(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0057006
(43) 공개일자 2018년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/12 (2016.01) *H01F 38/14* (2006.01)
H01P 7/06 (2006.01) *H02J 7/02* (2016.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/12 (2016.02)
H01F 38/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0155061
(22) 출원일자 2016년11월21일
심사청구일자 2016년11월21일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이종욱
경기도 화성시 영통로26번길 24 대우 푸르지오 301-801 (반월동)
팜탄 손
경기도 수원시 영통구 영통동 1029-2, B02호
(74) 대리인
김홍석, 김등용

전체 청구항 수 : 총 14 항

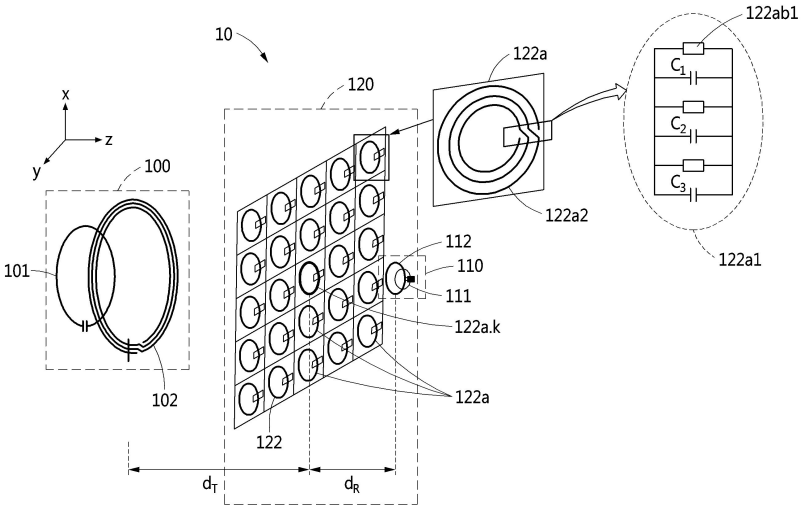
(54) 발명의 명칭 **국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치**

(57) 요 약

본 발명에 따른 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.기설정된 공진주파수로 진동하는 자기유도파를 이용하여, 무선으로 전력을 전송하는 송신모듈 과 상기 자기유도파를 통해, 무선으로 전력을 수신하는 수신모듈을 포함하는 국부적 무선전력 전송장치에 있어서,

상기 송신모듈과 상기 수신모듈 사이에 구비되며, 상호 일정간격 이격되어 배치되는 적어도 하나 이상의 단위셀를 포함하고, 상기 각 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어하여, 상기 자기유도파가 적어도 하나이상의 단위셀로 구성되는 특정영역에 집속(localizing)되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성하는 메타물질 구조모듈을 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01P 7/06 (2013.01)
H02J 7/025 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2015R1A2A2A03004160
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 기초연구사업 (중견연구자지원사업)
연구과제명 능동 매타표면의 보안성있는 ID 선택적 energy hot spot을 통한 사물인터넷 에너지 및 센싱 융합기술 연구
기 여 율 1/2
주관기관 경희대학교 산학협력단
연구기간 2015.05.01 ~ 2018.04.30
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2015R1A5A1037656
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 선도연구센타지원사업
연구과제명 최소침습 정밀표적치료연구센터
기 여 율 1/2
주관기관 경희대학교 산학협력단
연구기간 2015.08.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

기설정된 공진주파수로 진동하는 자기유도파를 이용하여, 무선으로 전력을 전송하는 송신모듈과 상기 자기유도파를 통해, 무선으로 전력을 수신하는 수신모듈을 포함하는 국부적 무선전력 전송장치에 있어서,

상기 송신모듈과 상기 수신모듈 사이에 구비되며, 상호 일정간격 이격되어 배치되는 적어도 하나 이상의 단위셀를 포함하고, 상기 각 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어하여, 상기 자기유도파가 적어도 하나 이상의 단위셀로 구성되는 특정영역에 집속(localizing)되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성하는 메타물질 구조모듈을 포함하는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 메타물질 구조모듈은

상기 자기유도파의 진행방향과 수직방향으로 구비되며, 일면에는 X축 또는 Y축방향으로 상호 일정간격 이격되어, 매트릭스(matrix) 형태로 배열되는 적어도 하나 이상의 단위셀를 포함하는 단일 메타물질 평판(Metamaterial slab);및

상기 자기유도파가 관통하는 상기 단일 메타물질 평판 일면의 적어도 하나이상의 단위셀로 구성되는 상기 특정영역에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 각 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어하는 제 1 메타물질 컨트롤러를 포함하는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 단위셀은

코일이 나선형으로 회전하여 형성되며, 상기 자기유도파에 의해 자기장이 유도되어 자기공진(Magnetic resonance)하는 나선형 공진기;및

상기 나선형 공진기에 전기적으로 연결되며, 상호 병렬적으로 연결되는 적어도 하나 이상의 커패시터와 상기 커패시터에 병렬적으로 연결되는 스위칭모듈로 구성된 공진주파수 제어회로를 포함하는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제 1 메타물질 컨트롤러는

상기 공진주파수 제어회로의 스위칭 모듈의 온(on)/오프(off) 동작을 제어하여, 상기 단위셀의 커패시턴스를 조절함으로써, 상기 단일 메타물질 평판 일면의 상기 특정영역에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 각 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어하는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제 1 메타물질 컨트롤러는

상기 특정영역 주변의 다른 단위셀의 공진주파수(W)를 상기 특정영역을 구성하는 상기 단위셀의 공진주파수(W_0)

보다 작도록 제어함으로써, 상기 특정영역을 구성하는 상기 단위셀에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성시키는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제 1 메타물질 컨트롤러는

상기 단일 메타물질 평판의 일면에 상기 X축방향 및 Y축방향으로 배열된 상기 각각의 단위셀마다 행과 열에 따른 주소를 부여하여, 상기 수신모듈의 위치에 대응되는 특정 단위셀의 주소에 기초하여, 상기 특정 단위셀에 상기 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 특정 단위셀의 공진주파수를 제어하는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 단일 메타물질 평판은

일면에 상기 단위셀이 X축방향 과 Y축방향의 매트릭스 형태로 일정간격 이격되어 5개 구비되는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 8

기설정된 공진주파수로 진동하는 자기유도파를 이용하여, 무선으로 전력을 전송하는 송신모듈과 상기 자기유도파를 통해, 무선으로 전력을 수신하는 수신모듈을 포함하는 국부적 무선전력 전송장치에 있어서,

상기 송신모듈과 상기 수신모듈 사이에 구비되며, 일면에 상호 일정간격 이격되어 매트릭스(matrix) 형태로 배치되는 복수의 제 1 단위셀로 구성되는 제 1 메타물질 평판(Metamaterial slab); 및

상기 제 1 메타물질 평판(Metamaterial slab)으로부터, 일정간격 이격되어 대향되도록 구비되며, 일면에 상기 제 1 단위셀에 대응되도록 상호 일정간격 이격되어 매트릭스(matrix) 형태로 배치되는 적어도 하나 이상의 제 2 단위셀로 구성되는 제 2 메타물질 평판(Metamaterial slab)을 포함하는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 자기유도파가 관통하는 상기 제 1 메타물질 평판 또는 제 2 메타물질 평판 각각의 일면에 적어도 하나이상의 상기 제 1 단위셀 또는 상기 제 2 단위셀로 구성되는 특정영역에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 제 1 단위셀 과 상기 제 2 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어하는 제 2 메타물질 컨트롤러를 더 포함하는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제 1 단위셀 과 상기 제 2 단위셀은

코일이 나선형으로 회전하여 형성되며, 상기 자기유도파에 의해 자기장이 유도되어 자기공진(Magnetic resonance)하는 나선형 공진기;및

상기 나선형 공진기에 전기적으로 연결되며, 상호 병렬적으로 연결되는 적어도 하나 이상의 커패시터와 상기 커패시터에 병렬적으로 연결되는 스위칭모듈로 구성된 공진주파수 제어회로를 포함하는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제 2 메타물질 컨트롤러는

상기 공진주파수 제어회로의 스위칭 모듈의 온(on)/오프(off) 동작을 제어하여, 상기 단위셀의 커패시턴스를 조절함으로써, 상기 제 1 메타물질 평판 또는 상기 제 2 메타물질 평판의 상기 특정영역에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성하도록, 상기 제 1 단위셀 과 상기 제 2 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어하는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제 2 메타물질 컨트롤러는

상기 특정영역 주변의 다른 제 1 단위셀 또는 제 2 단위셀의 공진주파수(W)를 상기 제 1 메타물질 평판 또는 상기 제 2 메타물질 평판의 상기 특정영역을 구성하는 상기 제 1 단위셀 또는 상기 제 2 단위셀의 공진주파수(W_0) 보다 작도록 제어함으로써, 상기 특정영역을 구성하는 상기 제 1 단위셀 또는 상기 제 2 단위셀에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성시키는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제 2 메타물질 컨트롤러는

상기 제 1 메타물질 평판 과 상기 제 2 메타물질 평판 각각의 일면에 상기 X축방향 및 Y축방향으로 배열된 상기 제 1 단위셀과 상기 제 2 단위셀마다, 행과 열에 따른 주소를 부여하여, 상기 수신모듈의 위치에 대응되는 특정 단위셀의 주소에 기초하여, 상기 특정 단위셀에 상기 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 특정 단위셀의 공진주파수를 제어하는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제 1 메타물질 평판 과 상기 제 2 메타물질 평판은

각각의 일면에 상기 제 1 단위셀 과 상기 제 2 단위셀이 X축방향 및 Y축방향의 매트릭스 형태로 일정간격 이격되어 5개 구비되는 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 국부적인 전력전송을 위한 무선전력 전송장치에 관한 발명이다.

배 경 기 술

[0002] 배터리를 사용하는 휴대폰과 노트북을 포함하는 단말이 증가하면서, 이들 기기를 효과적으로 충전하는 방법과 경박단소화 되어 이동이 비교적 자유로운 가정용 전자기기에 편리하게 전력을 전송하는 방법에 많은 관심이 모아지고 있으며, 새로운 전력 충전 방법으로서 무선전력전송을 이용한 방법이 있다.

[0003] 무선전력전송을 이용하며, 사무실이나 가정에서 공간의 제약없이 자유롭게 전력을 받을 수 있다. 기존에 무선전력 전송방법으로 유도형 결합방식 또는 방사형 방식이 있으나, 각각 근접거리에서만 동작하거나 원거리에서 얻을 수 있는 출력이작은 단점이 있었다. 또한, 공진형 결합을 이용한 무선 전력전송방식은 전력전달 거리와 효율면에서 기존의 방법에 비해 장점이 있으나, 정렬에 민감한 단점이 있다. 더구나 무선전력의 특성상 원치 않는 방향으로 불필요하게 전력이 누설될 수도 있는바, 이러한 단점을 극복할 수 있는 새로운 접근이 필요하다. 새로운 무선전력 전송장치는 이러한 문제점을 해결하여, 무선에너지가 위치에 따라 효율이 바뀌는 문제, 불필요하게 누설되는 전력도 차단하는 기능, 원하는 부분으로만 무선에너지가 집속되는 새로운 접근이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1462138호(2014.11.10)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 복수의 단위셀로 구성된 메타물질 구조모듈을 이용하여, 상기 단위셀의 공진주파수를 능동적으로 제어함으로써, 송신모듈로부터 전송된 전력을 상기 메타물질 구조모듈의 특정영역에 집속가능한 무선전력 전송장치를 제공하기 위함이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따른 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치는 기 설정된 공진주파수로 진동하는 자기유도파를 이용하여, 무선으로 전력을 전송하는 송신모듈과 상기 자기유도파를 통해, 무선으로 전력을 수신하는 수신모듈을 포함하는 국부적 무선전력 전송장치에 있어서, 상기 송신모듈과 상기 수신모듈 사이에 구비되며, 상호 일정간격 이격되어 배치되는 적어도 하나 이상의 단위셀를 포함하고, 상기 각 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어하여, 상기 자기유도파가 적어도 하나 이상의 단위셀로 구성되는 특정영역에 집속(localizing)되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성하는 메타물질 구조모듈을 포함한다.

[0007] 또한, 상기 메타물질 구조모듈은 상기 자기유도파의 진행방향과 수직방향으로 구비되며, 일면에는 X축 또는 Y축 방향으로 상호 일정간격 이격되어, 매트릭스(matrix) 형태로 배열되는 적어도 하나 이상의 단위셀를 포함하는 단일 메타물질 평판(Metamaterial slab) 및 상기 자기유도파가 관통하는 상기 단일 메타물질 평판 일면의 적어도 하나 이상의 단위셀로 구성되는 상기 특정영역에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 각 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어하는 제 1 메타물질 컨트롤러를 포함한다.

[0008] 또한, 상기 단위셀은 코일이 나선형으로 회전하여 형성되며, 상기 자기유도파에 의해 자기장이 유도되어 자기공진(Magnetic resonance)하는 나선형 공진기 및 상기 나선형 공진기에 전기적으로 연결되며, 상호 병렬적으로 연결되는 적어도 하나 이상의 커패시터와 상기 커패시터에 병렬적으로 연결되는 스위칭모듈로 구성된 공진주파수 제어회로를 포함한다.

[0009] 또한, 상기 제 1 메타물질 컨트롤러는 상기 공진주파수 제어회로의 스위칭 모듈의 온(on)/오프(off) 동작을 제어하여, 상기 단위셀의 커패시턴스를 조절함으로써, 상기 단일 메타물질 평판 일면의 상기 특정영역에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 각 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어한다.

[0010] 또한, 상기 제 1 메타물질 컨트롤러는 상기 특정영역 주변의 다른 단위셀의 공진주파수(W)를 상기 특정영역을 구성하는 상기 단위셀의 공진주파수(W_0) 보다 작도록 제어함으로써, 상기 특정영역을 구성하는 상기 단위셀에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성시킨다.

[0011] 또한, 상기 제 1 메타물질 컨트롤러는 상기 단일 메타물질 평판의 일면에 상기 X축방향 및 Y축방향으로 배열된 상기 각각의 단위셀마다 행과 열에 따른 주소를 부여하여, 상기 수신모듈의 위치에 대응되는 특정 단위셀의 주소에 기초하여, 상기 특정 단위셀에 상기 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 특정 단위셀의 공진주파수를 제어한다.

[0012] 또한, 상기 단일 메타물질 평판은 일면에 상기 단위셀이 X축방향과 Y축방향의 매트릭스 형태로 일정간격 이격되어 5개(실시예) 구비된다.

[0013] 그리고 본 발명에 따른 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치는 기설정된 공진주파수로 진동하는 자기유도파를 이용하여, 무선으로 전력을 전송하는 송신모듈과 상기 자기유도파를 통해, 무선으로 전력을 수신하는 수신모듈을 포함하는 국부적 무선전력 전송장치에 있어서, 상기 송신모듈과 상기 수신모듈 사이에 구비되며, 일

면에 상호 일정간격 이격되어 매트릭스(matrix) 형태로 배치되는 복수의 제 1 단위셀로 구성되는 제 1 메타물질 평판(Metamaterial slab) 및 상기 제 1 메타물질 평판(Metamaterial slab)으로부터, 일정간격 이격되어 대향되도록 구비되며, 일면에 상기 제 1 단위셀에 대응되도록 상호 일정간격 이격되어 매트릭스(matrix) 형태로 배치되는 적어도 하나 이상의 제 2 단위셀로 구성되는 제 2 메타물질 평판(Metamaterial slab)을 포함한다.

[0014] 또한, 상기 자기유도파가 관통하는 상기 제 1 메타물질 평판 또는 제 2 메타물질 평판 각각의 일면에 적어도 하나 이상의 상기 제 1 단위셀 또는 상기 제 2 단위셀로 구성되는 특정영역에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 제 1 단위셀 과 상기 제 2 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어하는 제 2 메타물질 컨트롤러를 더 포함한다.

[0015] 또한, 상기 제 1 단위셀 과 상기 제 2 단위셀은 코일이 나선형으로 회전하여 형성되며, 상기 자기유도파에 의해 자기장이 유도되어 자기공진(Magnetic resonance)하는 나선형 공진기 및 상기 나선형 공진기에 전기적으로 연결되며, 상호 병렬적으로 연결되는 적어도 하나 이상의 커패시터와 상기 커패시터에 병렬적으로 연결되는 스위칭 모듈로 구성된 공진주파수 제어회로를 포함한다.

[0016] 또한, 상기 제 2 메타물질 컨트롤러는 상기 공진주파수 제어회로의 스위칭 모듈의 온(on)/오프(off) 동작을 제어하여, 상기 단위셀의 커패시턴스를 조절함으로써, 상기 제 1 메타물질 평판 또는 상기 제 2 메타물질 평판의 상기 특정영역에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성하도록, 상기 제 1 단위셀 과 상기 제 2 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어한다.

[0017] 또한, 상기 제 2 메타물질 컨트롤러는 상기 특정영역 주변의 다른 제 1 단위셀 또는 제 2 단위셀의 공진주파수(W)를 상기 제 1 메타물질 평판 또는 상기 제 2 메타물질 평판의 상기 특정영역을 구성하는 상기 제 1 단위셀 또는 상기 제 2 단위셀의 공진주파수(W_0) 보다 작도록 제어함으로써, 상기 특정영역을 구성하는 상기 제 1 단위셀 또는 상기 제 2 단위셀에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성시킨다.

[0018] 또한, 상기 제 2 메타물질 컨트롤러는 상기 제 1 메타물질 평판 과 상기 제 2 메타물질 평판 각각의 일면에 상기 X축방향 및 Y축방향으로 배열된 상기 제 1 단위셀 과 상기 제 2 단위셀 마다, 행과 열에 따른 주소를 부여하여, 상기 수신모듈의 위치에 대응되는 특정 단위셀의 주소에 기초하여, 상기 특정 단위셀에 상기 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 특정 단위셀의 공진주파수를 제어한다.

[0019] 또한, 상기 제 1 메타물질 평판 과 상기 제 2 메타물질 평판은 각각의 일면에 상기 제 1 단위셀 과 상기 제 2 단위셀이 X축방향 및 Y축방향의 매트릭스 형태로 일정간격 이격되어 5개 구비된다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따른 국부적인 전력전송이 가능한 무선전력 전송장치는 메타물질 구조체를 이용하여, 수신모듈이 있는 영역에 전력을 선택적으로 집속하여, 전달함으로써, 전송효율을 높일 수 있다.

[0021] 본 발명에 따른 메타물질 구조체는 복수의 단위셀을 포함하며, 상기 단위셀의 공진주파수를 능동적으로 조절함으로써, 메타물질 평판의 일면의 특정영역에 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티를 형성하여, 수신모듈에 대한 자기유도파의 전송효율을 보다 효과적으로 높일 수 있다.

[0022] 본 발명에 따른 무선전력 전송장치는 다수의 개체사물의 배터리를 수동적으로 일일이 교체하거나, 유선으로 충전포트에 접촉하여 전력을 전송할 필요없이, 다개체 사물이 자유롭게 동시에 자율적으로 에너지를 공급받을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1 은 본 발명의 일실시예에 따른 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치의 구조를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 메타물질 구조모듈을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 단일 메타물질 평판의 분산(Dispersion)특성을 나타낸 도면이다.

도 4 내지 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 여러 조건하에서의 단일 메타물질 평판에 의한 무선전력 전송의 효과를 나타내는 자계 분포도이다.

도 8 내지 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 여러 조건하에서의 단일 메타물질 평판상의 자계 집속정도를 나타내는 자계분포도이다.

도 11 과 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 특정 단위셀의 주변 단위셀의 공진주파수의 변화에 따른 무선전력 전송의 효율을 나타낸 도면이다.

도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치의 구조를 나타낸 도면이다.

도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 메타물질 구조모듈을 나타낸 도면이다.

도 15 내지 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 메타물질 구조체의 여러 조건하에서의 제1메타물질 평판과 제2메타물질 평판에 의한 무선전력 전송의 효과를 나타내는 자계 분포도이다.

도 19는 본 발명의 다른 실시예에 따른 제 1 메타물질 평판과 제 2 메타물질 평판의 분산(Dispersion)특성을 나타낸 도면이다.

도 20 과 도 21은 본 발명의 다른 실시예에 따른 여러 조건하에서의 메타물질 평판상의 자계 집속정도를 나타내는 자계분포도이다.

도 22 내지 24는 본 발명의 다른 실시예에 따른 주파수 변화, 회전각의 변화 및 송신모듈과 수신모듈간의 거리 변화에 따른 무선전력 전송효율을 나타낸 도면이다.

도 25는 본 발명의 다른 실시예에 따른 수신모듈의 위치에 따라 형성되는 메타물질 캐비티를 이용한 다개체 자율 무선충전의 개념을 개략적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, "일면", "타면", "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명인 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치에 대한 일실시예를 상세히 설명하기로 하며, 본 발명은 파노 간섭(Fano interference)을 이용하며, 특정 단위셀의 공진주파수가 주변의 단위셀의 공진주파수보다 큰 경우, 보강 간섭(constructive interference)으로 인해, 전송효율이 증가하며, 특정 단위셀의 공진주파수가 주변의 단위셀의 공진주파수보다 작은 경우, 파괴적 간섭(destructive interference)으로 인해, 전송 효율이 떨어지는 현상을 이용한다.

[0026] 도 1 은 본 발명의 일실시예에 따른 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치의 구조를 나타낸 도면이며, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 메타물질 구조모듈(120)을 나타낸 도면이다.

[0027] 도 1과 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치는 무선으로 전력을 전송하는 송신모듈(100), 무선으로 전력을 수신하는 수신모듈(110) 및 송신모듈(100) 과 수신모듈(110) 사이에 구비되며, 상호 일정간격 이격되어 배치되는 적어도 하나 이상의 단위셀를 포함하고, 상기 각 단위셀의 공진주파수를 차등적으로 제어하여, 상기 자기유도파가 적어도 하나 이상의 단위셀로 구성되는 특정영역에 집속(localizing)되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성하는 메타물질 구조모듈(120)을 포함한다.

[0028] 송신모듈(100)은 전력을 공급하는 소스코일(101)과 소스코일(101)로부터 공급된 전력을 기설정된 공진주파수로 진동하는 자기유도파(Magneto-inductive wave)를 통해, 무선으로 전력을 전송하는 송신 공진기(Tx resonator)(102)을 포함한다.

[0029] 수신모듈(110)은 송신모듈(100)로부터 전송된 상기 자기유도파의 공진주파수에 공진하며, 전력을 수신하는 수신 공진기(Rx resonator)(112)와 수신 공진기(112)로부터 전력을 전송받는 로드 코일(Load coil)(111)을 포함한다.

[0030] 여기에서, 로드 코일(111)의 반지름은 송진 공진기(102)의 1/4 일 수 있으며, 소스 코일(101)은 지름이 40 cm 인 1회전 루프로 형성될 수 있고, 송신 공진기(102)는 내부 지름이 50 cm 이고 피치(pitch)가 1cm 인 6회전 루

프로 구성될수 있으며, 공진주파수는 6.5 [MHz]로 설정될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0031] 메타물질 구조모듈(120)은 송신모듈(100)과 수신모듈(110) 사이에 구비되며, 상호 일정간격 이격되어 배치되는 적어도 하나 이상의 단위셀을 포함하고, 각 단위셀(122a)의 공진주파수를 차등적으로 제어하여, 상기 자기유도파가 적어도 하나 이상의 단위셀(122a)로 구성되는 특정영역에 집속(localizing)되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성한다.

[0032] 단위셀(122a)은 코일이 나선형으로 회전하여 형성되며, 상기 자기유도파에 의해 자기장이 유도되어 자기공진(Magnetic resonance)하는 나선형 공진기(122a2) 및 나선형 공진기(122a2)에 전기적으로 연결되며, 상호 병렬적으로 연결되는 적어도 하나 이상의 커패시터(C1 내지 C3) 와 커패시터(C1 내지 C3)에 병렬적으로 연결되는 스위칭모듈(122ab1)로 구성된 공진주파수 제어회로(122a1)를 포함한다.

[0033] 단위셀(122a)은 단일 메타물질 평판(122)의 일면에 X축방향과 Y축방향의 매트릭스 형태로 일정간격 이격되어 5개 구비될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 형태로 구성될 수 있다.

[0034] 나선형 공진기(122a2)는 코일이 3회전하여 형성되는 나선형 공진기(Three turn spiral resonator,3T-SR)이며, 이 구조는 작은 전기적 사이즈와 낮은 손실이 특징이고, 시변 자기장이 나선형 공진기(122a2)에 유도 될때, 상기 코일에 전류가 유도된다.

[0035] 여기에서, 나선형 공진기(122a2)는 외부 반지름이 7 cm, 평균 반지름이 5.6 cm, 코일의 폭이 7 mm, 각 코일 간의 간격이 3 mm 및 공진주파수가 6.5 [MHz]로 구현될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0036] 메타물질 구조모듈(120)은 상기 자기유도파의 진행방향과 수직방향으로 구비되며, 일면에는 X축 또는 Y축방향으로 상호 일정간격 이격되어, 매트릭스(matrix) 형태로 배열되는 적어도 하나 이상의 단위셀를 포함하는 단일 메타물질 평판(Metamaterial slab)(122) 및 상기 자기유도파가 관통하는 단일 메타물질 평판(122) 일면의 적어도 하나 이상의 단위셀(122a)로 구성되는 상기 특정영역(122a.k)에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 각 단위셀(122a)의 공진주파수를 차등적으로 제어하는 제 1 메타물질 컨트롤러(123)를 포함한다.

[0037] 제 1 메타물질 컨트롤러(123)는 각 단위셀(122a)을 구성하는 공진주파수 제어회로(122a1)의 스위칭 모듈의 온(on)/오프(off) 동작을 제어하여, 단위셀의 커패시턴스를 조절함으로써, 단일 메타물질 평판(122) 일면의 특정영역(122a.k)에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)(122a.k)가 형성되도록, 각 단위셀(122a)의 공진주파수를 차등적으로 제어한다.

[0038] 제 1 메타물질 컨트롤러(123)는 상기 특정영역 주변의 다른 단위셀(122a)의 공진주파수(W)를 상기 특정영역을 구성하는 상기 단위셀의 공진주파수(W_0) 보다 작도록 제어함으로써, 상기 특정영역을 구성하는 단위셀(122a)에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성시킨다.

[0039] 제 1 메타물질 컨트롤러(123)는 단일 메타물질 평판(122)의 일면에 상기 X축방향 및 Y축방향으로 배열된 상기 각각의 단위셀(122a)마다 행과 열에 따른 주소(Adressing)를 부여하여, 수신모듈(110)의 위치에 대응되는 특정 단위셀의 주소에 기초하여, 상기 특정 단위셀에 상기 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 특정 단위셀(122a)의 공진주파수를 제어한다.

[0040] 즉, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 제 1 메타물질 컨트롤러(123)는 단위셀(122a) 중 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)이 수신모듈(110)의 위치에 대응한 것으로 검출된 경우, 상기 특정 단위셀(122a.k)의 주변에 위치한 다른 단위셀(122a)의 공진주파수(W)를 상기 특정 단위셀(122a.k)의 공진주파수(Wo)보다 작도록 제어함으로써, 상기 특정 단위셀 영역(122a.k)에 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티를 형성시킬 수 있다.

[0041] 여기에서, 제 1 메타물질 컨트롤러(123)는 다른 단위셀(122a)을 구성하는 공진주파수 제어회로의 스위칭 모듈의 온(on)/오프(off) 동작을 제어하여, 상기 단위셀(122a)의 커패시턴스를 조절함으로써, 공진주파수(W)를 조절할 수 있다.

[0042] 도 4 내지 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 여러 조건하에서의 단일 메타물질 평판에 의한 무선전력 전송의 효과를 나타내는 자계 분포도로서, (a) 도 4의 경우, 각 단위셀(122a)의 공진주파수(Wo)가 6.5 [MHz]로 설정된 상태에서의 자계 분포를 나타내며, (b) 도 5의 경우, 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)의 공진주파수(Wo)는 6.5 [MHz]로 유지된 상태에서, 주변에 위치한 다른 단위셀(122a)의 공진주파수(W)는 1.1Wo=7.15[MHz]로 설정된 경우, 자계 분포이다.

[0043] (c) 도 6의 경우, 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)의 공진주파수(Wo)는 6.5 [MHz]로 유지된 상태에서, 주변에 위치한 다른 단위셀(122a)의 공진주파수(W)는 0.9Wo=5.85[MHz]로 설정된 경우, 자계 분포이며, (d) 도 7의 경우, 단일 메타물질 평판이 사용되지 않은 자유공간에서의 자계 분포이다.

[0044] 즉, 도 6에 도시된 바와 같이, 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)의 공진주파수(Wo=6.5 [MHz])가 주변의 단위셀(122a)의 공진주파수(W=5.85 [MHz])보다 큰 경우, 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)로 자기유도파가 집속되어 메타물질 캐비티를 형성하는 것을 확인할 수 있다.

[0045] 또한, 도 8 내지 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 여러 조건하에서의 단일 메타물질 평판상의 자계 집속정도를 나타내는 자계분포도로서, (a) 도 8의 경우, 각 단위셀(122a)의 공진주파수(Wo)가 6.5 [MHz]로 설정된 상태에서의 메타물질 평면상에서의 자계 집속정도를 나타내며, (b) 도 9의 경우, 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)의 공진주파수(Wo)는 6.5 [MHz]로 유지된 상태에서, 주변에 위치한 다른 단위셀(122a)의 공진주파수(W)는 1.1Wo=7.15[MHz]로 설정된 상태에서의 메타물질 평면상에서의 자계 집속정도를 나타내고, (c) 도 10의 경우, 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)의 공진주파수(Wo)는 6.5 [MHz]로 유지된 상태에서, 주변에 위치한 다른 단위셀(122a)의 공진주파수(W)는 0.9Wo=5.85[MHz]로 설정된 경우, 메타물질 평면상에서의 자계 집속정도를 나타낸다.

[0046] 즉, 도 9에 도시된 바와 같이, 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)의 공진주파수(Wo=6.5 [MHz])가 주변의 단위셀(122a)의 공진주파수(W=7.15 [MHz])보다 작은 경우, 특정 단위셀(122a.k)에 자계가 집속되지 않으며, 도 10에 도시된 바와 같이, 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)의 공진주파수(Wo=6.5 [MHz])가 주변의 단위셀(122a)의 공진주파수(W=5.85 [MHz])보다 큰 경우, 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)로 자기유도파가 집속되어 메타물질 캐비티를 형성하는 것을 확인할 수 있다.

[0047] 도 11과 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 특정 단위셀의 주변 단위셀의 공진주파수의 변화에 따른 무선전력 전송의 효율을 나타낸 도면으로서, 단일 메타물질 평판(122)의 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)의 공진주파수(Wo)는 6.5 [MHz]로 고정한 채, 주변 단위셀(122a)의 공진주파수(W)를 3.5 [MHz] ~ 8.0 [MHz]로 변경한 경우, 주변 단위셀(122a)의 공진주파수(W)가 3.5 [MHz], 4.2[MHz], 5.8[MHz] 일때, 무선 전력 전송효율 및 피크 효율이 45.6,50.3, 56.5%로 나타났으며, 주변 단위셀(122a)의 공진주파수(W)가 5.8 [MHz] 일때, 중앙에 위치한 특정 단위셀(122a.k)에 자기유도파가 집속되는 메타물질 케비티가 형성됨을 확인할 수 있다.

[0048] 이하, 본 발명에 따른 다른 실시예에 대해 설명할 것이며, 앞서 설명한 송신모듈(100), 수신모듈(110), 단위셀(122a)에 대한 내용은 중복되는 내용인바, 이에 대한 설명은 생략한다.

[0049] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치의 구조를 나타낸 도면이며, 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 메타물질 구조모듈을 나타낸 도면이다.

[0050] 본 발명의 다른 실시예에 따른 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치는 무선으로 전력을 전송하는 송신모듈(200), 무선으로 전력을 수신하는 수신모듈(210) , 송신모듈(200) 과 수신모듈(210) 사이에 구비되며, 상호 일정간격 이격되어 배치되는 제 1 메타물질 평판(Metamaterial slab)(221), 제 2 메타물질 평판(Metamaterial slab) 및 제 2 메타물질 컨트롤러(223)를 포함한다.

[0051] 여기에서, 송신모듈(200) 과 제 1 메타물질 평판(221) 과의 거리(d_T)는 40 cm, 수신모듈(210)과 제 2 메타물질 평판(222)과의 거리(d_R)은 20 cm로 설정될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0052] 제 1 메타물질 평판(221)은 송신모듈(200)과 수신모듈(210) 사이에 구비되며, 일면에 상호 일정간격 이격되어 매트릭스(matrix) 형태로 배치되는 복수의 제 1 단위셀(221a)로 구성된다.

[0053] 제 2 메타물질 평판(222)은 제 1 메타물질 평판(Metamaterial slab)으로부터, 일정간격 이격되어 대향되도록 구비되며, 일면에 제 1 단위셀(221a)에 대응되도록 상호 일정간격 이격되어 매트릭스(matrix) 형태로 배치되는 적어도 하나 이상의 제 2 단위셀(222a)로 구성된다.

[0054] 제 2 메타물질 컨트롤러(223)는 상기 자기유도파가 관통하는 상기 제 1 메타물질 평판(221) 또는 제 2 메타물질 평판(222) 각각의 일면에 적어도 하나 이상의 상기 제 1 단위셀 또는 상기 제 2 단위셀로 구성되는 특정영역에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 제 1 단위셀(221a)과 제 2 단위셀(222a)의 공진주파수를 차등적으로 제어한다.

[0055] 여기에서, 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성하는 특정영역은 제1메타물질 평판(221)의 중앙부분의

제1단위셀(221a.k)과 제1단위셀(221a.k)에 대응되는 제2메타물질 평판(222)의 중앙부분의 제2단위셀(222a.k)이 물리적으로 제거되어 형성될 수 있으나, 중앙부분 영역에 한정되는 것은 아니다.

[0056] 제 1 단위셀(221a)과 제 2 단위셀은 코일이 나선형으로 회전하여 형성되며, 상기 자기유도파에 의해 자기장이 유도되어 자기공진(Magnetic resonance)하는 나선형 공진기(122a2) 와 나선형 공진기(222a2)에 전기적으로 연결되며, 상호 병렬적으로 연결되는 적어도 하나 이상의 커패시터와 상기 커패시터에 병렬적으로 연결되는 스위칭 모듈(122a1.1)로 구성된 공진주파수 제어회로(222a1)를 포함한다.

[0057] 제 1 단위셀(221a)과 제 2 단위셀(222a)은 제 1 메타물질 평판(221)과 제 2 메타물질 평판의 일면에 X축방향 과 Y축방향의 매트릭스 형태로 일정간격 이격되어 5개 구비될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 형태로 구성될 수 있다.

[0058] 제 2 메타물질 컨트롤러(223)는 공진주파수 제어회로(222a1)의 스위칭 모듈의 온(on)/오프(off) 동작을 제어하여, 단위셀의 커패시턴스를 조절함으로써, 제 1 메타물질 평판(221) 또는 제 2 메타물질 평판(222)의 상기 특정영역에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성하도록, 제 1 단위셀(221a)과 제 2 단위셀(222a)의 공진주파수를 차등적으로 제어한다.

[0059] 제 2 메타물질 컨트롤러(223)는 상기 특정영역 주변의 다른 제 1 단위셀(221a) 또는 제 2 단위셀(222a)의 공진주파수(W)를 제 1 메타물질 평판(221) 또는 제 2 메타물질 평판(222)의 상기 특정영역을 구성하는 제 1 단위셀(221a.k) 또는 제 2 단위셀(222a.k)의 공진주파수(W_0) 보다 작도록 제어함으로써, 상기 특정영역을 구성하는 제 1 단위셀(221a.k) 또는 제 2 단위셀(222a.k)에 상기 자기유도파가 집속되는 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)를 형성시킬 수 있다.

[0060] 도 14에 도시된 바와 같이, 제 2 메타물질 컨트롤러(223)제 2 메타물질 컨트롤러(223)과 제 2 메타물질 평판(222) 각각의 일면에 상기 X축방향 및 Y축방향으로 배열된 제 1 단위셀(221a)과 제 2 단위셀(222a) 마다, 행과 열에 따른 주소를 부여하여, 수신모듈(210)의 위치에 대응되는 특정 단위셀의 주소에 기초하여, 상기 특정 단위셀에 상기 메타물질 캐비티(Metamaterial Cavity)가 형성되도록, 상기 특정 단위셀의 공진주파수를 제어한다.

[0061] 도 15 내지 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 메타물질 구조체의 여러 조건하에서의 제1메타물질 평판과 제2메타물질 평판에 의한 무선전력 전송의 효과를 나타내는 자계 분포도이다.

[0062] (a) 도 15의 경우, 메타물질 구조모듈(220)을 사용하지 않은 경우의 자계 분포를 나타내며, (b) 도 16의 경우, 제 1 메타물질 평판(221)을 사용한 경우의 자계분포를 나타낸 경우로서, 자기유도파의 진행 때문에, 제 1 메타물질 평판(221)에 표면파가 나타난다.

[0063] (c) 도 17의 경우, 제 1 메타물질 평판(221)과 제 2 메타물질 평판(222)을 사용한 경우의 자계분포를 나타낸 경우로서, 제 1 단위셀(221a) 과 z 축 방향의 제 2 단위셀(222a)은 상호 강하게 커플링되어 있기 때문에, 수신모듈(210)에서의 자계 강도는 약하게 된다.

[0064] 즉, 도 19에 도시된 바와 같이, 제 1 메타물질 평판(221)과 제 2 메타물질 평판(222)은 상호 강하게 커플링 되어, stopband 가 6.5 [MHz]근처에 형성되며, passband가 상기 stopband를 기준으로 양옆에 형성되므로, 제 1 단위셀(221a)과 제 2 단위셀(222a)의 공진주파수가 6.5 [MHz]인 경우, 자기유도파의 전송효율은 떨어지게 된다.

[0065] (d) 도 18의 경우, 제 1 메타물질 평판(221) 또는 제 2 메타물질 평판(222)의 중앙에 위치한 특정 단위셀에 메타물질 캐비티가 형성할 경우의 자계 분포를 나타낸 경우로서, 특정 단위셀(222a.k, 221a.k)의 위치에서는 단위셀간의 커플링이 약하기 때문에, 자기유도파는 특정 단위셀(222a.k, 221a.k)에 집속하여, 메타물질 캐비티를 형성할 수 있다.

[0066] 도 20 과 도 21은 본 발명의 다른 실시예에 따른 여러 조건하에서의 메타물질 평판상의 자계 집속정도를 나타내는 자계분포도이며, (a) 도 20의 경우, 제 1 메타물질 평판(221)에 메타물질 캐비티가 형성되지 않은 상태에서의 자계분포를 나타낸 것이며, 중앙 영역에 위치한 제 1 단위셀(221a)이 다른 영역의 제 1 단위셀(221a)보다 근소하게 높은 자계강도를 나타내며, 이는 송신 공진기(Tx resonator)와의 자기결합(magnetic coupling)에 의한 현상이다.

[0067] (b) 도 21의 경우, 제 1 메타물질 평판(221) 과 제 2 메타물질 평판(222)을 사용한 경우로서, 제 1 메타물질 평판(221) 또는 제 2 메타물질 평판(222)의 중앙영역에 메타물질 캐비티가 형성된 경우의 자계가 상기 캐비티에 집속되는 것을 확인할 수 있다. 이 경우, 메타물질 캐비티에 집속되는 자계강도(magnetic intensity)는 엣지영

역의 자계강도 약 40 정도 더 높은 것을 확인할 수 있다.

[0068] 이와 같이, 메타물질 캐비티와 주변영역의 자계강도 특성을 무선전력전송(WPT)에 이용하면, 무선전력전송 중 인체 노출을 줄일 수 있으며, 메타물질 캐비티를 통해, 수신모듈(210)에 대한 전송계수(transmission coefficient)을 보다 높일 수 있을 것이다.

[0069] 도 22 내지 24는 본 발명의 다른 실시예에 따른 주파수 변화, 회전각의 변화 및 송신모듈과 수신모듈간의 거리 변화에 따른 무선전력 전송효율을 나타낸 도면이다.

[0070] (a) 도 22의 경우, 주파수 변화에 따른 무선전력 전송효율을 나타낸 경우로서, 공진주파수가 6.5 [MHz] 인 경우, 1) 자유공간(c)에서는 최대 전송효율은 8.7 %를 나타내었으며, 2) 제 1 메타물질 평판(221)을 사용한 경우(b)에는 29.5%를 나타내었으며, 3) 제 1 메타물질 평판(221) 과 제 2 메타물질 평판(222)을 사용한 경우(a)에는 최대 전송효율이 54.9%를 나타내었다.

[0071] (b)도 23의 경우, 송신 공진기(202)와 수신 공진기(212)간의 거리에 따른 무선전력 전송효율을 나타낸 경우로서, 송신 공진기(202)로부터 메타물질 평판(220) 까지의 거리(d_T)를 40 cm 로 고정한 상태에서, 수신 공진기(212)로부터 메타물질 평판(220)까지의 거리(d_R)을 5~ 40 cm까지 증가시킨 경우, 전송효율은 수신 공진기(212)로부터 메타물질 평판(220)까지의 거리(d_R)이 55 cm 일때, 최대이며, 거리가 증가할 수록, 전송효율은 떨어지는 것을 확인할 수 있다.

[0072] 여기에서, 'a'는 두개의 메타물질 평판에 메타물질 캐비티가 형성된 경우이며, ' b '는 1개의 메타물질 평판을 사용한 경우이고, 'c'는 자유공간이며, 'd'는 두개의 메타물질 평판만을 사용한 경우이다.

[0073] (c)도 24의 경우, 송신모듈(200) 과 수신모듈(210)간의 정렬각도가 바뀌는 경우에는 기존의 방법보다 전송효율이 상승하는 것을 확인할 수 있다. 여기에서, 'a'는 두개의 메타물질 평판에 메타물질 캐비티가 형성된 경우이며, ' b '는 1개의 메타물질 평판을 사용한 경우이고, 'c'는 자유공간이며, 'd'는 두개의 메타물질 평판만을 사용한 경우이다.

[0074] 도 25는 본 발명의 다른 실시예에 따른 수신모듈의 위치에 따라 형성되는 메타물질 캐비티를 이용한 다개체 자율 무선충전의 개념을 개략적으로 나타낸 도면으로서, 수신모듈(210)을 내장하는 드론(131,130,132)이 메타물질 평판(220)의 특정영역에 위치할 경우, 드론(130,131,132)이 위치한 영역에 있는 단위셀(122a.a0,122a.a1)에 메타물질 캐비티를 형성시켜, 메타물질 캐비티(222a.k)을 통해, 자기유도파를 집속시켜, 드론(130,131,132)에 집중적으로 전력을 전송할 수 있다.

[0075] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명에 따른 국부적인 전력 전송을 위한 무선전력 전송장치는 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함은 명백하다고 할 것이다.

[0076] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속하는 것으로 본 발명의 구체적인 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

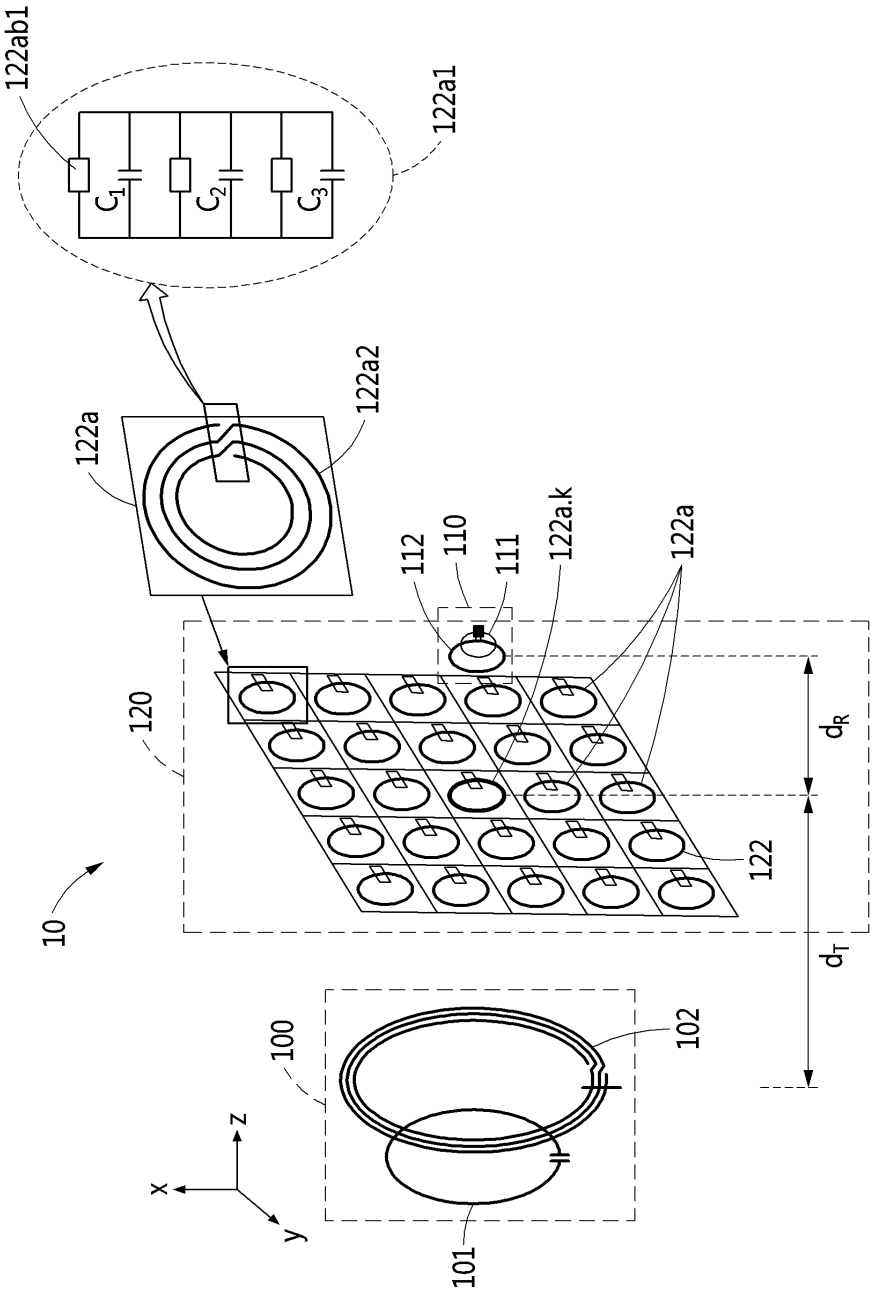
부호의 설명

[0077] 10 , 20 : 무선전력 전송장치

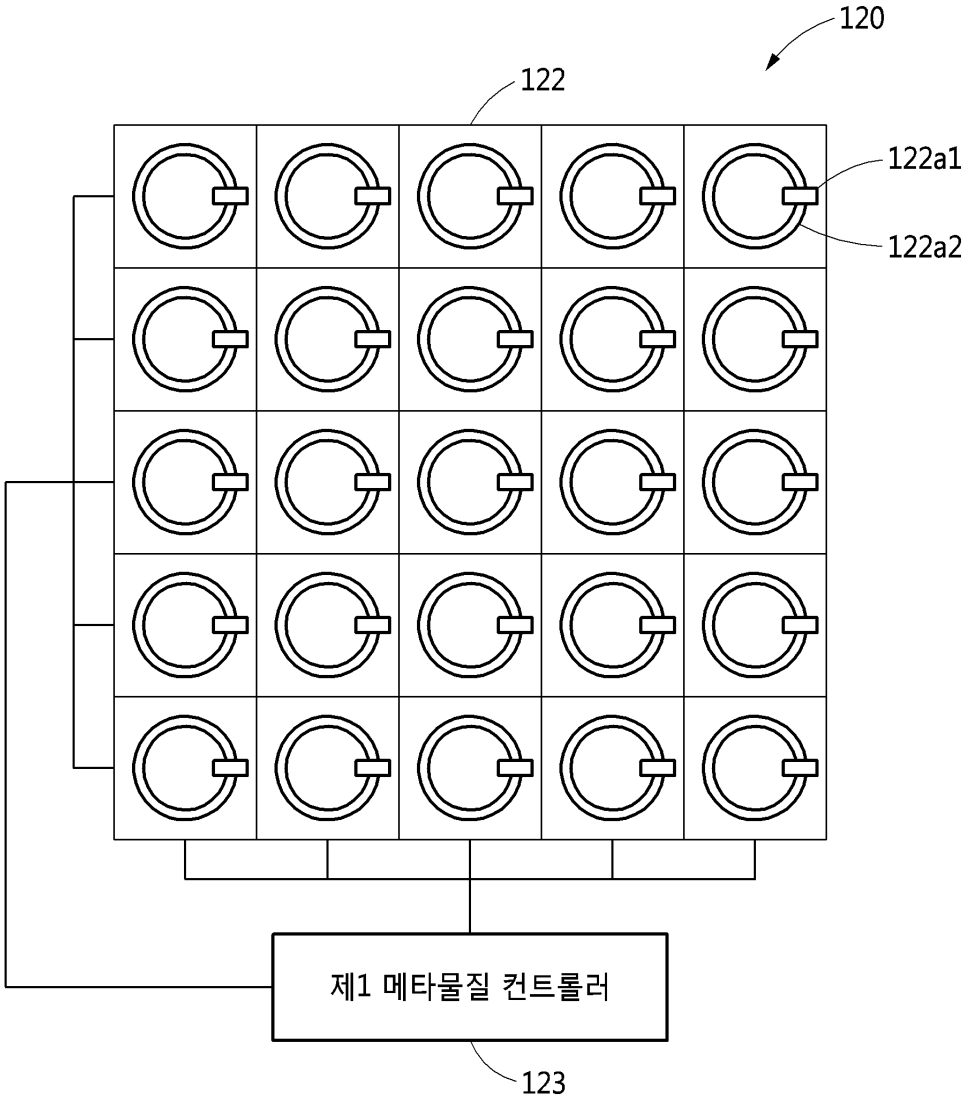
100 , 200: 송신모듈	110, 210 : 수신모듈
120 , 220 : 메타물질 구조체	122 : 단일 메타물질 평판
122a : 단위셀	221 : 제 1 메타물질 평판
222 : 제 2 메타물질 평판	221a : 제 1 단위셀
222a : 제 2 단위셀	122a.k , 222a.k : 메타물질 캐비티

도면

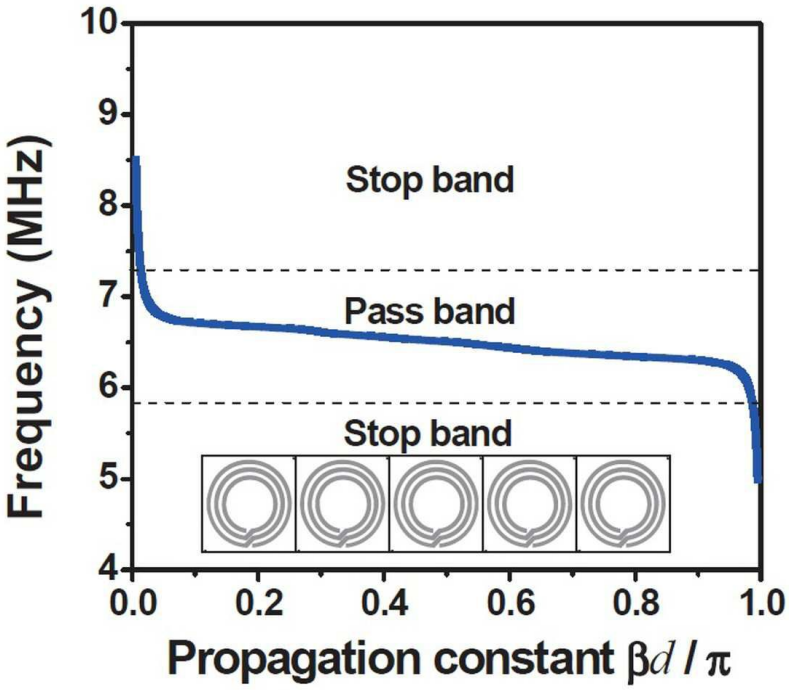
도면1


122ab1
122a1
C1
C2
C3
122a2
122a
112
110
111
122a.k
122a
120
122
dR
dT
10
100
102
101
z
x
y

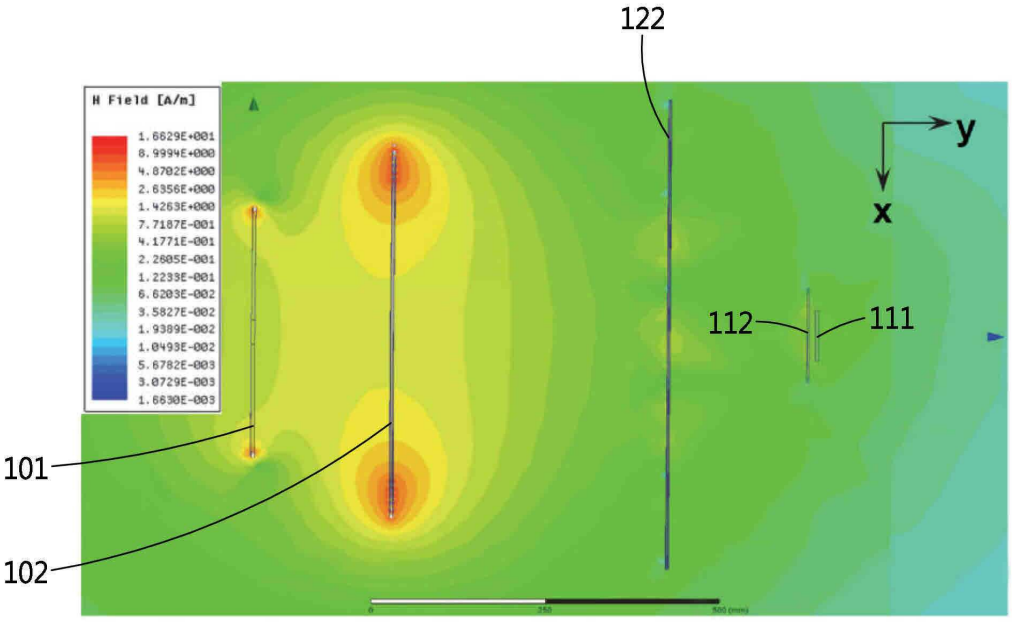
도면2



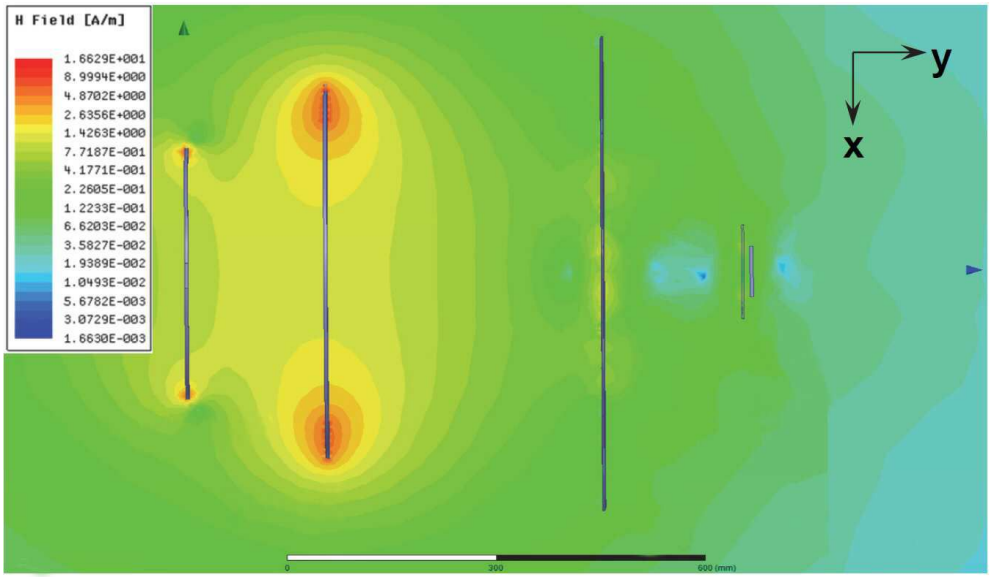
도면3


10
9
8
7
6
5
4
Frequency (MHz)
Stop band
Pass band
Stop band
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Propagation constant βd / π

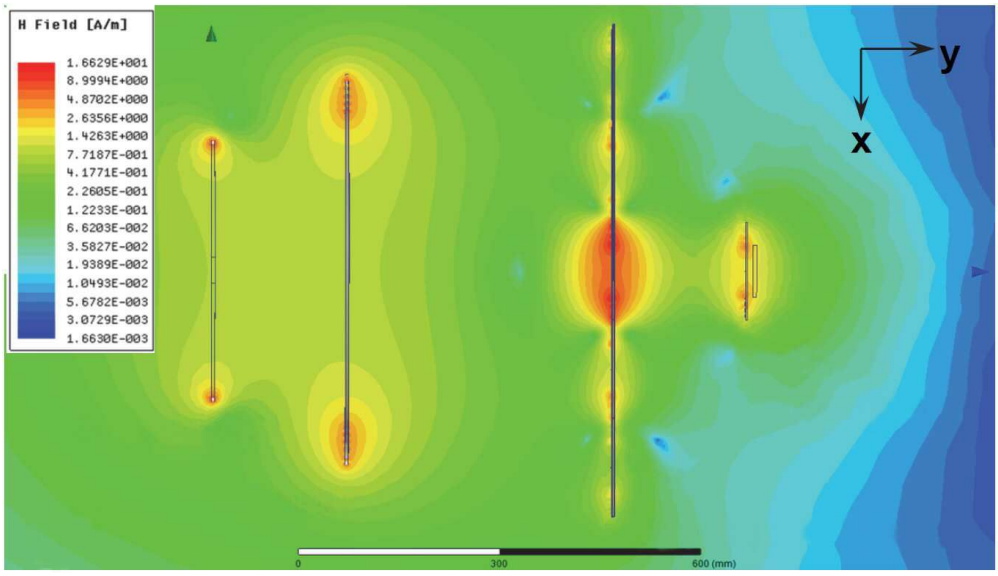
도면4


122
H Field [A/m]
1.6629E+001
8.9994E+000
4.8702E+000
2.6356E+000
1.4263E+000
7.7187E-001
4.1771E-001
2.2605E-001
1.2233E-001
6.6203E-002
3.5827E-002
1.9389E-002
1.0493E-002
5.6782E-003
3.0729E-003
1.6630E-003
y
x
112
111
101
102

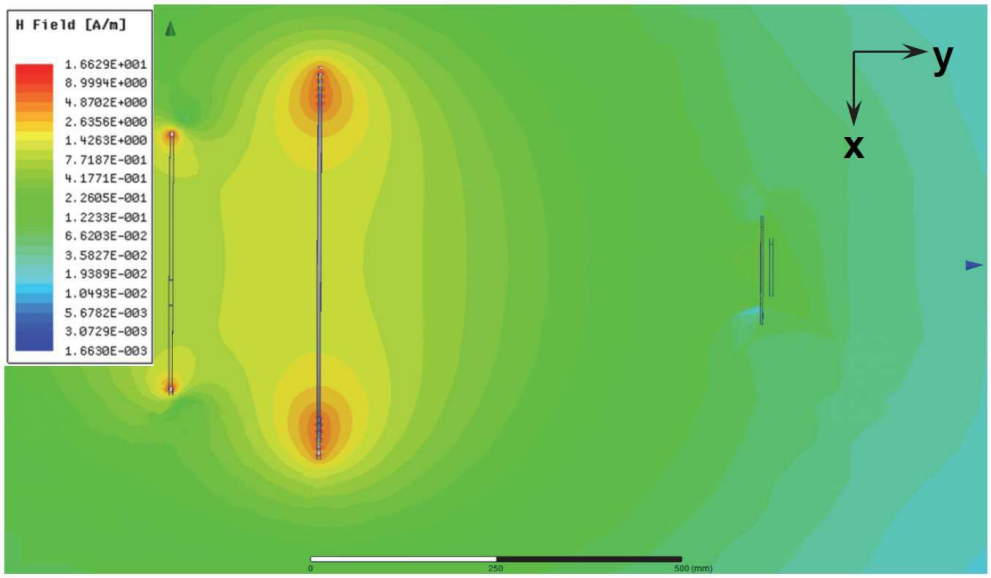
도면5


H Field [A/m]
1.6629E+001
8.9994E+000
4.8702E+000
2.6356E+000
1.4263E+000
7.7187E-001
4.1771E-001
2.2605E-001
1.2233E-001
6.6203E-002
3.5827E-002
1.9389E-002
1.0493E-002
5.6782E-003
3.0729E-003
1.6630E-003
y
x
0
300
600 (mm)

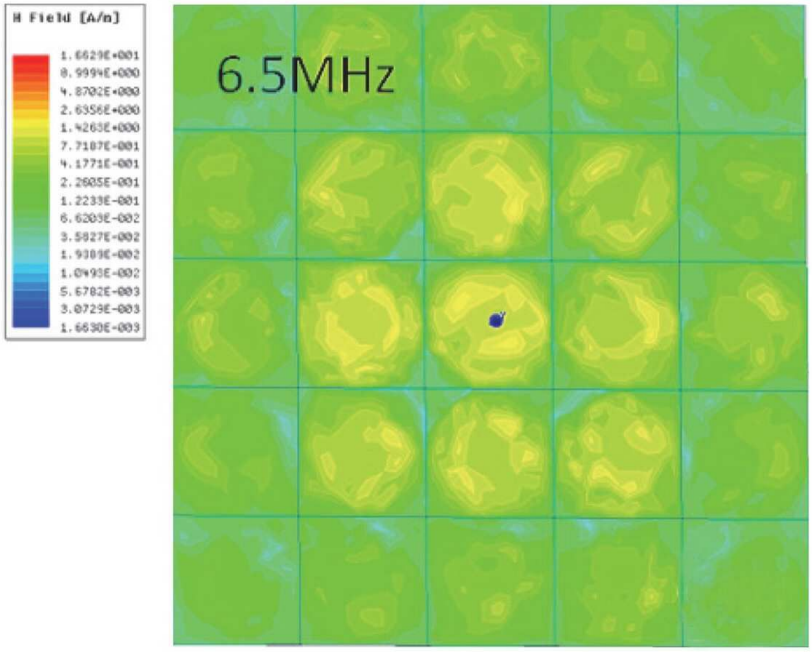
도면6


H Field [A/m]
1.6629E+001
8.9994E+000
4.8702E+000
2.6356E+000
1.4263E+000
7.7187E-001
4.1771E-001
2.2605E-001
1.2233E-001
6.6203E-002
3.5827E-002
1.9389E-002
1.0493E-002
5.6782E-003
3.0729E-003
1.6630E-003
y
x
0
300
600 (mm)

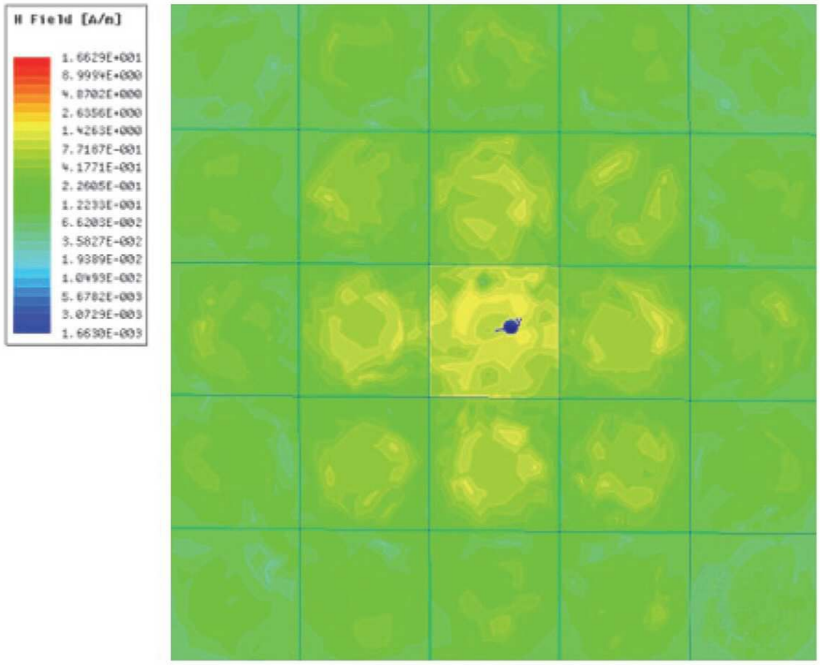
도면7


H Field [A/m]
1.6629E+001
8.9994E+000
4.8702E+000
2.6356E+000
1.4263E+000
7.7187E-001
4.1771E-001
2.2605E-001
1.2233E-001
6.6203E-002
3.5827E-002
1.9389E-002
1.0493E-002
5.6782E-003
3.0729E-003
1.6630E-003
y
x
0
250
500 (mm)

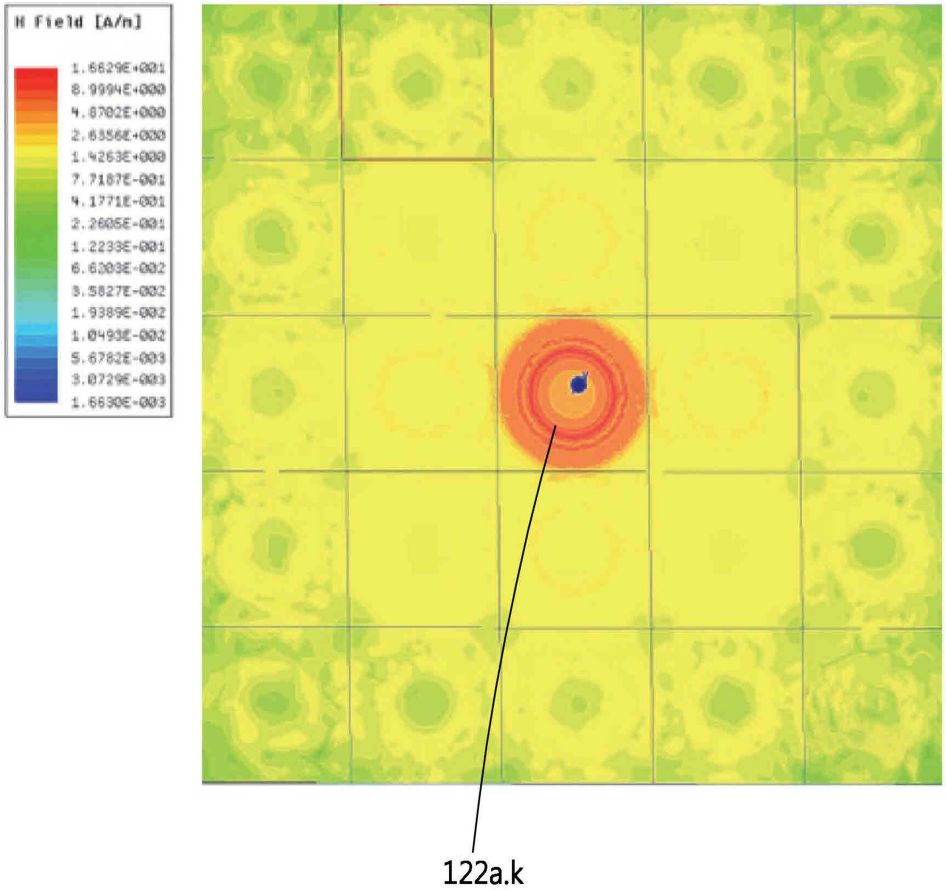
도면8


H Field [A/m]
6.5MHz

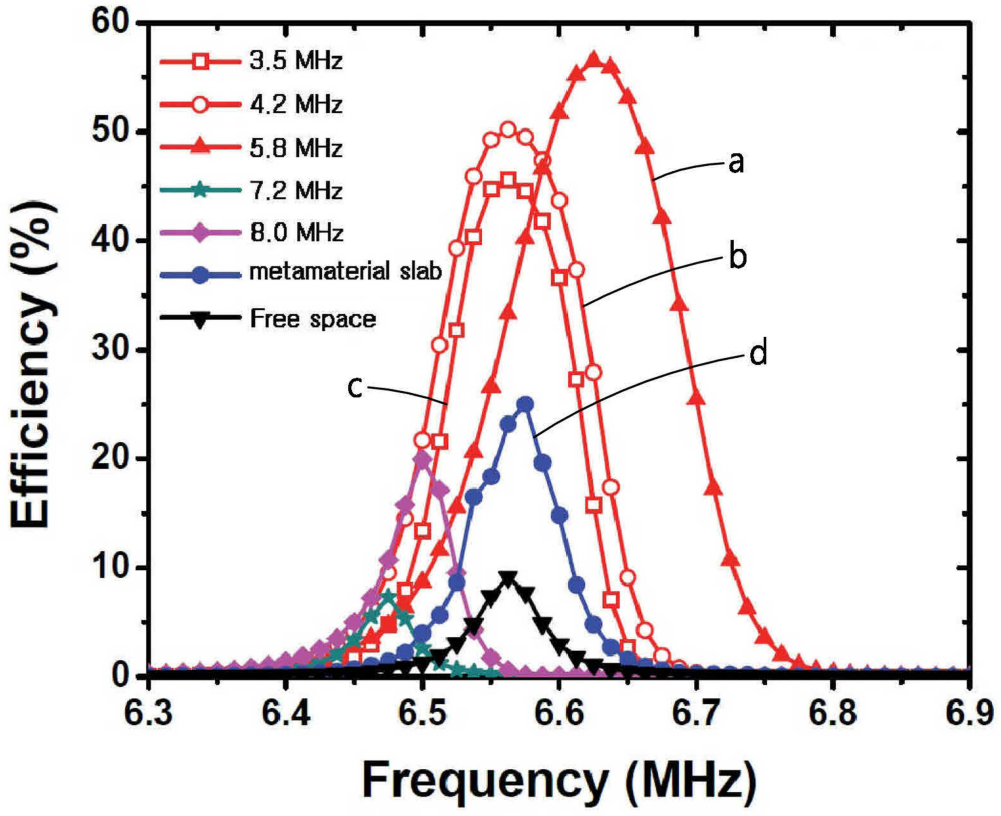
도면9


H Field [A/n]
1.6629E+001
8.9994E+000
4.8702E+000
2.6356E+000
1.4263E+000
7.7187E-001
4.1771E-001
2.2605E-001
1.2233E-001
6.6203E-002
3.5827E-002
1.9389E-002
1.0493E-002
5.6782E-003
3.0729E-003
1.6630E-003

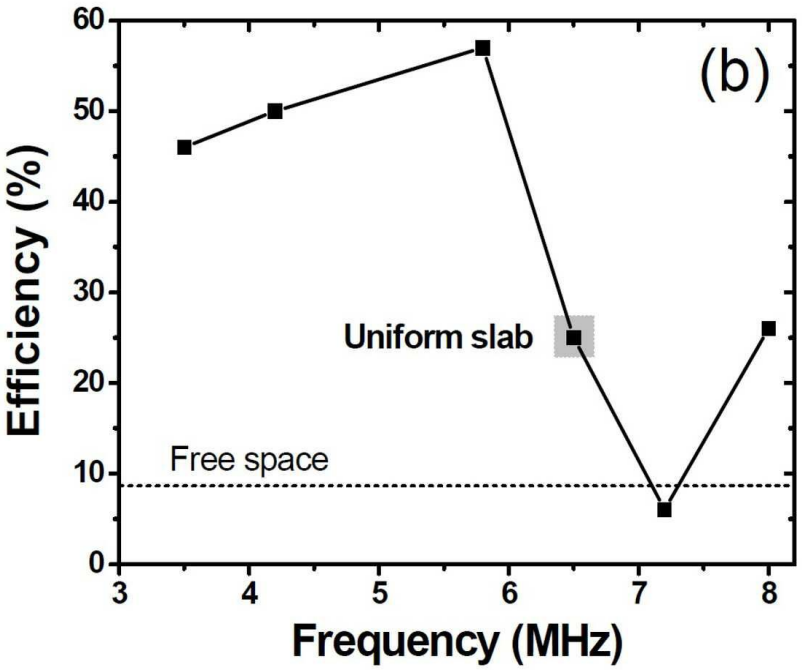
도면10


H Field [A/n]
1.6629E+001
8.9994E+000
4.8702E+000
2.6356E+000
1.4263E+000
7.7187E-001
4.1771E-001
2.2605E-001
1.2233E-001
6.6203E-002
3.5827E-002
1.9389E-002
1.0493E-002
5.6782E-003
3.0729E-003
1.6630E-003
122a.k

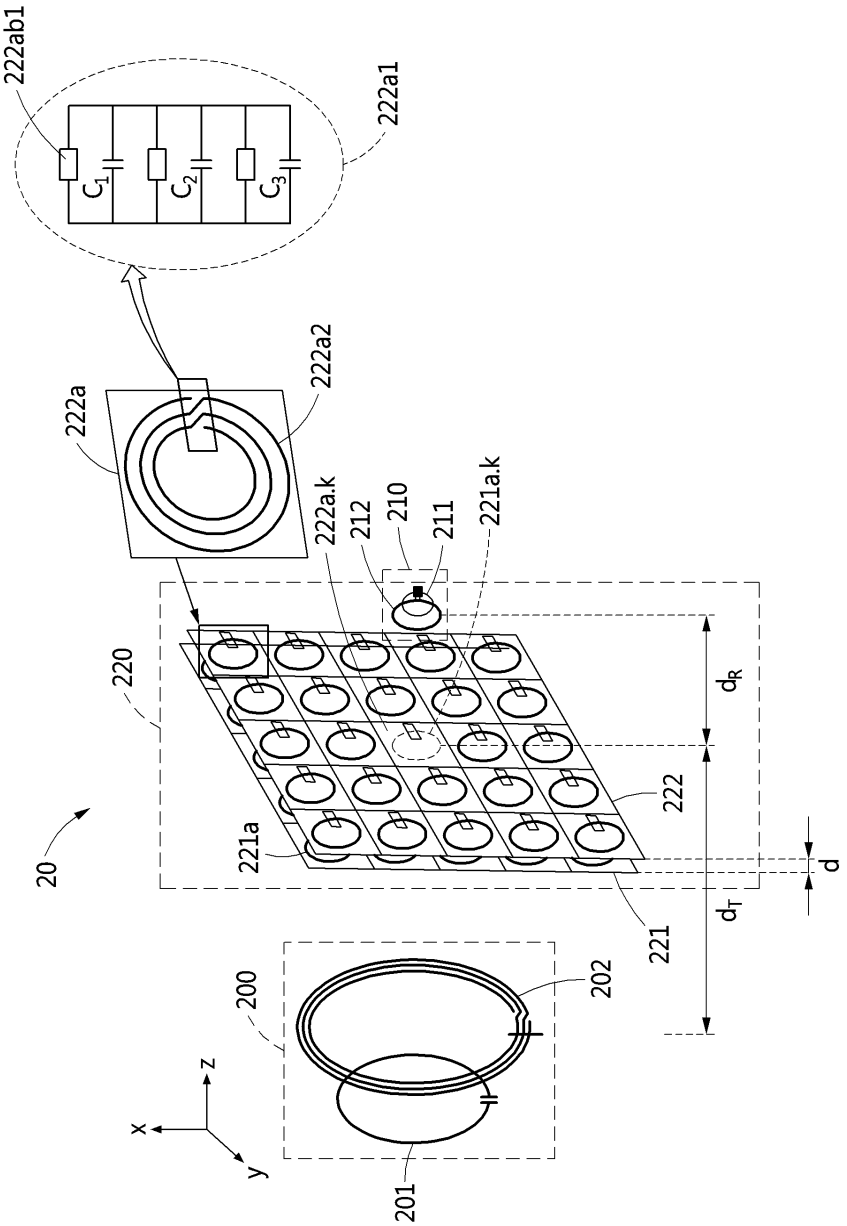
도면11


3.5 MHz
4.2 MHz
5.8 MHz
7.2 MHz
8.0 MHz
metamaterial slab
Free space
a
b
c
d
Efficiency (%)
Frequency (MHz)
0
10
20
30
40
50
60
6.3
6.4
6.5
6.6
6.7
6.8
6.9

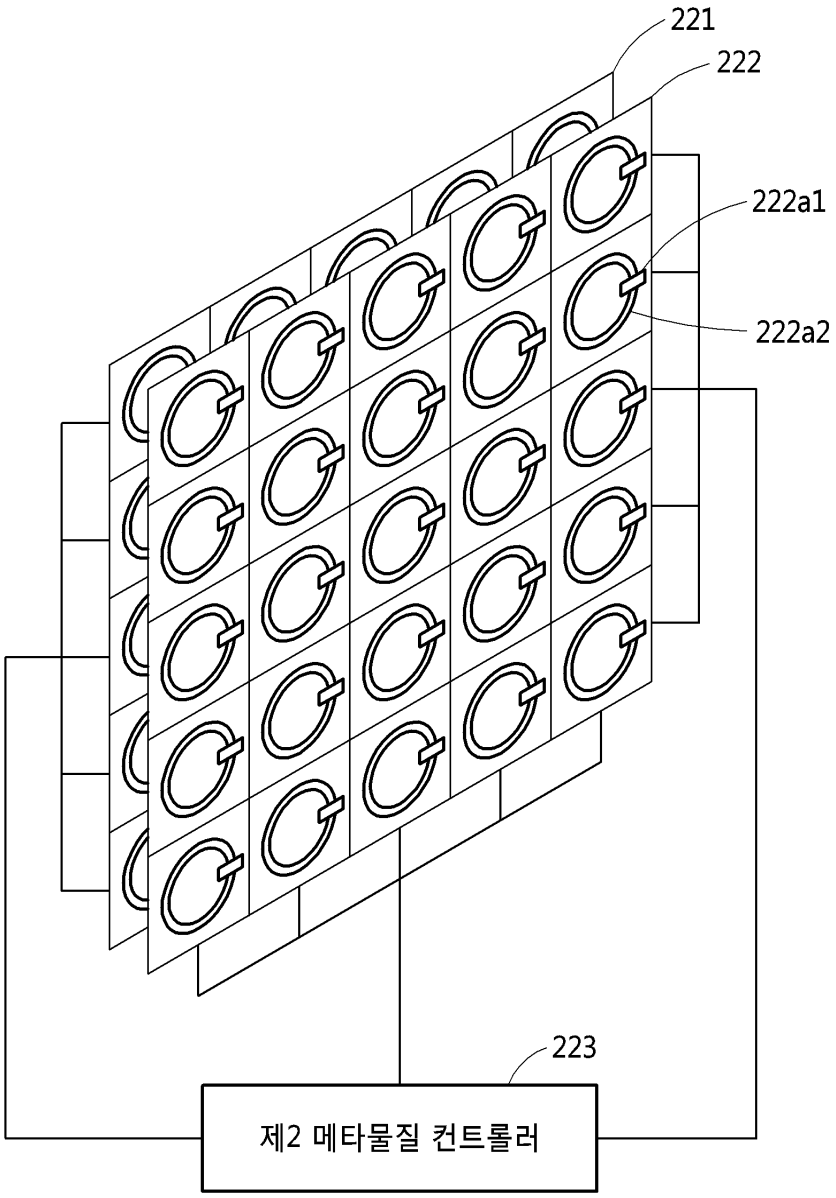
도면12


(b)
Uniform slab
Free space
Efficiency (%)
Frequency (MHz)
0
10
20
30
40
50
60
3
4
5
6
7
8

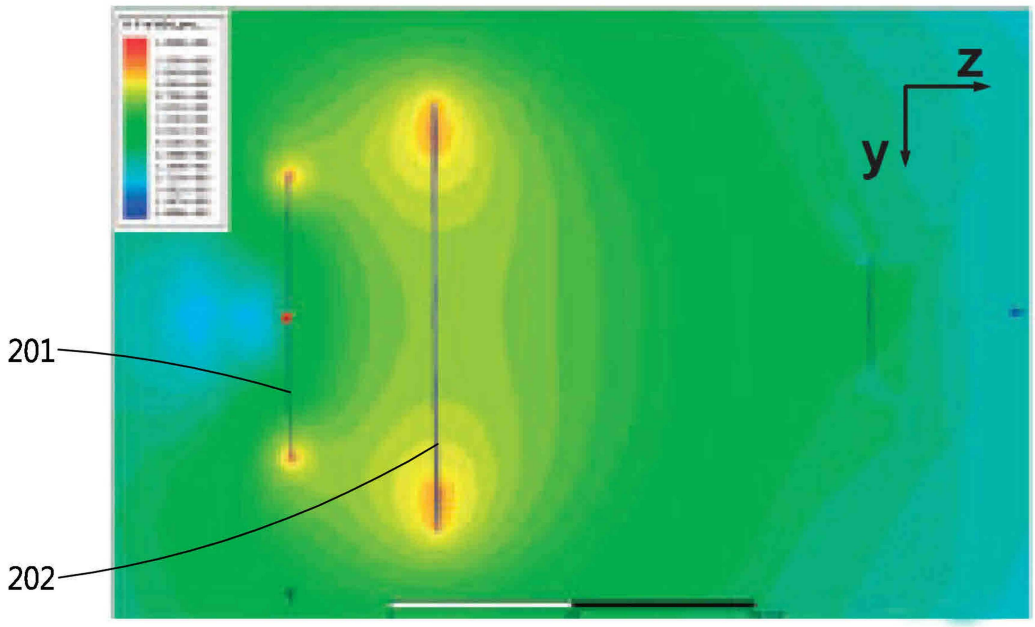
도면13


222ab1
222a1
C1
C2
C3
222a2
222a
222a.k
212
210
211
221a.k
220
20
221a
222
221
dR
dT
d
200
202
201
z
x
y

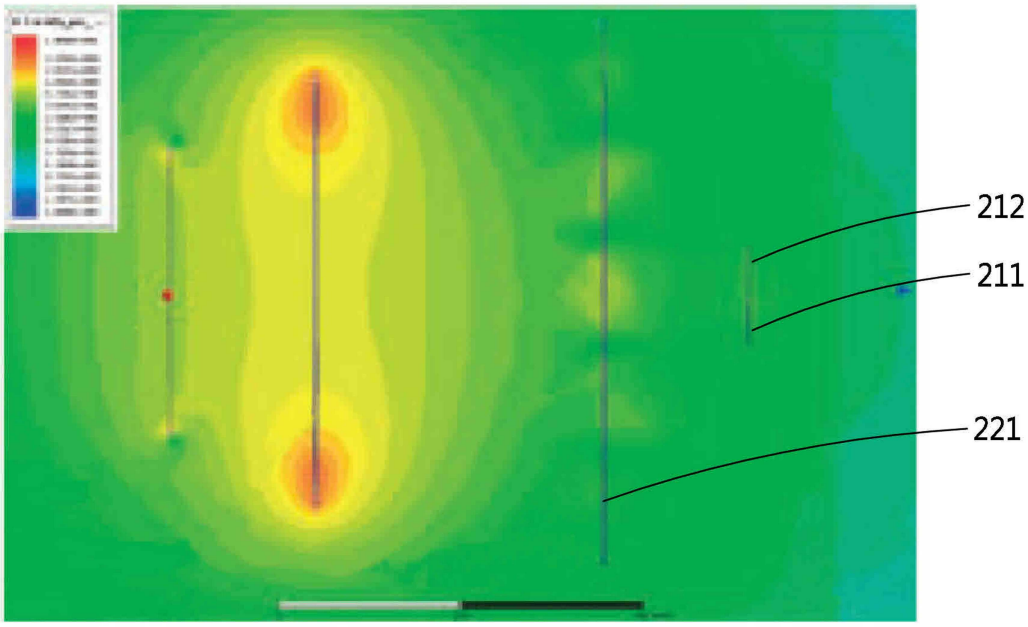
도면14



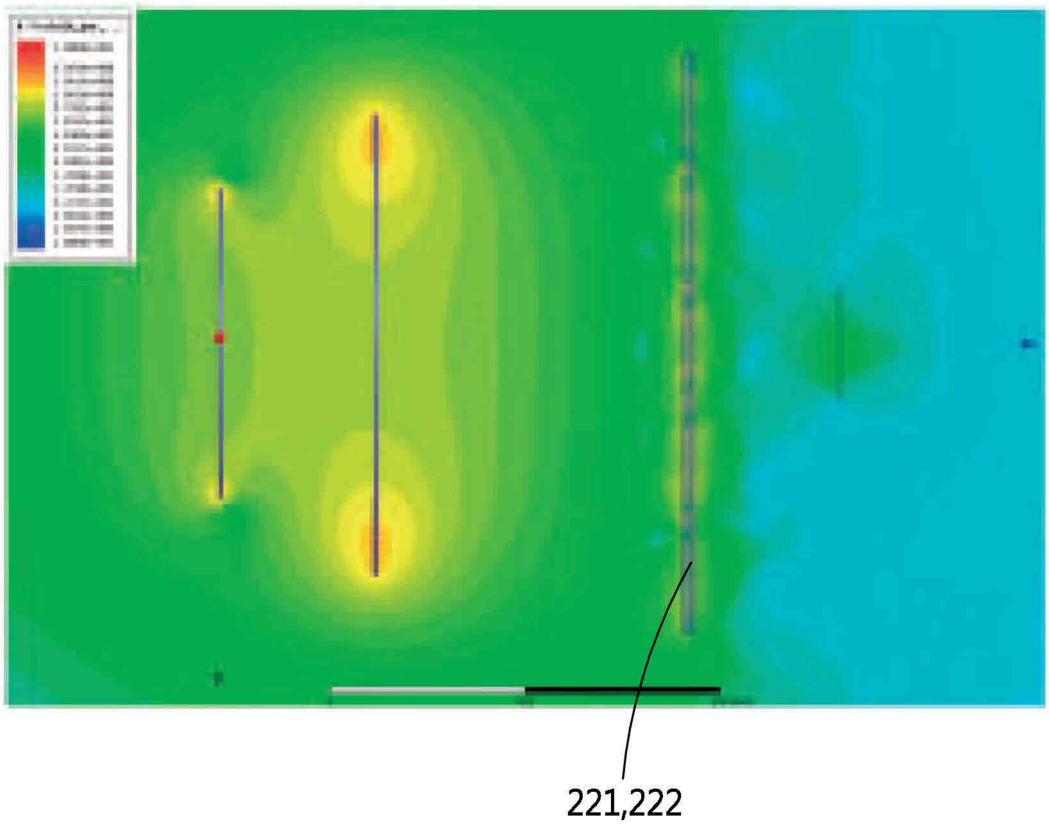
도면15



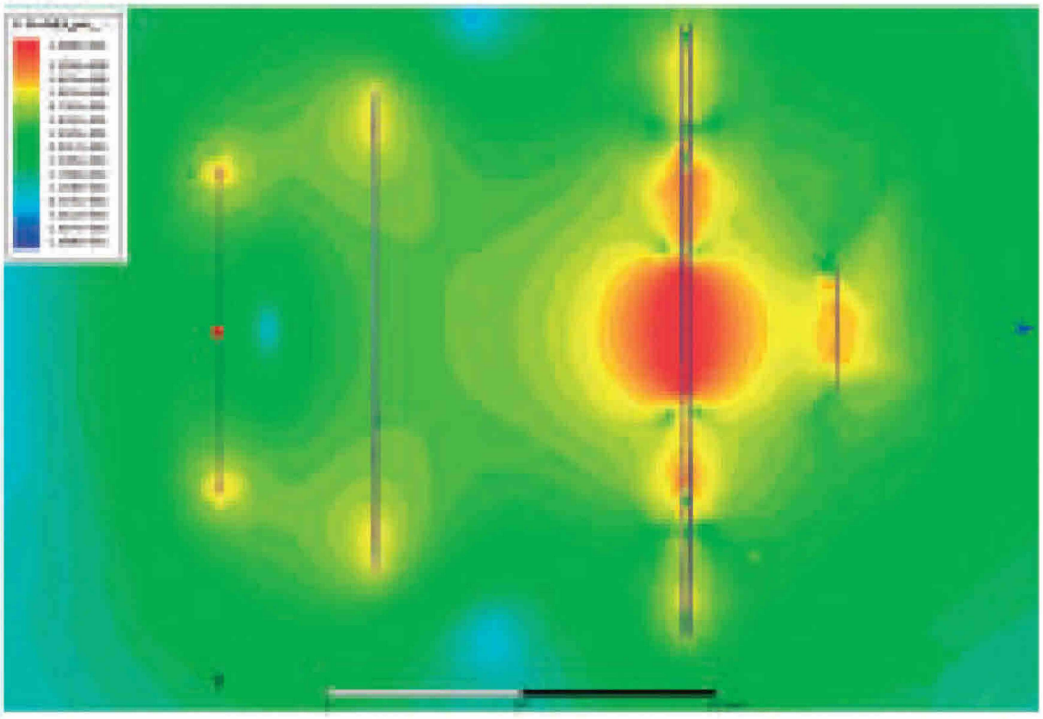
도면16



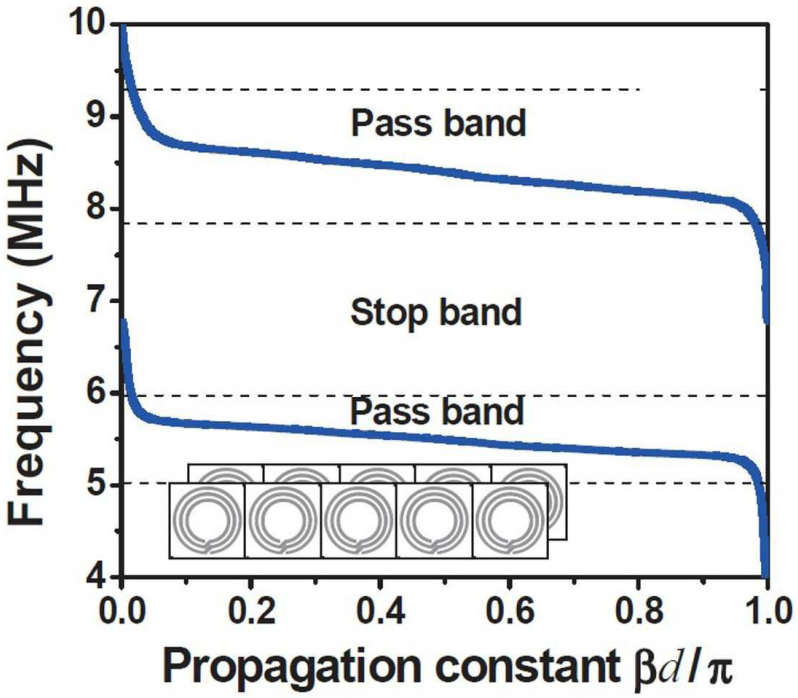
도면17



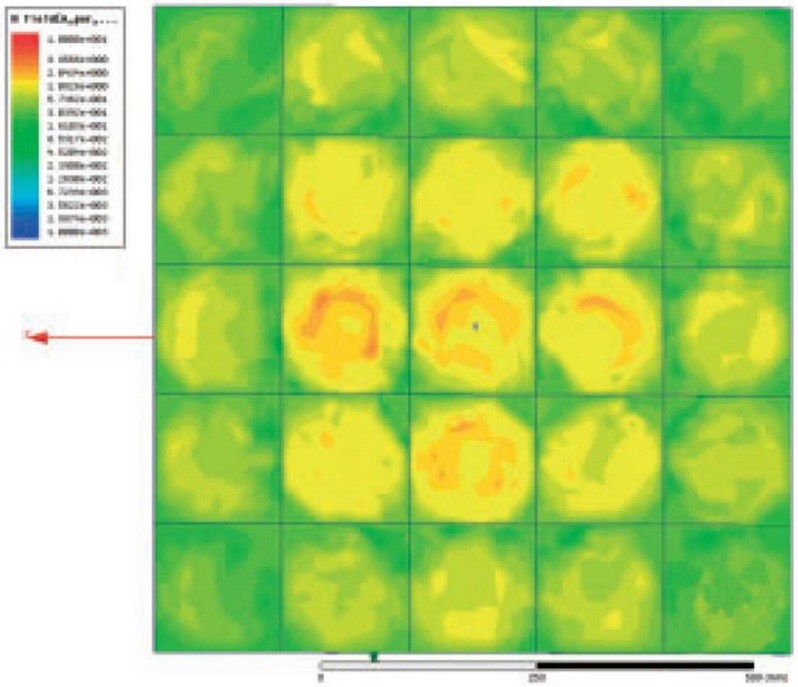
도면18



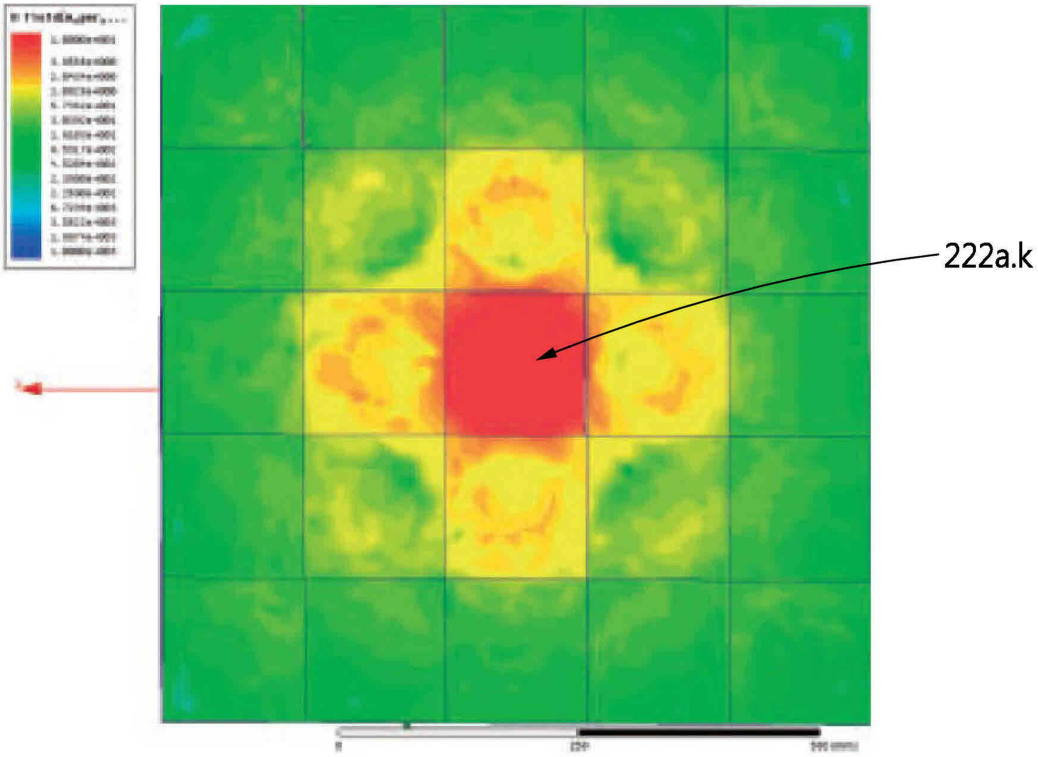
도면19


10
9
8
7
6
5
4
Frequency (MHz)
Pass band
Stop band
Pass band
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Propagation constant βd/π

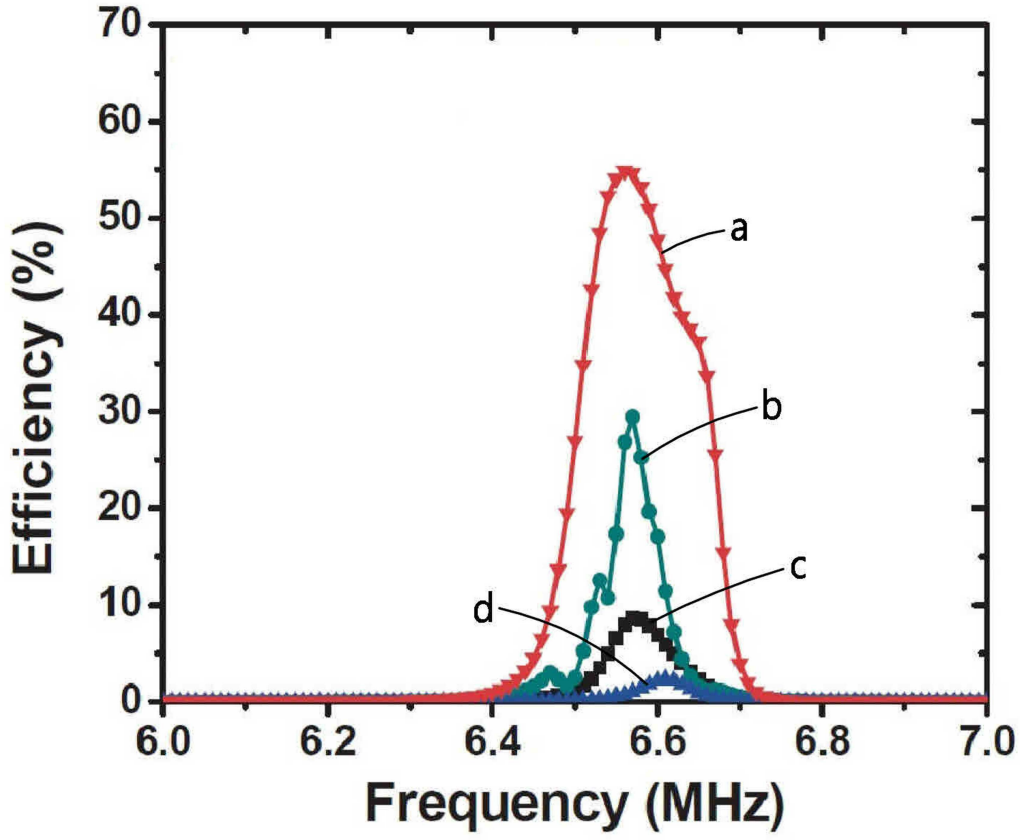
도면20



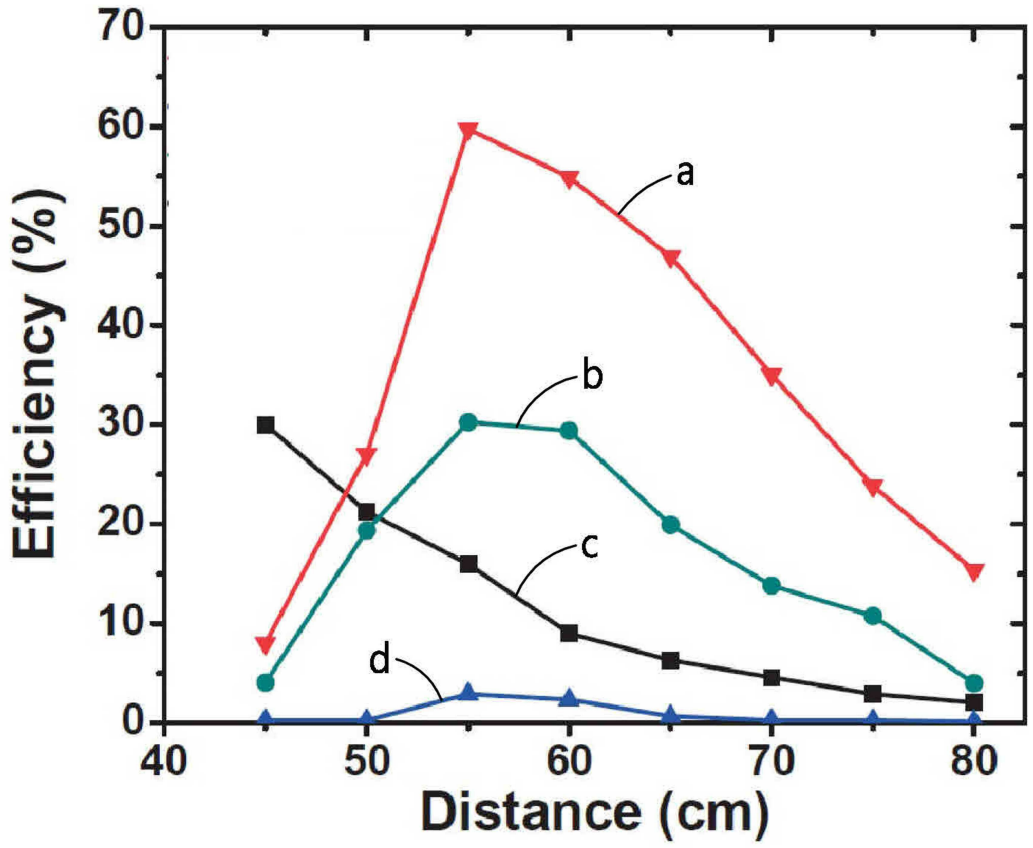
도면21


222a.k

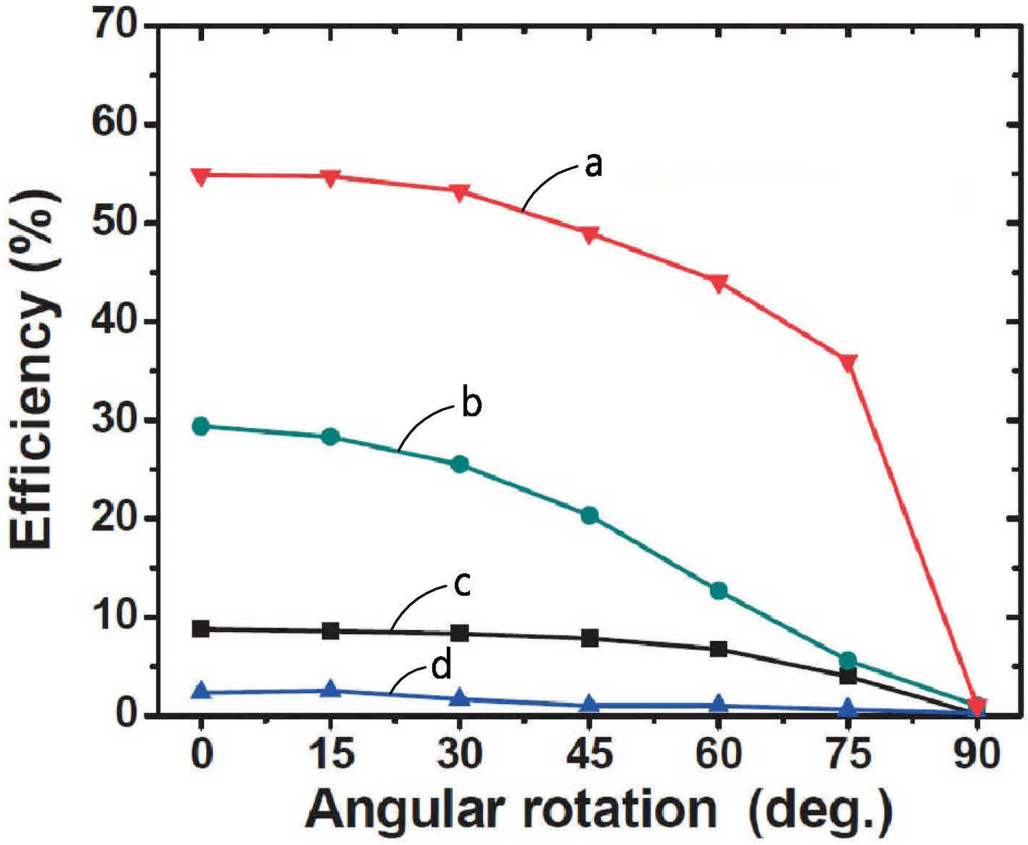
도면22


70
60
50
40
30
20
10
0
Efficiency (%)
6.0
6.2
6.4
6.6
6.8
7.0
Frequency (MHz)
a
b
c
d

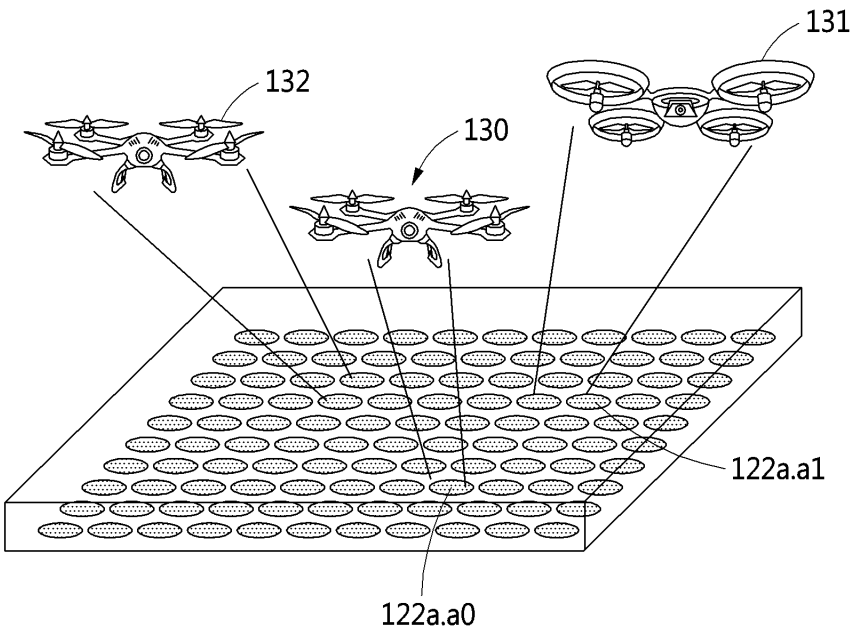
도면23



도면24


Efficiency (%)
70
60
50
40
30
20
10
0
0
15
30
45
60
75
90
Angular rotation (deg.)
a
b
c
d

도면25


131
132
130
122a.a1
122a.a0