



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0084907
(43) 공개일자 2022년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02J 50/12 (2016.01) H01F 27/34 (2006.01)
H01F 27/36 (2006.01) H01F 38/14 (2006.01)
H02J 50/70 (2016.01)

(52) CPC특허분류

H02J 50/12 (2016.02)
H01F 27/36 (2020.08)

(21) 출원번호 10-2020-0174857

(22) 출원일자 2020년12월14일

심사청구일자 2020년12월14일

(71) 출원인

한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

안승영

대전광역시 유성구 문지로 193(문지동)

이범선

경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11, 307동
1602호(보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 인덕티브 및 캐패시티브 무선 전력 전송 시스템

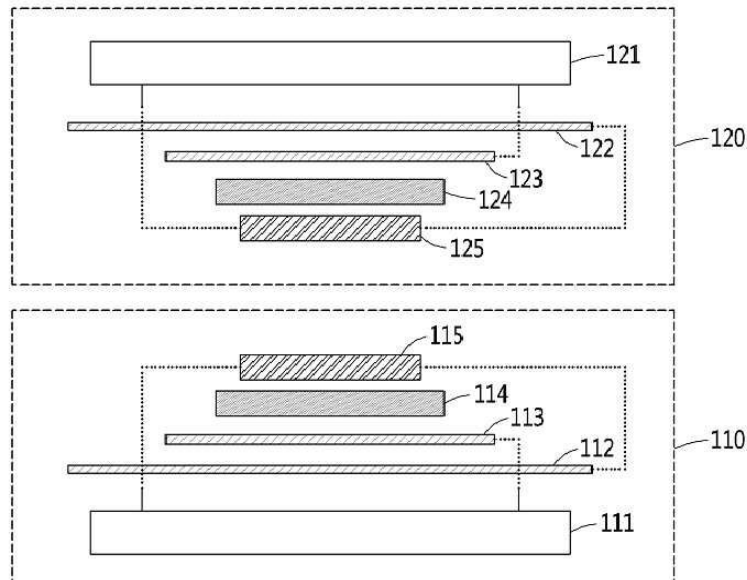
(57) 요약

본 발명은 보상회로가 없이도 부정합 조건에 강인한 인덕티브 및 캐패시티브 무선 전력 전송 시스템에 관한 것으로, 무선으로 전력을 전송하기 위해 송신 코일과 수신 코일 사이의 자기장과 금속판 사이의 전기장을 동시에 사용하는 무선 전력 전송 시스템에 기반하여 보상회로 없이 동작 주파수에서 공진하여 효율적으로 전력을 무선 전

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

100



송하는 기술에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따르면 무선 전력 전송 시스템은 전압 소스(source), 송신 코일, 송신 페라이트(ferrite)판, 제1 금속판 및 제3 금속판을 포함하는 송신부 및 전압 부하(load), 수신 코일, 수신 페라이트(ferrite)판, 제2 금속판 및 제4 금속판을 포함하는 수신부를 포함하고, 상기 송신 코일과 상기 수신 코일은 자기장을 생성하며, 상기 제1 금속판 내지 상기 제4 금속판은 전기장을 생성하고, 상기 송신 코일은 상기 전압 소스(source) 및 상기 제3 금속판과 직렬 연결되며, 상기 수신 코일은 상기 전압 부하(load) 및 상기 제4 금속판과 직렬 연결되고, 상기 송신부와 상기 수신부의 부정합(misalignment) 조건에서 상기 생성된 자기장과 상기 생성된 전기장에 따른 공진 주파수(resonance frequency)에 기반하여 상기 송신부에서 상기 수신부로 무선 전력을 전송할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H01F 38/14 (2013.01)

H02J 50/70 (2016.02)

H01F 2027/348 (2013.01)

(72) 발명자

안드레스 산티아고 브리토 칼데론

대전광역시 유성구 문지로 193(문지동)

신유준

대전광역시 유성구 문지로 193(문지동)

안장용

대전광역시 유성구 문지로 193(문지동)

박범진

대전광역시 유성구 문지로 193(문지동)

박동렬

대전광역시 유성구 문지로 193(문지동)

김중욱

대전광역시 유성구 문지로 193(문지동)

김동욱

대전광역시 유성구 문지로 193(문지동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116241
과제번호	2016-0-00291-005
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신기술인력양성/대학ICT연구센터육성지원
연구과제명	LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711112736
과제번호	2017R1A5A1015596
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기초연구사업/선도연구센터사업(ERC)
연구과제명	지능형 바이오메디컬 무선전력전송 연구센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	승실대학교
연구기간	2017.06.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

전압 소스(source), 송신 코일, 송신 페라이트(ferrite)판, 제1 금속판 및 제3 금속판을 포함하는 송신부; 및
전압 부하(load), 수신 코일, 수신 페라이트(ferrite)판, 제2 금속판 및 제4 금속판을 포함하는 수신부를 포함
하고,

상기 송신 코일과 상기 수신 코일은 자기장을 생성하며,

상기 제1 금속판 내지 상기 제4 금속판은 전기장을 생성하고,

상기 송신 코일은 상기 전압 소스(source) 및 상기 제1 금속판과 직렬 연결되며,

상기 수신 코일은 상기 전압 부하(load) 및 상기 제2 금속판과 직렬 연결되고,

상기 송신부와 상기 수신부의 부정합(misalignment) 조건에서 상기 생성된 자기장과 상기 생성된 전기장에 따른
공진 주파수(resonance frequency)에 기반하여 상기 송신부에서 상기 수신부로 무선 전력을 전송하는 것을 특징
으로 하는

무선 전력 전송 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제3 금속판은 상기 전압 소스(source)와 직렬 연결되고,

상기 제4 금속판은 상기 전압 부하(load)와 직렬 연결되는 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 금속판 내지 상기 제4 금속판은 상기 전압 소스(source)와 상기 전압 부하(load) 사이에서 적층 구조
를 이루는 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 금속판 및 상기 제2 금속판의 가로축과 세로축 길이 각각은 900mm이고,

상기 제3 금속판 및 상기 제4 금속판의 가로축과 세로축 길이 각각은 상기 공진 주파수(resonance frequency)에
따라 375mm 내지 625mm의 범위 내에서 결정되는 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 공진 주파수(resonance frequency)는 1.53 MHz 내지 2.42 MHz의 범위 내에서 결정되는 것을 특징으로 하
는

무선 전력 전송 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제1 금속판 및 상기 제3 금속판은 상기 적층 구조에서 25mm의 간격을 가지고,

상기 제3 금속판 및 상기 제4 금속판은 상기 적층 구조에서 175.68mm의 간격을 가지며,

상기 제4 금속판 및 상기 제2 금속판은 상기 적층 구조에서 25mm의 간격을 가지고,

상기 제1 금속판 및 상기 제2 금속판은 상기 적층 구조에서 226.68mm의 간격을 갖는 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 제1 금속판 및 상기 제2 금속판은 외부 금속판이고,

상기 제3 금속판 및 상기 제4 금속판은 내부 금속판인 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 송신 페라이트(ferrite)판은 상기 송신 코일과 상기 제3 금속판 사이에 위치하여 송신측 와전류(eddy current)를 차폐하고,

상기 수신 페라이트(ferrite)판은 상기 수신 코일과 상기 제4 금속판 사이에 위치하여 수신측 와전류(eddy current)를 차폐하는 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 송신 페라이트(ferrite)판 및 상기 수신 페라이트(ferrite)판의 가로축 및 세로축 길이는 212.64mm이고,

상기 송신 페라이트(ferrite)판 및 상기 수신 페라이트(ferrite)판의 두께는 3mm인 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 송신 코일 및 상기 수신 코일의 가로축과 세로축 길이 각각은 191.04mm이고,

상기 송신 코일과 상기 수신 코일 사이의 에어 갭(air gap)은 150mm 인 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서

상기 공진 주파수(resonance frequency)는 다음 수학식에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템.

$$\omega_r = \sqrt{\frac{C_2 + C_M}{L_1[C_1 C_2 + C_M(C_1 + C_2)]}}$$

청구항 12

전압 소스(source), 송신 코일, 송신 페라이트(ferrite)판, 제1 금속판 및 제3 금속판을 포함하는 송신부 및 전압 부하(load), 수신 코일, 수신 페라이트(ferrite)판, 제2 금속판 및 제4 금속판을 포함하는 수신부를 포함하는 무선 전력 전송 시스템의 동작 방법에 있어서,

상기 송신 코일과 상기 수신 코일 사이에서 자기장을 생성하는 단계;

상기 제1 금속판 내지 상기 제4 금속판 사이에서 전기장을 생성하는 단계; 및

상기 송신부와 상기 수신부의 부정합(misalignment) 조건에서 상기 생성된 자기장과 상기 생성된 전기장에 따른 공진 주파수(resonance frequency)에 기반하여 상기 송신부에서 상기 수신부로 무선 전력을 전송하는 단계를 포함하고,

상기 송신 코일은 상기 전압 소스(source) 및 상기 제1 금속판과 직렬 연결되며,

상기 수신 코일은 상기 전압 부하(load) 및 상기 제2 금속판과 직렬 연결되는 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템의 동작 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제3 금속판은 상기 전압 소스(source)와 직렬 연결되고, 상기 제4 금속판은 상기 전압 부하(load)와 직렬 연결되며,

상기 제1 금속판 내지 상기 제4 금속판은 상기 전압 소스(source)와 상기 전압 부하(load) 사이에서 적층 구조를 이루고,

상기 제1 금속판 및 상기 제2 금속판의 가로축과 세로축 길이 각각은 900mm이며,

상기 제3 금속판 및 상기 제4 금속판의 가로축과 세로축 길이 각각은 상기 공진 주파수(resonance frequency)에 따라 375mm 내지 625mm의 범위 내에서 결정되고,

상기 공진 주파수(resonance frequency)는 1.53 MHz 내지 2.42 MHz의 범위 내에서 결정되며,

상기 제1 금속판 및 상기 제3 금속판은 상기 적층 구조에서 25mm의 간격을 가지고, 상기 제3 금속판 및 상기 제4 금속판은 상기 적층 구조에서 175.68mm의 간격을 가지며, 상기 제4 금속판 및 상기 제2 금속판은 상기 적층 구조에서 25mm의 간격을 가지고, 상기 제1 금속판 및 상기 제2 금속판은 상기 적층 구조에서 226.68mm의 간격을 갖는 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템의 동작 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 송신 페라이트(ferrite)판은 상기 송신 코일과 상기 제3 금속판 사이에 위치하여 송신측 와전류(eddy current)를 차폐하고, 상기 수신 페라이트(ferrite)판은 상기 수신 코일과 상기 제4 금속판 사이에 위치하여 수신측 와전류(eddy current)를 차폐하며,

상기 송신 페라이트(ferrite)판 및 상기 수신 페라이트(ferrite)판의 가로축 및 세로축 길이는 212.64mm이고, 상기 송신 페라이트(ferrite)판 및 상기 수신 페라이트(ferrite)판의 두께는 3mm인 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템의 동작 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 송신 코일 및 상기 수신 코일의 가로축과 세로축 길이 각각은 191.04mm이고,

상기 송신 코일과 상기 수신 코일 사이의 에어 갭(air gap)은 150mm 인 것을 특징으로 하는

무선 전력 전송 시스템의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 보상회로가 없이도 부정합 조건에 강인한 인덕티브 및 캐패시티브 무선 전력 전송 시스템에 관한 것으로, 무선으로 전력을 전송하기 위해 송신 코일과 수신 코일 사이의 자기장과 금속판 사이의 전기장을 동시에 사용하는 무선 전력 전송 시스템에 기반하여 보상회로 없이 동작 주파수에서 공진하여 효율적으로 전력을 무선 전송하는 기술이다.

배경 기술

- [0002] 최근 무선 전력 전송(wireless power transfer, WPT) 기술은 충전 구조의 단순화로 인하여 편의성과 안정성이 증가하여 휴대용 전자 기기, 의료 기기, 전기 자동차, 로봇 등 다양한 분야에서 개발 및 상용화가 진행되고 있다.
- [0003] 특히, 플랜트, 자동차, 기차 산업 등에서 사용되는 무인 운반 차(automated guided vehicles, AGVs) 등의 전기 자동차에서는 전력 전달 효율이 높은 수 kW 내지 수십 kW의 대 출력을 전달하는 무선 전력 전송 기술에 대한 연구가 진행되고 있다.
- [0004] 자기적으로 결합된 코일을 사용하는 기존의 무선 전력 전송 시스템(inductive wireless power transfer, IPT)은 높은 효율을 유지하면서 더 큰 에어 갭(air gap)을 통해 더 많은 전력을 전송할 수 있다.
- [0005] 다만, 자기적으로 결합된 코일을 사용하는 기존의 무선 전력 전송 시스템(inductive wireless power transfer, IPT)은 송신 코일과 수신 코일 사이의 부정합이 발생할 경우 상당한 효율 감소가 발생될 수 있다.
- [0006] 전기적으로 결합된 금속판을 사용하는 무선 전력 전송 시스템(capacitive wireless power transfer, CPT)은 무시할만한(negligible) 와전류(eddy current)를 생성하면서 더 높은 부정합(misalignment) 허용치(tolerance)를 제공할 수 있다.
- [0007] 다만, 전기적으로 결합된 금속판을 사용하는 무선 전력 전송 시스템(capacitive wireless power transfer, CPT)은 전력 전송 거리가 매우 짧은 거리로 제한되는 단점이 존재한다. 여기서, 거리는 에어 갭에 해당할 수 있다.
- [0008] 또한, 종래 기술에 따른 무선 전력 전송 시스템은 무선 전력 전송을 위해 사용하는 주파수에서 시스템 공진을 위해 부피가 크고, 시스템을 구성하는 부품의 단가가 비싸며, 무선 전력 전송 상에서 원하지 않는 임피던스를 유발할 수 있는 추가적인 소자들이 요구된다.
- [0009] 다시 말해, 종래 기술에 따른 무선 전력 전송 시스템은 부정합 조건에서 효율성이 감소하거나 전송거리가 매우 짧은 단점을 보유하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2015-0067520호, "무선전력 송신장치"
- (특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-2154197호, "무선전력 수신모듈 및 이를 포함하는 휴대용 전자기기"
- (특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-2018174호, "자성시트 및 이를 포함하는 무선 전력 수신 장치"

(특허문헌 0004) 한국공개특허 제10-2018-0038159호, "무선 충전을 제어하는 전자 장치 및 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 무선으로 전력을 전송하기 위해 송신 코일과 수신 코일 사이의 자기장과 금속판 사이의 전기장을 동시에 사용하는 무선 전력 전송 시스템에 기반하여 보상회로 없이 동작 주파수에서 공진을 하여 효율적으로 전력을 전송하는 것을 목적으로 한다.
- [0012] 본 발명은 자기결합 코일과 전기결합 금속판을 동시에 사용하여 긴 거리의 전력 전송과 부정합 조건에서 강인한 무선 전력 전송 시스템을 제공함에 따라 체내 삽입형 의료 장치(implantable medical device, IMD) 및 웨어러블 장치(wearable device)와 같은 무선 충전 대상 장치의 활용도를 향상하는 것을 목적으로 한다.
- [0013] 본 발명은 전력 전송 시 사용되는 코일 및 금속판이 동작 주파수에서 공진함에 따라 공진점 설정을 위한 추가적인 소자들이 요구되지 않는 무선 전력 전송 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0014] 본 발명은 고증량과 고비용이 요구되는 보상회로가 없이도 부정합 조건에서 무선 전력 전송 및 수신에 기반한 무선 충전을 수행함에 따라 무선 전력 전송 시스템의 가격과 무게를 절감하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템은 전압 소스(source), 송신 코일, 송신 페라이트(ferrite)판, 제1 금속판 및 제3 금속판을 포함하는 송신부 및 전압 부하(load), 수신 코일, 수신 페라이트(ferrite)판, 제2 금속판 및 제4 금속판을 포함하는 수신부를 포함하고, 상기 송신 코일과 상기 수신 코일은 자기장을 생성하며, 상기 제1 금속판 내지 상기 제4 금속판은 전기장을 생성하고, 상기 송신 코일은 상기 전압 소스(source) 및 상기 제1 금속판과 직렬 연결되며, 상기 수신 코일은 상기 전압 부하(load) 및 상기 제2 금속판과 직렬 연결되고, 상기 송신부와 상기 수신부의 부정합(misalignment) 조건에서 상기 생성된 자기장과 상기 생성된 전기장에 따른 공진 주파수(resonance frequency)에 기반하여 상기 송신부에서 상기 수신부로 무선 전력을 전송할 수 있다.
- [0016] 상기 제3 금속판은 상기 전압 소스(source)와 직렬 연결되고, 상기 제4 금속판은 상기 전압 부하(load)와 직렬 연결될 수 있다.
- [0017] 상기 제1 금속판 내지 상기 제4 금속판은 상기 전압 소스(source)와 상기 전압 부하(load) 사이에서 적층 구조를 이룰 수 있다.
- [0018] 상기 제1 금속판 및 상기 제2 금속판의 가로측과 세로측 길이 각각은 900mm이고, 상기 제3 금속판 및 상기 제4 금속판의 가로측과 세로측 길이 각각은 상기 공진 주파수(resonance frequency)에 따라 375mm 내지 625mm의 범위 내에서 결정될 수 있다.
- [0019] 상기 공진 주파수(resonance frequency)는 1.53 MHz 내지 2.42 MHz의 범위 내에서 결정될 수 있다.
- [0020] 상기 제1 금속판 및 상기 제3 금속판은 상기 적층 구조에서 25mm의 간격을 가지고, 상기 제3 금속판 및 상기 제4 금속판은 상기 적층 구조에서 175.68mm의 간격을 가지며, 상기 제4 금속판 및 상기 제2 금속판은 상기 적층 구조에서 25mm의 간격을 가지고, 상기 제1 금속판 및 상기 제2 금속판은 상기 적층 구조에서 226.68mm의 간격을 갖을 수 있다.
- [0021] 상기 제1 금속판 및 상기 제2 금속판은 외부 금속판이고, 상기 제3 금속판 및 상기 제4 금속판은 내부 금속판일 수 있다.
- [0022] 상기 송신 페라이트(ferrite)판은 상기 송신 코일과 상기 제1 금속판 사이에 위치하여 송신측 와전류(eddy current)를 차폐하고, 상기 수신 페라이트(ferrite)판은 상기 수신 코일과 상기 제2 금속판 사이에 위치하여 수신측 와전류(eddy current)를 차폐할 수 있다.
- [0023] 상기 송신 페라이트(ferrite)판 및 상기 수신 페라이트(ferrite)판의 가로측 및 세로측 길이는 212.64mm이고, 상기 송신 페라이트(ferrite)판 및 상기 수신 페라이트(ferrite)판의 두께는 3mm일 수 있다.

[0024] 상기 송신 코일 및 상기 수신 코일의 가로축과 세로축 길이 각각은 191.04mm이고, 상기 송신 코일과 상기 수신 코일 사이의 에어 갭(air gap)은 150mm일 수 있다.

[0025] 상기 공진 주파수(resonance frequency)는 다음 수학적식에 기반하여 결정될 수 있다.

$$\omega_r = \sqrt{\frac{C_2 + C_M}{L_1[C_1 C_2 + C_M(C_1 + C_2)]}}$$

[0026]

[0027] 본 발명의 일실시예에 따르면 전압 소스(source), 송신 코일, 송신 페라이트(ferrite)판, 제1 금속판 및 제3 금속판을 포함하는 송신부 및 전압 부하(load), 수신 코일, 수신 페라이트(ferrite)판, 제2 금속판 및 제4 금속판을 포함하는 수신부를 포함하는 무선 전력 전송 시스템의 동작 방법은 상기 송신 코일과 상기 수신 코일 사이에서 자기장을 생성하는 단계, 상기 제1 금속판 내지 상기 제4 금속판 사이에서 전기장을 생성하는 단계 및 상기 송신부와 상기 수신부의 부정합(misalignment) 조건에서 상기 생성된 자기장과 상기 생성된 전기장에 따른 공진 주파수(resonance frequency)에 기반하여 상기 송신부에서 상기 수신부로 무선 전력을 전송하는 단계를 포함하고, 상기 송신 코일은 상기 전압 소스(source) 및 상기 제1 금속판과 직렬 연결되며, 상기 수신 코일은 상기 전압 부하(load) 및 상기 제2 금속판과 직렬 연결될 수 있다.

[0028] 상기 제3 금속판은 상기 전압 소스(source)와 직렬 연결되고, 상기 제4 금속판은 상기 전압 부하(load)와 직렬 연결되며, 상기 제1 금속판 내지 상기 제4 금속판은 상기 전압 소스(source)와 상기 전압 부하(load) 사이에서 적층 구조를 이루고, 상기 제1 금속판 및 상기 제2 금속판의 가로축과 세로축 길이 각각은 900mm이며, 상기 제3 금속판 및 상기 제4 금속판의 가로축과 세로축 길이 각각은 상기 공진 주파수(resonance frequency)에 따라 375mm 내지 625mm의 범위 내에서 결정되고, 상기 공진 주파수(resonance frequency)는 1.53 MHz 내지 2.42 MHz의 범위 내에서 결정되며, 상기 제1 금속판 및 상기 제3 금속판은 상기 적층 구조에서 25mm의 간격을 가지고, 상기 제3 금속판 및 상기 제4 금속판은 상기 적층 구조에서 175.68mm의 간격을 가지며, 상기 제4 금속판 및 상기 제2 금속판은 상기 적층 구조에서 25mm의 간격을 가지고, 상기 제1 금속판 및 상기 제2 금속판은 상기 적층 구조에서 226.68mm의 간격을 갖을 수 있다.

[0029] 상기 송신 페라이트(ferrite)판은 상기 송신 코일과 상기 제3 금속판 사이에 위치하여 송신측 와전류(eddy current)를 차폐하고, 상기 수신 페라이트(ferrite)판은 상기 수신 코일과 상기 제4 금속판 사이에 위치하여 수신측 와전류(eddy current)를 차폐하며, 상기 송신 페라이트(ferrite)판 및 상기 수신 페라이트(ferrite)판의 가로축 및 세로축 길이는 212.64mm이고, 상기 송신 페라이트(ferrite)판 및 상기 수신 페라이트(ferrite)판의 두께는 3mm일 수 있다.

[0030] 상기 송신 코일 및 상기 수신 코일의 가로축과 세로축 길이 각각은 191.04mm이고, 상기 송신 코일과 상기 수신 코일 사이의 에어 갭(air gap)은 150mm일 수 있다.

발명의 효과

[0031] 본 발명은 무선으로 전력을 전송하기 위해 송신 코일과 수신 코일 사이의 자기장과 금속판 사이의 전기장을 동시에 사용하는 무선 전력 전송 시스템에 기반하여 보상회로 없이 동작 주파수에서 공진을 하여 효율적으로 전력을 전송할 수 있다.

[0032] 본 발명은 자기결합 코일과 전기결합 금속판을 동시에 사용하여 긴 거리의 전력 전송과 부정합 조건에서 강인한 무선 전력 전송 시스템을 제공함에 따라 체내 삽입형 의료 장치(implantable medical device, IMD) 및 웨어러블 장치(wearable device)와 같은 무선 충전 대상 장치의 활용도를 향상할 수 있다.

[0033] 본 발명은 전력 전송 시 사용되는 코일 및 금속판이 동작 주파수에서 공진함에 따라 공진점 설정을 위한 추가적인 소자들이 요구되지 않는 무선 전력 전송 시스템을 제공할 수 있다.

[0034] 본 발명은 고충량과 고비용이 요구되는 보상회로가 없이도 부정합 조건에서 무선 전력 전송 및 수신에 기반한 무선 충전을 수행함에 따라 무선 전력 전송 시스템의 가격과 무게를 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 등가 회로를 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 구성하는 치수(dimension)를 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템 중 인덕티브 영역의 치수(dimension)를 설명하는 도면이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템 중 캐패시티브 영역의 치수(dimension)를 설명하는 도면이다.

도 6a 및 도 6b는 X축 부정합 조건에서 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 무선 전력 전송 효율성을 설명하는 도면이다.

도 7a 및 도 7b는 Y축 부정합 조건에서 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 무선 전력 전송 효율성을 설명하는 도면이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 적용 사례를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0037] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0038] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0039] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이"와 "바로~사이" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0040] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0041] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0043] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

- [0045] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 설명하는 도면이다.
- [0046] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 구성 요소를 예시한다.
- [0047] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템(100)은 송신부(110) 및 수신부(120)를 포함한다.
- [0048] 본 발명의 일실시예에 따르면 송신부(110)는 전압 소스(111), 송신 코일(115), 송신 페라이트(ferrite)판(114), 제1 금속판(112) 및 제3 금속판(113)을 포함할 수 있다.
- [0049] 일례로, 수신부(120)는 전압 부하(121), 수신 코일(125), 수신 페라이트(ferrite)판(124), 제2 금속판(122) 및 제4 금속판(123)을 포함할 수 있다.
- [0050] 일례로, 송신 코일(115)은 수신 코일(125)과 자기장을 생성한다.
- [0051] 즉, 송신 코일(115)과 수신 코일(125)은 자기장을 생성하여 인덕티브(inductive) 영역으로 동작한다.
- [0052] 본 발명의 일실시예에 따르면 제1 금속판(112) 내지 제4 금속판(123)은 전기장을 생성한다.
- [0053] 즉, 제1 금속판(112) 내지 제4 금속판(123)은 전기장을 생성하여 캐패시티브(capacitive) 영역으로 동작한다.
- [0054] 본 발명의 일실시예에 따르면 송신 코일(115)은 전압 소스(111) 및 제1 금속판(112)과 직렬 연결되고, 수신 코일(125)은 전압 부하(121) 및 제2 금속판(122)과 직렬 연결될 수 있다.
- [0055] 즉, 송신 코일(115)의 일측은 전압 소스(111)와 연결되고, 다른측은 제1 금속판(112)과 직렬 연결될 수 있다.
- [0056] 한편, 수신 코일(125)의 일측은 전압 부하(121)와 연결되고, 다른측은 제2 금속판(122)과 직렬 연결될 수 있다.
- [0057] 본 발명의 일실시예에 따르면 제3 금속판(113)은 전압 소스(111)와 직렬 연결되고, 제4 금속판(123)은 전압 부하(121)와 직렬 연결된다.
- [0058] 즉, 전압 소스(111)는 제1 금속판(112) 및 제3 금속판(113)과 연결되고, 전압 부하(121)는 제2 금속판(122) 및 제4 금속판(123)과 연결된다.
- [0059] 일례로, 제1 금속판(112) 내지 제4 금속판(123)은 전압 소스(111)와 전압 부하(121) 사이에서 적층 구조(stack structure)를 이룰 수 있다.
- [0060] 본 발명의 일실시예에 따르면 제1 금속판(112) 및 제2 금속판(122)은 외부 금속판이고, 제3 금속판(113) 및 제4 금속판(123)은 내부 금속판일 수 있다.
- [0061] 본 발명의 일실시예에 따르면 송신 페라이트판(114)은 송신 코일(115)과 제3 금속판(113) 사이에 위치하여 송신 측 와전류(eddy current)를 차폐한다.
- [0062] 일례로, 수신 페라이트판(124)은 수신 코일(125)과 제4 금속판(123) 사이에 위치하여 수신 측 와전류(eddy current)를 차폐한다.
- [0063] 즉, 송신 페라이트판(114) 및 수신 페라이트판(124)은 코일과 금속판 사이에 위치하여 와전류 발생을 억제한다.
- [0064] 본 발명의 일실시예에 따르면 무선 전력 전송 시스템(100)은 송신부(110)와 수신부(120)의 부정합(misalignment) 조건에서 생성된 자기장과 생성된 전기장에 따른 공진 주파수(resonance frequency)에 기반하여 송신부(110)에서 수신부(120)로 무선 전력을 전송할 수 있다.
- [0065] 일례로, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템(100)은 인덕티브 리액턴스(Inductive Reactance)와 캐패시티브 리액턴스(Capacitive Reactance)를 함께 제공함에 따라 자가 공진 시스템(Self-Resonant System)으로 동작할 수 있다.
- [0066] 여기서, 부정합 조건은 송신부(110)와 수신부(120)가 수직선을 기준으로 일치하지 않는 조건을 지칭하며, 송신부(110)와 수신부(120)의 부정합 조건은 도 6a 내지 도 7b를 이용하여 보충설명하도록 한다.
- [0067] 따라서, 본 발명은 무선으로 전력을 전송하기 위해 송신 코일과 수신 코일 사이의 자기장과 금속판 사이의 전기장을 동시에 사용하는 무선 전력 전송 시스템에 기반하여 보상회로 없이 동작 주파수에서 공진을 하여 효율적으로 전력을 전송할 수 있다.
- [0068] 또한, 본 발명은 자기결합 코일과 전기결합 금속판을 동시에 사용하여 긴 거리의 전력 전송과 부정합 조건에서 강

인한 무선 전력 전송 시스템을 제공함에 따라 체내 삽입형 의료 장치(implantable medical device, IMD) 및 웨어러블 장치(wearable device)와 같은 무선 충전 대상 장치의 활용도를 향상할 수 있다.

[0070] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 등가 회로를 설명하는 도면이다.

[0071] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 등가 회로(200)는 송신부(210) 및 수신부(220)로 구분될 수 있다.

[0072] 일례로, 송신부(210)는 전압 소스(V_1), 인덕터(L_1), 커패시터(C_1), 제1 금속판(P_1), 제3 금속판(P_3)을 포함한다.

[0073] 예를 들어, 수신부(220)는 전압 부하(V_2), 인덕터(L_2), 커패시터(C_2), 제2 금속판(P_2), 제4 금속판(P_4)을 포함한다.

[0074] 전압 소스(V_1)에 기반한 전류(I_1)가 송신부(210)에서 흐르고, 전압 부하(V_2)에 전달되는 전류(I_2)가 수신부(220)에서 흐를 수 있다.

[0075] 송신부(210)와 수신부(220)는 전자기장 전력(M)을 형성하고, 전자기장 전력(M)은 커패시터(C_M)에 충전될 수 있다.

[0076] 등가 회로(200)에 기반한 전송 파라미터는 임피던스와 관련되며 하기 수학적 식 1로 표현될 수 있다.

[0078] [수학적 식 1]

$$\begin{pmatrix} \bar{V}_1 \\ \bar{I}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \pm j|Z_0| \\ \pm j\frac{1}{|Z_0|} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{V}_2 \\ \bar{I}_2 \end{pmatrix}$$

[0079]

[0081] 수학적 식 1에서, $\bar{V}_1$ 는 송신 전력 변화를 나타낼 수 있고, $\bar{I}_1$ 는 송신 전류 변화를 나타낼 수 있으며, $\bar{V}_2$ 는 수신 전력 변화를 나타낼 수 있고, $\bar{I}_2$ 는 수신 전류 변화를 나타낼 수 있으며, Z_0 는 고유 임피던스(characteristic impedance)를 나타낼 수 있다.

[0082] 수학적 식 1에서 임피던스와 관련하여 하기 수학적 식 2가 도출 될 수 있다.

[0084] [수학적 식 2]

$$\begin{pmatrix} -\frac{\delta}{\alpha} & \frac{\gamma}{\alpha} \\ \frac{1}{\gamma} \left(\frac{\varepsilon \delta}{\alpha} - \alpha \right) & -\frac{\varepsilon}{\alpha} \end{pmatrix}$$

[0085]

[0087] 수학적 식 2에서, α 는 하기 수학적 식 3에 의해서 계산될 수 있고, γ 는 하기 수학적 식 4에 의해서 계산될 수 있으며, δ 는 하기 수학적 식 5에 의해서 계산될 수 있고, ε 는 하기 수학적 식 6에 의해서 계산될 수 있다.

[0089] [수학식 3]

$$\alpha = j\omega \{ C_M + \omega^2 M [C_1 C_2 + C_M (C_1 + C_2)] \}$$

[0092] 수학식 3에서 C_M 은 M의 커패시터 값을 나타낼 수 있고, ω 는 주파수를 나타낼 수 있으며, C_1 은 송신측 커패시터 값을 나타낼 수 있고, C_2 는 수신측 커패시터 값을 나타낼 수 있다.

[0094] [수학식 4]

$$\gamma = 1 - 2\omega^2 M C_M - \omega^2 L_1 (C_1 + C_M) - \omega^2 L_2 (C_2 + C_M) + \omega^4 (L_1 L_2 - M^2) [C_1 C_2 + C_M (C_1 + C_2)]$$

[0097] 수학식 4에서 C_M 은 M의 커패시터 값을 나타낼 수 있고, ω 는 주파수를 나타낼 수 있으며, C_1 은 송신측 커패시터 값을 나타낼 수 있고, C_2 는 수신측 커패시터 값을 나타낼 수 있으며, L_1 은 송신측 인덕터 값을 나타낼 수 있고, L_2 는 수신측 인덕터 값을 나타낼 수 있다.

[0100] [수학식 5]

$$\delta = -j\omega \{ C_M + C_2 - \omega^2 L_1 [C_1 C_2 + C_M (C_1 + C_2)] \}$$

[0103] 수학식 5에서 C_M 은 M의 커패시터 값을 나타낼 수 있고, ω 는 주파수를 나타낼 수 있으며, C_1 은 송신측 커패시터 값을 나타낼 수 있고, C_2 는 수신측 커패시터 값을 나타낼 수 있으며, L_1 은 송신측 인덕터 값을 나타낼 수 있고, L_2 는 수신측 인덕터 값을 나타낼 수 있다.

[0105] [수학식 6]

$$\epsilon = -j\omega \{ C_M + C_1 - \omega^2 L_2 [C_1 C_2 + C_M (C_1 + C_2)] \}$$

[0108] 수학식 6에서 C_M 은 M의 커패시터 값을 나타낼 수 있고, ω 는 주파수를 나타낼 수 있으며, C_1 은 송신측 커패시터 값을 나타낼 수 있고, C_2 는 수신측 커패시터 값을 나타낼 수 있으며, L_1 은 송신측 인덕터 값을 나타낼 수 있고, L_2 는 수신측 인덕터 값을 나타낼 수 있다.

[0110] 수학식 2에 기반하여 공진 주파수를 계산하기 위한 하기 수학식 7이 도출될 수 있다.

[0112] [수학식 7]

$$\omega_r = \sqrt{\frac{C_2 + C_M}{L_1[C_1C_2 + C_M(C_1 + C_2)]}}$$

[0113]

[0115] 수학식 7에서, ω_r 는 공진 주파수를 나타낼 수 있고, C_M 은 M의 커패시터 값을 나타낼 수 있으며, C_1 은 송신측 커패시터 값을 나타낼 수 있고, C_2 는 수신측 커패시터 값을 나타낼 수 있으며, L_1 은 송신측 인덕터 값을 나타낼 수 있다.

[0116] 본 발명의 일실시예에 따르면 무선 전력 전송 시스템은 수학식 7에 기반하여 공진 주파수(resonance frequency)를 결정할 수 있다.

[0117] 따라서, 본 발명은 전력 전송 시 사용되는 코일 및 금속판이 동작 주파수에서 공진함에 따라 공진점 설정을 위한 추가적인 소자들이 요구되지 않는 무선 전력 전송 시스템을 제공할 수 있다.

[0119] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 구성하는 치수(dimension)를 설명하는 도면이다.

[0120] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 구성하는 구성 요소들의 치수(dimension)를 개략적으로 예시한다.

[0121] 도 3을 참고하면, 무선 전력 전송 시스템(300)은 송신부와 수신부로 구성되고, 송신부는 하단에 수신부는 상단에 위치하는 구조를 가지고 있다.

[0122] 송신부는 제1 금속판(310), 제3 금속판(311) 및 송신 코일(312)이 배치되고, 수신부는 제2 금속판(320), 제4 금속판(321) 및 수신 코일(322)이 배치된다.

[0123] 송신 코일(312)과 제3 금속판(311) 사이에는 송신 페라이트판(미도시)이 위치하고, 수신 코일(322)과 제4 금속판(321) 사이에는 수신 페라이트판(미도시)이 위치할 수 있다.

[0124] 제1 금속판(310)과 제2 금속판(320)의 가로축 및 세로축 길이 각각은 900mm일 수 있다.

[0125] 제3 금속판(311)과 제4 금속판(321)의 가로축 및 세로축 길이 각각은 375mm일 수 있다.

[0126] 송신 코일(312)과 수신 코일(322)의 가로축 및 세로축 길이 각각은 212.64mm일 수 있다.

[0127] 송신 코일(312)과 수신 코일(322) 사이의 에어 갭(air gap)은 150mm일 수 있다.

[0129] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템 중 인덕티브 영역의 치수(dimension)를 설명하는 도면이다.

[0130] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템 중 인덕티브 영역(400)을 형성하는 코일(410) 및 페라이트판(420)의 수치를 예시한다.

[0131] 도 4를 참고하면, 코일(410)의 가로축 및 세로축 길이 각각은 191.04mm일 수 있다.

[0132] 페라이트 판(420)의 가로축 및 세로축 길이 각각은 212.64mm이고, 두께는 3mm일 수 있다.

[0133] 즉, 송신 코일 및 수신 코일의 가로축과 세로축 길이 각각은 191.04mm일 수 있고, 송신 코일과 수신 코일 사이의 에어 갭은 150mm일 수 있다.

[0134] 한편, 송신 페라이트(ferrite)판 및 수신 페라이트(ferrite)판의 가로축 및 세로축 길이는 212.64mm이고, 두께는 3mm일 수 있다.

[0135] 송신 코일의 인덕턴스는 64.84uH일 수 있고, 수신 코일의 인덕턴스는 64.88uH일 수 있으며, 전자기장(M)의 인덕턴스는 4.96uH일 수 있다.

- [0136] 송신 코일과 수신 코일의 동작 주파수 범위는 1.4 MHz 내지 2.8 MHz일 수 있다.
- [0138] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템 중 캐패시티브 영역의 치수(dimension)를 설명하는 도면이다.
- [0139] 도 5a는 본 발명의 일실시예에 따른 캐패시티브 영역을 구성하는 제1 금속판 내지 제4 금속판의 치수를 예시한다.
- [0140] 도 5a를 참고하면, 하단에 송신부가 위치하고 상단에 수신부가 위치하는 무선 전력 전송 시스템의 캐패시티브 영역(500)에서 송신부에는 제1 금속판(501)과 제3 금속판(502)이 위치하고, 수신부에는 제2 금속판(503) 및 제4 금속판(504)이 위치한다.
- [0141] 본 발명의 일실시예에 따르면 제1 금속판(501)과 제2 금속판(503)의 가로축 및 세로축 길이 각각은 900mm일 수 있다.
- [0142] 일례로, 제3 금속판(502)과 제4 금속판(504)의 가로축 및 세로축 길이 각각은 공진 주파수에 따라서 변경 설계될 수 있다.
- [0143] 예를 들어, 공진 주파수가 2.42 MHz일 경우 제3 금속판(502)과 제4 금속판(504)의 가로축 및 세로축 길이 각각은 375mm일 수 있다.
- [0144] 예를 들어, 공진 주파수가 1.87 MHz일 경우 제3 금속판(502)과 제4 금속판(504)의 가로축 및 세로축 길이 각각은 500mm일 수 있다.
- [0145] 예를 들어, 공진 주파수가 1.53 MHz일 경우 제3 금속판(502)과 제4 금속판(504)의 가로축 및 세로축 길이 각각은 625mm일 수 있다.
- [0146] 즉, 제3 금속판(502) 및 제4 금속판(504)의 가로축과 세로축 길이 각각은 공진 주파수(resonance frequency)에 따라 375mm 내지 625mm의 범위 내에서 결정될 수 있고, 공진 주파수의 범위는 1.53 MHz 내지 2.42 MHz의 범위 내에서 결정될 수 있다.
- [0147] 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 캐패시티브 영역을 구성하는 제1 금속판 내지 제4 금속판의 정면도(front view)를 예시한다.
- [0148] 도 5b를 참고하면, 하단에 송신부가 위치하고 상단에 수신부가 위치하는 무선 전력 전송 시스템의 캐패시티브 영역에서 송신부(Tx)에는 제1 금속판(511)과 제3 금속판(512)이 위치하고, 수신부(Rx)에는 제2 금속판(513) 및 제4 금속판(514)이 위치한다.
- [0149] 본 발명의 일실시예에 따르면 제1 금속판(511) 내지 제4 금속판(514)은 수직으로 적층된 구조를 가진다.
- [0150] 일례로, 제1 금속판(511) 및 제3 금속판(512)은 적층 구조에서 25mm의 간격을 가질 수 있다.
- [0151] 예를 들어, 제3 금속판(512) 및 제4 금속판(514)은 적층 구조에서 175.68mm의 간격을 가질 수 있다.
- [0152] 본 발명의 일실시예에 따르면 제4 금속판(514) 및 제2 금속판(513)은 적층 구조에서 25mm의 간격을 가질 수 있다.
- [0153] 제1 금속판(511) 내지 제4 금속판(514) 각각은 0.5mm의 두께로 형성될 수 있다.
- [0154] 따라서, 제1 금속판(511) 및 제2 금속판(513)은 적층 구조에서 226.68mm의 간격을 갖을 수 있다.
- [0156] 도 6a 및 도 6b는 X축 부정합 조건에서 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 무선 전력 전송 효율성을 설명하는 도면이다.
- [0157] 도 6a는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템에서 송신 코일과 수신 코일이 X축으로 오프셋(offset)을 이루는 부정합 조건을 예시한다.
- [0158] 도 6a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템(600)은 송신부(601)와 수신부(602)를 포함하고, 송신부(601)의 송신 코일과 수신부(602)의 수신 코일은 X축으로 오프셋을 이루고 있다.

- [0159] 그러나, 송신부(601)와 수신부(602)에 각각 포함된 제1 금속판 내지 제4 금속판은 상호 중첩된 상태를 유지하고 있다.
- [0160] 도 6b를 참고하면, 본 발명의 X축 부정합 조건에서 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 무선 전력 전송 효율성을 종래 기술과 비교 설명한다.
- [0161] 도 6b의 그래프(610)를 참고하면, 그래프선(611)은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 효율성을 나타낼 수 있고, 그래프선(612)은 제1 종래 무선 전력 전송 시스템을 나타낼 수 있으며, 그래프선(613)은 제2 종래 무선 전력 전송 시스템을 나타낼 수 있고, 그래프선(614)은 제3 종래 무선 전력 전송 시스템을 나타낼 수 있다.
- [0162] 제1 종래 무선 전력 전송 시스템은 고유 임피던스를 1/2로 줄인 무선 전력 전송 시스템일 수 있고, 제2 종래 무선 전력 전송 시스템은 종래의 인덕티브 기반 무선 전력 전송 시스템일 수 있으며, 제3 종래 무선 전력 전송 시스템은 종래의 캐패시티브 기반 무선 전력 전송 시스템일 수 있다.
- [0163] 그래프선(611)은 오프셋이 140mm일 경우 95%의 효율성을 나타내는데 반하여 그래프선(612)은 85%, 그래프선(613)은 75%를 나타내고, 그래프선(614)은 91%를 나타낸다.
- [0164] 다만, 제3 종래 무선 전력 전송 시스템은 무선 전력 전송 거리가 짧다는 단점이 존재한다.
- [0165] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템이 제1 내지 제3 종래 무선 전력 전송 시스템에 대비하여 동일한 부정합 조건에서 무선 전력 전송 효율성과 거리 측면에서 우수할 수 있다.
- [0167] 도 7a 및 도 7b는 Y축 부정합 조건에서 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 무선 전력 전송 효율성을 설명하는 도면이다.
- [0168] 도 7a는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템에서 송신 코일과 수신 코일이 Y축으로 오프셋(offset)을 이루는 부정합 조건을 예시한다.
- [0169] 도 7a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템(700)은 송신부(701)와 수신부(702)를 포함하고, 송신부(701)의 송신 코일과 수신부(702)의 수신 코일은 Y축으로 오프셋을 이루고 있다.
- [0170] 그러나, 송신부(701)와 수신부(702)에 각각 포함된 제1 금속판 내지 제4 금속판은 상호 중첩된 상태를 유지하고 있다.
- [0171] 도 7b를 참고하면, 본 발명의 Y축 부정합 조건에서 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 무선 전력 전송 효율성을 종래 기술과 비교 설명한다.
- [0172] 도 7b의 그래프(710)를 참고하면, 그래프선(711)은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 효율성을 나타낼 수 있고, 그래프선(712)은 제1 종래 무선 전력 전송 시스템을 나타낼 수 있으며, 그래프선(713)은 제2 종래 무선 전력 전송 시스템을 나타낼 수 있고, 그래프선(714)은 제3 종래 무선 전력 전송 시스템을 나타낼 수 있다.
- [0173] 제1 종래 무선 전력 전송 시스템은 고유 임피던스를 1/2로 줄인 무선 전력 전송 시스템일 수 있고, 제2 종래 무선 전력 전송 시스템은 종래의 인덕티브 기반 무선 전력 전송 시스템일 수 있으며, 제3 종래 무선 전력 전송 시스템은 종래의 캐패시티브 기반 무선 전력 전송 시스템일 수 있다.
- [0174] 그래프선(711)은 오프셋이 140mm일 경우 95%의 효율성을 나타내는데 반하여 그래프선(712)은 91%, 그래프선(713)은 75%를 나타내고, 그래프선(714)은 92%를 나타낸다.
- [0175] 다만, 제3 종래 무선 전력 전송 시스템은 무선 전력 전송 거리가 짧다는 단점이 존재한다.
- [0176] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템이 제1 내지 제3 종래 무선 전력 전송 시스템에 대비하여 동일한 부정합 조건에서 무선 전력 전송 효율성과 거리 측면에서 우수할 수 있다.
- [0178] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 적용 사례를 설명하는 도면이다.
- [0179] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 전기 자동차의 무선 전력 충전에 적용하여 예시한

다.

- [0180] 도 8을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템(800)은 송신부(810) 및 수신부(820)로 구성되고, 수신부(820)에 해당하는 전기 자동차의 충전 대상이 송신부(810)에 접근하여 무선 충전을 진행할 수 있다.
- [0181] 여기서, 무선 전력 전송 시스템(800)은 무선으로 전력을 전송하기 위해 송신 코일과 수신 코일 사이의 자기장과 금속판 사이의 전기장을 동시에 사용하는 무선 전력 전송 시스템으로서, 송신부(810)와 수신부(820) 각각에는 자기결합 코일과 전기결합 금속판을 동시에 사용하여 긴 거리의 전력 전송과 부정합 조건에서 강인한 무선 전력 전송 시스템을 제공할 수 있다.
- [0182] 즉, 무선 전력 전송 시스템(800)은 송신부(810)의 송신 코일과 수신부(820)의 수신 코일이 정확하게 일치하지 않더라도 효율적인 무선 전력 충전을 진행할 수 있다.
- [0183] 다시 말해, 무선 전력 전송 시스템(800)은 자기적으로 결합된 코일과 전기적으로 결합된 금속판을 사용하여 동작 주파수에서 공진함에 따라 공진점 설정을 위한 추가적인 소자 없이도 무선 전력 전송을 효율적으로 수행함에 따라 부정합 조건에서도 강인할 수 있다.
- [0185] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0186] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0187] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0188] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로

수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

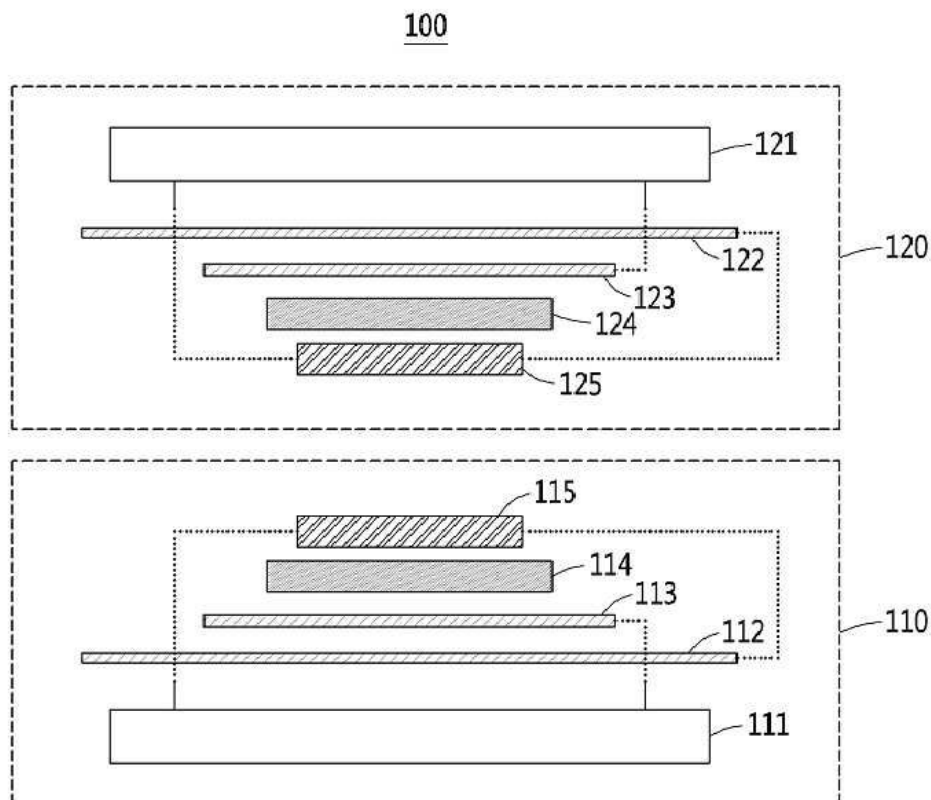
[0189] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

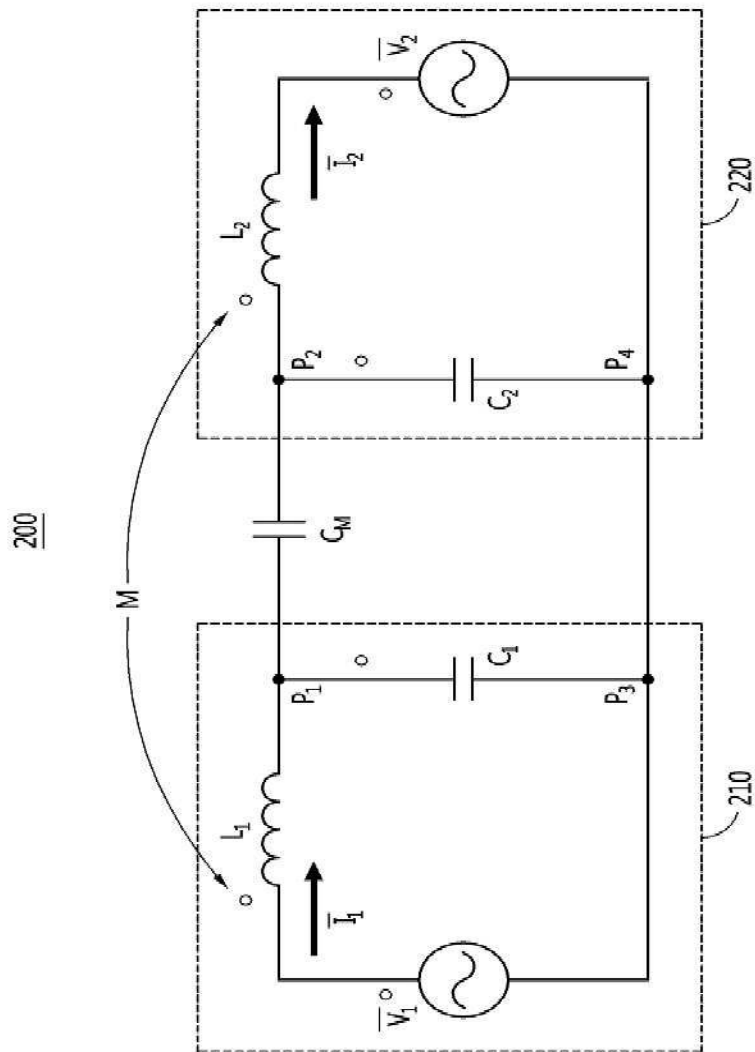
[0190] 100: 무선 전력 전송 시스템
 100: 송신부 111: 전압 소스
 112: 제1 금속판 113: 제3 금속판
 114: 송신 페라이트판 115: 송신 코일
 120: 수신부 121: 전압 부하
 122: 제2 금속판 123: 제4 금속판
 124: 수신 페라이트판 125: 수신 코일

도면

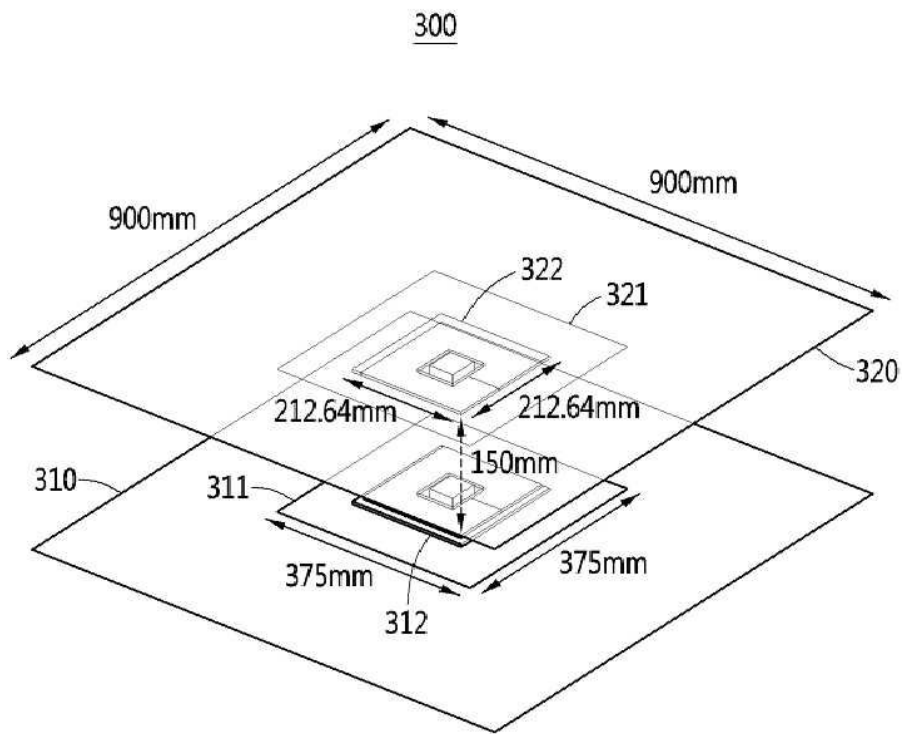
도면1



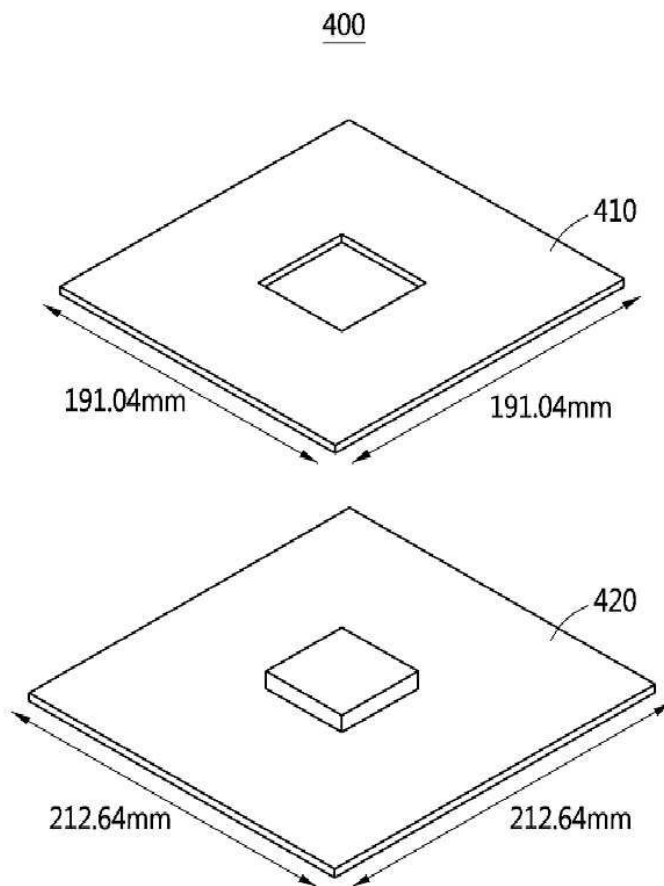
도면2



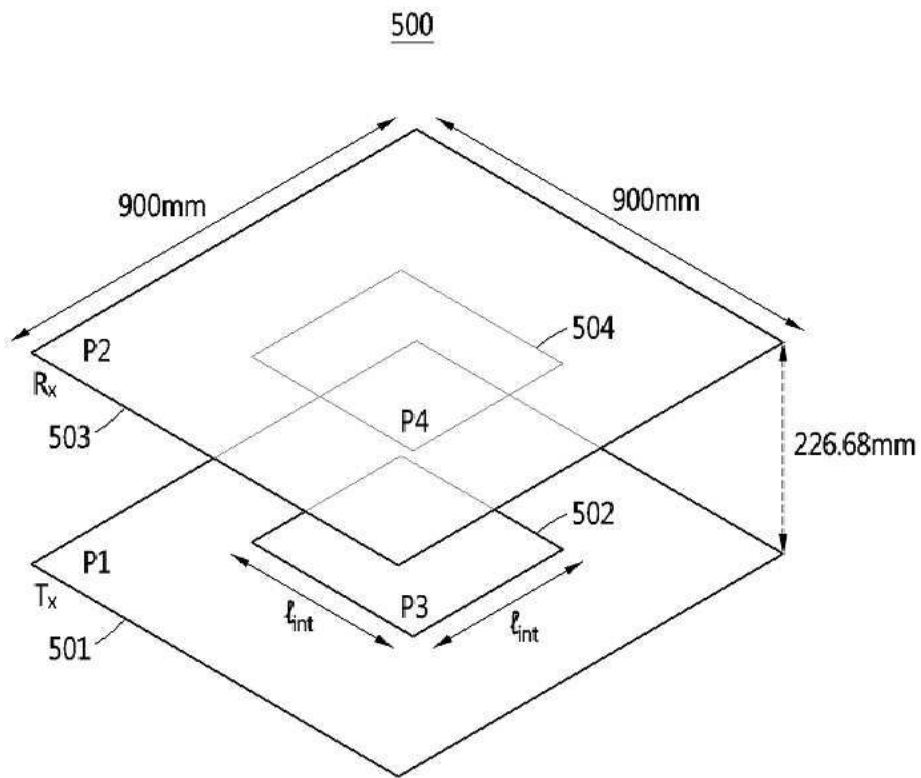
도면3



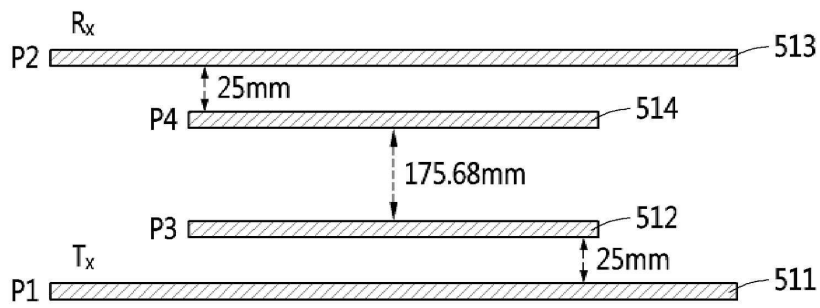
도면4



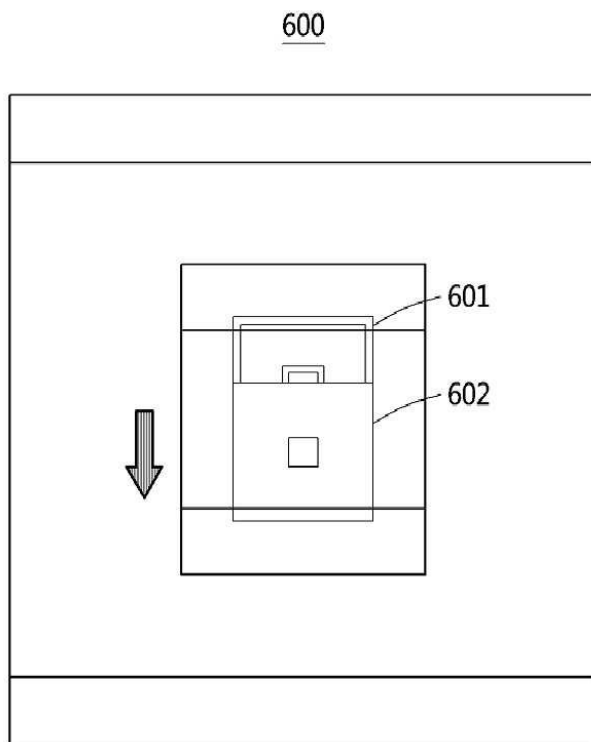
도면5a



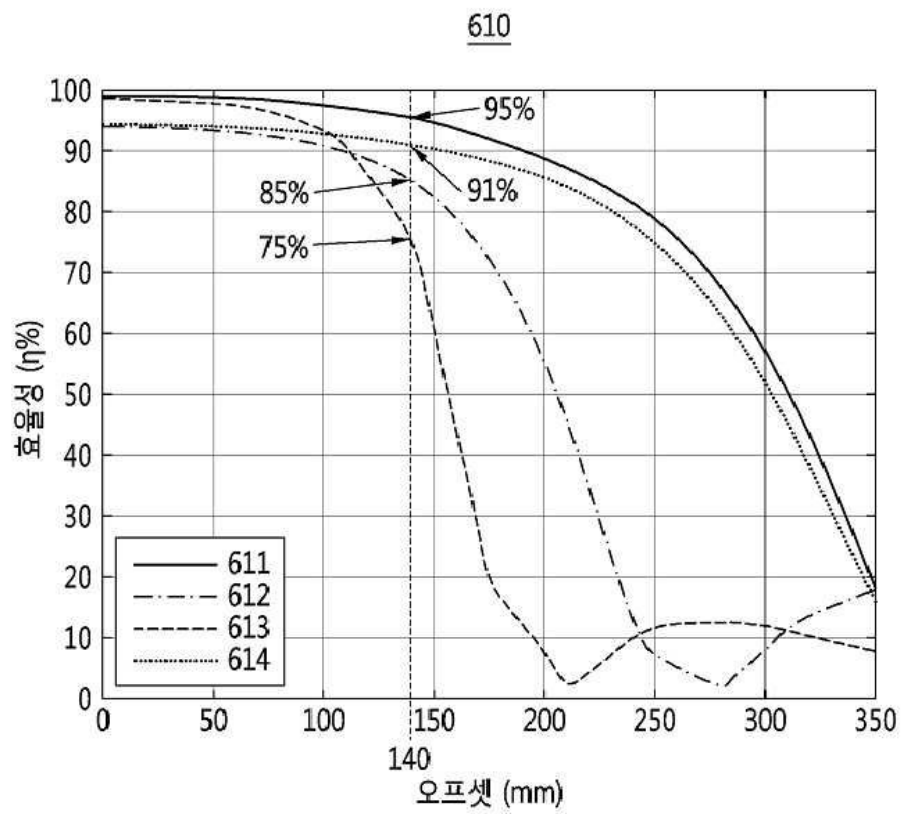
도면5b



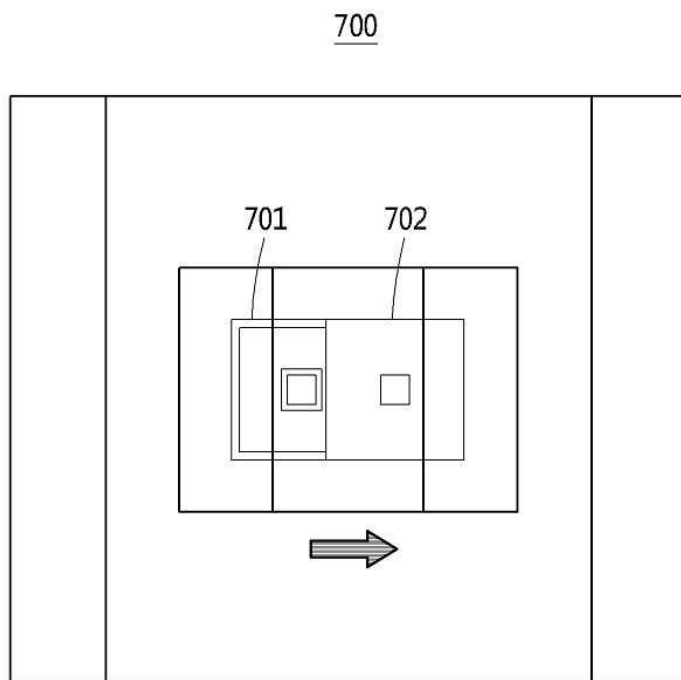
도면6a



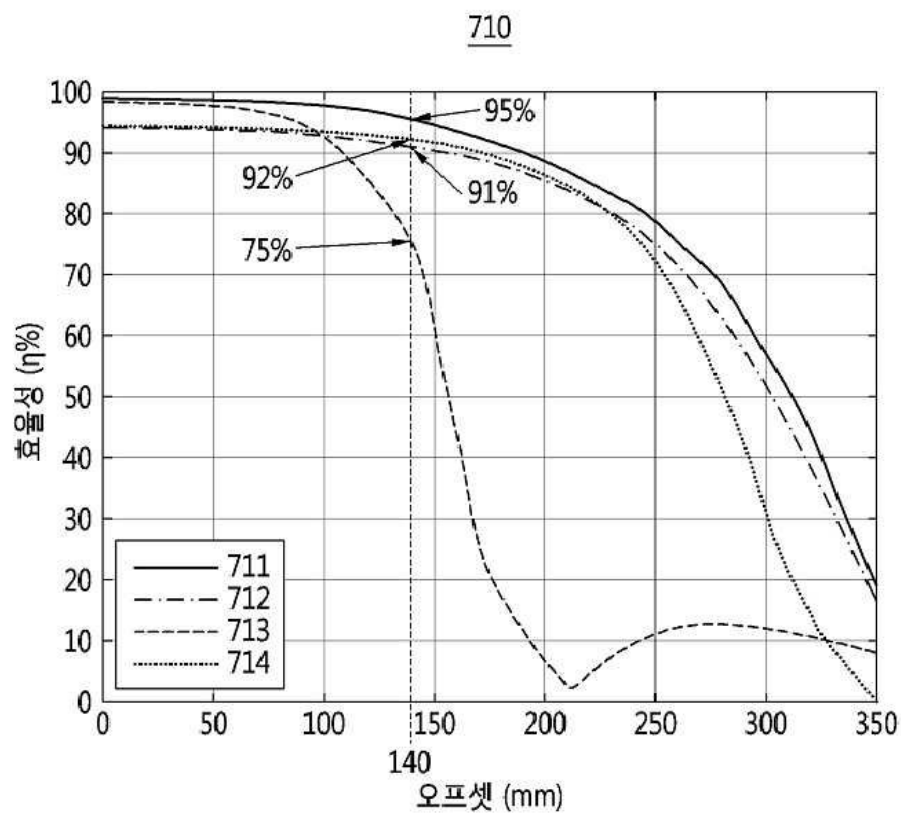
도면6b



도면7a



도면7b



도면8

