(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0075431
(43) 공개일자 2019년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/90 (2016.01) *H02J 50/12* (2016.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/90 (2016.02)
H02J 50/12 (2016.02)
(21) 출원번호 10-2017-0177013
(22) 출원일자 2017년12월21일
심사청구일자 2017년12월21일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이범선
경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11, 307동 1602호(보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)
김용욱
경기도 용인시 수지구 동천로 64, 510동 1802호(동천동, 동천마을동문굿모닝힐5차아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

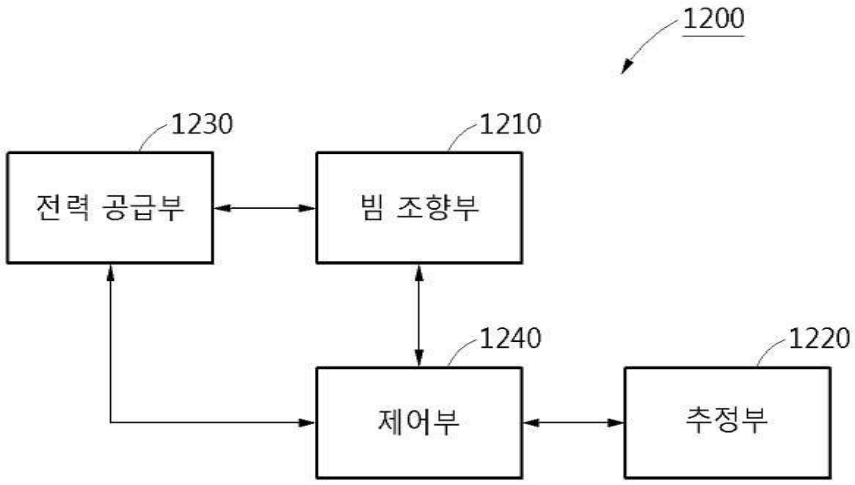
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 시스템**

(57) 요 약

일례로, 전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 시스템이 개시된다. 무선 전력 전송 장치는 배열 안테나를 이용하여 빔 스캐닝을 수행하는 빔 조향부, 상기 수행된 빔 스캐닝에 기초하여 전력 수신 장치의 방향을 추정하고, 상기 전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 상기 전력 수신 장치의 위치를 추정하는 추정부, 상기 빔 조향부로 전력을 공급하는 전력 공급부 및 상기 추정된 방향 또는 위치에 기초하여 상기 배열 안테나의 각 안테나 소자의 위상을 결정하고, 상기 결정된 위상에 기초하여 상기 전력 수신 장치로 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도12



(72) 발명자

김건영

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

나세훈

광주광역시 북구 서하로194번길 15, 207동 1208호 (오치동, 오치 주공 아파트)

부승현

울산광역시 중구 평동3길 2, 102동 902호(유곡동, 이편한세상)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2017-2016-0-00291
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	정보통신기술진흥센터
연구사업명	대학ICT연구센터육성지원사업
연구과제명	LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술연구
기 여 율	1/1
주관기관	경희대학교 산학협력단
연구기간	2016.06.01 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

배열 안테나를 이용하여 빔 스캐닝을 수행하는 빔 조향부;

상기 수행된 빔 스캐닝에 기초하여 전력 수신 장치의 방향을 추정하고, 상기 전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 상기 전력 수신 장치의 위치를 추정하는 추정부;

상기 빔 조향부로 전력을 공급하는 전력 공급부; 및

상기 추정된 방향 또는 위치에 기초하여 상기 배열 안테나의 각 안테나 소자의 위상을 결정하고, 상기 결정된 위상에 기초하여 상기 전력 수신 장치로 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어하는 제어부를 포함하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 추정부는, 상기 배열 안테나의 빔 스캐닝 방향 변화에 기초한 제1 수신전력을 모니터링하여 상기 방향을 추정하고, 상기 추정된 방향에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 변경하면서 수행된 빔 스캐닝에 기초한 제2 수신전력을 모니터링하여 상기 위치를 추정하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 추정된 방향에 기초하여 상기 전력 수신 장치까지의 거리 정보가 획득된 경우, 상기 거리 정보에 기초하여 상기 전력 수신 장치까지의 거리와 기준값을 비교하고, 상기 전력 수신 장치까지의 거리가 기준값보다 클 경우, 상기 추정된 방향으로 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 전력 수신 장치까지의 거리가 기준값보다 작을 경우, 상기 추정된 위치에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 제어하고, 상기 제어된 위상에 기초하여 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 방향 또는 상기 위치에 기초하여 상기 전력 수신 장치로부터 상기 배열 안테나까지의 거리

정보가 획득된 경우, 상기 획득된 거리 정보에 기초하여 상기 각 안테나 소자 중 중심 안테나 소자로부터 상기 전력 수신 장치까지의 거리를 기준 거리로 결정하고, 상기 결정된 기준 거리에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 제어하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 기준 거리보다 가까운 거리에 위치하는 안테나 소자의 위상을 감소시키고, 상기 기준 거리보다 먼 거리에 위치하는 안테나 소자의 위상을 증가시키는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 빔 조향부는, 상기 제어부의 제어에 따라 상기 전력 수신 장치의 탐색 모드로 동작하거나, 상기 방향 및 상기 위치로 빔 조향을 수행하여 상기 전력 수신 장치로 상기 전력을 전송하는 전력 전송 모드로 동작하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 전력 공급부는, 상기 빔 조향부가 상기 전력 전송 모드로 동작할 경우 상기 빔 조향부로 기 설정된 값 이상의 전력을 공급하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 빔 조향부는, 상기 탐색 모드로 동작하는 경우, 상기 제어부의 제어에 따라 상기 각 안테나 소자의 위상을 시계 방향 또는 반시계 방향으로 변경하여 상기 빔 스캐닝을 수행하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 추정부는, 상기 전력 수신 장치와의 저 전력 블루투스(Bluetooth Low Energy, BLE) 또는 Wi-Fi를 통하여 상기 수신 전력을 모니터링하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 11

빔 조향부에서, 배열 안테나를 이용하여 빔 스캐닝을 수행하는 단계;

추정부에서, 상기 수행된 빔 스캐닝에 기초하여 전력 수신 장치의 방향을 추정하는 단계;

상기 추정부에서, 상기 전력 수신 장치의수신 전력을 모니터링하여 상기 전력 수신 장치의 위치를 추정하는 단계;

전력 공급부에서, 상기 빔 조향부로 전력을 공급하는 단계;

제어부에서, 상기 추정된 방향 또는 위치에 기초하여 상기 배열 안테나의 각 안테나 소자의 위상을 결정하는 단계; 및

상기 제어부에서, 상기 결정된 위상에 기초하여 상기 전력 수신 장치로 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어하는 단계를 포함하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 전력 수신 장치의 방향을 추정하는 단계는,

상기 배열 안테나의 빔 스캐닝 방향 변화에 기초한 제1 수신전력을 모니터링하여 상기 방향을 추정하는 단계를 포함하고,

상기 전력 수신 장치의 위치를 추정하는 단계는,

상기 추정된 방향에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 변경하면서 수행된 빔 스캐닝에 기초한 제2 수신전력을 모니터링하여 상기 위치를 추정하는 단계를 포함하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 빔 조향부를 제어하는 단계는,

상기 추정된 방향에 기초하여 상기 전력 수신 장치까지의 거리 정보가 획득된 경우, 상기 거리 정보에 기초하여 상기 전력 수신 장치까지의 거리와 기준값을 비교하는 단계;

상기 전력 수신 장치까지의 거리가 기준값보다 클 경우, 상기 추정된 방향으로 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어하는 단계; 및

상기 전력 수신 장치까지의 거리가 기준값보다 작을 경우, 상기 추정된 위치에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 제어하고, 상기 제어된 위상에 기초하여 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어하는 단계를 포함하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 배열 안테나의 각 안테나 소자의 위상을 결정하는 단계는,

상기 방향 또는 상기 위치에 기초하여 상기 전력 수신 장치로부터 상기 배열 안테나까지의 거리 정보가 획득된 경우, 상기 획득된 거리 정보에 기초하여 상기 각 안테나 소자 중 중심 안테나 소자로부터 상기 전력 수신 장치까지의 거리를 기준 거리로 결정하는 단계; 및

상기 결정된 기준 거리에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 제어하는 단계를 포함하는

전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선 전력 전송에 관한 것으로, 전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 전력 수신 장치의 방향 또는 위치를 추정한 후, 추정된 방향 또는 위치로 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 무선 전력 전송 시스템은 전기 에너지를 무선으로 전송하는 무선전력 전송장치와 무선전력 전송장치로부터 전기 에너지를 수신하는 무선전력 수신장치를 포함한다.

[0004] 무선 전력 전송 시스템을 이용하면, 예를 들어 휴대폰을 별도의 충전 커넥터를 연결 하지 않고 단지 휴대폰을 충전 패드에 올려놓음으로써, 휴대폰의 배터리를 충전하는 것이 가능하다.

[0005] 무선으로 전기 에너지를 전달하는 방식은, 전기 에너지를 전달하는 원리에 따라 자기 유도 방식, 자기 공진 방식 및 전자기파 방식으로 구분할 수 있다.

[0006] 자기 유도 방식은 송신부 코일과 수신부 코일 사이에서 전기가 유도되는 현상을 이용하여 전기 에너지를 전달하는 방식이다.

[0007] 자기 공진 방식은 송신부 코일에서 공진주파수로 진동하는 자기장을 생성하여 동일한 공진주파수로 설계된 수신부 코일에 에너지가 집중적으로 전달되는 방식이다.

[0008] 전자기파 또는 마이크로파 방식은 송신부에서 발생된 전자기파를 수신부에서 단일 또는 복수의 안테나를 이용하여 전자기파를 수신하여 전기 에너지로 변환하는 방식이다.

[0009] 한편, 무선 전력 전송 기술은 송신부 코일과 수신부 코일의 자기 공진 결합(magnetic resonant coupling)의 형태 내지 강도에 따라 유연하게 결합된 무선 전력 전송 기술(flexibly coupled wireless power transfer technology, 이하 'flexibly coupled technology')과 단단하게 결합된 무선 전력 전송 기술(tightly coupled wireless power transfer technology, 이하 'tightly coupled technology ')으로 구분될 수 도 있다.

[0010] 이때, 'flexibly coupled technology'의 경우 하나의 송신부 공진기와 다수의 수신부 공진기들 사이에 자기 공진 결합이 형성될 수 있기 때문에, 동시 다중 충전(Concurrent Multiple Charging)이 가능할 수 있다.

[0011] 이때, 'tightly coupled technology '는 단지 하나의 송신부 코일과 하나의 수신부 코일 간의 전력 전송(one-to-one power transmission) 만이 가능한 기술일 수 있다.

[0012] 무선 전력 전송 시스템은 가정, 사무실, 공항, 열차 안 등 복잡한 무선채널 환경에서 적용될 수 있다.

[0013] 또한, 무선 전력 전송 시스템은 3차원 공간에서 비콘 측위기술 등을 바탕으로 배열 안테나의 3차원 빔패턴을 합성하여 무선기기/IoT 디바이스/웨어러블 기기를 충전하는 환경에도 적용될 수 있다.

[0014] 일반적으로, 무선전력전송에서는 일정 수준 이상의 전력이 수신되어야 하므로, 비교적 작은 공간에서만 운용될 수 있다.

[0015] 배열 안테나에서 거리가 $2x(\text{안테나길이})^2/\text{파장}$ 이상 떨어져 있을 때 원거리장이라하고, 여기서는 횡단 평면파가 잘 진행할 수 있어, 수신전력이나 전송효율은 낮아진다.

[0016] 무선전력전송을 위한 전력 수신 장치의 위치 추정이 일차적으로 필요하다.

[0017] 그러나, GPS(Global Positioning System) 나 비콘 신호 등을 이용한 위치 추정은 아직 그 정확도가 낮다.

[0018] 따라서, 전력 수신 장치의 위치를 정확히 추정하고, 전파 집중을 통한 고효율 무선 전력 전송 방식이 제안될 필요성이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0020] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2017-0119482호, "위상 진폭 제어 알고리즘을 이용한 무선전력송신기 및 무선전력수신기"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0021] 본 발명은 가정, 사무실, 공항, 열차 안 등 복잡한 무선채널 환경에서 적용될 수 있는 무선 전력 전송 시스템을 제공하고자 한다.

[0022] 또한, 본 발명은 전력 수신 장치의 수신 전력을 측정하여 전력 수신 장치의 방향 또는 위치를 추정하는 무선 전력 전송 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

[0023] 또한, 본 발명은 전력 수신 장치가 움직이더라도 수신전력이 최대가 되도록 환경 적응적으로 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

[0024] 또한, 본 발명은 전력 수신 장치의 방향 또는 위치를 추정하고, 추정된 방향 또는 위치에 기초하여 배열 안테나에서 각 안테나 소자의 위상을 변경하여 중간거리에서도 고효율로 전력을 전송하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0026] 일실시예에 따른 전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 장치는 배열 안테나를 이용하여 빔 스캐닝을 수행하는 빔 조향부, 상기 수행된 빔 스캐닝에 기초하여 전력 수신 장치의 방향을 추정하고, 상기 전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 상기 전력 수신 장치의 위치를 추정하는 추정부, 상기 빔 조향부로 전력을 공급하는 전력 공급부 및 상기 추정된 방향 또는 위치에 기초하여 상기 배열 안테나의 각 안테나 소자의 위상을 결정하고, 상기 결정된 위상에 기초하여 상기 전력 수신 장치로 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0027] 일실시예에 따른 상기 추정부는, 상기 배열 안테나의 빔 스캐닝 방향 변화에 기초한 제1 수신전력을 모니터링하여 상기 방향을 추정하고, 상기 추정된 방향에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 변경하면서 수행된 빔 스캐닝에 기초한 제2 수신전력을 모니터링하여 상기 위치를 추정할 수 있다.

[0028] 일실시예에 따른 상기 제어부는, 상기 추정된 방향에 기초하여 상기 전력 수신 장치까지의 거리 정보가 획득된 경우, 상기 거리 정보에 기초하여 상기 전력 수신 장치까지의 거리와 기준값을 비교하고, 상기 전력 수신 장치까지의 거리가 기준값보다 클 경우, 상기 추정된 방향으로 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어할 수 있다.

[0029] 일실시예에 따른 상기 제어부는, 상기 전력 수신 장치까지의 거리가 기준값보다 작을 경우, 상기 추정된 위치에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 제어하고, 상기 제어된 위상에 기초하여 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어할 수 있다.

[0030] 일실시예에 따른 상기 제어부는, 상기 방향 또는 상기 위치에 기초하여 상기 전력 수신 장치로부터 상기 배열 안테나까지의 거리 정보가 획득된 경우, 상기 획득된 거리 정보에 기초하여 상기 각 안테나 소자 중 중심 안테나 소자로부터 상기 전력 수신 장치까지의 거리를 기준 거리로 결정하고, 상기 결정된 기준 거리에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 제어할 수 있다.

[0031] 일실시예에 따른 상기 제어부는, 상기 기준 거리보다 가까운 거리에 위치하는 안테나 소자의 위상을 감소시키고, 상기 기준 거리 보다 먼 거리에 위치하는 안테나 소자의 위상을 증가시킬 수 있다.

[0032] 일실시예에 따른 상기 빔 조향부는, 상기 제어부의 제어에 따라 상기 전력 수신 장치의 탐색 모드로 동작하거나, 상기 방향 및 상기 위치로 빔 조향을 수행하여 상기 전력 수신 장치로 상기 전력을 전송하는 전력 전송 모드로 동작할 수 있다.

[0033] 일실시예에 따른 상기 전력 공급부는, 상기 빔 조향부가 상기 전력 전송 모드로 동작할 경우 상기 빔 조향부로 기 설정된 값 이상의 전력을 공급할 수 있다.

[0034] 일실시예에 따른 상기 빔 조향부는, 상기 탐색 모드로 동작하는 경우, 상기 제어부의 제어에 따라 상기 각 안테나 소자의 위상을 시계 방향 또는 반시계 방향으로 변경하여 상기 빔 스캐닝을 수행할 수 있다.

[0035] 일실시예에 따른 상기 추정부는, 상기 전력 수신 장치와의 저 전력 블루투스(Bluetooth Low Energy, BLE) 또는 Wi-Fi를 통하여 상기 수신 전력을 모니터링할 수 있다.

[0036] 일실시예에 따른 전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 무선 전력을 전송하는 무선 전력 전송 방법은 빔 조향부에서, 배열 안테나를 이용하여 빔 스캐닝을 수행하는 단계, 추정부에서, 상기 수행된 빔 스캐닝에 기초하여 전력 수신 장치의 방향을 추정하는 단계, 상기 추정부에서, 상기 전력 수신 장치의수신 전력을 모니터링하여 상기 전력 수신 장치의 위치를 추정하는 단계, 전력 공급부에서, 상기 빔 조향부로 전력을 공급하는 단계, 제어부에서, 상기 추정된 방향 또는 위치에 기초하여 상기 배열 안테나의 각 안테나 소자의 위상을 결정하는 단계 및 상기 제어부에서, 상기 결정된 위상에 기초하여 상기 전력 수신 장치로 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0037] 일실시예에 따른 상기 전력 수신 장치의 방향을 추정하는 단계는, 상기 배열 안테나의 빔 스캐닝 방향 변화에 기초한 제1 수신전력을 모니터링하여 상기 방향을 추정하는 단계를 포함하고, 상기 전력 수신 장치의 위치를 추정하는 단계는, 상기 추정된 방향에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 변경하면서 수행된 빔 스캐닝에 기초한 제2 수신전력을 모니터링하여 상기 위치를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0038] 일실시예에 따른 상기 빔 조향부를 제어하는 단계는, 상기 추정된 방향에 기초하여 상기 전력 수신 장치까지의 거리 정보가 획득된 경우, 상기 거리 정보에 기초하여 상기 전력 수신 장치까지의 거리와 기준값을 비교하는 단계, 상기 전력 수신 장치까지의 거리가 기준값보다 클 경우, 상기 추정된 방향으로 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어하는 단계 및 상기 전력 수신 장치까지의 거리가 기준값보다 작을 경우, 상기 추정된 위치에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 제어하고, 상기 제어된 위상에 기초하여 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0039] 일실시예에 따른 상기 배열 안테나의 각 안테나 소자의 위상을 결정하는 단계는, 상기 방향 또는 상기 위치에 기초하여 상기 전력 수신 장치로부터 상기 배열 안테나까지의 거리 정보가 획득된 경우, 상기 획득된 거리 정보에 기초하여 상기 각 안테나 소자 중 중심 안테나 소자로부터 상기 전력 수신 장치까지의 거리를 기준 거리로 결정하는 단계 및 상기 결정된 기준 거리에 기초하여 상기 각 안테나 소자의 위상을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0041] 본 발명에 따르면, 가시 거리 및 비 가시거리 환경에서 3차원 공간에 대한 선택적인 무선 전력 전송을 효율적으로 제공할 수 있다.

[0042] 본 발명에 따르면, 전력 수신 장치의 움직임에 관계 없이 전력 수신 장치의 수신전력이 최대가 되도록 환경 적응적으로 무선 전력 전송을 수행할 수 있다.

[0043] 본 발명에 따르면, 근거리뿐 만 아니라 중간거리 및 원거리에서도 고효율로 무선 전력 전송을 수행할 수 있다.

[0044] 본 발명에 따르면, 수신 전력을 모니터링하여 전력 수신 장치의 위치 또는 방향을 추정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0046] 도 1은 무선 전력 전송 시스템이 적용되는 환경을 설명하기 위한 예시도이다.

도 2는 도 1과 같은 환경에서 다양한 방식으로 전력을 전송할 수 있는 무선 전력 전송 장치를 설명하기 위한 도

면이다.

도 3은 도 2에서 무선 충전 패드부의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일실시예에 따른 무선 충전 패드부의 무선 충전 패드의 구성예를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 도 4에 도시된 무선 충전 패드에 충전 대상 디바이스가 놓인 경우 무선 충전 패드의 동작 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 도 3에 도시된 구동 제어부 및 코일 구동부의 구성예를 나타내는 도면이다.

도 7은 일실시예에 따른 코일 구동부의 구성 예 및 소형 전력 전송 코일과 코일 구동부의 연결관계를 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 도 2에서 근접장 전력 전송부의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 도 2에서 마이크로파 전력 전송부의 구성 및 동작 환경을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 도 2에서 마이크로파 전력 전송부의 다른 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 도 10에 도시된 마이크로파 전력 전송부의 빔 형성 방식을 설명하기 위한 도면이다.

도 12 및 도 13은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 구성 요소를 설명하기 위한 도면이다.

도 14는 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치가 빔 스캐닝을 수행하는 동작 환경을 설명하기 위한 도면이다.

도 15는 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치가 무선 전력 전송을 수행하는 동작 환경을 설명하기 위한 도면이다.

도 16은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 방법과 관련된 흐름도를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0048] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0049] 본 명세서에서 사용되는 “실시예”, “예”, “측면”, “예시” 등은 기술된 임의의 양상(aspect) 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되어야 하는 것은 아니다.

[0050] 또한, '또는' 이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or' 를 의미한다. 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다' 라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.

[0051] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 단수 표현("a" 또는 "an")은, 달리 언급하지 않는 한 또는 단수 형태에 관한 것이라고 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 일반적으로 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.

[0052] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 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.

[0053] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0054] 한편, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는

용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0056] 도 1은 무선 전력 전송 시스템이 적용되는 환경을 설명하기 위한 예시도이다.

[0057] 도 1에 도시된 바와 같이, 무선 전력 전송 환경은 가정의 거실, 룸(room), 사무실, 공항, 열차와 같은 3차원 공간일 수 있다.

[0058] 3차원 공간 상에서 전력 전송은 자기 유도 방식 또는 자기 공진 방식의 근접 장 전송(Near field Wireless Power Transform)을 사용할 수 있다. 또한, 전력 수신 장치의 위치나 종류에 따라 근거리 및 원거리를 커버할 수 있는 마이크로파 방식이 사용될 수 있다.

[0059] 한편, 전력 수신 장치는 통신 디바이스일 수 있고, 3차원 공간 상에는 전자기파로부터 에너지를 수집할 수 있는 RF Harvesting Device가 구비될 수 도 있다.

[0061] 도 2는 도 1과 같은 환경에서 다양한 방식으로 전력을 전송할 수 있는 무선 전력 전송 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0062] 도 1을 참조하면, 전력 전송 장치는 무선 충전 패드부(210), 근접장 전력 전송부(220) 및 마이크로파 전력 전송부(230) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0063] 다시 말해, 도 2에 무선 충전 패드부(210), 근접장 전력 전송부(220) 및 마이크로파 전력 전송부(230)가 모두 도시되어 있으나, 3차원 공간 환경에 따라 어느 하나의 전력 전송 방식을 사용하는 전력 전송 장치만이 구비될 수 도 있다.

[0064] 따라서, 이하의 설명에서 무선 전력 전송 장치 또는 전력 전송 장치는 무선 충전 패드부(210), 근접장 전력 전송부(220) 및 마이크로파 전력 전송부(230) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0065] 제어부(240)는 무선 충전 패드부(210), 근접장 전력 전송부(220) 및 마이크로파 전력 전송부(230) 중 적어도 어느 하나의 동작을 제어할 수 있다.

[0066] 제어부(240)는 3차원 공간의 환경을 모니터링할 수 있고, 모니터링 결과에 기초하여 무선 충전 패드부(210), 근접장 전력 전송부(220) 및 마이크로파 전력 전송부(230) 중 적어도 어느 하나의 동작을 제어할 수 있다.

[0067] 예를 들어, 제어부(240)는 원거리 전송이 필요 없는 경우 무선 충전 패드부(210) 및 근접장 전력 전송부(220)를 동작하도록 하고, 마이크로파 전력 전송부(230)는 동작하지 않도록 제어 기능을 수행할 수 있다.

[0068] 무선 충전 패드부(210)는 자기 유도 방식 또는 자기 공진 방식으로 전력을 전송할 수 있다.

[0069] 근접장 전력 전송부(220)는 자기 공진 방식으로 3차원 공간에 전력을 전송할 수 있다.

[0070] 마이크로파 전력 전송부(230)는 마이크로파 전력 전송 방식으로 3차원 공간에 전력을 전송할 수 있다.

[0071] 한편, 원거리 장(Far Field)은 송수신단 사이의 거리가 '2x(안테나길이)^2/파장' 이상인 경우로 정의될 수 있다.

[0073] 도 3은 도 2에서 무선 충전 패드부의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0074] 도 3에 도시된 장치는 무선 충전 패드(도시 되지 않음)와 무선 충전 패드 구동 장치(210)를 포함할 수 있다. 이때, 무선 충전 패드는 도 4와 같이 구성될 수 있다.

[0075] 무선 충전 패드 구동장치는 구동 제어부(315) 및 코일 구동부(317)를 포함한다. 무선 충전 패드 구동장치는 코일 결정부(313) 및 스캐닝 제어부(311)를 더 포함할 수 있다.

[0076] 일실시예에 따른 무선 충전 패드 구동장치는 복수의 소형 전력 전송 코일로 구성된 무선 충전 패드의 소형 전력 전송 코일들 각각을 독립적으로 구동 제어하는 구동 제어부(315) 및 구동 제어부(315)에서 입력되는 제1 제어 신호 또는 제2 제어 신호에 따라 복수의 소형 전력 전송 코일 각각을 구동하는 복수의 구동 모듈로 구성될 수

있다.

[0077] 스캐닝 제어부(311)는 복수의 소형 전력 전송 코일들로 구성된 무선 충전 패드 위의 충전 대상 디바이스를 검출하기 위해 상기 무선 충전 패드를 스캐닝한다.

[0078] 스캐닝 제어부(311)는 각각의 소형 전력 전송 코일들의 임피던스 변화, 압력 변화 중 적어도 어느 하나를 이용하여 해당 소형 전력 전송 코일 위에 충전 대상 디바이스가 놓여 있는지를 검출 할 수 있다.

[0079] 코일 결정부(313)는 복수의 소형 전력 전송 코일 들 중 상기 충전 대상 디바이스의 하부에 위치하는 구동 대상 전력 전송 코일들을 확인하고, 상기 복수의 소형 전력 전송 코일 들 중 상기 구동 대상 전력 전송 코일들을 감싸는 주변 전력 전송 코일들을 확인한다.

[0080] 구동 제어부(315)는 상기 구동 대상 전력 전송 코일들에 제1 위상을 갖는 제1 구동 전압을 인가하도록 제1 제어 신호를 생성하고, 상기 주변 전력 전송 코일들에 상기 제1 위상과 다른 위상을 갖는 제2 구동 전압을 인가하도록 제2 제어 신호를 생성할 수 있다.

[0081] 이때, 구동 대상 전력 전송 코일은 충전 대상 디바이스에 매칭되는 소형 전력 전송 코일 일 수 있다. '충전 대상 디바이스에 매칭된다'는 것은 충전 대상 디바이스의 하부에 위치하거나 충전 대상 디바이스로 전력을 전송할 수 있도록 충전 대상 디바이스의 주변에 있는 것을 의미할 수 있다.

[0082] 이때, 제1 제어 신호는 도 6 및 도 7에서 'A'로 표시한 신호와 'A' 신호와 위상이 반대인 'B' 신호 중 'A' 신호를 선택하도록 코일 구동부(317)를 제어하는 'Select' 신호 일 수 있다.

[0083] 또한, 제2 제어 신호는 도 6 및 도 7에서 'A'로 표시한 신호와 'A' 신호와 위상이 반대인 'B' 신호 중 'B' 신호를 선택하도록 코일 구동부(317)를 제어하는 'Select' 신호 일 수 있다.

[0084] 코일 구동부(317)는 상기 제1 구동 신호 및 상기 제2 구동 신호를 무선 충전 패드에 인가한다.

[0086] 도 4는 일실시예에 따른 무선 충전 패드부의 무선 충전 패드의 구성예를 설명하기 위한 도면이다.

[0087] 도 4를 참조하면, 복수의 소형 전력 전송 코일들(410)은 무선 충전 패드 상에 겹쳐지지 않는 구조인 테셀레이션(tesselation) 구조로 배치될 수 있다.

[0088] 또한, 도 5는 무선 충전 패드상에 충전 대상 디바이스인 'DEVICE'가 놓여 있는 예를 나타낸다.

[0089] 이때, 전체 소형 전력 전송 코일 들 중 'DEVICE'가 위치하고 있는 육각형 굵은 선 내부의 소형 전력 전송 코일들만 동작 하도록 제어 될 수 있다.

[0091] 도 5는 도 4에 도시된 무선 충전 패드에 충전 대상 디바이스가 놓인 경우 무선 충전 패드의 동작 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0092] 도 3 및 도 5를 참조하면, 스캐닝 제어부(311)는 각각의 소형 전력 전송 코일들의 임피던스 변화, 압력 변화 중 적어도 어느 하나를 이용하여 해당 소형 전력 전송 코일 위에 충전 대상 디바이스가 놓여 있는지를 검출 할 수 있다.

[0093] 예를 들어, 임피던스 변화를 이용하여 스캐닝하는 경우 충전 대상 디바이스가 놓인 코일의 경우 기 설정된 범위를 벗어나는 임피던스 변화가 발생하면 해당 코일 위에 충전 대상 디바이스가 놓인 것으로 판단할 수 있다.

[0094] 또한, 각각의 소형 전력 전송 코일에 압력 감지 센서가 구비된 경우 충전 대상 디바이스가 놓인 압력 감지 센서는 압력 변화를 통해 디바이스를 검출 할 수 있다.

[0095] 스캐닝 제어부(311)는 무선 충전 패드를 스캐닝함으로써, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28 코일들 위에 충전 대상 디바이스가 위치하고 있음을 검출할 수 있다.

[0096] 스캐닝 제어부(311)에서 스캐닝을 수행한 결과, 충전 대상 디바이스가 놓인 위치의 하부에 구비된 코일들이 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28 코일들로 검출된 경우, 코일 결정부(313)는 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28 코일들 각각이 구동 대상 전력 전송 코일들임을 확인할 수 있다.

[0097] 또한, 코일 결정부(313)는 복수의 소형 전력 전송 코일 들 중 상기 구동 대상 전력 전송 코일들인 10, 11, 12,

13, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28 코일들을 감싸는 2, 3, 4, 5, 6, 9, 14, 16, 22, 24, 29, 32, 33, 34, 35, 36번 코일들이 주변 전력 전송 코일들임을 확인할 수 있다.

[0098] 도 5에 도시된 예에서, 시계 방향 화살표는 제1 위상을 의미하고, 반 시계 방향 화살표는 제2 위상을 의미한다.

[0099] 코일 구동부(317)는 제1 제어 신호를 입력 받은 경우 제1 구동 신호를 해당 소형 전력 전송 코일로 출력하고, 제2 제어 신호를 입력 받은 경우 제2 구동 신호를 해당 소형 전력 전송 코일로 출력할 수 있다.

[0100] 예를 들어, 코일 구동부(317)는 구동 대상 전력 전송 코일들인 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28 코일들 각각에 제1 구동 신호를 출력하고, 주변 전력 전송 코일들인 2, 3, 4, 5, 6, 9, 14, 16, 22, 24, 29, 32, 33, 34, 35, 36 코일들 각각에 제2 구동 신호를 출력할 수 있다.

[0101] 이와 같이, 충전 대상 디바이스가 위치한 곳에 놓인 코일들을 동작 시킴으로써 충전 대상 디바이스에 전력이 전송되도록 하고, 충전 대상 디바이스가 위치한 코일들 주변의 코일들은 반대 위상을 갖도록 동작 시킴으로써, 충전 대상 디바이스로 향하는 자기력 선이 증가하고 외부로 퍼지는 자기력 선은 감소시킬 수 있다.

[0102] 따라서, 충전 대상 디바이스로 전송하는 전력을 증가시키는 경우에도 전력 전송 효율을 유지하고 외부에 자기력 선이 미치는 영향을 줄일 수 있다.

[0104] 도 6은 도 3에 도시된 구동 제어부 및 코일 구동부의 구성예를 나타내는 도면이다.

[0105] 도 6에 도시된 예는 하나의 구동 제어부(제1 구동 제어부, 631)가 4개의 구동 모듈들(642, 643, 645, 647)을 제어하는 예를 나타낸다.

[0106] 다시 말해, 도 9에 도시되지는 않았지만, 구동 제어부는 제1 구동 제어부(931)외에 제2 구동 제어부 및 제3 구동 제어부 등 복수로 구비될 수 있다.

[0107] 이때, 제1 구동 제어부(931)는 8개의 출력 신호 단자(601~908)를 갖는 쉬프트 레지스터일 수 있다.

[0108] 따라서, 쉬프트 레지스터와 같은 제1 구동 제어부(931)를 캐스케이딩 형태로 연결하는 경우 소형 전력 전송 코일들을 개별적으로 구동시키기 위한 회로는 선형적으로 확장될 수 있다.

[0109] 구동 모듈들(642, 643, 645, 647) 각각은 소형 전력 전송 코일에 연결 될 수 있다.

[0110] 예를 들어, 제1 구동 모듈(642)은 제1 소형 전력 전송 코일에 연결되고, 제2 구동 모듈(643)은 제2 소형 전력 전송 코일에 연결되고, 제3 구동 모듈(645)은 제3 소형 전력 전송 코일에 연결되고, 제4 구동 모듈(647)은 제4 소형 전력 전송 코일에 연결될 수 있다.

[0111] 따라서, 무선 충전 패드에 36개의 소형 전력 전송 코일이 구비된 경우, 무선 충전 구동 장치는 36개의 구동 모듈 및 9개의 구동 제어부를 포함할 수 있다.

[0112] 따라서, 일실시예에 따른 무선 충전 패드의 구동 장치는 복수의 소형 전력 전송 코일로 구성된 제1 무선 충전 모듈의 소형 전력 전송 코일들 각각을 독립적으로 구동 제어하는 제1 구동 제어부 및 복수의 소형 전력 전송 코일로 구성된 제2 무선 충전 모듈의 소형 전력 전송 코일들 각각을 독립적으로 구동 제어하는 제2 구동 제어부를 포함할 수 있다.

[0113] 이때, 제2 구동 제어부의 일단은 상기 제1 구동 제어부에 연결되고, 상기 제2 구동 제어부의 타단은 제3 구동 제어부에 연결되어 무선 충전 모듈의 확장을 지원할 수 있다.

[0114] 다시 도 6을 참조하면, 코일 구동부는 복수의 소형 전력 전송 코일들 각각에 연결되는 복수의 구동 모듈들(642, 643, 645, 647)을 포함한다.

[0115] 또한, 코일 구동부는 제1 위상을 갖는 제1 스위칭 신호(A) 및 상기 제2 위상을 갖는 제2 스위칭 신호(B)를 상기 복수의 구동 모듈(642, 643, 645, 647) 각각에 인가하는 2개의 버스 라인을 포함할 수 있다.

[0116] 제1 구동 제어부(631)는 각각의 구동 모듈로 해당 구동 모듈이 동작하도록 제어하는 인에이블(enable) 신호와 제1 제어 신호 또는 제2 제어 신호를 인가한다.

[0117] 제1 구동 제어부(631)는 구동 대상 전력 전송 코일들 및 상기 주변 전력 전송 코일들 각각에 연결된 구동 모듈들에 인에이블(enable) 신호를 인가하고, 상기 제1 제어 신호 또는 상기 제2 제어 신호를 상기 인에이블

(enable) 신호가 인가되는 구동 모듈들에 인가할 수 있다.

[0118] 예를 들어, 제1 구동 모듈(642)이 구동 대상 전력 전송 코일에 연결된 구동 모듈인 경우, 참조부호 601단자로 인에이블 신호가 출력되고, 참조부호 602 단자로 제1 제어 신호가 출력될 수 있다.

[0119] 예를 들어, 제4 구동 모듈(647)이 주변 전력 전송 코일에 연결된 구동 모듈인 경우, 참조부호 607단자로 인에이블 신호가 출력되고, 참조부호 608 단자로 제2 제어 신호가 출력될 수 있다.

[0121] 도 7은 일실시예에 따른 코일 구동부의 구성 예 및 소형 전력 전송 코일과 코일 구동부의 연결관계를 설명하기 위한 도면이다.

[0122] 도 7을 참조하면, 참조부호 710은 하나의 소형 전력 전송 코일의 등가 회로를 나타낸다.

[0123] 소형 전력 전송 코일(710)의 일단은 구동전압 Vcc 가 연결되고 타 단은 코일 구동부 내에 구비된 스위칭 소자(720)에 연결될 수 있다.

[0124] 이때, 코일 구동부는 소형 전력 전송 코일(710)에 연결되는 스위칭 소자(720), 멀티플렉서(750) 및 앤드 게이트(And gate) 소자(760)를 포함할 수 있다.

[0125] 코일 구동부는 참조부호 730 단자를 통해 인에이블 신호를 입력 받고, 참조부호 740 단자를 통해 제어 신호를 입력 받을 수 있다.

[0126] 이때, 멀티플렉서(750)는 740 단자를 통해 입력되는 제어신호가 제1 제어 신호인 경우 제1 스위칭 신호인 A 신호를 출력하고, 740 단자를 통해 입력되는 제어신호가 제2 제어 신호인 경우 제2 스위칭 신호인 B 신호를 출력할 수 있다.

[0127] 앤드 게이트(And gate) 소자(760)는 730 단자를 통해 입력되는 인에이블 신호 및 멀티플렉서(750)의 출력신호를 입력 받아 스위칭 소자(720)를 제어할 수 있다.

[0128] 예를 들어, 소형 전력 전송 코일(710)이 구동 대상 전력 전송 코일인 경우, 740 단자로 제1 제어 신호가 입력되고, 스위칭 소자(720)는 도 11에 도시된 A 신호와 같은 스위칭 신호에 의해 온/오프(On/Off)될 수 있다.

[0129] 스위칭 소자(720)의 온/오프(On/Off)에 따라 구동 전압 Vcc가 소형 전력 전송 코일(710)에 인가됨으로써, 소형 전력 전송 코일(710)은 제1 위상을 갖는 제1 구동 전압으로 동작하게 된다.

[0130] 예를 들어, 스위칭 소자(720)가 NMOS 트랜지스터인 경우, NMOS 트랜지스터가 온(On)되는 시간 구간에서 소형 전력 전송 코일(710)의 캐패시터는 충전이 되고, NMOS 트랜지스터가 오프(Off)되는 시간 구간에서 소형 전력 전송 코일(710)의 캐패시터는 방전이 일어나게 되며, 이러한 충전 및 방전의 반복을 통해 인덕터의 자기장이 제어될 수 있다.

[0132] 도 8은 도 2에서 근접장 전력 전송부의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0133] 도 8을 참조하면, 근접장 전력 전송부는 복수의 전력 전송 코일을 포함하는 코일부(810), 전력 분배기(815), 제1 증폭부(820), 제2 증폭부(830), 위상 변위기(840) 및 제어부(850)을 포함할 수 있다.

[0134] 코일부(810)는 자기 공진 방식으로 수신 코일로 무선 전력을 전송한다.

[0135] 예를 들어, 코일부(810)는 2개의 자기 공진 코일(811, 813)을 포함할 수 있다.

[0136] 제1 자기 공진 코일(811)과 제2 자기 공진 코일(813)은 각각 단일 수신 코일과 자기 결합을 형성함으로써, 무선으로 전력을 전송할 수 있다.

[0137] 이와 같이 복수의 송신 코일과 단일 수신 코일로 구성되는 환경을 Multi Input Single Output(MISO) 시스템이라 표현할 수 있다.

[0138] 한편, 단일 송신 코일 또는 단일 송신기와 단일 수신 장치로 구성되는 환경은 Single Input Single Output(SISO) 시스템이라 표현할 수 있다.

[0139] MISO 시스템은 SISO 시스템에 비해 효율적으로 전력을 전송할 수 있고, 전력 수신 장치가 이동하는 환경에서도

SISO 시스템에 비해 우수한 성능을 가질 수 있다.

[0140] 다만, MISO 시스템도 송신 코일과 수신 코일의 정렬 상태에 따라 자기 결합이 크게 영향을 받을 수 있다.

[0141] 제1 자기 공진 코일(811)과 제2 자기 공진 코일(813)로 공급되는 전류의 위상을 다르게 제어하는 경우, 송신 코일과 수신 코일의 정렬 상태에 크게 영향을 받지 않고 자기 결합이 형성될 수 있다.

[0142] 전력 분배기(815)는 전원으로부터 공급되는 전력을 분배하고, 분배된 전력을 제1 증폭부(820)와 위상 변위기(840)로 출력할 수 있다.

[0143] 위상 변위기(840)는 입력된 전력의 위상을 변경할 수 있다.

[0144] 위상 변위기(840)는 입력 전류의 위상을 조정함으로써, 제2 증폭부(830)로 공급되는 전류의 위상을 조정할 수 있다.

[0145] 따라서, 제1 자기 공진 코일(811)과 제2 자기 공진 코일(813)로 공급되는 전류의 위상은 다르게 조정될 수 있다.

[0146] 예를 들어, 제1 자기 공진 코일(811)과 제2 자기 공진 코일(813)로 공급되는 전류의 위상차는 0~180도(degree)로 설정될 수 있다.

[0147] 이러한 위상 제어를 통해 MISO 시스템에서 수신기의 움직임에 의한 효율 저하 문제를 해소할 수 있다.

[0149] 도 9는 도 2에서 마이크로파 전력 전송부의 구성 및 동작 환경을 설명하기 위한 도면이다.

[0150] 도 9를 참조하면, 마이크로파 전력 전송부는 복수의 안테나 소자(element1, element2,,,elementN)를 포함하는 어레이 안테나부(930)를 포함할 수 있다.

[0151] 어레이 안테나부(930)는 복수의 안테나 소자들 각각에 대한 위상 및 분포 전류의 크기 등을 제어함으로써, 방사 특성을 조정할 수 있다.

[0152] 이때, 각각의 방사 소자의 급전 위상을 조절하여, 수신 안테나의 위치에서 전기장이 동위상으로 더해지게 함으로써 수신 전력을 최대화 할 수 있다.

[0153] 일반적으로, 배열 안테나로부터 수신 안테나 사이의 거리는 매우 먼 거리로 가정한다. 따라서, 안테나 사이의 전력 전송 효율은 배열 안테나의 각 안테나 소자로부터 수신 안테나 사이의 거리는 같다고 가정한 후에 수학식 1의 Friis 공식을 적용하여 계산될 수 있다.

[0154] [수학식 1]

$$\eta = \frac{P_r}{P_t} = \frac{G_t G_r}{\left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right)^2}$$

[0155]

[0156] 수학식 1에서, P_r은 수신 전력, P_t는 송신 전력, R은 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 거리, G_t는 송신 안테나의 이득, G_r은 수신 안테나의 이득을 나타낸다.

[0157] 그러나, 근접장 또는 중간거리 무선 전력 전송을 위한 환경에서 배열 안테나의 각 안테나 소자로부터 수신 안테나 사이의 거리는 서로 다르기 때문에 일반적인 Friis 공식을 적용할 수 없다.

[0158] 따라서, 도 2의 제어부(240) 또는 마이크로파 전력 전송부(230)는 전력 전송 효율을 계산함에 있어서, 실제 무선 전력 전송을 위한 환경을 고려하여 전력 전송 효율을 계산한다.

[0159] 도 2의 제어부(240) 또는 마이크로파 전력 전송부(230)는 전력 수신 장치와의 통신을 통해 수신 전력에 대한 정보를 수신하고, 하기 수학식 2에 기초하여 전력 전송 효율을 계산할 수 있다. 또한, 제어부(240)는 수학식 2에 기초하여 근거리부터 원거리까지 전력 전송 효율을 계산할 수 있다.

[0160] 즉, 각 송신 방사소자에서 입력전력의 크기가 각각 P_1, P_2,…,P_N이고 수신 안테나와 각각의 방사 소자 사이의 거

리는 R_1, R_2,…,R_N이며 각 방사소자가 동일한 이득 G_{t0} 를 갖고, 안테나 이득이 G_r인 수신 안테나로의 전력전송 효율은 수학식 2와 같이 표현될 수 있다.

[0161] [수학식 2]

$$\eta = \frac{P_{rec}}{P_{in}} = \frac{G_{t_0} G_r}{\sum_{i=1}^{N} P_i} \left(\frac{\lambda_0}{4\pi} \right)^2 \left(\sum_{i=1}^{N} \frac{\sqrt{P_i}}{R_i} \right)^2$$

[0162]

[0163] 수학식 2에서, 송신단의 방사소자와 수신안테나 사이의 거리의 평균을 수학식 3과 같이 정의할 수 있고, 일실시예에 따른 전력 전송 효율 계산 방식은 수학식 4와 같이 표현될 수 있다.

[0164] [수학식 3]

$$R_{mean} = \frac{N}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots \frac{1}{R_N}}, \left(R_{shortest} < R_{mean} < \frac{\sum_{i=1}^{N} R_i}{N} \right)$$

[0165]

[0166] [수학식 4]

$$\eta = \frac{P_r}{P_t} = \frac{G_t G_r}{\left(\frac{4\pi R_{mean}}{\lambda} \right)^2}$$

[0167]

[0169] 도 10은 도 2에서 마이크로파 전력 전송부의 다른 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0170] 도 10에 도시된 마이크로파 전력 전송부는 배열 안테나(도시 되지 않음)를 이용하여 다중 빔 형성을 제어할 수 있다.

[0171] 확인부(1010)는 전파 시뮬레이션(full-wave simulation)을 통해 배열 안테나의 방사패턴에 대한 정보를 확인한다. 예를 들어, 전파 시뮬레이션은 HFSS(High Frequency Structure Simulator)를 사용할 수 있다.

[0172] 확인부(1010)는 배열 안테나를 구성하는 단일 안테나 각각의 방사패턴을 확인한다. 방사패턴은 배열 안테나의 배열 위치와 주변 단일 안테나와의 간섭에 의해 변형된 방사패턴일 수 있다.

[0173] 확인부(1010)는 확인된 배열 안테나를 구성하는 단일 안테나들의 방사패턴의 평균 값을 계산하여 배열 안테나의 방사패턴에 대한 정보를 생성한다.

[0174] 확인부(1010)는 배열 안테나를 구성하는 단일 안테나 중 적어도 어느 하나의 방사패턴만을 확인할 수도 있다.

[0175] 배열 안테나의 방사패턴에 대한 정보는 배열 안테나를 구성하는 임의의 단일 안테나 하나의 방사패턴 값일 수도 있고, 배열 안테나를 구성하는 단일 안테나 중 적어도 둘 이상의 평균 값일 수도 있으며, 배열 안테나를 구성하는 단일 안테나 전부의 평균 값일 수도 있다.

[0176] 확인부(1010)는 배열 안테나의 방사패턴에 대한 정보를 확인하기 전에 배열 안테나의 방사특성에 대한 정보를 확인할 수 있다.

[0177] 방사특성에 대한 정보는 주 빔의 수, 빔 폭, 눌(null) 구간, 조향각, 조향 범위, 단일 안테나 간 간격 등에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[0178] 예를 들면, 사용자가 세 개의 주 빔 형성을 필요로 하는 경우, 세 개의 주 빔 형성에 대한 정보를 포함할 수 있

다.

[0179] 확인부(1010)는 방사특성에 대한 정보를 사용자로부터 본 발명의 일실시예에 따른 다중 빔 형성 제어 장치와 연결된 입력장치를 통해 입력 받을 수 있다.

[0180] 확인부(1010)는 배열 안테나의 방사특성에 대한 정보에 기초하여 단일 안테나들의 방사패턴을 전파 시뮬레이션을 통해 확인할 수도 있다.

[0181] 결정부(1020)는 방사패턴에 대한 정보(AEP)에 기초하여 배열 인수(AF, Array Factor)를 결정한다.

[0182] 배열 인수(AF)는 최적의 이득과 조향 성능을 갖도록 결정될 수 있다.

[0183] 배열 인수(AF)는 방사패턴에 대한 정보(AEP)의 역수 형태를 가진다.

[0184] 배열 인수(AF)는 배열 안테나가 N 개의 단일 안테나로 구성된 경우 하기 수학식 5로 표현될 수 있다.

[0185] [수학식 5]

$$AF(\psi) = \sum_{n=1}^{N} \frac{A_n e^{-j(n-1)\psi}}{AEP(\theta)}, (\psi = \beta d \sin\theta)$$

[0186]

[0187] 여기서, A_n은 n 번째 단일 안테나의 진폭, AEP는 방사패턴에 대한 정보, θ는 조향 각도, d는 단일 안테나 간 간격, β는 전파 상수, ψ는 인접한 단일 안테나 사이의 위상차를 나타낸다.

[0188] 파워 계산부(1030)는 배열 인수에 기초하여 배열 안테나를 구성하는 단일 안테나 각각의 진폭과 위상을 계산할 수 있다.

[0189] 배열 안테나를 구성하는 단일 안테나 각각의 진폭(A_n)과 위상($\emptyset_n$)의 계산은 하기 수학식 6으로 표현될 수 있다.

[0190] [수학식 6]

$$A_n e^{j\emptyset_n} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} AF(\psi) e^{-jn\psi} d\psi, (\psi = \beta d \sin\theta)$$

[0191]

[0192] 여기서, AF는 배열 인수, AEP는 방사패턴에 대한 정보, θ는 조향 각도, n은 단일 안테나의 인덱스, d는 단일 안테나 간 간격, β는 전파 상수, A_n는 n 번째 단일 안테나의 진폭, $\emptyset_n$는 n 번째 단일 안테나의 위상, ψ는 인접한 단일 안테나 사이의 위상차를 나타낸다.

[0193] 제어부(1040)는 계산된 각각의 진폭(A_n)과 위상($\emptyset_n$)에 기초하여 단일 안테나 각각을 제어한다.

[0194] 제어부(1040)는 단일 안테나 각각이 계산된 진폭(A_n)과 위상($\emptyset_n$)이 입력되도록 단일 안테나 각각을 제어한다.

[0195] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따른 다중 빔 형성 제어 장치는 방사패턴에 대한 정보(AEP)가 고려된 배열 인수(AF)를 이용해 단일 안테나 각각의 진폭과 위상을 계산 및 제어하여 오차를 최소화하고, 다양한 빔 형태를 더욱 정밀하게 형성할 수 있다.

[0196] 또한, 마이크로파 무선전력전송에서 전력전송 효율에 직접적인 영향을 미치는 조향 및 멀티 빔 형성 시 이득 개선도 가능하다.

[0197] 이는 마이크로파 무선전력전송의 전력전송 효율을 개선할 뿐만 아니라 다중 장비의 동시 충전 및 회피 기술의 개선을 의미한다.

[0199] 도 11은 도 10에 도시된 마이크로파 전력 전송부의 빔 형성 방식을 설명하기 위한 도면이다.

[0200] 도 11에서 (a)는 종래 기술에 따른 빔 형성 방식을 도 11에서 (b)는 본 발명의 실시예에 따른 빔 형성 방식을

설명한다.

[0201] 도 11을 참조하면, 배열 안테나의 전계패턴(Radiation Pattern)은 방사패턴에 대한 정보(AEP)와 배열 인수(AF)의 곱으로 나타내어진다.

[0202] 여기서, 전계패턴(Radiation Pattern)은 단일 안테나 각각의 방사패턴이 결합된 배열 안테나 전체의 방사패턴을 의미한다.

[0203] 종래 기술은 방사패턴(1111)과 배열 인수(1112)를 곱하여 전계패턴(Radiation Pattern)(1113)을 계산한다. 이 경우 배열 안테나의 배열 위치와 주변 단일 안테나와의 간섭에 의해 변형된 방사 패턴이 고려되지 않아 이득 감소 및 빔 조향 각의 오차가 발생할 수 있다.

[0204] 하지만, 본 발명의 실시예에 따른 방법은 배열 인수(AF)에 방사패턴(AEP)의 역수를 곱하고 방사패턴의 역수가 곱해진 배열 인수(1122)에 방사패턴(1121)을 곱함으로써 전계패턴(Radiation Pattern) (1123)을 계산한다.

[0205] 이 경우 두 조향 각(ψ_1 , ψ_2)에서 모두 같은 크기 값을 가지며 다중 빔을 형성함을 확인할 수 있다.

[0206] 이처럼 원하는 조향각에서 이득이 개선된 다중 빔을 형성할 수 있다.

[0208] 도 12는 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 구성 요소를 설명하기 위한 도면이다.

[0209] 도 12를 참고하면, 무선 전력 전송 장치(1200)는 빔 조향부(1210), 추정부(1220), 전력 공급부(1230) 및 제어부(1240)를 포함한다.

[0210] 본 발명의 일실시예에 따르면 빔 조향부(1210)는 배열 안테나를 이용하여 빔 스캐닝을 수행한다.

[0211] 즉, 빔 조향부(1210)는 빔 조향 방향을 변경하면서 빔 스캐닝을 수행한다.

[0212] 일례로, 빔 조향부(1210)는 영역의 바닥 또는 천장에서 빔 스캐닝을 수행하는 제1 빔 조향부와, 무선충전 영역의 좌측 또는 우측 벽에서 빔 스캐닝을 수행하는 제2 빔 조향부 및 제2 빔 조향부의 맞은편에서 빔 스캐닝을 수행하는 제3 빔 조향부를 포함할 수 있다.

[0213] 본 발명의 일실시예에 따르면 빔 조향부(1210)는 동작 모드 제어에 따라 전력 수신 장치의 탐색 모드로 동작하거나, 전력 수신 장치의 방향으로 빔 조향을 수행하여 전력 수신 장치로 전력을 전송하는 전력 전송 모드로 동작할 수 있다.

[0214] 일례로, 빔 조향부(1210)는 탐색 모드로 동작하는 경우, 제어부(1240)의 제어에 따라 각 안테나 소자의 위상을 시계 방향 또는 반시계 방향으로 변경하여 빔 스캐닝을 수행할 수 있다.

[0215] 예를 들어, 빔 조향부(1210)는 각 안테나 소자의 위상을 시계 방향 또는 반시계 방향으로 0도 내지 180도로 변경할 수 있다.

[0216] 본 발명의 일실시예에 따르면 추정부(1220)는 빔 스캐닝에 기초하여 전력 수신 장치의 방향을 추정한다.

[0217] 본 발명의 일실시예에 따르면 추정부(1220)는 전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 전력 수신 장치의 위치를 추정할 수 있다.

[0218] 일례로, 추정부(1220)는 배열 안테나의 빔 스캐닝에 기초한 제1 수신전력을 모니터링하여 전력 수신 장치의 방향을 추정할 수 있다.

[0219] 또한, 추정부(1220)는 추정된 방향에 기초하여 각 안테나 소자의 위상을 변경하면서 수행된 빔 스캐닝에 기초한 제2 수신전력을 모니터링하여 전력 수신 장치의 위치를 추정할 수 있다.

[0220] 본 발명의 일실시예에 따르면 추정부(1220)는 전력 수신 장치와의 저 전력 블루투스(Bluetooth Low Energy, BLE) 또는 Wi-Fi를 통하여 수신 전력을 모니터링할 수 있다.

[0221] 본 발명에 따르면, 근거리뿐 만 아니라 중간거리 및 원거리에서도 고효율로 무선 전력 전송을 수행할 수 있다.

[0222] 예를 들어, 중간 거리는 근거리 무선전력 전송을 수행하는 거리와 원거리 무선전력 전송을 수행하기 위한 거리에서 산술적으로 중간에 해당하는 거리를 포함한다.

[0223] 일례로, 추정부(1220)는 전력 수신 장치의 이동에 따른 수신 전력 차이에 기초하여 전력 수신 장치의 이동에 따른 방향 또는 위치를 추정한다.

[0224] 본 발명에 따르면, 전력 수신 장치의 움직임에 관계 없이 전력 수신 장치의 수신전력이 최대가 되도록 환경 적응적으로 무선 전력 전송을 수행할 수 있다.

[0225] 본 발명의 일실시예에 따르면 전력 공급부(1230)는 빔 조향부로 전력을 공급한다.

[0226] 일례로, 전력 공급부(1230)는 빔 조향부가 전력 전송 모드로 동작할 경우 빔 조향부로 기 설정된 값 이상의 전력을 공급한다.

[0227] 예를 들어, 전력 공급부(1230)는 빔 조향부(1210)로 공급되는 전력은 전력 수신 장치의 탐색 모드에 비교하여 공급 전력을 증가할 수 있다.

[0228] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(1240)는 전력 수신 장치의 방향 또는 위치에 기초하여 각 안테나 소자의 위상을 결정한다.

[0229] 또한, 제어부(1240)는 전력 수신 장치와 각 안테나 소자 사이의 각 거리에 따라 각 안테나 소자의 위상을 결정할 수 있다.

[0230] 일례로 제어부(1240)는 전력 수신 장치의 방향 또는 위치에 따라 결정된 위상에 기초하여 전력 수신 장치로 전력을 전송하도록 빔 조향부(1210)를 제어할 수 있다.

[0231] 즉, 제어부(1240)는 전력 수신 장치의 방향 또는 위치에 따라 결정된 각 안테나 소자의 위상에 기초하여 배열 안테나의 모든 안테나 소자의 빔을 전력 수신 장치로 집중시킬 수 있다.

[0232] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(1240)는 추정된 방향에 기초하여 전력 수신 장치까지의 거리 정보가 획득된 경우, 거리 정보에 기초하여 전력 수신 장치까지의 거리와 기준값을 비교할 수 있다.

[0233] 일례로, 제어부(1240)는 전력 수신 장치까지의 거리가 기준값보다 클 경우, 상기 추정된 방향으로 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어할 수 있다.

[0234] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(1240)는 전력 수신 장치까지의 거리가 기준값보다 작을 경우, 추정된 위치에 기초하여 각 안테나 소자의 위상을 제어할 수 있다.

[0235] 일례로, 제어부(1240)는 제어된 위상에 기초하여 상기 공급된 전력을 전송하도록 상기 빔 조향부를 제어할 수 있다.

[0236] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(1240)는 방향 또는 위치에 기초하여 전력 수신 장치(1200)로부터 배열 안테나까지의 거리 정보가 획득된 경우, 획득된 거리 정보에 기초하여 각 안테나 소자 중 중심 안테나 소자로부터 전력 수신 장치까지의 거리를 기준 거리로 결정하고, 결정된 기준 거리에 기초하여 각 안테나 소자의 위상을 제어할 수 있다.

[0237] 일례로, 제어부(1240)는 기준 거리보다 가까운 거리에 위치하는 안테나 소자의 위상을 감소시키고, 기준 거리보다 먼 거리에 위치하는 안테나 소자의 위상을 증가시킬 수 있다.

[0238] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(1240)는 각 안테나 소자의 위상을 시계 방향 또는 반시계 방향으로 변경하도록 빔 조향부(1210)를 제어한다.

[0239] 일례로 제어부(1240)는 빔 조향부(1210)의 동작 모드를 탐색 모드 및 전력 전송 모드 중 어느 하나로 제어할 수 있다.

[0240] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(1240)는 빔 조향부(1210)로 기 설정된 값 이상의 전력이 공급되도록 전력 공급부(1230)를 제어할 수 있다.

[0241] 본 발명에 따르면, 수신 전력을 모니터링하여 전력 수신 장치의 위치 또는 방향을 추정할 수 있다.

[0243] 도 13은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 구성 요소를 설명하기 위한 도면이다.

[0244] 구체적으로, 도 13은 무선 전력 전송 장치에서 빔 조향부의 구성 요소를 세부적으로 설명한다.

[0245] 도 13을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치(1300)는 빔 조향부(1310), 무선 통신부(1320) 및 제어부(1330)를 포함한다.

[0246] 본 발명의 일실시예에 따르면 빔 조향부(1310)는 배열 안테나(1311), 전력 증폭부(1312), 위상 변위부(1313), 신호 감쇄부(1314) 및 신호 발생부(1315)를 포함한다.

[0247] 본 발명의 일실시예에 따르면 전력 증폭부(1312)는 전력 공급부(미도시)로부터 공급되는 전력을 증폭할 수 있다.

[0248] 일례로, 위상 변위부(1313)는 전력 증폭부(1312)로부터 증폭되어 출력되는 전류의 위상을 변경할 수 있다.

[0249] 본 발명의 일실시예에 따르면 신호 감쇄부(1314)는 전력 증폭부(1312)로 입력되는 전류의 크기를 조절하여 최종 출력되는 전류의 크기를 제어할 수 있다.일례로, 신호 발생부(1315)는 전력 증폭부(1312)에 의하여 증폭되는 전력, 위상 변위부(1313)에 의하여 변경되는 위상, 신호 감쇄부(1314)에 의하여 변경되는 신호에 기초한 신호를 발생시킬 수 있다.

[0250] 본 발명의 일실시예에 따르면 무선 통신부(1320)는 전력 수신 장치로부터 수신 전력에 대한 정보를 모니터링한다.

[0252] 도 14는 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치가 빔 스캐닝을 수행하는 동작 환경을 설명하기 위한 도면이다.

[0253] 도 14를 참고하면, 배열 안테나(1400)는 제1 안테나 소자(1401) 내지 제N 안테나 소자(1406)을 포함한다.

[0254] 일례로 무선 전력 전송 장치는 제1 안테나 소자(1401) 내지 제N 안테나 소자(1406)를 이용하여 제1 방향(1410) 내지 제7 방향(1416)으로 빔을 형성한다.

[0255] 본 발명의 일실시예에 따르면 무선 전력 전송 장치는 제1 방향(1410) 내지 제7 방향(1416)으로 빔 스캐닝을 수행하고, 수행 결과에 따른 전력 수신 장치(1420)의 수신 전력을 수신하여, 수신 전력을 모니터링한다.

[0256] 일례로 무선 전력 전송 장치는 제4 방향(1413)에 따른 전력 수신 장치(1420)의 수신 전력을 수신하고, 제5 방향(1414)에 따른 전력 수신 장치(1420)의 수신 전력을 수신하여 수신 전력 차이를 모니터링한다.

[0257] 본 발명의 일실시예에 따르면 무선 전력 전송 장치는 수신 전력을 모니터링하여 수신 전력이 상대적으로 높게 측정될 경우에 해당하는 각 안테나 소자의 위상을 저장할 수 있다.

[0258] 즉, 무선 전력 전송 장치는 수신 전력이 높게 측정되는 안테나 소자의 위상에 상응하는 방향에 전력 수신 장치가 위치하는 것으로 추정할 수 있다.

[0259] 한편, 일 실시예에 따른 배열 안테나(1400)를 이용한 빔 조향은 전력 수신 장치(1420)가 위치하는 '방향'으로 전력을 전송하는 방식이라 할 수 있다.

[0260] 전력 수신 장치(1420)의 거리 정보가 획득되는 경우 전력 수신 장치(1420)의 위치는 구좌표계(r, θ, ϕ)로 표현될 수 있다.

[0261] 일례로, 무선 전력 전송 장치는 전력 수신 장치(1420)의 '위치'로 전력을 집중시킬 수 있다.

[0262] 이때, 전력 수신 장치(1420)의 '위치'로 전력을 집중시키는 원리는 전력 수신 장치(1420)의 위치에서 배열 안테나(1400)의 각 안테나 소자(1401, 1402, 1403, 1404, 1405, 1406)의 방사 신호가 동위상으로 만나도록 조정하는 것일 수 있다.

[0263] 전력 수신 장치(1420)의 방향이 (θ, ϕ)이고, 배열 안테나(1400)의 중심으로부터 전력 수신 장치(1420)까지의 거리를 R이라할 때, 각 안테나 소자간 위상차는 수학식 7과 같이 나타낼 수 있다.

[0264] [수학식 7]

[0265] $$\phi_d = -\beta d\cos(\theta), \left(\text{공기중일때의 } \beta = \frac{2\pi}{\lambda}\right)$$

[0266] 예를 들어, 배열 안테나의 각 안테나 소자의 개수가 8개이고, 안테나 소자의 배열 간격(d)이 $\lambda/2$일 때, 각 안테나 소자간 위상차는 하기와 같이 나타낼 수 있다.

[0267]
$$(1)\theta=0°\rightarrow\phi_d=-180°:\phi_1=0°,\phi_2=-180°,\phi_3=-360°,\cdots$$
$$(2)\theta=30°\rightarrow\phi_d=-156°:\phi_1=0°,\phi_2=-156°,\phi_3=-312°,\cdots$$
$$(3)\theta=60°\rightarrow\phi_d=-90°:\phi_1=0°,\phi_2=-90°,\phi_3=-180°,\cdots$$
$$(4)\theta=90°\rightarrow\phi_d=0°:\phi_1=0°,\phi_2=0°,\phi_3=0°,\cdots$$
$$(5)\theta=120°\rightarrow\phi_d=90°:\phi_1=0°,\phi_2=90°,\phi_3=180°,\cdots$$

[0268] 여기서, ϕ_d 의 d는 인접 안테나 간 위상차를 나타낸다.

[0270] 도 15는 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치가 무선 전력 전송을 수행하는 동작 환경을 설명하기 위한 도면이다.

[0271] 도 15를 참고하면, 무선 전력 전송 장치가 배열 안테나(1500)가 포함하는 제1 안테나 소자(1501), 제2 안테나 소자(1502), 제3 안테나 소자(1503), 제4 안테나 소자(1504), 제5 안테나 소자(1505) 및 제N 안테나 소자(1506) 각각의 위상을 변경하여 전력 수신 장치(1510)로 전력을 전송하는 환경을 예시한다.

[0272] 본 발명의 일실시예에 따르면 무선 전력 전송 장치가 제1 거리(R_1)에 따라 제1 안테나 소자(1501)의 위상을 변경하여 전력을 전송한다.

[0273] 상술한 설명에서, 제1 거리(R_1) 및 제1 안테나 소자(1501)를 예로서 설명하나, 제2 안테나 소자(1502) 내지 제N 안테나 소자(1506) 및 제2 거리(R_2) 및 제N 거리(R_N)에 따른 무선 전력 전송 동작에도 적용할 수 있다.

[0274] 일례로, 각 안테나 소자로부터 전력 수신 장치(1510)까지의 거리는 동일하지 않을 수 있다.

[0275] 따라서, 배열 안테나(1500)의 중심에 위치한 안테나 소자(1504)로부터 전력 수신 장치(1510)까지의 거리를 기준 거리라 가정하면, 기준 거리로부터 각 안테나 소자로부터 전력 수신 장치(1510)까지의 거리차 R_d는 수학적

$$\phi=\frac{R}{\lambda_0}\times 360°$$

( )으로 계산될 수 있다.

[0276] 예를 들어, 각 안테나 소자의 위상은 아래와 같이 결정될 수 있고, 기준 거리 보다 가까운 경우 늦은 위상(음의 값), 기준 거리보다 먼 경우는 위상을 빠르게(양의 값) 설정할 수 있다.

[0277]
$$\phi_1=231°,\phi_2=123°,\phi_3=43°,\phi_4=0°$$

[0278] 위와 같이, 안테나 소자들 각각의 위상이 결정되면, 전력 수신 장치(1510)의전력이 위치로 집중되도록 설정할 수 있다.

[0280] 도 16은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 방법과 관련된 흐름도를 설명하기 위한 도면이다.

[0281] 도 16을 참고하면, 단계(1601)에서 무선 전력 전송 방법은 빔 스캐닝을 수행한다.

[0282] 즉, 무선 전력 전송 방법은 배열 안테나를 이용하여 빔 스캐닝을 수행한다.

[0283] 단계(1602)에서 무선 전력 전송 방법은 전력 수신 장치의 방향을 추정한다.

[0284] 즉, 무선 전력 전송 방법은 빔 스캐닝의 방향 변화에 기초하여 전력 수신 장치의 방향을 추정한다.

[0285] 단계(1603)에서 무선 전력 전송 방법은 전력 수신 장치의 위치를 추정한다.

[0286] 즉, 무선 전력 전송 방법은 전력 수신 장치의 수신 전력을 모니터링하여 전력 수신 장치의 위치를 추정할 수 있다.

[0287] 일례로, 무선 전력 전송 방법은 각 안테나 소자의 위상 변화에 따른 수신 전력 차이에 따라 전력 수신 장치의 위치를 추정한다.

[0288] 단계(1604)에서 무선 전력 전송 방법은 빔 조향부로 전력을 공급한다.

[0289] 즉, 무선 전력 전송 방법은 빔 조향부의 탐색 모드 및 전력 전송 모드에 따라 빔 조향부로 전력을 공급한다.

[0290] 단계(1605)에서 무선 전력 전송 방법은 단계(1602)에서 추정된 방향 또는 단계(1603)에서 추정된 위치에 기초하여 각 안테나 소자의 위상을 결정한다.

[0291] 즉, 무선 전력 전송 방법은 전력 수신 장치의 방향 또는 위치에 따른 각 안테나 소자의 위상을 다르게 결정할 수 있다.

[0292] 단계(1606)에서 무선 전력 전송 방법은 단계(1605)에서 결정된 위상에 따라 전력을 전송하도록 빔 조향부를 제어한다.

[0293] 즉, 무선 전력 전송 방법은 빔 조향부의 동작 모드를 전력 전송 모드로 제어하고, 전력 공급부를 제어하여 빔 조향부로 기 설정된 값 이상의 전력을 공급하고, 공급된 전력을 전송하도록 빔 조향부를 제어한다.

[0295] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0296]

[0297] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0298]

[0299] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도

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

[0300]

[0301] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 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.

[0302]

[0303] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

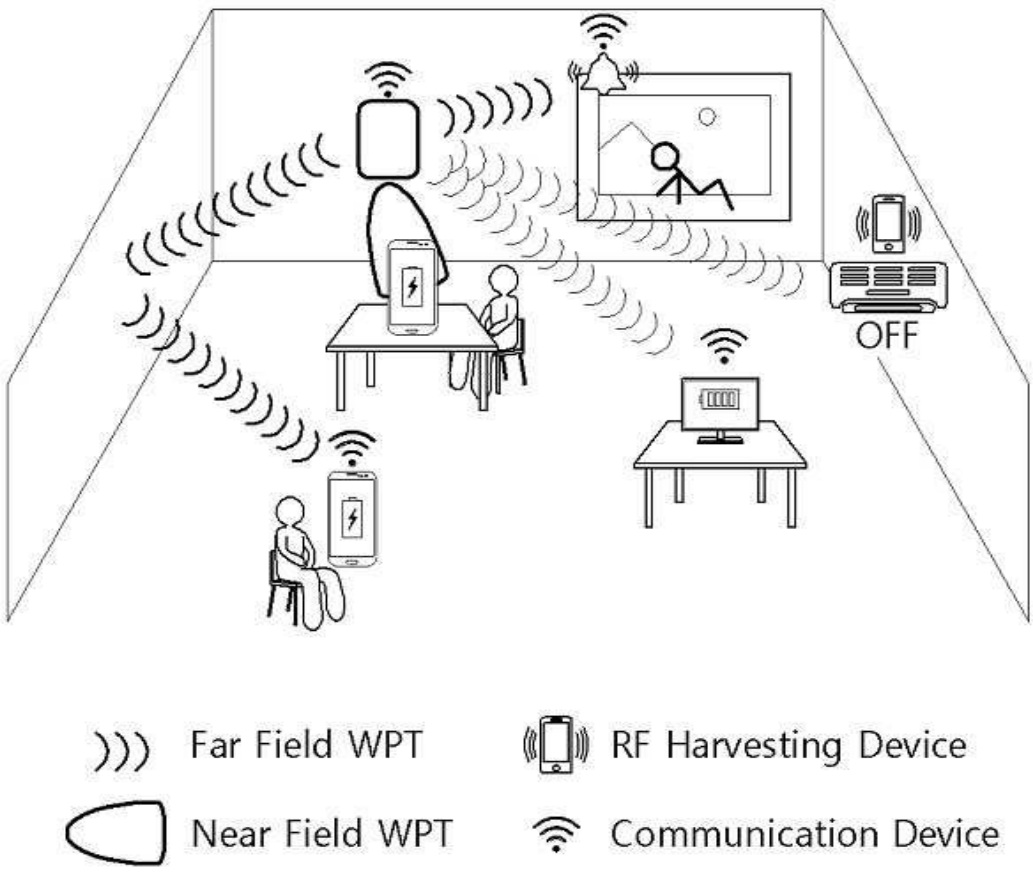
[0305] 1200: 무선 전력 전송 장치 1210: 빔 조향부

1220: 추정부 1230: 전력 공급부

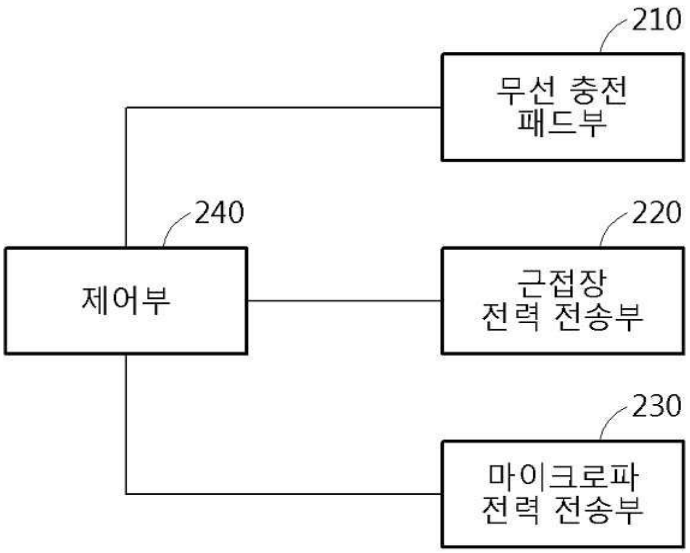
1240: 제어부

도면

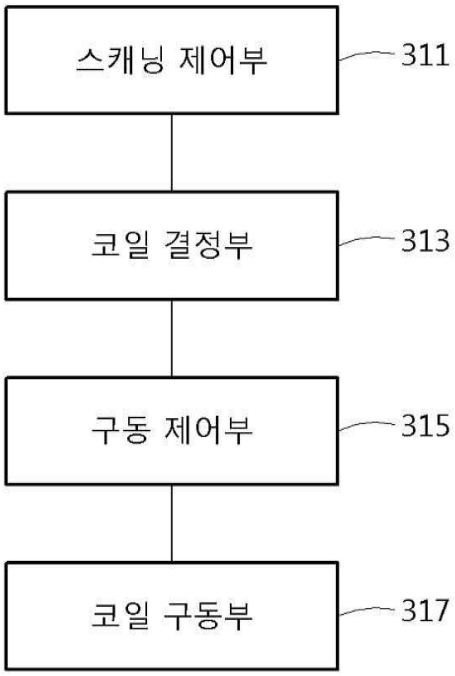
도면1



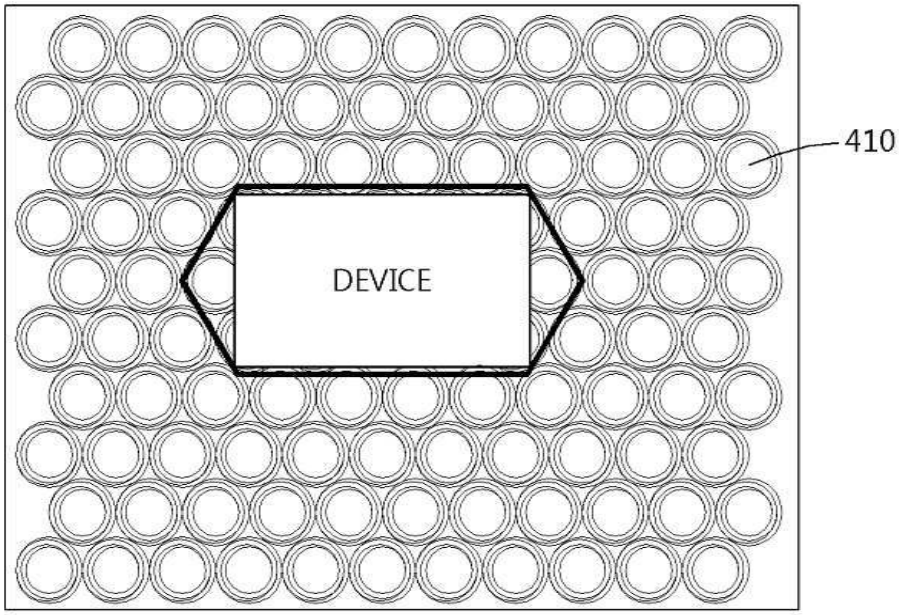
도면2


210
무선 충전
패드부
240
제어부
220
근접장
전력 전송부
230
마이크로파
전력 전송부

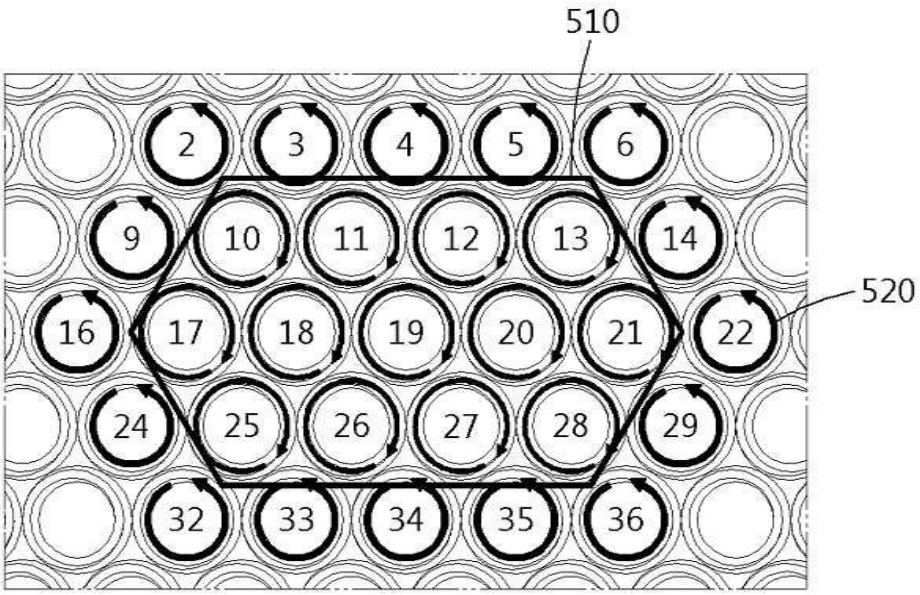
도면3


스캐닝 제어부
311
코일 결정부
313
구동 제어부
315
코일 구동부
317

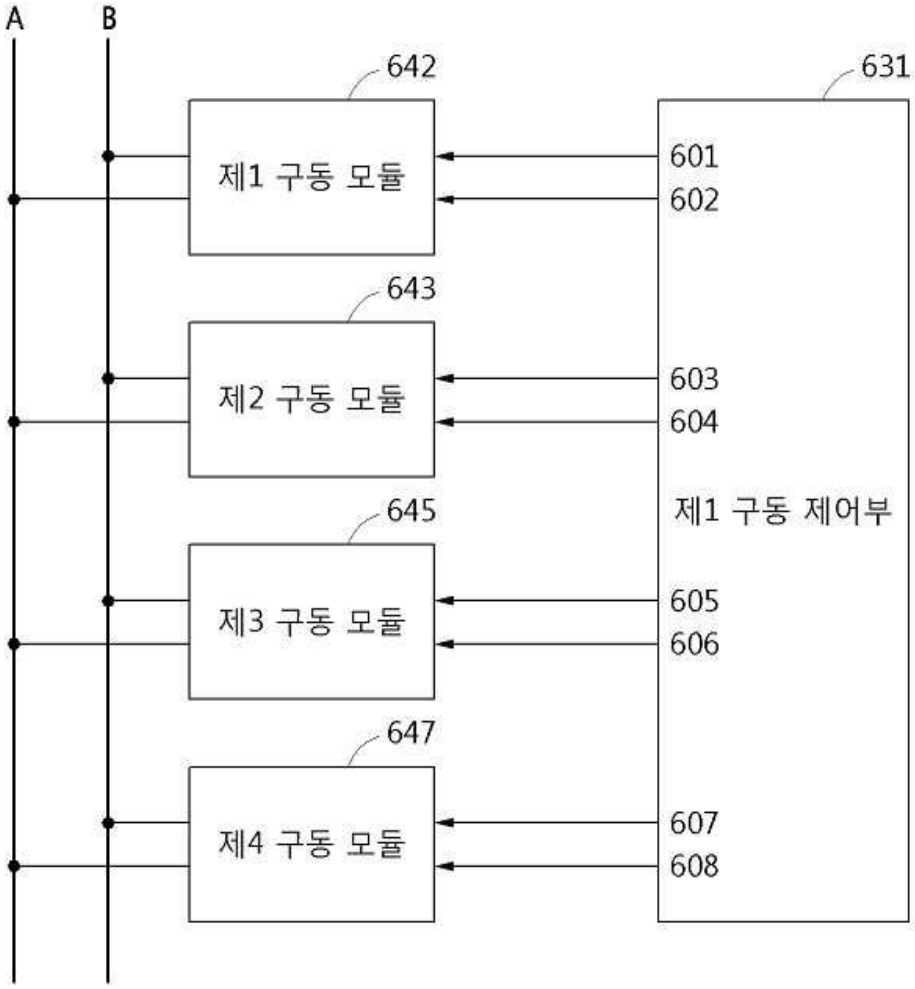
도면4


410
DEVICE

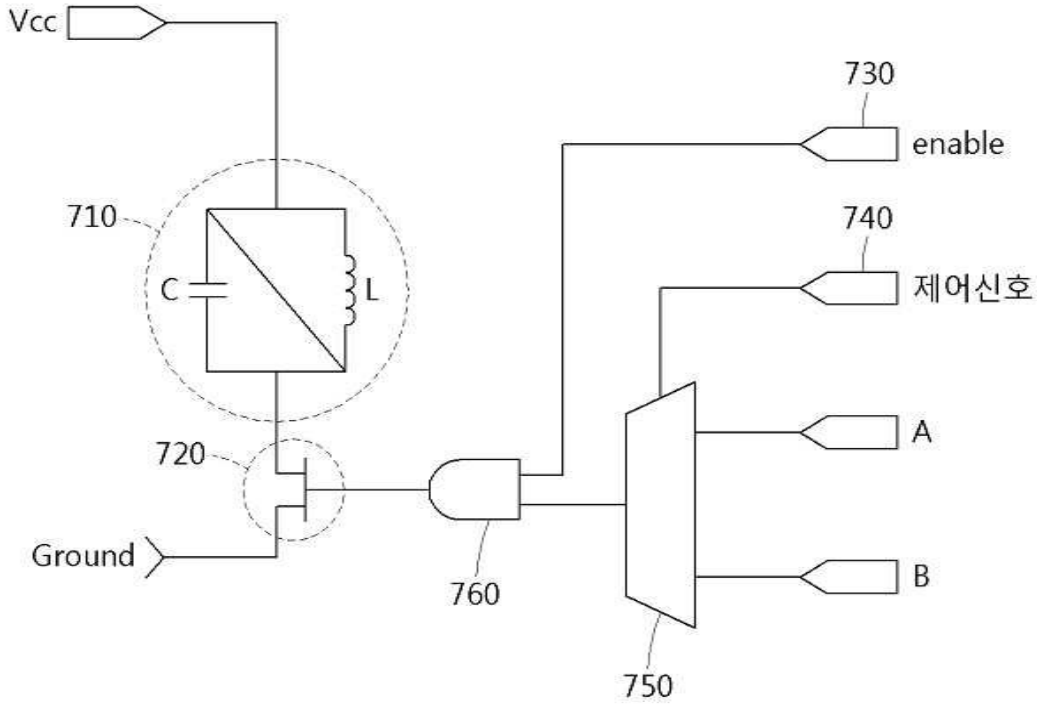
도면5


510
520
2
3
4
5
6
9
10
11
12
13
14
16
17
18
19
20
21
22
24
25
26
27
28
29
32
33
34
35
36

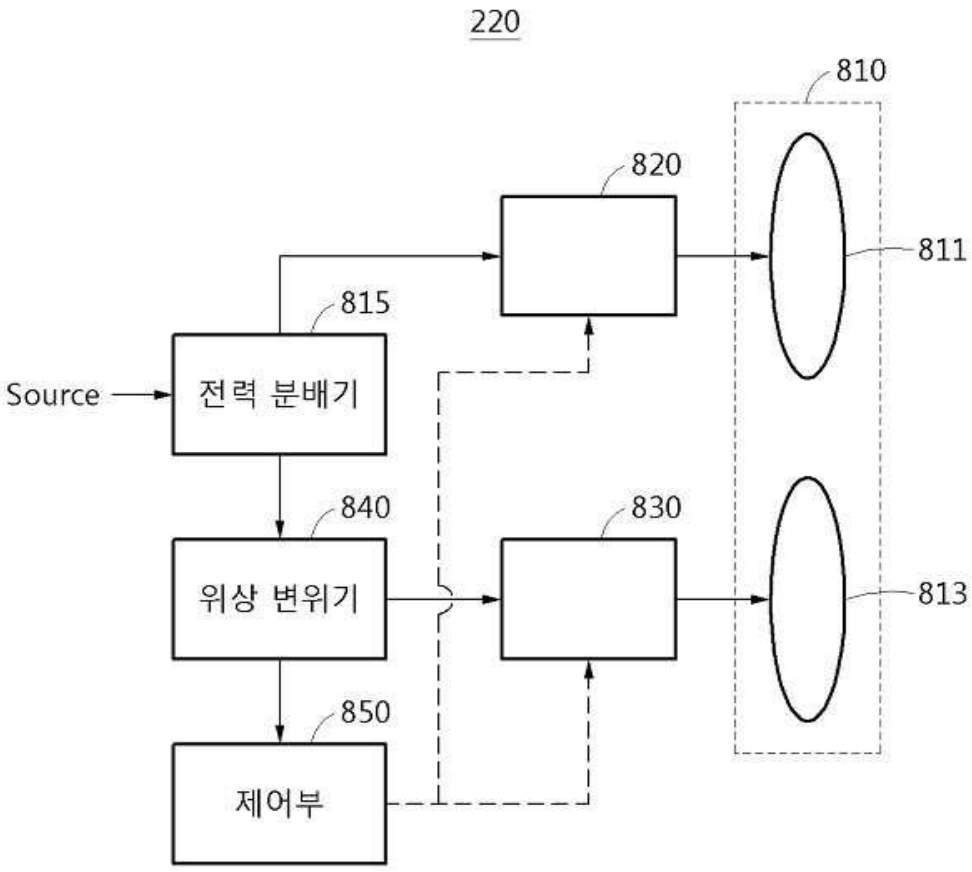
도면6


A
B
642
제1 구동 모듈
643
제2 구동 모듈
645
제3 구동 모듈
647
제4 구동 모듈
631
601
602
603
604
제1 구동 제어부
605
606
607
608

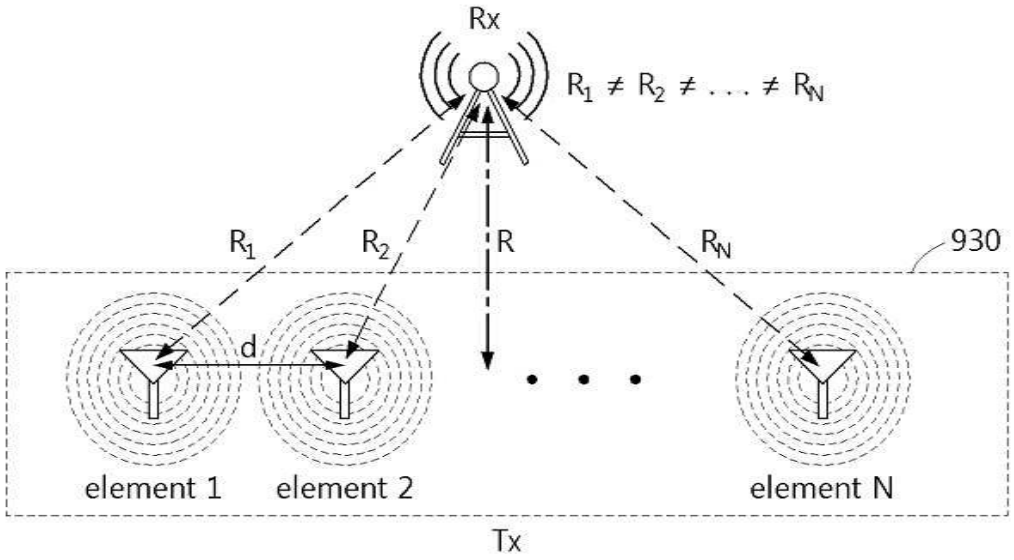
도면7


Vcc
730
enable
710
740
C
L
제어신호
A
720
Ground
760
B
750

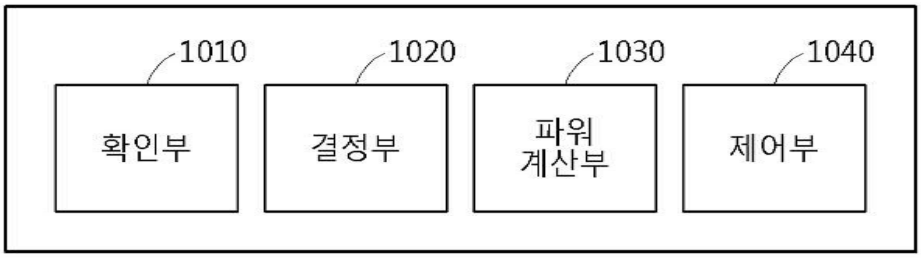
도면8


220
810
820
811
815
Source
전력 분배기
840
830
위상 변위기
813
850
제어부

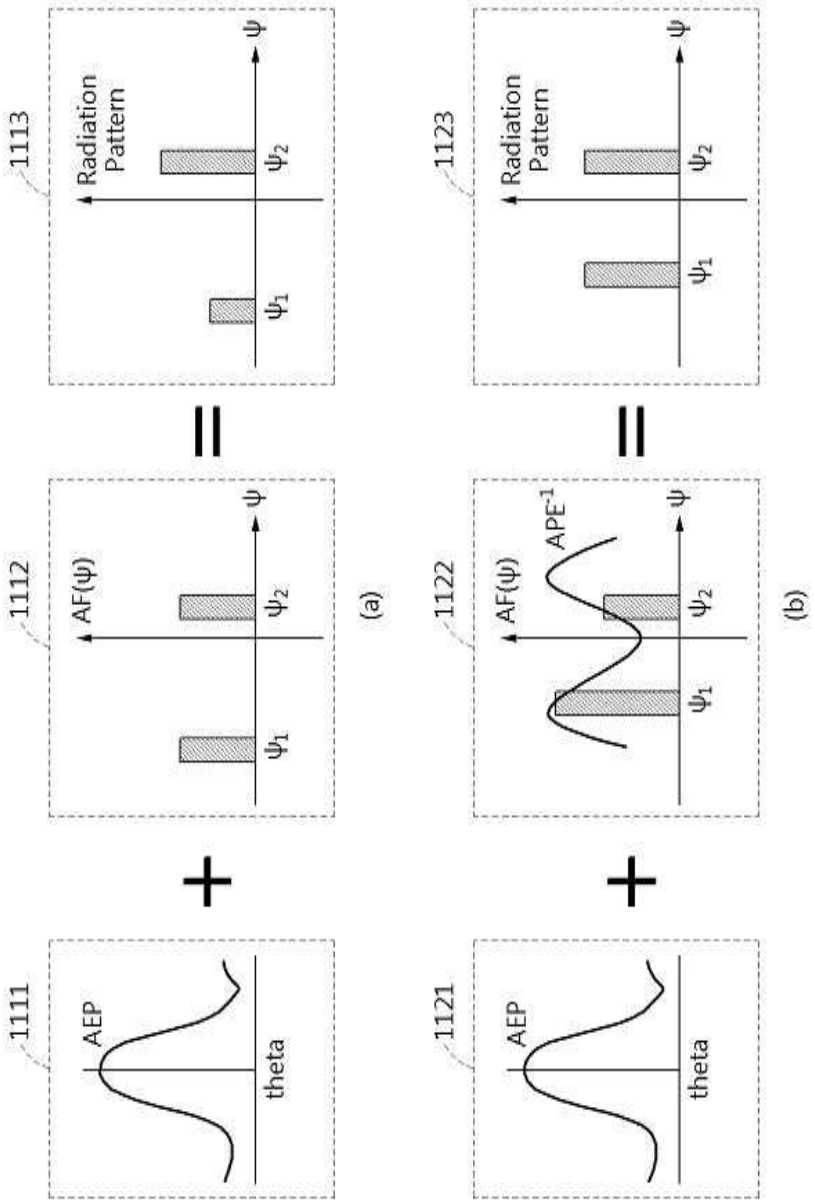
도면9


Rx
$R_1 \neq R_2 \neq \ldots \neq R_N$
R_1
R_2
R
R_N
930
d
element 1
element 2
element N
Tx

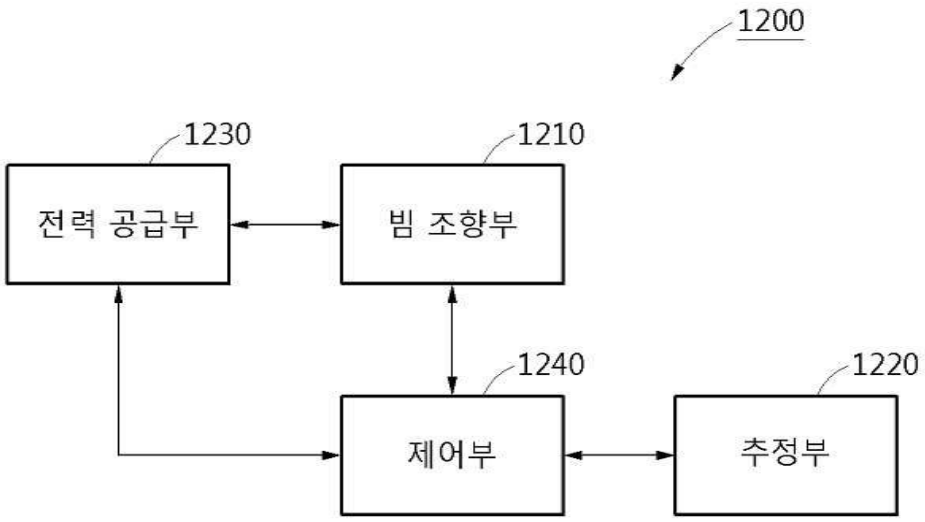
도면10


1010
확인부
1020
결정부
1030
파워
계산부
1040
제어부

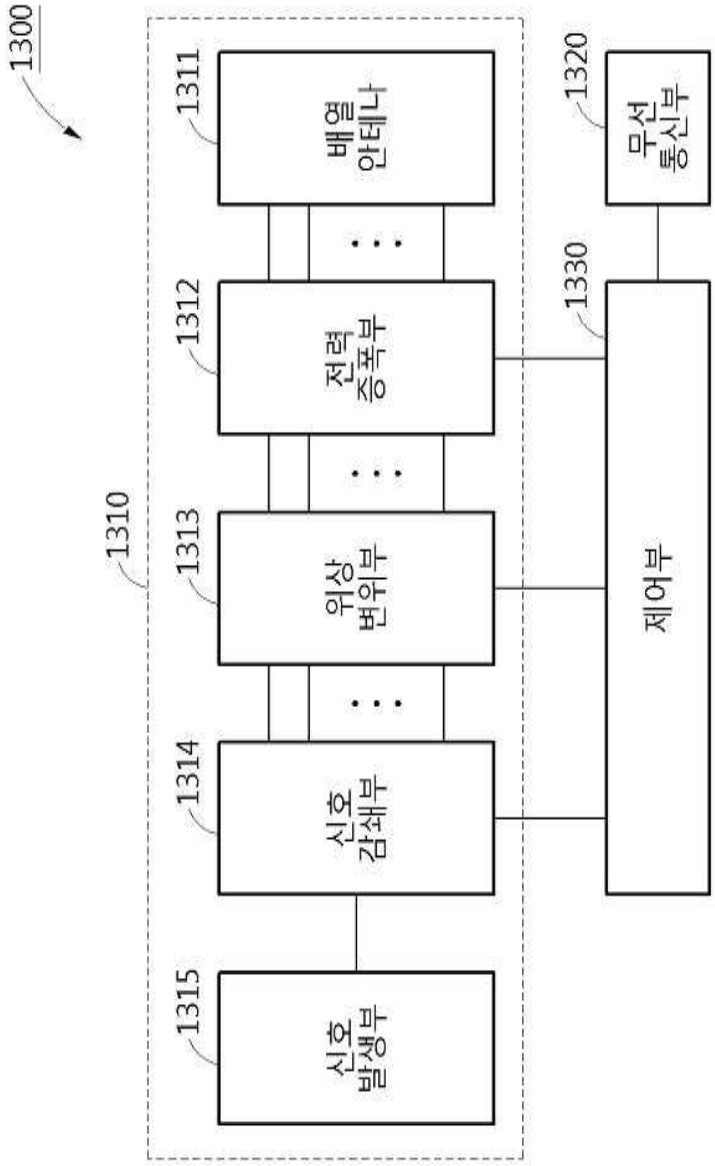
도면11


1111
AEP
theta
1112
AF(ψ)
ψ
ψ1
ψ2
1113
Radiation Pattern
ψ
ψ1
ψ2
(a)
1121
AEP
theta
1122
AF(ψ)
APE-1
ψ
ψ1
ψ2
1123
Radiation Pattern
ψ
ψ1
ψ2
(b)

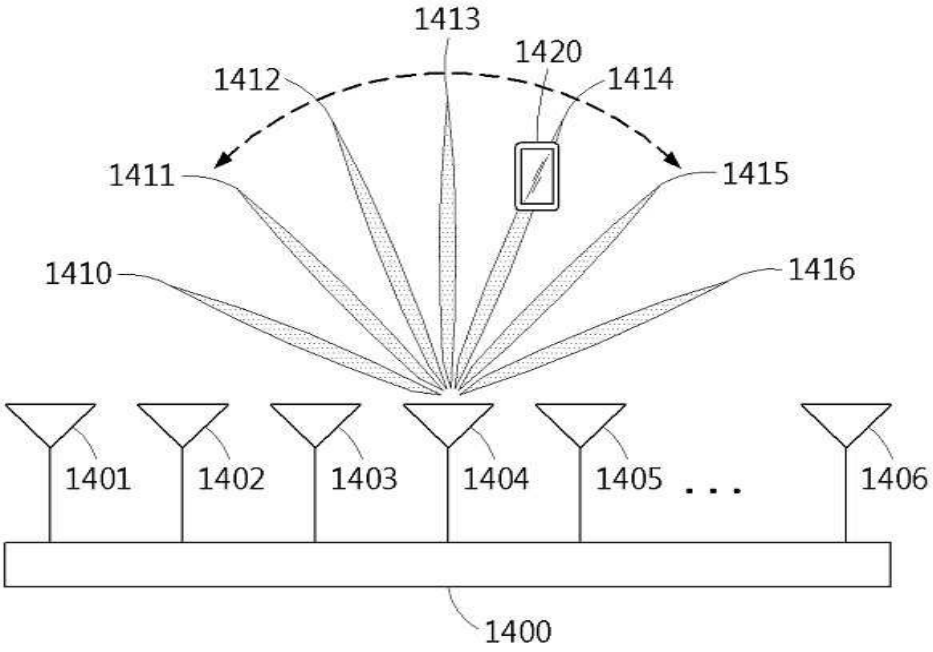
도면12



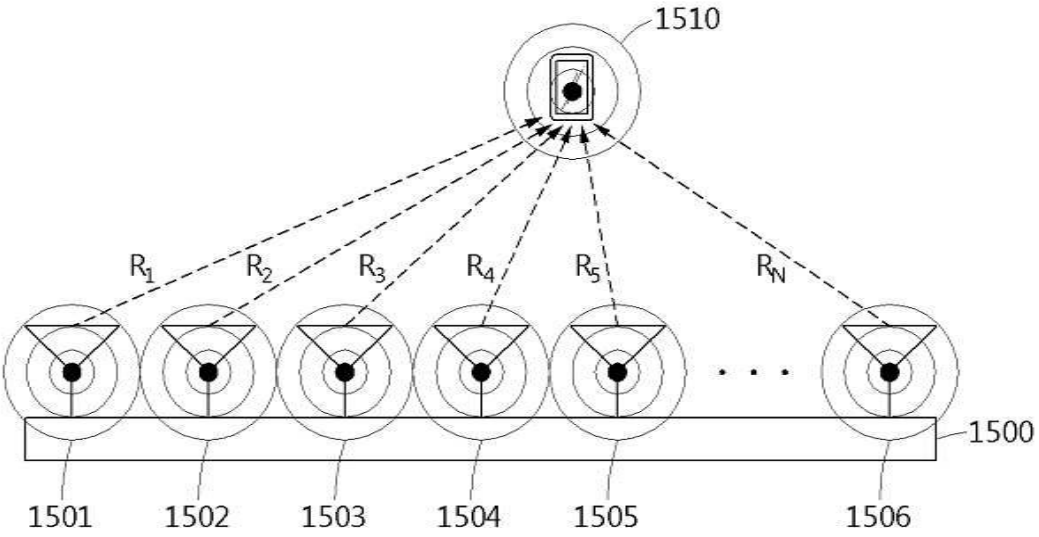
도면13


1300
1310
1311
배열 안테나
1312
전력 증폭부
1313
위상 변위부
1314
신호 감쇄부
1315
신호 발생부
1320
무선 통신부
1330
제어부

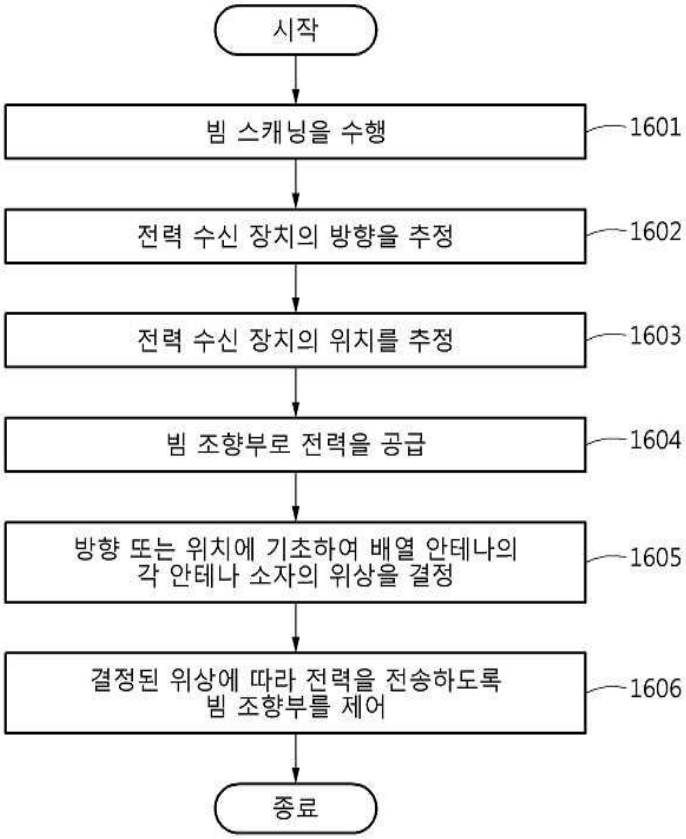
도면14


1413
1420
1412
1414
1411
1415
1410
1416
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1400

도면15


1510
R1
R2
R3
R4
R5
RN
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506

도면16


시작
빔 스캐닝을 수행
1601
전력 수신 장치의 방향을 추정
1602
전력 수신 장치의 위치를 추정
1603
빔 조향부로 전력을 공급
1604
방향 또는 위치에 기초하여 배열 안테나의 각 안테나 소자의 위상을 결정
1605
결정된 위상에 따라 전력을 전송하도록 빔 조향부를 제어
1606
종료