



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월11일
(11) 등록번호 10-1756224
(24) 등록일자 2017년07월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/12 (2016.01) H02J 5/00 (2016.01)
H02J 7/02 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/12 (2016.02)
H02J 5/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0006612
(22) 출원일자 2016년01월19일
심사청구일자 2016년01월19일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140006353 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
기술이전 희망 : 기술양도

(73) 특허권자
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
강승택
서울특별시 양천구 목동서로 340, 930동 508호 (신시가지9단지아파트)
전진수
인천광역시 연수구 청량로184번길 10, 13동 302호 (옥련동, 태정파크빌)
(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 10 항

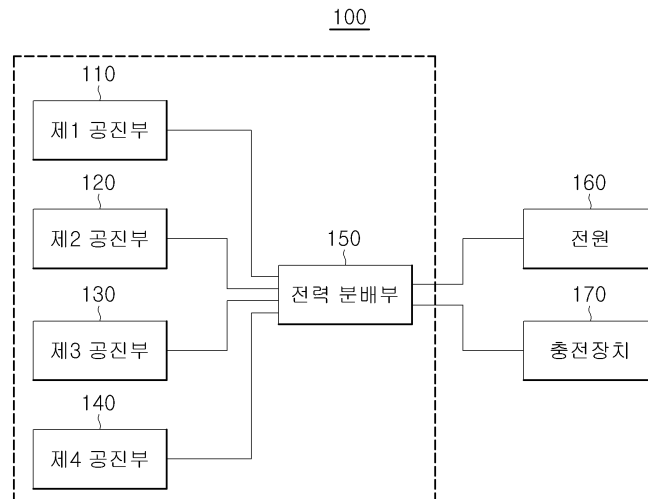
심사관 : 신희상

(54) 발명의 명칭 무선전력 충전을 위한 공진 장치

(57) 요약

본 발명은 무선전력 충전을 위한 공진 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는 저주파 대역에서 높은 무선 전력 충전 효율을 담보할 수 있는 무선전력 충전을 위한 공진 장치에 관한 것이다. 본 발명은 제1 공진부; 상기 제1 공진부와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제2 공진부; 및 상기 제1 공진부 및 상기 제2 공진부와 연결되는 전력 분배부를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면 단일 공진기 형태가 아닌 다수의 공진부를 포함하는 공진 루프 어레이(resonance loop array) 구성을 기반으로 함으로써 자기장의 직전성을 증가시켜 6MHz에 인접하는 저주파 대역에서 높은 무선 전력 충전 효율을 담보할 수 있는 효과를 갖는다.

대표도 - 도15



(52) CPC특허분류

H02J 7/025 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201400690001

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 미래창조과학부 산하 정보통신기술진흥센터(

연구사업명 미래창조과학부 혁신기술과제

연구과제명 하이브리드 전파매질을 이용한 미래전파 서비스용 안테나 개발

기 여 율 1/1

주관기관 에이스테크놀로지

연구기간 2014.04.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

제1 공진부;

상기 제1 공진부와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제2 공진부; 및

상기 제1 공진부 및 상기 제2 공진부와 연결되는 전력 분배부를 포함하고,

상기 전력 분배부는 기관, 상기 기관 상부면의 일측에 형성되는 제1 포트, 상기 기관 상부면의 타측에 각각 형성되며 서로 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제2 포트 및 제3 포트, 상기 제1 포트와 상기 제2 포트를 연결하는 제1 전송 선로부, 상기 제1 포트와 상기 제3 포트를 연결하는 제2 전송 선로부, 상기 제1 전송 선로부 상의 일 지점 및 상기 제2 전송 선로부 상의 일 지점에 적어도 한 개 이상 삽입되는 칩 인덕터, 및 상기 칩 인덕터 일측 및 타측에 각각 삽입되는 칩 커패시터를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 전력 충전을 위한 공진 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제1 공진부 및 상기 제2 공진부는 기관 및 상기 기관 상부면에 형성되는 루프 패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 전력 충전을 위한 공진 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 기관 하부면에 형성되는 페라이트 층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 전력 충전을 위한 공진 장치.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 루프 패턴과 연결되는 임피던스 매칭 회로부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 전력 충전을 위한 공진 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 전력 분배부는 상기 제2 포트와 상기 제3 포트를 연결하는 제3 전송 선로부 및 상기 제3 전송 선로부 상의 일 지점에 삽입되는 저항을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 전력 충전을 위한 공진 장치.

청구항 7

제1 공진부;

상기 제1 공진부와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제2 공진부;

상기 제2 공진부와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제3 공진부;

상기 제3 공진부와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제4 공진부; 및

상기 제1 공진부, 상기 제2 공진부, 상기 제3 공진부, 및 상기 제4 공진부와 연결되는 전력 분배부를 포함하고, 상기 전력 분배부는 기관, 상기 기관 상부면의 일측에 형성되는 제1 포트, 상기 기관 상부면의 타측에 형성되며 각각 서로 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제2 포트, 제3 포트, 제4 포트, 및 제5 포트, 상기 제1 포트와 상기 제2 포트를 연결하는 제1 전송 선로부, 상기 제1 포트와 상기 제3 포트를 연결하는 제2 전송 선로부, 상기 제1 포트와 상기 제4 포트를 연결하는 제3 전송 선로부, 상기 제1 포트와 상기 제5 포트를 연결하는 제4 전송 선로부, 상기 제1 전송 선로부, 상기 제2 전송 선로부, 상기 제3 전송 선로부, 및 상기 제4 전송 선로부에 각각 적어도 하나 이상 삽입되는 칩 인덕터, 및 상기 칩 인덕터 일측 및 타측에 각각 삽입되는 칩 커패시터를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 전력 충전을 위한 공진 장치.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 제1 공진부, 상기 제2 공진부, 상기 제3 공진부, 및 상기 제4 공진부는 기관 및 상기 기관 상부면에 형성되는 루프 패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 전력 충전을 위한 공진 장치.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 기관 하부면에 형성되는 페라이트 층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 전력 충전을 위한 공진 장치.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 루프 패턴과 연결되는 임피던스 매칭 회로부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 전력 충전을 위한 공진 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

제 7항에 있어서,

상기 제2 포트, 상기 제3 포트, 상기 제4 포트, 및 상기 제5 포트를 연결하는 제5 전송 선로부 및 상기 제2 포트, 상기 제3 포트, 상기 제4 포트, 및 상기 제5 포트와 상기 제5 전송 선로부 사이에 각각 삽입되는 저항을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 전력 충전을 위한 공진 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선전력 충전을 위한 공진 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는 저주파 대역에서 높은 무선 전력 충전 효율을 담보할 수 있는 무선전력 충전을 위한 공진 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 스마트폰과 같은 모바일 디바이스들에 있어서 제품 경쟁력 확보를 위해 제공되는 다양한 부가 기능의 일 예로서 사용자의 편의성을 담보할 수 있는 무선 전력 충전(Wireless Power Charge : WPC) 기능을 들 수 있다.

[0003] 이러한 무선 전력 충전 기능의 경우 무선 전력 전송 기술을 기반으로 한 것으로서, 무선 전력 전송 기술은 크게 자기유도 기반의 비접촉식 전송 방식, 라디오액티브(radioactive) 또는 자기공명 기반의 근거리 전송 방식, 및 전자기파 기반의 원거리 전송 방식으로 구분할 수 있고, 기술의 패러다임을 바꿀 수 있는 첨단기술로 각광받고 있어 인텔, 삼성전자, LG전자, 세이코 엡슨, 애플, 제너럴 모터스 등과 같은 국내 및 해외의 유수 대기업들에 의해 개발이 활발하게 이루어지고 있는 추세에 있다.

[0004] 그러나, 종래의 모바일 디바이스들에 적용되는 무선 전력 충전 기능의 경우 대부분 자기유도 기반의 비접촉식 전송 방식을 기반으로 한 것이 대부분인 관계로 무선 전력 충전을 위한 전송기와 수신기 사이의 거리가 인접해 있는 경우에만 충전이 제대로 이루어지는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하고자 안출된 것으로서 공진 루프 어레이(resonance loop array) 구성을 통해 자기장의 직진성을 증가시킴으로써 저주파대역에서 높은 무선 전력 충전 효율을 담보할 수 있는 무선 전력 충전을 위한 공진 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명은 저주파 대역에서 높은 무선 전력 충전 효율을 담보함과 동시에 종래와 비교 시 소형화가 용이한 전력 충전을 위한 공진 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선 전력 충전을 위한 공진 장치는 제1 공진부; 상기 제1 공진부와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제2 공진부; 및 상기 제1 공진부 및 상기 제2 공진부와 연결되는 전력 분배부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 상기 제1 공진부 및 상기 제2 공진부는 기판 및 상기 기판 상부면에 형성되는 루프 패턴을 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 기판 하부면에 형성되는 페라이트 층을 더 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 루프 패턴과 연결되는 임피던스 매칭 회로부를 더 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 전력 분배부는 기판, 상기 기판 상부면의 일측에 형성되는 제1 포트, 상기 기판 상부면의 타측에 각각 형성되며 서로 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제2 포트 및 제3 포트, 상기 제1 포트와 상기 제2 포트를 연결하는 제1 전송 선로부, 상기 제1 포트와 상기 제3 포트를 연결하는 제2 전송 선로부, 상기 제1 전송 선로부 상의 일 지점 및 상기 제2 전송 선로부 상의 일 지점에 적어도 한 개 이상 삽입되는 인덕터, 및 상기 인덕터 일측 및 타측에 각각 삽입되는 커패시터를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 전력 분배부는 상기 제2 포트와 상기 제3 포트를 연결하는 제3 전송 선로부 및 상기 전송 선로부 상의 일 지점에 삽입되는 저항을 더 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 무선 전력 충전을 위한 공진 장치는 제1 공진부; 상기 제1 공진부와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제2 공진부; 상기 제2 공진부와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제3 공진부; 상기 제3 공진부와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제4 공진부; 및 상기 제1 공진부, 상기 제2 공진부, 상기 제3 공진부, 및 상기 제4 공진부와 연결되는 전력 분배부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 제1 공진부, 상기 제2 공진부, 상기 제3 공진부, 및 상기 제4 공진부는 기판 및 상기 기판 상부면에 형성되는 루프 패턴을 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 기판 하부면에 형성되는 페라이트 층을 더 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 루프 패턴과 연결되는 임피던스 매칭 회로부를 더 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 전력 분배부는 기판, 상기 기판 상부면의 일측에 형성되는 제1 포트, 상기 기판 상부면의 타측에 형성되며 각각 서로 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하는 제2 포트, 제3 포트, 제4 포트, 및 제5 포트, 상기 제1 포트와 상기 제2 포트를 연결하는 제1 전송 선로부, 상기 제1 포트와 상기 제3 포트를 연결하는 제2 전송 선로부, 상기 제1 포트와 상기 제4 포트를 연결하는 제3 전송 선로부, 상기 제1 포트와 상기 제5 포트를 연결하는 제4 전송 선로부, 상기 제1 전송 선로부, 상기 제2 전송 선로부, 상기 제3 전송 선로부, 및 상기 제4 전송 선로부 상에 각각 적어도 하나 이상 삽입되는 인덕터, 및 상기 인덕터 일측 및 타측에 각각 삽입되는 커패시터를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 제2 포트, 상기 제3 포트, 상기 제4 포트, 및 상기 제5 포트를 연결하는 제5 전송 선로부 및 상기

제2 포트, 상기 제3 포트, 상기 제4 포트, 및 상기 제5 포트와 상기 제5 전송 선로부 사이에 각각 삽입되는 저항을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 의하면 단일 공진기 형태가 아닌 다수의 공진부를 포함하는 공진 루프 어레이(resonance loop array) 구성을 기반으로 함으로써 자기장의 직전성을 증가시켜 6MHz에 인접하는 저주파 대역에서 높은 무선 전력 충전 효율을 담보할 수 있는 효과를 갖는다.

[0020] 또한, 본 발명에 의하면 종래와 비교시 다수의 공진부 각각에 전력을 분배하는 전력 분배부의 소형화가 가능하여 무선 전력 충전을 위한 공진 장치의 크기를 크게 줄일 수 있는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선 전력 충전을 위한 공진 장치를 개략적으로 도시한 도면,
 도 2 및 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제1 공진부의 상세 구성에 대한 참고도,
 도 4 내지 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제1 공진부의 동작 특성에 대한 시뮬레이션 그래프,
 도 7 및 도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부의 상세 구성에 대한 참고도,
 도 9 및 도 10은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부 동작 특성에 대한 시뮬레이션 그래프,
 도 11 내지 도 14는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선 전력 충전을 위한 공진 장치의 반사손실 및 무선 전력 충전 효율 테스트에 대한 참고도,
 도 15는 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 무선전력 충전을 위한 공진 장치를 개략적으로 도시한 도면,
 도 16 및 도 17은 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부 상세 구조에 대한 참고도,
 도 18은 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부 동작 특성에 대한 시뮬레이션 그래프,
 도 19 내지 도 21은 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 무선 전력 충전을 위한 공진 장치에 대한 반사손실 및 무선 전력 충전 효율 테스트에 대한 참고도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 첨가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 실시될 수 있음은 물론이다.

[0023] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선 전력 충전을 위한 공진 장치를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선 전력 충전을 위한 공진 장치(1)는 제1 공진부(10), 제2 공진부(20), 및 전력 분배부(30)를 포함한다.

[0025] 제1 공진부(10)는 외부로부터 무선 전송되는 전력을 수신하거나 또는 전력 분배부(30)를 통해 제1 공진부(10)와 연결되는 전원(40)으로부터 공급되는 전력을 외부로 무선 전송한다.

[0026] 제2 공진부(20)는 제1 공진부(10)와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하며, 외부로부터 무선 전송되는 전력을 수신하거나 또는 전력 분배부(30)를 통해 제2 공진부(20)와 연결되는 전원(40)으로부터 공급되는 전력을 외부로 무선 전송한다.

[0027] 이때, 제1 공진부(10) 및 제2 공진부(20)의 상세 구성은 이하 도 2 및 3을 참조하여 후술한다.

[0028] 전력 분배부(30)는 제1 공진부(10) 및 제2 공진부(20)와 연결되며 제1 공진부(10) 및 제2 공진부(20)를 통하여 전송되는 전력을 전력 분배부(30)와 연결되는 충전 장치(50) 측으로 공급하거나 또는 전력 분배부(30)와 연결되는 전원(40)으로부터 공급되는 전력을 제1 공진부(10) 및 제2 공진부(20)로 등분배한다.

- [0029] 이때, 전력 분배부(30)의 상세 구성은 이하 도 7 및 8을 참조하여 후술한다.
- [0030] 도 2 및 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제1 공진부의 상세 구성에 대한 참고도이다.
- [0031] 도 2 및 3을 참조하면, 제1 공진부(10)는 기판(11), 기판(11) 상부면에 형성되는 루프 패턴(13), 기판(11) 하부면에 형성되는 페라이트 층(15), 및 루프 패턴(13)과 연결되는 임피던스 매칭 회로부(17)를 포함한다.
- [0032] 이때, 기판(11)은 FR(Flame Retardant)-4 소재로 형성될 수 있고, 루프 패턴(13)은 기판(11) 상부면에 형성되어 무선 전력 송수신을 위한 루프 안테나(loop antenna) 역할을 수행하는데, 상기 루프 패턴의 경우 상기 루프 패턴을 구성하는 코일의 길이에 따른 인덕턴스 성분과 상기 코일을 구성하는 각 권선 간의 겹에 따른 커패시턴스 성분에 의해 공진 특성을 가지게 된다.
- [0033] 또한, 페라이트 층(15)은 제1 공진부(10)가 무선 전력을 수신하는 경우 자기 플럭스(magnetic flux)가 제1 공진부(10)에 집중되도록 하는 역할을 수행하며, 이에 따라 본 발명의 제1 공진부(10)의 경우 종래와 비교시 무선 전력 충전 효율을 향상시키는 것이 가능해진다.
- [0034] 이때, 페라이트 층(15)은 구리판(미도시) 상에 형성될 수 있는데, 이와 같이 페라이트 층(15)을 구리판 상에 형성시키는 이유는 본 발명의 제1 공진부(10)가 실제 장치(예컨대, 배터리)에 적용되어 상기 실제 장치의 일면에 부착되는 경우 상기 구리판이 접지면(ground plane) 역할을 수행할 수 있도록 하기 위함이다.
- [0035] 또한, 임피던스 매칭 회로부(17)는 루프 패턴(13)에 포함된 인덕턴스 및 커패시턴스 성분에 대한 임피던스 매칭을 위한 것으로서, 도 3에 도시된 바와 같이 복수 개의 파이 타입(π type) 칩 커패시터(C_1 , C_2 , C_3)로 구성될 수 있다.
- [0036] 이와 같이, 본 발명의 제1 공진부(10)의 경우 임피던스 매칭 회로부(17)를 별도 구성함으로써 종래와 비교시 루프 패턴(13)을 구성하는 코일의 전체 길이를 줄이는 것이 가능해진다.
- [0037] 또한, 제2 공진부(20)의 경우 제1 공진부(10)와 동일한 구조를 가지므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0038] 도 4 내지 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제1 공진부의 동작 특성에 대한 시뮬레이션 그래프이다.
- [0039] 여기에서, 도 4 내지 도 6에 도시된 시뮬레이션을 위해 사용된 제1 공진부(10)의 경우 기판(11)의 유전 상수(dielectric constant) 및 높이가 4.4 및 0.5mm가 되고, 페라이트 층(15)의 유전율(permittivity), 투자율(permeability), 및 높이가 각각 9.2, 160, 및 1mm가 되도록 구성하였다.
- [0040] 먼저, 도 4를 참조하면 본 발명의 제1 공진부(10)의 경우 페라이트 층(15)이 적용되지 않은 경우(도 4 (a))와 비교 시 페라이트 층(15)이 적용되는 경우(도 4의 (b)) 무선 전력 전송 효율(Power Transfer Efficiency : PTE)을 나타내는 S_{21} 값이 약 -20dB에서 -3.9dB로 크게 향상되는 것을 확인할 수 있다.
- [0041] 다음으로, 도 5를 참조하면, 본 발명의 제1 공진부(10)의 경우 공진 주파수 6.78MHz에서 반사 손실(return loss)이 약 -12.9dB인 것을 확인할 수 있다.
- [0042] 그리고, 도 6을 참조하면, 본 발명의 제1 공진부(10)의 경우 공진 주파수 6.78MHz에서 S_{21} 값이 -1.21dB 이상인 것을 확인할 수 있다.
- [0043] 도 7 및 도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부의 상세 구성에 대한 참고도이다.
- [0044] 본 발명의 전력 분배부(30)의 경우 종래에 등분배(equal-split) 전력 분배기로 주로 사용되고 있는 윌킨슨 전력 분배기(wilkinson power divider)를 대체하기위한 것으로서, 도 7 (a)를 참조하면 하나의 입력 포트와 두 개의 출력 포트를 구비하는 윌킨슨 전력 분배기의 경우 두 개의 $\lambda/4$ 전송 라인과 이 사이에 연결된 저항($2Z_0$)으로 구성될 수 있다.
- [0045] 그러나, 상기와 같은 구조를 갖는 윌킨슨 전력 분배기의 경우 무선 전력 충전 용도로 사용되는 경우 $\lambda/4$ 전송 라인의 길이가 너무 길어지게 되며(예컨대, 6.78MHz 기준 약 11cm), 이에 따라 기판손실 및 도체손실이 발생하여 무선 전력 충전 효율이 저하되는 문제점이 있으며, 특히 출력 포트 증가에 따라 전송 라인의 숫자가 증가하는 경우 전력 분배부(30)의 크기가 제1 공진부(10) 및 제2 공진부(20)의 크기보다 커지게 되는 문제점이 발생하게 된다.

- [0046] 이에 따라, 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부(30)의 경우 도 7(b)에 도시된 바와 같이 기관(31) 상부면에 일측에 제1 포트(32)와 타측에 서로 이격되어 있는 제2 포트(36) 및 제3 포트(40)를 각각 형성하고, 제1 포트(32)와 제2 포트(36)를 연결하는 제1 선로부(33) 및 제1 포트(32)와 제3 포트(40)를 연결하는 제2 선로부(37)를 형성한다.
- [0047] 그리고, 종래의 $\lambda/4$ 전송라인 대신 파이 타입(π type) 집중 소자 매칭법(lumped elements method)를 적용하여 제1 전송 선로부(33) 상 및 제2 전송 선로부(37) 상의 일 지점에 각각 적어도 하나 이상의 파이 타입(π type) 칩 인덕터(34-1, 34-2, 38-1, 38-2)를 삽입하고, 칩 인덕터(34-1, 38-1)의 일측 및 칩 인덕터(34-2, 38-2)의 타측에 각각 션트(shunt) 역할을 수행하는 파이 타입 칩 커패시터(35-1, 35-2, 39-1, 39-2)를 삽입하여 지연과 90° 위상천이(phase shift)가 이루어지도록 하며, 제2 포트(36)와 제3 포트(40)를 연결하는 제3 전송 선로부(41)를 형성한 후 제2 포트(36) 및 제3 포트(40) 간 아이솔레이션(isolation)을 위해 제3 전송 선로부(41) 상의 일 지점에 저항(42)을 삽입한다.
- [0048] 이때, $\lambda/4$ 전송라인을 최소화하기 위하여 제1 포트 (32)과 포트 2(36) 사이의 각도 및 제1 포트 (32)과 제3 포트 (40) 사이의 각도가 각각 90° 차이를 가지도록 할 수 있다.
- [0049] 이에 따라, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부(30)의 경우 도 8에 도시된 바와 같이 $0.1\lambda^2$ 의 면적(예컨데, 6.78MHz 기준)을 가지게 되어 종래와 비교시 전력 분배부(30)의 소형화가 가능해지는 장점을 갖는다.
- [0050] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부(30)의 경우 메타 물질기반으로 형성될 수 있는데, 여기서 메타 물질이란 1보다 작은 유전율 또는 투자율을 갖는 물질을 의한다.
- [0051] 도 9 및 도 10은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부 동작 특성에 대한 시뮬레이션 그래프 이다.
- [0052] 여기에서, 도 9 및 도 10의 시뮬레이션에서 사용된 전력 분배부(30)의 경우 칩 인덕터(34-1, 34-2) 및 칩 인덕터(38-1, 38-2)의 값은 1000nH 및 680nH가 되고, 칩 커패시터(35-1, 35-2, 39-1, 39-2)의 값은 각각 330pF이 되도록 구성하였다.
- [0053] 먼저, 도 9를 참조하면, 본 발명의 전력 분배부(30)의 경우 공진 주파수 6.78MHz에서의 전력 분배에 해당하는 S_{21} 값이 약 -3.1dB이고 포트 2(36)와 포트 3(40) 사이의 아이솔레이션(isolation)에 해당하는 S_{23} 값에 따라 포트 2(36) 및 포트 3(40)의 위상차가 0° 인 것을 확인할 수 있다.
- [0054] 그리고, 도 10을 참조하면 본 발명의 전력 분배부(30)의 경우 공진 주파수 6.78MHz에서의 반사 손실(return loss)에 해당하는 S_{22} 값이 약 -40.1dB인 것을 확인할 수 있다.
- [0055] 도 11 내지 도 14는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 무선 전력 충전을 위한 공진 장치의 반사손실 및 무선 전력 충전 효율 테스트에 대한 참고도이다.
- [0056] 여기에서, 제1 공진부(10) 및 제2 공진부(20)는 도 4 내지 도 6에 도시된 시뮬레이션 시와 동일한 사양으로 구성하고, 전력 분배부(30)는 도 9 및 도 10에 도시된 시뮬레이션 시와 동일한 사양으로 구성하였다.
- [0057] 먼저, 도 11에 도시된 바와 같이 본 발명의 무선 전력 충전을 위한 공진 장치(1)를 무선 전력 송신측과 무선 전력 수신측에 각각 구성한 후 송신측과 수신측 간의 수직 거리를 각각 5cm(도 9의 (a)), 10cm(도 9의 (b)), 및 20cm(도 9의 (c))로 변화시키는 방식으로 본 발명의 무선 전력 충전을 위한 공진 장치(1)의 반사 손실 및 무선 전력 충전 효율을 테스트한 결과 공진 주파수 8MHz에서 도 12에 도시된 바와 같은 거리 변화에 따른 반사 손실(S_{11} -5cm, S_{11} -10cm, S_{11} -20cm) 특성 및 무선 전력 충전 효율(S_{21} -5cm, S_{21} -10cm, S_{21} -20cm) 특성을 확인할 수 있다.
- [0058] 다음으로, 도 13에 도시된 바와 같이 본 발명의 무선 전력 충전을 위한 공진 장치(1)를 무선 전력 송신측과 무선 전력 수신측에 각각 구성한 후 송신측과 수신측 간의 수평 거리를 각각 5cm(도 11의 (a)), 10cm(도 11의 (b)), 및 20cm(도 11의 (c))로 변화시키는 방식으로 본 발명의 무선 전력 충전을 위한 공진 장치(1)의 반사 손실 및 무선 전력 충전 효율을 테스트 한 결과 공진 주파수 8MHz에서 도 14에 도시된 바와 같은 거리 변화에 따른 반사 손실(S_{11} -5cm, S_{11} -10cm, S_{11} -20cm) 특성 및 무선 전력 충전 효율(S_{21} -5cm, S_{21} -10cm, S_{21} -20cm) 특성을 확인할 수 있다.
- [0059] 도 15는 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 무선전력 충전을 위한 공진 장치를 개략적으로 도시한 도면

이다.

- [0060] 도 15를 참조하면, 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 무선전력 충전을 위한 공진 장치(100)는 제1 공진부(110), 제2 공진부(120), 제3 공진부(130), 제4 공진부(140), 및 전력 분배부(150)를 포함한다.
- [0061] 제1 공진부(110)는 외부로부터 무선 전송되는 전력을 수신하거나 또는 전력 분배부(150)를 통해 제1 공진부(110)와 연결되는 전원(160)으로부터 공급되는 전력을 외부로 무선 전송한다.
- [0062] 제2 공진부(120)는 제1 공진부(110)와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하며, 외부로부터 무선 전송되는 전력을 수신하거나 또는 전력 분배부(150)를 통해 제2 공진부(120)와 연결되는 전원(160)으로부터 공급되는 전력을 외부로 무선 전송한다.
- [0063] 제3 공진부(130)는 제2 공진부(120)와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하며, 외부로부터 무선 전송되는 전력을 수신하거나 또는 전력 분배부(150)를 통해 제3 공진부(130)와 연결되는 전원(160)으로부터 공급되는 전력을 외부로 무선 전송한다.
- [0064] 제4 공진부(140)는 제3 공진부(130)와 접하거나 또는 미리 결정된 간격만큼 이격되어 위치하며, 외부로부터 무선 전송되는 전력을 수신하거나 또는 전력 분배부(150)를 통해 제4 공진부(140)와 연결되는 전원(160)으로부터 공급되는 전력을 외부로 무선 전송한다.
- [0065] 이때, 제1 공진부(110), 제2 공진부(120), 제3 공진부(130), 및 제4 공진부(140) 상세 구성의 경우 도 2 및 3을 참조하여 기술한 바 있으므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0066] 전력 분배부(150)는 제1 공진부(110), 제2 공진부(120), 제3 공진부(130), 및 제4 공진부(140)와 연결되며, 제1 공진부(110), 제2 공진부(120), 제3 공진부(130), 및 제4 공진부(140)를 통하여 전송되는 전력을 전력 분배부(150)와 연결되는 충전 장치(170) 측으로 공급하거나 또는 전력 분배부(150)와 연결되는 전원(160)으로부터 공급되는 전력을 제1 공진부(110), 제2 공진부(120), 제3 공진부(130), 및 제4 공진부(140)로 등분배한다.
- [0067] 이때, 전력 분배부(150)의 상세 구성은 이하 도 16 및 17을 참조하여 후술한다.
- [0068] 도 16 및 17은 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부(150) 상세 구조에 대한 참고도이다.
- [0069] 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부(150)의 경우에도 도 7을 참조하여 기술한 바 있는 윌킨슨 전력 분배기(wilkinson power divider)를 대체하기 위한 것으로서, 도 16 (a)를 참조하면 하나의 입력 포트와 네 개의 출력 포트를 구비하는 윌킨슨 전력 분배기의 경우 네 개의 $\lambda/4$ 전송 라인과 네 개의 $\lambda/4$ 전송 라인 각각에 연결되는 네 개의 저항(Z_0)으로 구성된다.
- [0070] 그러나, 상기와 같은 구성을 갖는 윌킨슨 전력 분배기의 경우 무선 전력 충전 용도로 사용되는 경우 기술한 바 있는 문제점을 가지게 되므로, 이러한 문제점을 개선하기 위해 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부(150)의 경우 도 16 (b)에 도시된 바와 같이 기판(151) 상부면에 일측에 제1 포트(152)와 타측에 서로 이격되어 있는 제2 포트(156), 제3 포트(160), 제4 포트(164), 및 제5 포트(168)를 각각 형성하고, 제1 포트(152)와 제2 포트(156)를 연결하는 제1 선로부(153), 제1 포트(152)와 제3 포트(160)를 연결하는 제2 선로부(157), 제1 포트(152)와 제4 포트(164)를 연결하는 제3 선로부(161), 및 제1 포트(152)와 제5 포트(168)를 연결하는 제4 선로부(165)를 형성한다,
- [0071] 그리고, 종래의 $\lambda/4$ 전송라인 대신 파이 타입(π type) 집중 소자 매칭법(lumped elements method)를 적용하여 제1 전송 선로부(153)상, 제2 전송 선로부(157) 상, 제3 전송 선로부(161) 상, 및 제4 선로부(165) 상의 일 지점에 각각 적어도 하나 이상의 파이 타입(π type) 칩 인덕터(154-1, 154-2, 154-3, 158-1, 158-2, 158-3, 162-1, 162-2, 162-3, 166-1, 166-2, 166-3)를 삽입하고, 칩 인덕터(154-1, 158-1, 162-1, 166-1)의 일측 및 칩 인덕터(154-3, 158-3, 162-3, 166-3)의 타측에 각각 션트(shunt) 역할을 수행하는 칩 커패시터(155-1, 155-2, 159-1, 159-2, 163-1, 163-2, 167-1, 167-2)를 삽입하여 지연과 90° 위상전이(phase shift)가 이루어지도록 하며, 제2 포트(156), 제3 포트(160), 제4 포트(164), 및 제5 포트(168)를 연결하는 제5 전송 선로부(169)를 형성한 후
- [0072] 제2 포트(156), 제3 포트(160), 제4 포트(164), 및 제5 포트(168)와 제5 전송 선로부(169) 사이에 제2 포트(156), 제3 포트(160), 제4 포트(164), 및 제5 포트(168) 간 아이솔레이션(isolation)을 위해 저항(170, 171, 172, 173)을 삽입한다.

- [0073] 이에 따라, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부(30)의 경우 도 17에 도시된 바와 같이 $0.1\lambda^2$ 의 면적(예컨대, 6.78MHz 기준)을 가지게 되어 종래와 비교시 전력 분배부(150)의 소형화가 가능해지는 장점을 갖는다.
- [0074] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부(150)의 경우 메타 물질기반으로 형성될 수 있는데, 여기에서 메타 물질이란 1보다 작은 유전율 또는 투자율을 갖는 물질을 의한다.
- [0075] 도 18은 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 전력 분배부 동작 특성에 대한 시뮬레이션 그래프이다.
- [0076] 여기에서, 도 18의 시뮬레이션에서 사용된 전력 분배부(150)의 경우 제1 전송 선로부(153) 상에 삽입된 칩 인덕터(154-1, 154-2, 154-3), 제2 전송 선로부(157) 상에 삽입된 칩 인덕터(158-1, 158-2, 158-3), 제3 전송 선로부(161) 상에 삽입된 칩 인덕터(162-1, 162-2, 162-3), 및 제4 전송 선로부(165) 상에 삽입된 칩 인덕터(166-1, 166-2, 166-3)의 인덕턴스 값은 각각 1000nH, 100nH, 및 820nH가 되고, 칩 커패시터(155-1, 155-2, 159-1, 159-2, 163-1, 163-2, 167-1, 167-2)의 커패시턴스 값은 각각 270pF이 되도록 구성하였다.
- [0077] 그리고, 도 18을 참조하면 공진 주파수 6.78MHz에서 반사 손실(return loss)에 대응하는 S_{11} 값의 경우 약 -15.7dB인 것을 확인할 수 있고 각 출력 포트(다시 말해서, 포트 2(154), 포트 3(158), 포트 4(162), 및 포트 5(166)) 간의 아이솔레이션(isolation)에 대응하는 S_{24} 값의 경우 약 -26.2dB 이하인 것을 확인할 수 있다.
- [0078] 도 19 내지 21은 본 발명의 또다른 바람직한 실시예에 따른 무선 전력 충전을 위한 공진 장치에 대한 반사손실 및 무선 전력 충전 효율 테스트에 대한 참고도이다.
- [0079] 여기에서, 제1 공진부(110), 제2 공진부(120), 제3 공진부(130), 및 제4 공진부(140)는 도 4 내지 도 6에 도시된 시뮬레이션시와 동일한 사양으로 구성하고, 전력 분배부(150)는 도 18에 도시된 시뮬레이션시와 동일한 사양으로 구성하였다.
- [0080] 먼저, 도 19에 도시된 바와 같이 본 발명의 무선 전력 충전을 위한 공진 장치(100)를 무선 전력 송신측과 무선 전력 수신측에 각각 구성한 후 송신측과 수신측 간의 수직 거리를 각각 5cm(도 17의 (a)), 10cm(도 17의 (b)), 및 20cm(도 17의 (c))로 변화시키는 방식으로 본 발명의 무선 전력 충전을 위한 공진 장치(100)의 반사 손실 및 무선 전력 충전 효율을 테스트한 결과 공진 주파수 8MHz에서 도 20에 도시된 바와 같은 거리 변화에 따른 반사 손실(S_{11} -5cm, S_{11} -10cm, S_{11} -20cm) 특성 및 무선 전력 충전 효율(S_{21} -5cm, S_{21} -10cm, S_{21} -20cm) 특성을 확인할 수 있다.
- [0081] 또한, 별도로 도시하지는 않았으나 본 발명의 무선 전력 충전을 위한 공진 장치(100)를 무선 전력 송신측과 무선 전력 수신측에 각각 구성한 후 송신측과 수신측 간의 수평 거리를 각각 5cm, 10cm, 및 20cm로 변화시키는 방식으로 본 발명의 무선 전력 충전을 위한 공진 장치(100)의 반사 손실 및 무선 전력 충전 효율을 테스트한 결과 공진 주파수 8MHz에서 도 21에 도시된 바와 같은 거리 변화에 따른 반사 손실(S_{11} -5cm, S_{11} -10cm, S_{11} -20cm) 특성 및 무선 전력 충전 효율(S_{21} -5cm, S_{21} -10cm, S_{21} -20cm) 특성을 확인할 수 있다.
- [0082] 본 발명의 무선 전력 충전을 위한 공진 장치의 경우 저주파 대역(예컨대, 주파수가 6MHz에 근접하는 대역)에서 높은 무선 전력 충전 효율을 담보할 수 있는 공진 장치로써, 높은 무선 전력 충전 효율을 위해 무선 전력 전송 또는 수신을 위한 루프 안테나 역할을 수행하는 공진부를 단일 공진기가 아닌 복수 개로(예컨대, 2개 또는 4개나 혹은 그 이상) 구성하여 공진 루프 어레이(resonance loop array)를 이루도록 하였으며, 이에 따라 자기장의 직진성을 강화시켜 종래에 비해 무선 전력 충전 효율을 증가시킬 수 있게 된다.
- [0083] 또한, 전력 분배부의 경우 집중 소자 매칭법(lumped elements matching method)를 적용하여 $0.1\lambda^2$ 면적으로 제조가 가능하므로, 종래에 전력 분배기로 주로 사용되던 윌킨슨 파워 디바이더와 비교시 전력 분배부의 크기를 크게 줄일 수 있어 무선 전력 충전을 위한 공진 장치의 소형화가 용이해질 수 있게 된다.
- [0084] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정 및 변경이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예들에 의해서 본 발명의 기술 사상이 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구 범위에 의해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0085]
- (1, 100) : 무선 전력 충전을 위한 공진 장치

(10, 110) : 제1 공진부

(20, 120) : 제2 공진부

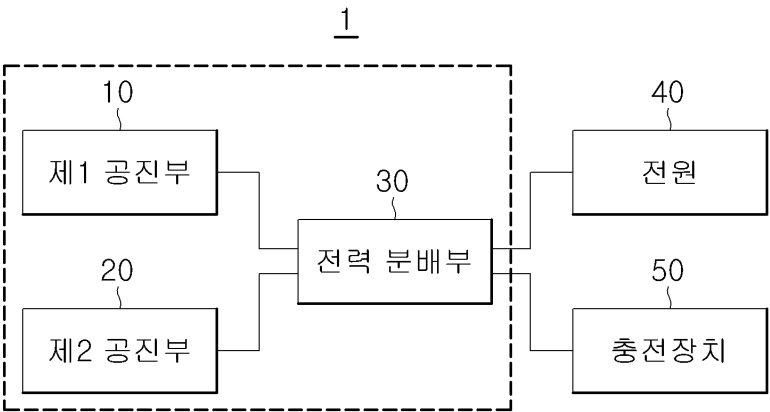
(30, 150) : 전력 분배부

(130) : 제3 공진부

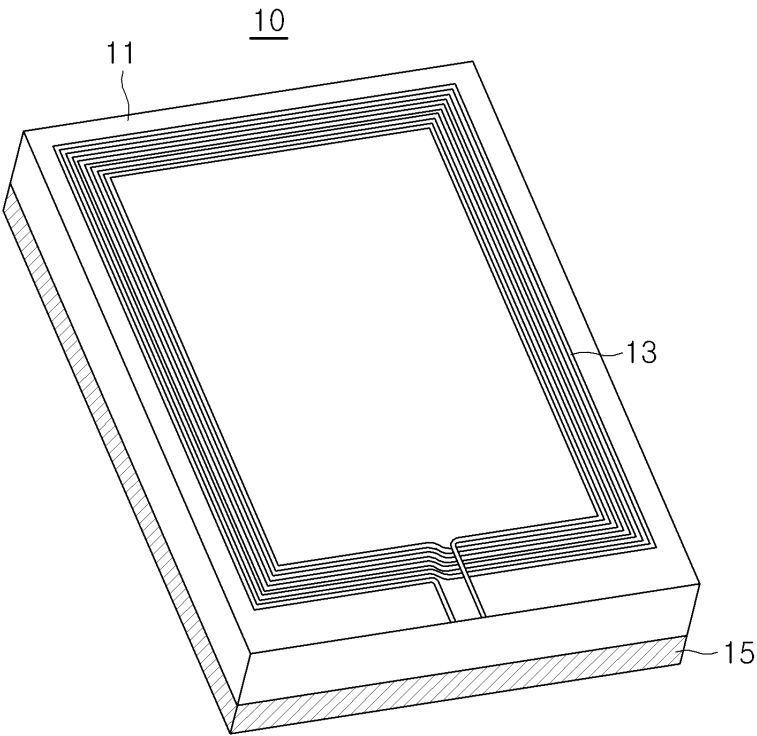
(140) : 제4 공진부

도면

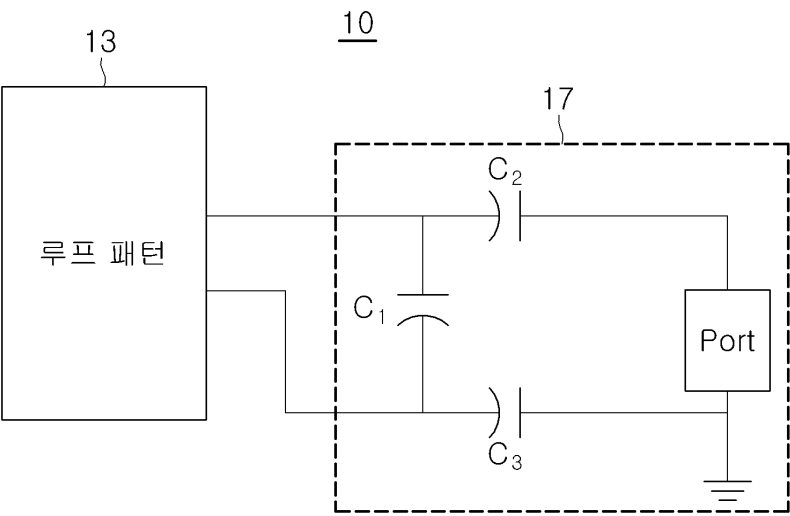
도면1



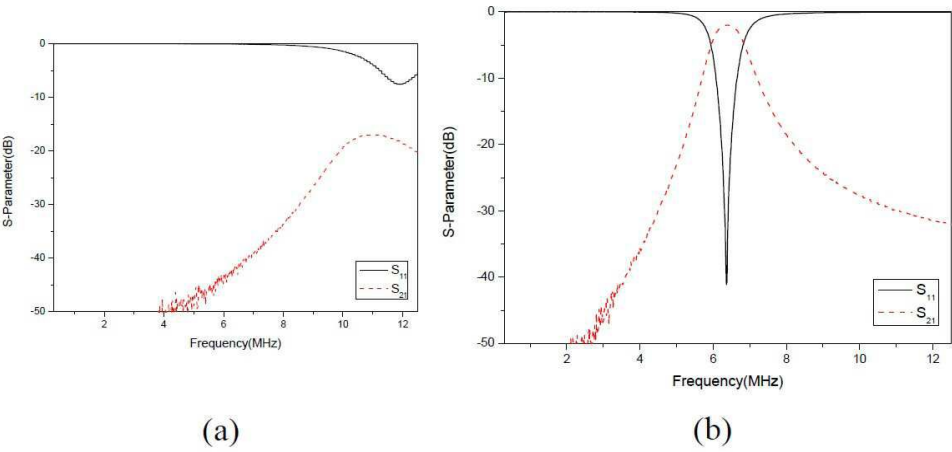
도면2



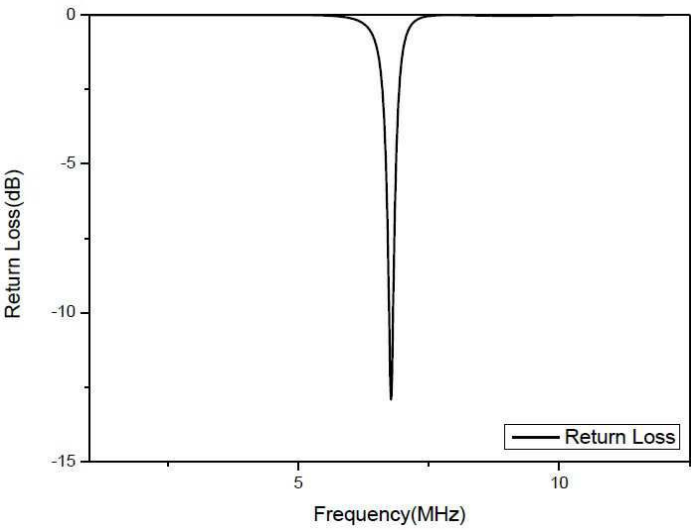
도면3



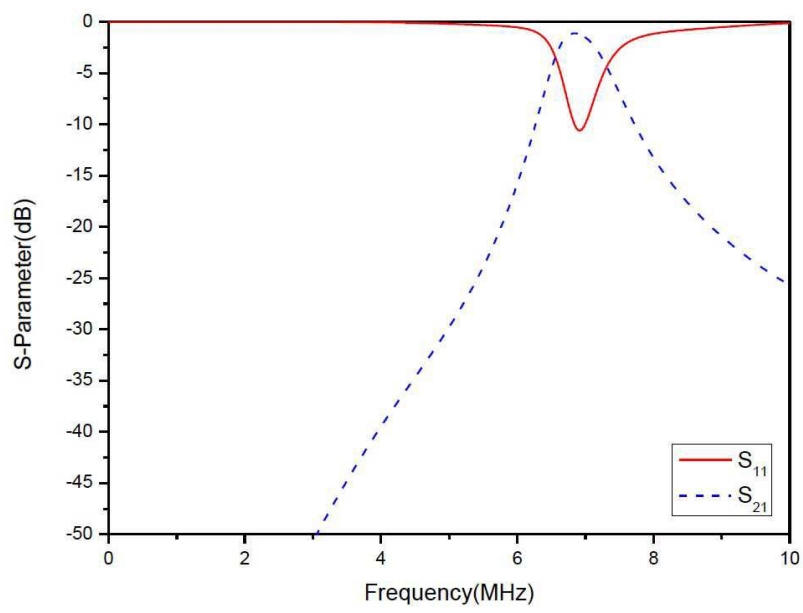
도면4



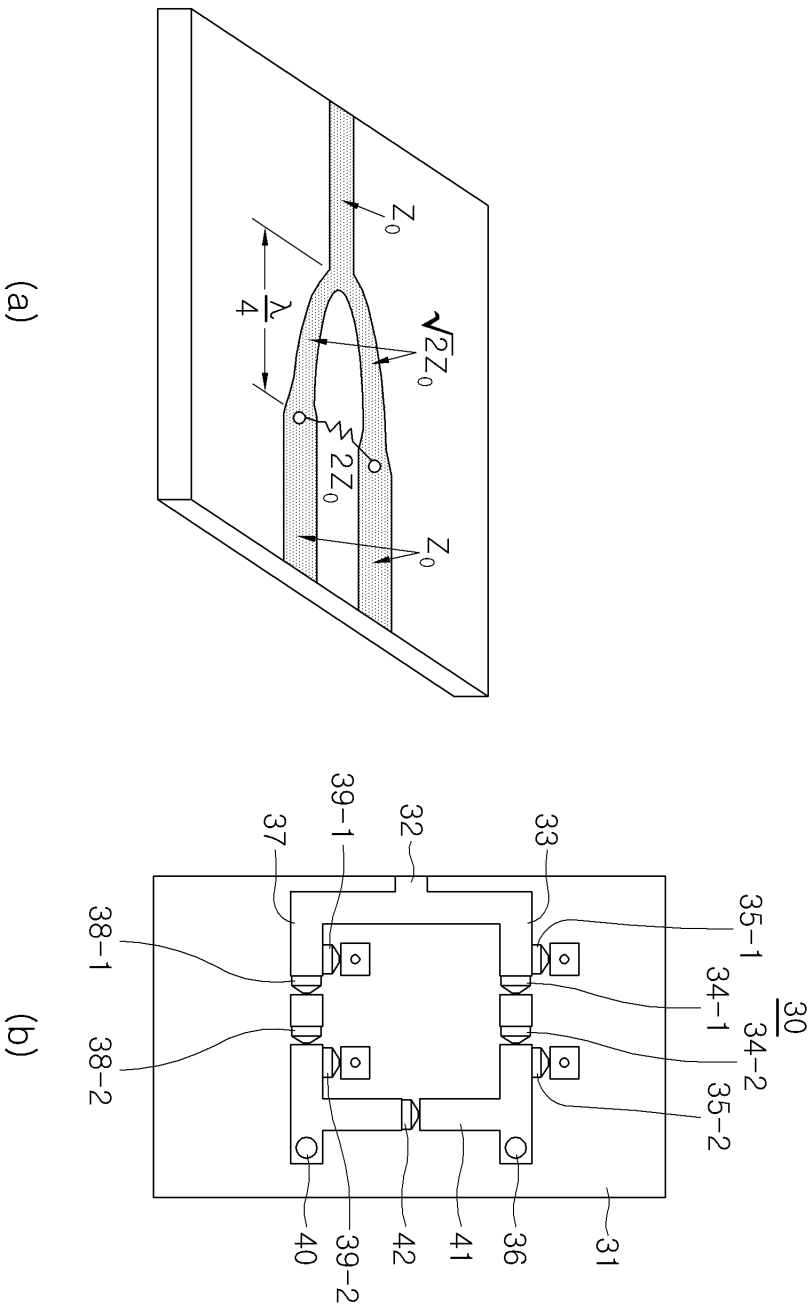
도면5



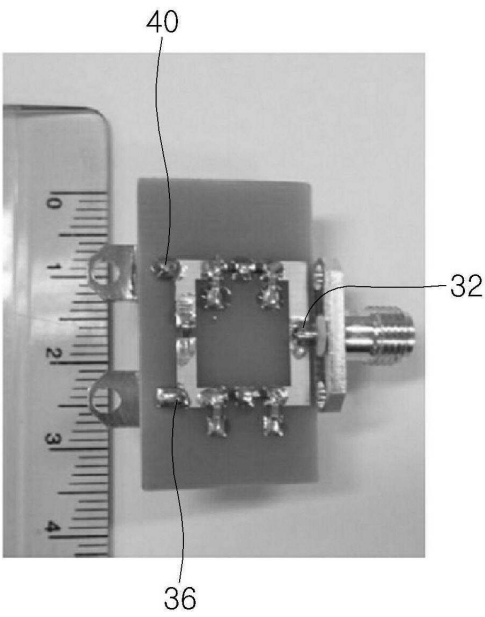
도면6



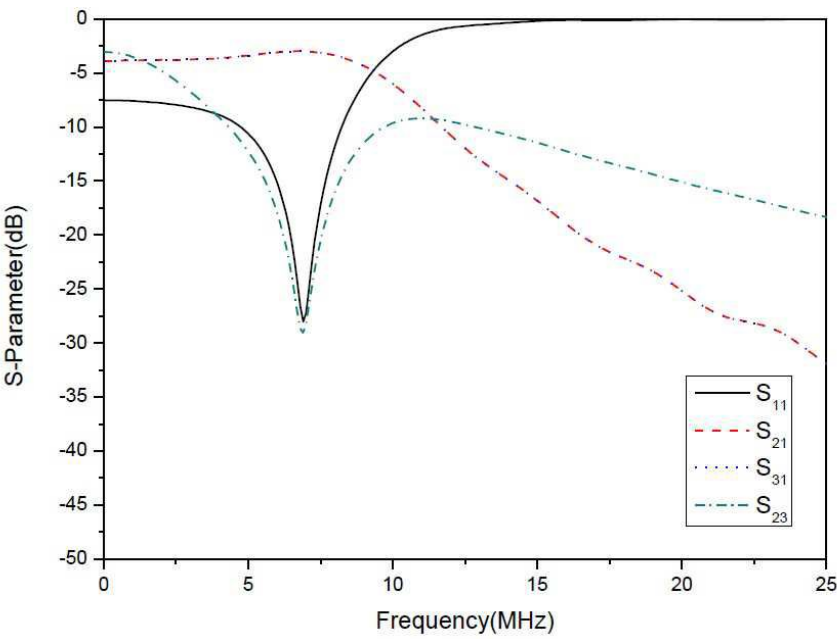
도면7



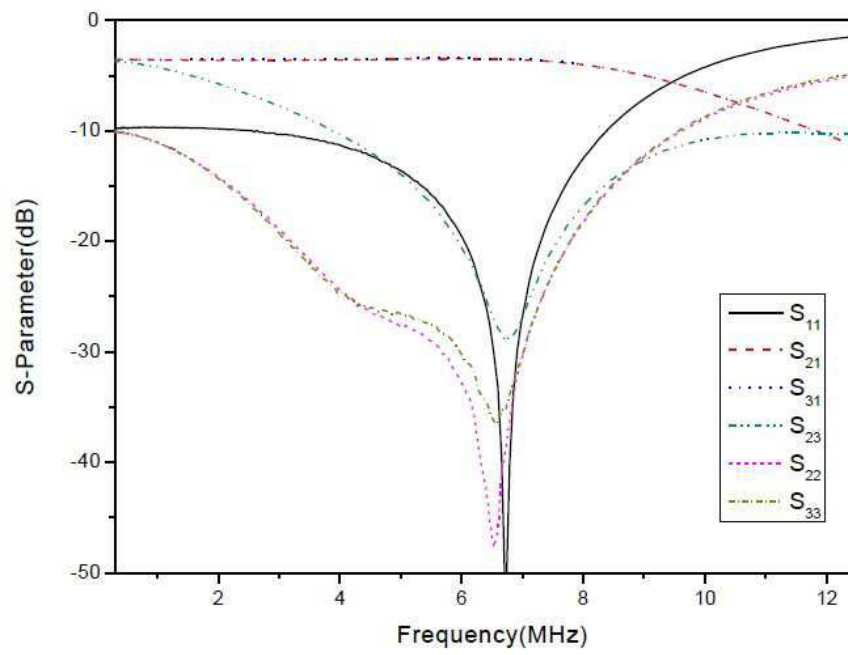
도면8



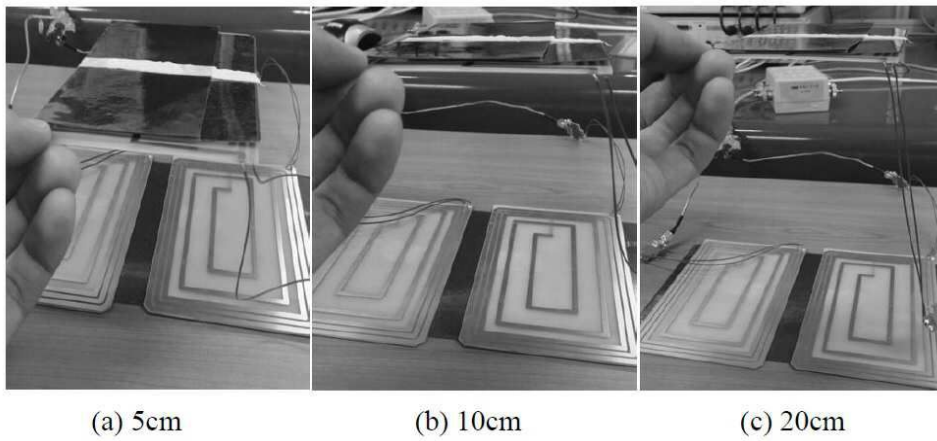
도면9



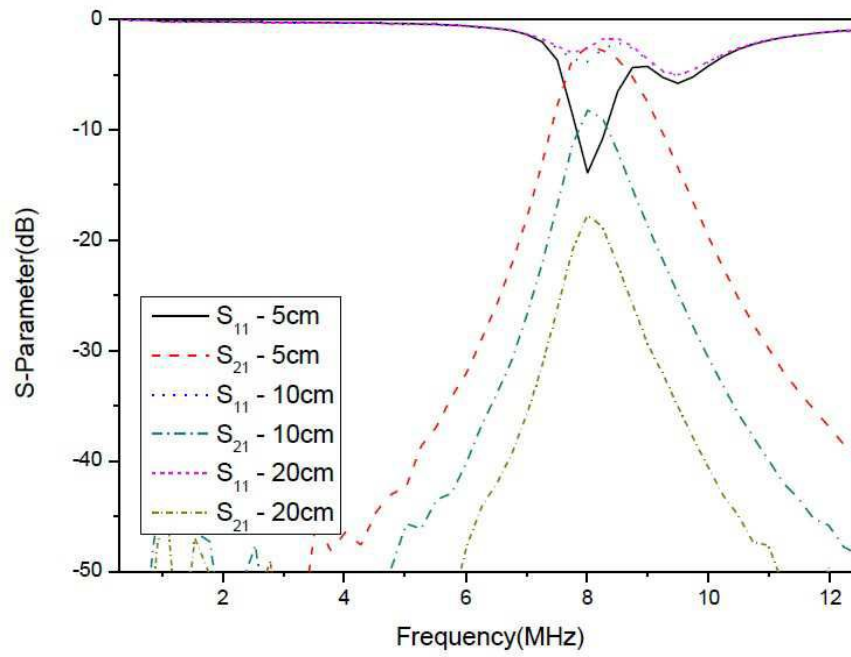
도면10



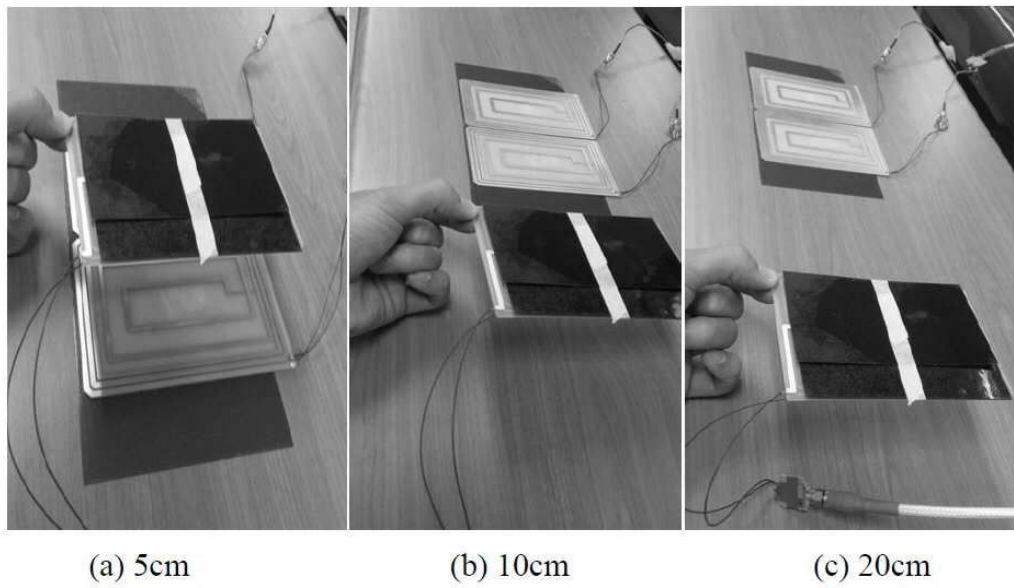
도면11



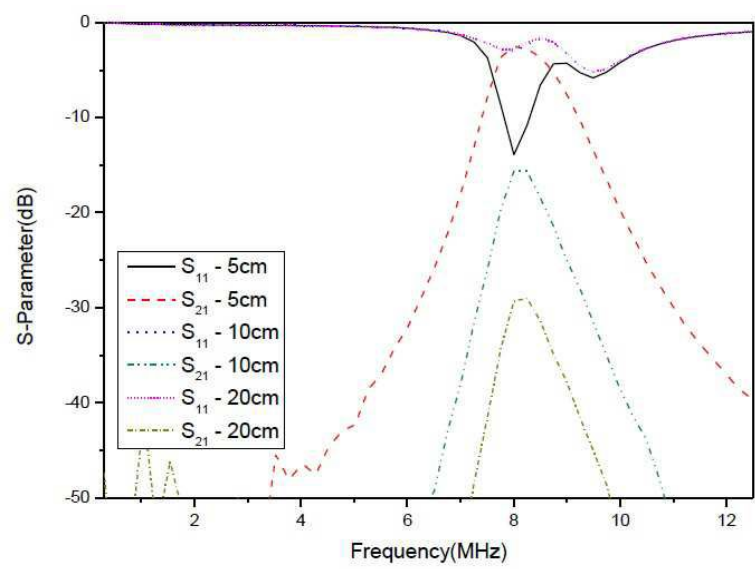
도면12



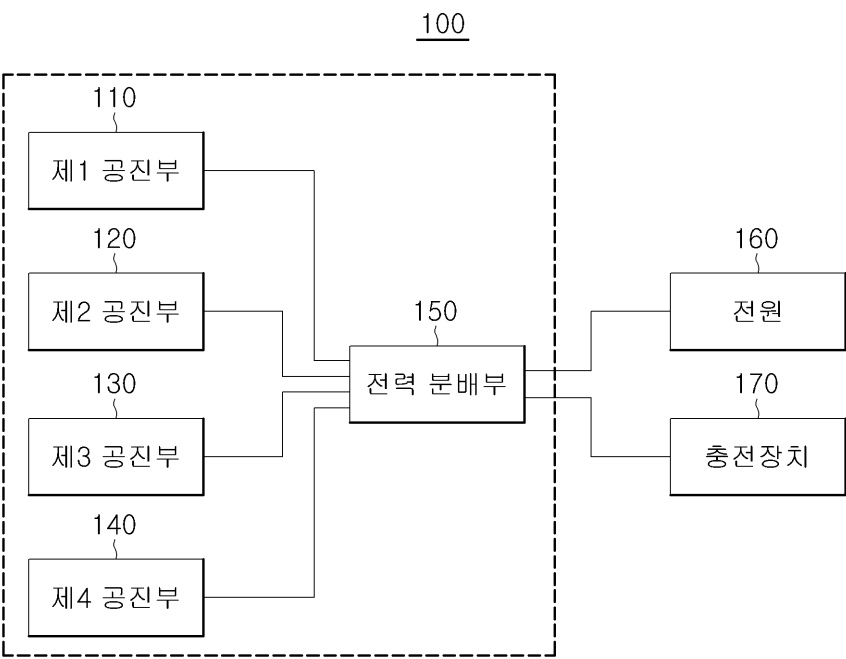
도면13



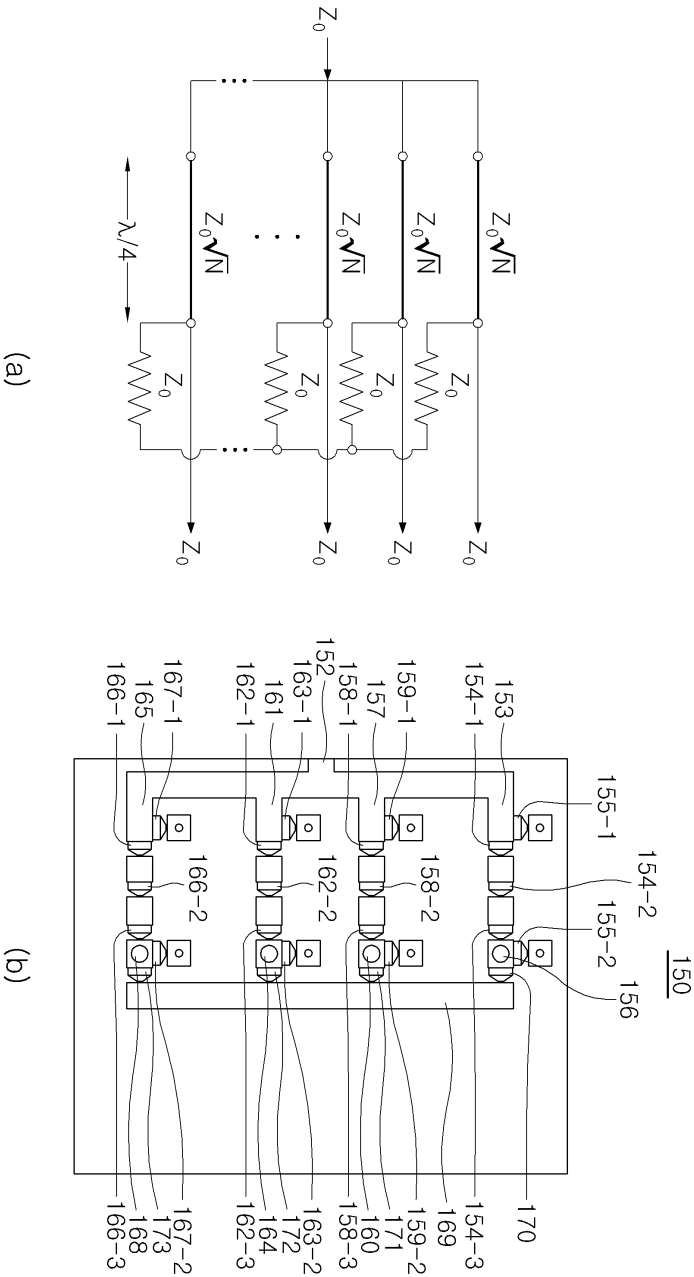
도면14



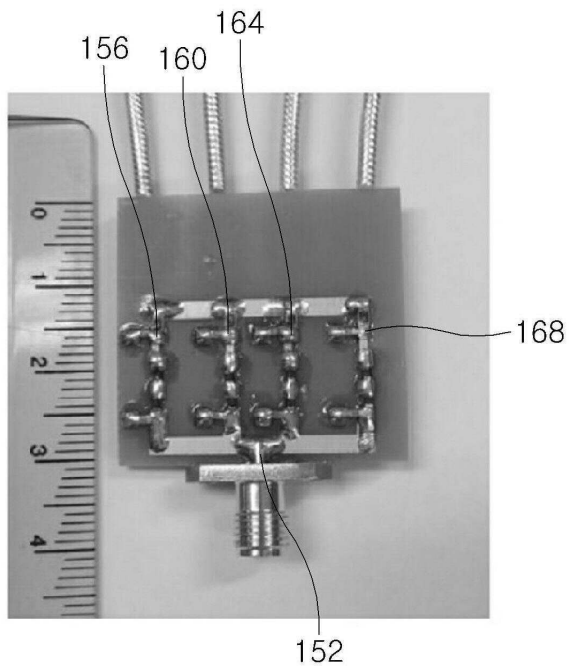
도면15



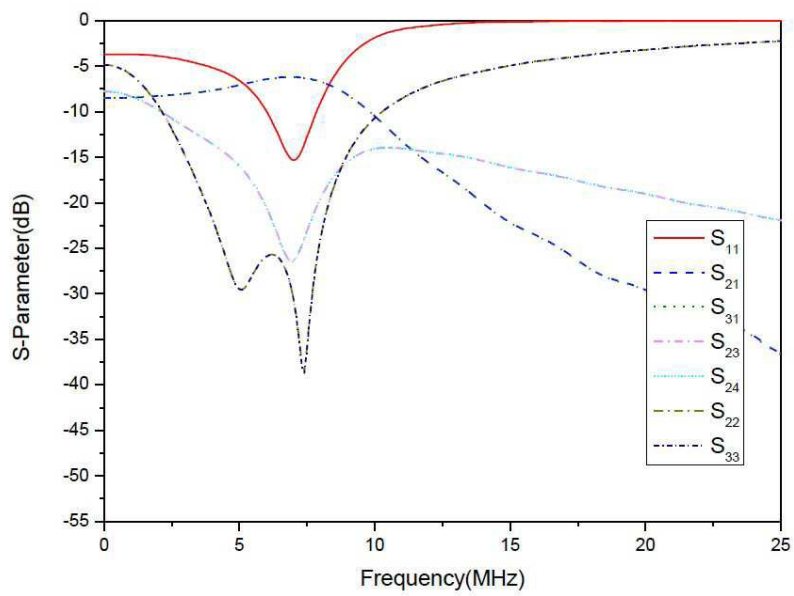
도면16



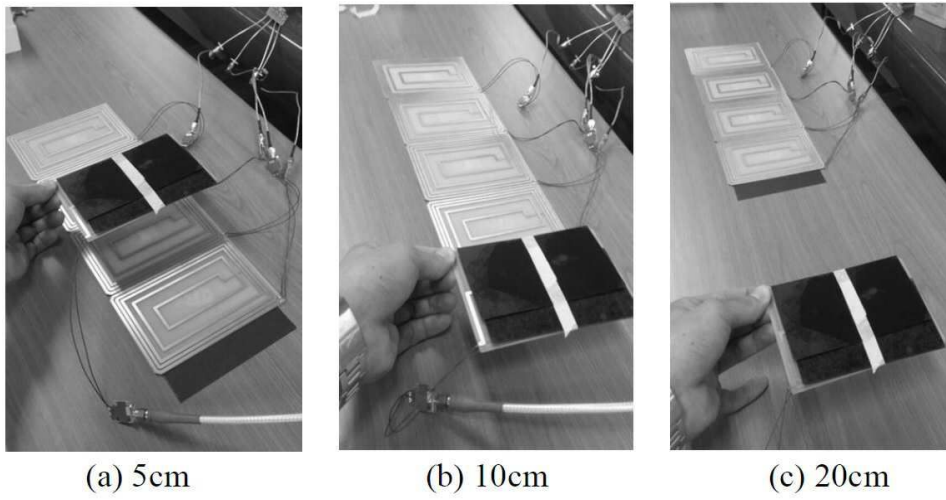
도면17



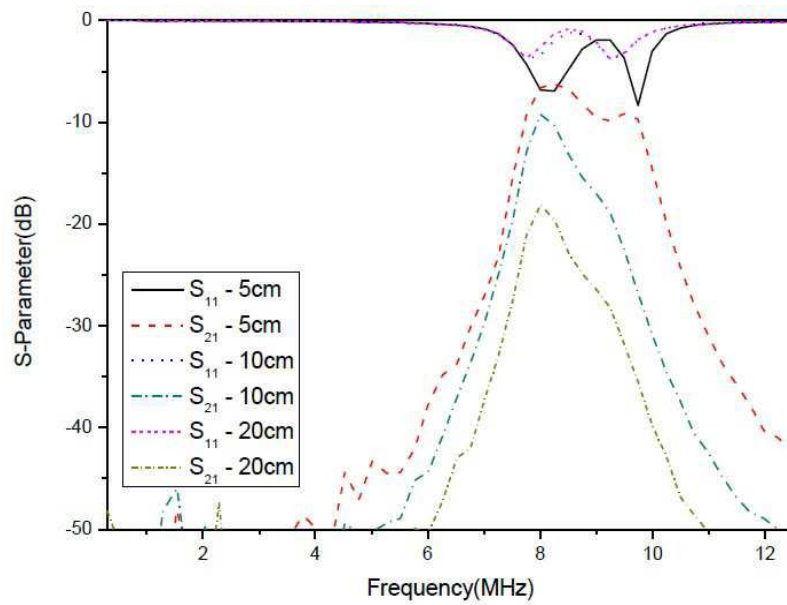
도면18



도면19



도면20



도면21

