



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년12월15일
 (11) 등록번호 10-1094595
 (24) 등록일자 2011년12월08일

(51) Int. Cl.
H02J 17/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-0133358
 (22) 출원일자 2009년12월29일
 심사청구일자 2009년12월29일
 (65) 공개번호 10-2011-0076609
 (43) 공개일자 2011년07월06일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2006217731 A*
 KR1020070008576 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 홍익대학교 산학협력단

(72) 발명자
 추호성

지성환

(뒷면에 계속)

(74) 대리인
 특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

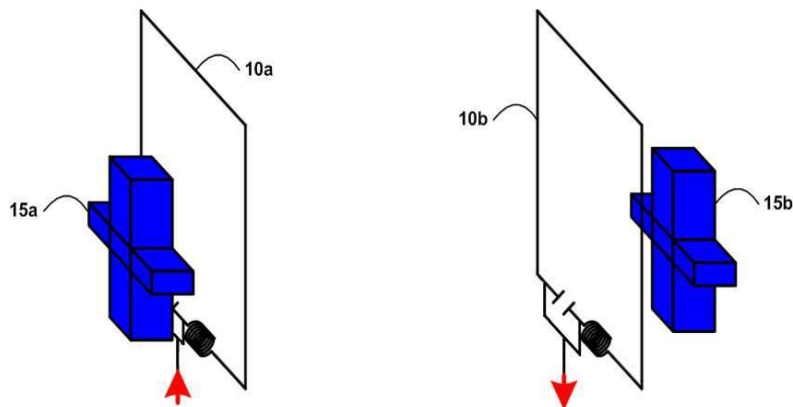
심사관 : 광인구

(54) 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템

(57) 요약

본 발명은 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템에 관한 것이다. 본 발명에 따른 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템은, 와이어로 이루어진 폐쇄형의 송신용 루프 공진기, 송신용 루프 공진기와 대칭되는 위치에서 마주보는 형태로 설치되며, 와이어로 이루어진 폐쇄형의 수신용 루프 공진기, 그리고 송신용 루프 공진기 및 수신용 루프 공진기의 바깥 쪽에 위치하는 복수의 페라이트 로딩을 포함하며, 페라이트 로딩은 송신용 루프 공진기 및 수신용 루프 공진기의 형태에 따라 그 형태가 결정된다. 이와 같이 본 발명에 의하면, 자기유도를 통한 무선전력 전송의 단점인 거리가 멀어질수록 효율이 급격히 떨어지는 문제점을 해결하기 위해 페라이트 로딩을 이용하여 송수신용 공진기 사이의 자계를 강화함으로써 원거리에서도 높은 전송효율을 유지할 수 있으며, 저주파를 이용한 자기유도방식을 사용함으로써 인체에 무해하고 장애물이 있어도 일정 성능 이상을 유지할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자
장병준

서철현

특허청구의 범위

청구항 1

직렬 연결된 제1 커패시터 및 제1 인덕터를 포함하고, 와이어로 이루어진 폐쇄형의 송신용 루프 공진기,
 직렬 연결된 제2 커패시터 및 제2 인덕터를 포함하고, 상기 송신용 루프 공진기와 대칭되는 위치에서 마주보는
 형태로 설치되며, 와이어로 이루어진 폐쇄형의 수신용 루프 공진기, 그리고
 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 수신용 루프 공진기의 바깥 쪽에 위치하는 복수의 페라이트 로딩을 포함하며,
 상기 페라이트 로딩은 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 수신용 루프 공진기의 형태에 따라 그 형태가
 결정되며,
 상기 제1 커패시터의 양단을 통하여 교류 전압이 입력되고, 상기 제2 커패시터의 양단을 통하여 교류 전압이 출
 력되는 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 송신용 루프 공진기는 자기 유도 방식을 이용하여 상기 수신용 루프 공진기로 무선 전력을 전송하는 페라
 이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 수신용 루프 공진기가 직사각형 형태이고,
 상기 복수의 페라이트 로딩은 십자가 형태인 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,
 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 수신용 루프 공진기가 원형 형태이고,
 상기 복수의 페라이트 로딩은 원기둥 또는 내부가 비어있는 원통 형태인 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전
 송 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서,
 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 수신용 루프 공진기가 복수의 직사각형으로 이루어진 다중 루프 형태이고,
 상기 복수의 페라이트 로딩은 상기 복수의 직사각형에 대응되는 복수의 평면 또는 십자가 형태인 페라이트 로딩
 을 이용한 무선 전력 전송 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

제2항에 있어서,
 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 송신용 루프 공진기의 바깥 쪽에 위치하는 페라이트 로딩 사이의 거리를 조절
 하여, 상기 송신용 루프 공진기의 동작 주파수 또는 자계의 세기를 조절하는 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력
 전송 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 원거리에서도 높은 전력 전송 효율을 가지는 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 전자 제품의 소형화 및 휴대 기기화가 진행되면서 그 크기와 무게를 줄이고 외관상의 모양을 개선할 수 있는 방법이 여러 방면에서 진행되고 있으며 그 중 한 가지가 전자기기의 급전부나 충전기 없이 전력을 전달하는 무선전력 전송을 이용한 전원공급이다.

[0003] 무선전력 전송은 기술의 분류에 따라 세가지로 분류 할 수 있으며 현재 실생활에 가장 많이 사용되고 있는 무선 전력 전송 기법은 자기유도방식이다. 자기유도를 사용하는 무선전력 전송기법은 수 cm 이내에서는 좋은 성능을 보이며 인체에 영향이 비교적 적기 때문에 많은 전자기기에 실용화 되고 있다. 그러나 이러한 자기유도방식을 이용한 전력 전송기법은 거리가 수 cm 이상만 되어도 그 전송효율이 현저히 줄어드는 특성 때문에 기존의 전력 선을 이용한 전력 전송기법에 비해 공간적 자유도가 높지 않고 전력을 공급받는데 있어 전송효율이 보장되지 않는다는 단점이 있다. 또한 코일을 이용하기 때문에 많은 부피를 차지하는 문제점이 있었다.

[0004] 따라서 자기유도방식을 통한 무선전력 전송기법이 실생활의 좀 더 많은 영역에서 활용되기 위해서는 근거리에만 국한된 전송거리를 수 센티미터 이상으로 증가시키는 성능개선이 절실한 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 따라서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 원거리에서도 높은 전력 전송 효율을 가지는 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0006] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 한 실시예에 따른 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템은, 와이어로 이루어진 폐쇄형의 송신용 루프 공진기, 상기 송신용 루프 공진기와 대칭되는 위치에서 마주보는 형태로 설치되며, 와이어로 이루어진 폐쇄형의 수신용 루프 공진기, 그리고 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 수신용 루프 공진기의 바깥 쪽에 위치하는 복수의 페라이트 로딩을 포함하며, 상기 페라이트 로딩은 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 수신용 루프 공진기의 형태에 따라 그 형태가 결정된다.

[0007] 상기 송신용 루프 공진기는 직렬 연결된 제1 커패시터 및 제1 인덕터를 포함하며, 상기 수신용 루프 공진기는 직렬 연결된 제2 커패시터 및 제2 인덕터를 포함하며, 상기 송신용 루프 공진기는 자기 유도 방식을 이용하여 상기 수신용 루프 공진기로 무선 전력을 전송할 수 있다.

[0008] 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 수신용 루프 공진기가 직사각형 형태이고, 상기 복수의 페라이트 로딩은 십자가 형태일 수 있다.

[0009] 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 수신용 루프 공진기가 원형 형태이고, 상기 복수의 페라이트 로딩은 원기둥 또는 내부가 비어있는 원통 형태일 수 있다.

[0010] 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 수신용 루프 공진기가 복수의 직사각형으로 이루어진 다중 루프 형태이고, 상기 복수의 페라이트 로딩은 상기 복수의 직사각형에 대응되는 복수의 평면 또는 십자가 형태일 수 있다.

[0011] 상기 제1 커패시터의 양단을 통하여 교류 전압이 입력되고, 상기 제2 커패시터의 양단을 통하여 교류 전압이 출력될 수 있다.

[0012] 상기 송신용 루프 공진기 및 상기 송신용 루프 공진기의 바깥 쪽에 위치하는 페라이트 로딩 사이의 거리를 조절하여, 상기 송신용 루프 공진기의 동작 주파수 또는 자계의 세기를 조절할 수 있다.

효과

- [0013] 이와 같이 본 발명에 의하면, 종래의 코일만을 이용한 자기유도방식의 무선전력 전송용 공진기와 달리 간단한 구조의 와이어 루프 공진기에 페라이트 로딩을 본체 뒤쪽에 삽입하는 형태의 송수신용 공진기를 제안한다.
- [0014] 본 페라이트 로딩 공진기는 자기유도를 통한 무선전력 전송의 단점인 거리가 멀어질수록 효율이 급격히 떨어지는 문제점을 해결하기 위해 페라이트 로딩을 이용하여 송수신용 공진기 사이의 자계를 강화함으로써 원거리에서도 높은 전송효율을 유지할 수 있으며, 저주파를 이용한 자기유도방식을 사용함으로써 인체에 무해하고 장애물이 있어도 일정 성능 이상을 유지할 수 있다.
- [0015] 또한, 루프 공진기의 형상은 생산비의 절감과 제작의 용이함을 위해 1루프 및 다중루프 공진기를 사용하며 인덕터와 가변 커패시터를 이용해 저주파용 공진기에서 요구하는 전기적 용량을 줄일 수 있다.
- [0016] 또한, 공진기의 형상이 사각루프 공진기가 아니더라도 각 공진기의 자계 패턴에 맞춰진 페라이트 로딩을 제안하여 성능을 향상시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0017] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0018] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 사용되는 로딩 루프 공진기와 페라이트 로딩을 나타낸 도면이다. 도 1과 같이 루프 공진기는 본체(11), 커패시터(12), 인덕터(13) 및 교류 전원부(14)를 포함하고, 페라이트(ferrite) 로딩(15)이 루프 공진기에 근접하여 위치한다.
- [0020] 본체(11)는 폐쇄형의 단일 루프로 이루어져 있으며, 자계를 방출하는 복사 기능을 수행한다. 본체(11)를 구성하는 와이어의 두께는 약 1.2mm 이고, 그 크기는 약 30 cm × 30 cm 가 바람직하다. 본 발명의 실시예에 따르면 단일 와이어 형태로 루프 공진기를 형성하여 유도 기전력을 생성하기 위한 코일의 기능을 수행하며, 종래 기술에 따른 코일에 비하여 부피를 크게 줄일 수 있다.
- [0021] 커패시터(12)와 인덕터(13)는 직렬 연결되어 정합회로를 구성하며, 본체(11)의 일부분에 위치하여, 본체(11)와 교류 전원부(14)를 연결한다. 커패시터(12)와 인덕터(13)는 저주파에서 동작하며, 루프 공진기의 전기적 용량을 줄이는 역할을 한다. 특히 커패시터(12)는 충전 전압이 변경되는 가변 커패시터가 바람직하다.
- [0022] 교류 전원부(14)는 교류 전압이 입력되는 안테나 구동 포트로서, 커패시터(12)의 양단과 각각 연결되며, 교류 전원부(14)를 통해 인가된 교류 전압은 커패시터(12)와 인덕터(13)를 통하여 공진을 일으킨다. 수신용 루프 공진기에서 교류 전원부(14)는 교류 전압을 인가시키는 기능을 하며, 송신용 루프 공진기에서 교류 전원부(14)는 유도된 교류 전압을 부하로 출력하는 기능을 담당한다.
- [0023] 페라이트 로딩(15)은 자성을 갖는 고용체로서 루프 공진기에 근접하여 자기장을 유도한다. 페라이트 로딩(15)은 루프 공진기의 자계 특성에 맞게 최적화된 형상으로 구현되며, 도 1에서는 십자가 형태를 갖는 것으로 도시하였다.
- [0024] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 로딩 루프 공진기와 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템을 나타낸 도면이다. 도 2와 같이 본 발명의 실시예에 따른 전력 전송 시스템은 송신용 루프 공진기(10a), 수신용 루프 공진기(10b)와 페라이트 로딩(15a, 15b)을 포함한다.
- [0025] 여기서, 송신용 루프 공진기(10a)와 페라이트 로딩(15a), 그리고 수신용 루프 공진기(10b)와 페라이트 로딩(15b)은 각각 쌍을 이루어, 서로 대칭되는 위치에서 마주보는 형태로 설치된다.
- [0026] 좌측 단에 나타난 송신용 루프 공진기(10a)와 페라이트 로딩(15a)은 유도 기전력을 생성하여 무선으로 전달하는

송신단으로 작용하며, 우측 단에 나타난 수신용 루프 공진기(10b)와 페라이트 로딩(15b)은 유도 기전력을 수신하는 수신단으로 작용한다.

- [0027] 여기서, 송신용 루프 공진기(10a)와 페라이트 로딩(15a) 사이의 거리 또는 수신용 루프 공진기(10b)와 페라이트 로딩(15b) 사이의 거리를 조절하여, 루프 공진기(10a, 10b)의 동작 주파수 또는 자계의 세기를 조절할 수 있다.
- [0028] 그리고, 페라이트 로딩(15a, 15b)은 각각 루프 공진기(10a, 10b)에 대하여 바깥 쪽에 위치함으로써, 루프 공진기(10a, 10b)의 중심부의 자계를 강화시켜 자기유도 방식의 전력 전송 효율을 향상시킨다.
- [0029] 특히 본 발명의 실시예에 따르면, 루프 공진기(10a, 10b)로부터 약 3cm 후면에 페라이트 로딩(15a, 15b)을 위치시키고, 루프 공진기(10a, 10b) 후면에 위치한 페라이트 로딩(15a, 15b)은 루프 공진기에서 형성된 근접자계의 방향이 수신 공진기(10b)에 최대한 많이 도달할 수 있도록 위치와 크기를 최적화하였으며, 투자율이 2000(μ)인 페라이트를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 송수신 루프 공진기(10a, 10b)는 약 13.56MHz에서 동작하며, 이격 거리는 50cm로 설정하며, 가로와 세로의 길이가 약 30cm로서 형태는 동일하게 설계하는 것이 바람직하다.
- [0030] 본 발명의 실시예에 따르면 루프 공진기는 중심부의 자계를 강화시키는 페라이트의 영향으로 일정거리 이상이 떨어져도 무선 전력 전송 효율을 유지할 수 있으며, 저주파에서 동작하고 자기유도방식을 사용하기 때문에 전력의 낭비가 적고 인체에 무해한 전력 전송 방식이라고 할 수 있다.
- [0031] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 공진기와 페라이트 로딩의 동작 원리를 설명하기 위한 도면이다. 특히, 도 3a는 단일 안테나와 금속체의 위치에 따른 전기장의 변화를 나타내는 도면이고, 도 3b는 루프 공진기와 페라이트의 위치에 따른 자기장의 변화를 나타내는 도면이다.
- [0032] 먼저 도 3a는 도 3b를 설명하기 위한 관련 도면으로서, 단일 안테나 형태의 공진기와 유전체 사이의 거리에 따라 변하는 전면부와 후면부의 전계세기(E-field)를 나타낸 그래프이다. 여기서, 단일 안테나 형태의 공진기를 기준으로 유전체가 있는 쪽을 후면부(Back)로 설정하고, 유전체가 없는 쪽을 전면부(Front)로 설정한다. 또한 유전체는 구리나 철과 같은 금속체로 이루어지며, 높은 도전율(ϵ)을 가진다.
- [0033] 공진기를 기준으로 유전체를 멀어지는 방향으로 이동시켜가면서 전면부(Front)와 후면부(Back)에서의 전기장의 세기를 각각 측정하면 도 3a와 같은 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있다.
- [0034] 도 3a에서 보는 바와 같이, 일정 거리(도 3a에서는 약 22cm 지점) 이내에는 전면부가 후면부에 비하여 전계 세기(E-field)가 더 크지만, 일정 거리 밖의 범위에서는 후면부가 전면부에 비하여 전계 세기가 더 크다. 이와 같이, 도 3a의 시뮬레이션 결과를 보면 유전체와 공진기와의 거리가 특정 위치에 있을 때 전면부와 후면부의 전계 세기가 역전된다는 것을 알 수 있다.
- [0035] 다음으로 도 3b는 루프 형태의 공진기와 페라이트 자성체 사이의 거리에 따라 변하는 전면부와 후면부의 자계 세기(H-field)를 나타낸 그래프이다. 도 3a와 마찬가지로, 루프 공진기를 기준으로 자성체가 있는 쪽을 후면부(Back)로 설정하고, 자성체가 없는 쪽을 전면부(Front)로 설정한다. 자성체는 페라이트 등으로 이루어지며, 높은 투자율(μ)을 가진다.
- [0036] 루프 공진기를 기준으로 자성체를 멀어지는 방향으로 이동시켜가면서 전면부(Front)와 후면부(Back)에서의 자기장의 세기를 각각 측정하면 도 3b와 같은 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있다.
- [0037] 도 3b에서 보는 바와 같이, 루프 공진기와 높은 투자율을 가지는 자성체를 이용하여 시뮬레이션을 실행했을 때 도 3a와 마찬가지로 전면부와 후면부의 자계의 세기가 역전되는 구간(도 3b에서는 약 19cm 지점)이 있음을 알 수 있다.
- [0038] 도 3b에서 얻은 결과를 도 2에 적용시키면, 페라이트 로딩(15a, 15b)을 각각 루프 공진기(10a, 10b)의 바깥쪽(도 3b에서는 '후면부'에 대응됨)에 각각 위치시키는 경우, 페라이트 로딩(15a, 15b)의 거리가 멀어지더라도 자계의 세기는 증가하며, 페라이트 로딩(15a, 15b)을 루프 공진기(10a, 10b)의 안쪽(도 3b에서는 '전면부'에 대응됨)에 각각 삽입시키는 경우와 비교하더라도 성능이 개선된다는 것을 실험을 통해 알 수 있다.
- [0039] 도 3c는 본 발명의 실시예에 따른 송신용 루프 공진기와 수신용 루프 공진기 사이의 거리에 따른 자계 세기를 나타낸 도면이다. 도 3c에서 보는 바와 같이 본 발명의 실시예에 따르면 루프 공진기만을 이용할 때와 비교할 때, 송신용 루프 공진기(10a)와 수신용 루프 공진기(10b) 사이의 거리가 멀어지더라도 높은 세기의 근접 자계를 유지한다는 것을 알 수 있다.
- [0040] 따라서 본 발명의 실시예에 따르면 송수신 루프 공진기의 거리가 멀어지더라도 높은 전력 전송 효율을 유지할

수 있다.

- [0041] 또한, 페라이트 로딩(15a, 15b)을 루프 공진기(10a, 10b)의 안쪽에 각각 삽입시키는 경우, 페라이트 로딩(15a, 15b)의 삽입 위치는 루프 공진기(10a, 10b) 사이의 거리에 제한되기 때문에, 자계의 세기가 최대가 되는 최적의 위치에 페라이트 로딩(15a, 15b)을 삽입시키는 것은 어렵다.
- [0042] 그러나, 본 발명의 실시예에 따르면 페라이트 로딩(15a, 15b)을 루프 공진기(10a, 10b)의 바깥쪽에 위치시키므로, 자계의 세기가 최대가 되는 최적의 위치에 페라이트 로딩(15a, 15b)을 위치시킬 수 있다.
- [0043] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 페라이트 로딩의 삽입 위치에 따른 루프 공진기의 자계 세기 분포 도면이다. 도 4a는 페라이트 로딩(15a, 15b)을 루프 공진기(10a, 10b)의 안쪽에 평행되며 삽입시켰을 때 루프 공진기의 자계 세기 분포를 나타낸 것이고, 도 4b는 페라이트 로딩(15a, 15b)을 루프 공진기(10a, 10b)의 바깥쪽에 평행되며 위치시켰을 때 루프 공진기의 자계 세기 분포를 나타낸 것이다. 즉 도 4b는 도 2와 같은 배치를 가졌을 때의 루프 공진기의 자계 세기 분포도이다.
- [0044] 결과를 분석해볼 때 도 4b와 같이 페라이트 로딩이 루프 공진기의 바깥 쪽에 위치하였을 때가 안쪽에 위치하였을 때에 비하여, 루프 공진기의 자계 세기가 전체적으로 평균 0.5 dB 높았으며, 특히 루프 공진기의 주변부보다 중심부에서 자계의 세기의 차이가 크다는 것을 알 수 있다.
- [0045] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 루프 공진기의 전력 전송 효율을 측정한 그래프이다. 도 5와 같이, 한 쌍의 루프 공진기만을 이용하였을 경우의 전력 전송 효율과 루프 공진기의 바깥 쪽에 페라이트 로딩이 설치된 루프 공진기의 전력 전송 효율을 비교하면, 측정 결과 페라이트 로딩이 바깥 쪽에 위치한 루프 공진기가 전력 전송 효율이 개선되었음을 확인할 수 있다.
- [0046] 도 6 은 본 발명의 실시예에 따른 루프 공진기 사이에 장애물이 삽입되었을 때 전력 전송 효율을 측정한 그래프이다. 도 6과 같이 페라이트 로딩이 바깥쪽에 위치되어 있는 루프 공진기 사이에 장애물이 삽입되면, 삽입된 장애물에 따라 전력 전송 효율은 차이가 난다. 그러나 측정 결과 Polyethylene($\epsilon_r = 2.25$), Styrofoam($\epsilon_r = 1.03$), Wood($\epsilon_r = 1.03$)와 같은 부도체가 송신 공진기와 수신 공진기 사이에 존재하여도 전력 전송의 효율이 변화하지 않음을 확인할 수 있다.
- [0047] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 페라이트 로딩(15a, 15b)을 각각 송수신 루프 공진기(10a, 10b)의 바깥 쪽에 설치함으로써, 페라이트 로딩을 이용한 루프 공진기의 근접 자계가 수신용 루프 공진기(10b)에 강하게 형성됨을 알 수 있다. 이는 페라이트 로딩이 루프 공진기 뒤쪽으로 형성되는 근접 자계의 분포를 수신용 루프 공진기 쪽으로 분포하게 하여, 송수신 루프 공진기 사이의 근접 자계의 쇄교 자속(flux linkage)을 증가시키기 때문이다.
- [0048] 한편 본 발명의 실시예에 따르면 루프 공진기의 본체 형태에 따라 최대의 자계 세기를 가지는 페라이트 로딩의 형태가 다르다. 이하에서는 도 7a 내지 도 9를 통해 이에 대하여 상세히 설명한다.
- [0049] 먼저 도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 실시예에 따른 페라이트 로딩을 루프 공진기에 접근시켰을 때, 루프 공진기의 정면(Front view)과 상측면(Top view)에서 시물레이션을 통해 관찰한 자계분포의 변화를 나타낸 도면이다. 도 7a 내지 도 7c의 정면(Front view) 도면에서 나타난 것처럼, 루프 공진기는 직사각형 형태이며, 루프 공진기에 입력되는 전압은 교류 전압으로서, 전류의 방향은 시간에 따라 반복적으로 변화한다.
- [0050] 도 7a는 페라이트 로딩을 제외한 상태에서 루프 공진기에 전류를 주입시킴으로써 루프 공진기의 자계 특성을 나타내는 도면이다. 도 7a에서 보는 바와 같이, 루프 공진기에 전류가 좌우 대칭으로 유기되면서 중심부를 가로지르는 널(null)이 발생한다. 여기서, 널(null)은 자계 세기가 가장 약한 공백 부분으로서, 도 7a 내지 도 7c에서는 파란 색으로 나타난다. 도 7a에서 보는 바와 같이, 널(null)은 루프 공진기의 정면(Front view) 도면의 중심을 세로로 가로지르고, 루프 공진기의 상측면(Top view) 도면의 중심을 가로로 가로지르는 형태로 나타난다.
- [0051] 이러한 루프 공진기의 자계특성을 보완하기 위해 루프 공진기 바깥쪽으로 평면모양의 페라이트를 삽입하여 시물레이션 하게 되면 도 7b와 같은 결과를 얻을 수 있다.
- [0052] 도 7b는 평면 형태의 페라이트 로딩을 루프 공진기의 바깥쪽에 위치시킨 상태에서 루프 공진기의 자계 특성을 나타내는 도면이다. 즉, 평면 형태의 페라이트 로딩을 루프 공진기의 바깥쪽에 위치시킨 상태에서 루프 공진기에 전류를 주입시켜 루프 공진기 주변의 자계 특성을 구한다.

- [0053] 도 7a의 정면(Front view) 도면과 비교하였을 때, 도 7b와 같이 로프 공진기 바깥쪽에 평판 페라이트 로딩을 위치시킴으로써 루프 공진기의 중심부의 자계가 강화되어, 널(null)이 크게 사라졌음을 알 수 있다. 또한 도 7a의 상측면(Top view) 도면과 비교하였을 때, 페라이트가 삽입되지 않은 루프 공진기에서의 자계의 방향과 페라이트가 바깥쪽에 위치하였을 때의 자계의 방향이 다를 수 있다.
- [0054] 그러나, 도 7b의 상측면(Top view) 도면에 나타난 것과 같이, 루프 공진기의 중심부를 가로지르는 형태로 널(null)이 형성되어 있음을 알 수 있다.
- [0055] 따라서, 도 7a 및 도 7b의 두 시뮬레이션 결과를 바탕으로 루프 공진기의 널의 모양을 예측하고 널이 생기는 위치만을 보강해주기 위한 페라이트 형상을 십자형으로 설계하여 시뮬레이션 해 보았으며 그 결과는 도 7c와 같이 나타난다.
- [0056] 즉, 도 2에 도시한 바와 같이, 십자가 형태의 페라이트 로딩을 로프 공진기의 바깥쪽에 위치시킨 상태에서 로프 공진기에 전류를 주입시켜 루프 공진기 주변의 자계 특성을 구하도록 한다.
- [0057] 도 7c와 같이 십자형 페라이트를 추가한 루프 공진기와 앞의 두 시뮬레이션 결과를 비교해보면, 루프 공진기의 중심부를 가로지르는 널이 완전히 상쇄 되었음을 알 수 있다. 또한 도 7c의 정면(Front view) 도면에 나타난 것처럼 루프 공진기의 하단에는 가장 높은 크기(붉은 색으로 표시됨)의 자계가 형성됨을 알 수 있다.
- [0058] 이와 같이 도 7a 내지 도 7c의 시뮬레이션을 통하여, 직사각형 형태의 루프 공진기는 네 개의 모서리로 인하여 중심에 십자가 형태의 널(null)이 발생하므로, 십자가 형태의 페라이트 로딩을 루프 공진기의 바깥쪽에 위치시키면 자계 특성이 극대화 된다는 것을 알 수 있다.
- [0059] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 페라이트 로딩의 형상에 따른 루프 공진기의 전력 전송 효율의 변화를 나타낸 시뮬레이션 결과이다. 도 8에서 Loop는 루프 공진기뿐만 아니라 루프 전력 전송 시스템의 시뮬레이션 결과를 나타내며, Ferrite loading은 평판 페라이트 로딩이 추가된 시뮬레이션 결과이며, Optimization은 공진기의 자계특성에 맞춰 디자인한 십자형 페라이트 로딩을 삽입한 시뮬레이션 결과이다.
- [0060] 도 8에 도시한 것처럼, 루프 공진기뿐만 아니라 루프 전력 전송 시스템과 루프 공진기의 각각의 형태에 따라 최적화된 페라이트 로딩이 추가된 전력 전송 시스템에 있어서 전력 전송의 효율이 크게 증가함을 알 수 있다.
- [0061] 이와 같이, 루프 공진기의 형태에 따라서 생성되는 널(null)의 형태 또한 변한다는 점을 이용하여, 루프 공진기의 형태에 가장 최적화된 다양한 형태의 페라이트 로딩을 적용할 수 있다.
- [0062] 도 9a 내지 도 9d는 본 발명의 실시예에 따른 루프 공진기의 형태에 대응되는 최적화된 형태의 페라이트 로딩을 설명하기 위한 도면이다.
- [0063] 먼저, 루프 공진기의 형태가 긴 사각형 형태인 경우에는, 루프 공진기의 중심부에서 세로 축으로 널(null)이 강하게 형성되므로, 도 9a와 같이 세로가 긴 직사각형 형태의 페라이트 로딩을 적용하는 것이 바람직하다.
- [0064] 또한, 루프 공진기의 형태가 직경이 작은 원형인 경우에는 루프 공진기를 둘러싼 형태로 외부에 원형으로 널(null)이 형성되므로, 도 9b와 같이 내부가 비어있는 원통 형태의 페라이트 로딩을 적용하는 것이 바람직하다.
- [0065] 만일 루프 공진기의 형태가 직경이 큰 원형인 경우에는 루프 공진기의 중심에 원형으로 널(null)이 형성되므로, 원기둥 형태의 페라이트 로딩을 적용하는 것이 바람직하다.
- [0066] 또한 루프 공진기의 형태가 도 9c와 같이 다중 루프 형태로 이루어진 경우에는 각 루프의 중심에는 널(null)이 형성되므로, 도 9d와 같이 루프의 개수에 대응되는 평면 형태 또는 앞에서 설명한 십자가 형태의 페라이트 로딩을 적용하는 것이 바람직하다. 즉, 본 발명의 실시예에 따르면 각각의 루프 공진기의 자계 특성에 대응되는 페라이트 로딩의 형상이 변화할 수 있음을 알 수 있다.
- [0067] 이와 같이 본 발명의 실시예에 의하면, 종래의 코일만을 이용한 자기유도방식의 무선전력 전송용 공진기와 달리 간단한 구조의 와이어 루프 공진기에 페라이트 로딩을 본체 뒤쪽에 삽입하는 형태의 송수신용 공진기를 제안한다. 또한 본 발명의 실시예에 따른 페라이트 로딩 공진기는 자기유도를 통한 무선전력 전송의 단점인 거리가 멀어질수록 효율이 급격히 떨어지는 문제점을 해결하기 위해 페라이트 로딩을 이용하여 송수신용 공진기 사이의 자계를 강화함으로써 원거리에서도 높은 전송효율을 유지할 수 있으며, 저주파를 이용한 자기유도방식을 사용함으로써 인체에 무해하고 장애물이 있어도 일정 성능 이상을 유지할 수 있다.

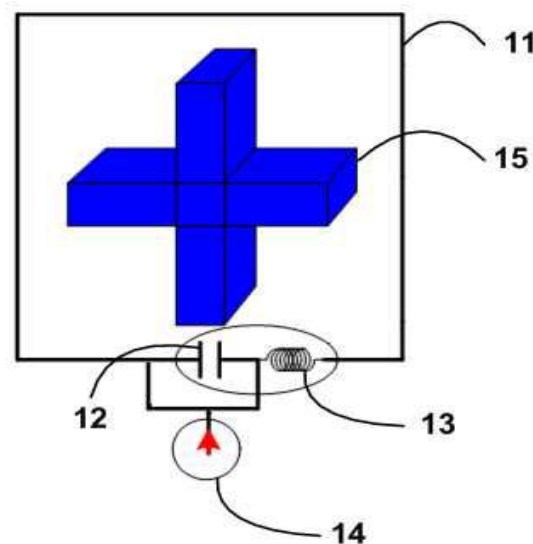
- [0068] 또한, 루프 공진기의 형상은 생산비의 절감과 제작의 용이함을 위해 1루프 및 다중루프 공진기를 사용하며 인덕터와 가변 캐패시터를 이용해 저주파용 공진기에서 요구하는 전기적 용량을 줄일 수 있다.
- [0069] 또한, 공진기의 형상이 사각루프 공진기가 아니더라도 각 공진기의 자계 패턴에 맞춰진 페라이트 로딩을 제안하여 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0070] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면의 간단한 설명

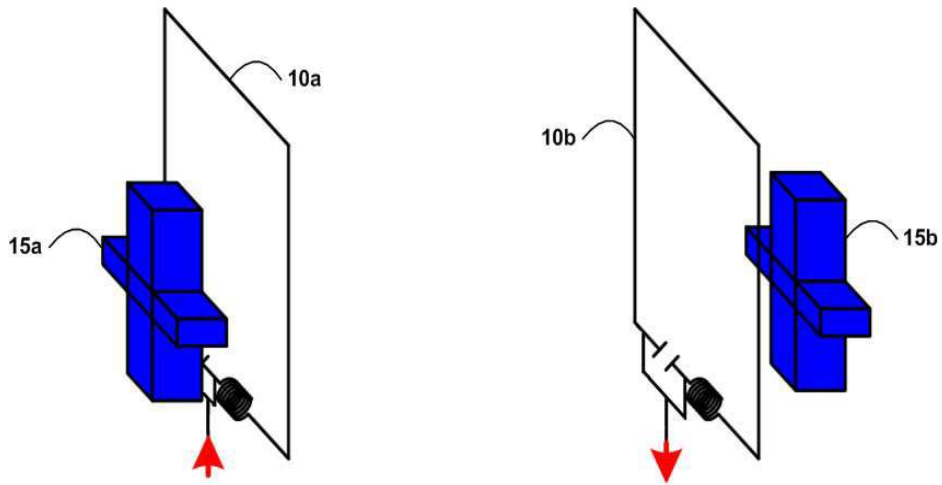
- [0071] 도 1은 본 발명의 실시예에 사용되는 로딩 루프 공진기와 페라이트 로딩을 나타낸 도면이다.
- [0072] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 로딩 루프 공진기와 페라이트 로딩을 이용한 무선 전력 전송 시스템을 나타낸 도면이다.
- [0073] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 공진기와 페라이트 로딩의 동작 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0074] 도 3c는 본 발명의 실시예에 따른 송신용 루프 공진기와 수신용 루프 공진기 사이의 거리에 따른 자계 세기를 나타낸 도면이다.
- [0075] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 페라이트 로딩의 삽입 위치에 따른 루프 공진기의 자계 세기 분포도면이다.
- [0076] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 루프 공진기의 전력 전송 효율을 측정한 그래프이다.
- [0077] 도 6 은 본 발명의 실시예에 따른 루프 공진기 사이에 장애물이 삽입되었을 때 전력 전송 효율을 측정한 그래프이다.
- [0078] 도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 실시예에 따른 페라이트 로딩을 루프 공진기에 접근시켰을 때, 루프 공진기의 정면(Front view)과 상측면(Top view)에서 시뮬레이션을 통해 관찰한 자계분포의 변화를 나타낸 도면이다.
- [0079] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 페라이트 로딩의 형상에 따른 루프 공진기의 전력 전송 효율의 변화를 나타낸 시뮬레이션 결과이다.
- [0080] 도 9a 내지 도 9d는 본 발명의 실시예에 따른 루프 공진기의 형태에 대응되는 최적화된 형태의 페라이트 로딩을 설명하기 위한 도면이다.

도면

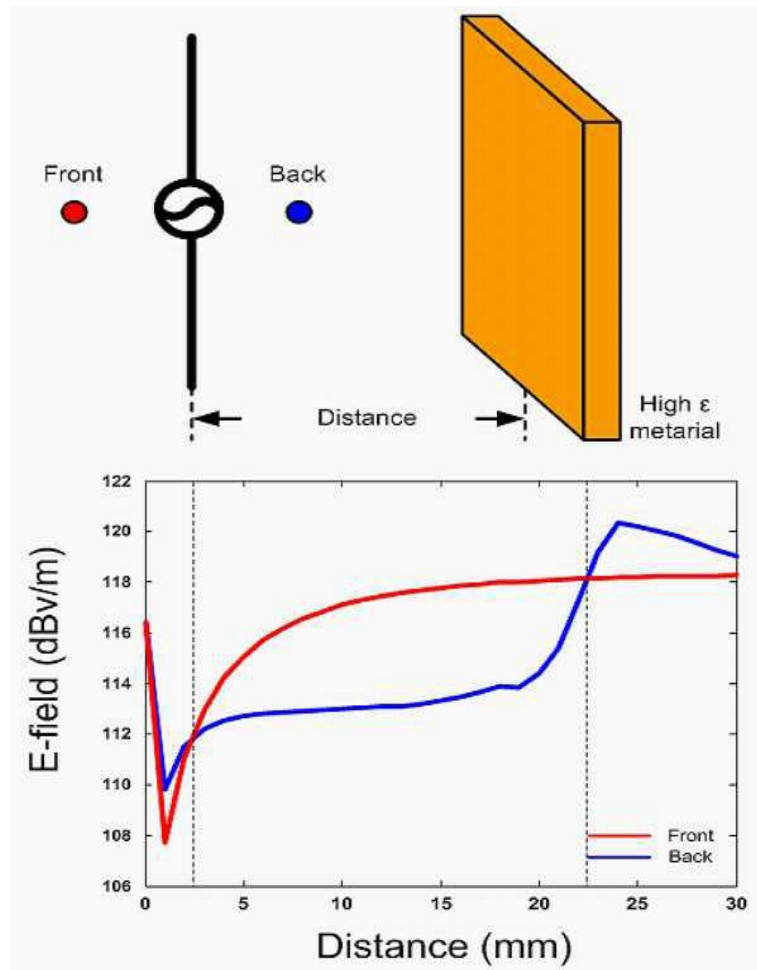
도면1



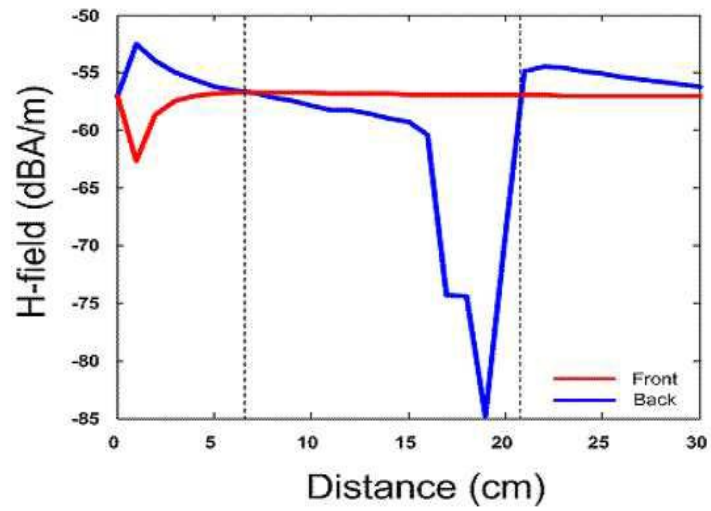
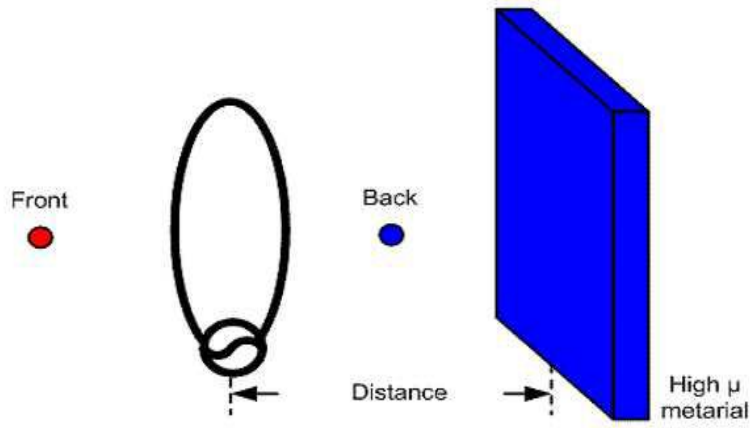
도면2



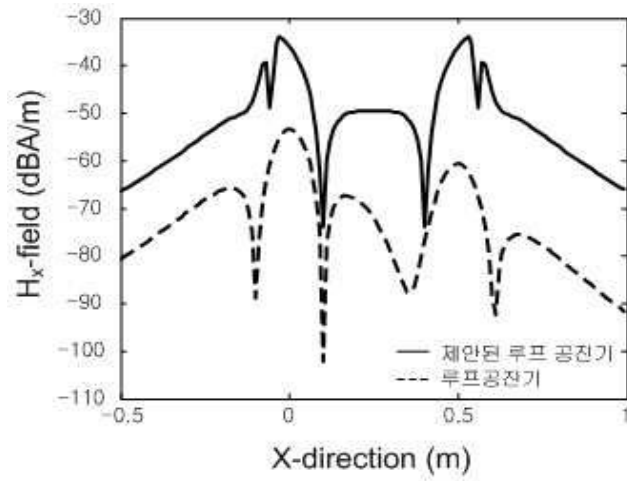
도면3a



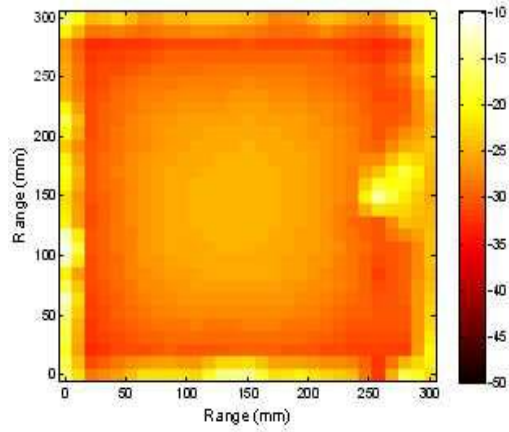
도면3b



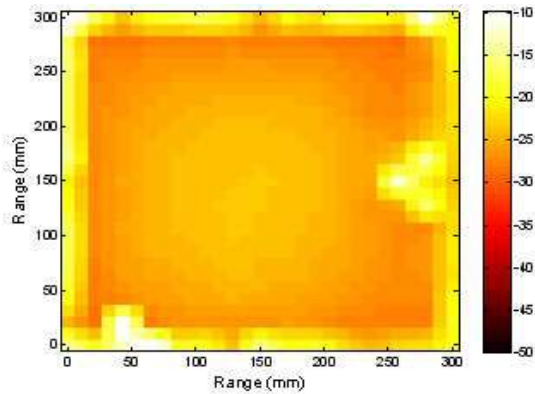
도면3c



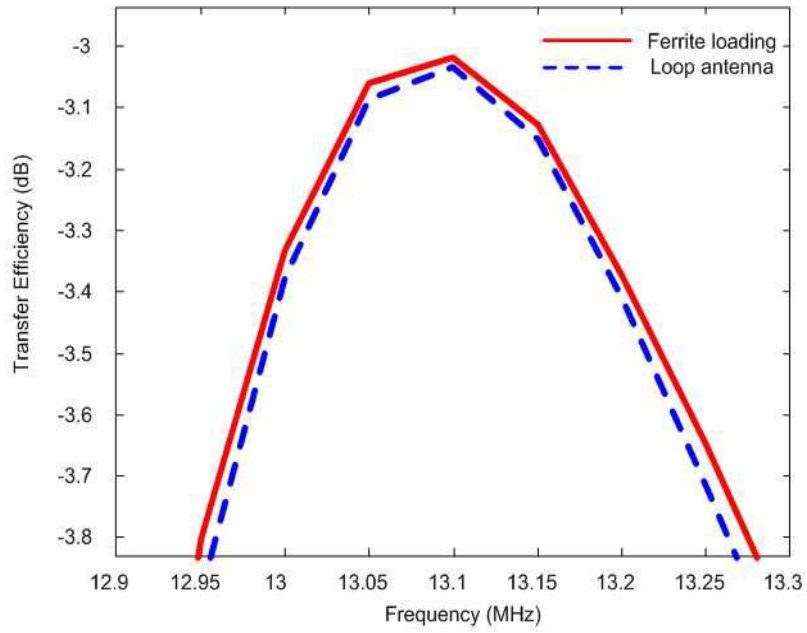
도면4a



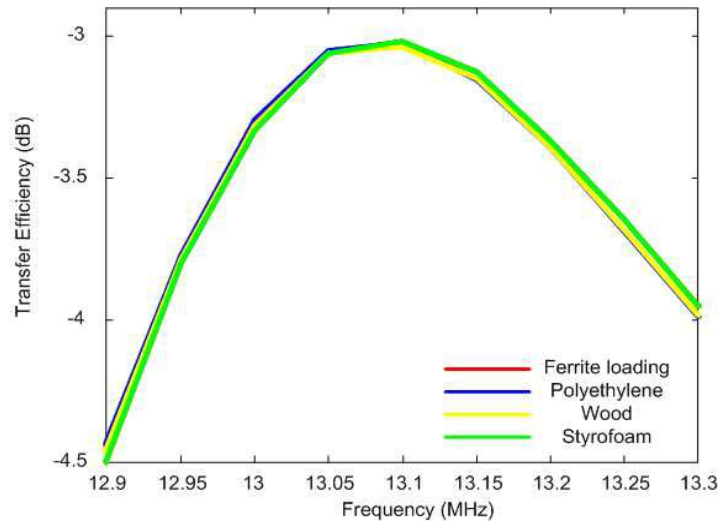
도면4b



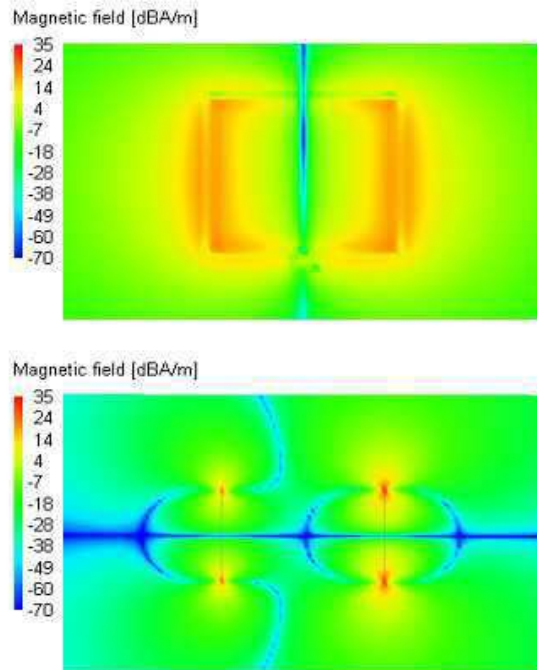
도면5



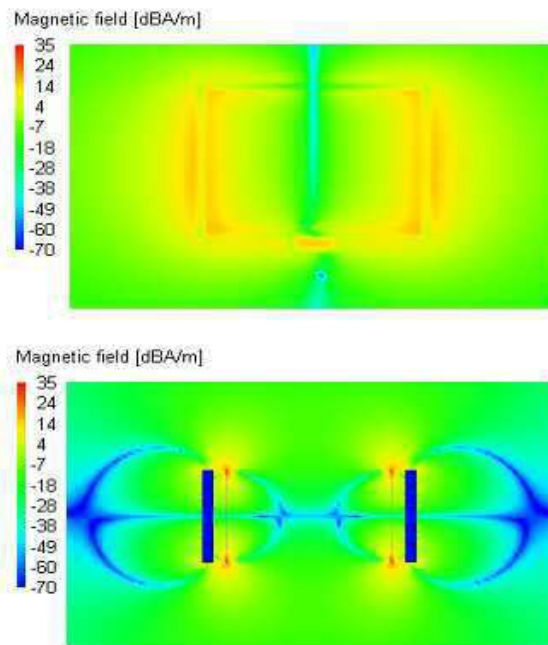
도면6



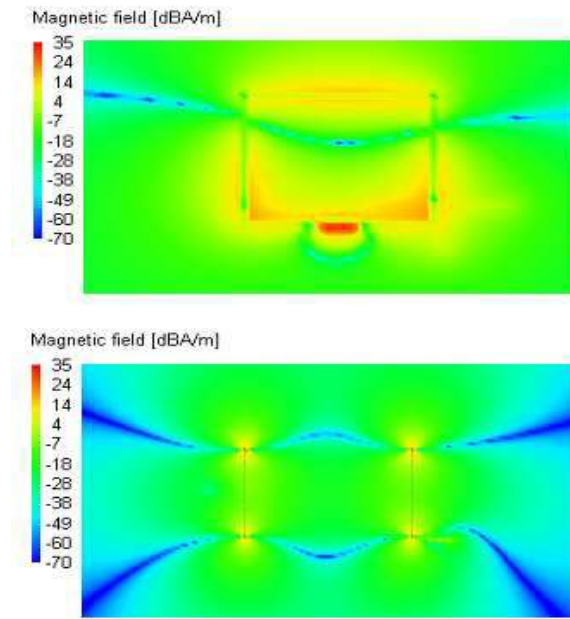
도면7a



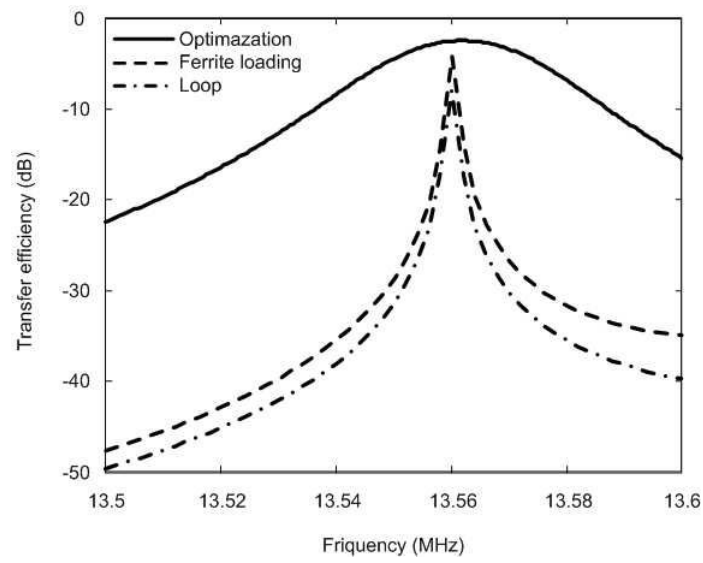
도면7b



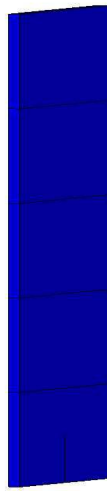
도면7c



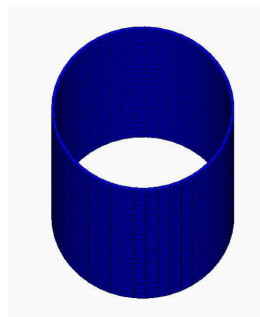
도면8



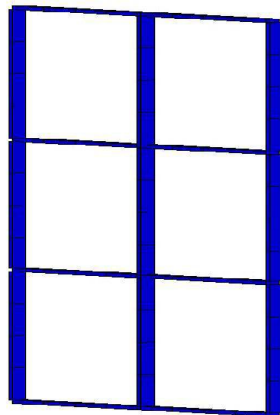
도면9a



도면9b



도면9c



도면9d

