



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0086579
(43) 공개일자 2021년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/10 (2016.01) H01F 38/14 (2006.01)
H01Q 7/00 (2018.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/10 (2016.02)
H01F 38/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0053328(분할)
(22) 출원일자 2021년04월23일
심사청구일자 2021년04월23일
(62) 원출원 특허 10-2019-0178393
원출원일자 2019년12월30일
심사청구일자 2019년12월30일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
이왕상
경상남도 진주시 진주대로 501, 경상대학교 405동 401호(가좌동)
김세영
경상남도 진주시 진주대로 501, 경상대학교 405동 402호(가좌동)
권나래
경상남도 진주시 진주대로 501, 경상대학교 405동 402호(가좌동)
(74) 대리인
특허법인명인

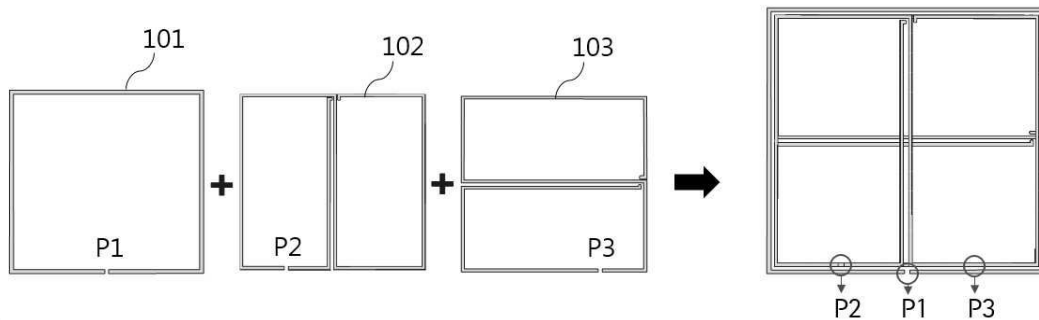
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 무선 전력 전송을 위한 안테나

(57) 요약

본 발명은 무선 전력 전송 기술에 관한 것으로서, 상세하게는 다중 2차원의 평면 코일을 이용하여 3차원의 다양한 방향으로 배치되는 모바일 기기에 대해 무선 충전이 가능한 무선 전력 전송 장치의 안테나에 관한 것이다. 이를 위해, 본 발명에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나는 기본 코일인 제1 코일과, 상기 제1 코일 내에 배치된 제2 코일과, 상기 제2 코일 상에 중첩 배치된 제3 코일을 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01Q 7/00 (2018.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711134560
과제번호	2021-0-00169
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	전파산업핵심기술개발
연구과제명	다중 무선충전을 위한 근역 자기장 성형 기술 개발 (1차년도)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국과학기술원(주관기관), 경상국립대학교, 서울시립대학교, 에타일렉트로닉스(주)
연구기간	2021.04.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

기본 코일인 제1 코일과,

상기 제1 코일 내에 배치된 제2 코일과,

상기 제2 코일 내에 배치되면서 상기 제2 코일의 일부와 중첩되는 제3 코일을 포함하는 무선 전력 전송을 위한 안테나,

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 코일은 사각형 또는 원형의 루프 안테나인 것을 특징으로 하는 무선 전력 전송을 위한 안테나.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2 코일 내에서 자기장이 좌측에서 우측으로 또는 우측에서 좌측으로 형성되도록 제 1측에 흐르는 전류를 제2 측에 반대 방향으로 전달하는 교차 영역이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 무선 전력 전송을 위한 안테나.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제3 코일 내에서 자기장이 위에서 아래로 또는 아래에서 위로 형성되도록 제1 측에 흐르는 전류를 제2 측에 반대 방향으로 전달하는 교차 영역이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 무선 전력 전송을 위한 안테나.

청구항 5

일 방향으로 자기장이 형성되는 기본코일인 제1 코일과,

상기 제1 코일 내에 배치되어 상기 일 방향에서 특정 방향을 따라 상기 일 방향과 반대 방향인 타 방향으로 자기장이 형성되도록 제1 측에 흐르는 전류를 제2 측에 반대 방향으로 전달하는 교차 영역이 형성되어 있는 제2 코일을 포함하는 무선 전력 전송을 위한 안테나.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 전력 전송 기술에 관한 것으로서, 상세하게는 다중 2차원의 평면 코일을 이용하여 3차원의 다양한 방향으로 배치되는 모바일 기기에 대해 무선 충전이 가능한 무선 전력 전송 장치의 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 실생활에 사용 중인 자기 유도 방식의 무선 전력 전송 방식은 대 전력의 신호가 전송될 수 있으나, 1:1 전력 전송이며 짧은 전송 거리를 가지고 있다.

[0003] 자기 공진 방식의 경우, 현대에 사용중인 대부분의 전자기기에 적용할 수 있고 1:N의 다중 전력 전송이 가능하며 수 m의 전송 거리를 가지고 있으나, 다양해지는 수신 기기의 특성상 3차원 공간에서의 무선 전력 전송이 필요하다.

[0004] 일반적인 자기 유도 방식의 경우, 모바일 기기는 2차원의 송신 코일이 있는 충전 패드 위에 평행하게 올려 놓아야 무선 전력 전송이 가능하다.

[0005] 한편, 3차원의 무선 전력 전송을 위하여 컵 형태의 무선 충전 기술들이 개발 되고 있지만, 이는 다수의 충전이 불가능하기 때문에 다중 전력 전송이라는 장점이 사라지게 되는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본공개특허 제2018-186699호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 본 발명의 목적은 2차원의 평면에서 무선충전을 위한 송신 코일을 구현하여 3차원의 다양한 방향으로 배치되는 모바일 기기에 대한 무선 전력 전송이 가능한 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이를 위해, 본 발명에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나는 기본 코일인 제1 코일과, 상기 제1 코일 내에 배치된 제2 코일과, 상기 제2 코일 상에 중첩 배치된 제3 코일을 포함한다.

[0009] 본 발명에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나는 일방향으로 자기장이 형성되는 기본 코일인 제1 코일과, 상기 제1 코일 내에 배치되어 상기 일방향에서 제1 방향을 따라 타방향으로 자기장이 형성되는 제2 코일과, 상기 제1 코일 내에 상기 제2 코일과 함께 배치되어 상기 일방향에서 상기 제1 방향과 다른 제2 방향을 따라 상기 타방향으로 자기장이 형성되는 제3 코일을 포함한다.

[0010] 또한, 본 발명에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나는 일 방향으로 자기장이 형성되는 기본코일인 제1 코일과, 상기 제1 코일과 함께 배치되어 상기 일 방향에서 특정 방향을 따라 상기 일 방향과 반대 방향인 타 방향으로 자기장이 형성되는 제2 코일을 포함한다.

발명의 효과

[0011] 상술한 바와 같이, 본 발명은 2차원 평면 구조의 다중 코일을 조합하여 2차원 평면 관에서 모바일 기기가 평행하게 놓여 있는 경우뿐만 아니라 3차원의 다양한 방향으로 놓여 있더라도 모바일 기기의 수신 코일에 높은 효율로 무선 전력 전송을 할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명에 따른 무선 전력 전송 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나의 구조를 나타낸 도면.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나를 구성하는 각 송신 코일에서 전류 및 자기장의 분포를 나타낸 도면.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 제2 코일 내에서 전류 및 자기장의 분포를 나타낸 도면.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 제3 코일 내에서 전류 및 자기장의 분포를 나타낸 도면.

도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 안테나의 구조를 나타낸 도면.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 안테나를 구성하는 각 송신 코일에서 전류 및 자기장의 분포를 나타낸 도면.

도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 안테나의 구조를 나타낸 도면.

도 9는 본 발명의 제4 실시예에 따른 안테나 구조를 나타낸 도면.

도 10은 본 발명의 제5 실시예에 따른 안테나 구조를 나타낸 도면.

도 11은 본 발명에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나로 구성된 무선 충전 판에 모바일 기기가 놓여 있는 모습을 나타낸 도면.

도 12 내지 도 14는 본 발명에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나에 대한 모의 해석 및 측정 결과를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0014] 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0015] 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0016] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0017] 또한, 명세서에 기재된 ".....부", "..... 모듈" 의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0018] 이하, 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나의 구조에 대하여 상세히 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 무선 전력 전송 장치의 개략적인 구성을 나타낸 것이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 무선 전력 전송 장치는 안테나(10), 정합회로(20), 송신부(30), 제어부(40) 등을 포함한다.
- [0022] 안테나(10)는 복수의 코일로 구성되어 있다. 본 발명에 따른 안테나(10)는 3개의 송신 코일이 조합된 구조이다. 3개의 송신 코일은 제1 코일(10-1), 제2 코일(10-2) 및 제3 코일(10-3)로 구성되어 있다.
- [0023] 여기서 제1 코일(10-1)은 기본 코일이고, 제2 코일(10-2) 및 제3 코일(10-3)은 기본 코일과 조합되는 추가 코일이다. 각 코일은 사각형이나 원형의 루프 안테나로 구성될 수 있다.
- [0024] 정합회로(20)는 각 코일에 배치되어 송신부(30)의 임피던스를 각 코일과 정합시킨다. 즉, 송신부(30)의 임피던스가 제1 정합회로(20-1)에 의해 제1 코일(10-1)과 정합되고, 마찬가지로 제2 정합회로(20-2)에 의해 제2 코일(10-2)과 정합되고, 제3 정합회로(20-3)에 의해 제3 코일(10-3)과 정합된다.
- [0025] 송신부(30)는 각 코일에 대해 송신 전력을 인가하고 위상 제어를 수행하며, 이를 위해 제어부(40)는 송신 전력 및 위상을 조절하면서 송신부(30)의 동작을 제어한다.
- [0027] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 안테나의 구조를 나타낸 것이다.
- [0028] 도 2를 참조하면, 제1 실시예에 따른 안테나는 제1 코일(기본 코일)로서 사각형 코일(101), 제2 코일로서 누운 8자형 코일(102), 제3 코일로서 8자형 코일(103)이 조합된 구조이다.
- [0029] 누운 8자형 코일(102) 및 8자형 코일(103)에는 제1 측에서 흐르는 전류를 제2 측에서 반대 방향으로 전달하는 교차 영역(C)(도 4 및 도 5 참조)이 제1 코일(101)에 대해 수직 또는 수평으로 형성되어 있다.
- [0030] 누운 8자형 코일(102) 또는 8자형 코일(103)이 중첩되지 않고 사각형 코일(101)의 내부에 배치될 수 있게 사각형 코일(101)의 크기는 누운 8자형 코일(102) 또는 8자형 코일(103)보다 크다.
- [0031] 사각형 코일(102)의 P1, 누운 8자형 코일(102)의 P2 및 8자형 코일(103)의 P3는 각각 코일의 급전 포트이다. 급전 포트(P1, P2, P3)를 통해 전압을 인가하면 코일을 따라 전류가 흐르면서 자기장이 형성된다.
- [0032] 사각형 코일(102) 내에 8자형 코일(103)이 배치되고 8자형 코일(103) 상에 누운 8자형 코일(102)이 중첩 배치되어 하나의 무선 전력 전송을 위한 안테가 구성될 때, 사각형 코일(102)의 급전 포트(P1), 누운 8자형 코일(102)의 급전 포트(P2) 및 8자형 코일(103)의 급전 포트(P3)가 동일한 모서리에 배치되어 급전을 위한 배선을 효율

적으로 할 수 있다.

- [0033] 이러한 구조에서 각 코일의 급전 포트에 동시에 전압을 인가하는 방식이 아니라 스위치를 통해 코일마다 전압을 인가한다. 이때 전압이 인가된 코일은 루프를 형성하여 자기장을 생성하지만 나머지 코일은 개방 상태가 되어 루프를 형성하지 않고 이에 따라 주변에 간섭을 주지 않게 된다. 이 때문에 각 코일간의 격리도 특성이 향상될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 각 코일간 격리도는 -10dB 이하가된다. 결과적으로 이러한 구조를 통해 코일간의 상호 격리도를 보장하면서 동일한 면적 내 배치가 가능하게 된다.
- [0035] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나를 구성하는 각 송신 코일에서 전류 및 자기장의 분포를 나타내고, 도 4는 누운 8자형 코일에서 전류 및 자기장의 분포를 나타내고, 도 5는 8자형 코일에서 전류 및 자기장의 분포를 나타낸 것이다.
- [0036] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 누운 8자형 코일(102)의 급전 포트(P2)로 전압을 인가하면 일정한 전류가 흐르게 되지만 교차 영역(C)에서 전류를 반대 방향으로 전달하여 왼쪽과 오른쪽의 전류 방향이 반대가 되면서 자기장(M)이 왼쪽에서 오른쪽 방향으로 형성된다.
- [0037] 이처럼 누운 8자형 코일(102)에서 자기장이 왼쪽에서 오른쪽 방향으로 넘어가기 때문에 모바일 기기(100)의 수신 코일이 도 11의 (b)와 같이 무선 충전판(200)에 수직 방향으로 배치되어도 무선 전력 전송이 가능하게 된다.
- [0038] 또한, 8자형 코일(103)의 급전 포트(P3)로 전압을 인가하면 역시 일정한 전류가 흐르게 되지만 교차 영역(C)에서 전류를 반대 방향으로 전달하여 위쪽과 아래쪽의 전류 방향이 반대가 되면서 자기장(M)이 위에서 아래로 형성된다.
- [0039] 이처럼 8자형 코일(103)에서 자기장이 위에서 아래 방향으로 넘어가기 때문에 모바일 기기(200)의 수신 코일이 도 11의 (c)와 같이 무선 충전판(200)에 수직 방향으로 배치되어도 무선 전력 전송이 가능하게 된다.
- [0041] 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 안테나의 구조를 나타낸 것이다.
- [0042] 도 6을 참조하면, 제2 실시예에 따른 안테나는 제1 코일(기본 코일)로서 사각형 코일(101), 제2 코일로서 -45도 코일(104), 제3 코일로서 +45도 코일(105)이 조합된 구조이다.
- [0043] -45도 코일(104) 및 +45도 코일(105)에는 제1 측에서 흐르는 전류를 제2 측에서 반대 방향으로 전달하는 교차 영역(C)이 제1 코일(101)에 대해 경사지게 즉, 45도의 경사를 가지고 형성되어 있다.
- [0044] -45도 코일(104) 또는 +45도 코일(105)이 중첩되지 않고 사각형 코일(101)의 내부에 배치될 수 있게 사각형 코일(101)의 크기는 -45도 코일(104) 또는 +45도 코일(105)보다 크다.
- [0045] 사각형 코일(102)의 P1, -45도 코일(104)의 P2 및 8 및 +45도 코일(105)의 P3는 각각 코일의 급전 포트이다. 급전 포트(P1, P2, P3)을 통해 전압을 인가하면 코일을 따라 전류가 흐르면서 자기장이 형성된다.
- [0046] 사각형 코일(102) 내에 -45도 코일(104)이 배치되고 -45도 코일(104) 상에 +45도 코일(105)이 중첩 배치되어 하나의 무선 전력 전송을 위한 안테나가 구성될 때, 사각형 코일(102)의 급전 포트(P1), -45도 코일(104)의 급전 포트(P2) 및 +45도 코일(105)의 급전 포트(P3)가 동일한 모서리에 배치되어 급전을 위한 배선을 효율적으로 할 수 있다.
- [0048] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나를 구성하는 각 송신 코일에서 전류 및 자기장의 분포를 나타낸 것이다.
- [0049] 도 7을 참조하면, 사각형 코일(101)에서는 일방향(⊙)으로 자기장이 형성되어 있는 반면, -45도 코일(104)에서는 일방향(⊙)에서 제1 방향(좌하 → 우상)을 따라 타방향(⊗)으로 자기장이 형성되어 있으며, +45도 코일(105)에서는 일방향(⊙)에서 제2 방향(우하 → 좌상)으로 따라 타방향(⊗)으로 자기장이 형성되어 있다.
- [0050] 이처럼 -45도 코일(104)과 +45도 코일(105)에서 각각 제1 방향 및 제2 방향을 따라 자기장이 넘어가기 때문에 모바일 기기의 수신 코일이 방향을 달리하여 수직 방향으로 배치되어도 무선 전력 전송이 가능하게 된다.

- [0052] 도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 안테나의 구조를 나타내고, 도 9는 본 발명의 제4 실시예에 따른 안테나의 구조를 나타내고, 도 10은 본 발명의 제5 실시예에 따른 안테나의 구조를 나타낸 것이다.
- [0053] 도 8에 도시된 안테나는 제1 실시예의 안테나와 유사하나 기본 코일(106)이 원형으로 되어 있다는 점이 다르며 이에 따라 제2 코일(107) 및 제3 코일(108)도 원형으로 구성되어 있다.
- [0054] 도 9에 도시된 안테나는 제1 실시예의 기본 코일(101)을 사용하되 기본 코일(101) 내에 배치되는 제2 코일(109) 및 제3 코일(110)이 다르다. 즉, 제2 코일(109) 및 제3 코일(110)의 급전 포트가 코일의 중심에 형성되어 있다.
- [0055] 그리고 기본 코일(101) 내에 제2 코일(109)이 배치되어 있고 제2 코일(109) 내에 제3 코일(110)이 배치된 구조로 안테나를 구성하고 있다.
- [0056] 또한, 도 10에 도시된 안테나도 제4 실시예의 안테나와 유사하나 제2 코일(109') 및 제3 코일(110')의 양측면이 접혀져 있어서 입체적으로 구성되어 있다는 점이 다르다. 이에 따라 기본 코일(101) 내에 제2 코일(109') 및 제3 코일(110')을 배치하게 되면 안테나가 3차원 구조가 된다.
- [0057] 이와 같이 무선 충전 판에 2차원 구조의 코일을 조합하여 수신 코일의 3차원의 다양한 배치에 관계없이 무선 전력 전송이 가능하게 된다.
- [0058] 본 발명에 따른 안테나에서 기본 코일을 이용해 무선 충전판에 평행하게 놓여 있는 모바일 기기들의 수신 코일이 어디에 위치하더라도 무선 전력 전송이 가능하며, 수신 코일이 평행하지 않고 수직으로 놓여 있는 경우에는 나머지 두 코일을 이용해 무선 전력 전송이 가능하게 된다.
- [0059] 나머지 두 코일은 8자 형태의 구조를 가짐으로써 위쪽과 아래쪽 또는 왼쪽과 오른쪽의 코일이 차동의 위상을 가지게 되어서 자기장이 위쪽에서 아래쪽으로 또는 왼쪽에서 오른쪽으로 넘어가게 되어서 송신 코일과 수직으로 위치한 수신 코일에 무선 전력 전송이 가능하므로 다양한 3차원 배치의 수신 코일에 무선 충전을 할 수 있다.
- [0061] 시뮬레이션 결과
- [0062] 도 12 내지 도 14는 본 발명에 따른 무선 전력 전송을 위한 안테나에 대한 모의 해석 및 측정 결과를 나타낸 그래프이다.
- [0063] 도 12는 모바일 기기의 수신 코일이 xy 평면에 위치했을 때의 전력 전송 효율을 나타낸 것이다. 도 12를 참조하면, 종래 기본코일(단일 루프 안테나)에서는 전력 전송($S_{21} < -30\text{dB}$)이 되지 않지만, 본 발명에 따른 안테나에서는 50% 전력 전송($S_{21} \approx -3\text{dB}$)이 이루어짐을 알 수 있다.
- [0064] 또한, 도 13은 모바일 기기의 수신 코일이 xz 평면에 위치했을 때의 전력 전송 효율을 나타낸 것이다. 도 13을 참조하면, 종래 기본코일(단일 루프 안테나)에서는 전력 전송($S_{21} < -30\text{dB}$)이 되지 않지만, 본 발명에 따른 안테나에서는 50% 전력 전송($S_{21} \approx -3\text{dB}$)이 이루어짐을 알 수 있다.
- [0065] 또한, 도 14는 모바일 기기의 수신 코일이 yz 평면에 위치했을 때의 전력 전송 효율을 나타낸 것이다. 도 14를 참조하면, 종래 기본코일(단일 루프 안테나)에서는 전력 전송($S_{21} < -30\text{dB}$)이 되지 않지만, 본 발명에 따른 안테나에서는 50% 전력 전송($S_{21} \approx -3\text{dB}$)이 이루어짐을 알 수 있다.
- [0067] 이상의 설명은 본 발명을 예시적으로 설명한 것에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술적 사상에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형이 가능할 것이다.
- [0068] 따라서 본 발명의 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명을 한정하는 것이 아니다. 본 발명의 범위는 아래의 특허 청구범위에 의해 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술도 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석해야 할 것이다.

부호의 설명

- [0069] 10: 안테나 20: 정합회로
30: 송신부 40: 제어부

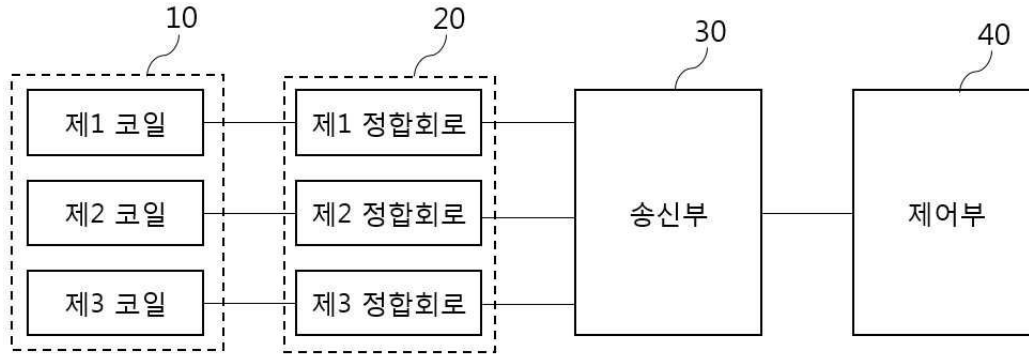
100: 모바일 기기 200: 무선 충전판

101, 106: 제1 코일(기본 코일) 102, 104, 107, 109, 109': 제2 코일

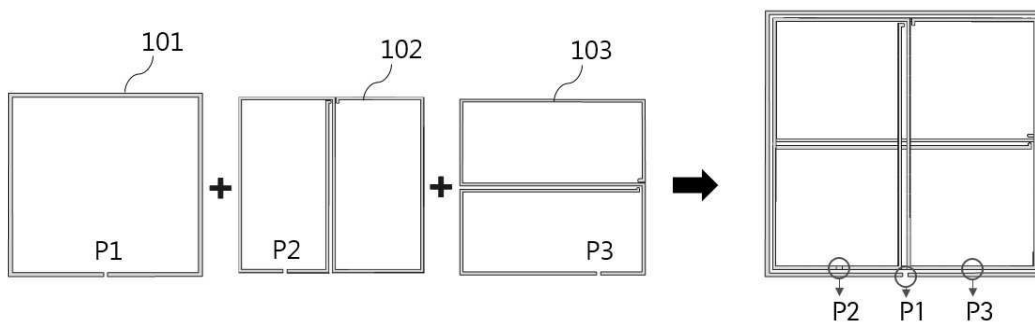
103, 105, 108, 110, 110': 제3 코일

도면

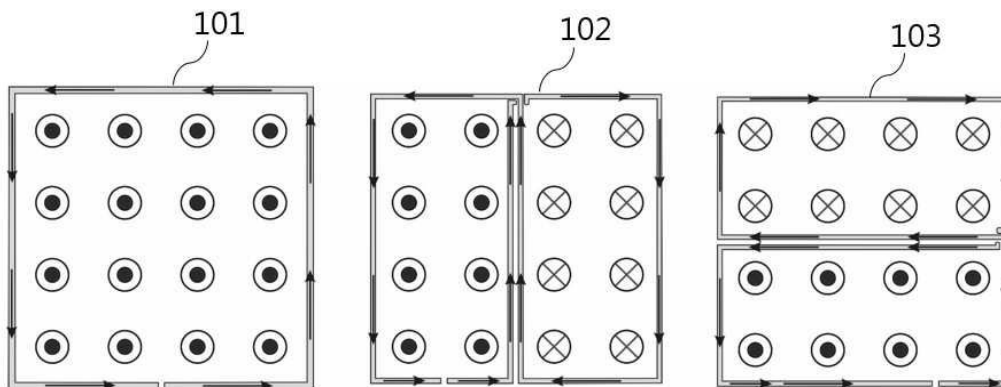
도면1



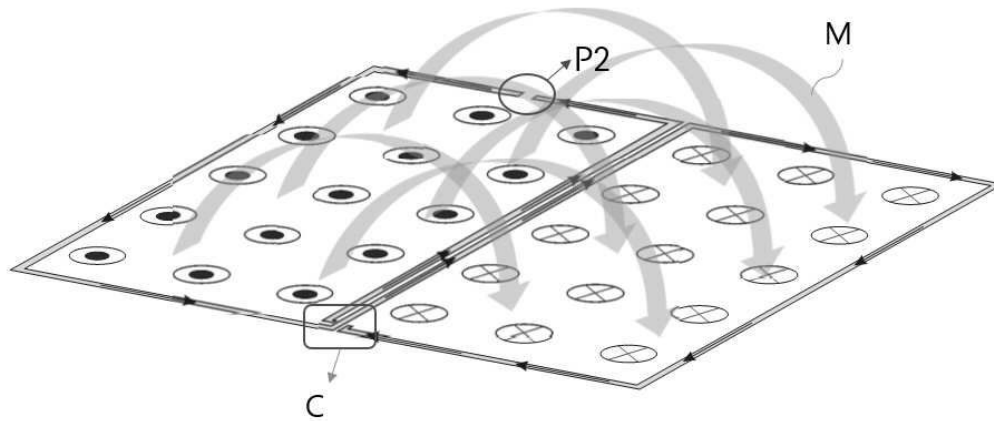
도면2



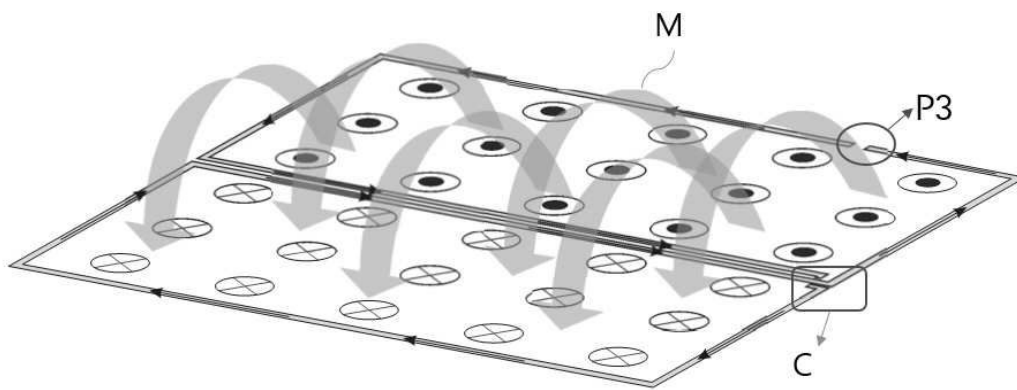
도면3



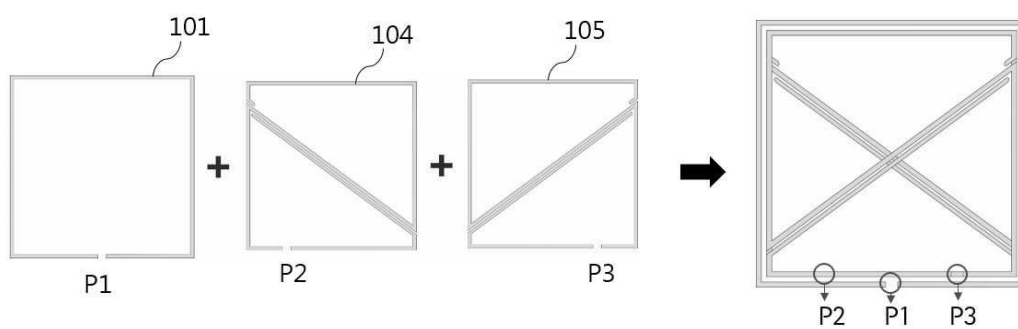
도면4



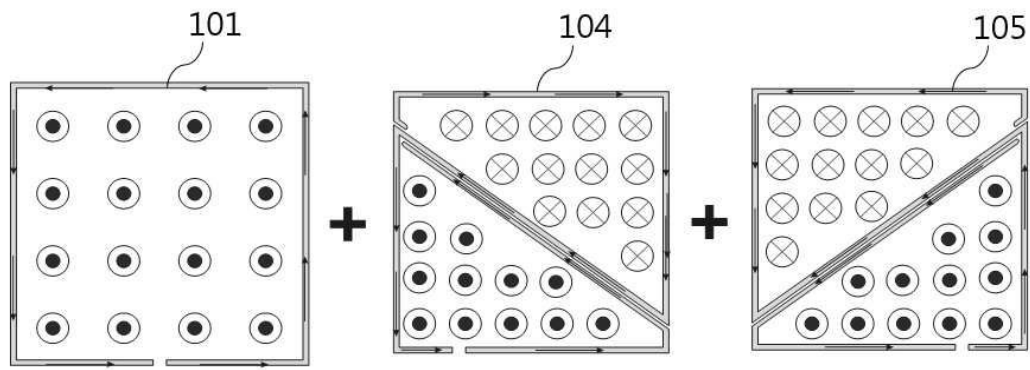
도면5



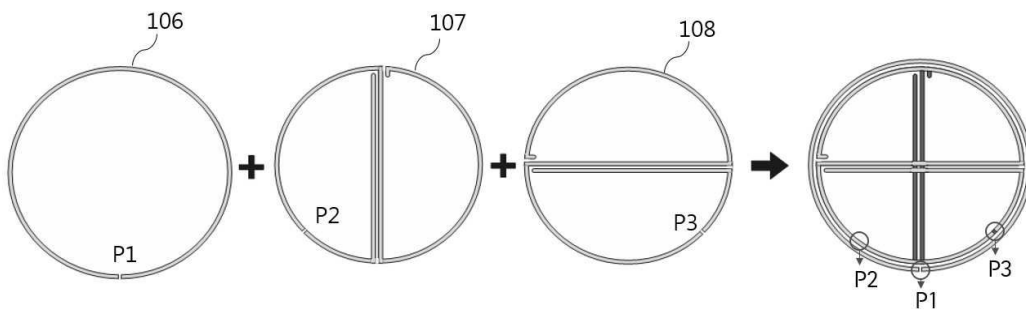
도면6



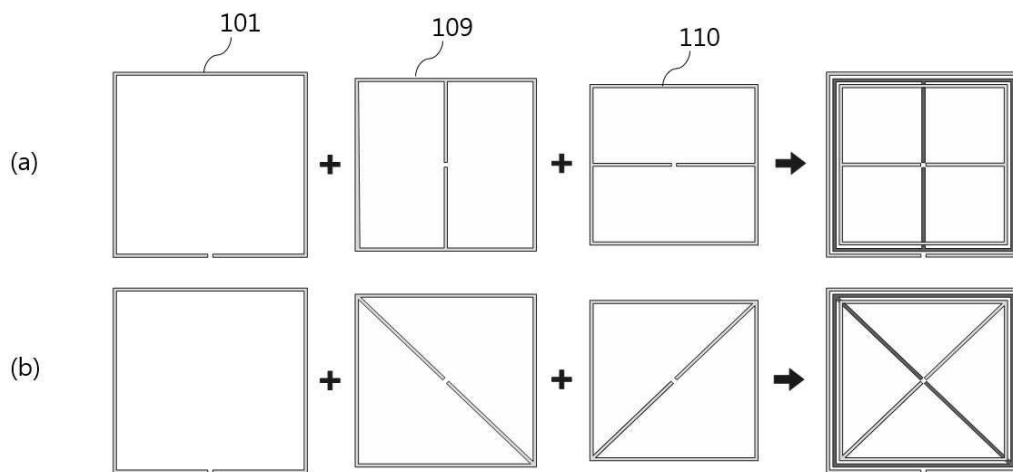
도면7



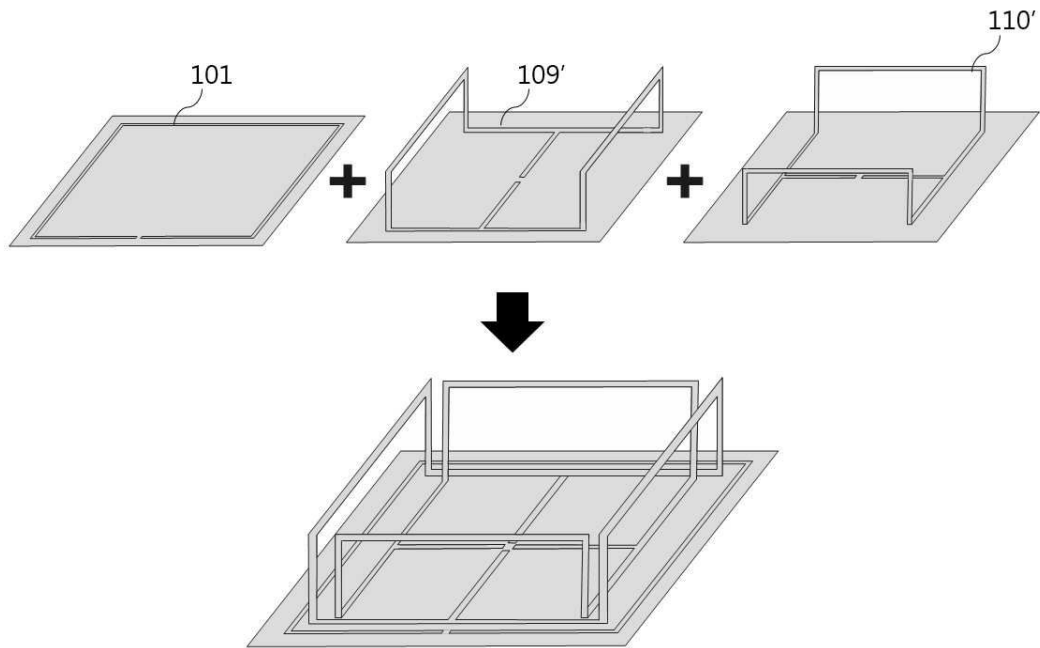
도면8



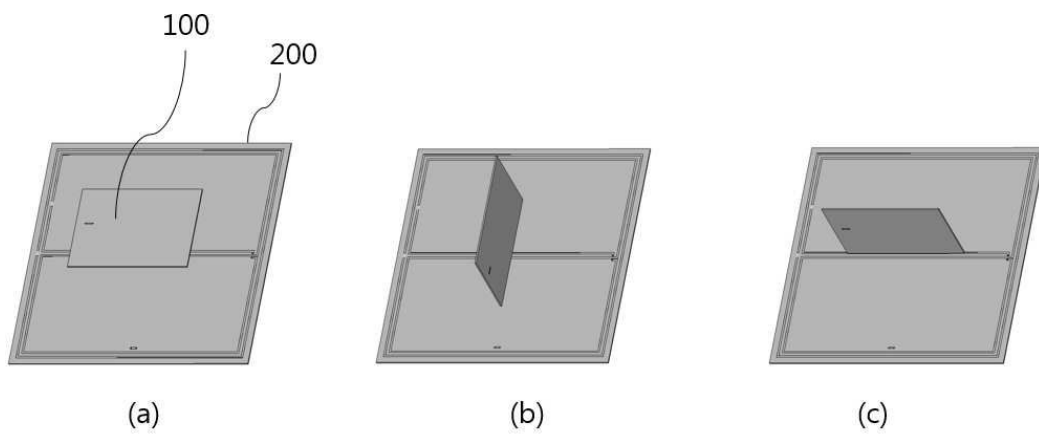
도면9



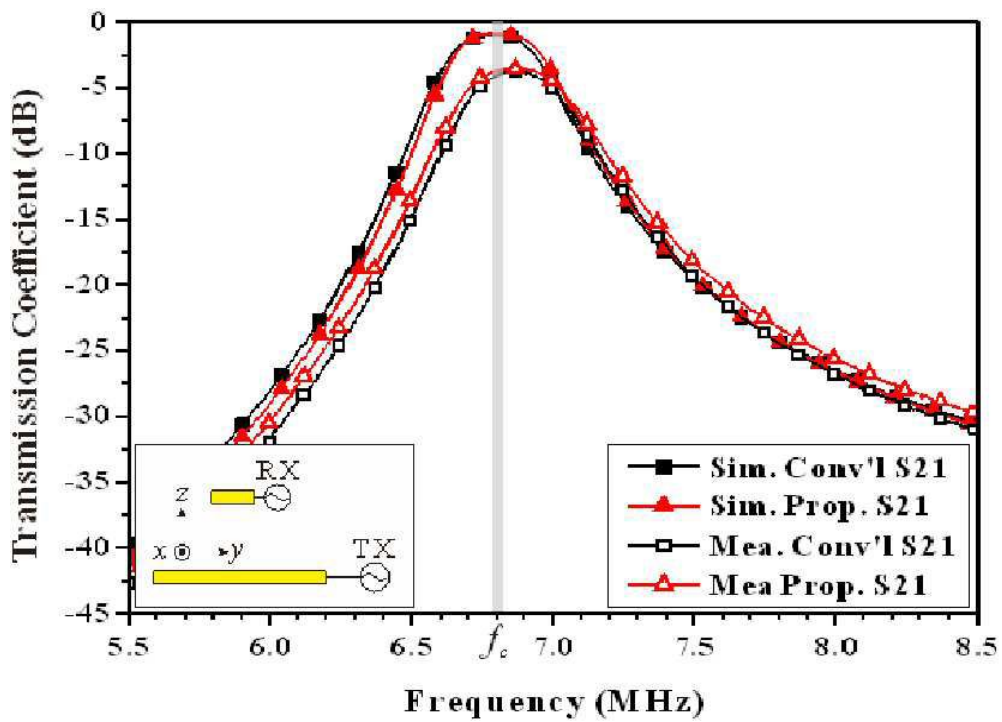
도면10



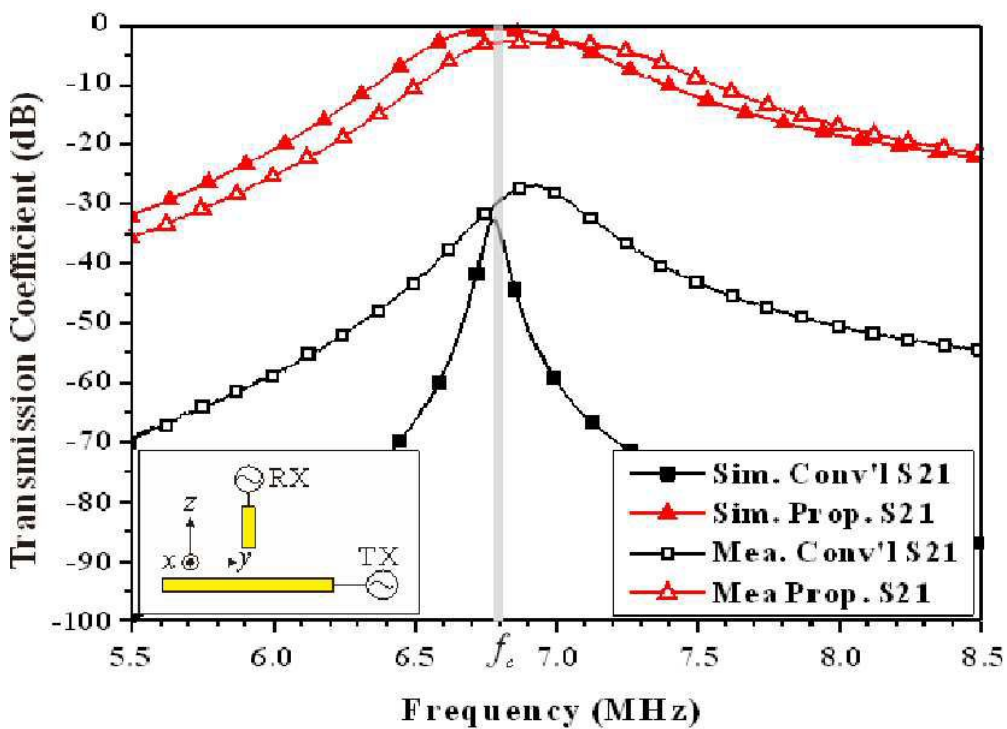
도면11



도면12



도면13



도면14

