만큼 분할하고, 분할된 영역 각각에 복수의 송신 코일 각각을 할당하며, 복수의 송신 코일이 할당된 영역 각각에서의 3D 스캐닝(3D scanning)을 통해 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0012] 일측에 따르면, 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 기설정된 복수의 존(zone) 각각에서의 스캐닝 동작을 통해 환산 평균 전압이 최대가 되는 존을 산출하고, 산출된 존에 대응되는 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0013] 일측에 따르면, 환산 평균 전압은 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 평균 값에서 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 표준편차 값을 감산한 값을 통해 연산될 수 있다.
- [0014] 일측에 따르면, 환산 평균 전압은 하기 수식1을 통해 연산될 수 있다.
- [0015] [수학식1]
- [0016]
$$(\alpha \times \text{Avg}) - (\beta \times \sigma)$$
- [0017] 여기서, Avg는 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 평균 값, σ 는 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 표준편차 값, α 및 β 는 $\alpha + \beta = 1$ 과 $\alpha > \beta$ 의 조건을 만족하는 상수 값일 수 있다.
- [0018] 일측에 따르면, 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 기설정된 네개의 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제1 스캐닝 동작을 수행하고, 제1 스캐닝 동작을 통해 산출된 존을 중심으로 형성되는 6개의 서브 존과 제1 스캐닝 동작을 통해 산출된 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제2 스캐닝 동작을 수행하며, 제2 스캐닝 동작을 통해 산출된 존을 중심으로 형성되는 8개의 주변 존과 제2 스캐닝 동작을 통해 산출된 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제3 스캐닝 동작을 수행하며, 제3 스캐닝 동작을 통해 산출된 존에 대응되는 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0019] 일측에 따르면, 다중 수신기 각각은 다중 수신기 각각의 위치 변화에 따른 수신 전압 값의 변화를 판단하고, 판단 결과에 기초하여 스캐닝 요청 신호를 생성할 수 있다.
- [0020] 일측에 따르면, 통신부는 다중 수신기 각각으로부터 스캐닝 요청 신호를 수신하고, 각도 정보 산출부는 스캐닝 요청 신호에 대응하여 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 재산출할 수 있다.
- [0021] 일측에 따르면, 코일 제어부는 복수의 송신 코일 각각에 대응되는 복수의 팬-틸트(pan-tilt) 모터의 동작을 제어하여, 복수의 송신 코일 각각의 각도를 제어할 수 있다.
- [0022] 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법은 통신부에서 다중 수신기 각각으로부터 복수의 송신 코일을 통해 전송되는 무선전력 신호에 대응되는 수신 전압 값을 수신하는 단계와, 각도 정보 산출부에서 수신된 수신 전압 값과 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출하는 단계 및 코일 제어부에서 산출된 최적 각도 정보에 기초하여 복수의 송신 코일 각각의 각도를 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 일실시예에 따르면, 수신 전압에 대한 실시간 모니터링과 3D 스캐닝에 기초하는 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각의 각도를 최적화할 수 있다.
- [0024] 일실시예에 따르면, 복수의 송신 코일 각각의 각도를 최적화함으로써, 고효율로 무선전력을 전송하고, 수신기의 이동에 따른 자유도를 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 무선전력 전송 시스템에서 발생하는 음영지역을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치에서 최적 각도 정보를 산출하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치의 구현예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 일실시예에 따른 수신기의 구현예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 다른 실시예에 따른 무선전력 전송 장치를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 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.
- [0027] 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.
- [0028] 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.
- [0029] 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 해석되어야 한다.
- [0030] 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.
- [0031] 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.
- [0033] 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.
- [0035] 도 1은 무선전력 전송 시스템에서 발생하는 음영지역을 설명하기 위한 도면이다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 참조부호 100은 기존 자기공진 방식에 기반하는 무선전력 전송 시스템에서 음영지역이 발생하는 예시를 나타낸다.

- [0037] 참조부호 100에 따르면, 송신 코일과 수신 코일 간은 특정 각도(θ)와 거리(distance)에 의해 부정합(misalignment)이 발생할 경우, 결합 계수가 '0'에 가깝게 되기 때문에 전송효율의 음영지역이 발생할 수 있다.
- [0038] 따라서, 음영지역의 발생을 최소화하기 위해서는 송신 코일의 지향 각도를 제어하여, 송신 코일과 수신 코일 간의 부정합을 최소화할 필요가 있다.
- [0040] 도 2는 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0041] 도 2를 참조하면, 일실시예에 따른 무선전력 전송 시스템(200)은 복수의 송신코일을 구비하는 무선전력 전송 장치(210)와, 다중 수신기(220)를 구비할 수 있다.
- [0042] 예를 들면, 무선전력 전송 장치(210)는 제1 내지 제 m 송신코일(여기서, m 은 양의 정수)을 구비할 수 있으며, 다중 수신기(220)는 제1 내지 제 n 수신기(여기서, n 은 양의 정수)를 포함할 수 있다.
- [0043] 구체적으로, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치(210)는 다중 수신기(220)로부터 복수의 송신코일(211)을 통해 전송하는 무선전력 신호(power transfer)에 대응되는 수신 전압 값을 피드백 받을 수 있으며, 피드백 받은 수신 전압 값과 준-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각의 각도를 무선전력을 최대 효율로 전송할 수 있는 각도로 최적화할 수 있다.
- [0044] 예를 들면, 무선전력 전송 장치(210)는 기설정된 초기 전압 및 기설정된 초기 각도 값으로 복수의 송신 코일 각각의 동작을 제어하여 무선전력 신호를 전송하고, 전송된 무선전력 신호에 대응되는 수신 전압 값을 피드백 받을 수 있다.
- [0045] 또한, 무선전력 전송 장치(210)는 제1 내지 제 m 송신코일 각각에 연결되는 팬-틸트(pan-tilt) 모터의 동작을 제어하여 제1 내지 제 m 송신코일 각각의 각도를 최적화할 수 있다.
- [0046] 일측에 따르면, 다중 수신기(220) 각각은 통신 모듈을 통해 서버와 연결되어 실시간으로 수신 전압 값을 서버에 제공할 수 있으며, 무선전력 전송 장치(210)는 서버로부터 수신 전압 값을 수신하여 그래프 및 메시지의 형태로 수신 전압 값을 변환할 수 있다.
- [0047] 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 이후 실시예 도 3을 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0049] 도 3은 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0050] 다시 말해, 도 3의 무선전력 전송 장치는 도 2를 통해 설명한 무선전력 전송 시스템의 무선전력 전송 장치일 수 있다.
- [0051] 도 3을 참조하면, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치(300)는 수신 전압의 실시간 모니터링과 3D 스캐닝에 기초하는 준-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각의 각도를 최적화할 수 있다.
- [0052] 또한, 무선전력 전송 장치(300)는 복수의 송신 코일 각각의 각도를 최적화함으로써, 고효율로 무선전력을 전송하고, 수신기의 이동에 따른 자유도를 확보할 수 있다.
- [0053] 이를 위해, 무선전력 전송 장치(300)는 통신부(310), 각도 정보 산출부(320) 및 코일 제어부(330)를 포함할 수 있다.
- [0054] 구체적으로, 일실시예에 따른 통신부(310)는 다중 수신기 각각으로부터 복수의 송신 코일을 통해 전송되는 무선전력 신호에 대응되는 수신 전압 값을 수신할 수 있다.
- [0055] 다시 말해, 통신부(310)는 기설정된 초기 전압 값 및 기설정된 초기 각도 값으로 복수의 송신 코일 각각의 동작을 제어하여 무선전력 신호를 전송하고, 다중 수신기 각각으로부터 전송된 무선전력 신호에 대응되는 수신 전압 값을 피드백 받을 수 있다.
- [0056] 예를 들면, 다중 수신기 각각은 통신 모듈을 통해 서버와 연결되어 실시간으로 수신 전압 값을 서버에 제공할 수 있으며, 통신부(310)는 서버로부터 수신 전압 값을 수신하여 그래프 및 메시지의 형태로 수신 전압 값을 변환할 수도 있다.
- [0057] 일실시예에 따른 각도 정보 산출부(320)는 수신된 수신 전압 값과 준-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출될 수 있다.
- [0058] 일측에 따르면, 최적 각도 정보는 복수의 송신 코일을 통해 전송되는 무선전력을 최대 효율로 전송하기 위해 설

정되는 복수의 송신 코일 각각의 각도 정보일 수 있다.

- [0059] 다시 말해, 각도 정보 산출부(320)는 수신된 수신 전압 값과 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각에서 무선전력을 최대 효율로 전송할 수 있는 최적의 각도를 산출할 수 있다.
- [0060] 일측에 따르면, 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 무선전력 전송 영역을 복수의 송신 코일의 개수만큼 분할하고, 분할된 영역 각각에 복수의 송신 코일 각각을 할당하며, 복수의 송신 코일이 할당된 영역 각각에서의 3D 스캐닝(3D scanning)을 통해 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0061] 다시 말해, 일실시예에 따른 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 복수의 송신 코일을 이용한 무선전력 전송을 통해 형성되는 전체 무선전력 전송 영역을 분할하여 복수의 송신 코일 각각을 할당하며, 할당된 영역에서 복수의 송신 코일 각각의 각도를 최적화하는 알고리즘일 수 있다.
- [0062] 한편, 각도 정보 산출부(320)는 복수의 송신코일 각각의 이상 여부를 판단하고, 이상 여부를 판단 결과에 기초하여 무선전력 전송 영역을 이상이 있는 것으로 판단된 송신코일을 제외한 나머지 송신코일들의 개수만큼 분할하며, 분할된 영역 각각에 나머지 송신코일 각각을 할당하고, 할당된 영역에서 나머지 송신코일 각각의 각도를 최적화함으로써, 무선전력 전송 효율을 향상시킬 수도 있다.
- [0063] 예를 들면, 각도 정보 산출부(320)는 복수의 송신코일 각각에 인가되는 전압을 모니터링하고, 모니터링한 전압과 기설정된 전압을 비교하여 복수의 송신코일 각각의 이상 여부를 판단할 수 있다.
- [0064] 일측에 따르면, 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 기설정된 복수의 존(zone) 각각에서의 스캐닝 동작을 통해 환산 평균 전압이 최대가 되는 존을 산출하고, 산출된 존에 대응되는 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0065] 보다 구체적인 예를 들면, 일실시예에 따른 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 복수의 송신 코일이 할당된 영역 각각에 제1 내지 제4 존이 형성되면, 제1 내지 제4 존 각각에 대응되는 방향으로 무선전력을 전송하여 제1 내지 제4 존에 대응되는 제1 내지 제4 수신 전압 값을 수신하는 스캐닝 동작을 수행하고, 제1 내지 제4 존 중에서 제1 내지 제4 수신 전압 값 각각에 대한 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존에 대응되는 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0066] 일측에 따르면, 환산 평균 전압은 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 평균 값에서 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 표준편차 값을 감산한 값을 통해 연산될 수 있다.
- [0067] 일측에 따르면, 환산 평균 전압은 하기 수학식1을 통해 연산될 수 있다.
- [0068] [수학식1]
- [0069]
$$(\alpha \times \text{Avg}) - (\beta \times \sigma)$$
- [0070] 여기서, Avg는 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 평균 값, σ 는 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 표준편차 값, α 및 β 는 $\alpha + \beta = 1$ 과 $\alpha > \beta$ 의 조건을 만족하는 상수 값을 나타낸다. 바람직하게는, 수학식에서 α 는 0.8이고, β 는 0.2일 수 있다.
- [0071] 다시 말해, 일실시예에 따른 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 수신 전압 값의 표준편차 값 보다 수신 전압 값의 평균 값에 보다 비중을 두는 환산 평균 전압을 이용하여 최적의 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0072] 일측에 따르면, 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 기설정된 네개의 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제1 스캐닝 동작을 수행하고, 제1 스캐닝 동작을 통해 산출된 존을 중심으로 형성되는 6개의 서브 존과 제1 스캐닝 동작을 통해 산출된 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제2 스캐닝 동작을 수행하며, 제2 스캐닝 동작을 통해 산출된 존을 중심으로 형성되는 8개의 주변 존과 제2 스캐닝 동작을 통해 산출된 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제3 스캐닝 동작을 수행하며, 제3 스캐닝 동작을 통해 산출된 존에 대응되는 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0073] 일실시예에 따른 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 이후 실시예 도 4를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0074] 일실시예에 따른 코일 제어부(330)는 각도 정보 산출부(320)를 통해 산출된 최적 각도 정보에 기초하여 복수의

송신 코일 각각의 각도를 제어할 수 있다.

- [0075] 일측에 따르면, 코일 제어부(330)는 복수의 송신 코일 각각에 대응되는 복수의 팬-틸트(pan-tilt) 모터의 동작을 제어하여, 복수의 송신 코일 각각의 각도를 제어할 수 있다.
- [0076] 일측에 따르면, 다중 수신기 각각은 다중 수신기 각각의 위치 변화에 따른 수신 전압 값의 변화를 판단하고, 판단 결과에 기초하여 스캐닝 요청 신호를 생성할 수 있다.
- [0077] 또한, 통신부(310)는 다중 수신기 각각으로부터 스캐닝 요청 신호를 수신하고, 각도 정보 산출부(320)는 스캐닝 요청 신호에 대응하여 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 재산출할 수 있다.
- [0078] 다시 말해, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치(300)는 다중 수신기 중 어느 하나가 위치를 이동하게 되면, 어느 하나의 수신기의 이동을 감지하여 이동된 위치에서의 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 재산출할 수 있으며, 이를 통해 수신기의 자유도를 확보할 수 있다.
- [0080] 도 4는 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치에서 최적 각도 정보를 산출하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- [0081] 다시 말해, 도 4는 도 2 내지 도 3을 통해 설명한 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치에 관한 예시를 설명하는 도면으로, 이후 도 4를 통해 설명하는 내용 중 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0082] 도 4를 참조하면, 참조부호 400은 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치에서 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 최적 각도 정보를 산출하는 예시를 나타낸다.
- [0083] 참조부호 400에 따르면, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 무선전력 전송 영역을 제1 내지 제 m 송신코일 (여기서, m 은 양의 정수)의 개수인 m 개로 분할하고, 분할된 m 개의 영역 각각에 제1 내지 제 m 송신코일 각각을 할당하며, 제1 내지 제 m 송신코일이 할당된 영역 각각에서의 3D 스캐닝(3D scanning)을 통해 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0084] 또한, 무선전력 전송 장치는 제1 내지 제 m 송신코일 각각에 연결되는 팬-틸트(pan-tilt) 모터의 동작을 제어하여 제1 내지 제 m 송신코일 각각의 각도를 최적화할 수 있다.
- [0085] 예를 들면, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 제1 송신코일은 제1 영역에 할당하고, 제2 송신코일은 제2 영역에 할당하며, 제 m 송신코일은 제 m 영역에 할당할 수 있다.
- [0086] 구체적으로, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 기설정된 네개의 존(1) 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제1 스캐닝 동작을 수행할 수 있다.
- [0087] 예를 들면, 환산 평균 전압은 도 3을 통해 설명한 수학식 1을 통해 산출될 수 있다.
- [0088] 보다 구체적으로, 제1 내지 제 m 송신코일 각각이 할당되는 제1 내지 제 m 영역 각각에는 기설정된 네개의 존(1)이 형성될 수 있다.
- [0089] 또한, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 제1 내지 제 m 영역 각각에 대응되는 송신코일의 지향 방향을 순차적으로 기설정된 네개의 존(1)으로 하여 4차례 걸친 스캐닝 동작을 통해 무선전력에 대응되는 수신 전압 값을 피드백 받을 수 있으며, 기설정된 네개의 존(1) 중에서 피드백 받은 수신 전압 값을 통해 산출되는 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 선택할 수 있다.
- [0090] 보다 구체적인 예를 들면, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 제1 영역에서는 기설정된 네개의 존(1) 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 좌측 상단의 존을 선택할 수 있고, 제2 영역에서는 기설정된 네개의 존(1) 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 좌측 하단의 존을 선택할 수 있으며, 제 m 영역에서는 기설정된 네개의 존(1) 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 우측 상단의 존을 선택할 수 있다.
- [0091] 다음으로, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 제1 내지 제 m 영역 각각에서 선택된 존을 중심으로 형성되는 6개의 서브 존(2) 및 제1 스캐닝 동작을 통해 선택된 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제2 스캐닝 동작을 수행할 수 있다.
- [0092] 구체적으로, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 제1 스캐닝 동작 때와 마찬가지로 6개의 서브 존(2) 각각에 대응되는 환산 평균 전압을 산출할 수 있으며, 6개의 서브 존(2) 및 제1 스캐닝 동작을 통해 선택된 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 선택할 수 있다.

- [0093] 보다 구체적인 예를 들면, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 제1 영역에서는 6개의 서브 존(2) 및 제1 스캐닝 동작을 통해 선택된 중앙 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 우측 하단의 존을 선택할 수 있고, 제2 영역에서는 6개의 서브 존(2) 및 제1 스캐닝 동작을 통해 선택된 중앙 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 우측 상단의 존을 선택할 수 있으며, 제 m 영역에서는 6개의 서브 존(2) 및 제1 스캐닝 동작을 통해 선택된 중앙 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 중앙 하단의 존을 선택할 수 있다.
- [0094] 다음으로, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 제1 내지 제 m 영역 각각에서 선택된 서브 존을 중심으로 형성되는 8개의 주변 존(3) 및 제2 스캐닝 동작을 통해 선택된 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제3 스캐닝 동작을 수행할 수 있다.
- [0095] 구체적으로, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 제1 내지 제2 스캐닝 동작 때와 마찬가지로 8개의 주변 존(3) 각각에 대응되는 환산 평균 전압을 산출할 수 있으며, 8개의 주변 존(3) 및 제2 스캐닝 동작을 통해 선택된 존 중에서 산출된 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 선택할 수 있다.
- [0096] 보다 구체적인 예를 들면, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 제1 영역에서는 8개의 주변 존(3) 및 제2 스캐닝 동작을 통해 선택된 중앙 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 좌측 하단의 존을 선택할 수 있고, 제2 영역에서는 8개의 주변 존(3) 및 제2 스캐닝 동작을 통해 선택된 중앙 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 우측의 존을 선택할 수 있으며, 제 m 영역에서는 8개의 주변 존(3) 및 제2 스캐닝 동작을 통해 선택된 중앙 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 우측의 존을 선택할 수 있다.
- [0097] 다음으로, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 제3 스캐닝 동작을 통해 선택된 존에 대응되는 각도 정보를 최적 각도 정보로서 산출할 수 있으며, 산출된 최적 각도 정보를 통해 팬-틸트 모터의 동작을 제어하여 제1 내지 제 m 송신코일 각각의 각도를 최적화할 수 있다.
- [0098] 즉, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치는 제1 내지 제 m 송신코일 각각의 각도를 최적화하기 위하여 최소 24회의 스캔이 필요했던 스캐닝 동작을 제1 내지 제3 스캐닝 동작(18회 스캔)만으로 수행함으로써, 스캔 횟수 저감을 통해 무선전력 전송 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0100] 도 5는 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치의 구현예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0101] 도 5를 참조하면, 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치(500)는 자기공진방식 전력전송에 필요한 6.78 MHz의 발진기(oscillator)와, 발진기(oscillator)에서 생성된 신호를 증폭 시키는 전력 증폭기(power amplifier)와, 통신 및 제어에 필요한 MCU(micro controller unit), PC GUI 모듈 및 통신 모듈(Tx communication module)을 포함할 수 있다.
- [0102] 또한, 무선전력 전송 장치(500)는 제1 내지 제 m 송신코일에 대응되는 제1 내지 제 m 공진기(Tx resonator 1 내지 m)와, 제1 내지 제 m 공진기(Tx resonator 1 내지 m) 각각에 대응되는 제1 내지 제 m 팬-틸트 모터(3D positioning motor 1 내지 m) 및 제1 내지 제 m 팬-틸트 모터(3D positioning motor 1 내지 m) 각각에 증폭된 전력을 제공하는 매칭 네트워크(matching network)를 더 포함할 수 있다.
- [0103] 구체적으로, 무선전력 전송 장치(500)의 PC GUI 모듈은 다중 수신기 각각으로부터 송신되는 수신 전압 값을 수신할 수 있고, MCU는 수신 전압 값과 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일(Tx resonator 1 내지 m) 각각의 최적 각도 정보를 산출할 수 있으며, 산출된 최적 각도 정보에 기초하여 복수의 송신 코일(Tx resonator 1 내지 m) 각각에 대응되는 제1 내지 제 m 팬-틸트 모터(3D positioning motor 1 내지 m)를 제어할 수 있다.
- [0105] 도 6은 일실시예에 따른 수신기의 구현예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0106] 도 6을 참조하면, 일실시예에 따른 수신기(600)는 수신코일에 대응되는 수신 공진기(Rx resonator)와 매칭 네트워크(matching network), 매칭 네트워크(matching network)로부터 수신한 아날로그 수신 전압을 디지털 값으로 변환하는 아날로그-디지털 변환기(AC-DC converter) 및 부하(load)를 포함할 수 있다.
- [0107] 또한, 수신기(600)는 수신 전압 값을 검출하는 파워 검출기(power detector) 및 검출된 수신 전압 값을 외부로 출력하는 통신모듈(Rx communication module)을 더 포함할 수 있다.
- [0108] 구체적으로, 수신기(600)의 수신 코일은 무선전력 전송 장치에 구비된 복수의 송신 코일을 통해 전송되는 무선 전력 신호를 수신하고, 파워 검출기(power detector)는 수신한 무선전력 신호에 대응되는 수신 전압 값을 검출할 수 있으며, 통신모듈(Rx communication module)은 검출된 수신 전압 값을 무선전력 전송 장치에 전달할 수

있다.

- [0109] 예를 들면, 수신기(600)의 통신모듈(Rx communication module)은 수신 전압 값을 서버로 전달하여, 서버를 통해 무선전력 전송 장치에 수신 전압 값을 전달할 수도 있으며, 여기서 통신모듈(Rx communication module)은 서버와 와이파이(Wi-Fi) 통신을 통해 연결될 수 있다.
- [0111] 도 7은 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0112] 다시 말해, 도 7은 도 2 내지 도 6을 통해 설명한 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치의 동작 방법에 관한 도면으로, 이후 도 7을 통해 설명하는 내용 중 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0113] 도 7을 참조하면, 710 단계에서 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법은 통신부에서 다중 수신기 각각으로부터 복수의 송신 코일을 통해 전송되는 무선전력 신호에 대응되는 수신 전압 값을 수신할 수 있다.
- [0114] 다음으로, 720 단계에서 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법은 각도 정보 산출부에서 수신된 수신 전압 값과 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0115] 일측에 따르면, 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 무선전력 전송 영역을 복수의 송신 코일의 개수만큼 분할하고, 분할된 영역 각각에 복수의 송신 코일 각각을 할당하며, 복수의 송신 코일이 할당된 영역 각각에서의 3D 스캐닝(3D scanning)을 통해 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0116] 일측에 따르면, 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 기설정된 복수의 존(zone) 각각에서의 스캐닝 동작을 통해 환산 평균 전압이 최대가 되는 존을 산출하고, 산출된 존에 대응되는 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0117] 일측에 따르면, 환산 평균 전압은 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 평균 값에서 다중 수신기 각각으로부터 산출되는 수신 전압 값의 표준편차 값을 감산한 값을 통해 연산될 수 있다.
- [0118] 바람직하게는, 환산 평균 전압은 도 3을 통해 설명한 수학적식을 통해 연산될 수 있다.
- [0119] 일측에 따르면, 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘은 기설정된 네개의 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제1 스캐닝 동작을 수행하고, 제1 스캐닝 동작을 통해 산출된 존을 중심으로 형성되는 6개의 서브 존과 제1 스캐닝 동작을 통해 산출된 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제2 스캐닝 동작을 수행하며, 제2 스캐닝 동작을 통해 산출된 존을 중심으로 형성되는 8개의 주변 존과 제2 스캐닝 동작을 통해 산출된 존 중에서 환산 평균 전압이 최대가 되는 어느 하나의 존을 산출하는 제3 스캐닝 동작을 수행하며, 제3 스캐닝 동작을 통해 산출된 존에 대응되는 각도 정보를 산출할 수 있다.
- [0120] 다음으로, 730 단계에서 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법은 코일 제어부에서 산출된 최적 각도 정보에 기초하여 복수의 송신 코일 각각의 각도를 제어할 수 있다.
- [0121] 일측에 따르면, 730 단계에서 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법은 코일 제어부에서 복수의 송신 코일 각각에 대응되는 복수의 팬-틸트(pan-tilt) 모터의 동작을 제어하여, 복수의 송신 코일 각각의 각도를 제어할 수 있다.
- [0122] 한편, 730 단계에서 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법은 다중 수신기 각각에서 다중 수신기 각각의 위치 변화에 따른 수신 전압 값의 변화를 판단하고, 판단 결과에 기초하여 스캐닝 요청 신호를 생성할 수 있다.
- [0123] 또한, 730 단계에서 일실시예에 따른 무선전력 전송 방법은 통신부에서 다중 수신기 각각으로부터 스캐닝 요청 신호를 수신하고, 각도 정보 산출부에서 스캐닝 요청 신호에 대응하여 복수의 송신 코일 각각의 최적 각도 정보를 재산출할 수 있다.
- [0125] 도 8은 다른 실시예에 따른 무선전력 전송 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0126] 다시 말해, 도 8의 무선전력 전송 장치는 도 2를 통해 설명한 무선전력 전송 시스템의 무선전력 전송 장치일 수 있다.
- [0127] 도 8을 참조하면, 다른 실시예에 따른 무선전력 전송 장치(800)는 수신 전압의 실시간 모니터링과 3D 스캐닝에 기초하는 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각의 각도를 최적화할 수 있다.
- [0128] 또한, 다른 실시예에 따른 무선전력 전송 장치(800)는 서로 다른 방사각으로 방사되는 복수의 빔에 대한 정보에 기초하여 적어도 하나의 수신기의 위치를 추정할 수 있다.

- [0129] 이를 위해, 다른 실시예에 따른 무선전력 전송 장치(800)는 스위칭부(810), 무선전력 전송부(820) 및 수신기 위치 추정부(830)를 포함할 수 있다.
- [0130] 구체적으로, 다른 실시예에 따른 스위칭부(810)는 무선전력 전송부(820)와 수신기 위치 추정부(830)가 시분할(time-division)적으로 동작 하도록 제어할 수 있다.
- [0131] 예를 들면, 스위칭부(810)는 무선전력 전송부(820)가 동작한 이후에 수신기 위치 추정부(830)가 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0132] 또한, 스위칭부(810)는 수신기 위치 추정부(830)가 동작한 이후에 무선전력 전송부(820)가 동작하도록 제어할 수도 있다.
- [0133] 일측에 따르면, 스위칭부(810)는 외부로부터 수신하는 동작 제어신호에 기초하여 무선전력 전송부(820) 및 수신기 위치 추정부(830)의 동작을 제어할 수도 있다.
- [0134] 예를 들면, 스위칭부(810)는 무선전력 전송과 관련한 동작 제어신호를 수신하면, 무선전력 전송부(820)가 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0135] 또한, 스위칭부(810)는 위치 추정과 관련한 동작 제어신호를 수신하면, 수신기 위치 추정부(830)가 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0136] 다른 실시예에 따른 무선전력 전송부(820)는 수신 전압의 실시간 모니터링과 3D 스캐닝에 기초하는 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 무선전력을 전송하는 복수의 송신 코일 각각의 각도를 최적화할 수 있다.
- [0137] 구체적으로, 무선전력 전송부(820)는 도 3을 통해 설명한 일실시예에 따른 무선전력 전송 장치(300)일 수 있다.
- [0138] 다시 말해, 도 8의 통신부(821), 각도 정보 산출부(822) 및 코일 제어부(823)는 도 3을 통해 설명한 통신부(310), 각도 정보 산출부(320) 및 코일 제어부(330)와 동일한 동작을 수행할 수 있으며, 이하에서는 도 3을 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0139] 한편, 다른 실시예에 따른 수신기 위치 추정부(830)는 무선전력 전송 장치(800)에 구비된 통신 안테나로부터 서로 다른 방사각으로 방사되는 복수의 빔에 대한 정보에 기초하여 적어도 하나의 수신기의 위치를 추정할 수 있다.
- [0140] 구체적으로, 다른 실시예에 따른 수신부(831)는 통신 안테나로부터 서로 다른 방사각으로 방사되는 복수의 빔에 대한 정보를 수신할 수 있다.
- [0141] 다시 말해, 수신부(831)는 통신 안테나로부터 방사되는 적어도 둘 이상의 빔(제1 내지 제n 빔, 여기서 n은 양의 정수)에 대한 정보를 수신할 수 있다.
- [0142] 일측에 따르면, 복수의 빔에 대한 정보는 복수의 빔 각각의 방사각의 크기 및 복수의 빔 각각에 대응되는 수신기의 수신 전력 값을 포함할 수 있다.
- [0143] 다시 말해, 수신부(831)는 무선전력 전송 장치(800)에 구비된 별도의 빔 제어수단으로부터 방사되는 복수의 빔 각각의 방사각의 크기를 수신하고, 수신기로부터 복수의 빔 각각에 대응되는 수신 전력 값을 수신할 수 있다.
- [0144] 다른 실시예에 따른 방사 패턴 관독부(832)는 복수의 빔에 대한 정보에 기초하여, 복수의 빔 각각에 대응되는 방사 패턴 정보를 관독할 수 있다.
- [0145] 일측에 따르면, 방사 패턴 관독부(832)는 통신 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(832)는 사전에 저장된 방사 패턴 정보 중 복수의 빔에 대한 정보에 대응되는 방사 패턴 정보를 관독할 수 있다.
- [0146] 다시 말해, 방사 패턴 관독부(832)는 통신 안테나를 기준으로 모든 각도(0° 내지 360°)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.
- [0147] 즉, 다른 실시예에 따른 수신기 위치 추정부(830)는 통신 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.

[0148] 보다 구체적인 예를 들면, 방사 패턴 정보는 통신 안테나로부터 방사되는 빔의 방사각이 0° 인 경우, -90° 내지 90° 의 각도 범위 내에서 0° 의 방사각으로 방사되는 빔에 대응되는 모든 안테나 이득 값을 포함할 수 있다.

[0149] 다시 말해, 방사각이 0° 이고, 각도 범위가 -90° 내지 90° 인 경우에, 방사 패턴 정보는 0° 의 방사각으로 방사되는 빔에 대한 모든 각도(-90° 내지 90°) 각각에서의 안테나 이득 값을 포함할 수 있다.

[0150] 다른 실시예에 따른 위치 추정부(833)는 방사 패턴 관독부(832)를 통해 관독된 방사 패턴 정보 각각을 서로 비교하고, 비교 결과에 기초하여 수신기의 위치를 추정할 수 있다.

[0151] 일측에 따르면, 위치 추정부(833)는 관독된 방사 패턴 정보 각각에 대응되는 안테나 이득을 산출하고, 산출된 안테나 이득의 데시벨(dB) 값 각각을 서로 감산할 수 있다.

[0152] 보다 구체적으로, 하기 수학적식2는 통신 안테나로부터 방사되는 두개의 빔(제1 내지 제2 빔)에 대응하여 수신기로부터 수신되는 RSRP 값을 나타낸다.

[0153] [수학적식2]

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

[0154]

[0155] 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.

[0156] 또한, 수학적식2에서 송신 전력(P_t)과 경로손실 값($PL(r)$)은 서로 동일하다는 점을 이용하면 하기 수학적식3을 도출할 수 있다.

[0157] [수학적식3]

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

[0158]

[0159] 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 θ 의 크기에 따라 변화하기 때문에, 위치 추정부(830)는 안테나 이득의 데시벨(dB) 값 $G_1(\theta)$, $G_2(\theta)$ 을 비교하여 특정 $G_1(\theta) - G_2(\theta)$ 을 갖는 각도 θ 를 찾을 수 있다.

[0160] 여기서, 위치 추정부(833)는 방사 패턴 관독부(832)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(θ)를 산출할 수 있다.

[0161] 즉, 다른 실시예에 따른 위치 추정부(833)는 통신 안테나로부터 서로 다른 방사각으로 방사되는 두개의 빔만을 임의로 선택하여 수신기의 위치를 정확히 추정할 수 있다.

[0162] 보다 구체적인 예를 들면, 위치 추정부(833)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 통신 안테나와 수신기간의 각도(θ)로 추정할 수 있다.

[0164] 결국, 본 발명을 이용하면, 수신 전압에 대한 실시간 모니터링과 3D 스캐닝에 기초하는 존-기반 최대 전송 효율 탐색 알고리즘을 이용하여 복수의 송신 코일 각각의 각도를 최적화할 수 있다.

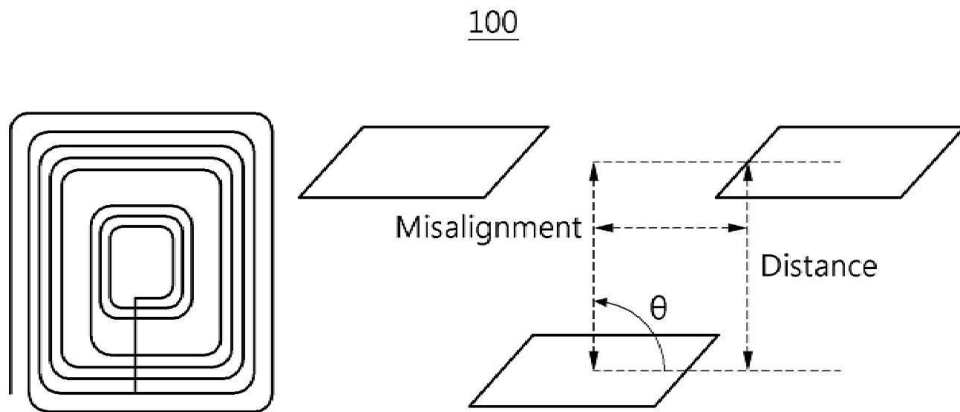
- [0165] 또한, 본 발명을 이용하면, 복수의 송신 코일 각각의 각도를 최적화함으로써, 고효율로 무선전력을 전송하고, 수신기의 이동에 따른 자유도를 확보할 수 있다.
- [0167] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0168] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

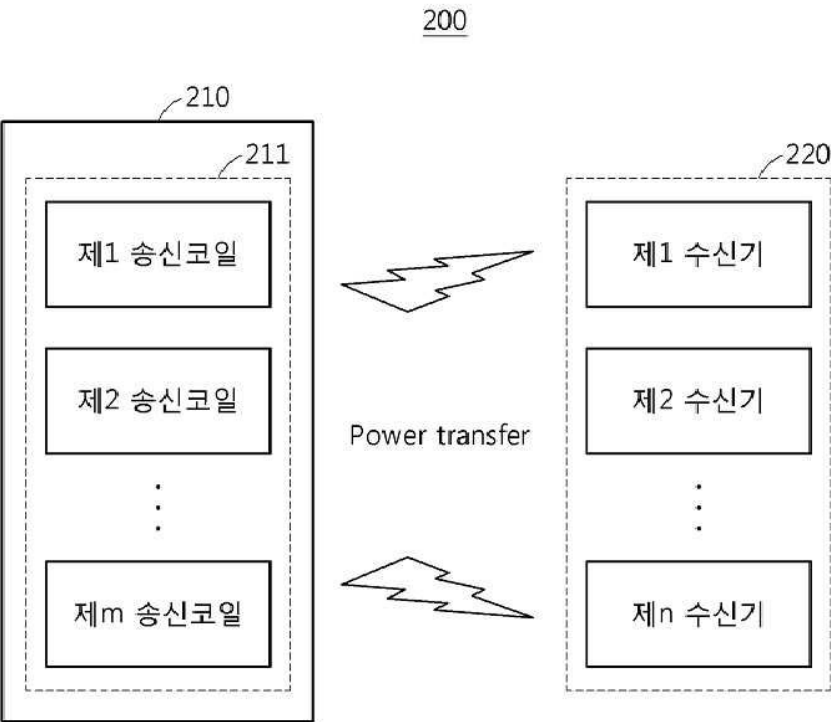
- [0169] 300: 무선전력 전송 장치 310: 통신부
320: 각도 정보 산출부 330: 코일 제어부

도면

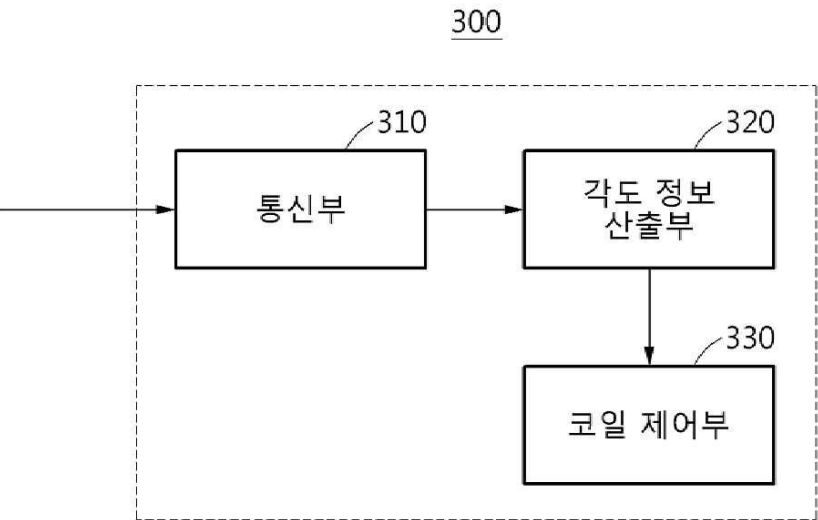
도면1



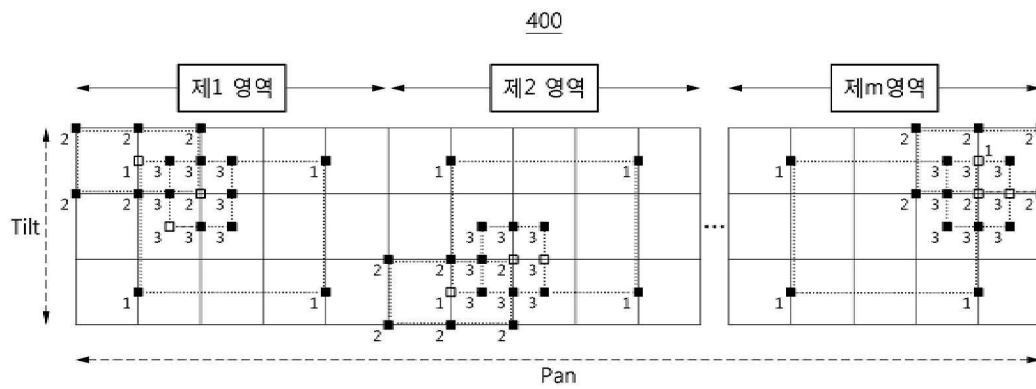
도면2



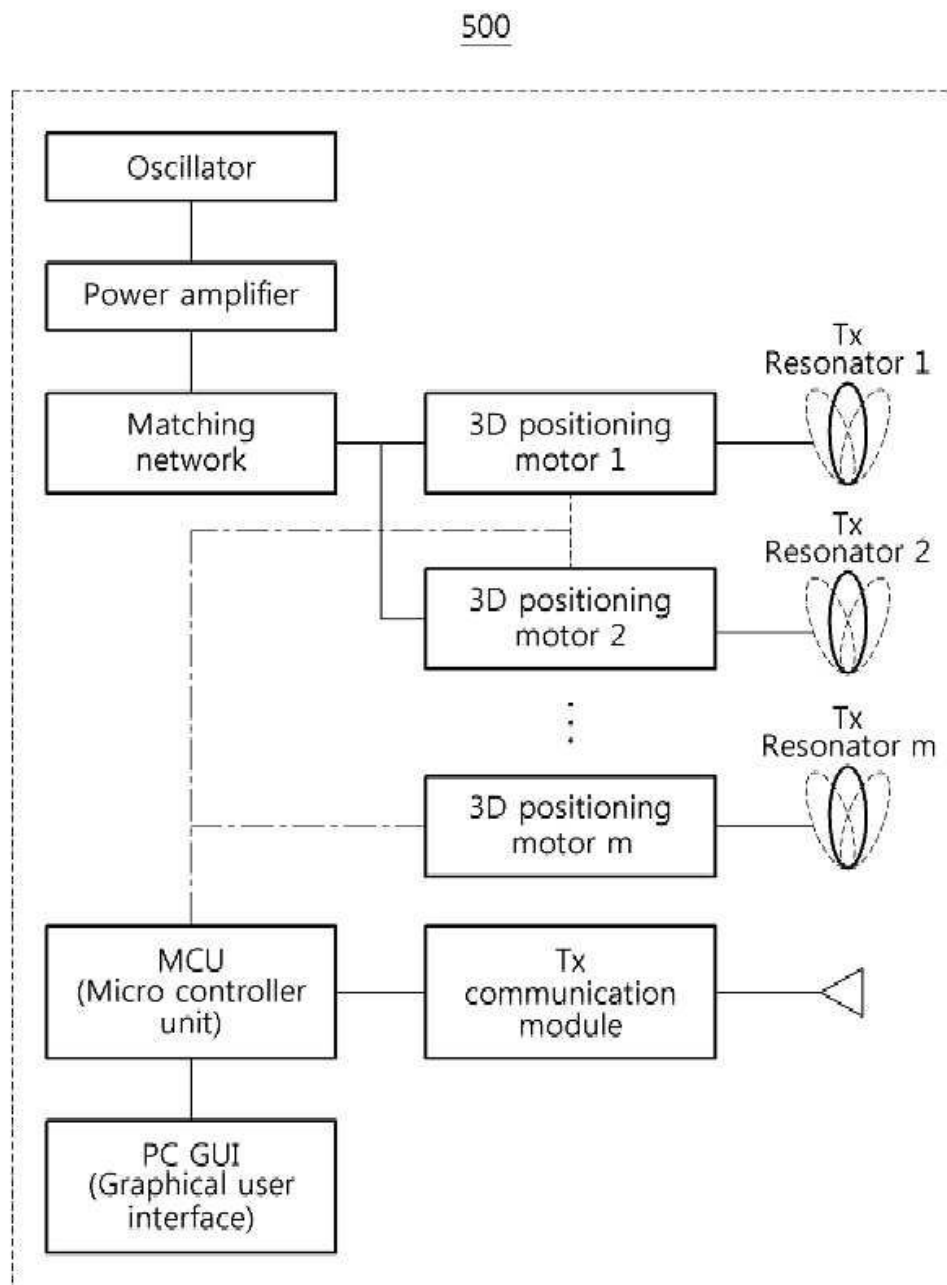
도면3



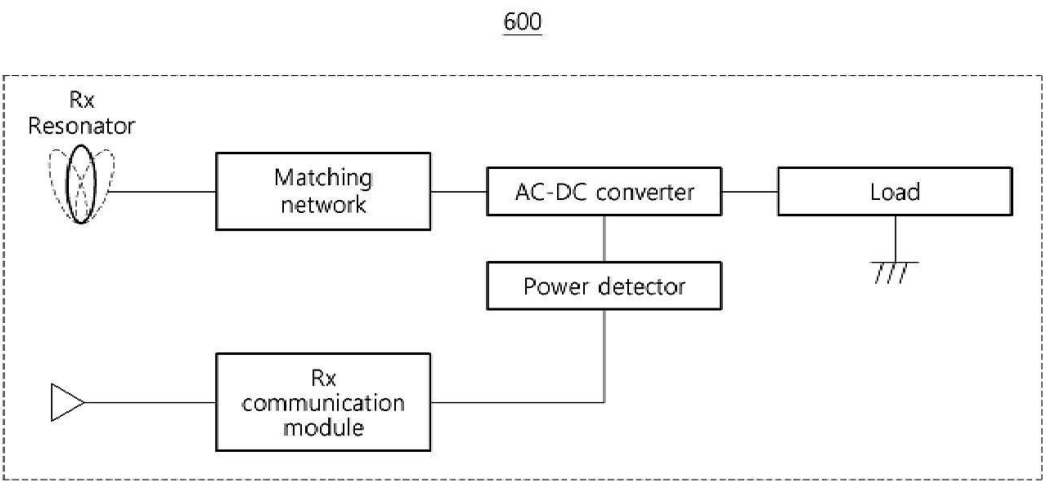
도면4



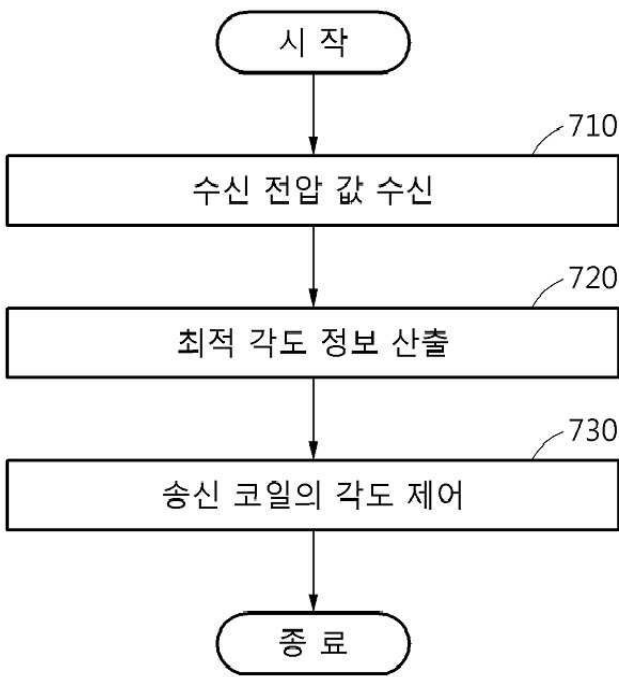
도면5



도면6



도면7



도면8

