



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0050011  
(43) 공개일자 2012년05월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02J 17/00 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0111304  
(22) 출원일자 2010년11월10일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
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)  
(74) 대리인  
특허법인무한

전체 청구항 수 : 총 20 항

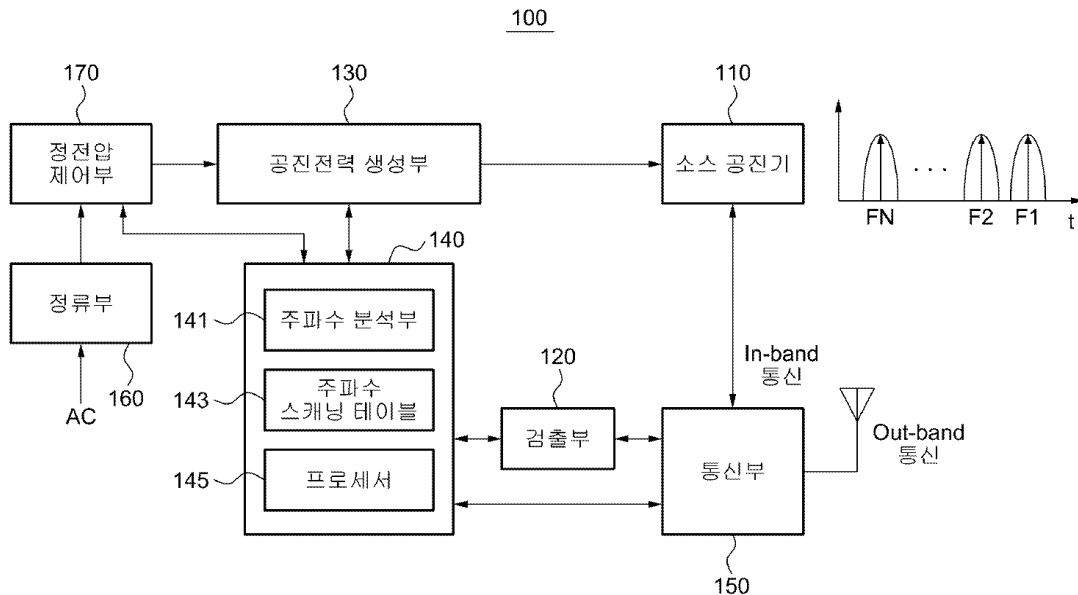
(54) 발명의 명칭 공진 전력 전송 시스템, 공진 전력 전송 및 수신 제어 방법

(57) 요약

공진 전력 전송 시스템, 공진 전력 전송 및 수신 제어 방법에 관한 것이다.

복수의 공진 전력 수신 장치들이 존재하는 환경에서 공진 전력 전송 시스템은 효율적으로 공진 전력을 전송할 수 있다. 이때, 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변될 수 있다. 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량을 통해 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 검출할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

**박윤권**

경기도 동두천시 생연로 10, 105동 1105호 (지행동, 현진에버빌)

**박은석**

경기도 수원시 영통구 청명로 100, 청명마을4단지 아파트 423동 1001호 (영통동)

**홍영택**

경기도 성남시 분당구 내정로 55, 우성아파트 324동 205호 (정자동, 상록마을)

**유영호**

경기도 용인시 기흥구 고매로43번길 32-2, 벽산블루밍아파트 105동 203호 (공세동)

**김동조**

경기도 용인시 수지구 심곡로 81, 삼성웨르빌 103동 801호 (상현동)

**최진성**

경기도 김포시 풍무동 신현대빌라 105동 301호

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법에 있어서,

공진 전력 수신 장치를 검출하는 단계;

상기 검출된 공진 전력 수신 장치로 공진 전력을 전송 - 상기 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변 되는 - 하는 단계;

상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량을 상기 검출된 공진 전력 수신 장치로 알려주는 단계; 및

상기 검출된 공진 전력 수신 장치로부터 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 수신하는 단계를 포함하는,

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 공진 전력 수신 장치를 검출하는 단계는,

상기 공진 전력 수신 장치의 식별자를 수신하는 단계; 및

상기 식별자에 기초하여 상기 공진 전력 수신 장치를 인지하는 단계를 포함하는,

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 사용하여 상기 공진 전력을 생성하는 단계; 및

'상기 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 공진 전력 수신 장치로 전송하는 단계를 더 포함하는,

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 각각은,

반사파의 주파수 특성 스캐닝을 통해 결정되거나, 일정 폭의 채널을 기준으로 결정되거나, 또는 기설정된 대역폭(bandwidth)에서 랜덤하게 결정되는,

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법.

### 청구항 5

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법에 있어서,

복수의 공진 전력 수신 장치를 검출하는 단계;

상기 복수의 공진 전력 수신 장치들 각각에 순서를 부여하는 단계;

상기 부여된 순서에 따라서 제1 공진 전력 수신 장치로 공진 전력을 전송 - 상기 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변 되는 - 하는 단계;

상기 제1 공진 전력 수신 장치로부터 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송

효율이 가장 좋은 공진 주파수  $F_{s1}$ '를 수신하는 단계;

상기 부여된 순서에 따라 제2 공진 전력 수신 장치로 공진 전력을 전송 - 상기 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변 되는 - 하는 단계; 및

상기 제2 공진 전력 수신 장치로부터 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수  $F_{s2}$ '를 수신하는 단계를 포함하는,

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 복수의 공진 전력 수신 장치를 검출하는 단계는,

상기 복수의 공진 전력 수신 장치들 각각의 식별자들을 수신하는 단계; 및

상기 수신된 식별자들에 기초하여 상기 복수의 공진 전력 수신 장치들을 인식하는 단계를 포함하는,

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법.

#### 청구항 7

제5항에 있어서,

상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 생성된 공진 전력'을 제1 시간구간에서 상기 제1 공진 전력 전송 장치로 전송하는 단계; 및

상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 생성된 공진 전력'을 제2 시간구간에서 상기 제2 공진 전력 전송 장치로 전송하는 단계를 더 포함하는,

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법.

#### 청구항 8

제5항에 있어서,

상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 제1 공진 전력 전송 장치로 전송하는 단계;

상기 제1 공진 전력 전송 장치의 충전 완료 여부를 판단하는 단계; 및

상기 제1 공진 전력 전송 장치의 충전이 완료되면, 상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 제2 공진 전력 전송 장치로 전송하는 단계를 더 포함하는,

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법.

#### 청구항 9

제5항에 있어서,

상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 제1 공진 전력 전송 장치로 전송하는 단계;

상기 제1 공진 전력 전송 장치로부터 기 설정된 시간 내에 보고 메시지가 수신되는지를 판단하는 단계;

상기 제1 공진 전력 전송 장치로부터 기 설정된 시간 내에 보고 메시지가 수신되지 않으면, 상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 제2 공진 전력 전송 장치로 전송하는 단계를 더 포함하는,

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법.

#### 청구항 10

제5항에 있어서,

상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 각각은,

반사파의 주파수 특성 스캐닝을 통해 결정되거나, 일정 폭의 채널을 기준으로 결정되거나, 또는 기설정된 대역폭(bandwidth)에서 랜덤하게 결정되는,

공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법.

#### 청구항 11

공진 전력 수신 장치의 공진 전력 수신 제어 방법에 있어서,

공진 전력 전송 장치로 상기 공진 전력 수신 장치의 식별자를 전송하는 단계;

상기 공진 전력 전송 장치로부터 공진 전력을 수신 - 상기 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변 되는 - 하는 단계;

상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들에 대한 정보 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량에 대한 정보를 수신하는 단계;

'상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 검출하는 단계; 및

'상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 상기 공진 전력 전송 장치로 알려주는 단계를 포함하는,

공진 전력 수신 장치의 공진 전력 수신 제어 방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

'상기 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 공진 전력 전송 장치로부터 수신하는 단계를 더 포함하는,

공진 전력 수신 장치의 공진 전력 수신 제어 방법.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 공진 전력 수신 장치의 충전 완료 여부를 확인하는 단계; 및

상기 공진 전력 수신 장치의 충전이 완료되면, 상기 공진 전력 전송 장치로 충전이 완료되었음을 알려주는 단계를 더 포함하는,

공진 전력 수신 장치의 공진 전력 수신 제어 방법.

#### 청구항 14

타겟 공진기와의 마그네틱 커플링을 통해 공진 전력을 공진 전력 수신 장치로 전송하는 소스 공진기;

상기 공진 전력 수신 장치를 검출하는 검출부;

소스 제어부의 제어에 따라 상기 공진 전력을 생성하는 공진 전력 생성부;

상기 공진 전력의 공진 주파수가 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변되도록 상기 공진 전력 생성부를 제어하는 소스 제어부; 및

상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량을 상기 공진 전력 수신 장치로 전송하고, 상기 공진 전력 수신 장치로부터 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 수신하는 통신부를 포함하는,

공진 전력 전송 장치.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 검출부는,

상기 공진 전력 수신 장치로부터 수신된 식별자에 기초하여 상기 공진 전력 수신 장치를 검출하는,

공진 전력 전송 장치.

**청구항 16**

제14항에 있어서,

상기 공진 전력 생성부는 상기 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고,

상기 소스 공진기는 '상기 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 공진 전력 수신 장치로 전송하는,

공진 전력 전송 장치.

**청구항 17**

제14항에 있어서,

상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 각각은,

반사파의 주파수 특성을 스캐닝하여 결정되거나, 일정 폭의 채널을 기준으로 결정되거나, 또는 기설정된 대역폭 (bandwidth)에서 랜덤하게 결정되는,

공진 전력 전송 장치.

**청구항 18**

소스 공진기와와 마그네틱 커플링을 통해 공진 전력 전송 장치로부터 공진 전력을 수신 - 상기 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변 되는 - 하는 타겟 공진기;

상기 공진 전력 전송 장치로 식별자를 전송하고, 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들에 대한 정보 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량에 대한 정보를 수신하는 통신부; 및

'상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 검출하는 타겟 제어부를 포함하고,

상기 통신부는 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 상기 공진 전력 전송 장치로 전송하는,

공진 전력 수신 장치.

**청구항 19**

제18항에 있어서,

상기 타겟 공진기는,

'상기 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 공진 전력 전송 장치로부터 수신하는,

공진 전력 수신 장치.

**청구항 20**

제18항에 있어서,  
 상기 타겟 제어부는,  
 상기 공진 전력 수신 장치의 충전이 완료되면, 상기 공진 전력 전송 장치로 충전이 완료되었음을 알려주는,  
 공진 전력 수신 장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 기술 분야는 공진 전력 전송 시스템, 공진 전력 전송 및 수신 제어 방법에 관한 것이다. 공진 전력은 마그네틱 커플링을 통해 공진 전력 전송 장치로부터 공진 전력 수신 장치로 전송된다.

**배경기술**

[0002] 공진 전력은 무선으로 전송되는 전자기 에너지를 의미한다. 따라서, 공진 전력 전송 시스템은, 공진 전력을 전송하는 소스 전자기기와 공진 전력을 수신하는 타겟 전자기기를 포함한다. 즉, 공진 전력은 소스 전자기기로부터 타겟 전자기기로 전달된다. 이때, 공진 전력을 전송하는 소스 전자기기는 공진 전력 전송 장치라 칭할 수 있다. 또한, 공진 전력을 수신하는 타겟 전자기기는 공진 전력 수신 장치라 칭할 수 있다.

[0003] 무선 환경의 특성 상, 전원 공진기(source resonator) 및 대상 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, 공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법은, 공진 전력 수신 장치를 검출하는 단계와, 상기 검출된 공진 전력 수신 장치로 공진 전력을 전송 - 상기 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변 되는 - 하는 단계와, 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량을 상기 검출된 공진 전력 수신 장치로 알려주는 단계 및 상기 검출된 공진 전력 수신 장치로부터 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 수신하는 단계를 포함한다.

[0005] 다른 일 측면에 있어서, 공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법은, 복수의 공진 전력 수신 장치를 검출하는 단계와, 상기 복수의 공진 전력 수신 장치들 각각에 순서를 부여하는 단계와, 상기 부여된 순서에 따라서 제1 공진 전력 수신 장치로 공진 전력을 전송 - 상기 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변 되는 - 하는 단계와, 상기 제1 공진 전력 수신 장치로부터 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수 Fs1'를 수신하는 단계와, 상기 부여된 순서에 따라 제2 공진 전력 수신 장치로 공진 전력을 전송 - 상기 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변 되는 - 하는 단계 및 상기 제2 공진 전력 수신 장치로부터 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수 Fs2'를 수신하는 단계를 포함한다.

[0006] 일 측면에 있어서, 공진 전력 수신 장치의 공진 전력 수신 제어 방법은, 공진 전력 전송 장치로 상기 공진 전력 수신 장치의 식별자를 전송하는 단계와, 상기 공진 전력 전송 장치로부터 공진 전력을 수신 - 상기 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변 되는 - 하는 단계와, 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들에 대한 정보 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량에 대한 정보를 수신하는 단계와, '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 검출하는 단계 및 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 상기 공진 전력 전송 장치로 알려주는 단계를 포함한다.

[0007] 일 측면에 있어서, 공진 전력 전송 장치는, 타겟 공진기와의 마그네틱 커플링을 통해 공진 전력을 공진 전력 수신 장치로 전송하는 소스 공진기와, 상기 공진 전력 수신 장치를 검출하는 검출부와, 소스 제어부의 제어에 따라 상기 공진 전력을 생성하는 공진 전력 생성부와, 상기 공진 전력의 공진 주파수가 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변되도록 상기 공진 전력 생성부를 제어하는 소스 제어부 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량을 상기 공진 전력 수신

장치로 전송하고, 상기 공진 전력 수신 장치로부터 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 수신하는 통신부를 포함한다.

[0008] 일 측면에 있어서, 공진 전력 수신 장치는, 소스 공진기와의 마그네틱 커플링을 통해 공진 전력 전송 장치로부터 공진 전력을 수신 - 상기 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변 되는 - 하는 타겟 공진기와, 상기 공진 전력 전송 장치로 식별자를 전송하고, 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들에 대한 정보 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량에 대한 정보를 수신하는 통신부 및 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 검출하는 타겟 제어부를 포함한다.

[0009] 상기 통신부는 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 상기 공진 전력 전송 장치로 전송한다.

**발명의 효과**

[0010] 공진 주파수 대역에서 효율적인 공진 주파수의 관리가 가능하다.

[0011] 복수의 전자기기 각각에 대응하는 공진 주파수들을 관리함으로써, 공진 전력을 통해 복수의 전자기기를 효율적으로 충전할 수 있다. 또한, 전력 전송 효율이 높은 공진 주파수를 선택함으로써, 고효율의 무선 전력 전송이 가능하다.

**도면의 간단한 설명**

[0012] 도 1은 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 장치의 구성을 나타낸다.

도 2는 일 실시 예에 따른 공진 전력 수신 장치의 구성을 나타낸다.

도 3은 일 실시 예에 따른 복수의 공진 전력 수신 장치들이 존재하는 환경을 나타낸다.

도 4는 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 다른 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 도 1의 공진 전력 전송 장치에서 전송되는 데이터의 예를 나타낸다.

도 7은 도 2의 공진 전력 수신 장치에서 전송되는 데이터의 예를 나타낸다.

도 8은 일 실시 예에 따른 주파수 호핑(frequency hopping)의 예를 나타낸다.

도 9는 전송 전력 및 반사 전력에 대한 주파수 스펙트럼의 예를 나타낸다.

도 10은 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법을 나타낸다.

도 11은 다른 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법을 나타낸다.

도 12는 다른 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법을 나타낸다.

도 13은 다른 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법을 나타낸다.

도 14 및 도 15는 각각 일 실시 예에 따른 타임-도메인에서의 전력 전송 예를 나타낸다.

도 16 내지 도 22는 공진기의 실시 예들을 나타낸다.

도 23은 도 16에 도시된 공진기의 등가 회로를 나타낸 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0013] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0014] 도 1은 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 장치의 구성을 나타낸다.

[0015] 도 1을 참조하면, 공진 전력 전송 장치(100)는 소스 공진기(110), 검출부(120), 공진 전력 생성부(130), 소스 제어부(140) 및 통신부(150)를 포함한다. 또한, 공진 전력 전송 장치(100)는 정류부(160) 및 정전압 제어부



(170)를 더 포함할 수 있다.

- [0016] 도 2는 일 실시 예에 따른 공진 전력 수신 장치의 구성을 나타낸다.
- [0017] 도 2를 참조하면, 공진 전력 수신 장치(200)는 타겟 공진기(210), 통신부(220) 및 타겟 제어부(230)를 포함한다. 또한, 공진 전력 수신 장치(200)는 정류부(240), DC/DC(250) 및 부하(load)(260)를 더 포함한다.
- [0018] 소스 공진기(110)는 전자기(electromagnetic) 에너지를 타겟 공진기(210)로 전달(transferring)한다. 즉, 소스 공진기(110)는 타겟 공진기(210)와의 마그네틱 커플링을 통해 공진 전력을 공진 전력 수신 장치(200)로 전달한다. 이때, 소스 공진기(110)는 설정된 공진 대역폭 내에서 공진한다.
- [0019] 검출부(120)는 공진 전력 수신 장치(200)를 검출한다. 검출부(120)는 상기 공진 전력 수신 장치(200)로부터 수신된 식별자에 기초하여 공진 전력 수신 장치(200)를 검출할 수 있다. 즉, 공진 전력 수신 장치(200)는 공진 전력 수신에 필요한 경우 식별자를 공진 전력 전송 장치(100)로 전송하고, 검출부(120)는 식별자가 수신되면 공진 전력 수신 장치(200)가 존재함을 인지할 수 있다.
- [0020] 공진 전력 생성부(130)는 소스 제어부(140)의 제어에 따라 공진 전력을 생성한다. 공진 전력 생성부(130)는 수 MHz ~ 수십 MHz 대역의 스위칭 펄스 신호에 의하여 일정 레벨의 DC 전류를 AC 전류로 변환함으로써 공진 전력을 생성할 수 있다. 따라서, 공진 전력 생성부(130)는 AC/DC 인버터를 포함하여 구성될 수 있다. 이때, 일정 레벨의 DC 전류는 정전압 제어부(170)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.
- [0021] 공진 전력 생성부(130)는 소스 제어부(140)의 제어에 따라, 공진 주파수가 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변되는 공진 전력을 생성할 수 있다. 또한, 공진 전력 생성부(130)는 소스 제어부(140)의 제어에 따라, 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 사용하여 상기 공진 전력을 생성할 수 있다. 따라서, 소스 공진기(110)는 '상기 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 공진 전력 수신 장치(200)로 전송할 수 있다.
- [0022] 소스 제어부(140)는 상기 공진 전력 생성부(130)에서 생성되는 공진 전력의 공진 주파수가 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변되도록, 상기 공진 전력 생성부(130)를 제어한다. 또한, 소스 제어부(140)는 공진 전력 전송 장치(100)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 즉, 소스 제어부(140)는 검출부(120), 공진 전력 생성부(130), 통신부(150), 정전압 제어부(170) 중 적어도 하나의 동작을 제어할 수 있다. 여기서, 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 각각은, 반사파의 주파수 특성을 스캐닝하여 결정되거나, 일정 폭의 채널을 기준으로 결정되거나, 또는 기설정된 대역폭(bandwidth)에서 랜덤하게 결정될 수 있다.
- [0023] 소스 제어부(140)는 주파수 분석부(141), 주파수 스캐닝 테이블(143) 및 프로세서(143)를 포함하여 구성될 수도 있다.
- [0024] 주파수 분석부(141)는 도 9에 도시된 주파수 스펙트럼 분석을 통해 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들을 결정할 수 있다. 예를 들어, 임의의 시간 구간 T1에서 측정된 주파수 스펙트럼이 도 9와 같을 때, 주파수 분석부(141)는 T1에서 사용되는 공진 주파수를 F1 또는 F2로 결정할 수 있다. 이때, 도 9는 전송 전력 및 반사 전력에 대한 주파수 스펙트럼의 예를 나타낸다. 도 9에서 'n21'은 전송 전력의 주파수 스펙트럼을 나타내고, 'n11'은 반사 전력의 주파수 스펙트럼을 나타낸다. 반사 전력은 반사 신호 커플러(미 도시 함)에 의해 측정될 수 있다.
- [0025] 주파수 스캐닝 테이블(143)은 일정 폭의 채널을 기준으로 가변되는 공진 주파수들이 기록되어 있거나, 랜덤하게 가변되는 공진 주파수들이 기록되어 있을 수 있다.
- [0026] 프로세서(143)는 소스 제어부(140)의 기능을 수행하도록 구성(configured)될 수 있다.
- [0027] 통신부(150)는 소스 제어부(140)의 제어에 따라, 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량을 상기 공진 전력 수신 장치(200)로 전송한다. 또한, 통신부(150)는 공진 전력 수신 장치(200)로부터 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 수신한다.
- [0028] 통신부(150)는 '공진 주파수를 통해 공진 전력 수신 장치(200)와 데이터를 송수신하는 인-밴드 통신' 및 '데이터 통신을 위해 할당된 주파수를 통해 공진 전력 수신 장치(200)와 데이터를 송수신하는 아웃-밴드 통신'을 수

행할 수 있다.

- [0029] 정류부(160)는 수십 Hz 대역의 AC 전류를 정류하여 DC 전압을 생성한다.
- [0030] 정전압 제어부(170)는 정류부(160)로부터 DC 전압을 입력 받고, 소스 제어부(140)의 제어에 따라서 일정 레벨의 DC 전압을 출력한다. 정전압 제어부(170)는 일정 레벨의 DC 전압을 출력하기 위한 안정화 회로를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0031] 타겟 공진기(210)는 소스 공진기(110)로부터 전자기(electromagnetic) 에너지를 수신한다. 즉, 타겟 공진기(210)는 소스 공진기(110)와의 마그네틱 커플링을 통해 공진 전력 전송 장치(100)로부터 공진 전력을 수신한다. 이때, 타겟 공진기(210)는 기설정된 공진 대역폭 내에서 공진할 수 있다.
- [0032] 통신부(220)는 타겟 제어부(230)의 제어에 따라 통신부(150)와 데이터를 송수신할 수 있다. 즉, 통신부(220)는 공진 전력 전송 장치(100)로 식별자를 전송한다. 또한, 통신부(220)는 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들에 대한 정보 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량에 대한 정보를 수신한다. 또한, 통신부(220)는 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 상기 공진 전력 전송 장치(100)로 전송한다. 통신부(220)는 공진 전력 전송 장치(100)의 통신부(150)와 마찬가지로, 인-밴드 통신 및 아웃-밴드 통신을 수행할 수 있다.
- [0033] 타겟 제어부(230)는 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 검출한다. 예를 들어, 타겟 제어부(230)는 임의의 시간 구간 T1, T2, T3, T4에서 수신된 공진 전력의 전력량 P1, P2, P3, P4와 공진 전력 전송 장치(100)로부터 수신된 데이터들이 표 1과 같을 때, F3를 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수로 검출할 수 있다.

[표 1]

	T1	T2	T3	T4
사용된 공진 주파수	F1(13.56MHz)	F2(13.65MHz)	F3(13.60MHz)	F4(13.56MHz)
전송된 공진 전력량	100watt	100watt	100watt	100watt
수신된 공진 전력량	P1(80watt)	P2(85watt)	P3(92watt)	P4(90watt)

- [0035] 타겟 제어부(230)는 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 상기 공진 전력 전송 장치(100)로 전송하도록 통신부(220)를 제어한다. 즉, 통신부(220)는 타겟 제어부(230)의 제어에 따라서, '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 상기 공진 전력 전송 장치(100)로 전송한다. 따라서, 타겟 공진기(210)는 '상기 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 공진 전력 전송 장치(200)로부터 수신할 수 있다.
- [0037] 타겟 제어부(230)는 수신 전력 스캔부(231) 및 프로세서(233)를 포함하여 구성될 수도 있다. 수신 전력 스캔부(231)는 기 설정된 시간구간들 각각에서 수신되는 공진 전력의 전력량을 측정한다. 프로세서(233)는 타겟 제어부(230)의 기능을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0038] 정류부(240)는 교류 전압을 정류함으로써, DC 전압을 생성한다.
- [0039] DC/DC(250)는 정류부(240)에서 출력되는 DC 전압의 레벨을 조정하여 부하(260)에서 필요한 DC 전압을 제공한다.
- [0040] 부하(load)(260)는 공진 전력 수신 장치(200)에서 필요한 전원을 공급하고 전원을 충전하기 위한 충전 배터리를 포함할 수 있다. 타겟 제어부(230)는 부하(260)를 체크하고, 공진 전력 수신 장치(200)의 충전이 완료되면, 공진 전력 전송 장치(100)로 충전이 완료되었음을 알려 준다.
- [0041] 도 3은 일 실시 예에 따른 복수의 공진 전력 수신 장치들이 존재하는 환경을 나타낸다.
- [0042] 도 3에 도시된 바와 같이, 공진 전력 전송 장치(100)는 복수의 공진 전력 수신 장치들(200a, 200b, 200c)로 공진 전력을 전송할 수 있다. 도 3에 도시된 예와 같이 복수의 공진 전력 수신 장치들(200a, 200b, 200c)이 존재하는 환경을 "1:N 충전 환경"이라 칭할 수 있다. "1:N 충전 환경"은, 복수의 공진 전력 수신 장치들(200a,

200b, 200c)간의 간섭, 복수의 공진 전력 수신 장치들(200a, 200b, 200c) 중 어느 하나가 없어지거나 새로운 장치가 추가되는 경우 전력 전송의 효율이 떨어질 수 있다. 따라서, 공진 전력 수신 장치들 각각을 고려한 공진 전력 전송 제어 방법이 필요하다. 도 3에서, 301, 303, 305 및 307은 공진기들 간의 마그네틱 커플링을 나타낸다.

[0043] 도 4는 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0044] 도 4를 참고하면, 공진 전력 전송 장치(100)는 '공진 주파수가 F1, F2...FN의 순서대로 가변 공진 전력'을 복수의 공진 전력 수신 장치들(200a, 200b, 200c)로 전송할 수 있다. 공진 전력 전송 장치(100)는 복수의 공진 전력 수신 장치들(200a, 200b, 200c) 각각에 순서를 부여한 후, 410단계에서 제1 공진 전력 수신 장치(200a)로 '공진 주파수가 F1, F2...FN의 순서대로 가변 공진 전력'을 전송할 수 있다. 공진 전력 전송 장치(100)는 제1 공진 전력 수신 장치(200a)로부터 제1 응답을 수신한 후, 420단계에서 제2 공진 전력 수신 장치(200b)로 '공진 주파수가 F1, F2...FN의 순서대로 가변 공진 전력'을 전송할 수 있다. 이때, '제1 응답'은 F1, F2...FN 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수에 대한 정보를 포함할 수 있다. 또한, 제1 응답'은 제1 공진 전력 수신 장치(200a)의 식별자를 더 포함할 수 있다.

[0045] 공진 전력 전송 장치(100)는 제2 공진 전력 수신 장치(200b)로부터 제2 응답을 수신한 후, 430단계에서 제3 공진 전력 수신 장치(200c)로 '공진 주파수가 F1, F2...FN의 순서대로 가변 공진 전력'을 전송할 수 있다. 이때, '제2 응답'은 F1, F2...FN 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수에 대한 정보를 포함할 수 있다. 또한, '제2 응답'은 제2 공진 전력 수신 장치(200b)의 식별자를 더 포함할 수 있다.

[0046] 한편, 제1 공진 전력 수신 장치(200a)에서 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를  $F_{s1}$  이라 하고, 제2 공진 전력 수신 장치(200b)에서 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를  $F_{s2}$ 라 가정하면,  $F_{s1}$ 과  $F_{s2}$ 는 서로 다른 공진 주파수일수도 있고, 동일한 공진 주파수일수도 있다. 그리고, 도 4에서 410단계 내지 430단계는 순차적으로 진행될 수도 있지만, 동시에 진행될 수도 있다. 410단계 내지 430단계가 동시에 진행되는 경우 공진 전력 전송 장치(100)는 공진 전력 수신 장치들 각각의 식별자들을 통해 해당 장치를 식별할 수 있다.

[0047] 도 5는 다른 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0048] 도 5를 참조하면, 공진 전력 전송 장치(100)는 510단계에서 공진 주파수가 F1인 공진 전력을 제1 공진 전력 수신 장치(200a)로 전송한다. 도 4의 예와 유사하게, 공진 전력 전송 장치(100)는 제1 공진 전력 수신 장치(200a)로부터 응답 신호를 수신한 이후, 520단계에서 공진 주파수가 F1인 공진 전력을 제2 공진 전력 수신 장치(200b)로 전송할 수 있다. 마찬가지로, 530단계는 제2 공진 전력 수신 장치(200b)로부터 응답 신호를 수신한 이후에 진행될 수 있다. 이때, 응답신호는 '공진 주파수가 F1인 공진 전력의 수신 효율' 또는 '공진 주파수가 F1 일 때의 수신 전력량'을 포함할 수 있다. 또한, 응답 신호는 해당 장치의 식별자를 더 포함할 수 있다. F1에 대한 응답이 완료된 후, 공진 전력 전송 장치(100)는 F2에 대하여 510단계 내지 530단계를 수행할 수 있다.

[0049] 도 6은 도 1의 공진 전력 전송 장치(100)에서 전송되는 데이터의 예를 나타낸다.

[0050] 도 6을 참조하면, 공진 전력 전송 장치(100)는 시간 구간 t1에서 '공진 주파수가 F1인 공진 전력'을 공진 전력 수신 장치(200)로 전송할 수 있다. 동시에, 공진 전력 전송 장치(100)는 시간 구간 t1에서 데이터 610을 공진 전력 수신 장치(200)로 전송할 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 데이터 610은 공진 전력을 생성하는데 사용된 '공진 주파수 F1' 및 '해당 공진 전력의 전력량'에 대한 정보를 포함한다. 도 6에서 620은 시간 구간 t2에서 공진 전력 수신 장치(200)로 전송되는 데이터를 나타낸다.

[0051] 도 7은 도 2의 공진 전력 수신 장치(200)에서 전송되는 데이터의 예를 나타낸다.

[0052] 도 7을 참조하면, 공진 전력 수신 장치(200)는 공진 주파수 F1, F2...FN 각각에 대응하는 수신 전력량(720)을 검출하고, F1, F2...FN 각각에 대응하는 효율을 계산할 수 있다. 도 7의 예에서, 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수는 F3일 수 있다. 공진 전력 수신 장치(200)는 F1, F2...FN 각각에 대응하는 효율을 공진 전력 전송 장치(100)로 전송할 수 있다. 일 측면에 있어서, 공진 전력 수신 장치(200)는 F1, F2...FN 각각에 대응하는 효

율을 계산하지 않고, 수신 전력량(720)을 공진 전력 전송 장치(100)로 전송할 수도 있다.

- [0053] 도 8은 일 실시 예에 따른 주파수 호핑(frequency hopping)의 예를 나타낸다.
- [0054] 도 8을 참조하면, 공진 전력 전송에 사용되는 공진 주파수들은 랜덤하게 호핑될 수도 있다. 즉, 공진 주파수는 F1, F2...FN의 순서로 가변되지 않고, F1, F3, F6의 순서로 가변될 수도 있다. 810단계에서 공진 전력 전송 장치는 공진 주파수 F1을 사용하여 공진 전력을 공진 전력 수신 장치로 전송한다. 또한, 810단계에서 공진 전력 전송 장치는 F1에 대한 정보 및 전력량에 대한 정보를 공진 전력 수신 장치로 전송한다. 820단계는 공진 주파수 F3에 대하여 810단계와 동일한 동작을 수행함을 나타낸다. 또한, 840단계는 공진 주파수 F6에 대하여 810단계와 동일한 동작을 수행함을 나타낸다. 830단계는 공진 전력 수신 장치에서 전력 전송 효율 또는 수신 전력량에 대한 정보를 공진 전력 전송 장치로 전송함을 나타낸다.
- [0055] 도 10은 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법을 나타낸다.
- [0056] 도 10에 도시된 방법은 도 1의 공진 전력 전송 장치(100)에 의하여 수행될 수 있다.
- [0057] 1010단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 공진 전력 수신 장치를 검출한다. 즉, 공진 전력 전송 장치(100)는 공진 전력 전송이 가능한 커버리지 내에 공진 전력 수신 장치가 존재하는지를 검출할 수 있다. 이때, 공진 전력 전송 장치(100)는 상기 공진 전력 수신 장치의 식별자를 수신하고, 상기 식별자에 기초하여 상기 공진 전력 수신 장치를 인지할 수 있다.
- [0058] 1020단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 검출된 공진 전력 수신 장치로 공진 전력을 전송한다. 1020단계에서 전송되는 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변된다. 이때, 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 각각은, 반사파의 주파수 특성 스캐닝을 통해 결정되거나, 일정 폭의 채널을 기준으로 결정되거나, 또는 기설정된 대역폭(bandwidth)에서 랜덤하게 결정될 수 있다.
- [0059] 1030단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 및 상기 기설정된 시간구간들 각각에서 전송되는 공진 전력의 전력량을 상기 검출된 공진 전력 수신 장치로 알려준다. 상기 검출된 공진 전력 수신 장치는 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 검출하고, '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 상기 공진 전력 전송 장치로 알려준다.
- [0060] 따라서, 1040단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 상기 검출된 공진 전력 수신 장치로부터 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수'를 수신한다.
- [0061] 1050단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 상기 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 사용하여 상기 공진 전력을 생성한다.
- [0062] 1050단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 '상기 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수를 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 공진 전력 수신 장치로 전송한다.
- [0063] 도 11은 다른 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법을 나타낸다.
- [0064] 도 11에 도시된 방법은 도 1의 공진 전력 전송 장치(100)에 의하여 수행될 수 있다.
- [0065] 1110단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 복수의 공진 전력 수신 장치를 검출한다. 이때, 공진 전력 전송 장치(100)는 복수의 공진 전력 수신 장치들 각각의 식별자들을 수신하고, 상기 수신된 식별자들에 기초하여 상기 복수의 공진 전력 수신 장치들을 인식할 수 있다. 따라서, 공진 전력 전송 장치(100)는 수신된 식별자들의 개수를 통해 공진 전력 수신 장치들의 개수를 알 수 있다.
- [0066] 1120단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 복수의 공진 전력 수신 장치들 각각에 순서를 부여한다.
- [0067] 1130단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 부여된 순서에 따라서 제1 공진 전력 수신 장치로 공진 전력을 전송한다. 이때, 1130단계에서 전송되는 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변된다.
- [0068] 1140단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 제1 공진 전력 수신 장치로부터 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서

사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수  $F_{s1}$ '를 수신한다.

- [0069] 1150단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 부여된 순서에 따라 제2 공진 전력 수신 장치로 공진 전력을 전송한다. 이때, 1150단계에서 전송되는 공진 전력의 공진 주파수는 기설정된 시간 구간들 각각에서 가변된다.
- [0070] 1160단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 제2 공진 전력 수신 장치로부터 '상기 기설정된 시간구간들 각각에서 사용된 공진 주파수들 중 전력 전송 효율이 가장 좋은 공진 주파수  $F_{s2}$ '를 수신한다.
- [0071] 1170단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 생성된 공진 전력'을 제1 시간구간에서 상기 제1 공진 전력 전송 장치로 전송한다.
- [0072] 1180단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 생성된 공진 전력'을 제2 시간구간에서 상기 제2 공진 전력 전송 장치로 전송한다.
- [0073] 도 12는 다른 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법을 나타낸다.
- [0074] 도 12에서 1210단계 내지 1260단계는 도 11에 도시된 1110단계 내지 1160단계와 동일한 프로세스이다. 따라서, 1210단계 내지 1260단계의 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0075] 1270단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 제1 공진 전력 전송 장치로 전송한다.
- [0076] 1280단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 제1 공진 전력 전송 장치의 충전 완료 여부를 판단한다. 제1 공진 전력 전송 장치의 충전 완료 여부는, 제1 공진 전력 전송 장치로부터 '충전이 완료되었음을 나타내는 메시지'가 수신되었는지 여부로 판단할 수 있다.
- [0077] 상기 제1 공진 전력 전송 장치의 충전이 완료되면, 1290단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 제2 공진 전력 전송 장치로 전송한다.
- [0078] 도 13은 다른 일 실시 예에 따른 공진 전력 전송 장치의 공진 전력 전송 제어 방법을 나타낸다.
- [0079] 도 12에서 1310단계 내지 1360단계는 도 11에 도시된 1110단계 내지 1160단계와 동일한 프로세스이다. 따라서, 1310단계 내지 1360단계의 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0080] 1370단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s1}$ 을 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 제1 공진 전력 전송 장치로 전송한다.
- [0081] 1380단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 상기 제1 공진 전력 전송 장치로부터 기 설정된 시간 내에 보고 메시지가 수신되는지를 판단한다. 공진 전력 수신 장치는 공진 전력 전송 장치(100)에게 주기적으로 보고 메시지를 전송함으로써, 계속 충전 중임을 공진 전력 전송 장치(100)에게 알려 줄 수 있다. 따라서, 공진 전력 전송 장치(100)는 상기 제1 공진 전력 전송 장치로부터 기 설정된 시간 내에 보고 메시지가 수신되지 않으면 더 이상 해당 공진 전력 수신 장치가 존재하지 않는 것으로 판단할 수 있다. 이때, 보고 메시지는 해당 공진 전력 수신 장치의 식별자를 포함할 수 있다.
- [0082] 상기 제1 공진 전력 전송 장치로부터 기 설정된 시간 내에 보고 메시지가 수신되지 않으면, 1390단계에서 공진 전력 전송 장치(100)는 제1 공진 전력 전송 장치에 대한 공진 전력 전송을 종료할 수 있다. 그리고, 공진 전력 전송 장치(100)는 상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 상기 공진 전력을 생성하고, '상기  $F_{s2}$ 를 사용하여 생성된 공진 전력'을 상기 제2 공진 전력 전송 장치로 전송할 수 있다.
- [0083] 도 14 및 도 15는 각각 일 실시 예에 따른 타임-도메인에서의 전력 전송 예를 나타낸다.
- [0084] 도 14 및 도 15는 공진 전력 수신 장치들(200a, 200b)로부터  $F_{s1}$  및  $F_{s2}$ 를 수신한 이후에, 공진 전력의 전송 예를 나타낸다.
- [0085] 공진 전력 전송 장치(100)는 제1 시간 구간(1410)에서  $F_{s1}$ 을 사용하여 공진 전력을 제1 공진 전력 수신 장치

(200a)로 전송하고, 제2 시간구간(1420)에서 Fs2를 사용하여 공진 전력을 제2 공진 전력 수신 장치(200b)로 전송할 수 있다. 즉, 공진 전력 전송 장치(100)는 Fs1 및 Fs2를 번갈아 사용하여 공진 전력을 생성할 수 있다.

[0086] 공진 전력 전송 장치(100)는 제3 시간 구간(1510) 및 제4 시간 구간(1520)에서 Fs1을 사용하여 공진 전력을 제1 공진 전력 수신 장치(200a)로 전송할 수도 있다. 즉, 도 15에 도시된 예는, 2개 이상의 연속된 시간 구간들에서 제1 공진 전력 수신 장치(200a)에서 가장 전력 전송 효율이 좋은 공진 주파수 Fs1을 사용한 예를 나타낸다.

[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( $\mu$ ) 및 유전율( $\epsilon$ )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 16은 본 발명의 일실시예에 따른 2 차원 구조의 공진기를 나타낸 도면이다.

[0090] 도 16을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 2 차원 구조의 공진기는 제1 신호 도체 부분(1611), 제2 신호 도체 부분(1612) 및 그라운드 도체 부분(1613)을 포함하는 전송 선로, 커패시터(1620), 매칭기(1630) 및 도체들(1641, 1642)을 포함한다.

[0091] 도 16에 도시된 바와 같이, 커패시터(1620)는 전송 선로에서 제1 신호 도체 부분(1611)과 제2 신호 도체 부분(1612) 사이에 위치에 직렬로 삽입되며, 그에 따라 전계(electric field)는 커패시터(1620)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(1611)과 제2 신호 도체 부분(1612)로 나누어 부르고, 전송 선로의 하부에 있는 도체를 그라운드 도체 부분(1613)으로 부르기로 한다.

[0092] 도 16에 도시된 바와 같이 본 발명의 일실시예에 따른 공진기(1600)는 2 차원 구조의 형태를 갖는다. 전송 선로는 상부에 제1 신호 도체 부분(1611) 및 제2 신호 도체 부분(1612)을 포함하고, 하부에 그라운드 도체 부분(1613)을 포함한다. 제1 신호 도체 부분(1611) 및 제2 신호 도체 부분(1612)과 그라운드 도체 부분(1613)은 서로 마주보게 배치된다. 전류는 제1 신호 도체 부분(1611) 및 제2 신호 도체 부분(1612)을 통하여 흐른다.

[0093] 또한, 도 16에 도시된 바와 같이 제1 신호 도체 부분(1611)의 한쪽 단은 도체(1642)와 접지(short)되고, 다른 쪽 단은 커패시터(1620)와 연결된다. 그리고, 제2 신호 도체 부분(1612)의 한쪽 단은 도체(1641)와 접지되며, 다른 쪽 단은 커패시터(1620)와 연결된다. 결국, 제1 신호 도체 부분(1611), 제2 신호 도체 부분(1612) 및 그라운드 도체 부분(1613), 도체들(1641, 1642)은 서로 연결됨으로써, 공진기(1600)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.

[0094] 커패시터(1620)는 전송 선로의 중단부에 삽입된다. 보다 구체적으로, 커패시터(1620)는 제1 신호 도체 부분(1611) 및 제2 신호 도체 부분(1612) 사이에 삽입된다. 이 때, 커패시터(1620)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.

[0095] 커패시터(1620)가 전송 선로에 삽입됨에 따라 상기 공진기(1600)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.

[0096] 이 때, 집중 소자로서 삽입된 커패시터(1620)의 커패시턴스가 적절히 정해지는 경우, 상기 공진기(1600)는 메타물질의 특성을 가질 수 있다. 특히, 커패시터(1620)의 커패시턴스를 적절히 조절함으로써, 공진기는 음의 투자율을 가질 수 있으므로, 본 발명의 일실시예에 따른 공진기(1600)는 MNG 공진기로 불려질 수 있다. 아래에서 설명하겠지만, 커패시터(1620)의 커패시턴스를 정하는 전제(criterion)들은 다양할 수 있다. 공진기(1600)가 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있도록 하는 전제(criterion), 상기 공진기(1600)가 대상 주파수에서 음의 투자율을 갖도록 하는 전제 또는 상기 공진기(1600)가 대상 주파수에서 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 갖도록 하는 전제 등이 있을 수 있고, 상술한 전제들 중 적어도 하나의 전제 아래에서 커패시터(1620)의 커패시턴스가 정해질 수 있다.

[0097] 상기 MNG 공진기(1600)는 전파 상수(propagation constant)가 0일 때의 주파수를 공진 주파수로 갖는 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 가질 수 있다. MNG 공진기(1600)는 영번째 공진 특성을 가질 수 있으므로, 공진 주파수는 MNG 공진기(1600)의 물리적인 사이즈에 대해 독립적일 수 있다. 즉, 아래에서 다시 설명하겠지만, MNG 공진기(1600)에서 공진 주파수를 변경하기 위해서는 커패시터(1620)를 적절히 설계하는 것으로 충분하므로, MNG 공진기(1600)의 물리적인 사이즈를 변경하지 않을 수 있다.

[0098] 또한, 근접 필드(near field)에서 전계는 전송 선로에 삽입된 커패시터(1620)에 집중되므로, 커패시터(1620)로 인하여 근접 필드에서는 자계(magnetic field)가 도미넌트(dominant)해진다. 그리고, MNG 공진기(1600)는 집중 소자의 커패시터(1620)를 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.

[0099] 또한, MNG 공진기(1600)는 임피던스 매칭을 위한 매칭기(1630)를 포함할 수 있다. 이 때, 매칭기(1630)는 MNG 공진기(1600)의 자계의 강도를 적절히 조절 가능(tunable)하고, 매칭기(1630)에 의해 MNG 공진기(1600)의 임피던스는 결정된다. 그리고, 전류는 커넥터(540)를 통하여 MNG 공진기(1600)로 유입되거나 MNG 공진기(1600)로부터 유출될 수 있다. 여기서, 커넥터(540)는 그라운드 도체 부분(1613) 또는 매칭기(1630)와 연결될 수 있다. 다만, 커넥터(540)와 그라운드 도체 부분(1613) 또는 매칭기(1630) 사이에는 물리적인 연결이 형성될 수도 있고, 커넥터(540)와 그라운드 도체 부분(1613) 또는 매칭기(1630) 사이의 물리적인 연결 없이 커플링을 통하여 전력이 전달될 수도 있다.

[0100] 보다 구체적으로, 도 16에 도시된 바와 같이, 매칭기(1630)는 공진기(1600)의 루프 구조로 인해 형성되는 루프의 내부에 위치할 수 있다. 매칭기(1630)는 물리적인 형태를 변경함으로써, 공진기(1600)의 임피던스를 조절할 수 있다. 특히, 매칭기(1630)는 그라운드 도체 부분(1613)으로부터 거리 h 만큼 떨어진 위치에 임피던스 매칭을 위한 도체(1631)를 포함할 수 있으며, 공진기(1600)의 임피던스는 거리 h를 조절함으로써 변경될 수 있다.

[0101] 도 16에 도시되지 아니하였지만, 매칭기(1630)를 제어할 수 있는 컨트롤러가 존재하는 경우, 매칭기(1630)는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 매칭기(1630)의 물리적 형태를 변경할 수 있다. 예를 들어, 제어 신호에 따라 매칭기(1630)의 도체(1631)와 그라운드 도체 부분(1613) 사이의 거리 h가 증가하거나, 감소될 수 있으며, 그에 따라 매칭기(1630)의 물리적 형태가 변경됨으로써, 공진기(1600)의 임피던스는 조절될 수 있다.

[0102] 매칭기(1630)는 도 16에 도시된 바와 같이, 도체 부분(1631)과 같은 능동 소자로 구현될 수 있으며, 실시예에 따라서는 다이오드, 트랜지스터 등과 같은 능동 소자로 구현될 수 있다. 능동 소자가 매칭기(1630)에 포함되는 경우, 능동 소자는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 구동될 수 있으며, 그 제어 신호에 따라 공진기(1600)의 임피던스는 조절될 수 있다. 예를 들어, 매칭기(1630)에는 능동 소자의 일종인 다이오드가 포함될 수 있고, 다이오드가 'on' 상태에 있는지 또는 'off' 상태에 있는지에 따라 공진기(1600)의 임피던스가 조절될 수 있다.

[0103] 또한, 도 16에 도시되지 아니하였으나, MNG 공진기(1600)를 관통하는 마그네틱 코어가 더 포함될 수 있다. 이러한 마그네틱 코어는 전력 전송 거리를 증가시키는 기능을 수행할 수 있다.

- [0104] 도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 3 차원 구조의 공진기를 나타낸 도면이다.
- [0105] 도 17을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 3 차원 구조의 공진기(1700)는 제1 신호 도체 부분(1711), 제2 신호 도체 부분(1712) 및 그라운드 도체 부분(1713)을 포함하는 전송 선로 및 커패시터(1720)를 포함한다. 여기서 커패시터(1720)는 전송 선로에서 제1 신호 도체 부분(1711)과 제2 신호 도체 부분(1712) 사이에 위치에 직렬로 삽입되고, 전계(electric field)는 커패시터(1720)에 갇히게 된다.
- [0106] 또한, 도 17에 도시된 바와 같이 공진기(1700)는 3차원 구조의 형태를 갖는다. 전송 선로는 상부에 제1 신호 도체 부분(1711) 및 제2 신호 도체 부분(1712)을 포함하고, 하부에 그라운드 도체 부분(1713)을 포함한다. 제1 신호 도체 부분(1711) 및 제2 신호 도체 부분(1712)과 그라운드 도체 부분(1713)은 서로 마주보게 배치된다. 전류는 제1 신호 도체 부분(1711) 및 제2 신호 도체 부분(1712)을 통하여 x 방향으로 흐르며, 이러한 전류로 인해 -y 방향으로 자계(magnetic field) H(w)가 발생한다. 물론, 도 17에 도시된 것과 다르게, +y 방향으로 자계(magnetic field) H(w)가 발생할 수 있다.
- [0107] 또한, 도 17에 도시된 바와 같이 제1 신호 도체 부분(1711)의 한쪽 단은 도체(1742)와 접지(short)되고, 다른 쪽 단은 커패시터(1720)와 연결된다. 그리고, 제2 신호 도체 부분(1712)의 한쪽 단은 도체(1741)와 접지되며, 다른 쪽 단은 커패시터(1720)와 연결된다. 결국, 제1 신호 도체 부분(1711), 제2 신호 도체 부분(1712) 및 그라운드 도체 부분(1713), 도체들(1741, 1742)은 서로 연결됨으로써, 공진기(1700)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.
- [0108] 또한, 도 17에 도시된 바와 같이 커패시터(1720)는 제1 신호 도체 부분(1711) 및 제2 신호 도체 부분(1712) 사이에 삽입된다. 이 때, 커패시터(1720)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.
- [0109] 도 17에 도시된 바와 같이 커패시터(1720)가 전송 선로에 삽입됨에 따라 상기 공진기(1700)는 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있다. 집중 소자로서 삽입된 커패시터(1720)의 커패시턴스가 적절히 정해지는 경우, 상기 공진기(1700)는 메타물질의 특성을 가질 수 있다. 특히, 커패시터(1720)의 커패시턴스를 적절히 조절함으로써, 공진기(1700)는 특정 주파수 대역에서 음의 투자율을 가질 수 있으므로, 본 발명의 일실시예에 따른 공진기(1700)는 MNG 공진기로 불려질 수 있다. 아래에서 설명하겠지만, 커패시터(1720)의 커패시턴스를 정하는 전제(criterion)들은 다양할 수 있다. 공진기(1700)가 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있도록 하는 전제(criterion), 상기 공진기(1700)가 대상 주파수에서 음의 투자율을 갖도록 하는 전제 또는 상기 공진기(1700)가 대상 주파수에서 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 갖도록 하는 전제 등이 있을 수 있고, 상술한 전제들 중 적어도 하나의 전제 아래에서 커패시터(1720)의 커패시턴스가 정해질 수 있다.
- [0110] 도 17에 도시된 상기 MNG 공진기(1700)는 전파 상수(propagation constant)가 0일 때의 주파수를 공진 주파수로 갖는 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 가질 수 있다. MNG 공진기(1700)는 영번째 공진 특성을 가질 수 있으므로, 공진 주파수는 MNG 공진기(1700)의 물리적인 사이즈에 대해 독립적일 수 있다. MNG 공진기(1700)에서 공진 주파수를 변경하기 위해서는 커패시터(1720)를 적절히 설계하는 것으로 충분하므로, MNG 공진기(1700)의 물리적인 사이즈를 변경하지 않을 수 있다.
- [0111] 도 17에 도시된 바와 같이 MNG 공진기(1700)를 참조하면, 근접 필드(near field)에서 전계는 전송 선로(1710)에 삽입된 커패시터(1720)에 집중되므로, 커패시터(1720)로 인하여 근접 필드에서는 자계(magnetic field)가 도미넌트(dominant)해진다. 특히, 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 갖는 MNG 공진기(1700)는 자계 다이폴(magnetic dipole)과 유사한 특성들을 가지므로, 근접 필드에서는 자계가 도미넌트하며, 커패시터(1720)의 삽입으로 인해 발생하는 적은 양의 전계 또한 그 커패시터(1720)에 집중되므로, 근접 필드에서는 자계가 더 더욱 도미넌트해진다. MNG 공진기(1700)는 집중 소자의 커패시터(1720)를 이용하여 높은 큐-팩터(Q-Factor)를 가질 수 있으므로, 전력 전송의 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0112] 또한, 도 17에 도시된 MNG 공진기(1700)는 임피던스 매칭을 위한 매칭기(1730)를 포함할 수 있다. 이 때, 매칭기(1730)는 MNG 공진기(1700)의 자계의 강도를 적절히 조절 가능(tunable)하고, 매칭기(1730)에 의해 MNG 공진기(1700)의 임피던스는 결정된다. 그리고, 전류는 커넥터(1740)를 통하여 MNG 공진기(1700)로 유입되거나 MNG 공진기(1700)로부터 유출된다. 여기서, 커넥터(1740)는 그라운드 도체 부분(1713) 또는 매칭기(1730)와 연결될 수 있다.



- [0113] 보다 구체적으로, 도 17에 도시된 바와 같이, 매칭기(1730)는 공진기(1700)의 루프 구조로 인해 형성되는 루프의 내부에 위치할 수 있다. 매칭기(1730)는 물리적인 형태를 변경함으로써, 공진기(1700)의 임피던스를 조절할 수 있다. 특히, 매칭기(1730)는 그라운드 도체 부분(1713)으로부터 거리  $h$  만큼 떨어진 위치에 임피던스 매칭을 위한 도체 부분(1731)을 포함할 수 있으며, 공진기(1700)의 임피던스는 거리  $h$ 를 조절함으로써 변경될 수 있다.
- [0114] 도 17에 도시되지 아니하였지만, 매칭기(1730)를 제어할 수 있는 컨트롤러가 존재하는 경우, 매칭기(1730)는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 매칭기(1730)의 물리적 형태를 변경할 수 있다. 예를 들어, 제어 신호에 따라 매칭기(1730)의 도체(1731)과 그라운드 도체 부분(1730) 사이의 거리  $h$ 가 증가하거나, 감소될 수 있으며, 그에 따라 매칭기(1730)의 물리적 형태가 변경됨으로써, 공진기(1700)의 임피던스는 조절될 수 있다. 매칭기(1730)의 도체(1731)과 그라운드 도체 부분(1730) 사이의 거리  $h$ 는 다양한 방식들로 조절될 수 있다. 즉, 첫째, 매칭기(1730)에는 여러 도체들이 포함될 수 있고, 그 도체들 중 어느 하나를 적응적으로 활성화함으로써 거리  $h$ 가 조절될 수 있다. 둘째, 도체(1731)의 물리적인 위치를 상하로 조절함으로써, 거리  $h$ 가 조절될 수 있다. 이러한 거리  $h$ 는 컨트롤러의 제어 신호에 따라 제어될 수 있으며, 컨트롤러는 다양한 팩터들을 고려하여 제어 신호를 생성할 수 있다. 컨트롤러가 제어 신호를 생성하는 것에 대해서는 아래에서 설명한다.
- [0115] 매칭기(1730)는 도 17에 도시된 바와 같이, 도체 부분(1731)과 같은 수동 소자로 구현될 수 있으며, 실시예에 따라서는 다이오드, 트랜지스터 등과 같은 능동 소자로 구현될 수 있다. 능동 소자가 매칭기(1730)에 포함되는 경우, 능동 소자는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 구동될 수 있으며, 그 제어 신호에 따라 공진기(1700)의 임피던스는 조절될 수 있다. 예를 들어, 매칭기(1730)에는 능동 소자의 일종인 다이오드가 포함될 수 있고, 다이오드가 'on' 상태에 있는지 또는 'off' 상태에 있는지에 따라 공진기(1700)의 임피던스가 조절될 수 있다.
- [0116] 또한, 도 17에 명시적으로 도시되지 아니하였으나, MNG 공진기(1700)를 관통하는 마그네틱 코어가 더 포함될 수 있다. 이러한 마그네틱 코어는 전력 전송 거리를 증가시키는 기능을 수행할 수 있다.
- [0117] 도 18은 bulky type으로 설계된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.
- [0118] 도 18을 참조하면, 제1 신호 도체 부분(1811)과 도체(1842)는 개별적으로 제작된 후, 서로 연결되는 것이 아니라 하나의 일체형으로 제작될 수 있다. 마찬가지로, 제2 신호 도체 부분(1812)과 도체(1841) 역시 하나의 일체형으로 제작될 수 있다.
- [0119] 제2 신호 도체 부분(1812)과 도체(1841)가 개별적으로 제작된 후, 서로 연결되는 경우, 이음매(1850)로 인한 도체 손실이 있을 수 있다. 이 때, 본 발명의 실시예에 따르면, 제2 신호 도체 부분(1812)과 도체(1841)는 별도의 이음매 없이(seamless) 서로 연결되며, 도체(1841)와 그라운드 도체 부분(1813)도 별도의 이음매 없이 서로 연결될 수 있으며, 이음매로 인한 도체 손실을 줄일 수 있다. 결국, 제2 신호 도체 부분(1812)과 그라운드 도체 부분(1813)는 별도의 이음매 없이 하나의 일체형으로서 제작될 수 있다. 마찬가지로, 제1 신호 도체 부분(1811)과 그라운드 도체 부분(1813)는 별도의 이음매 없이 하나의 일체형으로서 제작될 수 있다.
- [0120] 도 18에 도시된 바와 같이, 별도의 이음매 없이 하나의 일체형으로서 둘 이상의 부분(partition)들을 서로 연결하는 유형을 'bulky type'이라고 부르기도 한다.
- [0121] 도 19는 Hollow type으로 설계된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.
- [0122] 도 19를 참조하면, Hollow type으로 설계된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 제1 신호 도체 부분(1911), 제2 신호 도체 부분(1912), 그라운드 도체 부분(1913), 도체들(1941, 1942) 각각은 내부에 비어 있는 공간을 포함한다.
- [0123] 주어진(given) 공진 주파수에서, 유효 전류는 제1 신호 도체 부분(1911), 제2 신호 도체 부분(1912), 그라운드 도체 부분(1913), 도체들(1941, 1942) 각각의 모든 부분을 통해 흐르는 것이 아니라, 일부의 부분만을 통해 흐르는 것으로 모델링될 수 있다. 즉, 주어진 공진 주파수에서, 제1 신호 도체 부분(1911), 제2 신호 도체 부분(1912), 그라운드 도체 부분(1913), 도체들(1941, 1942) 두께(depth)가 각각의 skin depth보다 지나치게 두꺼

운 것은 비효율적일 수 있다. 즉, 그것은 공진기(1900)의 무게 또는 공진기(1900)의 제작 비용을 증가시키는 원인이 될 수 있다.

[0124] 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면, 주어진 공진 주파수에서 제1 신호 도체 부분(1911), 제2 신호 도체 부분(1912), 그라운드 도체 부분(1913), 도체들(1941, 1942) 각각의 skin depth를 기초로 제1 신호 도체 부분(1911), 제2 신호 도체 부분(1912), 그라운드 도체 부분(1913), 도체들(1941, 1942) 각각의 두께를 적절히 정할 수 있다. 제1 신호 도체 부분(1911), 제2 신호 도체 부분(1912), 그라운드 도체 부분(1913), 도체들(1941, 1942) 각각이 해당 skin depth보다 크면서도 적절한 두께를 갖는 경우, 공진기(1900)는 가벼워질 수 있으며, 공진기(1900)의 제작 비용 또한 감소될 수 있다.

[0125] 예를 들어, 도 19에 도시된 바와 같이, 제2 신호 도체 부분(1912)의 두께는  $d$  m로 정해질 수 있고,  $d$ 는

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

를 통해서 결정될 수 있다. 여기서,  $f$ 는 주파수,  $\mu$ 는 투자율,  $\sigma$ 는 도체 상수를 나타낸다. 특히, 제1 신호 도체 부분(1911), 제2 신호 도체 부분(1912), 그라운드 도체 부분(1913), 도체들(1941, 1942)이 구리(copper)로서  $5.8 \times 10^7$ 의 도전율(conductivity)을 갖는 경우에, 공진 주파수가 10kHz에 대해서는 skin depth가 약 0.6mm일 수 있으며, 공진 주파수가 100MHz에 대해서는 skin depth는 0.006mm일 수 있다.

[0126] 도 20은 parallel-sheet이 적용된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.

[0127] 도 20을 참조하면, parallel-sheet이 적용된 무선 전력 전송을 위한 공진기에 포함된 제1 신호 도체 부분(2011), 제2 신호 도체 부분(2012) 각각의 표면에는 parallel-sheet이 적용될 수 있다.

[0128] 제1 신호 도체 부분(2011), 제2 신호 도체 부분(2012)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.

[0129] 본 발명의 실시예에 따르면, 제1 신호 도체 부분(2011), 제2 신호 도체 부분(2012) 각각의 표면에 parallel-sheet을 적용함으로써, 저항 손실을 줄이고, Q 팩터 및 커플링 효율을 증가시킬 수 있다. 도 20의 부분(2070)을 참조하면, parallel-sheet이 적용되는 경우, 제1 신호 도체 부분(2011), 제2 신호 도체 부분(2012) 각각은 복수의 도체 라인들을 포함한다. 이 도체 라인들은 병렬적으로 배치되며, 제1 신호 도체 부분(2011), 제2 신호 도체 부분(2012) 각각의 끝 부분에서 접지(short)된다.

[0130] 제1 신호 도체 부분(2011), 제2 신호 도체 부분(2012) 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.

[0131] 도 21은 분산된 커패시터를 포함하는 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.

[0132] 도 21을 참조하면, 무선 전력 전송을 위한 공진기에 포함되는 커패시터(2120)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 실시예는 분산 소자로서의 커패시터(2120)를 사용함으로써, ESR을 줄일 수 있다. 참고로, ESR로 인한 손실은 Q 팩터 및 커플링 효율을 감소시킬 수 있다.

[0133] 분산 소자로서의 커패시터(2120)는 도 21에 도시된 바와 같이, 지그 재그 구조를 가질 수 있다. 즉, 분산 소자로서의 커패시터(2120)는 지그 재그 구조의 도체 라인 및 유전체로 구현될 수 있다.

[0134] 뿐만 아니라, 도 21에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예는 분산 소자로서의 커패시터(2120)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.

- [0135] 도 22는 2 차원 구조의 공진기 및 3 차원 구조의 공진기에서 사용되는 매칭기들의 예들을 나타낸 도면이다.
- [0136] 도 22의 A는 매칭기를 포함하는 도 16에 도시된 2 차원 공진기의 일부를 나타내며, 도 22의 B는 매칭기를 포함하는 도 17에 도시된 3 차원 공진기의 일부를 나타낸다.
- [0137] 도 22의 A를 참조하면, 매칭기는 도체(1631), 도체(1632) 및 도체(1633)을 포함하며, 도체(1632) 및 도체(1633)는 전송 선로의 그라운드 도체 부분(1613) 및 도체(1631)와 연결된다. 도체(1631) 및 그라운드 도체 부분(1613) 사이의 거리 h에 따라 2 차원 공진기의 임피던스는 결정되며, 도체(1631) 및 그라운드 도체 부분(1613) 사이의 거리 h는 컨트롤러에 의해 제어된다. 도체(1631) 및 그라운드 도체 부분(1613) 사이의 거리 h는 다양한 방식으로 조절될 수 있으며, 도체(1631)가 될 수 있는 여러 도체들 중 어느 하나를 적응적으로 활성화함으로써 거리 h를 조절하는 방식, 도체(1631)의 물리적인 위치를 상하로 조절함으로써, 거리 h를 조절하는 방식 등이 있을 수 있다.
- [0138] 도 22의 B를 참조하면, 매칭기는 도체(1731), 도체(1732) 및 도체(1733)을 포함하며, 도체(1732) 및 도체(1733)는 전송 선로의 그라운드 도체 부분(1713) 및 도체(1731)와 연결된다. 도체(1731) 및 그라운드 도체 부분(1713) 사이의 거리 h에 따라 3 차원 공진기의 임피던스는 결정되며, 도체(1731) 및 그라운드 도체 부분(1713) 사이의 거리 h는 컨트롤러에 의해 제어된다. 2 차원 구조의 공진기에 포함되는 매칭기와 마찬가지로, 3 차원 구조의 공진기에 포함되는 매칭기에서도 도체(1731) 및 그라운드 도체 부분(1713) 사이의 거리 h는 다양한 방식으로 조절될 수 있다. 예를 들어, 도체(1731)가 될 수 있는 여러 도체들 중 어느 하나를 적응적으로 활성화함으로써 거리 h를 조절하는 방식, 도체(1731)의 물리적인 위치를 상하로 조절함으로써, 거리 h를 조절하는 방식 등이 있을 수 있다.
- [0139] 도 22에 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.

[0140] 도 23은 도 16에 도시된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 등가 회로를 나타낸 도면이다.

[0141] 도 16에 도시된 무선 전력 전송을 위한 공진기는 도 23에 도시된 등가 회로로 모델링될 수 있다. 도 23의 등가 회로에서  $C_L$ 은 도 16의 전송 선로의 중단부에 집중 소자의 형태로 삽입된 커패시터를 나타낸다.

[0142] 이 때, 도 16에 도시된 무선 전력 전송을 위한 공진기는 영변제 공진 특성을 갖는다. 즉, 전파 상수가 0인 경우, 무선 전력 전송을 위한 공진기는  $\omega_{MZR}$  를 공진 주파수로 갖는다고 가정한다. 이 때, 공진 주파수  $\omega_{MZR}$  는 하기 수학식 4와 같이 표현될 수 있다. 여기서, MZR은 Mu Zero Resonator를 의미한다.

[0143] [수학식 4]

[0144] 
$$\omega_{MZR} = \frac{1}{\sqrt{L_R C_L}}$$

[0145] 상기 수학식 4를 참조하면, 공진기의 공진 주파수  $\omega_{MZR}$  는  $L_R/C_L$  에 의해 결정될 수 있고, 공진 주파수

$\omega_{MZR}$  와 공진기의 물리적인 사이즈는 서로 독립적일 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 공진 주파수  $\omega_{MZR}$  와 공진기의 물리적인 사이즈가 서로 독립적이므로, 공진기의 물리적인 사이즈는 충분히 작아질 수 있다.

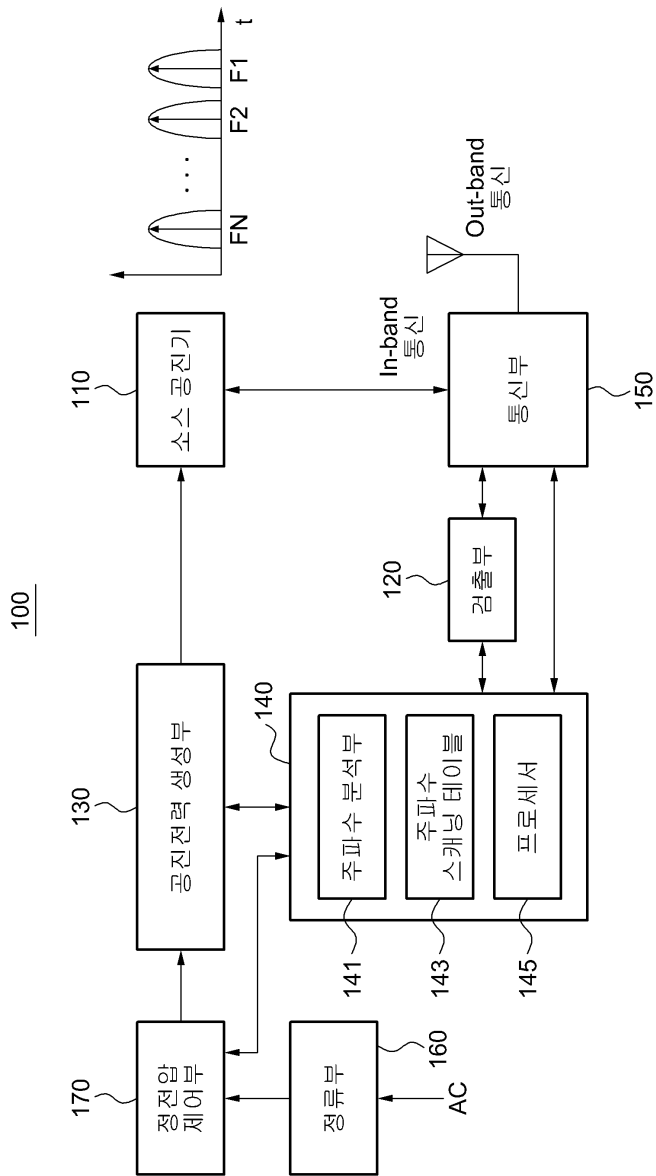
[0146] 본 발명의 실시 예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0147] 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.

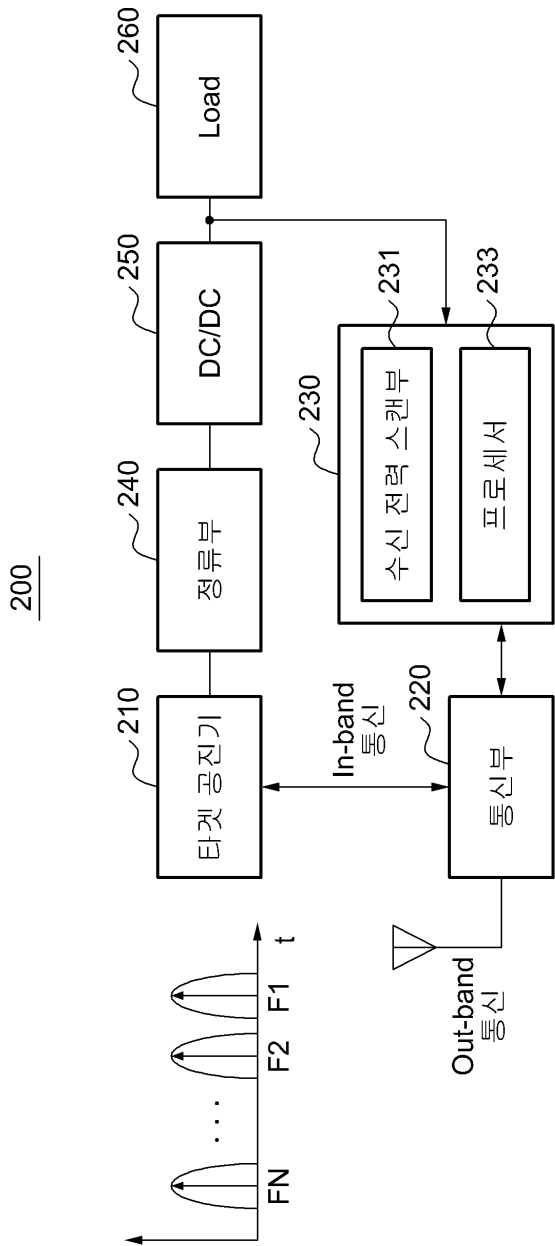
[0148] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

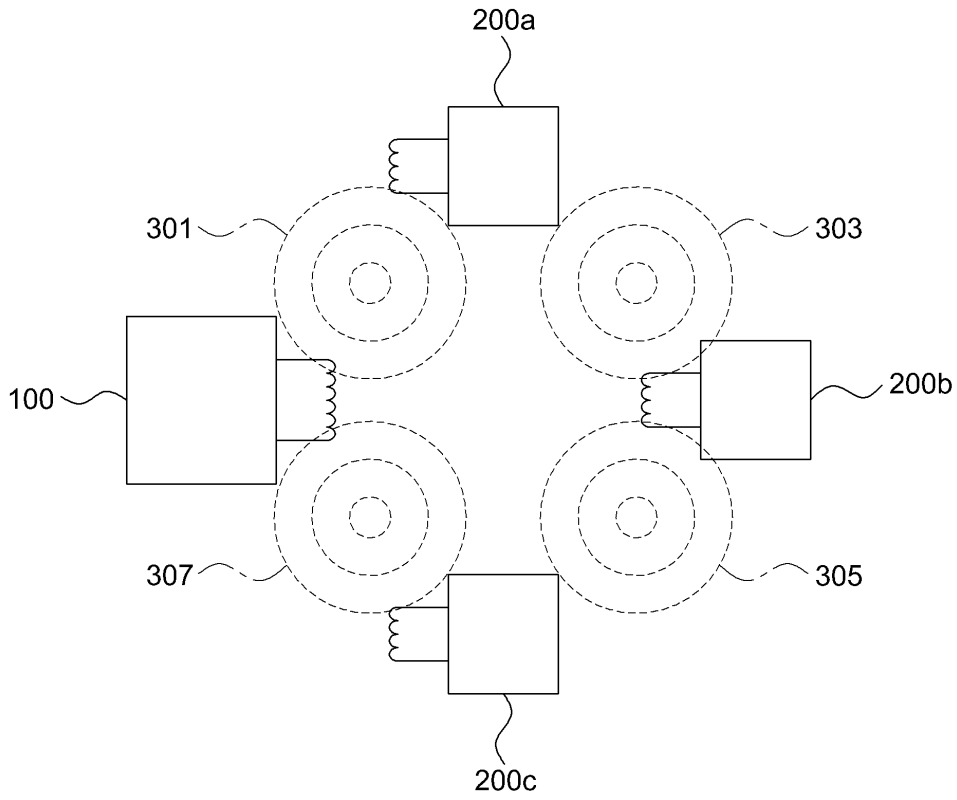
도면1



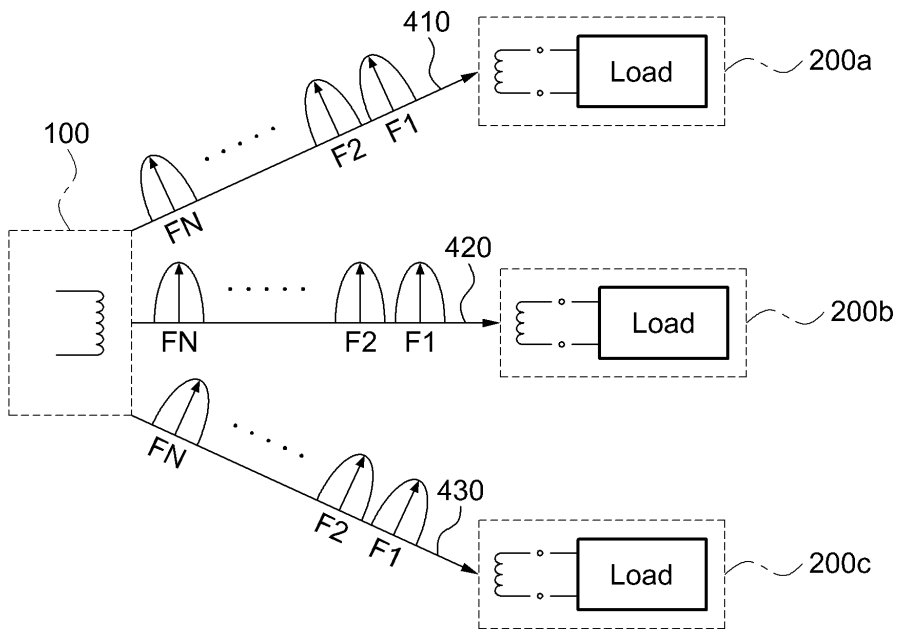
도면2



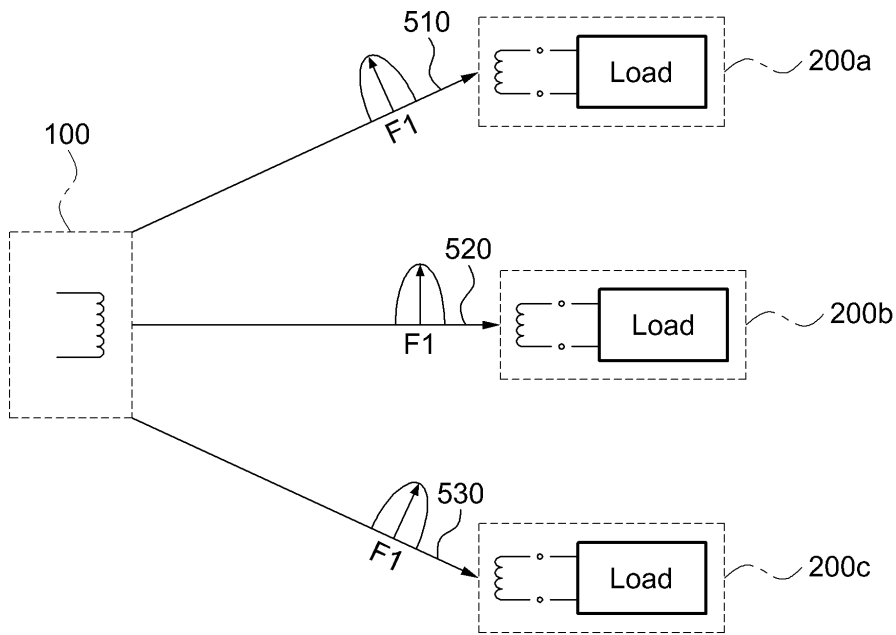
도면3



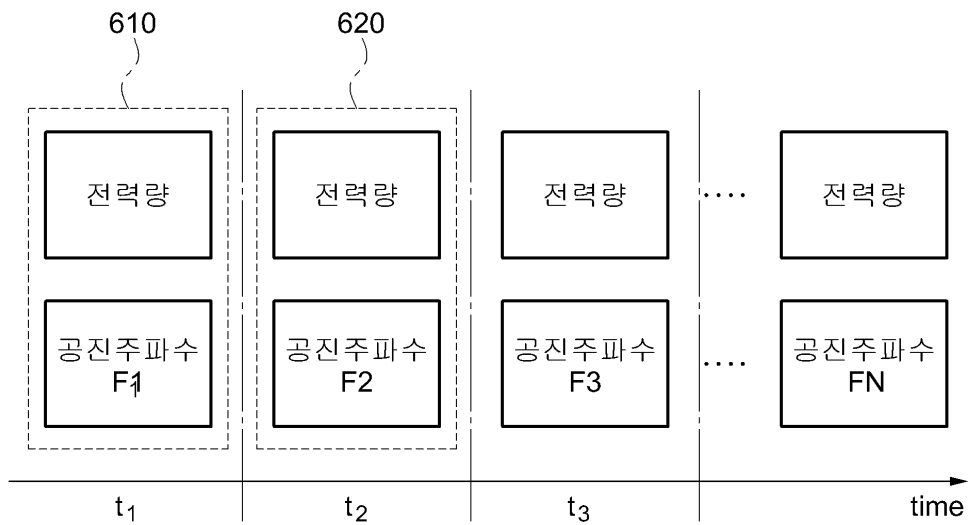
도면4



도면5

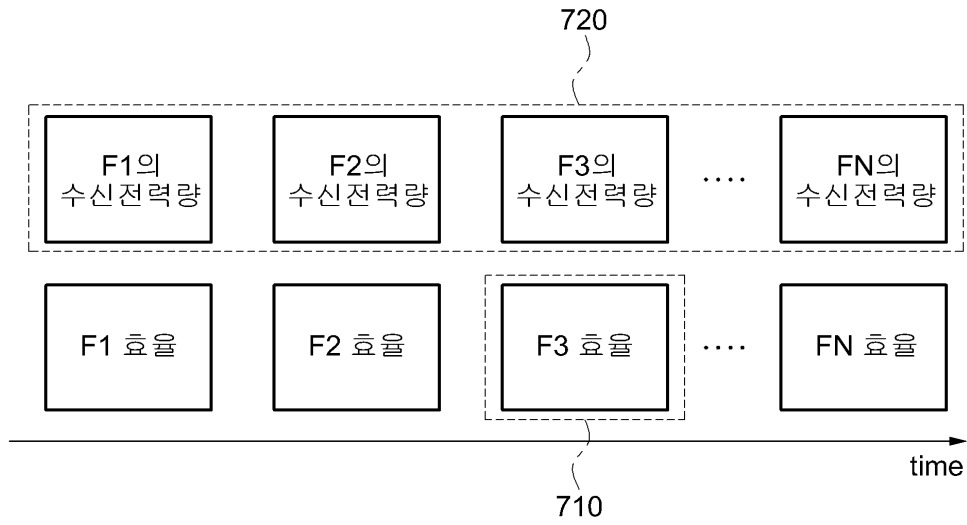


도면6

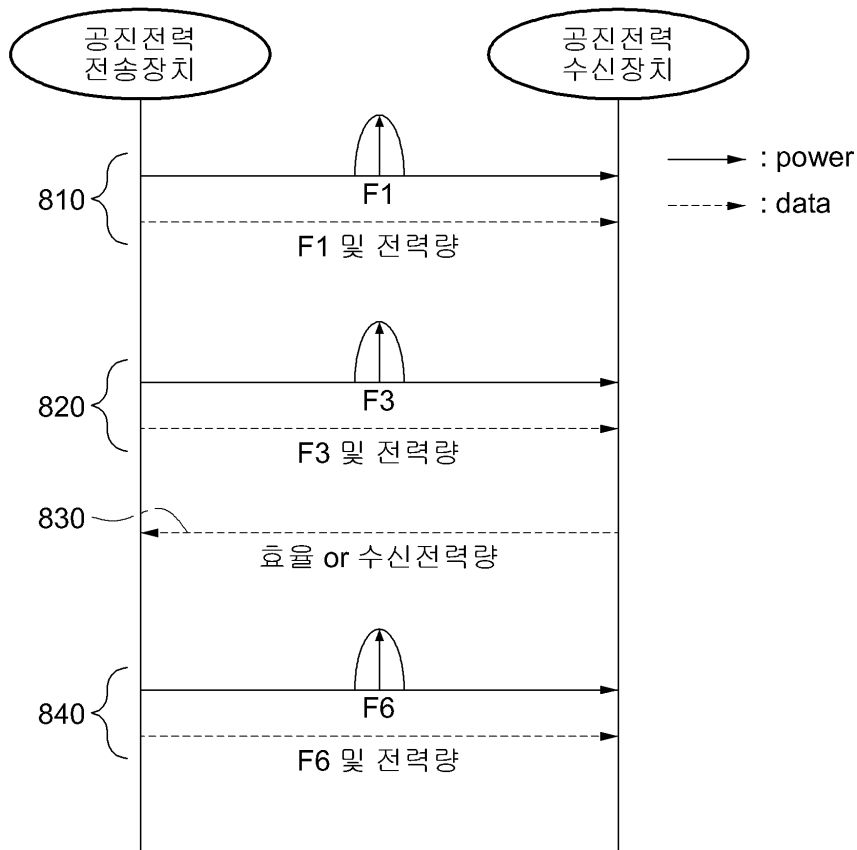




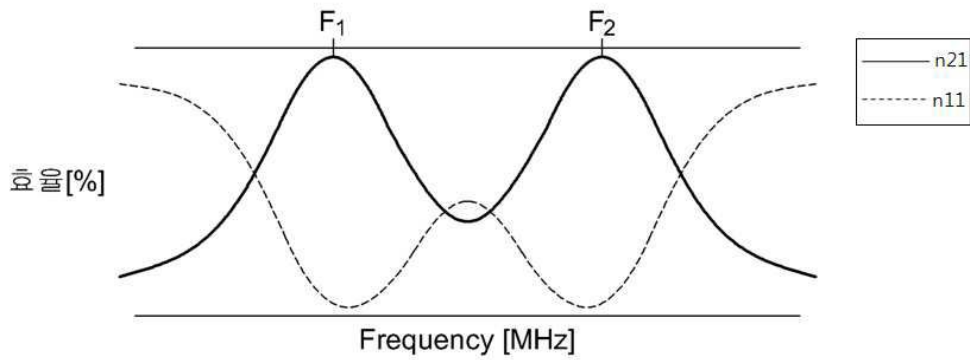
도면7



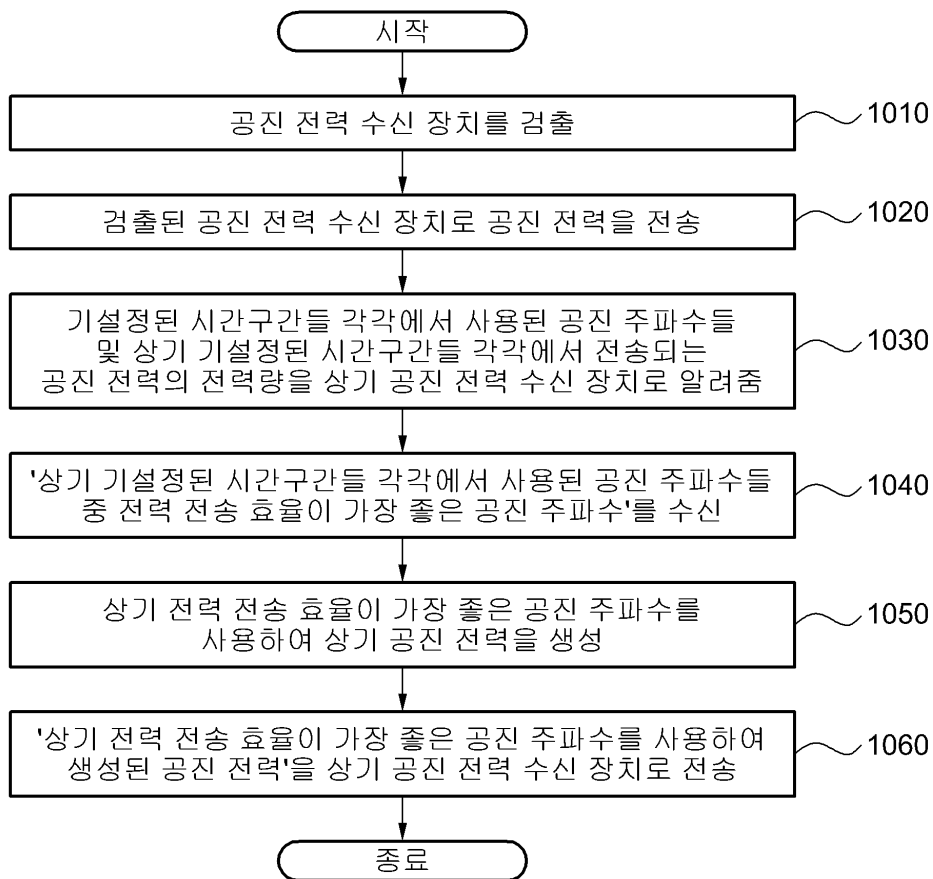
도면8



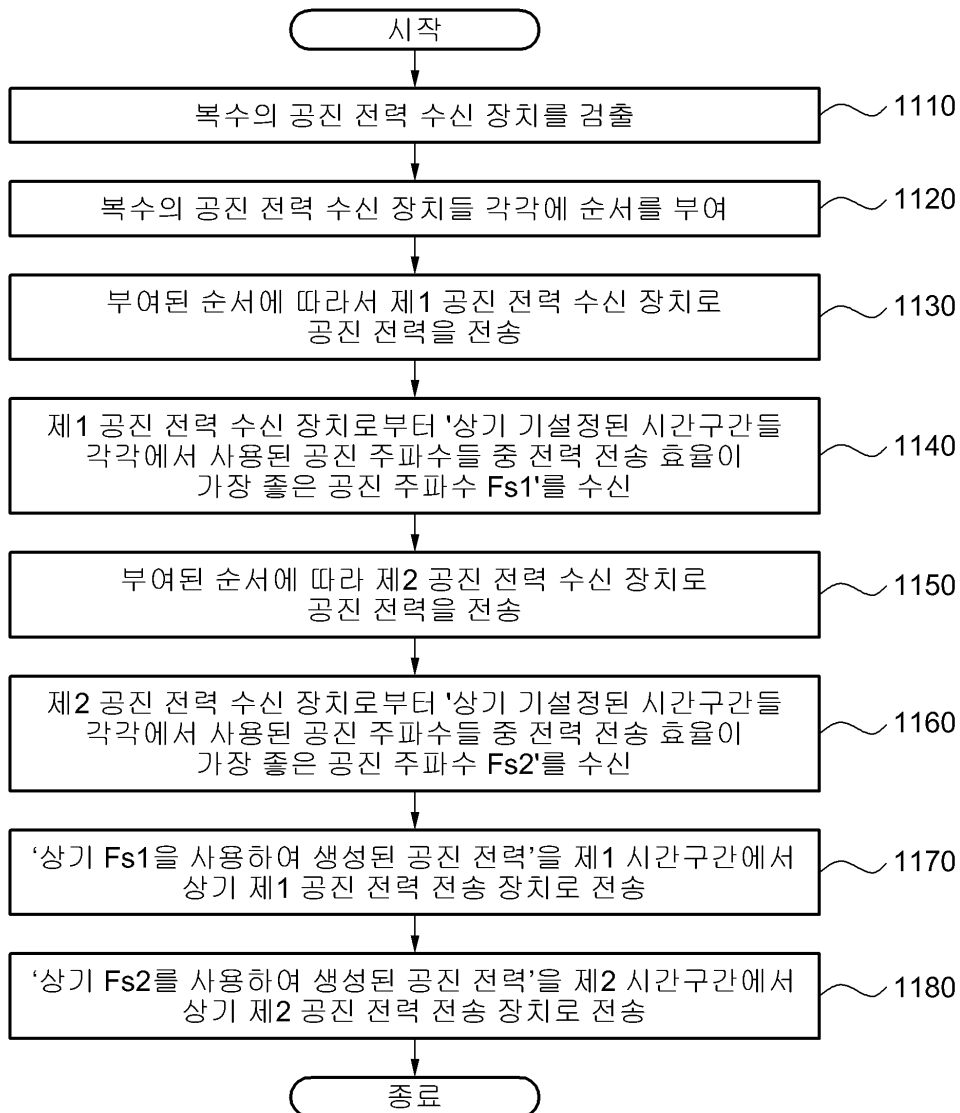
도면9



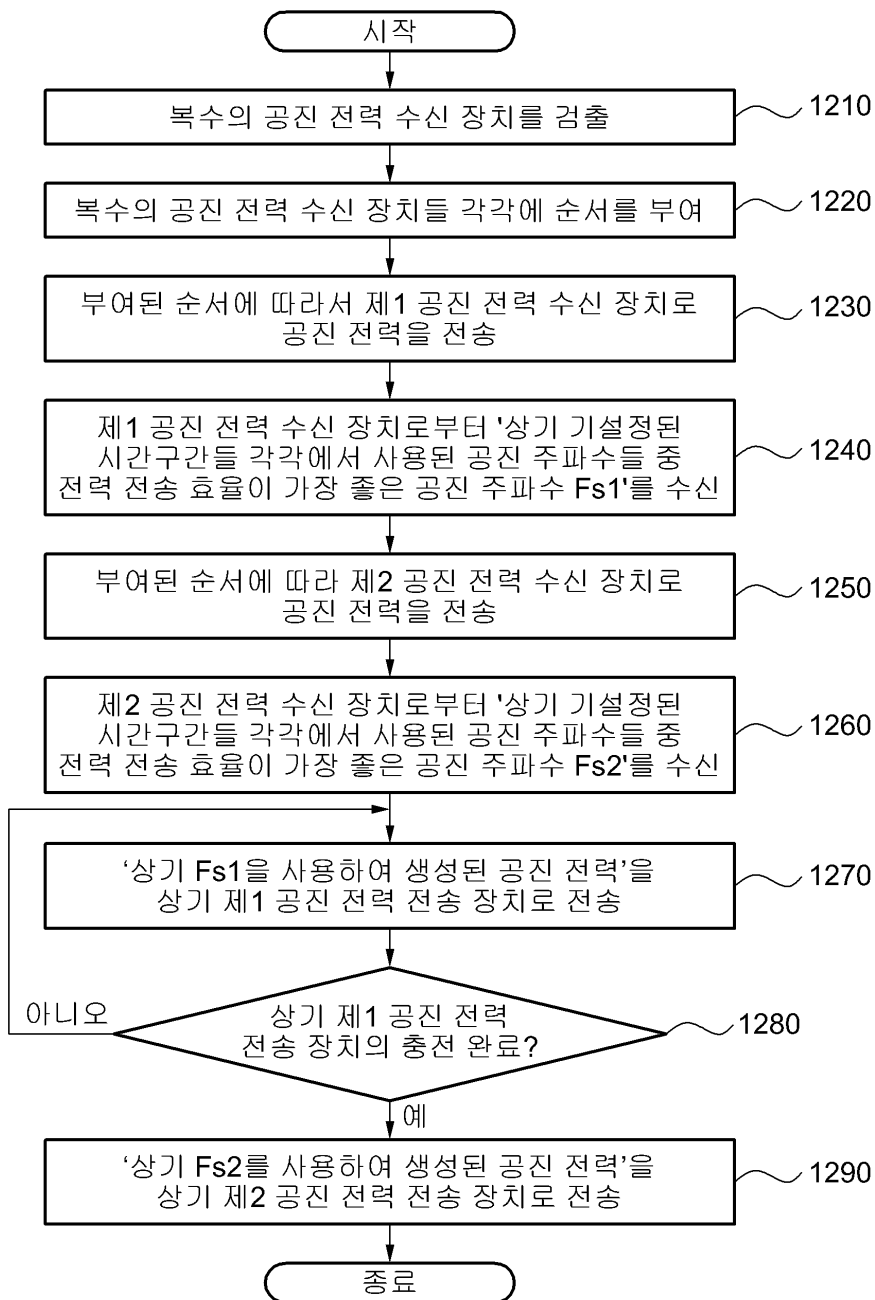
도면10



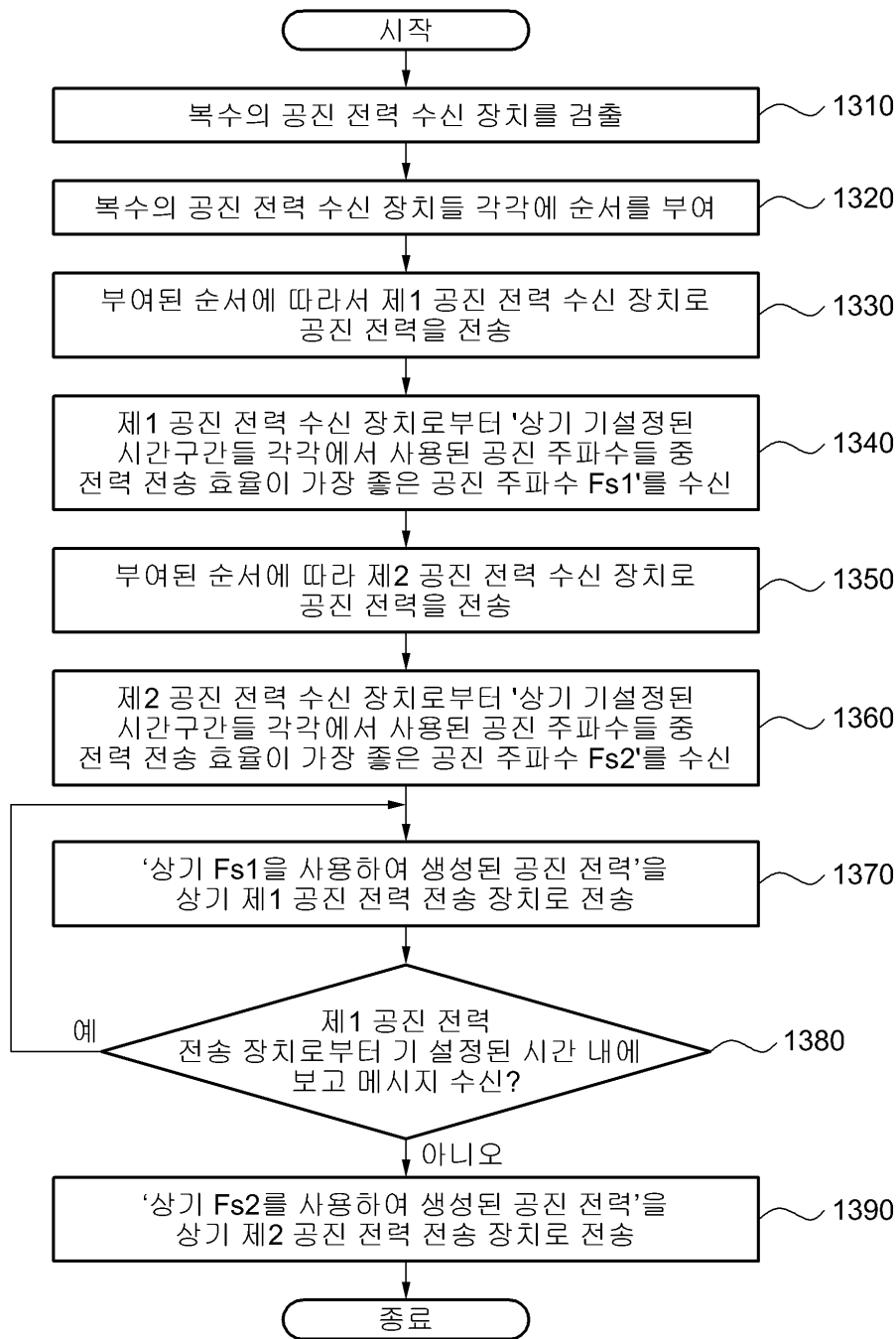
도면11



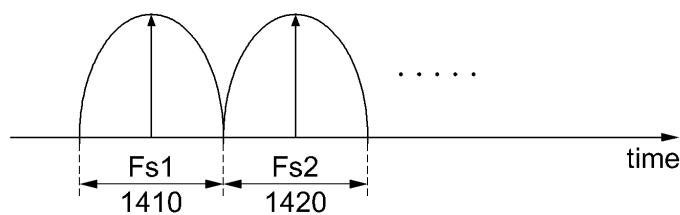
도면12



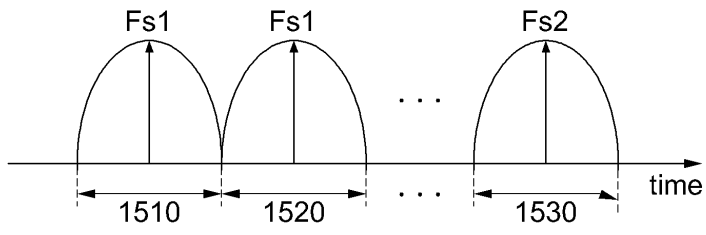
도면13



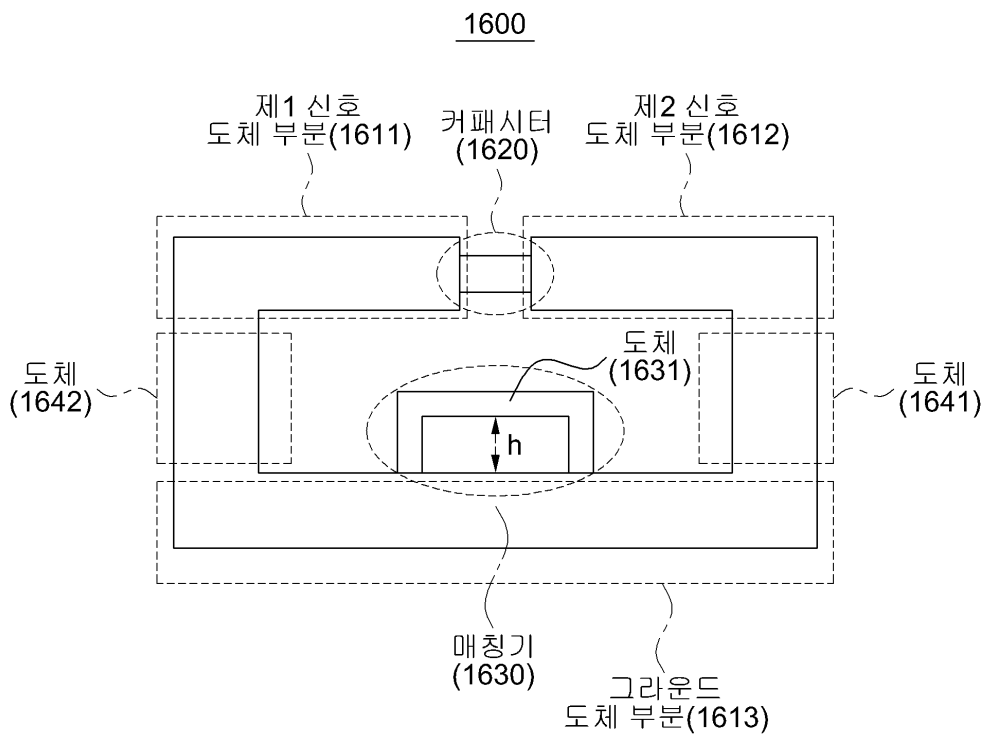
도면14



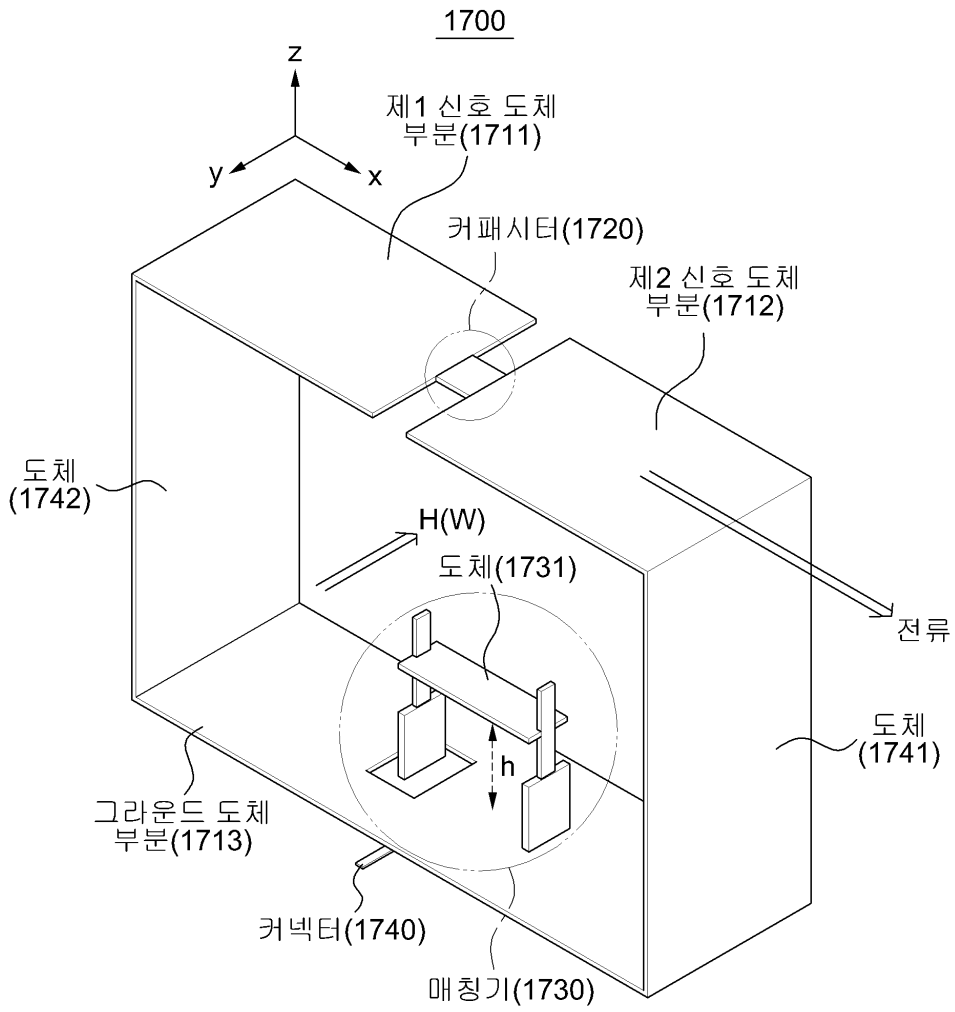
도면15



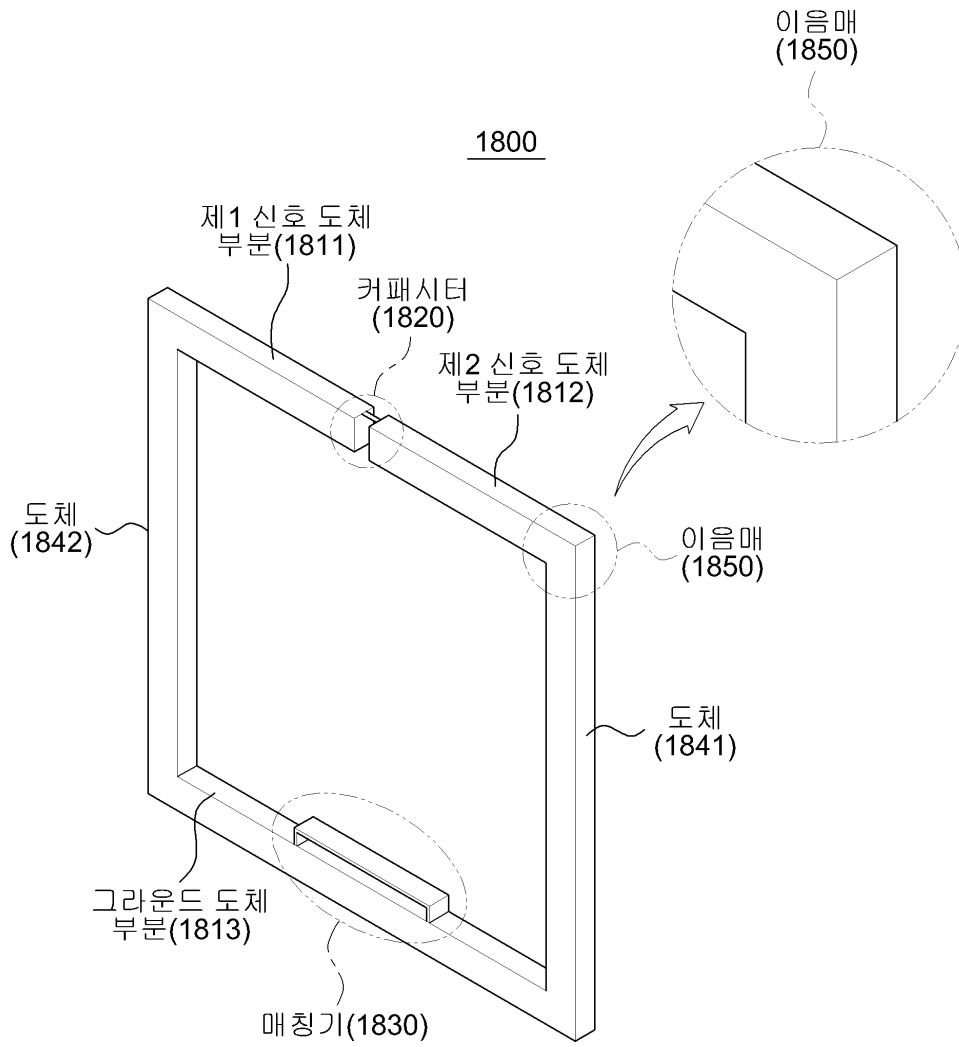
도면16



도면17

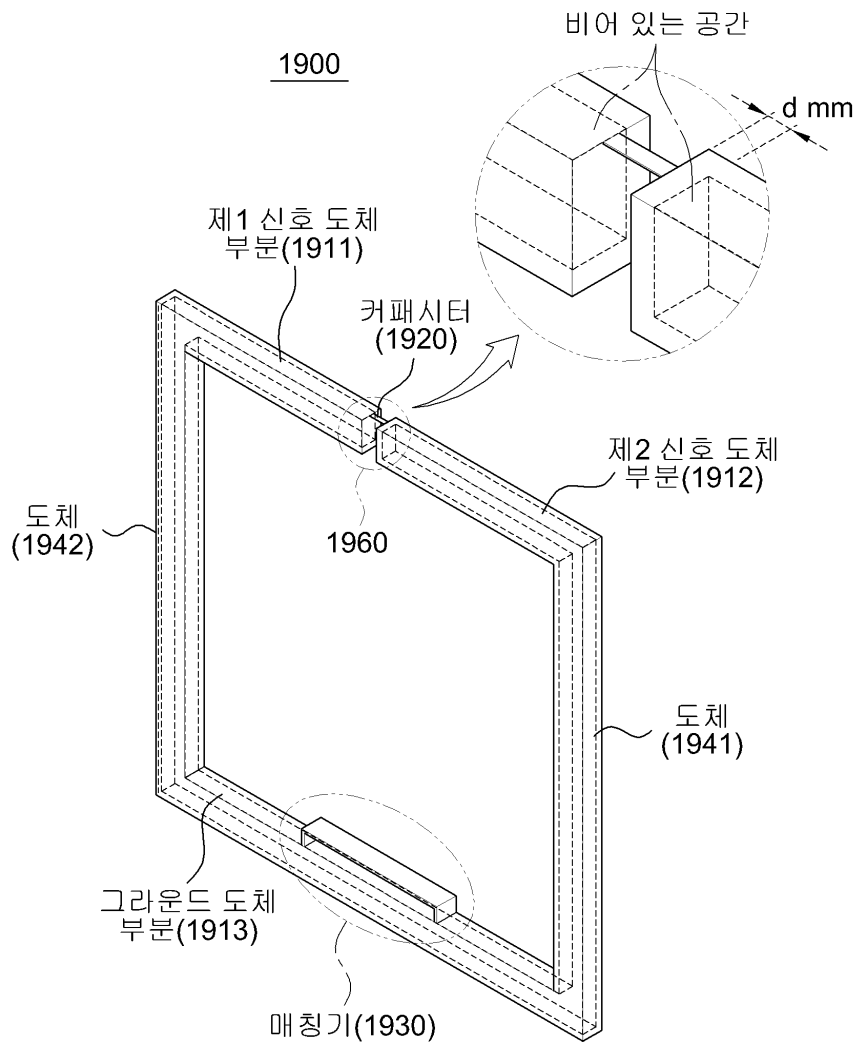


도면18

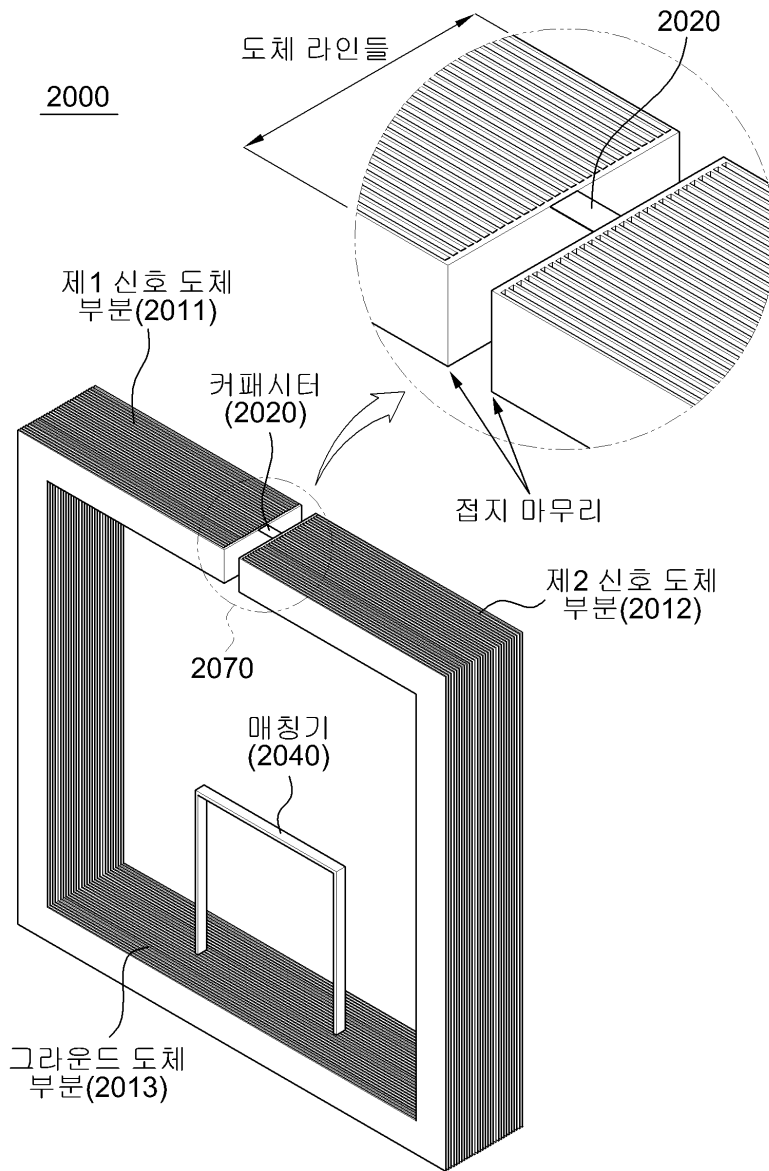




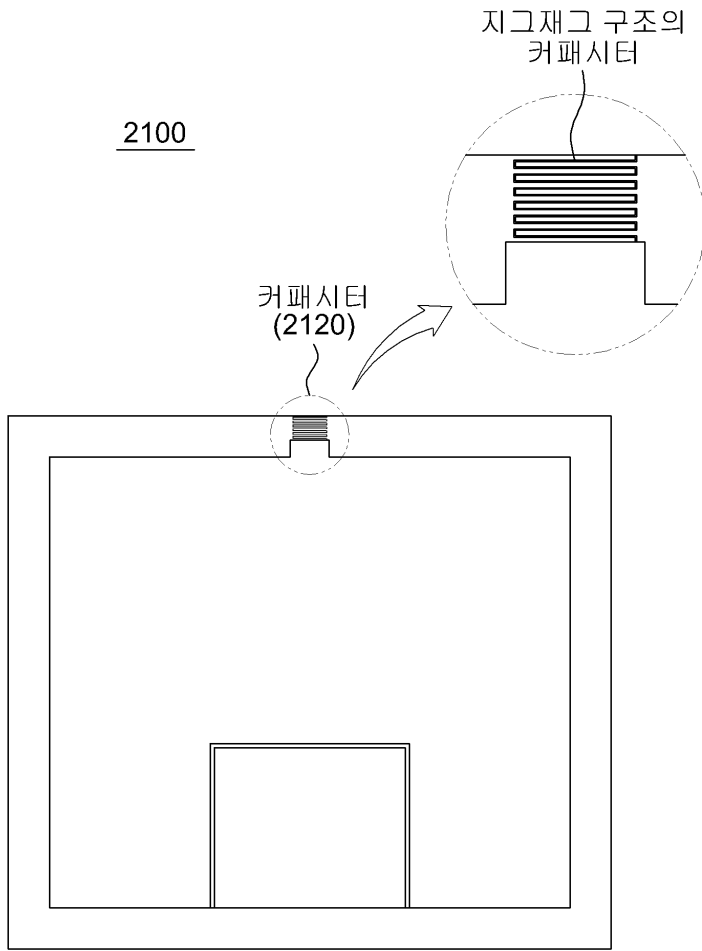
도면19



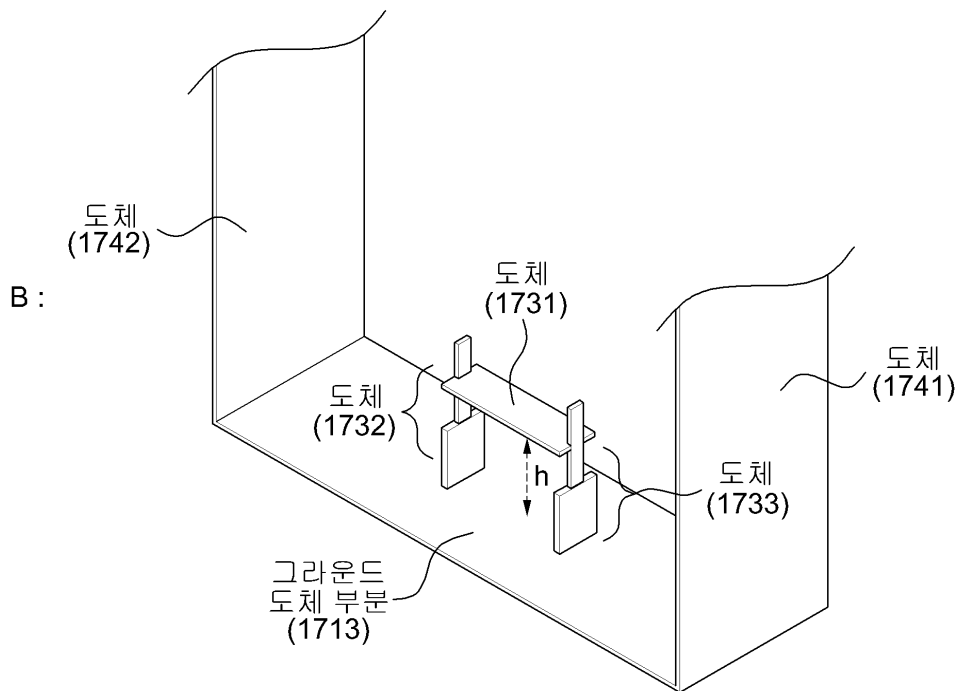
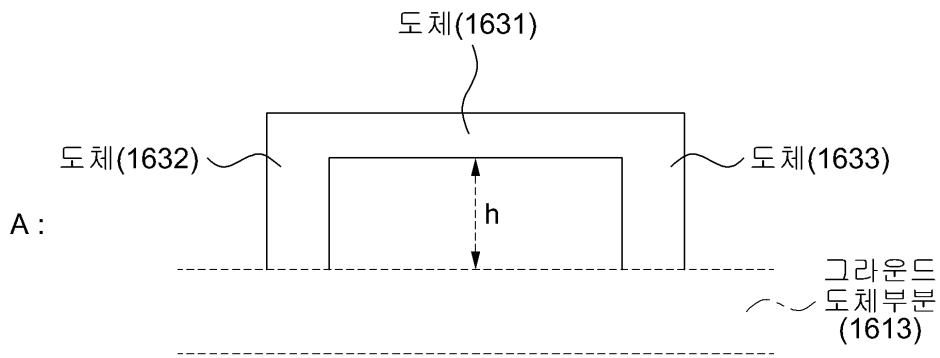
도면20



도면21



도면22



도면23

