



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0076359
(43) 공개일자 2018년07월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 1/20 (2006.01) H02J 50/12 (2016.01)
H02J 50/70 (2016.01) H02J 50/90 (2016.01)
H02J 7/02 (2016.01)
- (52) CPC특허분류
H01P 1/2005 (2013.01)
H02J 50/12 (2016.02)
- (21) 출원번호 10-2017-0181576
(22) 출원일자 2017년12월27일
심사청구일자 2017년12월27일
- (30) 우선권주장
1020160180335 2016년12월27일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
- (72) 발명자
김정호
대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 (구성동)
조연제
대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 (구성동)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
박영우

전체 청구항 수 : 총 11 항

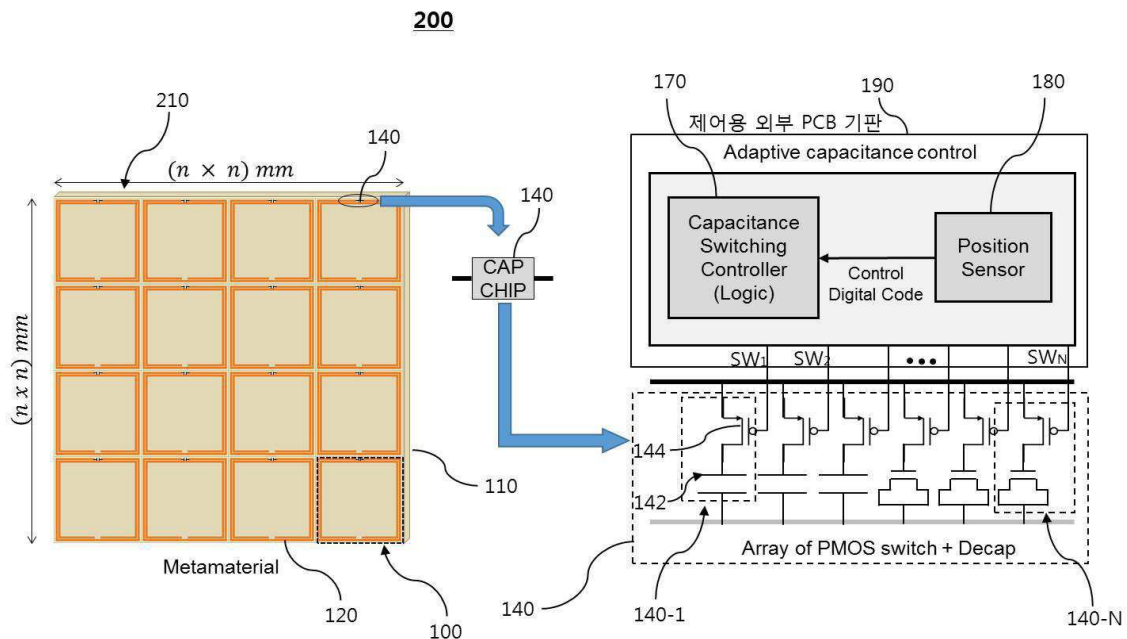
(54) 발명의 명칭 다수의 전자기기 충전을 위한 주파수 선택 가능 액티브 메타물질 장치와 이를 이용한 무선전력전송 시스템

(57) 요약

무선 충전 시스템에서의 주파수 선택이 가능한 액티브 메타물질 장치와 이를 이용한 무선전력전달 시스템이 개시된다. 메타물질 장치에 캐패시터를 가변시킬 수 있는 가변 캐패시터와 이의 캐패시터를 가변시킬 수 있는 적응형 캐패시터스 제어부를 도입한다. 가변 캐패시터부의 캐패시터스 크기를 조절하는 것에 의해 공진주파수를 액

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



티브하게 가변시켜 입사하는 자기장을 원하는 방향으로 굴절시켜 원하는 형태로 빔포밍할 수 있다. 무선전력전송 장치는 위치센서를 이용하여 복수의 충전대상 전기기기의 위치를 검출한다. 검출된 위치 정보에 기초하여 각 충전대상물마다 산출된 자기장 방향성 정보를 구하고 메타물질의 캐패시턴스를 적응적으로 조절한다. 해당 충전대상물에 최적인 자기장의 방향성을 조절할 수 있다. 자기장이 시분할방식으로 복수 개의 충전대상 전기기기의 방향으로 순차적으로 굴절되도록 제어할 수 있다. 이에 의해, 다수의 충전 목표물을 각각에 최적인 상태로 충전할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H02J 50/70 (2016.02)

H02J 50/90 (2016.02)

H02J 7/025 (2013.01)

(72) 발명자

송치억

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 (구성동)

이성수

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 (구성동)

이범선

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

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711039600

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신기술인력양성

연구과제명 LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

유전체 기관과, 상기 유전체 기관 상에 서로 인접하면서 밀집 배치된 복수 개의 단위 메타물질 셀을 포함하는 메타물질 구조체; 및

상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 조절하기 위한 적응형 캐패시턴스 제어부를 포함하며,

상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각은,

상기 적응형 캐패시턴스 제어부에 의한 제어에 의해 캐패시턴스 값이 가변될 수 있는 가변 캐패시터부; 및

상기 유전체 기관 상에 설치되고 상기 가변 캐패시터부와 전기적으로 결합되며 인덕턴스 성분을 제공하는 인덕터부를 포함하며,

상기 가변 캐패시터부의 캐패시턴스 크기를 조절하는 것에 의해 공진주파수를 액티브하게 가변시켜 입사하는 자기장을 원하는 방향으로 굴절시켜 원하는 형태로 빔포밍할 수 있는 것을 특징으로 하는 메타물질 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 값을 독립적으로 조절할 수 있는 캐패시터 스위칭 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 메타물질 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 무선충전 대상 전기기기의 위치를 검출하여 검출된 위치 정보에 대응하는 제어 디지털 코드를 상기 캐패시터 스위칭 제어부에 제공하는 위치센서를 더 포함하고,

상기 캐패시턴스 스위칭 제어기는 상기 위치센서로부터 제공받는 상기 제어 디지털 코드에 기초하여 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 조절하고, 이에 의해 메타물질 구조체에 입사하는 자기장의 진행방향이 상기 무선충전 대상 전기기기 쪽으로 굴절되게 하는 것을 특징으로 하는 메타물질 장치.

청구항 4

제2항에 있어서, 각 단위 메타물질 셀의 상기 가변 캐패시터부는 스위칭 소자와 적어도 하나의 캐패시터가 직렬 연결된 단속가능 캐패시터(Switchable Capacitor)를 복수 개 포함하며, 상기 복수 개의 단속가능 캐패시터는 서로 병렬로 연결되며,

상기 캐패시턴스 스위칭 제어기가 각 단위 메타물질 셀에 포함된 상기 단속가능 캐패시터의 스위칭 소자를 온/오프 제어하는 것에 의해 각 단위 메타물질 셀의 가변 캐패시터부의 캐패시턴스를 가변적으로 조절할 수 있는 것을 특징으로 하는 메타물질 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 복수 개의 단속가능 캐패시터를 포함하는 상기 가변 캐패시터부는 칩 형태로 구현되어 상기 유전체 기관 상의 각 단위 메타물질 셀 영역에 상기 인덕터부와 전기적으로 결합되는 형태로 설치되는 것을 특징으로 하는 메타물질 장치.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 복수 개의 단속가능 캐패시터를 포함하는 상기 가변 캐패시터부는, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부와 함께, 별도의 인쇄회로기판에 설치되어 상기 인덕터부와 도선을 통해 전기적으로 결합되는 것을 특징으로 하는 메타물질 장치.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 상기 자기장이 시분할방식으로 서로 다른 복수의 방향으로 순차적으로 굴절되도록 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 액티브하게 제어하는 것을 특징으로 하는 메타물질 장치.

청구항 8

거치 기구와, 무선전력전송에 필요한 전류를 생성하는 급전부와, 상기 거치기구에 설치되고 상기 급전부가 공급하는 전류를 흘려 자기장을 송출하는 송전코일을 포함하는 무선전력전송 장치; 및

상기 거치 기구에 설치되며 상기 자기장이 진행되는 경로 상에 위치하여 상기 자기장을 원하는 방향으로 굴절시키기 위한 메타물질 장치를 구비하며,

상기 메타물질 장치는,

유전체 기판과, 상기 유전체 기판 상에 서로 인접하면서 밀집 배치된 복수 개의 단위 메타물질 셀을 포함하는 메타물질 구조체; 및

상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 조절하기 위한 적응형 캐패시턴스 제어부를 포함하며,

상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각은,

상기 적응형 캐패시턴스 제어부에 의한 제어에 의해 캐패시턴스 값이 가변될 수 있는 가변 캐패시터부; 및

상기 유전체 기판 상에 배치되고 상기 가변 캐패시터부에 연결되며 인덕턴스 성분을 제공하는 인덕터부를 포함하며,

상기 메타물질 장치는 상기 가변 캐패시터부의 캐패시턴스 값을 조절하는 것에 의해 공진주파수를 액티브하게 가변시켜 입사하는 자기장을 원하는 형태로 빔포밍할 수 있는 것을 특징으로 하는 메타물질 장치를 이용한 무선전력전송 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 값을 독립적으로 조절할 수 있는 캐패시터 스위칭 제어부; 및 무선충전 대상 전기기기의 위치를 검출하여 검출된 위치 정보에 대응하는 제어 디지털 코드를 상기 캐패시터 스위칭 제어부에 제공하는 위치센서를 포함하며,

상기 캐패시턴스 스위칭 제어기는 상기 위치센서로부터 제공받는 상기 제어 디지털 코드에 기초하여 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 조절하고, 이에 의해 메타물질 구조체에 입사하는 자기장의 진행방향이 상기 무선충전 대상 전기기기 쪽으로 굴절되게 하는 것을 특징으로 하는 메타물질 장치를 이용한 무선전력전송 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 복수 개의 무선충전대상 전기기기의 위치를 검출하고, 검출된 위치 정보에 기초하여 상기 자기장이 시분할방식으로 상기 복수 개의 충전대상 전기기기의 방향으로 순차적으로 굴절되도록 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 액티브하게 제어함으로써, 상기 복수 개의 충전대상 전기기기를 한꺼번에 무선충전할 수 있는 것을 특징으로 하는 메타물질 장치를 이용한 무선전력전송 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서, 각 단위 메타물질 셀의 상기 가변 캐패시터부는 스위칭 소자와 적어도 하나의 캐패시터가 직렬 연결된 단속가능 캐패시터(Switchable Capacitor)를 복수 개 포함하며, 상기 복수 개의 단속가능 캐패시터는 서로 병렬로 연결되며,

상기 캐패시턴스 스위칭 제어기가 각 단위 메타물질 셀에 포함된 상기 단속가능 캐패시터의 스위칭 소자를 온/오프 제어하는 것에 의해 각 단위 메타물질 셀의 가변 캐패시터부의 캐패시턴스를 가변적으로 조절할 수 있는

것을 특징으로 하는 메타물질 장치를 이용한 무선전력전송 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 무선전력전송 또는 무선충전 기술에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 자기장을 굴절시키는 메타물질 장치와 이를 이용한 무선전력전송 또는 무선충전 기술에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 무선전력전송은 송전코일(1차측 코일)과 수신코일(2차측 코일)의 두 코일 간에 자기유도 현상 또는 자기적 공명 현상을 이용하여 전력을 무선으로 전달하는 기술이다. 두개의 코일을 이용한 종래의 무선전력전송 방식은 두 코일 간의 거리가 멀어지면 결합 계수(coupling coefficient)가 감소하여 전력전달 효율이 떨어지고 누설 자계(leakage magnetic field)가 크게 증가하는 문제가 있다.
- [0003] 이 문제를 해결하기 위한 한 가지 방안으로서, 종래의 무선전력전송 방식에 음의 굴절률을 갖는 메타물질을 이용하는 기술이 제안된 바 있다. 메타물질은 자기장의 직진성을 향상시켜 누설 자계를 감소시키는 역할을 할 수 있다.
- [0004] 종래의 무선전력전송에 적용한 메타물질은 오직 하나의 공진주파수를 가지는 동일한 메타물질 셀들을 배열하여 구성된 것이었다. 하지만 메타물질 구조체는 일단 한번 설계되면 그 설계된 구조에 따른 하나의 무선충전 주파수가 정해지게 된다. 여러 개의 서로 다른 무선충전 주파수를 가진 무선충전기기를 충전시키기 위해서는 여러 개의 메타물질 구조체와 무선충전시스템이 필요하게 된다. 즉, 종래기술에 따른 하나의 메타물질 구조체와 무선충전시스템은 한 가지 주파수로 충전되는 전자기기만을 충전할 수 있다는 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명의 일 목적은 하나의 메타물질이 무선충전기기의 주파수에 따라 그에 맞게 액티브하게 공진주파수를 가변시킬 수 있는 메타물질 장치를 제공하는 것이다.
- [0006] 본 발명의 다른 목적은 무선충전 주파수의 선택이 가능한 하나의 액티브 메타물질(active meta-material) 장치를 이용하여 다수의 전자기기를 충전할 수 있는 무선전력전송 시스템을 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명의 또 다른 목적은 다수의 전자기기를 무선충전함에 있어서 각 전자기기의 위치에 맞는 메타물질의 특성 변화를 이끌어내어 자기장을 해당 전자기기에 맞추어 빔포밍 함으로써 고효율로 무선충전할 수 있는 무선전력전송 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 실시예들에 따른 메타물질 장치는 메타물질 구조체와 적응형 캐패시턴스 제어부를 포함한다. 메타물질 구조체는 유전체 기판과, 상기 유전체 기판 상에 서로 인접하면서 밀집 배치된 복수 개의 단위 메타물질 셀을 포함한다. 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 조절한다. 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각은 가변 캐패시터부와 인덕터부를 포함한다. 상기 가변 캐패시터부는 상기 적응형 캐패시턴스 제어부에 의한 제어에 의해 캐패시턴스 값이 가변될 수 있다. 상기 인덕터부는 상기 유전체 기판 상에 배치되고 상기 가변 캐패시터부에 연결되며 인덕턴스 성분을 제공할 수 있다. 이러한 구성에 의해, 상기 메타물질 장치는 상기 가변 캐패시터부의 캐패시턴스 크기를 조절하는 것에 의해 공진주파수를 액티브하게 가변시켜 입사하는 자기장을 원하는 방향으로 굴절시켜 원하는 형태로 빔포밍할 수 있다.
- [0009] 예시적인 실시예에 있어서, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 값을 독립적으로 조절할 수 있는 캐패시터 스위칭 제어부를 포함할 수 있다.
- [0010] 예시적인 실시예에 있어서, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 무선충전 대상 전기기기의 위치를 검출하여 검출된 위치 정보에 대응하는 제어 디지털 코드(Control Digital Code)를 상기 캐패시터 스위칭 제어부에 제공하는 위치센서(Position Sensor)를 더 포함할 수 있다. 상기 캐패시턴스 스위칭 제어기는 상기 위치센서로부터 제공

받는 상기 제어 디지털 코드에 기초하여 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 조절하고, 이에 의해 메타물질 구조체에 입사하는 자기장의 진행방향이 상기 무선충전 대상 전기기기 쪽으로 굴절되게 할 수 있다.

[0011] 예시적인 실시예에 있어서, 각 단위 메타물질 셀의 상기 가변 캐패시터부는 스위칭 소자와 적어도 하나의 캐패시터가 직렬 연결된 단속가능 캐패시터(Switchable Capacitor)를 복수 개 포함할 수 있다. 상기 복수 개의 단속가능 캐패시터는 서로 병렬로 연결될 수 있다. 상기 캐패시턴스 스위칭 제어기가 각 단위 메타물질 셀에 포함된 상기 단속가능 캐패시터의 스위칭 소자를 온/오프 제어하는 것에 의해 각 단위 메타물질 셀의 가변 캐패시터부의 캐패시턴스를 가변적으로 조절할 수 있다.

[0012] 예시적인 실시예에 있어서, 상기 복수 개의 단속가능 캐패시터를 포함하는 상기 가변 캐패시터부는 칩 형태로 구현되어 상기 유전체 기판 상의 각 단위 메타물질 셀 영역에 상기 인덕터부와 전기적으로 결합되는 형태로 설치될 수 있다.

[0013] 예시적인 실시예에 있어서, 상기 복수 개의 단속가능 캐패시터를 포함하는 상기 가변 캐패시터부는, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부와 함께, 별도의 인쇄회로기판에 설치되어 상기 인덕터부와 도선을 통해 전기적으로 결합될 수 있다.

[0014] 예시적인 실시예에 있어서, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 상기 자기장이 시분할방식으로 서로 다른 복수의 방향으로 순차적으로 굴절되도록 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 액티브하게 제어할 수 있다.

[0015] 상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 실시예들에 따른 메타물질 장치를 이용한 무선전력전송 시스템은 무선전력전송 장치와 메타물질 장치를 포함한다. 상기 무선전력전송 장치는 거치 기구와, 무선전력전송에 필요한 전류를 생성하는 급전부와, 상기 거치기구에 설치되고 상기 급전부(350)가 공급하는 전류를 흘려 자기장을 송출하는 송전코일을 포함한다. 상기 메타물질 장치는 상기 거치 기구에 설치되며 상기 자기장이 진행하는 경로 상에 위치하여 상기 자기장을 원하는 방향으로 굴절시킬 수 있다. 상기 메타물질 장치는 메타물질 구조체와 적응형 캐패시턴스 제어부를 포함한다. 상기 메타물질 구조체는 유전체 기판과, 상기 유전체 기판 상에 서로 인접하면서 밀집 배치된 복수 개의 단위 메타물질 셀을 포함한다. 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 조절한다. 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각은 가변 캐패시터부와 인덕터부를 포함한다. 상기 가변 캐패시터부는 상기 적응형 캐패시턴스 제어부에 의한 제어에 의해 캐패시턴스 값이 가변될 수 있다. 상기 인덕터부는 상기 유전체 기판 상에 배치되고 상기 가변 캐패시터부에 연결되며 인덕턴스 성분을 제공한다. 이런 구성에 의해 상기 메타물질 장치는 상기 가변 캐패시터부의 캐패시턴스 값을 조절하는 것에 의해 공진주파수를 액티브하게 가변시켜 입사하는 자기장을 원하는 형태로 빔포밍할 수 있다.

[0016] 예시적인 실시예에 있어서, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 복수 개의 무선충전대상 전기기기의 위치를 검출하고, 검출된 위치 정보에 기초하여 상기 자기장이 시분할방식으로 상기 복수 개의 충전대상 전기기기의 방향으로 순차적으로 굴절되도록 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 액티브하게 제어함으로써 상기 복수 개의 충전대상 전기기기를 한꺼번에 무선충전할 수 있다.

[0017] 예시적인 실시예에 있어서, 상기 적응형 캐패시턴스 제어부는 캐패시터 스위칭 제어부와 위치센서를 포함할 수 있다. 상기 캐패시터 스위칭 제어부는 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 값을 독립적으로 조절할 수 있다. 상기 위치센서는 무선충전 대상 전기기기의 위치를 검출하여 검출된 위치 정보에 대응하는 제어 디지털 코드를 상기 캐패시터 스위칭 제어부에 제공할 수 있다. 상기 캐패시턴스 스위칭 제어기는 상기 위치센서로부터 제공받는 상기 제어 디지털 코드에 기초하여 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀 각각의 캐패시턴스 크기를 조절하고, 이에 의해 메타물질 구조체에 입사하는 자기장의 진행방향이 상기 무선충전 대상 전기기기 쪽으로 굴절되게 할 수 있다.

[0018] 예시적인 실시예에 있어서, 각 단위 메타물질 셀의 상기 가변 캐패시터부는 스위칭 소자와 적어도 하나의 캐패시터가 직렬 연결된 단속가능 캐패시터(Switchable Capacitor)(140-1)를 복수 개 포함할 수 있다. 상기 복수 개의 단속가능 캐패시터는 서로 병렬로 연결될 수 있다. 상기 캐패시턴스 스위칭 제어기가 각 단위 메타물질 셀에 포함된 상기 단속가능 캐패시터의 스위칭 소자를 온/오프 제어하는 것에 의해 각 단위 메타물질 셀의 가변 캐패시터부의 캐패시턴스를 가변적으로 조절할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명은 해당 주파수의 투자율이 캐패시턴스 값이 변함에 따라 서로 다른 값을 가지는 특성을 이용한다. 이에 따르면, 하나의 메타물질 장치를 가지고 캐패시턴스를 가변시킴으로써 다양한 공진주파수를 액티브하게 선택할 수 있다.

[0020] 나아가, 이러한 메타물질 장치를 채용한 무선전력전송 시스템을 이용하면 다수의 무선충전대상 전기기기를 한꺼번에 무선충전할 수 있다. 즉, 위치센서를 통하여 해당 충전 목표물의 위치를 알아낼 수 있고, 그 각도에 따른 자기장 방향성의 정보를 가지고 있다면, 메타물질인 캐패시터 어레이의 캐패시턴스를 적응적으로 조절할 수 있다. 메타물질의 캐패시턴스를 적응적으로 조절함으로써 자기장의 방향성을 조절하여, 각 충전대상 전기기기의 위치에 맞게 자기장을 빔포밍할 수 있다. 그에 따라 보다 높은 효율과 낮은 전자계를 가지는 무선충전 구현이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 단위 메타물질 셀의 구조를 예시한다.
- 도 2는 캐패시턴스에 따른 메타물질의 투자율 곡선을 예시한다.
- 도 3은 투자율에 따른 자기장의 굴절 특성을 예시한다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 메타물질 장치의 구성을 도시한다.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 메타물질 장치의 구성을 도시한다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 메타물질 장치를 이용한 무선전력전송 시스템의 구성을 도시한다.
- 도 7은 도 6에 도시된 무선전력전송 시스템이 무선충전대상 기기의 위치에 따라 자기장의 빔포밍을 변화시킨 상태를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

[0023] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하면서 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 구체적으로 설명한다.

[0024] 메타물질을 이용하는 종래의 무선전력전송 시스템의 한계는 메타물질 구조가 일단 설계가 되고 나면 그 설계된 조건에 따라 자기장의 고정된 방향성을 가진다는 점이다. 자기장의 방향성은 스넬의 법칙(Snell's Law)에 따라 메타물질의 투자율에 의해서 결정된다. 메타물질은 캐패시턴스 및 인덕턴스에 의해서 공진주파수가 결정된다. 기존의 메타물질들은 캐패시턴스를 확보하기 위해 별도의 캐패시터를 설치하기 보다는 기생 캐패시턴스를 이용하였고, 인덕턴스는 유전체로 된 인쇄회로기판(PCB) 상에 트레이스 인덕터를 형성하여 확보하였다. 이와 다르게, 캐패시턴스가 고정된 캐패시터와 PCB 트레이스의 인덕턴스를 이용하기도 하였다. 두 경우 모두 캐패시턴스와 인덕턴스 크기가 고정적이므로, 단일 주파수에서만 공진 특성을 갖는다. 따라서 그 공진 주파수와 다른 주파수를 사용하는 전자기기를 무선충전할 수 없는 한계가 있었다.

[0025] 이런 한계를 극복하기 위하여, 본 발명은 메타물질의 캐패시턴스를 가변적인 것으로 구현한다. 이와 관련하여, 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 단위 메타물질 셀(100)의 구조를 예시한다.

[0026] 도 1을 참조하면, 단위 메타물질 셀(100)은 가변 캐패시터부(140)와 인덕터부(120)를 포함할 수 있다.

[0027] 가변 캐패시터부(140)는 후술하는 적응형 캐패시턴스 제어부(160)에 의한 제어에 의해 캐패시턴스 값이 가변될 수 있는 구성을 갖는다. 이 가변 캐패시터부(140)는 유전체 기판(110) 상에 설치될 수 있다. 이와 달리, 가변 캐패시터부(140)는 후술하는 적응형 캐패시턴스 제어부(160)와 함께 별도의 인쇄회로기판(190)에 설치될 수도

있다.

- [0028] 인덕턴스 성분을 제공하는 인덕터부(120)는 유전체 기관(110) 상에 설치될 수 있고, 가변 캐패시터부(140)와 전기적으로 결합될 수 있다. 인덕터부(120)는 도 1에 도시된 것처럼 일부 구간이 단절된 사각고리 모양의 도선(120-1, 120-2)을 한 개 이상 포함할 수 있다. 그 중 적어도 하나의 도선(120-1)은 가변 캐패시터부(140)와 직접 연결될 수 있다. 도 1에 도시된 인덕터부(120)의 형태는 예시적인 것으로, 인덕턴스를 제공하는 도선 구조이 기만 한다면 다른 형태나 구조를 가질 수도 있다. 예컨대 인덕터부(120)는 나선형으로 감긴 도선일 수도 있다.
- [0029] 도 2는 캐패시턴스에 따른 메타물질의 투자율 곡선을 예시한다.
- [0030] 도 2를 참조하면, 가변되는 캐패시턴스로 인해 실제 메타물질의 투자율이 변하고 그에 따라 공진주파수가 바뀌는 것을 확인 할 수 있다. 도 2에서 캐패시턴스의 크기가 500 nF부터 100 nF까지 변함에 따라 공진주파수는 0.2 MHz부터 0.5 MHz까지 변하는 것을 보여준다. 캐패시턴스의 값을 더욱 낮추면 MHz 대역의 메타물질 공진을 이끌어 낼 수 있다. 이런 점에 착안하면, 단위 메타물질 셀의 캐패시턴스를 가변시킴으로써 보다 다양한 주파수를 가진 전자기기를 한꺼번에 무선충전할 수 있음을 예상할 수 있다.
- [0031] 도 3은 투자율에 따른 자기장의 굴절 특성을 예시한다.
- [0032] 종래에 메타물질을 이용한 무선전력전송 시스템의 한계는 메타물질이 설계가 이루어지면 그 메타물질이 유도하는 자기장의 방향성이 한 가지로 고정된다는 점이다. 자기장의 방향성은 snell의 법칙에 의해 결정된다. 이는 메타물질의 투자율에 의해서 결정됨을 의미한다. 도 3을 참조하면, 투자율에 따른 자기장의 변화하는 정도를 알 수 있다.
- [0033] 도 3의 (A)는 투자율이 양수인 물질의 자기장 굴절 특성을 나타낸다. 이 물질은 자기장이 진행해가는 방향성을 그대로 유지되게 해주면서 소정 각도 굴절되게 해준다. 자기장의 꺾이는 정도는 그 물질의 투자율에 따라 다르게 나타난다. 도 3의 (B)는 투자율이 0인 물질의 자기장 굴절 특성을 나타낸다. 이 물질에 자기장에 입사되면, 그 자기장은 입사될 때의 자기장의 진행 방향과는 상관없이 그 물질의 경계면에 수직인 방향으로 진행하는 직진성을 가지게 된다. 도 3의 (C)는 투자율이 음수인 물질의 자기장 굴절 특성을 나타낸다. 이 물질에 자기장이 입사하면, 자기장은 들어온 방향의 반대 방향으로 꺾인다(마치 전반사가 일어난 것처럼). 이와 같은 물질의 투자율에 따른 자기장 진행방향의 굴절 특성을 활용하여 자기장의 방향을 컨트롤 할 수 있다.
- [0034] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 메타물질 장치(200)의 구성을 도시한다.
- [0035] 도 1과 도 4를 참조하면, 메타물질 장치(200)는 메타물질 구조체(210)와 적응형 캐패시턴스 제어부(160)를 포함할 수 있다. 메타물질 구조체(210)는 유전체 기관(110)과, 그 유전체 기관(110) 상에 서로 인접하면서 밀집 배치된 복수 개의 단위 메타물질 셀(100)을 포함할 수 있다. 적응형 캐패시턴스 제어부(160)는 복수 개의 단위 메타물질 셀(100) 각각의 캐패시턴스 크기를 조절하는 역할을 할 수 있다. 이런 구성에 의해, 메타물질 장치(200)는 가변 캐패시터부(140)의 캐패시턴스 크기를 조절하는 것에 의해 공진주파수를 액티브하게 가변시켜 입사하는 자기장을 원하는 방향으로 굴절시켜 원하는 형태로 빔포밍할 수 있다.
- [0036] 예시적인 실시예에 따르면, 적응형 캐패시턴스 제어부(160)는 복수 개의 단위 메타물질 셀(100) 각각의 캐패시턴스 값을 독립적으로 조절할 수 있는 캐패시터 스위칭 제어부(170)를 포함할 수 있다. 또한, 적응형 캐패시턴스 제어부(160)는 무선충전 대상 전기기기(500-1, 500-2)의 위치를 검출하여 검출된 위치 정보에 대응하는 제어 디지털 코드를 캐패시터 스위칭 제어부(170)에 제공하는 위치센서(180)를 포함할 수 있다. 이런 구성에 의하면, 캐패시턴스 스위칭 제어부(170)는 위치센서(180)로부터 제공받는 제어 디지털 코드에 기초하여 복수 개의 단위 메타물질 셀(100) 각각의 캐패시턴스 크기를 조절할 수 있다. 이런 캐패시턴스 크기 조절에 의해, 단위 메타물질 셀(100)의 투자율을 변할 수 있고 그에 따라 공진주파수로 가변될 수 있다. 이러한 특성을 이용하여, 메타물질 구조체(210)에 입사하는 자기장의 진행방향을 무선충전 대상 전기기기(500-1, 500-2) 쪽으로 굴절되게 할 수 있다.
- [0037] 예시적인 실시예에 따르면, 각 단위 메타물질 셀(100)의 가변 캐패시터부(140)는 단속가능 캐패시터(Switchable Capacitor)(140-1)를 복수 개 포함할 수 있다. 복수개의 단속가능 캐패시터(140-1, ..., 140-N)는 스위칭 소자(144)와 적어도 하나의 캐패시터(142)가 직렬 연결된 형태로 구성될 수 있다. 적어도 하나의 캐패시터(142)는 캐패시터 어레이 형태로 구현될 수 있다. 이 캐패시터 어레이는 집중 캐패시터(Lumped Capacitors)로 구현될 수 있다. 스위칭 소자(144)는 예컨대 트랜지스터로 구현될 수 있다. 스위칭 소자(144)용 트랜지스터는 예컨대 MOSFET 소자로 구현될 수 있다. 복수 개의 단속가능 캐패시터(140-1, ..., 140-N)는 서로 병렬로 연결될 수 있다. 캐패시턴스 스위칭 제어부(170)가 각 단위 메타물질 셀(100)에 포함된 단속가능 캐패시터(140-1)의 스위칭

소자(144)를 온/오프 제어하는 것에 의해 각 단위 메타물질 셀(100)의 가변 캐패시터부(140)의 캐패시턴스를 가변적으로 조절할 수 있다. 이에 의해, 결국 메타물질 구조체(210)에 입사하는 자기장의 진행방향을 원하는 방향으로 굴절되도록 제어할 수 있다.

[0038] 예시적인 실시예에 따르면, 복수 개의 단속가능 캐패시터(140-1, ..., 140-N)를 포함하는 가변 캐패시터부(140)는 예컨대 칩 형태로 구현될 수 있다. 그 칩 형태의 가변 캐패시터부(140)는 유전체 기판(110) 상의 각 단위 메타물질 셀(100) 영역에 설치될 수 있다고, 또한 인덕터부(120)와 전기적으로 결합될 수 있다.

[0039] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 메타물질 장치(200-1)의 구성을 도시한다.

[0040] 도 5에 도시된 메타물질 장치(200-1)는 가변 캐패시터부(140a)의 구성에 관해서만 도 4의 메타물질 장치(200)와 다를 뿐이다. 차이점을 구체적으로 살펴보면, 복수 개의 단속가능 캐패시터(140-1, ..., 140-N)를 포함하는 가변 캐패시터부(140a)는, 적응형 캐패시턴스 제어부(160)와 함께, 별도의 인쇄회로기판(190)에 설치될 수 있다. 복수 개의 단속가능 캐패시터(140-1, ..., 140-N)는 유전체 기판(110)상에 설치된 인덕터부(120)와는 도선(195)을 통해 전기적으로 결합될 수 있다.

[0041] 한편, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 메타물질 장치(200 또는 200-1)를 이용한 무선전력전송 시스템(400)의 구성을 도시한다. 도 7은 도 6에 도시된 무선전력전송 시스템(400)이 무선충전대상 기기(500-1, 500-2)의 위치에 따라 자기장의 빔포밍을 변화시킨 상태를 도시한다.

[0042] 무선전력전송 시스템(400)은 다양한 무선충전대상 전기기기의 충전주파수에 맞추어 메타물질의 공진주파수가 가변될 수 있게 제어하고, 충전대상 전기기기의 위치를 위치센서(180)를 통해 파악하여 메타물질의 캐패시턴스를 가변시켜 그에 상응하는 자기장을 형성할 수 있다. 이하에서는 이를 구체적으로 설명한다.

[0043] 도 6을 참조하면, 무선전력전송 시스템(400)은 무선전력전송 장치(300)와 메타물질 장치(200)를 포함할 수 있다. 무선전력전송 장치(300)는 거치 기구(310)와, 무선전력전송에 필요한 전류를 생성하는 급전부(350)와, 거치기구(310)에 설치되고 급전부(350)가 공급하는 전류를 흘려 자기장을 송출하는 송전코일(320)을 포함할 수 있다. 메타물질 장치(200)는 거치 기구(310)에 설치되며 자기장이 진행되는 경로 상에 위치하여 자기장을 원하는 방향으로 굴절시킬 수 있다. 도 6에는 거치 기구(310)가 책상 위에 사용하는 스탠드 타입으로 예시되어 있지만, 이는 일예에 불과하고 메타물질 장치(200 또는 200-1)를 설치하여 지지할 수 있는 것이라면 구조나 형상은 다르게 할 수 있다.

[0044] 앞에서 언급하였듯이, 메타물질 장치(200 또는 200-1)의 적응형 캐패시턴스 제어부(160)는 복수 개의 무선충전대상 전기기기(500-1, 500-2)의 위치를 검출하고, 검출된 위치 정보에 기초하여 송전코일(320)에서 송출된 자기장이 시분할방식으로 복수 개의 충전대상 전기기기(500-1, 500-2)의 방향으로 순차적으로 굴절되도록 복수 개의 단위 메타물질 셀(100) 각각의 캐패시턴스 크기를 액티브하게 제어할 수 있다. 이렇게 함으로써, 복수 개의 충전대상 전기기기(500-1, 500-2)를 한꺼번에 무선충전할 수 있다. 여기서, 시분할방식의 충전이라 함은 복수 개의 충전대상전기기기(500-1, 500-2)에 대하여 충전시간을 다르게 할당하여 순차적으로 충전하는 방식으로 충전하는 경우를 의미한다. 그 복수 개의 충전대상 전기기기(500-1, 500-2)물은 무선전력전송 장치(300)에서 볼 때 서로 다른 방향에 위치할 수 있다. 도면에는 무선충전대상 기기(500-1, 500-2)를 두 개 도시하였지만, 더 많을 수 있다.

[0045] 복수 개의 단위 메타물질 셀(100) 각각의 캐패시턴스 값을 독립적으로 조절할 수 있는 캐패시터 스위칭 제어부(170)와, 무선충전 대상 전기기기(500-1, 500-2)의 위치를 검출하여 검출된 위치 정보에 대응하는 제어 디지털 코드를 캐패시터 스위칭 제어부(170)에 제공하는 위치센서(180)를 포함한다. 따라서 캐패시턴스 스위칭 제어기(170)는 위치센서(180)로부터 제공받는 제어 디지털 코드에 기초하여 복수 개의 단위 메타물질 셀(100) 각각의 캐패시턴스 크기를 조절할 수 있다. 이에 의해 메타물질 구조체(210)에 입사하는 자기장의 진행방향이 무선충전대상 전기기기(500-1, 500-2) 쪽으로 굴절되게 할 수 있다.

[0046] 예시된 스탠드 타입의 거치 기구(310)의 경우, 송전코일(320)은 반사갯(340)의 후미 쪽에 설치되고, 메타물질 장치(200 또는 200-1)는 그 송전코일(320)의 앞쪽에 반사갯(340) 내부에 장착될 수 있다. 이러한 배치에 의해, 송전코일(320)에서 송출되는 자기장은 대부분 메타물질 장치(200 또는 200-1)를 지날 수 있다.

[0047] 무선전력 전송장치(300)의 주변에 복수 개의 무선충전대상 전기기기(500-1, 500-2)가 위치하고 있는 경우를 고려한다. 또한, 그 복수 개의 충전 대상물에 대하여 충전시간을 다르게 할당하여 순차적으로 충전하는 방식으로 충전하는 경우를 고려한다. 그 복수 개의 충전 대상물은 무선 전력 전송부에서 볼 때 서로 다른 방향에 위치할 수 있다. 무선충전대상인 전기기기(500-1)는 무선 전송된 자기장을 통해 전력을 받아서 배터리에 충전할 수 있

는 무선충전장치(비도시)를 내장하고 있다. 만약 메타물질 장치(200 또는 200-1)가 무선전력전송 장치(300)에 설치되어 있지 않은 경우에는, 도 5에서 파란색으로 표시된 자기장이 송출될 수 있다. 즉, 무선충전대상인 전기기기(500-1)에 이르는 자기장의 양이 현저히 적다.

[0048] 하지만 본 발명에 따른 메타물질 장치(200 또는 200-1)가 무선전력전송 장치(300)에 설치되어 있다. 위치센서(180)는 충전대상 전기기기(500-1, 500-2) 각각의 위치 정보를 검출하여 캐패시턴스 스위칭 제어부(190)에 제공한다. 위치센서(180)를 통하여 충전대상 전기기기(500-1, 500-2)의 위치를 알아내고, 그 각도에 따른 자기장 방향성의 정보를 가지고 있다면, 가변 캐패시터부(140)의 캐패시턴스를 적응적으로 조절할 수 있다. 즉, 캐패시턴스 스위칭 제어부(170)는 각 전기기기(500-1, 500-2)의 위치정보에 기초하여, 송신코일(320)에서 생성시킨 자기장이 각 전기기기(500-1, 500-2)의 무선전력 수신부(비도시)에 최대한 많이 쇄교하도록 그 자기장의 방향을 제어한다. 각 전기기기(500-1, 500-2)에 대한 자기장의 방향 제어는 해당 전기기기의 위치정보에 따른 단속가능 캐패시터(140-1, ..., 140-N) 어레이의 스위칭 소자(144)의 온/오프 제어를 통해 유효 캐패시턴스 값을 조절함으로써 이루어질 수 있다. 캐패시턴스 값이 변함에 따라 해당 주파수의 투자율도 변하게 된다. 메타물질의 캐패시턴스를 적응적으로 조절함으로써 자기장의 방향성을 조절하여, 보다 효과적인 무선충전을 가능하게 할 수 있다.

[0049] 메타물질 장치(200 또는 200-1)의 적응형 캐패시턴스 제어부(160)는 복수 개의 무선충전대상 전기기기(500-1, 500-2)의 위치를 검출하고, 검출된 위치 정보에 기초하여 송전코일(322)에서 나온 자기장이 시분할방식으로 복수 개의 충전대상 전기기기(500-1, 500-2)의 방향으로 순차적으로 굴절되도록 상기 복수 개의 단위 메타물질 셀(100) 각각의 캐패시턴스 크기를 액티브하게 제어한다. 이에 의해, 복수 개의 충전대상 전기기기(500-1, 500-2)를 한꺼번에 무선충전할 수 있다.

[0050] 이와 같은 무선전력전송 시스템(400)에 의하면, 가변 캐패시턴스를 제공할 수 있는 가변 캐패시터부(140)와 무선충전대상물의 위치를 알아내는 위치센서(190)를 적용하여 자기장의 진행방향을 무선충전 대상물로 향하게 조절함으로써 전기기기의 무선충전 가능 범위를 효과적으로 늘릴 수 있다.

산업상 이용가능성

[0051] 본 발명은 무선전력전송 또는 무선충전에 이용될 수 있다. 구체적으로, 다수의 무선충전대상물을 한꺼번에 무선충전하는 용도로 활용될 수 있다.

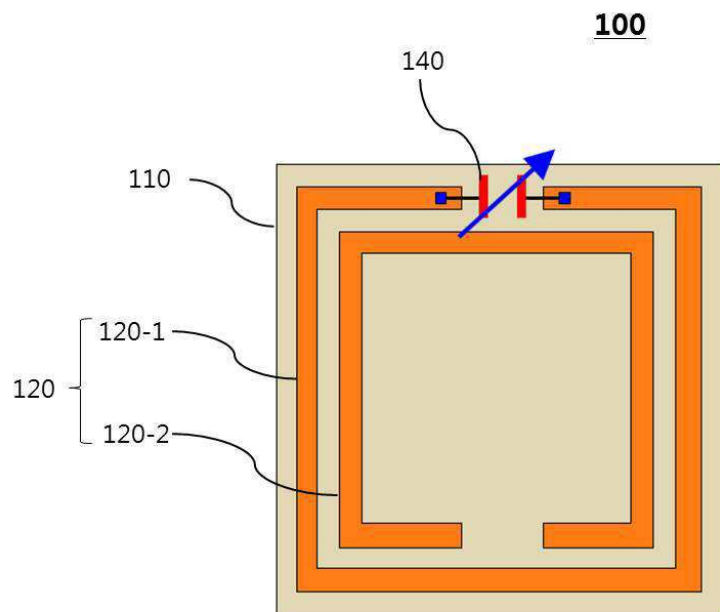
[0052] 이상에서 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시 예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

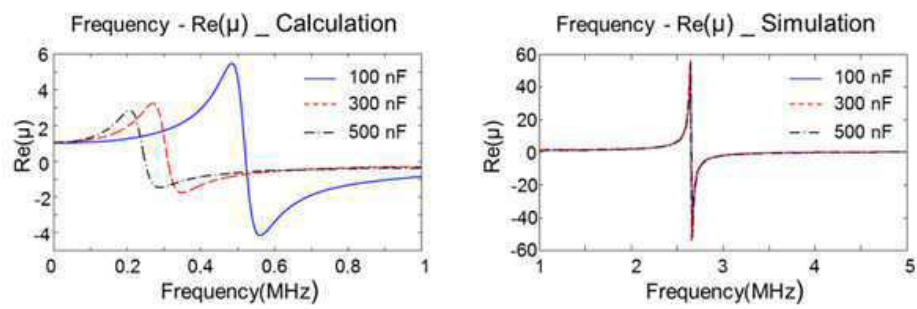
[0053] 100: 메타물질 셀 110: 유전체 기관
120: 인덕터부 140: 가변 캐패시터부
140-1: 단속가능 캐패시터 142: 캐패시터
144: 스위칭 소자 160: 적응형 캐패시턴스 제어부
170: 캐패시터 스위칭 제어부 180: 위치 센서
200: 메타물질 장치 210: 메타물질 구조체
300: 무선전력전송 장치 310: 거치 기구
320: 송전코일 350: 급전부
500-1, 500-2: 무선충전 대상 전기기기

도면

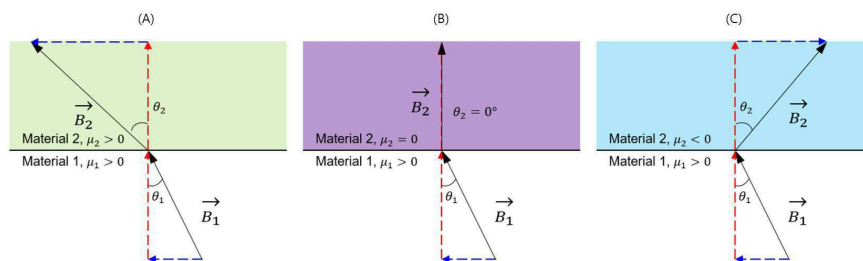
도면1



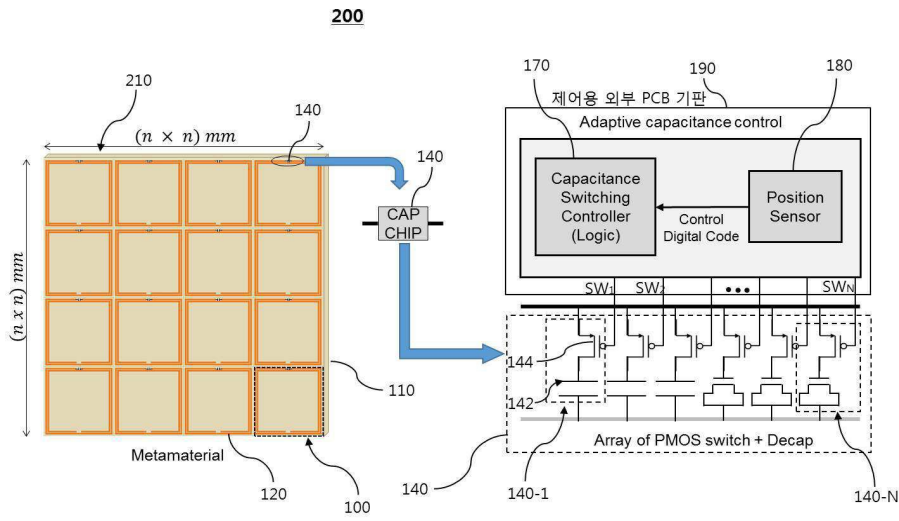
도면2



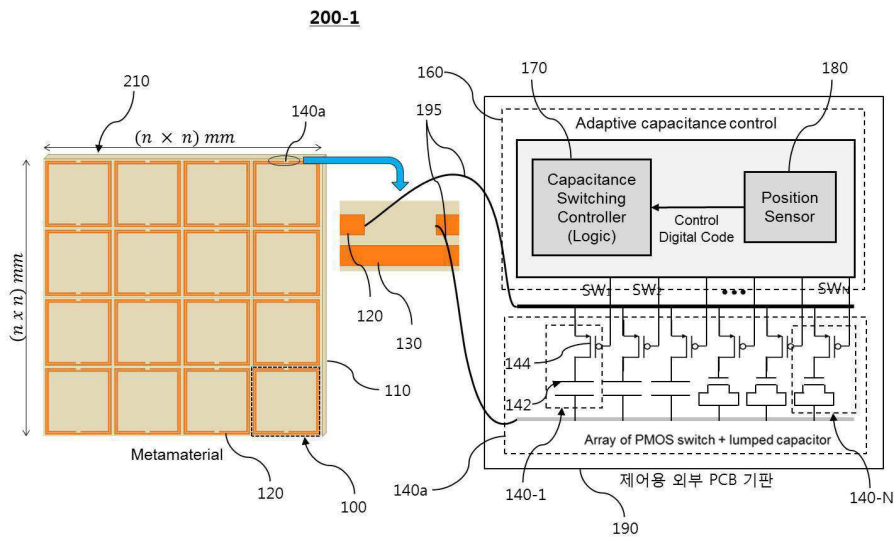
도면3



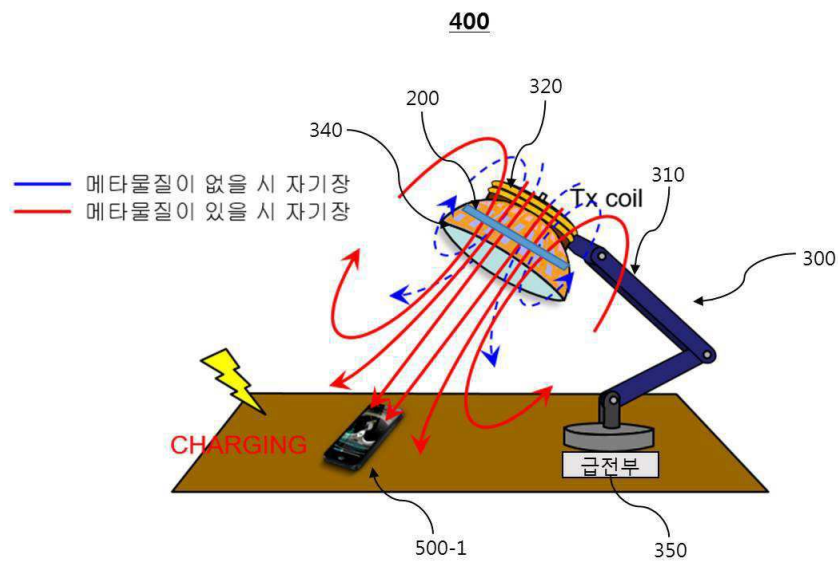
도면4



도면5



도면6



도면7

