



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월22일
 (11) 등록번호 10-1748591
 (24) 등록일자 2017년06월13일

- | | |
|---|---|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 7/08 (2006.01) H01Q 7/00 (2006.01)
H02J 17/00 (2006.01) H02J 5/00 (2016.01)
(21) 출원번호 10-2010-0064805
(22) 출원일자 2010년07월06일
심사청구일자 2015년06월19일
(65) 공개번호 10-2011-0004322
(43) 공개일자 2011년01월13일
(30) 우선권주장
1020090060984 2009년07월06일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
US20090140946 A1*
WO2004034504 A1*
JP2004126750 A
KR1020070055969 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌 | (73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
홍영택
경기도 수원시 영통구 이의동 681-1
이정해
서울특별시 마포구 와우산로 94 (상수동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한 |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 15 항

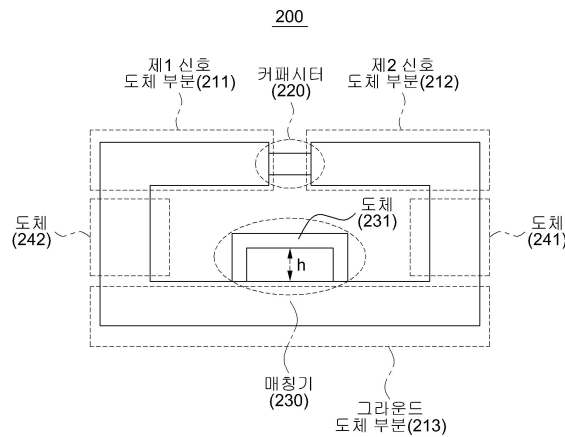
심사관 : 김상철

(54) 발명의 명칭 무선 전력 전송 시스템 및 상기 시스템을 위한 공진기

(57) 요약

무선 전력 공진기(resonator)가 개시된다. 무선 전력 공진기는 전송 선로 및 커패시터를 포함하며, 루프 구조를 형성할 있으며, 무선 전력 공진기의 임피던스를 결정하는 매칭기를 더 포함할 수 있다.

대표도 - 도2a



(72) 발명자

권상욱

경기도 성남시 분당구 장안로25번길 28, 113동 90
1호 (분당동, 건영아파트)

박은석

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

박재현

서울특별시 마포구 와우산로 94 (상수동)

박병철

서울특별시 마포구 와우산로 94 (상수동)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 전력 공진기에 있어서,

적어도 두 개의 단위 공진기들을 포함하고,

상기 적어도 두 개의 단위 공진기들 각각은

제1 신호 도체 부분 및 제2 신호 도체 부분과, 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분에 대응되는 그라운드 도체 부분을 포함하는 전송 선로;

상기 제1 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제1 도체;

상기 제2 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제2 도체;

상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분을 흐르는 전류에 대하여 직렬로 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분 사이에 삽입되는 적어도 하나의 커패시터; 및

상기 전송 선로, 상기 제1 도체 및 상기 제2 도체에 의해 형성되는 루프의 내부에 위치하여, 상기 무선 전력 공진기의 임피던스를 결정하는 매칭기

를 포함하는 무선 전력 공진기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전송 선로, 상기 제1 도체 및 상기 제2 도체는 루프 구조를 형성하는 무선 전력 공진기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 적어도 두 개의 단위 공진기들은 제1 단위 공진기 및 제2 단위 공진기를 포함하고,

상기 제1 단위 공진기는 상위 평면에 위치하고, 상기 제2 단위 공진기는 하위 평면에 위치하며, 상기 상위 평면 및 상기 하위 평면은 소정의 거리만큼 떨어져 있는 무선 전력 공진기.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 단위 공진기의 외부 둘레의 길이와 상기 제2 단위 공진기의 외부 둘레의 길이는 서로 동일하고, 상기 제1 단위 공진기의 내부 루프의 면적과 상기 제2 단위 공진기의 내부 루프의 면적은 서로 동일한 무선 전력 공진기.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제1 단위 공진기에 삽입된 커패시터와 상기 제2 단위 공진기에 삽입된 커패시터는 서로 반대 방향에 위치하는 무선 전력 공진기.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 제2 단위 공진기는 상기 제1 단위 공진기의 루프 내부에 포함되는 무선 전력 공진기.

청구항 7

삭제

청구항 8

무선 전력 공진기에 있어서,

제1 신호 도체 부분 및 제2 신호 도체 부분과, 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분에 대응되는 그라운드 도체 부분을 포함하는 전송 선로;

상기 제1 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제1 도체;

상기 제2 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제2 도체; 및

상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분을 흐르는 전류에 대하여 직렬로 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분 사이에 삽입되는 적어도 하나의 커패시터

를 포함하고,

상기 제1 신호 도체 부분, 상기 제2 신호 도체 부분, 상기 제1 도체 및 상기 제2 도체는 복수의 턴들을 형성하는 무선 전력 공진기.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 적어도 하나의 전송 선로에 포함되는 상기 복수의 턴들은 동일한 평면에서 형성되는 무선 전력 공진기.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 전송 선로, 상기 제1 도체 및 상기 제2 도체에 의해 형성되는 루프의 내부에 위치하여, 상기 무선 전력 공진기의 임피던스를 결정하는 매칭기

를 더 포함하는 무선 전력 공진기.

청구항 11

무선 전력 공진기에 있어서,

제1 단위 공진기 및 상기 제1 단위 공진기의 사이즈보다 작은 사이즈를 갖는 적어도 하나의 제2 단위 공진기를 포함하고,

상기 제1 단위 공진기 및 상기 적어도 하나의 제2 단위 공진기 각각은

제1 신호 도체 부분 및 제2 신호 도체 부분과, 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분에 대응되는 그라운드 도체 부분을 포함하는 전송 선로;

상기 제1 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제1 도체;

상기 제2 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제2 도체; 및

상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분을 흐르는 전류에 대하여 직렬로 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분 사이에 삽입되는 적어도 하나의 커패시터

를 포함하며,

상기 적어도 하나의 제2 단위 공진기는 상기 제1 단위 공진기의 루프 내부에 위치하는 무선 전력 공진기.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제2 단위 공진기는

상기 제1 단위 공진기의 루프 내부에서 특정 간격을 두어 규칙적으로 배치되는 무선 전력 공진기.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 단위 공진기 및 상기 적어도 하나의 제2 단위 공진기 각각은

상기 전송 선로, 상기 제1 도체 및 상기 제2 도체에 의해 형성되는 루프의 내부에 위치하여, 상기 무선 전력 공진기의 임피던스를 결정하는 매칭기

를 더 포함하는 무선 전력 공진기.

청구항 14

무선 전력 공진기에 있어서,

서로 다른 방향으로 자계(magnetic field)를 형성하는 적어도 두 개의 단위 공진기들을 포함하고,

상기 적어도 두 개의 단위 공진기들 각각은

제1 신호 도체 부분 및 제2 신호 도체 부분과, 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분에 대응되는 그라운드 도체 부분을 포함하는 전송 선로;

상기 제1 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제1 도체;

상기 제2 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제2 도체; 및

상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분을 흐르는 전류에 대하여 직렬로 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분 사이에 삽입되는 적어도 하나의 커패시터

를 포함하는 무선 전력 공진기.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 적어도 두 개의 단위 공진기들 각각은

상기 적어도 두 개의 공진기들 각각에 의해 형성되는 자계가 서로 직교(orthogonal)하도록 배치되는 무선 전력 공진기.

청구항 16

제14항에 있어서,

전류는 상기 적어도 두 개의 단위 공진기들 중 선택된 적어도 하나를 통해 흐르는 무선 전력 공진기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 실시예들은 무선 전력 전송 시스템에 관한 것으로, 특히 무선 전력 전송 시스템을 위한 공진기를 설계하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 전력 전송 기술들 중 하나는 RF 소자들의 공명(resonance) 특성을 이용한다. 코일 구조를 사용하는 공명기는 주파수에 따라 물리적 사이즈의 변화가 필요하다.

발명의 내용

[0003] 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 공진기는 적어도 두 개의 단위 공진기들을 포함한다. 여기서, 상기 적어

도 두 개의 단위 공진기들 각각은 제1 신호 도체 부분 및 제2 신호 도체 부분과, 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분에 대응되는 그라운드 도체 부분을 포함하는 전송 선로; 상기 제1 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제1 도체; 상기 제2 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제2 도체; 및 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분을 흐르는 전류에 대하여 직렬로 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분 사이에 삽입되는 적어도 하나의 커패시터를 포함한다.

- [0004] 상기 전송 선로, 상기 제1 도체 및 상기 제2 도체는 루프 구조를 형성할 수 있다.
- [0005] 상기 적어도 두 개의 단위 공진기들은 제1 단위 공진기 및 제2 단위 공진기를 포함하고, 상기 제1 단위 공진기는 상위 평면에 위치하고, 상기 제2 단위 공진기는 하위 평면에 위치하며, 상기 상위 평면 및 상기 하위 평면은 소정의 거리만큼 떨어져 있을 수 있다.
- [0006] 상기 제1 단위 공진기의 외부 둘레의 길이와 상기 제2 단위 공진기의 외부 둘레의 길이는 서로 동일하고, 상기 제1 단위 공진기의 내부 루프의 면적과 상기 제2 단위 공진기의 내부 루프의 면적은 서로 동일할 수 있다.
- [0007] 상기 제1 단위 공진기에 삽입된 커패시터와 상기 제2 단위 공진기에 삽입된 커패시터는 서로 반대 방향에 위치할 수 있다.
- [0008] 상기 제2 단위 공진기는 상기 제1 단위 공진기의 루프 내부에 포함될 수 있다.
- [0009] 상기 무선 전력 공진기는 상기 전송 선로, 상기 제1 도체 및 상기 제2 도체에 의해 형성되는 루프의 내부에 위치하여, 상기 무선 전력 공진기의 임피던스를 결정하는 매칭기를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 공진기는 제1 신호 도체 부분 및 제2 신호 도체 부분과, 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분에 대응되는 그라운드 도체 부분을 포함하는 전송 선로; 상기 제1 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제1 도체; 상기 제2 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제2 도체; 및 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분을 흐르는 전류에 대하여 직렬로 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분 사이에 삽입되는 적어도 하나의 커패시터를 포함하고, 상기 제1 신호 도체 부분, 상기 제2 신호 도체 부분, 상기 제1 도체 및 상기 제2 도체는 복수의 턴들을 형성할 수 있다.
- [0011] 상기 적어도 하나의 전송 선로에 포함되는 상기 복수의 턴들은 동일한 평면에서 형성될 수 있다.
- [0012] 상기 무선 전력 공진기는 상기 전송 선로, 상기 제1 도체 및 상기 제2 도체에 의해 형성되는 루프의 내부에 위치하여, 상기 무선 전력 공진기의 임피던스를 결정하는 매칭기를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 공진기는 제1 단위 공진기 및 상기 제1 단위 공진기의 사이즈보다 작은 사이즈를 갖는 적어도 하나의 제2 단위 공진기를 포함한다. 여기서, 상기 제1 단위 공진기 및 상기 적어도 하나의 제2 단위 공진기 각각은 제1 신호 도체 부분 및 제2 신호 도체 부분과, 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분에 대응되는 그라운드 도체 부분을 포함하는 전송 선로; 상기 제1 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제1 도체; 상기 제2 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제2 도체; 및 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분을 흐르는 전류에 대하여 직렬로 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분 사이에 삽입되는 적어도 하나의 커패시터를 포함하며, 상기 적어도 하나의 제2 단위 공진기는 상기 제1 단위 공진기의 루프 내부에 위치할 수 있다.
- [0014] 상기 적어도 하나의 제2 단위 공진기는 상기 제1 단위 공진기의 루프 내부에서 특정 간격을 두어 규칙적으로 배치될 수 있다.
- [0015] 상기 제1 단위 공진기 및 상기 적어도 하나의 제2 단위 공진기 각각은 상기 전송 선로, 상기 제1 도체 및 상기 제2 도체에 의해 형성되는 루프의 내부에 위치하여, 상기 무선 전력 공진기의 임피던스를 결정하는 매칭기를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 공진기는 서로 다른 방향으로 자계(magnetic field)를 형성하는 적어도 두 개의 단위 공진기들을 포함하고, 상기 적어도 두 개의 단위 공진기들 각각은 제1 신호 도체 부분 및 제2 신호 도체 부분과, 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분에 대응되는 그라운드 도체 부분을 포함하는 전송 선로; 상기 제1 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제1 도체; 상기 제2 신호 도체 부분과 상기 그라운드 도체 부분을 전기적으로 연결하는 제2 도체; 및 상기 제1 신호 도체 부분

및 상기 제2 신호 도체 부분을 흐르는 전류에 대하여 직렬로 상기 제1 신호 도체 부분 및 상기 제2 신호 도체 부분 사이에 삽입되는 적어도 하나의 커패시터를 포함한다.

[0017] 상기 적어도 두 개의 단위 공진기들 각각은 상기 적어도 두 개의 공진기들 각각에 의해 형성되는 자계가 서로 직교(orthogonal)하도록 배치될 수 있다.

[0018] 전류는 상기 적어도 두 개의 단위 공진기들 중 선택된 적어도 하나를 통해 흐를 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 무선 전력 전송을 위한 공진기들을 포함하는 무선 전력 전송 시스템을 나타낸 도면이다.

도 2a는 본 발명의 일실시예에 따른 2 차원 구조의 공진기를 나타낸 도면이다.

도 2b는 본 발명의 일실시예에 따른 3 차원 구조의 공진기를 나타낸 도면이다.

도 2c는 bulky type으로 설계된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.

도 2d는 Hollow type으로 설계된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.

도 2e는 parallel-sheet이 적용된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.

도 2f는 분산된 커패시터를 포함하는 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.

도 2g는 2 차원 구조의 공진기 및 3 차원 구조의 공진기에서 사용되는 매칭기들의 예를 나타낸 도면이다.

도 2h는 무선 전력 전송을 위한 split ring 타입의 공진기에 포함되는 제1 단위 공진기 및 제2 단위 공진기를 나타낸 도면이다.

도 2i는 split ring 타입의 공진기를 입체적으로 나타낸 도면이다.

도 2j는 서로 다른 사이즈를 갖는 두 개의 단위 공진기들을 포함하는 split ring 타입의 공진기를 나타낸 도면이다.

도 2k는 수평 방향으로 복수의 턴들을 갖는 무선 전력 전송을 위한 공진기를 나타낸 도면이다.

도 2l는 수직 방향으로 복수의 턴들을 갖는 무선 전력 전송을 위한 공진기를 나타낸 도면이다.

도 2m은 큰 단위 공진기 및 큰 단위 공진기의 루프 내부에 위치하는 작은 단위 공진기들을 포함하는 무선 전력 전송을 위한 공진기를 나타낸 도면이다.

도 2n은 전방향성(omnidirectional)의 특성을 갖는 무선 전력 전송을 위한 3차원 공진기를 나타낸 도면이다.

도 3은 도 2에 도시된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 등가 회로를 나타낸 도면이다.

도 4는 영변재 공진 특성을 갖는 혼합 우-좌원 전송 선로(Composite Right-Left Handed Transmission Line)의 등가 회로를 나타낸 도면이다.

도 5는 혼합 우-좌원 전송 선로에서 발생하는 영변재 공진(Zeroth-Order Resonance)을 개념적으로 설명하는 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 공진기가 갖는 특성들을 나타낸 테이블이다.

도 7 내지 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 공진기의 다양한 구현 예를 나타낸 도면들이다.

도 10은 도 1에 도시된 소스에 적용될 수 있는 무선 전력 전송 장치를 나타낸 블록도이다.

도 11은 도 1에 도시된 테스트베이션에 적용될 수 있는 무선 전력 수신 장치를 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0021] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0022] 도 1은 무선 전력 전송을 위한 공진기 및 무선 전력 수신을 위한 공진기를 포함하는 무선 전력 전송 시스템을

나타낸 도면이다.

- [0023] 도 1은 공명 특성을 이용하는 무선 전력 전송 시스템은 소스(110) 및 테스트네이션(120)을 포함한다. 여기서, 소스(110)는 헬릭스(helix) 코일 구조의 공진기 또는 스파이럴(spiral) 코일 구조의 공진기를 이용하여 테스트네이션(120)에게 무선으로 전력을 공급한다.
- [0024] 헬릭스(helix) 코일 구조의 공진기 또는 스파이럴(spiral) 코일 구조의 공진기 등의 물리적인 사이즈는 원하는 공진 주파수에 의존한다. 예를 들어, 원하는 공진 주파수가 10Mhz인 경우, 헬릭스 코일 구조의 공진기의 직경은 약 0.6m이고, 스파이럴 코일 구조의 공진기의 직경 역시 약 0.6m으로 정해진다. 이 때, 원하는 공진 주파수가 감소함에 따라 헬릭스 코일 구조의 공진기 및 스파이럴 코일 구조의 공진기의 직경은 증가해야 한다.
- [0025] 공진 주파수가 변함에 따라 공진기의 물리적인 사이즈가 변하는 것은 이상적인 것은 아니다. 극단적인 예를 들어, 공진 주파수가 매우 낮은 경우, 공진기의 사이즈는 매우 클 수 있으며, 이러한 것은 실용적이지 않을 수 있다. 공진 주파수와 공진기의 사이즈가 서로 독립적일 것이 이상적일 수 있다. 또한, 공진 주파수가 높은 경우 및 공진 주파수가 낮은 경우 모두에 대하여 합리적인 물리적인 사이즈를 가지면서도 잘 동작할 수 있는 공진기가 이상적일 수 있다.
- [0026] 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 전기(electric field)에 대해 발생하는 전기력선속밀도(electric flux density)와 진공 중에서 그 전기에 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.
- [0027] 도 2a는 본 발명의 일실시예에 따른 2 차원 구조의 공진기를 나타낸 도면이다.
- [0028] 도 2a를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 2 차원 구조의 공진기는 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212) 및 그라운드 도체 부분(213)을 포함하는 전송 선로, 커패시터(220), 매칭기(230) 및 도체들(241, 242)을 포함한다.
- [0029] 도 2a에 도시된 바와 같이, 커패시터(220)는 전송 선로에서 제1 신호 도체 부분(211)과 제2 신호 도체 부분(212) 사이에 위치에 직렬로 삽입되며, 그에 따라 전기(electric field)는 커패시터(220)에 갇히게 된다. 일반적으로, 전송 선로는 상부에 적어도 하나의 도체, 하부에 적어도 하나의 도체를 포함하며, 상부에 있는 도체를 통해서는 전류가 흐르며, 하부에 있는 도체는 전기적으로 그라운드된다(grounded). 본 명세서에서는 전송 선로의 상부에 있는 도체를 제1 신호 도체 부분(211)과 제2 신호 도체 부분(212)로 나누어 부르고, 전송 선로의 하부에 있는 도체를 그라운드 도체 부분(213)으로 부르기로 한다.
- [0030] 도 2a에 도시된 바와 같이 본 발명의 일실시예에 따른 공진기(200)는 2 차원 구조의 형태를 갖는다. 전송 선로는 상부에 제1 신호 도체 부분(211) 및 제2 신호 도체 부분(212)을 포함하고, 하부에 그라운드 도체 부분(213)을 포함한다. 제1 신호 도체 부분(211) 및 제2 신호 도체 부분(212)과 그라운드 도체 부분(213)은 서로 마주보게 배치된다. 전류는 제1 신호 도체 부분(211) 및 제2 신호 도체 부분(212)을 통하여 흐른다.
- [0031] 또한, 도 2a에 도시된 바와 같이 제1 신호 도체 부분(211)의 한쪽 단은 도체(242)와 접지(short)되고, 다른 쪽 단은 커패시터(220)와 연결된다. 그리고, 제2 신호 도체 부분(212)의 한쪽 단은 도체(241)와 접지되며, 다른 쪽 단은 커패시터(220)와 연결된다. 결국, 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212) 및 그라운드 도체 부분(213), 도체들(241, 242)은 서로 연결됨으로써, 공진기(200)는 전기적으로 닫혀 있는 루프 구조를 갖는다. 여기서, '루프 구조'는 원형 구조, 사각형과 같은 다각형의 구조 등을 모두 포함하며, '루프 구조를 갖는 다고 함은' 전기적으로 닫혀 있다는 것을 의미한다.
- [0032] 커패시터(220)는 전송 선로의 중단부에 삽입된다. 보다 구체적으로, 커패시터(220)는 제1 신호 도체 부분(211) 및 제2 신호 도체 부분(212) 사이에 삽입된다. 이 때, 커패시터(220)는 집중 소자(lumped element) 및 분산 소자(distributed element) 등의 형태를 가질 수 있다. 특히, 분산 소자의 형태를 갖는 분산된 커패시터는 지그

재그 형태의 도체 라인들과 그 도체 라인들 사이에 존재하는 높은 유전율을 갖는 유전체를 포함할 수 있다.

[0033] 커패시터(220)가 전송 선로에 삽입됨에 따라 상기 공진기(200)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.

[0034] 이 때, 집중 소자로서 삽입된 커패시터(220)의 커패시턴스가 적절히 정해지는 경우, 상기 공진기(200)는 메타물질의 특성을 가질 수 있다. 특히, 커패시터(220)의 커패시턴스를 적절히 조절함으로써, 공진기는 음의 투자율을 가질 수 있으므로, 본 발명의 일실시예에 따른 공진기(200)는 MNG 공진기로 불려질 수 있다. 아래에서 설명하겠지만, 커패시터(220)의 커패시턴스를 정하는 전제(criterion)들은 다양할 수 있다. 공진기(200)가 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있도록 하는 전제(criterion), 상기 공진기(200)가 대상 주파수에서 음의 투자율을 갖도록 하는 전제 또는 상기 공진기(200)가 대상 주파수에서 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 갖도록 하는 전제 등이 있을 수 있고, 상술한 전제들 중 적어도 하나의 전제 아래에서 커패시터(220)의 커패시턴스가 정해질 수 있다.

[0035] 상기 MNG 공진기(200)는 전파 상수(propagation constant)가 0일 때의 주파수를 공진 주파수로 갖는 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 가질 수 있다. MNG 공진기(200)는 영번째 공진 특성을 가질 수 있으므로, 공진 주파수는 MNG 공진기(200)의 물리적인 사이즈에 대해 독립적일 수 있다. 즉, 아래에서 다시 설명하겠지만, MNG 공진기(200)에서 공진 주파수를 변경하기 위해서는 커패시터(220)를 적절히 설계하는 것으로 충분하므로, MNG 공진기(200)의 물리적인 사이즈를 변경하지 않을 수 있다.

[0036] 또한, 근접 필드(near field)에서 전계는 전송 선로에 삽입된 커패시터(220)에 집중되므로, 커패시터(220)로 인하여 근접 필드에서는 자계(magnetic field)가 도미넌트(dominant)해진다. 그리고, MNG 공진기(200)는 집중 소자의 커패시터(220)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.

[0037] 또한, MNG 공진기(200)는 임피던스 매칭을 위한 매칭기(230)를 포함할 수 있다. 이 때, 매칭기(230)는 MNG 공진기(200)의 자계의 강도를 적절히 조절 가능(tunable)하고, 매칭기(230)에 의해 MNG 공진기(200)의 임피던스는 결정된다. 그리고, 전류는 커넥터(240)를 통하여 MNG 공진기(200)로 유입되거나 MNG 공진기(200)로부터 유출될 수 있다. 여기서, 커넥터(240)는 그라운드 도체 부분(213) 또는 매칭기(230)와 연결될 수 있다. 다만, 커넥터(240)와 그라운드 도체 부분(213) 또는 매칭기(230) 사이에는 물리적인 연결이 형성될 수도 있고, 커넥터(240)와 그라운드 도체 부분(213) 또는 매칭기(230) 사이의 물리적인 연결 없이 커플링을 통하여 전력이 전달될 수도 있다.

[0038] 보다 구체적으로, 도 2a에 도시된 바와 같이, 매칭기(230)는 공진기(200)의 루프 구조로 인해 형성되는 루프의 내부에 위치할 수 있다. 매칭기(230)는 물리적인 형태를 변경함으로써, 공진기(200)의 임피던스를 조절할 수 있다. 특히, 매칭기(230)는 그라운드 도체 부분(213)으로부터 거리 h 만큼 떨어진 위치에 임피던스 매칭을 위한 도체(231)를 포함할 수 있으며, 공진기(200)의 임피던스는 거리 h를 조절함으로써 변경될 수 있다.

[0039] 도 2a에 도시되지 아니하였지만, 매칭기(230)를 제어할 수 있는 컨트롤러가 존재하는 경우, 매칭기(230)는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 매칭기(230)의 물리적 형태를 변경할 수 있다. 예를 들어, 제어 신호에 따라 매칭기(230)의 도체(231)와 그라운드 도체 부분(213) 사이의 거리 h가 증가하거나, 감소될 수 있으며, 그에 따라 매칭기(230)의 물리적 형태가 변경됨으로써, 공진기(200)의 임피던스는 조절될 수 있다. 컨트롤러는 다양한 팩터들을 고려하여 제어 신호를 생성할 수 있으며, 이에 대해서는 아래에서 설명한다.

[0040] 매칭기(230)는 도 2a에 도시된 바와 같이, 도체 부분(231)과 같은 수동 소자로 구현될 수 있으며, 실시예에 따라서는 다이오드, 트랜지스터 등과 같은 능동 소자로 구현될 수 있다. 능동 소자가 매칭기(230)에 포함되는 경우, 능동 소자는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 구동될 수 있으며, 그 제어 신호에 따라 공진기(200)의 임피던스는 조절될 수 있다. 예를 들어, 매칭기(230)에는 능동 소자의 일종인 다이오드가 포함될 수

있고, 다이오드가 'on' 상태에 있는지 또는 'off' 상태에 있는지에 따라 공진기(200)의 임피던스가 조절될 수 있다.

- [0041] 또한, 도 2a에 도시되지 아니하였으나, MNG 공진기(200)를 관통하는 마그네틱 코어가 더 포함될 수 있다. 이러한 마그네틱 코어는 전력 전송 거리를 증가시키는 기능을 수행할 수 있다.
- [0042] 도 2b는 본 발명의 일실시예에 따른 3 차원 구조의 공진기를 나타낸 도면이다.
- [0043] 도 2b를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 3 차원 구조의 공진기(200)는 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212) 및 그라운드 도체 부분(213)을 포함하는 전송 선로 및 커패시터(220)를 포함한다. 여기서 커패시터(220)는 전송 선로에서 제1 신호 도체 부분(211)과 제2 신호 도체 부분(212) 사이에 위치에 직렬로 삽입되고, 전계(electric field)는 커패시터(220)에 갇히게 된다.
- [0044] 또한, 도 2b에 도시된 바와 같이 공진기(200)는 3차원 구조의 형태를 갖는다. 전송 선로는 상부에 제1 신호 도체 부분(211) 및 제2 신호 도체 부분(212)을 포함하고, 하부에 그라운드 도체 부분(213)을 포함한다. 제1 신호 도체 부분(211) 및 제2 신호 도체 부분(212)과 그라운드 도체 부분(213)은 서로 마주보게 배치된다. 전류는 제 1 신호 도체 부분(211) 및 제2 신호 도체 부분(212)을 통하여 x 방향으로 흐르며, 이러한 전류로 인해 -y 방향으로 자계(magnetic field) H(w)가 발생한다. 물론, 도 2b에 도시된 것과 다르게, +y 방향으로 자계(magnetic field) H(w)가 발생할 수 있다.
- [0045] 또한, 도 2b에 도시된 바와 같이 제1 신호 도체 부분(211)의 한쪽 단은 도체(242)와 접지(short)되고, 다른 쪽 단은 커패시터(220)와 연결된다. 그리고, 제2 신호 도체 부분(212)의 한쪽 단은 도체(241)와 접지되며, 다른 쪽 단은 커패시터(220)와 연결된다. 결국, 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212) 및 그라운드 도체 부분(213), 도체들(241, 242)은 서로 연결됨으로써, 공진기(200)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.
- [0046] 또한, 도 2b에 도시된 바와 같이 커패시터(220)는 제1 신호 도체 부분(211) 및 제2 신호 도체 부분(212) 사이에 삽입된다. 이 때, 커패시터(220)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.
- [0047] 도 2b에 도시된 바와 같이 커패시터(220)가 전송 선로에 삽입됨에 따라 상기 공진기(200)는 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있다. 집중 소자로서 삽입된 커패시터(220)의 커패시턴스가 적절히 정해지는 경우, 상기 공진기(200)는 메타물질의 특성을 가질 수 있다. 특히, 커패시터(220)의 커패시턴스를 적절히 조절함으로써, 공진기(200)는 특정 주파수 대역에서 음의 투자율을 가질 수 있으므로, 본 발명의 일실시예에 따른 공진기(200)는 MNG 공진기로 불려질 수 있다. 아래에서 설명하겠지만, 커패시터(220)의 커패시턴스를 정하는 전제(criterion)들은 다양할 수 있다. 공진기(200)가 메타물질(metamaterial)의 특성을 가질 수 있도록 하는 전제(criterion), 상기 공진기(200)가 대상 주파수에서 음의 투자율을 갖도록 하는 전제 또는 상기 공진기(200)가 대상 주파수에서 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 갖도록 하는 전제 등이 있을 수 있고, 상술한 전제들 중 적어도 하나의 전제 아래에서 커패시터(220)의 커패시턴스가 정해질 수 있다.
- [0048] 도 2b에 도시된 상기 MNG 공진기(200)는 전파 상수(propagation constant)가 0일 때의 주파수를 공진 주파수로 갖는 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 가질 수 있다. MNG 공진기(200)는 영번째 공진 특성을 가질 수 있으므로, 공진 주파수는 MNG 공진기(200)의 물리적인 사이즈에 대해 독립적일 수 있다. MNG 공진기(200)에서 공진 주파수를 변경하기 위해서는 커패시터(220)를 적절히 설계하는 것으로 충분하므로, MNG 공진기(200)의 물리적인 사이즈를 변경하지 않을 수 있다.
- [0049] 도 2b에 도시된 바와 같이 MNG 공진기(200)를 참조하면, 근접 필드(near field)에서 전계는 전송 선로(210)에 삽입된 커패시터(220)에 집중되므로, 커패시터(220)로 인하여 근접 필드에서는 자계(magnetic field)가 도미넌트(dominant)해진다. 특히, 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance) 특성을 갖는 MNG 공진기(200)는 자계 다이폴(magnetic dipole)과 유사한 특성들을 가지므로, 근접 필드에서는 자계가 도미넌트하며, 커패시터(220)의 삽입으로 인해 발생하는 적은 양의 전계 또한 그 커패시터(220)에 집중되므로, 근접 필드에서는 자계가 더더욱 도미넌트해진다. MNG 공진기(200)는 집중 소자의 커패시터(220)을 이용하여 높은 큐-팩터(Q-Factor)를 가질 수

있으므로, 전력 전송의 효율을 향상시킬 수 있다.

- [0050] 또한, 도 2b에 도시된 MNG 공진기(200)는 임피던스 매칭을 위한 매칭기(230)를 포함할 수 있다. 이 때, 매칭기(230)는 MNG 공진기(200)의 자계의 강도를 적절히 조절 가능(tunable)하고, 매칭기(230)에 의해 MNG 공진기(200)의 임피던스는 결정된다. 그리고, 전류는 커넥터(240)를 통하여 MNG 공진기(200)로 유입되거나 MNG 공진기(200)로부터 유출된다. 여기서, 커넥터(240)는 그라운드 도체 부분(213) 또는 매칭기(230)와 연결될 수 있다.
- [0051] 보다 구체적으로, 도 2b에 도시된 바와 같이, 매칭기(230)는 공진기(200)의 루프 구조로 인해 형성되는 루프의 내부에 위치할 수 있다. 매칭기(230)는 물리적인 형태를 변경함으로써, 공진기(200)의 임피던스를 조절할 수 있다. 특히, 매칭기(230)는 그라운드 도체 부분(213)으로부터 거리 h 만큼 떨어진 위치에 임피던스 매칭을 위한 도체 부분(231)을 포함할 수 있으며, 공진기(200)의 임피던스는 거리 h를 조절함으로써 변경될 수 있다.
- [0052] 도 2b에 도시되지 아니하였지만, 매칭기(230)를 제어할 수 있는 컨트롤러가 존재하는 경우, 매칭기(230)는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 매칭기(230)의 물리적 형태를 변경할 수 있다. 예를 들어, 제어 신호에 따라 매칭기(230)의 도체(231)과 그라운드 도체 부분(230) 사이의 거리 h가 증가하거나, 감소될 수 있으며, 그에 따라 매칭기(230)의 물리적 형태가 변경됨으로써, 공진기(200)의 임피던스는 조절될 수 있다. 매칭기(230)의 도체(231)과 그라운드 도체 부분(230) 사이의 거리 h는 다양한 방식으로 조절될 수 있다. 즉, 첫째, 매칭기(230)에는 여러 도체들이 포함될 수 있고, 그 도체들 중 어느 하나를 적응적으로 활성화함으로써 거리 h가 조절될 수 있다. 둘째, 도체(231)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.
- [0053] 매칭기(230)는 도 2b에 도시된 바와 같이, 도체 부분(231)과 같은 수동 소자로 구현될 수 있으며, 실시예에 따라서는 다이오드, 트랜지스터 등과 같은 능동 소자로 구현될 수 있다. 능동 소자가 매칭기(230)에 포함되는 경우, 능동 소자는 컨트롤러에 의해 생성되는 제어 신호에 따라 구동될 수 있으며, 그 제어 신호에 따라 공진기(200)의 임피던스는 조절될 수 있다. 예를 들어, 매칭기(230)에는 능동 소자의 일종인 다이오드가 포함될 수 있고, 다이오드가 'on' 상태에 있는지 또는 'off' 상태에 있는지에 따라 공진기(200)의 임피던스가 조절될 수 있다.
- [0054] 또한, 도 2b에 명시적으로 도시되지 아니하였으나, MNG 공진기(200)를 관통하는 마그네틱 코어가 더 포함될 수 있다. 이러한 마그네틱 코어는 전력 전송 거리를 증가시키는 기능을 수행할 수 있다.
- [0055] 도 2c는 bulky type으로 설계된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.
- [0056] 도 2c를 참조하면, 제1 신호 도체 부분(211)과 도체(242)는 개별적으로 제작된 후, 서로 연결되는 것이 아니라 하나의 일체형으로 제작될 수 있다. 마찬가지로, 제2 신호 도체 부분(212)과 도체(241) 역시 하나의 일체형으로 제작될 수 있다.
- [0057] 제2 신호 도체 부분(212)과 도체(241)가 개별적으로 제작된 후, 서로 연결되는 경우, 이음매(250)로 인한 도체 손실이 있을 수 있다. 이 때, 본 발명의 실시예에 따르면, 제2 신호 도체 부분(212)과 도체(241)는 별도의 이음매 없이(seamless) 서로 연결되며, 도체(241)와 그라운드 도체 부분(213)도 별도의 이음매 없이 서로 연결될 수 있으며, 이음매로 인한 도체 손실을 줄일 수 있다. 결국, 제2 신호 도체 부분(212)과 그라운드 도체 부분(213)는 별도의 이음매 없이 하나의 일체형으로서 제작될 수 있다. 마찬가지로, 제1 신호 도체 부분(211)과 그라운드 도체 부분(213)는 별도의 이음매 없이 하나의 일체형으로서 제작될 수 있다.
- [0058] 도 2c에 도시된 바와 같이, 별도의 이음매 없이 하나의 일체형으로서 둘 이상의 부분(partition)들을 서로 연결하는 유형을 'bulky type'이라고 부르기도 한다.
- [0059] 도 2d는 Hollow type으로 설계된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.
- [0060] 도 2d를 참조하면, Hollow type으로 설계된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212), 그라운드 도체 부분(213), 도체들(241, 242) 각각은 내부에 비어 있는 공간을 포함한다.

[0061] 주어진(given) 공진 주파수에서, 유효 전류는 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212), 그라운드 도체 부분(213), 도체들(241, 242) 각각의 모든 부분을 통해 흐르는 것이 아니라, 일부의 부분만을 통해 흐르는 것으로 모델링될 수 있다. 즉, 주어진 공진 주파수에서, 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212), 그라운드 도체 부분(213), 도체들(241, 242) 두께(depth)가 각각의 skin depth보다 지나치게 두꺼운 것은 비효율적일 수 있다. 즉, 그것은 공진기(200)의 무게 또는 공진기(200)의 제작 비용을 증가시키는 원인이 될 수 있다.

[0062] 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면, 주어진 공진 주파수에서 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212), 그라운드 도체 부분(213), 도체들(241, 242) 각각의 skin depth를 기초로 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212), 그라운드 도체 부분(213), 도체들(241, 242) 각각의 두께를 적절히 정할 수 있다. 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212), 그라운드 도체 부분(213), 도체들(241, 242) 각각이 해당 skin depth보다 크면서도 적절한 두께를 갖는 경우, 공진기(200)는 가벼워질 수 있으며, 공진기(200)의 제작 비용 또한 감소될 수 있다.

[0063] 예를 들어, 도 2d에 도시된 바와 같이, 제2 신호 도체 부분(212)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, μ 는 투자율, σ 는 도체 상수를 나타낸다. 특히, 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212), 그라운드 도체 부분(213), 도체들(241, 242)이 구리(copper)로서 5.8×10^7 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.

[0064] 도 2e는 parallel-sheet이 적용된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.

[0065] 도 2e를 참조하면, parallel-sheet이 적용된 무선 전력 전송을 위한 공진기에 포함된 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212) 각각의 표면에는 parallel-sheet이 적용될 수 있다.

[0066] 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212)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.

[0067] 본 발명의 실시예에 따르면, 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212) 각각의 표면에 parallel-sheet을 적용함으로써, 저항 손실을 줄이고, Q 팩터 및 커플링 효율을 증가시킬 수 있다. 도 2e의 부분(270)을 참조하면, parallel-sheet이 적용되는 경우, 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212) 각각은 복수의 도체 라인들을 포함한다. 이 도체 라인들은 병렬적으로 배치되며, 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212) 각각의 끝 부분에서 접지(short)된다.

[0068] 제1 신호 도체 부분(211), 제2 신호 도체 부분(212) 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.

[0069] 도 2f는 분산된 커패시터를 포함하는 무선 전력 전송을 위한 공진기의 예를 나타낸 도면이다.

[0070] 도 2f를 참조하면, 무선 전력 전송을 위한 공진기에 포함되는 커패시터(220)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(220)를 사용함으로써, ESR을 줄일 수 있다. 참고로, ESR로 인한 손실은 Q 팩터 및 커플링 효율을 감소시킬 수 있다.

[0071] 분산 소자로서의 커패시터(220)는 도 2f에 도시된 바와 같이, 지그 제그 구조를 가질 수 있다. 즉, 분산 소자로서의 커패시터(220)는 지그 제그 구조의 도체 라인 및 유전체로 구현될 수 있다.

- [0072] 뿐만 아니라, 도 2f에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예는 분산 소자로서의 커패시터(220)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.
- [0073] 도 2g는 2 차원 구조의 공진기 및 3 차원 구조의 공진기에서 사용되는 매칭기들의 예들을 나타낸 도면이다.
- [0074] 도 2g의 A는 매칭기를 포함하는 도 2a에 도시된 2 차원 공진기의 일부를 나타내며, 도 2g의 B는 매칭기를 포함하는 도 2b에 도시된 3 차원 공진기의 일부를 나타낸다.
- [0075] 도 2g의 A를 참조하면, 매칭기는 도체(231), 도체(232) 및 도체(233)을 포함하며, 도체(232) 및 도체(233)는 전송 선로의 그라운드 도체 부분(213) 및 도체(231)와 연결된다. 도체(231) 및 그라운드 도체 부분(213) 사이의 거리 h 에 따라 2 차원 공진기의 임피던스는 결정되며, 도체(231) 및 그라운드 도체 부분(213) 사이의 거리 h 는 컨트롤러에 의해 제어된다. 도체(231) 및 그라운드 도체 부분(213) 사이의 거리 h 는 다양한 방식으로 조절될 수 있으며, 도체(231)가 될 수 있는 여러 도체들 중 어느 하나를 적응적으로 활성화함으로써 거리 h 를 조절하는 방식, 도체(231)의 물리적인 위치를 상하로 조절함으로써, 거리 h 를 조절하는 방식 등이 있을 수 있다.
- [0076] 도 2g의 B를 참조하면, 매칭기는 도체(231), 도체(232) 및 도체(233)을 포함하며, 도체(232) 및 도체(233)는 전송 선로의 그라운드 도체 부분(213) 및 도체(231)와 연결된다. 도체(231) 및 그라운드 도체 부분(213) 사이의 거리 h 에 따라 3 차원 공진기의 임피던스는 결정되며, 도체(231) 및 그라운드 도체 부분(213) 사이의 거리 h 는 컨트롤러에 의해 제어된다. 2 차원 구조의 공진기에 포함되는 매칭기와 마찬가지로, 3 차원 구조의 공진기에 포함되는 매칭기에서도 도체(231) 및 그라운드 도체 부분(213) 사이의 거리 h 는 다양한 방식으로 조절될 수 있다. 예를 들어, 도체(231)가 될 수 있는 여러 도체들 중 어느 하나를 적응적으로 활성화함으로써 거리 h 를 조절하는 방식, 도체(231)의 물리적인 위치를 상하로 조절함으로써, 거리 h 를 조절하는 방식 등이 있을 수 있다.
- [0077] 도 2g에 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.
- [0078] 도 2h는 무선 전력 전송을 위한 split ring 타입의 공진기에 포함되는 제1 단위 공진기 및 제2 단위 공진기를 나타낸 도면이다.
- [0079] 도 2h를 참조하면, split ring 타입의 공진기에 포함되는 제1 단위 공진기(21) 및 제2 단위 공진기(22) 각각은 전송 선로와 그 전송 선로의 중단부에 직렬로 삽입된 커패시터를 포함한다. 그리고, 제1 단위 공진기(21)는 두께 e , 높이 c 의 매칭기를 포함할 수 있으며, 제2 단위 공진기(22) 또한 도 2h에 도시된 것과 다르게 매칭기를 더 포함할 수 있다. 제2 단위 공진기(22)가 매칭기를 더 포함하는 경우, 제1 단위 공진기(21)에 포함된 매칭기와 제2 단위 공진기(22)에 포함된 매칭기는 서로 via를 통해 연결될 수 있으며, 이러한 경우 두 개의 단위 공진기(21, 22)들 중 하나의 공진기에 전력이 인가되는 경우, 두 개의 단위 공진기(21, 22)들 모두가 함께 동작할 수 있다.
- [0080] 뿐만 아니라, 도 2h의 제1 단위 공진기(21)의 세로 길이는 'a'이고, 제1 단위 공진기(21)의 가로 길이는 'b'이며, 전송 선로의 두께는 'd'이고, 매칭기의 세로 길이는 'c'이며, 매칭기의 두께는 'e'이다. 이 때, a는 약 50mm 내지 70mm, b는 약 30mm 내지 50mm, c는 4mm 내지 4.6mm, d는 4.5mm 내지 5.5mm, e는 1.7mm 내지 2.3mm의 범위의 값을 가질 수 있다. 예를 들어, a는 60mm, b는 40 mm, c는 4.3 mm, d는 5 mm, e는 2mm일 수 있다. 물론, 상술한 a, b, c, d, e의 사이즈는 단순한 예들이다. 즉, a의 사이즈가 70mm보다 큰 경우도 쉽게 생각할 수 있다. h의 값은 원하는 공진 주파수 등에 따라 적응적으로 조절될 수 있다.
- [0081] 도 2h의 제1 단위 공진기(21) 및 제2 단위 공진기(22)는 2 개의 층으로 쌓아 올려질 수 있고, 2 개의 층에서 제1 단위 공진기(21) 및 제2 단위 공진기(22)를 포함하는 공진기를 split ring 타입의 공진기로 부를 수 있다. 예를 들어, 제1 단위 공진기(21)는 하나의 평면에 위치하고, 제2 단위 공진기(22)는 그 평면으로부터 소정의 거리만큼 떨어진 다른 평면에 위치할 수 있다.

- [0082] 또한, 도 2h에 도시된 제1 단위 공진기(21)의 외부 둘레의 길이와 제2 단위 공진기(22)의 외부 둘레의 길이가 서로 동일하고, 제1 단위 공진기(21)의 내부 루프의 면적과 제2 단위 공진기(22)의 내부 루프의 면적이 서로 동일한 경우, 제1 단위 공진기(21) 및 제2 단위 공진기(22) 사이에서는 상호 커플링(mutual coupling)이 극대화될 수 있다.
- [0083] 그리고, 도 2h에 도시된 제1 단위 공진기(21)의 커패시터 및 제2 단위 공진기(22)의 커패시터는 동일한 방향에 삽입될 수도 있고, 반대의 방향에 삽입될 수도 있다. 제1 단위 공진기(21)의 커패시터 및 제2 단위 공진기(22)의 커패시터가 서로 반대의 방향에 삽입되는 경우에 대해서는 도 2i를 통하여 구체적으로 설명한다.
- [0084] 도 2i는 split ring 타입의 공진기를 입체적으로 나타낸 도면이다.
- [0085] 도 2i를 참조하면, 제1 단위 공진기(21)의 아래에 제2 단위 공진기(22)가 배치되며, split ring 타입의 공진기는 두 개의 층들로서 제1 단위 공진기(21) 및 제2 단위 공진기(22)를 포함한다.
- [0086] 도 2i에 도시된 바와 같이, 제1 단위 공진기(21)의 커패시터 및 제2 단위 공진기(22)의 커패시터가 서로 반대의 방향에 삽입될 수 있다. 다만, 도 2i에 도시된 것과 다르게, 제1 단위 공진기(21)의 커패시터 및 제2 단위 공진기(22)의 커패시터는 서로 동일한 방향에 삽입될 수 있다.
- [0087] 도 2i에 도시된 바와 같이, 제1 단위 공진기(21)의 외부 둘레의 길이와 제2 단위 공진기(22)의 외부 둘레의 길이가 서로 동일하고, 제1 단위 공진기(21)의 내부 루프의 면적과 제2 단위 공진기(22)의 내부 루프의 면적이 서로 동일한 경우, 제1 단위 공진기(21) 및 제2 단위 공진기(22) 사이에서는 상호 커플링(mutual coupling)이 극대화될 수 있다.
- [0088] 도 2j는 서로 다른 사이즈를 갖는 두 개의 단위 공진기들을 포함하는 split ring 타입의 공진기를 나타낸 도면이다.
- [0089] 도 2j를 참조하면, split ring 타입의 공진기는 서로 다른 사이즈를 갖는 제1 단위 공진기(21) 및 제2 단위 공진기(22)를 포함한다. 즉, split ring 타입의 공진기에서, 제2 단위 공진기(22)는 제1 단위 공진기(21)의 루프 내부에 포함된다. 이 때, 제1 단위 공진기(21) 및 제2 단위 공진기(22)는 동일한 평면에 배치될 수도 있으며, 다른 평면에 배치될 수도 있다.
- [0090] 도 2j에서, C1은 제1 단위 공진기(21)에 삽입되는 커패시터를 나타내며, C2는 제2 단위 공진기(22)에 삽입되는 커패시터를 나타낸다.
- [0091] 도 2k는 수평 방향으로 복수의 턴들을 갖는 무선 전력 전송을 위한 공진기를 나타낸 도면이다.
- [0092] 도 2k를 참조하면, 수평 방향으로 복수의 턴들을 갖는 무선 전력 전송을 위한 공진기는 수평 방향으로 형성된 복수의 턴들을 포함한다. 보다 구체적으로, 도 2k에 도시된 2 turn을 포함하는 공진기를 참조하면, 위쪽에 있는 도체들은 전송 선로에 포함된 제1 신호 도체 부분 및 제2 신호 도체 부분을 나타내며, 아래쪽에 있는 도체들은 전송 선로에 포함된 그라운드 도체 부분을 나타낸다. 그리고, 왼쪽에 있는 도체들은 제1 신호 도체 부분과 그라운드 도체 부분을 연결하는 제1 도체들이며, 오른쪽에 있는 도체들은 제2 신호 도체 부분과 그라운드 도체 부분을 연결하는 제2 도체들로 볼 수 있다. 이 때, 제1 신호 도체 부분, 제2 신호 도체 부분, 제1 도체 및 제2 도체는 2 turn을 포함한다. 마찬가지로, 보다 구체적으로, 도 2k에 도시된 3 turn을 포함하는 공진기를 참조하면, 그 공진기에 포함된 제1 신호 도체 부분, 제2 신호 도체 부분, 제1 도체 및 제2 도체는 3 turn을 포함함을 알 수 있다. 여기서, 턴들 각각의 사이즈는 동일할 수도 있고, 다를 수도 있다.
- [0093] 거의 동일한 평면 상에서 복수의 턴들이 형성되므로, 그 턴들은 수평 방향으로 형성된 것으로 간주될 수 있으며, 수평 방향으로 형성된 복수의 턴들로 인하여, 공진기의 인덕턴스 값이 증가할 수 있다. 따라서, 그 인덕턴스에 대한 커패시터의 커패시턴스가 상대적으로 작아진다. 따라서, ESR의 영향이 줄어들 수 있으며, 이러한 복수의 턴들을 갖는 무선 전력 전송을 위한 공진기는 핸드폰과 같은 모바일 디바이스에 잘 적용될 수 있다.
- [0094] 도 2l는 수직 방향으로 복수의 턴들을 갖는 무선 전력 전송을 위한 공진기를 나타낸 도면이다.

- [0095] 도 21의 정면도를 참조하면, 수직 방향으로 복수의 턴들을 갖는 위한 공진기는 도 2a에 도시된 공진기를 포함할 수 있으며, 도 21의 측면도 및 확대도를 참조하면, 수직 방향으로 복수의 턴들이 형성됨을 알 수 있다. 여기서, 복수의 턴들은 서로 전기적으로 연결된다.
- [0096] 도 21를 참조하면, 복수의 턴들 각각은 서로 다른 평면 상에 존재한다. 이 때, 턴들 각각의 사이즈는 동일할 수도 있으며, 다를 수도 있다. 복수의 턴들 각각이 서로 다른 평면 상에 존재하므로, 복수의 턴들은 수직 방향으로 형성된 것으로 간주될 수 있으며, 수직 방향으로 복수의 턴들을 갖는 무선 전력 전송을 위한 공진기는 3층 구조를 가짐을 확인할 수 있다. 이러한 3층 구조로 인해, 주어진(given) 단면적에 대하여 인덕턴스가 증대될 수 있고, 상대적으로 커패시터의 커패시턴스가 작아질 수 있다. 따라서, 공진기는 ESR의 영향을 덜받고, 핸드폰과 같은 모바일 디바이스에 잘 적용될 수 있다. 뿐만 아니라, 도 21에 도시된 공진기는 도 2k에 도시된 수평 방향으로 복수의 턴들을 갖는 무선 전력 전송을 위한 공진기에 비하여, 주변 환경에 주는 영향을 최소화할 수 있다.
- [0097] 앞서 설명된 parallel-sheet의 개념을 상기하면, 도 2k 및 도 21에 도시된 복수의 턴들은 하나의 접지면에 접지될 수 있다. 이러한 경우, 도 2k 및 도 21에 도시된 복수의 턴들이 하나의 접지면에 접지되는 경우, 저항 손실이 최소화될 수 있으며, 따라서 큐 팩터를 향상시킬 수 있다.
- [0098] 도 2m은 큰 단위 공진기 및 큰 단위 공진기의 루프 내부에 위치하는 작은 단위 공진기들을 포함하는 무선 전력 전송을 위한 공진기를 나타낸 도면이다.
- [0099] 도 2m를 참조하면, 무선 전력 전송을 위한 공진기는 가로 길이 a, 세로 길이 b를 갖는 제1 단위 공진기와 제1 단위 공진기의 사이즈보다 작은 사이즈를 갖는 6 개의 제2 단위 공진기들을 포함한다. 여기서, 제2 단위 공진기들의 개수는 달라질 수 있다. 6 개의 제2 단위 공진기들은 제1 단위 공진기의 루프 내부에 위치하며, 1 단위 공진기의 루프 내부에서 특정 간격을 두어 규칙적으로 배치된다. 여기서, a는 약 260mm, b는 약 150mm, c는 약 27.5mm, d는 약 16.7mm일 수 있다.
- [0100] 도 2m에 도시된 공진기는 높은 실효 투자율(effective mu)을 가질 수 있으며, 전력 전송 이득을 증가시킬 수 있다. 왜냐 하면, 제2 단위 공진기는 제1 단위 실효적으로(effectively) 공진기의 투자율을 증대하는 기능을 수행하며, 이는 도 2m에 도시된 전체(overall) 공진기의 투자율을 증가시킬 수 있다. 도 2m에 도시된 공진기에 따르면, 물질(material)에 의존하여 투자율을 증가시키는 것이 아니라, 제1 단위 공진기 및 제2 단위 공진기들의 배치를 이용하여 실효 투자율을 증가시킬 수 있다.
- [0101] 도 2n은 전방향성(omnidirectional)의 특성을 갖는 무선 전력 전송을 위한 3차원 공진기를 나타낸 도면이다.
- [0102] 도 2n은 공진기(1)을 참조하면, 제1 단위 공진기에 의한 자계와 제2 단위 공진기에 의한 자계는 서로 다른 방향으로 형성된다. 특히, 제1 단위 공진기에 의한 자계와 제2 단위 공진기에 의한 자계는 직교하므로, 그 자계들은 서로 커플링되지 않는다. 따라서, 도 2n의 공진기(1)는 전방향(omnidirectional)으로 전력을 전송할 수 있다.
- [0103] 또한, 도 2n의 공진기(2)를 참조하면, 정육면체에 포함된 6 개의 면들 각각은 단위 공진기에 대응된다. 이러한 도 2n의 공진기(2)는 전방향(omnidirectional)으로 전력을 전송할 수 있을 뿐만 아니라, 자계의 세기를 적응적으로 조절할 수도 있다.
- [0104] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 공진기는 도 2n의 공진기(3)의 구조를 가질 수 있으며, 이러한 공진기 역시 전 방향으로 전력을 전송할 수 있다.
- [0105] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 공진기는 도 2n의 공진기(4)와 같이, 구형의 구조를 가질 수 있다. 도 2n 공진기(4)를 참조하면, 구형의 외곽은 전송 선로들로 둘러 쌓이며, 구형의 내부에는 크로스 피더(cross feeder)가 위치할 수 있다. 크로스 피더들은 여러 개의 피더들을 포함하며, 여러 개의 피더들 중 활성화된 피더에 대응하는 방향으로 전력이 전송될 수 있다. 특히, 모든 피더들이 활성화되는 경우, 전방향으로 전력이 전송될 수 있다.

[0106] 도 3은 도 2a에 도시된 무선 전력 전송을 위한 공진기의 등가 회로를 나타낸 도면이다.

[0107] 도 2a에 도시된 무선 전력 전송을 위한 공진기는 도 3에 도시된 등가 회로로 모델링될 수 있다. 도 3의 등가 회로에서 C_L 은 도 2의 전송 선로의 중단부에 집중 소자의 형태로 삽입된 커패시터를 나타낸다.

[0108] 이 때, 도 2a에 도시된 무선 전력 전송을 위한 공진기는 영변짜 공진 특성을 갖는다. 즉, 전파 상수가 0인 경

우, 무선 전력 전송을 위한 공진기는 ω_{MZR} 를 공진 주파수로 갖는다고 가정한다. 이 때, 공진 주파수 ω_{MZR} 는 하기 수학식 1과 같이 표현될 수 있다. 여기서, MZR은 Mu Zero Resonator를 의미한다.

[0109] [수학식 1]

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

[0110]

[0111] 상기 수학식 1을 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.

[0112] 도 4는 영변짜 공진 특성을 갖는 혼합 우-좌원 전송 선로(Composite Right-Left Handed Transmission Line)의 등가 회로를 나타낸 도면이다. 본 발명의 실시예들에 따른 무선 전력 전송을 위한 공진기는 MNG 전송 선로를 기반으로 하지만, 혼합 우-좌원 전송 선로를 통해 MNG 전송 선로를 설명하기로 한다.

[0113] 도 4를 참조하면, 혼합 우-좌원 전송 선로의 등가 회로는 기본적인 전송 선로와 대비하여 series-capacitor인

$C'_L/\Delta z$ (412) 및 shunt-inductor인 $L'_L/\Delta z$ (422)를 추가적으로 포함한다. 여기서, $L'_R/\Delta z$ (411) 및 $C'_R/\Delta z$ (421)는 기본적인 전송 선로가 갖는 인덕터 성분 및 커패시터 성분을 나타낸다.

[0114] 이 때, 임피던스 Z' (410)는 $L'_R/\Delta z$ (411)에 대응하는 성분 및 $C'_L/\Delta z$ (412)에 대응하는 성분의 합이고, 어드미턴스 Y' (420)는 $C'_R/\Delta z$ (421)에 대응하는 성분 및 $L'_L/\Delta z$ (422)에 대응하는 성분의 합이다.

[0115] 따라서, 임피던스 Z' (410) 및 어드미턴스 Y' (420)는 하기 수학식 2와 같이 표현될 수 있다.

[0116] [수학식 2]

$$Z' = j \left(\omega L'_R - \frac{1}{\omega C'_L} \right)$$

$$Y' = j \left(\omega C'_R - \frac{1}{\omega L'_L} \right)$$

[0117]

[0118] 상기 수학식 2를 참조하면, 공진 주파수(공진 주파수에서 임피던스 Z' (410) 또는 어드미턴스 Y' (420)의 크기

(amplitude)가 최소가 됨)는 기본적인 전송 선로에 $C'_L/\Delta z$ (412) 및 $L'_L/\Delta z$ (422)를 적절히 추가함으로써 조절될 수 있고, 혼합 우-좌원 전송 선로는 영번째 공진 특성을 가짐을 알 수 있다. 즉, 혼합 우-좌원 전송 선로의 공진 주파수는 전파 상수가 0일 때의 주파수일 수 있다.

[0119] 기본적인 전송 선로에 $C'_L/\Delta z$ (412)만 추가된 경우, 이러한 전송 선로는 특정 주파수 대역에서 음의 투자율을

가지므로, MNG 전송 선로로 불려진다. 또한, $L'_L/\Delta z$ (422)만 추가된 경우, 그러한 전송 선로는 음의 유전율을 가지므로, ENG 전송 선로로 불려지며, MNG 전송 선로 및 ENG 전송 선로 또한 영번째 공진 특성을 갖는다.

[0120] 본 발명의 실시예들에 따른 MNG 공진기는 근접 필드에서 자계가 도미넌트할 수 있도록 $C'_L/\Delta z$ (412)를 포함한

다. 즉, 근접 필드에서 전계는 $C'_L/\Delta z$ (412)에 집중되므로, 근접 필드에서 자계가 도미넌트해진다.

[0121] 또한, MNG 공진기는 혼합 우-좌원 전송 선로와 마찬가지로 영번째 공진 특성을 가지므로, 공진 주파수와 무관하게 MNG 공진기는 작게 제작될 수 있다.

[0122] 도 5는 혼합 우-좌원 전송 선로에서 발생하는 영번째 공진(Zeroth-Order Resonance)을 개념적으로 설명하는 그래프이다.

[0123] 도 5를 참조하면, 혼합 우-좌원 전송 선로는 A, B를 공진 주파수로 갖는다. 이 때, A, B에 대응하는 전파 상수(베타)는 0이므로, 혼합 우-좌원 전송 선로는 영번째 공진 특성을 갖는다.

[0124] 혼합 우-좌원 전송 선로와 유사하게 MNG 전송 선로 및 ENG 전송 선로 역시 영번째 공진 특성을 갖는다. 예를 들어, MNG 전송 선로의 공진 주파수가 A이고, ENG 전송 선로의 공진 주파수가 B일 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예들에 따른 MNG 공진기는 충분히 작은 사이즈로 제작될 수 있다.

[0125] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 공진기가 갖는 특성들을 나타낸 테이블이다.

[0126] 도 6을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 MNG 공진기의 근접 필드에서 자계가 전계에 비해 도미넌트하다. 또한, MNG 공진기는 자계 커플링을 통하여 전력 전송 효율을 향상시킬 수 있다.

[0127] 그리고, 본 발명의 실시예들에 따른 MNG 공진기는 3차원 구조로 제작될 수 있으며, 높은 큐 팩터를 지향한다. 그리고, 본 발명의 실시예들에 따른 MNG 공진기는 근거리 무선 전력 전송을 위해 사용된다.

[0128] 도 7 내지 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 공진기의 다양한 구현 예들을 나타낸 도면

들이다.

- [0129] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 공진기는 서로 직렬로 연결된 복수의 전송 선로들(710, 720, 730)을 포함한다. 이 때, 복수의 커패시터들(711, 721, 731) 각각은 복수의 전송 선로들(710, 720, 730) 각각에 삽입된다.
- [0130] 도 8을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 공진기는 스파이럴 구조를 가질 수 있다. 즉, 복수의 전송 선로들은 스파이럴 구조로 서로 연결되며, 복수의 전송 선로들 각각에는 복수의 커패시터들 각각이 삽입될 수 있다.
- [0131] 또한, 도 9를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 공진기는 병렬적으로 연결된 복수의 전송 선로들(910, 920, 930)을 포함할 수 있다.
- [0132] 도 7 내지 도 8에 도시된 형태들 이외에도 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 공진기는 다양한 형태들로 제작될 수 있다.
- [0133] 도 10은 도 1에 도시된 소스에 적용될 수 있는 무선 전력 전송 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0134] 도 10을 참조하면, 무선 전력 전송 장치(1000)는 무선 전력 전송 공진기(1010) 및 전처리부(1020)를 포함한다.
- [0135] 무선 전력 전송 공진기(1010)는 도 1 내지 도 9를 통해 설명된 공진기일 수 있으며, 무선 전력 전송 공진기(1010)에 의해 전파(propagate)되는 파동(wave)에 의해 전력이 무선으로 전송된다.
- [0136] 전처리부(1020)는 무선 전력 전송 장치(1000)의 외부 또는 내부의 전원 공급기로부터 공급된 에너지를 이용하여 무선 전력 전송을 위한 전류 및 주파수를 생성한다.
- [0137] 보다 구체적으로, 전처리부(1020)는 AC-DC 변환기(1021), 주파수 생성기(1022), 파워 증폭기(1023), 컨트롤러(1024), 검출기(1025)를 포함한다.
- [0138] AC-DC 변환기(1021)는 전원 공급기로부터 공급된 교류(AC) 에너지를 직류(DC) 에너지 또는 직류 전류로 변환한다. 이 때, 주파수 생성기(1022)는 그 직류 에너지 또는 직류 전류에 따라 원하는 주파수(ie. 공진 주파수)를 생성하며, 원하는 주파수를 갖는 전류를 생성한다. 원하는 주파수를 갖는 전류는 증폭기(1023)에 의해 증폭될 수도 있다.
- [0139] 컨트롤러(1024)는 무선 전력 전송 공진기(1010)의 임피던스를 조절하기 위한 제어 신호를 생성하며, 주파수 생성기(1022)에 의해 생성되는 주파수를 조절할 수 있다. 예를 들어, 여러 주파수 대역들 중 전력 전송 이득, 커플링 효율 등이 극대화되는 최적의 주파수를 선택할 수 있다.
- [0140] 또한, 검출기(1025)는 무선 전력 전송 공진기(1010) 및 무선 전력 수신 장치의 무선 전력 수신 공진기 사이의 거리, 무선 전력 전송 공진기(1010)로부터 상기 무선 전력 수신 공진기로 방사(radiation)되는 파동(wave)의 반사 계수, 상기 무선 전력 전송 공진기(1010) 및 상기 무선 전력 수신 공진기 사이의 전력 전송 이득 또는 상기 무선 전력 전송 공진기(1010) 및 상기 무선 전력 수신 공진기 사이의 커플링 효율 등을 검출한다.
- [0141] 이 때, 컨트롤러(1024)는 상기 거리, 반사 계수, 전력 전송 이득, 커플링 효율 등을 고려하여 무선 전력 전송 공진기(1010)의 임피던스를 조절하거나, 주파수 생성기(1022)에 의해 생성되는 주파수를 조절할 수 있는 제어 신호를 생성할 수 있다.
- [0142] 도 11은 도 1에 도시된 테스트베이션에 적용될 수 있는 무선 전력 수신 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0143] 도 11을 참조하면, 무선 전력 수신 장치(1100)는 무선 전력 수신 공진기(1110), 정류기(1120, rectifier), 검출기(1130) 및 컨트롤러(1140)를 포함한다.
- [0144] 무선 전력 수신 공진기(1110)는 도 1 내지 도 9를 통해 설명된 공진기일 수 있으며, 무선 전력 전송 장치에 의해 전파(propagate)되는 파동(wave)을 수신한다.
- [0145] 정류기(1120)는 수신된 파동에 의한 전력을 직류 에너지로 변환하며, 그 직류 에너지의 전부 또는 일부는 타겟 디바이스로 제공된다.
- [0146] 또한, 검출기(1130)는 무선 전력 전송 공진기 및 무선 전력 수신 장치(1100)의 무선 전력 수신 공진기(1110) 사이의 거리, 상기 무선 전력 전송 공진기로부터 상기 무선 전력 수신 공진기(1110)로 방사(radiation)되는 파동

(wave)의 반사 계수, 상기 무선 전력 전송 공진기 및 상기 무선 전력 수신 공진기(1100) 사이의 전력 전송 이득 또는 상기 무선 전력 전송 공진기 및 상기 무선 전력 수신 공진기(1100) 사이의 커플링 효율 등을 검출한다.

[0147] 또한, 컨트롤러(1140)는 무선 전력 전송 공진기 및 무선 전력 수신 장치(1100)의 무선 전력 수신 공진기(1110) 사이의 거리, 상기 무선 전력 전송 공진기로부터 상기 무선 전력 수신 공진기(1100)로 방사(radiation)되는 파동(wave)의 반사 계수, 상기 무선 전력 전송 공진기 및 상기 무선 전력 수신 공진기(1100) 사이의 전력 전송 이득 또는 상기 무선 전력 전송 공진기 및 상기 무선 전력 수신 공진기(1100) 사이의 커플링 효율 등을 기초로 무선 전력 수신 공진기의 임피던스를 조절하기 위한 제어 신호를 생성한다.

[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.

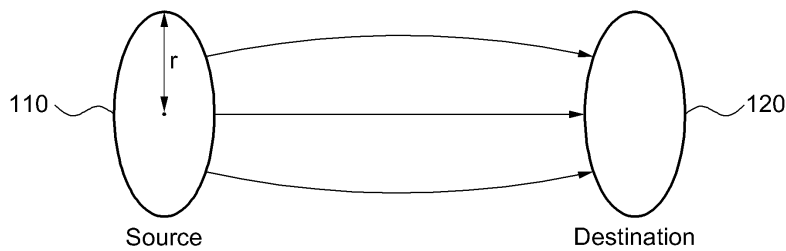
[0149] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

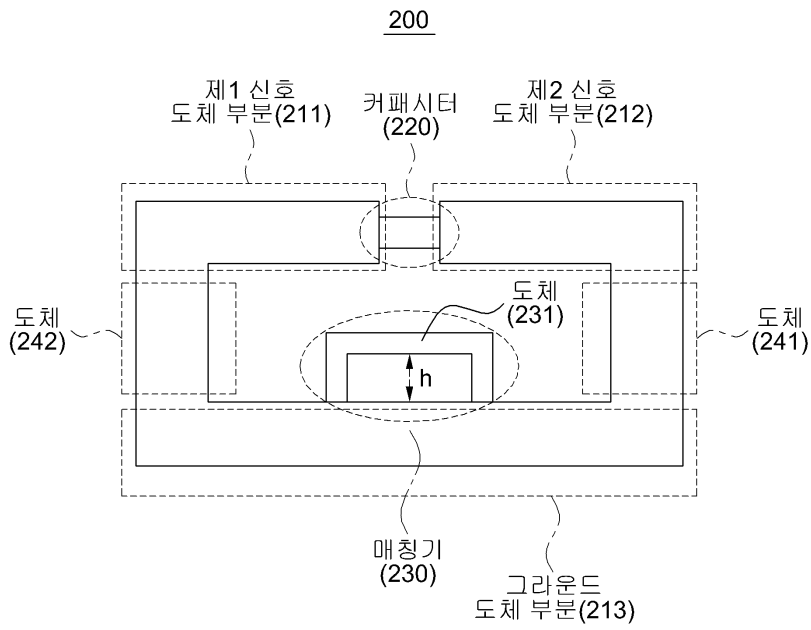
[0150] 200:무선 전력 공진기

도면

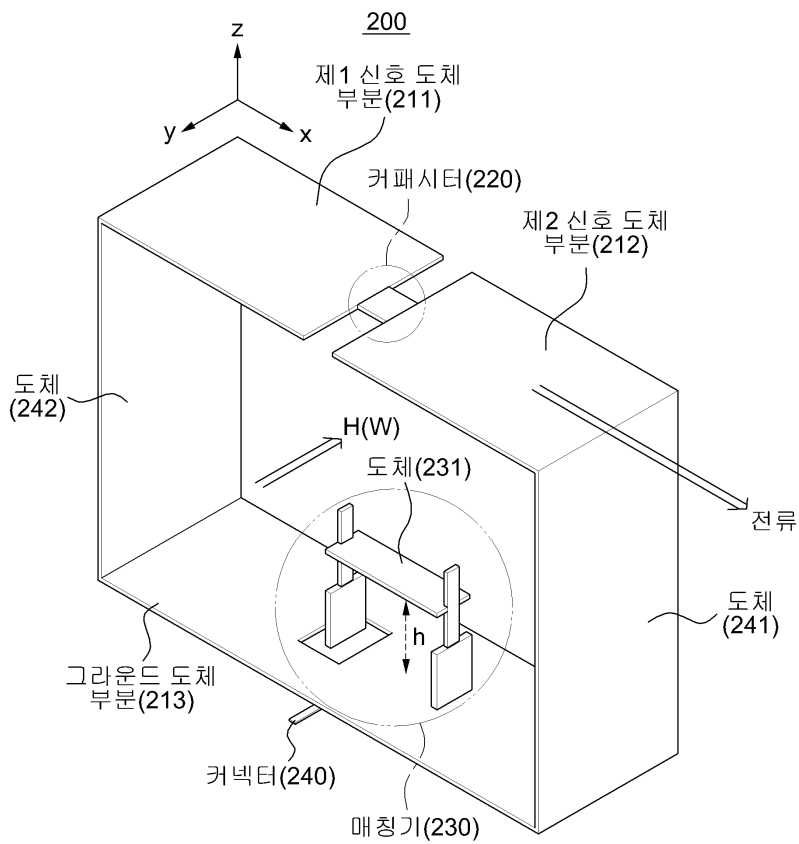
도면1



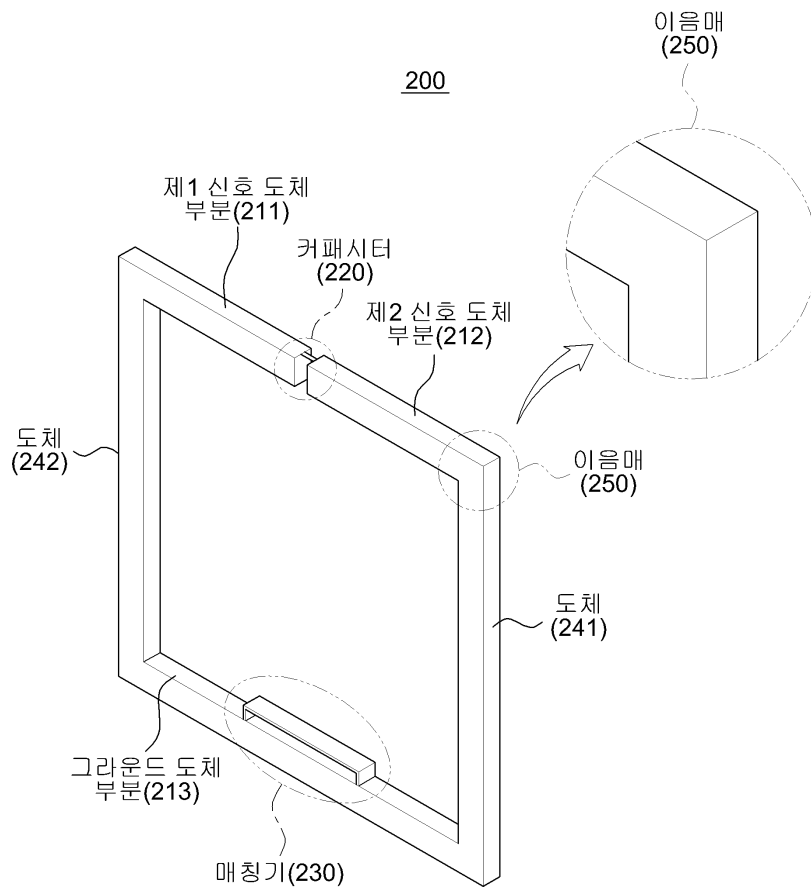
도면2a



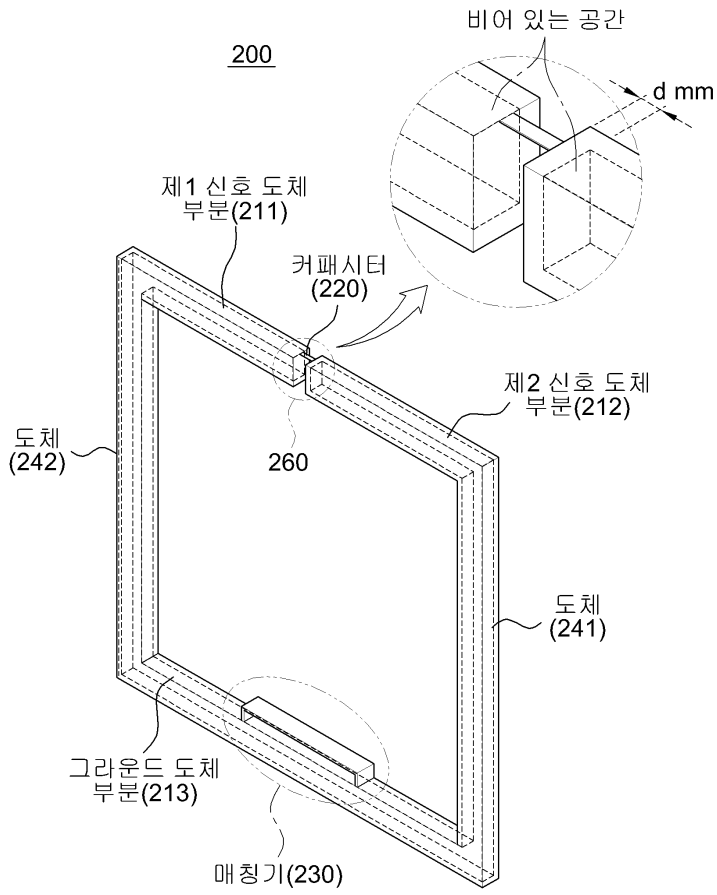
도면2b



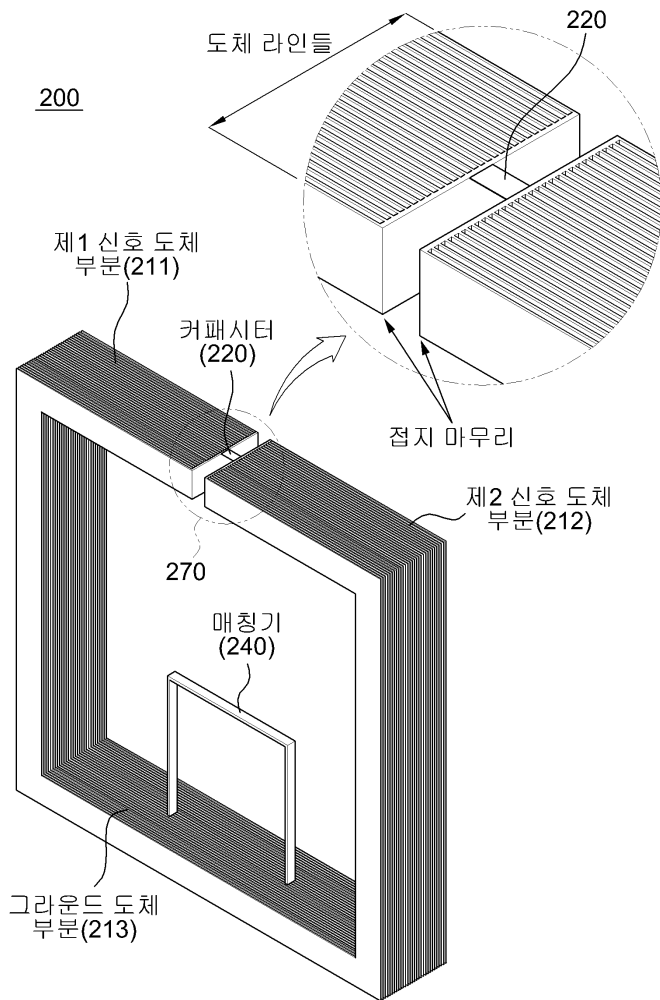
도면2c



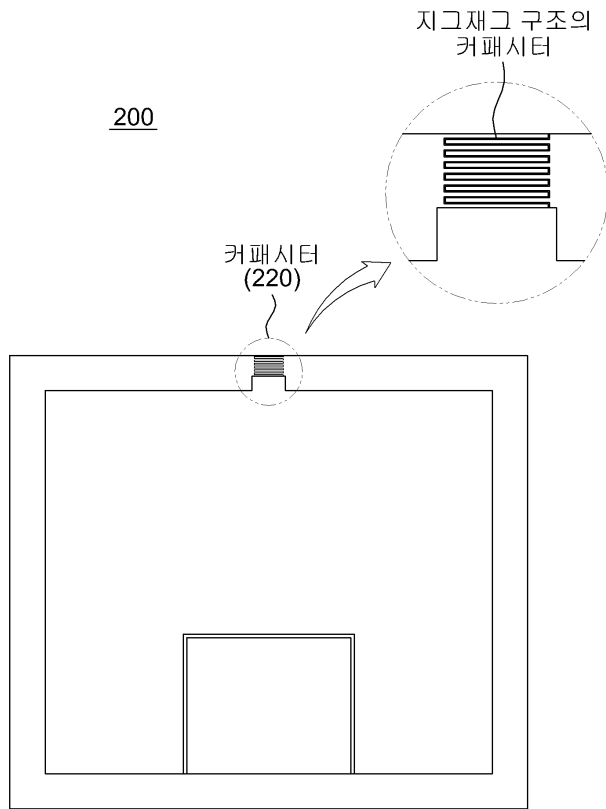
도면2d



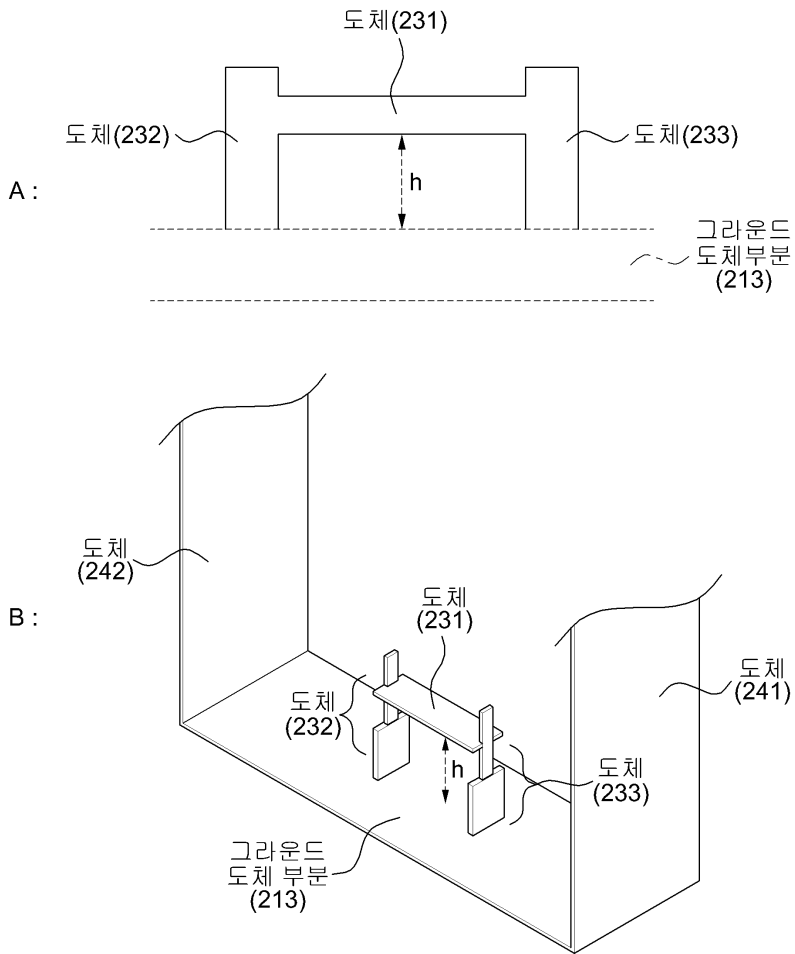
도면2e



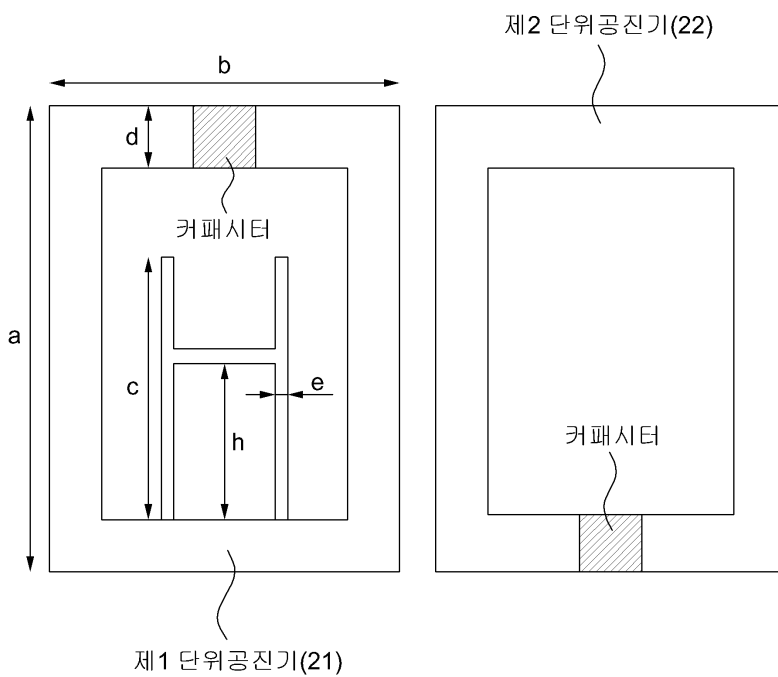
도면2f



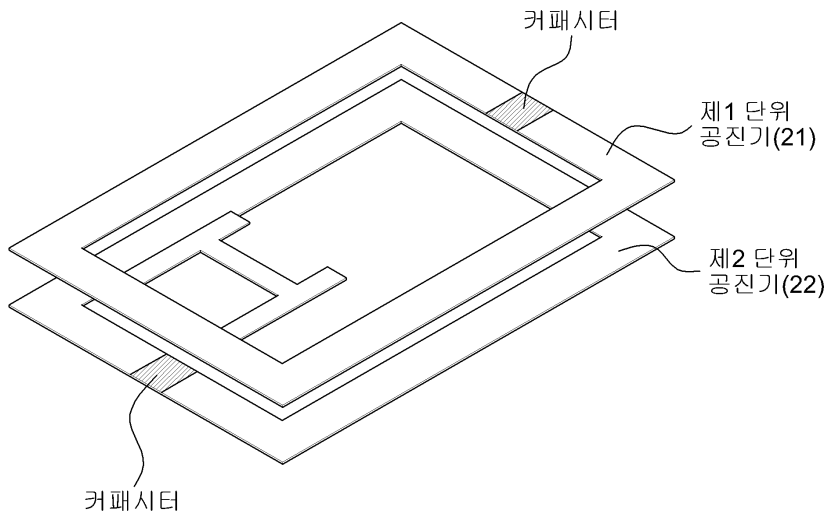
도면2g



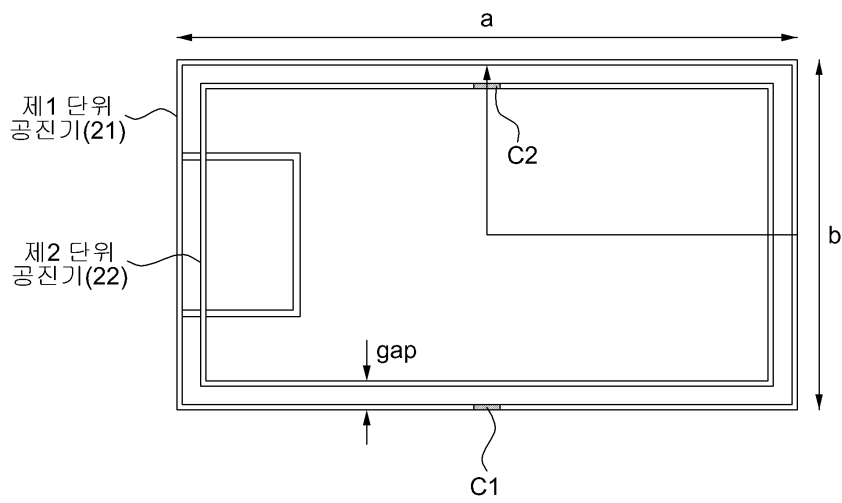
도면2h



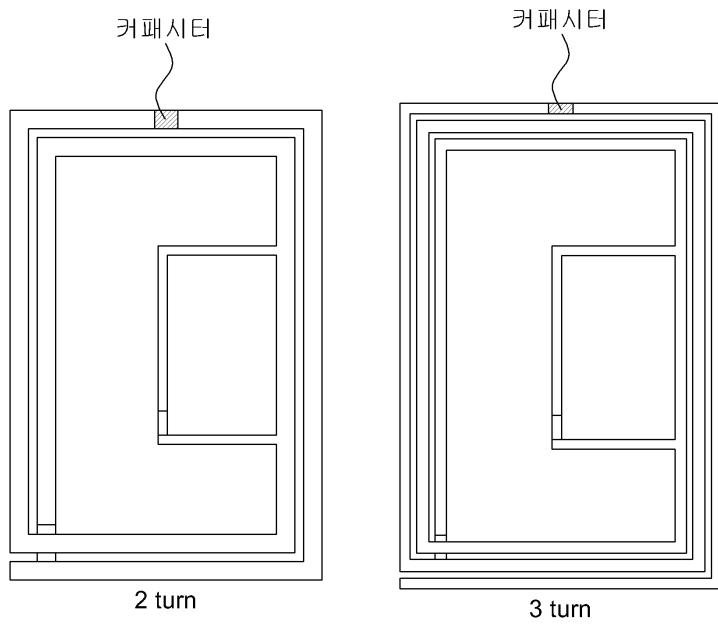
도면2i



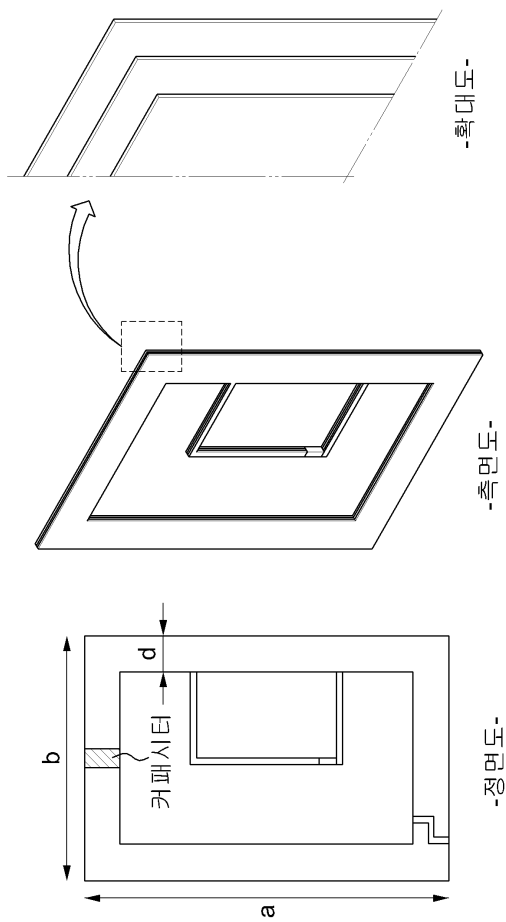
도면2j



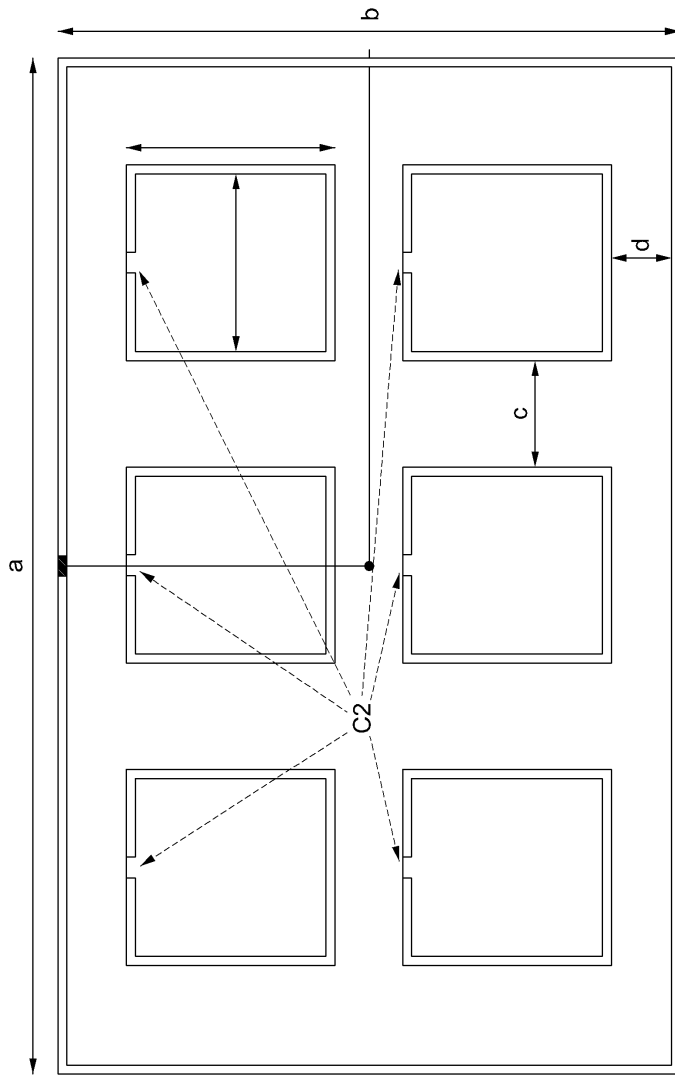
도면2k



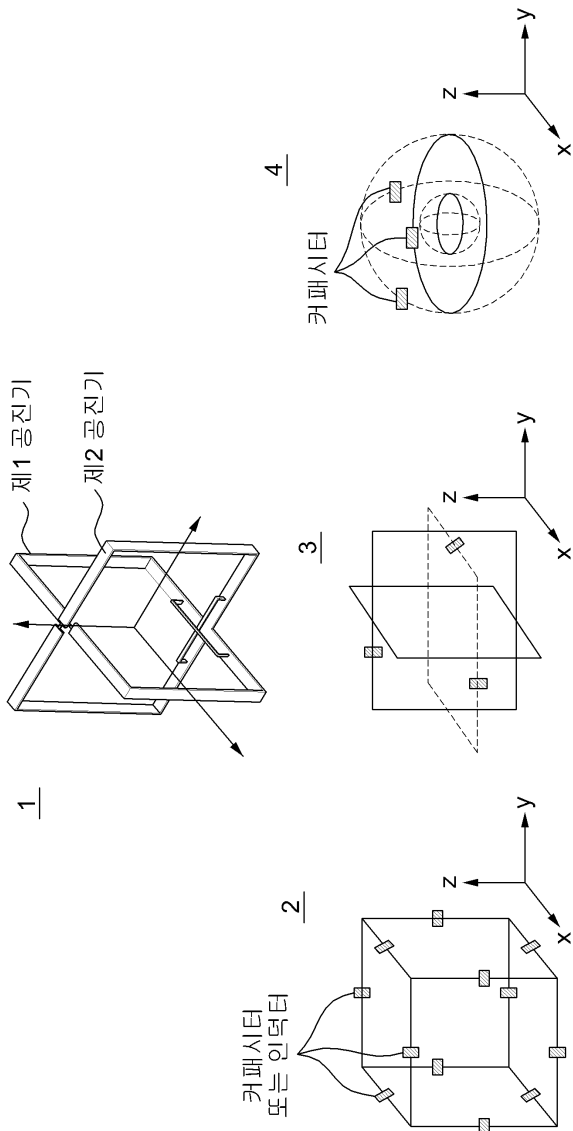
도면2l



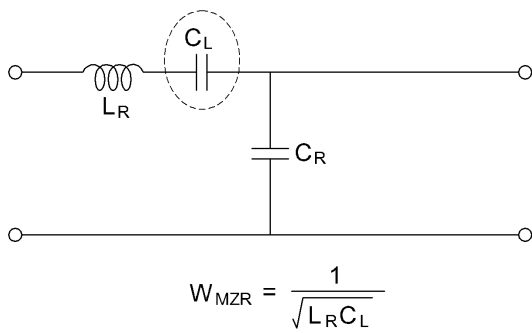
도면2m



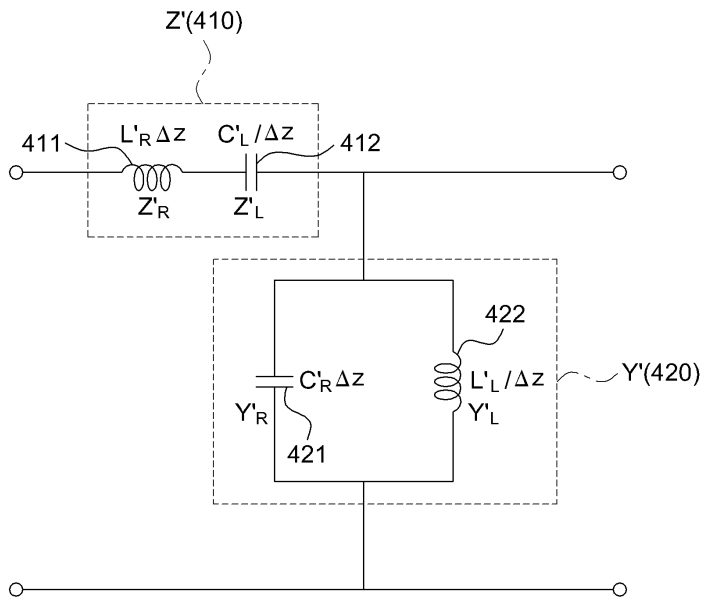
도면2n



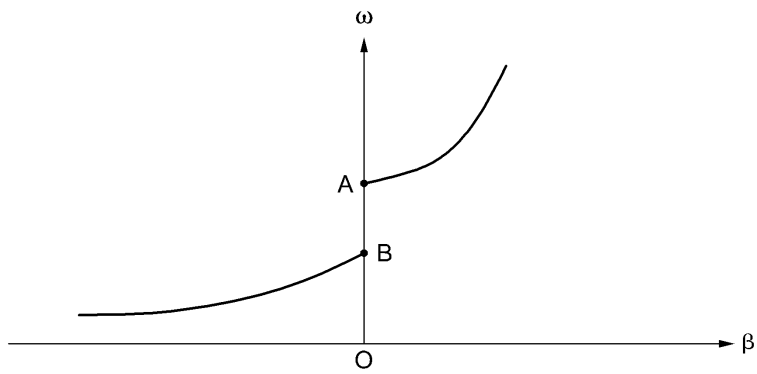
도면3



도면4



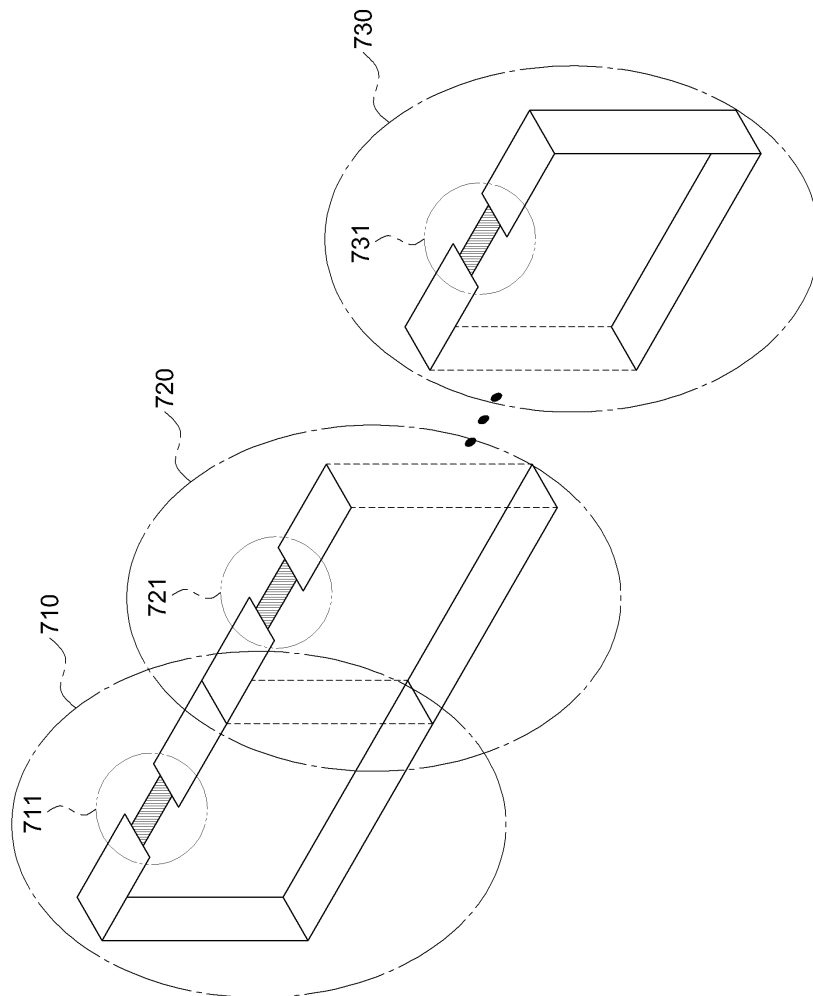
도면5



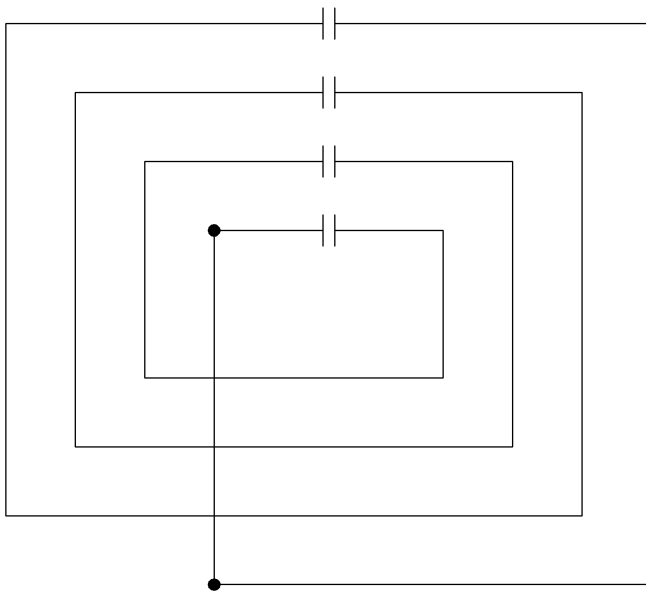
도면6

	무선 전력 전송을 위한 MNG 공진기
인접 필드에서 도미넌트 필드의 종류	마그네틱 필드
주요 성질	마그네틱 필드 커플링
구조	2D, 3D
Q-팩터	High Q 지향
용도	근거리 무선 전력 전송

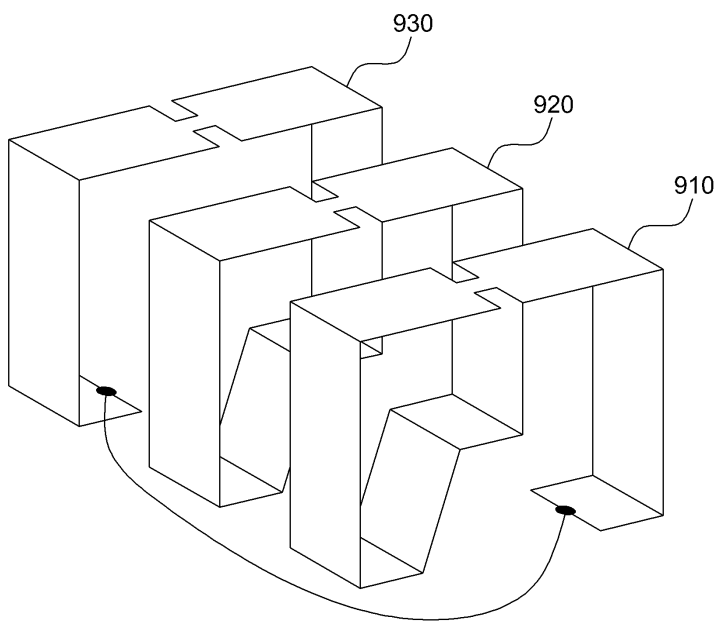
도면7



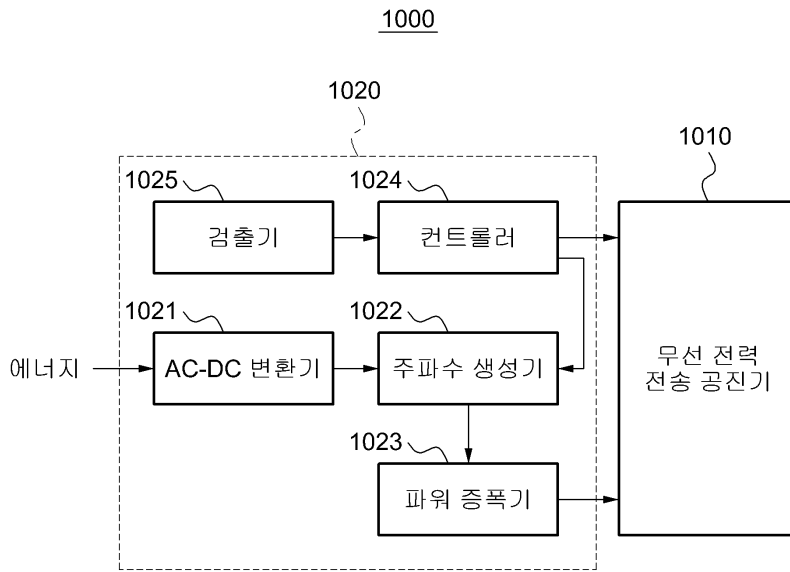
도면8



도면9



도면10



도면11

