



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0108031
(43) 공개일자 2016년09월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 17/00 (2006.01) *H01F 38/14* (2006.01)
H02J 5/00 (2016.01) *H02J 7/02* (2016.01)
H04B 5/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H02J 17/00 (2013.01)
H01F 38/14 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-0031798
- (22) 출원일자 2015년03월06일
 심사청구일자 없음

- (71) 출원인
삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
- (72) 발명자
박재현
 경기도 용인시 기흥구 새천년로 40 녹원마을새천년그린빌4단지아파트 408동 1203호
- 김창용**
 서울특별시 강남구 역삼로 307 역삼아이파크아파트 204동 803호
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
이건주, 김정훈

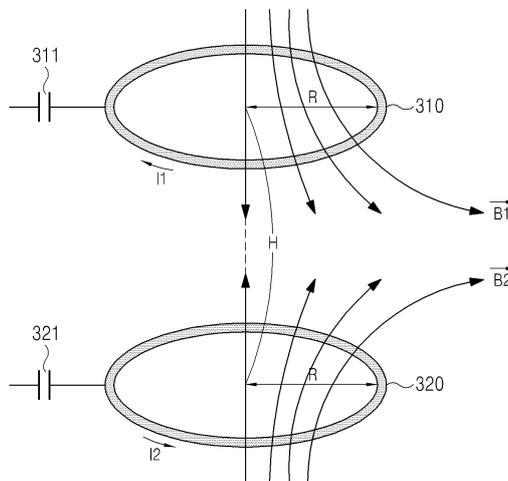
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 **무선 전력 송신기**

(57) 요약

무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 무선 전력 송신기가 제공된다. 본 발명의 다양한 실시예에 따른 무선 전력 송신기는, 전력을 제공하는 구동부 및 상기 구동부로부터 수신한 전력에 기초하여, 상기 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 전력 송신부를 포함하고, 상기 전력 송신부는, 적어도 하나의 커패시터, 상기 적어도 하나의 커패시터에 연결되는 제 1 코일 및 상기 적어도 하나의 커패시터에 연결되며, 상기 제 1 코일에 평행하게 배치된 제 2 코일을 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H02J 5/005 (2013.01)

H02J 7/025 (2013.01)

H04B 5/0037 (2013.01)

(72) 발명자

유영호

경기도 용인시 기흥구 언동로217번길 31 신동백서
해그랑블2차아파트 202동 1003호

곽규섭

서울특별시 송파구 문정로 83 삼성래미안아파트
109동 702호

김동조

경기도 용인시 수지구 상현로11번길 26 현대성우2
차아파트 162동 103호

명세서

청구범위

청구항 1

무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 무선 전력 송신기에 있어서,
전력을 제공하는 구동부; 및
상기 구동부로부터 수신한 전력에 기초하여, 상기 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 전력 송신부를 포함하고,
상기 전력 송신부는,
적어도 하나의 커패시터;
상기 적어도 하나의 커패시터에 연결되는 제 1 코일; 및
상기 적어도 하나의 커패시터에 연결되며, 상기 제 1 코일에 평행하게 배치된 제 2 코일을 포함하는 무선 전력 송신기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 코일에는 상기 구동부로부터의 제 1 방향으로 제 1 전류가 인가되며, 상기 제 2 코일에는 상기 구동부로부터의 제 2 방향으로 제 2 전류가 인가되는 무선 전력 송신기.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
상기 제 1 코일은 상기 제 1 전류에 기초하여 제 1 자기장을 발생시키며, 상기 제 2 코일은 상기 제 2 전류에 기초하여 제 2 자기장을 발생시키는 무선 전력 송신기.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 제 1 자기장 및 상기 제 2 자기장에 의하여, 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일 사이에서 방사형의 자기장이 형성되는 무선 전력 송신기.

청구항 5

제 2 항에 있어서,
상기 제 1 방향 및 상기 제 2 방향은 서로 반대 방향이며, 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일과 상기 적어도 하나의 커패시터는 오드(odd) 모드의 공진 주파수를 가지는 무선 전력 송신기.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
적어도 하나의 저항을 더 포함하며,
상기 제 1 코일과 상기 적어도 하나의 커패시터 중 적어도 일부는 제 1 공진 주파수를 가지며, 상기 제 2 코일과 상기 적어도 하나의 커패시터 중 적어도 일부는 제 2 공진 주파수를 가지며, 상기 오드 모드의 공진 주파수는 하기 수학적식에 의하여 결정되며,

$$\omega_{odd} = \text{Imaginary term of } j \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} - \frac{\Gamma_1 + \Gamma_2}{2} + j \sqrt{\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} - j \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{4}\right)^2} k^2$$

상기 ω_{odd} 는 상기 오드 모드의 공진 주파수이며, 상기 ω_1 은 상기 제 1 공진 주파수에 대응하는 각주파수이며,

상기 ω_2 은 상기 제 2 공진 주파수에 대응하는 각주파수이며, 상기 Γ_1 은 $\frac{\omega_1}{2Q_1}$ 이고, 상기 Γ_2 은 $\frac{\omega_2}{2Q_2}$ 이며, 상기 Q_1 은 $\frac{w_1 L_1}{R}$ 이며, 상기 Q_2 는 $\frac{w_2 L_2}{R}$ 이며, 상기 k 는

$\frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$ 이며, 상기 L_1 은 상기 제 1 코일의 리액턴스이며, 상기 L_2 는 상기 제 2 코일의 리액턴스이며, 상기 M 은 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일 사이의 상호유도계수이며, 상기 R 은 상기 적어도 하나의 저항의 저항값인인 무선 전력 송신기.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 L_1 , 상기 L_2 및 상기 M 은 상기 오드 모드의 공진 주파수가 유도 방식에서 정의된 주파수 또는 공진 방식에서 정의된 주파수인 무선 전력 송신기.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일은 직렬 또는 병렬로 연결되는 무선 전력 송신기.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일은 유선으로 연결되지 않는 무선 전력 송신기.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 코일이 상기 구동부로부터 전력을 수신하여 발생시킨 자기장에 의하여, 상기 제 2 코일이 유도 자기장 및 유도 기전류를 발생시키는 무선 전력 송신기.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 코일 및 상기 적어도 하나의 커패시터 중 제 1 커패시터는 공진 회로를 형성하며, 상기 제 2 코일 및 상기 적어도 하나의 커패시터 중 제 2 커패시터는 공진 회로를 형성하는 무선 전력 송신기.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 코일 및 상기 적어도 하나의 커패시터는 공진 회로를 형성하며, 상기 제 2 코일 및 상기 적어도 하나의 커패시터는 공진 회로를 형성하는 무선 전력 송신기.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 무선 전력 송신부는, 유도 방식 또는 공진 방식에 근거하여 상기 전력을 무선으로 송신하는 무선 전력 송신기.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일은 단수 회 또는 복수 회 권선된 무선 전력 송신기.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일의 내측에 배치되는 차폐재를 더 포함하는 무선 전력 송신기.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일의 크기 및 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일 사이의 거리 중 적어도 하나는 상기 무선 전력 수신기의 코일의 크기에 대응하여 결정되는 무선 전력 송신기.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 무선 전력 수신기로부터, 상기 무선 전력 수신기의 카테고리 정보를 수신하는 통신부; 및

상기 카테고리 정보로부터 획득된 상기 무선 전력 수신기의 코일의 크기에 대응하여, 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일 사이의 거리를 조정하는 모터

를 더 포함하는 무선 전력 송신기.

청구항 18

무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 무선 전력 송신기에 있어서,

전력을 제공하는 구동부; 및

상기 구동부로부터 수신한 전력에 기초하여, 상기 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 전력 송신부를 포함하고,

상기 전력 송신부는,

적어도 하나의 커패시터;

상기 적어도 하나의 커패시터에 연결되고, 제 1 서브 코일, 상기 제 1 서브 코일에 평행한 제 2 서브 코일 및 상기 제 1 서브 코일 및 상기 제 2 서브 코일을 연결하는 연결 도선을 포함하는 코일

을 포함하는 무선 전력 송신기.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 구동부는 상기 코일에 전류를 인가하며, 상기 코일은 상기 제 1 서브 코일에 제 1 방향으로 전류가 인가되며, 상기 제 2 서브 코일에 상기 제 1 방향과 반대 방향인 제 2 방향으로 전류가 인가되도록, 상기 제 1 서브 코일과 상기 제 2 서브 코일을 연결하는 무선 전력 송신기.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 서브 1 코일은 상기 제 1 방향의 전류에 기초하여 제 1 자기장을 발생시키며, 상기 제 2 서브 코일은 상기 제 2 방향의 전류에 기초하여 제 2 자기장을 발생시키는 무선 전력 송신기.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 제 1 자기장 및 상기 제 2 자기장에 의하여, 상기 제 1 서브 코일 및 상기 제 2 서브 코일 사이에서 방사형의 자기장이 형성되는 무선 전력 송신기.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 서브 코일 및 상기 제 2 서브 코일과 상기 적어도 하나의 커패시터는 오드(odd) 모드의 공진 주파수를 가지는 무선 전력 송신기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 전력 송신기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 무선 전력 송신기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 휴대전화 또는 PDA(Personal Digital Assistants) 등과 같은 이동 단말기는 그 특성상 재충전이 가능한 배터리로 구동되며, 이러한 배터리를 충전하기 위해서는 별도의 충전 장치를 이용하여 이동단말기의 배터리에 전기 에너지를 공급한다. 통상적으로 충전장치와 배터리에는 외부에 각각 별도의 접촉 단자가 구성되어 있어서 이를 서로 접촉시킴으로 인하여 충전장치와 배터리를 전기적으로 연결한다.

[0003] 하지만, 이와 같은 접촉식 충전방식은 접촉 단자가 외부에 돌출되어 있으므로, 이물질에 의한 오염이 쉽고 이러한 이유로 배터리 충전이 올바르게 수행되지 않는 문제점이 발생한다. 또한 접촉 단자가 습기에 노출되는 경우에도 충전이 올바르게 수행되지 않는다.

[0004] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 근래에는 무선 충전 또는 무접점 충전 기술이 개발되어 최근 많은 전자 기기에 활용되고 있다.

[0005] 이러한 무선충전 기술은 무선 전력 송수신을 이용한 것으로서, 예를 들어 휴대폰을 별도의 충전 커넥터를 연결하지 않고, 단지 충전 패드에 올려놓기만하면 자동으로 배터리가 충전이 될 수 있는 시스템이다. 일반적으로 무선 전동 칫솔이나 무선 전기 면도기 등으로 일반인들에게 알려져 있다. 이러한 무선충전 기술은 전자제품을 무선으로 충전함으로써 방수 기능을 높일 수 있고, 유선 충전기가 필요하지 않으므로 전자 기기 휴대성을 높일 수 있는 장점이 있으며, 다가오는 전기차 시대에도 관련 기술이 크게 발전할 것으로 전망된다.

[0006] 이러한 무선 충전 기술에는 크게 코일을 이용한 전자기 유도방식과, 공진(Resonance)을 이용하는 공진 방식과, 전기적 에너지를 마이크로파로 변환시켜 전달하는 전파 방사(RF/Micro Wave Radiation) 방식이 있다.

[0007] 전자기 유도에 의한 전력 전송 방법은 1차 코일과 2차 코일 간의 전력을 전송하는 방식이다. 코일에 자석을 움직이면 유도 전류가 발생하는데, 이를 이용하여 송신단에서 자기장을 발생시키고 수신단에서 자기장의 변화에 따라 전류가 유도되어 에너지를 만들어 낸다. 이러한 현상을 자기 유도 현상이라고 일컬으며 이를 이용한 전력 전송 방법은 에너지 전송 효율이 뛰어나다.

[0008] 공진 방식은, 2005년 MIT의 Soljacic 교수가 Coupled Mode Theory로 공진 방식 전력 전송 원리를 사용하여 충전장치와 몇 미터(m)나 떨어져 있어도 전기가 무선으로 전달되는 시스템을 발표했다. MIT팀의 무선 충전시스템

은 공명(resonance)이란 소리굽쇠를 올리면 옆에 있는 와인잔도 그와 같은 진동수로 울리는 물리학 개념을 이용한 것이다. 연구팀은 소리를 공명시키는 대신, 전기 에너지를 담은 전자기파를 공명시켰다. 공명된 전기 에너지는 공진 주파수를 가진 기기가 존재할 경우에만 직접 전달되고 사용되지 않는 부분은 공기 중으로 퍼지는 대신 전자장으로 재흡수되기 때문에 다른 전자파와는 달리 주변의 기계나 신체에는 영향을 미치지 않을 것으로 보고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 무선 전력 송신기는 전력의 무선 송신을 위한 코일 소자를 포함할 수 있다. 한편, 무선 전력 송신기의 코일 소자로부터 발생하는 자기장은 코일 소자의 단면에 수직인 방향으로 주로 발생한다. 한편, 무선 전력 수신기 또한 전력의 무선 수신을 위한 코일 소자를 포함할 수 있다. 무선 전력 수신기가 포함된 코일 소자가 무선 전력 송신기의 코일 소자와 대응되도록 배치된 경우에, 충전 효율이 최대가 될 수 있다. 이에 따라, 무선 전력 수신기의 충전을 위한 배치 위치에 제약이 있다.

[0010] 본 발명의 다양한 실시 예들은 기술한 문제점 또는 다른 문제점을 해결하기 위한 무선 전력 수신기를 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 다양한 실시예에서, 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 무선 전력 송신기는, 전력을 제공하는 구동부; 및 상기 구동부로부터 수신한 전력에 기초하여, 상기 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 전력 송신부를 포함하고, 상기 전력 송신부는, 적어도 하나의 커패시터; 상기 적어도 하나의 커패시터에 연결되는 제 1 코일; 및 상기 적어도 하나의 커패시터에 연결되며, 상기 제 1 코일에 평행하게 배치된 제 2 코일을 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 다양한 실시예에서, 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 무선 전력 송신기는, 전력을 제공하는 구동부; 및 상기 구동부로부터 수신한 전력에 기초하여, 상기 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 전력 송신부를 포함하고, 상기 전력 송신부는, 적어도 하나의 커패시터; 상기 적어도 하나의 커패시터에 연결되고, 제 1 서브 코일, 상기 제 1 서브 코일에 평행한 제 2 서브 코일 및 상기 제 1 서브 코일 및 상기 제 2 서브 코일을 연결하는 연결 도선을 포함하는 코일을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 다양한 실시예에 따라서, 방사형으로 자기장을 발생시킬 수 있는 무선 전력 송신기가 제공될 수 있다. 이에 따라, 무선 전력 수신기의 충전을 위한 배치 위치 제약이 완화될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 무선 충전 시스템 동작 전반을 설명하기 위한 개념도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 의한 무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기의 블록도이다.

도 3은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 개념도를 도시한다.

도 4는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 제 1 코일 및 제 2 코일의 평면도를 도시한다.

도 5a 및 5b는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 무선 전력 수신기의 배치를 도시한다.

도 6은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 무선 전력 수신기의 주파수 설계를 설명하기 위한 그래프이다.

도 7은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 무선 전력 송신기의 개념도를 도시한다.

도 8a 내지 8c는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 회로도를 도시한다.

도 9a 내지 9c는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 회로도를 도시한다.

도 10a 내지 10c는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 코일 및 커패시터 사이의 연결을 설명하는 개념도들이다.

도 11은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 개념도를 도시한다.

도 12a 및 12b는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 성능 실험을 설명하는 개념도 및 그래프를 도시한다.

도 13은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 개념도를 도시한다.

도 14는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 개념도를 도시한다.

도 15는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부 및 전력 수신부 사이의 관계를 도시하는 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하, 본 개시의 다양한 실시예가 첨부된 도면을 참조하여 기재된다. 그러나, 이는 본 개시를 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 개시의 실시예의 다양한 변경(modification), 균등물(equivalent), 및/또는 대체물(alternative)을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.
- [0016] 본 문서에서, “가진다,” “가질 수 있다,” “포함한다,” 또는 “포함할 수 있다” 등의 표현은 해당 특징(예: 수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.
- [0017] 본 문서에서, “A 또는 B,” “A 또는/및 B 중 적어도 하나,” 또는 “A 또는/및 B 중 하나 또는 그 이상” 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 예를 들면, “A 또는 B,” “A 및 B 중 적어도 하나,” 또는 “A 또는 B 중 적어도 하나”는, (1) 적어도 하나의 A를 포함, (2) 적어도 하나의 B를 포함, 또는 (3) 적어도 하나의 A 및 적어도 하나의 B 모두를 포함하는 경우를 모두 지칭할 수 있다.
- [0018] 다양한 실시예에서 사용된 “제 1,” “제 2,” “첫째,” 또는 “둘째,” 등의 표현들은 다양한 구성요소들을, 순서 및/또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 상기 표현들은 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들면, 제 1 사용자 기기와 제 2 사용자 기기는, 순서 또는 중요도와 무관하게, 서로 다른 사용자 기기를 나타낼 수 있다. 예를 들면, 본 개시의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 바꾸어 명명될 수 있다.
- [0019] 어떤 구성요소(예: 제 1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제 2 구성요소)에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어((operatively or communicatively) coupled with/to)" 있거나 "접속되어(connected to)" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제 3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소(예: 제 1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제 2 구성요소)에 "직접 연결되어" 있거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 다른 구성요소(예: 제 3 구성요소)가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있다.
- [0020] 본 문서에서 사용된 표현 “~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)”은 상황에 따라, 예를 들면, “~에 적합한(suitable for),” “~하는 능력을 가지는(having the capacity to),” “~하도록 설계된(designed to),” “~하도록 변경된(adapted to),” “~하도록 만들어진(made to),” 또는 “~를 할 수 있는(capable of)”과 바꾸어 사용될 수 있다. 용어 “~하도록 구성(또는 설정)된”은 하드웨어적으로 “특별히 설계된(specifically designed to)” 것만을 반드시 의미하지 않을 수 있다. 대신, 어떤 상황에서는, “~하도록 구성된 장치”라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 “~할 수 있는” 것을 의미할 수 있다. 예를 들면, 문구 “A, B, 및 C를 수행하도록 구성(또는 설정)된 프로세서”는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(generic-purpose processor)(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.
- [0021] 본 문서에서 사용된 용어들은 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미를 가지는 것으로 해석될 수 있으며, 본 문서에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따

라서, 본 문서에서 정의된 용어일지라도 본 개시의 실시예들을 배제하도록 해석될 수 없다.

- [0022] 본 개시의 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 수신기는 다양한 종류의 전자 장치에 포함될 수 있다. 예를 들면, 전자 장치는 스마트폰(smartphone), 태블릿 PC(tablet personal computer), 이동 전화기(mobile phone), 화상 전화기, 전자북 리더기(e-book reader), 데스크탑 PC(desktop personal computer), 랩탑 PC(laptop personal computer), 넷북 컴퓨터(netbook computer), 워크스테이션(workstation), 서버, PDA(personal digital assistant), PMP(portable multimedia player), MP3 플레이어, 모바일 의료기기, 카메라(camera), 또는 웨어러블 장치(wearable device)(예: 스마트 안경, 머리 착용형 장치(head-mounted-device(HMD)), 전자 의복, 전자 팔찌, 전자 목걸이, 전자 액세서리(accessory), 전자 문신, 스마트 미러, 또는 스마트 워치(smart watch))중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0023] 먼저 도 1을 참조하여, 본 발명의 실시 예에 적용될 수 있는 무선 충전 시스템의 개념을 설명한다.
- [0024] 도 1은 무선 충전 시스템 동작 전반을 설명하기 위한 개념도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 무선 충전 시스템은 무선 전력 송신기(100) 및 적어도 하나의 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)를 포함한다.
- [0025] 무선 전력 송신기(100)는 적어도 하나의 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)에 무선으로 각각 전력(1-1, 1-2, 1-n)을 송신할 수 있다. 더욱 상세하게는, 무선 전력 송신기(100)는 소정의 인증절차를 수행한 인증된 무선 전력 수신기에 대하여서만 무선으로 전력(1-1, 1-2, 1-n)을 송신할 수 있다.
- [0026] 무선 전력 송신기(100)는 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)와 전기적 연결을 형성할 수 있다. 예를 들어, 무선 전력 송신기(100)는 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)로 전자기파 형태의 무선 전력을 송신할 수 있다. 여기에서, 무선 전력 송신기(100)는 유도 방식 또는 공진 방식에 근거하여 무선 전력을 송신할 수 있다.
- [0027] 한편, 무선 전력 송신기(100)는 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)와 양방향 통신을 수행할 수 있다. 여기에서 무선 전력 송신기(100) 및 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)는 소정의 프레임으로 구성된 패킷(2-1, 2-2, 2-n)을 처리하거나 송수신할 수 있다. 무선 전력 수신기는 특히, 이동통신단말기, PDA, PMP, 스마트폰 등으로 구현될 수 있다.
- [0028] 무선 전력 송신기(100)는 복수 개의 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)로 무선으로 전력을 제공할 수 있다. 예를 들어 무선 전력 송신기(100)는 공진 방식을 통하여 복수 개의 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)에 전력을 전송할 수 있다. 무선 전력 송신기(100)가 공진 방식을 채택한 경우, 무선 전력 송신기(100)와 복수 개의 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n) 사이의 거리는 실내 환경에서 동작하는 거리일 수 있다. 또한 무선 전력 송신기(100)가 전자기 유도 방식을 채택한 경우, 전력제공장치(100)와 복수 개의 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n) 사이의 거리는 바람직하게는 10cm 이하일 수 있다.
- [0029] 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)는 무선 전력 송신기(100)로부터 무선 전력을 수신하여 내부에 구비된 배터리의 충전을 수행할 수 있다. 또한 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)는 무선 전력 전송을 요청하는 신호나, 무선 전력 수신에 필요한 정보, 무선 전력 수신기 상태 정보 또는 무선 전력 송신기(100) 제어 정보 등을 무선 전력 송신기(100)에 송신할 수 있다.
- [0030] 또한 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)는 각각의 충전상태를 나타내는 메시지를 무선 전력 송신기(100)로 송신할 수 있다.
- [0031] 무선 전력 송신기(100)는 디스플레이와 같은 표시수단을 포함할 수 있으며, 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n) 각각으로부터 수신한 메시지에 기초하여 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n) 각각의 상태를 표시할 수 있다. 아울러, 무선 전력 송신기(100)는 각각의 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n)가 충전이 완료되기 까지 예상되는 시간을 함께 표시할 수도 있다.
- [0032] 무선 전력 송신기(100)는 무선 전력 수신기(110-1, 110-2, 110-n) 각각에 무선 충전 기능을 디스에이블(disabled)하도록 하는 제어 신호를 송신할 수도 있다. 무선 전력 송신기(100)로부터 무선 충전 기능의 디스에이블 제어 신호를 수신한 무선 전력 수신기는 무선 충전 기능을 디스에이블할 수 있다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 실시 예에 의한 무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기의 블록도이다.
- [0034] 도 2에 도시된 바와 같이, 무선 전력 송신기(200)는 전력 송신부(211), 제어부(212) 및 통신부(213)를 포함할 수 있다. 또한 무선 전력 수신기(250)는 전력 수신부(251), 제어부(252) 및 통신부(253)를 포함할 수 있다.
- [0035] 전력 송신부(211)는 무선 전력 송신기(200)가 요구하는 전력을 제공할 수 있으며, 무선으로 무선 전력 수신기

(250)에 전력을 제공할 수 있다. 여기에서, 전력 송신부(211)는 교류 파형의 형태로 전력을 공급할 수 있으며, 직류 파형의 형태로 전력을 공급하면서 이를 인버터를 이용하여 교류 파형으로 변환하여 교류 파형의 형태로 공급할 수도 있다. 전력 송신부(211)는 내장된 배터리의 형태로 구현될 수도 있으며, 또는 전력 수신 인터페이스의 형태로 구현되어 외부로부터 전력을 수신하여 다른 구성 요소에 공급하는 형태로도 구현될 수 있다. 전력 송신부(211)는 일정한 교류 파형의 전력을 제공할 수 있는 수단이라면 제한이 없다는 것은 당업자가 용이하게 이해할 것이다.

[0036] 아울러, 전력 송신부(211)는 교류 파형을 무선 전력 수신기(250)로 제공할 수 있다. 전력 송신부(211)는 추가적으로 공진회로 또는 유도회로를 더 포함할 수 있으며, 이에 따라 소정의 전자기파를 송신 또는 수신할 수 있다. 전력 송신부(211)가 공진회로로 구현되는 경우, 공진회로의 루프 코일의 인덕턴스(L)는 변경가능할 수도 있다. 한편 전력 송신부(211)는 전자기파를 송수신할 수 있는 수단이라면 제한이 없는 것은 당업자는 용이하게 이해할 것이다.

[0037] 제어부(212)는 무선 전력 송신기(200)의 동작 전반을 제어할 수 있다. 제어부(212) 또는 제어부(252)는 저장부(미도시)로부터 독출한 제어에 요구되는 알고리즘, 프로그램 또는 애플리케이션을 이용하여 무선 전력 송신기(200)의 동작 전반을 제어할 수 있다. 제어부(212)는 CPU, 마이크로프로세서, 미니 컴퓨터와 같은 형태로 구현될 수 있다. 한편, 제어부(252)는 무선 전력 송신기(200)의 동작 전반을 제어할 수 있다.

[0038] 통신부(213)는 무선 전력 수신기(250)와 소정의 방식으로 통신을 수행할 수 있다. 통신부(213)는 무선 전력 수신기(250)의 통신부(253)와 NFC(near field communication), Zigbee 통신, 적외선 통신, 가시광선 통신, 블루투스 통신, BLE(bluetooth low energy) 방식 등을 이용하여 통신을 수행할 수 있다. 통신부(213)는 CSMA/CA 알고리즘을 이용할 수도 있다. 한편, 상술한 통신 방식은 단순히 예시적인 것이며, 본 발명의 실시 예들은 통신부(213)에서 수행하는 특정 통신 방식으로 그 권리범위가 한정되지 않는다.

[0039] 한편, 통신부(213)는 무선 전력 송신기(200)의 정보에 대한 신호를 송신할 수 있다. 여기에서, 통신부(213)는 상기 신호를 유니캐스트(unicast), 멀티캐스트(multicast) 또는 브로드캐스트(broadcast)할 수 있다.

[0040] 또한, 통신부(213)는 무선 전력 수신기(250)로부터 전력 정보를 수신할 수 있다. 여기에서 전력 정보는 무선 전력 수신기(250)의 용량, 배터리 잔량, 충전 횟수, 사용량, 배터리 용량, 배터리 비율 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0041] 또한 통신부(213)는 무선 전력 수신기(250)의 충전 기능을 제어하는 충전 기능 제어 신호를 송신할 수 있다. 충전 기능 제어 신호는 특정 무선 전력 수신기(250)의 무선 전력 수신부(251)를 제어하여 충전 기능을 인에이블(enabled) 또는 디스에이블(disabled)하게 하는 제어 신호일 수 있다.

[0042] 통신부(213)는 무선 전력 수신기(250) 뿐만 아니라, 다른 무선 전력 송신기(미도시)로부터의 신호를 수신할 수도 있다. 예를 들어, 통신부(213)는 다른 무선 전력 송신기로부터 Notice 신호를 수신할 수 있다.

[0043] 한편, 도 2에서는 전력 송신부(211) 및 통신부(213)가 상이한 하드웨어로 구성되어 무선 전력 송신기(200)가 아웃-밴드(out-band) 형식으로 통신되는 것과 같이 도시되었지만, 이는 예시적인 것이다. 본 발명은 전력 송신부(211) 및 통신부(213)가 하나의 하드웨어로 구현되어 무선 전력 송신기(200)가 인-밴드(in-band) 형식으로 통신을 수행할 수도 있다.

[0044] 무선 전력 송신기(200) 및 무선 전력 수신기(250)는 각종 신호를 송수신할 수 있으며, 이에 따라 무선 전력 송신기(200)가 주관하는 무선 전력 네트워크로의 무선 전력 수신기(250)의 가입과 무선 전력 송수신을 통한 충전 과정이 수행될 수 있다.

[0045] 전력 수신부(251)는 전력 송신부(211)로부터 유도 방식 또는 공진 방식에 기초하여 무선 전력을 수신할 수 있다.

[0046] 도 3은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 개념도를 도시한다.

[0047] 도 3에 도시된 바와 같이, 전력 송신부는 서로 평행하게 배치된 두 개의 코일(310,320)을 포함할 수 있다. 제 1 코일(310)은 반지름 R의 원형의 형태를 가질 수 있다. 제 2 코일(320)은 반지름 R의 원형의 형태를 가질 수 있다. 여기에서, 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320)은 서로 동일한 형태를 가질 수 있다. 한편, 다른 실시예에서는, 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320)이 상이한 형태를 가질 수도 있다. 도 3의 실시예에서는, 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320)이 각각 1회 권선된 코일일 수 있지만, 이는 단순히 예시적인 것으로 제 1 코일(310)

및 제 2 코일(320)은 복수 회 권선된 코일일 수도 있다.

- [0048] 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320)은 서로 H만큼 이격될 수 있다. 여기에서, H는 무선 전력 수신기의 전력 수신부에 따라서 결정될 수 있다. 예를 들어, 무선 전력 수신기의 전력 수신부 또한 코일을 포함할 수도 있다. 무선 전력 수신기의 코일의 한 변의 길이는 $h1$ 일 수 있으며, 이 경우 무선 전력 송신기는 H를 $h1$ 으로 결정할 수 있다. 한편, 무선 전력 수신기는 한 변의 길이가 $h2$ 인 전력 수신부 또한 있을 수 있다. 예를 들어, 무선 전력 수신기는 수신되는 전력 또는 소모 전력에 따라 상이한 카테고리로 분류될 수 있다. 상이한 카테고리에 속하는 무선 전력 수신기는 상이한 크기의 코일을 포함할 수 있다. 무선 전력 송신기는 무선 전력 수신기로부터 카테고리 정보를 수신할 수 있으며, 이에 대응하여 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320) 사이의 거리를 조정할 수 있다. 예를 들어, 무선 전력 수신기의 코일의 한 변의 길이가 $h2$ 로 파악된 경우, 무선 전력 송신기는 H를 $h2$ 로 조정할 수도 있다. 이 경우, 무선 전력 송신기는 코일(310,320)들 사이의 거리를 조정할 수 있는 모터(미도시)를 더 포함할 수도 있다.
- [0049] 제 1 코일(310)에는 적어도 하나의 커패시터(311)가 연결될 수 있다. 제 2 코일(320)에는 적어도 하나의 커패시터(321)가 연결될 수 있다. 도 3에서는 적어도 하나의 커패시터(311) 및 적어도 하나의 커패시터(321)가 각각 하나인 것과 같이 도시되어 있지만 이는 단순히 예시적인 것으로, 무선 전력 송신 방식 또는 임피던스 매칭에 따라서 다양한 개수의 커패시터의 다양한 연결이 가능할 수 있다. 이에 대하여서는 도 8a 내지 8c 또는 도 9a 내지 9c를 참조하여 더욱 상세하게 후술하도록 한다.
- [0050] 무선 전력 송신기는 무선 전력 송신 시에 제 1 코일(310)에 제 1 방향으로 제 1 전류(I1)를 인가할 수 있다. 도시되지는 않았지만, 무선 전력 송신기는 전력을 제공할 수 있는 전력 구동부(미도시) 및 전력 구동부(미도시)로부터 제공되는 직류 전력을 교류 전력으로 인버팅하는 인버터(미도시)를 더 포함할 수도 있다.
- [0051] 제 1 방향의 제 1 전류(I1)에 의하여, 제 1 코일(310) 주변에는 자기장(B1)이 형성될 수 있다. 자기장(B1)은 제 1 전류에 의한 유도 자기장일 수 있다. 자기장(B1)은 제 1 코일(310)의 중심부에서는 하측 방향을 가질 수 있다. 아울러, 도 3에 도시된 바와 같이, 제 1 코일(310)의 중심에서 벗어난 지점의 하측에서는 자기장(B1)이 외부로 방출되는 방향으로 형성될 수 있다.
- [0052] 무선 전력 송신기는 무선 전력 송신 시에 제 2 코일(320)에 제 2 방향으로 제 2 전류(I2)를 인가할 수 있다. 여기에서, 제 2 방향은 제 1 방향과 반대 방향일 수 있다. 제 2 방향의 제 2 전류(I2)에 의하여, 제 2 코일(320) 주변에는 자기장(B2)이 형성될 수 있다. 자기장(B2)은 제 2 전류에 의한 유도 자기장일 수 있다. 자기장(B2)은 제 2 코일(320)의 중심부에서는 상측 방향을 가질 수 있다. 아울러, 도 3에 도시된 바와 같이, 제 2 코일(320)의 중심에서 벗어난 지점의 상측에서는 자기장(B2)이 외부로 방출되는 방향으로 형성될 수 있다.
- [0053] 이에 따라, 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320) 사이의 공간에서는 방사형으로 자기장(B1,B2)이 발생할 수 있으며, 무선 전력 수신기는 배치 위치의 제약 없이 전력을 수신할 수 있다. 한편, 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320)을 포함하는 무선 전력 송신기는 공진 방식 또는 유도 방식에 근거하여 전력을 송신할 수 있으며, 이에 대하여서는 더욱 상세하게 후술하도록 한다.
- [0054] 도 4는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320)의 평면도를 도시한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 제 1 코일(310)에는 제 1 방향의 제 1 전류(I1)가 인가될 수 있다. 이에 따라, 제 1 코일(310)의 하부에는 방사형의 자기장(B1)이 유도될 수 있다. 더욱 상세하게, 자기장(B1)은 제 1 코일(310) 근처의 하부에서, 제 1 코일(310)의 중심에서부터 방사형으로 형성될 수 있다. 제 2 코일(320)에는 제 2 방향의 제 2 전류(I2)가 인가될 수 있다. 제 2 방향은 제 1 방향과 반대 방향일 수 있다. 이에 따라, 제 2 코일(320)의 상부에는 방사형의 자기장(B2)이 유도될 수 있다. 더욱 상세하게, 자기장(B2)은 제 2 코일(320) 근처의 상부에서, 제 2 코일(320)의 중심에서부터 방사형으로 형성될 수 있다.
- [0055] 무선 전력 수신기가, 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320) 사이의 외각 어디에 배치되더라도, 무선 전력 송신기로부터 전력을 수신할 수 있다. 이에 따라, 무선 전력 수신기의 배치 위치에 대한 제약이 완화될 수 있다.
- [0056] 도 5a 및 5b는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 무선 전력 수신기의 배치를 도시한다. 도 5a 및 5b에 도시된 바와 같이, 무선 전력 수신기(500)는 무선 전력 송신기의 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320) 사이의 외부에 배치될 수 있다. 하나의 실시예에서, 무선 전력 수신기(500)는 와치형 웨어러블 전자 장치일 수 있다. 아울러, 무선 전력 송신기는 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320)이 배치되며, 와치형 웨어러블 전자 장치가 거치될 수 있는 하우징을 포함할 수 있다.
- [0057] 도 5a 및 5b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 무선 전력 송신기는 방사형의 자기장을 발생

시킬 수 있다. 이에 따라, 무선 전력 수신기(500)가 어느 위치에 배치되더라도, 무선 전력 수신기(500)는 발생된 자기장에 기초하여 전력을 무선으로 수신할 수 있다.

[0058] 도 6은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 무선 전력 수신기의 주파수 설계를 설명하기 위한 그래프이다. 도 6의 주파수는, 예를 들어 도 3과 같은 코일(310,320) 배치에 대한 것일 수 있다. 두 개의 코일(310,320)이 근처에 배치되는 경우에는, 두 개의 코일(310,320)은 오드(odd) 모드(mode) 또는 이븐(even) 모드 중 하나의 주파수를 가질 수 있다. 여기에서, 오드 모드는 두 개의 코일(310,320) 각각에 인가되는 전류가 서로 반대 방향인 경우이며, 이븐 모드는 두 개의 코일(310,320) 각각에 인가되는 전류가 서로 동일한 방향인 경우에 대응된다. 본 발명의 실시예에서, 두 개의 코일(310,320) 각각에 인가되는 전류는 서로 반대 방향일 수 있으며, 이에 따라 오드 모드의 주파수가 결정될 수 있다. 오드 모드의 주파수는 하기 수학적 식 1에 따라 결정될 수 있다. 코일(310,320) 각각의 리액턴스는 L1 및 L2일 수 있다. 한편, 두 개의 코일(310,320) 각각에는 적어도 하나의 커패시터(311,321)가 연결되며, 이에 따라 두 개의 공진기가 형성되는 경우를 상정하도록 한다. 아울러, 무선 전력 송신기는 추가적으로 저항값 R을 가지는 저항을 포함할 수 있다.

수학적 식 1

[0059]
$$\omega_{odd} = \text{Imaginary term of } j \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} - \frac{\Gamma_1 + \Gamma_2}{2} + j \sqrt{\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} - j \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{4}\right)^2 k^2}$$

[0060] 수학적 식 1에서, ω_1 은 제 1 코일(310) 및 적어도 하나의 커패시터(311)에 의하여 결정되는 공진 주파수(f_1)에 대응하는 각주파수로 $2\pi f_1$ 일 수 있다. ω_2 은 제 2 코일(320) 및 적어도 하나의 커패시터(321)에 의하여 결정되

는 공진 주파수(f_2)에 대응하는 각주파수로 $2\pi f_2$ 일 수 있다. 아울러, Γ_1 은 $\frac{\omega_1}{2Q_1}$ 이고, Γ_2 은 $\frac{\omega_2}{2Q_2}$ 일 수 있다. 또한, Q_1 은 $\frac{w_1 L_1}{R}$ 이며, Q_2 는 $\frac{w_2 L_2}{R}$ 일 수 있다. 한편, k 는

$\frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$ 일 수 있으며, M은 제 1 코일(310) 및 제 2 코일(320) 사이의 상호유도계수일 수 있다.

[0061] 한편, Q가 1보다 상대적으로 큰 수인 경우에는 오드 모드에서의 주파수는 수학적 식 2와 같이 표현될 수도 있다.

수학적 식 2

[0062]
$$\omega_{odd} \Big|_{Q \gg 1} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} + j \sqrt{\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{4}\right)^2 k^2}$$

[0063] 무선 전력 송신기는 오드 모드에서의 주파수가 공진 방식에서 정의된 6.78MHz를 가지도록하는, 코일(310,320), 커패시터(311,321) 및 저항의 소자 값을 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 무선 전력 송신기는 오드 모드에서의 주파수가 유도 방식에서 정의된 100 내지 200 kHz를 가지도록하는, 코일(310,320), 커패시터(311,321) 및 저항의 소자 값을 가질 수 있다.

[0064] 한편, 이븐 모드에서는 수학적 식 3과 같은 주파수를 가질 수 있다.

수학식 3

$$\omega_{even} = \text{Imaginary term of } j \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} - \frac{\Gamma_1 + \Gamma_2}{2} - j \sqrt{\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} - j \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{4}\right)^2} k^2$$

[0065]

[0066]

[0067]

[0068]

[0069]

[0070]

[0071]

[0072]

[0073]

[0074]

[0075]

[0076]

오드 모드에서의 각주파수(ω_{odd})에 대응하는 공진 주파수는 도 6에서와 같이 f1(620)일 수 있다. 이븐 모드에서의 각주파수(ω_{even})에 대응하는 공진 주파수는, 도 6에서와 같이 f2(630)일 수 있다. 한편, f0(610)은 단일 코일(310) 및 적어도 하나의 커패시터(311)에 대응하는 공진 주파수일 수 있다. 예를 들어, 오드 모드에서의 공진 주파수 f1은 f0보다 작을 수 있으며, 이븐 모드에서의 공진 주파수 f2는 f0보다 클 수 있다.

도 7은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 무선 전력 송신기의 개념도를 도시한다.

도 7에 도시된 바와 같이, 무선 전력 송신기는 코일(310) 및 차폐재(710)를 포함할 수 있다.

코일(310)에는 제 1 방향으로 전류(I1)가 인가될 수 있다. 무선 전력 송신기는 구동부로부터의 직류 전류를 인버팅하여 코일(310)에 인가할 수 있다. 코일(310)은 인가된 전류(I1)에 근거하여 자기장(B1)을 발생시킬 수 있다. 더욱 상세하게, 제 1 코일(310)의 하부에는 방사형의 자기장(B1)이 유도될 수 있다. 더욱 상세하게, 자기장(B1)은 제 1 코일(310) 근처의 하부에서, 제 1 코일(310)의 중심에서부터 방사형으로 형성될 수 있다.

차폐재(710)는 자기장 차폐 가능한 소재를 포함할 수 있다. 이에 따라, 차폐재(710)의 제 1 지점(720)에서, 자기장(B1)은 차폐재(710)를 투과하지 못할 수 있다. 자기장(B1)은 제 1 지점(720)에서 진행 방향이 외부로 변경될 수 있다. 더욱 상세하게, 자기장(B1)을 벡터로 표현한 경우에, 제 1 지점(720)에서 벡터의 방향이 변경될 수 있다. 이에 따라, 제 1 코일(310)의 하부에서 자기장(B1)이 방사형으로 진행될 수 있다.

도 7에서는, 차폐재(710)가 평판의 형태인 것과 같이 도시되어 있지만 이는 단순히 예시적인 것으로, 코일(310)로부터의 자기장(B1)을 방사형으로 진행 방향을 변경시킬 수 있는 형태라면 제한이 없음을 당업자는 용이하게 이해할 수 있을 것이다. 아울러, 도 7에서는, 차폐재(710)가 코일(310)의 하측에 배치된 것과 같이 도시되어 있지만 이 또한 단순히 예시적인 것으로, 차폐재(710)가 코일(310)의 상측에 배치될 수도 있다. 이 경우, 코일(310)에 인가되는 전류의 방향은 도 7과 반대일 수 있다.

무선 전력 수신기가, 제 1 코일(310) 및 차폐재(710) 사이의 외각 어디에 배치되더라도, 무선 전력 송신기로부터 전력을 수신할 수 있다. 이에 따라, 무선 전력 수신기의 배치 위치에 대한 제약이 완화될 수 있다.

도 8a 내지 8c는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 회로도들을 도시한다. 도 8a 내지 8c의 회로도는, 예를 들어 유도 방식에 따른 전력 송신부의 회로도일 수 있다.

도 8a 내지 8c에 따른 전력 송신부는 제 1 주파수의 무선 전력을 송신할 수 있다. 제 1 주파수는, 예를 들어 100 내지 200 kHz일 수 있다. 전력 송신부는 제 1 주파수의 무선 전력을 효율적으로 송신하기 위하여, 적어도 하나의 커패시터와 적어도 하나의 코일을 포함할 수 있다. 전력 송신부가 포함하는 적어도 하나의 커패시터 및 적어도 하나의 코일 각각의 커패시턴스 및 인덕턴스는, 제 1 주파수에 대응하여 결정될 수 있다. 더욱 상세하게, 전력 송신부가 포함하는 코일 및 커패시터에 따른 오드 모드의 주파수가 제 1 주파수가 되도록, 커패시턴스 및 인덕턴스가 결정될 수 있다. 한편, 도시되지는 않았지만, 전력 송신부는 임피던스 매칭을 수행할 수 있는 매칭 소자를 더 포함할 수도 있다. 이는 전력 송신이 고출력 또는 고효율이 되도록 하기 위함이다.

우선, 도 8a를 참조하면, 구동부(810)는 무선 송신을 위한 전력을 제공할 수 있다. 한편, 상술한 바와 같이, 무선 전력 송신기는 구동부(810)로부터 입력되는 직류 전류를 인버팅하여 출력하는 인버팅부(미도시)를 더 포함할 수도 있다. 제 1 커패시터(821)의 일단 및 타단은 구동부(810)에 연결될 수 있다. 제 2 커패시터(822)의 일단은 제 1 커패시터(821)의 일단에 연결될 수 있으며, 제 2 커패시터(822)의 타단은 제 1 코일(824)의 일단에 연결될 수 있다. 제 1 코일(824)의 타단은 제 3 커패시터(823)의 타단에 연결될 수 있다. 제 3 커패시터(823)의 일단은 제 1 커패시터(821)의 일단에 연결될 수 있다.

제 4 커패시터(831)의 일단 및 타단은 구동부(810)에 연결될 수 있다. 제 5 커패시터(832)의 일단은 제 4 커패시터(831)의 일단에 연결될 수 있으며, 제 5 커패시터(832)의 타단은 제 2 코일(834)의 일단에 연결될 수 있다.

제 2 코일(834)의 타단은 제 6 커패시터(833)의 타단에 연결될 수 있다. 제 6 커패시터(833)의 일단은 제 4 커패시터(831)의 일단에 연결될 수 있다.

- [0077] 즉, 도 8a의 실시예에서는, 제 1 코일(824)은 대응하는 제 1 커패시터(821), 제 2 커패시터(822) 및 제 3 커패시터(823)에 연결될 수 있다. 아울러, 제 2 코일(834)은 대응하는 제 4 커패시터(831), 제 5 커패시터(832) 및 제 6 커패시터(833)에 연결될 수 있다. 다시 말하여, 제 1 코일(824) 및 제 2 코일(834) 각각은 분리적으로 커패시터를 포함할 수 있다.
- [0078] 하나의 실시예에서, 제 1 코일(824) 및 제 2 코일(834)은 도 3과 같이 서로 평행하게 배치될 수 있다.
- [0079] 도 8b는 제 1 코일(844) 및 제 2 코일(845)이 공유 커패시터에 연결되는 실시예를 도시한다. 도 8b를 참조하면, 구동부(810)는 무선 송신을 위한 전력을 제공할 수 있다. 한편, 상술한 바와 같이, 무선 전력 송신기는 구동부(810)로부터 입력되는 직류 전류를 인버팅하여 출력하는 인버팅부(미도시)를 더 포함할 수도 있다. 제 1 커패시터(841)의 일단 및 타단은 구동부(810)에 연결될 수 있다. 제 2 커패시터(842)의 일단은 제 1 커패시터(841)의 일단에 연결될 수 있으며, 제 2 커패시터(842)의 타단은 제 1 코일(844)의 일단에 연결될 수 있다. 제 1 코일(844)의 타단은 제 2 코일(845)의 일단에 연결될 수 있다. 제 2 코일(845)의 타단은 제 3 커패시터(843)의 타단에 연결될 수 있다. 제 3 커패시터(843)의 일단은 제 1 커패시터(841)의 일단에 연결될 수 있다.
- [0080] 즉, 도 8b의 실시예에서는, 제 1 코일(844) 및 제 2 코일(845)이 제 1 커패시터(841), 제 2 커패시터(842) 및 제 3 커패시터(843)에 연결될 수 있다. 다시 말하여, 제 1 코일(844) 및 제 2 코일(845) 각각은 커패시터를 공유할 수 있다.
- [0081] 하나의 실시예에서, 제 1 코일(844) 및 제 2 코일(845)은 서로 직렬로 연결될 수 있으며, 예를 들어 도 3과 같이 서로 평행하게 배치될 수 있다.
- [0082] 도 8c는 제 1 코일(854) 및 제 2 코일(855)이 공유 커패시터에 연결되는 실시예를 도시한다. 도 8c를 참조하면, 구동부(810)는 무선 송신을 위한 전력을 제공할 수 있다. 한편, 상술한 바와 같이, 무선 전력 송신기는 구동부(810)로부터 입력되는 직류 전류를 인버팅하여 출력하는 인버팅부(미도시)를 더 포함할 수도 있다. 제 1 커패시터(851)의 일단 및 타단은 구동부(810)에 연결될 수 있다. 제 2 커패시터(852)의 일단은 제 1 커패시터(851)의 일단에 연결될 수 있으며, 제 2 커패시터(852)의 타단은 제 1 코일(854)의 일단 및 제 2 코일(855)의 일단에 연결될 수 있다. 제 1 코일(854)의 타단은 제 3 커패시터(853)의 일단에 연결될 수 있다. 제 2 코일(855)의 타단은 제 3 커패시터(853)의 타단에 연결될 수 있다. 제 3 커패시터(853)의 일단은 제 1 커패시터(851)의 타단에 연결될 수 있다.
- [0083] 즉, 도 8c의 실시예에서는, 제 1 코일(854) 및 제 2 코일(855)이 제 1 커패시터(851), 제 2 커패시터(852) 및 제 3 커패시터(853)에 연결될 수 있다. 다시 말하여, 제 1 코일(854) 및 제 2 코일(855) 각각은 커패시터를 공유할 수 있다.
- [0084] 하나의 실시예에서, 제 1 코일(854) 및 제 2 코일(855)은 서로 병렬로 연결될 수 있으며, 예를 들어 도 3과 같이 서로 평행하게 배치될 수 있다.
- [0085] 도 9a 내지 9c는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 회로도들 도시한다. 도 9a 내지 9c의 회로도는, 예를 들어 공진 방식에 따른 전력 송신부의 회로도일 수 있다.
- [0086] 도 9a 내지 9c에 따른 전력 송신부는 제 2 주파수의 무선 전력을 송신할 수 있다. 제 2 주파수는, 예를 들어 6.79MHz일 수 있다. 전력 송신부는 제 2 주파수의 무선 전력을 효율적으로 송신하기 위하여, 적어도 하나의 커패시터와 적어도 하나의 코일을 포함할 수 있다. 전력 송신부가 포함하는 적어도 하나의 커패시터 및 적어도 하나의 코일 각각의 커패시턴스 및 인덕턴스는, 제 2 주파수에 대응하여 결정될 수 있다. 더욱 상세하게, 전력 송신부가 포함하는 코일 및 커패시터에 따른 오드 모드의 주파수가 제 2 주파수가 되도록, 커패시턴스 및 인덕턴스가 결정될 수 있다. 한편, 도시되지는 않았지만, 전력 송신부는 임피던스 매칭을 수행할 수 있는 매칭 소자를 더 포함할 수도 있다. 이는 전력 송신이 고출력 또는 고효율이 되도록 하기 위함이다.
- [0087] 우선, 도 9a를 참조하면, 구동부(910)는 무선 송신을 위한 전력을 제공할 수 있다. 한편, 상술한 바와 같이, 무선 전력 송신기는 구동부(810)로부터 입력되는 직류 전류를 인버팅하여 출력하는 인버팅부(미도시)를 더 포함할 수도 있다. 제 1 커패시터(921)의 일단은 구동부(910)에 연결될 수 있다. 제 2 커패시터(922)의 일단은 구동부(910)에 연결될 수 있다. 제 3 커패시터(923)의 일단은 제 1 커패시터(921)의 타단에 연결될 수 있다. 제 3 커패시터(923)의 타단은 제 2 커패시터(922)의 타단에 연결될 수 있다. 제 1 코일(924)의 일단은 제 1 커패

시터(921)의 타단 및 제 3 커패시터(923)의 일단에 연결될 수 있다. 제 1 코일(924)의 타단은 제 2 커패시터(922)의 타단 및 제 3 커패시터(923)의 타단에 연결될 수 있다.

- [0088] 제 4 커패시터(931)의 일단은 구동부(910)에 연결될 수 있다. 제 5 커패시터(932)의 일단은 구동부(910)에 연결될 수 있다. 제 6 커패시터(933)의 일단은 제 4 커패시터(931)의 타단에 연결될 수 있다. 제 6 커패시터(933)의 타단은 제 5 커패시터(932)의 타단에 연결될 수 있다. 제 2 코일(934)의 일단은 제 4 커패시터(931)의 타단 및 제 6 커패시터(933)의 일단에 연결될 수 있다. 제 2 코일(934)의 타단은 제 5 커패시터(932)의 타단 및 제 6 커패시터(933)의 타단에 연결될 수 있다.
- [0089] 즉, 도 9a의 실시예에서는, 제 1 코일(924)은 대응하는 제 1 커패시터(921), 제 2 커패시터(922) 및 제 3 커패시터(923)에 연결될 수 있다. 아울러, 제 2 코일(934)은 대응하는 제 4 커패시터(931), 제 5 커패시터(932) 및 제 6 커패시터(933)에 연결될 수 있다. 다시 말하여, 제 1 코일(924) 및 제 2 코일(934) 각각은 분리적으로 커패시터를 포함할 수 있다.
- [0090] 하나의 실시예에서, 제 1 코일(924) 및 제 2 코일(934)은 도 3과 같이 서로 평행하게 배치될 수 있다.
- [0091] 도 9b는 제 1 코일(944) 및 제 2 코일(945)이 공유 커패시터에 연결되는 실시예를 도시한다. 도 9b를 참조하면, 구동부(910)는 무선 송신을 위한 전력을 제공할 수 있다. 한편, 상술한 바와 같이, 무선 전력 송신기는 구동부(910)로부터 입력되는 직류 전류를 인버팅하여 출력하는 인버팅부(미도시)를 더 포함할 수도 있다.
- [0092] 제 1 커패시터(941)의 일단은 구동부(910)에 연결될 수 있다. 제 2 커패시터(942)의 일단은 구동부(910)에 연결될 수 있다. 제 3 커패시터(943)의 일단은 제 1 커패시터(941)의 타단에 연결될 수 있다. 제 3 커패시터(943)의 타단은 제 2 커패시터(942)의 타단에 연결될 수 있다. 제 1 코일(944)의 일단은 제 1 커패시터(941)의 타단 및 제 3 커패시터(943)의 일단에 연결될 수 있다. 제 1 코일(944)의 타단은 제 2 코일(945)의 일단에 연결될 수 있다. 제 2 코일(945)의 타단은 제 2 커패시터(942)의 타단 및 제 3 커패시터(943)의 타단에 연결될 수 있다.
- [0093] 즉, 도 9b의 실시예에서는, 제 1 코일(944) 및 제 2 코일(945)이 제 1 커패시터(941), 제 2 커패시터(942) 및 제 3 커패시터(943)에 연결될 수 있다. 다시 말하여, 제 1 코일(944) 및 제 2 코일(945) 각각은 커패시터를 공유할 수 있다.
- [0094] 하나의 실시예에서, 제 1 코일(944) 및 제 2 코일(945)은 서로 직렬로 연결될 수 있으며, 예를 들어 도 3과 같이 서로 평행하게 배치될 수 있다.
- [0095] 도 9c는 제 1 코일(954) 및 제 2 코일(955)이 공유 커패시터에 연결되는 실시예를 도시한다.
- [0096] 도 9c를 참조하면, 구동부(910)는 무선 송신을 위한 전력을 제공할 수 있다. 한편, 상술한 바와 같이, 무선 전력 송신기는 구동부(910)로부터 입력되는 직류 전류를 인버팅하여 출력하는 인버팅부(미도시)를 더 포함할 수도 있다.
- [0097] 제 1 커패시터(951)의 일단은 구동부(910)에 연결될 수 있다. 제 2 커패시터(952)의 일단은 구동부(910)에 연결될 수 있다. 제 3 커패시터(953)의 일단은 제 1 커패시터(951)의 타단에 연결될 수 있다. 제 3 커패시터(953)의 타단은 제 2 커패시터(952)의 타단에 연결될 수 있다. 제 1 코일(954)의 일단은 제 1 커패시터(951)의 타단 및 제 3 커패시터(953)의 일단에 연결될 수 있다. 제 1 코일(954)의 타단은 제 2 커패시터(952)의 타단 및 제 3 커패시터(953)의 타단에 연결될 수 있다. 제 2 코일(955)의 일단은 제 1 커패시터(951)의 타단 및 제 3 커패시터(953)의 일단에 연결될 수 있다. 제 2 코일(955)의 타단은 제 2 커패시터(952)의 타단 및 제 3 커패시터(953)의 타단에 연결될 수 있다.
- [0098] 즉, 도 9c의 실시예에서는, 제 1 코일(954) 및 제 2 코일(955)이 제 1 커패시터(941), 제 2 커패시터(942) 및 제 3 커패시터(943)에 연결될 수 있다. 다시 말하여, 제 1 코일(954) 및 제 2 코일(955) 각각은 커패시터를 공유할 수 있다.
- [0099] 하나의 실시예에서, 제 1 코일(954) 및 제 2 코일(955)은 서로 병렬로 연결될 수 있으며, 예를 들어 도 3과 같이 서로 평행하게 배치될 수 있다.
- [0100] 도 10a 내지 10c는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 코일 및 커패시터 사이의 연결을 설명하는 개념도들이다.
- [0101] 도 10a를 참조하면, 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)은 서로 평행하게 배치될 수 있다. 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)은 서로 직렬로 연결될 수 있다.

- [0102] 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)은 공진 회로 구성을 위하여 커패시터(1030)에 연결될 수 있다. 하나의 실시예에서, 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)은 공진 회로 구성을 위한 커패시터(1030)를 공유할 수 있다. 제 1 코일(1010) 및 공유 커패시터(1030)는, 예를 들어 f_0 의 공진 주파수를 가지도록 설계될 수 있다. 아울러, 제 2 코일(1020) 및 공유 커패시터(1030)는, 예를 들어 f_0 의 공진 주파수를 가지도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)의 리액턴스는 동일할 수 있으며, 이에 따라 양 코일 각각에 대응하는 공진 주파수가 동일할 수도 있다. 다만, 이는 단순히 예시적인 것으로 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)의 리액턴스는 상이할 수도 있다.
- [0103] 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)에는 서로 반대 방향의 전류가 인가될 수 있으며, 이에 따라 전체 공진 주파수는, 예를 들어 수학식 1과 같은 오드 모드의 주파수를 가질 수 있다. 제 1 코일(1010), 제 2 코일(1020)의 리액턴스 및 공유 커패시터(1030)의 커패시턴스는, 오드 모드에서의 주파수가 유도 방식 또는 공진 방식에서 정의된 주파수를 가지도록 설계될 수 있다.
- [0104] 한편, 구동부(미도시)로부터 급전을 위한 추가 커패시터(1040)가 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)에 병렬로 연결될 수도 있다.
- [0105] 도 10b를 참조하면, 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)은 서로 평행하게 배치될 수 있다. 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)은 서로 병렬로 연결되거나 서로 연결되지 않을 수도 있다.
- [0106] 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020) 각각은 공진 회로 구성을 위하여 커패시터(1011,1021)에 연결될 수 있다. 제 1 코일(1010) 및 커패시터(1011)는, 예를 들어 f_0 의 공진 주파수를 가지도록 설계될 수 있다. 아울러, 제 2 코일(1020) 및 커패시터(1021)는, 예를 들어 f_0 의 공진 주파수를 가지도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)의 리액턴스는 동일할 수 있으며, 이에 따라 양 코일 각각에 대응하는 공진 주파수가 동일할 수도 있다. 다만, 이는 단순히 예시적인 것으로 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)의 리액턴스는 상이할 수도 있다.
- [0107] 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)에는 서로 반대 방향의 전류가 인가될 수 있으며, 이에 따라 전체 공진 주파수는, 예를 들어 수학식 1과 같은 오드 모드의 주파수를 가질 수 있다. 제 1 코일(1010), 제 2 코일(1020)의 리액턴스 및 공유 커패시터(1030)의 커패시턴스는, 오드 모드에서의 주파수가 유도 방식 또는 공진 방식에서 정의된 주파수를 가지도록 설계될 수 있다.
- [0108] 한편, 구동부(미도시)로부터 급전을 위한 추가 커패시터(1050)가 제 1 코일(1010)에 병렬로 연결될 수도 있다.
- [0109] 제 1 코일(1010)이 제 2 코일(1020)에 병렬로 연결된 경우에는, 제 1 코일(1010)로 입력된 전류가 제 2 코일(1020)로 인가될 수 있다. 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)이 서로 연결되지 않은 경우에는, 제 1 코일(1010)에 의하여 유도된 자기장에 의하여 제 2 코일(1020)에도 유도 자기장 및 유도 기전류가 흐를 수 있다. 제 1 코일(1010)에 제 1 방향으로 전류가 인가된다면, 제 2 코일(1020)에는 제 1 방향과 반대 방향인 제 2 방향으로의 유도 기전류가 흐를 수 있다. 이에 따라, 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)에 대하여 오드 모드의 주파수가 형성될 수 있다.
- [0110] 도 10c를 참조하면, 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)은 서로 평행하게 배치될 수 있다. 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)은 서로 병렬로 연결되거나 서로 연결되지 않을 수도 있다.
- [0111] 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020) 각각은 공진 회로 구성을 위하여 커패시터(1011,1021)에 연결될 수 있다. 제 1 코일(1010) 및 커패시터(1011)는, 예를 들어 f_0 의 공진 주파수를 가지도록 설계될 수 있다. 아울러, 제 2 코일(1020) 및 커패시터(1021)는, 예를 들어 f_0 의 공진 주파수를 가지도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)의 리액턴스는 동일할 수 있으며, 이에 따라 양 코일 각각에 대응하는 공진 주파수가 동일할 수도 있다. 다만, 이는 단순히 예시적인 것으로 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)의 리액턴스는 상이할 수도 있다.
- [0112] 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)에는 서로 반대 방향의 전류가 인가될 수 있으며, 이에 따라 전체 공진 주파수는, 예를 들어 수학식 1과 같은 오드 모드의 주파수를 가질 수 있다. 제 1 코일(1010), 제 2 코일(1020)의 리액턴스 및 공유 커패시터(1030)의 커패시턴스는, 오드 모드에서의 주파수가 유도 방식 또는 공진 방식에서 정의된 주파수를 가지도록 설계될 수 있다.
- [0113] 한편, 무선 전력 송신기는 구동부(미도시)로부터 급전을 위한 추가 코일(1060) 및 추가 커패시터(1070)를 포함할 수 있다. 구동부는 추가 코일(1060) 및 추가 커패시터(1070)에 전류를 인가할 수 있다. 추가 코일(1060)은

인가된 전류에 기초하여 자기장을 발생시킬 수 있다. 추가 코일(1060)에 의하여 발생된 자기장에 의하여 제 1 코일(1010)에는 유도 자기장 및 유도 기전류가 형성될 수 있다.

- [0114] 제 1 코일(1010)이 제 2 코일(1020)에 병렬로 연결된 경우에는, 제 1 코일(1010)에 형성된 전류가 제 2 코일(1020)로 인가될 수 있다. 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)이 서로 연결되지 않은 경우에는, 제 1 코일(1010)에 의하여 유도된 자기장에 의하여 제 2 코일(1020)에도 유도 자기장 및 유도 기전류가 흐를 수 있다. 제 1 코일(1010)에 제 1 방향으로 전류가 인가된다면, 제 2 코일(1020)에는 제 1 방향과 반대 방향인 제 2 방향으로의 유도 기전류가 흐를 수 있다. 이에 따라, 제 1 코일(1010) 및 제 2 코일(1020)에 대하여 오드 모드의 주파수가 형성될 수 있다.
- [0115] 도 11은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 개념도를 도시한다.
- [0116] 도 11에 도시된 바와 같이, 전력 송신부는 제 1 서브 루프(1110) 및 제 2 서브 루프(1120)를 포함하는 루프를 포함할 수 있다. 여기에서, 제 1 서브 루프(1110)는 실질적으로 원형 형태를 가지지만, 닫힌(close) 루프는 아닐 수 있다. 제 2 서브 루프(1120) 또한 실질적으로 원형 형태를 가지지만, 닫힌 루프는 아닐 수 있다. 제 1 서브 루프(1110)는 제 2 서브 루프(1120)에 연결될 수 있다. 더욱 상세하게, 제 1 서브 루프(1110) 및 제 2 서브 루프(1120) 사이에는 연결 도선(1131, 1132)이 배치될 수 있다. 연결 도선(1131, 1132)은 서브 루프(1110, 1120)의 루프를 이루는 면에 수직한 방향으로 배치될 수 있다.
- [0117] 구동부(미도시)는 제 1 서브 루프(1110)에 제 1 방향의 전류(I1)를 인가할 수 있다. 전류(I1)은 연결 도선(1131)을 따라 인가되어, 제 2 서브 루프(1120)로 인가될 수 있다. 제 2 서브 루프(1120)에서는 제 1 방향과 반대 방향인 제 2 방향으로 전류(I1)가 인가될 수 있다. 이에 따라, 제 1 서브 루프(1110) 및 제 2 서브 루프(1120)는 서로 오드 모드를 형성할 수 있다.
- [0118] 제 1 서브 루프(1110) 및 제 2 서브 루프(1120)에는 커패시터(1111)가 연결될 수 있다. 이에 따라, 제 1 서브 루프(1110) 및 커패시터(1111)는 공진 회로를 형성하며, 제 2 서브 루프(1120) 및 커패시터(1111)는 공진 회로를 형성할 수 있다. 여기에서, 제 1 서브 루프(1110)에 대응하는 공진 회로 및 제 2 서브 루프(1120)에 대응하는 공진 회로 각각의 공진 주파수는 f_0 일 수 있다. 다양한 실시예에서, 공진 주파수는 서로 상이할 수도 있다. 이에 따라, 루프 전체의 공진 주파수는, 예를 들어 수학적 1과 같은 오드 모드의 공진 주파수를 가질 수 있다.
- [0119] 도 11의 실시예에서 전력 송신부는 유도 방식 또는 공진 방식에 따라 무선 전력을 송신할 수 있으며, 오드 모드의 공진 주파수가 100 내지 200 kHz 또는 6.78 Mhz가 되도록 서브 루프(1110, 1120)의 리액턴스 및 커패시터(1111)의 커패시턴스가 설계될 수 있다.
- [0120] 이에 따라, 연결 도선(1131, 1132) 사이의 영역을 제외한, 서브 루프(1110, 1120) 사이의 영역에서 방사형으로 자기장이 발생될 수 있다. 무선 전력 수신기는 코일(1140) 및 커패시터(1141)를 포함한 전력 수신부를 포함할 수 있다. 무선 전력 수신기는 연결 도선(1131, 1132) 사이의 영역을 제외한 나머지 영역에 배치된 경우에 무선으로 전력을 수신할 수 있다.
- [0121] 도 12a 및 12b는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 성능 실험을 설명하는 개념도 및 그래프를 도시한다.
- [0122] 도 12a는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 평면도를 도시한다. 도 12a에 도시된 바와 같이, 전력 송신부는 D1의 지름을 가지는 제 1 코일(1210)을 포함할 수 있다. 아울러, 도시되지는 않았지만, 제 1 코일(1210)의 하부에는 제 2 코일(1220)이 배치될 수 있다. 도 12a에서는 무선 전력 수신기(1220)가 제 1 코일(1210)을 기준으로 제 1 각도에 배치될 수 있다. 아울러, 전력 송신부를 중심으로 무선 전력 수신기(1220)의 배치 위치를 회전시키면서, 각각의 위치에 대한 충전 효율이 도 12b에 도시된다.
- [0123] 도 12b의 삼각형의 형태의 데이터는 오드 모드에서의 각도별 충전 효율을 나타낸다. 사각형 형태의 데이터는 이븐 모드에서의 각도별 충전 효율을 나타낸다. 마름모 형태의 데이터는 도 11과 같은 두 개의 평행한 서브 루프를 포함하는 루프를 무선 전력 송신기에서의 각도별 충전 효율을 나타낸다.
- [0124] 도 12b에 도시된 바와 같이, 오드 모드에서는 무선 전력 수신기의 배치 각도에 관계없이 상대적으로 높은 충전 효율을 가질 수 있다. 아울러, 이븐 모드에서는 상대적으로 낮은 충전 효율을 가질 수 있다. 한편, 도 11의 실시예에 따른 무선 전력 송신기에 대하여서는, 특정 각도, 즉 연결 도선에 대응하는 위치를 제외하고는, 나머지 배치 각도에서는 상대적으로 높은 충전 효율을 가지는 것을 확인할 수 있다. 상술한 바에 따라서, 본 발명의 다양한 실시예에 따라서, 무선 전력 수신기의 배치 위치의 제약이 감소되는 것을 확인할 수 있다.

- [0125] 도 13은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 개념도를 도시한다.
- [0126] 도 13에 도시된 바와 같이, 전력 송신부는 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320)을 포함할 수 있다. 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320)은 서로 평행하게 배치될 수 있다. 제 1 코일(1310)에는 제 1 방향의 제 1 전류(I1)가 인가될 수 있으며, 제 2 코일(1320)에는 제 2 방향의 제 2 전류(I2)가 인가될 수 있다. 제 1 방향 및 제 2 방향은 서로 반대 방향일 수 있으며, 이에 따라 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320)과 추가 커패시터에 의하여 형성되는 공진 회로는 오드 모드일 수 있다.
- [0127] 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320) 각각은 복수 회 권선될 수 있으며, 다른 실시예에서는 나선(helical) 형태로 구현될 수도 있다. 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320)에는 임피던스 매칭을 위한 매칭부(1330)가 더 연결될 수도 있다.
- [0128] 도 14는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부의 개념도를 도시한다.
- [0129] 도 14에 도시된 바와 같이, 전력 송신부는 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320)을 포함할 수 있다. 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320)은 서로 평행하게 배치될 수 있다. 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320) 각각의 내측에는 차폐재(ferrite)(1410)가 배치될 수 있다. 아울러, 차폐재(1410)의 내측에는 매칭부(1330)가 배치될 수 있다. 차폐재(1410)에 의하여 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320)로부터 발생하는 자기장이 매칭부(1330) 등의 다른 소자에 미치는 영향이 최소화될 수 있다.
- [0130] 도 15는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전력 송신부 및 전력 수신부 사이의 관계를 도시하는 개념도이다.
- [0131] 도 15에 도시된 바와 같이, 무선 전력 수신기는 전력 수신부(1510), 매칭부(1520) 및 로드부(1530)를 포함할 수 있다. 전력 수신부(1510)는 각 변의 길이가 x 및 y 인 사각형 형태의 코일을 포함할 수 있다. 전력 수신부(1510)는 코일 이외에 커패시터 등의 다른 소자를 더 포함할 수도 있다. 제 1 코일(1310)에는 임피던스 매칭을 위한 매칭부(1330)가 연결될 수 있으며, 제 2 코일(1320)에는 임피던스 매칭을 위한 매칭부(1340)가 연결될 수 있다.
- [0132] 전력 송신부는 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320)을 포함할 수 있다. 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320)은 서로 평행하게 배치될 수 있다. 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320)은 서로 h 만큼 이격될 수 있다. 코일(1310,1320) 각각은 d 의 지름을 가질 수 있다.
- [0133] 한편, 전술하여 설명한 바와 같이, 제 1 코일(1310) 및 제 2 코일(1320) 사이의 거리 h 가 무선 전력 수신기의 코일의 한 변의 길이 y 와 유사할 수록 충전 효율이 높을 수 있다. 아울러, 코일(1310,1320)의 지름 d 가 무선 전력 수신기의 코일의 한 변의 길이 x 와 유사할 수록 충전 효율이 높을 수 있다. 예를 들어, 지름 d 는 x 의 1/3 내지 3배의 길이 내에서 제작될 수 있으며, 코일 사이 거리 h 는 y 의 1/3 내지 3배의 길이 내에서 제작될 수 있다.
- [0134] 한편, 무선 전력 수신기의 카테고리에 따라 전력 수신부(1510)의 코일의 양 변의 길이가 상이할 수 있다. 무선 전력 송신기는, 무선 전력 수신기로부터 수신된 카테고리 정보에 근거하여 코일(1310,1320) 사이의 거리 h 를 조정할 수 있다. 무선 전력 송신기는, 카테고리 별 코일의 길이(y) 정보를 이용하여, 코일(1310,1320) 사이의 거리 h 를 전력 수신부(1510)의 코일의 길이(y)에 대응하도록 조정할 수 있다.
- [0135] 본 발명의 다양한 실시예에서, 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 무선 전력 송신기는, 전력을 제공하는 구동부; 및 상기 구동부로부터 수신한 전력에 기초하여, 상기 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 전력 송신부를 포함하고, 상기 전력 송신부는, 적어도 하나의 커패시터; 상기 적어도 하나의 커패시터에 연결되는 제 1 코일; 및 상기 적어도 하나의 커패시터에 연결되며, 상기 제 1 코일에 평행하게 배치된 제 2 코일을 포함할 수 있다.
- [0136] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 코일에는 상기 구동부로부터의 제 1 방향으로 제 1 전류가 인가되며, 상기 제 2 코일에는 상기 구동부로부터의 제 2 방향으로 제 2 전류가 인가될 수 있다.
- [0137] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 코일은 상기 제 1 전류에 기초하여 제 1 자기장을 발생시키며, 상기 제 2 코일은 상기 제 2 전류에 기초하여 제 2 자기장을 발생시킬 수 있다.
- [0138] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 자기장 및 상기 제 2 자기장에 의하여, 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일 사이에서 방사형의 자기장이 형성될 수 있다.
- [0139] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 방향 및 상기 제 2 방향은 서로 반대 방향이며, 상기 제 1 코일 및 상

기 제 2 코일과 상기 적어도 하나의 커패시터는 오드(odd) 모드의 공진 주파수를 가질 수 있다.

[0140] 본 발명의 다양한 실시예에서, 무선 전력 송신기는 적어도 하나의 저항을 더 포함하며, 상기 제 1 코일과 상기 적어도 하나의 커패시터 중 적어도 일부는 제 1 공진 주파수를 가지며, 상기 제 2 코일과 상기 적어도 하나의 커패시터 중 적어도 일부는 제 2 공진 주파수를 가지며, 상기 오드 모드의 공진 주파수는 하기 수학적 식에 의하여 결정되며,

$$\omega_{odd} = \text{Imaginary term of } j \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} - \frac{\Gamma_1 + \Gamma_2}{2} + j \sqrt{\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} - j \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{4}\right)^2 k^2}$$

[0141]

[0142] 상기 ω_{odd} 는 상기 오드 모드의 공진 주파수이며, 상기 ω_1 은 상기 제 1 공진 주파수에 대응하는 각주파수이며,

상기 ω_2 은 상기 제 2 공진 주파수에 대응하는 각주파수이며, 상기 Γ_1 은 $\frac{\omega_1}{2Q_1}$ 이고, 상기 Γ_2 은

$\frac{\omega_2}{2Q_2}$ 이며, 상기 Q_1 은 $\frac{\omega_1 L_1}{R}$ 이며, 상기 Q_2 는 $\frac{\omega_2 L_2}{R}$ 이며, 상기 k 는

$\frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$ 이며, 상기 L_1 은 상기 제 1 코일의 리액턴스이며, 상기 L_2 는 상기 제 2 코일의 리액턴스이며, 상기 M 은 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일 사이의 상호유도계수이며, 상기 R 은 상기 적어도 하나의 저항의 저항값일 수 있다.

[0143] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 L_1 , 상기 L_2 및 상기 M 은 상기 오드 모드의 공진 주파수가 유도 방식에서 정의된 주파수 또는 공진 방식에서 정의된 주파수일 수 있다.

[0144] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일은 직렬 또는 병렬로 연결될 수 있다.

[0145] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일은 유선으로 연결되지 않을 수 있다. 이 경우, 상기 제 1 코일이 상기 구동부로부터 전력을 수신하여 발생시킨 자기장에 의하여, 상기 제 2 코일이 유도 자기장 및 유도 기전류를 발생시킬 수 있다.

[0146] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 코일 및 상기 적어도 하나의 커패시터 중 제 1 커패시터는 공진 회로를 형성하며, 상기 제 2 코일 및 상기 적어도 하나의 커패시터 중 제 2 커패시터는 공진 회로를 형성할 수 있다.

[0147] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 코일 및 상기 적어도 하나의 커패시터는 공진 회로를 형성하며, 상기 제 2 코일 및 상기 적어도 하나의 커패시터는 공진 회로를 형성할 수 있다.

[0148] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 무선 전력 송신부는, 유도 방식 또는 공진 방식에 근거하여 상기 전력을 무선으로 송신할 수 있다.

[0149] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일은 단수 회 또는 복수 회 권선될 수 있다.

[0150] 본 발명의 다양한 실시예에서, 무선 전력 송신기는 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일의 내측에 배치되는 차폐재를 더 포함할 수 있다.

[0151] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일의 크기 및 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일 사이의 거리 중 적어도 하나는 상기 무선 전력 수신기의 코일의 크기에 대응하여 결정될 수 있다.

[0152] 본 발명의 다양한 실시예에서, 무선 전력 송신기는 상기 무선 전력 수신기로부터, 상기 무선 전력 수신기의 카테고리 정보를 수신하는 통신부; 및 상기 카테고리 정보로부터 획득된 상기 무선 전력 수신기의 코일의 크기에 대응하여, 상기 제 1 코일 및 상기 제 2 코일 사이의 거리를 조정하는 모터를 더 포함할 수 있다.

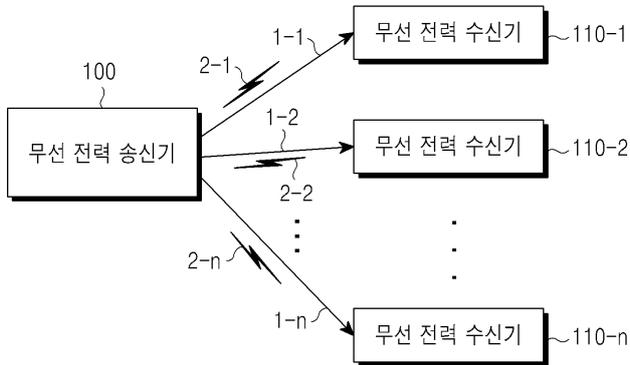
[0153] 본 발명의 다양한 실시예에서, 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 무선 전력 송신기는, 전력을 제공

하는 구동부; 및 상기 구동부로부터 수신한 전력에 기초하여, 상기 무선 전력 수신기로 전력을 무선으로 송신하는 전력 송신부를 포함하고, 상기 전력 송신부는, 적어도 하나의 커패시터; 상기 적어도 하나의 커패시터에 연결되고, 제 1 서브 코일, 상기 제 1 서브 코일에 평행한 제 2 서브 코일 및 상기 제 1 서브 코일 및 상기 제 2 서브 코일을 연결하는 연결 도선을 포함하는 코일을 포함할 수 있다.

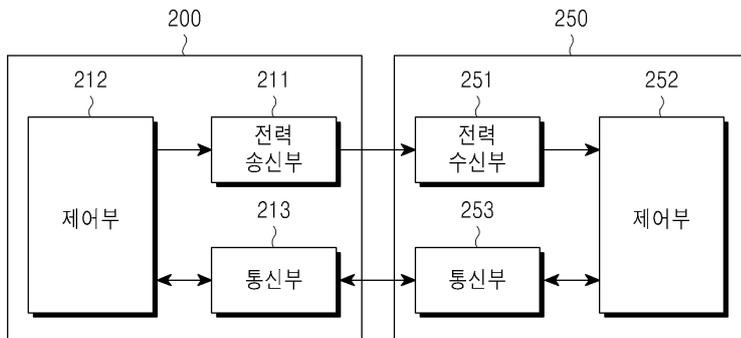
- [0154] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 구동부는 상기 코일에 전류를 인가하며, 상기 코일은 상기 제 1 서브 코일에 제 1 방향으로 전류가 인가되며, 상기 제 2 서브 코일에 상기 제 1 방향과 반대 방향인 제 2 방향으로 전류가 인가되도록, 상기 제 1 서브 코일과 상기 제 2 서브 코일을 연결할 수 있다.
- [0155] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 서브 1 코일은 상기 제 1 방향의 전류에 기초하여 제 1 자기장을 발생시키며, 상기 제 2 서브 코일은 상기 제 2 방향의 전류에 기초하여 제 2 자기장을 발생시킬 수 있다.
- [0156] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 자기장 및 상기 제 2 자기장에 의하여, 상기 제 1 서브 코일 및 상기 제 2 서브 코일 사이에서 방사형의 자기장이 형성될 수 있다.
- [0157] 본 발명의 다양한 실시예에서, 상기 제 1 서브 코일 및 상기 제 2 서브 코일과 상기 적어도 하나의 커패시터는 오드(odd) 모드의 공진 주파수를 가질 수 있다.
- [0158] 상기 무선 전력 송신기의 전술한 구성요소들 각각은 하나 또는 그 이상의 부품(component)으로 구성될 수 있으며, 해당 구성 요소의 명칭은 전자 장치의 종류에 따라서 달라질 수 있다. 다양한 실시예에서, 전자 장치는 전술한 구성요소 중 적어도 하나를 포함하여 구성될 수 있으며, 일부 구성요소가 생략되거나 또는 추가적인 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다. 또한, 다양한 실시예에 따른 전자 장치의 구성 요소들 중 일부가 결합되어 하나의 개체(entity)로 구성됨으로써, 결합되기 이전의 해당 구성 요소들의 기능을 동일하게 수행할 수 있다.
- [0159] 본 문서에서 사용된 용어 “유닛”은, 예를 들면, 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어(firmware) 중 하나 또는 둘 이상의 조합을 포함하는 단위(unit)를 의미할 수 있다. “유닛”은, 예를 들면, 모듈(module), 로직(logic), 논리 블록(logical block), 부품(component), 또는 회로(circuit) 등의 용어와 바꾸어 사용(interchangeably use)될 수 있다. “유닛”은, 일체로 구성된 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. “유닛”은 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는 최소 단위 또는 그 일부가 될 수도 있다. “유닛”은 기계적으로 또는 전자적으로 구현될 수 있다. 예를 들면, “모듈”은, 알려졌거나 앞으로 개발될, 어떤 동작들을 수행하는 ASIC(application-specific integrated circuit) 칩, FPGAs(field-programmable gate arrays) 또는 프로그램 가능 논리 장치(programmable-logic device) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0160] 다양한 실시예에 따른 모듈 또는 프로그램 모듈은 전술한 구성요소들 중 적어도 하나 이상을 포함하거나, 일부가 생략되거나, 또는 추가적인 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다. 다양한 실시예에 따른 모듈, 프로그램 모듈 또는 다른 구성요소에 의해 수행되는 동작들은 순차적, 병렬적, 반복적 또는 휴리스틱(heuristic)한 방법으로 실행될 수 있다. 또한, 일부 동작은 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 다른 동작이 추가될 수 있다.
- [0161] 그리고 본 문서에 개시된 실시예는 개시된, 기술 내용의 설명 및 이해를 위해 제시된 것이며, 본 개시의 범위를 한정하는 것은 아니다. 따라서, 본 개시의 범위는, 본 개시의 기술적 사상에 근거한 모든 변경 또는 다양한 다른 실시예를 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

도면

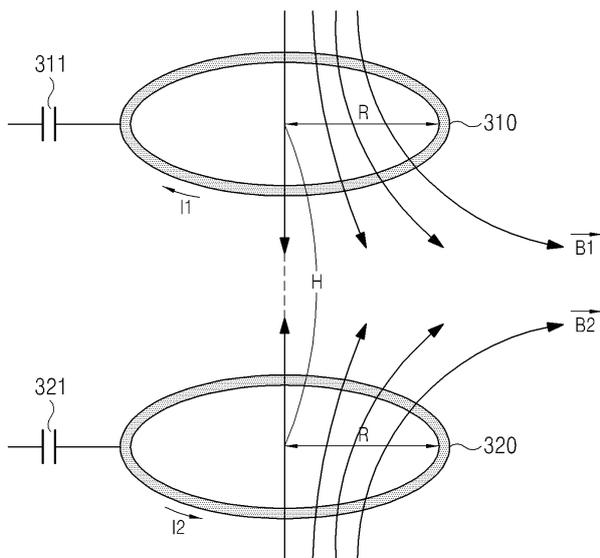
도면1



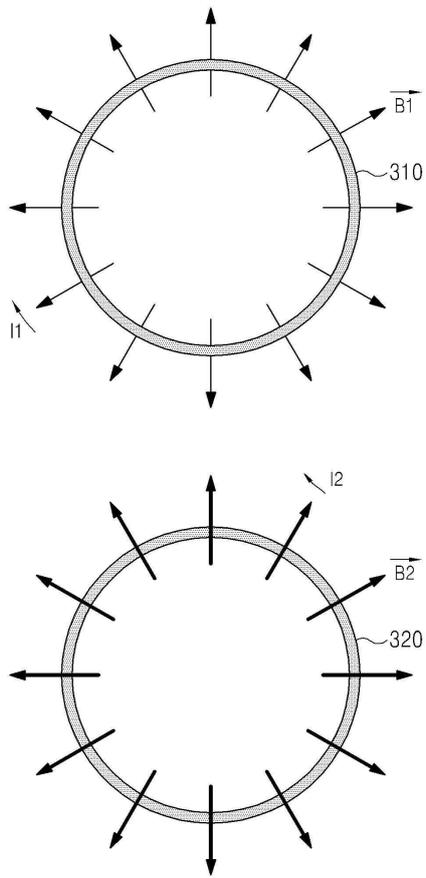
도면2



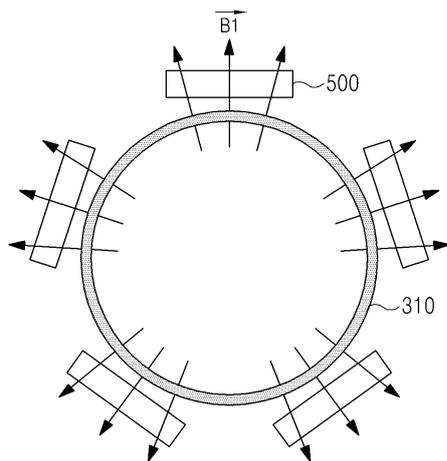
도면3



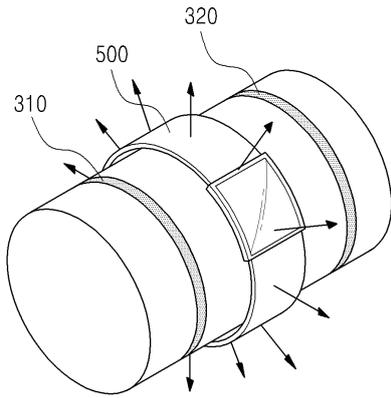
도면4



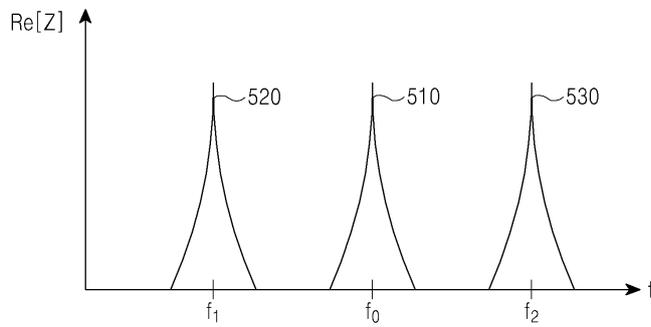
도면5a



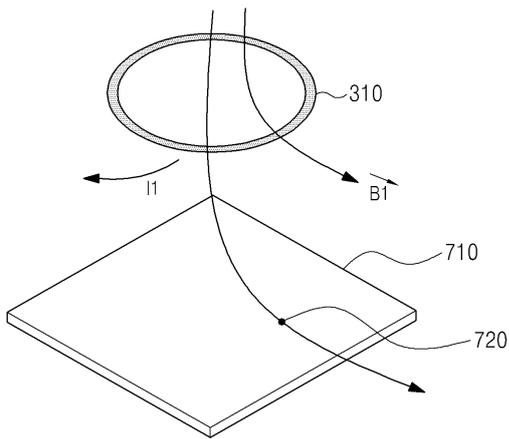
도면5b



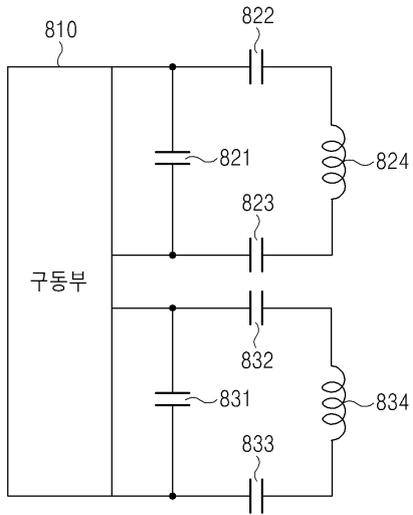
도면6



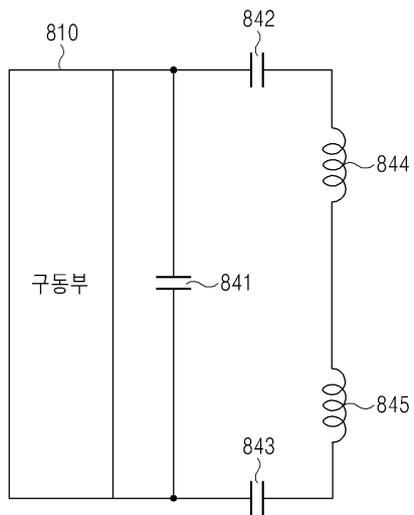
도면7



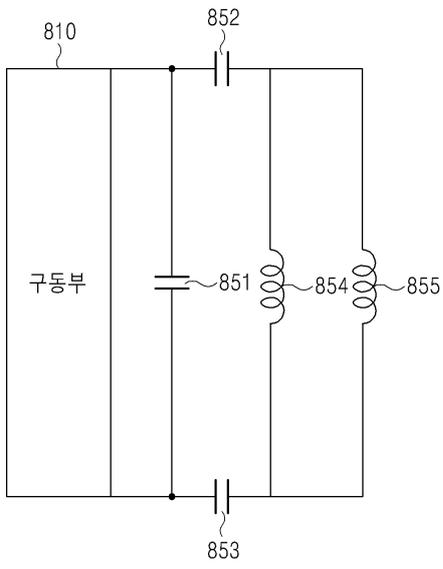
도면8a



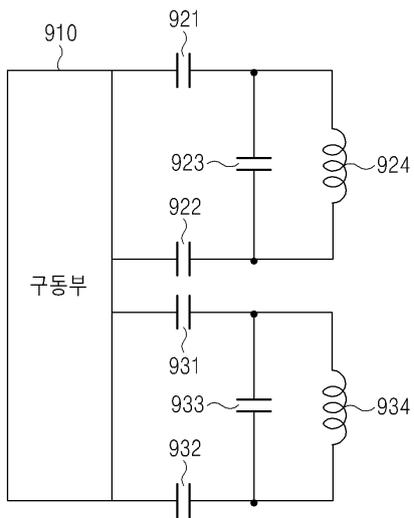
도면8b



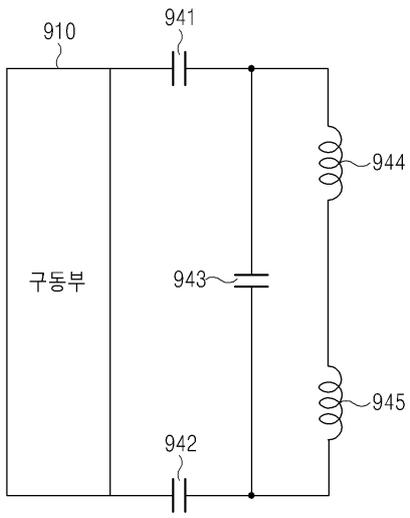
도면8c



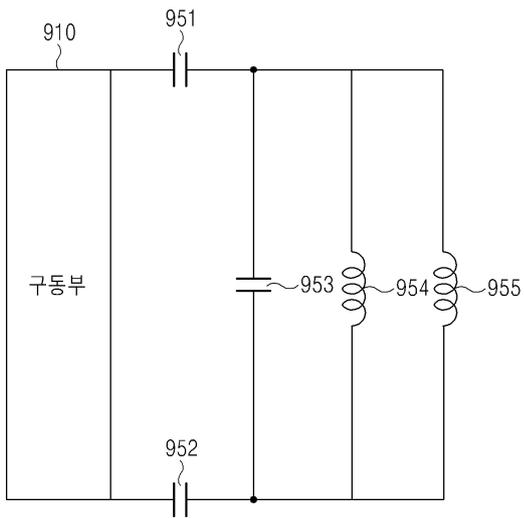
도면9a



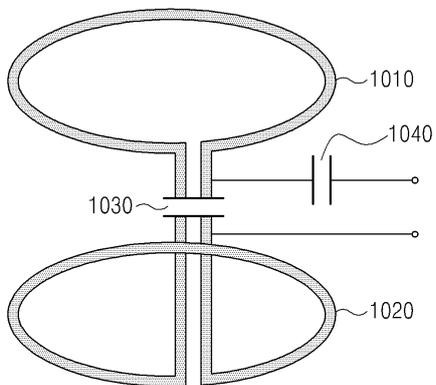
도면9b



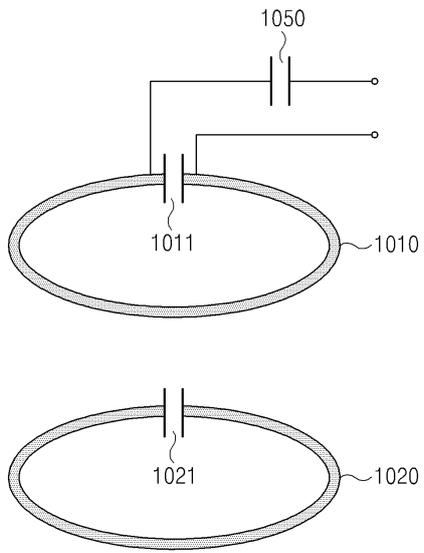
도면9c



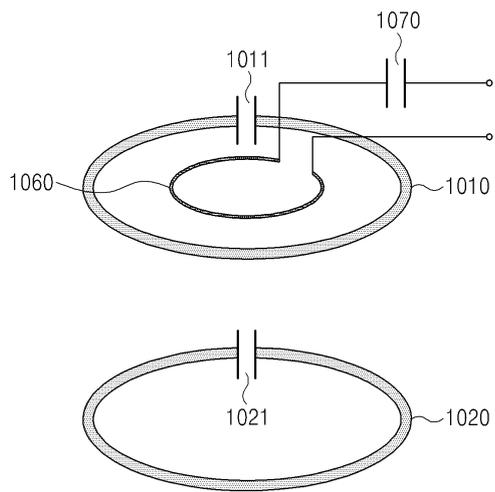
도면10a



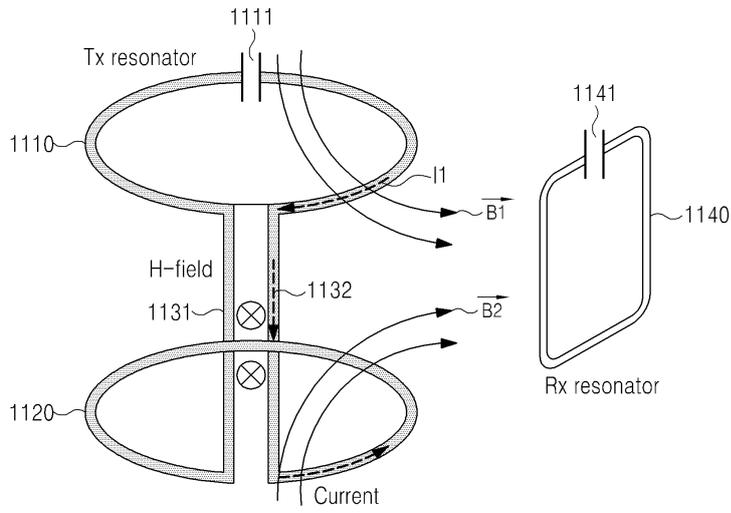
도면10b



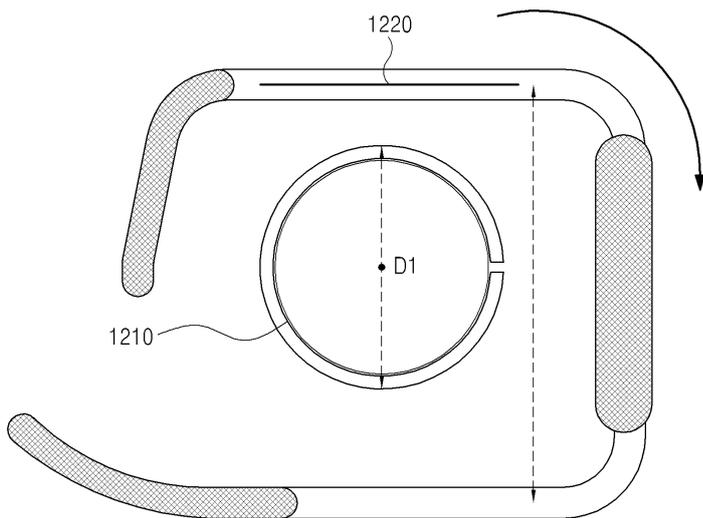
도면10c



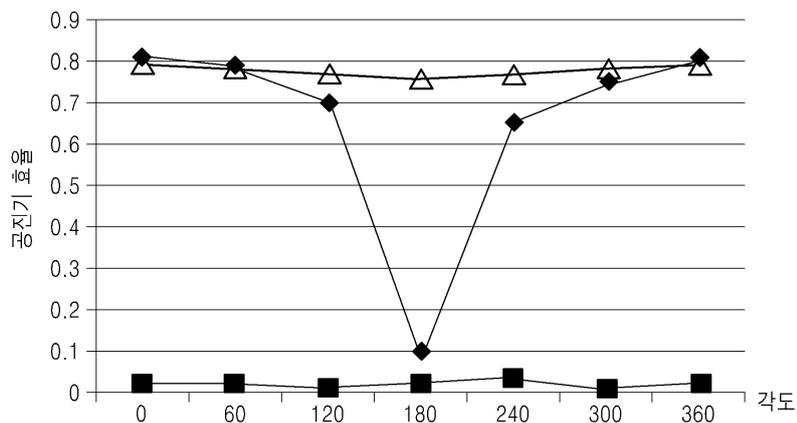
도면11



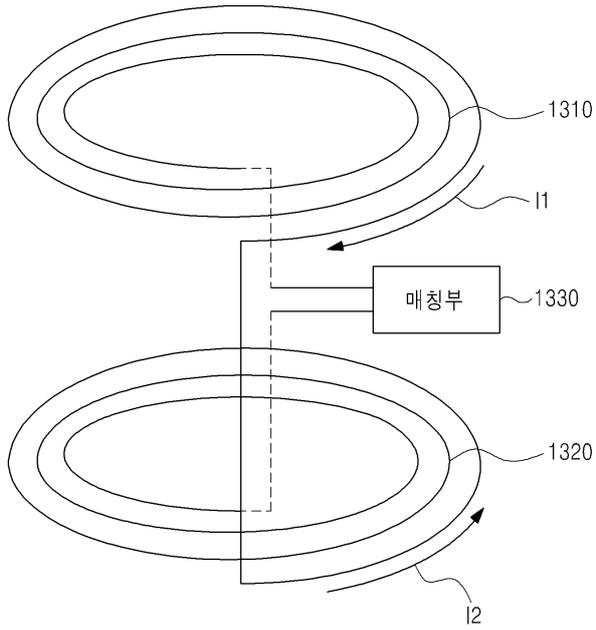
도면12a



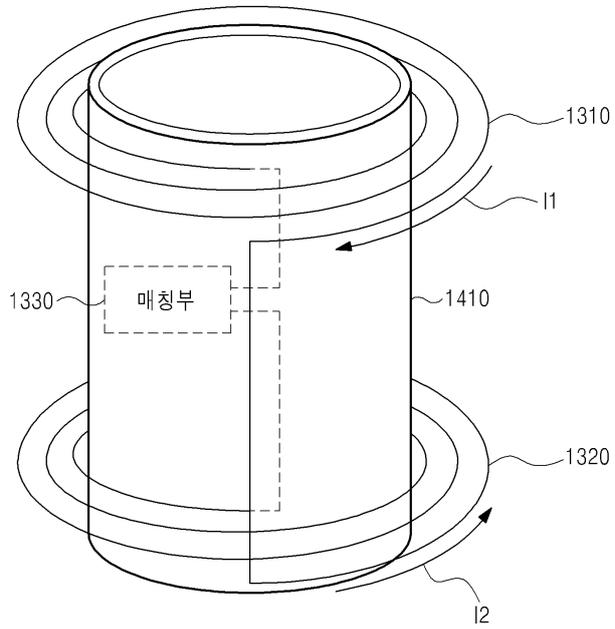
도면12b



도면13



도면14



도면15

