



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월18일
 (11) 등록번호 10-1859191
 (24) 등록일자 2018년05월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H02J 50/20 (2016.01) H02J 17/00 (2006.01)
 H04B 7/24 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0025739
 (22) 출원일자 2011년03월23일
 심사청구일자 2016년03월22일
 (65) 공개번호 10-2012-0108153
 (43) 공개일자 2012년10월05일
 (56) 선행기술조사문헌
 W02009014125 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
 (72) 발명자
 김남윤
 서울특별시 용산구 이촌로 181, 102동 2102호 (이촌동, 한강대우아파트)
 권상욱
 경기도 성남시 분당구 장안로25번길 28, 113동 901호 (분당동, 건영아파트)
 박윤권
 경기도 동두천시 생연로 10, 105동 1105호 (지행동, 현진에버빌)
 (74) 대리인
 특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 25 항

심사관 : 신희상

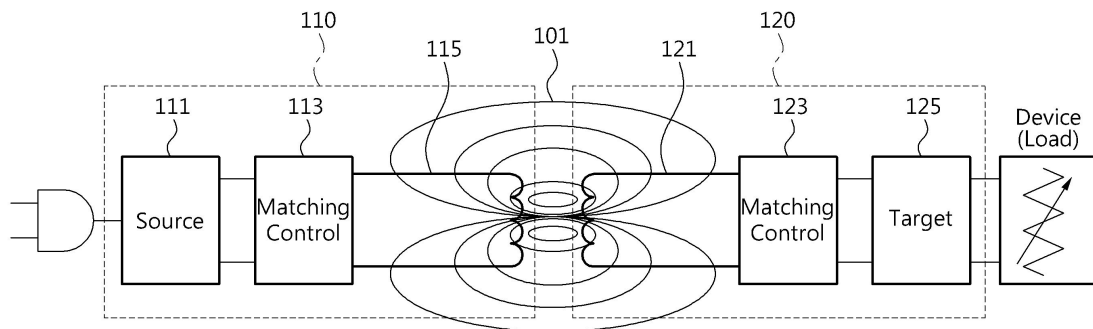
(54) 발명의 명칭 무선 전력 전송 시스템, 무선 전력 전송 및 수신 제어 방법

(57) 요약

무선 전력 전송 시스템, 무선 전력 전송 및 수신 제어 방법이 개시된다.

무선 전력은, 마그네틱 커플링을 통해 무선 전력 전송 장치로부터 무선 전력 수신 장치로 전달되는 에너지를 의미한다. 따라서, 무선 전력 전송 시스템은, 전력을 무선으로 전송하는 소스 디바이스와 전력을 무선으로 수신하는 타겟 디바이스를 포함한다. 이때, 소스 디바이스는 무선 전력 전송 장치라 칭할 수 있다. 또한, 타겟 디바이스는 무선 전력 수신 장치라 칭할 수 있다. 무선 전력 전송 장치는 타겟 디바이스의 종류에 관계 없이, 복수의 타겟 디바이스에 효율적으로 전력을 전송할 수 있다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

무선 전력을 수신하는 제1 타겟 디바이스를 검출하는 단계;

상기 제1 타겟 디바이스에서 요구되는 전력의 양에 관한 정보 및 상기 제1 타겟 디바이스의 위치 정보를 수신하는 단계;

상기 제1 타겟 디바이스에서 요구되는 전력의 양 및 상기 제1 타겟 디바이스의 위치 정보 중 적어도 하나에 기초하여, 복수의 전력 전송 소자들 중 적어도 하나의 전력 전송 소자를 선택하는 단계; 및

상기 제1 타겟 디바이스에서 요구되는 전력의 양에 대응하는 무선 전력을 상기 선택된 적어도 하나의 전력 전송 소자를 통해 상기 제1 타겟 디바이스에 전송하는 단계를 포함하는,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 타겟 디바이스를 검출하는 단계는,

웨이크-업(wake-up) 요청 신호를 브로드캐스트하는 단계; 및

상기 제1 타겟 디바이스로부터 상기 웨이크-업(wake-up) 요청 신호에 대한 응답신호를 수신하는 단계를 포함하고,

상기 응답신호는 상기 제1 타겟 디바이스의 식별자 정보 및 상기 제1 타겟 디바이스에서 요구되는 전력의 양에 관한 정보를 포함하는,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 타겟 디바이스를 검출하는 단계는,

상기 복수의 전력 전송 소자들을 이용하여 웨이크-업(wake-up) 요청 신호를 순차적으로 브로드캐스트하고 복수의 타겟 디바이스들로부터 상기 웨이크-업(wake-up) 요청 신호에 대한 응답신호들을 순차적으로 수신하는 것을 특징으로 하는,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 선택하는 단계는,

상기 복수의 전력 전송 소자들 중, 복수의 타겟 디바이스들 각각에 전송할 전력의 양이 큰 전력 전송 소자를 선택하는,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 선택하는 단계는,

제1 전력 전송 소자에 인접한 상기 제1 타겟 디바이스에 전송할 전력의 양 P1과 제2 전력 전송 소자에 인접한 제2 타겟 디바이스에 전송할 전력의 양 P2를 확인하는 것;

상기 P2 보다 상기 P1이 기 설정된 값 보다 크면 상기 제1 전력 전송 소자를 선택하고, 상기 P1 보다 상기 P2가 상기 기 설정된 값 보다 크면 상기 제2 전력 전송 소자를 선택하는 것을 포함하는,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 전력 전송 소자인 제1 타겟 공진기 및 상기 제2 전력 전송 소자인 제2 타겟 공진기는 사이즈 또는 코일의 턴 수가 서로 다른,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 선택하는 단계는,

상기 복수의 전력 전송 소자들 중, 상기 복수의 타겟 디바이스들 각각에 대한 커플링 팩터가 큰 전력 전송 소자를 선택하는,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 선택하는 단계는,

제1 전력 전송 소자에 인접한 제1 타겟 디바이스에 전송할 전력의 양 P1과 제2 전력 전송 소자에 인접한 제2 타겟 디바이스에 전송할 전력의 양 P2를 확인하는 것;

상기 P1과 상기 P2의 차이가 기 설정된 값 이하이면, 상기 제1 및 제2 타겟디바이스들 각각에 대한 커플링 팩터를 확인하는 것; 및

상기 제1 전력 전송 소자 및 상기 제2 전력 전송 소자 중 상기 커플링 팩터가 큰 전력 전송 소자를 선택하는 것을 포함하는,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 선택하는 단계는,

제1 전력 전송 소자에 인접한 상기 제1 타겟 디바이스에 전송할 전력의 양 P1과 제2 전력 전송 소자에 인접한 제2 타겟 디바이스에 전송할 전력의 양 P2를 확인하는 것;

상기 P1과 상기 P2의 차이가 기 설정된 값 이하이면, 상기 제1 전력 전송 소자 및 상기 제2 전력 전송 소자를 교대로 온/오프 시키는 것을 포함하는,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 선택된 적어도 하나의 전력 전송 소자에 인접한 상기 제1 타겟 디바이스의 전력 수신이 종료되면, 상기 선택된 적어도 하나의 전력 전송 소자를 오프(off)시키는 단계; 및

상기 복수의 전력 전송 소자들 중, 무선 전력을 수신하는 저 전력 디바이스에 인접한 전력 전송 소자를 온(on) 시키는 단계를 더 포함하는,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 선택된 적어도 하나의 전력 전송 소자로부터 상기 제1 타겟 디바이스에 무선으로 전송되는 전력의 양은,

상기 제1 타겟 디바이스에서 요구되는 전력의 양 및 상기 저 전력 디바이스에서 요구되는 전력의 양을 고려하여 결정되는,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 선택하는 단계는,

상기 선택된 적어도 하나의 전력 전송 소자를 온(on) 시키는 것; 및

상기 선택된 적어도 하나의 전력 전송 소자 이외의 전력 전송 소자들을 오프(off) 시키는 것을 포함 하는,

무선 전력 전송의 제어 방법.

청구항 13

무선 전력을 수신하는 제1 타겟 디바이스를 검출하는 검출부; 및

상기 제1 타겟 디바이스에서 요구되는 전력의 양에 관한 정보 및 상기 제1 타겟 디바이스의 위치 정보를 수신하고, 상기 제1 타겟 디바이스에서 요구되는 전력의 양 및 상기 제1 타겟 디바이스의 위치 정보 중 적어도 하나에 기초하여, 복수의 전력 전송 소자들 중 적어도 하나의 전력 전송 소자를 선택하고, 상기 제1 타겟 디바이스에서 요구되는 전력의 양에 대응하는 무선 전력을 상기 선택된 적어도 하나의 전력 전송 소자를 통해 상기 제1 타겟 디바이스에 전송하도록 제어하는 제어부를 포함하는,,

무선 전력 전송 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제어부는,

웨이크-업(wake-up) 요청 신호를 브로드캐스트하고, 상기 제1 타겟 디바이스로부터 상기 웨이크-업(wake-up) 요청 신호에 대한 응답신호를 수신하도록 제어하고,

상기 응답신호는 상기 제1 타겟 디바이스의 식별자 정보 및 상기 제1 타겟 디바이스에서 요구되는 전력의 양에 관한 정보를 포함하는,

무선 전력 전송 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 복수의 전력 전송 소자들 중, 복수의 타겟 디바이스들 각각에 전송할 전력의 양이 큰 전력 전송 소자 또는 상기 복수의 타겟 디바이스들 각각에 대한 커플링 팩터가 큰 전력 전송 소자를 선택하는,

무선 전력 전송 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 제어부는,

제1 전력 전송 소자에 인접한 상기 제1 타겟 디바이스에 전송할 전력의 양 P1과 제2 전력 전송 소자에 인접한 제2 타겟 디바이스에 전송할 전력의 양 P2를 확인하고,

상기 P2 보다 상기 P1이 기 설정된 값 보다 크면 상기 제1 전력 전송 소자를 선택하고,

상기 P1 보다 상기 P2가 상기 기 설정된 값 보다 크면 상기 제2 전력 전송 소자를 선택하고,

상기 P1과 상기 P2의 차이가 상기 설정된 값 이하이면 상기 제1 타겟 디바이스 및 제2 타겟 디바이스들 각각에 대한 커플링 팩터를 확인하고, 상기 제1 전력 전송 소자 및 상기 제2 전력 전송 소자 중 상기 커플링 팩터가 큰 전력 전송 소자를 선택하는,

무선 전력 전송 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 P1과 상기 P2의 차이가 기 설정된 값 이하이면, 상기 제1 전력 전송 소자 및 상기 제2 전력 전송 소자를 교대로 온/오프 시키는,

무선 전력 전송 장치.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 선택된 적어도 하나의 전력 전송 소자에 인접한 제1 타겟 디바이스의 전력 수신이 종료되면, 상기 선택된 적어도 하나의 전력 전송 소자를 오프(off)시키고, 상기 복수의 전력 전송 소자들 중 무선 전력을 수신하는 저 전력 디바이스에 인접한 전력 전송 소자를 온(on)시키는,

무선 전력 전송 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 선택된 적어도 하나의 전력 전송 소자로부터 상기 제1 타겟 디바이스에 무선으로 전송되는 전력의 양은,

상기 제1 타겟 디바이스에서 요구되는 전력의 양 및 상기 저 전력 디바이스에서 요구되는 전력의 양을 고려하여 결정되는,

무선 전력 전송 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 저 전력 디바이스의 전력 수신이 종료되면, 상기 선택된 적어도 하나의 전력 전송 소자에 인접한 제1 타겟 디바이스에서 요구되는 전력의 양 및 상기 제1 타겟 디바이스에 수신된 전력의 양을 고려하여 상기 제1 타겟 디바이스에 무선으로 전송되는 전력의 양을 제어하는,

무선 전력 전송 장치.

청구항 21

제13항에 있어서,
 복수의 전력 전송 소자들을 더 포함하고,
 상기 복수의 전력 전송 소자들 각각은 어레이(array)를 형성하는,
 무선 전력 전송 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,
 상기 복수의 전력 전송 소자들 각각은 전력 전송 소자 식별자에 의해 구분되고,
 상기 제어부는 상기 복수의 전력 전송 소자들 각각의 전력 전송 소자 식별자를 이용하여 복수의 디바이스들 각각의 위치를 인식하는,
 무선 전력 전송 장치.

청구항 23

무선 전력 전송 장치에게 무선 전력 수신 장치에서 요구되는 전력의 양에 관한 정보 및 상기 무선 전력 수신 장치의 위치 정보를 전송하는 통신부; 및
 적어도 하나의 전력 전송 소자로부터 상기 무선 전력 수신 장치에서 요구되는 전력의 양에 대응하는 무선 전력을 수신하는 전력 수신부
 를 포함하고,
 상기 적어도 하나의 전력 전송 소자는 상기 무선 전력 수신 장치에서 요구되는 전력의 양 및 상기 무선 전력 수신 장치의 위치 정보 중 적어도 하나에 기초하여, 복수의 전력 전송 소자들 중에서 선택되는,
 무선 전력 수신 장치.

청구항 24

제23항에 있어서,
 상기 전력 수신부는,
 상기 무선 전력 수신 장치에서 요구되는 전력의 양이 다른 무선 전력 수신 장치에서 요구되는 전력의 양보다 크면 상기 적어도 하나의 전력 전송 소자로부터 무선으로 전력을 수신하고,
 상기 무선 전력 수신 장치에서 요구되는 전력의 양이 상기 다른 무선 전력 수신 장치에서 요구되는 전력의 양보다 작으면 상기 다른 무선 전력 수신 장치의 타겟 공진기로부터 무선으로 전력을 수신하는,
 무선 전력 수신 장치.

청구항 25

제23항에 있어서,
 상기 전력 수신부는 타겟 공진기를 포함하고,
 상기 전력 수신부의 타겟 공진기는 다른 무선 전력 수신 장치의 타겟 공진기와 사이즈 또는 코일의 턴 수가 서로 다른,
 무선 전력 수신 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 기술 분야는 무선 전력 전송 시스템, 무선 전력 전송 및 수신 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 전력은, 마그네틱 커플링을 통해 무선 전력 전송 장치로부터 무선 전력 수신 장치로 전달되는 에너지를 의미한다. 따라서, 무선 전력 전송 시스템은, 전력을 무선으로 전송하는 소스 디바이스와 전력을 무선으로 수신하는 타겟 디바이스를 포함한다. 이때, 소스 디바이스는 무선 전력 전송 장치라 칭할 수 있다. 또한, 타겟 디바이스는 무선 전력 수신 장치라 칭할 수 있다.

[0003] 소스 디바이스는 소스 공진기(source resonator)를 구비하고, 타겟 디바이스는 타겟 공진기(target resonator)를 구비한다. 소스 공진기와 타겟 공진기 사이에 마그네틱 커플링 또는 공진 커플링이 형성될 수 있다. 무선 환경의 특성 상, 소스 공진기(source resonator) 및 타겟 공진기(target resonator) 사이의 거리가 시간에 따라 변할 가능성이 높고, 양 공진기의 매칭(matching) 조건 역시 변할 수 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0004] 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송의 제어 방법은, 전력을 무선으로 수신하는 복수의 타겟 디바이스들을 검출하는 단계와, "상기 복수의 타겟 디바이스들 각각에 전송할 전력의 양" 또는 "상기 복수의 타겟 디바이스들 각각에 대한 커플링 팩터"에 기초하여, 상기 복수의 디바이스들 각각에 인접한 복수의 소스 공진부들 중 어느 하나의 소스 공진부를 선택하는 단계 및 상기 선택된 소스 공진부와 상기 선택된 소스 공진부에 인접한 타겟 디바이스의 타겟 공진기 간의 마그네틱 커플링을 통해 상기 선택된 소스 공진부에 인접한 타겟 디바이스에 전력을 무선으로 전송하는 단계를 포함한다.

[0005] 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 장치는, 전력을 무선으로 수신하는 복수의 타겟 디바이스들을 검출하는 검출부와, "상기 복수의 타겟 디바이스들 각각에 전송할 전력의 양" 또는 "상기 복수의 타겟 디바이스들 각각에 대한 커플링 팩터"에 기초하여, 상기 복수의 디바이스들 각각에 인접한 복수의 소스 공진부들 중 어느 하나의 소스 공진부를 선택하는 제어부 및 상기 제어부의 제어에 따라, 상기 선택된 소스 공진부와 상기 선택된 소스 공진부에 인접한 타겟 디바이스의 타겟 공진기 간의 마그네틱 커플링을 통해 상기 선택된 소스 공진부에 인접한 타겟 디바이스에 전력을 무선으로 전송하는 전력 전송부를 포함한다.

[0006] 일 측면에 있어서, 무선 전력 수신 장치는, 무선 전력 전송 장치에게 "무선 전력 수신 장치의 식별자 정보" 및 "상기 무선 전력 수신 장치에서 사용될 전력의 양에 대한 정보"를 전송하는 통신부와, 상기 소스 공진부로부터 무선으로 전력을 수신하거나, 다른 무선 전력 수신장치의 타겟 공진기와 마그네틱 커플링을 형성하고 상기 타겟 공진기로부터 무선으로 전력을 수신하는 전력 수신부 및 전력 수신이 종료되면 부하의 연결을 오프시키는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

[0007] 복수의 무선 전력 수신 장치에 효율적인 무선 전력 전송이 가능하다.

[0008] 복수의 무선 전력 수신 장치에 효율적으로 전력을 전송함으로써, 무선 전력 전송 시스템의 효율을 높일 수 있다.

[0009] 또한, 이종의 무선 전력 수신 장치에 효율적으로 무선 전력을 전송할 수 있다.

[0010] 또한, 이종의 무선 전력 수신 장치 및 동일한 종류의 무선 전력 수신 장치에 동시에 전력을 전송할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 일 실시 예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 나타내는 도면이다.

도 2는 무선 전력 전송 시스템에서 커플링 팩터의 계산을 설명하기 위한 도면이다.

도 3 내지 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 멀티 타겟 충전의 예들을 나타낸다.

도 8은 일 실시 예에 따른 무선 전력 전송 장치의 구성을 나타낸다.

도 9는 도 8의 전력 전송부의 구성 예를 나타낸다.

도 10은 도 9의 소스 공진부의 구성 예를 나타낸다.

도 11은 일 실시 예에 따른 무선 전력 수신 장치의 구성을 나타낸다.

도 12는 일 실시 예에 따른 무선 전력 전송의 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 13내지 도 19는 공진기들의 실시 예들을 나타낸다.

도 20은 도 13에 도시된 공진기의 등가 회로를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0013] 도 1은 일 실시 예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 나타내는 도면이다.
- [0014] 도 1을 참조하면, 소스 디바이스(110)는 외부의 전압 공급기로부터 에너지를 수신하여 전력을 발생시키는 소스부(111) 및 소스 공진기(115)를 포함한다. 또한, 소스 디바이스(110)는 공진주파수 또는 임피던스 매칭을 수행하는 매칭 제어부(Matching control)(113)를 더 포함하여 구성될 수 있다.
- [0015] 소스부(111)는 외부의 전압 공급기로부터 에너지를 수신하여 전력을 발생시킨다. 소스부(111)는 외부 장치로부터 입력되는 교류 신호의 신호 레벨을 원하는 레벨로 조정하기 위한 AC-AC Converter, AC-AC Converter로부터 출력되는 교류 신호를 정류함으로써 일정 레벨의 DC 전압을 출력하는 AC-DC Converter, AC-DC Converter에서 출력되는 DC 전압을 고속 스위칭함으로써 수 MHz ~ 수십MHz 대역의 AC 신호를 생성하는 DC-AC Inverter를 포함할 수 있다.
- [0016] 매칭 제어부(Matching control)(113)는 소스 공진기(115)의 공진 대역폭(Resonance Bandwidth) 또는 소스 공진기(115)의 임피던스 매칭 주파수를 설정한다. 매칭 제어부(Matching control)(113)는 소스 공진 대역폭 설정부(도시되지 않음) 또는 소스 매칭 주파수 설정부(도시되지 않음) 중 적어도 하나를 포함한다. 소스 공진 대역폭 설정부는 소스 공진기(115)의 공진 대역폭(Resonance Bandwidth)을 설정한다. 소스 매칭 주파수 설정부는 소스 공진기(115)의 임피던스 매칭 주파수를 설정한다. 이때, 소스 공진기의 공진 대역폭(Resonance Bandwidth) 또는 소스 공진기의 임피던스 매칭 주파수 설정에 따라서 소스 공진기(115)의 Q-factor가 결정될 수 있다.
- [0017] 소스 공진기(115)는 전자기(electromagnetic) 에너지를 타겟 공진기로 전달(transferring)한다. 즉, 소스 공진기(115)는 타겟 공진기(121)와의 마그네틱 커플링(101)을 통해 전력을 타겟 디바이스(120)로 전달한다. 이때, 소스 공진기(115)는 설정된 공진 대역폭 내에서 공진한다.
- [0018] 타겟 디바이스(120)는 타겟 공진기(121), 공진주파수 또는 임피던스 매칭을 수행하는 Matching control부(123) 및 수신된 공진 전력을 부하로 전달하기 위한 타겟부(125)를 포함한다.
- [0019] 타겟 공진기(121)는 소스 공진기(115)로부터 전자기(electromagnetic) 에너지를 수신한다. 이때, 타겟 공진기(121)는 설정된 공진 대역폭 내에서 공진한다.
- [0020] Matching control부(123)는 타겟 공진기(121)의 공진 대역폭(Resonance Bandwidth) 또는 타겟 공진기(121)의 임피던스 매칭 주파수 중 적어도 하나를 설정한다. Matching control부(123)는 타겟 공진 대역폭 설정부(도시되지 않음) 또는 타겟 매칭 주파수 설정부(도시되지 않음) 중 적어도 하나를 포함한다. 타겟 공진 대역폭 설정부는 타겟 공진기(121)의 공진 대역폭(Resonance Bandwidth)을 설정한다. 타겟 매칭 주파수 설정부는 타겟 공진기(121)의 임피던스 매칭 주파수를 설정한다. 이때, 타겟 공진기(121)의 공진 대역폭(Resonance Bandwidth) 또는 타겟 공진기(121)의 임피던스 매칭 주파수 설정에 따라서 타겟 공진기(121)의 Q-factor가 결정될 수 있다.
- [0021] 타겟부(125)는 수신된 전력을 부하로 전달한다. 이때, 타겟부(125)는 소스 공진기(115)로부터 타겟 공진기(121)로 수신되는 AC 신호를 정류하여 DC 신호를 생성하는 AC-DC Converter와, DC 신호의 신호 레벨을 조정함으로써 정격 전압을 디바이스(device) 또는 부하(load)로 공급하는 DC-DC Converter를 포함할 수 있다.
- [0022] 소스 공진기(115) 및 타겟 공진기(121)는 헬릭스(helix) 코일 구조의 공진기 또는 스파이럴(spiral) 코일 구조의 공진기, 또는 meta-structured 공진기로 구성될 수 있다.
- [0023] 한편, 소스 공진기(115)와 타겟 공진기(121) 간의 거리가 달라지거나, 둘 중 하나의 위치가 변하는 등의 외부

영향에 의하여, 소스 공진기(115)와 타겟 공진기(121) 간의 임피던스 미스 매칭이 발생할 수 있다. 임피던스 미스 매칭은 전력 전달의 효율을 감소시키는 직접적인 원인이 될 수 있다. 매칭 제어부(Matching control)(113)는 전송신호의 일부가 반사되어 돌아오는 반사파를 감지함으로써, 임피던스 미스 매칭이 발생한 것으로 판단하고, 임피던스 매칭을 수행할 수 있다. 또한, 매칭 제어부(Matching control)(113)는 반사파의 파형 분석을 통해 공진 포인트를 검출함으로써, 공진 주파수를 변경할 수 있다. 여기서, 매칭 제어부(Matching control)(113)는 반사파의 파형에서 진폭(amplitude)이 최소인 주파수를 공진 주파수로 결정할 수 있다.

[0024] 도 2는 무선 전력 전송 시스템에서 커플링 팩터의 계산을 설명하기 위한 도면이다.

[0025] 도 2를 참조하면, 소스 공진기(210)와 타겟 공진기(220) 사이의 커플링 팩터(coupling factor) "K"는, 수학적 식 2와 같이 결정될 수 있다.

[0026] [수학적 식 2]

$$K = \frac{W_1^2 \times W_2^2 \times \cos(\alpha)}{\sqrt{W_1 \times W_2} \times (W_1^2 + d^2)^{\frac{3}{2}}}$$

[0027]

[0028] 수학적 식 2에서, W_1 은 소스 공진기(210)의 공진 주파수, W_2 은 타겟 공진기(220)의 공진 주파수이다. 수학적 식 2에 따르면, "K"는 W_1 과 W_2 이 동일한 경우 최대가 된다. 또한, α 가 "0"에 가까울수록, "K"는 큰 값을 갖는다. 한편, 도 2에서 소스 공진기(210)의 길이 d_1 은 $2 \times W_1$ 로 설정될 수 있고, 타겟 공진기(220)의 길이 d_2 는 $2 \times W_2$ 일 수 있다.

[0029] 도 3 내지 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 멀티 타겟 충전의 예들을 나타낸다.

[0030] 도 3은 이중의 부하에 전력을 동시에 전송하는 예를 나타낸다.

[0031] 도 3을 참조하면, 타겟 디바이스(310)는 소스 공진부(330)에 인접한 타겟 디바이스이고, 타겟 디바이스(320)는 소스 공진부(340)에 인접한 타겟 디바이스이다. 즉, 소스 공진부(330) 및 소스 공진부(340)가 패드 형태인 경우, 타겟 디바이스(310)는 소스 공진부(330)의 위에 놓여 있고, 타겟 디바이스(320)는 소스 공진부(340)의 위에 놓여 있다.

[0032] 도 3에 도시된 예에서, 타겟 디바이스(310)는 5Watt의 전력이 필요하고, 타겟 디바이스(320)는 10Watt의 전력이 필요하다. 즉, 무선 전력 전송 장치가 타겟 디바이스(310)에 전송할 전력의 양은 5Watt이고, 무선 전력 전송 장치가 타겟 디바이스(320)에 전송할 전력의 양은 10Watt이다. 이때, 타겟 디바이스(310)은 타겟 디바이스(320)에 비해 "저 전력 디바이스 또는 저 전력 부하(low power load)"라 칭할 수 있고, 타겟 디바이스(320)은 "고 전력 디바이스 또는 고 전력 부하(high power load)"라 칭할 수 있다. 이와 같이, 부하 또는 타겟 디바이스의 종류는 타겟 디바이스에서 필요한 전력의 양에 따라 분류될 수 있다.

[0033] 도 3에서 소스 공진부(330) 및 소스 공진부(340)는 무선 전력 전송 장치에 구비된다. 무선 전력 전송 장치의 구체적인 구성 예는 도 8을 통해 상세히 설명하기로 한다. 일 실시 예에 따르면, 무선 전력 전송 장치는 저 전력 디바이스와 고 전력 디바이스에 동시에 전력을 전송하는 경우, 고 전력 디바이스에 인접한 소스 공진부(340)를 온 시키고, 저 전력 디바이스에 인접한 소스 공진부(330)는 오프 시킬 수 있다. 도 3에 도시된 예에서, 타겟 디바이스(320)은 소스 공진부(340)로부터 전력을 무선으로 수신하고, 타겟 디바이스(310)는 타겟 디바이스(320)로부터 전력을 수신할 수 있다. 즉, 타겟 디바이스(310)는 coupling1과 같은 마그네틱 커플링을 통해, 타겟 디바이스(320)로부터 전력을 수신할 수 있다. 또한, 실시 예에 따라서, 타겟 디바이스(310)는 coupling2와 같은 마그네틱 커플링을 통해, 소스 공진부(340)로부터 전력을 수신할 수도 있다.

[0034] 한편, 도 3에 도시된 예에서, 타겟 디바이스(310)의 공진기인 제1 타겟 공진기(도시되지 않음) 및 타겟 디바이스(320)의 공진기인 제2 타겟 공진기(도시되지 않음)는 사이즈 또는 코일의 턴 수가 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 타겟 디바이스(310)의 제1 타겟 공진기는 타겟 공진기(320)의 제2 타겟 공진기 보다 사이즈가 1.1~2배 이

상 클 수 있다.

- [0035] 도 4는 고 전력 디바이스의 전력 수신이 종료된 경우의 예를 나타낸다.
- [0036] 도 4를 참조하면, 타겟 디바이스(410)는 소스 공진부(430)에 인접한 타겟 디바이스이고, 타겟 디바이스(420)는 소스 공진부(440)에 인접한 타겟 디바이스이다. 즉, 소스 공진부(430) 및 소스 공진부(440)가 패드 형태인 경우, 타겟 디바이스(410)는 소스 공진부(430)의 위에 놓여 있고, 타겟 디바이스(420)는 소스 공진부(440)의 위에 놓여 있다.
- [0037] 도 4에 도시된 예에서, 고 전력 디바이스인 타겟 디바이스(420)의 전력 수신이 종료되면, 소스 공진부(440)는 오프되고 소스 공진부(430)은 온 된다. 따라서, 타겟 디바이스(410)는 소스 공진부(430)로부터 전력을 수신한다. 여기서, 타겟 디바이스(420)의 전력 수신이 종료된 경우란, 예를 들어 타겟 디바이스(440)가 소스 공진부(440)로부터 10watt의 전력을 모두 수신한 경우일 수 있다. 무선 전력 전송 장치는 반사파를 검출하거나, 타겟 디바이스로부터 메시지를 수신함으로써 타겟 디바이스(420)의 전력 수신이 종료되었음을 알 수 있다.
- [0038] 도 5는 저 전력 디바이스의 전력 수신이 종료된 경우의 예를 나타낸다.
- [0039] 도 5를 참조하면, 타겟 디바이스(510)는 소스 공진부(530)에 인접한 타겟 디바이스이고, 타겟 디바이스(520)는 소스 공진부(540)에 인접한 타겟 디바이스이다. 즉, 소스 공진부(530) 및 소스 공진부(540)가 패드 형태인 경우, 타겟 디바이스(510)는 소스 공진부(530)의 위에 놓여 있고, 타겟 디바이스(520)는 소스 공진부(540)의 위에 놓여 있다.
- [0040] 도 5에 도시된 예에서, 저 전력 디바이스인 타겟 디바이스(510)의 전력 수신이 종료되면, 타겟 디바이스(510)은 부하의 연결을 오프시킨다. 타겟 디바이스(510)가 부하의 연결을 오프시키면, 타겟 디바이스(510)와 타겟 디바이스(520) 간의 마그네틱 커플링은 형성되지 않는다.
- [0041] 도 6은 동일한 종류의 부하에 전력을 동시에 전송하는 예를 나타낸다.
- [0042] 도 6을 참조하면, 타겟 디바이스(610)는 소스 공진부(630)에 인접한 타겟 디바이스이고, 타겟 디바이스(620)는 소스 공진부(640)에 인접한 타겟 디바이스이다. 즉, 소스 공진부(630) 및 소스 공진부(640)가 패드 형태인 경우, 타겟 디바이스(610)는 소스 공진부(630)의 위에 놓여 있고, 타겟 디바이스(620)는 소스 공진부(640)의 위에 놓여 있다.
- [0043] 도 6에 도시된 예에서, 타겟 디바이스(610) 및 타겟 디바이스(620)는 모두 저 전력 디바이스이다. 물론, 도 6에 도시된 바와 달리, 타겟 디바이스(610) 및 타겟 디바이스(620)는 모두 고 전력 디바이스 일 수 있다. 일 실시 예에서, "타겟 디바이스(610)에 전송할 전력의 양 P1"과 "타겟 디바이스(620)에 전송할 전력의 양 P2"의 차이가 기 설정된 범위 이내인 경우, 타겟 디바이스(610) 및 타겟 디바이스(620)는 동일한 종류의 부하로 분류될 수 있다. 예를 들어, "P1"과 "P2"의 차이가 2 watt 이하인 경우, 타겟 디바이스(610) 및 타겟 디바이스(620)는 동일한 종류의 부하로 분류될 수 있다.
- [0044] 부하의 종류가 동일한 경우, 커플링 팩터 또는 전력 전송 효율이 고려될 수 있다. 즉, 무선 전력 전송 장치는 타겟 디바이스(610) 및 타겟 디바이스(620) 각각에 대한 커플링 팩터를 확인하고, 소스 공진부(610) 및 소스 공진부(620) 중 커플링 팩터가 큰 소스 공진부를 선택한다. 이때, 커플링 팩터가 큰 소스 공진부는 온 되고, 커플링 팩터가 작은 소스 공진부는 오프 된다. 도 6의 예에서, "타겟 디바이스(620)와 소스 공진부(640)간의 커플링 팩터"는 "타겟 디바이스(610)와 소스 공진부(630)간의 커플링 팩터" 보다 크다. 따라서, 소스 공진부(640)는 온 되고, 소스 공진부(630)는 오프 된다. 타겟 디바이스(610)는 coupling1과 같은 마그네틱 커플링을 통해, 타겟 디바이스(620)로부터 전력을 수신할 수 있다. 또한, 실시 예에 따라서, 타겟 디바이스(610)는 coupling2와 같은 마그네틱 커플링을 통해, 소스 공진부(640)로부터 전력을 수신할 수도 있다. 무선 전력 전송 장치는 반사 전력을 측정하거나, 타겟 디바이스들(610, 620) 각각으로부터 전력 전송 효율에 대한 정보를 수신함으로써, 타겟 디바이스들(610, 620) 각각에 대한 전력 전송 효율을 알 수 있다. 무선 전력 전송 장치는 소스 공진부(630) 및 소스 공진부(640) 중 전력 전송 효율이 좋은 소스 공진부를 선택할 수 있다.
- [0045] 도 7은 동일한 종류의 부하에 전력을 순차적으로 전송하는 예를 나타낸다.
- [0046] 도 7을 참조하면, 타겟 디바이스(710)는 소스 공진부(730)에 인접한 타겟 디바이스이고, 타겟 디바이스(720)는 소스 공진부(740)에 인접한 타겟 디바이스이다. 즉, 소스 공진부(730) 및 소스 공진부(740)가 패드 형태인 경우, 타겟 디바이스(710)는 소스 공진부(730)의 위에 놓여 있고, 타겟 디바이스(720)는 소스 공진부(740)의 위에 놓여 있다. 소스 공진부(730) 및 소스 공진부(740)은 교대로 온/오프 됨으로써, 타겟 디바이스(710) 및 타겟

디바이스(720)에 동일한 양의 전력을 전송할 수 있다.

- [0047] 도 8은 일 실시 예에 따른 무선 전력 전송 장치의 구성을 나타낸다.
- [0048] 도 8을 참조하면, 무선 전력 전송 장치(800)는 검출부(810), 제어부(820) 및 전력 전송부(830)를 포함한다. 또한, 무선 전력 전송장치(800)는 전력 생성부(840), 매칭제어부(850), 정류부(860) 및 정전압 제어부(870)를 더 포함할 수 있다.
- [0049] 검출부(810)는 전력을 무선으로 수신하는 복수의 타겟 디바이스들을 검출한다. 검출부(810)는 웨이크-업(wake-up) 요청 신호를 브로드캐스트하고, 상기 복수의 타겟 디바이스들 각각으로부터 상기 웨이크-업(wake-up) 요청 신호에 대한 응답신호들을 수신하는 통신부를 포함할 수 있다. 또한, 검출부(810)는 반사 전력을 검출하는 반사전력 검출부를 더 포함할 수 있다. 이때, 응답신호들 각각은 해당 타겟 디바이스의 식별자 정보 및 해당 타겟 디바이스에서 사용될 전력의 양에 대한 정보를 포함할 수 있다. 검출부(810)는 복수의 타겟 디바이스들로부터 복수의 타겟 디바이스들 각각의 위치 정보를 수신할 수도 있다. 여기서, 복수의 타겟 디바이스들 각각의 위치 정보는 소스 공진부들(831, 833, 835, 837) 각각의 식별자 정보일 수 있다. 예를 들어, 소스 공진부(831)에 인접한 제1 타겟 디바이스는 소스 공진부(831)로부터 소스 공진부(831)의 식별자 "S1"을 수신하고, 수신된 "S1"을 상기 웨이크-업(wake-up) 요청 신호에 대한 응답신호에 포함시켜 검출부(810)로 전송할 수 있다. 여기서, 소스 공진부(831)가 패드 형태인 경우, 소스 공진부(831) 위에 놓인 타겟 디바이스는 소스 공진부(831)에 인접한 제1 타겟 디바이스라 칭할 수 있다. 한편, 소스 공진부(831) 위에 2개의 타겟 디바이스가 놓인 경우, "해당 타겟 디바이스에서 사용될 전력의 양"은 2개의 타겟 디바이스 각각에서 사용될 전력의 양을 합한 값일 수 있다.
- [0050] 전력 전송부(830)는 복수의 소스 공진부들(831, 833, 835, 837)을 포함한다. 이때, 복수의 소스 공진부들(831, 833, 835, 837) 각각은 어레이(array)를 형성하는 복수의 공진기들을 포함할 수 있다. 하기의 설명에 있어서, 소스 공진부(831)에 인접한 타겟 디바이스를 제1 타겟 디바이스라 칭하고, 소스 공진부(833)에 인접한 타겟 디바이스를 제2 타겟 디바이스라 칭하기로 한다.
- [0051] 제어부(820)는 "상기 복수의 타겟 디바이스들 각각에 전송할 전력의 양" 또는 "상기 복수의 타겟 디바이스들 각각에 대한 커플링 팩터"에 기초하여, 상기 복수의 디바이스들 각각에 인접한 복수의 소스 공진부들(831, 833, 835, 837) 중 어느 하나의 소스 공진부를 선택한다. 이때, 전력 전송부(830)는 상기 제어부(820)의 제어에 따라, 상기 선택된 소스 공진부와 상기 선택된 소스 공진부에 인접한 타겟 디바이스의 타겟 공진기 간의 마그네틱 커플링을 통해 상기 선택된 소스 공진부에 인접한 타겟 디바이스에 전력을 무선으로 전송한다.
- [0052] 제어부(820)는 상기 복수의 소스 공진부들(831, 833, 835, 837) 중, 상기 복수의 타겟 디바이스들 각각에 전송할 전력의 양이 큰 소스 공진부 또는 상기 복수의 타겟 디바이스들 각각에 대한 커플링 팩터가 큰 소스 공진부를 선택한다. 이때, 제어부(820)는 선택된 소스 공진부를 온(on) 시키고, 선택된 소스 공진부 이외의 소스 공진부들을 오프(off) 시킬 수 있다.
- [0053] 제어부(820)는 "소스 공진부(831)에 인접한 제1 타겟 디바이스에 전송할 전력의 양 P1"과 "소스 공진부(833)에 인접한 제2 타겟 디바이스에 전송할 전력의 양 P2"를 확인하는 제1 프로세서를 포함할 수 있다. 또한, 제어부(820)는 제2 프로세서를 포함할 수 있다. 제2 프로세서는 상기 P2 보다 상기 P1이 기 설정된 값 보다 크면 상기 소스 공진부(831)를 선택할 수 있다. 여기서, 기 설정된 값은 1~200watt 등 다양한 값으로 설정될 수 있다. 또한, 제2 프로세서는 상기 P1 보다 상기 P2가 상기 기 설정된 값 보다 크면 상기 소스 공진부(833)를 선택할 수 있다. 도 3 내지 도 5에 도시된 예는, 기 설정된 값이 4watt이고, 상기 P1 과 상기 P2의 차이가 4watt 보다 큰 경우이다. 또한, 제2 프로세서는 상기 P1과 상기 P2의 차이가 상기 설정된 값 이하이면 상기 제1 및 제2 타겟 디바이스들 각각에 대한 커플링 팩터를 확인하고 상기 소스 공진부(831) 및 상기 소스 공진부(833) 중 상기 커플링 팩터가 큰 소스 공진부를 선택할 수 있다. 도 6 내지 도 7에 도시된 예는, 기 설정된 값이 1watt이고, 상기 P1 과 상기 P2의 차이가 1watt 보다 작은 경우이다. 따라서, 제2 프로세서는 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 P1과 상기 P2의 차이가 기 설정된 값 이하이면, 상기 소스 공진부(831) 및 상기 소스 공진부(833)를 교대로 온/오프 시킬 수 있다.
- [0054] 제어부(820)는 선택된 소스 공진부(831)에 인접한 제1 타겟 디바이스의 전력 수신이 종료되면, 상기 선택된 소스 공진부(831)를 오프(off)시키고, 상기 복수의 소스 공진부들(833, 835, 837) 중 마그네틱 커플링을 통해 상기 타겟 공진기로부터 전력을 무선으로 수신하는 저 전력 디바이스에 인접한 소스 공진부(833)를 온(on)시킨다.

즉, 도 4에 도시된 바와 같이, 제어부(820)는 선택된 소스 공진부(831)를 오픈 시키고, 저 전력 디바이스(410)에 인접한 소스 공진부(833)을 온 시킬 수 있다. 이때, 도 4의 소스 공진부(440)는 도 8의 소스 공진부(831)이고, 도 4의 소스 공진부(430)는 도 8의 소스 공진부(833)라 가정한다.

[0055] 제어부(820)는 전력 생성부(840)를 제어하여, 소스 공진부들(831, 833, 835, 837) 각각을 통해 전송되는 전력의 양을 제어할 수 있다. 따라서, 제어부(820)는 "상기 선택된 소스 공진부(831)에 인접한 제1 타겟 디바이스에서 사용될 전력의 양 P_{HIGH} " 및 "상기 저 전력 디바이스에서 사용될 전력의 양 P_{LOW} "을 고려하여, 선택된 소스 공진부(831)로부터 상기 선택된 소스 공진부(831)에 인접한 제1 타겟 디바이스에 무선으로 전송되는 전력의 양을 결정할 수 있다. 이때, 제1 타겟 디바이스는 고 전력 디바이스이고, 제2 타겟 디바이스는 저 전력 디바이스라 가정한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 제어부(820)의 제어에 따라서 전력 생성부(840)는, 타겟 디바이스(320)로부터 타겟 디바이스(310)로 마그네틱 커플링을 통해 전송되는 전력의 양을 고려하여 전력을 생성한다. 여기서, " P_{HIGH} " 및 " P_{LOW} "를 고려한다는 것은, 제1 타겟 디바이스로 전송되는 전력의 양이 최소한 " P_{HIGH} " 보다 크다는 것을 의미한다. " P_{HIGH} " 및 " P_{LOW} "의 차이가 클수록 제1 타겟 디바이스와 제2 타겟 디바이스 간의 마그네틱 커플링은 더 잘 형성될 수 있다. 따라서, " P_{HIGH} " 및 " P_{LOW} "의 차이가 매우 큰 경우(예를 들어 10Watt 이상)에는 " P_{HIGH} " 및 " P_{LOW} "의 차이가 작은 경우(예를 들어 5Watt 이하)에 비해, 전력 전송 효율이 더 좋을 수 있다.

[0056] 제어부(820)는 저 전력 디바이스의 전력 수신이 종료되면, "상기 선택된 소스 공진부(831)에 인접한 제1 타겟 디바이스에서 사용될 전력의 양" 및 "상기 선택된 소스 공진부(833)에 인접한 제1 타겟 디바이스에 수신된 전력의 양"을 고려하여 상기 선택된 소스 공진부(833)에 인접한 제2 타겟 디바이스에 무선으로 전송되는 전력의 양을 제어할 수도 있다.

[0057] 전력 생성부(840)는 무선 전력 수신 장치로 전송될 전력을 생성한다. 전력 생성부(840)는 제어부(820)의 제어에 따라 전력을 생성할 수 있다. 전력 생성부(840)는 수 MHz ~ 수십 MHz 대역의 스위칭 펄스 신호에 의하여 일정 레벨의 DC 전류를 AC 전류로 변환함으로써 전력을 생성할 수 있다. 따라서, 전력 생성부(840)는 AC/DC 인버터를 포함하여 구성될 수 있다. 이때, 일정 레벨의 DC 전류는 정전압 제어부(870)로부터 제공될 수 있다. AC/DC 인버터는 고속 스위칭을 위한 스위칭 소자를 포함할 수 있다. 이때, 스위칭 소자는 스위칭 펄스 신호가 "high"일 때 on되고, 스위칭 펄스 신호가 "Low"일 때 off 되도록 구성될 수 있다.

[0058] 매칭제어부(850)는 전력 전송부(830)와 상기 전력 생성부(840) 사이의 임피던스 매칭을 수행한다. 즉, 매칭 제어부(850)는 제어부(820)의 제어에 따라서 복수의 소스 공진부들(831, 833, 835, 837)의 임피던스를 조정할 수 있다.

[0059] 정류부(860)는 수십 Hz 대역의 AC 전압을 정류하여 DC 전압을 생성한다.

[0060] 정전압 제어부(870)는 정류부(860)로부터 DC 전압을 입력 받고, 제어부(820)의 제어에 따라서 일정 레벨의 DC 전압을 출력한다. 정전압 제어부(870)는 일정 레벨의 DC 전압을 출력하기 위한 안정화 회로를 포함하여 구성될 수 있다.

[0061] 도 9는 도 8의 전력 전송부의 구성 예를 나타낸다.

[0062] 도 9를 참조하면, 전력 전송부(830)는 4개의 소스 공진부(910, 920, 930, 940)를 포함할 수 있다. 4개의 소스 공진부들(910, 920, 930, 940) 각각은 하나의 공진기로 구성되거나, 도 10에 도시된 바와 같이 어레이로 구성될 수 있다.

[0063] 도 9를 참조하면, 소스 공진부(910)에서 웨이크 업 신호가 타겟 디바이스(960)로 전송된 후, 상기 웨이크 업 신호에 대한 응답신호를 통해 타겟 디바이스(960)가 검출될 수 있다. 이때, 소스 공진부(910)에서 타겟 디바이스(960)로 전송되는 웨이크 업 신호는 소스 공진부(910)의 식별자 정보를 포함한다. 즉, 도 8의 통신부는 데이터 통신을 위해 할당된 주파수를 이용하여 아웃-밴드 통신을 수행하고, 전력 전송부(830)는 "공진 주파수를 사용하여 타겟 디바이스와 데이터를 송수신하는 인-밴드 통신"을 수행할 수 있다. 따라서, 상기 웨이크 업 신호에 대한 응답신호는 인-밴드 통신을 통해 무선 전력 전송 장치(800)에 수신되거나, 아웃-밴드 통신을 통해 무선 전력 전송 장치(800)에 수신될 수 있다.

[0064] 한편, 일정 시간 동안 상기 웨이크 업 신호에 대한 응답신호가 없으면 다음 소스 공진기(920)로 스위칭 될 수 있다. 소스 공진기(920)는 웨이크 업 신호를 전송하고, 일정 시간 동안 상기 웨이크 업 신호에 대한 응답 신호

가 없으면, 상태를 오프(Off) 상태로 유지한다. 위와 마찬가지로 방식으로 소스 공진기(930, 940)에서 타겟 디바이스(970)의 검출 과정이 진행될 수 있다.

- [0065] 이와 같이, 소스 공진부들(910, 920, 930, 940)이 순차적으로 온/오프 되어 웨이크 업 신호를 브로드캐스트 함으로써, 어느 소스 공진부에 타겟 디바이스가 인접해 있는지를 검출할 수 있다.
- [0066] 소스 공진부(910, 920, 930, 940)들 각각은 소스 공진부 식별자에 의해 구분될 수 있다. 이때, 도 8의 제어부(820)는 상기 소스 공진부들(910, 920, 930, 940) 각각의 소스 공진부 식별자를 이용하여 상기 복수의 디바이스들 각각의 위치를 인식할 수 도 있다.
- [0067] 도 10은 도 9의 소스 공진부의 구성 예를 나타낸다.
- [0068] 도 10에 도시된 바와 같이, 소스 공진부(910) 또는 소스 공진부(831)는 어레이(array)를 형성하는 4개 이상의 소스 공진기(911, 913, 915, 917)를 포함할 수 있다.
- [0069] 한편, 도 10에 도시된 바와 달리, 소스 공진부(910) 또는 소스 공진부(831)는 하나의 소스 공진기로 구성될 수도 있다.
- [0070] 도 11은 일 실시 예에 따른 무선 전력 수신 장치의 구성을 나타낸다.
- [0071] 도 11을 참조하면, 무선 전력 수신 장치(1100)는 통신부(1110), 전력 수신부(1120) 및 제어부(1130)를 포함한다. 또한, 무선 전력 수신 장치(1100)는 전력 공급부(1150) 및 부하 경로 스위치(1140)를 더 포함할 수 있다.
- [0072] 통신부(1110)는 무선 전력 전송 장치(800)로부터 웨이크-업(wake-up) 요청 신호를 수신하고, 상기 웨이크-업(wake-up) 요청 신호에 대한 응답신호를 상기 무선 전력 전송 장치(800)에 전송한다. 이때, 응답신호는 "무선 전력 수신 장치의 식별자 정보", "인접한 소스 공진부로부터 수신된 소스 공진부 식별자 정보" 및 "상기 무선 전력 수신 장치에서 사용될 전력의 양에 대한 정보"를 포함할 수 있다.
- [0073] 한편, 통신부(1110)는 인-밴드 통신을 통해 인접한 소스 공진부로부터 소스 공진부 식별자 정보를 수신하고, 아웃-밴드 통신을 통해 상기 소스 공진부 식별자 정보를 무선 전력 전송 장치(800)로 전송할 수도 있다.
- [0074] 전력 수신부(1120)는 소스 공진부로부터 무선으로 전력을 수신하거나, "다른 무선 전력 수신장치의 타겟 공진기 T_{other}"와 마그네틱 커플링을 형성하고, 타겟 공진기 T_{other}로부터 무선으로 전력을 수신할 수 있다. 전력 수신부(1120)는 무선 전력 수신 장치(1100)에서 사용될 전력의 양이 상기 다른 무선 전력 수신 장치에서 사용될 전력의 양보다 크면 상기 소스 공진부로부터 무선으로 전력을 수신할 수 있다. 그리고, 전력 수신부(1120)는 상기 무선 전력 수신 장치에서 사용될 전력의 양이 상기 다른 무선 전력 수신 장치에서 사용될 전력의 양보다 작으면 상기 타겟 공진기 T_{other}로부터 무선으로 전력을 수신한다.
- [0075] 전력 수신부(1120)는 공진기(1121), 공진 스위치(1123) 및 매칭 제어부(1125) 를 포함할 수 있다. 공진기(1121)는 도 1의 타겟 공진기(121)와 동일한 기능을 수행한다. 공진 스위치(1123)는 제어부(1130)의 제어에 따라 온/오프 된다. 매칭 제어부(1125)는 "상기 공진기(1121)와 부하(1160) 사이" 또는 "무선 전력 전송 장치(800)와 공진기(1121) 사이"의 임피던스 매칭을 수행한다. 매칭 제어부(1125)는 반사파를 감지하거나 부하의 임피던스 변화를 감지함으로써, 임피던스 매칭의 수행 여부를 판단할 수 있다. 이때, 공진기(1121)는 "상기 다른 무선 전력 수신 장치의 타겟 공진기 T_{other}" 와 사이즈 또는 코일의 턴수가 다를 수 있다. 여기서, 코일의 턴수는, 공진기가 코일 형태인 경우 코일의 감긴 횟수를 의미한다.
- [0076] 제어부(1130)는 전력 수신이 종료되면 부하(1160)의 연결을 오프시킨다. 즉, 제어부(1130)는 전력 수신이 종료되면 부하 경로 스위치(1140)을 오프 시킨다. 부하 경로 스위치(1140)가 오프되면, 공진기(1121)는 소스 공진기와 마그네틱 커플링을 형성할 수 없다. 이때, 부하(1160)는 배터리일 수도 있고, 전력을 소모하는 회로 또는 무선 전력 수신 장치(1100)에 탈부착 가능한 외부 장치일 수 있다.
- [0077] 제어부(1130)는 무선 전력 전송 장치(800)로부터 무선으로 수신되는 전력의 전력 전송 효율을 계산할 수 있다. 무선 전력 전송 장치(800)가 전송 전력량 P_t를 브로드캐스트하면, 제어부(1130)는 P_t 와 수신 전력량 P_r의 비율을 계산함으로써 전력 전송 효율을 계산할 수 있다. 제어부(1130)는 전력 전송 효율을 주기적으로 계산하고,

통신부(1110)를 통해 전력 전송 효율에 대한 정보를 무선 전력 전송 장치(800)로 전송할 수 있다.

- [0078] 또한, 제어부(1130)는 부하(1160)의 상태를 체크하고, 부하(1160)의 충전이 완료되면 부하(1160)의 충전이 완료되었음을 무선 전력 전송 장치(800)에 알려 줄 수 있다.
- [0079] 전력 공급부(1150)는 무선 전력 전송 장치(800)로부터 무선으로 수신되는 전력을 상기 부하(1160)로 제공한다. 전력 공급부(1150)는 교류 전압을 정류함으로써, DC 전압을 생성하는 정류부(1151) 및 정류부(1151)에서 출력되는 DC 전압의 레벨을 조정하여 부하(1160)에서 필요한 DC 전압을 생성하는 DC/DC(1153)를 포함할 수 있다.
- [0080] 도 12는 일 실시 예에 따른 무선 전력 전송의 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0081] 도 12에 도시된 예에서, 제1 무선 전력 수신 장치(1210)는 고 전력 부하이고, 제2 무선 전력 수신 장치(1220)는 저 전력 부하이다.
- [0082] 도 12를 참조하면, 1201 단계에서 소스 공진부(831)는 웨이크 업 신호를 브로드캐스트한다. 소스 공진부(831)에서 브로드캐스트된 웨이크 업 신호는 제1 무선 전력 수신 장치(1210)에 수신된다. 기 설정된 시간 구간 T1 내에 제1 무선 전력 수신 장치(1210)로부터 응답 신호가 수신되면, 무선 전력 전송 장치(800)는 제1 무선 전력 수신 장치를 검출할 수 있다. 또한, 무선 전력 전송 장치(800)는 제1 무선 전력 수신 장치가 소스 공진부(831)의 커버리지 내에 위치하고 있음을 알 수 있다. 이때, 응답 신호는 제1 무선 전력 수신 장치(1210)에서 사용될 전력의 양에 대한 정보 및 제1 무선 전력 수신 장치(1210)의 식별자 정보를 포함한다.
- [0083] 1203단계에서 소스 공진부(835)는 웨이크 업 신호를 브로드캐스트한다. 소스 공진부(835)에서 브로드캐스트된 웨이크 업 신호는 제2 무선 전력 수신 장치(1220)에 수신된다. 기 설정된 시간 구간 T2 내에 제2 무선 전력 수신 장치(1220)로부터 응답 신호가 수신되면, 무선 전력 전송 장치(800)는 제2 무선 전력 수신 장치를 검출할 수 있다. 또한, 무선 전력 전송 장치(800)는 제2 무선 전력 수신 장치가 소스 공진부(835)의 커버리지 내에 위치하고 있음을 알 수 있다. 이때, 응답 신호는 제2 무선 전력 수신 장치(1220)에서 사용될 전력의 양에 대한 정보 및 제2 무선 전력 수신 장치(1220)의 식별자 정보를 포함한다.
- [0084] 상기 1201 단계 및 1203 단계를 통해, 무선 전력 전송 장치(800)는 전력을 무선으로 수신하는 복수의 타겟 디바이스들을 검출할 수 있다. 즉, 상기 1201 단계 및 1203 단계는 복수의 타겟 디바이스들을 검출하는 단계이다. 따라서, 상기 1201 단계 및 1203 단계에서 무선 전력 전송 장치(800)는 복수의 소스 공진부들을 이용하여 웨이크-업(wake-up) 요청 신호를 순차적으로 브로드캐스트하고, 상기 복수의 타겟 디바이스들로부터 상기 웨이크-업(wake-up) 요청 신호에 대한 응답신호들을 순차적으로 수신할 수 있다.
- [0085] 한편, 아웃-밴드 통신을 통해 타겟 디바이스들을 검출하는 경우, 무선 전력 전송 장치(800)의 검출부(810)는 1205 단계 및 1207 단계에서 웨이크 업 신호를 브로드캐스트할 수 있다. 무선 전력 수신 장치(1210, 1220)들은 1209 단계 및 1211단계에서 응답 신호를 전송할 수 있다.
- [0086] 무선 전력 전송 장치(800)는 고 전력 부하에 인접한 소스 공진부(831)을 선택하고, 1213 단계에서 소스 공진부(831)를 통해 제1 무선 전력 수신 장치(1210)에 전력을 전송한다. 1215 단계에서 제2 무선 전력 수신 장치(1220)는 제1 무선 전력 수신 장치(1210)와 마그네틱 커플링을 형성하고, 제1 무선 전력 수신 장치(1210)로부터 전력을 수신할 수 있다.
- [0087] 한편, 소스 공진기 및/또는 타겟 공진기는 헬릭스(helix) 코일 구조의 공진기, 또는 스파이럴(spiral) 코일 구조의 공진기, 또는 meta-structured 공진기로 구성될 수 있다.
- [0088] 이미 잘 알려진 내용들이지만, 이해의 편의를 위하여 관련 용어들을 기술한다. 모든 물질들은 고유의 투자율(μ) 및 유전율(ϵ)을 갖는다. 투자율은 해당 물질에서 주어진 자계(magnetic field)에 대해 발생하는 자기력선속밀도(magnetic flux density)와 진공 중에서 그 자계에 대해 발생하는 자기력선속밀도의 비를 의미한다. 그리고, 유전율은 해당 물질에서 주어진 전계(electric field)에 대해 발생하는 전기력선속밀도(electric flux density)와 진공 중에서 그 전계에 대해 발생하는 전기력선속밀도의 비를 의미한다. 투자율 및 유전율은 주어진 주파수 또는 파장에서 해당 물질의 전파 상수를 결정하며, 투자율 및 유전율에 따라 그 물질의 전자기 특성이 결정된다. 특히, 자연계에 존재하지 않는 유전율 또는 투자율을 가지며, 인공적으로 설계된 물질을 메타 물질이라고 하며, 메타 물질은 매우 큰 파장(wavelength) 또는 매우 낮은 주파수 영역에서도

쉽게(즉, 물질의 사이즈가 많이 변하지 않더라도) 공진 상태에 놓일 수 있다.

- [0089] 도 13내지 도 19는 공진기들의 실시 예들을 나타낸다.
- [0090] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 2 차원 구조의 공진기를 나타낸 도면이다.
- [0091] 도 13을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 2 차원 구조의 공진기는 제1 신호 도체 부분(1311), 제2 신호 도체 부분(1312) 및 그라운드 도체 부분(1313)을 포함하는 전송 선로, 커패시터(1320), 매칭기(1330) 및 도체들(1341, 1342)을 포함한다.
- [0092] 도 8에 도시된 바와 같이, 커패시터(1320)는 전송 선로에서 제1 신호 도체 부분(1311)과 제2 신호 도체 부분(1312) 사이에 위치에 직렬로 삽입되며, 그에 따라 전계(electric field)는 커패시터(1320)에 갇히게 된다. 일반적으로, 전송 선로는 상부에 적어도 하나의 도체, 하부에 적어도 하나의 도체를 포함하며, 상부에 있는 도체를 통해서만 전류가 흐르며, 하부에 있는 도체는 전기적으로 그라운드된다(grounded). 본 명세서에서는 전송 선로의 상부에 있는 도체를 제1 신호 도체 부분(1311)과 제2 신호 도체 부분(1312)로 나누어 부르고, 전송 선로의 하부에 있는 도체를 그라운드 도체 부분(1313)으로 부르기로 한다.
- [0093] 도 13에 도시된 바와 같이 본 발명의 일실시예에 따른 공진기(1300)는 2 차원 구조의 형태를 갖는다. 전송 선로는 상부에 제1 신호 도체 부분(1311) 및 제2 신호 도체 부분(1312)을 포함하고, 하부에 그라운드 도체 부분(1313)을 포함한다. 제1 신호 도체 부분(1311) 및 제2 신호 도체 부분(1312)과 그라운드 도체 부분(1313)은 서로 마주보게 배치된다. 전류는 제1 신호 도체 부분(1311) 및 제2 신호 도체 부분(1312)을 통하여 흐른다.
- [0094] 또한, 도 13에 도시된 바와 같이 제1 신호 도체 부분(1311)의 한쪽 단은 도체(1342)와 접지(short)되고, 다른 쪽 단은 커패시터(1320)와 연결된다. 그리고, 제2 신호 도체 부분(1312)의 한쪽 단은 도체(1341)와 접지되며, 다른 쪽 단은 커패시터(1320)와 연결된다. 결국, 제1 신호 도체 부분(1311), 제2 신호 도체 부분(1312) 및 그라운드 도체 부분(1313), 도체들(1641, 1642)은 서로 연결됨으로써, 공진기(1300)는 전기적으로 닫혀 있는 루프 구조를 갖는다. 여기서, '루프 구조'는 원형 구조, 사각형과 같은 다각형의 구조 등을 모두 포함하며, '루프 구조를 갖는다고 함은' 전기적으로 닫혀 있다는 것을 의미한다.
- [0095] 커패시터(1320)는 전송 선로의 중단부에 삽입된다. 보다 구체적으로, 커패시터(1320)는 제1 신호 도체 부분(1311) 및 제2 신호 도체 부분(1312) 사이에 삽입된다. 이 때, 커패시터(1320)는 집중 소자(lumped element) 및 분산 소자(distributed element) 등의 형태를 가질 수 있다. 특히, 분산 소자의 형태를 갖는 분산된 커패시터는 지그재그 형태의 도체 라인들과 그 도체 라인들 사이에 존재하는 높은 유전율을 갖는 유전체를 포함할 수 있다.
- [0096] 커패시터(1320)가 전송 선로에 삽입됨에 따라 상기 공진기(1300)는 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있다. 여기서, 메타물질이란 자연에서 발견될 수 없는 특별한 전기적 성질을 갖는 물질로서, 인공적으로 설계된 구조를 갖는다. 자연계에 존재하는 모든 물질들의 전자기 특성은 고유의 유전율 또는 투자율을 가지며, 대부분의 물질들은 양의 유전율 및 양의 투자율을 갖는다. 대부분의 물질들에서 전계, 자계 및 포인팅 벡터에는 오른손 법칙이 적용되므로, 이러한 물질들을 RHM(Right Handed Material)이라고 한다. 그러나, 메타물질은 자연계에 존재하지 않는 유전율 또는 투자율을 가진 물질로서, 유전율 또는 투자율의 부호에 따라 ENG(epsilon negative) 물질, MNG(mu negative) 물질, DNG(double negative) 물질, NRI(negative refractive index) 물질, LH(left-handed) 물질 등으로 분류된다.
- [0097] 이 때, 집중 소자로서 삽입된 커패시터(1320)의 커패시턴스가 적절히 정해지는 경우, 상기 공진기(1300)는 메타물질의 특성을 가질 수 있다. 특히, 커패시터(1320)의 커패시턴스를 적절히 조절함으로써, 공진기는 음의 투자율을 가질 수 있으므로, 본 발명의 일실시예에 따른 공진기(1300)는 MNG 공진기로 불려질 수 있다. 아래에서 설명하겠지만, 커패시터(1320)의 커패시턴스를 정하는 전제(criterion)들은 다양할 수 있다. 공진기(1300)가 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있도록 하는 전제(criterion), 상기 공진기(1300)가 대상 주파수에서 음의 투자율을 갖도록 하는 전제 또는 상기 공진기(1300)가 대상 주파수에서 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 갖도록 하는 전제 등이 있을 수 있고, 상술한 전제들 중 적어도 하나의 전제 아래에서 커패시터(1320)의 커패시턴스가 정해질 수 있다.
- [0098] 상기 MNG 공진기(1300)는 전파 상수(propagation constant)가 0일 때의 주파수를 공진 주파수로 갖는 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 가질 수 있다. MNG 공진기(1300)는 영번째 공진 특성을 가질 수 있으므로, 공진 주파수는 MNG 공진기(1300)의 물리적인 사이즈에 대해 독립적일 수 있다. 즉, 아래에서 다시 설명하겠지만, MNG 공진기(1300)에서 공진 주파수를 변경하기 위해서는 커패시터(1320)를 적절히 설계하는 것으로

로 충분하므로, MNG 공진기(1300)의 물리적인 사이즈를 변경하지 않을 수 있다.

- [0099] 또한, 근접 필드(near field)에서 전계는 전송 선로에 삽입된 커패시터(1320)에 집중되므로, 커패시터(1320)로 인하여 근접 필드에서는 자계(magnetic field)가 도미넌트(dominant)해진다. 그리고, MNG 공진기(1300)는 집중 소자의 커패시터(1320)을 이용하여 높은 큐-팩터(Q-Factor)를 가질 수 있으므로, 전력 전송의 효율을 향상시킬 수 있다. 참고로, 큐-팩터는 무선 전력 전송에 있어서 저항 손실(ohmic loss)의 정도 또는 저항(resistance)에 대한 리액턴스의 비를 나타내는데, 큐-팩터가 클수록 무선 전력 전송의 효율이 큰 것으로 이해될 수 있다.
- [0100] 또한, MNG 공진기(1300)는 임피던스 매칭을 위한 매칭기(1330)를 포함할 수 있다. 이 때, 매칭기(1330)는 MNG 공진기(1300)의 자계의 강도를 적절히 조절 가능(tunable)하고, 매칭기(1330)에 의해 MNG 공진기(1300)의 임피던스는 결정된다. 그리고, 전류는 커넥터(1340)를 통하여 MNG 공진기(1300)로 유입되거나 MNG 공진기(1300)로부터 유출될 수 있다. 여기서, 커넥터(1340)는 그라운드 도체 부분(1313) 또는 매칭기(1330)와 연결될 수 있다. 다만, 커넥터(1340)와 그라운드 도체 부분(1313) 또는 매칭기(1330) 사이에는 물리적인 연결이 형성될 수도 있고, 커넥터(1340)와 그라운드 도체 부분(1313) 또는 매칭기(1330) 사이의 물리적인 연결 없이 커플링을 통하여 전력이 전달될 수도 있다.
- [0101] 보다 구체적으로, 도 13에 도시된 바와 같이, 매칭기(1330)는 공진기(1300)의 루프 구조로 인해 형성되는 루프의 내부에 위치할 수 있다. 매칭기(1330)는 물리적인 형태를 변경함으로써, 공진기(1300)의 임피던스를 조절할 수 있다. 특히, 매칭기(1330)는 그라운드 도체 부분(1313)으로부터 거리 h 만큼 떨어진 위치에 임피던스 매칭을 위한 도체(1331)를 포함할 수 있으며, 공진기(1300)의 임피던스는 거리 h를 조절함으로써 변경될 수 있다.
- [0102] 도 13에 도시되지 아니하였지만, 매칭기(1330)를 제어할 수 있는 컨트롤러가 존재하는 경우, 매칭기(1330)는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 매칭기(1330)의 물리적 형태를 변경할 수 있다. 예를 들어, 제어 신호에 따라 매칭기(1330)의 도체(1331)와 그라운드 도체 부분(1313) 사이의 거리 h가 증가하거나, 감소될 수 있으며, 그에 따라 매칭기(1330)의 물리적 형태가 변경됨으로써, 공진기(1300)의 임피던스는 조절될 수 있다.
- [0103] 매칭기(1330)는 도 13에 도시된 바와 같이, 도체 부분(1331)과 같은 능동 소자로 구현될 수 있으며, 실시예에 따라서는 다이오드, 트랜지스터 등과 같은 능동 소자로 구현될 수 있다. 능동 소자가 매칭기(1330)에 포함되는 경우, 능동 소자는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 구동될 수 있으며, 그 제어 신호에 따라 공진기(1300)의 임피던스는 조절될 수 있다. 예를 들어, 매칭기(1330)에는 능동 소자의 일종인 다이오드가 포함될 수 있고, 다이오드가 'on' 상태에 있는지 또는 'off' 상태에 있는지에 따라 공진기(1300)의 임피던스가 조절될 수 있다.
- [0104] 또한, 도 13에 도시되지 아니하였으나, MNG 공진기(1300)를 관통하는 마그네틱 코어가 더 포함될 수 있다. 이러한 마그네틱 코어는 전력 전송 거리를 증가시키는 기능을 수행할 수 있다.
- [0105] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 3 차원 구조의 공진기를 나타낸 도면이다.
- [0106] 도 14를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 3 차원 구조의 공진기(1400)는 제1 신호 도체 부분(1411), 제2 신호 도체 부분(1412) 및 그라운드 도체 부분(1413)을 포함하는 전송 선로 및 커패시터(1420)를 포함한다. 여기서 커패시터(1420)는 전송 선로에서 제1 신호 도체 부분(1411)과 제2 신호 도체 부분(1412) 사이에 위치에 직렬로 삽입되고, 전계(electric field)는 커패시터(1420)에 갇히게 된다.
- [0107] 또한, 도 14에 도시된 바와 같이 공진기(1400)는 3차원 구조의 형태를 갖는다. 전송 선로는 상부에 제1 신호 도체 부분(1411) 및 제2 신호 도체 부분(1412)을 포함하고, 하부에 그라운드 도체 부분(1413)을 포함한다. 제1 신호 도체 부분(1411) 및 제2 신호 도체 부분(1412)과 그라운드 도체 부분(1413)은 서로 마주보게 배치된다. 전류는 제1 신호 도체 부분(1411) 및 제2 신호 도체 부분(1412)을 통하여 x 방향으로 흐르며, 이러한 전류로 인해 -y 방향으로 자계(magnetic field) H(w)가 발생한다. 물론, 도 14에 도시된 것과 다르게, ty 방향으로 자계(magnetic field) H(w)가 발생할 수 있다.
- [0108] 또한, 도 14에 도시된 바와 같이 제1 신호 도체 부분(1411)의 한쪽 단은 도체(1442)와 접지(short)되고, 다른 쪽 단은 커패시터(1420)와 연결된다. 그리고, 제2 신호 도체 부분(1412)의 한쪽 단은 도체(1441)와 접지되며, 다른 쪽 단은 커패시터(1420)와 연결된다. 결국, 제1 신호 도체 부분(1411), 제2 신호 도체 부분(1412) 및 그라운드 도체 부분(1413), 도체들(1441, 1442)은 서로 연결됨으로써, 공진기(1400)는 전기적으로 닫혀 있는 루프

구조를 갖는다. 여기서, '루프 구조'는 원형 구조, 사각형과 같은 다각형의 구조 등을 모두 포함하며, '루프 구조를 갖는다고 함은' 전기적으로 닫혀 있다는 것을 의미한다.

[0109] 또한, 도 14에 도시된 바와 같이 커패시터(1420)는 제1 신호 도체 부분(1411) 및 제2 신호 도체 부분(1412) 사이에 삽입된다. 이 때, 커패시터(1420)는 집중 소자(lumped element) 및 분산 소자(distributed element) 등의 형태를 가질 수 있다. 특히, 분산 소자의 형태를 갖는 분산된 커패시터는 지그재그 형태의 도체 라인들과 그 도체 라인들 사이에 존재하는 높은 유전율을 갖는 유전체를 포함할 수 있다.

[0110] 도 14에 도시된 바와 같이 커패시터(1420)가 전송 선로에 삽입됨에 따라 상기 공진기(1400)는 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있다. 집중 소자로서 삽입된 커패시터(1420)의 커패시턴스가 적절히 정해지는 경우, 상기 공진기(1400)는 메타물질의 특성을 가질 수 있다. 특히, 커패시터(1420)의 커패시턴스를 적절히 조절함으로써, 공진기(1400)는 특정 주파수 대역에서 음의 투자율을 가질 수 있으므로, 본 발명의 일실시예에 따른 공진기(1400)는 MNG 공진기로 불려질 수 있다. 아래에서 설명하겠지만, 커패시터(1420)의 커패시턴스를 정하는 전제(criterion)들은 다양할 수 있다. 공진기(1400)가 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있도록 하는 전제(criterion), 상기 공진기(1400)가 대상 주파수에서 음의 투자율을 갖도록 하는 전제 또는 상기 공진기(1400)가 대상 주파수에서 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 갖도록 하는 전제 등이 있을 수 있고, 상술한 전제들 중 적어도 하나의 전제 아래에서 커패시터(1420)의 커패시턴스가 정해질 수 있다.

[0111] 도 14에 도시된 상기 MNG 공진기(1400)는 전파 상수(propagation constant)가 0일 때의 주파수를 공진 주파수로 갖는 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 가질 수 있다. MNG 공진기(1400)는 영번째 공진 특성을 가질 수 있으므로, 공진 주파수는 MNG 공진기(1400)의 물리적인 사이즈에 대해 독립적일 수 있다. MNG 공진기(1400)에서 공진 주파수를 변경하기 위해서는 커패시터(1420)를 적절히 설계하는 것으로 충분하므로, MNG 공진기(1400)의 물리적인 사이즈를 변경하지 않을 수 있다.

[0112] 도 14에 도시된 바와 같이 MNG 공진기(1400)를 참조하면, 근접 필드(near field)에서 전계는 전송 선로(1410)에 삽입된 커패시터(1420)에 집중되므로, 커패시터(1420)로 인하여 근접 필드에서는 자계(magnetic field)가 도미넌트(dominant)해진다. 특히, 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 갖는 MNG 공진기(1400)는 자계 다이폴(magnetic dipole)과 유사한 특성들을 가지므로, 근접 필드에서는 자계가 도미넌트하며, 커패시터(1420)의 삽입으로 인해 발생하는 적은 양의 전계 또한 그 커패시터(1420)에 집중되므로, 근접 필드에서는 자계가 더 더욱 도미넌트해진다. MNG 공진기(1400)는 집중 소자의 커패시터(1420)를 이용하여 높은 큐-팩터(Q-Factor)를 가질 수 있으므로, 전력 전송의 효율을 향상시킬 수 있다.

[0113] 또한, 도 14에 도시된 MNG 공진기(1400)는 임피던스 매칭을 위한 매칭기(1430)를 포함할 수 있다. 이 때, 매칭기(1430)는 MNG 공진기(1400)의 자계의 강도를 적절히 조절 가능(tunable)하고, 매칭기(1430)에 의해 MNG 공진기(1400)의 임피던스는 결정된다. 그리고, 전류는 커패시터(1440)를 통하여 MNG 공진기(1400)로 유입되거나 MNG 공진기(1400)로부터 유출된다. 여기서, 커패시터(1440)는 그라운드 도체 부분(1413) 또는 매칭기(1430)와 연결될 수 있다.

[0114] 보다 구체적으로, 도 14에 도시된 바와 같이, 매칭기(1430)는 공진기(1400)의 루프 구조로 인해 형성되는 루프의 내부에 위치할 수 있다. 매칭기(1430)는 물리적인 형태를 변경함으로써, 공진기(1400)의 임피던스를 조절할 수 있다. 특히, 매칭기(1430)는 그라운드 도체 부분(1413)으로부터 거리 h 만큼 떨어진 위치에 임피던스 매칭을 위한 도체 부분(1431)을 포함할 수 있으며, 공진기(1400)의 임피던스는 거리 h를 조절함으로써 변경될 수 있다.

[0115] 도 14에 도시되지 아니하였지만, 매칭기(1430)를 제어할 수 있는 컨트롤러가 존재하는 경우, 매칭기(1430)는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 매칭기(1430)의 물리적 형태를 변경할 수 있다. 예를 들어, 제어 신호에 따라 매칭기(1430)의 도체(1431)과 그라운드 도체 부분(1430) 사이의 거리 h가 증가하거나, 감소될 수 있으며, 그에 따라 매칭기(1430)의 물리적 형태가 변경됨으로써, 공진기(1400)의 임피던스는 조절될 수 있다. 매칭기(1430)의 도체(1431)과 그라운드 도체 부분(1430) 사이의 거리 h는 다양한 방식들로 조절될 수 있다. 즉, 첫째, 매칭기(1430)에는 여러 도체들이 포함될 수 있고, 그 도체들 중 어느 하나를 적응적으로 활성화함으로써 거리 h가 조절될 수 있다. 둘째, 도체(1431)의 물리적인 위치를 상하로 조절함으로써, 거리 h가 조절될 수 있다. 이러한 거리 h는 컨트롤러의 제어 신호에 따라 제어될 수 있으며, 컨트롤러는 다양한 팩터들을 고려하여 제어 신호를 생성할 수 있다. 컨트롤러가 제어 신호를 생성하는 것에 대해서는 아래에서 설명한다.

- [0116] 매칭기(1430)는 도 14에 도시된 바와 같이, 도체 부분(1431)과 같은 수동 소자로 구현될 수 있으며, 실시예에 따라서는 다이오드, 트랜지스터 등과 같은 능동 소자로 구현될 수 있다. 능동 소자가 매칭기(1430)에 포함되는 경우, 능동 소자는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 구동될 수 있으며, 그 제어 신호에 따라 공진기(1400)의 임피던스는 조절될 수 있다. 예를 들어, 매칭기(1430)에는 능동 소자의 일종인 다이오드가 포함될 수 있고, 다이오드가 'on' 상태에 있는지 또는 'off' 상태에 있는지에 따라 공진기(1400)의 임피던스가 조절될 수 있다.
- [0117] 또한, 도 14에 명시적으로 도시되지 아니하였으나, MNG 공진기(1400)를 관통하는 마그네틱 코어가 더 포함될 수 있다. 이러한 마그네틱 코어는 전력 전송 거리를 증가시키는 기능을 수행할 수 있다.
- [0118] 도 15는 bulky type으로 설계된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.
- [0119] 도 15를 참조하면, 제1 신호 도체 부분(1511)과 도체(1542)는 개별적으로 제작된 후, 서로 연결되는 것이 아니라 하나의 일체형으로 제작될 수 있다. 마찬가지로, 제2 신호 도체 부분(1512)과 도체(1541) 역시 하나의 일체형으로 제작될 수 있다.
- [0120] 제2 신호 도체 부분(1512)과 도체(1541)가 개별적으로 제작된 후, 서로 연결되는 경우, 이음매(1550)로 인한 도체 손실이 있을 수 있다. 이 때, 본 발명의 실시예에 따르면, 제2 신호 도체 부분(1512)과 도체(1541)는 별도의 이음매 없이(seamless) 서로 연결되며, 도체(1541)와 그라운드 도체 부분(1513)도 별도의 이음매 없이 서로 연결될 수 있으며, 이음매로 인한 도체 손실을 줄일 수 있다. 결국, 제2 신호 도체 부분(1512)과 그라운드 도체 부분(1513)는 별도의 이음매 없이 하나의 일체형으로서 제작될 수 있다. 마찬가지로, 제1 신호 도체 부분(1511)과 그라운드 도체 부분(1513)는 별도의 이음매 없이 하나의 일체형으로서 제작될 수 있다.
- [0121] 도 15에 도시된 바와 같이, 별도의 이음매 없이 하나의 일체형으로서 둘 이상의 부분(partition)들을 서로 연결하는 유형을 'bulky type'이라고 부르기도 한다.
- [0122] 도 16은 Hollow type으로 설계된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.
- [0123] 도 16을 참조하면, Hollow type으로 설계된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 제1 신호 도체 부분(1611), 제2 신호 도체 부분(1612), 그라운드 도체 부분(1613), 도체들(1641, 1642) 각각은 내부에 비어 있는 공간을 포함한다.
- [0124] 주어진(given) 공진 주파수에서, 유효 전류는 제1 신호 도체 부분(1611), 제2 신호 도체 부분(1612), 그라운드 도체 부분(1613), 도체들(1641, 1642) 각각의 모든 부분을 통해 흐르는 것이 아니라, 일부의 부분만을 통해 흐르는 것으로 모델링될 수 있다. 즉, 주어진 공진 주파수에서, 제1 신호 도체 부분(1611), 제2 신호 도체 부분(1612), 그라운드 도체 부분(1613), 도체들(1641, 1642) 두께(depth)가 각각의 skin depth보다 지나치게 두꺼운 것은 비효율적일 수 있다. 즉, 그것은 공진기(1600)의 무게 또는 공진기(1600)의 제작 비용을 증가시키는 원인이 될 수 있다.
- [0125] 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면, 주어진 공진 주파수에서 제1 신호 도체 부분(1611), 제2 신호 도체 부분(1612), 그라운드 도체 부분(1613), 도체들(1641, 1642) 각각의 skin depth를 기초로 제1 신호 도체 부분(1611), 제2 신호 도체 부분(1612), 그라운드 도체 부분(1613), 도체들(1641, 1642) 각각의 두께를 적절히 정할 수 있다. 제1 신호 도체 부분(1611), 제2 신호 도체 부분(1612), 그라운드 도체 부분(1613), 도체들(1641, 1642) 각각이 해당 skin depth보다 크면서도 적절한 두께를 갖는 경우, 공진기(1600)는 가벼워질 수 있으며, 공진기(1600)의 제작 비용 또한 감소될 수 있다.
- [0126] 예를 들어, 도 16에 도시된 바와 같이, 제2 신호 도체 부분(1612)의 두께는 d_m 로 정해질 수 있고, d 는

$$d = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}}$$

를 통해서 결정될 수 있다. 여기서, f 는 주파수, μ 는 투자율, σ 는 도체 상수를 나타낸다. 특히, 제1 신호 도체 부분(1611), 제2 신호 도체 부분(1612), 그라운드 도체 부분(1613), 도체들(1641, 1642)이 구리(copper)로서 5.8×10^7 의 도전율(conductivity)을 갖는 경우에, 공진 주파수가 10kHz

에 대해서는 skin depth가 약 0.6mm일 수 있으며, 공진 주파수가 100MHz에 대해서는 skin depth는 0.006mm일 수 있다.

- [0127] 도 17은 parallel-sheet이 적용된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.
- [0128] 도 17을 참조하면, parallel-sheet이 적용된 무선 전력 전송을 위한 공진기에 포함된 제1 신호 도체 부분(1711), 제2 신호 도체 부분(1712) 각각의 표면에는 parallel-sheet이 적용될 수 있다.
- [0129] 제1 신호 도체 부분(1711), 제2 신호 도체 부분(1712)은 완벽한 도체(perfect conductor)가 아니므로, 저항 성분을 가질 수 있고, 그 저항 성분으로 인해 저항 손실(ohmic loss)가 발생할 수 있다. 이러한 저항 손실은 Q 팩터를 감소시키고, 커플링 효율을 감소시킬 수 있다.
- [0130] 본 발명의 실시예에 따르면, 제1 신호 도체 부분(1711), 제2 신호 도체 부분(1712) 각각의 표면에 parallel-sheet을 적용함으로써, 저항 손실을 줄이고, Q 팩터 및 커플링 효율을 증가시킬 수 있다. 도 17의 부분(1770)을 참조하면, parallel-sheet이 적용되는 경우, 제1 신호 도체 부분(1711), 제2 신호 도체 부분(1712) 각각은 복수의 도체 라인들을 포함한다. 이 도체 라인들은 병렬적으로 배치되며, 제1 신호 도체 부분(1711), 제2 신호 도체 부분(1712) 각각의 끝 부분에서 접지(short)된다.
- [0131] 제1 신호 도체 부분(1711), 제2 신호 도체 부분(1712) 각각의 표면에 parallel-sheet을 적용하는 경우, 도체 라인들이 병렬적으로 배치되므로, 도체 라인들이 갖는 저항 성분들의 합은 감소된다. 따라서, 저항 손실을 줄이고, Q 팩터 및 커플링 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0132] 도 18은 분산된 커패시터를 포함하는 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.
- [0133] 도 18을 참조하면, 무선 전력 전송을 위한 공진기에 포함되는 커패시터(1320)는 분산된 커패시터일 수 있다. 집중 소자로서의 커패시터는 상대적으로 높은 등가 직렬 저항(Equivalent Series Resistance: ESR)을 가질 수 있다. 집중 소자로서의 커패시터가 갖는 ESR을 줄이기 위한 여러 제안들이 있지만, 본 발명의 실시예에는 분산 소자로서의 커패시터(1820)를 사용함으로써, ESR을 줄일 수 있다. 참고로, ESR로 인한 손실은 Q 팩터 및 커플링 효율을 감소시킬 수 있다.
- [0134] 분산 소자로서의 커패시터(1820)는 도 18에 도시된 바와 같이, 지그 채그 구조를 가질 수 있다. 즉, 분산 소자로서의 커패시터(1820)는 지그 채그 구조의 도체 라인 및 유전체로 구현될 수 있다.
- [0135] 뿐만 아니라, 도 18에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에는 분산 소자로서의 커패시터(1820)를 사용함으로써, ESR로 인한 손실을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 복수 개의 집중 소자로서의 커패시터들을 병렬적으로 사용함으로써, ESR로 인한 손실을 줄일 수 있다. 왜냐 하면, 집중 소자로서의 커패시터들 각각이 갖는 저항 성분들은 병렬 연결을 통하여 작아지기 때문에, 병렬적으로 연결된 집중 소자로서의 커패시터들의 유효 저항 또한 작아질 수 있으며, 따라서, ESR로 인한 손실을 줄일 수 있다. 예를 들어, 10pF의 커패시터 하나를 사용하는 것을 1pF의 커패시터들 10개를 사용하는 것으로 대체함으로써, ESR로 인한 손실을 줄일 수 있다.
- [0136] 도 19는 2 차원 구조의 공진기 및 3 차원 구조의 공진기에서 사용되는 매칭기들의 예를 나타낸 도면이다.
- [0137] 도 19의 A는 매칭기를 포함하는 도 13에 도시된 2 차원 공진기의 일부를 나타내며, 도 19의 B는 매칭기를 포함하는 도 14에 도시된 3 차원 공진기의 일부를 나타낸다.
- [0138] 도 14의 A를 참조하면, 매칭기는 도체(1331), 도체(1332) 및 도체(1333)을 포함하며, 도체(1332) 및 도체(1333)는 전송 선로의 그라운드 도체 부분(1313) 및 도체(1331)와 연결된다. 도체(1331) 및 그라운드 도체 부분(1313) 사이의 거리 h에 따라 2 차원 공진기의 임피던스는 결정되며, 도체(1331) 및 그라운드 도체 부분(1313) 사이의 거리 h는 컨트롤러에 의해 제어된다. 도체(1331) 및 그라운드 도체 부분(1313) 사이의 거리 h는 다양한 방식으로 조절될 수 있으며, 도체(1331)가 될 수 있는 여러 도체들 중 어느 하나를 적응적으로 활성화함으로써 거리 h를 조절하는 방식, 도체(1331)의 물리적인 위치를 상하로 조절함으로써, 거리 h를 조절하는 방식 등이 있을 수 있다.
- [0139] 도 19의 B를 참조하면, 매칭기는 도체(1431), 도체(1432) 및 도체(1433)을 포함하며, 도체(1432) 및 도체

(1433)는 전송 선로의 그라운드 도체 부분(1413) 및 도체(1431)와 연결된다. 도체(1431) 및 그라운드 도체 부분(1413) 사이의 거리 h 에 따라 3 차원 공진기의 임피던스는 결정되며, 도체(1431) 및 그라운드 도체 부분(1413) 사이의 거리 h 는 컨트롤러에 의해 제어된다. 2 차원 구조의 공진기에 포함되는 매칭기와 마찬가지로, 3 차원 구조의 공진기에 포함되는 매칭기에서도 도체(1431) 및 그라운드 도체 부분(1413) 사이의 거리 h 는 다양한 방식으로 조절될 수 있다. 예를 들어, 도체(1431)가 될 수 있는 여러 도체들 중 어느 하나를 적응적으로 활성화함으로써 거리 h 를 조절하는 방식, 도체(1431)의 물리적인 위치를 상하로 조절함으로써, 거리 h 를 조절하는 방식 등이 있을 수 있다.

[0140] 도 19에 도시되지 아니하였지만, 매칭기는 능동 소자를 포함할 수 있으며, 능동 소자를 이용하여 공진기의 임피던스를 조절하는 방식은 상술한 바와 유사하다. 즉, 능동 소자를 이용하여 매칭기를 통해 흐르는 전류의 경로를 변경함으로써, 공진기의 임피던스가 조절될 수 있다.

[0141] 도 20은 도 13에 도시된 공진기의 등가 회로를 나타낸다.

[0142] 도 13에 도시된 무선 전력 전송을 위한 공진기는 도 20에 도시된 등가 회로로 모델링될 수 있다. 도 20의 등가 회로에서 C_L 은 도 13의 전송 선로의 중단부에 집중 소자의 형태로 삽입된 커패시터를 나타낸다.

[0143] 이 때, 도 13에 도시된 무선 전력 전송을 위한 공진기는 영변제 공진 특성을 갖는다. 즉, 전파 상수가 0인 경우, 무선 전력 전송을 위한 공진기는 ω_{MZR} 를 공진 주파수로 갖는다고 가정한다. 이 때, 공진 주파수 ω_{MZR} 는 하기 수학식 2와 같이 표현될 수 있다. 여기서, MZR은 Mu Zero Resonator를 의미한다.

[0144] [수학식 2]

$$\omega_{MZR} = \frac{1}{\sqrt{L_R C_L}}$$

[0145] 상기 수학식 2를 참조하면, 공진기의 공진 주파수 ω_{MZR} 는 L_R/C_L 에 의해 결정될 수 있고, 공진 주파수 ω_{MZR} 와 공진기의 물리적인 사이즈는 서로 독립적일 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 공진 주파수 ω_{MZR} 와 공진기의 물리적인 사이즈가 서로 독립적이므로, 공진기의 물리적인 사이즈는 충분히 작아질 수 있다.

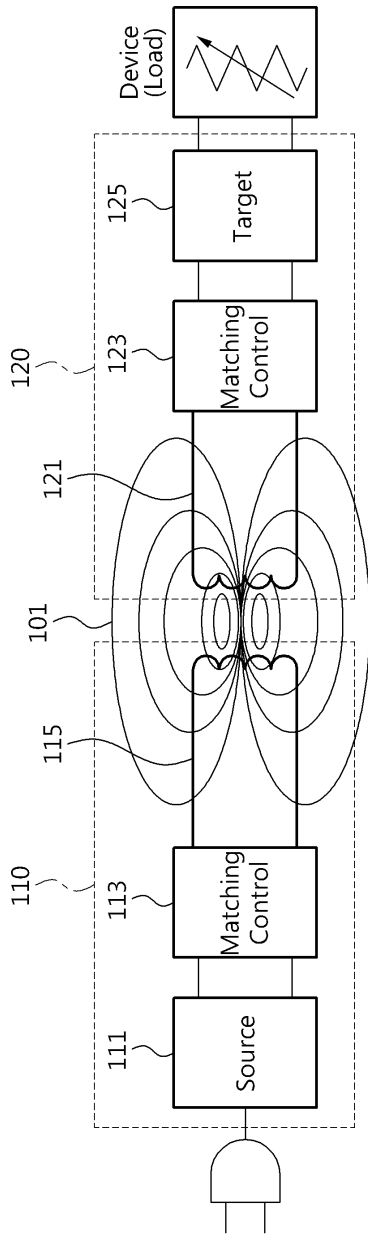
[0147] 본 발명의 실시 예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0148] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

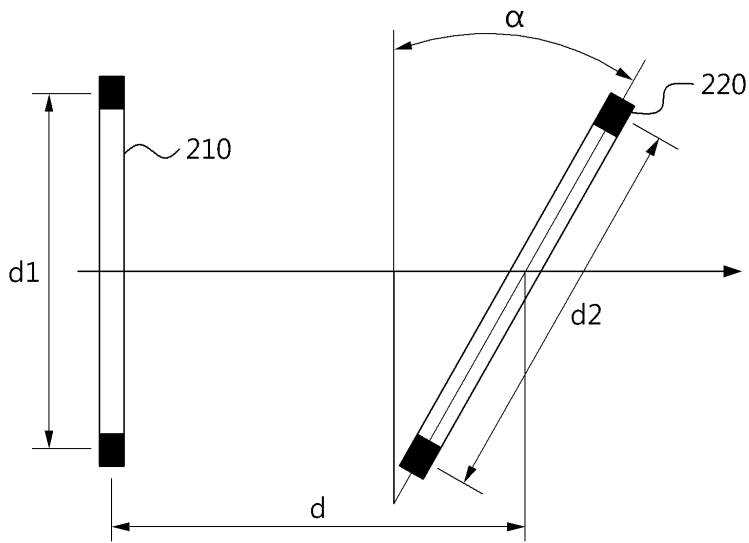
[0149] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

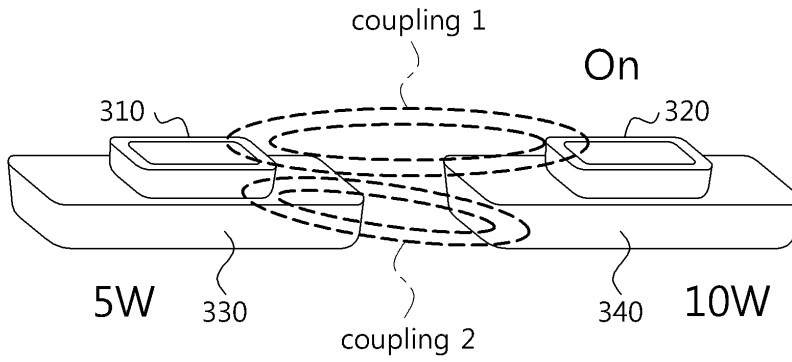
도면1



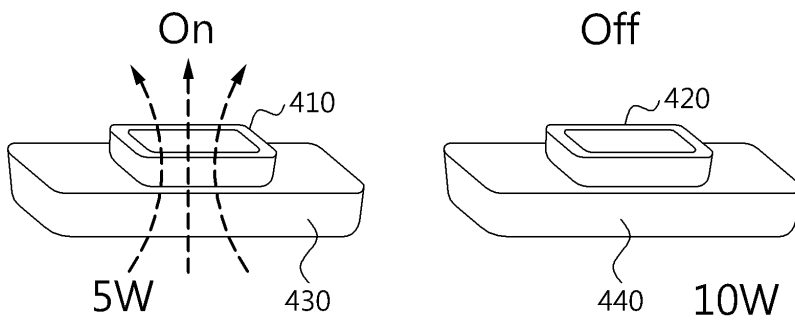
도면2



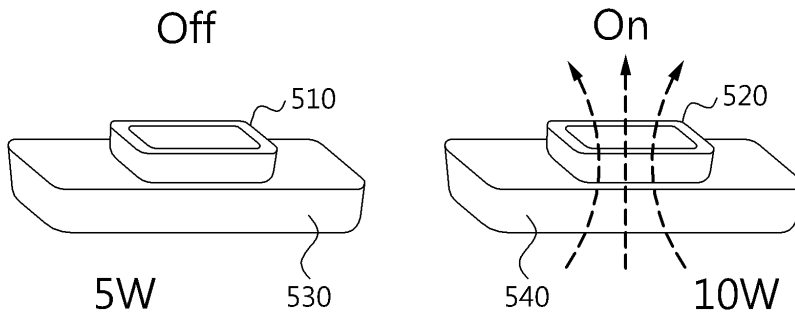
도면3



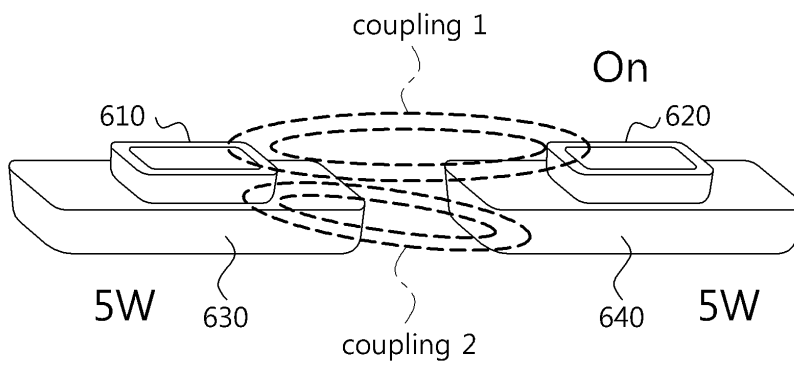
도면4



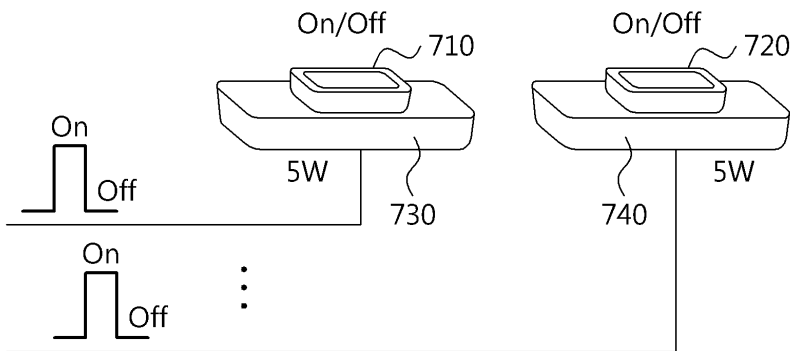
도면5



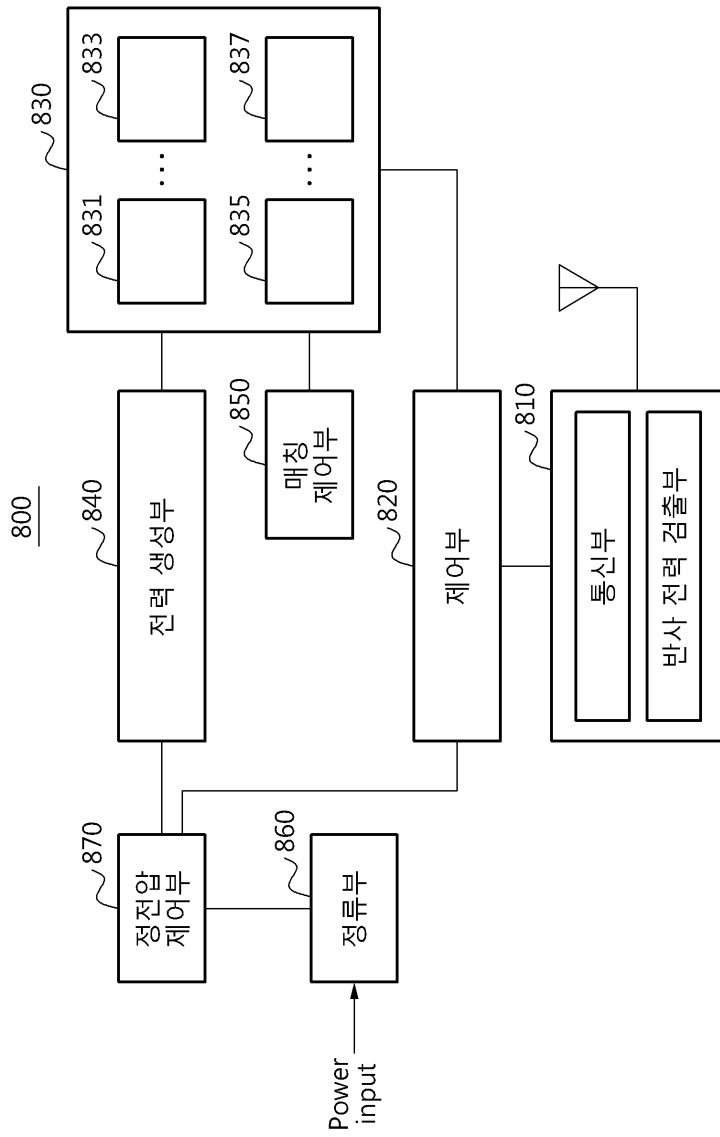
도면6



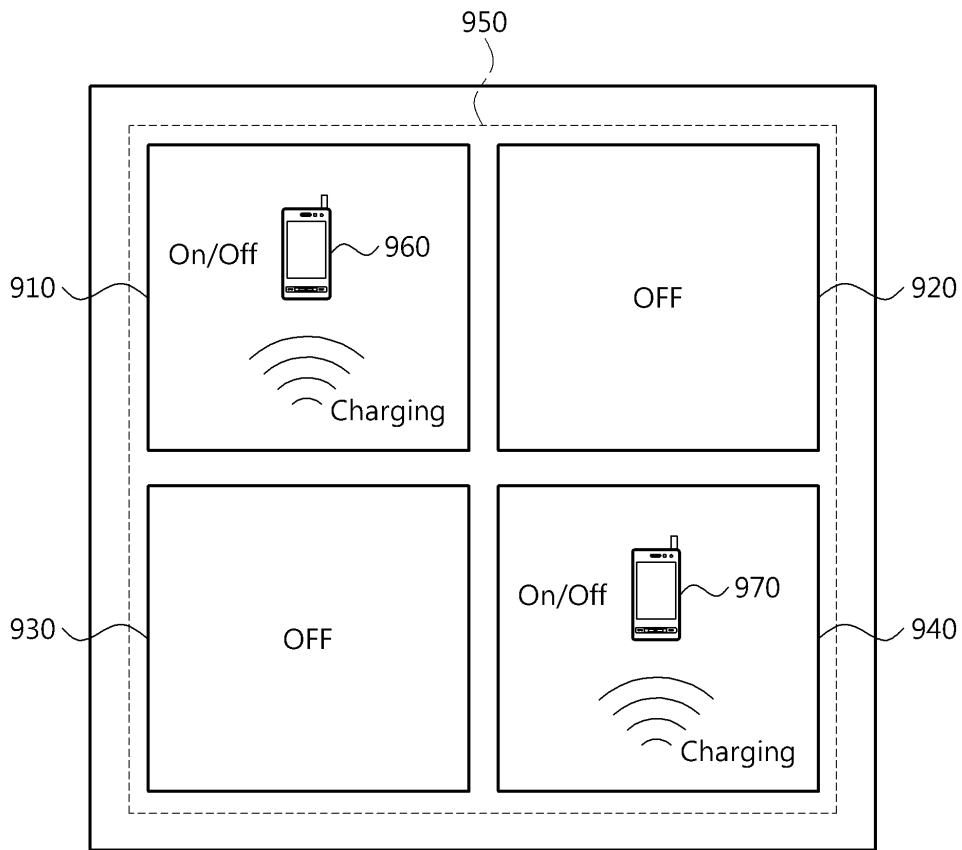
도면7



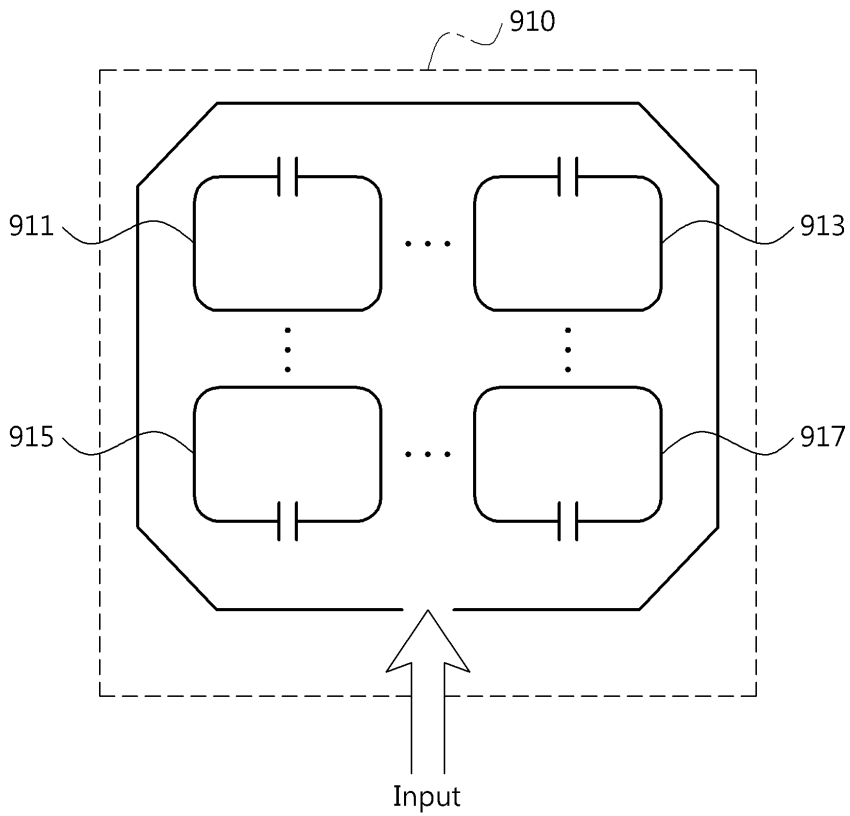
도면8



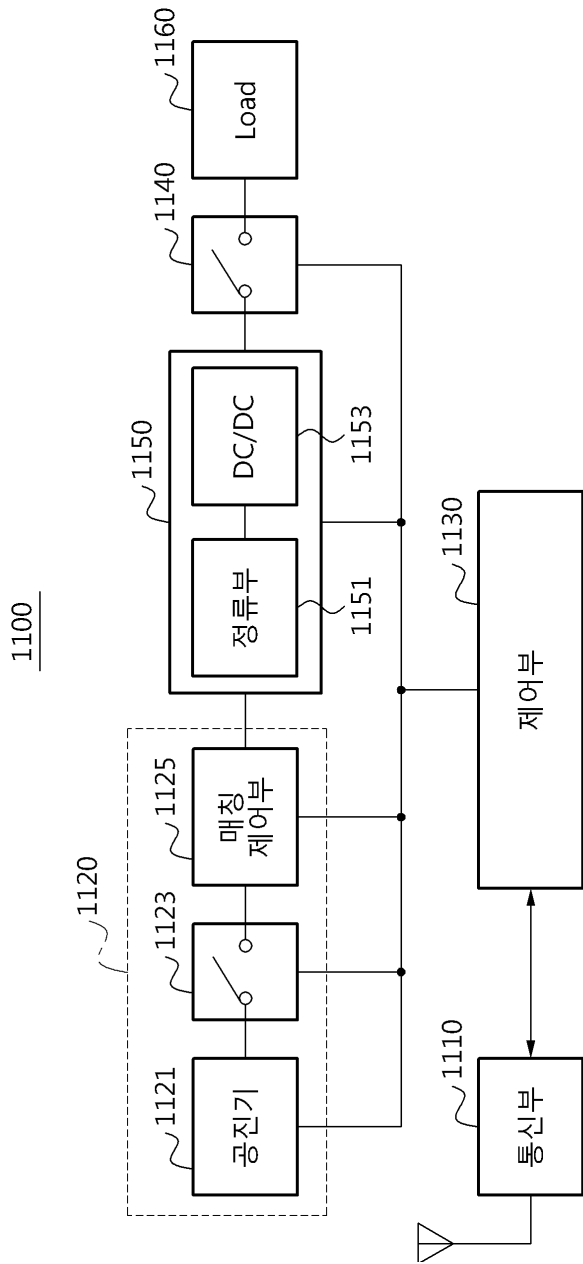
도면9



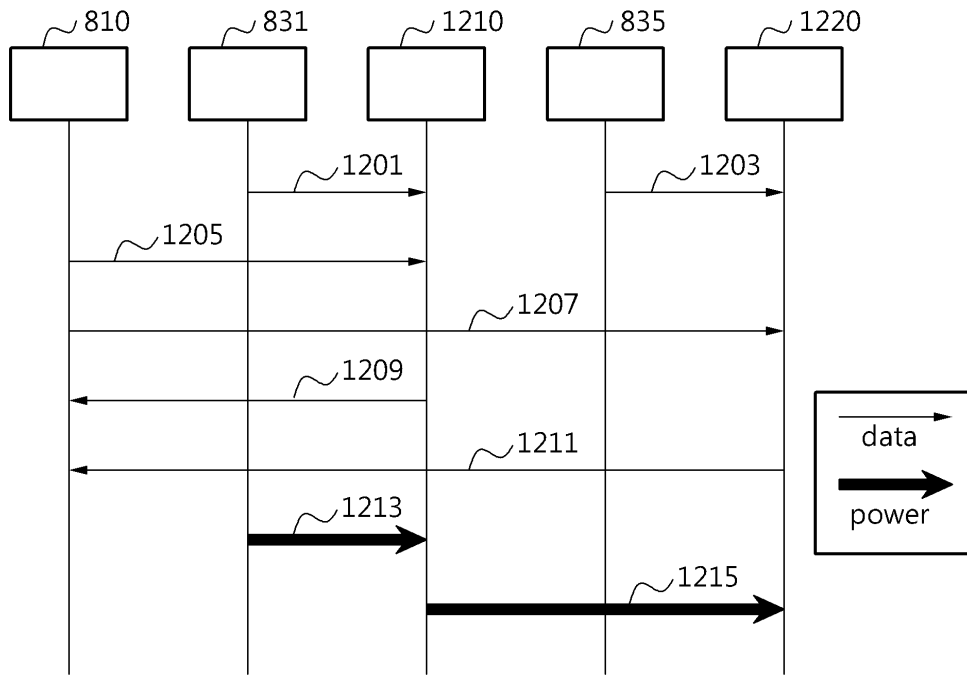
도면10



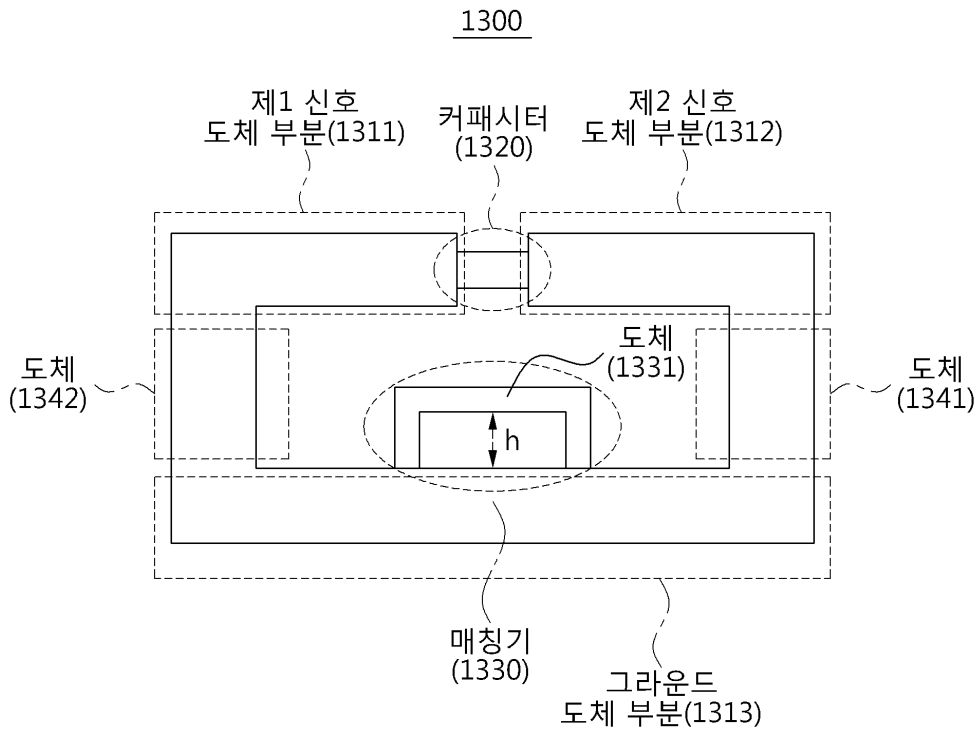
도면11



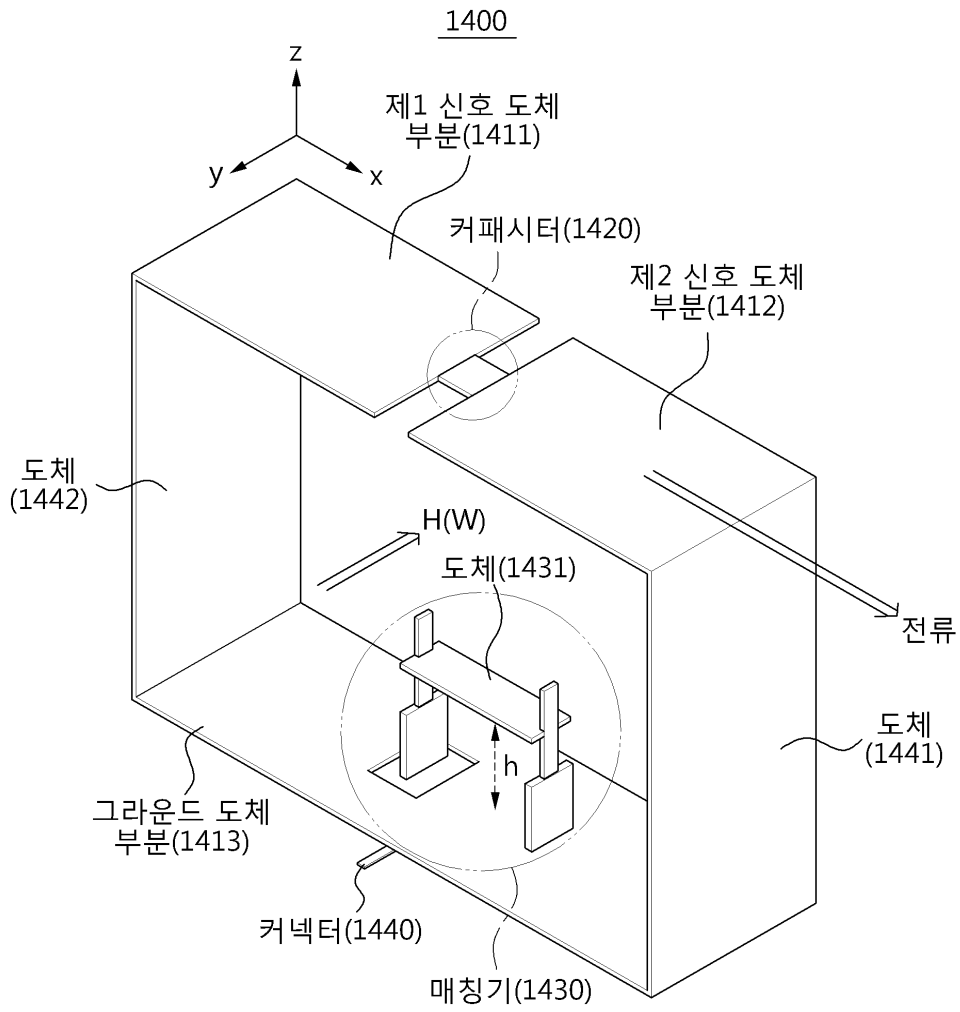
도면12



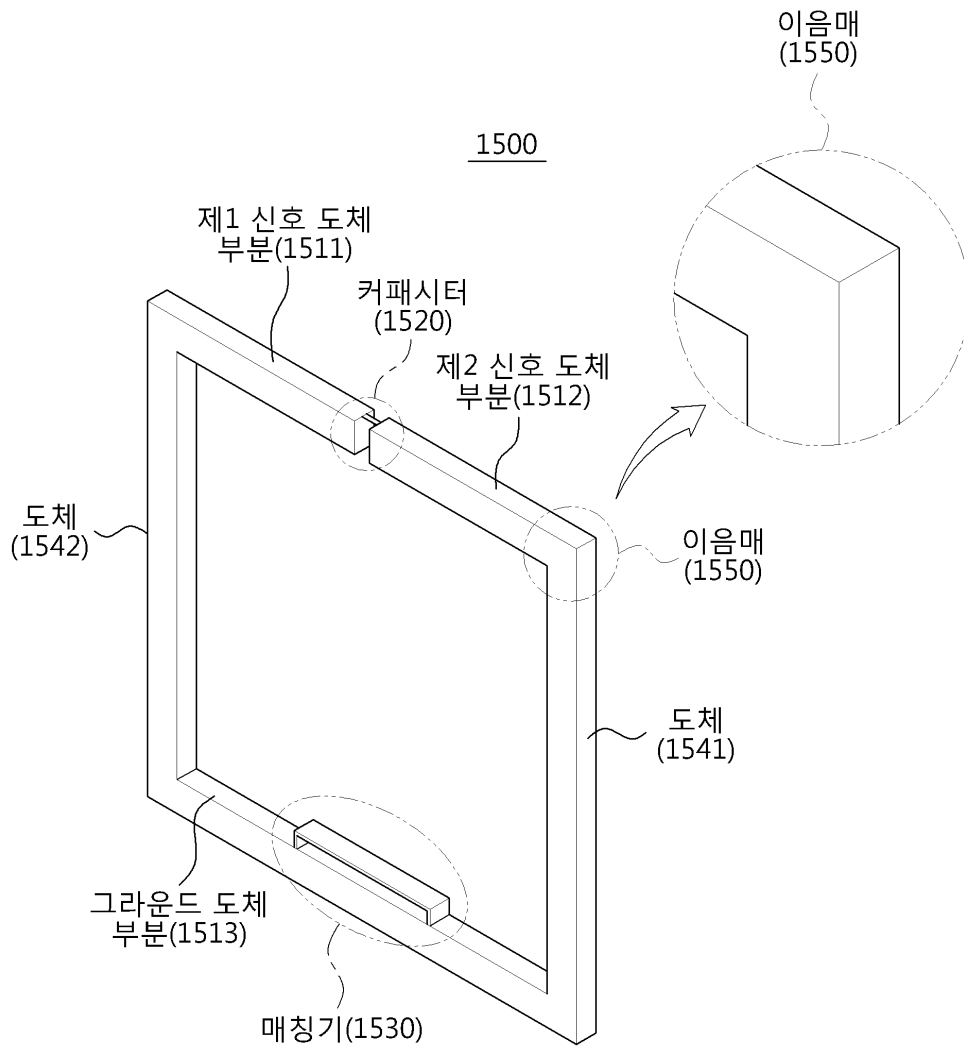
도면13



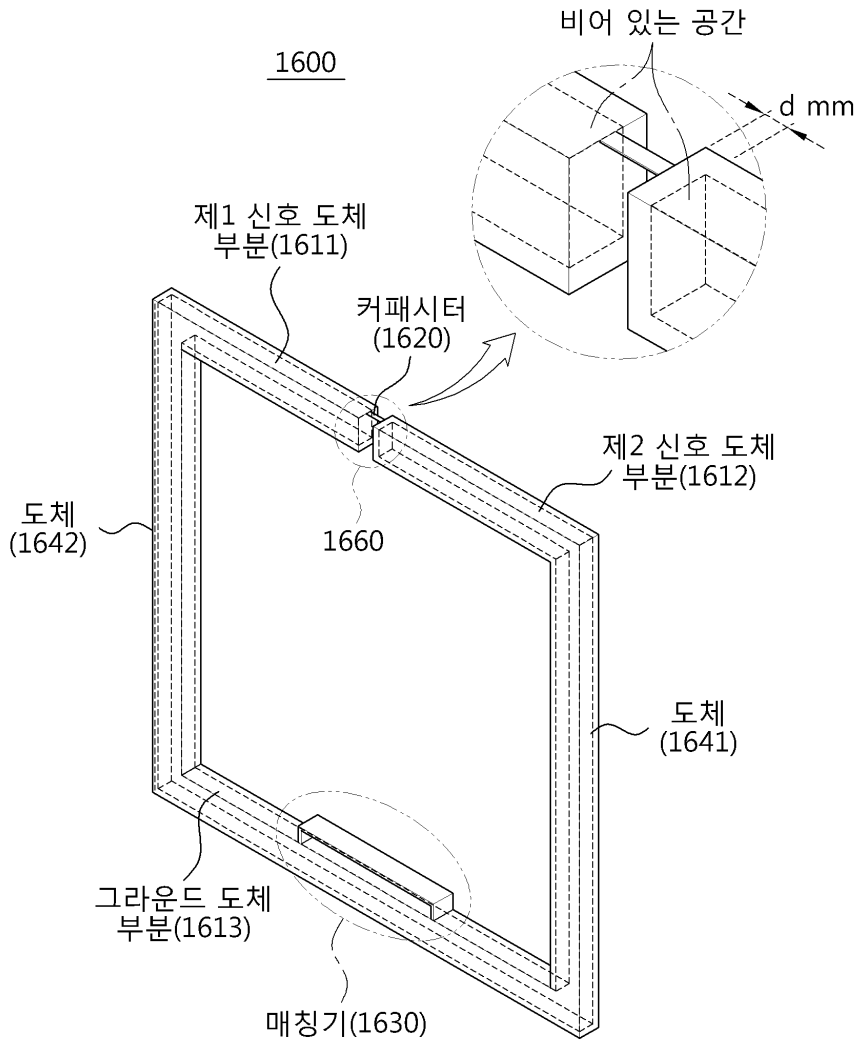
도면14



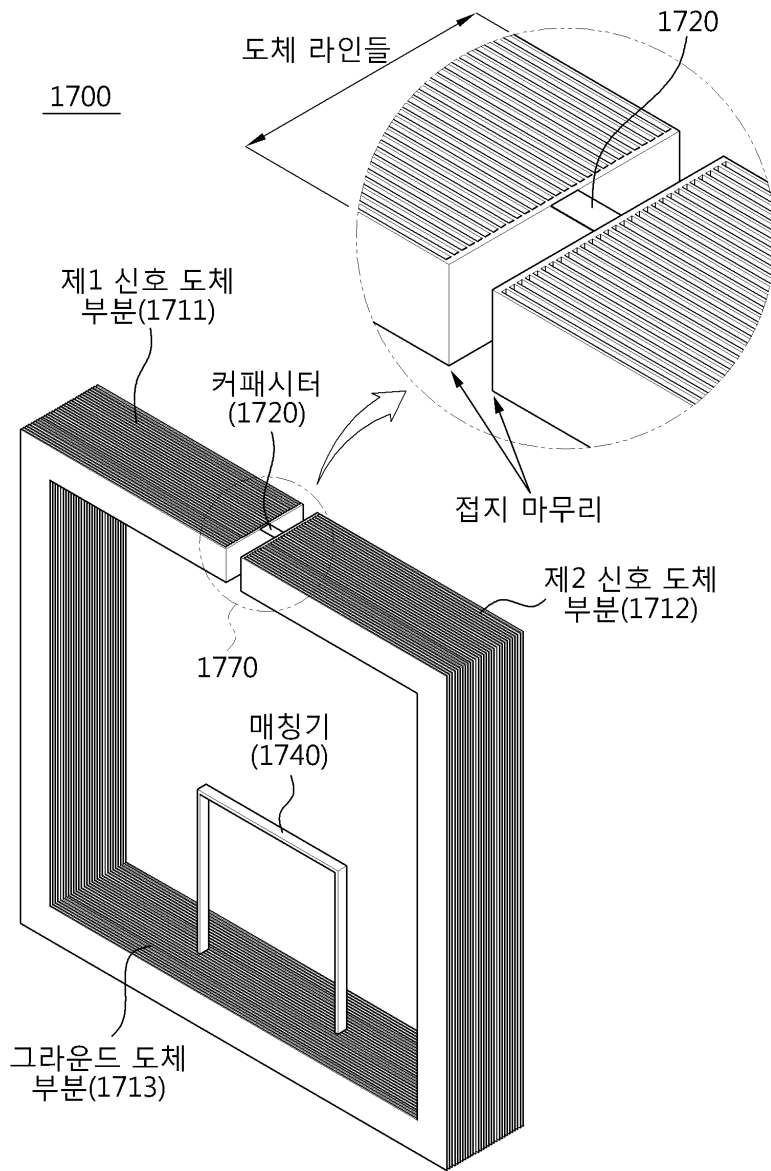
도면15



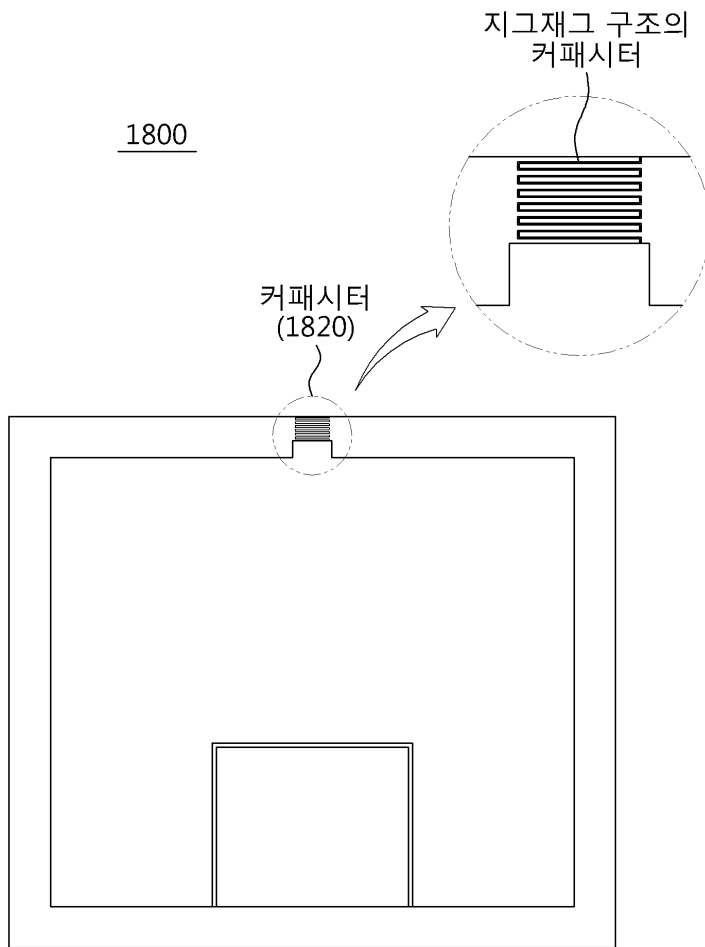
도면16



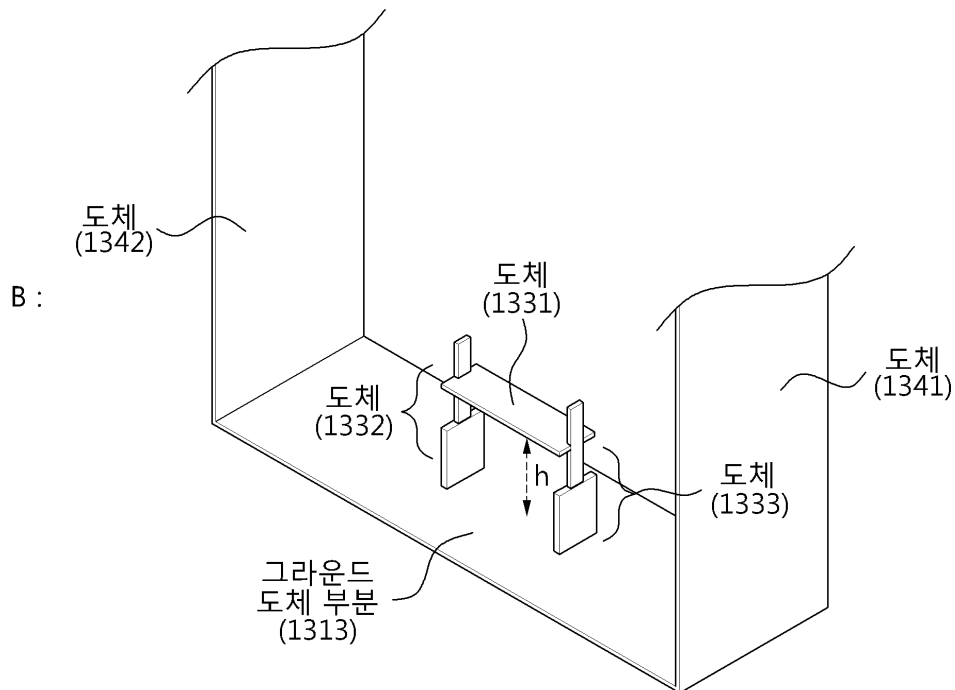
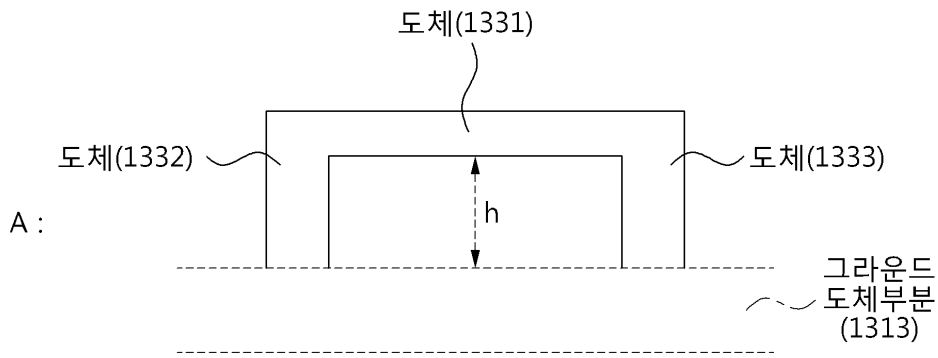
도면17



도면18



도면19



도면20

